

T.C.
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



**ARMUTTA ZARARLI *CACOPSYLLA PYRI* L. (HEMIPTERA:
PSYLLIDAE)'NİN BİYOTEKNİK MÜCADELESİNE ESAS
FARKLI SARI YAPIŞKAN TUZAK UYGULAMALARININ
YAPAY ZEKÂ YÖNTEMLERİ İLE İNCELENMESİ**

Tuba ASLAN KÜÇÜKÖZER

Doktora Tezi

BİYOMÜHENDİSLİK ANABİLİM DALI

OCAK 2025

T.C.
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Biyomühendislik Anabilim Dalı

Doktora Tezi

**ARMUTTA ZARARLI *CACOPSYLLA PYRI* L. (HEMIPTERA:
PSYLLIDAE)’NİN BİYOTEKNİK MÜCADELESİNE ESAS FARKLI
SARI YAPIŞKAN TUZAK UYGULAMALARININ YAPAY ZEKÂ
YÖNTEMLERİ İLE İNCELENMESİ**

Tez Yazarı
Tuba ASLAN KÜÇÜKÖZER

Danışman
Prof. Dr. İnanç ÖZGEN

OCAK 2025
ELAZIĞ

T.C.
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Biyomühendislik Anabilim Dalı

Doktora Tezi

Başlığı: Armutta Zararlı *Cacopsylla pyri* L. (Hemiptera: Psyllidae)'nın
Biyoteknik Mücadelesine Esas Farklı Sarı Yapışkan Tuzak
Uygulamalarının Yapay Zekâ Yöntemleri ile incelenmesi

Yazarı: Tuba ASLAN KÜÇÜKÖZER

İlk Teslim Tarihi: 31.12.2024

Savunma Tarihi: 27.01.2025

TEZ ONAYI

Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına göre hazırlanan bu tez aşağıda imzaları bulunan jüri üyeleri tarafından değerlendirilmiş ve akademik dinleyicilere açık yapılan savunma sonucunda OYBİRLİĞİ ile kabul edilmiştir.

Danışman:	Prof. Dr. İnanç ÖZGEN Fırat Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi	İmza Onayladım
Başkan:	Prof. Dr. Bilal ALATAŞ Fırat Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi	Onayladım
Üye:	Doç. Dr. Murat TOPAL Munzur Üniversitesi, Tunceli Meslek Yüksek Okulu	Onayladım
Üye:	Doç. Dr. Harun BİNGÖL Turgut Özal Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi	Onayladım
Üye:	Dr. Öğretim Üyesi Erdal ÖBEK Fırat Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi	Onayladım

Bu tez, Enstitü Yönetim Kurulunun/...../20..... tarihli toplantısında tescillenmiştir.

İmza

Prof. Dr. Burhan ERGEN
Enstitü Müdürü

BEYAN

Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım “Armutta Zararlı *Cacopsylla pyri* L. (Hemiptera: Psyllidae)’nın Biyoteknik Mücadelesine Esas Farklı Sarı Yapışkan Tuzak Uygulamalarının Yapay Zekâ Yöntemleri ile incelenmesi ” Başlıklı Doktora Tezimin içindeki bütün bilgilerin doğru olduğunu, bilgilerin üretilmesi ve sunulmasında bilimsel etik kurallarına uygun davrandığımı, kullandığım bütün kaynakları atıf yaparak belirttiğimi, maddi ve manevi desteği olan tüm kurum/kuruluş ve kişileri belirttiğimi, burada sunduğum veri ve bilgileri unvan almak amacıyla daha önce hiçbir şekilde kullanmadığımı beyan ederim.

27.01.2025

Tuba ASLAN KÜÇÜKÖZER



ÖNSÖZ

Bu tez çalışması Elazığ ili armut bahçelerinde zararlı tür olan Armut Psilidi'nin biyoteknolojik mücadelesine esas farklı tuzak çeşitlerine yönelik yapay zekâ yöntemlerinin geliştirilmesi üzerine tasarlanmıştır ve “Armutta Zararlı Cacopsylla pyri L. (Hemiptera: Psyllidae)'nın Biyoteknik Mücadelesine Esas Farklı Sarı Yapışkan Tuzak Uygulamalarının Yapay Zekâ Yöntemleri ile incelenmesi ” başlıklı TÜBİTAK 122O164 no'lu 1002 hızlı destek projesi kapsamında desteklenmiştir. Tez çalışmamın yürütülmesinde finansal destek sağlayan TÜBİTAK ARDEB'(122O164) nolu proje ile 123O399 No'lu Tübitak 1001 projelerine teşekkür ederim. Doktora eğitim sürecim boyunca desteğini benden esirgemeyen değerli danışman hocam Prof. Dr. İnanç Özgen'e teşekkür ederim. Tez çalışmam boyunca çalışmama yardımcı olan Prof. Dr. Bilal Alataş, Dr. Öğr. Üyesi Yunus Güral ve Doç.Dr. Aykut Topdemir'e teşekkür ederim. Eğitim hayatım boyunca bana emek harcayan sevgili babam Mehmet Murat Aslan ve sevgili annem Saadet Aslan'a teşekkür ederim. Her zaman yanımda olan değerli eşim Ömer Cemil Küçüközer'e teşekkür ederim.

Tuba ASLAN KÜÇÜKÖZER
ELAZIĞ, 2025

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	iv
İÇİNDEKİLER	v
ÖZET	vi
ABSTRACT	viii
ŞEKİLLER LİSTESİ	x
TABLolar LİSTESİ	xiv
KISALTMALAR	xx
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR ÖZETİ	4
2.1. <i>Cacopsylla pyri</i> L'nin Tanıtımı	4
2.2. Dünya ve Türkiye'de Armut Yetiştiriciliği ile <i>Cacopsylla pyri</i> Zararlısının Durumu	5
2.3. <i>Cacopsylla pyri</i> Zararlısına Karşı Uygulanan Mücadele Yöntemleri ve Teknikleri.....	7
2.4. Yapay Zekâ Tanımı, Yöntemleri ve Ziraattaki Uygulama Alanları	9
3. MATERYAL METOT	16
3.1. Materyal.....	16
3.2. Metot	16
3.2.1. <i>Cacopsylla pyri</i> ve Doğal Düşman Türlerine Ait Verilerin Alınması	17
3.2.2. Zararlıya Ait Verilerin İstatistiksel Olarak Değerlendirilmesi	20
3.2.3. Zararlıya Ait Verilerin Tahmin Modellerinin Belirlenmesi	20
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	26
4.1. 2022 Yılı Yapılan Çalışmaların Sonuçları.....	26
4.1.1. Farklı Tuzak Tiplerine Zararlı Populasyon Değişimlerinin Belirlenmesi	26
4.1.2. 2022 Yılına Ait Verilerin İstatistiksel Sonuçları	69
4.1.3. 2022 Yılına Ait Verilerin Tahmin Modelleri	75
4.2. 2023 Yılı Yapılan Çalışma Sonuçları	84
4.2.1. 1023 No'lu Tuzak İçin Yapılan Çalışmanın Sayısal Verilere Göre Zararlı Populasyon Değişimleri	84
4.2.2. Çalışmanın Yapıldığı Bahçelerde Armut Psillası Populasyonlarının Karşılaştırılması	110
4.2.3. 2023 Yılına Ait Verilerinin Tahmin Modelleri	113
5. SONUÇ.....	127
ÖNERİLER	129
KAYNAKLAR.....	132
ÖZGEÇMİŞ	

ÖZET

Armutta Zararlı *Cacopsylla pyri* L. (Hemiptera: Psyllidae)'nın Biyoteknik Mücadelesine Esas Farklı Sarı Yapışkan Tuzak Uygulamalarının Yapay Zekâ Yöntemleri ile incelenmesi

Tuba ASLAN KÜÇÜKÖZER

Doktora Tezi

FIRAT ÜNİVERSİTESİ
Fen Bilimleri Enstitüsü

Biyomühendislik Anabilim Dalı

Ocak 2025, Sayfa: xx + 136

Bu tez çalışması, 2022-2023 yılları arasında Elazığ ilinin Örençay mevkiinde, armut bahçelerinde *Cacopsylla pyri* L. (Hemiptera: Psyllidae) zararlısı üzerinde yapılmıştır. Çalışma, bu zararlının izlenmesi amacıyla 1023 numaralı sarı yapışkan tuzaklar ve geleneksel tuzaklar kullanılarak gerçekleştirilmiştir. İlk yıl boyunca, farklı tuzak asma modelleri (ağaç başına 1, 3 ve 4 tuzak) denenmiş, tuzaklara düşen ergin bireyler ve ağaç içindeki ergin ve nimf sayıları günlük olarak kaydedilmiş ve bunlar zamanla ve yönlere göre grafiksel olarak analiz edilmiştir. Ayrıca, bu değişimlerin abiyotik faktörler (sıcaklık, nem, hava basıncı, rüzgar hızı gibi) ile nasıl ilişkilendiği araştırılmış ve zararlı popülasyon tahminleri için regresyon modelleri uygulanmıştır. İlk yıl elde edilen verilere göre, 1023 numaralı tuzakların geleneksel tuzaklardan daha verimli olduğu, güney yönüne yerleştirilen tuzakların ise diğer yönlere kıyasla daha fazla ergin birey yakaladığı bulunmuştur. İkinci yıl yapılan araştırmada, birinci yılın bulguları temel alınarak 1023 numaralı tuzaklar dört farklı yönde (kuzey, güney, doğu, batı) yerleştirilmiştir. Tuzaklardan elde edilen veriler, ergin birey sayıları, nimf ve ergin değişimleri ile doğal düşmanların sayıları haftalık olarak izlenmiştir. Her iki yıla ait çalışma sonuçları, zararlının ergin sayısının zamanla azaldığını, bunun da bazı çevresel faktörler ve zararlının döngüsel biyolojisi ile ilişkili olduğunu göstermektedir. Ayrıca, Temmuz ayında sıcaklık artışıyla birlikte ergin sayısında bir azalma görülmüş, bu durum çevresel koşulların etkisini ortaya koymuştur. Tuzaklara düşen ergin sayısındaki artışa paralel olarak, ağaç içindeki nimf ve ergin sayısının düştüğü kaydedilmiştir. Veriler SPSS programında Kruskal Wallis, t-testi ve ANOVA yöntemleriyle istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Zararlı tahmini için Elastic Net ve Isotonic Regression gibi çeşitli tahmin modelleri uygulanmış, bunların doğrulukları karşılaştırılmıştır. En uygun model olarak Pace Regression seçilmiş, ikinci yıl çalışmasında Linear Regression modeli de eklenmiştir. Çevresel faktörlerin (sıcaklık, nem gibi) göz önünde bulundurularak tahmin modelleri oluşturulmuş ve bu modellerin zararlı popülasyonu üzerindeki etkisi incelenmiştir. İkinci yılda, doğal düşmanlar da izlenerek, bu düşmanların zararlı popülasyonuna etkisi değerlendirilmiştir. Sonuçlar, doğal düşman sayılarının çevresel koşullara göre değiştiğini göstermiştir. Çalışmalar, sıcaklık ve nemin zararlı popülasyonları üzerinde belirgin etkileri olduğunu ortaya koymuş, 2023 yılında ki çalışmalarda ise tüm yönlerdeki ergin, nimf ve darbe etkili ergin sayılarının 2022 yılına göre anlamlı derecede arttığı gözlemlenmiştir. İki yılın karşılaştırılmasında, 2023 yılında zararlı popülasyonlarının daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. En uygun tahmin modelleri olan Pace Regression ve Linear Regression, çevresel faktörlerin özellikle sıcaklık ve nem değişimlerinin zararlı popülasyonunu etkilediğini göstermektedir. Araştırma sonucunda 2022 yılında uygulanan tahmin modellerinde zararlı popülasyonunu yönlere göre değişiklik gösterdiği, 2023 yılında ise; zararlı popülasyonu özellikle, güney yönü için; ergin sayısını pozitif yönde etkileyen en önemli değişkenin öğle nem ve akşam nem miktarı olduğu, negatif yönde

etkileyen deęiřkenin ise sabah nem miktarı ve akřam sıcaklık deęeri olduęu bulunmuřtur. Ayrıca doęal dūřman tūrleri arasında *Chrysoperla carnea*'nın sarı yapıřkan tuzaklara en fazla yakalanan tūr olduęu ve gūney yūnūnde doęal dūřman tūrlерinin daha yoęun bir popūlasyona sahip olduęu gūzlemlenmiřtir. Bu arařtırma, *Cacopsylla pyri* popūlasyonlarının tahmin edilmesinde çevresel faktўrlерin rolūnū vurgulamakta ve armut psillası ile mūcadelede yapay zeka temelli tahmin modellerinin kullanımına dair ۆnemli veriler sunmaktadır. Bu veriler, gelecekteki zararlı popūlasyon tahminlerine katkı saęlayarak, armut IPM (Entegre Zararlı Yўnetimi) alıřmaları için de ۆnem tařımaktadır

Anahtar Kelimeler: *Cacopsylla pyri*, Sarı Yapıřkan Tuzaklar, Kitle Kontrolū, Popūlasyon, Regresyon Modelleri, Entegre Zararlı Yўnetimi (IPM), Yapay Zekā



ABSTRACT

Investigation of Different Yellow Sticky Trap Applications Based on Biotechnical Control of Pear Pest *Cacopsylla pyri* L. (Hemiptera: Psyllidae) Using Artificial Intelligence

Tuba ASLAN KÜÇÜKÖZER

Ph.D. Thesis

FIRAT UNIVERSITY
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Bioengineering

January 2025, Pages: xx + 136

This thesis research was conducted on the pest *Cacopsylla pyri* L. (Hemiptera: Psyllidae) in pear orchards in Örençay, Elazığ province between 2022-2023. The study was carried out using yellow sticky traps numbered 1023 and conventional traps to monitor this pest. During the first year, different trap hanging models (1, 3 and 4 traps per tree) were tried, the number of adults falling into the traps and the number of adults and nymphs in the tree were recorded daily and these were analyzed graphically according to time and directions. In addition, how these changes were related to abiotic factors (such as temperature, humidity, air pressure, wind speed) was investigated and regression models were applied for pest population estimates. According to the data obtained in the first year, it was found that traps numbered 1023 were more efficient than conventional traps, and traps placed in the south direction caught more adults compared to other directions. In the second year of research, traps numbered 1023 were placed in four different directions (north, south, east, west) based on the findings of the first year. The data obtained from the traps, the number of adults, the changes in nymphs and adults, and the numbers of natural enemies were monitored weekly. The study results of both years show that the number of adults of the pest decreased over time, and this was related to some environmental factors and the cyclical biology of the pest. In addition, a decrease in the number of adults was observed with the increase in temperature in July, which revealed the effect of environmental conditions. It was recorded that the number of nymphs and adults in the tree decreased in parallel with the increase in the number of adults falling into the traps. The data were statistically evaluated with Kruskal Wallis, t-test and ANOVA methods in the SPSS program. Various prediction models such as Elastic Net and Isotonic Regression were applied for pest prediction, and their accuracies were compared. Pace Regression was selected as the most appropriate model, and the Linear Regression model was also added in the second year study. Prediction models were created by considering environmental factors (such as temperature and humidity) and the effects of these models on the pest population were examined. In the second year, natural enemies were also monitored and the effects of these enemies on the pest population were evaluated. The results showed that the number of natural enemies changed according to environmental conditions. Studies revealed that temperature and humidity had significant effects on pest populations, and in studies conducted in 2023, it was observed that the number of adults, nymphs and impact-effect adults in all directions increased significantly compared to 2022. In the comparison of the two years, it was determined that the pest populations were higher in 2023. The most appropriate prediction models, Pace Regression and Linear Regression, show that environmental factors, especially temperature and humidity changes, affect the pest population. As a result of the research, it was determined that the pest population changed according to the directions in the prediction models applied in 2022, and in 2023; the pest population, especially for the south

direction; It was found that the most important variables that positively affect the number of adults are the humidity at noon and the humidity at night, while the variables that negatively affect the number of adults are the humidity at morning and the temperature at night. In addition, it was observed that *Chrysoperla carnea* is the species most caught in yellow sticky traps among natural enemy species and that natural enemy species have a denser population in the south. This research emphasizes the role of environmental factors in estimating *Cacopsylla pyri* populations and provides important data on the use of artificial intelligence-based prediction models in combating pear psylla. These data are also important for pear IPM (Integrated Pest Management) studies by contributing to future pest population estimates.

Keywords: *Cacopsylla pyri*, Yellow Sticky Traps, Mass Control, Population, Regression Models, Integrated Pest Management (IPM), Artificial Intelligence



ŞEKİLLER LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 2.1. Armut psylla'sı (Alford, 2007).....	4
Şekil 2.2. Armut meyvesine zararlıının (<i>Cacopsylla pyri</i>) vermiş olduğu zarar (URL-1)	6
Şekil 2.3. <i>Cacopsylla pyri</i> Ergin ve Nimfi Kaynak(URL-1).....	6
Şekil 3.1. 1023 RAL kodlu tuzakların hazırlanması	16
Şekil 3.2. Sarı tuzaklara yapışan zararlı ergin sayılarının incelenmesi	17
Şekil 3.3. Tuzakların (Geleneksel/1023 kodlu) uygun sayı ve yön temelli asılmaları	18
Şekil 3.4. Zararlıların tuzaklara yakalanmaları	18
Şekil 3.5. 1023 no'lu tuzağın uygun sayı ve yön temelli asılmaları ve zararlıların tuzaklara yakalanmaları.....	19
Şekil 3.6. Nemölçer cihazı ve yönlere göre ölçümü	19
Şekil 3.7. Tuzaklara yakalanan doğal düşman örnekleri.....	19
Şekil 3.8. Klasik DG'nin sözde-kodu	23
Şekil 3.9. SKA'nın sözde-kodu.....	23
Şekil 3.10. Melez Diferansiyel Gelişim Sinüs (MDGS) algoritmasının sözde-kodu	24
Şekil 3.11. MDGS algoritması için temsil biçimi	25
Şekil 4.1. Geleneksel 4'lü tuzağın kuzey yönündeki ergin zararlı sayısının grafiği	26
Şekil 4.2. Geleneksel 4'lü tuzağın güney yönündeki ergin zararlı sayısının grafiği	27
Şekil 4.3. Geleneksel 4'lü tuzağın doğu yönündeki ergin zararlı sayısının grafiği	27
Şekil 4.4. Geleneksel 4'lü tuzağın batı yönündeki ergin zararlı sayısının grafiği.....	28
Şekil 4.5. Geleneksel 4'lü tuzağın kuzey yönündeki nimf zararlı sayısının grafiği	28
Şekil 4.6. Geleneksel 4'lü tuzağın güney yönündeki nimf zararlı sayısının grafiği.....	29
Şekil 4.7. Geleneksel 4'lü tuzağın doğu yönündeki nimf zararlı sayısının grafiği	29
Şekil 4.8. Geleneksel 4'lü tuzağın batı yönündeki nimf zararlı sayısının grafiği	30
Şekil 4.9. Geleneksel 4'lü tuzağın kuzey yönündeki darbe etkili zararlı ergin sayısının grafiği	31
Şekil 4.10. Geleneksel 4'lü tuzağın güney yönündeki darbe etkili zararlı ergin sayısının grafiği	31
Şekil 4.11. Geleneksel 4'lü tuzağın doğu yönündeki darbe etkili zararlı ergin sayısının grafiği	32
Şekil 4.12. Geleneksel 4'lü tuzağın batı yönündeki darbe etkili zararlı ergin sayısının grafiği.....	32
Şekil 4.13. Kuzey yönündeki 1023 numaralı 4'lü tuzağın zararlı ergin sayısının grafiği	33
Şekil 4.14. Güney yönündeki 1023 numaralı 4'lü tuzağın zararlı ergin sayısının grafiği	34
Şekil 4.15. Doğu yönündeki 1023 numaralı 4'lü tuzağın zararlı ergin sayısının grafiği.....	34
Şekil 4.16. Batı yönündeki 1023 numaralı 4'lü tuzağın zararlı ergin sayısının grafiği.....	35

Şekil 4.17.	Kuzey yönündeki 1023 numaralı 4'lü tuzağın zararlı nimf sayısının grafiği.....	36
Şekil 4.18.	Güney yönündeki 1023 numaralı 4'lü tuzağın zararlı nimf sayısının grafiği	36
Şekil 4.19.	Doğu yönündeki 1023 numaralı 4'lü tuzağın zararlı nimf sayısının grafiği	37
Şekil 4.20.	Batı yönündeki 1023 numaralı 4'lü tuzağın zararlı nimf sayısının grafiği	37
Şekil 4.21.	Kuzey yönündeki 1023 numaralı 4'lü tuzağın darbe etkili zararlı ergin sayısının grafiği	38
Şekil 4.22.	Güney yönündeki 1023 numaralı 4'lü tuzağın darbe etkili zararlı ergin sayısının grafiği	38
Şekil 4.23.	Doğu yönündeki 1023 numaralı 4'lü tuzağın darbe etkili zararlı ergin sayısının grafiği.....	39
Şekil 4.24.	Batı yönündeki 1023 numaralı 4'lü tuzağın darbe etkili zararlı ergin sayısının grafiği.....	39
Şekil 4.25.	Geleneksel Sarı Yapışkan Tuzağa Yakalanan Ergin Birey Ortalamaları	41
Şekil 4.26.	Geleneksel Tuzak Asılan Ağaçlardaki Ağaç İçi Nimf Sayıları Ortalamaları.....	41
Şekil 4.27.	Geleneksel Sarı Yapışkan Tuzak Asılan Ağaçlardaki Darbe Yöntemi Uygulanması Ergin Birey Ortalamaları	42
Şekil 4.28.	Dört yöne göre 1023 no'lu tuzak için ergin sayısı	43
Şekil 4.29.	Dört yöne göre 1023 no'lu tuzak için nimf sayısı.....	44
Şekil 4.30.	Dört yöne göre 1023 no'lu tuzak için darbe etkili ergin sayısı	44
Şekil 4.31.	Geleneksel 3'lü tuzağın kuzey yönündeki zararlı ergin sayısının grafiği	45
Şekil 4.32.	Geleneksel 3'lü tuzağın güney yönündeki zararlı ergin sayısının grafiği	45
Şekil 4.33.	Geleneksel 3'lü tuzağın orta yönündeki zararlı ergin sayısının grafiği.....	46
Şekil 4.34.	Geleneksel 3'lü tuzağın kuzey yönündeki zararlı nimf sayısının grafiği	47
Şekil 4.35.	Geleneksel 3'lü tuzağın güney yönündeki zararlı nimf sayısının grafiği.....	47
Şekil 4.36.	Geleneksel 3'lü tuzağın orta yönündeki zararlı nimf sayısının grafiği	48
Şekil 4.37.	Geleneksel 3'lü tuzağın kuzey yönündeki zararlı darbe etkili zararlı ergin sayısının grafiği ..	49
Şekil 4.38.	Geleneksel 3'lü tuzağın güney yönündeki zararlı darbe etkili zararlı ergin sayısının grafiği ..	49
Şekil 4.39.	Geleneksel 3'lü tuzağın orta yönündeki zararlı darbe etkili zararlı ergin sayısının grafiği.....	50
Şekil 4.40.	Kuzey yönündeki 1023 numaralı 4'lü tuzağın zararlı ergin sayısının grafiği	51
Şekil 4.41.	Güney yönündeki 1023 numaralı 4'lü tuzağın zararlı ergin sayısının grafiği.....	51
Şekil 4.42.	Orta kısımdaki 1023 numaralı 4'lü tuzağın zararlı ergin sayısının grafiği	52
Şekil 4.43.	Kuzey yönündeki 1023 numaralı 3'lü tuzağın zararlı nimf sayısının grafiği.....	52
Şekil 4.44.	Güney yönündeki 1023 numaralı 3'lü tuzağın zararlı nimf sayısının grafiği	53
Şekil 4.45.	Orta kısımdaki 1023 numaralı 3'lü tuzağın zararlı nimf sayısının grafiği	54
Şekil 4.46.	Kuzey yönündeki 1023 numaralı 3'lü tuzağın zararlı darbe etkili zararlı ergin sayısının grafiği.....	54
Şekil 4.47.	Güney yönündeki 1023 numaralı 3'lü tuzağın zararlı darbe etkili zararlı ergin sayısının grafiği.....	55

Şekil 4.48.	Orta kısımdaki 1023 numaralı 3'lü tuzağın zararlı darbe etkili zararlı ergin sayısının grafiği	56
Şekil 4.49.	Geleneksel Sarı Yapışkan Tuzağa Yakalanan Ergin Birey Ortalamaları	57
Şekil 4.50.	Geleneksel Sarı Yapışkan Tuzağa Yakalanan Nimf Birey Ortalamaları	58
Şekil 4.51.	Geleneksel Sarı Yapışkan Tuzağa Yakalanan Darbe Yöntemiyle Elde Edilen Ergin Birey Ortalamaları	58
Şekil 4.52.	Üç yöne göre 1023 no'lu tuzak için ergin sayısı	59
Şekil 4.53.	Üç yöne göre 1023 no'lu tuzak için nimf sayısı	60
Şekil 4.54.	Üç yöne göre 1023 no'lu tuzak için darbe etkili ergin sayısı	60
Şekil 4.55.	Geleneksel tek tuzak için ergin sayısı	61
Şekil 4.56.	Geleneksel tek tuzak için nimf sayısı	62
Şekil 4.57.	Geleneksel tek tuzak için darbe etkili ergin sayısı	62
Şekil 4.58.	Tek tuzakta 1023 no'lu tuzak için ergin sayısı	63
Şekil 4.59.	Tek tuzakta 1023 no'lu tuzak için nimf sayısı	64
Şekil 4.60.	Tek tuzakta 1023 no'lu tuzak için darbe etkili ergin sayısı	64
Şekil 4.61.	Geleneksel Sarı Yapışkan Tuzağa Yakalanan Ergin Birey Ortalamaları	66
Şekil 4.62.	Geleneksel Sarı Yapışkan Tuzağa Yakalanan Nimf Birey Ortalamaları	66
Şekil 4.63.	Geleneksel Sarı Yapışkan Tuzağa Yakalanan Darbe Yöntemiyle Elde Edilen Ergin Birey Ortalamaları	67
Şekil 4.64.	Tek yöne göre 1023 no'lu tuzak için ergin sayısı	68
Şekil 4.65.	Tek yöne göre 1023 no'lu tuzak için nimf sayısı	68
Şekil 4.66.	Tek yöne göre 1023 no'lu tuzak için darbe etkili ergin sayısı	69
Şekil 4.67.	Armut ağacının kuzey yönüne asılan tuzaklara yakalanan erginlerin popülasyon değişimi	85
Şekil 4.68.	Armut ağacının güney yönüne asılan tuzaklara yakalanan erginlerin popülasyon değişimi	85
Şekil 4.69.	Armut ağacının doğu yönüne asılan tuzaklara yakalanan erginlerin popülasyon değişimi	86
Şekil 4.70.	Armut ağacının batı yönüne asılan tuzaklara yakalanan erginlerin popülasyon değişimi	86
Şekil 4.71.	Armut ağacının kuzey yönüne asılan tuzaklara yakalanan nimflerin popülasyon değişimi	87
Şekil 4.72.	Armut ağacının güney yönüne asılan tuzaklara yakalanan nimflerin popülasyon değişimi	88
Şekil 4.73.	Armut ağacının doğu yönüne asılan tuzaklara yakalanan nimflerin popülasyon değişimi	88
Şekil 4.74.	Armut ağacının batı yönüne asılan tuzaklara yakalanan nimflerin popülasyon değişimi	89
Şekil 4.75.	Armut ağacının kuzey yönüne asılan tuzaklara yakalanan darbe vuruş etkili ergin sayılarının popülasyon değişimi	90
Şekil 4.76.	Armut ağacının güney yönüne asılan tuzaklara yakalanan darbe vuruş etkili ergin sayılarının popülasyon değişimi	90
Şekil 4.77.	Armut ağacının doğu yönüne asılan tuzaklara yakalanan darbe vuruş etkili ergin sayılarının popülasyon değişimi	91

Şekil 4.78.	Armut ağacının batı yönüne asılan tuzaklara yakalanan darbe vuruş etkili ergin sayılarının popülasyon değişimi	91
Şekil 4.79.	Tüm yönler göre 5 ağaç için zamana bağlı <i>Chrysoperla carnea</i> (Stephens) sayısının değişim grafiği (a): Kuzey yönü, (b): güney yönü, (c):doğu yönü, (d): batı yönü)	94
Şekil 4.80.	Tüm yönler göre 5 ağaç için zamana bağlı <i>Hippodamia variegata</i> (Goeze) sayısı (a): Kuzey yönü, (b): güney yönü, (c):doğu yönü, (d): batı yönü).....	94
Şekil 8.81.	Tüm yönler göre 5 ağaç için zamana bağlı <i>Oenopia conglobata</i> (L.) sayısı (a): Kuzey yönü, (b): güney yönü, (c):doğu yönü, (d): batı yönü).....	95
Şekil 4.82.	Tüm yönler göre 5 ağaç için zamana bağlı <i>Adalia bipunctata</i> (L.) sayısı(a): Kuzey yönü, (b): güney yönü, (c):doğu yönü, (d): batı yönü)	96
Şekil 4.83.	Tüm yönler göre 5 ağaç için zamana bağlı <i>Coccinella septempunctata</i> (L.) sayısı(a): Kuzey yönü, (b): güney yönü, (c):doğu yönü, (d): batı yönü).....	97
Şekil 4.84.	Tüm yönler göre 5 ağaç için zamana bağlı <i>Stethorus sp.</i> Sayısı (a): Kuzey yönü, (b): güney yönü, (c):doğu yönü, (d): batı yönü)	98
Şekil 4.85.	Tüm yönler göre 5 ağaç için zamana bağlı <i>Encyrtidae/Pteromalidae</i> sayısı (a): Kuzey yönü, (b): güney yönü, (c):doğu yönü, (d): batı yönü).....	99
Şekil 4.86.	Tüm yönler göre 5 ağaç için zamana bağlı <i>Geocoris sp.</i> sayısı(a): Kuzey yönü, (b): güney yönü, (c):doğu yönü, (d): batı yönü)	100
Şekil 4.87.	Tüm yönler göre 5 ağaç için zamana bağlı <i>Orius sp.</i> Sayısı(a): Kuzey yönü, (b): güney yönü, (c):doğu yönü, (d): batı yönü)	101
Şekil 4.88.	Tüm yönler göre 5 ağaç için zamana bağlı <i>Anthocoris sp.</i> Sayısı (a): Kuzey yönü, (b): güney yönü, (c):doğu yönü, (d): batı yönü)	102
Şekil 4.89.	Tüm yönler göre 5 ağaç için zamana bağlı <i>Campylomma sp.</i> sayısı (a): Kuzey yönü, (b): güney yönü, (c):doğu yönü, (d): batı yönü)	103
Şekil 4.90.	Tuzak asımı ve sayımı yapılırken sabah, öğle ve akşam boyunca alınan sıcaklık değerleri ..	104
Şekil 4.91.	Tuzak asımı ve sayımı yapılırken sabah, öğle ve akşam boyunca alınan nem değerleri	105
Şekil 4.92.	Tuzak asımı ve sayımı yapılırken alınan toprak neminin değerleri	106
Şekil 4.93.	Tuzak asımı ve sayımı yapılırken alınan bağıl nem [%] ortalama değerleri.....	107
Şekil 4.94.	Tuzak asımı ve sayımı yapılırken alınan yaprak ıslaklığı süresi (saat) değerleri.....	107
Şekil 4.95.	Sayımı yapılan bütün doğal düşmanların kuzey yönü için toplam sayı grafiği	108
Şekil 4.96.	Sayımı yapılan bütün doğal düşmanların güney yönü için toplam sayı grafiği	108
Şekil 4.97.	Sayımı yapılan bütün doğal düşmanların doğu yönü için toplam sayı grafiği	109
Şekil 4.98.	Sayımı yapılan bütün doğal düşmanların batı yönü için toplam sayı grafiği	109

