



T.C.
KIRŞEHİR AHI EVRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİTKİ KORUMA ANABİLİM DALI



**SEYRELTME SUYU PH DEĞERİNİN EC
FORMÜLASYONUNUN EV SİNEĞİ (*Musca
domestica*) ÜZERİNDEKİ BİYOLOJİK
ETKİNLİĞİ İLE İLİŞKİSİNİN İNCELENMESİ**

ONUR ŞAHBAZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

KIRŞEHİR

2025



T.C.
KIRŞEHİR AHI EVRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİTKİ KORUMA ANABİLİM DALI



**SEYRELTME SUYU PH DEĞERİNİN EC
FORMÜLASYONUN EV SİNEĞİ (*Musca
domestica*) ÜZERİNDEKİ BİYOLOJİK
ETKİNLİĞİ İLE İLİŞKİSİNİN İNCELENMESİ**

ONUR ŞAHBAZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

DANIŞMAN

Doç. Dr. Kadir AKAN

KIRŞEHİR

2025

KIRŞEHİR AHİ EVRAN ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
YÜKSEK LİSANS TEZ ÇALIŞMASI
ETİK BEYANI

Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesini okuduğumu ve anladığımı ve Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmasında;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmasında yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde ve ortaya çıkan sonuçlarda herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Tez olarak sunduğum bu çalışmanın özgün olduğunu,

bildirir, aksi bir durumda bu konuda hakkımda yapılacak tüm yasal işlemleri ve aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim. 22/05/2025

Onur ŞAHBAZ

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

Sayfa No

İÇİNDEKİLER DİZİNİ	I
TEŞEKKÜR.....	IV
ÖZET	V
ABSTRACT	VI
TABLolar DİZİNİ	VII
ŞEKİLLER DİZİNİ	XII
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	XIII
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Pestisitler ve Kullanımı.....	1
1.2. Biyosidal Ürün ve Kullanımı.....	2
1.3. Pestisit ve Biyosidal Ürün Etkinliğinin Arttırılması Mümkün mü?	5
1.4. Ev Sineği (<i>Musca domestica</i> L.)'nin Kısa Biyolojisi, İnsan Sağlığı Üzerine Bazı Etkileri ve Kimyasal Kontrolü.....	6
1.5. Problem Durumu	7
1.6. Tezin Amacı.....	8
1.7. Tezin Önemi	8
1.8. Tezin Hipotezi	8
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	9
2.1. Pestisit Kullanımının Kısa Tarihi	10
2.2. Sentetik Pyretroid Bileşikleri.....	13
2.3. pH Düzeyinin Farklı Pestisitler Üzerindeki Etkisi	20
2.4. Pestisitlerin Etkinliğinin Arttırılmasında Suyun pH Düzeyinin Önemi ve Uygulanabilir Stratejiler	23
2.5. Ev Sineği (<i>Musca domestica</i> L.) Hakkında Genel Bilgiler	26
3. MATERYAL VE METOT	29
3.1. Materyal.....	29
3.1.1. Çalışmada kullanılan biyosidal ürünler	29
3.1.2. Seyreltme suyunun hazırlanması ve pH düzeylerinin belirlenmesi	29
3.1.3. Dünya sağlık örgütü standartlarına uygun ec formülasyonu hazırlığı	30
3.1.4. Ev sineği popülasyonları.....	30
3.1.5. Biyolojik testlerin yöntemsel uygulamaları ve standartları	31
3.1.6. BPR Kılavuzu Standartlarına Göre Biosidal Ürünlerin Ev Sineği Üzerine Etkinlik Oranı	31
3.2. Metot.....	32

3.2.1. Biyosidal ürün uygulama dozları	32
3.2.2. Seyreltme suyu hazırlama prosedürü ve ph optimizasyonu.....	32
3.2.3. Laboratuvarda <i>M. domestica</i> popülasyonlarının yetiştirilmesi	32
3.2.4. Biyolojik testlerin yürütülmesi	35
3.2.5. İstatistiksel analizler.....	36
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	37
4.1. Farklı pH ve Uygulama Sürelerinde Asmetrin®'in Toksik Etkilerinin Değerlendirilmesi	38
4.1.1. Farklı pH ve temas sürelerinde Asmetrin®'in yerel popülasyon üzerindeki tarsal kontakt oranlarının değerlendirilmesi.....	38
4.1.2. Farklı pH ve temas sürelerinde Asmetrin®'in yerel popülasyon üzerindeki 48 saatlik uygulama sonrası ölüm oranlarının değerlendirilmesi.....	39
4.1.3. Farklı pH ve temas sürelerinde Asmetrin®'in yerel popülasyon üzerindeki 120 saatlik ölüm oranlarının değerlendirilmesi	41
4.1.4. Farklı pH ve temas sürelerinde Asmetrin®'in duyarlı popülasyon üzerindeki tarsal kontakt oranlarının değerlendirilmesi	42
4.1.5. Asmetrin® uygulamasının farklı pH düzeyleri ve sürelerine göre yerel popülasyon üzerindeki başlangıç ve uzun süreli etkilerinin değerlendirilmesi.....	44
4.1.6. Asmetrin® uygulamasının farklı pH düzeyleri ve temas ile uygulama zamanlarına göre yerel ve duyarlı popülasyon üzerindeki başlangıç ve uzun süreli etkilerinin karşılaştırmalı değerlendirilmesi	45
4.2. Farklı pH ve Uygulama Sürelerinde Ciftoş®'in Toksik Etkilerinin Değerlendirilmesi	45
4.2.1. Farklı pH ve temas sürelerinde Ciftoş®'in yerel popülasyon üzerindeki tarsal kontakt oranlarının değerlendirilmesi.....	45
4.2.2. Farklı pH ve temas sürelerinde Ciftoş®'in yerel popülasyon üzerindeki 48 saatlik uygulama sonrası ölüm oranlarının değerlendirilmesi	47
4.2.3. Farklı pH ve temas sürelerinde Ciftoş®'in yerel popülasyon üzerindeki 120 saatlik ölüm oranlarının değerlendirilmesi	49
4.2.4. Farklı pH ve temas sürelerinde Ciftoş®'in duyarlı popülasyon üzerindeki tarsal kontakt oranlarının değerlendirilmesi.....	50
4.2.5. Ciftoş® uygulamasının farklı pH düzeyleri ve sürelerine göre yerel popülasyon üzerindeki başlangıç ve uzun süreli etkilerinin değerlendirilmesi	52
4.2.6. Ciftoş® uygulamasının farklı pH düzeyleri ve temas ile uygulama zamanına göre yerel ve duyarlı popülasyon üzerindeki başlangıç ve uzun süreli etkilerinin karşılaştırmalı değerlendirilmesi	52
4.3. Asmetrin® ve Ciftoş® Uygulamalarının Farklı pH Düzeyleri ve Sürelerine Göre Yerel Popülasyon Üzerindeki Başlangıç ve Uzun Süreli Etkilerinin Karşılaştırmalı Analizi.....	53
4.4. Asmetrin® ve Ciftoş® Uygulamalarının Farklı pH Düzeyleri ve Sürelerine Göre Duyarlı Popülasyon Üzerindeki Başlangıç Etkilerinin Karşılaştırmalı Analizi	54

4.5. Asmetrin® ve Ciftoz® Uygulamalarının Farklı pH Düzeyleri ve Sürelerine Göre Yerel ve Duyarlı Popülasyon Üzerindeki Başlangıç ve Uzun Süreli Etkilerinin Karşılaştırmalı Analizi.....	55
4.6. Farklı pH ve Uygulama Sürelerinde Asmetrin® ve Ciftoz®'un Ev Sineği Ölümleri Üzerindeki Etkileri.....	55
4.6.1. Farklı pH ve uygulama sürelerinde Asmetrin®'in ev sineği baygın ve ölümleri üzerindeki etkileri.....	56
4.6.2. Farklı pH ve temas sürelerinde Ciftoz®'in ev sineği baygın ölümleri üzerindeki etkileri.....	59
4.7. Asmetrin® ve Ciftoz® Uygulamalarının Karşılaştırması: Benzerlikler ve Ortak Bulgular	62
4.8. Asmetrin® ve Ciftoz® Uygulamalarının Karşılaştırması: Farklılıklar ve Ortak Olmayan Bulgular.....	63
4.9. Asmetrin® ve Ciftoz® İnsektisitlerinin Etkinliğini Etkileyen Faktörlerin Çok Değişkenli Varyans Analizi.....	66
4.10. Probit Analiz Sonuçları	70
4.10.1. Farklı pH koşullarında Asmethrin®'in knockdown etkisinin zamana bağlı etkilerinin karşılaştırılması	70
4.10.2. Farklı pH koşullarında Ciftoz®'un knockdown etkisinin zamana bağlı etkilerinin karşılaştırılması	86
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	109
6. KAYNAKLAR.....	113
ÖZGEÇMİŞ.....	123

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimime başladığım ilk günden itibaren, bilimsel düşünme yetilerimin gelişiminde ve akademik bir bakış açısı kazanmamda sağladığı paha biçilmez katkılar nedeniyle danışman hocam Doç. Dr. Kadir AKAN'a en derin şükranlarımı sunarım.

Yüksek Lisans eğitimim süresince bilgi ve tecrübelerini bizlerle paylaşarak akademik yolculuğuma rehberlik eden kıymetli hocalarım Prof. Dr. Fahriye ERCAN, Doç. Dr. Melih YILAR, Dr. Öğr. Üyesi Hayriye Didem SAĞLAM ALTINKÖY ve Dr. Öğr. Üyesi Yusuf BAYAR'a da sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Kendi alanlarında uzman olan bu değerli akademisyenlerin yönlendirmeleri, bilimsel bilgi birikimimi derinleştirmiş ve akademik vizyonumu şekillendirmiştir.

Tez çalışmamın yürütülmesi sırasında kültürlerin bakımı ve laboratuvar ortamında denemelerin yapılması için imkân sunan Hacettepe Üniversitesi Pestisit Araştırma ve Referans Laboratuvarı'nda çalışan değerli araştırmacılar Dr. Öğr. Üyesi Kalender ARIKAN ve Sevim ARMUT'a teşekkür ederim. Özellikle Dr. Öğr. Üyesi Kalender ARIKAN, tezimin geliştirilmesi ve yönlendirilmesi süreçlerinde sağladığı kıymetli katkılarla çalışmamın başarısında önemli bir rol oynamıştır.

Ayrıca, biyosidal ürünlerin temin edilmesinde destek sağlayan BERPA İthalat İhracat İlaçlama Tic. Ltd. Şti. yetkilisi Sayın Mevlüt KAPLAN'a teşekkürlerimi iletmek isterim.

Son olarak, eğitim hayatım boyunca her koşulda yanımda olan, yüksek lisans çalışmalarımın her aşamasında desteğini hissettiğim ve bana inanan kıymetli aileme en içten teşekkürlerimi sunmayı bir borç bilirim. Onların koşulsuz sevgisi, güveni ve desteği olmadan bugün bulunduğum noktaya ulaşmam mümkün olmazdı. Bu süreçte bana verdikleri güç, akademik yolculuğumun en sağlam dayanağı olmuştur.

Mayıs, 2025

Onur ŞAHBAZ

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

SEYRELTE SUYU pH DEĞERİNİN EC FORMÜLASYONUN EV SİNEĞİ (*Musca domestica*) ÜZERİNDEKİ BİYOLOJİK ETKİNLİĞİ İLE İLİŞKİSİNİN İNCELENMESİ

Onur ŞAHBAZ

KIRŞEHİR AHI EVRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİTKİ KORUMA ANABİLİM DALI

Danışman: Doç. Dr. Kadir AKAN

Yıl: 2025, Sayfa: 123

Jüri: Doç. Dr. Kadir AKAN

Dr. Öğr. Üyesi Hüseyin İLTER

Dr. Öğr. Üyesi Kalender ARIKAN

Bu araştırmada, etkin madde olarak Cypermethrin (Asmetrin®) ve Cyfluthrin (Ciftox®) biyosidal ürünlerinin ev sineği (*Musca domestica* L.) popülasyonları üzerindeki etkinliği; seyreltme suyu pH düzeyi, temas süresi ve uygulama zamanının biyolojik etki üzerindeki rolü çerçevesinde kapsamlı bir şekilde incelenmiştir. Çalışmada, Asmetrin® ürünü için 0,025 g aktif içerik (a.i.)/m² ve Ciftox® ürünü için 0,03 g a.i./m² dozları kullanılmış; üç farklı pH düzeyi (5,5; 7,0 ve 8,5), üç uygulama zamanı (başlangıç, 48. saat ve 120. saat) ile hem yerel hem de duyarlı ev sineği popülasyonları üzerinde, 5, 10, 15 ve 30 dakika sonrası knock-down (KD) ve 24 saat sonrası ölüm oranları değerlendirilmiştir. Denemeler, faktöriyel deneme desenine göre üç tekerrürlü olarak yürütülmüş ve elde edilen veriler çok değişkenli varyans analizi (MANOVA) ile analiz edilmiştir. İstatistiksel analizler sonucunda; temas süresi, uygulama zamanı, pH düzeyi, böcek popülasyonu ve biyosidal ürün faktörlerinin tamamının biyosidal etkinlik üzerinde anlamlı etkilerinin olduğu belirlenmiştir (p<0,05). Ayrıca, faktörler arasındaki çeşitli ikili ve üçlü etkileşimlerin de istatistiksel olarak önemli olduğu tespit edilmiştir. Bulgular, Asmetrin® ürününün hafif bazik ortamlarda (pH 7,0-8,5), Ciftox® ürününün ise asidik koşullarda (pH 5,5) daha yüksek etkinlik gösterdiğini; her iki ürünün de başlangıç koşullarında en üst düzeyde etkiye ulaştığını, ancak 48 ve 120 saat sonraki rezidüel etki nedeniyle ürünlerin etkinliklerinin azaldığını ortaya koymuştur. Özellikle ilk 15-30 dakikalık temas süresinde baygınlık oranı etkinliğinin en üst düzeye çıktığı belirlenmiştir. Ayrıca, her iki ürünün de duyarlı popülasyon üzerinde daha yüksek ölüm oranı oluşturduğu tespit edilmiştir. Probit analiz sonuçları, %50 baygınlık süresi (LT₅₀) değerlerinin 3 dakikadan 27 dakikaya kadar geniş bir aralıkta değiştiğini göstermekte olup, bu değerler biyosidal ürünlerin etkinliğinin pH ve ev sineğinin biyolojik duyarlılığına bağlı olarak önemli ölçüde farklılaştığını ortaya koymaktadır. Veriler, uygulama stratejilerinin optimize edilmesi açısından kritik öneme sahiptir. Elde edilen sonuçlar, seyreltme suyu pH değerinin EC formülasyonlarının biyolojik etkinliğinde belirleyici bir unsur olduğunu doğrulamaktadır. Sonuç olarak, bu çalışma; biyosidal ürünlerin optimum etkinliğinin sağlanabilmesi için pH düzeyinin, uygulama zamanının ve temas süresinin dikkatle yönetilmesi gerektiğini ortaya koymakta ve insan yaşama alanlarında zararlı kontrolünde daha etkili ve sürdürülebilir stratejilerin geliştirilmesine bilimsel bir zemin sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Biyosidal etkinlik, pH düzeyi, Uygulama zamanı, Ev sineği (*Musca domestica*), Böcek popülasyonu, Emülsiyon konsantre (EC)

ABSTRACT

MASTER'S THESIS

INVESTIGATION OF THE RELATIONSHIP BETWEEN THE pH OF THE FILTERING WATER AND THE BIOLOGICAL EFFICACY OF THE EC FORMULATION ON THE HOUSE FLY (*Musca domestica*)

Onur ŞAHBAZ

KIRŞEHİR AHI EVRAN UNIVERSITY
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES
DEPARTMENT OF PLANT PROTECTION

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Kadir AKAN

Year: 2025, Pages: 123

Juries: Assoc. Prof. Dr. Kadir AKAN

Asst. Prof. Hüseyin İLTER

Asst. Prof. Kalender ARIKAN

In this study, the efficacy of biocidal products containing Cypermethrin (Asmetrin®) and Cyfluthrin (Ciftox®) as active ingredients against house fly (*Musca domestica* L.) populations was comprehensively investigated within the framework of the roles of dilution water pH level, contact time, and application timing on biological effectiveness. In the experiments, a dose of 0.025 g active ingredient (a.i.)/m² was used for Asmetrin® and 0.03 g a.i./m² for Ciftox®. Three different pH levels (5.5, 7.0, and 8.5) and three application times (initial, 48 hours, and 120 hours) were tested. Both local and susceptible house fly populations were evaluated for knock-down (KD) rates at 5, 10, 15, and 30 minutes post-exposure, as well as mortality rates at 24 hours post-exposure. The experiments were conducted in a factorial design with three replicates, and the data obtained were analyzed using multivariate analysis of variance (MANOVA). Statistical analyses revealed that all factors—contact time, application timing, pH level, insect population, and biocidal product—had significant effects on biocidal efficacy ($p < 0.05$). Furthermore, various two-way and three-way interactions among these factors were also found to be statistically significant. The findings indicated that Asmetrin® exhibited higher efficacy under mildly basic conditions (pH 7.0–8.5), whereas Ciftox® was more effective under acidic conditions (pH 5.5). Both products achieved maximum efficacy under initial conditions; however, their effectiveness decreased at 48 and 120 hours due to residual effects. Notably, the knock-down rate peaked within the first 15–30 minutes of contact. Additionally, both products induced higher mortality rates in the susceptible population. Probit analysis results showed that the LT50 values (time to 50% knock-down) ranged widely from 3 to 27 minutes, indicating that the efficacy of the biocidal products varied significantly depending on pH and the biological susceptibility of the house fly. These data are critically important for optimizing application strategies. The results confirm that the pH value of the dilution water is a determining factor in the biological efficacy of EC formulations. In conclusion, this study demonstrates that pH level, application timing, and contact duration must be carefully managed to achieve optimal efficacy of biocidal products, providing a scientific basis for developing more effective and sustainable strategies for pest control in human living areas.

Keywords: Biocidal efficacy, pH level, Application time, Housefly (*Musca domestica*), Insect population, Emulsion concentrate (EC)

Tablo 1.1. Pestisit Kullanım Miktarları	2
Tablo 2.1. Ev Sineğine Karşı Rezidüel Olarak Kullanılan Bazı Aktif Maddelerin Kimyasal Grup ve Dozları	15
Tablo 2.2. Bazı Aktif Maddelerin Hazırladığı Seyreltme Suyu pH Değeri ile Yarılanma Süresi Arasındaki İlişkiler	25
Tablo 2.3. Farklı Aktif Maddelerin Yarılanma Ömürleri (Saat)	25
Tablo 4.1. Asmetrin® Uygulamasının Farklı pH Düzeyleri ve Sürelerine Göre Yerel Popülasyon Üzerindeki Tarsal Kontakt Knock-down Time ve Ölüm Oranları (%)	39
Tablo 4.2. Asmetrin® 48 Saat Kalıntı Uygulaması Sonrası Farklı pH Düzeyleri ve Sürelerine Göre Yerel Popülasyon Üzerindeki Knock-down Time ve Ölüm Oranları (%) ...	40
Tablo 4.3. Asmetrin® 120 Saat Kalıntı Uygulamasının Farklı pH Düzeyleri ve Sürelerine Göre Yerel Popülasyon Üzerindeki Knock-down Time ve Ölüm Oranları (%)	42
Tablo 4.4. Asmetrin® Uygulamasının Farklı pH Düzeyleri ve Sürelerine Göre Duyarlı Popülasyon Üzerindeki Tarsal Kontakt Knock-down Time ve Ölüm Oranları (%)	44
Tablo 4.5. Ciftoz® Uygulamasının Farklı pH Düzeyleri ve Sürelerine Göre Yerel Popülasyon Üzerindeki Tarsal Kontakt Knock-down Time ve Ölüm Oranları (%).....	47
Tablo 4.6. Ciftoz® 48 Saat Kalıntı Uygulamasının Farklı pH Düzeyleri ve Sürelerine Göre Yerel Popülasyon Üzerindeki Knock-down Time ve Ölüm Oranları (%)	48
Tablo 4.7. Ciftoz® 120 Saat Kalıntı Uygulamasının Farklı pH Düzeyleri ve Sürelerine Göre Yerel Popülasyon Üzerindeki 120 Saat Sonra Knock-down Time ve Ölüm Oranları (%).....	50
Tablo 4.8. Ciftoz® 120 Saat Kalıntı Uygulaması Sonrası Farklı pH Düzeyleri ve Sürelerine Göre Duyarlı Popülasyon Üzerindeki Tarsal Kontakt Knock-down Time ve Ölüm Oranları (%).....	51
Tablo 4.9. Asmetrin®, Uygulama Zamanı, Ev sineği Popülasyonu, pH Düzeyi ve Temas Süresine Göre Baygın ve Ölen Ev Sineği Sayıları (Ortalama ± Standart Sapma)	56
Tablo 4.10. Ciftoz®, Uygulama Zamanı, Ev sineği Popülasyonu, pH Düzeyi ve Temas Süresine Göre Baygın Ölen Ev Sineği Sayıları (Ortalama ± Standart Sapma).....	59
Tablo 4.11. Asmetrin® ve Ciftoz® Ürünlerinin Etkinliğini Etkileyen Faktörlerin İstatistiksel Analizi	66
Tablo 4.12. pH 5.5 Düzeyinin Farklı Sürelerde Uygulamalarının Tarsal Kontakt Uygulamanın Baygınlığa (Knock-Down) Etkisi: Gözlenen ve Probit Modeline Göre Tahmin Edilen Değerler ile Model Parametreleri.....	71
Tablo 4.13. pH 5.5 Düzeyinin Farklı Sürelerde Uygulamalarının Tarsal Kontakt Uygulamanın Baygınlığa (Knock-Down) Neden Olan Tahmini Süre Değerleri ve Güven Aralıkları	71
Tablo 4.14. pH 5.5 Düzeyinin Farklı Sürelerde Uygulamalarının 48 Saat Uygulamasının Baygınlığa Etkisi: Gözlenen ve Probit Modeline Göre Tahmin Edilen Değerler ile Model Parametreleri	72
Tablo 4.15. pH 5.5 Düzeyinin Farklı Sürelerde Uygulamalarının 48 Saat Uygulamasının Baygınlığa Neden Olan Tahmini Süre Değerleri ve Güven Aralıkları	72
Tablo 4.16. pH 5.5 Düzeyinin Farklı Sürelerde Uygulamalarının 120 Saat Uygulamasının Baygınlığa (Knock-Down) Etkisi: Gözlenen ve Probit Modeline Göre Tahmin Edilen Değerler ile Model Parametreleri.....	72

Tablo 4.17. pH 5.5 Düzeyinin Farklı Sürelerde Uygulamalarının 120 Saat Uygulamasının Baygınlığa Neden Olan Tahmini Süre Değerleri ve Güven Aralıkları	73
Tablo 4.18. pH 7.0 Düzeyinin Farklı Sürelerde Uygulamalarının Tarsal Kontakt Uygulamanın Baygınlığa (Knock-Down) Etkisi: Gözlenen ve Probit Modeline Göre Tahmin Edilen Değerler ile Model Parametreleri.....	73
Tablo 4.19. pH 7.0 Düzeyinin Farklı Sürelerde Uygulamalarının Tarsal Kontakt Uygulamanın Baygınlığa (Knock-Down) Neden Olan Tahmini Süre Değerleri ve Güven Aralıkları	74
Tablo 4.20. pH 7.0 Düzeyinin Farklı Sürelerde Uygulamalarının 24 Saat Uygulamasının Baygınlığa Etkisi: Gözlenen ve Probit Modeline Göre Tahmin Edilen Değerler ile Model Parametreleri	74
Tablo 4.21. pH 7.0 Düzeyinin Farklı Sürelerde Uygulamalarının 24 Saat Uygulamasının Baygınlığa Neden Olan Tahmini Süre Değerleri ve Güven Aralıkları	75
Tablo 4.22. pH 7.0 Düzeyinin Farklı Sürelerde Uygulamalarının 120 Saat Uygulamasının Baygınlığa (Knock-Down) Etkisi: Gözlenen ve Probit Modeline Göre Tahmin Edilen Değerler ile Model Parametreleri.....	75
Tablo 4.23. pH 7.0 Düzeyinin Farklı Sürelerde Uygulamalarının 120 Saat Uygulamasının Baygınlığa Neden Olan Tahmini Süre Değerleri ve Güven Aralıkları	76
Tablo 4.24. pH 8.5 Düzeyinin Farklı Sürelerde Uygulamalarının Tarsal Kontakt Uygulamanın Baygınlığa (Knock-Down) Etkisi: Gözlenen ve Probit Modeline Göre Tahmin Edilen Değerler ile Model Parametreleri.....	76
Tablo 4.25. pH 8.5 Düzeyinin Farklı Sürelerde Uygulamalarının Tarsal Kontakt Uygulamanın Baygınlığa (Knock-Down) Neden Olan Tahmini Süre Değerleri ve Güven Aralıkları	77
Tablo 4.26. pH 8.5 Düzeyinin Farklı Sürelerde Uygulamalarının 48 Saat Uygulamasının Baygınlığa Etkisi: Gözlenen ve Probit Modeline Göre Tahmin Edilen Değerler ile Model Parametreleri	77
Tablo 4.27. pH 8.5 Düzeyinin Farklı Sürelerde Uygulamalarının 48 Saat Uygulamasının Baygınlığa Neden Olan Tahmini Süre Değerleri ve Güven Aralıkları	78
Tablo 4.28. pH 8.5 Düzeyinin Farklı Sürelerde Uygulamalarının 120 Saat Uygulamasının Baygınlığa (Knock-Down) Etkisi: Gözlenen ve Probit Modeline Göre Tahmin Edilen Değerler ile Model Parametreleri.....	78
Tablo 4.29. pH 8.5 Düzeyinin Farklı Sürelerde Uygulamalarının 120 Saat Uygulamasının Baygınlığa Neden Olan Tahmini Süre Değerleri ve Güven Aralıkları	79
Tablo 4.30. Duyarlı Popülasyon Üzerine pH 5.5 Düzeyinin Farklı Sürelerde Tarsal Kontakt Uygulamanın Baygınlığa (Knock-Down) Etkisi: Gözlenen ve Probit Modeline Göre Tahmin Edilen Değerler ile Model Parametreleri	79
Tablo 4.31. Duyarlı Popülasyon Üzerine pH 5.5 Düzeyinin Farklı Sürelerde Tarsal Kontakt Uygulamanın Baygınlığa (Knock-Down) Neden Olan Tahmini Süre Değerleri ve Güven Aralıkları.....	80
Tablo 4.32. Duyarlı Popülasyon Üzerine pH 7.0 Düzeyinin Farklı Sürelerde Tarsal Kontakt Uygulamanın Baygınlığa Etkisi: Gözlenen ve Probit Modeline Göre Tahmin Edilen Değerler ile Model Parametreleri	80
Tablo 4.33. Duyarlı Popülasyon Üzerine pH 7.0 Düzeyinin Farklı Sürelerde Tarsal Kontakt Uygulamanın Baygınlığa Neden Olan Tahmini Süre Değerleri ve Güven Aralıkları	81
Tablo 4.34. Duyarlı Popülasyon Üzerine pH 8.5 Düzeyinin Farklı Sürelerde Tarsal Kontakt Uygulamanın Baygınlığa (Knock-Down) Etkisi: Gözlenen ve Probit Modeline Göre Tahmin Edilen Değerler ile Model Parametreleri	81

Tablo 4.35. Duyarlı Popülasyon Üzerine pH 8.5 Düzeyinin Farklı Sürelerde Tarsal Kontakt Uygulamanın Baygınlığa Neden Olan Tahmini Süre Değerleri ve Güven Aralıkları	82
Tablo 4.36. Yüzey Uygulamasından 24 Saat Sonra Farklı pH Seviyelerinde Tarsal Kontakt Uygulamanın Baygınlığa (Knock-Down) Etkisi: Gözlenen ve Probit Modeline Göre Tahmin Edilen Değerler ile Model Parametreleri	82
Tablo 4.37. Yüzey Uygulamasından 24 Saat Sonra Farklı pH Seviyelerinde Tarsal Kontakt Uygulamanın Baygınlığa (Knock-Down) Neden Olan Tahmini Süre Değerleri ve Güven Aralıkları	83
Tablo 4.38. Yüzey Uygulamasından 24 Saat Sonra Farklı pH Seviyelerinde 48 Saatlik Uygulamanın Baygınlığa Etkisi: Gözlenen ve Probit Modeline Göre Tahmin Edilen Değerler ile Model Parametreleri	83
Tablo 4.39. Yüzey Uygulamasından 24 Saat Sonra Farklı pH Seviyelerinde 48 Saatlik Uygulamanın Baygınlığa Neden Olan Tahmini Süre Değerleri ve Güven Aralıkları	84
Tablo 4.40. Yüzey Uygulamasından 24 Saat Sonra Farklı pH Seviyelerinde 120 Saat Uygulamanın Baygınlığa (Knock-Down) Etkisi: Gözlenen ve Probit Modeline Göre Tahmin Edilen Değerler ile Model Parametreleri	84
Tablo 4.41. Yüzey Uygulamasından 24 Saat Sonra Farklı pH Seviyelerinde 120 Saat Uygulamanın Baygınlığa Neden Olan Tahmini Süre Değerleri ve Güven Aralıkları	85
Tablo 4.42. Yüzey Uygulamasından 24 Saat Sonra Farklı pH Seviyelerinde Duyarlı Popülasyon Üzerine Tarsal Kontakt Uygulamanın Baygınlığa (Knock-Down) Etkisi: Gözlenen ve Probit Modeline Göre Tahmin Edilen Değerler ile Model Parametreleri	85
Tablo 4.43. Yüzey Uygulamasından 24 Saat Sonra Farklı pH Seviyelerinde Duyarlı Popülasyon Üzerine Tarsal Kontakt Uygulamanın Baygınlığa Neden Olan Tahmini Süre Değerleri ve Güven Aralıkları	86
Tablo 4.44. pH 5.5 Düzeyinin Farklı Sürelerde Uygulamalarının Tarsal Kontakt Uygulamanın Baygınlığa (Knock-Down) Etkisi: Gözlenen ve Probit Modeline Göre Tahmin Edilen Değerler ile Model Parametreleri	86
Tablo 4.45. pH 5.5 Düzeyinin Farklı Sürelerde Uygulamalarının Tarsal Kontakt Uygulamanın Baygınlığa (Knock-Down) Neden Olan Tahmini Süre Değerleri ve Güven Aralıkları	87
Tablo 4.46. pH 5.5 Düzeyinin Farklı Sürelerde Uygulamalarının 48 Saat Uygulamasının Baygınlığa Etkisi: Gözlenen ve Probit Modeline Göre Tahmin Edilen Değerler ile Model Parametreleri	87
Tablo 4.47. pH 5.5 Düzeyinin Farklı Sürelerde Uygulamalarının 48 Saat Uygulamasının Baygınlığa Neden Olan Tahmini Süre Değerleri ve Güven Aralıkları	88
Tablo 4.48. pH 5.5 Düzeyinin Farklı Sürelerde Uygulamalarının 120 Saat Uygulamasının Baygınlığa (Knock-Down) Etkisi: Gözlenen ve Probit Modeline Göre Tahmin Edilen Değerler ile Model Parametreleri	88
Tablo 4.49. pH 5.5 Düzeyinin Farklı Sürelerde Uygulamalarının 120 Saat Uygulamasının Baygınlığa Neden Olan Tahmini Süre Değerleri ve Güven Aralıkları	89
Tablo 4.50. pH 7.0 Düzeyinin Farklı Sürelerde Uygulamalarının Tarsal Kontakt Uygulamanın Baygınlığa (Knock-Down) Etkisi: Gözlenen ve Probit Modeline Göre Tahmin Edilen Değerler ile Model Parametreleri	89
Tablo 4.51. pH 7.0 Düzeyinin Farklı Sürelerde Uygulamalarının Tarsal Kontakt Uygulamanın Baygınlığa (Knock-Down) Neden Olan Tahmini Süre Değerleri ve Güven Aralıkları	90

Tablo 4.52. pH 7.0 Düzeyinin Farklı Sürelerde Uygulamalarının 48 Saat Uygulamasının Baygınlığa Etkisi: Gözlenen ve Probit Modeline Göre Tahmin Edilen Değerler ile Model Parametreleri	90
Tablo 4.53. pH 7.0 Düzeyinin Farklı Sürelerde Uygulamalarının 48 Saat Uygulamasının Baygınlığa Neden Olan Tahmini Süre Değerleri ve Güven Aralıkları	91
Tablo 4.54. pH 7.0 Düzeyinin Farklı Sürelerde Uygulamalarının 120 Saat Uygulamasının Baygınlığa (Knock-Down) Etkisi: Gözlenen ve Probit Modeline Göre Tahmin Edilen Değerler ile Model Parametreleri.....	91
Tablo 4.55. pH 7.0 Düzeyinin Farklı Sürelerde Uygulamalarının 120 Saat Uygulamasının Baygınlığa Neden Olan Tahmini Süre Değerleri ve Güven Aralıkları	92
Tablo 4.56. pH 8.5 Düzeyinin Farklı Sürelerde Uygulamalarının Tarsal Kontakt Uygulamanın Baygınlığa (Knock-Down) Etkisi: Gözlenen ve Probit Modeline Göre Tahmin Edilen Değerler ile Model Parametreleri.....	92
Tablo 4.57. pH 8.5 Düzeyinin Farklı Sürelerde Uygulamalarının Tarsal Kontakt Uygulamanın Baygınlığa (Knock-Down) Neden Olan Tahmini Süre Değerleri ve Güven Aralıkları	93
Tablo 4.58. pH 8.5 Düzeyinin Farklı Sürelerde Uygulamalarının 48 Saat Uygulamasının Baygınlığa Etkisi: Gözlenen ve Probit Modeline Göre Tahmin Edilen Değerler ile Model Parametreleri	93
Tablo 4.59. pH 8.5 Düzeyinin Farklı Sürelerde Uygulamalarının 48 Saat Uygulamasının Baygınlığa Neden Olan Tahmini Süre Değerleri ve Güven Aralıkları	94
Tablo 4.60. pH 8.5 Düzeyinin Farklı Sürelerde Uygulamalarının 120 Saat Uygulamasının Baygınlığa (Knock-Down) Etkisi: Gözlenen ve Probit Modeline Göre Tahmin Edilen Değerler ile Model Parametreleri.....	94
Tablo 4.61. pH 8.5 Düzeyinin Farklı Sürelerde Uygulamalarının 120 Saat Uygulamasının Baygınlığa Neden Olan Tahmini Süre Değerleri ve Güven Aralıkları	95
Tablo 4.62. Duyarlı Popülasyon Üzerine pH 5.5 Düzeyinin Farklı Sürelerde Tarsal Kontakt Uygulamanın Baygınlığa (Knock-Down) Etkisi: Gözlenen ve Probit Modeline Göre Tahmin Edilen Değerler ile Model Parametreleri	95
Tablo 4.63. Duyarlı Popülasyon Üzerine pH 5.5 Düzeyinin Farklı Sürelerde Tarsal Kontakt Uygulamanın Baygınlığa (Knock-Down) Neden Olan Tahmini Süre Değerleri ve Güven Aralıkları.....	96
Tablo 4.64. Duyarlı Popülasyon Üzerine pH 7.0 Düzeyinin Farklı Sürelerde Tarsal Kontakt Uygulamanın Baygınlığa Etkisi: Gözlenen ve Probit Modeline Göre Tahmin Edilen Değerler ile Model Parametreleri	96
Tablo 4.65. Duyarlı Popülasyon Üzerine pH 7.0 Düzeyinin Farklı Sürelerde Tarsal Kontakt Uygulamanın Baygınlığa Neden Olan Tahmini Süre Değerleri ve Güven Aralıkları	97
Tablo 4.66. Duyarlı Popülasyon Üzerine pH 8.5 Düzeyinin Farklı Sürelerde Tarsal Kontakt Uygulamanın Baygınlığa (Knock-Down) Etkisi: Gözlenen ve Probit Modeline Göre Tahmin Edilen Değerler ile Model Parametreleri	97
Tablo 4.67. Duyarlı Popülasyon Üzerine pH 8.5 Düzeyinin Farklı Sürelerde Tarsal Kontakt Uygulamanın Baygınlığa Neden Olan Tahmini Süre Değerleri ve Güven Aralıkları	98
Tablo 4.68. Yüzey Uygulamasından 24 Saat Sonra Farklı pH Seviyelerinde Tarsal Kontakt Uygulamanın Baygınlığa (Knock-Down) Etkisi: Gözlenen ve Probit Modeline Göre Tahmin Edilen Değerler ile Model Parametreleri	98
Tablo 4.69. Yüzey Uygulamasından 24 Saat Sonra Farklı pH Seviyelerinde Tarsal Kontakt Uygulamanın Baygınlığa (Knock-Down) Neden Olan Tahmini Süre Değerleri ve Güven Aralıkları.....	99

Tablo 4.70. Yüzey Uygulamasından 24 Saat Sonra Farklı pH Seviyelerinde 48 Saatlik Uygulamanın Baygınlığa Etkisi: Gözlenen ve Probit Modeline Göre Tahmin Edilen Değerler ile Model Parametreleri	99
Tablo 4.71. Yüzey Uygulamasından 24 Saat Sonra Farklı pH Seviyelerinde 48 Saatlik Uygulamanın Baygınlığa Neden Olan Tahmini Süre Değerleri ve Güven Aralıkları	100
Tablo 4.72. Yüzey Uygulamasından 120 Saat Sonra Farklı pH Seviyelerinde Tarsal Kontakt Uygulamanın Baygınlığa (Knock-Down) Etkisi: Gözlenen ve Probit Modeline Göre Tahmin Edilen Değerler ile Model Parametreleri	100
Tablo 4.73. Yüzey Uygulamasından 120 Saat Sonra Farklı pH Seviyelerinde Tarsal Kontakt Uygulamanın Baygınlığa Neden Olan Tahmini Süre Değerleri ve Güven Aralıkları	101
Tablo 4.74. Yüzey Uygulamasından 24 Saat Sonra Farklı pH Seviyelerinde Duyarlı Popülasyon Üzerine Tarsal Kontakt Uygulamanın Baygınlığa (Knock-Down) Etkisi: Gözlenen ve Probit Modeline Göre Tahmin Edilen Değerler ile Model Parametreleri	101
Tablo 4.75. Yüzey Uygulamasından 24 Saat Sonra Farklı pH Seviyelerinde Duyarlı Popülasyon Üzerine Tarsal Kontakt Uygulamanın Baygınlığa Neden Olan Tahmini Süre Değerleri ve Güven Aralıkları.....	102

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 2.1. Ev Sineği (<i>Musca domestica</i> L.) Larva, Pupa ve Ergin Evresi.....	27
Şekil 3.1. Ergin Ev Sineği Örneklerinin Atrap Kullanılarak Yakalanması	31
Şekil 3.2. Laboratuvar Ortamında Kültüre Alınan Duyarlı ve Yerel Popülasyonlar	33
Şekil 3.3. Besin Ortamı ve Popülasyonun Beslenmesi	34
Şekil 3.4. <i>M. domestica</i> Popülasyonlarının İnsektaryumda Kolonizasyonu	34



SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler	Açıklama
%	: Yüzde
±	: Artı/Eksi
®	: Register (Tescillidir)
°C	: Santigrat Derece
μ parametresi	: Genellikle doz-cevap eğrisinin ortasını, yani %50 olasılıkla yanıt alınan dozu veya süreyi
2,4,5-T	: 2,4,5-Trichlorophenoxyacetic Acid
2,4-D	: 2,4-Dichlorophenoxyacetic Acid
Ca ₂	: Kalsiyum
DDD	: 1-chloro-4-[2,2-dichloro-1-(4-chlorophenyl)ethyl]benzene
DDE	: 1-chloro-4-[2,2-dichloro-1-(4-chlorophenyl)ethenyl]benzene
DDT	: 1-chloro-4-[2,2,2-trichloro-1-(4-chlorophenyl)ethyl]benzene (Diklorodifeniltri-kloroetan)
dn	: test edilen birey sayısı
dx	: 24 saat sonunda ölen birey sayısı
K	: Potasyum
KD _x ;	: Uygulama sonucunda baygınlık gösteren birey sayısını
lx	: Uygulama yapılan toplam birey sayısını
m	: metre
m (Slope)	: Eğrinin eğimini
m ²	: metrekare
ml	: mililitre
mm	: milimetre
β (Intercept)	: Kesme noktasını
σ Parametresi	: Eğrinin yayılımını, yani yanıtların doz veya süreye karşı ne kadar değişkenlik gösterdiğini

Kısaltmalar	Açıklama
a.i.	: Aktif İçerik (Active Ingredients)
AChE	: Asetil Kolin Esteraz Enzimi
AChR	: Acetyl Cholinesterase Receptor
ATP	: Adenosine Triphosphate
DT50	: Yarılanma ömrü
dk	: Dakika
EC	: Emülsiyon Konsantre
F ₄	: 4. jenerasyon
FAO	: Food and Agriculture Organisation of the United Nations
FRAC	: Fungicide Resistance Action Group
g	: gram
HRAC	: Herbicide Resistance Action Committee
HÜPARL	: Hacettepe Üniversitesi Pestisit Araştırma ve Referans Laboratuvarı
IMI	: Imidacloprid
IRAC	: Insecticide Resistance Action Committee
KAEÜ	: Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi
KD	: Knock-down Time (Baygın/Düşüş Süresi)
LD ₅₀	: Lethal Dose, 50% (Popülasyonun %50'sini Öldürmek İçin Gereken Doz)
LD ₉₀	: Lethal Dose, 90% (Popülasyonun %90'nını Öldürmek İçin Gereken Doz)
LT	: Lethal Time (Öldürücü Doz)
lt	: litre
MoA	: Modes of Action
nAChR	: Nicotinic Acetylcholine Receptor
NOEL	: No Observed Effect Level
PBO	: Piperonyl Butoxide
pH	: Potentia Hydrojenii
POPs	: Persistent Organic Pollutants
PSII	: Photosystem II inhibiting
ROS	: Reactive Oxygen Species
sn	: Saniye
US EPA	: United States Environmental Protection Agency (ABD Çevre Koruma Ajansı)
USA	: United States of America (Amerika Birleşik Devletleri)
USA FDA	: ABD Gıda ve İlaç Dairesi
USA FDCA	: Federal Food, Drug, and Cosmetic Act
vb.	: ve benzeri
WHO	: World Health Organization (WHO) Dünya Sağlık Örgütü

1. GİRİŞ

Pestisitler, hedef organizmanın metabolizmasının doğal süreçlerini engelleyerek öldürücü etki gösterirler. Bu ürünler; solunumun durdurulması, sinir sisteminin bloke edilmesi, sindirim sisteminin bozulması ya da deri değişimi ve metamorfozun engellenmesi gibi çeşitli mekanizmalar aracılığıyla etki mekanizmasını gerçekleştirirler. Pestisitlerin öldürücü etkisi genellikle ani (akut) olarak ortaya çıkmakta; uygulamanın başlangıcında yüksek düzeyde olan etki, ikinci aşamada doza bağlı olarak bir miktar artış gösterebilmekte ve ardından azalarak belirli bir süre sonra etkisini kaybetmektedir (Birişik ve ark., 2018).

Günümüzde pestisitler; tarım, orman ve peyzaj alanlarında (örneğin parklar, oyun sahaları vb.), endüstriyel uygulamalarda (böcek kontrolü, kereste ve gıda koruma vb.) ve yaşam alanlarında böceklerin kontrolünde (evler, ofisler, bahçeler vb.) yaygın olarak kullanılmaktadır. Özellikle bitkisel üretimde ve insan sağlığının korunmasında, istenmeyen böceklerin kontrol altına alınmasında insektisitlerin kullanımı öncelikli ve yaygın bir yöntem olarak öne çıkmaktadır (Birişik ve ark., 2018).

Bitkisel üretimde karşılaşılan zararlılar, yalnızca tarımsal ürünlerin verimliliğini ve kalitesini azaltmakla kalmamakta, aynı zamanda bu ürünlerin depolanması ve pazarlanması süreçlerini de olumsuz yönde etkilemektedir. Bu durum, hem ekonomik kayıplara hem de gıda güvenliği açısından risklere yol açmaktadır (Tomlin, 2009).

1.1. Pestisitler ve Kullanımı

II. Dünya Savaşı'na kadar, bitkisel üretimde zararlı organizmaların kontrolünde oldukça sınırlı sayıda kimyasal madde kullanılmıştır. Bu dönemde, fitopatojen fungal organizmaların kontrolü amacıyla kükürt, cıva tuzları ve bakır; zararlı böceklerle mücadelede ise arsenik ve siyanür gibi maddelerin kullanıldığı bilinmektedir (Altıkat ve ark., 2009). Türkiye'de pestisit kullanımının ise II. Dünya Savaşı sonrasında başladığı ve tarımsal faaliyetlerin yoğunluğu nedeniyle pestisitlerin büyük oranda bitkisel üretimde zararlılarla mücadelede öncelikli yöntem olarak tercih edildiği görülmektedir. 2015-2023 yılları arasında pestisit kullanımında %148 oranında bir artış yaşandığı, TÜİK verilerine dayalı olarak Tablo 1.1'de gösterilmiştir (TÜİK, 2025).

Bitkisel üretimde zararlı organizmaların kontrolü amacıyla pestisitler, insan sağlığının korunmasına yönelik olarak ise biyosidal ürünler yaygın şekilde kullanılmaktadır. Ancak, pestisit ve biyosidal ürünlerin bilinçsiz ve kontrolsüz kullanımı, insan ve çevre sağlığı üzerinde ciddi olumsuz etkilere yol açmaktadır. Bu durum,

beklenen fayda-maliyet dengesi açısından daha verimli ve sürdürülebilir alternatif yöntemlere olan ihtiyacı ve bu yöndeki arayışları artırmıştır.

Tablo 1.1. Pestisit Kullanım Miktarları (2015-2023 Dönemi) (TUİK, 2025)

Yıl	İnsektisitler	Fungusitler	Herbisitler	Akarisitler	Rodentisitler ve Mollussisitler	Diğer (*)	Toplam (Ton)
2015	8.117	15.984	7.825	1.576	197	5.327	39.026
2016	10.425	20.485	10.025	2.025	259	6.835	50.054
2017	11.436	22.006	11.759	2.452	236	6.209	54.098
2018	13.583	23.047	14.794	2.486	309	5.801	60.020
2019	11.609	19.698	12.644	2.124	264	4.958	51.297
2020	12.347	20.600	13.250	2.200	280	4.995	53.672
2021	11.071	19.098	13.320	2.342	283	6.851	52.965
2022	12.205	19.446	14.553	2.462	298	6.410	55.374
2023	12.326	19.614	15.509	3.104	297	6.916	57.766

Diğerleri: Bitki Aktivatörü + Bitki Gelişim Düzenleyici + Böcek Cezbedici + Fumigant + Nematosisit

1.2. Biyosidal Ürün ve Kullanımı

Halk sağlığı açısından çevre sağlığı ile doğrudan ilişkili olan zararlı böcekler, yalnızca rahatsız edici unsurlar değil, aynı zamanda hastalık taşıyan vektörler olarak ciddi tehditler oluşturmaktadır. Sivrisinekler, pireler ve diğer zararlı böcekler; sıtma, tifo, dang humması gibi bulaşıcı hastalıkların yayılmasında önemli bir rol oynar. Bu nedenle, bu tür organizmaların kontrol altına alınması, toplum sağlığının korunması ve sürdürülebilir bir çevre sağlığı için hayati bir öneme sahiptir (T.C. Sağlık Bakanlığı Türkiye Halk Sağlığı Kurumu [THSK], 2017). Günümüz tarımsal ve halk sağlığı uygulamalarında, insektisitlerin etkili ve bilinçli bir şekilde kullanımı hem bitkisel üretimde verimliliği artırmak hem de halk sağlığını tehdit eden riskleri en aza indirmek adına kritik bir araçtır.

“Biyosid; kelime anlamı olarak biyolojik bir varlığı öldüren, canlı öldüren, canlıkıran demektir. Biyosidal ürünler, içerdikleri aktif madde ya da maddeler sayesinde zararlı olarak kabul edilen bakteri, virüs, mantar gibi mikroorganizmalar, hamam böceği, kene, karasinek, sivrisinek gibi böcekler, fare ve sıçan gibi kemirgenler üzerinde kimyasal veya biyolojik etki gösterirler. Bu sayede biyosidal ürünler zararlı organizmaların hareketlerini kısıtlayabilir, uzaklaştırabilir, zararsız kılabilir ya da yok edebilirler” (BÜ, 2025). “Biyosidal ürün; Sadece fiziksel ya da mekanik etkilerle değil, diğer başka yollarla herhangi bir zararlı organizmayı yok etme, uzaklaştırma, zararsız hale getirme ya da zararlı organizmanın etkisini önleme, üzerinde kontrol edici bir etki oluşturma amacıyla kullanılacak ve kullanıcıya sunulduğu haliyle bir ya da daha fazla

aktif madde içeren, barındıran ya da bunların bileşiminden oluşturulan herhangi bir madde ya da karışımı veya madde ya da karışımlardan yerinde üretilen herhangi bir madde ya da karışımı veya ana işlevi biyosidal olan işlenmiş eşya”, olarak tanımlanmaktadır (BÜY, 2009).

Ancak, artan nüfus ve buna bağlı olarak genişleyen yaşam alanları, yalnızca tarımda değil, halk sağlığını tehdit eden zararlılarla mücadelede de biyosidal ürünlerin kullanımını giderek artırmıştır (Zacharia, 2011). Bu durum, şehirleşmenin hızlanmasıyla birlikte evler, ofisler, bahçeler gibi yaşam alanlarında zararlı organizmalarla mücadele ihtiyacını daha da belirgin hale getirmiştir.

Ancak biyosidal ürünlerin gelişigüzel ve bilinçsiz şekilde kullanılması hem insan sağlığı hem de çevre üzerinde olumsuz etkiler oluşturabileceği için bu alanda daha kontrollü ve düzenli bir yaklaşım benimsenmesi gerekliliği doğmuştur (THSK, 2017). Halk sağlığını ve toplum yaşam konforunu olumsuz etkileyen zararlılara karşı yapılan mücadelede kullanılan ürünlerin bilinçli ve doğru şekilde uygulanmasını sağlamak amacıyla aşağıda belirtilen yasal düzenlemeler yürürlüğe konulmuştur:

27.01.2005 tarih ve 25709 sayılı Resmi Gazetede yayımlanan “Halk Sağlığı Alanında Haşerelere Karşı İlaçlama Usul ve Esasları Hakkında Yönetmelik” (HSAHKİUEY, 2005).

31.12.2009 tarih ve 27449 sayılı Resmi Gazetede yayımlanan “Biyosidal Ürünler Yönetmeliği” (BÜY, 2009).

21.05.2011 tarih ve 27940 sayılı Resmi Gazetede yayımlanan “Biyosidal Ürünlerin Kullanım Usul ve Esasları Hakkında Yönetmelik” (BÜKUEY, 2019).