TABLÖLAR LİSTESİ

Sayfa

Tablo 4.1.	Popülasyon takibi süresince geleneksel tuzaklara yakalanan zararlı psilla ergin sayılarının 5 ağaç için dört yöne göre genel ortalamaları	40
Tablo 4.2.	Zararlı psillanın nimf sayılarının geleneksel tuzak asılmış 5 ağaç için t dört yöne göre genel ortalamaları	40
Tablo 4.3.	Zararlı psillanın darbe etkili ergin sayılarının geleneksel tuzak asılmış 5 ağaç için dört yöne göre genel ortalamaları	41
Tablo 4.4.	Popülasyon takibi süresince 1023 kodlu yakalanan zararlı psilla ergin sayılarının 5 ağaç için dört yöne göre genel ortalamaları	43
Tablo 4.5.	Zararlı psillanın nimf sayılarının 1023 kodlu tuzak asılmış 5 ağaç için dört yöne göre genel ortalamaları	43
Tablo 4.6.	Zararlı psillanın darbe etkili ergin sayılarının 1023 kodlu tuzak asılmış 5 ağaç için dört yöne göre genel ortalamaları	43
Tablo 4.7.	Popülasyon takibi süresince üç yöne göre geleneksel sarı yapışkan tuzağa yakalanan zararlı psilla ergin sayılarının 5 ağaç için genel ortalamaları	57
Tablo 4.8.	Popülasyon takibi süresince üç yöne göre geleneksel sarı yapışkan tuzağa yakalanan zararlı psilla nimf sayılarının 5 ağaç için genel ortalamaları	57
Tablo 4.9.	Popülasyon takibi süresince üç yöne göre geleneksel sarı yapışkan tuzağa yakalanan darbe yöntemiyle elde edilen psilla ergin sayılarının 5 ağaç için genel ortalamaları	57
Tablo 4.10.	Popülasyon takibi süresince üç yöne göre 1023 kodlu tuzağa yakalanan zararlı psilla ergin sayılarının 5 ağaç için genel ortalamaları	58
Tablo 4.11.	Zararlı psillanın nimf sayılarının üç yöne göre 1023 kodlu tuzağa yakalanan 5 ağaç için genel ortalamaları	59
Tablo 4.12.	Zararlı psillanın darbe etkili ergin sayılarının üç yöne göre 1023 kodlu tuzağa yakalanan 5 ağaç için genel ortalamaları	59
Tablo 4.13.	Popülasyon takibi süresince tek yöne göre geleneksel sarı yapışkan tuzağa yakalanan zararlı psilla ergin sayılarının 10 ağaç için genel ortalamaları	65
Tablo 4.14.	Popülasyon takibi süresince tek yöne göre geleneksel sarı yapışkan tuzağa yakalanan zararlı psilla nimf sayılarının 10 ağaç için genel ortalamaları	65
Tablo 4.15.	Popülasyon takibi süresince tek yöne göre geleneksel sarı yapışkan tuzağa yakalanan darbe yöntemiyle elde edilen psilla ergin sayılarının 10 ağaç için genel ortalamaları	65
Tablo 4.16.	Popülasyon takibi süresince tek yöne göre 1023 kodlu tuzağa yakalanan zararlı psilla ergin sayılarının 10 ağaç için genel ortalamaları	67
Tablo 4.17.	Zararlı psillanın nimf sayılarının tek yöne göre 1023 kodlu tuzağa yakalanan 10 ağaç için genel ortalamaları	67
Tablo 4.18.	Zararlı psillanın darbe etkili ergin sayılarının tek yöne göre 1023 kodlu tuzağa yakalanan 10 ağaç için genel ortalamaları	67

Tablo 4.19. Geleneksel tuzak için 4 yöne göre elde edilen zararlı değerleri	70
Tablo 4.20. Geleneksel tuzağın ergin, nimf ve darbe vuruşlu ergin sayılarına göre elde edilen istatistik değerleri	70
Tablo 4.21. 1023 no'lu tuzak için dört yöne göre elde edilen zararlı değerleri.....	71
Tablo 4.22. 1023 no'lu tuzağın dört yöne göre ergin, nimf ve darbe vuruşlu sayılarına bağlı istatistik değerleri	71
Tablo 4.23. Geleneksel tuzak için üç yöne göre elde edilen zararlı değerleri	72
Tablo 4.24. Geleneksel tuzağın üç yöne göre ergin, nimf ve darbe vuruşlu sayılara bağlı elde edilen istatistik değerleri.....	72
Tablo 4.25. 1023 no'lu tuzak için 3 yöne göre elde edilen zararlı değerleri	73
Tablo 4.26. 1023 no'lu tuzağın üç yöne göre belirlenen parametrelere (ergin, nimf, darbe vuruşlu) bağlı olarak elde edilen istatistik değerleri	73
Tablo 4.27. Geleneksel tek tuzağın belirlenen parametrelere (ergin, nimf, darbe vuruşlu) göre elde edilen istatistik değerleri.....	74
Tablo 4.28. 1023 no'lu tek tuzağın belirlenen parametrelere (ergin, nimf, darbe vuruşlu) göre elde edilen istatistik değerleri.....	74
Tablo 4.29. Tüm eğitim setindeki geleneksel tek tuzak için zararlı ergin sayısı tahmin modeli.....	75
Tablo 2.30. Geleneksel tekli tuzağın Pace Regression modeline bağlı olarak yapılan ergin zararlı tahminin performans başarı metrikleri ve değerleri (tüm eğitim seti için).....	75
Tablo 2.31. Tüm eğitim setindeki geleneksel tek tuzak için zararlı nimf sayısı tahmin modeli	75
Tablo 4.32. Geleneksel tekli tuzağın Pace Regression modeline bağlı olarak yapılan nimf tahminin performans başarı metrikleri ve değerleri (tüm eğitim seti için).....	76
Tablo 4.33. Tüm eğitim setindeki geleneksel tek tuzak için zararlı darbe vuruşlu ergin sayısı tahmin modeli	76
Tablo 4.34. Geleneksel tek tuzak için darbe vuruşlu ergin zararlı tahminin performans başarı metrikleri ve değerleri (tüm eğitim seti için).....	76
Tablo 4.35. Tüm eğitim setindeki geleneksel üçlü tuzak için zararlı ergin sayısının güney yönüne göre tahmin modeli	76
Tablo 4.36. Geleneksel üçlü tuzak için ergin zararlı tahmininin güney yönüne göre performans başarı metrikleri ve değerleri (tüm eğitim seti için)	77
Tablo 4.37. Tüm eğitim setindeki geleneksel üçlü tuzak için zararlı nimf sayısının güney yönüne göre tahmin modeli	77
Tablo 4.38. Geleneksel üçlü tuzak için nimf zararlı tahmininin güney yönüne göre performans başarı metrikleri ve değerleri (tüm eğitim seti için)	77
Tablo 4.39. Tüm eğitim setindeki geleneksel üçlü tuzak için zararlı darbe vuruşu ergin sayısının güney yönüne göre tahmin modeli	77
Tablo 4.40. Geleneksel üçlü tuzak için darbe vuruşlu ergin zararlı tahmininin güney yönüne göre performans başarı metrikleri ve değerleri (tüm eğitim seti için).....	78

Tablo 4.41. Tüm eğitim setindeki geleneksel dörtlü tuzak için zararlı ergin sayısının güney yönüne göre tahmin modeli	78
Tablo 4.42. Geleneksel dörtlü tuzakta ergin zararlı tahmininin güney yönüne göre performans başarı metrikleri ve değerleri (tüm eğitim seti için)	78
Tablo 4.43. Tüm eğitim setindeki geleneksel dörtlü tuzak için zararlı nimf sayısının güney yönüne göre tahmin modeli	78
Tablo 4.44. Geleneksel dörtlü tuzak için nimf zararlı tahmininin güney yönüne göre performans başarı metrikleri ve değerleri (tüm eğitim seti için)	79
Tablo 4.45. Tüm eğitim setindeki geleneksel dörtlü tuzak için zararlı darbe vurmuş ergin sayısının güney yönüne göre tahmin modeli	79
Tablo 4.46. Geleneksel dörtlü tuzak için darbe vurmuş ergin zararlı tahmininin güney yönüne göre performans başarı metrikleri ve değerleri (tüm eğitim seti için).....	79
Tablo 4.47. Tüm eğitim setindeki 1023 No'lu tek tuzak için zararlı ergin sayısı tahmin modeli	79
Tablo 4.48. 1023 no'lu tekli tuzağın ergin zararlı tahminin performans başarı metrikleri ve değerleri (tüm eğitim seti için)	80
Tablo 4.49. Tüm eğitim setindeki 1023 no'lu tek tuzak için zararlı nimf sayısı tahmin modeli	80
Tablo 4.50. 1023 no'lu tekli tuzağa göre nimf tahmininin performans başarı metrikleri ve değerleri (tüm eğitim seti için)	80
Tablo 4.51. Tüm eğitim setindeki 1023 'lu tek tuzak için zararlı darbe vurmuş ergin sayısı tahmin modeli.....	80
Tablo 4.52. 1023 no'lu tek tuzak için darbe vurmuş ergin zararlı tahminin performans başarı metrikleri ve değerleri (tüm eğitim seti için).....	81
Tablo 4.53. Tüm eğitim setindeki 1023 no'lu üçlü tuzak için zararlı ergin sayısının güney yönüne göre tahmin modeli	81
Tablo 4.54. 1023 no'lu üçlü tuzak için ergin zararlı sayısının tahmininin güney yönüne göre performans başarı metrikleri ve değerleri (tüm eğitim seti için)	81
Tablo 4.55. Tüm eğitim setindeki 1023 no'lu üçlü tuzak için zararlı nimf sayısının güney yönüne göre tahmin modeli	81
Tablo 4.56. 1023 no'lu üçlü tuzak için nimf zararlı tahmininin güney yönüne göre performans başarı metrikleri ve değerleri (tüm eğitim seti için)	81
Tablo 4.57. Tüm eğitim setindeki 1023 no'lu üçlü tuzak için zararlı darbe vurmuş ergin sayısının güney yönüne göre tahmin modeli	82
Tablo 4.58. 1023 no'lu üçlü tuzağa göre darbe vurmuş ergin zararlı tahmininin güney yönüne göre performans başarı metrikleri ve değerleri (tüm eğitim seti için).....	82
Tablo 4.59. Tüm eğitim setindeki 1023 no'lu dörtlü tuzak için zararlı ergin sayısının güney yönüne göre tahmin modeli.	82
Tablo 4.60. 1023 no'lu dörtlü tuzak için ergin zararlı tahmininin güney yönüne göre performans başarı metrikleri ve değerleri (tüm eğitim seti için)	82
Tablo 4.61. Tüm eğitim setindeki 1023 no'lu dörtlü tuzak için zararlı nimf sayısının güney yönüne göre tahmin modeli	83

Tablo 4.62.	1023 no'lu dörtlü tuzak için nimf zararlı tahmininin güney yönüne göre performans başarı metrikleri ve değerleri (tüm eğitim seti için)	83
Tablo 4.63.	Tüm eğitim setindeki 1023 no'lu dörtlü tuzak için zararlı darbe vuruşlu ergin sayısının güney yönüne göre modeli	83
Tablo 4.64.	1023 no'lu dörtlü tuzak için darbe vuruşlu ergin zararlı tahmininin güney yönüne göre performans başarı metrikleri ve değerleri (tüm eğitim seti için).....	83
Tablo 4.65.	Araştırma Bahçesinde tespit edilen predatör türler	93
Tablo 4.66.	Sayımı yapılan doğal düşmanların yüzde hesabı	110
Tablo 4.67.	Doğal düşmanların yönler arasında yakalanma sayılarının ANOVA ile karşılaştırılması	111
Tablo 4.68.	Tüm yönlerdeki 2022 ile 2023 yıllarında yakalanan ergin sayılarının Bağımlı rneklem t testi ile karşılaştırılması	112
Tablo 4.69.	Tüm yönlerdeki 2022 ile 2023 yıllarında yakalanan nimf sayılarının Bağımlı rneklem t testi ile karşılaştırılması	113
Tablo 4.70.	Tüm yönlerdeki 2022 ile 2023 yıllarında yakalanan darbe etkili ergin sayılarının Bağımlı rneklem t testi ile karşılaştırılması	113
Tablo 4.71.	Tüm eğitim setindeki 1023 No'lu tuzak için kuzey yönündeki zararlı ergin sayısının Pace Regression modeline bağlı olarak yapılan tahmin modeli	114
Tablo 4.72.	1023 No'lu tuzağın PaceRegression modeline bağlı olarak yapılan cross-validation (Fold×3) uygulamasında kuzey yönündeki zararlı ergin tahminin performans başarı metrikleri ve değerleri (tüm eğitim seti için).....	114
Tablo 4.73.	Tüm eğitim setindeki 1023 No'lu tuzak için kuzey yönündeki zararlı ergin sayısının Linear Regression modeline bağlı olarak yapılan tahmin modeli	115
Tablo 4.74.	1023 No'lu tuzağın Linear Regression modeline bağlı olarak yapılan cross-validation (Fold×3) uygulamasında kuzey yönündeki zararlı ergin tahminin performans başarı metrikleri ve değerleri (tüm eğitim seti için).....	115
Tablo 4.75.	1023 No'lu tuzağın PaceRegression modelinin bulduğu tahmin modeline bağlı olarak yapılan (verinin %66 eğitim %34 test) uygulamanın kuzey yönündeki zararlı ergin tahminin performans başarı metrikleri ve değerleri	115
Tablo 4.76.	1023 No'lu tuzağın PaceRegression modelinin bulduğu tahmin modeline bağlı olarak yapılan (verinin %80 eğitim %20 test) uygulamanın kuzey yönündeki zararlı ergin tahminin performans başarı metrikleri ve değerleri	116
Tablo 4.77.	1023 No'lu tuzağın Linear Regression modelinin bulduğu tahmin modeline bağlı olarak yapılan (verinin %66 eğitim %34 test) uygulamanın kuzey yönündeki zararlı ergin tahminin performans başarı metrikleri ve değerleri	116
Tablo 4.78.	1023 No'lu tuzağın Linear Regression modelinin bulduğu tahmin modeline bağlı olarak yapılan (verinin %80 eğitim %20 test) uygulamanın kuzey yönündeki zararlı ergin tahminin performans başarı metrikleri ve değerleri	116
Tablo 4.79.	Tüm eğitim setindeki 1023 No'lu tuzak için kuzey yönündeki zararlı ergin sayısının Pace Regression modeline bağlı olarak yapılan tahmin modeli	116

Tablo 4.80.	1023 No'lu tuzağın PaceRegression modeline bağlı olarak yapılan cross-validation (Fold×3) uygulamasında kuzey yönündeki zararlı ergin tahminin performans başarı metrikleri ve değerleri (tüm eğitim seti için).....	117
Tablo 4.81.	Tüm eğitim setindeki 1023 No'lu tuzak için güney yönündeki zararlı ergin sayısının Linear Regression modeline bağlı olarak cross-validation (Fold×3) tahmin modeli	117
Tablo 4.82.	1023 No'lu tuzağın Linear Regression modeline bağlı olarak yapılan cross-validation (Fold×3) uygulamasında kuzey yönündeki zararlı ergin tahminin performans başarı metrikleri ve değerleri (tüm eğitim seti için).....	117
Tablo 4.83.	1023 No'lu tuzağın Pace Regression modelinin bulduğu tahmin modeline bağlı olarak yapılan (verinin %66 eğitim %34 test) uygulamanın kuzey yönündeki zararlı ergin tahminin performans başarı metrikleri ve değerleri	118
Tablo 4.84.	1023 No'lu tuzağın Pace Regression modelinin bulduğu tahmin modeline bağlı olarak yapılan (verinin %80 eğitim %20 test) uygulamanın kuzey yönündeki zararlı ergin tahminin performans başarı metrikleri ve değerleri	118
Tablo 4.85.	1023 No'lu tuzağın Linear Regression modelinin bulduğu tahmin modeline bağlı olarak yapılan (verinin %66 eğitim %34 test) uygulamanın kuzey yönündeki zararlı ergin tahminin performans başarı metrikleri ve değerleri	118
Tablo 4.86.	1023 No'lu tuzağın Linear Regression modelinin bulduğu tahmin modeline bağlı olarak yapılan (verinin %80 eğitim %20 test) uygulamanın kuzey yönündeki zararlı ergin tahminin performans başarı metrikleri ve değerleri	118
Tablo 4.87.	Tüm eğitim setindeki 1023 No'lu tuzak için kuzey yönündeki zararlı ergin sayısının Pace Regression modeline bağlı olarak yapılan tahmin modeli	119
Tablo 4.88.	1023 No'lu tuzağın PaceRegression modeline bağlı olarak yapılan cross-validation (Fold×3) uygulamasında kuzey yönündeki zararlı ergin tahminin performans başarı metrikleri ve değerleri (tüm eğitim seti için).....	119
Tablo 4.89.	Tüm eğitim setindeki 1023 No'lu tuzak için güney yönündeki zararlı ergin sayısının Linear Regression modeline bağlı olarak cross-validation (Fold×3) tahmin modeli	119
Tablo 4.90.	1023 No'lu tuzağın Linear Regression modeline bağlı olarak yapılan cross-validation (Fold×3) uygulamasında kuzey yönündeki zararlı ergin tahminin performans başarı metrikleri ve değerleri (tüm eğitim seti için).....	120
Tablo 4.91.	1023 No'lu tuzağın Pace Regression modelinin bulduğu tahmin modeline bağlı olarak yapılan (verinin %66 eğitim %34 test) uygulamanın kuzey yönündeki zararlı ergin tahminin performans başarı metrikleri ve değerleri	120
Tablo 4.92.	1023 No'lu tuzağın Pace Regression modelinin bulduğu tahmin modeline bağlı olarak yapılan (verinin %80 eğitim %20 test) uygulamanın kuzey yönündeki zararlı ergin tahminin performans başarı metrikleri ve değerleri	120
Tablo 4.93.	1023 No'lu tuzağın Linear Regression modelinin bulduğu tahmin modeline bağlı olarak yapılan (verinin %66 eğitim %34 test) uygulamanın kuzey yönündeki zararlı ergin tahminin performans başarı metrikleri ve değerleri	120
Tablo 4.94.	1023 No'lu tuzağın Linear Regression modelinin bulduğu tahmin modeline bağlı olarak yapılan (verinin %80 eğitim %20 test) uygulamanın kuzey yönündeki zararlı ergin tahminin performans başarı metrikleri ve değerleri	121

Tablo 4.95. Tüm eğitim setindeki 1023 No'lu tuzak için kuzey yönündeki zararlı ergin sayısının Pace Regression modeline bağlı olarak yapılan tahmin modeli	121
Tablo 4.96. 1023 No'lu tuzağın PaceRegression modeline bağlı olarak yapılan cross-validation (Fold×3) uygulamasında kuzey yönündeki zararlı ergin tahminin performans başarı metrikleri ve değerleri (tüm eğitim seti için).....	121
Tablo 4.97. Tüm eğitim setindeki 1023 No'lu tuzak için güney yönündeki zararlı ergin sayısının Linear Regression modeline bağlı olarak cross-validation (Fold×3) tahmin modeli	121
Tablo 4.98. 1023 No'lu tuzağın Linear Regression modeline bağlı olarak yapılan cross-validation (Fold×3) uygulamasında kuzey yönündeki zararlı ergin tahminin performans başarı metrikleri ve değerleri (tüm eğitim seti için).....	122
Tablo 4.99. 1023 No'lu tuzağın Pace Regression modelinin bulduğu tahmin modeline bağlı olarak yapılan (verinin %66 eğitim %34 test) uygulamanın kuzey yönündeki zararlı ergin tahminin performans başarı metrikleri ve değerleri	122
Tablo 4.100. 1023 No'lu tuzağın Pace Regression modelinin bulduğu tahmin modeline bağlı olarak yapılan (verinin %80 eğitim %20 test) uygulamanın kuzey yönündeki zararlı ergin tahminin performans başarı metrikleri ve değerleri	122
Tablo 4.101. 1023 No'lu tuzağın Linear Regression modelinin bulduğu tahmin modeline bağlı olarak yapılan (verinin %66 eğitim %34 test) uygulamanın kuzey yönündeki zararlı ergin tahminin performans başarı metrikleri ve değerleri	123
Tablo 4.102. 1023 No'lu tuzağın Linear Regression modelinin bulduğu tahmin modeline bağlı olarak yapılan (verinin %80 eğitim %20 test) uygulamanın kuzey yönündeki zararlı ergin tahminin performans başarı metrikleri ve değerleri	123

KISALTMALAR

Nem	: Havadaki nem miktarı
Hbasinci	: Hava basıncı
Abasinc	: Atmosfer basıncı
Ruzgar	: Rüzgâr şiddeti
Gtekzarar_d//d	: Geleneksel tuzaktaki darbe vuruş etkili zararlı ergin sayısı// 1023 no'lu tuzaktaki darbe vuruş etkili ergin sayısı
Gtekzarar_e//e	: Geleneksel tuzaktaki zararlı ergin sayısı//1023 no'lu tuzaktaki ergin sayısı
Gtekzarar_n	: Geleneksel tuzak asılan armutlarda ağaç içi nimf sayısı//1023 no'lu tuzak asılan armutlarda ağaç içi nimf sayısı
Sicaklik	: Sıcaklık miktarı
kuzey_e_ort	: Kuzey yönündeki ergin sayısı
kuzey_n_ort	: Kuzey yönündeki nimf sayısı
kuzey_d_ort	: Kuzey yönündeki darbe vuruş etkili ergin sayısı
guney_e_ort	: Güney yönündeki ergin sayısı
guney_n_ort	: Güney yönündeki nimf sayısı
guney_d_ort	: Güney yönündeki darbe vuruş etkili ergin sayısı
orta_e_ort	: Orta yöndeki ergin sayısı
orta_n_ort	: Orta yöndeki nimf sayısı
orta_d_ort	: Orta yöndeki darbe vuruş etkili ergin sayısı
batı_e_ort	: Batı yönündeki ergin sayısı
batı_n_ort	: Batı yönündeki nimf sayısı
batı_d_ort	: Batı yönündeki darbe vuruş etkili ergin sayısı
dogu_e_ort	: Doğu yönündeki ergin sayısı
dogu_n_ort	: Doğu yönündeki nimf sayısı
dogu_d_ort	: Doğu yönündeki darbe vuruş etkili ergin sayısı
db	: Darbe vuruş etkili ergin sayısı
n	: Nimf sayısı
YSA	: Yapay sinir ağı
YZ	: Yapay zekâ
CNN	: Evrimsrel sinir ağıları
SSPS	: Sosyal Bilimler İçin İstatistik Programı
EZZ	: Entegre zararlı yönetimi
GPS	: Hassas tarım
VRA	: Değiştirilebilir uygulama alanı
SYT	: Sarı yapışkan tuzak
OLS	: Sıradan en küçük kareler
EKK	: En küçük kareler
DG	: Diferansiyel gelişim
SKA	: Sinüs kosinüs algoritması
MDGS	: Melez diferansiyel gelişim sinüsü
RMSE	: Karekök ortalama hatası pilleri

1. GİRİŞ

Gelişen teknoloji ve bilimsel ilerlemeler, farklı sektörlerde işbirliği olanaklarını artırarak, yeni araştırmaların yapılmasına ve mevcut problemlere yönelik etkili çözüm yollarının geliştirilmesine olanak sağlamıştır. Bu hızlı ilerleme, farklı disiplinlerin birleşiminden doğan yenilikçi çözümlerle pek çok alanda devrim niteliğinde dönüşümlere yol açmıştır. Özellikle yapay zekâ teknolojilerindeki hızlı gelişim, sadece endüstri ve mühendislik alanlarında değil, aynı zamanda tarım ve ziraat mühendisliği gibi daha geleneksel alanlarda da pratik ve verimli çözüm yolları sunma potansiyeline sahiptir. Tarım sektörü, doğal kaynakların sürdürülebilir yönetimi, verimlilik artışı, bitki hastalıkları ve zararlılarla mücadele gibi kritik sorunlarla karşı karşıya kalırken, yapay zekâ tekniklerinin bu sorunlara yönelik sunduğu çözümler giderek daha fazla dikkat çekmektedir. Yapay zekâ uygulamaları, tarımsal üretimde verimliliği artırma, çevresel etkileri minimize etme, hastalık tespiti ve zararlılarla mücadele etme gibi alanlarda önemli başarılar elde edilmesine olanak tanımıştır. Bu bağlamda, yapay zekâ teknolojilerinin tarıma entegrasyonu yalnızca verimlilik açısından değil, çevre dostu ve sürdürülebilir tarım uygulamaları açısından da önemli bir dönüm noktası oluşturmıştır.

Yapay zekâ uygulamalarının tarıma entegrasyonu, tarımsal süreçlerin daha verimli, ekonomik ve çevre dostu bir şekilde yönetilmesini mümkün kılmaktadır. Özellikle veri toplama ve analiz süreçlerinde kullanılan yapay zekâ teknikleri, büyük veri setlerinin işlenmesi ve bu verilerden anlamlı sonuçların çıkarılması noktasında önemli avantajlar sunmaktadır. Tarımda kullanılan sensörler, görüntü işleme teknolojileri ve drone sistemleriyle entegre yapay zekâ, çiftçilere daha hızlı ve doğru kararlar alma imkânı tanımaktadır. Örneğin, yapay zekâ destekli görüntü işleme teknikleri, bitki hastalıklarının erken tespiti ve zararlılarla mücadelenin optimize edilmesi için güçlü bir araç olarak kullanılmaktadır. Ayrıca, tarım makinelerinin otomasyonunu sağlayan yapay zekâ sistemleri, iş gücü maliyetlerini azaltırken, işlerin daha hızlı ve verimli bir şekilde yapılmasına olanak tanımaktadır. Bununla birlikte, yapay zekâ teknolojilerinin tarımda kullanılması çevresel sürdürülebilirlik açısından da önemli faydalar sağlamaktadır. Akıllı sulama sistemleri, gübreleme ve ilaçlama yöntemlerinin optimizasyonu, yalnızca verimliliği artırmakla kalmaz, aynı zamanda su kaynaklarının ve kimyasal maddelerin aşırı kullanımını engeller. Bu, tarımda daha düşük çevresel etki ve ekosistemlerin korunması açısından önemli bir adımdır. Ayrıca, yapay zekâ iklim değişikliği gibi küresel sorunlarla mücadelede de etkili çözümler sunmaktadır. İklimsel değişkenliklerin etkilerini modelleyerek, tarımsal üretim süreçlerini bu değişimlere adapte eden sistemler geliştirilmekte ve bu sayede çiftçiler daha dayanıklı ve sürdürülebilir tarımsal uygulamalar gerçekleştirebilmektedir.

Bu tez çalışmasında, yapay zekâ ile entomoloji bilimlerinin birleşimiyle armut yetiştiriciliğinde önemli bir zararlı olan *Cacopsylla pyri* (armut psilidi) ile mücadeleye yönelik yeni

yapay zekâ tabanlı modeller geliştirilmiştir. Çalışmanın amacı, armut psilidinin zarar eşiklerinin tahmin edilmesinde, farklı renk ve sayılarda yerleştirilen sarı yapışkan tuzakların etkinliğini belirlemek ve bu etkinliği değerlendirmek amacıyla ekolojik verilerle desteklenen yapay zekâ tekniklerini kullanmaktır. Bu yaklaşım, zararlının kontrolü için etkili çözüm stratejilerinin oluşturulmasına olanak sağlamayı amaçlamaktadır. Araştırma, Elazığ ilinin Merkez/Örençay köyündeki 4 dönümlük armut bahçelerinde yürütülen saha deneyleriyle gerçekleştirilmiştir. Bu deneylerde sarı yapışkan tuzaklar kullanılarak, günlük ve haftalık veri toplama işlemleri yapılmış ve toplanan veriler üzerinde çeşitli yapay zekâ yöntemleriyle analizler gerçekleştirilmiştir. Çalışmada, *Cacopsylla pyri* zararlısının ergin ve nimf popülasyonları farklı örnekleme yöntemleriyle izlenmiş, biyoteknik mücadele yöntemlerinin etkinliği değerlendirilmiştir. Bu bağlamda, zararlının doğal düşmanları ve kimyasal mücadelenin alternatifleri olarak çevre dostu biyoteknik yöntemlerden biri olan sarı yapışkan tuzaklar kullanılmış ve bu stratejiler yapay zekâ teknikleri ile analiz edilmiştir. Yapay zekâ modelleri, bu alternatiflerin etkinliğini değerlendirmek ve zararlı popülasyonlarını etkileyen faktörleri belirleyerek, en uygun tahminler ve kritik zarar eşiklerini önermeye olanak tanımıştır. Çalışma, 2022 ve 2023 yıllarında iki farklı armut fenolojik dönemi boyunca gerçekleştirilmiş olup, toplanan veriler üzerinde istatistiksel analizler yapılmıştır. Özellikle, açıklanabilir yapılar sunan ve farklı problemlere uygulandığında yüksek başarı sergileyen PaceRegression ve Linear Regression gibi tahmin modelleri, bu araştırma bağlamında uygulanarak, armut psilidinin etkilerinin tahmin edilmesi ve bu etkilerle mücadele stratejilerinin geliştirilmesinde önemli bir rol oynamıştır.

Bu tezde elde edilen genel sonuçlar, regresyon tabanlı tahmin modellerinin entomoloji alanındaki kullanımının, özellikle *Cacopsylla pyri* (armut psilidi) zararlısının popülasyon tahmininde ve mücadele stratejilerinin geliştirilmesinde ne kadar etkili bir araç olduğunu ortaya koymaktadır. Yapılan analizler, bu regresyon modellerinin, *Cacopsylla pyri* zararlısının popülasyon dinamiklerini doğru şekilde tahmin edebildiğini ve biyoteknik ile kimyasal mücadele yöntemlerinin etkinliğini optimize etme potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir. Çalışmada yer alan PaceRegression ve Linear Regression modelleri, zararlının ergin ve nimf popülasyonlarını izlerken, ekolojik faktörlerle etkileşimli olarak kritik zarar eşiklerinin belirlenmesinde önemli bir rol oynamıştır. Bu modelleme yaklaşımı, geleneksel yöntemlerin ötesinde, zararlı popülasyonlarının çevresel etkenlerle nasıl şekillendiğini daha kapsamlı bir şekilde anlamamıza imkan tanımaktadır. Özellikle, sarı yapışkan tuzaklar gibi biyoteknik yöntemlerle elde edilen verilerin ekolojik faktörlerle entegrasyonu, zararlının mevcut durumunun analizinin yanı sıra, gelecekteki popülasyon değişimlerinin tahmin edilmesine de olanak sağlamaktadır.

Sonuç olarak, bu çalışma, yapay zekâ ve ekolojik verilerin entegrasyonunun entomoloji alanında zararlılarla mücadele stratejilerinin geliştirilmesinde güçlü bir potansiyele sahip olduğunu ve *Cacopsylla pyri* popülasyonunun yönetilmesinin daha etkili bir şekilde optimize edilebileceğini

ortaya koymaktadır. Gelecekte, bu tür modellerin daha geniş tarımsal üretim sistemlerine entegrasyonu, verimliliği artırmak ve çevresel etkileri azaltmak amacıyla sürdürülebilir mücadele yöntemlerinin yaygınlaşmasına katkı sağlayacaktır.



2. LİTERATÜR ÖZETİ

2.1. *Cacopsylla pyri* L.'nin Tanıtımı

Cacopsylla pyri L., yaygın olarak armut psilla veya armut psillid olarak bilinen, Psyllinae alt familyasındaki bir böcektir. Armut ağaçlarının özsuğunu emen, yapraklara, çiçeklere ve meyvelere zarar veren ve ürünü azaltan bir zararlıdır (Berim, 2018). Ergin *Cacopsylla pyri* 2 ila 3 mm (0,08 ila 0,12 inç) uzunluğundadır. Rengi turuncu-kırmızı ile siyah arasında değişir, göğüs kafesinin üst yüzeyinde beyazımsı uzunlamasına çizgiler bulunur. Kanatlar şeffaftır, koyu damarlıdır ve bazen tabana yakın dumanlı bir görünüme sahiptir. Daha sonraki nimf gelişme dönemleri morumsu kahverengi veya kırmızımsı kahverengidir. Nimflerde, beyaz uzunlamasına çizgiler ve siyah lekeler vardır. Gelişen kanat çıkıntılarının her biri tek bir yumrulu setae (kıl) taşır. Nimfler sarımsı renklidir. Kırmızı-mor gözleri vardır. Tür, İskandinavya da dahil olmak üzere Avrupa'da ve Asya'da bulunur. Avrupa ve Asya'da ortaya çıkan bu böcek, Kuzey Amerika'ya yayılmıştır Şekil 2.1'de gösterilmektedir (Alford, 2007).



Şekil 2.1. Armut psylla'sı (Alford, 2007)

Yumurtalar oval şekilli olup, yeni bırakıldıklarında krem-beyaz renkte, açılmaya yakinken ise sarı renge bürünürler. Yumurtalar, genellikle bitki dokusunun üzerine bırakıldığında, küçük bir sap ya da kısım üzerinden bu bağlanmayı gerçekleştirir. İlk üç nimf dönemi yassı, oval şekilli ve krem-sarı renktedir. Dördüncü dönem nimfleri; daha oval, mavimsi-yeşil kahverengi renkte olup, gelişmekte olan kanatlara sahiptir. Bu dönemlerde nimfler, salgıladıkları tatlı maddelerle kaplıdır. Beşinci dönem nimfleri ise daha az tatlı madde salgılar ve çevrelerinde bu tatlı madde örtüsü bulunmaz (URL-2). Bir psilla, yetişkin olarak kış uykusuna yatar ve kendini kabuktaki çatlaklarda gizler. İlkbaharda diyapozdan çıkarak, dişi psilla tomurcukların tabanına yumurtalarını bırakmaya başlar. Yaz mevsiminin ilerleyen dönemlerinde ise yumurtalar, yaprakların orta damarlarının yanlarına, yaprak saplarına ve çiçek tomurcuklarına yerleştirilir. Hem nimfler hem de yetişkinler, özsuğu emmek için ağız kısımlarını floem dokusunun derinliklerine sokar ve fazla sıvıyı bal özü şeklinde salgırlar (Elizabet vd., 2018). *Cacopsylla pyri*, bitki özsuğunu emerek

armut ağaçlarına zarar verir. Bu zararlılar, yapraklarda sararma ve bozulmaya yol açarken, çiçek tomurcukları ve meyvecikler dökülmesine neden olur. Böceklerin salgıladığı aşırı miktarda bal özü, yaprak yüzeyini kaplayarak stomaların tıkanmasına neden olur ve bu durum, küflerin büyümesine zemin hazırlayarak, meyve boyutunun küçülmesine ve ağaç büyümesinin azalmasına neden olur. (Alford, 2007). Bal özü, meyve renginin bozulmasına ve kalitesinin düşmesine yol açmaktadır. Ağır istilalar, tükürükte bulunan toksinlerden kaynaklanan ve yaprak dökülmesi ya da meyve dökümüne neden olan "psylla şoku" ile sonuçlanmakta; bu durum, bir sonraki yılın mahsulünü de olumsuz bir şekilde etkilemektedir. *Psylla* türleri ayrıca salgılarında mikoplazma taşıyabilmekte, bu da ağacın floemindeki iletken hücrelerde hastalıklara yol açmaktadır. Sonuç olarak, besinlerin aşağıya doğru taşınamaması, ağaçların ya yavaş bir şekilde çürümeye ya da ani bir çöküş ile kök açlığına neden olmaktadır (Elizabet vd., 2018).

2.2. Dünya ve Türkiye'de Armut Yetiştiriciliği ile *Cacopsylla pyri* Zararlısının Durumu

Armut dünya çapında yetiştiriciliğinin yapıldığı meyve türü olarak bilinmekte ve tarihi perspektifte; Anadolu, İtalya, Fransa ve Belçika'da en eski dönemlerden beri plantasyonlarının var olduğu bilinmektedir (Soylu, 1997). Armut; tüketimine bakılacak olursa, hem taze ve sofralık olarak, hem de konserveye işlenerek ve ya kurutularak tüketilebilen ekonomik değere sahip bir meyve türüdür. Armut çeşitleri; Dünyada 5000' den fazla sayıda bulunmaktadır, Türkiye'de yetiştirilenlerin sayısının ise 640 civarında olduğu tahmin edilmektedir (Soylu, 1997). Ülkemizde yetiştiriciliği yapılan yumuşak çekirdekli meyveler arasında yer alan armut, üretim miktarı bakımından elmadan sonra ikinci sırada yer almaktadır. Armut, dünya genelinde elma yetiştiriciliğinin gerçekleştirildiği hemen her bölgede yetiştirilebilmektedir. Bununla birlikte, armut, elmalara kıyasla sıcaklığa ve kurağa karşı daha düşük hassasiyete sahip olup, bu özelliği sayesinde Akdeniz'in sıcak iklim bölgelerinde de ekonomik olarak üretiminin yapılması mümkündür (Butar, 2014). Armut meyvesinde verim ve kaliteyi etkileyen birçok etmen bulunmaktadır. Ülkemizin ekolojik koşulları, armut yetiştiriciliği için son derece elverişli olmasına rağmen, üretim miktarı istenilen düzeyde değildir. Dünya genelinde armut üretim miktarları ve üretim alanları araştırıldığında, Türkiye'nin üretim alanı bakımından 4. sırada yer aldığı görülmekle birlikte, üretim miktarı açısından aynı başarıyı elde edememekte ve sıralamada yalnızca Almanya'nın ardından 10. sırada yer almaktadır (Anonymous, 2006).

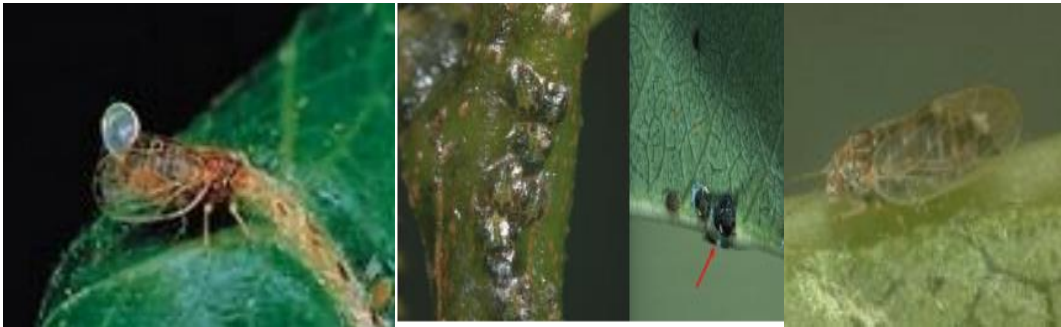
Bu verilere göre, Türkiye'de birim alandan elde edilen ürün miktarı, dünya ortalamasının altında kalmaktadır. Ülkemizdeki temel sorun, üretim alanlarının sınırlı olmasından ziyade, birim alandaki verimliliğin düşüklüğüdür. Verim kaybının başlıca nedenlerinden biri, bitki hastalıkları, diğeri ise zararlılardır. Bu zararlılar arasında, armut ağaçlarının önemli zararlılarından biri olan armut yaprak zararlıları (Armut psyllid'leri) ön plana çıkmaktadır. Bu zararlılar, armut meyvesine

ciddi şekilde zarar vererek, üretimdeki verimliliği olumsuz yönde etkilemektedir (Şekil 2.2). Armutlarla beslenen 17 farklı yaprak psilidi türü bulunmakla birlikte, ekonomik açıdan önemli zararlar oluşturan ve yaygın olarak görülen türler arasında *Cacopsylla pyricola* (Först.) ve *Cacopsylla pyri* L. (Homoptera: Psyllidae) yer almaktadır. Bu türler, yüksek döl sayısına sahip olmaları nedeniyle benzer biyolojik özelliklere ve zarar verme biçimlerine sahiptirler (Lodos, 1978; Hodkinson, 1981).



Şekil 2.2. Armut meyvesine zararlının (*Cacopsylla pyri*) vermiş olduğu zarar (URL-1)

Zararlılar açısından, armut psillidleri, armut bahçelerinin başlıca zararlıları arasında yer almaktadır (Şekil 2.3). Bu zararlının nimf ve ergin biyolojik dönemler, armut ağaçlarında doğrudan ve dolaylı yollarla zarar meydana getirmektedir. Özellikle nimfler, ağaçların çiçek, yaprak ve tomurcuklarını emerek ekonomik düzeyde zarara yol açmaktadır. Bu emgi faaliyeti sonunda, zarar gören bitki parçalarında klorofilin bozulması ile birlikte renk değişiklikleri ve lekeler oluşmaktadır. Zamanla, bazı organlarda kuruma, çiçeklerde ise meyve tutmama gibi belirtiler gözlemlenmektedir. Bu kuruma süreci, özellikle çiçek, yaprak ve meyve dökülmelerine yol açmaktadır (Durlu vd., 2013).



Şekil 2.3. *Cacopsylla pyri* Ergin ve Nimfi Kaynak(URL-1)

Armut psillidleri, esasen zararlarını dolaylı yollarla meydana getirmektedirler. Nimfler, beslenirken büyük miktarda tatlımsı madde salgırlar. Popülasyon yoğunluğu arttığında, bu tatlımsı maddeler, sıvı formda yapraklar, sürgünler ve meyveler üzerinde birikerek, aşağıya doğru toprağa akar. Bu maddeler üzerinde saprofit mantarlar gelişir ve ağaç, siyahımsı bir görünüm alır. Bu olguya, "fumajin" veya halk arasında "karaballık" adı verilmektedir (Seemüller ve Schneider,

2004; Salviantini vd., 2008). Fumajin oluşumu, ağacın fotosentez kapasitesini ciddi şekilde azaltarak, yaprak dökülmesine, tomurcukların gelişememesine ve enfekte olmuş meyvelerin pazar değerini kaybetmesine yol açmaktadır (Horton, 1999). Ayrıca, yüksek *Cacopsylla pyri* yoğunluklarında, zararlının nimfleri, beslenme esnasında salgıladıkları toksik maddeler nedeniyle "psilla şoku" adı verilen bir zarara sebep olmaktadır. Bu zarar, yaprakların yanması ve kararması şeklinde kendini gösterir (Blomquist ve Kirkpatrick, 2002). Bunun yanında, *Cacopsylla pyri* aynı zamanda önemli bir fitoplazma taşıyıcısıdır ve *Candidatus phytoplasma pyri* hastalığının vektörü olarak görev yapmaktadır (Sabate vd., 2017). *Cacopsylla pyri*'nin yol açtığı zararlar, hem doğrudan bitkiye verdiği zararlar (yaprakların yanması, kararması, meyve deformasyonu ve fotosentez kapasitesinin azalması) hem de hastalık taşıyıcı olma özelliği nedeniyle ekonomik açıdan büyük önem arz etmektedir."

Türkiye'de *Cacopsylla pyri* L.'nin sorun oluşturmalarına neden olan başlıca faktörler incelendiğinde, armut bahçelerinde özellikle yaz aylarında uygulanan yanlış ve aşırı dozda ilaç kullanımı, zararlı-predatör dengesinin bozulması ve bu durumun insektisitlere karşı dayanıklılığın gelişmesine yol açması, zararlının gelişimine uygun iklim koşullarının mevcut olması gibi etmenler öne çıkmaktadır. Çoğu ülkede, armut meyvesindeki zararın önlenmesi ve zararlı popülasyonlarının ekonomik zarar eşiğinin altında tutulabilmesi için yalnızca kimyasal mücadele yöntemlerinin yeterli olmadığı anlaşılmış, bunun yerine entegre zararlı yönetimi (IPM) yaklaşımına önem verilmiştir. Ülkemizde, *Cacopsylla pyri* popülasyonunun neden olduğu yüksek orandaki zararların kontrol altına alınabilmesi için entegre zararlı yönetimi stratejilerinin etkin bir şekilde uygulanabilmesi adına, bu türün biyo-ekolojisinin derinlemesine incelenmesi büyük önem taşımaktadır. Bu bağlamda, zararlıyla mücadelede başarılı olabilmek için *Cacopsylla pyri*'nin biyolojik ve ekolojik özelliklerinin iyi bir şekilde anlaşılması ve bu bilgilerin mücadele yöntemlerine entegre edilmesi gerekmektedir.

2.3. *Cacopsylla pyri* L. Zararlısına Karşı Uygulanan Mücadele Yöntemleri ve Teknikleri

Armut bahçelerinde özellikle geniş spektrumlu pestisitlerin yoğun bir şekilde kullanılması, *Cacopsylla pyri* zararlısının bu ilaçlara karşı direnç oluşturmalarına ve doğal düşmanların popülasyonlarının azalmasına yol açmaktadır. Ayrıca, bölgedeki iklim koşullarının *Cacopsylla pyri*'nin gelişimi için uygun olması, sorunun çözülmesini daha da zorlaştırmaktadır. Ancak son yıllarda, zararlıya karşı etkili birçok farklı çeşit geliştirme çalışmalarına yeniden hız verilmiş olup, bu doğrultuda birçok ülkede farklı yerel armut çeşitleri üzerinde denemeler yapılmıştır (Berrada ve ark., 1995; Bell, 2003). *Cacopsylla pyri*'nin kontrolünde kimyasal mücadele başta olmak üzere çeşitli yöntemler uygulanmaktadır. Türkiye'de ise, kimyasal mücadelenin kısa sürede sonuç vermesi, üreticilerin bu yöntemi tercih etmelerinde önemli bir etken olmuştur. Zararlılarla

mücadelede kimyasal yöntemlerin tercih edilmesi, insan sağlığı ve çevre üzerinde olumsuz etkiler yaratmaktadır. Özellikle yoğun ve bilinçsiz kullanım durumunda, kimyasallar gıdalarda, toprakta, suda ve havada kalıcı olabilmektedir (Oğuz, 1996). Bu kalıcılık etkisi nedeniyle, kimyasal mücadele yöntemlerinin tarımsal ürünler ve çevre üzerindeki olumsuz etkileri büyük bir önemle değerlendirilmelidir (Tiryaki vd., 2010).

Üreticiler tarafından bilinçsizce ve aşırı dozda kullanılan kimyasal ilaçlar, çevre kirliliğine ve insan sağlığına ciddi zararlar verebilir; ayrıca bu uygulamalar, zararlılar üzerinde ilaçlara karşı dayanıklılık gelişmesine yol açabilmektedir. Bu sebeplerle, son yıllarda kimyasal ilaç kullanımını azaltmaya yönelik alternatif yöntemlere yönelik araştırmalar hız kazanmıştır (Coşkuncu, 2005). Bu alternatif yöntemlerden biri, feromon tuzaklarının kullanımıdır. Feromon tuzakları, kimyasal ilaç kullanımını engellemeyi veya entegre mücadele programları çerçevesinde diğer yöntemlerle birleştirilerek ilaçlama sayısını asgariye indirmeyi amaçlamaktadır. Ayrıca, bu yöntemle kitle halinde tuzakla yakalama da önemli bir strateji oluşturmaktadır (İnaç & Laz, 2001). Armut psillidlerinin tespiti için sarı yapışkan tuzakların kullanımı, ilk kez Kaloostian & Yeomans (1944) tarafından önerilmiş olup, bu yöntem daha sonra birçok araştırmacı tarafından benimsenmiştir (Kaloostian, 1961; Adams & Los, 1989; Krysan & Horton, 1991; Horton, 1993; Brown et al., 2009).

Yapılan diğer bir zararlı mücadelesi çalışmasında, biyolojik ve biyoteknik mücadele yöntemleri, çevreye zarar vermemesi, bitkilerde pestisit kalıntısı oluşturmaması ve çalışma yapan uzmanlar için sağlık riski taşımaması gibi avantajları ile ön plana çıkmaktadır. Horton ve Lewis (1997), küçük ve büyük ağaçlar arasındaki ışık yoğunluğu farkının zararlı popülasyonları üzerinde etkili olduğunu ifade etmiştir. Bozkurt (2015) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, yapışkan tuzakların *Cacopsylla pyricola*'nın mücadelesinde faydalı olduğu ancak tuzak sayımlarındaki yoğunluğun başka etmenlerden de etkilendiği belirtilmiştir. Gelişmiş ağaçlarda asılı olan tuzaklarda yakalanan ergin sayısının, genç ağaçlardaki tuzaklara göre daha fazla olduğu gözlemlenmiştir. Özgen vd. (2020), birçok zararlının belirli ışık dalga boylarını tercih ettiğini ve bu davranışı kullanarak, bitki koruma alanında çalışan araştırmacıların, zararlılara karşı izleme araçları ve kontrol stratejileri geliştirmeleri amacıyla sarı yapışkan tuzak kullanımını önerdiğini bildirmiştir. Psillidlere karşı sarı yapışkan tuzakların etkinliğine yönelik ülkemizde de bazı çalışmalar da yürütülmektedir. Kavak vd. (2020) ise *Cacopsylla pyri*'ye karşı sekiz farklı sarı renk tonu kullanarak bir araştırma yapmış ve yapılan sayımlar sonucunda, hangi sarı tonunun *Cacopsylla pyri* bireylerini daha fazla çektiği ile tuzaklar arasındaki anlamlı farkı Kruskal Wallis ve Mann-Whitney U testleri ile belirlemiştir. Ayrıca, 14. günün sonunda tuzaklara yakalanan predatörler tespit edilmiştir Aksu vd (2024); Antepfıstığı psilidi *Agonoscena pistaciae* mücadelesinde farklı sayıda asılan sarı yapışkan tuzakların zararlının popülasyonlarının azaltılmasında önemli olduğunu bildirmiştir. Bu çalışmada; ağaç başına 4 ve 8 adet sarı yapışkan tuzak asımı yapılmış, ağaç başına

4 tuzak aşımının zararlıların popülasyonunu azaltma açısından ekonomik ve kimyasal mücadeleye alternatif olduğunu bildirmiştir.

Yapılan bu çalışmalar, zararlıların mücadelesinde biyoteknik mücadele yöntemlerine yeni bir bakış açısı sunmaktadır. Bu mücadele yönteminin entegre zararlı yönetim sistemlerinde daha etkin ve uygun ekolojik ve uygun agroekosistemlerin doğasına göre kullanılabilirliği uzman entomolog ve zirai mücadele uzmanları ile mümkündür. Sarı yapışkan tuzakların özellikle agroekosistemlerde parazitoit ve predatörlere olan zararlı etkilerinin minimize edilmesi, onların doğada ki varlıkları ve popülasyonlarıyla doğrudan ilişkilidir. Zirai mücadelede tuzakların doğru uygulamaların başarısı, zararlı popülasyon takibine bağlıdır.

Çalışmış olduğumuz zararlıların popülasyon dinamiğinin dış ekolojik faktörlere doğrudan bağımlılığı ekosistemi bozmayacak uygulamaları zorunlu hale getirmiştir. Bu noktada yeni enil mücadele stratejileri ve yapay zekâ çalışmaları ön plana çıkmaktadır. Bu noktada, mobil uygulamalar gibi dijital platformlar, üreticilerin ihtiyaç duydukları bilgiye hızlı erişim sağlamalarını ve anında doğru kararlar almalarını mümkün kılmaktadır. Özellikle yapay zekâ tabanlı çıkarım motorları, üretim süreçlerinde kullanıcıların karar destek sistemlerini daha etkin kullanmasına olanak tanır ve verimliliği artırır. Bu sistemler, büyük veri analitiği ve makine öğrenimi teknikleri sayesinde, tarımsal üretimde karşılaşılan sorunlara daha önce görülmemiş çözümler sunarak, üretim süreçlerini optimize edebilir. Ayrıca, doğa dostu ve sürdürülebilir zirai mücadele yaklaşımları, entegre zararlı yönetimi (IPM) gibi stratejilerle birleştiğinde, çevre ve insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkileri azaltma potansiyeline sahiptir. Bu tür doğa dostu mücadele yöntemlerinin teknoloji ile entegre edilmesi, daha sürdürülebilir ve verimli tarımsal üretim sistemlerinin geliştirilmesine katkı sağlayacaktır.

2.4. Yapay Zekâ Tanımı, Yöntemleri ve Ziraattaki Uygulama Alanları

Yapay zekâ alanındaki ilk bilimsel çalışmalar, 1943 yılında Walter Pitts ve Warren McCulloch tarafından gerçekleştirilmiştir. Bu araştırmalar, yapay sinir hücrelerinin kullanımıyla öneri mantığı geliştirilmesine ve temel hesaplamaları yapabilen modellerin oluşturulmasına odaklanıyordu. Bu modeller, yapay zekâ teknolojisinin temelini atan Alan Turing'in hesaplama teorisine dayanmaktaydı. 1950 yılında *Mind* adlı felsefi dergide yayımladığı makalesinde Alan Turing, "Makineler düşünebilir mi?" sorusunu gündeme getirerek, yapay zekâ kavramını hem bilim dünyasında hem de toplumda tartışılmaya açmıştır. Böylece yapay zekâ teknolojisinin teorik temelleri atılmış oldu (Richard, 2013).

Yapay zekâ tanımına genel olarak bakıldığında, bir bilgisayarın veya bilgisayar destekli bir sistemin, insanlara özgü olan özellikleri taklit ederek çözüm üretme, anlama, anlamlı ilişkiler kurma, genelleme yapma ve geçmiş deneyimlerinden öğrenme gibi yüksek düzeyde mantıklı süreçleri gerçekleştirme yeteneği olarak tanımlanmaktadır (Nabiyev, 2012). Yapay zekâ, günlük

yaşamda çeşitli alanlarda kullanımlarının yanı sıra, tahmin yapma, sınıflandırma ve kümeleme gibi görevleri de yerine getirebilmektedir (Atalay vd., 2017). Yapay zekâyı başarılı kılan temel faktör, doğa bilimlerindeki hızlı değişimlere uyum sağlayabilmesi için geliştirilmiş olan öğrenme yeteneğidir. Matematik, mühendislik, tıp, çevre, biyoloji, astronomi, fizik, kimya, jeoloji, meteoroloji ve genetik gibi doğa bilimlerinde yapay zekâ uygulamalarına sıkça rastlanmasının yanı sıra, günlük yaşamda da giderek daha fazla yer almaktadır (Derawi, 2012; Chaudhry ve Chandra, 2017). Bilgi teknolojilerinin gelişmesiyle birlikte, veri miktarındaki artış hızla büyümüş ve bu büyük veri setlerinden anlamlı öznitelikler elde edebilmek için çeşitli esnek hesaplama yöntemleri geliştirilmiştir. Bununla birlikte, anlamlı verileri bulmaya yönelik arama algoritmaları da önemli bir yer tutmaktadır (Yang vd., 2019). Özellikle Yapay Sinir Ağları gibi yöntemlerin kullanımında, ilk aşama olarak veri setinden birçok öznitelik çıkarılmaktadır. YSA, insan beyninin biyolojik yapısından ilham alarak, öğrenme sürecini matematiksel olarak modelleyen bir yöntemdir (Elmas, 2016). YSA'nın temel amacı, belirli bir girdi kümesine karşılık gelecek bir çıktı kümesini tahmin edebilmektir. Bu hedefe ulaşabilmek için ağ, örnekler üzerinden öğrenme yaparak genelleme yapabilme yeteneğine sahip olur. Bu genelleme sayesinde, benzer olaylar için uygun çıktı kümesi belirlenebilir. Özellikle verinin kısıtlı olduğu ancak örneklerin mevcut olduğu durumlarda, etkili bir karar destek aracı ve hesaplama yöntemi olarak kullanılabilir (Çakır, 2018). Yapay sinir ağları, günümüzde askeri alandan tıba, tıptan ziraate ve eğitimin farklı multidisipliner alanlara kadar birçok sektörde tercih edilen güçlü bir hesaplama aracıdır (Metlek vd., 2021).

Son yıllarda hemen her alanda karşımıza çıkan yapay zekâ, entomoloji alanında da önemli bir yere sahiptir. Böceklerin canlılar üzerindeki etkileri, göz ardı edilemeyecek kadar büyük bir öneme sahip olduğundan, entomolojiye yönelik yapılan araştırmalar son yıllarda hız kazanmıştır. Bu bağlamda, yapay zekâ uygulamalarının bu alandaki etkisi gün geçtikçe artmaktadır. Yapay zekâ yöntemlerinden biri olan Yapay Sinir Ağları, günümüzde birçok problem çözümünde yaygın olarak kullanılan popüler bir araç haline gelmiştir. Özellikle ekonomik zararlar veren böceklerle mücadelede ve bu böceklerin popülasyon yoğunluğunun önceden tahmin edilmesinde YSA önemli bir yer tutmaktadır (Cocu vd., 2005; Alhady vd., 2018; Shi vd., 2020; Flórián vd., 2023; Özgen ve Aslan, 2024). Literatürde yapılan incelemelerde, Türkiye ve dünya genelinde entomoloji alanında YSA uygulamalarına yönelik çalışmaların sayısının oldukça sınırlı olduğu görülmektedir. Bu nedenle, bu çalışmanın amacı, entomoloji alanındaki YSA uygulamalarının sağladığı faydaları vurgulamaktır. Alandaki yapılan araştırmalar, teorik ve pratik bilgi birikiminin artırılmasında, çalışma yapan uzmanlara rehberlik etme ve literatürdeki önemli bir boşluğu doldurma açısından büyük bir öneme sahiptir. Böcek taksonomisinde YSA'nın etkin bir şekilde kullanılabilmesi için öncelikle dikkatlice oluşturulmuş ve doğrulanmış bir veri tabanına ihtiyaç duyulmaktadır. Böyle bir veri tabanında, çalışmanın yapılacağı karakterlerin girdi olarak alınması ve türler arasındaki ilişkilerin belirlenmesi amacıyla uygun bir modelin tasarlanması gerekmektedir. Bu aşamaya

“öğrenme” veya “eğitim” denir. Verilerin eğitilmesi sırasında, modelin çıktıları eğitim setindeki girdilerle karşılaştırılarak hedef değerler ile doğruluk testi yapılmalıdır. Bilinmeyen türlerin tanımlanabilmesi için YSA ile eğitilmiş ve doğrulanmış modeller örnek alınarak kullanıma sunulabilmektedir. Yapılan çalışmalar, en az dokuz türün YSA ile eğitilmesi şartıyla oldukça doğru sonuçlar elde edildiğini göstermektedir (Vanhara vd., 2010).

Kaya vd. (2015), yaptıkları çalışmada, YSA kullanarak beş farklı kelebek türünü %98 başarı oranıyla otomatik bir şekilde tanımlayıp sınıflandırmayı başarmışlardır. Lorenz vd. (2015) ise, kanat şekli karakteristiklerine dayalı olarak *Anopheles*, *Aedes* ve *Culex* cinsine ait 17 türün tanımlanmasında YSA'yı kullanmışlardır. YSA kullanılarak yapılan sınıflandırmaların, geleneksel yöntemlerle yapılanlardan daha yüksek doğruluk oranları (%85,70-%100) sağladığını ortaya koymuşlardır. YSA uygulamalarında genellikle geri yayılım algoritması gibi farklı öğrenme yöntemleri kullanılmakla birlikte, veri tabanının güvenilirliğinin ve tür tanımlamalarının doğruluğunun çapraz doğrulama (Cross Validation) yöntemiyle değerlendirilmesi gerektiği vurgulanmaktadır (Vanhara vd., 2010). Böceklerin çeşitliliği ve aynı türün familyalarındaki benzerlikler, entomologlar ve taksonomistler için böceklerin doğru bir şekilde tanımlanması ve sınıflandırılması konusunda sürekli bir zorluk teşkil etmektedir. Literatürde, bu zorlukların aşılması adına pek çok çalışma yapılmış ve böcek tanımlamaları için YSA gibi otomatik yöntemler önerilmiştir (Fedor vd., 2008; Kaya vd., 2015; Shi vd., 2020). YSA'nın, böcek popülasyonlarının yoğunluğunu tahmin etmedeki rolü de önemli bir yer tutmaktadır. Böcek popülasyonlarının izlenmesi, zararlı kontrolü açısından doğru zamanlamanın yapılmasına, gereksiz böcek ilaçlarının kullanımının engellenmesine ve genel koruma stratejilerinin optimize edilmesine olanak sağlamaktadır. Örneğin, Chon vd. (2000) Kuzeydoğu Asya'daki çam ağaçlarında bulunan ciddi bir orman zararlısı olan *Thecodiplosis japonensis* Uchida et Inouye (Diptera: Cecidomyiidae) adlı gal sineği türünün popülasyon dinamiklerinin tahmin edilmesinde YSA algoritmasının etkinliğini göstermiştir. Cocu vd. (2005) ise, YSA kullanarak önemli bir zararlı olan *Myzus persicae* (Sulzer, 1776) (Hemiptera: Aphididae) türünün fenolojisini ve yıllık popülasyon yoğunluğunu, iklim, coğrafi konum ve arazi kullanım faktörlerinin etkisiyle incelemişlerdir. Popülasyon izleme ile ilgili YSA uygulamaları, özellikle ürünlerde zarar veren böceklerin belirlenmesi ve popülasyon dalgalanmalarının izlenmesi açısından zararlı yönetim sistemlerinde kritik bir rol oynamaktadır. Yang vd. (2009), pirinçte görülen zararlı *Scirpophaga incertula*'nın (Lepidoptera: Pyralidae) popülasyon dinamiklerini, meteorolojik faktörlerle olan ilişkisini incelemek amacıyla YSA'yı kullanarak bir tahmin modeli geliştirmişlerdir. Bu model, 2006, 2007 ve 2008 yıllarında *S. incertula* popülasyonunun oluşumunu başarıyla tahmin etmiştir. Yapılan analizler sonucunda, böcek popülasyonu ile meteorolojik faktörler arasında güçlü bir ilişki olduğu tespit edilmiştir. Watts ve Worner (2008), iklim değişkenlerinin zararlı böcek türlerinin gelişimi üzerindeki göreceli önemini belirlemek amacıyla YSA'yı kullanmışlardır. Sonuçlar, YSA'nın belirli bir coğrafi bölgedeki zararlı

böcek türlerinin oluşumunu doğru şekilde tahmin edebildiğini göstermiştir. Howe vd. (2007), bir kelebek türünün vücut sıcaklığını ve aktivitesini hava durumu ile ilişkilendirerek, böceklerin bu parametrelerini tahmin etmek için YSA'nın etkinliğini vurgulamışlardır. Ayrıca, Zhang vd. (2008), *Spodoptera litura* (Fabricius, 1775) (Lepidoptera: Noctuidae) larvalarının gıda alımını sıcaklık ve zamanla ilişkili olarak modellemek için YSA algoritmalarını kullanmış ve bu yöntemin geleneksel modellere göre daha yüksek performans gösterdiğini belirtmişlerdir. Bianconi vd. (2010) ise, adli bilimde önemli bir sinek türü olan *C. megacephala* (F.)'nın larva yoğunluğu, mevcut gıda miktarı ve pupa büyüklüğü ile ilişkili verileri kullanarak sineğin pupa ağırlığını tahmin etmek için YSA'yı başarılı bir şekilde kullanmışlar ve YSA modelinin geleneksel istatistiksel yöntemlerle (çoklu regresyon) karşılaştırıldığında daha doğru sonuçlar verdiğini belirtmişlerdir. Bu çalışmalar, YSA'nın entomolojik araştırmalarda ve böcek popülasyonlarının izlenmesinde son derece önemli bir araç haline geldiğini ve geleneksel yöntemlere göre sağladığı üstünlükleri ortaya koymaktadır.