Halk sağlığı alanında kullanılan biyosidal ürünler, etkili oldukları alanlar, bileşimlerinde yer alan kimyasal maddeler, hedefledikleri canlı türleri ve eklem bacaklılar üzerindeki etkinliklerine göre belirli kıstaslar doğrultusunda sınıflandırılmıştır (Değişik:RG-12/3/2020-31066) EK-V Biyosidal Ürün Tipleri ve Bunların Tanımları). Bu sınıflandırma, dört ana grup ve toplamda 23 ürün tipini içermektedir (BÜY, 2009):

1. *Ana Grup: Dezenfektanlar olup, “Bu ürünlere biyosidal etki oluşturmaması amaçlanmayan yıkama sıvıları, tozlar ve benzer ürünler dâhil değildir.”* Dezenfektanlar ve genel biyosidal ürünlerden oluşur ve 5 ürün tipine ayrılmıştır. Bu grup, mikroorganizmaların kontrolü ve hijyen sağlama amacıyla kullanılır.

2. *Ana Grup: Koruyucular olup “Başka türlü sü belirtilmediği sürece bu ürün tipleri sadece mikrobiyal ve algal gelişimin önlenmesi için kullanılan ürünleri kapsar.”*

Koruyucuları kapsar ve 8 ürün tipine ayrılmıştır. Bu grup, çeşitli yüzeylerin, malzemelerin ve ürünlerin korunmasını hedefler.

3. *Üçüncü Ana Grup: Haşere kontrol ürünleri* için kullanılan biyosidal ürünlerden oluşur ve 6 ürün tipine ayrılmıştır. Bu grup, özellikle zararlı böceklerin ve diğer haşerelerin kontrolünde etkilidir.

Ürün Tipi 14: Rodentisitler, “Fare, sıçan ya da diğer kemirgenlerin kovma veya çekme dışındaki etkilerle kontrolü için kullanılan ürünlerdir.”

Ürün Tipi 15: Avisitler, “Kuşların kovma veya çekme dışındaki etkilerle kontrolü için kullanılan ürünlerdir.” (İzinlendirilmemektedir)

Ürün Tipi 16: Mollusisitler, vermisitler ve diğer omurgasızların kontrolü için ürünler, “Yumuşakçaların, solucanların ve omurgasızların kovma veya çekme dışındaki etkilerle kontrolü için kullanılan; diğer ürün tipleri kapsamına girmeyen ürünlerdir.”

Ürün Tipi 17: Pisisitler, “Balıkların kovma veya çekme dışındaki etkilerle kontrolü için kullanılan ürünlerdir.” (İzinlendirilmemektedir)

Ürün Tipi 18: İnsektisitler, akarisitler ve diğer eklembacaklıların kontrolü için ürünler, “Böcekler, örümceğimsiler ve kabuklular gibi eklembacaklıların kovma veya çekme dışındaki etkilerle kontrolü için kullanılan ürünlerdir.”

Ürün Tipi 19: Kovucular ve Çekiciler, “İnsan veya hayvan hijyeni için doğrudan ciltte ya da insan veya hayvanların çevresinde; zararlı organizmaların (pire gibi omurgasızlar, kuş gibi omurgalılar, balıklar ve kemirgenler) kovma ya da çekme suretiyle kontrolü için kullanılan ürünlerdir.”

4. *Dördüncü Ana Grup: Diğer biyosidal ürünleri* (gıda ve yem alanı) içerir ve 4 ürün tipine ayrılmıştır. Bu grup, daha spesifik ve özel amaçlar için kullanılan ürünleri kapsamaktadır (*Ürün Tipi 20: Diğer omurgalıların kontrolü, “Omurgalıların kovma veya çekme dışındaki etkilerle kontrolü için kullanılan; bu ana gruptaki diğer ürün tipleri kapsamına girmeyen ürünlerdir (Mülga: RG-12/3/2014-28939).”*

Ancak, bu ürün tiplerinden bazılarının kullanımına ülkemizde izin verilmemektedir. Örneğin, kuşların, balıkların ve diğer omurgalıların kontrolü için kullanılan 15., 17. ve 20. ürün tiplerinin ruhsatlandırma işlemleri Türkiye'de yapılmamaktadır. Ayrıca, 20. ürün tipi de yürürlükten (Mülga: RG-12/3/2014-28939) kaldırılmıştır (BÜY, 2009).

Biyosidal ürünler yönetmeliği kapsamında yer almayan, ancak fiziksel etkilerle haşere kontrolü sağlayan bazı ürünler de bulunmaktadır. Aktif madde içermeyen bu

ürünler; tuzaklar, çekiciler ve kovucular gibi haşere mücadelesinde kullanılan araçları içermekte ve halk sağlığı alanında önemli bir yere sahiptir (BÜY, 2009).

Bu sınıflandırma ve düzenlemeler, biyosidal ürünlerin etkili, güvenli ve doğru bir şekilde kullanılmasını sağlamak amacıyla oluşturulmuş olup, halk sağlığına yönelik tehditlerin önlenmesinde kritik bir rol oynamaktadır.

Biyosidal ürünlerin uygulama yöntemi, uygulayıcı kişi ve kullanılan ekipmana bağlı olarak havada, karada ve suda farklı düzeylerde ve şekillerde gerçekleşebilir. Bu ürünler, uygulama alanında kalabileceği gibi farklı faktörlere bağlı olarak hedef dışındaki çok daha geniş mesafelere taşınabilir. Bu durum, biyosidal ürünlerin yalnızca hedef bölgeyi değil, çevredeki alanları da etkileyebileceğini göstermektedir (THSK, 2017).

Biyosidal ürünlerin temel amacı, hedef organizmaları çeşitli mekanizmalarla etkilemek veya ortadan kaldırmaktır. Ancak, bu ürünlerin yalnızca hedef organizmalar üzerinde değil, aynı zamanda hedef dışı canlılar üzerinde de olumsuz etkiler oluşturabildiği bilinmektedir. Yapılan araştırmalar, pestisit kalıntılarının insanlarda, balıklarda, kuşlarda, diğer hayvanlarda ve hatta yenidoğan bebeklerde dahi tespit edildiğini göstermektedir. Bu bulgular, biyosidal ürünlerin yalnızca hedef zararlıları değil, tüm canlıları az ya da çok etkileyebileceğini ortaya koymaktadır (Fowkes, 1992). Bu nedenle, biyosidal ürünlerin kullanımında, çevre ve hedef dışı organizmalar üzerindeki etkilerinin dikkate alınması büyük önem taşımaktadır.

Biyosidal ürünlerin istenmeyen toksik etkilerinin en aza indirilmesi için yayılma yolları üzerinde dikkatle durulmalıdır. *Hava yoluyla yayılma* durumunda, rüzgâr, sıcaklık ve nem gibi çevresel faktörler biyosidal ürünlerin taşınmasını etkileyebileceğinden, uygulama sırasında bu koşullar göz önünde bulundurulmalı ve kontrollü uygulama yapılmalıdır. *Toprak yoluyla yayılma* ise, biyosidal ürünlerin toprakta hareket ederek yeraltı sularına ulaşmasına neden olabileceğinden, uygulama öncesinde toprak yapısı ve çevresel koşullar değerlendirilmelidir. *Su yoluyla yayılma*, biyosidal ürünlerin yüzey ve yeraltı sularına karışarak su ekosistemlerinde ciddi olumsuz etkilere yol açabileceğinden, su kaynaklarına yakın alanlarda uygulama sırasında daha fazla önlem alınmalıdır.

1.3. Pestisit ve Biyosidal Ürün Etkinliğinin Arttırılması Mümkün mü?

Bitkisel üretimde hastalık, zararlı ve yabancı otların kontrolü ile halk sağlığında eklem Bacaklı zararlılarla mücadelede istenen başarıya ulaşılabilmesi için, uygulama süreçlerinin tüm aşamalarında özenli bir yaklaşım gerekmektedir. Pestisitler ve biyosidal

ürünlerin etkinliğinin artırılması, tarımsal verimliliğin yükseltilmesiyle birlikte çevresel ve ekonomik maliyetlerin azaltılması açısından büyük önem taşımaktadır.

Bu kapsamda, *adjuvan kullanımı* pestisit ve biyosidal ürünlerin fizikokimyasal özelliklerini iyileştirerek, bitki yüzeyine tutunma ve yayılma kapasitesini artırmakta, böylece uygulama etkinliğini yükseltmektedir (Topuz ve ark., 2011; Akdoğan ve ark., 2012). *Uygulama tekniklerinin optimizasyonu* ise, uygulama zamanı, ekipman kalibrasyonu ve çevresel koşulların uygun şekilde belirlenmesiyle, hedef zararlının hassas dönemlerinde maksimum etki sağlamaktadır (Altıkat ve ark., 2009; Doğan ve Karpuzcu, 2023). Ayrıca, *nanoteknolojik formülasyonlar* sayesinde aktif maddelerin kontrollü salınımı ve çevresel koşullara karşı dayanıklılığı artmakta, bu da hedef dışı organizmalara olan toksisiteyi azaltmaktadır (Li ve ark., 2021; Ormanoğlu ve ark., 2021). *Entegre zararlı yönetimi (IPM)* kapsamında kimyasal, biyolojik ve kültürel yöntemlerin birlikte kullanılması hem pestisit etkinliğini artırmakta hem de direnç gelişimini geciktirmektedir (Özkan ve ark., 2020). Bununla birlikte, *direnç yönetimi ve doz optimizasyonu* uygulamaları, farklı etki mekanizmasına sahip pestisitlerin dönüşümlü kullanımı ve uygun doz düzenlenmeleri ile hem direnç gelişimini önlemekte hem de çevresel riskleri azaltmaktadır (Çakır, 2017).

Uygulama başarısızlıklarının önemli nedenlerinden biri ise, çoğu zaman göz ardı edilen *seyreltme suyunun kalitesi ve pH düzeyidir*. Seyreltme suyunun pH değeri ve sertlik derecesi, pestisitlerin kimyasal stabilitesi ve etkinliği üzerinde doğrudan etkili olup, uygun olmayan su kullanımı fitotoksisite ve kalıntı sorunlarına yol açabilmektedir (Ağar ve ark., 1991; Tosun, 2016; Kanal, 2020). Bu nedenle, pestisit ve biyosidal uygulamalarında yalnızca doğru ürün, doz ve zaman değil, aynı zamanda *seyreltme suyunun pH ve sertlik gibi özelliklerinin* de dikkate alınması gerekmektedir. Böylece, ürün etkinliği artırılabilir, fitotoksisite riski azaltılabilir ve çevre ile insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkiler en aza indirilebilir.

1.4. Ev Sineği (*Musca domestica* L.)’nin Kısa Biyolojisi, İnsan Sağlığı Üzerine Bazı Etkileri ve Kimyasal Kontrolü

Ev sineği (*Musca domestica* L.), halk arasında “ev sineği” veya “karasinek” olarak bilinen ve insan sağlığı açısından önemli bir zararlı türüdür. Geniş ekolojik toleransa sahip olan bu tür, özellikle insan yaşam alanlarına yakın bölgelerde, organik atıkların yoğun olduğu çöplük, gübrelik, ahır ve besihanelerde yüksek popülasyonlara ulaşabilmektedir. Taşıdığı hastalık etmenleri nedeniyle halk sağlığını tehdit eden ev

sinekleri, aynı zamanda hayvancılık faaliyetlerinde de ekonomik kayıplara yol açmaktadır. Holometabol başkalaşım gösteren ev sinekleri, yaşam döngüsünü yumurta, larva, pupa ve ergin olmak üzere dört evrede tamamlamakta; uygun koşullarda bir dişi 500-700 yumurta bırakabilmektedir. Gelişim süreleri sıcaklık, nem ve besin kaynaklarına bağlı olarak değişmekte olup, popülasyon yoğunluğu 20-30°C aralığında en yüksek seviyeye ulaşmaktadır. Düşük sıcaklıklarda ise gelişim yavaşlamakta veya durmaktadır (Abbas ve ark., 2013; Çakır, 2017; Erdoğan, 2017; Selçuk, 2022).

Ev sinekleri, farklı gıdalarda ve hijyenik olmayan ortamlarda beslenerek çeşitli insan patojenlerini vücutlarına almakta ve bu etmenleri insanlara veya gıdalara bulaştırabilmektedir. Özellikle dizanteri, ishal, kolera ve helmint hastalıkları gibi birçok hastalığın taşınmasında önemli rol oynamaktadırlar (Rozendaal, 1997; Çakır, 2017; Erdoğan, 2017; Selçuk, 2022). *Ev sinekleri, ağız yapısı yalayıcı-emici olup katı besinleri doğrudan tüketemedikleri için sindirim enzimlerini içeren sıvıları besinlerin üzerine kusarak parçalamakta, bu da mikrobiyal kontaminasyona ve gıda zehirlenmelerine yol açabilmektedir* (Abbas ve ark., 2013; Çakır, 2017; Erdoğan, 2017; Selçuk, 2022).

Ev sineklerinin oluşturduğu sorunlar yalnızca insan sağlığı ile sınırlı kalmamakta, aynı zamanda hayvansal üretimde de verim kayıplarına neden olmaktadır. Yüksek popülasyon yoğunlukları, hayvanlarda stres oluşturarak et, süt ve yumurta veriminde azalmalar yol açmaktadır. Bu nedenle, ev sinekleriyle etkili mücadele yöntemlerinin geliştirilmesi hem halk sağlığının korunması hem de tarımsal üretimde verimliliğin sürdürülebilmesi açısından büyük önem taşımaktadır.

Kimyasal mücadelede, genellikle sentetik pyretroid grubu insektisitler (deltamethrin, permethrin, alpha-cypermethrin, lambda-cyhalothrin) kullanılmakta; direnç gelişiminin önlenmesi için piperonyl butoxide (PBO) ile birlikte formüle edilerek termal fogging, ultra low volume ve kalıcı yüzey uygulama yöntemleriyle kullanılmaktadır (Abbas ve ark., 2013; Çakır, 2017; Erdoğan, 2017; Selçuk, 2022).

1.5. Problem Durumu

EC formülasyonları, aktif madde veya maddelerin su ve yüzey aktif maddelerle karıştırılmasıyla hazırlanan bir formülasyon tipidir. İnsektisit veya biyosidal ürünlerin hedef organizmalar üzerindeki etkinlik oranı ile çevresel faktörler arasında bir ilişki olduğu bilinmektedir. Seyreltme suyunun pH değerinin, insektisit veya biyosidal ürünlerin EC formülasyonlarının hedef organizma üzerindeki etkinliği üzerindeki

etkisinin incelenmesi; hem daha etkili zararlı kontrol stratejilerinin geliştirilmesine hem de çevresel olumsuz etkilerin azaltılmasına önemli ölçüde katkı sağlayabilir.

1.6. Tezin Amacı

Bu tez çalışmasında, biyosidal ürünlerin etkinliğinin artırılmasına yönelik yenilikçi bir yaklaşım olarak, EC formülasyonlarının uygulama öncesinde seyreltme amacıyla kullanılan suyun pH değerinin, karışımın ev sineği (*M. domestica* L.) üzerindeki öldürücü etkisiyle ilişkisi ayrıntılı biçimde incelenmektedir. Araştırmanın temel amacı, biyosidal ürünlerin etkinliğini optimize etmede pH değerinin kritik bir parametre olarak değerlendirilmesi gerektiğini ortaya koymaktır.

Ayrıca bu çalışma, literatürde sınırlı olarak ele alınan pH değerinin biyosidal ürünlerin ev sineği üzerindeki etkinliği üzerindeki etkisini kapsamlı biçimde inceleyerek, bu alandaki bilgi eksikliğini gidermeyi ve gelecekteki araştırmalara referans oluşturmayı amaçlamaktadır. Böylece, çalışma yalnızca teorik katkı sunmakla kalmayıp, biyosidal ürünlerin saha uygulamalarında daha etkili ve çevre dostu kullanımına yönelik yeni stratejilerin geliştirilmesine de katkı sağlayacaktır.

1.7. Tezin Önemi

İnsektisit veya biyosidal ürün kullanımının optimize edilmesi, hem bitkisel üretim ve çevre sağlığının sürdürülebilirliği ile gıda güvenliliğinin sağlanması hem de bitkisel üretim ile çevre ve insan sağlığını iyileştirmeyi amaçlayan önemli bir hedef olarak kabul edilmektedir. Hipotezin test edilmesi ile elde edilen araştırma sonuçlarının bitkisel üretim ve çevre sağlığı uygulamalarını daha çevre dostu hale getirebilirken, aynı zamanda maliyetleri de düşürebileceği öngörülmektedir. Oluşan bu durum insektisit veya biyosidal ürünler kullanan bitkisel üretim yapan üretici ve halk sağlığı çevre sağlığı grubu için çevrenin korunmasına katkı sağlayabileceği düşündürmektedir.

1.8. Tezin Hipotezi

“Bu tez çalışmasında, iki farklı biyosidal ürünün pH 5.5, 7.0 ve 8.5 düzeylerinde, başlangıç uygulama sonrası ile 48 ve 120 saat sonra yerel ve duyarlı ev sinekleri (*M. domestica* L.) popülasyonları üzerine, knockdown (baygın/düşme) ile ölüm oranları üzerindeki etkisi test edilmiştir.” Seyreltme suyu pH değeri, EC formülasyonlarının hazırlanmasında etkili bir parametre olarak kabul edilmektedir.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Bu tez çalışması ile “biyosidal ürün kullanımının sürdürülebilirliği, etkinliği ve etkinlik süresinin artırılması” konularına odaklanmıştır. Bu hedefe uygun olarak, doğrudan veya dolaylı araştırmalar da pH değeri gibi çevresel faktörlerin biyosidal ürünlerin etkinliği üzerine olası etkilerini incelemiş ve farklı biyosidal ürün uygulama stratejilerinin avantajlarını değerlendirilmiştir.

Pestisitler, böcekler, kemirgenler, funguslar ve üretim alanlarında istenmeyen bitkiler gibi hedef organizmaları öldürmek amacıyla özel olarak sentezlenmiş kimyasal bileşiklerdir (WHO, 2020). Genellikle bitkileri veya bitkisel ürünleri korumak amacıyla kullanıldıklarından, Avrupa Birliği mevzuatında *Bitki Koruma Ürünleri* olarak tanımlanmaktadır. Benzer şekilde biyosidler de zararlı organizmaları yok etmek veya baskılamak amacıyla üretilen kimyasallardır. Ancak bitkileri veya bitkisel ürünleri koruma amacı taşımamaktadırlar. Biyosidlere örnek olarak ahşap koruyucular, kovucular, vb. biyolojik kirlenmeyi önlemek amacıyla kullanılan kimyasallar verilebilir. Pestisitler ve biyosidler teknik olarak farklı kimyasal gruplara dahil olsalar da her ikisi de hedef organizmaları öldürmek veya baskılamak amacıyla tasarlanmakta ve kullanılmaktadır.

Pestisitler, ağırlıklı olarak organik kimyasallardan oluşmakta olup, büyük bir çoğunluğu sentetik bileşiklerdir. Endüstriyel ölçekte kimyagerler tarafından sentezlenen bu bileşikler, çoğunlukla petrol hidrokarbonlarından türetilmiş karbon temelli bir yapıya sahiptir. Sentetik pestisitlerin doğal ortamlarda arka plan konsantrasyonları bulunmamaktadır; ancak günümüzde birçok pestisit, analiz edilen biyolojik ve çevresel örneklerde yaygın olarak tespit edilmektedir. Örneğin, organoklorlu pestisitler arasında yer alan DDT ve bu bileşiğin bozunma ürünleri olan DDD (1-chloro-4-[2,2-dichloro-1-(4-chlorophenyl)ethyl]benzene) ve DDE (1-chloro-4-[2,2-dichloro-1-(4-chlorophenyl)ethenyl]benzene), dünya genelinde su, toprak, tortu, hayvan dokusu (örneğin Mansouri ve ark., 2017) ve insan dokusunda (Jaga ve Dharmani, 2003) tespit edilmiştir. Çoğunlukla düşük seviyelerde bulunan bu pestisit konsantrasyonları, *ortam konsantrasyonları* olarak adlandırılmaktadır.

Birçok pestisit ve biyosidal ürün formülasyonunu uygulayabilmek için su ile seyreltilmek gerekmektedir. Seyreltilme sonrası oluşan karışımının pH değeri ürünün etkinliği için önemlidir. “*potentia hydrogenii*” kelimesi Latince bir ifade olup, ilk harflerinden oluşturulan “*pH kavramı*”, “çözeltideki hidrojen iyonu miktarını” göstermektedir. İnsektisit veya biyosidal ürünlerin kullanıma hazırlamak için seyreltme

suyunun pH değeri, kullanılan suyun asit, baz veya nötr olma derecesini ifade etmektedir. Su için pH düzeyi 0 ile 14'e kadar olabilmektedir. 0-7 arası değerler asidik, 7 değer nötr ve 7-14 arası değerler alkali su olarak tanımlanmaktadır. Saf suyun pH derecesi 7'dir. Genel olarak doğal suların pH'sı 4 ile 9 düzeyleri arasında değiştiği bilinmektedir. Yapılan çalışma da ülkemiz sularının genellikle alkali karakterli olduğu rapor edilmiştir. Yeraltı sularında pH 7'den düşük iken göllerde pH 6-9 arasında değişir. pH değeri, birçok kimyasal reaksiyonun hızını ve doğasını etkilediği bilinmektedir (Ölmez ve Saraç, 2009).

2.1. Pestisit Kullanımının Kısa Tarihi

Bayer CropScience (2025)'a göre, potansiyel olarak etkili olduğu düşünülen 139.000 aktif bileşikten yalnızca biri ticari pazara ulaşabilmektedir. Bunun yanı sıra, 1997 yılında yıllık ortalama 19 yeni aktif bileşen sunulurken, bu sayı 2018 itibarıyla yaklaşık 8'e düşmüştür (Phillips, 2020). Yeni pestisitlerin ruhsatlandırılması sürecinin sıkılaştırılması ve maliyetlerinin artması, yeni ürünlerin ticarileşmesini sınırlandıran temel faktörlerden biri olarak görülmektedir (Whitford ve ark., 2006; Warne ve Reichelt-Brushett, 2023).

Pestisitler, yakın gelecekte geliştirilen ürünler olarak düşünülse de insanlar arsenik, bakır, cıva ve kükürt bazlı bileşiklerin yanı sıra bitki türevlerinden elde edilen pestisitleri 3000 yılı aşkın süredir kullanmaktadır. Örneğin, kükürt, M.Ö. 1000 yılında Antik Yunan'da evleri tütsülemek ve tapınaklarda zararlı organizmaları kontrol etmek amacıyla yakılmıştır (Baird, 2012). Matthews (2018), 1600-1800 yılları arasında bitkilerde zararlı yönetimi amacıyla sirke, tuz, sığır idrarı, kaynatılmış bitkiler ve tütün kullanımına ilişkin erken dönem uygulamalarına dikkat çekmekte olup, bu yöntemlerin ilk kez 1896 yılında Lodeman tarafından rapor edildiği bilinmektedir.

Bitki türevli insektisitlerden biri olan piretrinlerin, M.Ö. 400 civarında Pers İmparatorluğu'nda (günümüz İran'ı) kullanıldığı ve 1800'lü yılların başında Avrupa'da yaygınlaştığı rapor edilmiştir. Günümüzde, piretrin içeren 2000'den fazla ürün dünya genelinde tescil edilmiştir (Matthews, 2018).

1874 yılında sentezlenen Diklorodifeniltrikloroetan (1-chloro-4-[2,2,2-trichloro-1-(4-chlorophenyl)ethyl]benzene; DDT), en yaygın bilinen sentetik insektisitlerden biridir. Ancak, DDT'nin insektisit özellikleri, 1939 yılında İsviçreli kimyager Paul Hermann Müller tarafından keşfedilmiş ve bu buluş, Müller'in 1948 yılında Nobel Tıp Ödülü'ne layık görülmesine vesile olmuştur. DDT, özellikle sıtma vektörü olan sivrisineklerin kontrol altına alınmasında kullanılmış ve bu sayede milyonlarca insanın

hayatının kurtarılmasında kritik bir rol oynamıştır (Zacharia, 2011). Bununla birlikte, DDT'nin tarımsal amaçlarla yaygın şekilde kullanımı, dieldrin, lindan, endrin ve klordan gibi diğer organoklorlu pestisitlerle birlikte tarım sektöründe önemli bir yer edinmesine yol açmıştır. Ancak, bu kimyasalların uzun dönem kullanım etkileri, kullanım sürecinin devam etmesi ile dikkat çekici çevresel sorunları beraberinde getirmiştir. Rachel Carson'ın 1962 yılında yayımlanan *Sessiz Bahar (Silent Spring)* adlı eserinde (Carson, 2011) belirttiği üzere, DDT'nin biyobirikim yoluyla besin zincirinde taşınması, özellikle yırtıcı kuşların yumurta kabuklarının incelmeye neden olmuş ve ekosistem üzerinde geri dönüşü zor hasarlara yol açmıştır. Bu olumsuz etkiler, DDT'nin Kalıcı Organik Kirlenmelerin (Persistent Organic Pollutants, POPs) azaltılmasını ve yasaklanmasını hedefleyen Stockholm Sözleşmesi'ne dahil edilmesine neden olmuştur (UNEP, 2018; Warne ve Reichelt-Brushett, 2023). Ancak, bazı ülkelerde hâlâ hastalık vektörlerinin kontrolü amacıyla kontrollü kullanımına izin verilmektedir. İlginç bir şekilde, DDT'nin patent almasından ve yaygın kullanımından sadece altı yıl sonra, hedef dışı türler üzerindeki olumsuz etkileriyle ilgili endişeler bilim insanları tarafından dile getirilmeye başlanmıştır (Coburn ve Treichler, 1946; Mitchell, 1946). *Sessiz Bahar*'ın yayınlanması, pestisitlerin çevresel etkileri konusunda kamuoyunda büyük bir farkındalık yaratmış ve bu maddelerin insan sağlığı ve ekosistemler üzerindeki zararlarının daha geniş bir platformda tartışılmasını sağlamıştır (Warne ve Reichelt-Brushett, 2023). Bu süreç, modern çevre hareketinin başlangıcı olarak kabul edilmiş ve pestisit kullanımının daha sıkı düzenlemelere tabi tutulmasına yol açmıştır.

İkinci Dünya Savaşı sonrasında, tarımsal üretimi artırmak ve zararlı organizmalarla daha etkili bir şekilde mücadele edebilmek amacıyla yeni nesil kimyasal insektisitler üzerine yoğun araştırmalar yapılmıştır. 1949 yılı, sentetik pyrethroidlerin geliştirilmesi açısından önemli bir dönüm noktası olmuştur. Bu yıl içinde ilk sentetik pyrethroid olan Allethrin kullanıma sunulmuş ve ev sineği, sivrisinek gibi halk sağlığı açısından önemli zararlılara karşı kullanılmıştır. Pyrethroidler, doğal olarak piretrum bitkisinden elde edilen bileşiklerden türetilmiş olup, düşük dozlarda etkili olmaları ve memeliler için görece düşük toksisiteye sahip olmaları nedeniyle önemli bir insektisit grubu olarak kabul edilmektedir. 1950'li yıllar, farklı kimyasal sınıflara ait insektisitlerin geliştirilmesi açısından oldukça dikkat çekici bir dönem olmuştur. 1950 yılında malathion aktif maddesi organofosfat grubu insektisit sentezlenmiş ve özellikle bitkisel üretimde dikkat çekici düzeyde kullanımı dikkat çekmiştir. 1951 yılına gelindiğinde ise karbamatlı insektisitler arasında yer alan isolan, pyralon ve pyramat gibi bileşikler geliştirilerek

kullanıma sunulmuştur. Karbamat grubu insektisitler, asetilkolin esteraz enzimini inhibe eden mekanizmasıyla organofosfatlara benzer şekilde etki göstermektedir, ancak genellikle daha kısa yarı ömre sahiptirler. Bu dönemde insektisitlerin kullanımının yaygınlaşması, halk sağlığı ve çevre üzerindeki potansiyel olumsuz etkiler konusunda da endişeleri artırmıştır. Bu doğrultuda, 1954 yılında ABD Kongresi, Gıda, İlaç ve Kozmetik Yasası'nı (Federal Food, Drug, and Cosmetic Act-FDCA) değiştirmiştir. Yapılan bu yasal düzenleme ile ABD Gıda ve İlaç Dairesi'nin (FDA), belirli bir insektisit kalıntısının "güvenli" kalıntı seviyeleri için belirli bir tolerans göstermediği sürece, gıda ürünlerinde kalıntı bırakan herhangi bir pestisit kullanımına izin verilmeyeceği hükmü getirilmiştir. Bu karar, tarımsal üretimde insektisit kalıntılarının denetlenmesi açısından önemli bir dönüm noktası olmuş ve insektisit kullanımı üzerindeki düzenleyici mekanizmaları daha da sıkı hale getirmiştir. Çevresel ve ekolojik kaygıların giderek artması, 1957 yılında ABD Orman ve Tarım Bakanlığı tarafından su alanları çevresinde DDT'nin kullanılmasını yasaklayan bir düzenleme getirilmesinin önünü açmıştır. ABD'de bitkisel üretimde pestisit kalıntılarının kontrol altına alınmasına yönelik önlemler giderek sıkılaştırılmış ve ülkede ilk kez bitkisel bir ürün de belirlenen aşırı pestisit kalıntısı nedeniyle ambargo uygulanmıştır. Bu kapsamda, aşırı aminotriazone kalıntısı içermesi nedeniyle kızılçık ürünlerine yönelik ticari kısıtlamalar getirilmiştir. Bu karar, gıda güvenliği açısından önemli bir dönüm noktası olarak kabul edilmekte olup, bitkisel ürünlerindeki pestisit kalıntılarının denetlenmesine yönelik gelecekteki düzenlemelere temel teşkil etmiştir. 1960'lı yıllar, pestisitlerin gelişimi ve kullanımında önemli yeniliklerin yaşandığı bir dönem olmuştur. 1966 yılında sistemik etkiye sahip olan methomyl gibi yeni insektisit bileşikler kullanıma sunulmuştur. Karbamat grubu insektisitler, özellikle tarımsal zararlıların kontrolünde önemli bir rol oynayarak, bitkiler tarafından sistemik olarak emilip taşınabilme özellikleri nedeniyle geniş bir kullanım alanı bulmuştur (Şahin, 2020)

Bu dönemde sadece yeni pestisitlerin geliştirilmesi değil, aynı zamanda pestisitlerin kullanımını düzenleyen politikaların oluşturulması da büyük önem kazanmıştır. 1970 yılında ABD Kongresi, gelişen ve genişleyen çevre programlarına uyum sağlamak amacıyla ABD Çevre Koruma Ajansı'nı (Environmental Protection Agency, EPA) kurmuştur. Bu yeni düzenleyici kurumun oluşturulması ile ABD Tarım Bakanlığı'nın (USDA) pestisit kaydı işlevleri ve ABD Gıda ve İlaç İdaresi'nin (FDA) pestisit tolerans seviyelerini belirleme yetkisi EPA'ya devredilmiştir. Bu devralma, pestisitlerin çevre ve halk sağlığı üzerindeki etkilerinin daha kapsamlı bir şekilde

değerlendirilmesini sağlamış ve kullanımına yönelik daha katı düzenlemelerin oluşturulmasının önünü açmıştır.

1962 yılı öncesinde, ABD hükümeti pestisitleri yalnızca kimyasal formülasyonların etkinliğini sağlamak amacıyla düzenlendiği bildirilmiştir (örneğin, 1910 tarihli İnsektisit Yasası ve 1947 tarihli Federal İnsektisit, Fungisit ve Rodentisit Yasası-FIFRA). 1952’de, Gıda, İlaç ve Kozmetik Yasası’na yapılan bir ekleme ile gıda, yem ve lif ürünlerinde kimyasal kalıntı toleranslarını belirleme yöntemi oluşturulmuştur. 1976 yılında yürürlüğe giren Zehirli Maddeler Kontrol Yasası (TSCA), ABD Çevre Koruma Ajansı’nın (US EPA) insan sağlığına ve çevreye yönelik "makul olmayan riskleri" önlemesini zorunlu kılmıştır. Bu düzenlemeler doğrultusunda, US EPA; aldrin, klordan, DDT, dieldrin, endrin ve heptaklor gibi pestisitleri yasaklamış veya kullanımını dikkat çekici düzeyde kısıtlamış ve yeni kimyasalların risk değerlendirmesini üstlenmiştir. Benzer düzenlemeler birçok ülkede yürürlüğe girmiş ve Stockholm Sözleşmesi kapsamında belirlenen kalıcı organik kirleticiler (POPs) yasaklanmış veya aşamalı olarak kaldırılmıştır (UNEP, 2018; Warne ve Reichelt-Brushett, 2023).

Neonikotinoidler (örneğin, asetampirid, klotianidin, imidakloprid ve tiyametoksam), 1990’lı yıllarda ticarileşmiş ve küresel ölçekte en yaygın kullanılan insektisit gruplarından biri haline gelmiştir (Jeschke ve ark., 2011; Simon-Delso ve ark., 2015). Ancak, başlangıçta sadece hedef organizmalara (böceklere) etki ettiği düşünülen bu bileşiklerin, kabuklular (karides, karides türleri) ve yumuşakçalar (istiridyeler) gibi hedef dışı deniz canlıları üzerinde olumsuz etkileri olduğu giderek daha fazla kanıtlanmaktadır (Hook ve ark., 2018; Butcherine ve ark., 2019; Ewere ve ark., 2019).

2.2. Sentetik Pyrethroid Bileşikleri

Sentetik pyrethroid bileşikleri, *Chrysanthemum cinerariaefolium* türüne dahil olan piretrum bitkisinin kurutulmuş çiçek kısımlarından elde edilen piretrinlerin yapısal aktivitesi üzerine yapılan uzun dönem çalışmalar sonucunda geliştirilmiştir. Pyrethroidler, 1980 yıllardan itibaren küresel düzeyde yaygın olarak kullanılan sentetik organik insektisitlerdir. Organofosfat ve karbamat grubu pestisitlerle karşılaştırıldığında, hedef organizma üzerine olan yüksek etkinliği ve daha düşük toksisiteye sahip olmaları nedeniyle tercih edilmektedirler. Pyrethroid grubuna dahil 42 farklı aktif maddenin bulunduğu bilinmektedir (Yoo ve ark., 2016; Ahamad ve Kumar, 2023).

Pyrethroid pestisitler, kimyasal bileşimlerine göre iki ana gruba ayrılabilir. Birinci tip pyrethroid pestisitler, Allethrin, Bifenthrin, Bioresmethrin, d-fenothrin ve Permethrin

Resmethrin, Tefluthrin ve Tetramethrin, yer almaktadır. İkinci tip pyrethroid pestisitler Cyfluthrin, Cyhalothrin, Cypermethrin, Deltamethrin, Fenvalerat, Fenpropathrin, Flumethrin, Fluvalinat ve Tralomethrin bulunmaktadır (Gajendiran ve Abraham, 2018). Birinci tip pyrethroid pestisitler, tip I zehirlenme sendromu veya "T sendromu" adı verilen bir duruma yol açar. Bu sendrom, titreme, uyumsuzluk, bayılma, nöbetler ve ölüm gibi semptomlarla kendini gösterir. Buna karşın, ikinci tip pyrethroid pestisitler, tip II koreoatetozis sendromu veya "CS sendromu" olarak bilinen durumu tetikler. Bu sendromda ise aşırı hareketlilik, kambur duruş, salya akıntısı, titreme ve uyumsuzluk gibi semptomlar görülür ve bu semptomlar, dalgalı kıvrılma hareketlerine kadar ilerleyebilir (Gupta ve Crissman, 2013). Pyrethroid grubu insektisitler, sodyum kanallarının reseptör bölgelerine spesifik olarak bağlanan nörotoksinlerdir (Valmorbida ve ark., 2022). Bu bileşikler, sodyum kanallarına bağlanarak böceklerde eksitator (uyarıcı) felce neden olur. Ayrıca, hücre zarının elektriksel potansiyelini değiştirerek sinir hücrelerinde anormal derecede stabil bir hiper-uyarılabilirlik oluştururlar. Bu fizyolojik değişiklikler sonucunda, böceklerde "knock-down time" olarak adlandırılan ve öldürücü olmayan ancak hareket kabiliyetini engelleyen bir etki ortaya çıkar (Davies ve ark., 2007; Ahamad ve Kumar, 2023).

Pyrethroidler, daha düşük konsantrasyonlarda daha yüksek etkinlik gösterir ve fotostabilite ile kalıcılık özellikleri bulunmamaktadır. Bu nedenle, ilerleyen süreçte birlikte organofosfat ve karbamat grubu insektisitlerin yerini almışlardır (Urkude ve ark., 2019). II. Dünya Savaşı sonrasında, 1970'lerin başına kadar, fotolabil (ışığa duyarlı) ilk nesil pyrethroid pestisitler, özellikle allethrin gibi bileşikler üretilmiş ve günümüzde hâlâ repellent formülasyonlarda aktif bileşen olarak kullanıldığı bilinmektedir (Cakır ve ark., 2008; Yavuz ve ark., 2015; Li ve ark., 2016; WHO, 2020; Ahamad ve Kumar, 2023; Licup ve ark., 2024; Ruberti, 2024). Sentetik pyrethroidler, insanlar, evcil hayvanlar ve çevre için göreceli olarak güvenli bileşikler olup, düşük dozlarda uygulandığında yüksek insektisit potansiyeli ve hızlı öldürücü etki göstermektedir (Chauhan ve ark., 2005; Licup ve ark., 2024; Ruberti, 2024).

Bazı pyretroid bileşiklerinin keşfi yıllara göre kronolojik olarak incelendiğinde, ilk olarak 1949 yılında Allethrin keşfedilmiş olup, bunu 1962'de Resmethrin ve 1967'de Bioresmethrin takip etmiştir. 1973 yılında Permethrin keşfedilmiş ve 1974'te Deltamethrin geliştirilmiştir. 1976'da Fenvalerate, 1979'da ise Esfenvalerate sentezlenerek kullanım alanı bulmuştur. 1984 yılında Lambda-cyhalothrin keşfedilmiş, son olarak 1990 yılında Silafluofen geliştirilerek pyretroidlerin geliştirilme süreci devam

etmiştir. Bu süreç, pyretroidlerin zaman içinde geliştirilerek bitkisel üretimde ve çevresel zararlılarla mücadelede önemli bir bileşik grubu haline geldiğini n göstergesi olarak kabul edilebilir (Güntay ve ark., 2021). *Cypermethrin*, *Alphacypermethrin* ve *Deltamethrin*, bitkisel ve hayvansal üretim ile halk sağlığı alanlarında geniş bir zararlı organizma grubunun kontrol edilmesinde kullanılabilen yüksek aktiviteye sahip sentetik pyrethroidlerdir (Tablo 2.1). Bu üç insektisit, insanlar ve hayvanlar için düşük toksisiteli bileşikler olarak kabul edilmekte olup, toksisiteleri yaşama süresi, cinsiyet, hayvansal organizmanın türü, çözücü taşıyıcı özellikleri ve çevresel koşullara bağlı olarak değişiklik gösterebilmektedir (Tomlin, 1997; Yavuz ve ark., 2015; Ahamad ve Kumar, 2023; Licup ve ark., 2024; Ruberti, 2024).

Tablo 2.1. Ev Sineğine Karşı Rezidüel Olarak Kullanılan Bazı Aktif Maddelerin Kimyasal Grup ve Dozları (WHO/CDS/NTD/WHOPES7GCDPP/2006.1)

Aktif Madde	Kimyasal Grup	Uygulama dozu (g.a.i/m ²)
Bendiocarb	Karbamatlı	0.1-0.4
Azamethiphos	Organik fosfatlı	1.0-2.0
Chlorpyrifos-methyl	Organik fosfatlı	0.4-0.6 (31.12.2021*)
Diazinon	Organik fosfatlı	0.4-0.8 (31.08.2011)
Dimethoate	Organik fosfatlı	0.046-0.5 (01.08.2023)
Fenitrothion	Organik fosfatlı	1.0-2.0 (31.08.2011)
Malathion	Organik fosfatlı	1.0-2.0
Naled	Organik fosfatlı	0.4-0.8
Pirimphos-methyl	Organik fosfatlı	1.0-2.0
α -Cypermethrin	Sentetik Pyretroid	0.015-0.03
β -Cypermethrin	Sentetik Pyretroid	0.05 (31.12.2010)
Betacyfluthrin	Sentetik Pyretroid	0.0075
Bifenthrin	Sentetik Pyretroid	0.024-0.048 (30.09.2021)
Cyfluthrin	Sentetik Pyretroid	0.03 (30.09.2021)
Cypermethrin	Sentetik Pyretroid	0.025-0.1
Cyphenothrin	Sentetik Pyretroid	0.025-0.05
Deltamethrin	Sentetik Pyretroid	0.0075-0.015
Esfenvalerate	Sentetik Pyretroid	0.025-0.05
Etofenprox	Sentetik Pyretroid	0.1-0.2
Fenvalerate	Sentetik Pyretroid	1.0 (31.08.2011)
λ -Cyhalothrin	Sentetik Pyretroid	0.01-0.03-
Permethrin	Sentetik Pyretroid	0.0625 (31.12.2010)
D-Phenothrin	Sentetik Pyretroid	2.5 (31.12.2010)

*BKÜ Veri Tabanı (BKU, 2025) Yasaklı veya Kısıtlı Aktif Madde Listesinde Kullanımının Sonlandırılma Tarihi

1990'lı yıllarda, halk sağlığının korunması amacıyla birçok yeni geniş spektrumlu insektisitler geliştirilmiştir. Bu insektisitler, bitkilerin tozlanması, meyve bahçeleri ve ormanlar için insektisit uygulaması veya sivrisinek kontrolü gibi geniş kullanım uygulamaları ile çevreye yayılmaktadır. Bu tür uygulamalar sonucunda, bazı insektisit bileşenleri kaçınılmaz olarak su ortamına karışmakta ve ekosisteme değişen düzeylerde zarar verebilmektedir. Sentetik pyretroidler, böceklerin kontrolünde organoklorin,

organofosforlu ve karbamat grubu insektisitlerin yerine yaygın olarak kullanılmaktadır (Tomlin, 1997; Güntay ve ark., 2021; Konu, 2024). Pyretroidler, genellikle bir asit grubu, merkezi bir ester bağı ve bir alkol kısmı içeren, lipofilik özellikte ve suda düşük çözünürlüğe sahip bileşikler olarak tanımlanmaktadır (Güntay ve ark., 2021).

Cypermethrin, 1977 yılında bitkisel ve hayvansal üretim ve insan yaşam alanlarında birçok zararlı beği kontrolünde etkili olan sentetik pyretroid insektisit olarak kullanılmak üzere ruhsatlandırılmıştır. Özellikle pamuk, meyve ve sebze üretiminde, lepidoptera takıma dahil zararlılar başta olmak üzere birçok böcek türüne karşı yaygın olarak uygulanmaktadır. Bununla birlikte, ürünün doğrudan su kaynaklarına veya yüzey suyunun bulunduğu bölgelere uygulanması önerilmemektedir. Ayrıca, rüzgârın etkisiyle hedef dışı alanlara taşınma riski bulunan durumlarda da cypermethrin kullanımı kısıtlanmalıdır. Cypermethrin, balıklar ve sucul organizmalar için yüksek toksisiteye sahip olması nedeniyle “sınırlı kullanımlı pestisit” olarak tescil edilmiş olup (Tomlin, 1997; Güntay ve ark., 2021; Konu, 2024) zellikle sucul ekosistemler üzerindeki yüksek toksisitesi nedeniyle doğrudan su kaynaklarına uygulamaktan kaçınılmalı ve uygun dozlarda kullanımı sağlanmalıdır.

Cypermethrin, emülsifiye edilebilir konsantre veya ıslatılabilir toz halinde çeşitli formülasyonlarda bulunan sentetik bir pyretroid insektisittir (Jones, 1995). Kimyasal yapısı itibarıyla, özellikle pH 4 düzeyinde optimum stabilite göstermekte ve alkali ortamlara kıyasla asidik ortamda daha yüksek direnç sergilemektedir (WHO, 2020; Güntay ve ark., 2021). Doğal piretrinlerin aksine, cypermethrin güneş ışığına karşı daha stabil bir yapı sergilemektedir. Fotodegradasyonun, ürünün yaprak yüzeyleri ve yüzey sularında bozunmasında önemli bir rol oynadığı bilinmekle birlikte, toprak içerisindeki bozunma etkileri daha sınırlıdır (WHO, 2020). evre de kalıcılığı, ortam koşullarına bağlı olarak değişkenlik gösterebilir; toprakta 4 ila 56 gün arasında parçalanırken, doğrudan güneş ışığı altında bu süre 6 ila 16 gün arasında değişmektedir (WHO, 2020; Güntay ve ark., 2021).

Cyfluthrin, pyrethroid sınıfına dahil olan sentetik bir insektisittir. İlk olarak 1987 yılında Amerika Birleşik Devletleri’nde tescil edilmiş ve bugüne kadar tarımsal üretim uygulamalarında yaygın olarak kullanılmaktadır. Cyfluthrin, özellikle pamuk, çim, ss bitkileri, şerbetçiotu, tahıllar, mısır, meyve ve patates gibi çeşitli bitkisel ürünlerde zararlıların kontrolü için etkin bir seçenek olarak öne çıkmaktadır. Ayrıca, insan yaşama ve sosyalleşme alanlarında da zararlılara karşı kullanılabilmektedir. Cyfluthrin, özellikle karınca, hamambeği, termit, hortumlu böcekler, pire, sivrisinek ve ev sineği gibi

zararlıların kontrolünde etkili olduğu bilinmektedir (Tomlin, 1997; Hanson ve ark., 2018; Ahamad ve Kumar, 2023).

Cyfluthrin, böceklerin sinir sistemini etkilemekte olup insana zararsız olarak kabul edilen bu bileşik, böceklerde yüksek toksisite göstermektedir. Cyfluthrin, iki ana etki mekanizması 1) temas ve 2) mide zehiri yoluyla olur. Bileşik, böceklerin sinir sistemi üzerinde etki yaparak, kaslarda sürekli spazmlar ve sinirsel iletinin bozulmasına neden olur. Bu mekanizma, hedef organizmanın felç olmasına ve süreç sonunda ölümüne yol açar. Bu etkinin temeli, böceklerde sinir hücreleri arasındaki iletişimin bozulmasıdır. Diğer taraftan Cyfluthrin, böceklerde daha yavaş metabolize edildiği için memelilere ve insanlara göre daha toksiktir. Bununla birlikte, memeliler bu bileşiği daha hızlı bir şekilde metabolize ederek vücutlarından uzaklaştırabildiği bilinmektedir (Tomlin, 1997; Hanson ve ark., 2018; Ahamad ve Kumar, 2023).

Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından yapılan literatür taramaların da fare ve sıçan gibi hayvan modellerinde cyfluthrin'in kansere yol açtığına dair bir bulguya rastlanmadığını bildirmiştir (WHO, 2020). Bununla birlikte, uzun süreli maruziyetin etkileri konusunda daha fazla araştırma yapılması gerektiği vurgulanmaktadır. Genel olarak, cyfluthrin'in insanlar üzerinde kanserojen etkileri hakkında kesin bir sonuca varılmamış olsa da bu bileşiğin tarımsal ve çevresel kullanımının denetim altında tutulması önemlidir.

Tetramethrin, hedef zararlıların kontrolünde güçlü öldürücü aktivite sergilediği için birçok insektisit formülasyonunda kullanılan bir diğer sentetik pyrethroid bileşiğidir. Tetramethrin de düşük toksisiteye sahip olup akut oral LD₅₀ değeri sıçanlarda >5000 mg/kg olup, altı aylık bir çalışmada erkek sıçanlar için gözlemlenebilir etkisiz doz (NOEL; No Observed Effect Level) değeri 200 mg/kg diyet, dişi sıçanlar için ise 300 mg/kg diyet olarak belirlenmiştir (Licup ve ark., 2024; Ruberti, 2024). WHO, tetramethrin ve PBO'yu, normal kullanım koşullarında akut tehlike oluşturma olasılığı düşük bileşikler olarak sınıflandırmaktadır (WHO, 2020).

Halk sağlığında vektör kontrolü ve bulaşıcı hastalıkların yayılmasını önlemek amacıyla farklı insektisitlerin kullanımını içeren kritik bir halk sağlığı stratejisidir. Bununla birlikte, sentetik pyrethroidler ve diğer insektisitlerin kontrolsüz ve sürekli uygulanması, hedef organizmalarda direnç gelişimine neden olmakta ve bu durum, insektisitlerin etkinliğini azaltarak vektörlerin kontrolünde önemli bir zorluk oluşturmaktadır. Direnç mekanizmalarının yaygınlaşması hem halk sağlığı hem de tarımsal üretim açısından dikkat çekici sorunlara yol açmaktadır. Bu nedenle, son yıllarda

insektisit direncinin engellenmesi ve vektör mücadelesinin etkinliğinin artırılması amacıyla sinerjist ve öldürücü etkili bileşikler yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır.

Sinerjistler, insektisitlerin toksik etkisini artıran ve hedef organizmalardaki metabolik direnç mekanizmalarını baskılayan bileşiklerdir. *Piperonyl butoxide (PBO)*, bu bağlamda en yaygın kullanılan sinerjistlerden biri olup, pyrethroidler ve diğer insektisitlerle kombine edilerek vektör mücadelesinde etkinliği artırmaktadır. PBO, özellikle sitokrom P450 enzim sistemini inhibe ederek insektisitlerin metabolik detoksifikasyonunu engellemekte ve böylece hedef organizmalarda insektisitlere karşı gelişen direnci gelişimini engellemektedir. Diğer taraftan, PBO'nun düşük toksisiteye sahip olduğu ve hayvanlar ile sağlıklı insan gönüllüler üzerinde en düşük olumsuz etkiler gösterdiği çeşitli çalışmalarla belirlenmiştir (Yavuz ve ark., 2015; Gleave ve ark., 2021).

Ancak, insektisitlerin uzun süreli ve yoğun kullanımı, hedef zararlı popülasyonlarında direnç gelişmesine yol açabilmektedir. Direnç gelişmiş popülasyonlar, uygulanan insektisitlere karşı daha dirençli hale gelmekte ve kontrol etkinliği düşmektedir. Bu nedenle, kimyasal uygulama etkinliğinin sürekliliğinin sağlanması amacıyla direnç gelişimini engelleme stratejilerinin geliştirilmesi ve uygulandığı bilinmektedir (Çakır, 2017; Erdoğan, 2017; Selçuk, 2022).

Piperonyl butoxide'in toksikolojik profili incelendiğinde, oral letal doz (LD₅₀) değeri sıçanlarda >7950 mg/kg olarak belirlenmiş olup, bu bulgu bileşiğin akut toksisitesinin düşük olduğunun göstergesi olarak kabul edilmektedir. Ayrıca, dört haftalık subkronik toksisite çalışmalarında, NOEL değeri 125 mg/kg vücut ağırlığı/gün olarak hesaplanmış olup, bu dozun uzun süreli maruz kalma yönüyle güvenli sınırlar içerisinde olduğu bildirilmiştir (Yavuz ve ark., 2015; Licup ve ark., 2024; Ruberti, 2024).