Yapay zekâ, elle gerçekleştirilen karmaşık ve çok aşamalı işlemleri, hatta daha ileri düzeydeki görevleri, seri ve otomatik bir şekilde yerine getirme kapasitesine sahiptir. Bu gelişme, temelde makinelerin daha akıllı ve işlevsel hâle getirilmesi amacını gütmektedir. Tarım sektörünün geleceğiyle ilgili olarak, bu alandaki sorunların çözülmesine yönelik odaklanmanın gerektiği hususunda yaygın bir görüş birliği bulunmaktadır. İklim değişiklikleri, nüfus artışı, kaynakların sürdürülebilir kullanımı ve gıda güvenliği gibi küresel sorunlar, tarımda yapay zekânın kullanımının yaygınlaşmasını teşvik etmektedir. Yapay zekâ uygulamaları, yalnızca üretim süreçlerinde karşılaşılan sorunları çözmekle kalmayıp, aynı zamanda daha verimli üretim için fırsatlar sunmaktadır. İnsan gücünün yerini alarak toprak işleme, ekim, sulama, hasat ve bitki ile toprak durumunun analizini gerçekleştiren yeni nesil teknolojiler, geleneksel tarım faaliyetlerine sürekli yenilikler eklemektedir. Bu teknolojiler, küçük ölçekli üreticilerden büyük ölçekli işletmelere kadar tarım sektöründeki tüm paydaşları etkilemekte ve orta vadede sektörde köklü bir değişim yaratma potansiyeline sahiptir (Anonim, 2020). Tarım sektöründeki robot teknolojileri, açık alan ve kapalı alan robotları olmak üzere iki ana kategoride değerlendirilmektedir. Kapalı alan robotları genellikle gıda sektörüyle ilişkilendirilirken, açık alan robotları tarımın en ileri teknolojilerini kapsamaktadır. Bu robotlar, kamera, sensör ve navigasyon gibi donanım özelliklerine sahip olup, genellikle meyve ve sebze hasadında otomatik işleme işlevi görmektedir. Ayrıca, hasat robotlarının yanı sıra ekim-dikim, sulama, budama, ilaçlama, mera yönetimi ve silaj yapımı gibi birçok tarımsal görevde kullanılan robotlar da açık alan robotları arasında yer almaktadır.

İlk başta zorunluluklardan doğan yatırımlar, günümüzde yeni teknolojilerin gelişmesiyle birlikte tarım sektörüyle ayrılmaz hâle gelmiştir. Kalite ve verimliliği artırmaya yönelik üretim stratejilerinin desteklenmesi, zaman ve iş gücü tasarrufu sağlamakla kalmayıp, aynı zamanda risk hesaplamaları yapabilme imkânı ve yeni çalışma alanlarının yaratılması gibi faydalar da

sunmaktadır. Bu teknolojik devrim, tarım sektöründe daha geniş bir destek bulmakta ve giderek daha fazla benimsenmektedir. Şu an için sınırlı bölgelerde kullanılan bu robot teknolojilerine olan talebin arttığı gözlemlenmektedir; ilerleyen zamanlarda ise, bu robotların daha uygun maliyetlerle pazara sunulması mümkün olabilir. Ancak, mevcut durumda bu teknolojilerin yeni olması ve yüksek maliyetler arz etmeleri nedeniyle, genellikle büyük çiftlik sahipleri ve işletme yöneticileri tarafından tercih edilmektedir. Gelecekte bu teknolojilerin yaygınlaşarak tarım sektöründe standardizasyon süreçlerine dâhil olup olamayacağı ise, her yeni teknolojik ilerlemede olduğu gibi, zamanla netleşecektir (Anonim, 2020).

Gelişmiş teknoloji ve modern bilişim yöntemlerinin bir araya getirilerek tarımda etkin ve verimli bir şekilde kullanılması akıllı tarım olarak tanımlanmaktadır (Wolfert vd., 2016). Teknolojik ilerlemeler, hayatın her alanında olduğu gibi tarım sektöründe de hızla yer edinmekte ve bu süreç giderek hızlanmaktadır. Artan nüfus ve buna bağlı olarak gelişen talep karşısında, tarımsal üretimde verimliliği artırmak ve üretim hızını iyileştirmek için teknolojinin kullanımı artık vazgeçilmez bir araç hâline gelmiştir. İnternetin yaygınlaşması ve özellikle “nesnelerin interneti” kavramının hızla popülerleşmesi, dördüncü sanayi devriminin temellerini atmıştır ve bu devrim, Endüstri 4.0 olarak adlandırılmaktadır (Akay, 2018). Tarımın ilk evresi olarak kabul edilen Tarım 1.0, düşük verimlilik ve emek yoğun üretim biçimlerinin hâkim olduğu bir dönemi kapsar. 1950’lerin sonlarına doğru, sentetik pestisitler, gübreler ve daha büyük makineler sayesinde üretim maliyetleri düşürülmüş ve "Yeşil Devrim" olarak adlandırılan Tarım 2.0 dönemi başlamıştır. Düşük maliyetler ve yeni uygulamalar ile tarımda verimlilik artışı sağlanmıştır. 1990’lı yıllarda GPS sinyallerinin herkesin kullanımına açılmasıyla Tarım 3.0 dönemi başlamış ve günümüzde bu dönemin daha çok "Hassas Tarım" olarak bilinen süreci tanımladığı görülmüştür. GPS teknolojisi ile birlikte, manuel yönlendirme uygulamaları ve hasat makinelerine uygulanan VRA (Variable Rate Application) sistemleri, özellikle gübreleme sürecinin izlenmesi ve optimize edilmesi bu dönemin belirgin teknolojik yenilikleri arasında yer almıştır. Almanya’da 2011 yılı itibariyle Endüstri 4.0 adıyla tanımlanan, bilişim teknolojilerinin sanayiyle entegre bir şekilde çalıştığı, üretimin yüksek verimlilikle yapılması için bilgisayar tabanlı sistemlerin kullanıldığı ve yapay zekânın ön plana çıktığı yeni bir sanayi döngüsünün başlangıcı duyurulmuştur. Bu sanayi devrimindeki gelişmeler, tarım sektöründe de paralel zamanda yaşanmaya başlanmıştır (Saygılı vd., 2018). Geleneksel tarım yöntemlerinin artan dünya nüfusunun ihtiyaçlarını karşılamada yetersiz kalması, tarımsal üretimden kaynaklanan çevre kirliliğinin artması, sürdürülebilir tarım uygulamalarının gerekliliği ve gıda güvenliğine yönelik artan talepler, tarımsal üretim alanında yeni yaklaşımları zorunlu kılmaktadır. Bu doğrultuda, yükselen akıllı teknolojilerin tarımda kullanılmaya başlanması önemli bir gündem maddesi olmuştur. Akıllı tarım, tarımsal ürünlerin verimliliğini ve kalitesini artırmayı hedefleyen, modern teknolojilerin kullanıldığı bir tarım yönetim modelidir. Bu modelde özellikle bilgi ve sermaye unsurları önemli bir rol oynamaktadır.

Akıllı tarım, doğanın heterojenliğini yöneterek üretim yapmayı hedefleyen bilgi tabanlı bir tarımsal üretim fikrini benimsemektedir (Tekin, 2018). Yapay zekâ ve Endüstri 4.0 teknolojilerinin tarım sektöründe uygulanmasıyla birlikte, Akıllı tarım veya tarım 4.0 olarak bilinen teknolojik devrim giderek yaygınlaşmakta ve gelişmiş ülkelerde başarıyla uygulanmaktadır. Bu bağlamda, Akıllı tarım uygulamaları, özellikle bitki hastalıklarının tespiti alanında önemli bir gelişim göstermektedir. Wicaksono vd. (2021), elma yaprağı hastalıklarının tanımlanması için Evrimsel Sinir Ağları (Convolutional Neural Networks - CNN) yöntemini kullanmışlardır. Bu çalışmada, PlantVillage veri seti kullanılarak uyuz, siyah çürük, sedir pas hastalığı ve sağlıklı yaprak görüntülerinden oluşan toplamda 3151 görüntü seti incelenmiştir. Eğitim verileri ile %99,2 doğruluk oranı elde edilirken, test sürecinde bu oran %94,9'a düşmüştür. Ayrıca, Cruz vd. (2019) üzüm meyvesinde gözlemlenen asma sarılığı hastalığının yapay zekâ ile tespiti üzerine bir çalışma yapmışlardır. Bu çalışmada hastalık tespiti için yaprak rengindeki değişiklikler kullanılmıştır. Aynı şekilde, Baranwal vd. (2019), elma yaprağı hastalıklarının tespiti için CNN sinir ağı yapılarından biri olan GoogLeNet mimarisini kullanarak başarılı bir model geliştirmiştir. Bu çalışmalar, tarımda yapay zekâ uygulamalarının verimlilik ve doğruluk açısından büyük bir potansiyele sahip olduğunu göstermektedir.

Tarım sektöründe, görüntü işleme ve bilgisayarlı görme uygulamalarının ekipman maliyetlerinin azalması ve hesaplama kapasitesinin artması, nitelikli gıda değerlendirme yöntemlerine olan ilginin yükselmesiyle beraber yapay zekâ kullanımına olan talep de giderek artmıştır (Nabiyev, 2012; Mahajan vd., 2015). Model tanıma algoritmaları ve otomatik sınıflandırma araçları ile entegre edilen görüntü işleme teknikleri, gıda kalitesinin analiz edilmesinde önemli bir rol oynamaktadır (Patrício vd., 2018). Yapay zekâ ve görüntü işleme alanındaki bu gelişmeler, tarımda da uygulama fırsatları sağlayarak, akıllı tarım uygulamalarının önünü açmıştır. Örneğin, günümüz teknolojisinin ilerlemesiyle birlikte arı hastalıklarının tespiti için modern sistemler geliştirilmektedir. Bu bağlamda, arı hastalıklarını tespit etmek amacıyla esnek hesaplama yöntemlerinin kullanıldığı çalışmalar ve görüntü işleme ile ilgili derin öğrenme tekniklerine dayalı sistemler mevcuttur. 2018 yılında Sledevic, polen taşıyan arıların görüntülerini Evrimsel Sinir Ağı (CNN) kullanarak sınıflandırmayı amaçlamıştır. Bu çalışma için arı kovanının girişine yerleştirilen kameradan alınan 1.000 arı görüntüsünden yeni bir veri seti oluşturulmuş ve CNN yöntemiyle yapılan sınıflandırmada %94 doğruluk oranına ulaşılmıştır (Sledevic, 2018). 2020 yılında ise Braga (2020) bal arısı kolonilerinin sağlık durumunu tahmin etmek için makine öğrenimine dayalı entegre bir bilgisayar sistemi geliştirmişlerdir. Sistemde kullanılan sensörlerle anlık olarak kovan içi ve dışı hava durumu verileri toplanarak arıların kolonilerini kaybetmemesi sağlanmış ve kovan yönetimi kolaylaştırılmıştır. Ayrıca, geliştirilen erken uyarı sistemi ile arıların bakımının daha az yapıldığı kış mevsiminde olası koloni kayıplarının önlenmesine de katkı sağlanmıştır (Braga vd., 2020).

Çevremizdeki tüm canlı ve cansız varlıklar sürekli bir değişim içindedir ve bu değişimlerin anlaşılması, yeni teorilerin veya tanımlamaların geliştirilmesini gerektirebilir. Ekonomik açıdan üreticilere önemli kayıplar yaşatan bitki hastalıklarının tespiti için görüntü işleme ve yapay zekâ algoritmaları etkin bir şekilde kullanılmaktadır. Alruwaili vd. (2019) zeytin yapraklarındaki hastalıkları derin öğrenme teknikleriyle sınıflandırmış ve elde ettikleri %99,11 doğruluk oranı ile başarılı bir sonuç elde etmişlerdir. Bilgisayarla desteklenen zekâ tekniklerindeki gelişmeler, görüntü işlemeye dayalı yeni sınıflandırma yöntemlerinin uygulanmasını kolaylaştırmıştır. Özellikle entomoloji alanında, böceklerin incelenmesi ve bu konuda alınacak kararlar oldukça önemlidir. Bu nedenle yapay zekâ, entomoloji çalışmaları için büyük bir potansiyel taşımaktadır. Sonuç olarak, yapay zekâ destekli gelişmiş görüntü işleme teknikleri, modern tarımda zararlı yönetimi, verim tahmini ve hastalık tespiti gibi kritik alanlarda etkili araçlar sunmaktadır. Bu teknolojilerin tarımsal uygulamalara entegrasyonu, üretkenliği artırmanın yanı sıra sürdürülebilirliği sağlama potansiyeline de sahiptir.

3. MATERYAL METOT

3.1. Materyal

Çalışmanın ana materyali, Elazığ İli Merkez/Örençay Köyü'nde bulunan 4 dönümlük iki armut bahçesinden elde edilmiştir. Bu bahçelerde, *Cacopsylla pyri* ergin ve nimf bireylerinin tespiti için çeşitli araçlar kullanılmıştır. Kullanılan malzemeler arasında, 20x25 cm boyutlarında iki farklı renkte (geleneksel ve 1023 kodlu) pleksiglas sarı yapışkan tuzaklar, yapışkan madde (Tanglefoot Tangle-trap), stereo-binoküler mikroskop, falcon tüpleri, kültür kapları, petri kapları, demir tel, ıspatula, streç film, yaprak ve toprak nemölçer cihazları, rüzgâr hızı ölçme cihazı, japon şemsiyesi ve diğer gerekli malzemeler yer almıştır. Ayrıca, çalışmada kullanılan 1023 RAL kodlu tuzaklar, laboratuvar ortamında boyanmış ve yapışkan madde ile kaplanmıştır (Şekil 3.1).

Zararlı *Cacopsylla pyri* teşhisi, Montpellier'deki Entomoloji ve İstilacı Bitkiler Birimi'nde (Entomology and Invasive Plants Unit) Başkan Yardımcısı olarak görev yapan Fransız entomolog David Ouvrard tarafından yapılmıştır. Doğal düşmanların teşhisi ise Fırat Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Biyomühendislik Bölümü entomoloji laboratuvarında bulunan koleksiyon örneklerine bakılarak Profesör İnanç Özgen tarafından yapılmıştır. Sayımlarda Olympus SZX 7 stereobinoküler mikroskop kullanılmıştır.



Şekil 3.1. 1023 RAL kodlu tuzakların hazırlanması

3.2. Metot

Çalışmalar 2022 yılında bir bahçede, 2023 yılında ise ikinci bahçede yürütülmüştür. Tuzaklar bahçelerde zararlı psilla popülasyonlarının farklı düzeyde olmaları ve EZE (Ekonomik zarar eşikleri) ve Zirai Mücadele teknik talimatları çerçevesinde zararlının biyolojilerine bağlı kalarak aşağıda belirtilen dönemlere göre asılmıştır.

Birinci dönem: Tuzaklar, Zirai Mücadele Teknik talimatlarına göre yapılan kontrollerde kışlayan döl erginlerinin bıraktığı yumurtaların hemen hemen tamamının açılıp ikinci ve üçüncü dönem nimfler görülmeye başladığı ve sürgünlerin %15'den fazlasında bulaşma zamanı göz önüne

alınarak asılmıştır. Dört ve üç tuzak parametresi 5'er ağaçta uygulanırken, tek tuzak parametresi 10 ağaç için kullanılmıştır. Asımlar yapıldıktan sonra ağaç ve tuzaklarda bulunan zararlı ve faydalı böcek sayımları gerçekleştirilmiştir. Tuzak yapışkanları, spatula yardımıyla temizlenerek yenilenmiştir. İlk yıl tuzaklar 60 gün boyunca asılı kalmış, günlük olarak düzenli sayım yapılmıştır. İkinci yıl ise zararlı popülasyon düzeyine göre asılan tuzaklar 45 gün boyunca asılı kalmış ve haftalık sayımlar yapılmıştır. İlk yıl yapılan çalışmada 4'lü asılan tuzaklar için 120 adet, 3'lü asılan tuzaklar için 90 adet ve tek asımı yapılan tuzaklar için 60 adet tuzak kullanılmıştır, 2022 yılı yapılan çalışmada toplam 270 adet tuzak kullanılmıştır. İkinci yıl yapılan çalışmada ise; toplam 60 adet kullanılmıştır.

Her iki yılda da tuzaklar asılmadan önce sürgünlerin %15'den fazlasında bulaşmalar görülene kadar tuzak asılmasının yaklaşık 1-1.5 ay öncesine kadar zararlının haftalık popülasyon takibi yapılmıştır. Zararlının ilk gözlemi 15 Mayıs'ta görülmüştür. İlk yıl yapılan çalışmada (2022 yılı); 20 Haziran'da tuzak asımı başlanmış olup ilk sayım ertesi günü 21 Haziran'da yapılmıştır. İkinci yıl çalışmasında (2023 yılı) ise; 25 Mayıs'ta tuzaklar asılmış olup sayımı ise bir hafta sonra 1 Haziran'da yapılmıştır.

Tuzaklar her iki yılda da zararlının birinci dönemi yani sürgünlerin %15'den fazlasında bulaşma zamanı göz önüne alınarak asılmıştır.

3.2.1. *Cacopsylla pyri* L. ve Doğal Düşman Türlerine Ait Verilerin Alınması

Çalışmanın gerçekleştirildiği iki bahçedeki ağaçlar için, zararlının doğada görülmeye başlanmasıyla birlikte daha önce belirlenmiş olan tuzaklar, uygun yön temelli olarak asılmıştır. Saha çalışmasının etkinliği için, ağaçlar üzerinde zararlının ilk tespitinin ardından günlük olarak yön temeline uygun bir şekilde sayımlar yapılmış ve belirlenen sayım yöntemleri, veri toplama teknikleri ve zamanlama prosedürleri doğrultusunda bu sayımlar düzenli olarak kontrol edilmiştir (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. Sarı tuzaklara yapışan zararlı ergin sayılarının incelenmesi

Çalışmada, daha önce hazırlanmış olan geleneksel sarı yapışkan tuzaklar (SYT) ile 1023 no'lu tuzaklar, farklı sayılarda ve yön temelli olarak ağaçlara asılarak kullanılmıştır (Şekil 3.3). Kullanılan tuzaklar, belirlenen mesafe koşullarına uygun şekilde asılarak verilerin toplanmasına başlanmıştır (Şekil 3.4). Asılan bu tuzaklar, 2022 yılına ait çalışma verileri olarak kaydedilmiştir. Bu yıl içerisinde yapılan çalışmalar; dört yön (kuzey, güney, doğu, batı) temel alınarak tuzakların yerleştirilmesi, üç yön (kuzey, güney, orta) temel alınarak tuzakların yerleştirilmesi ve tek bir tuzak yerleştirilmesi (Yöne bağlı kalmadan) şeklinde eş zamanlı olarak gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.3. Tuzakların (Geleneksel/1023 kodlu) uygun sayı ve yön temelli asılmaları



Şekil 3.4. Zararlıların tuzaklara yakalanmaları

Tuzaklar, yakalanan ergin bireylerin yanı sıra ağaç içindeki ergin ve nimf popülasyonlarının sayıları kaydedilerek, zamanla ve yönlere bağlı sayısal değişimler, çevresel koşullar da göz önünde bulundurularak grafiklendirilmiş ve istatistiksel analizlerle farklılıklar değerlendirilmiştir. Bu veriler ışığında, uygun regresyon modelleri kullanılarak, ekolojik parametrelerle ilişkili yorumlamalar yapılmıştır.

2023 yılı yapılan arazi çalışmalarında; daha önce yapılan çalışmadan yola çıkılarak, 1023 no'lu tuzak kullanılmıştır. Kullanılan tuzak dört farklı yön (kuzey, güney, doğu, batı) temel alınmış ve çevresel koşullar da dâhil edilerek veriler toplanmıştır. Bu veriler, grafikler aracılığıyla görselleştirilmiş ve istatistiksel analizlerle gruplar arasındaki farklar değerlendirilmiştir. Ayrıca, uygun regresyon modelleri ile çevresel faktörlerin etkisi incelenmiş ve bu parametrelerle olan ilişkiler ortaya konulmuştur. Tuzakların yerleştirildiği bahçede, zararlıların ilk tespiti sonrasında haftalık olarak yön temelli sayımlar yapılmış ve belirlenen metotlarla bu sayımlar kontrol edilerek

kaydedilmiştir. Ağaç içi ve yönlere ait nem verilerinin toplanabilmesi amacıyla nemölçer cihazı kullanılmış ve her bir yön için elde edilen nem verileri kaydedilmiştir (Şekil 3.6). Bu veriler, ekolojik parametrelerin değerlendirilmesi ve daha kapsamlı bir analiz yapılabilmesi için sistematik bir şekilde toplanmış ve kaydedilmiştir (Şekil 3.5).



Şekil 3.5. 1023 no'lu tuzağın uygun sayı ve yön temelli asılmaları ve zararlıların tuzaklara yakalanmaları



Şekil 3.6. Nemölçer cihazı ve yönlere göre ölçümü

Ayrıca, 2023 yılına ait yapılan çalışmalarda, *Cacopsilla pyri* zararlısının yanı sıra doğal düşman türleri de gözlemlenerek sayımları yapılmış ve bu veriler kaydedilmiştir. Sayımı yapılan bazı doğal düşman türleri Şekil 3.7'de gösterilmiştir. Elde edilen doğal düşman popülasyonlarındaki dalgalanmalar, grafikler aracılığıyla görselleştirilmiş ve istatistiksel analizlerle farklılıklar değerlendirilmiştir. Bu veriler, uygun regresyon modelleri kullanılarak analiz edilmiş ve ekolojik parametrelerle olan ilişkileri yorumlanmıştır.



Şekil 3.7. Tuzaklara yakalanan doğal düşman örnekleri

3.2.2. Zararlıya Ait Verilerin İstatistiksel Olarak Değerlendirilmesi

Veriler toplandıktan sonra, zararlının popülasyonlarındaki ve doğal düşmanların sayısal değişimlerine etki eden parametrelerin belirlenmesi amacıyla gerekli istatistiksel analizler gerçekleştirilmiştir. Bu analizler neticesinde, zararlı popülasyonunun ve doğal düşman türlerinin sayısal farklılıklarının yön ve diğer etkenlere bağlı olarak incelenebilmesi için Kruskal-Wallis, t-testi ve ANOVA (Varyans Analizi) gibi istatistiksel testler uygulanmıştır.

3.2.3. Zararlıya Ait Verilerin Tahmin Modellerinin Belirlenmesi

Yapılan istatistiksel değerlendirmeler sonucunda, en uygun yapay zekâ tabanlı modeller için farklı regresyon teknikleri uygulanmış ve bu çalışmaya en uygun iki tahmin modeli belirlenmiştir. Bu doğrultuda, PaceRegression ve Linear Regression modelleri, elde edilen verilerle uyumlu olup, en verimli sonuçları sağlayan tahmin modelleri olarak seçilmiştir.

Regresyon analizi, bir ya da daha fazla değişken arasındaki ilişkilerin incelenmesi amacıyla kullanılan bir analiz tekniğidir. Tek bir bağımsız değişken ile yapılan analizler tek değişkenli regresyon olarak adlandırılırken, birden fazla bağımsız değişken kullanılarak yapılan analizler çok değişkenli regresyon analizi olarak tanımlanır (Peng vd., 2019). PACE (Projection Adjustment by Contribution Estimation) regresyon algoritması, benzer modellerin dikkate alınarak doğrusal modellere uyum sağlamak için yeni bir yaklaşım sunmaktadır (Wang ve Witten, 2002). Regresyon analizinin temel prensibi, doğrusal bir modelin, veri setine en iyi şekilde uyum sağlamasıdır. Klasik sıradan en küçük kareler (OLS) metodu, basit ve teorik olarak sağlam bir temele dayanır; ancak bu yöntemle elde edilen modeller genellikle istenen sonuçları tatmin edici bir şekilde sunmamaktadır. PACE regresyonu, her bir değişkenin etkisini analiz ederek, genel regresyon sonuçlarına katkılarını tahmin etmek amacıyla kümeleme analizinden yararlanır ve bu sayede klasik sıradan en küçük kareler regresyonunu iyileştirmeyi amaçlar (Meshkin vd., 2009). Wang ve Witten, PACE regresyon algoritmasını geliştirerek, yüksek boyutlu veriler için bu modelin, diğer regresyon yöntemlerine kıyasla üstün performans sergilediğini göstermiştir (Wang vd., 2004). PACE regresyonunun farklı türevleri olan PACE1'den PACE6'ya kadar altı farklı prosedür geliştirilmiştir ve bu prosedürler, değişkenlerin verilerdeki dağılımlarını tahmin ederek modelin doğruluğunu artırmaya yönelik olarak kullanılmaktadır. İlk dört prosedür, OLS'yi ve OLS'nin alt küme seçimini içermektedir. PACE 5 ise deneysel Bayes (Empirical Bayes) yöntemine dayanmaktadır. Diğer doğrusal regresyon modellerinde olduğu gibi, PACE regresyonu da OLS ve Empirical Bayes yöntemlerini kullanarak parametreleri modellemek için matematiksel formüllerle tanımlanmıştır (Meshkin vd., 2009).

OLS ile Modellenen Parametre formülü $=\alpha_1x_{Ai}+\alpha_2x_{Bi}+\alpha_3x_{Ci}+\alpha_4x_{Di}+\alpha_5x_{Ei}+...$

Formül de A,B,C,D,E gibi ifadeler modellenen parametre için oluşturulan ağ yapısındaki giriş parametreleridir. α_i değerleri ise PACE regresyon metodları tarafından elde edilen ve parametreleri etkileyen ağırlık katsayılarıdır. Önemli bir nokta, ortaya çıkan modelin, giriş özelliklerinin doğrusal bir kombinasyonu olduğudur. Bu doğrusal model, daha basit ve hesaplama açısından daha verimli bir tahmin modeli oluşturulmasına olanak sağlar, böylece modelin hesaplama süresi kısalmır.

Bu çalışmada, verilerin PACE regresyon metodlarıyla daha düşük hata oranlarıyla modellenmesi amacıyla three-fold cross-validation (üç katlı çapraz doğrulama) tekniği kullanılmıştır. Çapraz doğrulama, makine öğrenimi modellerinin doğruluğunu daha güvenilir bir şekilde değerlendirebilmek için yaygın olarak kullanılan bir tekniktir. Bu yöntemde, eğitim verileri birkaç alt kümeye bölünür. Bu alt kümelerden birisi eğitim için, kalan kümeler ise doğrulama için kullanılır. Bu işlem, tüm alt kümeler için sırasıyla tekrarlanır ve her bir alt küme modelin doğruluğunu test etme amacıyla kullanılır (Alic vd., 2019).

Doğrusal regresyon analizi, basit doğrusal regresyon ve çoklu doğrusal regresyon olmak üzere iki ana kategoride incelenmektedir. Basit doğrusal regresyon, yalnızca bir yanıt değişkeni ile tek bir açıklayıcı değişken arasındaki doğrusal ilişkiyi tanımlar ve açıklar. Ancak, birden fazla açıklayıcı değişken ile bir yanıt değişkeni arasındaki doğrusal ya da eğrisel ilişkiler incelenmek istendiğinde, çoklu doğrusal regresyon analizi kullanılır (Okur, 2009; Weisberg, 2005).

Basit doğrusal regresyon modelinde, Y yanıt değişkenini, X_1 açıklayıcı değişkenini, β_0 ve β_1 bilinmeyen parametreleri, ϵ_i ise şansa bağlı hata terimlerini ifade eder. Model şu şekilde yazılabilir:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \epsilon_i$$

Burada, Y bağımlı (yanıt) değişkeninin, X_1 bağımsız (açıklayıcı) değişken ile doğrusal bir ilişki içinde olduğu varsayılmaktadır. β_0 ve β_1 modelin parametreleridir ve ϵ_i hata terimleri modelin hata payını yansıtmaktadır.

Basit doğrusal regresyon modeli	$Y = \beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \epsilon_i \quad i = 1, 2, \dots, n$ olarak yazılabilmektedir (Kutner ve ark., 2005)
Çoklu doğrusal regresyon modeli, p adet açıklayıcı değişken ve n adet gözlem için	$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{i1} + \beta_2 X_{i2} + \dots + \beta_p X_{ip} + \epsilon_i \quad i = 1, 2, \dots, n$ şeklinde yazılabilmektedir (Kutner ve ark., 2005 Weisberg, 2005).

Basit ve çoklu doğrusal regresyon analizleri sonucunda elde edilen regresyon modeline ilişkin parametre kestirimlerinin güvenilirliğini sağlamak için, modelle ilgili belirli varsayımların yerine getirilmesi gerekmektedir. Bu varsayımlar, elde edilen sonuçların geçerliliği ve doğruluğu için temel bir öneme sahiptir. Basit doğrusal regresyon analizinde elde edilen regresyon denkleminin tahmin amacıyla kullanılabilmesi için; hata terimlerinin ($\epsilon_i = Y_i - \hat{Y}_i$) şansa bağlı normal

dağılım göstermesi, hataların beklenen değerinin ortalamasının 0 ve varyansının homojen olup σ^2 'ye eşit olması, hataların bağımsız olması $[Cov(\epsilon_i, \epsilon_j)] = 0$, hata terimleri ile açıklayıcı değişken(ler) arasında korelasyon bulunamaması gibi bazı varsayımların sağlanması gerekli bir şarttır (Alma ve Vupa, 2008). Çoklu doğrusal regresyon analizinde, basit doğrusal regresyon analizindeki varsayımlara ek olarak, açıklayıcı değişkenlerin birbirinden bağımsız olması gerektiği de önemli bir varsayımdır (Vural, 2007). Bu varsayım, açıklayıcı değişkenler arasındaki basit doğrusal korelasyon katsayılarının sıfır veya sıfıra çok yakın olmasını şart koşar ve istatistiksel açıdan “çoklu doğrusal bağlantı” (multicollinearity) bulunmaması gerektiğini ifade eder (Orhunbilge, 2002). Çoklu doğrusal bağlantının varlığı, En Küçük Kareler (EKK) kestirim yönteminin etkinliğini kaybetmesine yol açar (Vural, 2007). Bu nedenle, açıklayıcı değişkenlerin seçiminde, bu değişkenlerin yanıt değişkeni ile olan basit doğrusal korelasyon katsayılarının yüksek (1'e yakın) ve değişkenler arasındaki basit doğrusal korelasyon katsayılarının düşük (0'a yakın) olmasına özen gösterilmesi tavsiye edilmektedir (Damodar, 2001). Eğer bu varsayımlar sağlanamazsa, parametre kestirim yöntemlerinin yeniden düzenlenmesi önerilmektedir.