Ancak, PBO'nun ve diğer sinerjist bileşiklerin uzun dönem ekotoksikolojik etkileri tam olarak aydınlatılmamış olup, konu üzerinde daha fazla araştırma yapılması gereklidir. Özellikle, PBO'nun çevresel kalıcılığı, biyobirikimi ve hedef dışı organizmalar üzerindeki potansiyel etkileri gelecekteki çalışmalarla detaylı olarak incelenmelidir. Bu bağlamda, insektisit ve sinerjistlerin güvenli kullanımına yönelik düzenlemeler geliştirilerek hem insan sağlığı hem de çevresel sürdürülebilirlik açısından daha güvenli uygulamaların hayata geçirilmesi önem arz etmektedir (Yavuz ve ark., 2015; Licup ve ark., 2024; Ruberti, 2024).

Hedef hexapodaların kontrolünde etkinliğin artırılması ve direnç gelişimini engellemek amacıyla insektisit formülasyonlarına sinerjist bileşenler eklenmektedir. Bu bileşenlerden biri olan Piperonyl Butoxide (PBO; CAS No: 51-03-6), insektisitlerin

etkinliğini arttırmak için yaygın olarak kullanılmaktadır. PBO, hedef organizmada mikrozomal oksidatif enzim sistemlerini (sitokrom P-450) inhibe ederek, insektisit böcek tarafından metabolize edilerek etkisiz hale getirilmesini önlemektedir. Bu şekilde, insektisit etkinliği artmakta ve direnç gelişim riski azalmaktadır (Çakır, 2017; Erdoğan, 2017; Selçuk, 2022).

PBO, özellikle Pyrethroid ve Carbamat grubu insektisitlerde sinerjist olarak kullanılmakta olup, aktif maddeye göre 1:20 ve daha yüksek oranlarda formülasyonlara dahil edilmektedir. Bu uygulama, hedef popülasyonların kontrolünde yaygın olarak görülen metabolik direnç mekanizmalarını baskılamayı amaçlamaktadır.

Ev sineklerinin, sürekli olarak insektisitlerle kontrol edilmesi tercih edildiği için zaman içerisinde direnç geliştirme potansiyeline sahiptir. Bu durum, kontrol yöntemlerinin etkinliğini azaltarak ev sineği popülasyonlarının kontrol altına alınmasını güçleştirmektedir. Özellikle, yaygın olarak kullanılan pyrethroid ve organofosfat grubu insektisitlere karşı zararlılarda direnç gelişimi sıklıkla görülebilmektedir. Bu nedenle, ev sinekleri ve diğer zararlılarla etkin mücadele için insektisitlerin etkinlik testlerinin yapılması, uygun kontrol dozunun belirlenmesi ve dönüşümlü farklı aktif maddeler kullanarak kimyasal uygulama stratejilerinin benimsenmesi büyük önem taşımaktadır. PBO'nun insektisitlerle birlikte kullanılması, detoksifikasyon enzimlerinin inhibisyonu nedeniyle direnç gelişiminin önüne geçilebilir. Özellikle uzun dönem ev sineği kontrol programlarında, insektisit rotasyonu ve sinerjist bileşenlerin kullanımı gibi stratejiler, direnç gelişimini azaltmada etkili yöntemler arasında yer almaktadır (Çakır, 2017; Erdoğan, 2017; Selçuk, 2022).

Günümüzde neredeyse tüm pestisitler toksikolojik açıdan kapsamlı bir şekilde incelenmiş olup, çeşitli düzenlemeler doğrultusunda kullanımları denetlenmektedir. Hedef ve hedef dışı organizmalar üzerindeki biyolojik ve toksik etkileri farklı çalışmalarla ortaya konulmuş olup, genellikle sentetik pyrethroidlerin düşük dozlarda güvenli bir profil sergilediği belirlenmiştir (Yavuz ve ark., 2015). Benzer şekilde, insektisit toksisite çalışmalarının %95'inden fazlası tekil bileşikler üzerinde gerçekleştirilmiştir (Olgun ve ark., 2004). Tekil bileşikler üzerine yapılan toksisite çalışmaları temel toksikolojik bilgilerin elde edilmesi açısından önemlidir. Son yıllarda pestisitlerin kombinasyon halinde kullanımı direnç gelişimini önlemek ve etkinliği artırmak amacıyla yaygın olarak kullanıldığı bilinmektedir. Buna ek olarak, çevrede pestisitler ve diğer kimyasallar tek başlarına bulunmadığından hayvanlar ve insanlar aynı anda çeşitli pestisitlere maruz kalabilmektedir (Yavuz ve ark., 2015; WHO, 2020; Licup

ve ark., 2024; Ruberti, 2024). Bu bağlamda, gelecekte insektisit ve sinerjist bileşiklerin toksikolojik profillerinin daha kapsamlı bir şekilde değerlendirilmesi, ekosistem üzerindeki potansiyel etkilerinin ayrıntılı olarak incelenmesi ve direnç mekanizmalarının önlenmesi için sürdürülebilir çözümler geliştirilmesi gerekmektedir.

2.3. pH Düzeyinin Farklı Pestisitler Üzerindeki Etkisi

2004 yılında yapılan bir araştırmada, seyreltme suyunun pH düzeyinin pestisitlerin kimyasal yapısı üzerindeki etkileri incelenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre, seyreltme suyu pH değerinin 8 olduğu uygulamalarda özellikle karbamat ve organik fosforlu insektisitlerin kimyasal reaksiyona girerek hidrolize olduğu belirlenmiştir. Bu pestisit gruplarının etkili bir şekilde kullanılabilmesi için seyreltme suyunun pH değerinin 4 ile 6 arasında olması gerektiği bildirilmiştir. Ayrıca, bakır, bakır oksit, bakır sülfat ve bakır hidroksit içeren fungusitlerin asidik bir ortamda kullanılmaması gerektiği, aksi takdirde fitotoksisiteye neden olabileceği rapor edilmiştir (McKie ve Johnson, 2004).

Green ve Hale (2005) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada, Nicosulfuron aktif maddesinin pH 2, 4, 6, 8 ve 10'daki etkinlikleri incelenmiştir. Araştırmada, potasyum fosfat tampon çözeltisi kullanılarak hem pH'ın hem de tampon çözeltinin etkisi birlikte değerlendirilmiştir. Çalışma sonuçlarına göre, tampon çözeltinin miktarı oldukça düşük olmasına rağmen, Nicosulfuron aktif maddesi pH 2 ve pH 4'te pestisit etkisi neredeyse maksimum düzeye ulaşmıştır. Orta pH düzeylerinde biri olan pH 6'da aktif maddenin etkinliği azalmaya başlamış, ancak tampon çözeltinin konsantrasyonu artırıldığında etkinlikte bir artış belirlenmiştir. Yüksek pH düzeylerinde Nicosulfuron'un etkisinin belirgin bir şekilde azaldığı rapor edilmiştir (Green ve Hale, 2005)

Guzsvány ve ark. (2006) tarafından yürütülen bir araştırmada, İmidacloprid, Thiamethoxam, Acetamiprid ve Thiacloprid insektisitlerinin etkinlikleri değerlendirilmiştir. Araştırmada, pH 4, 7 ve 9 olan seyreltme suları kullanılmıştır. Çalışma sonucunda; İmidacloprid ve Thiamethoxam, pH 9 olan seyreltme suyunda 3 ile 5 gün arasında hidrolize olabilirken, pH 4 ve 7 olan seyreltme sularında etkinliklerini kaybetmedikleri belirlenmiştir. Acetamiprid ve Thiacloprid aktif maddelerinin ise pH 4 olan seyreltme suyunda daha fazla parçalandıkları tespit edilmiştir. Sonuç olarak, aynı grup içerisindeki pestisitlerin bile seyreltme suyu pH'larına karşı farklı reaksiyonlar gösterebildiği bu nedenle pestisitlerin seyreltme suyunun pH'ı hakkında genel bir yargıya varmanın doğru olmayacağı vurgulanmıştır (Guzsvány ve ark., 2006).

Matocha ve ark. (2007) tarafından yürütülen bir araştırmada, Trifloxysulfuron'un pH 5, 7 ve 9 değerlerindeki seyreltme sularında hazırlanmış ve 21 gün süreyle etkinliği incelenmiştir. Araştırma ile Trifloxysulfuron *Amaranthus palmeri* üzerindeki etkisi belirlenmiştir. Triflusulfuron'un asidik seyreltme su ile hazırlandıktan 48 saat sonra %10 oranında bozunduğu rapor edilmiştir. Buna karşın, pH 7 veya 9 seyreltme suyunda %10'luk bir bozulmanın gerçekleşmesi için 120 saatten fazla bir süre gerektiği bildirilmiştir. Yarılanma ömürlerinin belirlenmesinde yapılan kullanılan ANOVA analizi ile asidik seyreltme suyunun Triflusulfuron'un hidrolizini hızlandırdığı, nötr ve alkali püskürtme sularının ise birbirinden farklı bir etki göstermediği belirlenmiştir. Bu durum, Triflusulfuron'un önerilen pH değerlerinden (5.5-6.5) farklı bir pH'da uygulanması gerektiğini ortaya koymuştur (Matocha ve ark., 2007).

Champ ve ark. (2008), tarafından toprak ve su koşullarında farklı pH düzeylerinde 24 farklı insektisitlerin etkinliği test edilmiştir. Araştırma da pH 4.5, 5, 6, 7 ve 8 düzeyleri kullanılmıştır. Toprak koşullarında yürütülen araştırmalarda, toprak pH'sının insektisitlerin bozulması üzerinde belirgin bir etkisinin olmadığı rapor edilmiş olup bu durum, toprağın heterojen yapısına bağlanmıştır. Su koşullarında yürütülen araştırmalar da ise pH 8 düzeyinin diğer pH düzeyi ile karşılaştırıldığında insektisitlerin yarılanma ömrünü önemli ölçüde kısalttığı tespit edilmiştir (Champ ve ark., 2008).

Roskamp ve ark. (2013) tarafından, mısır (*Zea mays*) üretim alanlarında Saflufenacil'in pH 4 ve pH 7.7 düzeylerinde *Chenopodium album* L. (sirken) üzerine herbisit etkinliği değerlendirilmiştir. Çalışma ayrıca Saflufenacil, önerilen dozlarda pH 4 ve pH 7.7 olan seyreltme sularına etkinlikleri ayrı ayrı karıştırılmıştır. Araştırma sonucunda, seyreltme suyu pH'sı 7.7 olan uygulamada, herbisit etkinliğinin pH 4 olan uygulamaya göre %56 daha fazla olduğu belirlenmiştir (Roskamp ve ark., 2013).

Hamby ve ark. (2015), organik fosforlu pestisitlerin Bakır II Hidroksit ile karıştırıldığında aktivitesindeki etkisini (azalmayı) incelemiştir. Çalışma hem laboratuvar hem de yetiştiricilik koşullarında gerçekleştirilmiştir. Araştırmada, organik fosforlu pestisitler olarak Diazinon ve Chlorpyrifos kullanılmıştır. Araştırmada, bu insektisitlerin bakır hidroksit içeren fungusitlerle karıştırılarak ve karıştırılmadan uygulamalarının *Anarsia lineatella* (Şeftali Güvesi) karşı etkinlikleri değerlendirilmiştir. Laboratuvar çalışmalarında, her iki aktif maddeye de bakır hidroksitli fungusitler eklendiğinde, organik fosforlu bileşenlerin daha hızlı bozunduğu değerlendirilmiştir. Yapılan arazi denemelerinde ise bakır içeren Chlorpyrifos uygulamalarında, bakır içermeyenlere karşılaştırıldığında daha fazla *Anarsia lineatella* gözlemlenmiş; ancak Diazinon

uygulaması için bu durum tespit edilmemiştir. Araştırmacılar, bakır hidroksitin organik fosforlu insektisitlerde parçalanmayı hızlandırdığı için bu maddelerin birlikte kullanımında dikkatli olunması gerektiğini vurgulamışlardır (Hamby ve ark., 2015).

Devkota ve ark. (2016) tarafından yürütülen araştırmada, Glyphosate'ın *Amaranthus palmeri* (Devhorozibiği) ve *Ambrosia trifida* (dev kazayağı) üzerindeki etkinliği, pH 4 ve 9 seyreltme suyu kullanılarak incelenmiştir. Çalışma ile Glyphosate'ın etkinliğinin, seyreltme suyunun pH değeri 9 olduğunda, pH değeri 4'te uygulandığı duruma göre %10 ila %12 oranında azaldığı tespit edilmiştir. Çalışma sonucu, alkali pH seyreltme suyunun Glyphosate etkinliğini azalma eğiliminde olduğu belirlenmiştir (Devkota ve ark., 2016).

Colombo ve ark. (2018), Lambda-cyhalothrin aktif maddesini laboratuvar ortamında pH 1.5, 4.0, 6.2, 8.0, 10.0 ve 11.0 düzeylerinde seyreltme suyu ve sıcaklıklarda simüle edilen bir araştırma yürütülmüştür. Çalışma ile, en fazla parçalanma ürününün pH 10.0 düzeyinde belirlenmiştir. pH 1.5 ve pH 4.0 düzeylerinde ilk 24 saat içinde molekülde herhangi bir bozulma veya dönüşüm belirlenmemiştir. pH 6.2 düzeyinde Lambda-cyhalothrin'in aktif olarak parçalandığı, ancak pH 10 düzeyi ile karşılaştırıldığında daha az parçalanma ürünü olduğu bildirilmiştir (Colombo ve ark., 2018).

Ranjbar ve ark. (2022) tarafından yürütülen bir araştırmada, Malathion, Acetamiprid ve Spiromesifen aktif maddelerinin pH değerleri 6, 7 ve 9 düzeylerinde seyreltme su pH'larında *Bemisia tabaci* üzerindeki etkinliği incelenmiştir. Çalışma sonucunda, seyreltme suyu pH'sı 6 ve 7 düzeyi etkinliğinin pH 9 düzeyleirnde ki uygulamaya göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bulgular, Malathion, Acetamiprid ve Spiromesifen aktif maddeleri için kullanılabilir seyreltme suyunun asidik veya nötr pH'da olması gerektiğini ortaya koymuştur (Ranjbar ve ark., 2022).

Oğuz (2025) tarafından yürütülen bir araştırma da test edilen farklı pestisitlerin hangi seyreltme suyu pH düzeyinde bozulmadan kalabildiğini belirlemiş ve pestisitlerin yarılanma ömürlerini (DT50) hesaplamıştır. Araştırmada, Deltamethrin, Chlorantraniliprole, Gamma-cyhalothrin, Lambda-cyhalothrin, Isoxaflutole, Thiencarbazone-methyl, Cyprosulfamide, Dicamba, Tritosulfuron, S-Metolachlor, Nicosulfuron, Terbutylazine, Mesotrione, Foramsulfuron, Iodosulfuron methyl-sodium, Isoxadifen-ethyl, Azoxystrobin ve Cyproconazole aktif maddeli pestisitler, pH 5, pH 6, pH 7, pH 8 ve pH 9 düzeylerinde seyreltme suları kullanılarak test edilmiştir. Örneklemeler 0., 1., 2., 3., 24., 48., 72., 168. ve 336. saatlerde alınmış, QuEChERS metodu ile ekstrakte edilmiş ve analizler LC/MS/MS cihazında gerçekleştirilmiştir.

Çalışma sonucunda, insektisitlerin farklı pH düzeylerinde oransal (%) kayıpları arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark belirlenmemiştir. Deltamethrin aktif maddesi için en uygun seyreltme suyu pH 8 düzeyi olduğu belirlenmiş, ancak pH düzeyleri arasında istatistiksel bir fark belirlenmemiştir. Bununla birlikte, Deltamethrin için en hızlı hidrolizin gerçekleştiği ve yarılanma ömrünün en düşük olduğu pH düzeyi pH 7 olarak rapor edilmiştir. Fungisit uygulamalarında farklı pH düzeylerinde tank karışımlarının pestisit parçalanmasına etkisi yönüyle istatistiksel bir fark belirlenmemiştir. Herbisitler arasında, Isoxaflutole için pH 5 düzeyinin en az etkinlik azalmasının gerçekleştiği seyreltme suyu olduğu hesaplanmıştır. Foramsulfuron aktif maddesi için ise pH 8 ve pH 6 düzeyleri önerilmiştir. Çalışma sonucu, test edilen pestisitlerin farklı kimyasal yapılara sahip olduğu ve bu yapıların su molekülleri ile etkileşime girdiğinde farklı çevresel faktörden etkilendiği vurgulanmıştır (Oğuz, 2025).

2.4. Pestisitlerin Etkinliğinin Artırılmasında Suyun pH Düzeyinin Önemi ve Uygulanabilir Stratejiler

Pestisitlerin etkinliği, suyun pH düzeyinden büyük ölçüde etkilenebilir. Özellikle karbamat ve organofosfat grubu insektisitler, alkali suyun (pH değeri 7'nin üzerinde) varlığında kimyasal reaksiyona girerek bozulur. Bu reaksiyon "alkali hidroliz" olarak adlandırılmakta olup, pestisit aktif bileşeninin etkinliğini azaltır. Bozunma hızı, kullanılan pestisit kimyasal özelliklerine, suyun pH düzeyine ve pestisit suyla temas süresine bağlıdır. pH değeri 8 ile 9 arasında olan sularda, alkali hidroliz hızlı bir şekilde gerçekleşebilir ve bu durum zararlı kontrol etkinliğini önemli ölçüde düşürebilir veya tamamen ortadan kaldırabilir (Fishel ve Ferrell, 2010).

Pestisitlerin kimyasal bozunma hızı genellikle yarı ömür (half-life) ile ifade edilir. Yarı ömür, pestisit su ortamında %50 oranında hidrolize olması için gereken süredir. Örneğin, aktif maddesi "malathion" olan bir insektisit, pH değeri 10 olan bir seyretme suyuyla hazırlanması durumunda etkisinin %50'sini 17 saat gibi kısa bir sürede kaybettiği belirlenmiştir. Buna karşın, pH değeri 6 olan bir seyretme suyuyla hazırlanan malathion etkisini yaklaşık 55 gün boyunca %50 oranında sürdürebilmektedir. Carbofuran aktif maddesi için de benzer durum söz konusudur. Farklı pH düzeylerinde farklı yarılanma sürelerine pH 5 düzeyinde 200 gün, pH 6'da 40 gün, pH 7'de 5 gün ve pH 8'de 3 gün yarılanma süresi (Tablo 2.2) olduğu rapor edilmiştir (Fishel ve Ferrell, 2010; Tosun, 2016). Bu nedenle, pestisitlerin etkinliğini koruyabilmek için uygulama sırasında suyun pH değerinin dikkatlice düzenlenmesi gerekmektedir.

Doğal bazı su kaynaklarının pH değerleri 6-9 arasında değişkenlik gösterdiği bilinmekte olup, pH değerlerinin döneme, mevsimsel faktörlere bağlı olarak değişim gösterebilmektedir (Ölmez ve Saraç, 2009). Bu değişimler, su ekosistemindeki bitki varlığı önemli bir faktördür; özellikle karbonat konsantrasyonu yüksek olan sularda pH düzeyinin artma eğiliminde olduğu gözlemlenmiştir. Bu durum, bazı su kaynaklarında pH düzeyinin 9-10'a kadar yükselmesine neden olabilir. Dolayısıyla, pestisit uygulamalarının etkinliği, suyun pH düzeyinin etkili bir şekilde kontrol edilmesine bağlıdır (Tablo 2.2).

Pestisit uygulamalarında, pH düzeyinin optimum aralığa düzenlenmesi, pestisit uygulama sayısını azaltarak daha uzun süreli etkinlik sağlayabilir (Tablo 2.2). Pestisitlerin etkinliği, kullanılan suyun pH düzeyinden doğrudan etkilenebilir. pH değeri 7 ve üzeri olan suyla yapılan pestisit hazırlanmasında, etkili bir zararlı kontrolü sağlamak için pH düzeyinin düşürülmesi gerekebilir. Çoğu pestisit için ideal pH aralığı 4 ile 7 arasında olup, özellikle 5.5 ile 6.5 arasındaki pH değerleri en uygun sonuçları vermektedir. Bu aralığın dışında kalan pH değerlerinde ise, pestisitlerin etkinliğinde azalma (Tablo 2.2) meydana gelebilir (Fishel ve Ferrell, 2010; Tosun, 2016).

Suyun pH düzeyinin hedef pH düzeyine düşürülmesi için yaygın olarak kullanılan asitler arasında sitrik asit, fosforik asit, nitrik asit ve sülfürik asit yer almaktadır. Ancak, bu asitlerin kullanımı hem insan sağlığı hem de çevre güvenliği açısından dikkatle seçilmelidir. Aynı zamanda, bu asitlerin seçimi, uygulama kolaylığı ve düşük maliyet açısından da önemlidir. Düşük pH'lı suyla yapılan bazı fungusit uygulamaları ise önerilmemektedir. Özellikle metal içerikli fungusitler (örneğin, Bordo Bulamacı, bakır oksiklorür, bakır hidroksit) ve düşük pH'a sahip bazı fungusitler (kükürt, fosetyl-Al gibi) bir arada kullanıldığında kimyasal reaksiyona girerek çökelme veya bozunma meydana gelebilmektedir. Bu durumun temel nedeni, metallerin asidik ortamlarda çözünürlüklerinin hızla artması ve bunun sonucunda fitotoksite (bitkide zehirlenme, yanma vb.) riskinin yükselmesidir. Söz durum hem kimyasal reaksiyonlara hem ekonomik kayıplara (kimyasal etkinliğinin azalması, tekrar uygulama gerekliliği) hem de kontrol veriminin düşmesine yol açmaktadır. Bu nedenle, insektisit uygulamaları için suyun pH düzeyinin 5.5 ile 6.5 arasında tutulması, en verimli ve ekonomik sonucu elde etmek için en uygun yöntemdir (Fishel ve Ferrell, 2010; Tosun, 2016).

Tablo 2.2. Bazı Aktif Maddelerin Hazırladığı Seyreltme Suyu pH Değeri ile Yarılanma Süresi Arasındaki İlişkiler (Fishel ve Ferrell, 2010; Tosun, 2016)

Aktif Madde Adı	Uygun pH	pH 5	pH 6	pH 7	pH 8	pH 9
2,4-D Amin	4-7					
Acetamiprid	5-6					
Azinphos-methyl (31.08.2011)*			10 gün	12 saat	-	-
B. thuringiensis	6				Stabil değil	
Captan	5	32 saat	8 saat	10 dakika	2 dakika	-
Carbaryl (31.08.2011)			100-150 gün	24-30 gün	2-3 gün	1-3 gün
Carbofuran (31.08.2012)			200 gün	40 gün	5 gün	3 gün
Chlorpyrifos (31.12.2021)			35 gün	22 gün	-	-
Diazinon (31.08.2011)			70 gün	29 gün	-	-
Dimethoate (1.08.2023)	5		12 saat	1 saat	-	48 dakika
Disulfoton			32 saat	7 saat	-	-
Glyphosate	5-6					
Malathion			8 gün	3 gün	19 saat	-
Mancozeb (31.12.2022)	6	20 gün		17 saat		34 saat
Methomyl (30.09.2021)			54 hafta	38 hafta	20 hafta	-
Phosmet	5	7 gün	1 gün	4 saat (pH 8.3)	-	1 dakika (pH 10)
Propargite (30.06.2013)			331 gün	1 gün	-	-
Spinosad	6	Stabil		200 gün		
Trichlorfon (31.12.2010)			4 gün	6 saat	1 saat	-

*BKÜ Veri Tabanı (BKU, 2025) Yasaklı veya Kısıtlı Aktif Madde Listesinde Kullanımının Sonlandırılma Tarihi

Tablo 2.3. Farklı Aktif Maddelerin Yarılanma Ömürleri (Saat) (Oğuz, 2025)

Aktif Madde Adı	Yarılanma Ömürleri (Saat)				
	pH 5	pH 6	pH 7	pH 8	pH 9
Isoxadifen-ethyl	>350	>350	179	12.25	>350
Nicosulfuron	>350	>350	>350	>350	>350
Azoxystrobin	>350	>350	>350	>350	>350
S-Metolachlor	>350	>350	>350	>350	>350
Cyproconazole	>350	>350	>350	>350	>350
Iodosulfuron-methyl-sodium	>350	>350	>350	>350	>350
Foramsulfuron	>350	>350	>350	>350	>350
Mesotrione	>350	>350	>350	>350	>350
Terbuthylazine	>350	>350	>350	>350	>350
Isoxaflutole	1.25	1.5	1	2	1.75
Gamma-chalothrin	>350	>350	>350	>350	>350
Tritosulfuron	>350	>350	>350	>350	>350
Chlorantraniliprole	>350	>350	>350	>350	>350
Cyprosulfamide	>350	>350	>350	>350	>350
Deltamethrin	92.25	>350	>350	>350	184.25
Lambda-cyhalothrin	>350	>350	92.25	>350	102.5
Thiencarbazone-methyl	>350	>350	>350	>350	>350
Dicamba	>350	>350	>350	>350	>350

Farklı pestisit etiketlerinde, alkali suyla veya kireç, kireç-kükürt gibi bazı maddelerle karıştırılmaması gerektiği belirtilmektedir. Ayrıca, bazı pestisitlerin alkali ortamlarda etkinliğinin azaldığı ifade edilmektedir. Bu tür olumsuz şartların oluşmaması için, etiket yönergelerine uygun olarak asitleştirici bir madde eklenmesi gerekebilir. Bununla birlikte, sabit bakır içeren fungusitler ve kireç-kükürt içeren pestisitlerin

asitleştirilmesinden kaçınılmalıdır. Çünkü metallerin asitli ortamlarda hızla çözünmesi, bitkilerde fitotoksisiteye yol açabilir.

Pestisit karışımında kullanılan suyun pH değerinin belirlenmesi ve gerektiğinde asit eklenerek pH'ın düşürülmesi, pestisit etkinliğinin korunması açısından önemli bir önlemdir. Özellikle ülkemizin bazik su kaynaklarına sahip bölgelerinde, pH düşürücü kimyasallar kullanarak pestisit uygulamalarının etkinliğini artırılmasının mümkün olabileceği düşünülmektedir. Bu uygulamalar sonucu, hem daha verimli bir zararlı kontrolü sağlanması hem de insan ve çevre sağlığını korunması beklenilmektedir.

2.5. Ev Sineği (*Musca domestica* L.) Hakkında Genel Bilgiler

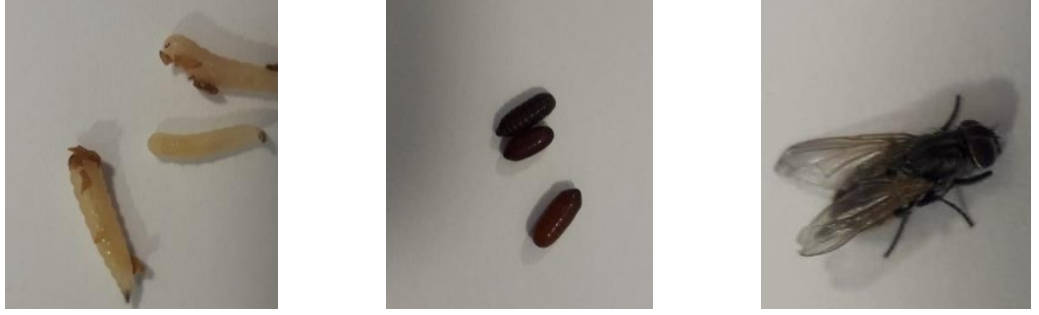
Taksonomik Sınıflandırılması; Ev sinekleri (*Musca domestica* L.), Arthropoda (eklembacaklılar) *şubesine* dahil olan, Insecta (böcekler) *sınıfında* yer alan ve Diptera (çift kanatlılar) *takımına* dahil olan bir türdür. Ev sinekleri, Muscidae *familyası* içerisinde *Musca* cinsine dâhil edilmekte olup bu cinse ait türler morfolojik olarak birbirlerine oldukça benzemekle birlikte, cins içerisinde yaklaşık 70 farklı tür bulunduğu bildirilmektedir (ITIS, 2025). Ev sinekleri hem kentsel hem de kırsal alanlarda yaygın olarak bulunmakta olup insan sağlığı ve hijyen açısından önemli bir zararlı tür olarak bilinir (Dahlem, 2009; Candan ve ark., 2017; Çakır, 2017; Erdoğan, 2017; Selçuk, 2022).

Ev sineğinin taksonomik sınıflandırması şu şekilde özetlenebilir:

Alem	:	Animalia
Şube	:	Arthropoda
Alt Şube	:	Hexapoda
Sınıf	:	Insecta
Alt Sınıf	:	Pterygota
Takım	:	Diptera
Familya	:	Muscidae
Cins	:	<i>Musca</i>
Tür	:	<i>Musca domestica</i> L.

Morfolojik Yapısı; Diğer böceklerde olduğu gibi, ev sineğinin vücudu baş (cephalon), göğüs (thorax) ve karın (abdomen) olmak üzere üç bölüme ayrılmaktadır. Baş kısmında iki adet birleşik göz bulunmakta olup bu gözlerin arasındaki mesafenin genişliği, bireyin cinsiyetinin belirlenmesinde kritik bir rol oynamaktadır. Gözler arasındaki mesafe genişse dişi, dar ise erkek olarak tanımlanır. Ev sineği sokucu-emici ağız yapısına sahiptir; ancak iğnesi delici bir fonksiyona sahip değildirler. Birinci çift kanatlar geniş, zarımsı ve uçmaya elverişli bir yapıya sahipken, ikinci çift kanatlar halter olarak adlandırılan küçük yapılar halindedir ve denge mekanizmasında rol oynamaktadır.

Göğüs bölgesinin dorsal (sırt) yüzeyinde dört adet boyuna uzanan siyah çizgi bulunmaktadır. Bu çizgiler, *Musca* cinsine ait diğer sinek türlerinden ayırt edilmesini sağlayan en belirgin morfolojik özelliklerden biridir (Dahlem, 2009; Candan ve ark., 2017; Çakır, 2017; Erdoğan, 2017; Selçuk, 2022).



Şekil 2.1. Ev Sineği (*Musca domestica* L.) Larva, Pupa ve Ergin Evresi (Orijinal)

Yaşam döngüsü; Ev sineği tam başkalaşım (holometabol) göstererek gelişimini tamamlamaktadır. Yaşam çemberi yumurta, larva, pupa ve ergin olmak üzere dört biyolojik evreden oluşmaktadır. Ev sineği optimum 18-45 °C arasında gelişme göstermekte olup, yaz mevsimi boyunca 10-12 nesil verebilmektedir (Dahlem, 2009; Candan ve ark., 2017; Çakır, 2017; Erdoğan, 2017; Selçuk, 2022; Anonim, 2025).

Yumurta evresi; Ev sinekleri yumurtalarını organik maddece zengin ortamlara (ahır, çöplük, gübre birikintileri) bırakmaktadır. Yumurtalar 1-1.2 mm uzunluğundadır ve beyaz veya kremi beyaz renkte olup 12-24 saat içinde açılmaya başlar (Dahlem, 2009; Çakır, 2017; Erdoğan, 2017; Selçuk, 2022; Anonim, 2025).

Larva evresi; Yumurtadan çıkan larvalar, 6-7 gün boyunca üç larva evresi geçirir. Nem ve besin düzeyine bağlı olarak 8-9 mm büyüklüğe ulaşabilirler (Şekil 2.1). Larvalar genellikle 35-36 °C arasında optimum gelişim gösterirken, 18-32 °C aralığında da gelişimlerini sürdürebilirler (Dahlem, 2009; Çakır, 2017; Erdoğan, 2017; Selçuk, 2022).

Pupa evresi; Larvalar 4-6 gün sonra pupa dönemine girer. Pupalar olgunlaştıkça koyu kahverengi bir renk alır (Şekil 2.1) ve 1-2 gün içerisinde ergin bireyler görülür (Dahlem, 2009; Erdoğan, 2017; Anonim, 2025).

Ergin evresi; Pupadan çıkan dişi ev sinekleri 3-4 gün sonra (Şekil 2.1) çiftleşerek yaşam döngüsünü tamamlarlar. Ev sinekleri, diurnal (gündüz aktif) bir tür olup, geceleri sivri köşeler ve kablolar üzerinde dinlenerek geçirmektedirler. Bu davranış özellikleri dikkate alınarak, dinlenme alanlarına yönelik insektisit uygulamalarının yapılması,

mücadele etkinliğini artıran bir yaklaşım olarak öne çıkmaktadır (Dahlem, 2009; Çakır, 2017; Erdoğan, 2017; Selçuk, 2022; Anonim, 2025).

Ev sineği, konutlar, yaşam ve konaklama alanları, kamusal alanlar, hastaneler, gıda hazırlama tesisleri, bitkisel ürün depoları, çöplükler, ahırlar ve gübre depolama alanlarında yaygın olarak karşılaşılan ve halk sağlığı açısından çeşitli düzeylerde sorunlara yol açan önemli bir zararlıdır. Biyolojik gelişimi yumurta, larva, pupa ve ergin olmak üzere dört evreden oluşmakta olup, bu çalışmada yalnızca ergin evre üzerinde testler gerçekleştirilmiştir. Sıcaklık koşullarına bağlı olarak, bir dölünü 1 ila 3 hafta arasında tamamlayabilen *M. domestica*, başta *E. coli* ve *Salmonella* spp. olmak üzere 100'den fazla mikroorganizmanın vektörü olarak halk sağlığı üzerinde ciddi riskler oluşturmaktadır (Anonim, 2018; Anonim, 2025).

Ev sineklerinin kontrolünde en yaygın yöntemlerden biri kimyasal mücadeledir. Tarımsal üretim alanları ve halk sağlığı uygulamalarında insektisitler sıklıkla tercih edilmekte, ancak zamanla etkinliğin azalması ve hedef organizmalarda direnç gelişimi nedeniyle mücadele stratejilerinin sürekli güncellenmesi gerekmektedir. Kimyasal mücadelede, özellikle sıcak ve soğuk sisleme uygulamaları ergin ev sineklerine karşı yaygın olarak kullanılmakta, etkinliğin artırılması için larva mücadelesi ile desteklenmektedir. Araştırmalar, kitin sentez inhibitörleri ve juvenil hormon analogları ile yapılan larva mücadelesinin, 2-3 hafta içinde ergin popülasyonunda belirgin azalma sağladığını göstermektedir. Larva mücadelesinde kullanılan biyosidal ürünlerin uygulama yapılan yüzeyin 10-15 cm derinliğine kadar inmesi ve nemlenmesi, uygulamanın başarısını artıran önemli faktörlerdendir. Bu nedenle, uygulama alanının fiziki koşullarına uygun formülasyonların seçilmesi, mücadelede başarı oranını yükseltmektedir (Çakır, 2017; Erdoğan, 2017; Selçuk, 2022; Anonim, 2025).

Bunun yanı sıra, feromon içeren tuzaklar da ev sinekleriyle mücadelede etkili bir yöntem olarak öne çıkmaktadır. Özellikle Z-9-tricosane gibi cinsiyet feromonlarını içeren yem tuzaklarının kullanımı, popülasyon baskısını azaltmada önemli bir strateji sunmaktadır. Bu tuzakların et, şeker ve meyve gibi çekici maddelerle desteklenmesi, cazibe gücünü artırmakta ve daha fazla ergin bireyin yakalanmasını sağlamaktadır (Çakır, 2017; Erdoğan, 2017; Selçuk, 2022).

3. MATERİYAL VE METOT

3.1. Materyal

3.1.1. Çalışmada kullanılan biyosidal ürünler

Bu çalışmada, biyosidal ürün olarak kullanılan pyretroidler, doğal piretrinlere benzeyen sentetik kimyasal bileşikler olup geniş spektrumlu insektisit, akarisit ve biyosidal ürün özellikleri ile bilinmektedir. Çalışmada kullanılan "a/a Cypermethrin %25.0, a/a Tetramethrin %5.0, a/a Piperonyl Butoxide %10.0" (ticari ismi: ASMETRIN EC® bundan sonra "Asmetrin®" olarak anılacaktır) ve "a/a Cyfluthrin %20.0, a/a Tetramethrin %10.0, a/a Piperonyl Butoxide %20.0" (ticari ismi: CİFTOX EC® bundan sonra "Ciftox®" olarak anılacaktır) bileşenleri, pyretroid sınıfına dahil olup çeşitli zararlı organizmaların kontrolünde yaygın olarak kullanılmaktadır. Araştırmanın odaklandığı hedef zararlı organizma, "Ev sineği (*Musca domestica*)" (Diptera: Muscidae) olarak belirlenmiştir. Bu aktif maddelerin etki mekanizması, böcek sinir sistemindeki sodyum kanallarına bağlanarak normal elektriksel iletimi engellemesi üzerine kuruludur. Sinir hücrelerinde, açık ve kapalı konumlarını düzenleyen sodyum kanalları, iyon akışını kontrol ederek sinir iletimini sağlar. Cypermethrin ve Cyfluthrin aktif maddeleri, bu kanalları sürekli açık tutarak sinir hücrelerinde aşırı sodyum iyonu birikimine neden olur. Bu durum, sinir hücrelerinin aşırı uyarılmasına, kasların istemsiz kasılmasına ve sonuç olarak hedef organizmanın ölümüne yol açmaktadır. Cypermethrin ve Cyfluthrin, bitkisel üretimde zararlı akarlar, yaprak bitleri, beyaz sinekler gibi tarımsal zararlıların yanı sıra, halk sağlığı alanında pire, kene, sineklerin ve sivrisineklerin kontrolünde yaygın olarak kullanılmaktadır. Ayrıca, veterinerlik alanında da paraziter mücadelenin bir parçası olarak değerlendirilmektedir.

3.1.2. Seyreltme suyunun hazırlanması ve pH düzeylerinin belirlenmesi

Türkiye'de gerçekleştirilen çeşitli çalışmalar, ülkemiz su kaynaklarının genellikle alkali karaktere sahip olduğunu göstermektedir (Tosun, 2016; Kanal, 2020). Çalışmanın arazi şartlarının kullanılabilir olması amacıyla, pH 5.5, pH 7.0 ve pH 8.5 düzeylerine sahip seyreltme suları hazırlanmıştır. Doğal koşullarda pH 5 ve pH 9 düzeylerinde suya rastlanma olasılığının düşük olduğu değerlendirildiğinden, bu pH değerleri çalışma kapsamına dahil edilmemiştir.

Araştırma sürecinde *Ultra Saf Su* (Merck Milli-Q, Darmstadt, Almanya) kullanılarak seyreltme suyu, hazırlanmıştır. Hedeflenen asidik karakterin elde edilmesi için *sitrik asit (limon tuzu)*, bazik karakterin sağlanması için ise *potasyum hidroksit*

(KOH) kullanılmıştır. Hazırlanan seyreltme suyunun pH değerleri, doğruluk ve güvenilirliği sağlamak amacıyla *Dijital pH metre* (Hannah Instrument, HI-2002-01) kullanılarak ölçülmüş ve teyit edilmiştir.

3.1.3. Dünya sağlık örgütü standartlarına uygun ec formülasyonu hazırlığı

Bu çalışmada kullanılan *Asmetrin*[®] ve *Ciftox*[®] ürünleri, ticari etiket bilgilerine uygun şekilde kullanılarak test edilmiştir. *EC* (Emülsifiye Edilebilir Konsantre) formülasyonu, yalnızca pH değeri kesin olarak belirlenmiş ve kimyasal reaksiyona girmeyeceği doğrulanan *seyreltme suyu* ile hazırlanmıştır. Hazırlık işlemi, herhangi bir kimyasal etkileşimin önlenmesi amacıyla cam malzeme içerisinde gerçekleştirilmiştir.

Araştırma sürecinde, *Dünya Sağlık Örgütü (WHO)* tarafından önerilen g.a.i/m² aktif madde dozlarının kullanılmıştır. Bu uygulama dozunun seçimi, çalışmanın *uluslararası standartlarla uyumlu* olmasını sağlamak amacıyla tercih edilmiştir. Uygulama sırasında, birim alan başına uygulanacak aktif madde miktarı, *ürün etiketinde belirtilen doz* bilgileri dikkate alınarak hesaplanmıştır. Bildirilen dozun dışındaki herhangi bir doz test edilmemiştir.

3.1.4. Ev sineği popülasyonları

Çalışmada, iki farklı ev sineği (*M. domestica* L.) popülasyonu kullanılmıştır. İlk popülasyon, Dünya Sağlık Örgütü standartlarına göre *duyarlı* olarak tanımlanan, Pavia Üniversitesi, İtalya'dan temin edilip (Çakır ve ark., 2008; Çetin ve ark., 2019) Hacettepe Üniversitesi Pestisit Araştırma ve Referans Laboratuvarı'nda (HÜPARL; Hacettepe Üniversitesi Beytepe Kampüsü'nde, 4. Ar-Ge, C Blok, No: 1, 06800, Çankaya – Ankara) yetiştirilen ev sinekleri oluşmaktadır. İkinci popülasyon ise Ankara ili Bala ilçesinden toplanmış yerel popülasyondan oluşmaktadır. Yerel ev sineği popülasyonu Ankara ili Bala ilçesi sınırları içerisinde direnç şikâyeti bildirilmiş hayvan barınaklarına yakın alanlardan 7 Ağustos 2024 tarihinde toplanmıştır. Arazi çalışmaları kapsamında, ergin ev sineği örnekleri atrap yöntemiyle yakalanmıştır (Şekil 3.1). Doğal yaşam alanlarından canlı olarak elde edilen ergin bireyler, zarar görmemeleri ve laboratuvar ortamına sağlıklı bir şekilde ulaştırılmaları amacıyla özenle tül kafeslere yerleştirilmiştir. Toplanan sinekler, HÜPARL'a taşınmış; taşınma sürecinde doğrudan güneş ışığına maruz kalmamaları için gerekli önlemler alınmıştır. Ayrıca, sineklerin stres düzeyinin en aza indirilmesi ve hayatta kalma oranlarının yüksek tutulabilmesi amacıyla, kafeslerin

içerisine beslenmeleri için su emdirilmiş pamuk ve kesme şeker konulmuştur. Bu şekilde, sineklerin laboratuvar ortamına kadar yaşamlarını sürdürebilmeleri sağlanmıştır.



Şekil 3.1. Ergin Ev Sineği Örneklerinin Atrap Kullanılarak Yakalanması (Orijinal)

3.1.5. Biyolojik testlerin yöntemsel uygulamaları ve standartları

Deneyisel çalışmalar, Hacettepe Üniversitesi Pestisit Araştırma ve Referans Laboratuvarında yürütülmüştür. Test edilecek böcekler, 25 ± 2 °C sıcaklık, 50 ± 5 bağıl nem ve 12 saatlik aydınlık/karanlık periyodunda yetiştirilmiş olup, biyosidal ürünlerin test ortamları da aynı çevresel koşulları sağlayacak şekilde düzenlenmiştir.

3.1.6. BPR Kılavuzu Standartlarına Göre Biosidal Ürünlerin Ev Sineği Üzerine Etkinlik Oranı

Bu çalışmada biyolojik test materyali olarak, çevre sağlığı açısından önemli bir zararlı olan Ev sineği (*M. domestica*) kullanılmıştır. Çalışmanın bu bölümü, Avrupa Kimyasallar Ajansı tarafından yayımlanan *Biyosidal Ürünler Yönetmeliği (BPR) Kılavuzu: Cilt II, Bölüm B+C, Sürüm 3.0, Nisan 2018* (Anonim, 2018) kapsamında yer alan “5.6.4.13 Sinekler” başlığı dikkate alınarak tasarlanmıştır.

3.2. Metot

3.2.1. Biyosidal ürün uygulama dozları

Çalışmada test edilen iki farklı biyosidal ürün, ev sineği (*M. domestica*) kontrolü amacıyla açık alanlarda yaygın olarak kullanılan ürünler olup, T.C. Sağlık Bakanlığı Halk Sağlığı Genel Müdürlüğü Çevre Sağlığı Daire Başkanlığı tarafından sırasıyla "2010/161" ve "2010/158" ruhsat numaraları ile onaylanmıştır. Bu araştırmada kullanılan biyosidal ürünler, ruhsat sahibi olan *BERPA İthalat İhracat İlaçlama Tic. Ltd. Şti.* (Dikmen Caddesi 570/B Çankaya / Ankara, Tel: (312) 467 16 00- Faks: (312) 468 22 48) firmasından temin edilmiştir. Bu ürünlerin firma markasına ait olduğuna ve çalışmada kullanılmasına izin verildiğine dair destek mektubu *EK-1*'de sunulmuştur.

Biyosidal ürünlerin ev sineği üzerindeki etkinliği *Dünya Sağlık Örgütü* tarafından önerilen standart biyolojik test yöntemlerine uygun şekilde yürütülmüş olup ev sineği kontrolünde kullanılan Cyfluthrin aktif maddesi (Ciftox®) için önerilen 0.03 g.a.i /m^2 , Cypermethrin aktif maddesi (Asmetrin®) için önerilen 0.025 g.a.i/m^2 dozları kullanılmıştır. Bildirilen doz dışında farklı dozlarla test çalışması yapılmamıştır.

3.2.2. Seyreltme suyu hazırlama prosedürü ve pH optimizasyonu

Biyosidal ürünlerin çözeltilerinin hazırlanmasında kullanılmak üzere pH 5.5, pH 7.0 ve pH 8.5 değerlerine sahip seyreltme suları hazırlanmıştır. Çözelti pH 'sının ayarlanmasında; Hedeflenen asidik karakterin elde edilmesi için *sitrik asit* ($C_6H_8O_7$, yaygın adıyla limon tuzu) ve hedeflenen bazik karakterin sağlanması için *potasyum hidroksit* (KOH) kullanılmıştır. Hazırlanan çözeltilerin pH değerleri, WTW İmolab pH 7110 Masa Tipi pH Metre® kullanılarak doğrulanmıştır. Her ölçüm öncesinde pH ölçüm cihazının uygun tampon çözeltiler ile kalibrasyonu yapılmış böylece ölçümlerin doğruluğu ve tekrarlanabilirliği sağlanmıştır.

Hazırlanan seyreltme çözeltileri, deneme süresince pH stabilitesini koruyacak şekilde sterilize edilmiş kaplarda muhafaza edilmiştir. Çözelti bileşenlerinin homojen dağılımı için çözeltiler hafif çalkalama veya manyetik karıştırıcı ile karıştırılarak ve belirli aralıklarla pH ölçümleri tekrar edilerek çözelti stabilitesi izlenmiştir.

3.2.3. Laboratuvarda *M. domestica* popülasyonlarının yetiştirilmesi

Ev sineklerinin kültüre alınması ve yetiştirilmesi, HÜPARL insektaryumunda gerçekleştirilmiştir. Yetiştirme sürecinde, ev sineklerinin doğal yaşam döngülerine uygun koşullarına uygun olarak 12 saat aydınlık ve 12 saat karanlık fotoperiyodu uygulanmıştır.

Ayrıca ortam sıcaklığı $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ ve bağıl nem oranı $\%50\pm 5$ olacak şekilde sabit tutulmuştur (Terriere ve ark., 1975; Çakır ve ark., 2008; Çetin ve ark., 2019).

Ergin ev sinekleri, 35x25x25 cm boyutlarındaki kafeslerde yetiştirilmiştir. Bu kafesler, ev sineklerinin hareket edebilme ve yaşam döngülerini sürdürebilmeleri için yeterli alan sağlamaktadır (Şekil 3.2). Ev sineklerinin beslenmesi amacıyla kafes içine süt tozu veya süt, su ve şeker karışımı (Terriere ve ark., 1975; Çakır ve ark., 2008; Çetin ve ark., 2019) eklenmiştir (Şekil 3.3). Bu besin kaynakları, ev sineklerinin besin ihtiyaçlarını karşılanması ve üreme kapasitelerinin korunması için düzenli olarak yenilenmiştir. Ergin sineklerin yumurta yaşamlarının dördüncü gününden itibaren, yumurtaların toplanması için kafeslere plastik bardaklar içerisinde süt emdirilmiş pamuklar yerleştirilmiştir. Bu yöntem, sineklerin yumurta bırakmalarını teşvik etmek ve yumurtaların kolayca toplanmasını sağlamak amacıyla hazırlanmıştır.



Şekil 3.2. Laboratuvar Ortamında Kültüre Alınan Duyarlı ve Yerel Popülasyonlar (Orijinal)



Şekil 3.3. Besin Ortamı ve Popülasyonun Beslenmesi (Orijinal)

Larvaların yetiştirilmesi için 500 ml'lik tek kullanımlık plastik kaplar kullanılır olup bu kaplar, larvaların beslenmesi ve gelişimi için uygun bir besi ortamı hazırlanmıştır. Besi ortamı, su, süt ve kepek karışımı ile oluşturulmuştur (Bryant ve Lisa, 1998). Hazırlanan bu besi ortamı larvaların en uygun şekilde büyümesini sağlamak ve yoğun popülasyonu önlemek için dikkatli bir şekilde uygulanmıştır (Şekil 3.4).



Şekil 3.4. *M. domestica* Popülasyonlarının İnsektaryumda Kolonizasyonu (Orijinal)

Larva evresi gelişimi tamamlandıktan sonra pupa oluşumu gözlemlenmiştir. Pupa evresine ulaşan bireyler, parçalar halinde ayrılarak içerisinde ev sineği bulunmayan kafeslere yerleştirilmiştir (Şekil 3.4). Bu düzenleme, ergin sineklerin doğal davranışlarını sergilemeleri ve üreme kapasitelerinin korunması için uygun bir ortam sağlamayı hedeflemiştir.

3.2.4. Biyolojik testlerin yürütülmesi

Test çalışmaları için, yerel ve duyarlı popülasyonlar kullanılmıştır. Yerel popülasyonda genetik benzerliğin yeterli düzeyde sağlandığı F₄ generasyonu da test edilmiştir. Biyosidal ürün uygulaması yapılmayan kontrol grubu da dahil olmak üzere tüm biyosidal ürünlerin uygulamaları, “tarsal kontakt yöntemine” uygun olarak gerçekleştirilmiştir (Terriere ve ark., 1975; Miyazaki ve ark., 1996; Çakır ve ark., 2008; Çetin ve ark., 2019). Belirlenen miktarda biyosidal ürün 20x20 cm ebatlarındaki daha önce biyosidal ürünlerle temas etmemiş seramik yüzeylere uygulanmıştır. Her test üç tekrarlı olacak şekilde gerçekleştirildiği için test başına 3 biyosidal ürün uygulanmış seramik yüzey hazırlanmıştır. Bir yüzeye ise kontrol grubu olarak kullanılmak üzere her testin sadece seyreltme suyu uygulanmış ve test ve değerlendirme protokolü aynen uygulanmıştır. Her test için bir seramik yüzeye 25 erkek birey bırakılarak 30 dakika boyunca temas etmeleri sağlanmıştır (Terriere ve ark., 1975; Miyazaki ve ark., 1996; Çakır ve ark., 2008; Çetin ve ark., 2019). Knock-down etkisini belirlenmesi için 5, 10, 15 ve 30. dakikalarda baygın bireyler sayılmıştır. Buradan elde edilen veriler kayıt edilerek knock-down oranının (%) hesaplanmasında kullanılmıştır. 30. dakikanın ardından her testteki bireyler ayrı yetiştirme ortamı ile aynı koşullarda olan bekleme ortamına alınmış, uygulamadan 24. saat sonunda toplam ölü birey sayıları kayıt edilmiştir (Dong ve ark., 1998; Valles ve ark., 2000; Çakır ve ark., 2008; Çetin ve ark., 2019). Bu veriler toplam ölüm oranlarının hesaplanmasında kullanılmıştır. Biyosidal ürünlerin uygulanmış olduğu seramik yüzeylere yeniden bir biyosidal ürün uygulaması yapılmadan başlangıç, 48 ve 120 saat bekletilmiştir. Yine yerel ve duyarlı popülasyonlar kullanarak beklemiş yüzeylerde aynı test ve değerlendirme protokolü kullanılarak biyolojik testler gerçekleştirilmiştir. Araştırmada kullanılan tüm plastik, cam ve seramik malzemeler, ilk defa kullanılmış olup daha önce biyosidal ürünler uygulanmamıştır.