Açıklanabilir yöntemler olarak bilinen regresyon modellerinin başarımını artırmak amacıyla, hibrit diferansiyel gelişim (DG) ve sinüs-kosinüs algoritması temelli bir yöntem kullanılmıştır. Diferansiyel gelişim, Price ve Storn tarafından 1995 yılında geliştirilmiş olup, genellikle nümerik karar değişkenlerinin yer aldığı problem tiplerinde başarılı sonuçlar elde ettiği gösterilmiştir. Bu yöntem, işleyişi ve operatörleri bakımından genetik algoritmaya benzerlik gösteren, ancak daha basit ve güçlü bir akıllı optimizasyon algoritmasıdır (Storn ve Price, 1995). Diferansiyel gelişim algoritması, kolay uygulanabilirliği, paralel arama yeteneği ve hızlı yakınsama gibi özellikleriyle birçok optimizasyon ve arama probleminde başarıyla uygulanmıştır. Bu yöntem, reel kodlu genetik algoritmalarla benzer olsa da, temel farkı önerdiği çaprazlama ve mutasyon işlemlerinde yatmaktadır. Bir G iterasyonunda, $X_{(r-1)}$ ve $X_{(r-2)}$ gibi iki vektör arasındaki farklar, bir ölçek faktörü (F) ile çarpılarak başka bir vektöre ($X_{(r-3)}$) eklenir. Bu mutasyon işlemi sonucunda elde edilen aday vektör (v), popülasyondaki diğer bir vektörle çaprazlanarak çözüm üretilir. Elde edilen çözüm vektörü, ancak popülasyon vektöründen daha iyi ise yerine geçebilmektedir. Klasik diferansiyel gelişim algoritması, temel olarak dört aşamada gerçekleştirilir: başlangıç popülasyonunun oluşturulması, mutasyon, çaprazlama ve seçim. Şekil 3.8'te klasik bir DG algoritmasının sözde kodu gösterilmektedir.

```

Başla
Rastgele popülasyon oluştur.
İlk popülasyon uygunluğunu değerlendir.
While (Durdurma kriteri sağlanmadı)
    DG Mutasyon uygula.
    DG Çaprazlama uygula.
    Aday popülasyon uygunluğunu değerlendir.
    Seçim operatörünü uygula.
End
Bitir

```

Şekil 3.8. Klasik DG'nin sözde-kodu

Sinüs kosinüs algoritması (SKA), optimizasyon ve arama problemleri için Mirjalili (2016) tarafından geliştirilmiş bir akıllı optimizasyon algoritmalarından biridir. SKA başlangıç popülasyonu ile sinüs ve kosinüs fonksiyonlarına dayanan bir matematiksel model kullanarak mümkün olan en iyi çözümü bulmaya çalışmaktadır. SKA'nın sözde kodu Şekil 3.9'da gösterilmiştir. SKA optimizasyon sürecinde, rastgele oluşturulan aday çözüm kümesi ile başlamaktadır. Algoritma, elde edilen en iyi çözümü kaydetmekte, onu hedef noktası olarak atamakta ve bu çözüme göre diğer çözümleri güncellemeye çalışmaktadır. Bu arada, sinüs ve kosinüs fonksiyon aralığı sömürüyü garanti etmek için iterasyon sayısı arttıkça güncellenmektedir. Algoritma varsayılan olarak belirlenen maksimum iterasyon sayısına kadar çalışıp sonlanmaktadır. Bununla birlikte sonlandırma koşulu olarak maksimum fonksiyon değerlendirme sayısı veya elde edilen global optimumun doğruluğu da dikkate alınabilmektedir.

```

Başla
Rastgele popülasyon oluştur.
Do
    Değerlendir: Popülasyondaki her arama ajanını uygunluk fonksiyonu ile değerlendir.
    Güncelle:  $r_1, r_2, r_3$  ve  $r_4$  güncelle.
    Güncelle:

$$X_i^{t+1} = \begin{cases} X_i^t + r_1 \times \sin(r_2) \times |r_3 P_i^t - X_i^t|, & r_4 < 0.5 \\ X_i^t + r_1 \times \cos(r_2) \times |r_3 P_i^t - X_i^t|, & r_4 \geq 0.5 \end{cases}$$

    denklemini kullanarak arama ajanlarının pozisyonlarını güncelle.
    While ( $t < \text{maksimum iterasyon sayısı}$ )
    Return Şimdiye kadar global optimum olarak elde edilen en iyi çözümü döndür

```

Şekil 3.9. SKA'nın sözde-kodu

Kullanılan hibrit yöntem, Melez Diferansiyel Gelişim Sinüs (MDGS) Yöntemi olarak adlandırılmıştır ve bu yöntem, Sinüs Kosinüs Algoritması'ndaki r_4 parametresini ortadan kaldırarak yalnızca sinüs operatörüne odaklanmaktadır. Bunun yanı sıra, Diferansiyel Gelişim (DG)

algoritmasındaki mutasyon operatörü yerine SKA'daki operatör kullanılarak, algoritmada çeşitliliğin artırılması hedeflenmiştir. Bu hibrit yöntemde, ilk olarak başlangıç popülasyonu oluşturulmakta ve her bir arama ajanı (yani aday çözüm) için uygunluk fonksiyonu hesaplanarak en iyi aday çözüm belirlenmektedir. Daha sonra, rastgele bir aday çözüm seçilir ve yeni bir vektör oluşturulmaktadır. DG algoritmasındaki mutasyon adımının yerine, SKA'daki sinüs fonksiyonu kullanılarak bu adım gerçekleştirilir. Sinüs operatöründen sonra, hedef vektör ve ona karşılık gelen mutant vektörü üzerine DG algoritmasındaki çaprazlama operatörü uygulanmaktadır. Seçim operatörü, hedef vektör ile deneme vektörü arasında uygulanarak, daha iyi olan çözüm bir sonraki nesilde devam etmek üzere popülasyona dâhil edilir. Bu arama süreci, belirlenen maksimum iterasyon sayısına ulaşılan kadar devam eder ve en iyi bulunan çözümler seçilerek sonuçlandırılır. Uyarlanan yöntemin adımları, Şekil 3.10'da gösterilmektedir.

Adım 1: Aday çözümleri oluştur.

$$X_{j,i} = x_j^1 + rand_j[0, 1] \times (x_j^u - x_j^l)$$

$X_{j,i}$ j . boyutun i . çözümüdür. x_j^u ve x_j^l j . boyutun alt ve üst sınırlarıdır. $rand_j[0, 1]$ 0 ile 1 arasında rastgele bir sayıdır.

Adım 2: Her X_i 'nin uygunluk değerini hesapla ve en iyi aday çözümü X_{best} bul.

Adım 3: a , r_2 , r_3 gibi algoritma parametrelerini başlat ve r_1 parametresini hesapla.

$$r_1 = a - t \frac{a}{\text{maksimum iterasyon sayısı}}$$

a sabit bir parametredir ve t mevcut iterasyon sayısıdır.

Adım 4: Gelişigüzel bir aday çözümü X_i seç ve yeni bir vektör oluştur.

$$X_i^{t+1} = X_i^t + r_1 \times \sin(r_2) \times |r_3 X_{best}^t - X_i^t|$$

Adım 5: Sinüs operatöründen sonra, hedef vektör X_i ve onun mutant vektörü U_i üzerine DG algoritmasının çaprazlama operatörünü uygula.

$$u_{j,i} = \begin{cases} u_{j,i}, & (rand[0, 1] \leq \zeta_0) \text{ or } (j == jrand) \\ x_{j,i}, & \text{Aksi takdirde} \end{cases}$$

$jrand$ 1 ile boyut (D) arasında rastgele bir tam sayıdır.

Adım 6: U_i 'yi değerlendir.

Adım 7: Seçim operatörünü, hedef vektör X_i ve onun deneme vektörü U_i arasında uygula ve bir sonraki popülasyonda daha iyi olan hayatta bırak.

$$X_i = \begin{cases} U_i, & f(U_i) \leq f(X_i) \\ X_i, & \text{Aksi takdirde} \end{cases}$$

Adım 8: İterasyon sayısı belirlenen maksimum iterasyon sayısına eşit veya az ise Adım 3-7'yi tekrarla. Aksi takdirde Adım 9'a ilerle.

Adım 9: En iyi çözümü döndür.

Şekil 3.10. Melez Diferansiyel Gelişim Sinüs (MDGS) algoritmasının sözde-kodu

Açıklanabilir regresyon modellerinin başarısını artırmak amacıyla kullanılan MDGS optimizasyon yönteminin temsil biçimi Şekil 3.11’de gösterilmektedir. Bu temsil biçiminde, her bir nitelik için iki ana bölüm bulunmaktadır. İlk bölüm, ilgili niteliğin açıklanabilir denklemde yer alıp almadığını kontrol ederken, ikinci bölüm ise söz konusu niteliğin ağırlığını temsil etmektedir. Bu yapı, modelin her bir özelliğinin katkısını ve önemini belirleyerek, regresyon modelinin daha verimli ve doğrusal bir şekilde optimize edilmesini sağlamaktadır.

$Nitelik_1$		$Nitelik_2$		...		...		$Nitelik_n$	
{0, 1}	Ağırlık	{0, 1}	Ağırlık	...	...	...	...	{0, 1}	Ağırlık

Şekil 3.11. MDGS algoritması için temsil biçimi

MDGS yöntemi için uygunluk fonksiyonu ise Root mean squared error (RMSE) değeri bulunarak hesaplanmıştır. Sonuçlar en iyi elde edilen regresyon sonucuna uygulanarak değerler buna bağlı gösterilmiştir.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Tuzak asımına ait zararlı popülasyon değişiminin belirlenmesi ile ilgili çalışmalara ait 2022 ve 2023 yıllarına ait veri ve analiz sonuçları aşağıda verilmektedir:

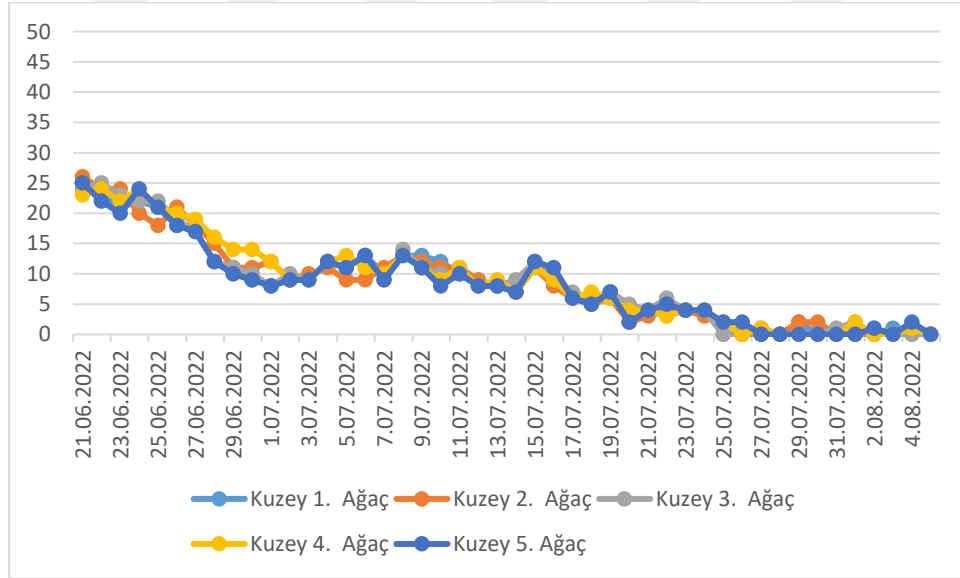
4.1. 2022 Yılı Yapılan Çalışmaların Sonuçları

4.1.1. Farklı Tuzak Tiplerine Zararlı Popülasyon Değişimlerinin Belirlenmesi

İlk olarak geleneksel sarı yapışkan tuzakların asıldıktan sonra, yönlere göre elde edilen zararlı olan psilla sayıları günlük sayılıp kaydedilerek tablo haline getirilmiştir. Oluşturulan bu tabloda zararlı üç farklı biyolojik dönem itibariye incelenip; ergin sayısı, nimf sayısı ve darbe vuruş etkisiyle oluşan ergin sayısı olarak kaydedilmiştir.

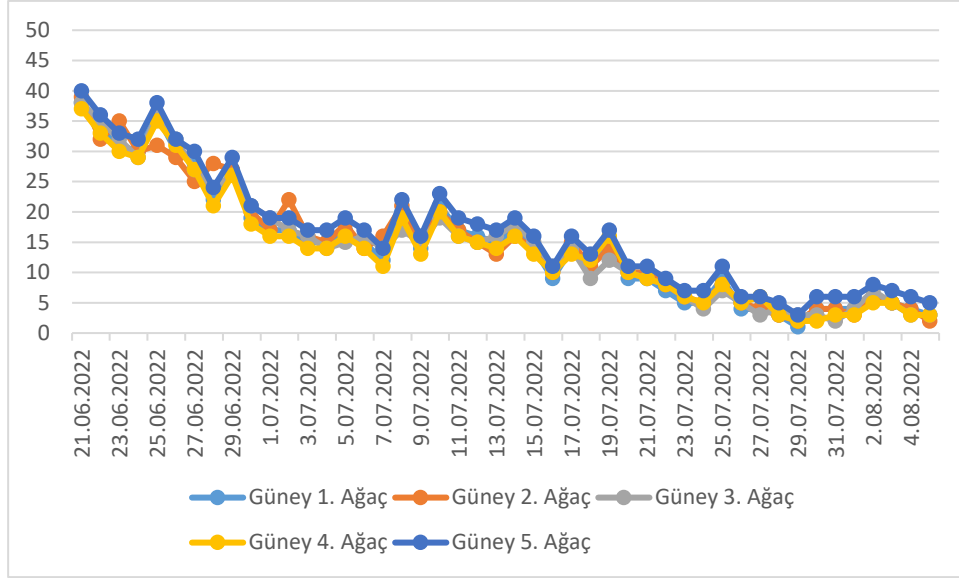
Geleneksel 4'lü Sarı Yapışkan Tuzak Çalışmaları

Ağaçlara asılan 4 yöne göre alınan veriler sonucunda elde edilmiş grafikler ve tablolar oluşturulmuştur. Psilla ergin sayısının geleneksel 4'lü tuzak için yön bazlı grafikleri (kuzey, güney, doğu, batı) Şekil 4.1, 4.2, 4.3 ve 4.4'de gösterilmiştir.



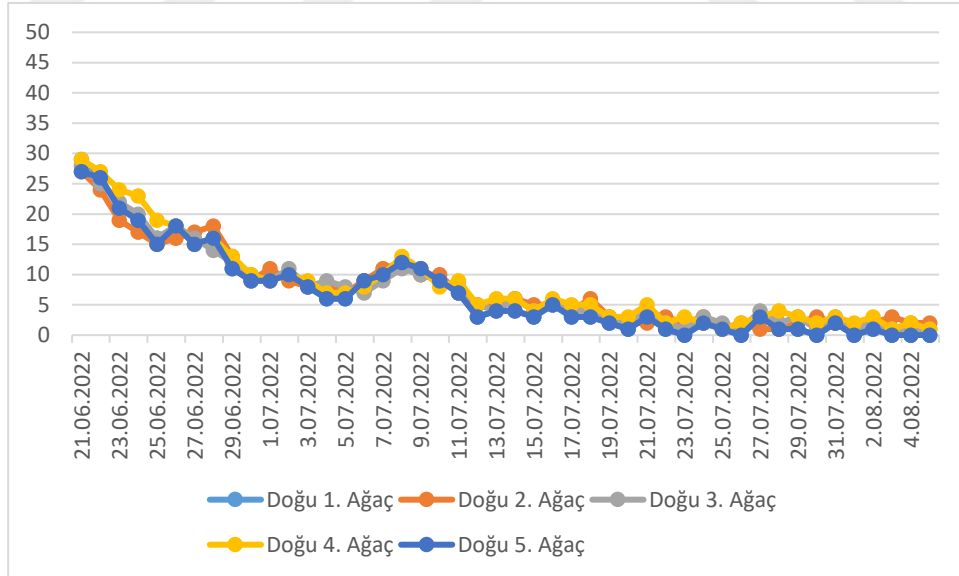
Şekil 4.1. Geleneksel 4'lü tuzağın kuzey yönündeki ergin zararlı sayısının grafiği

Şekil 4.1'de görüldüğü gibi kuzey yönünde birey sayısının zamana bağlı azaldığı gözlemlenmekle birlikte, birey sayısının Temmuz ayı zaman dilimlerinde artış göstererek, zamanla azalış gösterdiği görülmektedir. Bunun sebebinin zararlının kuzey yönündeki sıcaklığa ve çevre koşullarına bağlı olarak değişim göstermesi olduğu düşünülmektedir.



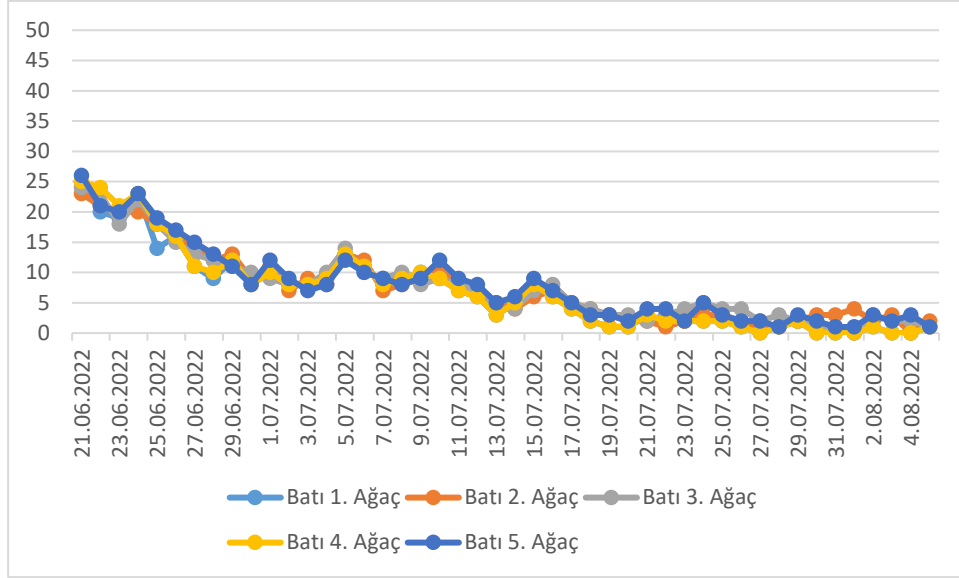
Şekil 4.2. Geleneksel 4'lü tuzağın güney yönündeki ergin zararlı sayısının grafiği

Güney yönündeki birey sayısı diğer yönelere göre fazla olarak kaydedilmiştir. Zamana bağlı olarak birey sayısında ise azalmalar olduğu ve dalgalanmaların Haziran ve Temmuz aylarında dalgalanmaların görülmekte olup popülasyonun Ağustos ayının başlarında düşüş gösterdiği tespit edilmiştir.



Şekil 4.3. Geleneksel 4'lü tuzağın doğu yönündeki ergin zararlı sayısının grafiği

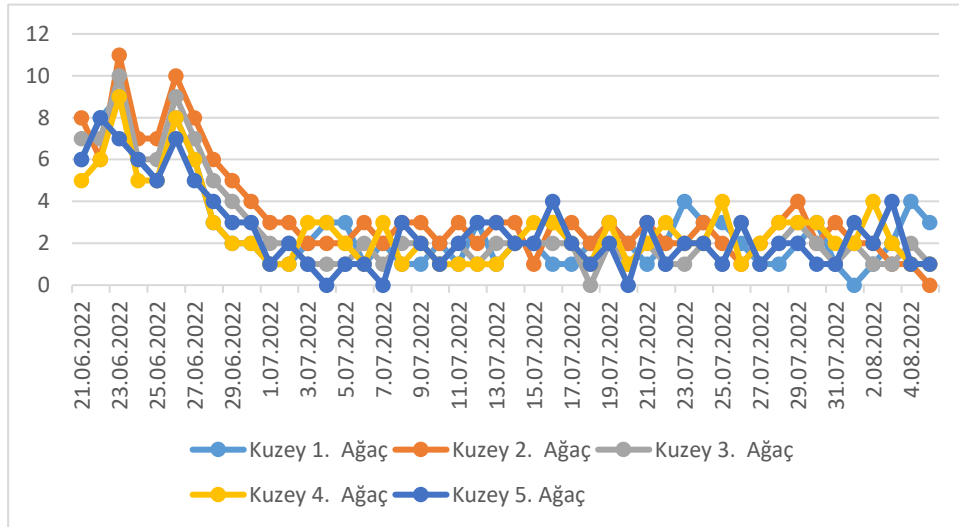
Şekil 4.3'de görüldüğü gibi doğu yönüne asılan tuzaklarda psila ergin sayısında zamana bağlı azalmalar gözlemlenmiştir. Özellikle, Temmuz ayının ilk on beş gününde zararlıların birinci dölle bağlı olarak birey sayısında artış eğilimi olduğu gözlemlenmiştir. Temmuz ayının sonu ile Ağustos ayının başlarına doğru sıcaklığa bağlı olarak ergin sayısının düşüş gösterdiği tespit edilmiştir.



Şekil 4.4. Geleneksel 4'lü tuzağının batı yönündeki ergin zararlı sayısının grafiği

Şekil 4.4'de batı yönünde oluşturulan grafik incelendiğinde, tuzak asılması ile birlikte zamana bağlı birey sayısında azalışlar gözlemlenmiştir. Bu azalışın Temmuz ayı sonu ve Ağustos ayı başı itibariyle daha çok belirginleşmiştir.

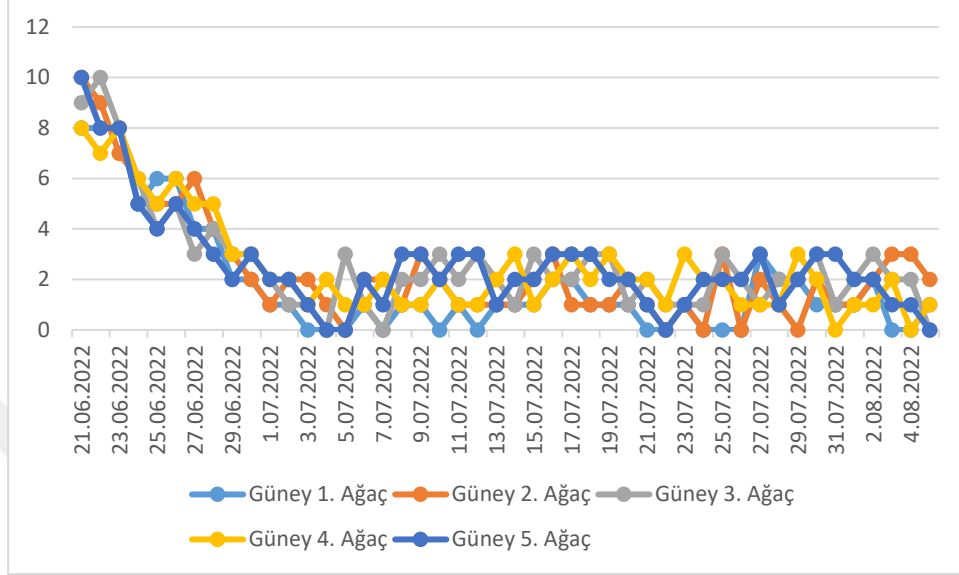
Tuzak silması sonrası ağaç içi nimf sayımlarının geleneksel 4'lü tuzak için yön bazlı grafik sonuçları (kuzey, güney, doğu, batı) Şekil 4.5, 4.6, 4.7 ve 4.8'de gösterilmiştir.



Şekil 4.5. Geleneksel 4'lü tuzağın kuzey yönündeki nimf zararlı sayısının grafiği

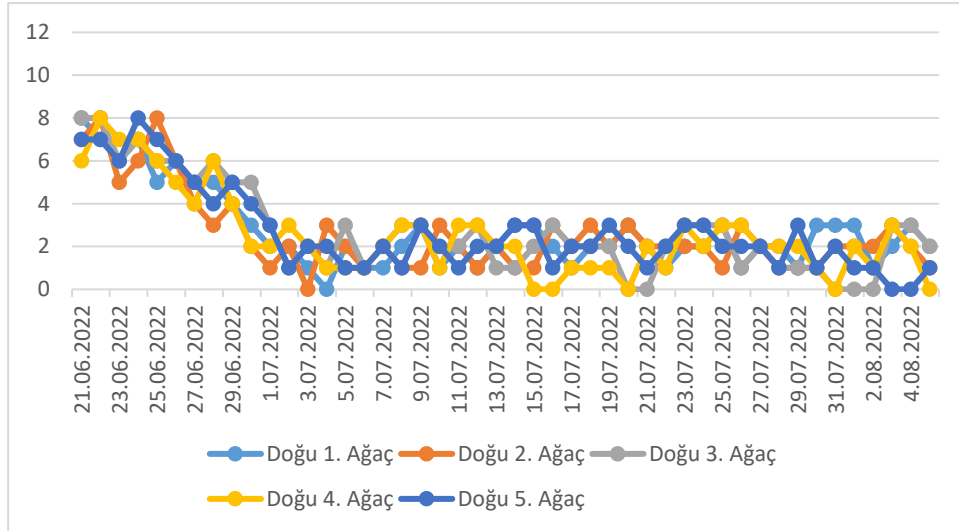
Grafik incelendiğinde, nimf sayılarındaki dalgalanmanın özellikle 21-23 Haziran tarihlerinde belirgin bir artış gösterdiği, ardından 24-30 Haziran arasında azalma yaşandığı gözlemlenmiştir. Bu dalgalanma, *Cacopsylla pyri* zararlısının yaşam döngüsündeki evrelerden kaynaklandığı düşünülmektedir, özellikle 26-29 Haziran tarihlerindeki artış, ikinci dölle denk gelen

bir yoğunlaşmayı işaret etmektedir. Ayrıca, kuzey yönüne yerleştirilen tuzaklarda daha yüksek nimf sayıları gözlemlenmiş, bu da tuzak yerleşimi ve çevresel etmenlerin etkisinin varlığında etkilemektedir.



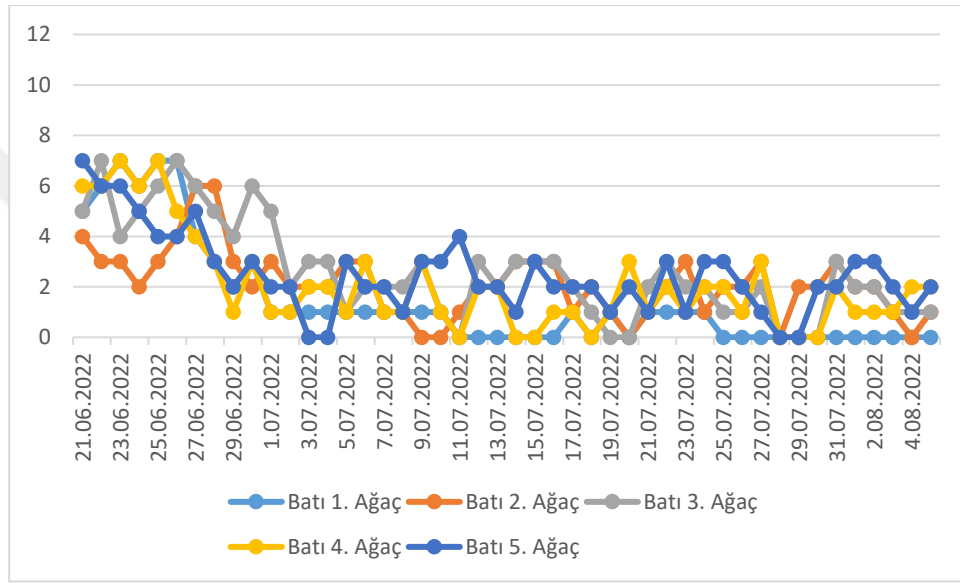
Şekil 4.6. Geleneksel 4'lü tuzağın güney yönündeki nimf zararlı sayısının grafiği

Grafikteki verilere göre, Haziran ayında nimf sayılarında artış ve azalışlar görülmüş, Bu dalgalanmaların sebebinin, nimflerin birinci döl ait popülasyonlarının azalmasına bağlı olabilir. 5 Temmuz civarında belirgin bir azalma yaşandıktan sonra, 7-10 Temmuz arasında tekrar bir artış gözlemlenmiştir. Ayrıca, 22-25 Temmuz tarihlerinde görülen düşük yoğunluklar, zararlının gelişim evresinin farklı bir aşamaya geçtiğini veya çevresel koşulların etkisiyle bir azalma olduğunu işaret edebilir.



Şekil 4.7. Geleneksel 4'lü tuzağın doğu yönündeki nimf zararlı sayısının grafiği

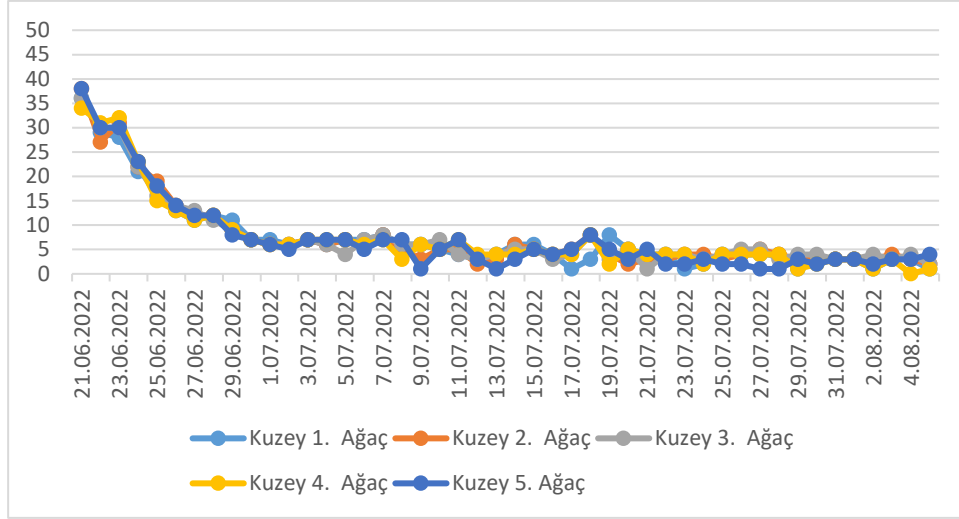
Verilere göre, Haziran ayında nimf yoğunluğu genellikle istikrarlı olup, ayın sonlarına doğru bazı günlerde belirgin bir azalma görülmüştür. Temmuz ayında ise, 1-5 Temmuz tarihleri arasında yoğunlukta ciddi bir düşüş yaşanırken, 6-9 Temmuz arasında yeniden bir artış gözlemlenmiştir. Bu artış, zararlının gelişim döngüsündeki geçişlere bağlı olarak açıklanabilir. Temmuz ayının ortalarında yoğunlukta tekrar bir azalma olmuş, ancak ay sonuna doğru (25-27 Temmuz) tekrar bir artış gözlemlenmiştir. Ağustos'un başlarında ise, özellikle 2-5 Ağustos tarihlerinde nimf yoğunluğunda bir düşüş yaşanmış olup, bu durum çevresel faktörlerin popülasyon dinamikleri üzerindeki etkisini yansıtmaktadır.



Şekil 4.8. Geleneksel 4'lü tuzağın batı yönündeki nimf zararlı sayısının grafiği

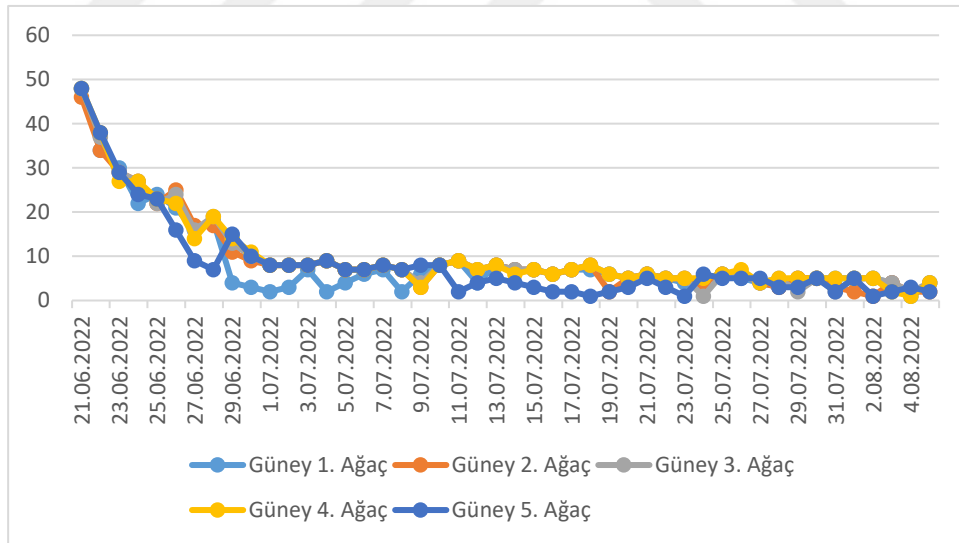
Batı yönündeki tuzaklarda Haziran ayında nimf sayılarında dalgalanmalar gözlemlenmiştir. Haziran sonunda sayılarda düşüş yaşanmış, Temmuz başında ise yoğunluk tekrar artmıştır. 10-15 Temmuz arasında yoğunlukta azalma görülmüş, Temmuz sonu ve Ağustos başında ise belirgin bir düşüş yaşanmıştır. Bu azalma, zararlının evresel değişiklikleri veya çevresel etmenlerle ilişkilendirilebilir.

Psilla **darbe etkili ergin** sayısının geleneksel 4'lü tuzak için yön bazlı grafikleri (kuzey, güney, doğu, batı) 4.9, 4.10, 4.11 ve 4.12'de gösterilmiştir.