3.2.5. İstatistiksel analizler

Verilerin analizinde "MİNİTAB 17®" istatistik paket programı (Minitab, 2014) ve temel istatistiksel hesaplamalar ile birlikte varyans analizi (ANOVA) gerçekleştirilmiştir. Ürünlerin kendi içinde ve birbirleriyle istatistiksel olarak farklılık gösterip göstermediği, Minitab istatistiksel analiz programı kullanılarak analiz edilmiş ve ortalama değerler arasındaki farklılıklar, $p \leq 0.01$ ve $p \leq 0.05$ önem düzeyinde değerlendirilmiştir.



4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Bitkisel üretim de ürünün miktar ve kalitesinin korunması ile halk sağlığı alanında insan sağlığını korunması için zararlı böceklerin kontrolü kritik düzeyde önemlidir. Bu amaçla kullanılan insektisitler veya biyosidal ürünler, zararlı popülasyonların kontrol altına alınmasında etkili bir araçtır. Ancak, insektisit veya biyosidal ürünlerin etkinliği, uygulama ve ortamda etkinlik süresi, seyreltme suyu pH düzeyi, hedef popülasyonun insektisit veya biyosidal ürüne olan direnç düzeyi ve çevresel faktörler (sıcaklık, nem, yağmursuz geçen periyot vb.) gibi birçok değişkene bağlı olarak farklılık gösterebilmektedir. Bu nedenle, insektisitler veya biyosidal ürünlerin etkinliğini artırmak ve doğru kullanım stratejileri geliştirmek için bu faktörlerin detaylı bir şekilde incelenmesi gerekmektedir.

Bu çalışmada, WHO tarafından ev sineği kontrolünde kullanılan Cyfluthrin (Ciftox®) için önerilen 0.03 g.a.i /m², Cypermethrin (Asmetrin®) için önerilen 0.025 g.a.i/m² aktif madde dozlarının kullanılmıştır. Bu dozların seçilerek araştırmanın WHO'nun belirlediği uluslararası standartlara uygun olması sağlanmıştır. *M. domestica* üzerinde etkili olduğu kanıtlanmış doz aralıklarını kapsaması, çalışmanın diğer bilimsel araştırmalarla karşılaştırılabilir olması sağlamıştır. İki farklı biyosidal ürünün farklı pH düzeylerinde, temas süreleri ile uygulama zamanlarında ve farklı böcek popülasyonlarının ölen böcek sayıları üzerindeki etkileri incelenmiştir. Çalışma sonucu 2 adet biyosidal ürünlerin etkinliğini belirlenerek ve uygulama koşullarının biyosidal ürün performansı üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir. Elde edilen bulgular, bildirilen aktif maddeli ürünlerin kullanım stratejilerinin optimize edilmesine ve zararlı popülasyonların daha etkili bir şekilde kontrol altına alınmasına katkı sağlamıştır.

Çalışmanın bu kısmında Asmetrin® ve Ciftox® ürünlerinin farklı pH düzeylerinin ve farklı temas süresi ve uygulama zamanlarının yerel ve duyarlı böcek popülasyonları üzerindeki etkisi incelenmiştir. Araştırma, pH 5.5, 7.0 ve 8.5 düzeylerinde gerçekleştirilmiş ve her bir pH düzeyinde Asmetrin® ve Ciftox® etkisi 5, 10, 15 ve 30 dakikalık temas süresince değerlendirilmiştir. Ayrıca, her bir pH düzeyi için "baygın/düşürücü etkisi (Knockdown; KDx) " olarak belirtilen bir değer de hesaplanmıştır. Yapılan gözlemler, ölen böcek sayılarının ortalama değerleri ve standart sapmaları (Ort ± SS) şeklinde özetlenmiştir.

4.1. Farklı pH ve Uygulama Sürelerinde Asmetrin®'in Toksik Etkilerinin Değerlendirilmesi

Elde edilen veriler, Asmetrin® uygulamasının etkinliğinin pH düzeyi, temas süresi ve uygulama zamanına bağlı olarak değiştiğini göstermektedir. Bulgular, aşağıdaki başlıklar altında detaylandırılmıştır.

4.1.1. Farklı pH ve temas sürelerinde Asmetrin®'in yerel popülasyon üzerindeki tarsal kontakt oranlarının değerlendirilmesi

pH 5.5: pH 5.5 düzeyinde, 5 dakikalık temas süresi baygın oranı (Knock-down time (KDx)) %25.75 olarak belirlenmiştir. Temas süresi arttıkça baygın oranlarında belirgin bir artış gözlenmiş ve 30 dakikalık temas süresi baygın oranı %98.72'ye ulaşmıştır. 24 saatlik süre sonunda ölüm oranı ise %83.71 olarak hesaplanmıştır. Bu durum, pH 5.5 düzeyinde Asmetrin®'in etkisinin temas süresine bağlı olarak arttığını göstermektedir.

pH 7.0: pH 7.0 düzeyinde, 5 dakikalık temas süresi baygın oranı %24.98 olarak belirlenmiştir. Temas süresi arttıkça baygın oranları artmış ve 30 dakikalık temas süresi baygın %100'e ulaşmıştır. 24 saatlik süre sonunda ölüm oranı %87.20 olarak kaydedilmiştir. Bu sonuçlar, pH 7.0 düzeyinde Asmetrin®'in etkisinin temas süresine bağlı olarak arttığını göstermektedir.

pH 8.5: pH 8.5 düzeyinde, 5 dakikalık temas süresi baygın oranı %34.96 olarak değerlendirilmiştir. Bu oran, diğer pH düzeylerine kıyasla daha yüksektir. Temas süresi arttıkça baygın oranları artmış ve 30 dakikalık temas süresi baygın oranı %97.59'a ulaşmıştır. 24 saatlik süre sonunda ölüm oranı ise %98.67 olarak hesaplanmıştır. Bu bulgular, pH 8.5 düzeyinde Asmetrin®'in etkisinin temas süresine bağlı olarak arttığını göstermektedir. (Tablo 4.1).

Temas süresi arttıkça tüm pH düzeylerinde baygın oranlarında belirgin bir artış gözlenmiştir. Özellikle 30 dakikalık temas süresi baygın oranları, pH 7.0 düzeyinde %100 olarak belirlenmiştir. Çalışma ile Asmetrin®'in etkinliğinin temas süresiyle doğru orantılı olduğunu göstermektedir (Tablo 4.1).

24 saat bekleme sonrası ölüm oranları, pH 8.5 düzeyinde en yüksek (%98.67), pH 7.0 düzeyinde orta düzeyde (%87.20) ve pH 5.5 düzeyinde en düşük (%83.71) olarak kaydedilmiştir. Bu sonuçlar, Asmetrin®'in alkali koşullarda (pH 8.5) daha etkili olduğunu şeklinde yorumlanmıştır. Toplam test edilen birey sayısı (dn) her koşulda 75 olarak sabit olup ve maksimum ölüm oranı %98.67 olarak hesaplanmıştır (Tablo 4.1).

Bu çalışma, Asmetrin®'in etkinliğinin hem pH düzeyine hem de temas süresine bağlı olarak değiştiğini ortaya koymaktadır. Özellikle pH 8.5 düzeyinde ve uzun temas sürelerinde ölüm oranlarının daha yüksek olduğu değerlendirilmiştir. Bu durum, Asmetrin® alkali koşullarda daha etkili olabileceğini düşündürmektedir. Ayrıca, temas süresinin uzatılması, tüm pH düzeylerinde ölüm oranlarını artırmıştır. Bu bulgular, Asmetrin®'in optimum etkinliğinin sağlanabilmesi için uygulama koşullarının dikkatle seçilmesi gerektiğini göstermektedir.

Tablo 4.1. Asmetrin® Uygulamasının Farklı pH Düzeyleri ve Sürelerine Göre Yerel Popülasyon Üzerindeki Tarsal Kontakt Knock-down Time ve Ölüm Oranları (%)

pH Uygulaması	Temas Süresi (Dk)	Tekerrürler			Toplam Ölüm	Toplam Ölüm Oranı (%)
		1	2	3		
5.5	5	7	8	4	19	25.75
5.5	10	20	20	20	60	80.23
5.5	15	25	22	25	72	96.25
5.5	30	25	24	25	74	98.72
5.5	dx*	23	20	19	63	83.71
5.5	dn**	25	25	25	75	
7.0	5	12	5	2	19	24.98
7.0	10	21	20	18	59	78.60
7.0	15	25	22	22	69	91.99
7.0	30	25	25	25	75	100.00
7.0	dx	22	21	22	65	87.20
7.0	dn	25	25	25	75	
8.5	5	14	10	3	26	34.96
8.5	10	16	21	16	53	70.12
8.5	15	20	25	19	64	85.06
8.5	30	25	24	24	73	97.59
8.5	dx	25	25	24	74	98.67
8.5	dn	25	25	25	75	

*dx: 24 saat sonunda ölen birey sayısı, **dn: test edilen birey sayısı

4.1.2. Farklı pH ve temas sürelerinde Asmetrin®'in yerel popülasyon üzerindeki 48 saatlik uygulama sonrası ölüm oranlarının değerlendirilmesi

pH 5.5: pH 5.5 düzeyinde, 5 dakikalık temas süresi baygın oranı %21.54 olarak tespit edilmiştir. Temas süresi arttıkça ölüm oranlarında belirgin bir artış gözlenmiş ve 15 dakikalık temas süresi baygın oranı %84.31'e ulaşmıştır. 24 saatlik bekleme süresi sonunda ölüm oranı da aynı şekilde %84.31 olarak hesaplanmıştır. Bu durum, pH 5.5 düzeyinde Asmetrin®'in etkisinin temas süresine bağlı olarak arttığını göstermektedir.

pH 7.0: pH 7.0 düzeyinde, 5 dakikalık temas süresi baygın oranı %12.79 olarak belirlenmiştir. Temas süresi arttıkça baygın oranları artmış ve 15 dakikalık temas süresi baygın oranı %75.23'e ulaşmıştır. 24 saatlik bekleme süresi sonunda ölüm oranı ise

%72.90 olarak kaydedilmiştir. Bu sonuçlar, pH 7.0 düzeyinde Asmetrin®'in etkisinin daha düşük pH düzeyine kıyasla daha az etkili olduğunu göstermektedir.

pH 8.5: pH 8.5 düzeyinde, 5 dakikalık temas süresi baygın oranı %34.55 olarak kaydedilmiştir. Bu oran, diğer pH düzeylerine kıyasla daha yüksektir. Temas süresi arttıkça baygın oranları artmış ve 15 dakikalık temas süresi baygın oranı %85.21'e ulaşmıştır. 24 saatlik bekleme süresi sonunda ölüm oranı ise %91.38 olarak hesaplanmıştır. Bu bulgular, pH 8.5 düzeyinde Asmetrin®'in etkisinin daha hızlı ve etkili olduğunu göstermektedir (Tablo 4.2).

Temas süresi arttıkça tüm pH düzeylerinde ölüm oranlarında belirgin bir artış gözlenmiştir. Özellikle 15 dakikalık temas süresi baygın oranları, pH 8.5 düzeyinde %85.21'e, pH 5.5 düzeyinde %84.31'e ve pH 7.0 düzeyinde %75.23'e ulaşmıştır. Bu durum, Asmetrin®'in etkinliğinin temas süresiyle doğru orantılı olduğunu göstermektedir (Tablo 4.2).

24 saatlik bekleme süresi sonunda ölüm oranları, pH 8.5 düzeyinde en yüksek (%91.38), pH 5.5 düzeyinde orta düzeyde (%84.31) ve pH 7.0 düzeyinde en düşük (%72.90) olarak hesaplanmıştır. Bu sonuçlar, Asmetrin®'in alkali koşullarda (pH 8.5) daha etkili olduğunu göstermektedir. Her temas için toplam test edilen birey sayısı (dn) 75 olup maksimum ölüm oranı %91.38 olarak belirlenmiştir (Tablo 4.2).

Bu çalışma, Asmetrin®'in etkinliğinin hem pH düzeyine hem de temas süresine bağlı olarak değiştiğini ortaya koymaktadır. Özellikle pH 8.5 düzeyinde ve uzun temas sürelerinde baygın ve ölüm oranlarının daha yüksek olduğu değerlendirilmiştir. Bu durum, 48 saat uygulamalar sonrası Asmetrin®'in alkali koşullarda daha etkili olabileceğini düşündürmektedir. Ayrıca, temas süresinin uzatılması, tüm pH düzeylerinde ölüm oranlarını artırmıştır. Bu bulgular, Asmetrin®'in optimum etkinliğinin sağlanabilmesi için uygulama koşullarının dikkatle seçilmesi gerektiğini göstermektedir.

Tablo 4.2. Asmetrin® 48 Saat Kalıntı Uygulaması Sonrası Farklı pH Düzeyleri ve Sürelerine Göre Yerel Popülasyon Üzerindeki Knock-down Time ve Ölüm Oranları (%)

pH Uygulaması	Temas Süresi (Dk)	Tekerrürler			Toplam Ölüm	Toplam Ölüm Oranı (%)
		1	2	3		
5.5	5	6	5	5	16	21.54
5.5	10	13	10	12	35	46.92
5.5	15	21	21	21	63	84.31
5.5	dx*	21	21	21	63	84.31
5.5	dn**	25	25	25	75	
7.0	5	3	3	3	10	12.79
7.0	10	13	12	13	38	51.17

Tablo 4.2. (devamı) Asmetrin® 48 Saat Kalıntı Uygulaması Sonrası Farklı pH Düzeyleri ve Sürelerine Göre Yerel Popülasyon Üzerindeki Knock-down Time ve Ölüm Oranları (%)

pH Uygulaması	Temas Süresi (Dk)	Tekerrürler			Toplam Ölüm	Toplam Ölüm Oranı (%)
		1	2	3		
7.0	15	20	17	19	56	75.23
7.0	dx	18	18	18	55	72.90
7.0	dn	25	25	25	75	
8.5	5	9	9	9	26	34.55
8.5	10	12	16	14	42	55.84
8.5	15	20	22	21	64	85.21
8.5	dx	25	21	23	69	91.38
8.5	dn	25	25	25	75	

*dx: 24 saat sonunda ölen birey sayısı, **dn: test edilen birey sayısı

4.1.3. Farklı pH ve temas sürelerinde Asmetrin®'in yerel popülasyon üzerindeki 120 saatlik ölüm oranlarının değerlendirilmesi

pH 5.5: pH 5.5 düzeyinde, 5 dakikalık temas süresi baygın oranı %8.00 olarak kaydedilmiştir. Temas süresi arttıkça baygın oranlarında belirgin bir artış gözlenmiş ve 15 dakikalık temas süresi baygın oranı %75.43'e ulaşmıştır. 24 saatlik bekleme süresi sonunda ölüm oranı %44.57 olarak hesaplanmıştır. Bu durum baygın oranın, pH 5.5 düzeyinde Asmetrin®'in etkisinin temas süresine bağlı olarak arttığını göstermektedir.

pH 7.0: pH 7.0 düzeyinde, 5 dakikalık temas süresi baygın oranı %11.73 olarak belirlenmiştir. Temas süresi arttıkça baygın oranları artmış ve 15 dakikalık temas süresi baygın oranı %76.81'e ulaşmıştır. 24 saatlik bekleme süresi sonunda ölüm oranı %21.48 olarak kaydedilmiştir. Bu sonuçlar, pH 7.0 düzeyinde Asmetrin®'in etkisinin ölüm oranına etkisinin daha düşük pH düzeyine kıyasla daha az etkili olduğunu göstermektedir.

pH 8.5: pH 8.5 düzeyinde, 5 dakikalık temas süresi baygın oranı %11.40 olarak kaydedilmiştir. Temas süresi arttıkça baygın oranları artmış ve 15 dakikalık temas süresi baygın oranı %76.44'e ulaşmıştır. 24 saatlik bekleme süresi sonunda ölüm oranı %20.79 olarak hesaplanmıştır. Bu bulgular, pH 8.5 düzeyinde Asmetrin®'in kalıntı etkisinin süre uzadıkça baygın oranına etkisinin daha belirgin olduğunu göstermektedir (Tablo 4.3).

Temas süresi arttıkça tüm pH düzeylerinde baygın oranlarında belirgin bir artış gözlenmiştir. Özellikle 15 dakikalık temas süresi baygın oranları, pH 7.0 düzeyinde %76.81'e, pH 5.5 düzeyinde %75.43'e ve pH 8.5 düzeyinde %76.44'e ulaşmıştır. Bu durum, Asmetrin®'in baygın oranı etkinliğinin temas süresiyle doğru orantılı olduğunu göstermektedir (Tablo 4.3).

24 saatlik bekleme süresi sonunda ölüm oranları, pH 5.5 düzeyinde %44.57, pH 7.0 düzeyinde %21.48 ve pH 8.5 düzeyinde %20.79 olarak belirlenmiştir. Bu sonuçlar,

kalıntı etkisinin Asmetrin®'in düşük pH koşullarında (pH 5.5) uzun dönemde daha etkili olduğunu göstermektedir. Toplam test edilen birey sayısı 75 olup maksimum ölüm oranı %44.57 olarak tespit edilmiştir (Tablo 4.3).

Bu çalışma, Asmetrin®'in etkinliğinin hem pH düzeyine hem de temas süresine bağlı olarak değiştiğini ortaya koymaktadır. Özellikle pH 5.5 düzeyinde ve uzun temas sürelerinde baygın oranlarının daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Diğer taraftan, Asmetrin®'in asidik koşullarda kalıntı ile ölümün sağlanmasında daha etkili olabileceğini düşündürmektedir. Ayrıca, temas süresinin uzatılması, tüm pH düzeylerinde baygın oranlarını artırmıştır. Ancak, 24 saatlik bekleme süresi sonunda ölüm oranlarının pH 5.5 ile karşılaştırıldığında pH 7.0 ve 8.5 düzeyinde daha fazla olması, bu koşullarda Asmetrin®'in etkisinin zamanla artığının göstergesi olarak kabul edilmiştir.

Tablo 4.3. Asmetrin® 120 Saat Kalıntı Uygulamasının Farklı pH Düzeyleri ve Sürelerine Göre Yerel Popülasyon Üzerindeki Knock-down Time ve Ölüm Oranları (%)

pH Uygulaması	Temas Süresi (Dk)	Tekerrürler			Toplam Ölüm	Toplam Ölüm Oranı (%)
		1	2	3		
5.5	5	3	1	2	6	8.00
5.5	10	17	6	11	34	45.43
5.5	15	22	16	19	57	75.43
5.5	dx*	13	9	11	33	44.57
5.5	dn**	25	25	25	75	
7.0	5	2	4	3	9	11.73
7.0	10	8	14	11	33	43.41
7.0	15	17	22	19	58	76.81
7.0	dx	5	5	5	16	21.48
7.0	dn	25	25	25	75	
8.5	5	1	4	3	9	11.40
8.5	10	7	16	12	35	46.65
8.5	15	17	22	19	57	76.44
8.5	dx	7	3	5	16	20.79
8.5	dn	25	25	25	75	

*dx: 24 saat sonunda ölen birey sayısı, **dn: test edilen birey sayısı

4.1.4. Farklı pH ve temas sürelerinde Asmetrin®'in duyarlı popülasyon üzerindeki tarsal kontakt oranlarının değerlendirilmesi

pH 5.5: pH 5.5 düzeyinde, 5 dakikalık temas süresi baygın oranı %8.00 olarak kaydedilmiştir. Temas süresi arttıkça baygın oranlarında belirgin bir artış tespit ve 15 dakikalık temas süresi sonunda baygın oranı %100.00'e ulaşmıştır. 24 saatlik bekleme süresi sonunda ölüm oranı %86.15 olarak hesaplanmıştır. Bu durum, pH 5.5 düzeyinde Asmetrin®'in baygın oranı etkisinin temas süresine bağlı olarak arttığını göstermektedir.

pH 7.0: pH 7.0 düzeyinde, 5 dakikalık temas süresi baygın oranı %77.08 olarak belirlenmiştir. Temas süresi arttıkça baygın oranları artmış ve 15 dakikalık temas süresi baygın oranı %100.00'e ulaşmıştır. 24 saatlik bekleme süresi sonunda ölüm oranı %100.00 olarak kaydedilmiştir. Bu sonuçlar, pH 7.0 düzeyinde Asmetrin®'in etkisinin pH 5.5 düzeyi ile karşılaştırıldığında daha hızlı ve yüksek olduğunu göstermektedir.

pH 8.5: pH 8.5 düzeyinde, 5 dakikalık temas süresi baygın oranı %82.44 olarak kaydedilmiştir. Bu oran, diğer pH düzeylerine kıyasla daha yüksektir. Temas süresi arttıkça baygın oranları artmış ve 15 dakikalık temas süresi baygın oranı %100.00'e ulaşmıştır. 24 saatlik bekleme süresi sonunda ölüm oranı %100.00 olarak hesaplanmıştır. Bu bulgular, diğer pH düzeyleri ile karşılaştırıldığında, pH 8.5 düzeyinde Asmetrin®'in baygın ve ölüm oranı etkisinin daha hızlı ve etkili olduğunu göstermektedir (Tablo 4.4).

Temas süresi arttıkça tüm pH düzeylerinde baygın ve ölüm oranlarında belirgin bir artış gözlenmiştir. Özellikle 15 ve 30 dakikalık temas süresi baygın oranları, tüm pH düzeylerinde %100.00'e ulaşmıştır. Bu durum, Asmetrin®'in etkinliğinin baygın oranı üzerine temas süresiyle doğru orantılı olduğunu ve uzun süreli uygulamalarda maksimum etki sağladığını göstermektedir (Tablo 4.4).

24 saatlik bekleme süresi sonunda ölüm oranları, pH 7.0 ve 8.5 düzeyinde %100.00, pH 5.5 düzeyinde ise %86.15 olarak kaydedilmiştir. Bu sonuçlar, Asmetrin®'in nötr ve alkali koşullarda (pH 7.0 ve 8.5) daha hızlı etkili olduğunu göstermektedir. Toplam test edilen birey sayısı 75 olup maksimum ölüm oranı %100.00 olarak gözlenmiştir (Tablo 4.4).

Bu çalışma, Asmetrin®'in etkinliğinin hem pH düzeyine hem de temas süresine bağlı olarak değiştiğini ortaya koymaktadır. Özellikle pH 7.0 ve 8.5 düzeyinde ve 24 saatlik bekleme süresi sonunda ölüm oranlarının %100.00'e ulaştığı tespit edilmiştir. Bu durum, Asmetrin®'in nötr ve alkali koşullarda daha etkili olabileceğini düşündürmektedir. Ayrıca, temas süresinin uzatılması, tüm pH düzeylerinde baygın oranlarını artırmıştır. 24 saatlik bekleme süresi sonunda ölüm oranlarının pH 7.0 ve 8.5 düzeyinde %100.00 olması, bu koşullarda Asmetrin®'in etkisinin daha hızlı gerçekleştiğini göstermektedir.

Tablo 4.4. Asmetrin® Uygulamasının Farklı pH Düzeyleri ve Sürelerine Göre Duyarlı Popülasyon Üzerindeki Tarsal Kontakt Knock-down Time ve Ölüm Oranları (%)

pH Uygulaması	Temas Süresi (Dk)	Tekerrürler			Toplam Ölüm	Toplam Ölüm Oranı (%)
		1	2	3		
5.5	5	3	1	2	6	8.00
5.5	10	23	25	24	72	95.45
5.5	15	25	25	25	75	100.00
5.5	30	25	25	25	75	100.00
5.5	dx*	20	23	22	65	86.15
5.5	dn**	25	25	25	75	
7.0	5	20	19	19	58	77.08
7.0	10	24	25	24	73	97.92
7.0	15	25	25	25	75	100.00
7.0	30	25	25	25	75	100.00
7.0	dx	25	25	25	75	100.00
7.0	dn	25	25	25	75	
8.5	5	22	19	21	62	82.44
8.5	10	25	24	25	74	98.00
8.5	15	25	25	25	75	100.00
8.5	30	25	25	25	75	100.00
8.5	dx	25	25	25	75	100.00
8.5	dn	25	25	25	75	

*dx: 24 saat sonunda ölen birey sayısı, **dn: test edilen birey sayısı

4.1.5. Asmetrin® uygulamasının farklı pH düzeyleri ve sürelerine göre yerel popülasyon üzerindeki başlangıç ve uzun süreli etkilerinin değerlendirilmesi

Asmetrin® uygulamasının farklı pH düzeyleri, temas süreleri ve uygulama sonrası geçen süre faktörü dikkate alınarak yerel popülasyon üzerindeki etkileri değerlendirildiğinde, pH düzeyinin, temas süresinin ve uygulama sonrası da geçen süre sonunda ölüm oranları üzerinde belirgin bir etkisi olduğu değerlendirilmiştir. Başlangıç etkiler (Tablo 4.1) incelendiğinde, pH 8.5 düzeyinde ölüm oranlarının daha yüksek olduğu, ancak pH 5.5 düzeyinde de uzun süreli uygulamalarda benzer şekilde yüksek ölüm oranlarına ulaşıldığı tespit edilmiştir. 48 saat sonrası kalıntı etkilerinde (Tablo 4.2), ölüm oranlarının başlangıç etkilere göre azaldığı, ancak pH 8.5 düzeyinde etkilerin daha belirgin olduğu gözlemlenmiştir. 120 saat sonrası kalıntı etkilerinde (Tablo 4.3) ise ölüm oranlarının daha da düştüğü, ancak pH 5.5 düzeyinde uzun süreli uygulamalarda etkilerin kısmen sürdüğü belirlenmiştir. Genel olarak, temas süresi arttıkça baygın oranlarının arttığı, pH 8.5 düzeyinde başlangıç etkilerin daha fazla olduğu, pH 5.5 düzeyinde ise uzun süreli etkilerin daha belirgin olduğu sonucuna varılmıştır. Bu bulgular, Asmetrin®'in etkinliğinin optimize edilmesi için pH düzeyi ve temas süresinin ile uygulama sonrası da geçen süre sonrası dikkatlice düzenlenmesi gerektiğini ve zamanla kontrol etkinliğinin azaldığını göstermektedir.

4.1.6. Asmetrin® uygulamasının farklı pH düzeyleri ve temas ile uygulama zamanlarına göre yerel ve duyarlı popülasyon üzerindeki başlangıç ve uzun süreli etkilerinin karşılaştırmalı değerlendirilmesi

Asmetrin® uygulamasının farklı pH düzeyleri, temas süreleri ve uygulama sonrası geçen süre faktörü dikkate alınarak yerel ve duyarlı popülasyon üzerindeki etkileri incelendiğinde, pH düzeyi ve temas süresinin baygın oranları üzerinde belirgin bir etkisi olduğu tespit edilmiştir. Yerel popülasyonda (Tablo 4.1, 4.2 ve 4.3) pH 8.5 düzeyinde başlangıç etkilerin daha güçlü olduğu, ancak pH 5.5 düzeyinde uzun süreli (kalıntı) etkilerin daha belirgin olduğu tespit edilmiştir. Başlangıç etkilerde (Tablo 4.1), pH 7.0 ve 8.5 düzeyinde 30 dakikalık temas süresinde baygın oranları %100'e ulaşırken, pH 5.5 düzeyinde bu oran %98.72 olarak kaydedilmiştir. 48 saat sonrası kalıntı etkilerinde (Tablo 4.2), ölüm oranlarının başlangıç etkilere göre azaldığı, ancak pH 8.5 düzeyinde etkilerin daha belirgin olduğu gözlemlenmiştir. 120 saat sonrası kalıntı etkilerinde (Tablo 4.3), baygın ve ölüm oranlarının daha da düştüğü, ancak pH 5.5 düzeyinde 120 saatlik uygulamada ürün etkinliğinin kısmen sürdüğü anlaşılmıştır. Duyarlı popülasyonda (Tablo 4.4), pH 7.0 ve 8.5 düzeyinde 10 dakikalık temas süresinden itibaren baygın oranlarının %97.92 ve üzerinde olduğu, pH 5.5 düzeyinde ise 15 dakikalık temas süresinde %100'e ulaşıldığı belirlenmiştir. Genel olarak, duyarlı popülasyonda baygın ve ölüm oranlarının yerel popülasyona göre daha yüksek olduğu ve daha kısa sürelerde maksimum etkiye ulaşıldığı tespit edilmiştir. Bu bulgular, Asmetrin®'in etkinliğinin optimize edilmesi için pH düzeyi ve temas süresi ile uygulama zamanının dikkatlice düzenlenmesi gerektiğini ve duyarlı popülasyonun Asmetrin®'e karşı daha hassas olduğunu göstermektedir.

4.2. Farklı pH ve Uygulama Sürelerinde Ciftox®'in Toksik Etkilerinin Değerlendirilmesi

Elde edilen veriler, Ciftox® uygulamasının etkinliğinin hem pH düzeyine hem de temas süresine bağlı olarak değiştiğini göstermektedir. Bulgular, aşağıdaki başlıklar altında detaylandırılmıştır.

4.2.1. Farklı pH ve temas sürelerinde Ciftox®'in yerel popülasyon üzerindeki tarsal kontakt oranlarının değerlendirilmesi

pH 5.5: pH 5.5 düzeyinde, 5 dakikalık temas süresi baygın oranı %41.33 olarak tespit edilmiştir. Temas süresi arttıkça baygın oranlarında belirgin bir artış gözlenmiş ve 30 dakikalık temas süresinde bu oran %100.00'e ulaşmıştır. 24 saatlik bekleme süresi

sonunda ölüm oranı %100.00 olarak hesaplanmıştır. Bu durum, pH 5.5 düzeyinde Cifto[®]'un baygın oran etkisinin temas süresine bağlı olarak arttığını göstermektedir.

pH 7.0: pH 7.0 düzeyinde, 5 dakikalık temas süresi baygın oranı %22.67 olarak belirlenmiştir. Temas süresi arttıkça baygın oranları artmış ve 30 dakikalık temas süresinde %100.00'e ulaşmıştır. 24 saatlik bekleme süresi sonunda ölüm oranı %89.33 olarak kaydedilmiştir. Bu sonuçlar, pH 7.0 düzeyinde Cifto[®]'un etkisinin daha düşük pH düzeyine kıyasla kısmen farklı olduğunu göstermektedir.

pH 8.5: pH 8.5 düzeyinde, 5 dakikalık temas süresi baygın oranı %26.67 olarak kaydedilmiştir. Bu oran, pH 5.5 düzeyine kıyasla daha düşüktür. Temas süresi arttıkça baygın oranları artmış ve 15 dakikalık temas süresi %98.67'ye, 30 dakikalık temas süresi ise %97.33'e ulaşmıştır. 24 saatlik bekleme süresi sonunda ölüm oranı %89.33 olarak hesaplanmıştır. Bu bulgular, pH 8.5 düzeyinde Cifto[®]'un etkisinin pH 5.5 düzeyine kıyasla uzayan temas süresi ile birlikte daha az baygın oranı olduğunu göstermektedir (Tablo 4.5).

Temas süresi arttıkça tüm pH düzeylerinde baygın oranlarında belirgin bir artış gözlenmiştir. Özellikle 30 dakikalık temas süresi baygınlık oranları, pH 5.5 ve 7.0 düzeylerinde %100.00'e ulaşmıştır. Ancak pH 8.5 düzeyinde 30 dakikalık temas süresi baygın oranı %97.33 olarak kaydedilmiştir. Bu durum, Cifto[®]'un baygın oranı etkinliğinin temas süresiyle doğru orantılı olduğunu ve uzun süreli uygulamalarda maksimum etki sağladığını göstermektedir (Tablo 4.5).

24 saatlik bekleme süresi sonunda ölüm oranları, pH 5.5 düzeyinde %100.00, pH 7.0 ve 8.5 düzeyinde ise %89.33 olarak hesaplanmıştır. Bu sonuçlar, Cifto[®]'un düşük pH (pH 5.5) koşullarında daha etkili olduğunu göstermektedir. Toplam test edilen birey sayısı 75 adet olup maksimum ölüm oranı %100.00 olarak belirlenmiştir (Tablo 4.5).

Bu çalışma, Cifto[®]'un etkinliğinin hem pH düzeyine hem de temas süresine bağlı olarak değiştiğini ortaya koymaktadır. Özellikle pH 5.5 düzeyinde ve uzun temas sürelerinde baygın oranlarının %100.00'e ulaştığı belirlenmiştir. Bu durum, Asmetrin[®]'in asidik koşullarda daha etkili olabileceğini düşündürmektedir. Ayrıca, temas süresinin uzatılması, tüm pH düzeylerinde baygın oranlarını artırmıştır. Ancak, 24 saatlik bekleme süresi sonunda ölüm oranlarının pH 7.0 ve 8.5 düzeyinde ölüm oranının pH 5.5 ile karşılaştırıldığında daha düşük olması, bu koşullarda Asmetrin[®]'in etkisinin nöt ve bazik pH düzeyler de azaldığını göstermektedir.

Tablo 4.5. Ciftox® Uygulamasının Farklı pH Düzeyleri ve Sürelerine Göre Yerel Popülasyon Üzerindeki Tarsal Kontakt Knock-down Time ve Ölüm Oranları (%)

pH Uygulaması	Temas Süresi (Dk)	Tekerrürler			Toplam Ölüm	Toplam Ölüm Oranı (%)
		1	2	3		
5.5	5	11	6	14	31	41.33
5.5	10	24	20	20	64	85.33
5.5	15	25	24	24	73	97.33
5.5	30	25	25	25	75	100.00
5.5	dx*	25	25	25	75	100.00
5.5	dn**	25	25	25	75	
7.0	5	7	3	7	17	22.67
7.0	10	20	16	19	55	73.33
7.0	15	24	23	23	70	93.33
7.0	30	25	25	25	75	100.00
7.0	dx	23	22	22	67	89.33
7.0	dn	25	25	25	75	
8.5	5	11	7	2	20	26.67
8.5	10	19	19	11	49	65.33
8.5	15	25	25	24	73	97.33
8.5	30	25	24	24	74	98.67
8.5	dx	24	23	20	67	89.33
8.5	dn	25	25	25	75	

*dx: 24 saat sonunda ölen birey sayısı, **dn: test edilen birey sayısı

4.2.2. Farklı pH ve temas sürelerinde Ciftox®'in yerel popülasyon üzerindeki 48 saatlik uygulama sonrası ölüm oranlarının değerlendirilmesi

pH 5.5: pH 5.5 düzeyinde, 5 dakikalık temas süresi baygın oranı %90.67 olarak kaydedilmiştir. Temas süresi arttıkça baygın oranlarında artış gözlenmiş ve 10 dakikalık temas süresi %100.00'e ulaşmıştır. 24 saatlik bekleme süresi sonunda ölüm oranı %100.00 olarak hesaplanmıştır. Bu durum, pH 5.5 düzeyinde Ciftox®'un etkisinin temas süresine bağlı olarak baygın oranının arttığını göstermektedir.

pH 7.0: pH 7.0 düzeyinde, 5 dakikalık temas süresi baygın oranı %30.67 olarak belirlenmiştir. Temas süresi arttıkça baygın oranı artmış ve 15 dakikalık temas süresi %52.00 olarak belirlenmiştir. 24 saatlik bekleme süresi sonunda ölüm oranı %56.00 olarak hesaplanmıştır. Bu sonuçlar, pH 7.0 düzeyinde Ciftox®'un etkisinin daha düşük pH düzeyine kıyasla daha az etkili olduğunu göstermektedir.

pH 8.5: pH 8.5 düzeyinde, 5 dakikalık temas süresi baygın oranı %4.00 olarak kaydedilmiştir. Bu oran, diğer pH düzeylerine kıyasla oldukça düşüktür. Temas süresi arttıkça baygın oranları artmış ve 15 dakikalık temas süresi %62.67'ye ulaşmıştır. 24 saatlik bekleme süresi sonunda ölüm oranı %70.67 olarak hesaplanmıştır. Bu bulgular, pH 8.5 düzeyinde Ciftox®'un etkisinin uzayan temas süreyle birlikte baygın oranın daha belirgin olduğunu göstermektedir (Tablo 4.6).

Temas süresi arttıkça tüm pH düzeylerinde baygın oranlarında belirgin bir artış gözlenmiştir. Özellikle pH 5.5 düzeyinde 10 dakikalık temas süresi baygın oranı %100.00'e ulaşmıştır. Ancak pH 7.0 (%52.00) ve pH 8.5 (%62.67) düzeyinde ölüm oranları daha düşük düzeylerde kalmıştır. Bu durum, Ciftox®'un baygın oranı etkinliğinin temas süresiyle doğru orantılı olduğunu ve pH 5.5 düzeyinde daha hızlı maksimum etki sağladığını göstermektedir (Tablo 4.6).

24 saatlik bekleme süresi sonunda ölüm oranları, pH 5.5 düzeyinde %100.00, pH 7.0 düzeyinde %56.00 ve pH 8.5 düzeyinde %70.67 olarak kaydedilmiştir. Bu sonuçlar, Ciftox®'un düşük pH koşullarında (pH 5.5) daha etkili olduğunu düşündürmektedir. Toplam test edilen birey sayısı 75 olup maksimum ölüm oranı %100.00 olarak hesaplanmıştır (Tablo 4.6).

Bu çalışma, Ciftox®'un baygın ve ölüm oranı etkinliğinin hem pH düzeyine hem de temas süresine bağlı olarak değiştiğini ortaya koymaktadır. Özellikle pH 5.5 düzeyinde ve kısa temas sürelerinde baygın oranlarının %100.00'e ulaştığı belirlenmiştir. Bu durum, Ciftox®'un asidik koşullarda daha etkili olabileceğini düşündürmektedir. Ayrıca, temas süresinin uzatılması, pH 7.0 ve 8.5 düzeyinde baygın oranlarını artırmıştır. Ancak, pH 7.0 ve 8.5 düzeyinde 24 saatlik bekleme süresi sonunda ölüm oranlarının daha düşük olması, bu koşullarda Ciftox®'un etkisinin kalıntı etkisinin zamanla azaldığı şeklinde yorumlanmıştır.

Tablo 4.6. Ciftox® 48 Saat Kalıntı Uygulamasının Farklı pH Düzeyleri ve Sürelerine Göre Yerel Popülasyon Üzerindeki Knock-down Time ve Ölüm Oranları (%)

pH Uygulaması	Temas Süresi (Dk)	Tekerrürler			Toplam Ölüm	Toplam Ölüm Oranı (%)
		1	2	3		
5.5	5	20	25	23	68	90.67
5.5	10	25	25	25	75	100.00
5.5	15	25	25	25	75	100.00
5.5	dx*	25	25	25	75	100.00
5.5	dn**	25	25	25	75	
7.0	5	7	8	8	23	30.67
7.0	10	13	14	14	41	54.67
7.0	15	13	13	13	39	52.00
7.0	dx	14	14	14	42	56.00
7.0	dn	25	25	25	75	
8.5	5	0	2	1	3	4.00
8.5	10	4	13	9	26	34.67
8.5	15	10	21	16	47	62.67
8.5	dx	19	16	18	53	70.67
8.5	dn	25	25	25	75	

*dx: 24 saat sonunda ölen birey sayısı, **dn: test edilen birey sayısı

4.2.3. Farklı pH ve temas sürelerinde Cifto[®]'in yerel popülasyon üzerindeki 120 saatlik ölüm oranlarının değerlendirilmesi

pH 5.5: pH 5.5 düzeyinde, 5 dakikalık temas süresi baygın oranı %32.00 olarak belirlenmiştir. Temas süresi arttıkça baygın oranlarında belirgin bir artış gözlenmiş ve 15 dakikalık temas süresi bu oran %100.00'e ulaşmıştır. 24 saatlik bekleme süresi sonunda ölüm oranı %100.00 olarak hesaplanmıştır. Bu durum, pH 5.5 düzeyinde Cifto[®]'un baygın oranı etkisinin temas süresine bağlı olarak arttığını göstermektedir.

pH 7.0: pH 7.0 düzeyinde, 5 dakikalık temas süresi baygın oranı %12.00 olarak belirlenmiştir. Temas süresi arttıkça baygın oranları artmış ve 15 dakikalık temas süresi %84.00 olarak kaydedilmiştir. 24 saatlik bekleme süresi sonunda ölüm oranlarının oranı ise %32.00 olarak hesaplanmıştır. Bu sonuçlar, pH 5.0 düzeyi ile karşılaştırıldığında pH 7.0 düzeyinde Cifto[®]'un baygın oranı ve ölüm oranı etkisinin sınırlı olduğunu göstermektedir.

pH 8.5: pH 8.5 düzeyinde, 5 dakikalık temas süresi baygın oranı %2.67 olarak kaydedilmiştir. Bu oran, diğer pH düzeylerine kıyasla oldukça düşüktür. Temas süresi arttıkça baygın oranları artmış ve 15 dakikalık temas süresi %22.67'ye ulaşmıştır. 24 saatlik bekleme süresi sonunda ölüm oranı ise %38.67 olarak hesaplanmıştır. Bulgular, pH 8.5 düzeyinde Cifto[®]'un kalıntı etkisinin uzayan süre ile daha az belirgin olduğunu göstermektedir (Tablo 4.7).

Temas süresi arttıkça tüm pH düzeylerinde baygın oranlarında belirgin bir artış gözlenmiştir. Özellikle pH 5.5 düzeyinde 15 dakikalık temas süresi baygın oranı %100.00'e ulaşmıştır. Ancak pH 7.0 ve 8.5 düzeyinde baygın oranları sınırlı düzeylerde kalmıştır. Bu durum, Cifto[®]'un baygınlık oranı etkinliğinin temas süresiyle doğru orantılı olduğunu ve pH 5.5 düzeyinde daha hızlı maksimum etki sağladığını göstermektedir (Tablo 4.7).

24 saatlik bekleme süresi sonunda ölüm oranları, pH 5.5 düzeyinde %100.00, pH 7.0 düzeyinde %32.00 ve pH 8.5 düzeyinde %38.67 olarak kaydedilmiştir. Bu sonuçlar, Cifto[®]'un düşük pH koşullarında (pH 5.5) daha etkili olduğunu göstermektedir. Toplam test edilen birey sayısı 75 olup maksimum ölüm oranı %100.00 olarak gözlenmiştir (Tablo 4.7).

Bu çalışma, Cifto[®]'un baygın ve ölüm oranı etkinliğinin hem pH düzeyine hem de temas süresine bağlı olarak değiştiğini ortaya koymaktadır. Özellikle pH 5.5 düzeyinde ve 120 saatlik kalıntı süresinde baygın oranlarının %100.00'e ulaştığı görülmüştür. Bu durum, Cifto[®]'un asidik koşullarda daha etkili olabileceğini düşündürmektedir. Ayrıca,

temas süresinin uzatılması, pH 7.0 ve pH 8.5 düzeyinde baygın oranları ve ölüm oranları sınırlı olup pH 7.0 ve 8.5 düzeyinde 24 saatlik bekleme süresi sonunda ölüm oranlarının daha düşük olması, bu koşullarda Ciftox®'un etkisinin zamanla azaldığını göstermektedir.

Tablo 4.7. Ciftox® 120 Saat Kalıntı Uygulamasının Farklı pH Düzeyleri ve Sürelerine Göre Yerel Popülasyon Üzerindeki 120 Saat Sonra Knock-down Time ve Ölüm Oranları (%)

pH Uygulaması	Temas Süresi (Dk)	Tekerrürler			Toplam Ölüm	Toplam Ölüm Oranı (%)
		1	2	3		
5.5	5	8	8	8	24	32.00
5.5	10	15	21	18	54	72.00
5.5	15	25	25	25	75	100.00
5.5	dx*	25	25	25	75	100.00
5.5	dn**	25	25	25	75	
7.0	5	3	3	3	9	12.00
7.0	10	14	10	12	36	48.00
7.0	15	21	21	21	63	84.00
7.0	dx	7	9	8	24	32.00
7.0	dn	25	25	25	75	
8.5	5	1	0	1	2	2.67
8.5	10	5	7	6	18	24.00
8.5	15	3	8	6	17	22.67
8.5	dx	9	10	10	29	38.67
8.5	dn	25	25	25	75	

*dx: 24 saat sonunda ölen birey sayısı, **dn: test edilen birey sayısı

4.2.4. Farklı pH ve temas sürelerinde Ciftox®'in duyarlı popülasyon üzerindeki tarsal kontakt oranlarının değerlendirilmesi

pH 5.5: pH 5.5 düzeyinde, 5 dakikalık temas süresi baygın oranı %22.67 olarak kaydedilmiştir. Temas süresi arttıkça baygın oranlarında belirgin bir artış gözlenmiş ve 30 dakikalık temas süresi baygın oran %100.00'e ulaşmıştır. 24 saatlik bekleme süresi sonunda ölüm oranı ise %94.67 olarak hesaplanmıştır. Bu durum, pH 5.5 düzeyinde Ciftox®'un baygın oranı etkisinin temas süresine bağlı olarak arttığını göstermektedir.

pH 7.0: pH 7.0 düzeyinde, 5 dakikalık temas süresi baygın oranı %10.67 olarak belirlenmiştir. Temas süresi arttıkça baygın oranları artmış ve 30 dakikalık temas süresi baygın oranı %100.00'e ulaşmıştır. 24 saatlik bekleme süresi sonunda ölüm oranı ise %94.67 olarak kaydedilmiştir. Bu sonuçlar, pH 7.0 düzeyinde Ciftox®'un etkisinin daha düşük pH düzeyine kıyasla baygın oranına daha az etkili olduğunu göstermektedir.

pH 8.5: pH 8.5 düzeyinde, 5 dakikalık temas süresi baygın oranı %30.67 olarak kaydedilmiştir. Bu oran, diğer pH düzeylerine kıyasla daha yüksektir. Temas süresi arttıkça baygın oranları artmış ve 30 dakikalık temas süresi baygın oranı %100.00'e ulaşmıştır. 24 saatlik bekleme süresi sonunda ölüm oranı ise %96.00 olarak

hesaplanmıştır. Bu bulgular, pH 8.5 düzeyinde baygın ve ölüm oranları için Ciftox®'un etkisinin daha hızlı ve etkili olduğunu göstermektedir (Tablo 4.8).

Temas süresi arttıkça tüm pH düzeylerinde baygın oranlarında belirgin bir artış gözlenmiştir. Özellikle 30 dakikalık temas süresi baygın oranları, tüm pH düzeylerinde %100.00'e ulaşmıştır. Bu durum, Ciftox®'un etkinliğinin baygın oranın temas süresiyle doğru orantılı olduğunu ve uzun süreli uygulamalarda maksimum etki sağladığını göstermektedir (Tablo 4.8).

24 saatlik bekleme süresi sonunda ölüm oranları, pH 5.5 ve 7.0 düzeyinde %94.67, pH 8.5 düzeyinde ise %96.00 olarak belirlenmiştir. Bu sonuçlar ölüm oranlarının, Ciftox®'un alkali koşullarda (pH 8.5) daha hızlı ve etkili olduğunu göstermektedir. Toplam test edilen birey sayısı 75 olup maksimum ölüm oranı %100.00 olarak gözlenmiştir (Tablo 4.8).

Bu çalışma, Ciftox®'un etkinliğinin hem pH düzeyine hem de temas süresine bağlı olarak değiştiğini ortaya koymaktadır. Özellikle pH 8.5 düzeyinde ve uzayan kalıntı sürelerinde baygın oranlarının %100.00'e ulaştığı görülmüştür. Bu durum, Ciftox®'un alkali koşullarda daha etkili olabileceğini düşündürmektedir. Ayrıca, temas süresinin uzatılması, tüm pH düzeylerinde baygın oranlarını artırmıştır. 24 saatlik bekleme süresi sonunda ölüm oranlarının pH 8.5 düzeyinde %96.00 olması, bu koşullarda Ciftox®'un etkisinin daha hızlı gerçekleştiğini göstermektedir.

Tablo 4.8. Ciftox® 120 Saat Kalıntı Uygulaması Sonrası Farklı pH Düzeyleri ve Sürelerine Göre Duyarlı Popülasyon Üzerindeki Tarsal Kontakt Knock-down Time ve Ölüm Oranları (%)

pH Uygulaması	Temas Süresi (Dk)	Tekerrürler			Toplam Ölüm	Toplam Ölüm Oranı (%)
		1	2	3		
5.5	5	8	3	6	17	22.67
5.5	10	20	11	16	47	62.67
5.5	15	25	21	23	69	92.00
5.5	30	25	25	25	75	100.00
5.5	dx*	25	22	24	71	94.67
5.5	dn**	25	25	25	75	
7.0	5	3	2	3	8	10.67
7.0	10	19	19	19	57	76.00
7.0	15	24	23	24	71	94.67
7.0	30	25	25	25	75	100.00
7.0	dx	23	24	24	71	94.67
7.0	dn	25	25	25	75	
8.5	5	8	7	8	23	30.67
8.5	10	24	24	24	72	96.00
8.5	15	25	25	25	75	100.00
8.5	30	25	25	25	75	100.00
8.5	dx	25	23	24	72	96.00
8.5	dn	25	25	25	75	

*dx: 24 saat sonunda ölen birey sayısı, **dn: test edilen birey sayısı

4.2.5. Ciftox® uygulamasının farklı pH düzeyleri ve sürelerine göre yerel popülasyon üzerindeki başlangıç ve uzun süreli etkilerinin değerlendirilmesi

Ciftox® uygulamasının farklı pH düzeyleri, temas süreleri ve uygulama sonrası geçen süre faktörü dikkate alınarak yerel popülasyon üzerindeki etkileri incelendiğinde, pH düzeyi ve temas süresinin baygın ve ölüm oranları üzerinde belirgin bir etkisi olduğu değerlendirilmiştir. Başlangıç etkilerinde (Tablo 4.5), pH 5.5 düzeyinde 30 dakikalık temas süresi baygın oranı %100'e ulaşırken, pH 7.0 düzeyinde %100'e ulaşma süresi 30 dakika, pH 8.5 düzeyinde ise %97.33 olarak kaydedilmiştir. 48 saat sonrası kalıntı etkilerinde (Tablo 4.6), pH 5.5 düzeyinde ölüm oranlarının %100'e ulaştığı, pH 7.0 düzeyinde %56.00 düzeyinde olduğu, pH 8.5 düzeyinde ölüm oranının %70.67 olduğu hesaplanmıştır. 120 saat sonrası kalıntı etkilerde (Tablo 4.7), pH 5.5 düzeyinde ölüm oranlarının %100'e ulaştığı, pH 7.0 düzeyinde %32.00'e kadar azaldığı, pH 8.5 düzeyinde ise ölüm oranlarının %38.67 ile sınırlı kaldığı belirlenmiştir. Genel olarak, pH 5.5 düzeyinde Ciftox®'un ölüm oranı etkisinin daha güçlü olduğu, pH 7.0 ve pH 8.5 düzeyinde etkinliğin belirgin şekilde azaldığı tespit edilmiştir. Bu bulgular, Ciftox®'un etkinliğinin optimize edilmesi için pH düzeyi ve temas süresinin ve uygulama zamanının dikkatlice düzenlenmesi gerektiğini ve pH 5.5 düzeyinde daha etkili olduğunu göstermektedir.

4.2.6. Ciftox® uygulamasının farklı pH düzeyleri ve temas ile uygulama zamanına göre yerel ve duyarlı popülasyon üzerindeki başlangıç ve uzun süreli etkilerinin karşılaştırmalı değerlendirilmesi

Ciftox® uygulamasının farklı pH düzeyleri, temas süreleri ve uygulama sonrası geçen süre faktörü dikkate alınarak yerel ve duyarlı popülasyon üzerindeki etkileri incelendiğinde, pH düzeyi ve temas süresinin ölüm oranları üzerinde belirgin bir etkisi olduğu görülmektedir. Yerel popülasyonda (Tablo 4.5, 4.6 ve 4.7), pH 5.5 düzeyinde ölüm oranlarının %100'e ulaştığı, pH 7.0 düzeyinde ölüm oranının 89.33 olduğu, pH 8.5 düzeyinde ise ölüm oranının %89.33 olduğu tespit edilmiştir. 48 saat sonrası kalıntı etkilerde (Tablo 4.6), pH 5.5 düzeyinde ölüm oranlarının %100'e ulaştığı, pH 7.0 düzeyinde %56.00'ye kadar azaldığı, pH 8.5 düzeyinde ise ölüm oranının %70.67 olduğu hesaplanmıştır. 120 saat sonrası kalıntı etkilerde (Tablo 4.7), pH 5.5 düzeyinde ölüm oranlarının %100'e ulaştığı, pH 7.0 düzeyinde %32.00 düzeyine kadar azaldığı, pH 8.5 düzeyinde ise ölüm oranlarının %38.67 ile sınırlı kaldığı belirlenmiştir. Duyarlı popülasyonda (Tablo 4.8), pH 5.5 düzeyinde 15 dakikalık temas süresi baygın oranlarının

%92.00'ye ulaştığı, 30 dakikalık temas süresi ise %100 olduğu belirlenmiştir. pH 7.0 düzeyinde 15 dakikalık temas süresi baygın oranı %94.67'ye ulaşırken, pH 8.5 düzeyinde 10 dakikalık temas süresi %96.00 ve 15 dakikalık temas süresi %100'e ulaştığı tespit edilmiştir. Genel olarak, duyarlı popülasyonda baygın ve ölüm oranlarının yerel popülasyona göre daha yüksek olduğu ve daha kısa sürelerde maksimum etkiye ulaşıldığı gözlemlenmiştir. Bu bulgular, Ciftox®'un etkinliğinin optimize edilmesi için pH düzeyi ve temas süresi ile uygulama zamanlarının dikkatlice düzenlenmesi gerektiğini ve duyarlı popülasyonun Ciftox®'a karşı daha hassas olduğunu göstermektedir.

4.3. Asmetrin® ve Ciftox® Uygulamalarının Farklı pH Düzeyleri ve Sürelerine Göre Yerel Popülasyon Üzerindeki Başlangıç ve Uzun Süreli Etkilerinin Karşılaştırmalı Analizi

Asmetrin® ve Ciftox® uygulamalarının farklı pH düzeyleri, temas süreleri ve uygulama sonrası geçen süre faktörüne göre yerel popülasyon üzerindeki etkileri karşılaştırıldığında, her iki biyosidal ürünün de etkinliğinin pH düzeyi ve temas süreleri ve uygulama sonrası geçen süreye bağlı olarak değiştiği belirlenmiştir. Başlangıç etkilerinde (Tablo 4.1 ve 4.5), pH 5.5 düzeyinde ölüm oranı Asmetrin® ürünün için %83.71 Ciftox® ürünü için %100'e ulaştığı, pH 7.0 düzeyinde ölüm oranı Asmetrin® ürünün için %87.20 Ciftox® ürünü için %89.33'e olduğu, pH 8.5 düzeyinde ölüm oranı Asmetrin® ürünün için %98.67 Ciftox® ürünü için %89.33'e olduğu belirlenmiştir.

48 saat sonrası kalıntı etkilerinde (Tablo 4.2 ve 4.6), pH 5.5 düzeyinde ölüm oranının Asmetrin® ürünün için %84.31 Ciftox® ürünü için %100'e ulaştığı, pH 7.0 düzeyinde ölüm oranının Asmetrin® ürünün için %72.90 Ciftox® ürünü için %56.00'a olduğu, pH 8.5 düzeyinde ölüm oranının Asmetrin® ürünün için %91.38 Ciftox® ürünü için %70.67'e olduğu belirlenmiştir.

120 saat sonrası kalıntı etkilerinde (Tablo 4.3 ve 4.7), pH 5.5 düzeyinde ölüm oranının Asmetrin® ürünün için %44.57 Ciftox® ürünü için %100'e olduğu, pH 7.0 düzeyinde ölüm oranının Asmetrin® ürünün için %21.48 Ciftox® ürünü için %32.00'e olduğu, pH 8.5 düzeyinde ölüm oranının Asmetrin® ürünün için %20.79 Ciftox® ürünü için %38.67'e olduğu belirlenmiştir.

Her iki biyosidal ürün için de temas süresi arttıkça baygınlık oranlarının yükseldiği, ancak ölüm oranın uzayan kalıntı etkisi nedeniyle zamanla azaldığı değerlendirilmiştir. Bu bulgular, Asmetrin® ve Ciftox®'un etkinliğinin optimize edilmesi için pH düzeyi ve temas süresinin ve uygulama zamanlarının dikkatlice düzenlenmesi

gerektiğini ve her iki biyosidal ürünün farklı pH koşullarında farklı etkinlik profilleri sergilediğini göstermektedir.

4.4. Asmetrin® ve Ciftox® Uygulamalarının Farklı pH Düzeyleri ve Sürelerine Göre Duyarlı Popülasyon Üzerindeki Başlangıç Etkilerinin Karşılaştırmalı Analizi

Asmetrin® ve Ciftox® uygulamalarının farklı pH düzeyleri ve temas sürelerine göre duyarlı popülasyon üzerindeki başlangıç etkileri karşılaştırıldığında, her iki biyosidal ürünün de pH düzeyi ve temas süresine bağlı olarak farklı etkinlik profilleri sergilediği görülmektedir. Asmetrin® için (Tablo 4.4), pH 5.5 düzeyinde 10 dakikalık temas süresi baygın oranı %95.45'e ulaşırken, 15 ve 30 dakikalık temas süresinde %100'e ulaştığı tespit edilmiştir. pH 7.0 düzeyinde 5 dakikalık temas süresi baygın oranı %77.08 iken, 10 dakikalık temas süresi %97.92'ye, 15 dakikalık temas süresi ise %100'e ulaşmıştır. pH 8.5 düzeyinde ise 5 dakikalık temas süresi baygın oranı %82.44, 10 dakikalık temas süresi %98.00, 15 ve 30 dakikalık temas süresi %100 olarak kaydedilmiştir.

Ciftox® için (Tablo 4.8), pH 5.5 düzeyinde 10 dakikalık temas süresi baygın oranı %62.67 iken, 15 dakikalık temas süresi %92.00, 30 dakikalık temas süresi ise %100'e ulaştığı belirlenmiştir. pH 7.0 düzeyinde 5 dakikalık temas süresinde baygın oranı %10.67 ile düşük kalırken, 10 dakikalık temas süresinde %76.00, 15 dakikalık temas süresinde %94.67 ve 30 dakikalık temas süresinde %100'e ulaştığı tespit edilmiştir. pH 8.5 düzeyinde ise 5 dakikalık temas süresi baygın oranı %30.67, 10 dakikalık temas süresinde %96.00, 15 ve 30 dakikalık temas süresinde %100 olarak belirlenmiştir.

Başlangıç etkilerde (Tablo 4.4 ve 4.8), pH 5.5 düzeyinde ölüm oranı Asmetrin® ürünün için %86.15'e Ciftox® ürünü için %94.67'ye ulaştığı, pH 7.0 düzeyinde ölüm oranı Asmetrin® ürünün için %100 Ciftox® ürünü için %94.67'ye olduğu, pH 8.5 düzeyinde ölüm oranı Asmetrin® ürünün için %100 Ciftox® ürünü için %96.00'a olduğu belirlenmiştir.

Genel olarak, Asmetrin®'in pH 5.5 ve 8.5 düzeyinde daha etkili olduğu, Ciftox®'un ise pH 7.0 düzeyinde daha kısa sürelerde yüksek baygınlık oranlarına ulaştığı gözlemlenmiştir. Her iki biyosidal ürün için de temas süresi arttıkça baygın oranlarının yükseldiği, ancak Asmetrin®'in daha kısa sürelerde maksimum etkiye ulaştığı anlaşılmıştır. Bu bulgular, Asmetrin® ve Ciftox®'un etkinliğinin optimize edilmesi için pH düzeyi ve temas süresinin ve uygulama zamanlarının dikkatlice düzenlenmesi

gerektiğini ve her iki biyosidal ürünün farklı pH koşullarında farklı etkinlik profilleri sergilediğini göstermektedir.

4.5. Asmetrin® ve Ciftoz® Uygulamalarının Farklı pH Düzeyleri ve Sürelerine Göre Yerel ve Duyarlı Popülasyon Üzerindeki Başlangıç ve Uzun Süreli Etkilerinin Karşılaştırmalı Analizi

Asmetrin® ve Ciftoz® uygulamalarının farklı pH düzeyleri, temas süreleri ve popülasyon türlerine göre etkileri karşılaştırıldığında, her iki biyosidal ürünün de etkinliğinin pH düzeyi, temas süresi, uygulama zamanı ve popülasyonun duyarlılığına bağlı olarak değiştiği belirlenmiştir. Yerel popülasyonda (Tablo 4.1, 4.2, 4.3, 4.5, 4.6 ve 4.7), başlangıç etkilerde, Asmetrin® pH 7.0 düzeyinde 30 dakikalık temas süresinde %100 baygın oranına ulaşırken, Ciftoz® pH 5.5 düzeyinde benzer şekilde 30 dakikalık temas süresi sonunda %100 baygın oranına ulaşmıştır.

48 saat sonrası kalıntı etkilerinde, Asmetrin® pH 8.5 düzeyinde %91.38 ölüm oranına ulaşırken, Ciftoz® aynı pH düzeyinde %70.67 ölüm oranı göstermiştir. 120 saat sonrası kalıntı etkilerinde ise Asmetrin® pH 7.0 ve 8.5 düzeyinde daha sınırlı ölüm oranları belirlenirken, Ciftoz® pH 8.5 düzeyinde ölüm oranı %38.67 ile daha düşük bir etki göstermiştir.

Duyarlı popülasyonda (Tablo 4.4 ve 4.8), yerel popülasyonla karşılaştırıldığında Asmetrin®'in pH 5.5, 7.0 ve 8.5 düzeyinde daha kısa sürede %100 baygın oranına ulaştığı, Ciftoz®'un ise pH 7.0 düzeyinde daha düşük ölüm oranlarına sahip olduğu belirlenmiştir. Özellikle pH 8.5 düzeyinde Asmetrin®'in 5 dakikalık temas süresinde %82.44 baygın oranına ulaştığı, Ciftoz®'un ise aynı sürede %30.67 baygın oranı olduğu tespit edilmiştir.

Her iki biyosidal ürün için de temas süresi arttıkça baygın oranlarının arttığı, ancak Asmetrin®'in daha kısa sürede maksimum etkiye ulaştığı değerlendirilmiştir. Bu bulgular, Asmetrin® ve Ciftoz®'un etkinliğinin optimize edilmesi için pH düzeyi, temas süresi ve popülasyonun duyarlılığı gibi faktörlerin dikkatlice değerlendirilmesi gerektiğini göstermektedir.

4.6. Farklı pH ve Uygulama Sürelerinde Asmetrin® ve Ciftoz®'un Ev Sineği Ölümleri Üzerindeki Etkileri

Çalışmanın bu kısmında Asmetrin® ve Ciftoz® ürünlerinin farklı pH düzeylerinin ve farklı uygulama zamanlarının yerel ve duyarlı böcek popülasyonları üzerindeki etkisi istatistiksel olarak incelenmiştir.

4.6.1. Farklı pH ve uygulama sürelerinde Asmetrin®'in ev sineği baygın ve ölümleri üzerindeki etkileri

Çalışmanın bu kısmında Asmetrin® ürününün farklı pH düzeylerinin ve farklı temas ve uygulama zamanlarının yerel ve duyarlı böcek popülasyonları üzerindeki etkisi incelenmiştir.

Tablo 4.9. Asmetrin®, Uygulama Zamanı, Ev sineği Popülasyonu, pH Düzeyi ve Temas Süresine Göre Baygın ve Ölen Ev Sineği Sayıları (Ortalama $\pm$ Standart Sapma)

Ürün	Uygulama Zamanı	Popülasyon	pH düzeyi	Temas Süresi*	Baygın ve ev sineği sayısı
Asmetrin®	Başlangıç	Yerel	5.5	5 Dakika	6.44 $\pm$ 1.34
				10 Dakika	20.06 $\pm$ 0.21
				15 Dakika	24.06 $\pm$ 0.94
				30 Dakika	24.68 $\pm$ 0.32
				dx**	20.93 $\pm$ 1.19
			7.0	5 Dakika	6.24 $\pm$ 2.91
				10 Dakika	19.65 $\pm$ 1.00
				15 Dakika	23.00 $\pm$ 1.00
				30 Dakika	25.00 $\pm$ 0.00
				dx	21.80 $\pm$ 0.35
			8.0	5 Dakika	8.74 $\pm$ 3.08
				10 Dakika	17.53 $\pm$ 1.72
				15 Dakika	21.26 $\pm$ 1.88
				30 Dakika	24.40 $\pm$ 0.31
				dx	24.67 $\pm$ 0.33
	Başlangıç	Duyarlı	5.5	5 Dakika	2.30 $\pm$ 0.64
				10 Dakika	23.86 $\pm$ 0.66
				15 Dakika	25.00 $\pm$ 0.00
				30 Dakika	25.00 $\pm$ 0.00
				dx	21.54 $\pm$ 0.63
			7.0	5 Dakika	19.27 $\pm$ 0.30
				10 Dakika	24.48 $\pm$ 0.30
				15 Dakika	25.00 $\pm$ 0.00
				30 Dakika	25.00 $\pm$ 0.00
				dx	25.00 $\pm$ 0.00
			8.0	5 Dakika	20.61 $\pm$ 0.93
				10 Dakika	24.50 $\pm$ 0.29
				15 Dakika	25.00 $\pm$ 0.00
				30 Dakika	25.00 $\pm$ 0.00
				dx	25.00 $\pm$ 0.00
	48 saat	Yerel	5.0	5 Dakika	5.39 $\pm$ 3.20
				10 Dakika	11.73 $\pm$ 12.79
				15 Dakika	21.08 $\pm$ 18.81
				30 Dakika	* $\pm$ *
				dx	21.08 $\pm$ 18.23
			7.0	5 Dakika	3.20 $\pm$ 0.10
				10 Dakika	12.79 $\pm$ 0.39
				15 Dakika	18.81 $\pm$ 0.80
				30 Dakika	* $\pm$ *
				dx	18.23 $\pm$ 0.03

Tablo 4.9. (devamı) Asmetrin®, Uygulama Zamanı, Ev sineği Popülasyonu, pH Düzeyi ve Temas Süresine Göre Baygın ve Ölen Ev Sineği Sayıları (Ortalama $\pm$ Standart Sapma)

48 saat	Yerel	8.0	5 Dakika	8.64 $\pm$	0.01
			10 Dakika	13.96 $\pm$	1.40
			15 Dakika	21.30 $\pm$	0.64
			30 Dakika	* $\pm$	*
			dx	22.84 $\pm$	1.24
120 saat	Yerel	5.0	5 Dakika	2.21 $\pm$	0.45
			10 Dakika	11.36 $\pm$	3.26
			15 Dakika	18.86 $\pm$	1.81
			30 Dakika	* $\pm$	*
			dx	11.14 $\pm$	1.07
		7.0	5 Dakika	8.64 $\pm$	0.01
			10 Dakika	13.96 $\pm$	1.40
			15 Dakika	21.30 $\pm$	0.64
			30 Dakika	* $\pm$	*
			dx	22.84 $\pm$	1.24
		8.0	5 Dakika	2.85 $\pm$	0.84
			10 Dakika	11.66 $\pm$	2.72
			15 Dakika	19.11 $\pm$	1.41
			30 Dakika	* $\pm$	*
			dx	5.20 $\pm$	1.01

* İşaretli hücreler, veri bulunmayan değerleri göstermektedir. **dx: 24 saat sonunda ölen birey sayısı

Asmetrin® ürününün etkinliği, temas zamanına bağlı olarak belirgin farklılıklar göstermektedir. Başlangıç temas koşullarında yerel böcek popülasyonunda ortalama 19.23 baygın böcek belirlenirken, bu değer 48 saat sonra 14.92'ye, 120 saat sonra ise 12.43'e düşmüştür. Bu bulgular, ürünün kimyasal stabilitesinin zamanla azaldığını ve buna bağlı olarak etkinliğinin önemli ölçüde düştüğünü göstermektedir.

Özellikle dikkat çekici olarak, 48 ve 120 saat uygulamalarında pH düzeyine bağlı olarak etkinlikte gözlemlenen değişikliklerdir. 48 saat uygulamasında pH 8.5 düzeyinde (ortalama 16.69) pH 5.5'e (ortalama 14.82) göre daha yüksek etkinlik kaydedilirken, 120 saat uygulamasında bu durum tersine dönmüş ve pH 5.5'te (ortalama 10.89) pH 8.5'e (ortalama 9.71) kıyasla daha yüksek etkinlik elde edilmiştir. Bu sonuçlar, Asmetrin®'in seyreltme suyu ile hazırlandıktan sonra kimyasal stabilitesinin pH düzeyine bağlı olarak değiştiğini ve zaman içinde farklı pH seviyelerinde farklı degradasyon kinetikleri gösterdiğini düşündürmektedir.

Başlangıç temas koşullarında, Asmetrin®'in yerel ve duyarlı böcek popülasyonları üzerindeki etkinliği karşılaştırıldığında, yerel popülasyonda ortalama 19.23 baygın böcek, duyarlı popülasyonda ise 22.44 baygın böcek belirlenmiştir kaydedilmiştir. Bu sonuçlar, duyarlı popülasyonun ürüne karşı yaklaşık %17 daha yüksek duyarlılık gösterdiğini ortaya koymaktadır. Popülasyon direncinin etkisi, pH düzeyine bağlı olarak da değişmektedir. Duyarlı popülasyonda, pH 7.0 ve 8.5 seviyelerinde 5 dakikalık

periyotta dahi yüksek etkinlik (sırasıyla 19.27 ve 20.61) gözlemlenirken, yerel popülasyonda aynı koşullarda etkinlik daha düşük (sırasıyla 6.24 ve 8.74) kalmıştır. Bu durum, yerel popülasyonun ürünün aktif maddesine karşı geliştirdiği metabolik detoksifikasyon mekanizmalarının, özellikle kısa süreli uygulamalarda etkili olduğunu düşündürmektedir.

Ek olarak, duyarlı popülasyonda standart sapma değerlerinin genel olarak daha düşük olması, ürünün bu popülasyonda daha stabil bir etki gösterdiğini ortaya koymaktadır. Bu bulgu, yerel popülasyonda bireyler arasında direnç mekanizmalarının heterojenliğine işaret etmektedir.

Asmetrin®'in etkinliği, ortam pH düzeyine bağlı olarak da önemli farklılıklar göstermektedir. Yerel popülasyonda, pH 7.0 düzeyinde ortalama 16.57, pH 8.5'te 15.55 ve pH 5.5'te 15.31 baygın böcek belirlenmiştir. Bu veriler, ürünün hafif bazik ortamlarda daha yüksek etkinlik gösterdiğini ortaya koymaktadır.

pH düzeyinin etkisi, temas zamanına göre de değişmektedir. Başlangıç temas koşullarında, pH 8.5'te dx değeri (24.67) en yüksek düzeye ulaşırken, 120 saat uygulamasında aynı pH düzeyinde dx değeri (5.20) belirgin bir azalma göstermiştir. Bu durum, Asmetrin®'in bazik ortamlarda başlangıçta yüksek etkinlik gösterse de zamanla kimyasal stabilitesini kaybettiğini düşündürmektedir. Özellikle pH 7.0 düzeyinde ürünün uzun süreli stabilitesinin daha yüksek olduğu görülmektedir. 120 saat sonraki uygulamalarda, pH 7.0'da dx değeri (22.84) başlangıç temas koşullarındaki değere (21.80) yakın kalırken, diğer pH seviyelerinde belirgin azalmalar gözlenmiştir. Bu bulgu, ürünün seyreltme suyu ile hazırlandıktan sonra uzun süreli depolanması ve kullanımı için pH 7.0 düzeyinin en uygun koşul olduğunu göstermektedir.

Temas süresi de ürün etkinliği üzerinde belirleyici bir faktördür. 5 dakikalık periyotta ortalama 7.88, 10 dakikada 17.13, 15 dakikada 21.98 ve 30 dakikada 24.85 baygın böcek tespit edilmiştir. Sonuçlar, ürünün etkinliğinin temas süresiyle doğru orantılı olarak arttığını göstermektedir. Özellikle 5 dakikadan 10 dakikaya geçişte etkinlikte %117'lik bir artış gözlenmiş, bu da ürünün böcek vücuduna alınması ve toksik etkisinin gözlenmesi için en az 10 dakikalık bir sürenin kritik olduğunu düşündürmektedir. 15 dakikalık periyotta etkinliğin %28 daha artması ve 30 dakikada en üst düzeye ulaşması, en uygun etkinlik için 15-30 dakikalık bir temas süresinin gerekli olduğunu göstermektedir.

Temas süresinin etkisi, popülasyon direncine göre de değişmektedir. Duyarlı popülasyonda, 10 dakikalık periyotta dahi yüksek etkinlik (ortalama 24.28)

gözlemlenirken, yerel popülasyonda aynı sürede etkinlik daha düşük (ortalama 15.83) kalmıştır. Bu bulgu, yerel popülasyonda en uygun etkinlik için daha uzun temas sürelerinin gerekli olduğunu şeklinde yorumlanmıştır.

Sonuç olarak, Asmetrin® ürününün etkinliği üzerinde temas zamanı ve pH düzeyi arasında önemli bir etkileşim olduğu belirlenmiştir. Başlangıç uygulama koşullarında pH 8.5'te yüksek etkinlik (dx değeri 24.67) gözlemlenirken, 120 saat sonra aynı pH düzeyinde etkinlikte dramatik bir azalma (dx değeri 5.20) yaşanmıştır. Buna karşılık, pH 7.0 düzeyinde etkinlik 120 saat sonra dahi yüksek (dx değeri 22.84) kalmıştır. Bu bulgular, Asmetrin®'in kimyasal stabilitesinin pH düzeyine bağlı olarak değiştiğini ve seyreltme sonrası pH 7.0 düzeyinin uzun süreli stabilite için optimum olduğunu göstermektedir. Bu durum, ürünün seyreltme sonrası bekletilme süresi ve kullanımı açısından önemli bir parametre olarak değerlendirilmelidir.

4.6.2. Farklı pH ve temas sürelerinde Ciftox®'in ev sineği baygın ölümleri üzerindeki etkileri

Çalışmanın bu kısmında Ciftox® ürününün farklı pH düzeylerinin ve farklı temas ve uygulama zamanlarının yerel ve duyarlı böcek popülasyonları üzerindeki etkisi incelenmiştir.

Tablo 4.10. Ciftox®, Uygulama Zamanı, Ev sineği Popülasyonu, pH Düzeyi ve Temas Süresine Göre Baygın Ölen Ev Sineği Sayıları (Ortalama $\pm$ Standart Sapma)

Ürün	Uygulama Zamanı	Popülasyon	pH düzeyi	Temas süresi*	Baygın ve ölen ev sineği sayısı
Ciftox®	Başlangıç	Yerel	5.0	5 Dakika	10.33 $\pm$ 2.33
				10 Dakika	21.33 $\pm$ 1.33
				15 Dakika	24.33 $\pm$ 0.33
				30 Dakika	25.00 $\pm$ 0.00
				dx**	25.00 $\pm$ 0.00
			7.0	5 Dakika	5.67 $\pm$ 1.33
				10 Dakika	18.33 $\pm$ 1.20
				15 Dakika	23.33 $\pm$ 0.33
				30 Dakika	25.00 $\pm$ 0.00
				dx	22.33 $\pm$ 0.33
			8.0	5 Dakika	6.67 $\pm$ 2.60
				10 Dakika	16.33 $\pm$ 2.67
				15 Dakika	24.67 $\pm$ 0.33
				30 Dakika	24.33 $\pm$ 0.33
				dx	22.33 $\pm$ 1.20

Tablo 4.10. (devamı) Ciftox®, Uygulama Zamanı, Ev sineği Popülasyonu, pH Düzeyi ve Temas Süresine Göre Baygın Ölen Ev Sineği Sayıları (Ortalama $\pm$ Standart Sapma)

Başlangıç	Duyarlı	5.0	5 Dakika	5.67 $\pm$ 1.45	
			10 Dakika	15.67 $\pm$ 2.60	
			15 Dakika	23.00 $\pm$ 1.15	
			30 Dakika	25.00 $\pm$ 0.00	
			dx	23.67 $\pm$ 0.88	
		7.0	5 Dakika	2.67 $\pm$ 0.33	
			10 Dakika	19.00 $\pm$ 0.00	
			15 Dakika	23.67 $\pm$ 0.33	
			30 Dakika	25.00 $\pm$ 0.00	
			dx	23.67 $\pm$ 0.33	
		8.0	5 Dakika	7.67 $\pm$ 0.33	
			10 Dakika	24.00 $\pm$ 0.00	
			15 Dakika	25.00 $\pm$ 0.00	
			30 Dakika	25.00 $\pm$ 0.00	
			dx	24.00 $\pm$ 0.58	
48 saat	Yerel	5.0	5 Dakika	22.67 $\pm$ 1.45	
			10 Dakika	25.00 $\pm$ 0.00	
			15 Dakika	25.00 $\pm$ 0.00	
			30 Dakika	* $\pm$ *	
			dx	25.00 $\pm$ 0.00	
		7.0	5 Dakika	7.67 $\pm$ 0.33	
			10 Dakika	13.67 $\pm$ 0.33	
			15 Dakika	13.67 $\pm$ 0.33	
			30 Dakika	* $\pm$ *	
			dx	14.00 $\pm$ 0.00	
		8.0	5 Dakika	1.00 $\pm$ 0.58	
			10 Dakika	8.67 $\pm$ 2.60	
			15 Dakika	15.67 $\pm$ 3.18	
			30 Dakika	* $\pm$ *	
			dx	17.67 $\pm$ 0.88	
120 saat	Yerel	5.0	5 Dakika	8.00 $\pm$ 0.00	
			10 Dakika	18.00 $\pm$ 1.73	
			15 Dakika	25.00 $\pm$ 0.00	
			30 Dakika	* $\pm$ *	
			dx	25.00 $\pm$ 0.00	
		7.0	5 Dakika	3.00 $\pm$ 0.00	
			10 Dakika	12.00 $\pm$ 1.15	
			15 Dakika	21.00 $\pm$ 0.00	
			30 Dakika	* $\pm$ *	
			dx	25.00 $\pm$ 0.00	
		8.0	5 Dakika	0.67 $\pm$ 0.33	
			10 Dakika	6.00 $\pm$ 0.58	
			15 Dakika	5.67 $\pm$ 1.45	
			30 Dakika	* $\pm$ *	
			dx	9.67 $\pm$ 0.33	

* İşaretli hücreler, veri bulunmayan değerleri göstermektedir. */dx: 24 saat sonunda ölen birey sayısı

Ciftox® ürününün etkinliği, temas zamanına bağlı olarak belirgin farklılıklar göstermektedir. Başlangıç uygulama koşullarında ortalama 19.59 baygın böcek belirlenirken, 48 saat uygulamasında bu değer 15.81'e, 120 saat uygulamasında ise 13.25'e düşmüştür. Bu bulgular, ürünün etkinliğinin zaman içinde azaldığını göstermektedir. Özellikle 48 saat uygulamasında pH 5.5 düzeyinde yüksek etkinlik (ortalama 24.42) kaydedilirken, pH 7.0 ve 8.5 seviyelerinde etkinliğin belirgin şekilde

düştüğü tespit edilmiştir. 120 saat uygulamasında ise pH 5.5 ve 7.0 seviyelerinde etkinlik korunurken, pH 8.5'te belirgin bir azalma (ortalama 5.50) belirlenmiştir. Bu bulgular, Ciftox®'un kimyasal stabilitesinin pH seviyesine bağlı olarak değiştiğini ve asidik ortamlarda daha uzun süre etkinliğini koruduğunu göstermektedir.

Başlangıç uygulama koşullarında, Ciftox®'un yerel ve duyarlı böcek popülasyonları üzerindeki etkinliği karşılaştırıldığında, yerel popülasyonda ortalama 19.67, duyarlı popülasyonda ise 19.51 baygın böcek belirlenmiştir. Bu sonuçlar, ürünün her iki popülasyon tipinde de benzer etkinlik gösterdiğini, ancak duyarlı popülasyonda hafif bir avantaj sağladığını ortaya koymaktadır. Özellikle pH 8.5 düzeyinde, duyarlı popülasyonda daha yüksek etkinlik (ortalama 21.13) gözlemlenmiştir. Bu durum, yerel popülasyonun bazik ortamlarda daha etkili direnç veya detoksifikasyon mekanizmaları geliştirmiş olabileceğini düşündürmektedir. Ayrıca, duyarlı popülasyonda standart sapma değerlerinin daha düşük olması, ürünün bu popülasyonda daha stabil bir etki gösterdiğini kanıtlamaktadır.

Ciftox®'un etkinliği, ortam pH düzeyine bağlı olarak da önemli farklılıklar göstermektedir. Genel olarak, pH 5.5 düzeyinde ortalama 20.70, pH 7.0'da 16.59 ve pH 8.5'te 14.72 baygın böcek belirlenmiştir. Bu veriler, ürünün asidik ortamlarda daha yüksek etkinlik gösterdiğini ortaya koymaktadır. Özellikle 48 ve 120 saat uygulamalarında, pH 5.5'te etkinliğin korunduğu, pH 8.5'te ise belirgin bir azalma olduğu tespit edilmiştir. Bu durum, ürünün aktif bileşenlerinin asidik ortamlarda daha stabil kalması ve böcek fizyolojisine daha etkili penetrasyon sağlaması ile açıklanabilir. Ayrıca, pH düzeyinin ürün etkinliği üzerindeki etkisi, uygulama zamanına bağlı olarak değişmektedir; başlangıç uygulama koşullarında pH etkisi daha az belirgin iken, zaman geçtikçe bu etki artmaktadır.

Ürün etkinliği, temas süresine bağlı olarak da artış göstermektedir. 5 dakikalık periyotta ortalama 6.81, 10 dakikada 16.50, 15 dakikada 20.83 ve 30 dakikada 24.89 baygın böcek tespit edilmiştir. Sonuçlar, ürünün etkinliğinin temas süresiyle doğru orantılı olarak arttığını göstermektedir. Özellikle 10 dakikadan 15 dakikaya geçişte etkinlikte belirgin bir artış gözlenmiş, bu da ürünün böcek vücuduna alınması ve toksik etkisinin ortaya çıkması için en az 10-15 dakikalık bir sürenin gerekli olduğunu düşündürmektedir. Ayrıca, 30 dakikalık periyotta neredeyse tüm koşullarda en yüksek etkinliğe ulaşılması, bu sürenin optimum etkinlik için yeterli olduğunu göstermektedir.

Ciftox®'un etkinliği üzerinde uygulama zamanı ve pH düzeyi arasında önemli bir etkileşim gözlemlenmiştir. Başlangıç uygulama koşullarında pH etkisi sınırlı iken, 48 ve

120 saat uygulamalarında bu etki belirginleşmiştir. 48 saat sonra pH 5.5'te yüksek etkinlik korunurken, pH 7.0 ve özellikle pH 8.5'te etkinlikte önemli bir azalma gözlenmiştir. 120 saat sonra ise pH 5.5 ve 7.0'da etkinlik korunurken, pH 8.5'te dramatik bir azalma kaydedilmiştir. Bu bulgular, ürünün kimyasal stabilitesinin asidik ortamlarda daha yüksek olduğunu ve zaman geçtikçe bazik ortamlarda etkinliğini kaybettiğini göstermektedir. Bu etkileşim, ürünün su ile seyreltikten sonra uzun süreli depolanması ve kullanımı açısından önemli bir faktör olarak değerlendirilmelidir.

4.7. Asmetrin® ve Ciftox® Uygulamalarının Karşılaştırması: Benzerlikler ve Ortak Bulgular

Her iki çalışma da aynı deneysel tasarım çerçevesinde gerçekleştirilmiştir: Üç farklı uygulama zamanı (başlangıç, 48 ve 120 saat sonra), iki farklı popülasyon tipi (yerel ve duyarlı), üç farklı pH düzeyi (5.0, 7.0 ve 8.0) ve dört farklı temas süresi (5, 10, 15 ve 30 dakika). Bu metodolojik benzerlik, iki ürünün etkinliklerinin doğrudan karşılaştırılmasına olanak sağlamaktadır.

Her iki ürün için de temas süresi arttıkça baygın oranı etkinliğinin belirgin şekilde arttığı belirlenmiştir. Her iki üründe de 5 dakikalık periyottan 10 dakikalık periyoda geçişte etkinlikte dikkat çekici bir artış belirlenmiştir. 15 dakikalık periyotta her iki üründe de yüksek etkinlik düzeylerine ulaşmış olup 30 dakikalık periyotta her iki ürün de en üst düzeyde veya en üst düzeye yakın etkinliğin varlığı belirlenmiştir. Her iki ürün için de en uygun baygınlık oranı etkinlik için 15-30 dakikalık temas süresi gerekli olduğu tespit edilmiş ve 5 dakikalık temas süresi her iki ürün için de yetersiz olduğu değerlendirilmiştir. Bu bulgular, her iki ürün içinde ürünlerin böcek tarafından alınması ve toksik etkisini göstermesi için benzer bir zamana ihtiyaç olduğunun göstergesi olarak kabul edilmiştir.

Her iki ürün için de böcek popülasyon direncinin etkinlik üzerinde benzer etkileri gözlemlenmiştir. Her iki ürün içinde duyarlı popülasyon üzerine yerel popülasyona kıyasla daha yüksek etkinlik gösterdiği belirlenmiştir. Asmetrin® için duyarlı popülasyona ortalama etkinlik 22.44, Ciftox® için ise 21.13 olarak belirlenmiştir. Her iki ürün içinde yerel popülasyonda, özellikle kısa süreli uygulamalarda (5 dakika) baygınlık oranı etkinliğinin düşük olduğu değerlendirilmiştir. Yerel popülasyonda standart sapma değerleri her iki ürün için de daha yüksek olduğu değerlendirilmiş ve bu durum etkinliğin daha değişken olduğunun göstergesi olarak kabul edilmiştir. Bu benzerlikler, her iki ürün

içinde benzer etki mekanizmalarına sahip olabileceğini ve yerel popülasyon da her iki ürüne karşı da benzer direnç mekanizmalarının gelişmiş olabileceğini düşündürmektedir.

Her iki ürün için de uygulama zamanının etkinlik üzerinde benzer etkileri belirlenmiştir. Her iki ürün da başlangıç uygulama koşullarında en yüksek etkinliği göstermiştir. Asmetrin® ürünü için başlangıç uygulamada ortalama baygın oranı etkinlik 20.83, Ciftox® ürünü için ise 19.47 olarak belirlenmiştir. Her iki üründe 48 ve 120 saat uygulamalarında etkinliğin azaldığı belirlenmiş ve bu azalma, her iki ürün için de pH düzeyine bağlı olarak değişkenlik göstermiştir. Bu benzerlikler, her iki ürün da yüzey uygulama sonrası geçen süreye bağlı olarak kimyasal stabilitesinin zaman içinde azaldığını ve yeni yüzey uygulanmasının en uygun etkinlik için kritik öneme sahip olduğunu göstermektedir.

Her iki ürün için de pH düzeyinin uzun süreli stabilite üzerinde benzer etkileri gözlemlenmiştir. Her iki ürün de pH 7.0 düzeyinde uzun süreli stabilite göstermiştir. 120 saat uygulamalarında, pH 7.0 düzeyinde her iki ürün da diğer pH düzeylerine kıyasla yüksek etkinliğini korumuştur. Her iki ürün de pH 8.5 düzeyinde 120 saat sonra belirgin bir etkinlik azalması belirlenmiştir. Bu azalma, her iki ürünün de da yüksek bazik ortamlarda uzun süreli kimyasal stabilitesinin düşük olduğunu göstermektedir. Bu benzerlikler, her iki ürününde da benzer kimyasal yapılara sahip olabileceğini ve pH 7.0 düzeyinin her iki ürün için de seyreltme sonrası en uygun bekletme ve formülasyon koşulu olduğunu düşündürmektedir.

Her iki ürün için de en yüksek etkinlik koşulları benzerlik göstermektedir. Her iki ürün de başlangıç uygulama, 15-30 dakikalık temas süresi ve duyarlı popülasyonda en yüksek etkinlik gösterdiği belirlenmiştir. Her iki ürün için de 30 dakikalık periyotta neredeyse tüm araştırma koşullarda en yüksek baygın oranı etkinliğine (25.00) ulaşıldığı değerlendirilmiştir. Her iki ürün için de yerel popülasyonda en uygun etkinlik, başlangıç uygulama, pH 7.0 düzeyi ve 15-30 dakikalık temas süresi ile elde edilmiştir. Bu benzerlikler, her iki ürünün de en uygun etkinlik için benzer uygulama koşullarına ihtiyaç duyduğunu göstermektedir.

4.8. Asmetrin® ve Ciftox® Uygulamalarının Karşılaştırması: Farklılıklar ve Ortak Olmayan Bulgular

Çalışmada kullanılan iki biyosidal ürünün, pH düzeylerine bağlı olarak gösterdikleri baygınlık oran etkinliklerinde dikkat çekici farklılıklar belirlenmiştir. Asmetrin® ürünü hafif bazik ortamlarda (pH 7.5-8.0) daha yüksek etkinlik gösterirken,

Cifto[®] ürünü asidik ortamlarda (pH 5.5) daha etkili olmuştur. Yerel popülasyonda, Asmetrin[®] için pH 7.0 düzeyinde ortalama baygın oran etkinliği 16.57, Cifto[®] için ise pH 5.5 düzeyinde 17.63 olarak tespit edilmiştir. Bu durum, iki ürünün kimyasal yapılarının ve etki mekanizmalarının farklı olabileceğini düşündürmektedir. Asmetrin[®]'in aktif bileşenleri bazik ortamlarda daha iyi çözünürken veya böcek fizyolojisine daha etkili penetrasyon sağlarken, Cifto[®]'un aktif bileşenlerinin asidik ortamlarda daha stabil kaldığı değerlendirilmektedir.

İkinci önemli farklılık, ürünlerin zaman içindeki stabilite düzeylerinde gözlenmiştir. Asmetrin[®] pH 7.0 düzeyinde 120 saat sonra bile yüksek etkinlik (dx değeri 22.84) gösterirken, Cifto[®] pH 5.5 düzeyinde uzun süreli stabilite (dx değeri 25.00) sergilemiştir. Buna karşılık, Asmetrin[®] pH 8.5'te 120 saat sonra belirgin bir etkinlik azalması (dx değeri 5.20) gösterirken, Cifto[®] pH 8.5'te daha istikrarlı bir azalma (dx değeri 9.67) sergilemiştir. Bu bulgular, iki ürünün farklı kimyasal degradasyon kinetiklerine sahip olduğunu ve farklı pH seviyelerinde farklı stabilite profilleri gösterdiğini ortaya koymaktadır.

Üçüncü belirgin farklılık, ürünlerin böcek popülasyonlarına karşı gösterdikleri direnç reaksiyonlarında ortaya çıkmıştır. Duyarlı popülasyonda, Asmetrin[®] pH 8.5'te 5 dakikalık periyot sonunda yüksek baygın oranı etkinliği (20.61) gösterirken, Cifto[®] aynı koşullarda daha düşük baygın oranı etkinliği (7.67) sergilemiştir. Yerel popülasyonda ise, 48 saat uygulamasında Cifto[®] pH 5.5'te yüksek etkinlik (dx değeri 25.00) gösterirken, Asmetrin[®] aynı koşullarda daha düşük etkinlik (dx değeri 21.08) göstermiştir. Bu bulgular, iki ürünün farklı direnç mekanizmalarına karşı farklı etkinlik profilleri sergilediğini göstermektedir.

Dördüncü farklılık, ürünlerin temas süresi-etkinlik ilişkisine dayanmaktadır. Asmetrin[®] 5 dakikadan 10 dakikaya geçişte baygınlık oranı etkinliğinde %117'lik bir artış gösterirken, Cifto[®] için baygınlık oranı artışı %75 ile daha sınırlı kalmıştır. Ancak, 10 dakikadan 15 dakikaya baygınlık oranına geçişte Cifto[®]'un etkinlik artışı daha belirgin olmuştur. Bu durum, Asmetrin[®]'in daha hızlı başlangıç etkisi gösterdiğini, Cifto[®]'un ise daha kademeli bir etki profili sergilediğini düşündürmektedir.

Beşinci önemli farklılık, ürünlerin duyarlı popülasyondaki etkinliklerinde gözlenmiştir. Asmetrin[®] pH 7.0 ve 8.5'te 5 dakikalık periyotta dahi yüksek baygınlık etkinliği (sırasıyla 19.27 ve 20.61) gösterirken, Cifto[®] aynı koşullarda daha düşük baygınlık etkinliği (sırasıyla 2.67 ve 7.67) sergilemiştir. Bu bulgu, Asmetrin[®]'in duyarlı

popülasyonda daha hızlı etki gösterdiğini ve bu popülasyonların kontrolünde daha avantajlı olabileceğini göstermektedir.

Altıncı farklılık, ürünlerin 48 saat kalıntı uygulamalardaki etkinlik profillerinde belirlenmiştir. Cifto[®] 48 saat sonra pH 5.5'te yüksek baygınlık oranı etkinliği (5 dakikalık periyotta 22.67) belirlenirken, Asmetrin[®] aynı koşullarda daha düşük baygınlık etkinliği (5.39) olduğu belirlenmiştir. Bu durum, Cifto[®]'un asidik ortamlarda daha uzun süreli stabilite gösterdiğini ve rezidü etkili uygulamalarda daha avantajlı olabileceğini göstermektedir.

Yedinci farklılık, ürünlerin standart sapma değerlerinde gözlenmiştir. Genel olarak, Asmetrin[®]'in standart sapma değerleri Cifto[®]'a göre daha yüksek bulunmuştur. Bu, Asmetrin[®]'in etkinliğinin daha değişken olduğunu ve araştırma koşullarına daha duyarlı olabileceğini göstermektedir. Buna karşılık, Cifto[®]'un daha stabil etkinlik yapısı, farklı uygulama koşullarında daha öngörülebilir sonuçlar sağlayabileceğini düşündürmektedir.

Sekizinci farklılık, ürünlerin 120 saat uygulamalardaki pH-etkinlik ilişkisinde belirlenmiştir. Asmetrin[®] 120 saat sonra pH 7.0'da en yüksek etkinliği (dx değeri 22.84) gösterirken, Cifto[®] aynı koşullarda daha düşük etkinlik (dx değeri 14.00) belirlenmiştir. Buna karşılık, Cifto[®] pH 5.5'te yüksek etkinlik (dx değeri 25.00) gösterirken, Asmetrin[®] aynı koşullarda daha düşük etkinlik (dx değeri 11.14) tespit edilmiştir. Bu bulgular, iki ürünün hazırlandıktan sonra ne kadar süreyle depolanabileceği ve kullanım için farklı pH koşulları gerektirdiğini ortaya koymaktadır.

Dokuzuncu farklılık, ürünlerin yerel popülasyondaki etkinlik-pH ilişkisinde gözlenmiştir. Asmetrin[®] yerel popülasyonda pH 7.0'da en yüksek etkinliği gösterirken, Cifto[®] pH 5.5'te daha etkili olmuştur. Bu durum, iki ürünün yerel popülasyonun kontrolünde farklı stratejiler gerektirdiğini göstermektedir; Asmetrin[®] için hafif bazik, Cifto[®] için ise asidik ortamlar tercih edilmelidir.

Onuncu farklılık ise, ürünlerin maksimum etkinliğe ulaşma hızlarında gözlenmiştir. Asmetrin[®] duyarlı popülasyonda pH 7.0 ve 8.5'te 10 dakikalık periyotta maksimum veya maksimuma yakın baygınlık oranı etkinliğine ulaşırken, Cifto[®] için bu süre genellikle 15 dakika olarak belirlenmiştir. Bu bulgu, Asmetrin[®]'in daha hızlı etki gösterdiğini ve kısa sürede etkinin beklendiği uygulamalarda daha avantajlı olabileceğini göstermektedir.

4.9. Asmetrin® ve Ciftoz® İnsektisitlerinin Etkinliğini Etkileyen Faktörlerin Çok Değişkenli Varyans Analizi

Tablo 4.11. Asmetrin® ve Ciftoz® Ürünlerinin Etkinliğini Etkileyen Faktörlerin İstatistiksel Analizi

Varyasyon Kaynakları	SD	F-Değeri	P-Değeri
Ürün	1	4.13	0.043
Böcek Popülasyonu	1	12.19	0.001
Uygulama Zamanı	2	58.62	0.0
pH Düzeyleri	2	8.33	0.0
Temas Süresi	4	234.34	0.0
Tekerrür	2	0.95	0.388
Ürün * Böcek Popülasyonu	1	14.8	0.0
Ürün * Uygulama Zamanı	2	0.08	0.925
Ürün * pH Düzeyleri	2	36.98	0.0
Ürün * Temas Süresi	4	4.77	0.001
Böcek Popülasyonu * pH Düzeyleri	2	10.03	0.0
Böcek Popülasyonu * Temas Süresi	4	3.47	0.009
Uygulama Zamanı * pH Düzeyleri	4	24.74	0.0
pH Düzeyleri * Temas Süresi	8	2.28	0.023
Ürün * Böcek Popülasyonu * pH Düzeyleri	2	0.65	0.523
Ürün * Böcek Popülasyonu * Temas Süresi	4	6.82	0.0
Ürün * Uygulama Zamanı * pH Düzeyleri	4	8.25	0.0
Ürün * pH Düzeyleri * Temas Süresi	8	2.68	0.008
Böcek Popülasyonu * pH Düzeyleri * Temas Süresi	8	2.52	0.012
Hata	258		
Toplam	323		

Asmetrin® ve Ciftoz® ürünlerinin, böcek popülasyonları, uygulama zamanı, pH düzeyleri ve temas süresi gibi faktörlerin etkinlik üzerindeki etkileri ve bu faktörler arasındaki etkileşimler varyans analizi (ANOVA) yöntemiyle incelenmiştir. Elde edilen bulgular, test edilen veya benzer içeriği sahip biyosidal ürün uygulamalarının optimizasyonu için kullanım öneriler geliştirmeye olanak sağlamaktadır.

Araştırma kapsamında gerçekleştirilen varyans analizi sonuçları, test edilen biyosidal ürünlerin etkinliğini etkileyen faktörlerin istatistiksel önemini ortaya koymaktadır. Analiz sonuçlarına göre, biyosidal ürün ($F = 4.13$, $p = 0.043$), böcek popülasyonu ($F = 12.19$, $p = 0.001$), uygulama zamanı ($F = 58.62$, $p < 0.001$), pH düzeyleri ($F = 8.33$, $p < 0.001$) ve temas süresi ($F = 234.34$, $p < 0.001$) faktörlerinin tümü biyosidal ürün etkinliği üzerinde önemli etkilere sahiptir. Bu faktörler arasında, temas süresinin en yüksek F değerine (234.34) sahip olması, bu faktörün biyosidal ürün etkinliği üzerinde en belirleyici etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Bunu durumu sırasıyla uygulama zamanı ($F = 58.62$), böcek popülasyonu ($F = 12.19$), pH düzeyleri ($F = 8.33$) ve ($F = 4.13$) izlemektedir.

Temas süresinin biyosidal ürün etkinliği üzerindeki bu belirleyici etkisi, her iki ürününde böcek vücuduna girmesi ve toksik etkisini göstermesi için belirli bir süreye

ihtiyaç duyduğunu kanıtlamaktadır. Daha önce gerçekleştirilen etkinlik analizlerinde, her iki ürün için de 5 dakikalık temas süresinin baygınlık oranı için yetersiz kaldığı, 10-15 dakikalık sürede baygınlık oranı etkinliğinin belirgin şekilde arttığı ve 30 dakikalık sürede en üst seviyeye ulaştığı değerlendirilmiştir. Bu bulgular, varyans analizi sonuçlarıyla tutarlılık göstermekte ve temas süresinin optimizasyonunun biyosidal ürün etkinliğini artırmada kritik öneme sahip olduğunu doğrulamaktadır.

Uygulama zamanının (başlangıç, 48 ve 120 saat sonra) yüksek F değeri (58.62), biyosidal ürünlerin kimyasal stabilitesinin zaman içinde değiştiğini ve hazırlandıktan başlangıç sonrası uygulanmasının optimum etkinlik için önemli olduğunu göstermektedir. Daha önce gerçekleştirilen analizlerde, her iki ürününde başlangıç uygulama koşullarında en yüksek etkinliği gösterdiği, 48 ve 120 saat uygulamalarında etkinliğin düştüğü tespit edilmiştir. Bu bulgular, varyans analizi sonuçlarıyla uyumludur ve biyosidal ürünlerin hazırlandıktan sonra mümkün olan en kısa sürede uygulanmasının önemini dikkat çekmektedir.

Böcek popülasyonunun (yerel ve duyarlı) önemli etkisi ($F = 12.19$, $p = 0.001$), biyosidal ürünlerin etkinliğinin popülasyon biyosidal ürün direncine bağlı olarak değiştiğini göstermektedir. Gerçekleştirilen analizlerde, her iki ürününde duyarlı popülasyonda yerel popülasyona kıyasla daha yüksek etkinlik gösterdiği tespit edilmiştir. Bu bulgu, varyans analizi sonuçlarıyla tutarlı olup popülasyon direncinin biyosidal ürünlerin etkinliğini etkileyen önemli bir faktör olduğunu doğrulamaktadır.

pH düzeylerinin önemli etkisi ($F = 8.33$, $p < 0.001$), biyosidal ürünlerin etkinliğinin seyreltme suyu pH'ına bağlı olarak değiştiğini göstermektedir. Gerçekleştirilen analizlerde, Asmetrin® ürününün hafif bazik ortamlarda (pH 7.5-8.0), Ciftox® ürününün ise asidik ortamlarda (pH 5.5) daha yüksek etkinlik gösterdiği tespit edilmiştir. Bu farklılık, varyans analizi sonuçlarıyla uyumludur. Bu durum pH düzeyinin optimizasyonunun biyosidal ürün etkinliğini artırmada önemli bir faktör olduğunu doğrulamaktadır.