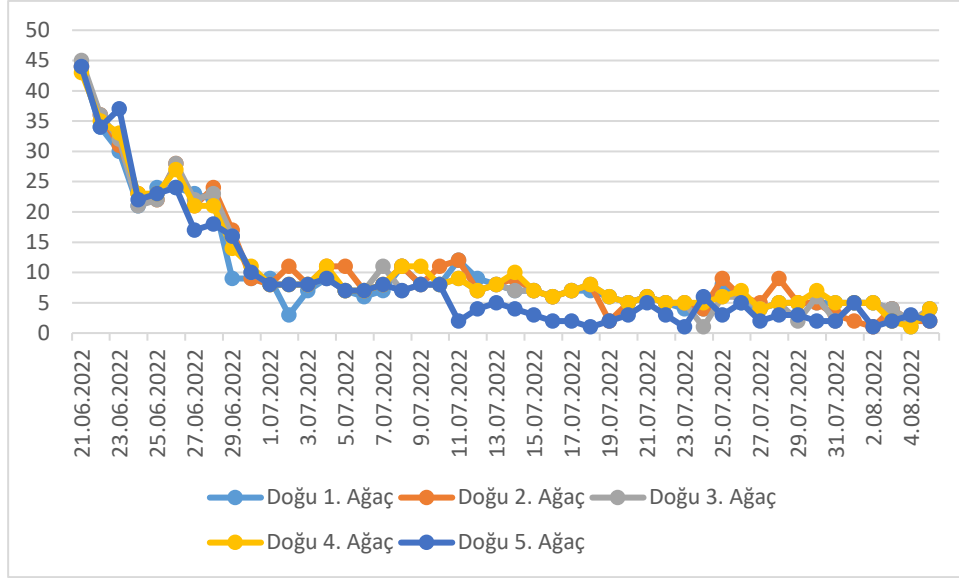
Şekil 4.9. Geleneksel 4'lü tuzağın kuzey yönündeki darbe etkili zararlı ergin sayısının grafiği

Tuzakların asıldığı ağaçlarda ağaç yöneylerine göre ergin sayısının belirlenmesine yönelik yapılan çalışmada, ağaçların kuzey tarafından dört yöneye yapılan darbelerde ergin sayısının, Haziran ayından Temmuz ayına doğru giderek azaldığı ve bu azalışın tuzaklara yakalanan ergin ve ağaç içi nimf sayısına paralel azalmıştır.



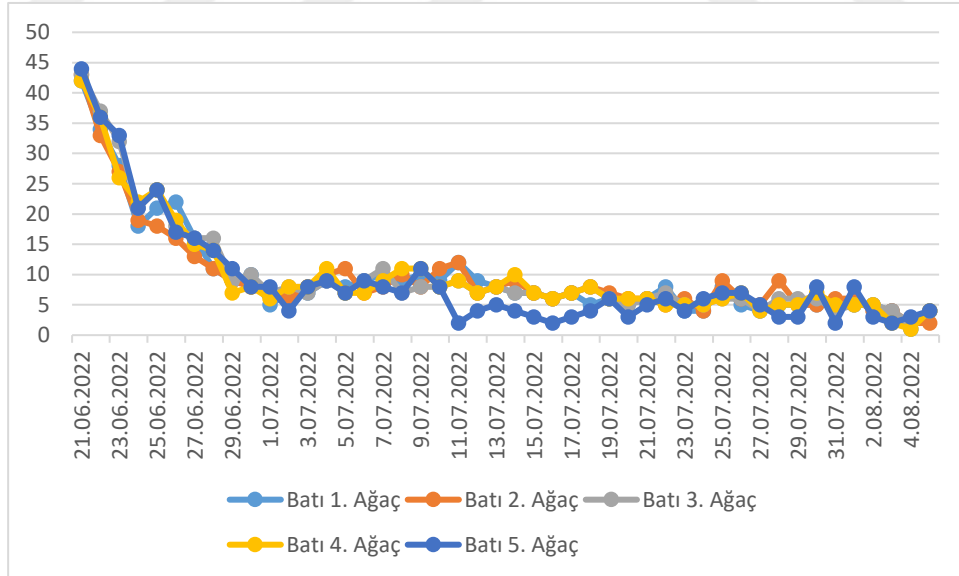
Şekil 4.10. Geleneksel 4'lü tuzağın güney yönündeki darbe etkili zararlı ergin sayısının grafiği

Verilere bakıldığında, güney yönündeki ağaçlarda ergin yoğunluğu Haziran ayında oldukça yüksek olduğu gözlemlenmiştir, ancak özellikle ay sonlarına doğru belirgin bir azalma gözlemlenmiştir. Temmuz ayında ergin yoğunluğu dalgalanmış, bazı günlerde artarken bazı günlerde düşüş göstermiştir. Ağustos başında ise, popülasyon yoğunluğu tekrar azalmış ve bu azalma çevresel faktörlerin etkisiyle açıklanabilir. Zararlının hareketliliği ve çevresel koşullar, ergin popülasyonundaki dalgalanmalarda rol oynamış olabilir.



Şekil 4.11. Geleneksel 4'lü tuzağın doğu yönündeki darbe etkili zararlı ergin sayısının grafiği

Doğu yönündeki ağaçlarda ergin yoğunluğu Haziran ayında yüksek seviyelerde olup, ay sonuna doğru belirgin bir azalma gözlemlenmiştir. Temmuz ayında popülasyon yoğunluğunda dalgalanmalar görülmüştür. 20 Temmuz'dan sonra yoğunluk tekrar düşmüş, Ağustos başında ise özellikle 2-5 Ağustos arasında düşük seviyelere inmiştir.



Şekil 4.12. Geleneksel 4'lü tuzağın batı yönündeki darbe etkili zararlı ergin sayısının grafiği

Tuzakların yerleştirildiği ağaçlarda, ağaç yönlerine göre yapılan ergin sayımı çalışmasında, batı yönünde Haziran ayından Temmuz ayına geçişte ergin popülasyon yoğunluğunda azalma gözlemlenmiştir. Temmuz ayında ise yoğunluk, zararlının hareketliliği ve çevresel faktörlerin

etkisiyle dalgalanmalar göstermiştir. Ağustos ayında ise genel olarak ergin sayısında düşüş yaşanmıştır.

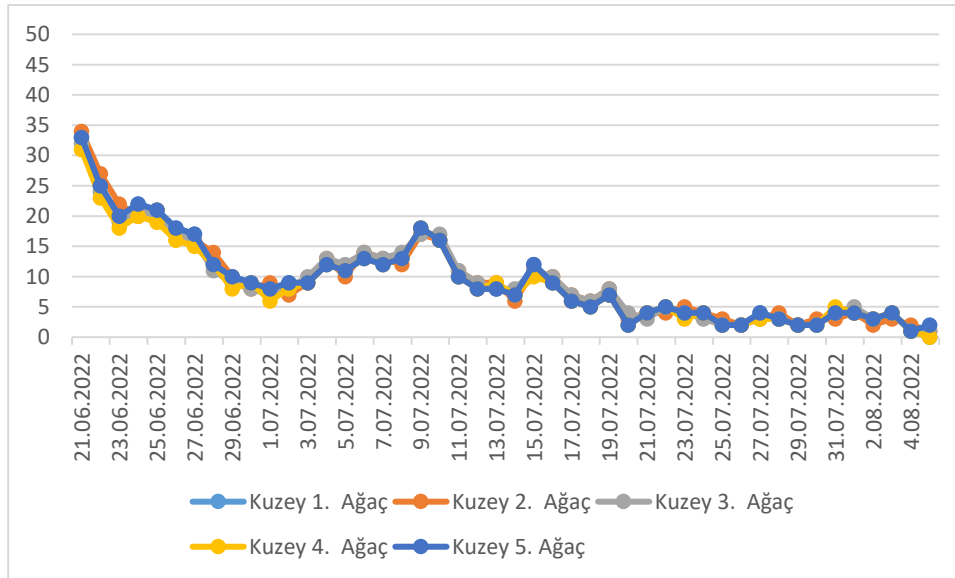
Tüm grafik sonuçları parametreler açısından incelendiğinde, geleneksel 4'lü sarı yapışkan tuzak için oluşturulan üç farklı kademede (ergin, nimf, darbe vuruşlu ergin sayısı) grafiklerde, üç kademe içinde birey sayılarında zamana bağlı azalmalar görülmüştür. Bu azalmaların sebeplerinin çevresel faktörler, zararlının üremesi, sıcaklık, rüzgâr, nem gibi dış sebeplerden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Ancak; zamana bağlı olarak güney yönündeki birey sayılarının diğer yönlere göre fazla olduğu ve güney yönündeki sıcaklık değerleri gibi çevresel faktörlere ve birey sayısının fazlalığı ile bağlantılı olarak, popülasyonda diğer yönlere göre artış olduğu görülmektedir. Tüm grafikler incelendiğinde oluşan farklı populasyon dalgalanmalarının çevresel etkiler, beslenme koşulları, strese bağlı değişkenlik, sıcaklık değişimi, rüzgâr yönü gibi koşullara ve zararlının ikinci dölle geçiş sürelerinin çakışması, zararlının nimf döneminden ergin dönemlere geçişlerine bağlı olarak değiştiği bilinmektedir.

1023 Kodlu 4'lü Sarı Yapışkan Tuzak Çalışmaları

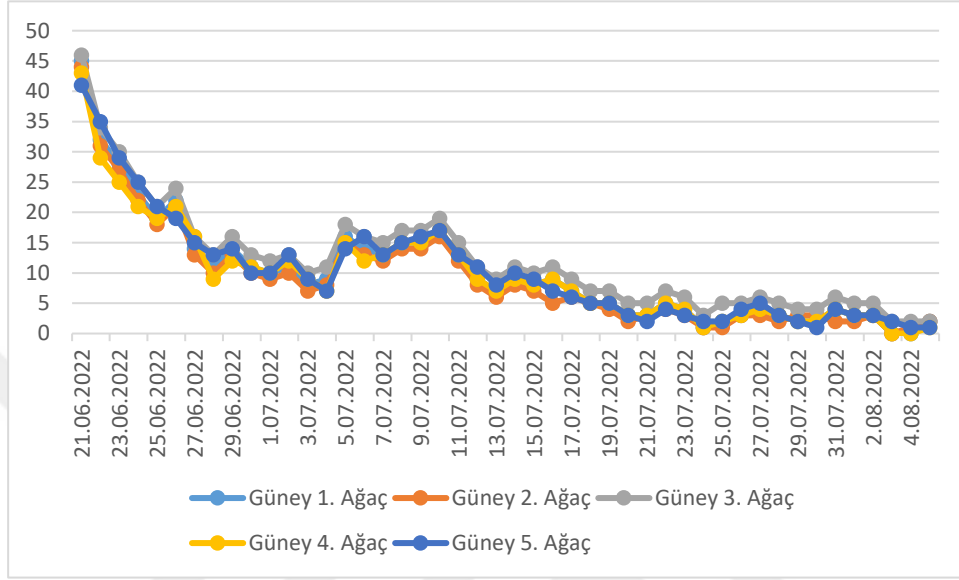
Yukarıda oluşturulan geleneksel 4'lü sarı yapışkan tuzaklardan elde edilen verilerin kaydedilip tablo haline getirilmesinin ardından ağaç başına 4'lü olarak asılan 1023 no'lu tuzaklardan elde edilen veriler kaydedilerek tablo haline getirilmiştir. Belirlenen kademelere (ergin, nimf, darbe vuruşlu ergin sayısı) göre tüm yönler için grafikler oluşturulmuştur.

Psilla ergin sayısının 1023 no'lu 4'lü tuzak için yön bazlı grafikleri (kuzey, güney, doğu, batı) Şekil 4.13, 4.14, 4.15 ve 4.16'da gösterilmiştir.



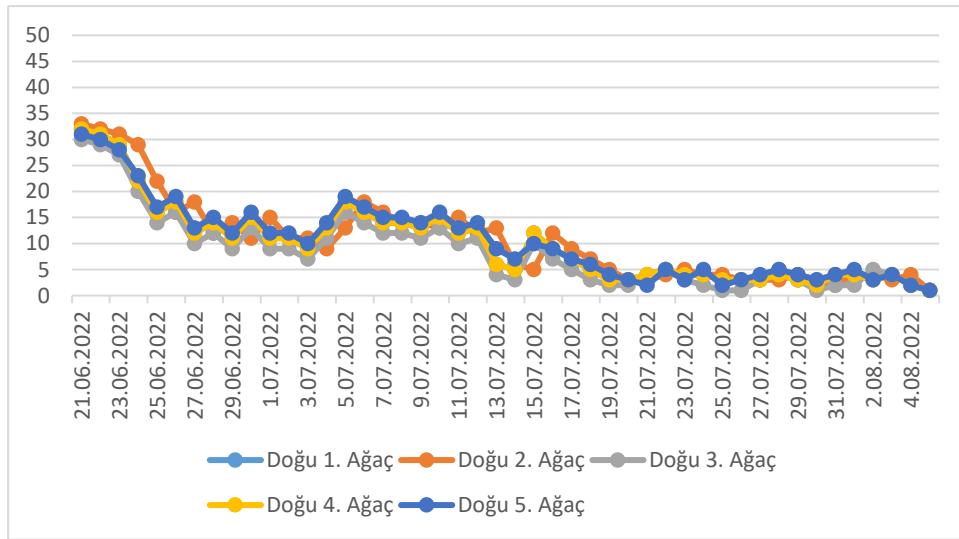
Şekil 4.13. Kuzey yönündeki 1023 numaralı 4'lü tuzağın zararlı ergin sayısının grafiği

Haziran ayında, ağaçlardaki birey sayısında belirgin bir azalma gözlemlenmiştir, özellikle ayın ilk günlerinde hızlı bir düşüş yaşanırken, bu süreç ilerleyen günlerde daha yavaş bir hızla devam etmiştir. Temmuz ayında, düşüş eğilimi sürmekle birlikte, bazı ağaçlarda geçici artışlar kaydedilmiştir. Ağustos ayında ise birey sayılarındaki değişim giderek azalmıştır.



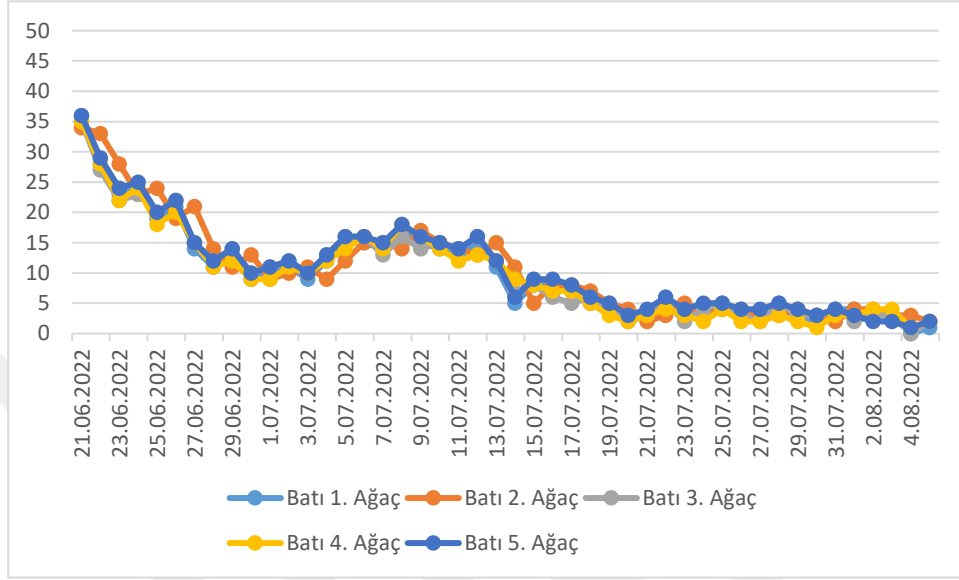
Şekil 4.14. Güney yönündeki 1023 numaralı 4'lü tuzağın zararlı ergin sayısının grafiği

Güney yönündeki ağaçların birey sayılarında Haziran ayında yüksek değerler gözlemlenmiştir, ancak Temmuz ayı başlangıcında hızla bir azalma başlamıştır, fakat 5-11 temmuz arası zararlı sayısı artmıştır. Ağustos ayında bu azalmalar devam etmiştir ve çoğu ağaçta birey sayıları düşük seviyelere inmiştir. Bu durum, çevresel faktörlerin ve biyolojik döngülerin etkisiyle açıklanabilir.



Şekil 4.15. Doğu yönündeki 1023 numaralı 4'lü tuzağın zararlı ergin sayısının grafiği

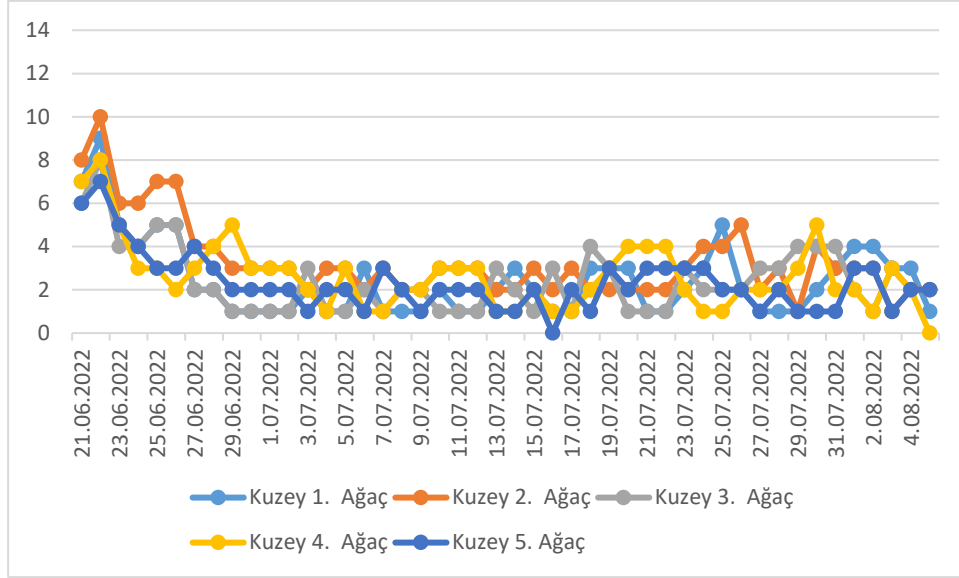
Doğu yönündeki ağaçlarda, Haziran ayında yüksek birey sayıları gözlemlenirken, Temmuz ve Ağustos aylarında belirgin bir düşüş yaşanmıştır. Bu düşüş, özellikle Temmuz'un ortalarında hızlanmış ve Ağustos ayında daha da devam etmiştir. Birey sayıları zaman içinde dalgalanmış, ancak genel anlamda popülasyonda azalma yönünde olmuştur.



Şekil 4.16. Batı yönündeki 1023 numaralı 4'lü tuzağın zararlı ergin sayısının grafiği

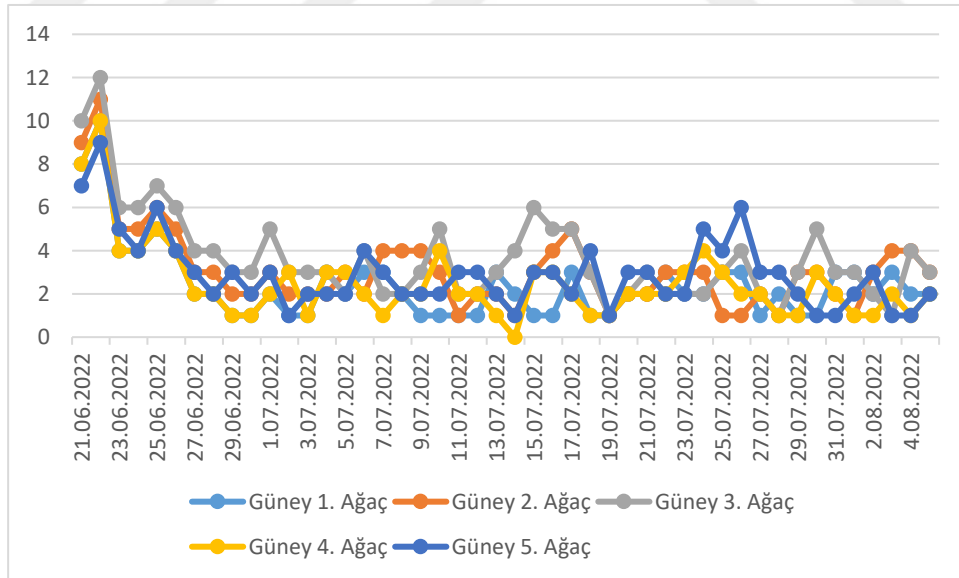
Tuzakların asıldığı ağaçlarda ağaç yöneylerine göre ergin sayısının belirlenmesine yönelik yapılan çalışmada, batı yönündeki ağaçlarda, Haziran ayında yüksek birey sayıları gözlemlenmiş ve zararlı sayısı azalarak devam etmiştir, ancak Temmuz ayında zararlıların yaşam döngüsü sebebiyle artış ve zalışlar yoğun olarak gözlemlenmiştir. Ağustos aylarında belirgin bir düşüş yaşanmıştır. Bu süreçte bazı ağaçlarda geçici artışlar görülse de genel eğilim, birey sayılarının azalması yönündedir.

Psilla nimf sayısının 1023 no'lu 4'lü yön temelli grafikleri (kuzey, güney, doğu, batı) Şekil 4.17, 4.18, 4.19 ve 4.20'de gösterilmiştir.



Şekil 4.17. Kuzey yönündeki 1023 numaralı 4'lü tuzağın zararlı nimf sayısının grafiği

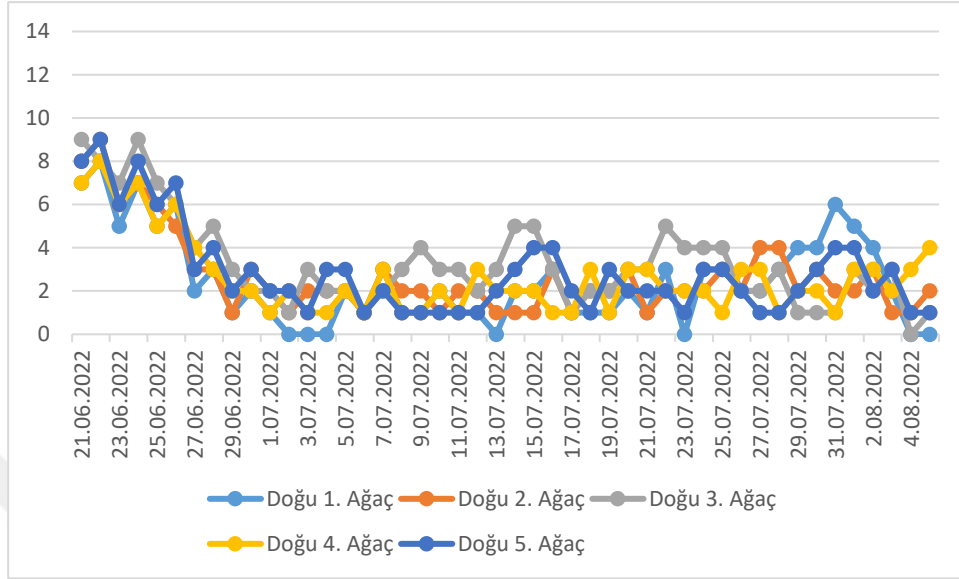
Kuzey yönündeki ağaçlarda, Haziran ayında ağaç içi nimf sayısı yüksek seviyelerde başlamıştır, ardından Temmuz ve Ağustos aylarında belirgin bir azalma gözlemlenmiştir. Nimf sayısı, özellikle Temmuz ayında daha düşük seviyelere inmiş, Ağustos ayında ise stabil bir seviyeye yaklaşmıştır. Bu eğilim, nimf sayısının döllerin birbiriyle karıştığını göstermektedir.



Şekil 4.18. Güney yönündeki 1023 numaralı 4'lü tuzağın zararlı nimf sayısının grafiği

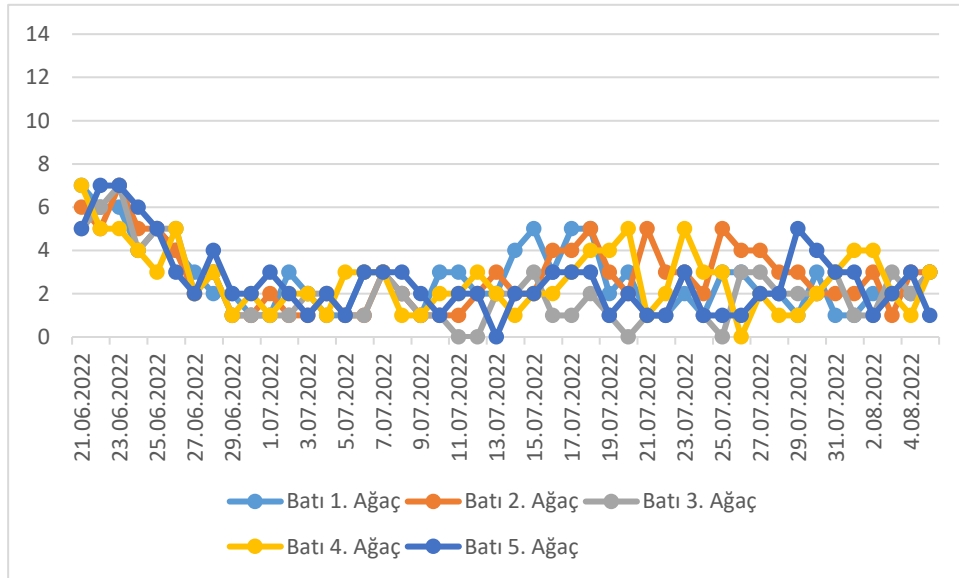
Grafik 4.18 incelendiğinde; güney yönündeki ağaçlarda nimf sayısı, Haziran ayında daha yüksek seviyelerle başlarken, Temmuz ve Ağustos aylarında belirgin bir azalma göstermiştir. Ağaç içi nimf sayıları, Temmuz ayında yaşam döngüsüne bağlı dalgalanmalar yoğun görülsede , Ağustos

ayında daha düzenli bir seyir izlemiştir. Bu durum, nimf popülasyonunun zaman içinde azaldığını ve popülasyondaki dalgalanmaların değiştiğini göstermektedir.



Şekil 4.19. Doğu yönündeki 1023 numaralı 4'lü tuzağın zararlı nimf sayısının grafiği

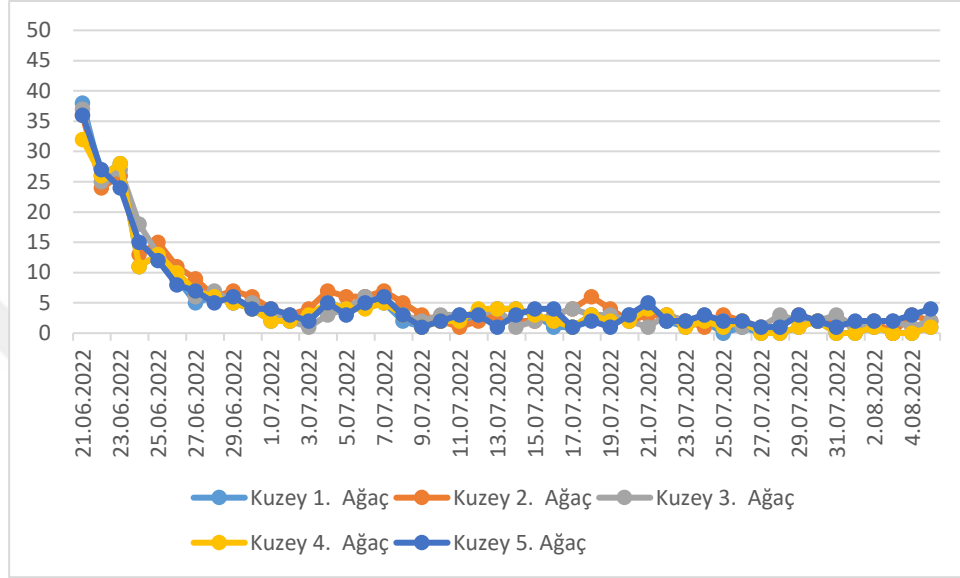
Doğu yönünde Şekil 4.19'daki grafik sonuçlarına bakıldığında, ağaç içi nimf sayıları, Haziran ayında yüksek seviyelerde olup, Temmuz ve Ağustos aylarında yoğun şekilde artış ve azalışların olduğu görülmektedir. Nimf sayılarında ki bu yoğun dalgalanma döllerin birbirine karıştığını ve çevresel koşullar, beslenme gibi sebeplerin popülasyon sayısını etkilediğini göstermektedir.



Şekil 4.20. Batı yönündeki 1023 numaralı 4'lü tuzağın zararlı nimf sayısının grafiği

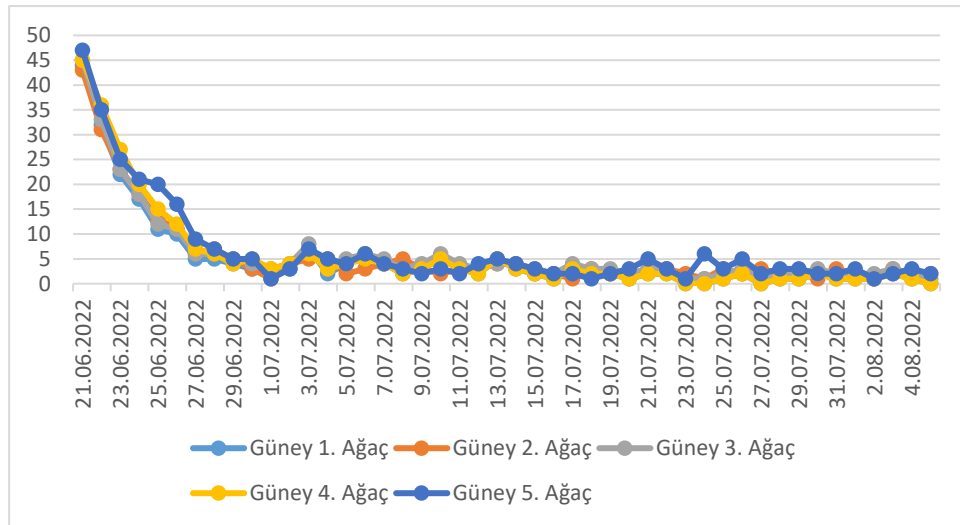
Batı yönündeki ağaçlarda ağaç nimf yoğunluğu, Haziran ayında yüksek olup Temmuz ayı başında belirgin düşüşlerin olduğu görülmekte daha sonra dalgalanmaların, Ağustos ayında devam ettiği genel olarak popülasyon yoğunluğunun giderek azaldığı görülmektedir

Psilla **darbe etkili ergin** sayısının 1023 no'lu 4'lü yön temelli grafikleri (kuzey, güney, doğu, batı) Şekil 4.21, 4.22, 4.23 ve 4.24'de gösterilmiştir.