Biyosidal ürünlerin önemli etkisi ($F = 4.13$, $p = 0.043$), Asmetrin® ve Ciftox® ürünlerinin etkinlikleri arasında istatistiksel olarak önemli bir fark olduğunu göstermektedir. Bu bulgu, her iki ürününde de farklı kimyasal yapılara, farklı etki mekanizmalarına ve farklı stabilite profillerine sahip olabileceğini düşündürmektedir. Ancak, F değerinin diğer faktörlere kıyasla daha düşük olması, ürün faktörünün etkinlik üzerindeki etkisinin diğer faktörlere göre daha az belirleyici olduğunu göstermektedir.

Varyans analizi sonuçları, faktörler arasındaki etkileşimlerin de biyosidal ürün etkinliği üzerinde önemli etkilere sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Biyosidal ürün ve böcek popülasyonu arasındaki etkileşim ($F = 14.80$, $p < 0.001$), ürün ve pH düzeyleri arasındaki etkileşim ($F = 36.98$, $p < 0.001$), ürün ve temas süresi arasındaki etkileşim ($F = 4.77$, $p = 0.001$), böcek popülasyonu ve pH düzeyleri arasındaki etkileşim ($F = 10.03$, $p < 0.001$), böcek popülasyonu ve temas süresi arasındaki etkileşim ($F = 3.47$, $p = 0.009$), uygulama zamanı ve pH düzeyleri arasındaki etkileşim ($F = 24.74$, $p < 0.001$) ve pH düzeyleri ve temas süresi arasındaki etkileşim ($F = 2.28$, $p = 0.023$) istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Bu etkileşimler arasında, biyosidal ürün ve pH düzeyleri arasındaki etkileşimin en yüksek F değerine (36.98) sahip olması, bu etkileşimin biyosidal ürün etkinliği üzerinde en belirleyici etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Bu bulgu, Asmetrin® ve Ciftox® ürünlerinin farklı pH düzeylerinde farklı etkinlik profilleri gösterdiğini doğrulamaktadır. Daha önce gerçekleştirilen analizlerde, Asmetrin® ürününün hafif bazik ortamlarda, Ciftox® ürününün ise asidik ortamlarda daha yüksek etkinlik gösterdiği tespit edilmiştir. Bu farklılık, varyans analizi sonuçlarıyla tutarlılık göstermekte ve her iki biyosidal ürün için de optimum pH düzeylerinin farklı olduğunu kanıtlamaktadır.

Uygulama zamanının (başlangıç, 48 ve 120 saat sonra) ve pH düzeyleri arasındaki etkileşimin yüksek F değeri (24.74), biyosidal ürünlerin kimyasal stabilitesinin pH düzeyine bağlı olarak zaman içinde değiştiğini göstermektedir. Daha önce gerçekleştirilen analizlerde, her iki ürünün de farklı pH düzeylerinde farklı stabilite profilleri gösterdiği tespit edilmiştir. Asmetrin® ürününün pH 7.0 düzeyinde, Ciftox® ürününün ise pH 5.5 düzeyinde uzun süreli stabilite göstermiştir. Bu bulgular, varyans analizi sonuçlarıyla uyumludur ve biyosidal ürünlerin depolanması ve kullanımı için optimum pH düzeylerinin belirlenmesinin önemini vurgulamaktadır.

Biyosidal ürün ve böcek popülasyonu arasındaki etkileşimin önemli etkisi ($F = 14.80$, $p < 0.001$), Asmetrin® ve Ciftox® ürünlerinin yerel ve duyarlı popülasyonlar üzerindeki etkinliklerinin farklı olduğunu göstermektedir. Daha önce gerçekleştirilen analizlerde, Asmetrin® ürünün duyarlı popülasyonda daha hızlı etki gösterdiği, Ciftox® ürününün ise yerel popülasyonda daha etkili olduğu tespit edilmiştir. Bu farklılık, varyans analizi sonuçlarıyla tutarlılık göstermekte ve her iki ürün için de popülasyon direncine göre farklı uygulama stratejilerinin geliştirilmesinin önemini vurgulamaktadır.

Üçlü etkileşimler arasında, biyosidal ürün, böcek popülasyonu ve temas süresi arasındaki etkileşim ($F = 6.82$, $p < 0.001$), biyosidal ürün, uygulama zamanı ve pH

düzeyleri arasındaki etkileşim ($F = 8.25$, $p < 0.001$), biyosidal ürün, pH düzeyleri ve temas süresi arasındaki etkileşim ($F = 2.68$, $p = 0.008$) ve böcek popülasyonu, pH düzeyleri ve temas süresi arasındaki etkileşim ($F = 2.52$, $p = 0.012$) istatistiksel olarak önemli olduğu değerlendirilmiştir. Bu üçlü etkileşimler, biyosidal ürün etkinliğini etkileyen faktörlerin karmaşık bir şekilde birbirleriyle etkileşim halinde olduğunu ve optimum etkinlik için tüm faktörlerin bir arada değerlendirilmesi gerektiğini göstermektedir.

Biyosidal ürün, böcek popülasyonu ve pH düzeyleri arasındaki etkileşimin önemli olmaması ($F = 0.65$, $p = 0.523$), bu üç faktörün birlikte biyosidal ürün etkinliği üzerinde ek bir etki oluşturmadığını göstermektedir. Benzer şekilde, biyosidal ürün ve uygulama zamanı arasındaki etkileşimin önemli olmaması ($F = 0.08$, $p = 0.925$), her iki ürünün de uygulama zamanına bağlı olarak benzer etkinlik süreçleri gösterdiğini düşündürmektedir. Bu bulgular, biyosidal ürün uygulamalarının optimizasyonunda hangi faktörlerin ve etkileşimlerin dikkate alınması gerektiğini belirlemek açısından önemlidir.

Tekerrür faktörünün önemli olmaması ($F = 0.95$, $p = 0.388$), uygulama tekerrürleri arasında önemli bir fark olmadığını ve araştırmanın tekrarlanabilir olduğunun göstergesi olarak kabul edilmiştir. Bu bulgu, araştırmanın metodolojik güvenilirliğini desteklemekte ve elde edilen sonuçların geçerliliğini artırmaktadır.

Varyans analizi sonuçları, biyosidal ürün etkinliğini etkileyen faktörlerin ve bu faktörler arasındaki etkileşimlerin kapsamlı bir değerlendirmesini sunmaktadır. Bu sonuçlar, Gerçekleştirilen etkinlik analizleriyle tutarlılık göstermekte ve biyosidal ürün uygulamalarının optimizasyonu için bilimsel temelli öneriler geliştirmeye olanak sağlamaktadır.

Sonuç olarak, bu araştırma, Asmetrin® ve Ciftox® biyosidal ürünlerinin etkinliğini etkileyen faktörlerin istatistiksel analizini sunmakta ve bu faktörlerin optimizasyonu için öneriler geliştirmektedir. Temas süresi, biyosidal ürün etkinliği üzerinde en belirleyici etkiye sahip faktör olarak tespit edilmiş ve optimum etkinlik için en az 15-30 dakikalık bir temas süresinin gerekli olduğu doğrulanmıştır. Uygulama zamanı, böcek popülasyonu, pH düzeyleri ve biyosidal ürün faktörleri de biyosidal ürün etkinliği üzerinde önemli etkilere sahiptir. Faktörler arasındaki etkileşimler, biyosidal ürün etkinliğini etkileyen karmaşık ilişkileri ortaya koymakta ve optimum etkinlik için tüm faktörlerin bir arada değerlendirilmesi gerektiğini göstermektedir.

4.10. Probit Analiz Sonuçları

Bu çalışmada, uygulanan biyosidal ürünlerin etkisini değerlendirmek amacıyla probit analiz yöntemi kullanılmıştır. Probit analiz, biyolojik yanıtların (örneğin, baygınlık veya ölüm) belirli bir doz veya süreye karşı gösterdiği değişimi istatistiksel olarak incelemeye olanak tanımlamaktadır. Analiz kapsamında;

lx; Uygulama yapılan toplam birey sayısını,

KDx; Uygulama sonucunda baygınlık gösteren birey sayısını

μ parametresi; Genellikle doz-cevap eğrisinin ortasını, yani %50 olasılıkla yanıt alınan dozu veya süreyi

σ parametresi; Eğrinin yayılımını, yani yanıtların doz veya süreye karşı ne kadar değişkenlik gösterdiğini

β (intercept); Kesme noktasını,

m (slope); Eğrinin eğimini

Güven aralığı değerleri hesaplanamayan sonuçlar probit analizinde doğrusal bir ilişki göstermemektedir. Bu durum, ölçülen değerlerin birbirine yakın olduğunu ve farklı zaman dilimleri arasında anlamlı bir fark bulunmadığını ifade etmektedir.

4.10.1. Farklı pH koşullarında Asmethrin®'in knockdown etkisinin zamana bağlı etkilerinin karşılaştırılması

4.10.1.1. pH 5.5 düzeyinde tarsal kontakt sonrası baygınlık süresi ve probit modeli ile tahmini değerlerin karşılaştırılması

Asmethrin® biyosidal ürününün pH 5.5 düzeyinde farklı sürelerde tarsal kontakt uygulamasının baygınlığa (knock-down) etkisi 75 birey üzerinde değerlendirilmiş; 5. dakikada %25.3, 10. dakikada %80, 15. dakikada %96 ve 30. dakikada %98.6 oranında baygınlığa neden olduğu belirlenmiştir (Tablo 4.12). Gözlenen değerler ile probit modeline göre tahmin edilen baygınlık oranları arasında yüksek uyum olduğu hesaplanmıştır. Ayrıca, tarsal kontakt baygınlığa neden olan tahmini süre değerleri ve güven aralıkları incelendiğinde, %95 baygınlık oranına ulaşmak için gereken sürenin yaklaşık 15.5 dakika olduğu ve bu değer üst güven sınırının oldukça geniş olduğu görülmüştür (Tablo 4.13). Bu durum, yüksek baygınlık oranlarında bireyler arası duyarlılık farklılıklarının arttığını ve modelin bu bölgelerde tahmin belirsizliğinin yüksek olduğunu göstermektedir. Asmethrin®, pH 5.5 düzeyinde kısa sürede yüksek oranda baygınlık etkisi göstererek özellikle ilk 10 dakika içinde bireylerin büyük çoğunluğunun etkilenmesini sağlamaktadır.

Tablo 4.12. pH 5.5 Düzeyinin Farklı Sürelerde Uygulamalarının Tarsal Kontakt Uygulamanın Baygınlığa (Knock-Down) Etkisi: Gözlenen ve Probit Modeline Göre Tahmin Edilen Değerler ile Model Parametreleri

Süre (dk.)	lx	KDx	lx/KDx	Tahmini lx/KDx	%KDx	X ²	μ	σ	β	m
5	75	19	0.25	0.2754	25.3	5.99	0.83	0.22	1.23	4.53
10	75	60	0.80	0.7793	80.0					
15	75	72	0.96	0.9417	96.0					
30	75	74	0.98	0.983	98.6					

Tablo 4.13. pH 5.5 Düzeyinin Farklı Sürelerde Uygulamalarının Tarsal Kontakt Uygulamanın Baygınlığa (Knock-Down) Neden Olan Tahmini Süre Değerleri ve Güven Aralıkları

% Dilimi	Tahmini Süre (dakika)	Güven Aralığı	
		Alt Güven Sınırı	Üst Güven Sınırı
1.00	2.0	0.0	4.2
5.00	2.9	0.0	5.2
10.00	3.5	0.0	5.8
15.00	4.0	0.0	6.3
50.00	6.7	0.9	10.9
85.00	11.4	7.5	259.3
90.00	12.9	8.6	797.3
95.00	15.5	9.9	4383.1
99.00	22.0	12.5	112607.8

4.10.1.2. pH 5.5 düzeyinde 48 saat uygulaması sonrası baygınlık süresi ve probit modeli ile tahmini değerlerin karşılaştırılması

Asmethrin® biyosidal ürününün pH 5.5 düzeyinde 48 saat uygulama sonrası farklı sürelerde tarsal kontakt uygulamanın baygınlığa etkisi 75 birey üzerinde incelenmiştir. 5. dakikada %21.3, 10. dakikada %46.7 ve 15. dakikada %84 oranında baygınlık olduğu belirlenmiştir (Tablo 4.14). Probit modeline göre tahmin edilen baygınlık oranları gözlenen değerlere yakın olup, model parametreleri $\mu=0.96$, $\sigma=0.28$, $\beta=1.61$ ve $m=3.55$ olarak hesaplanmıştır. Ayrıca, baygınlığa neden olan tahmini süreler ve güven aralıkları incelendiğinde, %50 baygınlık oranına ulaşmak için gereken sürenin yaklaşık 9.0 dakika olduğu ve %99 yüzdelik diliminde bu sürenin 40.7 dakikaya kadar çıktığı görülmüştür (Tablo 4.15). Güven aralıklarının üst sınırları belirtilmemiş olsa da, tahmini sürelerin artan yüzdelik dilimlerde yükseldiği, bireyler arası duyarlılık farklılıklarının varlığına işaret etmektedir. Bu veriler, 48 saat uygulamasında Asmethrin®'in pH 5.5 düzeyinde etkisinin süre ile arttığını göstermektedir.

Tablo 4.14. pH 5.5 Düzeyinin Farklı Sürelerde Uygulamalarının 48 Saat Uygulamasının Baygınlığa Etkisi: Gözlenen ve Probit Modeline Göre Tahmin Edilen Değerler ile Model Parametreleri

Süre (dk.)	lx	KDx	lx/KDx	Tahmini lx/KDx	%KDx	X^2	μ	σ	β	m
5	75	16	0.21	0.1812	21.3	4.76	0.96	0.28	1.61	3.55
10	75	35	0.47	0.5631	46.7					
15	75	63	0.84	0.7837	84.0					

Tablo 4.15. pH 5.5 Düzeyinin Farklı Sürelerde Uygulamalarının 48 Saat Uygulamasının Baygınlığa Neden Olan Tahmini Süre Değerleri ve Güven Aralıkları

% Dilimi	Tahmini Süre (dakika)	Güven Aralığı	
		Alt Güven Sınırı	Üst Güven Sınırı
1.00	2.0		
5.00	3.1		
10.00	3.9		
15.00	4.6		
50.00	9.0		
85.00	17.7		
90.00	20.7		
95.00	26.2		
99.00	40.7		

4.10.1.3. pH 5.5 düzeyinde 120 saat uygulaması sonrası baygınlık süresi ve probit modeli ile tahmini değerlerin karşılaştırılması

Asmethrin® biyosidal ürününün pH 5.5 düzeyinde 120 saat uygulama sonrası farklı sürelerde tarsal kontakt uygulamanın baygınlığa etkisi 75 birey üzerinde incelenmiştir. 5. dakikada %8.0, 10. dakikada %45.3 ve 15. dakikada %76 oranında baygınlık olduğu belirlenmiştir (Tablo 4.16). Probit modeline göre tahmin edilen baygınlık oranları gözlenen değerlere yakın olup, model parametreleri $\mu=1.02$, $\sigma=0.23$, $\beta=0.48$ ve $m=4.43$ olarak hesaplanmıştır. Ayrıca, baygınlığa neden olan tahmini süreler ve güven aralıkları incelendiğinde, %50 baygınlık oranına ulaşmak için gereken sürenin yaklaşık 10.5 dakika olduğu ve %99 yüzdelik diliminde bu sürenin 35.2 dakika ile 53.7 dakika arasında değiştiği görülmüştür (Tablo 4.17). Güven aralıklarının nispeten dar olması, modelin tahminlerinde yüksek güvenilirlik sağladığını göstermektedir. Bu veriler, 120 saat uygulamasında Asmethrin®'in pH 5.5 düzeyinde baygınlık etkisinin süre ile arttığını ortaya koymaktadır.

Tablo 4.16. pH 5.5 Düzeyinin Farklı Sürelerde Uygulamalarının 120 Saat Uygulamasının Baygınlığa (Knock-Down) Etkisi: Gözlenen ve Probit Modeline Göre Tahmin Edilen Değerler ile Model Parametreleri

Süre (dk.)	lx	KDx	lx/KDx	Tahmini lx/KDx	%KDx	X^2	μ	σ	β	m
5	75	6	0.08	0.0771	8.0	0.05	1.02	0.23	0.48	4.43
10	75	34	0.45	0.4633	45.3					
15	75	57	0.76	0.7541	76.0					

Tablo 4.17. pH 5.5 Düzeyinin Farklı Sürelerde Uygulamalarının 120 Saat Uygulamasının Baygınlığa Neden Olan Tahmini Süre Değerleri ve Güven Aralıkları

% Dilimi	Tahmini Süre (dakika)	Güven Aralığı	
		Alt Güven Sınırı	Üst Güven Sınırı
1.00	3.1	2.1	4.0
5.00	4.5	3.3	5.4
10.00	5.4	4.3	6.3
15.00	6.1	5.0	7.0
50.00	10.5	9.5	11.6
85.00	18.0	15.6	22.4
90.00	20.4	17.3	26.4
95.00	24.7	20.3	33.7
99.00	35.2	27.1	53.7

4.10.1.4. pH 7.0 düzeyinde tarsal kontakt uygulama sonrası baygınlık süresi ve probit modeli ile tahmini değerlerin karşılaştırılması

Asmethrin® biyosidal ürününün pH 7.0 düzeyinde farklı sürelerde tarsal kontakt uygulamanın baygınlığa etkisi 75 birey üzerinde incelenmiştir. 5. dakikada %25.3, 10. dakikada %78.7, 15. dakikada %92 ve 30. dakikada %100 oranında baygınlık olduğu belirlenmiştir (Tablo 4.18). Probit modeline göre tahmin edilen baygınlık oranları gözlenen değerlere yakın olup, model parametreleri $\mu=0.841$, $\sigma=0.22$, $\beta=1.178$ ve $m=4.544$ olarak hesaplanmıştır. Ayrıca, tarsal kontakt uygulamanın baygınlığa neden olan tahmini süre değerleri ve güven aralıkları incelendiğinde, %50 baygınlık oranına ulaşmak için gereken sürenin yaklaşık 6.94 dakika olduğu ve %99 yüzdelik diliminde bu sürenin 22.54 dakika ile 30.32 dakika arasında değiştiği görülmüştür (Tablo 4.19). Güven aralıklarının nispeten dar olması, modelin tahminlerinde yüksek güvenilirlik sağladığını göstermektedir. Bu veriler, pH 7.0 düzeyinde Asmethrin®'in baygınlık etkisinin süre ile arttığını ortaya koymaktadır.

Tablo 4.18. pH 7.0 Düzeyinin Farklı Sürelerde Uygulamalarının Tarsal Kontakt Uygulamanın Baygınlığa (Knock-Down) Etkisi: Gözlenen ve Probit Modeline Göre Tahmin Edilen Değerler ile Model Parametreleri

Süre (dk.)	lx	KDx	lx/KDx	Tahmini lx/KDx	%KDx	X^2	μ	σ	β	m
5	75	19	0.2533	0.2592	25.3	0.678	0.841	0.22	1.178	4.544
10	75	59	0.7867	0.7649	78.7					
15	75	69	0.92	0.936	92.0					
30	75	75	1.0	0.9981	100.0					

Tablo 4.19. pH 7.0 Düzeyinin Farklı Sürelerde Uygulamalarının Tarsal Kontakt Uygulamanın Baygınlığa (Knock-Down) Neden Olan Tahmini Süre Değerleri ve Güven Aralıkları

% Dilimi	Tahmini Süre (dakika)	Güven Aralığı	
		Alt Güven Sınırı	Üst Güven Sınırı
1.00	2.134	1.445	2.76
5.00	3.014	2.232	3.685
10.00	3.623	2.811	4.306
15.00	4.102	3.281	4.787
50.00	6.936	6.166	7.666
85.00	11.727	10.497	13.549
90.00	13.278	11.734	15.729
95.00	15.962	13.778	19.709
99.00	22.544	18.481	30.317

4.10.1.5. pH 7.0 düzeyinde 48 saat uygulaması sonrası baygınlık süresi ve probit modeli ile tahmini değerlerin karşılaştırılması

Asmethrin® biyosidal ürününün pH 7.0 düzeyinde 48 saat uygulama sonrası farklı sürelerde tarsal kontakt uygulamanın baygınlığa etkisi 75 birey üzerinde incelenmiştir. 5. dakikada %13.3, 10. dakikada %50.7 ve 15. dakikada %74.7 oranında baygınlık olduğu belirlenmiştir (Tablo 4.20). Probit modeline göre tahmin edilen baygınlık oranları gözlenen değerlere yakın olup, model parametreleri $\mu=1.00$, $\sigma=0.27$, $\beta=1.29$ ve $m=3.72$ olarak hesaplanmıştır. Ayrıca, baygınlığa neden olan tahmini süreler ve güven aralıkları incelendiğinde, %50 baygınlık oranına ulaşmak için gereken sürenin yaklaşık 9.9 dakika olduğu ve %99 yüzdelik diliminde bu sürenin 41.9 dakika ile 72.2 dakika arasında değiştiği görülmüştür (Tablo 4.21). Güven aralıklarının artan yüzdelik dilimlerde genişlemesi, bireyler arası duyarlılık farklılıklarının varlığına işaret etmektedir. Bu veriler, 48 saat uygulamasında Asmethrin®'in pH 7.0 düzeyinde baygınlık etkisinin süre ile arttığını göstermektedir.

Tablo 4.20. pH 7.0 Düzeyinin Farklı Sürelerde Uygulamalarının 24 Saat Uygulamasının Baygınlığa Etkisi: Gözlenen ve Probit Modeline Göre Tahmin Edilen Değerler ile Model Parametreleri

Süre (dk.)	lx	KDx	lx/KDx	Tahmini lx/KDx	%KDx	X^2	μ	σ	β	m
5	75	10	0.13	0.1339	13.3	0.002	1.00	0.27	1.29	3.72
10	75	38	0.51	0.5048	50.7					
15	75	56	0.75	0.7478	74.7					

Tablo 4.21. pH 7.0 Düzeyinin Farklı Sürelerde Uygulamalarının 24 Saat Uygulamasının Baygınlığa Neden Olan Tahmini Süre Değerleri ve Güven Aralıkları

% Dilimi	Tahmini Süre (dakika)	Güven Aralığı	
		Alt Güven Sınırı	Üst Güven Sınırı
1.00	2.4	1.4	3.2
5.00	3.6	2.5	4.5
10.00	4.5	3.3	5.4
15.00	5.2	4.1	6.2
50.00	9.9	8.9	11.2
85.00	18.8	15.9	24.8
90.00	21.9	18.0	30.3
95.00	27.5	21.6	40.9
99.00	41.9	30.3	72.2

4.10.1.6. pH 7.0 düzeyinde 120 saat uygulaması sonrası baygınlık süresi ve probit modeli ile tahmini değerlerin karşılaştırılması

Asmethrin® biyosidal ürününün pH 7.0 düzeyinde 120 saat uygulama sonrası farklı sürelerde tarsal kontakt uygulamanın baygınlığa etkisi 75 birey üzerinde incelenmiştir. 5. dakikada %12.0, 10. dakikada %44.0 ve 15. dakikada %77.3 oranında baygınlık olduğu belirlenmiştir (Tablo 4.22). Probit modeline göre tahmin edilen baygınlık oranları gözlenen değerlere yakın olup, model parametreleri $\mu=1.01$, $\sigma=0.25$, $\beta=0.96$ ve $m=4.0$ olarak hesaplanmıştır. Ayrıca, baygınlığa neden olan tahmini süreler ve güven aralıkları incelendiğinde, %50 baygınlık oranına ulaşmak için gereken sürenin yaklaşık 10.2 dakika olduğu ve %99 yüzdelik diliminde bu sürenin 39.0 dakika ile 63.6 dakika arasında değiştiği görülmüştür (Tablo 4.23). Güven aralıklarının artan yüzdelik dilimlerde genişlemesi, bireyler arası duyarlılık farklılıklarının varlığına işaret etmektedir. Bu veriler, 120 saat uygulamasında Asmethrin®'in pH 7.0 düzeyinde baygınlık etkisinin süre ile arttığını göstermektedir.

Tablo 4.22. pH 7.0 Düzeyinin Farklı Sürelerde Uygulamalarının 120 Saat Uygulamasının Baygınlığa (Knock-Down) Etkisi: Gözlenen ve Probit Modeline Göre Tahmin Edilen Değerler ile Model Parametreleri

Süre (dk.)	lx	KDx	lx/KDx	Tahmini lx/KDx	%KDx	X^2	μ	σ	β	m
5	75	9	0.12	0.1065	12.0	3.84	1.01	0.25	0.96	4.0
10	75	33	0.44	0.4841	44.0					
15	75	58	0.77	0.7471	77.3					

Tablo 4.23. pH 7.0 Düzeyinin Farklı Sürelerde Uygulamalarının 120 Saat Uygulamasının Baygınlığa Neden Olan Tahmini Süre Değerleri ve Güven Aralıkları

% Dilimi	Tahmini Süre (dakika)	Güven Aralığı	
		Alt Güven Sınırı	Üst Güven Sınırı
1.00	2.7	1.7	3.6
5.00	4.0	2.8	4.9
10.00	4.9	3.7	5.8
15.00	5.6	4.5	6.5
50.00	10.2	9.2	11.4
85.00	18.6	15.8	23.8
90.00	21.4	17.8	28.7
95.00	26.3	21.1	37.8
99.00	39.0	29.0	63.6

4.10.1.7. pH 8.5 düzeyinde tarsal kontakt sonrası baygınlık süresi ve probit modeli ile tahmini değerlerin karşılaştırılması

Asmethrin® biyosidal ürününün pH 8.5 düzeyinde farklı sürelerde tarsal kontakt uygulamanın baygınlığa etkisi 75 birey üzerinde incelenmiştir. 5. dakikada %34.7, 10. dakikada %70.7, 15. dakikada %85.3 ve 30. dakikada %97.3 oranında baygınlık olduğu belirlenmiştir (Tablo 4.24). Probit modeline göre tahmin edilen baygınlık oranları gözlenen değerlere çok yakın olup, model parametreleri $\mu=0.83$, $\sigma=0.33$, $\beta=2.51$ ve $m=3.01$ olarak hesaplanmıştır. Ayrıca, baygınlığa neden olan tahmini süreler ve güven aralıkları incelendiğinde, %50 baygınlık oranına ulaşmak için gereken sürenin yaklaşık 6.7 dakika olduğu ve %99 yüzdelik diliminde bu sürenin 39.7 dakika ile 63.9 dakika arasında değiştiği görülmüştür (Tablo 4.25). Güven aralıklarının artan yüzdelik dilimlerde genişlemesi, bireyler arası duyarlılık farklılıklarının varlığına işaret etmektedir. Bu veriler, Asmethrin®'in pH 8.5 düzeyinde baygınlık etkisinin süre ile arttığını göstermektedir.

Tablo 4.24. pH 8.5 Düzeyinin Farklı Sürelerde Uygulamalarının Tarsal Kontakt Uygulamanın Baygınlığa (Knock-Down) Etkisi: Gözlenen ve Probit Modeline Göre Tahmin Edilen Değerler ile Model Parametreleri

Süre (dk.)	lx	KDx	lx/KDx	Tahmini lx/KDx	%KDx	X^2	μ	σ	β	m
5	75	26	0.35	0.3509	34.7	5.99	0.83	0.33	2.51	3.01
10	75	53	0.71	0.6996	70.7					
15	75	64	0.85	0.8539	85.3					
30	75	73	0.97	0.975	97.3					

Tablo 4.25. pH 8.5 Düzeyinin Farklı Sürelerde Uygulamalarının Tarsal Kontakt Uygulamanın Baygınlığa (Knock-Down) Neden Olan Tahmini Süre Değerleri ve Güven Aralıkları

% Dilimi	Tahmini Süre (dakika)	Güven Aralığı	
		Alt Güven Sınırı	Üst Güven Sınırı
1.00	1.1	0.6	1.7
5.00	1.9	1.1	2.7
10.00	2.5	1.6	3.3
15.00	3.0	2.1	3.9
50.00	6.7	5.6	7.7
85.00	14.8	12.8	18.1
90.00	17.9	15.0	22.9
95.00	23.6	19.1	32.6
99.00	39.7	29.4	63.9

4.10.1.8. pH 8.5 düzeyinde 48 saat uygulaması sonrası baygınlık süresi ve probit modeli ile tahmini değerlerin karşılaştırılması

Asmethrin® biyosidal ürününün pH 8.5 düzeyinde 48 saat uygulama sonrası farklı sürelerde tarsal kontakt uygulamanın baygınlığa etkisi 75 birey üzerinde incelenmiştir. 5. dakikada %34.7, 10. dakikada %56.0 ve 15. dakikada %85.3 oranında baygınlık olduğu belirlenmiştir (Tablo 4.26). Probit modeline göre tahmin edilen baygınlık oranları gözlenen değerlere yakın olup, model parametreleri $\mu=0.869$, $\sigma=0.357$, $\beta=2.56$ ve $m=2.8$ olarak hesaplanmıştır. Ayrıca, baygınlığa neden olan tahmini süreler ve güven aralıkları incelendiğinde, %50 baygınlık oranına ulaşmak için gereken sürenin yaklaşık 7.4 dakika olduğu ve %99 yüzdelik diliminde bu sürenin 50.1 dakika ile 116.0 dakika arasında değiştiği görülmüştür (Tablo 4.27). Güven aralıklarının yüksek yüzdeliklerde genişlemesi, bireyler arası duyarlılık farklılıklarının arttığını göstermektedir. Bu veriler, 48 saat uygulamasında Asmethrin®'in pH 8.5 düzeyinde baygınlık etkisinin süre ile arttığını ortaya koymaktadır.

Tablo 4.26. pH 8.5 Düzeyinin Farklı Sürelerde Uygulamalarının 48 Saat Uygulamasının Baygınlığa Etkisi: Gözlenen ve Probit Modeline Göre Tahmin Edilen Değerler ile Model Parametreleri

Süre (dk.)	lx	KDx	lx/KDx	Tahmini lx/KDx	%KDx	X^2	μ	σ	β	m
5	75	26	0.3467	0.3165	34.7	3.675	0.869	0.357	2.56	2.8
10	75	42	0.56	0.6428	56.0					
15	75	64	0.8533	0.805	85.3					

Tablo 4.27. pH 8.5 Düzeyinin Farklı Sürelerde Uygulamalarının 48 Saat Uygulamasının Baygınlığa Neden Olan Tahmini Süre Değerleri ve Güven Aralıkları

% Dilimi	Tahmini Süre (dakika)	Güven Aralığı	
		Alt Güven Sınırı	Üst Güven Sınırı
1.00	1.1	0.4	1.8
5.00	1.9	0.9	2.8
10.00	2.6	1.4	3.6
15.00	3.2	1.9	4.2
50.00	7.4	6.2	8.5
85.00	17.3	14.1	25.0
90.00	21.2	16.6	33.3
95.00	28.6	20.9	51.2
99.00	50.1	32.2	116.0

4.10.1.9. pH 8.5 düzeyinde 120 saat uygulaması sonrası baygınlık süresi ve probit modeli ile tahmini değerlerin karşılaştırılması

Asmethrin® biyosidal ürününün pH 8.5 düzeyinde 120 saat uygulama sonrası farklı sürelerde tarsal kontakt uygulamanın baygınlığa etkisi 75 birey üzerinde incelenmiştir. 5. dakikada %12.0, 10. dakikada %46.7 ve 15. dakikada %76.0 oranında baygınlık olduğu belirlenmiştir (Tablo 4.28). Probit modeline göre tahmin edilen baygınlık oranları gözlenen değerlere yakın olup, model parametreleri $\mu=1.007$, $\sigma=0.255$, $\beta=1.04$ ve $m=3.93$ olarak hesaplanmıştır. Ayrıca, baygınlığa neden olan tahmini süreler ve güven aralıkları incelendiğinde, %50 baygınlık oranına ulaşmak için gereken sürenin yaklaşık 10.2 dakika olduğu ve %99 yüzdelik diliminde bu sürenin 39.7 dakika ile 65.7 dakika arasında değiştiği görülmüştür (Tablo 4.29). Güven aralıklarının artan yüzdelik dilimlerde genişlemesi, bireyler arası duyarlılık farklılıklarının varlığına işaret etmektedir. Bu veriler, 120 saat uygulamasında Asmethrin®'in pH 8.5 düzeyinde baygınlık etkisinin süre ile arttığını göstermektedir.

Tablo 4.28. pH 8.5 Düzeyinin Farklı Sürelerde Uygulamalarının 120 Saat Uygulamasının Baygınlığa (Knock-Down) Etkisi: Gözlenen ve Probit Modeline Göre Tahmin Edilen Değerler ile Model Parametreleri

Süre (dk.)	lx	KDx	lx/KDx	Tahmini lx/KDx	%KDx	X^2	μ	σ	β	m
5	75	9	0.12	0.1131	12.0	0.255	1.007	0.255	1.04	3.93
10	75	35	0.4667	0.489	46.7					
15	75	57	0.76	0.7467	76.0					

Tablo 4.29. pH 8.5 Düzeyinin Farklı Sürelerde Uygulamalarının 120 Saat Uygulamasının Baygınlığa Neden Olan Tahmini Süre Değerleri ve Güven Aralıkları

% Dilimi	Tahmini Süre (dakika)	Güven Aralığı	
		Alt Güven Sınırı	Üst Güven Sınırı
1.00	2.6	1.6	3.5
5.00	3.9	2.7	4.8
10.00	4.8	3.6	5.7
15.00	5.5	4.4	6.4
50.00	10.2	9.1	11.4
85.00	18.7	15.8	24.1
90.00	21.5	17.8	29.1
95.00	26.7	21.2	38.6
99.00	39.7	29.4	65.7

4.10.1.10. Duyarlı popülasyon üzerine pH 5.5 düzeyinde tarsal kontakt sonrası baygınlık süresi ve probit modeli ile tahmini değerlerin karşılaştırılması

Asmethrin® biyosidal ürününün duyarlı popülasyon üzerinde pH 5.5 düzeyinde farklı sürelerde tarsal kontakt uygulamanın baygınlığa etkisi 75 birey üzerinde incelenmiştir. 5. dakikada %8.0, 10. dakikada %96.0, 15. dakikada %98.7 ve 30. dakikada tekrar %8.0 oranında baygınlık olduğu belirlenmiştir (Tablo 4.30). Probit modeline göre tahmin edilen baygınlık oranları gözlenen değerlere yakın olup, model parametreleri $\mu=0.84$, $\sigma=0.11$, β belirtilmemiş ve $m=2.79$ olarak hesaplanmıştır. Ayrıca, baygınlığa neden olan tahmini süreler incelendiğinde, %50 baygınlık oranına ulaşmak için gereken sürenin yaklaşık 6.9 dakika olduğu ve %99 yüzdelik diliminde bu sürenin 12.4 dakika olduğu görülmüştür (Tablo 4.31). Güven aralıkları belirtilmemekle birlikte, tahmini sürelerin artan yüzdelik dilimlerde yükseldiği, duyarlı popülasyonda baygınlık etkisinin süre ile arttığını göstermektedir.

Tablo 4.30. Duyarlı Popülasyon Üzerine pH 5.5 Düzeyinin Farklı Sürelerde Tarsal Kontakt Uygulamanın Baygınlığa (Knock-Down) Etkisi: Gözlenen ve Probit Modeline Göre Tahmin Edilen Değerler ile Model Parametreleri

Süre (dk.)	lx	KDx	lx/KDx	Tahmini lx/KDx	%KDx	χ^2	μ	σ	β	m
5	75	6	0.08	0.0923	8.0	12.69	0.84	0.11	-	2.79
10	75	72	0.96	0.9279	96.0					
15	75	74	0.99	0.9990	98.7					
30	75	6	0.08	0.0923	8.0					

Tablo 4.31. Duyarlı Popülasyon Üzerine pH 5.5 Düzeyinin Farklı Sürelerde Tarsal Kontakt Uygulamanın Baygınlığa (Knock-Down) Neden Olan Tahmini Süre Değerleri ve Güven Aralıkları

% Dilimi	Tahmini Süre (dakika)	Güven Aralığı	
		Alt Güven Sınırı	Üst Güven Sınırı
1.00	3.9		
5.00	4.6		
10.00	5.0		
15.00	5.3		
50.00	6.9		
85.00	9.0		
90.00	9.6		
95.00	10.4		
99.00	12.4		

4.10.1.11. Duyarlı popülasyon üzerine pH 7.0 düzeyinde tarsal kontakt uygulamanın baygınlık süresi ve probit modeli ile tahmini değerlerin karşılaştırılması

Asmethrin® biyosidal ürününün pH 5.5 düzeyinde 48 saat uygulama sonrası farklı sürelerde tarsal kontakt uygulamanın baygınlığa etkisi 75 birey üzerinde incelenmiştir. 5. dakikada %21.3, 10. dakikada %46.7 ve 15. dakikada %84 oranında baygınlık olduğu belirlenmiştir (Tablo 4.32). Probit modeline göre tahmin edilen baygınlık oranları gözlenen değerlere yakın olup, model parametreleri $\mu=0.96$, $\sigma=0.28$, $\beta=1.61$ ve $m=3.55$ olarak hesaplanmıştır. Ayrıca, baygınlığa neden olan tahmini süreler ve güven aralıkları incelendiğinde, %50 baygınlık oranına ulaşmak için gereken sürenin yaklaşık 9.0 dakika olduğu ve %99 yüzdelik diliminde bu sürenin 40.7 dakikaya kadar çıktığı görülmüştür (Tablo 4.33). Güven aralıklarının üst sınırları belirtilmemiş olsa da, tahmini sürelerin artan yüzdelik dilimlerde yükseldiği, bireyler arası duyarlılık farklılıklarının varlığına işaret etmektedir. Bu veriler, 48 saat uygulamasında Asmethrin®'in pH 5.5 düzeyinde etkisinin süre ile arttığını göstermektedir.

Tablo 4.32. Duyarlı Popülasyon Üzerine pH 7.0 Düzeyinin Farklı Sürelerde Tarsal Kontakt Uygulamanın Baygınlığa Etkisi: Gözlenen ve Probit Modeline Göre Tahmin Edilen Değerler ile Model Parametreleri

Süre (dk.)	lx	KDx	lx/KDx	Tahmini lx/KDx	%KDx	X^2	μ	σ	β	m
5	75	58	0.77	0.7781	77.3					
10	75	73	0.97	0.9636	97.3	0.44	0.47	0.29	3.38	3.42
15	75	74	0.98	0.9917	98.7					

Tablo 4.33. Duyarlı Popülasyon Üzerine pH 7.0 Düzeyinin Farklı Sürelerde Tarsal Kontakt Uygulamanın Baygınlığa Neden Olan Tahmini Süre Değerleri ve Güven Aralıkları

% Dilimi	Tahmini Süre (dakika)	Güven Aralığı	
		Alt Güven Sınırı	Üst Güven Sınırı
1.00	0.6	0.1	1.3
5.00	0.9	0.2	1.8
10.00	1.3	0.3	2.1
15.00	1.5	0.4	2.4
50.00	3.0	1.5	4.0
85.00	6.0	4.8	7.2
90.00	7.1	5.9	8.9
95.00	9.0	7.5	13.0
99.00	14.3	10.7	28.9

4.10.1.12. Duyarlı popülasyon üzerine pH 8.5 düzeyinde tarsal kontakt uygulamanın baygınlık süresi ve probit modeli ile tahmini değerlerin karşılaştırılması

Asmethrin® biyosidal ürününün duyarlı popülasyon üzerinde pH 8.5 düzeyinde 48 saat uygulama sonrası farklı sürelerde tarsal kontakt uygulamanın baygınlığa etkisi 75 birey üzerinde incelenmiştir. 5. dakikada %77.3, 10. dakikada %97.3 ve 15. dakikada %98.7 oranında baygınlık olduğu belirlenmiştir (Tablo 4.34). Probit modeline göre tahmin edilen baygınlık oranları gözlenen değerlere yakın olup, model parametreleri $\mu=0.47$, $\sigma=0.29$, $\beta=3.38$ ve $m=3.42$ olarak hesaplanmıştır. Ayrıca, baygınlığa neden olan tahmini süreler ve güven aralıkları incelendiğinde, %50 baygınlık oranına ulaşmak için gereken sürenin yaklaşık 3.0 dakika olduğu ve %99 yüzdelik diliminde bu sürenin 14.3 dakika ile 28.9 dakika arasında değiştiği görülmüştür (Tablo 4.35). Güven aralıklarının artan yüzdelik dilimlerde genişlemesi, duyarlı popülasyonda bireyler arası duyarlılık farklılıklarının varlığına işaret etmektedir. Bu veriler, pH 8.5 düzeyinde Asmethrin®'in baygınlık etkisinin süre ile arttığını göstermektedir.

Tablo 4.34. Duyarlı Popülasyon Üzerine pH 8.5 Düzeyinin Farklı Sürelerde Tarsal Kontakt Uygulamanın Baygınlığa (Knock-Down) Etkisi: Gözlenen ve Probit Modeline Göre Tahmin Edilen Değerler ile Model Parametreleri

Süre (dk.)	lx	KDx	lx/KDx	Tahmini lx/KDx	%KDx	X^2	μ	σ	β	m
5	75	62	1.21	0.8255	82.7	0.111	0.49	0.22	2.81	4.47
10	75	74	1.01	0.9888	98.7					
15	75	75	1.0	0.9989	100.0					

Tablo 4.35. Duyarlı Popülasyon Üzerine pH 8.5 Düzeyinin Farklı Sürelerde Tarsal Kontakt Uygulamanın Baygınlığa Neden Olan Tahmini Süre Değerleri ve Güven Aralıkları

% Dilimi	Tahmini Süre (dakika)	Güven Aralığı	
		Alt Güven Sınırı	Üst Güven Sınırı
1.00	0.933	0.096	1.798
5.00	1.324	0.211	2.259
10.00	1.597	0.321	2.553
15.00	1.812	0.426	2.774
50.00	3.088	1.395	3.971
85.00	5.264	4.184	6.212
90.00	5.972	5.041	7.434
95.00	7.199	6.116	10.534
99.00	10.223	7.978	22.313

4.10.1.13. Yüzey uygulamasından 24 saat sonra farklı pH seviyelerinde tarsal kontakt sonrası baygınlık süresi ve probit modeli ile tahmini değerlerin karşılaştırılması

Asmethrin® biyosidal ürününün yüzey uygulamasından 24 saat sonra farklı pH seviyelerinde tarsal kontakt uygulamanın baygınlığa etkisi 75 birey üzerinde incelenmiştir. 5. dakikada %84.0, 10. dakikada %86.7 ve 15. dakikada %98.7 oranında baygınlık olduğu belirlenmiştir (Tablo 4.36). Probit modeline göre tahmin edilen baygınlık oranları gözlenen değerlere yakın olup, model parametreleri $\mu=0.55$, $\sigma=0.21$, $\beta=2.45$ ve $m=4.65$ olarak hesaplanmıştır. Ayrıca, baygınlığa neden olan tahmini süreler incelendiğinde, %50 baygınlık oranına ulaşmak için gereken sürenin yaklaşık 3.53 dakika olduğu ve %99 yüzdelik diliminde bu sürenin 11.16 dakika olduğu görülmüştür (Tablo 4.37). Güven aralıkları belirtilmemekle birlikte, tahmini sürelerin artan yüzdelik dilimlerde yükseldiği, farklı pH seviyelerinde Asmethrin®'in baygınlık etkisinin süre ile arttığını göstermektedir.

Tablo 4.36. Yüzey Uygulamasından 24 Saat Sonra Farklı pH Seviyelerinde Tarsal Kontakt Uygulamanın Baygınlığa (Knock-Down) Etkisi: Gözlenen ve Probit Modeline Göre Tahmin Edilen Değerler ile Model Parametreleri

pH düzeyi	lx	KDx	lx/KDx	Tahmini lx/KDx	%KDx	X^2	μ	σ	β	m
5.5	75	63	1.19	0.8147	84.0	4.013	0.55	0.21	2.45	4.65
7.0	75	65	1.15	0.9167	86.7					
8.5	75	74	1.01	0.9621	98.7					

Tablo 4.37. Yüzey Uygulamasından 24 Saat Sonra Farklı pH Seviyelerinde Tarsal Kontakt Uygulamanın Baygınlığa (Knock-Down) Neden Olan Tahmini Süre Değerleri ve Güven Aralıkları

% Dilimi	Tahmini Süre (dakika)	Güven Aralığı	
		Alt Güven Sınırı	Üst Güven Sınırı
1.00	1.118		
5.00	1.565		
10.00	1.874		
15.00	2.115		
50.00	3.532		
85.00	5.897		
90.00	6.658		
95.00	7.968		
99.00	11.162		

4.10.1.14. Yüzey uygulamasından 24 saat sonra farklı pH seviyelerinde 48 saatlik uygulamanın baygınlık süresi ve probit modeli ile tahmini değerlerin karşılaştırılması

Asmethrin® biyosidal ürününün yüzey uygulamasından 48 saat sonra farklı pH seviyelerinde 48 saatlik uygulamanın baygınlığa etkisi 75 birey üzerinde incelenmiştir. 5. dakikada %76.0, 10. dakikada %73.3 ve 15. dakikada %92.0 oranında baygınlık olduğu belirlenmiştir (Tablo 4.38). Probit modeline göre tahmin edilen baygınlık oranları gözlenen değerlere yakın olup, model parametreleri $\mu=0.55$, $\sigma=0.33$, $\beta=3.34$ ve $m=3.04$ olarak hesaplanmıştır. Ayrıca, baygınlığa neden olan tahmini süreler incelendiğinde, %50 baygınlık oranına ulaşmak için gereken sürenin yaklaşık 3.53 dakika olduğu ve %99 yüzdelik diliminde bu sürenin 20.62 dakika olduğu görülmüştür (Tablo 4.39). Güven aralıkları belirtilmemekle birlikte, tahmini sürelerin artan yüzdelik dilimlerde yükseldiği, farklı pH seviyelerinde Asmethrin®'in baygınlık etkisinin süre ile arttığını göstermektedir.

Tablo 4.38. Yüzey Uygulamasından 24 Saat Sonra Farklı pH Seviyelerinde 48 Saatlik Uygulamanın Baygınlığa Etkisi: Gözlenen ve Probit Modeline Göre Tahmin Edilen Değerler ile Model Parametreleri

pH düzeyi	lx	KDx	lx/KDx	Tahmini lx/KDx	%KDx	X^2	μ	σ	β	m
5.5	75	57	1.32	0.7206	76.0	5.354	0.55	0.33	3.34	3.04
7.0	75	55	1.36	0.8166	73.3					
8.5	75	69	1.09	0.8766	92.0					

Tablo 4.39. Yüzey Uygulamasından 24 Saat Sonra Farklı pH Seviyelerinde 48 Saatlik Uygulamanın Baygınlığa Neden Olan Tahmini Süre Değerleri ve Güven Aralıkları

% Dilimi	Tahmini Süre (dakika)	Güven Aralığı	
		Alt Güven Sınırı	Üst Güven Sınırı
1.00	0.604		
5.00	1.013		
10.00	1.335		
15.00	1.608		
50.00	3.53		
85.00	7.749		
90.00	9.333		
95.00	12.295		
99.00	20.617		

4.10.1.15. Yüzey uygulamasından 24 saat sonra farklı pH seviyelerinde 120 saatlik uygulamanın baygınlık süresi ve probit modeli ile tahmini değerlerin karşılaştırılması

Asmethrin® biyosidal ürününün yüzey uygulamasından 120 saat sonra farklı pH seviyelerinde tarsal kontakt uygulamanın baygınlığa etkisi 75 birey üzerinde incelenmiştir. 5. dakikada %44.0, 10. ve 15. dakikalarda ise %21.3 oranında baygınlık olduğu belirlenmiştir (Tablo 4.40). Probit modeline göre tahmin edilen baygınlık oranları gözlenen değerlerden farklılık göstermekte olup, model parametreleri $\mu=0.68$, $\sigma=-0.28$, $\beta=7.46$ ve $m=-3.63$ olarak hesaplanmıştır. Ayrıca, baygınlığa neden olan tahmini süreler ve güven aralıkları incelendiğinde, %50 baygınlık oranına ulaşmak için gereken sürenin yaklaşık 4.78 dakika olduğu ve %99 yüzdelik diliminde bu sürenin 1.09 dakika ile 20.91 dakika arasında değiştiği görülmüştür (Tablo 4.41). Güven aralıklarının bazı yüzdeliklerde geniş ve bazı yüzdeliklerde dar olması, modelin tahminlerinde belirsizlik ve varyasyon olduğunu göstermektedir. Bu veriler, farklı pH seviyelerinde Asmethrin®'in baygınlık etkisinin süre ve duyarlılık açısından değişkenlik gösterdiğini ortaya koymaktadır.

Tablo 4.40. Yüzey Uygulamasından 24 Saat Sonra Farklı pH Seviyelerinde 120 Saat Uygulamanın Baygınlığa (Knock-Down) Etkisi: Gözlenen ve Probit Modeline Göre Tahmin Edilen Değerler ile Model Parametreleri

pH düzeyi	lx	KDx	lx/KDx	Tahmini lx/KDx	%KDx	X^2	μ	σ	β	m
5.5	75	33	2.27	0.412	44.0	2.107	0.68	-0.28	7.46	-3.63
7.0	75	16	4.69	0.2735	21.3					
8.5	75	16	4.69	0.1819	21.3					

Tablo 4.41. Yüzey Uygulamasından 24 Saat Sonra Farklı pH Seviyelerinde 120 Saat Uygulamanın Baygınlığa Neden Olan Tahmini Süre Değerleri ve Güven Aralıkları

% Dilimi	Tahmini Süre (dakika)	Güven Aralığı	
		Alt Güven Sınırı	Üst Güven Sınırı
1.00	20.909	145.434	13.386
5.00	13.567	45.325	10.213
10.00	10.773	24.437	8.807
15.00	9.221	16.188	7.929
50.00	4.776	5.613	2.573
85.00	2.474	3.684	0.441
90.00	2.117	3.344	0.29
95.00	1.681	2.899	0.155
99.00	1.091	2.22	0.048

4.10.1.16. Yüzey uygulamasından 24 saat sonra farklı pH seviyelerinde duyarlı popülasyon üzerine tarsal kontakt uygulamanın baygınlık süresi ve probit modeli ile tahmini değerlerin karşılaştırılması

Asmethrin® biyosidal ürününün yüzey uygulamasından 24 saat sonra farklı pH seviyelerinde duyarlı popülasyon üzerinde tarsal kontakt uygulamanın baygınlığa etkisi 75 birey üzerinde incelenmiştir. 5. dakikada %86.7, 10. ve 15. dakikalarda ise %98.7 oranında baygınlık olduğu belirlenmiştir (Tablo 4.42). Probit modeline göre tahmin edilen baygınlık oranları gözlenen değerlere yakın olup, model parametreleri $\mu=0.58$, $\sigma=0.14$, $\beta=0.88$ ve $m=7.13$ olarak hesaplanmıştır. Ayrıca, baygınlığa neden olan tahmini süreler ve güven aralıkları incelendiğinde, %50 baygınlık oranına ulaşmak için gereken sürenin yaklaşık 3.79 dakika olduğu ve %99 yüzdelik diliminde bu sürenin 8.04 dakika ile 13.92 dakika arasında değiştiği görülmüştür (Tablo 4.43). Güven aralıklarının artan yüzdelik dilimlerde genişlemesi, duyarlı popülasyonda bireyler arası duyarlılık farklılıklarının varlığına işaret etmektedir. Bu veriler, farklı pH seviyelerinde Asmethrin®'in duyarlı popülasyonda baygınlık etkisinin süre ile arttığını göstermektedir.

Tablo 4.42. Yüzey Uygulamasından 24 Saat Sonra Farklı pH Seviyelerinde Duyarlı Popülasyon Üzerine Tarsal Kontakt Uygulamanın Baygınlığa (Knock-Down) Etkisi: Gözlenen ve Probit Modeline Göre Tahmin Edilen Değerler ile Model Parametreleri

pH düzeyi	lx	KDx	lx/KDx	Tahmini lx/KDx	%KDx	X^2	μ	σ	β	m
5.5	75	65	1.15	0.8753	86.7	1.307	0.58	0.14	0.88	7.13
7.0	75	74	1.01	0.9712	98.7					
8.5	75	74	1.01	0.9938	98.7					

Tablo 4.43. Yüzey Uygulamasından 24 Saat Sonra Farklı pH Seviyelerinde Duyarlı Popülasyon Üzerine Tarsal Kontakt Uygulamanın Baygınlığa Neden Olan Tahmini Süre Değerleri ve Güven Aralıkları

% Dilimi	Tahmini Süre (dakika)	Güven Aralığı	
		Alt Güven Sınırı	Üst Güven Sınırı
1.00	1.788	0.179	2.915
5.00	2.228	0.337	3.334
10.00	2.506	0.471	3.583
15.00	2.712	0.592	3.762
50.00	3.791	1.541	4.634
85.00	5.299	3.919	5.846
90.00	5.736	4.769	6.331
95.00	6.45	5.845	7.773
99.00	8.038	7.028	13.915

4.10.2. Farklı pH koşullarında Cifto[®]'un knockdown etkisinin zamana bağlı etkilerinin karşılaştırılması

4.10.2.1. pH 5.5 düzeyinde tarsal kontakt sonrası baygınlık süresi ve probit modeli ile tahmini değerlerin karşılaştırılması

Cifto[®] biyosidal ürününün pH 5.5 düzeyinde farklı sürelerde tarsal kontakt uygulamanın baygınlığa etkisi 75 birey üzerinde incelenmiştir. 5. dakikada %41.3, 10. dakikada %85.3, 15. dakikada %97.3 ve 30. dakikada %98.7 oranında baygınlık olduğu belirlenmiştir (Tablo 4.44). Probit modeline göre tahmin edilen baygınlık oranları gözlenen değerlere yakın olup, model parametreleri $\mu=0.74$, $\sigma=0.26$, $\beta=2.12$ ve $m=3.88$ olarak hesaplanmıştır. Ayrıca, baygınlığa neden olan tahmini süreler ve güven aralıkları incelendiğinde, %50 baygınlık oranına ulaşmak için gereken sürenin yaklaşık 5.53 dakika olduğu ve %99 yüzdelik diliminde bu sürenin 21.98 dakika ile 32.03 dakika arasında değiştiği görülmüştür (Tablo 4.45). Güven aralıklarının artan yüzdelik dilimlerde genişlemesi, bireyler arası duyarlılık farklılıklarının varlığına işaret etmektedir. Bu veriler, Cifto[®]'un pH 5.5 düzeyinde baygınlık etkisinin süre ile arttığını göstermektedir.

Tablo 4.44. pH 5.5 Düzeyinin Farklı Sürelerde Uygulamalarının Tarsal Kontakt Uygulamanın Baygınlığa (Knock-Down) Etkisi: Gözlenen ve Probit Modeline Göre Tahmin Edilen Değerler ile Model Parametreleri

Süre (dk.)	lx	KDx	lx/KDx	Tahmini lx/KDx	%KDx	X^2	μ	σ	β	m
5	75	31	2.42	0.4324	41.3	5.133	0.74	0.26	2.12	3.88
10	75	64	1.17	0.8409	85.3					
15	75	73	1.03	0.9537	97.3					
30	75	74	1.01	0.9978	98.7					

Tablo 4.45. pH 5.5 Düzeyinin Farklı Sürelerde Uygulamalarının Tarsal Kontakt Uygulamanın Baygınlığa (Knock-Down) Neden Olan Tahmini Süre Değerleri ve Güven Aralıkları

% Dilimi	Tahmini Süre (dakika)	Güven Aralığı	
		Alt Güven Sınırı	Üst Güven Sınırı
1.00	1.392	0.765	2.001
5.00	2.085	1.309	2.776
10.00	2.587	1.74	3.309
15.00	2.992	2.107	3.728
50.00	5.532	4.64	6.295
85.00	10.229	9.041	12.013
90.00	11.83	10.312	14.37
95.00	14.675	12.422	18.903
99.00	21.983	17.385	32.03

4.10.2.2. pH 5.5 düzeyinde 48 saat uygulaması sonrası baygınlık süresi ve probit modeli ile tahmini değerlerin karşılaştırılması

Ciftox® biyosidal ürününün pH 5.5 düzeyinde 48 saat uygulama sonrası farklı sürelerde tarsal kontakt uygulamanın baygınlığa etkisi 75 birey üzerinde incelenmiştir. 5. dakikada %90.7, 10. ve 15. dakikalarda ise %98.7 oranında baygınlık olduğu belirlenmiştir (Tablo 4.46). Probit modeline göre tahmin edilen baygınlık oranları gözlenen değerlere yakın olup, model parametreleri $\mu=0.09$, $\sigma=0.45$, $\beta=4.81$ ve $m=2.2$ olarak hesaplanmıştır. Ayrıca, baygınlığa neden olan tahmini süreler ve güven aralıkları incelendiğinde, %50 baygınlık oranına ulaşmak için gereken sürenin yaklaşık 1.22 dakika olduğu ve %99 yüzdeler diliminde bu sürenin 13.96 dakika ile 251.51 dakika arasında değiştiği görülmüştür (Tablo 4.47). Güven aralıklarının yüksek yüzdelerlerde çok geniş olması, bireyler arası duyarlılık farklılıklarının ve model tahminlerindeki belirsizliğin arttığını göstermektedir. Bu veriler, Ciftox®'un pH 5.5 düzeyinde baygınlık etkisinin süre ile arttığını ortaya koymaktadır.

Tablo 4.46. pH 5.5 Düzeyinin Farklı Sürelerde Uygulamalarının 48 Saat Uygulamasının Baygınlığa Etkisi: Gözlenen ve Probit Modeline Göre Tahmin Edilen Değerler ile Model Parametreleri

Süre (dk.)	lx	KDx	lx/KDx	Tahmini lx/KDx	%KDx	X^2	μ	σ	β	m
5	75	68	1.1	0.9107	90.7	0.524	0.09	0.45	4.81	2.2
10	75	74	1.01	0.9777	98.7					
15	75	74	1.01	0.9917	98.7					

Tablo 4.47. pH 5.5 Düzeyinin Farklı Sürelerde Uygulamalarının 48 Saat Uygulamasının Baygınlığa Neden Olan Tahmini Süre Değerleri ve Güven Aralıkları

% Dilimi	Tahmini Süre (dakika)	Güven Aralığı	
		Alt Güven Sınırı	Üst Güven Sınırı
1.00	0.107	0.0	0.686
5.00	0.219	0.0	1.024
10.00	0.32	0.0	1.269
15.00	0.414	0.0	1.467
50.00	1.223	0.001	2.724
85.00	3.619	0.277	5.318
90.00	4.677	0.916	6.524
95.00	6.841	3.992	11.913
99.00	13.956	9.252	251.514

4.10.2.3. pH 5.5 düzeyinde 120 saat uygulaması sonrası baygınlık süresi ve probit modeli ile tahmini değerlerin karşılaştırılması

Ciftox® biyosidal ürününün pH 5.5 düzeyinde 120 saat uygulama sonrası farklı sürelerde tarsal kontakt uygulamanın baygınlığa etkisi 75 birey üzerinde incelenmiştir. 5. dakikada %32.0, 10. dakikada %72.0 ve 15. dakikada %98.7 oranında baygınlık olduğu belirlenmiştir (Tablo 4.48). Probit modeline göre tahmin edilen baygınlık oranları gözlenen değerlere yakın olup, model parametreleri $\mu=0.82$, $\sigma=0.22$, $\beta=1.26$ ve $m=4.57$ olarak hesaplanmıştır. Ayrıca, baygınlığa neden olan tahmini süreler incelendiğinde, %50 baygınlık oranına ulaşmak için gereken sürenin yaklaşık 6.6 dakika olduğu ve %99 yüzdelik diliminde bu sürenin 21.31 dakika olduğu görülmüştür (Tablo 4.49). Güven aralıkları belirtilmemekle birlikte, tahmini sürelerin artan yüzdelik dilimlerde yükseldiği, Ciftox®'un pH 5.5 düzeyinde baygınlık etkisinin süre ile arttığını göstermektedir.

Tablo 4.48. pH 5.5 Düzeyinin Farklı Sürelerde Uygulamalarının 120 Saat Uygulamasının Baygınlığa (Knock-Down) Etkisi: Gözlenen ve Probit Modeline Göre Tahmin Edilen Değerler ile Model Parametreleri

Süre (dk.)	Ix	KDx	Ix/KDx	Tahmini Ix/KDx	%KDx	X^2	μ	σ	β	m
5	75	24	3.12	0.2909	32.0	5.16	0.82	0.22	1.26	4.57
10	75	54	1.39	0.7952	72.0					
15	75	74	1.01	0.9484	98.7					

Tablo 4.49. pH 5.5 Düzeyinin Farklı Sürelerde Uygulamalarının 120 Saat Uygulamasının Baygınlığa Neden Olan Tahmini Süre Değerleri ve Güven Aralıkları

% Dilimi	Tahmini Süre (dakika)	Güven Aralığı	
		Alt Güven Sınırı	Üst Güven Sınırı
1.00	2.044		
5.00	2.881		
10.00	3.46		
15.00	3.915		
50.00	6.6		
85.00	11.126		
90.00	12.589		
95.00	15.119		
99.00	21.313		

4.10.2.4. pH 7.0 düzeyinde tarsal kontakt uygulama sonrası baygınlık süresi ve probit modeli ile tahmini değerlerin karşılaştırılması

Ciftox® biyosidal ürününün pH 7.0 düzeyinde farklı sürelerde tarsal kontakt uygulamanın baygınlığa etkisi 75 birey üzerinde incelenmiştir. 5. dakikada %22.7, 10. dakikada %73.3, 15. dakikada %93.3 ve 30. dakikada %98.7 oranında baygınlık olduğu belirlenmiştir (Tablo 4.50). Probit modeline göre tahmin edilen baygınlık oranları gözlenen değerlere yakın olup, model parametreleri $\mu=0.86$, $\sigma=0.23$, $\beta=1.26$ ve $m=4.34$ olarak hesaplanmıştır. Ayrıca, baygınlığa neden olan tahmini süreler ve güven aralıkları incelendiğinde, %50 baygınlık oranına ulaşmak için gereken sürenin yaklaşık 7.27 dakika olduğu ve %99 yüzdelik diliminde bu sürenin 24.97 dakika ile 33.95 dakika arasında değiştiği görülmüştür (Tablo 4.51). Güven aralıklarının artan yüzdelik dilimlerde genişlemesi, bireyler arası duyarlılık farklılıklarının varlığına işaret etmektedir. Bu veriler, Ciftox®'un pH 7.0 düzeyinde baygınlık etkisinin süre ile arttığını göstermektedir.

Tablo 4.50. pH 7.0 Düzeyinin Farklı Sürelerde Uygulamalarının Tarsal Kontakt Uygulamanın Baygınlığa (Knock-Down) Etkisi: Gözlenen ve Probit Modeline Göre Tahmin Edilen Değerler ile Model Parametreleri

Süre (dk.)	lx	KDx	lx/KDx	Tahmini lx/KDx	%KDx	X^2	μ	σ	β	m
5	75	17	4.41	0.2399	22.7	2.281	0.86	0.23	1.26	4.34
10	75	55	1.36	0.7259	73.3					
15	75	70	1.07	0.9139	93.3					
30	75	74	1.01	0.9962	98.7					

Tablo 4.51. pH 7.0 Düzeyinin Farklı Sürelerde Uygulamalarının Tarsal Kontakt Uygulamanın Baygınlığa (Knock-Down) Neden Olan Tahmini Süre Değerleri ve Güven Aralıkları

% Dilimi	Tahmini Süre (dakika)	Güven Aralığı	
		Alt Güven Sınırı	Üst Güven Sınırı
1.00	2.118	1.423	2.757
5.00	3.04	2.24	3.734
10.00	3.686	2.849	4.395
15.00	4.197	3.348	4.912
50.00	7.273	6.461	8.049
85.00	12.601	11.24	14.635
90.00	14.35	12.625	17.108
95.00	17.4	14.933	21.658
99.00	24.974	20.308	33.952

4.10.2.5. pH 7.0 düzeyinde 48 saat uygulaması sonrası baygınlık süresi ve probit modeli ile tahmini değerlerin karşılaştırılması

Ciftox® biyosidal ürününün pH 7.0 düzeyinde 48 saat uygulama sonrası farklı sürelerde tarsal kontakt uygulamanın baygınlığa etkisi 75 birey üzerinde incelenmiştir. 5. dakikada %30.7, 10. dakikada %54.7 ve 15. dakikada %76.0 oranında baygınlık olduğu belirlenmiştir (Tablo 4.52). Probit modeline göre tahmin edilen baygınlık oranları gözlenen değerlere yakın olup, model parametreleri $\mu=0.92$, $\sigma=0.40$, $\beta=2.73$ ve $m=2.48$ olarak hesaplanmıştır. Ayrıca, baygınlığa neden olan tahmini süreler ve güven aralıkları incelendiğinde, %50 baygınlık oranına ulaşmak için gereken sürenin yaklaşık 8.27 dakika olduğu ve %99 yüzdelik diliminde bu sürenin 71.85 dakika ile 230.86 dakika arasında değiştiği görülmüştür (Tablo 4.53). Güven aralıklarının yüksek yüzdeliklerde çok geniş olması, bireyler arası duyarlılık farklılıklarının ve model tahminlerindeki belirsizliğin arttığını göstermektedir. Bu veriler, Ciftox®'un pH 7.0 düzeyinde baygınlık etkisinin süre ile arttığını ortaya koymaktadır.

Tablo 4.52. pH 7.0 Düzeyinin Farklı Sürelerde Uygulamalarının 48 Saat Uygulamasının Baygınlığa Etkisi: Gözlenen ve Probit Modeline Göre Tahmin Edilen Değerler ile Model Parametreleri

Süre (dk.)	lx	KDx	lx/KDx	Tahmini lx/KDx	%KDx	X^2	μ	σ	β	m
5	75	23	3.26	0.2943	30.7	0.589	0.92	0.4	2.73	2.48
10	75	41	1.83	0.5812	54.7					
15	75	57	1.32	0.7393	76.0					

Tablo 4.53. pH 7.0 Düzeyinin Farklı Sürelerde Uygulamalarının 48 Saat Uygulamasının Baygınlığa Neden Olan Tahmini Süre Değerleri ve Güven Aralıkları

% Dilimi	Tahmini Süre (dakika)	Güven Aralığı	
		Alt Güven Sınırı	Üst Güven Sınırı
1.00	0.951	0.268	1.747
5.00	1.791	0.713	2.803
10.00	2.511	1.2	3.614
15.00	3.154	1.701	4.299
50.00	8.266	6.851	9.711
85.00	21.662	16.566	36.55
90.00	27.207	19.742	51.715
95.00	38.138	25.498	86.831
99.00	71.854	40.961	230.861

4.10.2.6. pH 7.0 düzeyinde 120 saat uygulaması sonrası baygınlık süresi ve probit modeli ile tahmini değerlerin karşılaştırılması

Ciftox® biyosidal ürününün pH 7.0 düzeyinde 120 saat uygulama sonrası farklı sürelerde tarsal kontakt uygulamanın baygınlığa etkisi 75 birey üzerinde incelenmiştir. 5. dakikada %12.0, 10. dakikada %48.0 ve 15. dakikada %84.0 oranında baygınlık olduğu belirlenmiştir (Tablo 4.54). Probit modeline göre tahmin edilen baygınlık oranları gözlenen değerlere yakın olup, model parametreleri $\mu=0.98$, $\sigma=0.22$, $\beta=0.61$ ve $m=4.48$ olarak hesaplanmıştır. Ayrıca, baygınlığa neden olan tahmini süreler ve güven aralıkları incelendiğinde, %50 baygınlık oranına ulaşmak için gereken sürenin yaklaşık 9.57 dakika olduğu ve %99 yüzdelik diliminde bu sürenin 31.66 dakika ile 46.31 dakika arasında değiştiği görülmüştür (Tablo 4.55). Güven aralıklarının artan yüzdelik dilimlerde genişlemesi, bireyler arası duyarlılık farklılıklarının varlığına işaret etmektedir. Bu veriler, Ciftox®'un pH 7.0 düzeyinde baygınlık etkisinin süre ile arttığını göstermektedir.

Tablo 4.54. pH 7.0 Düzeyinin Farklı Sürelerde Uygulamalarının 120 Saat Uygulamasının Baygınlığa (Knock-Down) Etkisi: Gözlenen ve Probit Modeline Göre Tahmin Edilen Değerler ile Model Parametreleri

Süre (dk.)	lx	KDx	lx/KDx	Tahmini lx/KDx	%KDx	X^2	μ	σ	β	m
5	75	9	8.33	0.1035	12.0	1.572	0.98	0.22	0.61	4.48
10	75	36	2.08	0.5342	48.0					
15	75	63	1.19	0.809	84.0					

Tablo 4.55. pH 7.0 Düzeyinin Farklı Sürelerde Uygulamalarının 120 Saat Uygulamasının Baygınlığa Neden Olan Tahmini Süre Değerleri ve Güven Aralıkları

% Dilimi	Tahmini Süre (dakika)	Güven Aralığı	
		Alt Güven Sınırı	Üst Güven Sınırı
1.00	2.892	1.963	3.698
5.00	4.106	3.086	4.941
10.00	4.949	3.919	5.778
15.00	5.614	4.598	6.433
50.00	9.568	8.66	10.557
85.00	16.305	14.279	19.791
90.00	18.497	15.901	23.212
95.00	22.297	18.601	29.471
99.00	31.657	24.858	46.313

4.10.2.7. pH 8.5 düzeyinde tarsal kontakt sonrası baygınlık süresi ve probit modeli ile tahmini değerlerin karşılaştırılması

Ciftfx® biyosidal ürününün pH 8.5 düzeyinde farklı sürelerde tarsal kontakt uygulamanın baygınlığa etkisi 75 birey üzerinde incelenmiştir. 5. dakikada %26.7, 10. dakikada %65.3, 15. dakikada %98.7 ve 30. dakikada %97.3 oranında baygınlık olduğu belirlenmiştir (Tablo 4.56). Probit modeline göre tahmin edilen baygınlık oranları gözlenen değerlere yakın olup, model parametreleri $\mu=0.86$, $\sigma=0.25$, $\beta=1.55$ ve $m=4.03$ olarak hesaplanmıştır. Ayrıca, baygınlığa neden olan tahmini süreler incelendiğinde, %50 baygınlık oranına ulaşmak için gereken sürenin yaklaşık 7.17 dakika olduğu ve %99 yüzdelik diliminde bu sürenin 27.07 dakika olduğu görülmüştür (Tablo 4.57). Güven aralıkları belirtilmemekle birlikte, tahmini sürelerin artan yüzdelik dilimlerde yükseldiği, Ciftox®'un pH 8.5 düzeyinde baygınlık etkisinin süre ile arttığını göstermektedir.

Tablo 4.56. pH 8.5 Düzeyinin Farklı Sürelerde Uygulamalarının Tarsal Kontakt Uygulamanın Baygınlığa (Knock-Down) Etkisi: Gözlenen ve Probit Modeline Göre Tahmin Edilen Değerler ile Model Parametreleri

Süre (dk.)	lx	KDx	lx/KDx	Tahmini lx/KDx	%KDx	X^2	μ	σ	β	m
5	75	20	3.75	0.2642	26.7	12.973	0.86	0.25	1.55	4.03
10	75	49	1.53	0.72	65.3					
15	75	74	1.01	0.902	98.7					
30	75	73	1.03	0.9939	97.3					

Tablo 4.57. pH 8.5 Düzeyinin Farklı Sürelerde Uygulamalarının Tarsal Kontakt Uygulamanın Baygınlığa (Knock-Down) Neden Olan Tahmini Süre Değerleri ve Güven Aralıkları

% Dilimi	Tahmini Süre (dakika)	Güven Aralığı	
		Alt Güven Sınırı	Üst Güven Sınırı
1.00	1.898		
5.00	2.801		
10.00	3.447		
15.00	3.965		
50.00	7.168		
85.00	12.957		
90.00	14.905		
95.00	18.342		
99.00	27.07		

4.10.2.8. pH 8.5 düzeyinde 48 saat uygulaması sonrası baygınlık süresi ve probit modeli ile tahmini değerlerin karşılaştırılması

Ciftox® biyosidal ürününün pH 8.5 düzeyinde 48 saat uygulama sonrası farklı sürelerde tarsal kontakt uygulamanın baygınlığa etkisi 75 birey üzerinde incelenmiştir. 5. dakikada %4.0, 10. dakikada %34.7 ve 15. dakikada %62.7 oranında baygınlık olduğu belirlenmiştir (Tablo 4.58). Probit modeline göre tahmin edilen baygınlık oranları gözlenen değerlere yakın olup, model parametreleri $\mu=1.1$, $\sigma=0.23$, $\beta=0.26$ ve $m=4.32$ olarak hesaplanmıştır. Ayrıca, baygınlığa neden olan tahmini süreler ve güven aralıkları incelendiğinde, %50 baygınlık oranına ulaşmak için gereken sürenin yaklaşık 12.52 dakika olduğu ve %99 yüzdelik diliminde bu sürenin 43.27 dakika ile 74.75 dakika arasında değiştiği görülmüştür (Tablo 4.59). Güven aralıklarının artan yüzdelik dilimlerde genişlemesi, bireyler arası duyarlılık farklılıklarının varlığına işaret etmektedir. Bu veriler, Ciftox®'un pH 8.5 düzeyinde baygınlık etkisinin süre ile arttığını göstermektedir.

Tablo 4.58. pH 8.5 Düzeyinin Farklı Sürelerde Uygulamalarının 48 Saat Uygulamasının Baygınlığa Etkisi: Gözlenen ve Probit Modeline Göre Tahmin Edilen Değerler ile Model Parametreleri

Süre (dk.)	lx	KDx	lx/KDx	Tahmini lx/KDx	%KDx	X^2	μ	σ	β	m
5	75	3	25.0	0.0426	4.0	0.057	1.1	0.23	0.26	4.32
10	75	26	2.88	0.3369	34.7					
15	75	47	1.6	0.6329	62.7					

Tablo 4.59. pH 8.5 Düzeyinin Farklı Sürelerde Uygulamalarının 48 Saat Uygulamasının Baygınlığa Neden Olan Tahmini Süre Değerleri ve Güven Aralıkları

% Dilimi	Tahmini Süre (dakika)	Güven Aralığı	
		Alt Güven Sınırı	Üst Güven Sınırı
1.00	3.62	2.34	4.667
5.00	5.206	3.841	6.249
10.00	6.319	4.984	7.327
15.00	7.202	5.926	8.181
50.00	12.516	11.297	14.214
85.00	21.752	18.217	29.193
90.00	24.79	20.254	34.859
95.00	30.089	23.66	45.406
99.00	43.273	31.585	74.748

4.10.2.9. pH 8.5 düzeyinde 120 saat uygulaması sonrası baygınlık süresi ve probit modeli ile tahmini değerlerin karşılaştırılması

Ciftox® biyosidal ürününün pH 8.5 düzeyinde 120 saat uygulama sonrası farklı sürelerde tarsal kontakt uygulamanın baygınlığa etkisi 75 birey üzerinde incelenmiştir. 5. dakikada %2.7, 10. dakikada %24.0 ve 15. dakikada %22.7 oranında baygınlık olduğu belirlenmiştir (Tablo 4.60). Probit modeline göre tahmin edilen baygınlık oranları gözlenen değerlere göre farklılık göstermekte olup, model parametreleri $\mu=1.44$, $\sigma=0.45$, $\beta=1.81$ ve $m=2.22$ olarak hesaplanmıştır. Ayrıca, baygınlığa neden olan tahmini süreler incelendiğinde, %50 baygınlık oranına ulaşmak için gereken sürenin yaklaşık 27.62 dakika olduğu ve %99 yüzdelik diliminde bu sürenin 309.39 dakika gibi oldukça yüksek bir değere ulaştığı görülmüştür (Tablo 4.61). Güven aralıklarının yüksek yüzdeliklerde çok geniş olması, bireyler arası duyarlılık farklılıklarının ve model tahminlerindeki belirsizliğin arttığını göstermektedir. Bu veriler, Ciftox®'un pH 8.5 düzeyinde baygınlık etkisinin süre ile arttığını ortaya koymaktadır.

Tablo 4.60. pH 8.5 Düzeyinin Farklı Sürelerde Uygulamalarının 120 Saat Uygulamasının Baygınlığa (Knock-Down) Etkisi: Gözlenen ve Probit Modeline Göre Tahmin Edilen Değerler ile Model Parametreleri

Süre (dk.)	lx	KDx	lx/KDx	Tahmini lx/KDx	%KDx	X^2	μ	σ	β	m
5	75	2	37.5	0.0499	2.7	5.011	1.44	0.45	1.81	2.22
10	75	18	4.17	0.164	24.0					
15	75	17	4.41	0.2784	22.7					

Tablo 4.61. pH 8.5 Düzeyinin Farklı Sürelerde Uygulamalarının 120 Saat Uygulamasının Baygınlığa Neden Olan Tahmini Süre Değerleri ve Güven Aralıkları

% Dilimi	Tahmini Süre (dakika)	Güven Aralığı	
		Alt Güven Sınırı	Üst Güven Sınırı
1.00	2.465		
5.00	5.002		
10.00	7.295		
15.00	9.411		
50.00	27.616		
85.00	81.033		
90.00	104.536		
95.00	152.456		
99.00	309.394		

4.10.2.10. Duyarlı popülasyon üzerine pH 5.5 düzeyinde tarsal kontakt sonrası baygınlık süresi ve probit modeli ile tahmini değerlerin karşılaştırılması

Ciftox® biyosidal ürününün duyarlı popülasyon üzerinde pH 5.5 düzeyinde farklı sürelerde tarsal kontakt uygulamanın baygınlığa etkisi 75 birey üzerinde incelenmiştir. 5. dakikada %22.7, 10. dakikada %62.7, 15. dakikada %92.0 ve 30. dakikada %98.7 oranında baygınlık olduğu belirlenmiştir (Tablo 4.62). Probit modeline göre tahmin edilen baygınlık oranları gözlenen değerlere yakın olup, model parametreleri $\mu=0.89$, $\sigma=0.24$, $\beta=1.33$ ve $m=4.12$ olarak hesaplanmıştır. Ayrıca, baygınlığa neden olan tahmini süreler ve güven aralıkları incelendiğinde, %50 baygınlık oranına ulaşmak için gereken sürenin yaklaşık 7.77 dakika olduğu ve %99 yüzdelik diliminde bu sürenin 28.50 dakika ile 39.28 dakika arasında değiştiği görülmüştür (Tablo 4.63). Güven aralıklarının artan yüzdelik dilimlerde genişlemesi, duyarlı popülasyonda bireyler arası duyarlılık farklılıklarının varlığına işaret etmektedir. Bu veriler, Ciftox®'un pH 5.5 düzeyinde duyarlı popülasyonda baygınlık etkisinin süre ile arttığını göstermektedir.

Tablo 4.62. Duyarlı Popülasyon Üzerine pH 5.5 Düzeyinin Farklı Sürelerde Tarsal Kontakt Uygulamanın Baygınlığa (Knock-Down) Etkisi: Gözlenen ve Probit Modeline Göre Tahmin Edilen Değerler ile Model Parametreleri

Süre (dk.)	lx	KDx	lx/KDx	Tahmini lx/KDx	%KDx	X ²	μ	σ	β	m
5	75	17	4.41	0.2155	22.7	2.244	0.89	0.24	1.33	4.12
10	75	47	1.6	0.6746	62.7					
15	75	69	1.09	0.8806	92.0					
30	75	74	1.01	0.9922	98.7					

Tablo 4.63. Duyarlı Popülasyon Üzerine pH 5.5 Düzeyinin Farklı Sürelerde Tarsal Kontakt Uygulamanın Baygınlığa (Knock-Down) Neden Olan Tahmini Süre Değerleri ve Güven Aralıkları

% Dilimi	Tahmini Süre (dakika)	Güven Aralığı	
		Alt Güven Sınırı	Üst Güven Sınırı
1.00	2.116	1.412	2.772
5.00	3.096	2.273	3.819
10.00	3.794	2.925	4.538
15.00	4.351	3.464	5.104
50.00	7.765	6.899	8.607
85.00	13.858	12.301	16.212
90.00	15.893	13.898	19.112
95.00	19.471	16.583	24.493
99.00	28.496	22.932	39.28

4.10.2.11. Duyarlı popülasyon üzerine pH 7.0 düzeyinde tarsal kontakt uygulamanın baygınlık süresi ve probit modeli ile tahmini değerlerin karşılaştırılması

Ciftox® biyosidal ürününün duyarlı popülasyon üzerinde pH 7.0 düzeyinde farklı sürelerde tarsal kontakt uygulamanın baygınlığa etkisi 75 birey üzerinde incelenmiştir. 5. dakikada %10.7, 10. dakikada %76.0 ve 15. dakikada %94.7 oranında baygınlık olduğu belirlenmiştir (Tablo 4.64). Probit modeline göre tahmin edilen baygınlık oranları gözlenen değerlere yakın olup, model parametreleri $\mu=0.9$, $\sigma=0.18$, $\beta=0.07$ ve $m=5.49$ olarak hesaplanmıştır. Ayrıca, baygınlığa neden olan tahmini süreler incelendiğinde, %50 baygınlık oranına ulaşmak için gereken sürenin yaklaşık 7.91 dakika olduğu ve %99 yüzdelik diliminde bu sürenin 20.97 dakika olduğu görülmüştür (Tablo 4.65). Güven aralıkları belirtilmemekle birlikte, tahmini sürelerin artan yüzdelik dilimlerde yükseldiği, duyarlı popülasyonda baygınlık etkisinin süre ile arttığını göstermektedir.

Tablo 4.64. Duyarlı Popülasyon Üzerine pH 7.0 Düzeyinin Farklı Sürelerde Tarsal Kontakt Uygulamanın Baygınlığa Etkisi: Gözlenen ve Probit Modeline Göre Tahmin Edilen Değerler ile Model Parametreleri

Süre (dk.)	lx	KDx	lx/KDx	Tahmini lx/KDx	%KDx	X^2	μ	σ	β	m
5	75	8	9.38	0.1372	10.7	17.742	0.9	0.18	0.07	5.49
10	75	57	1.32	0.7124	76.0					
15	75	71	1.06	0.9367	94.7					

Tablo 4.65. Duyarlı Popülasyon Üzerine pH 7.0 Düzeyinin Farklı Sürelerde Tarsal Kontakt Uygulamanın Baygınlığa Neden Olan Tahmini Süre Değerleri ve Güven Aralıkları

% Dilimi	Tahmini Süre (dakika)	Güven Aralığı	
		Alt Güven Sınırı	Üst Güven Sınırı
1.00	2.981		
5.00	3.967		
10.00	4.619		
15.00	5.12		
50.00	7.906		
85.00	12.209		
90.00	13.531		
95.00	15.758		
99.00	20.969		

4.10.2.12. Duyarlı popülasyon üzerine pH 8.5 düzeyinde tarsal kontakt uygulamanın baygınlık süresi ve probit modeli ile tahmini değerlerin karşılaştırılması

Ciftox® biyosidal ürününün duyarlı popülasyon üzerinde pH 8.5 düzeyinde farklı sürelerde tarsal kontakt uygulamanın baygınlığa etkisi 75 birey üzerinde incelenmiştir. 5. dakikada %30.7, 10. dakikada %96.0 ve 15. dakikada %98.7 oranında baygınlık olduğu belirlenmiştir (Tablo 4.66). Probit modeline göre tahmin edilen baygınlık oranları gözlenen değerlere yakın olup, model parametreleri $\mu=0.77$, $\sigma=0.19$, $\beta=0.91$ ve $m=5.32$ olarak hesaplanmıştır. Ayrıca, baygınlığa neden olan tahmini süreler incelendiğinde, %50 baygınlık oranına ulaşmak için gereken sürenin yaklaşık 5.86 dakika olduğu ve %99 yüzdelik diliminde bu sürenin 16.02 dakika olduğu görülmüştür (Tablo 4.67). Güven aralıkları belirtilmemekle birlikte, tahmini sürelerin artan yüzdelik dilimlerde yükseldiği, duyarlı popülasyonda baygınlık etkisinin süre ile arttığını göstermektedir.

Tablo 4.66. Duyarlı Popülasyon Üzerine pH 8.5 Düzeyinin Farklı Sürelerde Tarsal Kontakt Uygulamanın Baygınlığa (Knock-Down) Etkisi: Gözlenen ve Probit Modeline Göre Tahmin Edilen Değerler ile Model Parametreleri

Süre (dk.)	lx	KDx	lx/KDx	Tahmini lx/KDx	%KDx	X^2	μ	σ	β	m
5	75	23	3.26	0.3571	30.7					
10	75	72	1.04	0.8919	96.0	170.161	0.77	0.19	0.91	5.32
15	75	74	1.01	0.9851	98.7					

Tablo 4.67. Duyarlı Popülasyon Üzerine pH 8.5 Düzeyinin Farklı Sürelerde Tarsal Kontakt Uygulamanın Baygınlığa Neden Olan Tahmini Süre Değerleri ve Güven Aralıkları

% Dilimi	Tahmini Süre (dakika)	Güven Aralığı	
		Alt Güven Sınırı	Üst Güven Sınırı
1.00	2.142		
5.00	2.876		
10.00	3.365		
15.00	3.742		
50.00	5.858		
85.00	9.171		
90.00	10.197		
95.00	11.932		
99.00	16.022		

4.10.2.13. Yüzey uygulamasından 24 saat sonra farklı pH seviyelerinde tarsal kontakt sonrası baygınlık süresi ve probit modeli ile tahmini değerlerin karşılaştırılması

Ciftox® biyosidal ürününün yüzey uygulamasından 24 saat sonra farklı pH seviyelerinde tarsal kontakt uygulamanın baygınlığa etkisi 75 birey üzerinde incelenmiştir. pH 5.5 düzeyinde %98.7, pH 7.0 ve 8.5 seviyelerinde ise %89.3 oranında baygınlık gözlenmiştir (Tablo 4.68). Probit modeline göre tahmin edilen baygınlık oranları pH 5.5 için 0.9805, pH 7.0 için 0.9197 ve pH 8.5 için 0.873 olarak hesaplanmıştır. Model parametreleri pH 5.5 için $\mu=1.15$, $\sigma=-0.22$, $\beta=10.23$ ve $m=-4.53$ olarak belirlenmiştir. Baygınlığa neden olan tahmini süreler ve güven aralıkları incelendiğinde, %50 baygınlık oranına ulaşmak için gereken sürenin yaklaşık 14.29 dakika olduğu, ancak güven aralıklarının çok geniş olduğu ve özellikle yüksek yüzdeliklerde belirsizliğin arttığı görülmüştür (Tablo 4.69). Bu durum, farklı pH seviyelerinde Ciftox®'un baygınlık etkisinin süreye bağlı olarak değiştiğini ve model tahminlerinde yüksek varyasyon olduğunu göstermektedir.

Tablo 4.68. Yüzey Uygulamasından 24 Saat Sonra Farklı pH Seviyelerinde Tarsal Kontakt Uygulamanın Baygınlığa (Knock-Down) Etkisi: Gözlenen ve Probit Modeline Göre Tahmin Edilen Değerler ile Model Parametreleri

pH düzeyi	lx	KDx	lx/KDx	Tahmini lx/KDx	%KDx	X^2	μ	σ	β	m
5.5	75	74	1.01	0.9805	98.7	1.131	1.15	-0.22	10.23	-4.53
7.0	75	67	1.12	0.9197	89.3					
8.5	75	67	1.12	0.873	89.3					

Tablo 4.69. Yüzey Uygulamasından 24 Saat Sonra Farklı pH Seviyelerinde Tarsal Kontakt Uygulamanın Baygınlığa (Knock-Down) Neden Olan Tahmini Süre Değerleri ve Güven Aralıkları

% Dilimi	Tahmini Süre (dakika)	Güven Aralığı	
		Alt Güven Sınırı	Üst Güven Sınırı
1.00	46.627	141019.016	19.988
5.00	32.974	22841.449	16.486
10.00	27.413	8656.378	14.873
15.00	24.2	4497.777	13.872
50.00	14.288	283.435	10.305
85.00	8.436	18.489	7.394
90.00	7.447	10.389	6.378
95.00	6.191	7.037	3.219
99.00	4.378	5.551	0.545

4.10.2.14. Yüzey uygulamasından 24 saat sonra farklı pH seviyelerinde 48 saatlik uygulamanın baygınlık süresi ve probit modeli ile tahmini değerlerin karşılaştırılması

Ciftox® biyosidal ürününün yüzey uygulamasından 24 saat sonra farklı pH seviyelerinde 24 saatlik uygulamanın baygınlığa etkisi 75 birey üzerinde incelenmiştir. pH 5.5 düzeyinde %98.7, pH 7.0 düzeyinde %72.0 ve pH 8.5 düzeyinde %70.7 oranında baygınlık olduğu belirlenmiştir (Tablo 4.70). Probit modeline göre tahmin edilen baygınlık oranları pH 5.5 için 0.9713, pH 7.0 için 0.7931 ve pH 8.5 için 0.6507 olarak hesaplanmıştır. Model parametreleri pH 5.5 için $\mu=0.96$, $\sigma=-0.13$, $\beta=12.08$ ve $m=-7.41$ olarak belirlenmiştir. Baygınlığa neden olan tahmini süreler incelendiğinde, %50 baygınlık oranına ulaşmak için gereken sürenin yaklaşık 9.02 dakika olduğu ve tahmini sürelerin yüksek yüzdelerde azaldığı görülmüştür (Tablo 4.71). Bu durum, farklı pH seviyelerinde Ciftox®'un baygınlık etkisinin süreye bağlı olarak değiştiğini ve model tahminlerinde ters yönde bir eğilim olabileceğini göstermektedir.

Tablo 4.70. Yüzey Uygulamasından 24 Saat Sonra Farklı pH Seviyelerinde 48 Saatlik Uygulamanın Baygınlığa Etkisi: Gözlenen ve Probit Modeline Göre Tahmin Edilen Değerler ile Model Parametreleri

pH düzeyi	lx	KDx	lx/KDx	Tahmini lx/KDx	%KDx	X ²	μ	σ	β	m
5.5	75	74	1.01	0.9713	98.7	4.104	0.96	-0.13	12.08	-7.41
7.0	75	54	1.39	0.7931	72.0					
8.5	75	53	1.42	0.6507	70.7					

Tablo 4.71. Yüzey Uygulamasından 24 Saat Sonra Farklı pH Seviyelerinde 48 Saatlik Uygulamanın Baygınlığa Neden Olan Tahmini Süre Değerleri ve Güven Aralıkları

% Dilimi	Tahmini Süre (dakika)	Güven Aralığı	
		Alt Güven Sınırı	Üst Güven Sınırı
1.00	18.588		
5.00	15.042		
10.00	13.436		
15.00	12.451		
50.00	9.023		
85.00	6.539		
90.00	6.059		
95.00	5.413		
99.00	4.38		

4.10.2.15. Yüzey uygulamasından 24 saat sonra farklı pH seviyelerinde 120 saatlik uygulamanın baygınlık süresi ve probit modeli ile tahmini değerlerin karşılaştırılması

Ciftox® biyosidal ürününün yüzey uygulamasından 120 saat sonra farklı pH seviyelerinde tarsal kontakt uygulamanın baygınlığa etkisi 75 birey üzerinde incelenmiştir. pH 5.5 düzeyinde %98.7 oranında baygınlık gözlenirken, pH 7.0 ve 8.5 seviyelerinde sırasıyla %32.0 ve %38.7 oranında baygınlık belirlenmiştir (Tablo 4.72). Probit modeline göre tahmin edilen baygınlık oranları pH 5.5 için 0.9481, pH 7.0 için 0.5029 ve pH 8.5 için 0.2626 olarak hesaplanmıştır. Model parametreleri pH 5.5 için $\mu=0.85$, $\sigma=-0.09$, $\beta=14.37$ ve $m=-11.08$ olarak belirlenmiştir. Baygınlığa neden olan tahmini süreler incelendiğinde, %50 baygınlık oranına ulaşmak için gereken sürenin yaklaşık 7.01 dakika olduğu ve tahmini sürelerin yüksek yüzdeliklerde azaldığı görülmüştür (Tablo 4.73). Bu veriler, farklı pH seviyelerinde Ciftox®'un baygınlık etkisinin süreye bağlı olarak değiştiğini ve model tahminlerinde ters yönde bir eğilim olabileceğini göstermektedir.

Tablo 4.72. Yüzey Uygulamasından 120 Saat Sonra Farklı pH Seviyelerinde Tarsal Kontakt Uygulamanın Baygınlığa (Knock-Down) Etkisi: Gözlenen ve Probit Modeline Göre Tahmin Edilen Değerler ile Model Parametreleri

pH düzeyi	I_x	KD _x	I_x/KD_x	Tahmini I_x/KD_x	%KD _x	X^2	μ	σ	β	m
5.5	75	74	1.01	0.9481	98.7	18.194	0.85	-0.09	14.37	-11.08
7.0	75	24	3.12	0.5029	32.0					
8.5	75	29	2.59	0.2626	38.7					

Tablo 4.73. Yüzey Uygulamasından 120 Saat Sonra Farklı pH Seviyelerinde Tarsal Kontakt Uygulamanın Baygınlığa Neden Olan Tahmini Süre Değerleri ve Güven Aralıkları

% Dilimi	Tahmini Süre (dakika)	Güven Aralığı	
		Alt Güven Sınırı	Üst Güven Sınırı
1.00	11.368		
5.00	9.867		
10.00	9.15		
15.00	8.695		
50.00	7.01		
85.00	5.652		
90.00	5.371		
95.00	4.981		
99.00	4.323		

4.10.2.16. Yüzey uygulamasından 24 saat sonra farklı pH seviyelerinde duyarlı popülasyon üzerine tarsal kontakt uygulamanın baygınlık süresi ve probit modeli ile tahmini değerlerin karşılaştırılması

Ciftox® biyosidal ürününün yüzey uygulamasından 24 saat sonra farklı pH seviyelerinde duyarlı popülasyon üzerinde tarsal kontakt uygulamanın baygınlığa etkisi 75 birey üzerinde incelenmiştir. pH 5.5, 7.0 ve 8.5 seviyelerinde sırasıyla %94.7, %94.7 ve %96.0 oranında baygınlık gözlenmiştir (Tablo 4.74). Probit modeline göre tahmin edilen baygınlık oranları pH 5.5 için 0.9449, pH 7.0 için 0.9528 ve pH 8.5 için 0.9557 olarak hesaplanmıştır. Model parametreleri pH 5.5 için $\mu=-2.4$, $\sigma=1.94$, $\beta=6.24$ ve $m=0.52$ olarak belirlenmiştir. Baygınlığa neden olan tahmini süreler incelendiğinde, tahmini sürelerin çoğunlukla 0'a yakın olduğu ve %99 yüzdelik diliminde 129.85 dakikaya kadar geniş bir aralıkta değiştiği görülmüştür (Tablo 4.75). Bu durum, duyarlı popülasyonda baygınlık etkisinin çok hızlı gerçekleştiğini ancak yüksek yüzdeliklerde bireyler arası duyarlılık farklılıklarının belirgin olduğunu göstermektedir.

Tablo 4.74. Yüzey Uygulamasından 24 Saat Sonra Farklı pH Seviyelerinde Duyarlı Popülasyon Üzerine Tarsal Kontakt Uygulamanın Baygınlığa (Knock-Down) Etkisi: Gözlenen ve Probit Modeline Göre Tahmin Edilen Değerler ile Model Parametreleri

pH düzeyi	lx	KDx	lx/KDx	Tahmini lx/KDx	%KDx	X^2	μ	σ	β	m
5.5	75	71	1.06	0.9449	94.7	0.1	-2.4	1.94	6.24	0.52
7.0	75	71	1.06	0.9528	94.7					
8.5	75	72	1.04	0.9557	96.0					

Tablo 4.75. Yüzey Uygulamasından 24 Saat Sonra Farklı pH Seviyelerinde Duyarlı Popülasyon Üzerine Tarsal Kontakt Uygulamanın Baygınlığa Neden Olan Tahmini Süre Değerleri ve Güven Aralıkları

% Dilimi	Tahmini Süre (dakika)	Güven Aralığı	
		Alt Güven Sınırı	Üst Güven Sınırı
1.00	0.0		
5.00	0.0		
10.00	0.0		
15.00	0.0		
50.00	0.004		
85.00	0.408		
90.00	1.221		
95.00	6.188		
99.00	129.853		

Tüm verileri birlikte değerlendirildiğinde, Asmethrin ve Ciftox® biyosidal ürünleri için farklı pH değerlerinde ve farklı temas sürelerinde baygınlık (knock-down) etkileri üzerine yapılan probit analizleri, bu maddelerin etkinliklerinin hem pH hem de temas süresi ile anlamlı şekilde değiştiğini göstermektedir.

Öncelikle, Asmethrin için 5.5, 7.0 ve 8.5 pH düzeylerinde yapılan araştırmalarda, baygınlık süresi tahminleri ve %50 baygınlık süresi (LT₅₀) değerleri arasında belirgin farklılıklar gözlenmiştir. 5.5 pH’da LT₅₀ değerleri genellikle 6-10 dakika arasında değişirken, 7.0 pH’da bu süreler 3-10 dakika aralığında, 8.5 pH’da ise 3-12 dakika arasında değişmektedir. Bu durum, pH yükseldikçe Asmethrin’in baygınlık oranı etkisinin genel olarak hızlandığını ancak bazı pH 8.5 düzeylerinde daha uzun süreler gerektiği belirlenmiştir. Ayrıca, uygulama zamanı (başlangıç, 48 ve 120 saat) ve duyarlı/yerel popülasyon grupları arasında da farklılıklar mevcuttur; duyarlı popülasyonda genellikle daha kısa baygınlık süreleri tahmin edilmiştir.

Ciftox® için ise benzer şekilde 5.5, 7.0 ve 8.5 pH değerlerinde yapılan analizlerde, LT₅₀ değerleri 1-14 dakika arasında değişmiş, 5.5 pH’da genellikle 1-6 dakika, 7.0 pH’da 3-9 dakika, 8.5 pH’da ise 3-27 dakika aralığında sonuçlar elde edilmiştir. Ciftox®’un 48 saat sonrası ölüm oranları da değerlendirilmiş ve bu sürelerde baygınlık etkisinin kalıcılığı ve ölüm oranları pH ve temas süresi ile ilişkilendirilmiştir. Özellikle 8.5 pH düzeyinde farklı gruplarda LT₅₀ değerlerinin oldukça yüksek (örneğin 27 dakika) olduğu ve güven aralıklarının geniş olduğu değerlendirilmiştir, bu da etkinlikte değişkenlik ve olası direnç gelişimi sinyali olabilir.

Genel olarak, hem Asmethrin hem de Ciftox®’un baygınlık etkisi temas süresi arttıkça artmakta, %KDx oranları artmakta ve probit model parametreleri (μ , σ , β , m) ile uyumlu şekilde tahmin edilen değerler gözlenenlerle paralellik göstermektedir. Ancak, pH değerleri ve uygulama zamanı (başlangıç, 48 ve 120 saat) arasında etkinlikte

farklılıklar bulunmakta, bu da çevresel koşulların ve biyolojik varyasyonların etkisini göstermektedir.

Sonuç olarak, tüm veriler birlikte değerlendirildiğinde, Asmethrin ve Ciftox®'un baygınlık etkilerinin pH, temas süresi ve biyolojik duyarlılık gibi faktörlere bağlı olarak değiştiği, probit analizlerinin bu değişkenleri anlamada ve etkinlik tahmininde güvenilir bir yöntem olduğu söylenebilir. Özellikle pH 7.0 ve 8.5'te etkinlikte artış veya değişkenlik gözlenirken, 5.5 pH'da daha stabil ve kısa baygınlık elde edilmiştir. Bu bulgular, biyosidal ürün uygulamalarında pH kontrolünün ve temas süresinin optimize edilmesinin önemini vurgulamaktadır. Ayrıca, duyarlı ve yerel popülasyon gruplarının karşılaştırılması, direnç gelişimi ve etkinlik değerlendirmesi açısından kritik bilgiler sağlamaktadır. Asmetrin® ve Ciftox® ürünlerinin farklı pH düzeylerinde ve temas sürelerinde hem yerel hem de duyarlı popülasyonlar üzerindeki başlangıç ve 48 saat ile 120 saat sonrası ölüm oranları sistematik olarak değerlendirilmiştir. Elde edilen bulgular, biyosidal ürün etkinliğinin yalnızca temas süresine değil, aynı zamanda pH düzeyine ve popülasyonun duyarlılığına da bağlı olarak değişebileceğini göstermektedir.

Asmetrin® ürününün farklı pH düzeylerinde ve temas sürelerinde hem yerel hem de duyarlı popülasyonlar üzerindeki etkileri, biyosidal ürünlerin çevresel koşullara gösterdiği reaksiyonlar açısından literatürdeki bulgularla karşılaştırıldığında dikkat çekici konular öne çıkmaktadır. Literatürde, özellikle karbamat ve organofosfat grubu insektisitlerin alkali pH koşullarında daha hızlı hidrolize uğradığı ve etkinliğinin azaldığı sıklıkla vurgulanmaktadır (McKie ve Johnson, 2004; Fishel ve Ferrell, 2010; Tosun, 2016). Ancak, Asmetrin® ürünü için elde edilen verilerde, pH 5.5, 7.0 ve 8.5 düzeylerinde tarsal kontakt oranları arasında belirgin bir fark olmadığı, temas süresi uzadıkça baygın oranlarının tüm pH seviyelerinde arttığı değerlendirilmiştir. Özellikle 15 ve 30 dakikalık temas süresinde “knock-down time” zamanında, baygınlık oranları neredeyse maksimuma ulaşmıştır. Bu durum, Asmetrin® ürününün formülasyonunun pH düzeylerine değişimlerine karşı görece stabil olduğunu ve literatürdeki genel kabullerin her pestisit için geçerli olmayabileceğini göstermektedir.