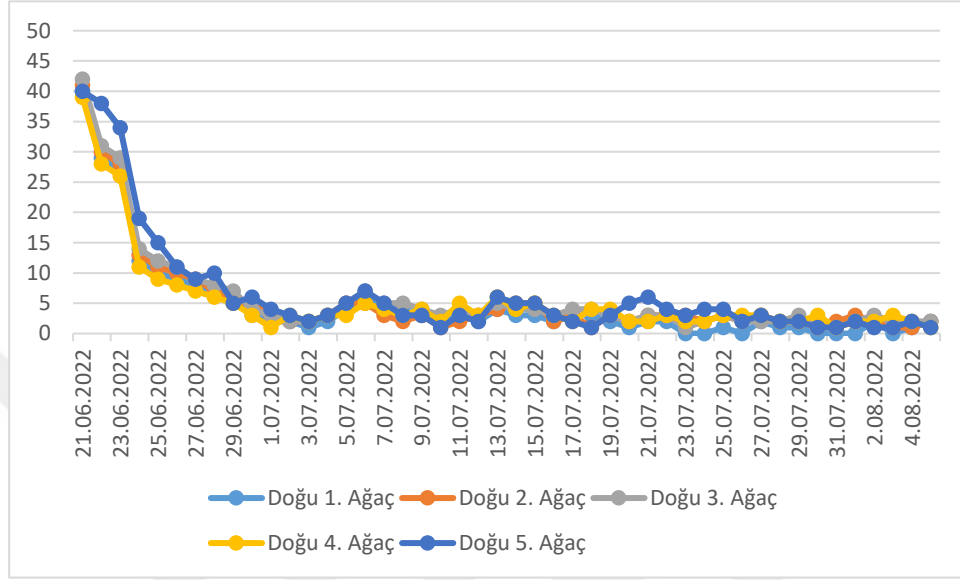
Şekil 4.21. Kuzey yönündeki 1023 numaralı 4'lü tuzağın darbe etkili zararlı ergin sayısının grafiği

Şekil 4.21'de görüldüğü gibi kuzey yönü incelendiğinde; ağaçlarda birey sayısı, Haziran ayının başında yüksek seviyelerde seyretmiştir, ancak ayın sonlarına doğru belirgin bir azalma gözlemlenmiştir. Temmuz ayında, birey sayısı düşüşünü sürdürmüş, özellikle ayın ortalarından itibaren sayılar iyice azalırken, Ağustos ayında da bu azalma devam etmiştir.



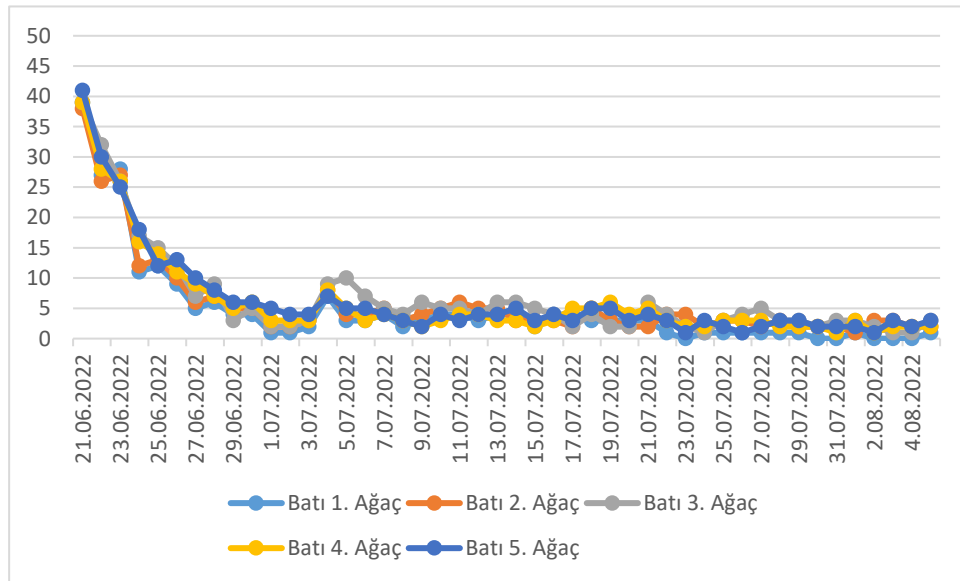
Şekil 4.22. Güney yönündeki 1023 numaralı 4'lü tuzağın darbe etkili zararlı ergin sayısının grafiği

Tuzakların asıldığı ağaçlarda ağaç yöneylerine göre ergin sayısının belirlenmesine yönelik yapılan çalışmada, güney yönündeki ağaçlarda, başlangıçtaki yüksek birey sayıları zamanla azalmıştır. Haziran ayında birey sayıları yüksek iken, Temmuz ve Ağustos aylarında belirgin bir düşüş yaşanmıştır. Bu azalma, genel bir eğilim olarak gözlemlenmiştir.



Şekil 4.23. Doğu yönündeki 1023 numaralı 4'lü tuzağın darbe etkili zararlı ergin sayısının grafiği

Doğu yönündeki ağaçlarda, başlangıçta gözlemlenen yüksek birey sayıları, zamanla azalmıştır. Haziran ayında birey sayıları yüksek iken, Temmuz ve Ağustos aylarında belirgin bir düşüş yaşanmıştır. Bu azalma, tüm ağaçlarda genel bir eğilim olarak dikkate değer şekilde görülmüştür.



Şekil 4.24. Batı yönündeki 1023 numaralı 4'lü tuzağın darbe etkili zararlı ergin sayısının grafiği

Grafik 4.24 verileri incelendiğinde; batı yönündeki ağaçlarda birey sayılarının Haziran ayından itibaren yüksek olduğu ve Temmuz ve Ağustos aylarında genel bir azalma eğilimi gösterdiği gözlemlenmektedir.

Genel olarak, 1023 no'lu tuzakla elde edilen verilerde, ergin sayısının nimf sayısından fazla olduğu gözlemlenmiştir. Bu artışın, renk dalga boyu farklarının yanı sıra, böcek biyolojisindeki değişkenlik ve çevresel koşullardan kaynaklı farklılıklarla açıklanabileceği düşünülmektedir. Darbe etkili ergin sayısının ise, tuzak asılmasından sonra zamana bağlı olarak lineer bir azalma gösterdiği gözlemlenmiştir. Yön bazında yapılan incelemede, özellikle güney yönünde zararlı birey sayısının daha fazla olduğu, kuzey yönünde ise zararlı sayısının daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Bu farklılıkların, sıcaklık değişimleri, canlıların stres durumları ve beslenme koşulları gibi çevresel etkenlerle ilişkili olduğu varsayılmaktadır. Elde edilen veriler doğrultusunda, yön temelli karşılaştırmalar yapılabilmesi için geleneksel sarı yapışkan tuzaklar kullanılarak her bir yön için birey sayılarının ortalamaları hesaplanmış ve tüm parametreler (ergin, nimf, darbe etkili ergin sayısı) için gözlem tabloları (Tablo 4.1, 4.2, 4.3) oluşturulmuştur. Ayrıca, her dört yön için grafikler çizilmiştir.

Tablo 4.1. Popülasyon takibi süresince geleneksel tuzaklara yakalanan zararlı psilla ergin sayılarının 5 ağaç için dört yöne göre genel ortalamaları

Ağaç içi ortalama ergin sayısı	1. Ağaç	2. Ağaç	3. Ağaç	4. Ağaç	5. Ağaç
Kuzey	8.3	8.5	8.58	8.8	8.28
Güney	14.01	14.87	14.65	14.15	16.6
Doğu	6.96	7.61	7.59	8.2	6.9
Batı	6.78	7.52	7.67	7.02	7.93

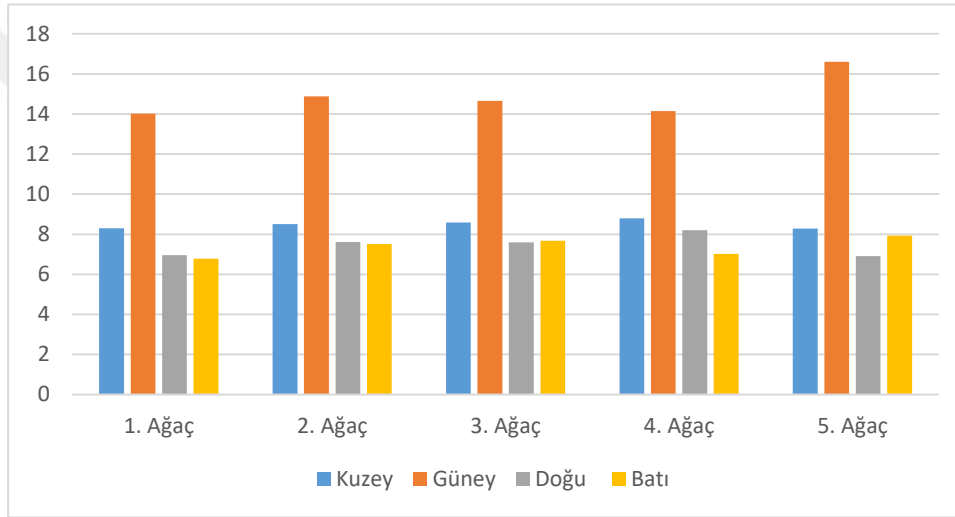
Tablo 4.2. Zararlı psillanın nimf sayılarının geleneksel tuzak asılmış 5 ağaç için t dört yöne göre genel ortalamaları

Ağaç içi ortalama ergin sayısı	1. Ağaç	2. Ağaç	3. Ağaç	4. Ağaç	5. Ağaç
Kuzey	2.67	3.36	2.63	2.69	2.54
Güney	1.80	2.36	2.60	2.47	2.56
Doğu	2.56	2.73	2.73	2.52	2.67
Batı	1.43	2.13	2.58	2.06	2.45

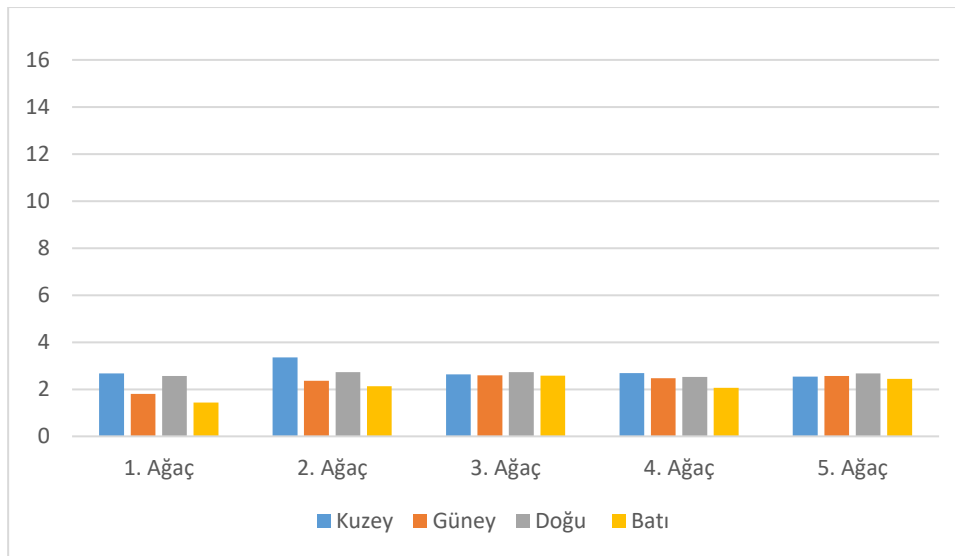
Tablo 4.3. Zararlı psillanın **darbe etkili ergin** sayılarının geleneksel tuzak asılmış 5 ağaç için dört yöne göre genel ortalamaları

Ağaç içi ortalama ergin sayısı	1. Ağaç	2. Ağaç	3. Ağaç	4. Ağaç	5. Ağaç
Kuzey	7.39	7.56	7.63	7.34	7.26
Güney	8.78	9.54	9.91	10.0	8.28
Doğu	10.08	10.71	10.30	10.6	8.67
Batı	9.65	9.65	9.95	9.78	9.02

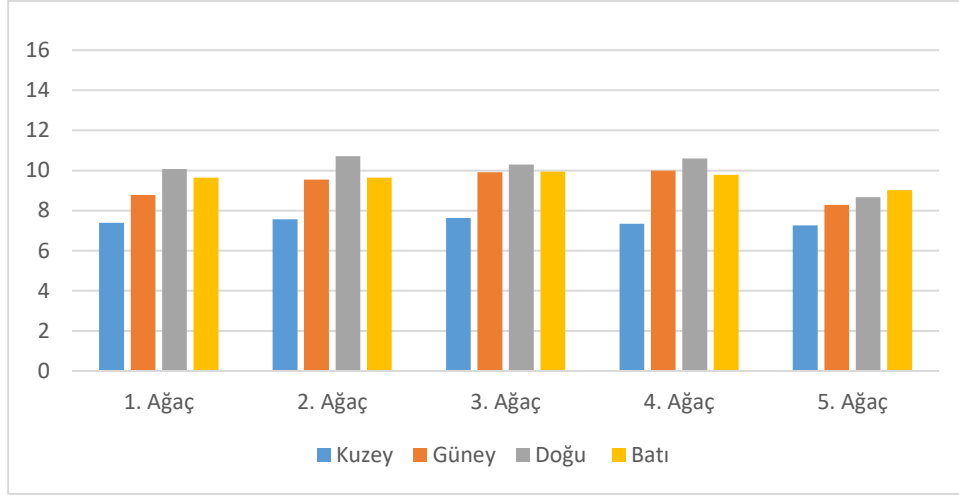
Zararlı psillanın 4'lü geleneksel sarı yapışkan tuzak asımlarının 5 ağaç için tüm yönler bazında ergin, nimf ve darbe vuruşlu ergin sayı kademelerindeki genel ortalama grafikleri Şekil 4.25, 4.26 ve 4.27'de gösterilmiştir.



Şekil 4.25. Geleneksel Sarı Yapışkan Tuzağa Yakalanan Ergin Birey Ortalamaları



Şekil 4.26. Geleneksel Tuzak Asılan Ağaçlardaki Ağaç İçi Nimf Sayıları Ortalamaları



Şekil 4.27. Geleneksel Sarı Yapışkan Tuzak Asılan Ağaçlardaki Darbe Yöntemi Uygulanması Ergin Birey Ortalamaları

Yapılan çalışmalar sonucunda, beş ağaç için tüm yönlerin bir arada bulunduğu her bir parametreye dair tablolar ve grafikler oluşturulmuştur. Ergin sayısına bakıldığında, genel olarak güney yönünde birey sayısının daha fazla, kuzey yönünde ise diğer yönlerle kıyasla daha az olduğu gözlemlenmiştir (Tablo 4.1, Şekil 4.25). Nimf ve darbe vuruşlu ergin sayısında ise yönler arasında dalgalanmalar gözlemlenmiştir. Özellikle nimf zararlı sayısının, ergin sayısının azalması ile orantılı olarak diğer yönlerle kıyasla daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Nimf sayısındaki bu farklılık, yönlerle bağlı olarak belirgin popülasyon dalgalanmaları göstermektedir (Tablo 4.2, Şekil 4.26). Darbe etkili ergin sayısında, doğu ve güney yönlerinde zararlı sayısının daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir (Tablo 4.3, Şekil 4.27). Genel olarak, tüm parametrelerde zararlı birey sayılarının zamanla azaldığı ve güney yönündeki ergin sayılarındaki azalışın daha belirgin olduğu tespit edilmiştir. Nimf sayıları ise bu azalışa paralel olarak ekolojik parametrelerle birlikte dalgalanmalar göstermektedir. Ayrıca, 1023 no'lu tuzak için kuzey, güney, doğu ve batı yönlerine ait genel ortalamalar hesaplanarak her parametreye dair ergin, nimf ve darbe etkili ergin sayıları için gözlem tabloları (Tablo 4.4, 4.5, 4.6) oluşturulmuştur ve zararlı psillanın 5 ağaç için tüm yönler bazında ergin, nimf ve darbe vuruşlu ergin sayı kademelerindeki genel ortalama grafikleri Şekil 4.28, 4.29, 4.30'da gösterilmiştir.

Tablo 4.4. Popülasyon takibi süresince 1023 kodlu yakalanan zararlı psilla ergin sayılarının 5 ağaç için dört yöne göre genel ortalamaları

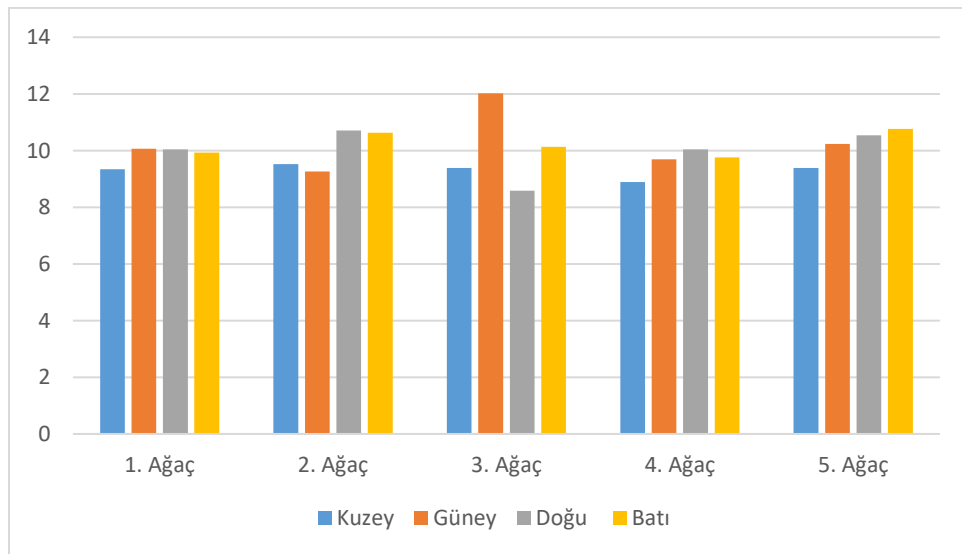
Ağaç içi ortalama ergin sayısı	1. Ağaç	2. Ağaç	3. Ağaç	4. Ağaç	5. Ağaç
Kuzey	9.34	9.52	9.39	8.89	9.39
Güney	10.06	9.26	12.02	9.69	10.23
Doğu	10.04	10.71	8.58	10.04	10.54
Batı	9.93	10.63	10.13	9.76	10.76

Tablo 4.5. Zararlı psillanın nimf sayılarının 1023 kodlu tuzak asılmış 5 ağaç için dört yöne göre genel ortalamaları

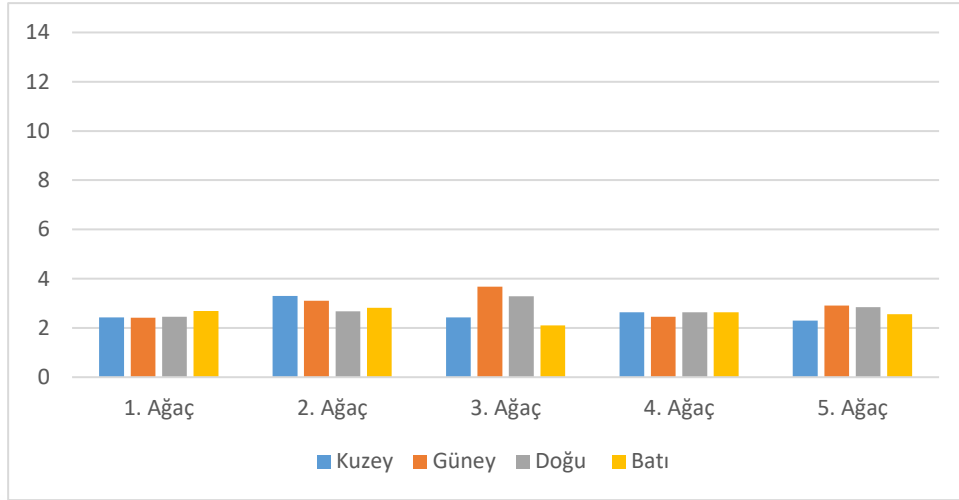
Ağaç içi ortalama ergin sayısı	1. Ağaç	2. Ağaç	3. Ağaç	4. Ağaç	5. Ağaç
Kuzey	2.43	3.30	2.43	2.63	2.30
Güney	2.41	3.10	3.67	2.45	2.91
Doğu	2.45	2.67	3.28	2.63	2.84
Batı	2.69	2.82	2.10	2.63	2.56

Tablo 4.6. Zararlı psillanın **darbe etkili ergin** sayılarının 1023 kodlu tuzak asılmış 5 ağaç için dört yöne göre genel ortalamaları

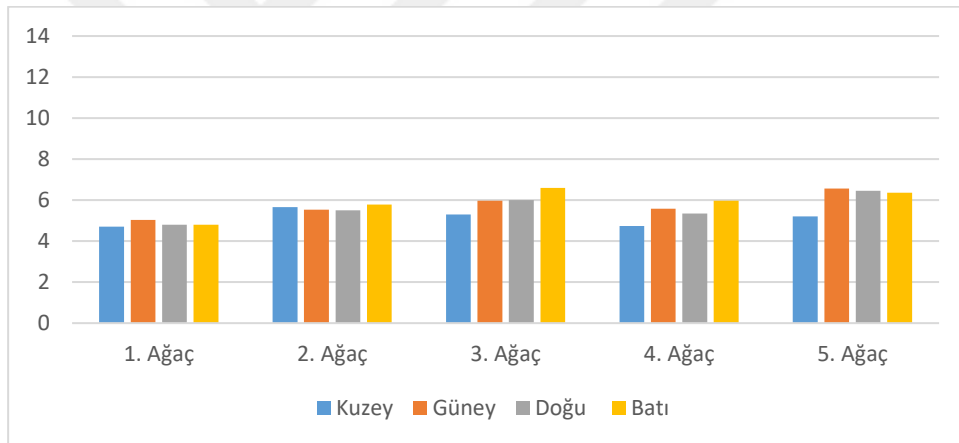
Ağaç içi ortalama ergin sayısı	1. Ağaç	2. Ağaç	3. Ağaç	4. Ağaç	5. Ağaç
Kuzey	4.71	5.65	5.30	4.73	5.21
Güney	5.04	5.54	5.97	5.58	6.56
Doğu	4.80	5.50	6	5.34	6.46
Batı	4.80	5.78	6.60	5.97	6.36



Şekil 4.28. Dört yöne göre 1023 no'lu tuzak için ergin sayısı



Şekil 4.29. Dört yöne göre 1023 no'lu tuzak için nimf sayısı

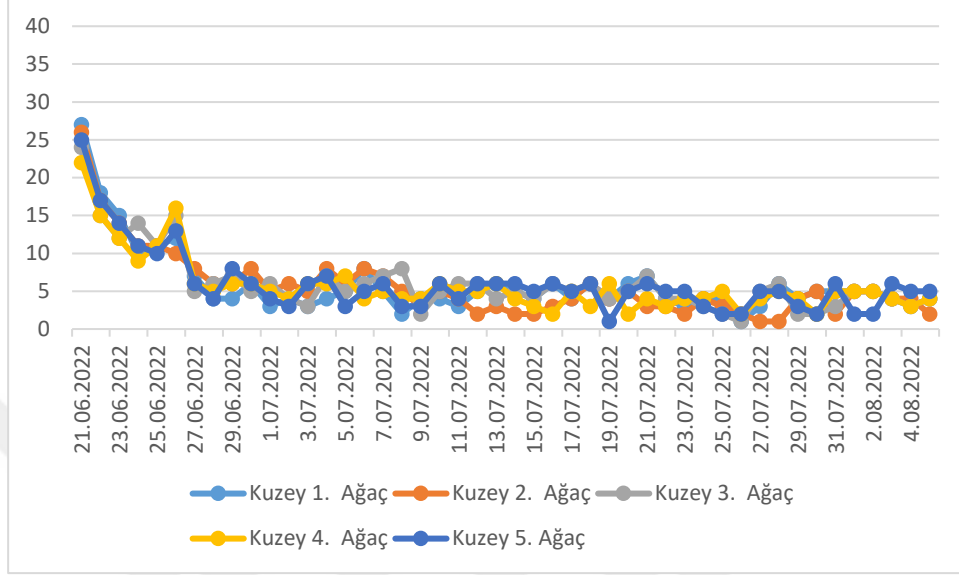


Şekil 4.30. Dört yöne göre 1023 no'lu tuzak için darbe etkili ergin sayısı

Ergin sayıları üzerinde yapılan değerlendirmeler, genel olarak güney ve doğu yönlerinde birey sayısının daha yüksek olduğunu, kuzey yönünde ise diğer yönlerle kıyasla birey sayısının daha düşük olduğunu göstermektedir (Tablo 4, 6 – Şekil 4.28, 4.30). Nimf zararlı sayısına bakıldığında ise yönler arasında belirgin dalgalanmalar gözlemlenmiştir. Bu dalgalanmalar dört yönde de benzerlik göstermektedir (Tablo 4.5, Şekil 4.29). Sonuç olarak, tüm parametreler incelendiğinde, zararlı birey sayılarının zamana bağlı olarak genel bir azalış eğiliminde olduğu anlaşılmaktadır. Özellikle güney yönünde ergin birey sayısındaki azalışın daha belirgin olduğu gözlemlenmiş olup, nimf zararlı sayısının da bu azalışa paralel olarak, ekolojik faktörlerle birlikte, bir düşüş gösterdiği saptanmıştır. Bu bulgular, çevresel koşulların ve yön temelli etmenlerin zararlı popülasyonlarının dinamiği üzerinde etkili olduğunu düşündürmektedir.

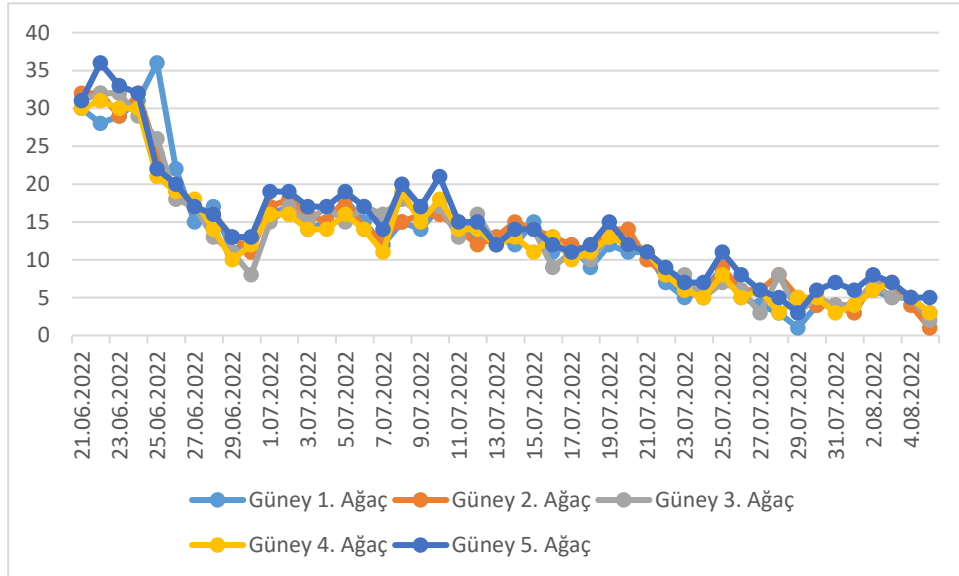
Geleneksel 3'lü Sarı Yapışkan Tuzak Çalışmaları

Ağaçların 3 farklı yönüne asılan tuzaklardan alınan veriler sonucunda elde edilmiş grafikler (kuzey, güney, orta) Şekil 4.31, 4.32, 4.33'de gösterilmiştir.



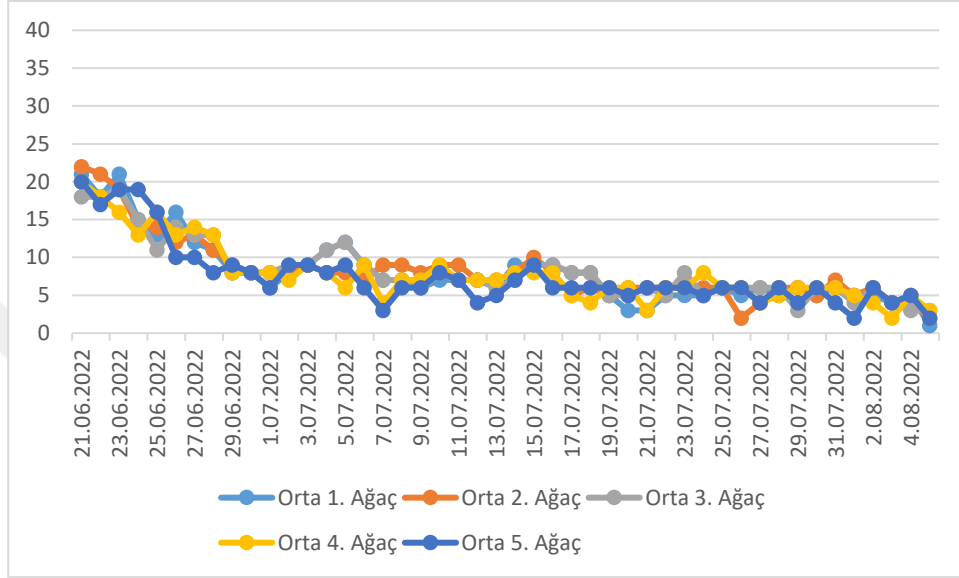
Şekil 4.31. Geleneksel 3'lü tuzağın kuzey yönündeki zararlı ergin sayısının grafiği

Kuzey yönündeki ağaçlardaki birey sayısı Haziran ayında yüksekken, Temmuz ve Ağustos aylarında belirgin bir azalma gözlemlenmiştir. Haziran sonunda düşüş hızlanmış, Temmuz ve Ağustos boyunca dalgalanmalar görülsede giderek azalmıştır.



Şekil 4.32. Geleneksel 3'lü tuzağın güney yönündeki zararlı ergin sayısının grafiği

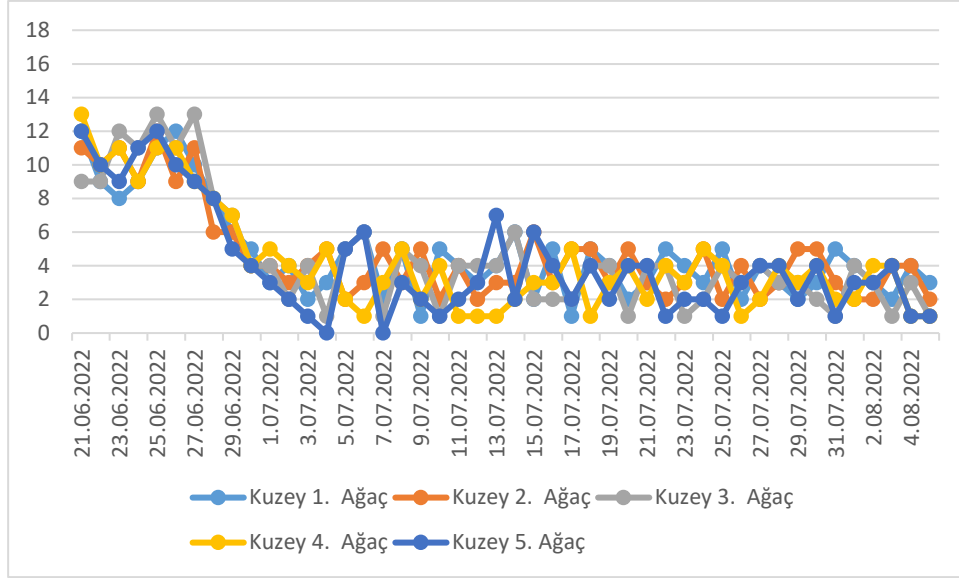
Güney yönündeki verilerde görülen azalma, tuzak asımı yapılan ağaçlar arasında birey sayılarının zamanla düştüğünü göstermektedir. Haziran ayında pik seviyesine ulaştığı, Temmuz ve Ağustos aylarında bazı günlerde artış ve azalışlar yaşandığı, çevresel etkiler ve zararlarının yaşam döngüsüyle değişse de birey sayıları en düşük seviyelere ulaşmıştır. Genel olarak ergin sayısı giderek azalmıştır.