48 ve 120 saatlik gözlem periyotlarında ise, hem baygın oranlarının hem de ölüm oranlarının (%) genel olarak düştüğü, ancak pH düzeyleri arasında anlamlı bir farklılık oluşmadığı görülmektedir. Bu bulgu, Oğuz (2025) tarafından yapılan ve farklı pestisitlerin pH'a karşı farklı reaksiyonlar gösterebileceğini ortaya koyan bulgularla uyumludur. Ayrıca, temas süresinin pestisit etkinliği üzerindeki belirleyici rolü, literatürde Champ ve ark. (2008) ile Hamby ve ark. (2015) tarafından da vurgulanmıştır.

Kısa süreli uygulamalarda baygın ev sineği sayısı düşük kalırken, temas süresi uzadıkça ve özellikle baygın ev sineği sayısı anlamlı şekilde artmaktadır.

Duyarlı popülasyonda ise, tüm pH düzeylerinde ve özellikle uzun temas sürelerinde baygın oranlarının (%) çok yüksek olduğu, çoğu durumda %100'e ulaştığı tespit edilmiştir. Bu durum, pestisitlerin hedef popülasyonun genetik ve fizyolojik özelliklerine bağlı olarak farklı etkinlik gösterebileceğini ve laboratuvar koşullarında elde edilen sonuçların saha koşullarında farklılık gösterebileceğini ortaya koymaktadır.

Ciftox® ürünün farklı pH düzeylerinde ve temas sürelerinde hem yerel hem de duyarlı popülasyonlar üzerindeki etkileri, literatürde pestisitlerin pH'a düzeyleri ile ilişkileri büyük ölçüde uyumludur. Özellikle pH 8.5 düzeyinde, kısa süreli uygulamalarda baygın oranlarının belirgin şekilde azaldığı, ancak temas süresi uzadıkça baygın oranlarının arttığı belirlenmiştir. 48 ve 120 saatlik kalıntı etkilerde ise, pH 5.5 düzeyinde baygın oranları (%) yüksek düzeyde belirlenirken, pH 8.5 düzeyinde baygın oranlarının (%) belirgin şekilde düştüğü değerlendirilmiştir. Bu durum, Ciftox® ürününün alkali pH koşullarında etkinliğinin azaldığını ve literatürde karbamat ve organofosfat grubu insektisitler için bildirilen alkali hidroliz olgusuyla uyumlu olduğunu göstermektedir (McKie ve Johnson, 2004; Guzsány ve ark., 2006; Fishel ve Ferrell, 2010; Ranjbar ve ark., 2022).

Duyarlı popülasyonda ise, ürün etkinliği pH değişimlerinden daha az etkilenmiş ve genel olarak yüksek baygınlık oranları elde edilmiştir. Bu bulgu, pestisitlerin hedef popülasyonun duyarlılığına bağlı olarak farklı etkinlik gösterebileceğini ve pH'ın etkisinin popülasyonun genetik yapısına göre değişebileceğini göstermektedir.

Asmetrin® ve Ciftox® ürünleri için, temas süresinin etkinlik üzerinde pH düzeylerinden daha belirleyici olduğu değerlendirilmiştir. Asmetrin® ürününün pH değişiminin etkisi oldukça sınırlı kalırken, Ciftox® ürünün de özellikle alkali pH'da etkinlikte belirgin bir azalma belirlenmiştir. Bu farklılık, biyosidal ürünlerin kimyasal yapısına ve formülasyonuna bağlı olarak pH düzeyine karşı gösterdikleri reaksiyonlarının değişebileceğini ve literatürdeki genel kabullerin Asmetrin® ve Ciftox® ürünleri için geçerli olmadığını göstermektedir (Oğuz, 2025). Ayrıca, her iki ürün için de duyarlı popülasyonda ölüm oranlarının yüksek olması, biyosidal ürünlerin hedef popülasyonun özelliklerine göre farklı etkinlik gösterebileceğini ortaya koymaktadır.

Farklı literatürlerde, pestisitlerin etkinliğini artırmak için suyun pH düzeyinin 5.5-6.5 aralığında tutulmasının önerildiği, ancak bazı metal içerikli fungusitlerin asidik ortamda kullanılmasının fitotoksikite riskini artırabileceği belirtilmiştir (Fishel ve Ferrell,

2010; Tosun, 2016). Bu çalışmada ise, Asmetrin® ürünü için pH değişimlerine karşı daha stabil olduğu, Ciftoz® ürünü için ise alkali pH seviyelerinde etkinliğinin azaldığı belirlenmiştir. Bulgular, biyosidal ürünlerin uygulamalarında aktif maddeye özgü değerlendirmelerin gerekliliğini ve arazi koşullarında seyreltme su pH düzeyinin dikkatle izlenmesi gerektiğini vurgulamaktadır.

Asmetrin® ürününün pH değişimlerine karşı stabil kalırken, Ciftoz® ürününün alkali pH'da etkinliğinin sınırlandığı değerlendirilmiştir. Her iki biyosidal ürün için de temas süresi ve popülasyon duyarlılığı, etkinlik üzerinde pH düzeyinden daha belirleyici olduğu değerlendirilmiştir.

Araştırmamız, Asmetrin® ve Ciftoz® biyosidal ürünlerinin etkinliğini etkileyen faktörlerin kapsamlı analizini sunarak, biyosidal ürün uygulamalarının optimizasyonu için kritik bulgular ortaya koymuştur. Varyans analizi sonuçları, temas süresi ($F=234.34$, $p<0.001$), uygulama zamanı ($F=58.62$, $p<0.001$), pH düzeyi ($F=8.33$, $p<0.001$) ve böcek popülasyonu ($F=12.19$, $p=0.001$) faktörlerinin tümünün biyosidal etkinlik üzerinde önemli etkilere sahip olduğunu göstermiştir.

Seyreltme suyu pH değerinin EC formülasyonlarının etkinliğinde belirleyici bir parametre olduğu hipotezimiz, araştırma sonuçlarıyla doğrulanmıştır. Asmetrin® bazik ortamlarda (pH 7.0-8.5), Ciftoz® ise asidik ortamlarda (pH 5.5) dikkat çekici performans göstermiştir. Bu dikkat çekici farklılık, iki biyosidal ürünün kimyasal yapılarındaki temel ayrımı yansıtmaktadır. Fishel ve Ferrell (2010) tarafından belirtildiği gibi, pestisitlerin etkinliği suyun pH düzeyinden büyük ölçüde etkilenebilmektedir. Özellikle karbamat ve organofosfat grubu insektisitler, alkali suyun varlığında "alkali hidroliz" olarak adlandırılan kimyasal reaksiyona girerek bozulmaktadır.

Ciftoz® ürününün pH 5.5 düzeyinde gösterdiği yüksek etkinlik, Tosun (2016) tarafından belirtilen, çoğu pestisit için ideal pH aralığının 4 ile 7 arasında olduğu bilgisiyle uyumludur. Ancak, Asmetrin® ürünün pH 7.0-8.5 aralığında daha etkili olması, bazı pestisitlerin alkali ortamlarda daha stabil olabileceğini düşündürmektedir. Bu bulgu, Tablo 2.2. ve Tablo 2.3.'te sunulan farklı aktif maddelerin farklı pH değerlerinde gösterdiği yarılanma süreleriyle paralellik gösterdiği belirlenmiştir. Örneğin, bazı aktif maddeler (acetamiprid, *B. thuringiensis*) bazik ortamlarda stabil kalabilirken, diğerleri (captan, phosmet) hızla bozunabildiği değerlendirilmiştir.

Biyosidal ürün ve pH düzeyleri arasındaki güçlü etkileşim ($F=36.98$), biyosidal ürün etkinliğinin karmaşık ve çok faktörlü doğasını açıkça ortaya koymaktadır. Bu etkileşim, IRAC (2025) tarafından bildirilen, pestisitlerin etki mekanizmalarının (MoA)

toksositeye yol açmak amacıyla etkileşime girdikleri biyolojik reseptöre göre tanımlandığı bilgisiyle uyumludur. pH değişimi, bu moleküler etkileşimleri doğrudan etkileyerek, pestisitlerin hedef reseptörlere bağlanma etkinliğini değiştirebilmektedir.

Uygulama zamanının etkinlik üzerindeki güçlü etkisi, her iki ürünün de hazırlandıktan hemen sonra kullanılması durumunda maksimum etkinlik gösterdiğini, 48 ve 120 saat uygulamalarında ise etkinliğin belirgin şekilde düştüğünü ortaya konulmuştur. Bu sonuç, Carson'ın (2011) "Sessiz Bahar" eserinde vurguladığı çevresel endişelerin bir sonucu olarak, modern pestisitlerin daha kısa yarı ömre sahip olmasıyla doğrudan ilişkili olduğunu şeklinde yorumlanmıştır.

Uygulama zamanı ve pH düzeyleri arasındaki etkileşimin yüksek F değeri (24.74), biyosidal ürünlerin kimyasal stabilitesinin pH düzeyine bağlı olarak zaman içinde değiştiğini göstermektedir. Fishel ve Ferrell (2010) tarafından belirtildiği gibi, pestisitlerin kimyasal bozunma hızı genellikle yarı ömür ile ifade edilmektedir. Örneğin, malathion pH 6'da 8 gün yarılanma süresine sahipken, pH 8'de bu süre 19 saate düşmektedir. Bu dikkat çekici fark, pH düzeyinin pestisit stabilitesi üzerindeki belirleyici etkisini açıkça göstermektedir. Bu bulgu, Lea ve ark. (2025) tarafından belirtilen, pestisitlerin tersinir ve geri dönüşümsüz bağlanma mekanizmalarıyla da ilişkilendirilebilir. Yeni seyreltilmiş biosidal ürün formülasyonlarında aktif bileşenlerin kimyasal stabilitesi ve biyolojik aktivitesi maksimum düzeydeyken, zamanla bu özellikler azalmaktadır. Bu durum, özellikle alkali ortamlarda daha hızlı gerçekleşmektedir.

Temas süresinin en yüksek F değerine sahip olması ($F=234.34$), bu faktörün biyosidal etkinlik üzerinde dominant bir etkiye sahip olduğunu göstermiştir. Her iki ürün için de 15-30 dakikalık minimum temas süresinin gerekli olduğu tespit edilmiştir. Bu bulgu, Vass (2011) tarafından dikkat çekilen, pestisitlerin doğal substratlarla rekabet ederek reseptörlere bağlanması ve normal fizyolojik süreçleri engelleyerek toksik etki oluşturması prensibiyle açıklanabilir. Yeterli uygulama zamanı veya temas süresi, aktif bileşenlerin hedef reseptörlere ulaşması ve bağlanması için gerekli zamanı sağlamaktadır. Bu süre, pestisitlerin etki mekanizmasına göre değişebilmektedir. Özellikle, asetilkolinesteraz inhibitörleri, nikotinik asetilkolin reseptörleri (nAChRs) gibi spesifik reseptörlere bağlanan pestisitler için, bu etkileşimin gerçekleşmesi belirli bir süre gerektirmektedir.

Böcek popülasyonunun etkinlik üzerindeki önemli etkisi ($F=12.19$), her iki ürünün de duyarlı popülasyonda daha yüksek etkinlik gösterdiğini ortaya koymuştur. Bu sonuç, Zacharia (2011) tarafından bildirilen ve direnç belirlenen insektisitlerin kullanımı

sonrası benzer şekilde gözlenen direnç gelişimi sorununu doğrulamaktadır. Yerel popülasyonda, biyosidal ürünlerin etkinliğinin azalması, bu popülasyonların biyosidal ürünlere karşı geliştirdikleri direnç mekanizmalarıyla açıklanabilir.

Biyosidal ürün ve böcek popülasyonu arasındaki etkileşimin önemli etkisi ($F=14.80$), Asmetrin® ve Ciftoz® ürünlerinin yerel ve duyarlı popülasyonlar üzerindeki etkinliklerinin farklı olduğunu göstermektedir. Bu bulgu, Mnif ve ark. (2011) tarafından belirtilen, pestisitlerin moleküler etkileşimlerinin seçicilik ve etkinlik düzeylerini belirleyen temel faktörler olduğu bilgisiyle uyumludur. Yerel popülasyonda, hedef reseptörlerde meydana gelen yapısal değişiklikler veya detoksifikasyon mekanizmalarının gelişimi, biyosidal ürünlerin etkinliğini azaltabilmektedir.

Araştırmamızda tespit edilen faktörler arasındaki kompleks etkileşimler, pestisit etkinliğinin çok boyutlu doğasını ortaya koymaktadır. Özellikle, biyosidal ürün ve pH düzeyleri, uygulama zamanı ve pH düzeyleri, biyosidal ürün ve böcek popülasyonu arasındaki önemli etkileşimler, pestisit uygulamalarının optimizasyonunda tüm faktörlerin bir arada değerlendirilmesi gerektiğini göstermektedir. Bu kompleks etkileşimler, Bayer CropScience (2025)'in belirttiği gibi, potansiyel olarak etkili olduğu düşünülen 139.000 aktif bileşikten yalnızca birinin ticari pazara ulaşabilmesinin nedenlerini açıklamaktadır (Whitford ve ark., 2006). Phillips'in (2020) dikkat çektiği, yeni insektisitlerin ruhsatlandırılması sürecinin daha detaylandırılması ve maliyetlerinin artması, yeni ürünlerin ticarileşmesini sınırlayan temel faktörlerden biri olarak görülmektedir.

Özellikle ülkemizin bazik su kaynaklarına sahip bölgelerinde, pH düşürücü kimyasallar kullanarak pestisit uygulamalarının etkinliğini artırmanın mümkün olabileceğini göstermektedir. Tosun (2016) tarafından belirtildiği gibi, suyun pH düzeyinin hedef pH düzeyine düşürülmesi için sitrik asit, fosforik asit, nitrik asit ve sülfürik asit gibi asitler kullanılabilir. Ancak, bu asitlerin kullanımı hem insan sağlığı hem de çevre güvenliği açısından dikkatle seçilmelidir.

Bu bulgular, Warne ve Reichelt-Brushett (2023) tarafından bildirilen, pestisit kullanımının daha sıkı düzenlemelere tabi tutulduğu ve yeni aktif madde geliştirmenin zorlaştığı günümüzde, mevcut ürünlerin etkinliğini artırmak için bilimsel temelli stratejiler sunmaktadır. Bu stratejilerin uygulanması, hem daha verimli bir zararlı kontrolü sağlanmasına hem de insan ve çevre sağlığının korunmasına katkıda bulunacaktır.



5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu araştırmada, Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından ev sineği (*Musca domestica*) kontrolünde önerilen Cypermethrin (Asmetrin®) için 0,025 g a.i./m² ve Cyfluthrin (Ciftox®) için 0,03 g a.i./m² aktif madde dozları kullanılmıştır. Kullanılan aktif madde dozlarının, WHO tarafından bildirilen şekilde hazırlanmış ve uygulanmış olması, çalışmanın küresel düzeyde kabul edilebilirliğini artırmıştır. Bu durum, araştırmanın literatürde yer alan diğer bilimsel çalışmalarla karşılaştırılabilir olmasına olanak sağlamış; elde edilen sonuçların farklı verilerle birlikte ve daha geniş kapsamlı olarak değerlendirilmesine imkân tanımıştır.

Yürütülen araştırma, Asmetrin® ve Ciftox® biyosidal ürünlerinin etkinliğini etkileyen faktörlerin kapsamlı bir analizini sunmaktadır. Çalışmada, iki farklı biyosidal ürünün üç farklı pH düzeyinde (5,5; 7,0 ve 8,5), üç farklı uygulama zamanında (başlangıç, 48. saat ve 120. saat) ve iki farklı böcek popülasyonu (yerel ve duyarlı) üzerindeki etkinliği sistematik olarak incelenmiştir. Elde edilen bulgular, biyosidal ürünlerin etkinliğini etkileyen faktörler ile bu faktörler arasındaki etkileşimlerin ayrıntılı bir değerlendirmesini sunmakta; ev sineğinin kimyasal kontrol stratejilerinin optimizasyonu için bilimsel temelli öneriler geliştirilmesine olanak sağlamaktadır.

Çalışma kapsamında, Asmetrin® ve Ciftox® biyosidal ürünlerinin yerel ve duyarlı ev sineği (*M. domestica* L.) popülasyonları üzerindeki etkileri; pH 5,5, 7,0 ve 8,5 düzeyleri ile 5, 10, 15 ve 30 dakikalık temas süreleri dikkate alınarak, başlangıçta, 48. ve 120. saatlerde knock-down ve ölüm oranları ayrıntılı biçimde incelenmiştir. Elde edilen bulgular, Asmetrin® ve Ciftox® ürünlerinin etkinliğinin yalnızca temas süresi veya uygulama zamanı ile değil, aynı zamanda seyreltme suyu pH düzeyi ve hedef popülasyonun duyarlılığı ile de yakından ilişkili olduğunu ortaya koymaktadır.

Asmetrin® ürün uygulamalarında, pH düzeyindeki değişimin ölüm oranları üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkisinin olmadığı; temas süresi uzadıkça tüm pH düzeylerinde yüksek baygınlık oranlarına ulaşıldığı belirlenmiştir. Özellikle 15 ve 30 dakikalık temas sürelerinde baygınlık oranlarının neredeyse maksimum düzeye ulaştığı gözlemlenmiştir. Bu durum, Asmetrin® ürününün formülasyonunun pH değişimlerine karşı oldukça stabil olduğunu ve ürün etkinliğinde temas süresinin daha belirleyici bir faktör olduğunu göstermektedir. Duyarlı popülasyonda ise, kısa süreli uygulamalarda dahi yüksek baygınlık oranları tespit edilmiş; pH düzeyi değişiminin etkisinin daha da azaldığı değerlendirilmiştir.

Bu bulgu, Asmetrin® ve Ciftoz® ürünlerinin hedef popülasyonun genetik ve fizyolojik özelliklerine bağlı olarak farklı etkinlik gösterebileceğini ve laboratuvar koşullarında elde edilen sonuçların saha koşullarında farklılık gösterebileceğini düşündürmektedir.

48 ve 120 saat sonra yapılan etkinlik değerlendirmelerinde, yerel popülasyonda kısa temas süreli uygulamalarda baygınlık oranı etkinliğinin azaldığı, ancak uygulama zamanı ve temas süresi uzadıkça baygın oranının arttığı belirlenmiştir. Bu sonuç, Asmetrin® ve Ciftoz® ürünlerinin kalıcı etkisinin zamanla azaldığını, ancak yeterli temas süresi sağlandığında etkinliğin sürdürülebileceğini göstermektedir.

Ciftoz® ürün uygulamalarında ise, özellikle alkali pH koşullarında (pH 8.5) kısa temas süreli uygulamalarda baygın oranlarının belirgin şekilde düştüğü, ancak temas süresi uzadıkça baygın oran etkinliğinin arttığı değerlendirilmiştir. Asidik ve nötr pH düzeylerinde ise, temas süresi ve uygulama zamanıyla birlikte yüksek baygın oranına ulaşılmıştır. Bu bulgu, Ciftoz® ürününün kimyasal yapısının alkali pH koşullarında daha hızlı bozulduğu ve etkinliğinin azaldığı şeklinde yorumlanmıştır. Duyarlı popülasyonun ise, Ciftoz® ürünü etkinliği pH değişimlerinden daha az etkilenmiş ve genel olarak yüksek ölüm oranları elde edilmiştir.

Asmetrin® ve Ciftoz® ürünleri için de, temas süresi ile uygulama zamanı ve popülasyonun duyarlılığı, etkinlik üzerinde pH'tan daha belirleyici olduğu değerlendirilmiştir. Ayrıca, çalışmada kullanılan ürünlerin kimyasal yapısına ve formülasyonuna bağlı olarak pH düzeyine karşı gösterdikleri reaksiyonlarının değişebileceği, bu nedenle her pestisit veya biyosidal ürün için genelleme yapmanın uygun olmadığı değerlendirilmiştir. Sonuç olarak, pestisit veya biyosidal ürün uygulamalarında hem çevresel koşulların hem de hedef popülasyonun özelliklerinin dikkate alınması gerektiği bir kez daha ortaya konulmuştur.

Çalışmanın bulguları doğrultusunda, pestisit ve biyosidal ürün uygulamalarında etkinliğin artırılması, çevresel risklerin azaltılması ve sürdürülebilir zararlı yönetimi için aşağıdaki öneriler sunulmaktadır:

Pestisit ve biyosidal ürün uygulamalarında, suyun pH düzeyinin ve temas süresinin birlikte dikkate alınması gerekmektedir. Özellikle Ciftoz® gibi bazı pestisitlerin veya biyosidal ürünlerin, alkali pH koşullarında etkinliğin azalabileceği göz önünde bulundurulmalı ve mümkünse asidik veya nötr pH'lı seyreltme su kullanımı tercih edilmelidir. Uygulama öncesinde seyreltme suyunun pH'ı ölçülmeli ve gerekirse uygun düzenleyicilerle pH düzeyinin düzenlenmesi gereklidir.

Temas süresi ve uygulama zamanı, pestisit ve biyosidal ürün etkinliğinde kritik bir faktör olduğundan, kullanma talimatlarına uygun olarak yeterli temas süresi sağlanmalıdır. Kısa süreli uygulamalarda etkinliğin düşük kalabileceği unutulmamalı, özellikle arazi koşullarında süre optimize edilmeli ve etkinlik sürekli olarak takip edilmelidir.

Çalışmada Asmetrin® ve Ciftox® ürünlerinin farklı pH değerleri ve temas ve uygulama zamanlarındaki baygınlık etkileri probit analizi ile değerlendirilmiş, etkinliklerinin pH, süre ve biyolojik duyarlılığa bağlı olarak değiştiği belirlenmiştir. Elde edilen bulgular, pestisit ve biyosidal ürün uygulamalarında pH kontrolü ve temas ve uygulama zamanının optimize edilmesinin etkinliği artırmada kritik olduğunu göstermektedir. Gelecek çalışmalarda, direnç mekanizmalarının detaylı incelenmesi ve farklı çevresel koşullar altında etkinlik testlerinin genişletilmesi önerilmektedir.

Duyarlı ve yerel popülasyonlar arasında pestisit ve biyosidal ürün etkinliği açısından farklılıklar olabileceği için, arazi uygulamalarında hedef popülasyonun özellikleri dikkate alınmalı ve gerekirse doz ve uygulama stratejileri buna göre uyarlanmalıdır. Direnç gelişiminin önlenmesi için, pestisit veya biyosidal ürün rotasyonu ve entegre zararlı yönetimi yaklaşımları benimsenmelidir.

Pestisitlerin veya biyosidal ürünlerin kimyasal yapısına ve formülasyonuna bağlı olarak pH düzeylerine karşı gösterdikleri reaksiyonlar değişebileceğinden, ticari kullanıma sunulmadan önce geliştirilen her yeni pestisit veya biyosidal ürün için arazi koşullarında ön denemeler yapılmalı ve uygulama parametreleri buna göre optimize edilmelidir. Ayrıca, üretici firmaların kullanma talimatlarında pH hassasiyetine ilişkin daha ayrıntılı bilgilere yer vermesi, uygulayıcıların doğru kararlar almasını kolaylaştırabileceği açıktır.

Çevre ve insan sağlığının korunması amacıyla, pestisit veya biyosidal ürün uygulamalarında gereksiz kullanımından kaçınılmalı, biyolojik ve kültürel mücadele yöntemleriyle desteklenen entegre zararlı yönetimi stratejileri ön plana çıkarılmalıdır. Ayrıca, pestisit veya biyosidal ürün uygulamalarının sonrasında çevresel kalıntı analizleri yapılmalı ve olası riskler düzenli olarak izlenmelidir.

Son olarak, bu alanda yapılacak ileri çalışmaların, farklı pestisit gruplarının veya biyosidal ürünlerin çeşitli çevresel koşullardaki davranışlarını ve hedef dışı organizmalar üzerindeki etkilerini de kapsayacak şekilde genişletilmesi, sürdürülebilir ve güvenli pestisit ve biyosidal ürün kullanımına katkı sağlayacağı açıktır.

Bu araştırma, seyreltme suyu pH değerinin EC formülasyonlarının etkinliğinde belirleyici bir parametre olduğu hipotezini doğrulamakta ve biyosidal ürünlerin optimum etkinliği için pH düzeyinin, uygulama zamanının, temas süresinin ve popülasyon biyosidal ürünlerin direncinin dikkate alınması gerektiğini göstermektedir.



6. KAYNAKLAR

- Abbas, M. N., Sajeel, M., & Kausar, S. (2013). House fly (*Musca domestica*), a challenging pest; biology, management and control strategies. *Elixir Entomology*, 64, 19333–19338.
- Ağar, S., Durgun, M., Evyapan, B., & Öztürk, S. (1991). Türkiye'de tarımsal savaşın yoğun olduğu bölgelerde ilaçların seyreltilmesinde kullanılan suların özellikleri üzerinde araştırmalar. *Bitki Koruma Bülteni*, 31(1), 99–108.
- Ahamad, A., & Kumar, J. (2023). Pyrethroid pesticides: An overview on classification, toxicological assessment and monitoring. *Journal of Hazardous Materials Advances*, 10, 100284. <https://doi.org/10.1016/j.hazadv.2023.100284>
- Akdoğan, A., Divrikli, Ü., & Elçi, L. (2012). Pestisitlerin önemi ve ekosisteme etkileri. *Akademik gıda*, 10(1), 125-132.
- Altıkat, A., Turan, T., Torun, F. E., & Bingül, Z. (2009). Türkiye’de pestisit kullanımı ve çevreye olan etkileri. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 40(2), 87–92.
- Anonim. (2018). *Biyosidal Ürünler Yönetmeliği Kılavuzu*. Avrupa Kimyasallar Ajansı tarafından hazırlanmış ve Türkçeye çevrilmiş Cilt II Etkinlik- Ölçme ve Değerlendirme (Bölüm B + C) Sürüm 3.0 (Nisan 2018). <https://doi.org/10.2823/49865> (Erişim tarihi: 02.01.2025)
- Anonim. (2025). *House Fly*. <https://extension.unh.edu/resource/house-fly-fact-sheet/> (Erişim tarihi: 02.01.2025)
- Baird, C. (2012). Chapter 13: Pesticides. In C. Baird & M. Cann, *Environmental chemistry* (5th ed.). New York: Freeman and Company.
- Bayer CropScience. (2025). *Bringing products to market*. <https://cropscience.bayer.co.uk/tools-and-services/stewardship-food-and-environment/bringing-products-to-market/> (Erişim tarihi: 01.02.2025)
- Birişik, N., Özdem, A., Karahan, A., Sezgen, M., Ertürk, S., Alkan, M., Çakır, E., Elibüyük, E. A., Koca, E., Aksu, P., Doğan, F., Aydar, A., Sabahoğlu, Y., Yılmaz, A., Kodan, M., Güler, Y., Erdurmuş, G., Yiğit, N., Bozkurt, V., Yıldırım, A. F., ... Bayram, Y. (2018). *Teoriden pratiğe kimyasal mücadele* (N. Birişik, Ed.; 1. baskı). Matsa Basımevi. ISBN: 978-605-2207-13-0
- BKU. (2025). *Yasaklanan bitki koruma ürünleri aktif madde listesi*. <https://bku.tarimorman.gov.tr/AktifMadde/YasakliKisitliExcelFileList> (Erişim tarihi: 01 Mart 2025).

- Blumenthal, D. K., Cheng, X., Fajer, M., Ho, K. Y., Rohrer, J., Gerlits, O., ... & Radić, Z. (2021). Covalent inhibition of hAChE by organophosphates causes homodimer dissociation through long-range allosteric effects. *Journal of Biological Chemistry*, 297(3), 101015. <https://doi.org/10.1016/j.jbc.2021.101015>
- Bryant, E. H., & Meffert, L. M. (1998). Quantitative genetic estimates of morphometric variation in wild-caught and laboratory-reared houseflies. *Evolution*, 52(2), 626–630. <https://doi.org/10.1111/j.1558-5646.1998.tb03691.x>
- BÜ. (2025). *Biyosidal Ürünler*. T.C. Sağlık Bakanlığı Halk Sağlığı Genel Müdürlüğü Çevre Sağlığı Dairesi Başkanlığı. <https://hsgm.saglik.gov.tr/tr/biyosidal-urunler.html> (Erişim tarihi: 06.01.2025)
- BÜKUEY. (2019). *Biyosidal Ürünlerin Kullanım Usul ve Esasları Hakkında Yönetmelik*. 04.07.2019 tarihli ve 30821 sayılı Resmi Gazete. <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2019/07/20190704-2.htm> (Erişim tarihi: 06.01.2025)
- Butcherine, P., Benkendorff, K., Kelaher, B., & Barkla, B. J. (2019). The risk of neonicotinoid exposure to shrimp aquaculture. *Chemosphere*, 217, 329–348. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2018.11.020>
- BÜY. (2009). *Biyosidal Ürünler Yönetmeliği*. 31.12.2009 tarihli ve 27449 sayılı 4. Mükerrer Resmi Gazete. <https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=13672&MevzuatTur=7&MevzuatTertip=5> (Erişim tarihi: 06.01.2025)
- Çakır, D. (2017). *Antalya ilinde ev sineği (Musca domestica L.) popülasyonlarının Thiamethoxam'a karşı direnç durumunun belirlenmesi* Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Yüksek Lisans Tezi Basılmamış
- Cakir, G., Yavuz, O., & Kocak, O. (2008). Effects of piperonyl butoxide and tetramethrin combinations on biological activities of selected synthetic pyrethroid insecticides against different housefly (*Musca domestica* L., Diptera: Muscidae) populations. *Acta Veterinaria Brno*, 77(3), 467-474. <https://doi.org/10.2754/avb200877030327>
- Candan, S., Çökmüş, C., Durmuşoğlu, E., Çetin, H., Ünsal, Y., İlter, H., Odacı, S., Yüksel, S., Coşkun, F., & Yılmaz, A. (2017). *Belediyeler için biyosidal ürün uygulamaları rehberi* (1. baskı). T.C. Sağlık Bakanlığı Türkiye Halk Sağlığı Kurumu (Çevre Sağlığı Daire Başkanlığı). ISBN: 978-975-590-632-4

- Carroquino, M. J., Galson, S. K., Licht, J., Amler, R. W., Perera, F. P., Claxton, L. D., & Landrigan, P. J. (1998). The US EPA Conference on Preventable Causes of Cancer in Children: A research agenda. *Environmental Health Perspectives*, 106(Suppl 3), 867–873. <https://doi.org/10.1289/ehp.98106s3867>
- Carson, R. (2011). *Sessiz Bahar* (Çev. Ç. Güler). Palme Yayıncılık.
- Cetin, H., Kocak, O., Oz, E., Koc, S., Polat, Y., & Arikan, K. (2019). Evaluation of some synthetic pyrethroids and piperonyl butoxide combinations against Turkish house fly (*Musca domestica* L.) populations. *Pakistan Journal of Zoology*, 51(2), 703–707.
- Champ, R. A. & Cole, C. M. (2008). Observations on the influence of water and soil pH on the persistence of insecticides, *Journal of Environmental Science and Health, Part B: Pesticides, Food Contaminants, and Agricultural Wastes*, Agriculture Canada, 17(5), 487–504, <https://doi.org/10.1080/03601238209372336>
- Chauhan, L. K. S., Chandra, S., Saxena, P. N., & Gupta, S. K. (2005). In vivo cytogenetic effects of a commercially formulated mixture of cypermethrin and quinalphos in mice. *Mutation Research/Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis*, 587(1–2), 120–125. <https://doi.org/10.1016/j.mrgentox.2005.08.002>
- Coburn, D. R., & Treichler, R. (1946). Experiments on toxicity of DDT to wildlife. *The Journal of Wildlife Management*, 10(3), 208–216. <https://doi.org/10.2307/3795734>
- Colombo, R., Yariwake, J. H., & Lanza, M. R. (2018). Degradation products of Lambda-cyhalothrin in aqueous solution as determined by SBSE-GC-IT-MS. *Journal of the Brazilian Chemical Society*, 29, 2207–2212. <https://doi.org/10.21577/0103-5053.20180096>
- Dahlem, G. A. (2009). House fly: (*Musca domestica*). In V. H. Resh & R. T. Cardé (Eds.), *Encyclopedia of insects* (pp. 469–470). Academic Press.
- Davies, T. G. E., Field, L. M., Usherwood, P. N. R., & Williamson, M. S. (2007). DDT, pyrethrins, pyrethroids and insect sodium channels. *IUBMB Life*, 59(3), 151–162. <https://doi.org/10.1080/15216540701352042>
- Devkota, P., Spaunhorst, D. J., & Johnson, W. G. (2016). Influence of carrier water pH, hardness, foliar fertilizer, and ammonium sulfate on mesotrione efficacy. *Weed Technology*, 30(3), 617–628. <https://doi.org/10.1614/WT-D-16-00019.1>

- Doğan, F. N., & Karpuzcu, M. E. (2023). En İyi Yönetim Uygulamalarının Pestisit Kirliliğinin Kontrolünde Kullanımı. *Çevre İklim ve Sürdürülebilirlik*, 24(1), 25-32.
- Dong, K., Valles, S. M., Scharf, M. E., Zeichner, B., & Bennett, G. W. (1998). The knockdown resistance (*kdr*) mutation in pyrethroid-resistant German cockroaches. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 60(3), 195-204.
- Erdoğan, G. (2017). Antalya ili Kumluca ilçesinde, ev sineği (*Musca domestica* L.) popülasyonlarında deltamethrin'e karşı direnç seviyelerinin araştırılması. Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Yüksek Lisans Tezi Basılmamış
- Ewere, E. E., Powell, D., Rudd, D., Reichelt-Brushett, A., Mouatt, P., Voelcker, N. H., & Benkendorff, K. (2019). Uptake, depuration and sublethal effects of the neonicotinoid, imidacloprid, exposure in Sydney rock oysters. *Chemosphere*, 230, 1–13. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2019.05.003>
- Fishel, F. M., & Ferrell, J. A. (2010). Water pH and the effectiveness of pesticides. *Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida*. <http://edis.ifas.ufl.edu>
- Fowkes, F. G. R. (1992). Maxcy-Rosenau-Last Public Health and Preventive Medicine. *Journal of Epidemiology and Community Health*, 46(6), 631. <https://doi.org/10.1136/jech.46.6.631>
- FRAC (Fungicide Resistance Action Group). (2025). *FRAC classification of fungicides: Fungal control agents by cross resistance pattern and mode of action 2025*. <https://www.frac.info/fungicide-resistance-management> (Erişim tarihi: 01.02.2025)
- Gajendiran, A., & Abraham, J. (2018). An overview of pyrethroid insecticides. *Frontiers in Biology*, 13, 79–90. <https://doi.org/10.1007/s11515-018-1506-5>
- Gleave, K., Lissenden, N., Chaplin, M., Choi, L., & Ranson, H. (2021). Piperonyl butoxide (PBO) combined with pyrethroids in insecticide-treated nets to prevent malaria in Africa. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 5, CD012776. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD012776.pub3>
- Green, J. M., & Hale, T. (2005). Increasing and decreasing pH to enhance the biological activity of nicosulfuron. *Weed Technology*, 19(2), 468-475. <https://doi.org/10.1614/WT-04-001R5>

- Güntay, O., Çay, H., Durusel, B., & Terzi, Y. (2021). Sentetik piretroidlere genel bakış. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 52(2), 201–223.
- Gupta, R. C., & Crissman, J. W. (2013). Agricultural chemicals. In W. M. Haschek, C. G. Rousseaux, & M. A. Wallig (Eds.), *Haschek and Rousseaux's handbook of toxicologic pathology* (pp. 1349–1372). Academic Press.
- Guzsvány, V., Csanádi, J., & Gaál, F. (2006). NMR study of the influence of pH on the persistence of some neonicotinoids in water. *Acta Chimica Slovenica*, 53(1), 52–57.
- Hamby, K. A., Henderson, J. D., Scher, H. B., & Zalom, F. G. (2015). Organophosphate insecticide activity reduced when mixed with copper (II) Hydroxide in peach dormant sprays. *Journal of Entomological Science*, 50(4), 284–294. <https://doi.org/10.18474/JES15-12.1>
- Hanson, W., Strid, A., Hallman, A., & Jenkins, J. (2018). Cyfluthrin general fact sheet. *National Pesticide Information Center, Oregon State University Extension Services*. <https://npic.orst.edu/factsheets/cyfluthringen.html>
- Hook, S. E., Doan, H., Gonzago, D., Musson, D., Du, J., Kookana, R., ... & Kumar, A. (2018). The impacts of modern-use pesticides on shrimp aquaculture: An assessment for north eastern Australia. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 148, 770–780. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2017.11.051>
- HRAC (Herbicide Resistance Action Committee). (2025). *HRAC mode of action classification 2025*. <https://www.hracglobal.com/> (Erişim tarihi: 01.02.2025)
- HSAHKİUEY. (2005). *Halk Sağlığı Alanında Haşerelere Karşı İlaçlama Usul ve Esasları Hakkında Yönetmelik*. T.C. Sağlık Bakanlığı. 27 Ocak 2005 tarih ve 25709 sayılı Resmi Gazete.
- IRAC (Insecticide Resistance Action Committee). (2025). *Mode of action classification*. <https://irac-online.org/mode-of-action/> (Erişim tarihi: 01.02.2025)
- ITIS. (2025). House fly (*Musca domestica*), Integrated Taxonomic Information System. https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=150255#null (Erişim tarihi: 02.01.2025)
- Iyyadurai, R., Peter, J. V., Immanuel, S., Begum, A., Zachariah, A., Jasmine, S., & Abhilash, K. P. P. (2014). Organophosphate-pyrethroid combination pesticides may be associated with increased toxicity in human poisoning compared to either pesticide alone. *Clinical Toxicology*, 52(5), 538–541. <https://doi.org/10.3109/15563650.2014.909932>

- Jaga, K., & Dharmani, C. (2003). Global surveillance of DDT and DDE levels in human tissues. *International Journal of Occupational Medicine and Environmental Health*, 16(1), 7–20.
- Jeschke, P., Nauen, R., Schindler, M., & Elbert, A. (2011). Overview of the status and global strategy for neonicotinoids. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 59(7), 2897–2908. <https://doi.org/10.1021/jf101303g>
- Kanal, D. (2020). İlaçlama suyunun tarımsal mücadeledeki önemi. *Manisa Tarım Dergisi*, 5, 1-3.
- Konu, S. (2024). Cypermethrin uygulanmış buğday tohumlarının çimlenme ve erken fide gelişimi üzerinde dışsal epibrassinolid'in etkisi. Gaziantep Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Yüksek Lisans Tezi Basılmamış
- Lea, I. A., Feifarek, D., Mihalchik, A., Heintz, M., Haws, L., Nyambego, H., ... & Borghoff, S. J. (2025). Evaluation of the endocrine disrupting potential of diisodecyl phthalate. *Current Research in Toxicology*, 100221. <https://doi.org/10.1016/j.crtox.2025.100221>
- Li, H., Lydy, M. J., & You, J. (2016). Pyrethroids in indoor air during application of various mosquito repellents: Occurrence, dissipation and potential exposure risk. *Chemosphere*, 144, 2427–2435. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2015.11.002>
- Li, N., Sun, C., Jiang, J., Wang, A., Wang, C., Shen, Y., ... & Wang, Y. (2021). Advances in controlled-release pesticide formulations with improved efficacy and targetability. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 69(43), 12579–12597.
- Licup, B. P. E., Purnamasari, L., Olarve, J. P., & dela Cruz, J. F. (2024). Evaluation of adulticidal efficacy of cypermethrin, tetramethrin, and piperonyl butoxide in housefly (*Musca domestica*). *Journal of Environmental Health (Jurnal Kesehatan Lingkungan)*, 16(3), 222–228. <https://doi.org/10.20473/jkl.v16i3.2024.222-228>
- Mansouri, A., Cregut, M., Abbes, C., Durand, M. J., Landoulsi, A., & Thouand, G. (2017). The environmental issues of DDT pollution and bioremediation: A multidisciplinary review. *Applied Biochemistry and Biotechnology*, 181, 309–339. <https://doi.org/10.1007/s12010-016-2225-4>
- Matocha, M. A., & Senseman, S. A. (2007). Trifloxysulfuron dissipation at selected pH levels and efficacy on Palmer amaranth (*Amaranthus palmeri*). *Weed Technology*, 21(3), 674–677. <https://doi.org/10.1614/WT-06-165.1>

- Matthews, G. A. (2018). *A history of pesticides*. CABI. <https://doi.org/10.1079/9781786394871.0000>
- Mckie, P. ve Johnson, S. W. (2004). *Water pH and Its Effects on Pesticide Stability*, Nevada Department of Agriculture, Biotechnology and Natural Resources, University of Nevada, FS-02-36.
- Minitab, LLC. (2014). *Minitab 17 statistical software*. State College, PA. Retrieved from <https://www.minitab.com>
- Mitchell, R. T. (1946). Effects of DDT spray on eggs and nestlings of birds. *The Journal of Wildlife Management*, 10(3), 192–194. <https://doi.org/10.2307/3795731>
- Miyazaki, M., Ohyama, K., Dunlap, D. Y., & Matsumura, F. (1996). Cloning and sequencing of the para-type sodium channel gene from susceptible and kdr-resistant German cockroaches (*Blattella germanica*) and house fly (*Musca domestica*). *Molecular and General Genetics MGG*, 252, 61-68.
- Mnif, W., Hassine, A. I. H., Bouaziz, A., Bartegi, A., Thomas, O., & Roig, B. (2011). Effect of endocrine disruptor pesticides: A review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 8(6), 2265–2303. <https://doi.org/10.3390/ijerph8062265>
- Oğuz, F. (2025). *İlaçlama suyu pH'sının bazı pestisitlerin bozunmasına etkisinin araştırılması*. Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Yüksek Lisans Tezi Basılmamış
- Olgun, S., Gogal Jr, R. M., Adeshina, F., Choudhury, H., & Misra, H. P. (2004). Pesticide mixtures potentiate the toxicity in murine thymocytes. *Toxicology*, 196(3), 181–195. <https://doi.org/10.1016/j.tox.2003.10.010>
- Ölmez, M., & Saraç, D. (2009). Su ürünleri için pH'nın önemi. *Ziraat Mühendisliği*, (353), 12-17.
- Ormanoğlu, N., Emekci, M., & Ferizli, A. (2021). Böceklerle mücadelede nanoteknoloji. *Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 35(1), 181-202.
- Özkan, C., Özpinar, A., Ulusoy, R., Karsavuran, Y., Özaktan, H., Özder, N., Karaca, İ., Yücel, S., Yarpuzlu, F., Kodan, M., Şaçtı, Z., Erkılıç, L., Tatlı, Ş., Ali, B., Şahin, A. K., Çalışkan, A. F., Günal, A. R., Atay, İ., Karataş, K., & Demirel, E. (2020). *Biyolojik mücadele uygulamalarında mevcut durum ve gelecek*. Türkiye Ziraat Mühendisliği IX. Teknik Kongresi, ss; 27-45, Ankara, Türkiye. 13-17 Ocak 2020.

- Phillips, M. W. A. (2020). Agrochemical industry development, trends in R&D and the impact of regulation. *Pest Management Science*, 76(10), 3348–3356. <https://doi.org/10.1002/ps.5895>
- Ranjbar, S., Allahyari, H., Talebi Jahromi, K., & Heidari, A. (2022). Susceptibility of *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) to Different Insecticides under Water Hardness Condition and Additives. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 24(6), 1385-1395. <https://doi.org/10.52547/jast.24.6.1385>
- Roskamp, J. M., Turco, R. F., Bischoff, M., & Johnson, W. G. (2013). The influence of carrier water pH and hardness on saflufenacil efficacy and solubility. *Weed Technology*, 27(3), 527-533. <https://doi.org/10.1614/WT-D-12-00154.1>
- Rozendaal, J. A. (1997). *Vector control: Methods for use by individuals and communities*. World Health Organization.
- Ruberti, M. (2024). One hundred years of pyrethroid chemistry: A still-open research effort to combine efficacy, cost-effectiveness and environmental sustainability. *Sustainability*, 16(19), 8322. <https://doi.org/10.3390/su16198322>
- Şahin, M. (2020). Aktif pestisit uygulayıcılarında yama testinin uygulanması ve dermal maruziyet durumlarının araştırılması Çukurova Üniversitesi Tıp Fakültesi Halk Sağlığı Anabilim Dalı, Adana,
- Selçuk, Ö. (2022). Bursa Büyükşehir Belediyesi sınırları içerisinde ev sineği (*Musca domestica*) popülasyonlarında bazı insektisitlere karşı oluşan direncin belirlenmesi. Bursa Uludağ Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Parazitoloji Anabilim Dalı Doktora Tezi Basılmamış
- Simon-Delso, N., Amaral-Rogers, V., Belzunces, L. P., Bonmatin, J. M., Chagnon, M., Downs, C., ... & Wiemers, M. (2015). Systemic insecticides (neonicotinoids and fipronil): Trends, uses, mode of action and metabolites. *Environmental Science and Pollution Research*, 22, 5–34. <https://doi.org/10.1007/s11356-014-3470-y>
- Terriere, L. C., Schonbrod, R. D., & Yu, S. J. (1975). Abnormalities in the microsomal oxidases of the WHO standard reference strain of *Musca domestica*. *Bulletin of the World Health Organization*, 52(1), 101–108.
- THSK [T.C. Sağlık Bakanlığı Türkiye Halk Sağlığı Kurumu]. (2017). *Belediyeler için biyosidal ürün uygulamaları rehberi* (Prof. Dr. İ. Şencan, Ed.; 1. baskı). T.C. Sağlık Bakanlığı Yayınları. ISBN: 978-975-590-632-4

- TİTCK. (2025). *Ürün Tipi-1 ve Ürün Tipi-19 Biyosidal Ürün Analizleri Hakkında Talimat*. https://titck.gov.tr/storage/Archive/2021/contentFile/TİTCK%20-%20Ürün%20Tipi-1%20ve%20Ürün%20Tipi-19%20Biyosidal%20Ürün%20Analizleri%20Hakkında%20Talimat_c6d6c594-8067-44e5-8ab8-0f55d2410480.pdf (Erişim tarihi: 02.01.2025)
- Tomlin, C. D. (2009). *The pesticide manual: A world compendium* (15th ed.). British Crop Production Council.
- Topuz, H., Durmuşoğlu, E., & Balcı, H. Adjuvants used in plant protection. *Türkiye Entomoloji Bülteni*, 1(3), 197-208.
- Tosun, N. (2016). İlaçlama suyunun tarımsal savaşındaki önemi nedir? *İzmir Ziraat Mühendisleri Odası Yayınları*. Mart 2016, Sayı: 28. <https://apelasyon.com/yazi/28/ilaclama-suyunun-tarimsal-savasimdaki-onemi-nedir>
- TUIK. (2025). *Tarımsal ilaç kullanım miktarları*. <https://data.tuik.gov.tr/> (Erişim tarihi: 06.01.2025)
- UNEP (United Nations Environment Programme). (2018). *United Nations treaty collection: Environment Chapter XXVII. Stockholm convention on persistent organic pollutants*. https://treaties.un.org/Pages/ViewDetails.aspx?src=TREATY&mtdsg_no=XXVII-15&chapter=27&clang=_en (Erişim tarihi: 01.02.2025)
- Urkude, R., Dhurvey, V., & Kochhar, S. (2019). Pesticide residues in beverages. In A. M. Grumezescu & A. M. Holban (Eds.), *Quality control in the beverage industry* (pp. 529–560). Academic Press.
- Valles, S. M., Dong, K., & Brenner, R. J. (2000). Mechanisms responsible for cypermethrin resistance in a strain of German cockroach, *Blattella germanica*. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 66(3), 195-205.
- Valmorbida, I., Hohenstein, J. D., Coates, B. S., Bevilaqua, J. G., Menger, J., Hodgson, E. W., ... & O'Neal, M. E. (2022). Association of voltage-gated sodium channel mutations with field-evolved pyrethroid resistant phenotypes in soybean aphid and genetic markers for their detection. *Scientific Reports*, 12(1), 12020. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-16163-3>
- Vass, I. (2011). Role of charge recombination processes in photodamage and photoprotection of the photosystem II complex. *Physiologia Plantarum*, 142(1), 6–16. <https://doi.org/10.1111/j.1399-3054.2010.01445.x>

- Warne, M. S. J., & Reichelt-Brushett, A. (2023). Pesticides and biocides. In M. S. J. Warne & A. Reichelt-Brushett (Eds.), *Marine pollution—Monitoring, management and mitigation* (pp. 155–184). Cham: Springer Nature Switzerland. https://doi.org/10.1007/978-3-031-12345-6_7
- Whitford, F., Pike, D., Burroughs, F., Hanger, G., Johnson, B., Brassard, D., & Blessing, A. (2006). *The pesticide marketplace, discovering and developing new products* (PPP-71). Purdue University. <http://www.ppp.purdue.edu/Pubs/ppp-71.pdf>
- WHO (World Health Organization). (2020). *The WHO recommended classification of pesticides by hazard and guidelines to classification (2019 edition)*. World Health Organization. <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/332193/9789240005662-eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y> (Erişim tarihi: 01.02.2025)
- Yavuz, O., Aksoy, A., Das, Y. K., Gulbahar, M. Y., Guvenc, D., Atmaca, E., ... & Cenesiz, M. (2015). Subacute oral toxicity of combinations of selected synthetic pyrethroids, piperonyl butoxide, and tetramethrin in rats. *Toxicology and Industrial Health*, 31(4), 289–297. <https://doi.org/10.1177/0748233713475512>
- Yoo, M., Lim, Y. H., Kim, T., Lee, D., & Hong, Y. C. (2016). Association between urinary 3-phenoxybenzoic acid and body mass index in Korean adults: 1st Korean National Environmental Health Survey. *Annals of Occupational and Environmental Medicine*, 28, 1–8. <https://doi.org/10.1186/s40557-016-0104-4>
- Zacharia, J. T. (2011). Identity, physical and chemical properties of pesticides. In M. Stoytcheva (Ed.), *Pesticides in the modern world: Trends in pesticides analysis* (pp. 1–8). IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/13582>

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler	
Adı Soyadı:	Onur ŞAHBAZ
Uyruğu:	T.C.
Orcid Numarası:	0009-0009-2377-0546

Eğitim Bilgileri	
Lisans	
Üniversite	Kırşehir Ahi Evran
Fakülte	Ziraat Fakültesi
Bölümü	Bitki Koruma
Mezuniyet Yılı	2019
Yüksek Lisans	
Üniversite	Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi
Enstitü Adı	Fen Bilimleri
Anabilim Dalı	Bitki Koruma
Mezuniyet Tarihi	2025

Tezden Üretilen Makaleler ve Bildiriler
Şahbaz, O., Kaplan, M., Arıkan, K., & Akan, K. (2024, April 26–28). Ev sineklerinin (<i>Musca domestica</i> L.) kontrolünde Asmetrin EC® kullanımının biyolojik etkinliğinin belirlenmesi [Sözlü sunum]. 4. Uluslararası Bilimsel Araştırmalar Kongresi, Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Türkiye (pp. 1008–1009). ISBN: 978-625-367-709-1.