Şekil 4.33. Geleneksel 3'lü tuzakın orta yönündeki zararlı ergin sayısının grafiği

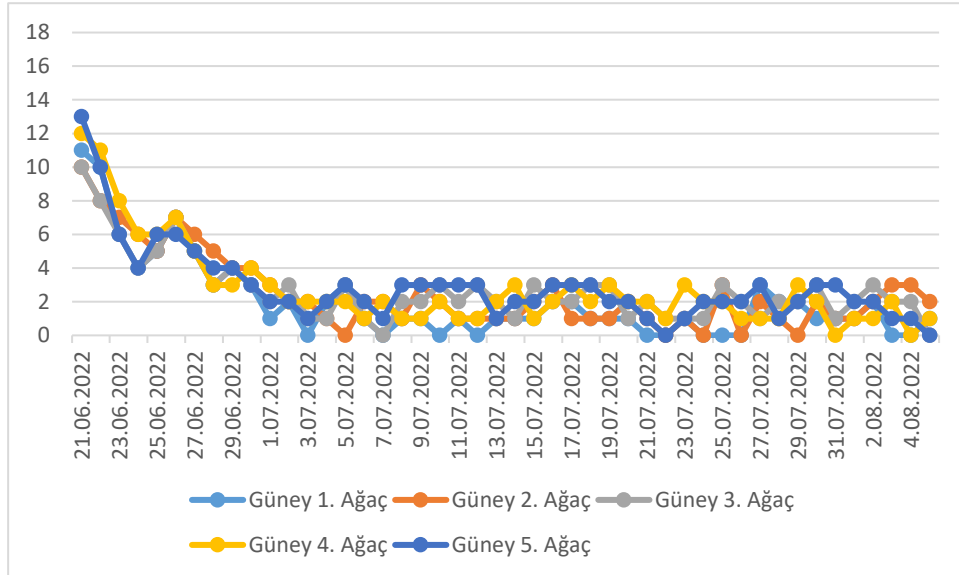
Şekil 4.33 incelendiğinde, orta bölgeye asılan tuzaktaki veriler, ağaçlardaki birey sayılarının zamanla azalma eğiliminde olduğunu göstermektedir. Haziran ayından itibaren gözlemlenen sayılar, Temmuz ve Ağustos boyunca dalgalanmalar görülsede genel bir düşüş eğilimi göstermiştir. Bu azalma, çevresel faktörlerin etkisi veya biyolojik süreçlerle ilişkili olduğu bilinmektedir.

Psilla nimf sayılasının geleneksel 3'lü tuzak için yön bazlı grafikleri (kuzey, güney, orta) Şekil 4.34, 4.35, 4.36'da gösterilmiştir.



Şekil 4.34. Geleneksel 3'lü tuzağın kuzey yönündeki zararlı nimf sayısının grafiği

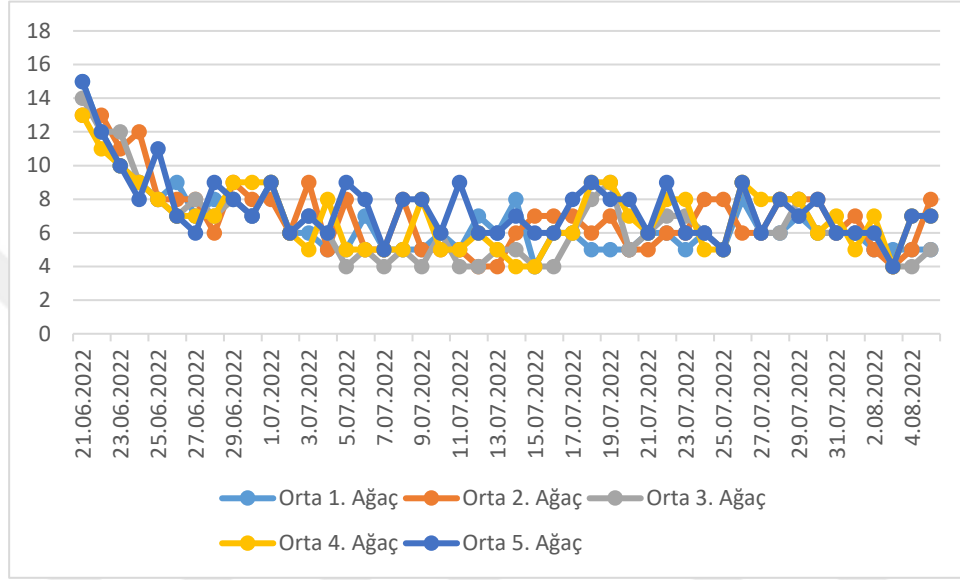
Haziran başından Temmuz ortasına kadar nimf yoğunluğu genel olarak azalma eğiliminde olduğu, ancak bu süreçte dalgalanmalar gözlemlenmiştir. Temmuz ayında, özellikle 3-7 Temmuz arasında yoğunlukta düşüş yaşanmış, ardından bazı günlerde artışlar görülmüştür. Ağustos ayına gelindiğinde ise yoğunluk düşük seviyelere gerilemiştir. Bu veriler, zararlının çevresel faktörlere ve yaşam döngüsündeki evrelere bağlı olarak popülasyon dinamiklerini değiştirdiğini göstermektedir.



Şekil 4.35. Geleneksel 3'lü tuzağın güney yönündeki zararlı nimf sayısının grafiği

Verilere bakıldığında, Güney yönündeki ağaçlarda nimf yoğunluğunun Haziran ayında yüksek olduğu ve Temmuz ayına kadar azalma eğiliminde olduğu görülmektedir. Özellikle

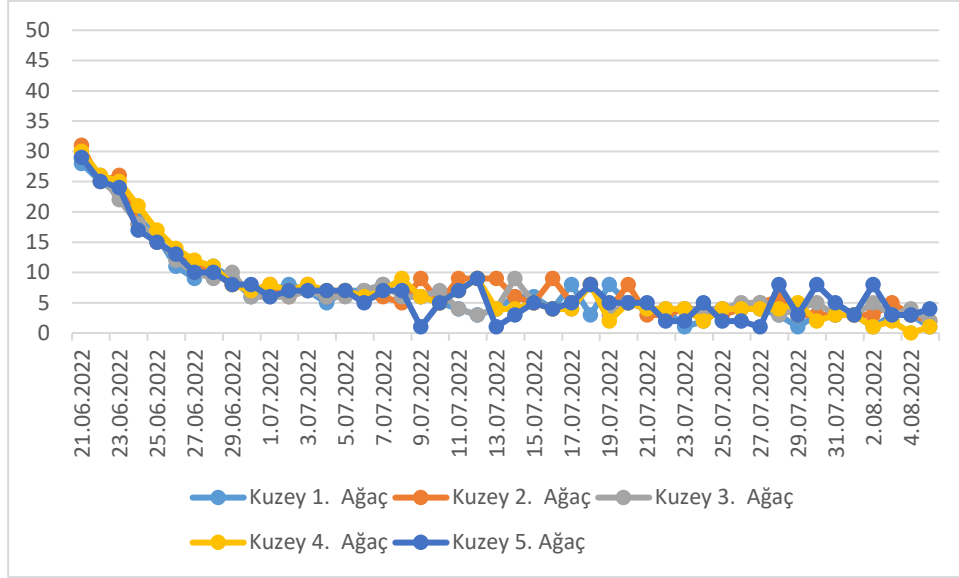
Temmuz ayının ortasında, 4-7 Temmuz arasında belirgin bir düşüş yaşanmıştır. Bunun ardından, Temmuz sonu ve Ağustos başında yoğunlukta bazı dalgalanmalar gözlemlenmiştir. Bu durumu, zararlının gelişim döngüsündeki farklı evreler ve çevresel etmenlerin etkisiyle açıklamak mümkündür. Ağustos başında ise genel olarak daha düşük nimf yoğunlukları kaydedilmiştir, bu da zararlının popülasyon dinamiklerinde çevresel faktörlerle birlikte evrimsel değişikliklerin etkisini yansıtmaktadır.



Şekil 4.36. Geleneksel 3'lü tuzağın orta yönündeki zararlı nimf sayısının grafiği

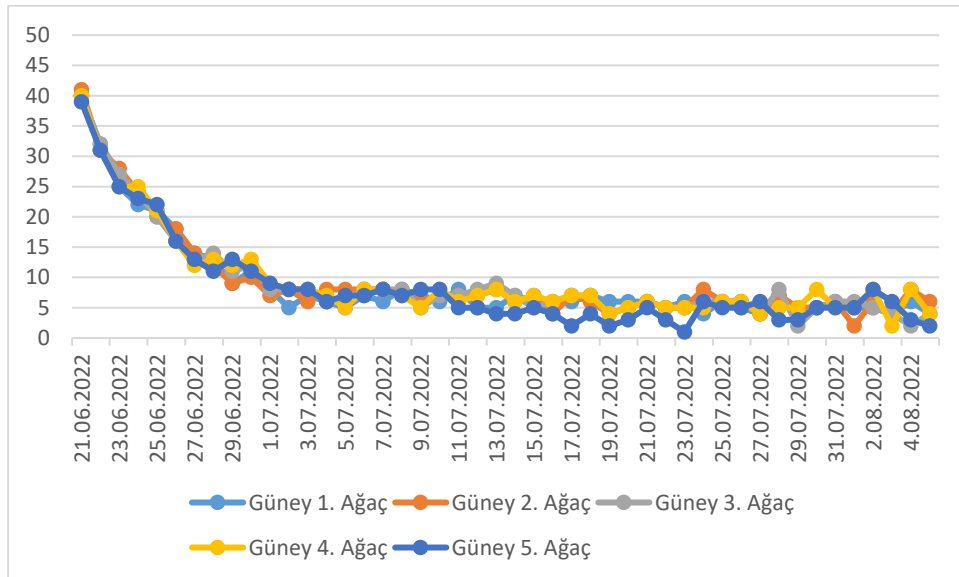
Orta yöndeki ağaçlarda nimf yoğunluğu, Haziran ayında azalma gösterirken, Temmuz'da çevresel faktörler ve zararlının evrelerine bağlı olarak dalgalanmalar yaşanmıştır. Ağustos'a doğru ise yoğunluk belirgin şekilde düşmüş ve düşük seviyelerde kalmıştır.

Psilla **darbe etkili ergin** sayılarının geleneksel 3'lü tuzak için yön bazlı grafikleri (kuzey, güney, orta) Şekil 4.37, 4.38, 4.39'da gösterilmiştir.



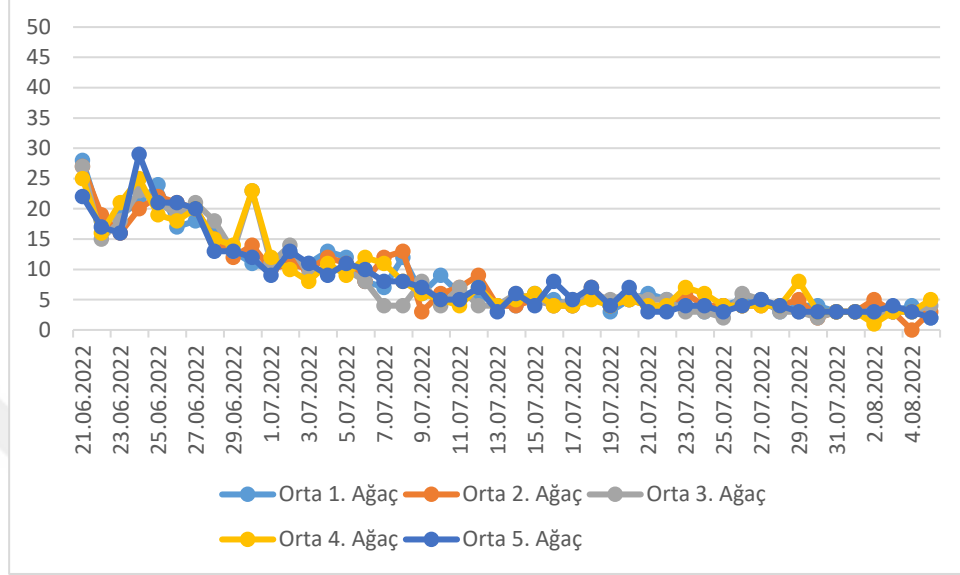
Şekil 4.37. Geleneksel 3'lü tuzağın kuzey yönündeki zararlı darbe etkili zararlı ergin sayısının grafiği

Tuzakların asıldığı ağaçlarda ağaç yöneylerine göre ergin sayısının belirlenmesine yönelik yapılan çalışmada, Haziran ayı boyunca, kuzey yönündeki ağaçlarda birey sayılarının genel olarak azalma eğiliminde olduğu gözlemlenmektedir. Başlangıçta yüksek sayılar varken, zaman içinde bu sayılar belirgin şekilde düşmüştür. Bu düşüş, Temmuz ve Ağustos aylarında dalgalanmalar görülsede, daha belirgin hale gelmiştir.



Şekil 4.38. Geleneksel 3'lü tuzağın güney yönündeki zararlı darbe etkili zararlı ergin sayısının grafiği

Güney yönündeki ağaçlarda, asılan tuzaklarla birlikte birey sayısında belirgin bir azalma gözlemlenmiştir. Başlangıçta yüksek olan birey sayıları, Temmuz ayının sonuna doğru artış ve azalışlar görülsede, zamanla önemli ölçüde düşmüştür.

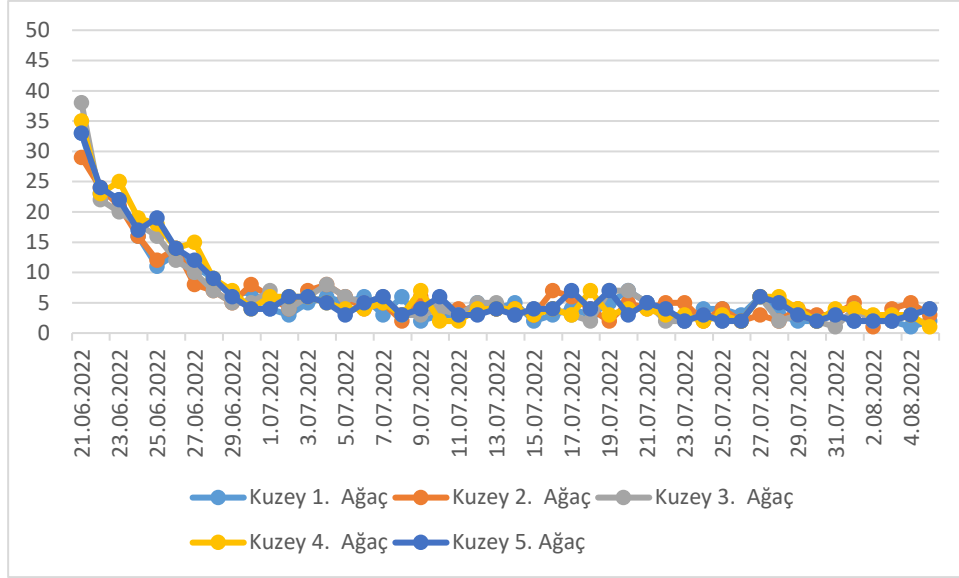


Şekil 4.39. Geleneksel 3'lü tuzağın orta yönündeki zararlı darbe etkili zararlı ergin sayısının grafiği

Şekil 4.39 incelendiğinde; Orta yöndeki ağaçlar için yapılan gözlemler, Haziran ayında yüksek zararlı birey sayılarının ardından Temmuz ve Ağustos aylarında belirgin bir azalma olduğunu göstermektedir. Haziran ayında ağaçlarda yoğun bir zararlı varlığı görülürken, Temmuz ayında bu sayı önemli ölçüde düşmüş, Ağustos ayında ise daha da azalmıştır.

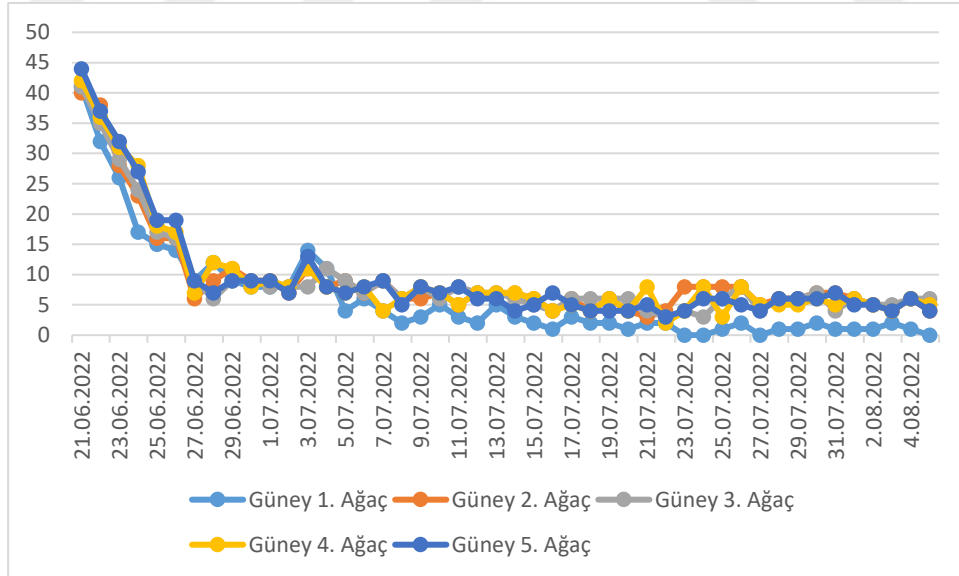
1023 Kodlu 3'lü Sarı Yapışkan Tuzak Çalışmaları

Psilla ergin sayısının 1023 no'lu tuzak için yön bazlı grafikleri (kuzey, güney, orta) Şekil 4.40, 4.41, 4.42'de gösterilmiştir.



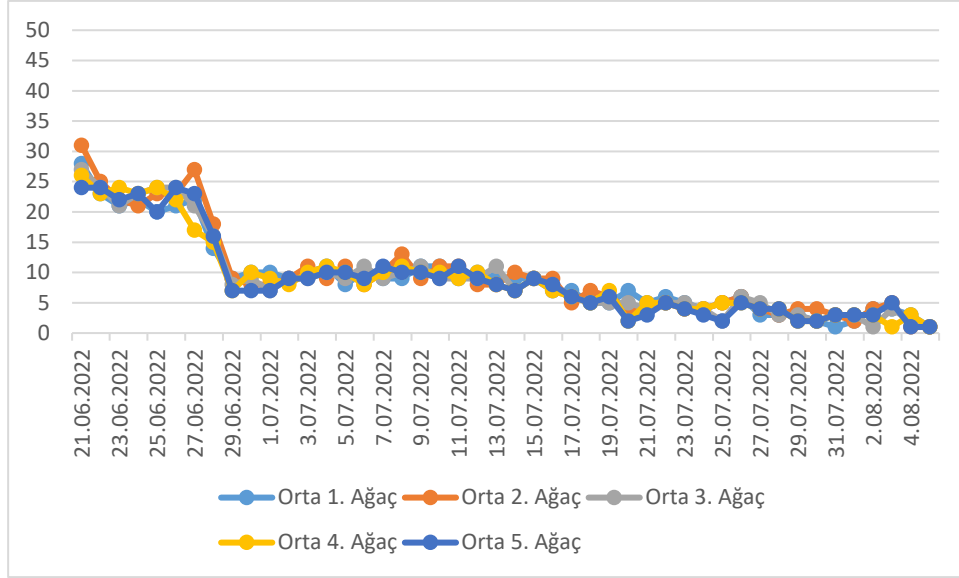
Şekil 4.40. Kuzey yönündeki 1023 numaralı 4'lü tuzağın zararlı ergin sayısının grafiği

Şekil 4.40 incelendiğinde, Güney yönündeki ağaçlardaki zararlı birey sayıları, Haziran ayında zirve yaptığı görülmektedir, ardından Temmuz ve Ağustos ayında belirgin bir azalma göstermiştir. Haziran'da yüksek yoğunluk gözlemlenirken, Temmuz ve Ağustos boyunca zararlı popülasyonu düşüş eğilimi göstererek daha düşük seviyelere inmiştir.



Şekil 4.41. Güney yönündeki 1023 numaralı 4'lü tuzağın zararlı ergin sayısının grafiği

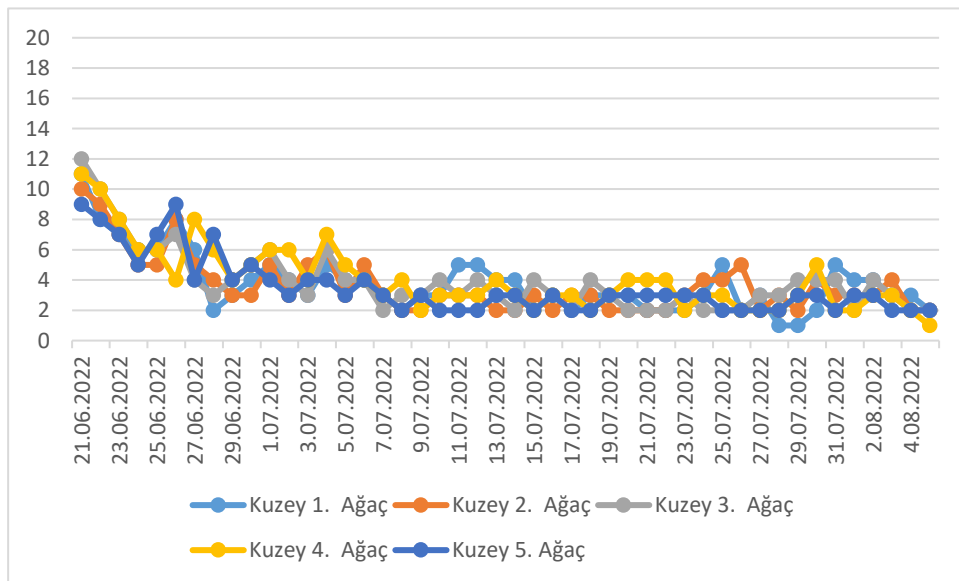
Tuzakların asıldığı ağaçlarda ağaç yöneylerine göre ergin sayısının belirlenmesine yönelik yapılan çalışmada, Haziran ayında, Güney yönündeki ağaçlarda zararlı birey sayısı yüksek gözlemlenmiş, ancak Temmuz ve Ağustos aylarında bu sayılar belirgin şekilde giderek azamıştır.



Şekil 4.42. Orta kısımdaki 1023 numaralı 4'lü tuzağın zararlı ergin sayısının grafiği

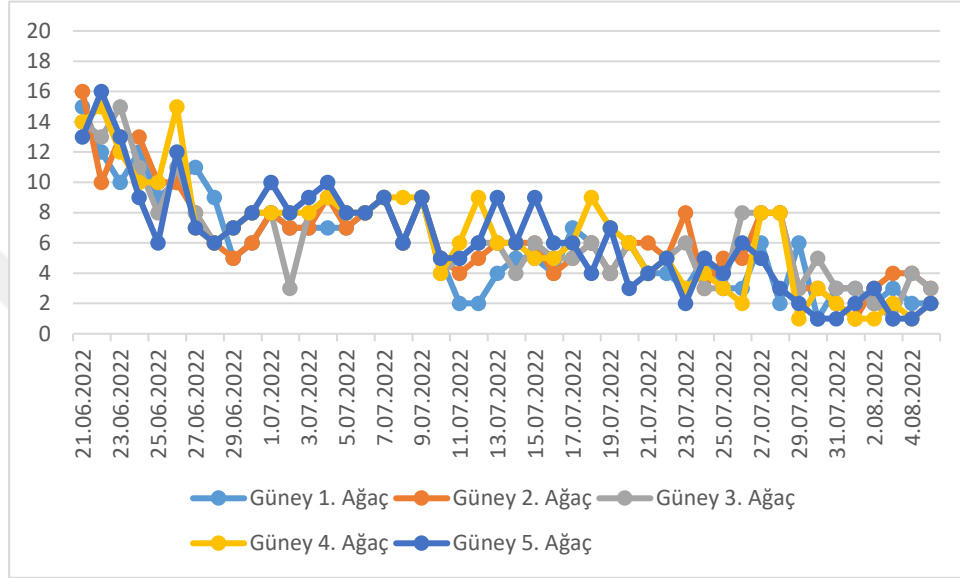
Şekil 4.42 incelendiğinde, Orta kısımdaki ağaçlarda, Haziran ayında yüksek olan zararlı birey sayısı, Temmuz ayı başından ortalarına kadar stabil olduğu görülsede ayın sonuna doğru popülasyon yoğunluğunun zalma eğiliminde olduğu ve Ağustos boyunca da azalma eğiliminde olduğu görülmektedir. Bu azalma, çevresel faktörlerin etkisiyle açıklanabilir. Ağaçlar arasında birey sayılarında farklılıklar gözlemlenirken, genel olarak zararlı popülasyonunda bir düşüş yaşanmıştır.

Psilla ağaç içi nimf sayılarının 1023 no'lu tuzak için yön bazlı grafikleri (kuzey, güney, orta) Şekil 4.43, 4.44, 4.45'de gösterilmiştir.



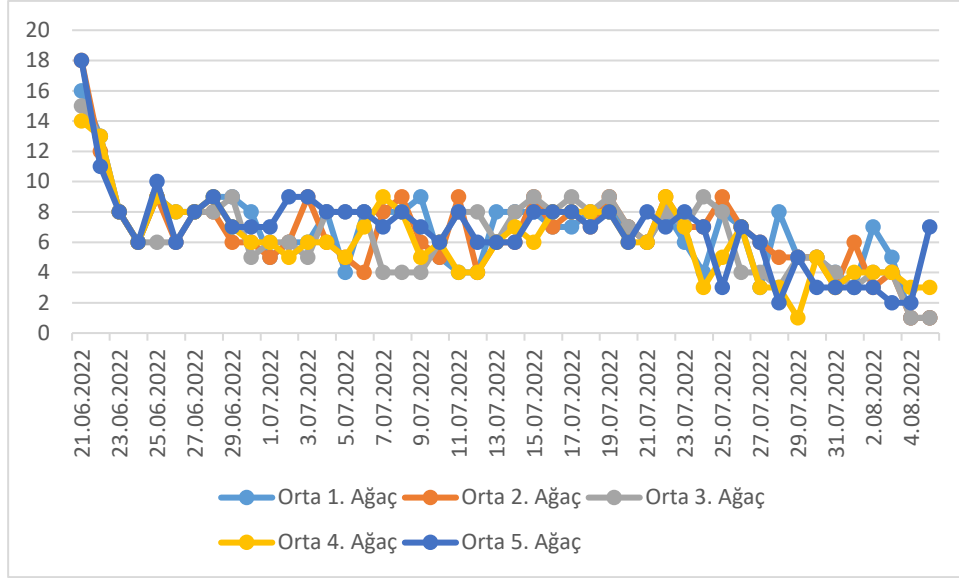
Şekil 4.43. Kuzey yönündeki 1023 numaralı 3'lü tuzağın zararlı nimf sayısının grafiği

Kuzey yönündeki ağaçlarda nimf sayıları, Haziran ortasından Temmuz sonlarına kadar dalgalı bir seyir izlemektedir. Haziran ayında genel olarak yüksek olan sayılar, 24-26 Haziran'dan sonra düşüşe geçmiştir. Ancak Temmuz ayında, özellikle 4 Temmuz'dan itibaren bazı günlerde artışlar görülmüştür. Temmuz sonlarına doğru ise sayılar belirgin şekilde artmış ve daha stabil bir seviyeye ulaşmıştır. Bu dalgalanmalardaki değişim, çevresel faktörler ve zararlının biyolojik döngüsündeki evre geçişlerini yansıtmaktadır.



Şekil 4.44. Güney yönündeki 1023 numaralı 3'lü tuzağın zararlı nimf sayısının grafiği

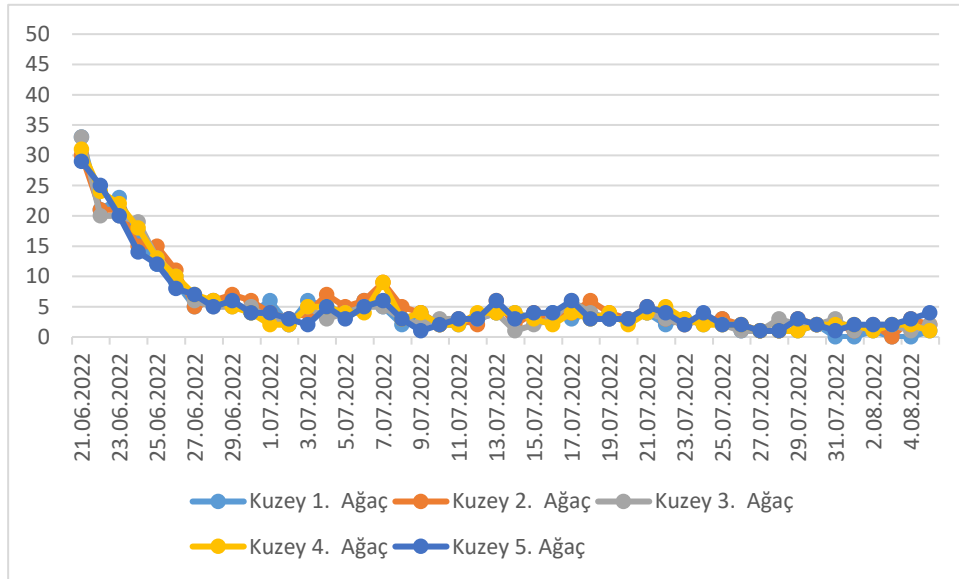
Güney yönündeki ağaçlarda nimf sayıları, Haziran ortasından Temmuz sonuna kadar dalgalı bir seyir izlemektedir. Haziran ayında sayılar genellikle yüksek olup, özellikle 21-23 Haziran arasında gözle görülür bir düşüş yaşanmıştır. 24 Haziran'dan sonra sayılar yeniden artış göstererek 30 Haziran'a kadar devam etmiştir. Temmuz ayında, özellikle 6-9 Temmuz arasında stabil bir düzeyde kalmış ve sonrasında dalgalanmalar gözlemlenmiştir. 20 Temmuz'dan sonra ise, özellikle 29 Temmuz ile 5 Ağustos tarihleri arasında belirgin bir azalma gözlenmiştir.



Şekil 4.45. Orta kısımdaki 1023 numaralı 3'lü tuzağın zararlı nimf sayısının grafiği

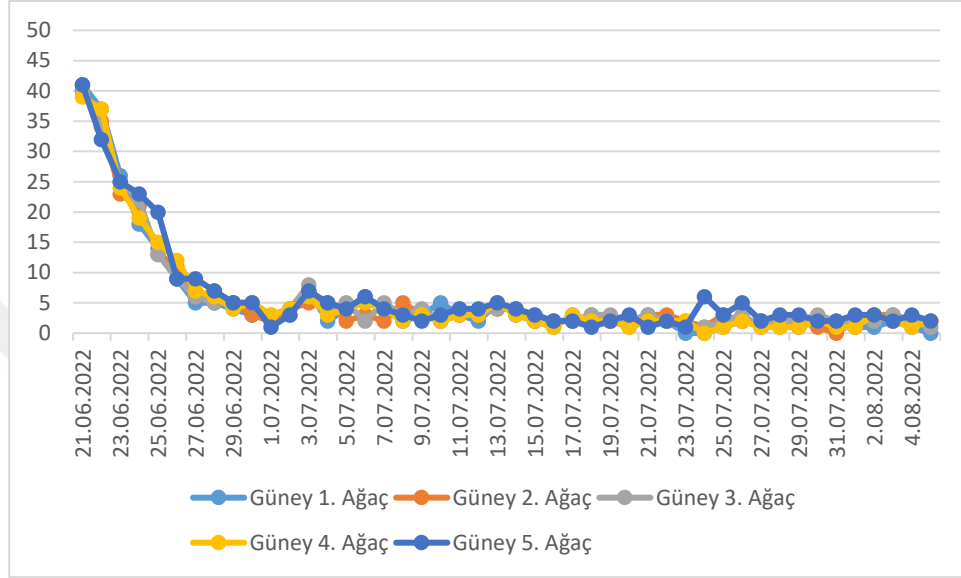
Orta yöndeki ağaçlardaki nimf sayıları, Haziran sonunda düşüş gösterdikten sonra Temmuz başında hafif bir artış yaşanmıştır. 7 Temmuz'dan sonra ise azalma tekrar başlamış, Temmuz sonlarına doğru düşüş daha belirgin hale gelmiştir. Ağustos başında nimf sayıları düşük seviyelere inmiştir. Bu dalgalanmaların yoğun olması nimf döllerinin birbiriyle karışmış olmasıyla ilişkilendirilebilir.

Psilla darbe etkili ergin sayısının 1023 no'lu tuzak için yön bazlı grafikleri (kuzey, güney, orta) Şekil 4.46, 4.47, 4.48'de gösterilmiştir.



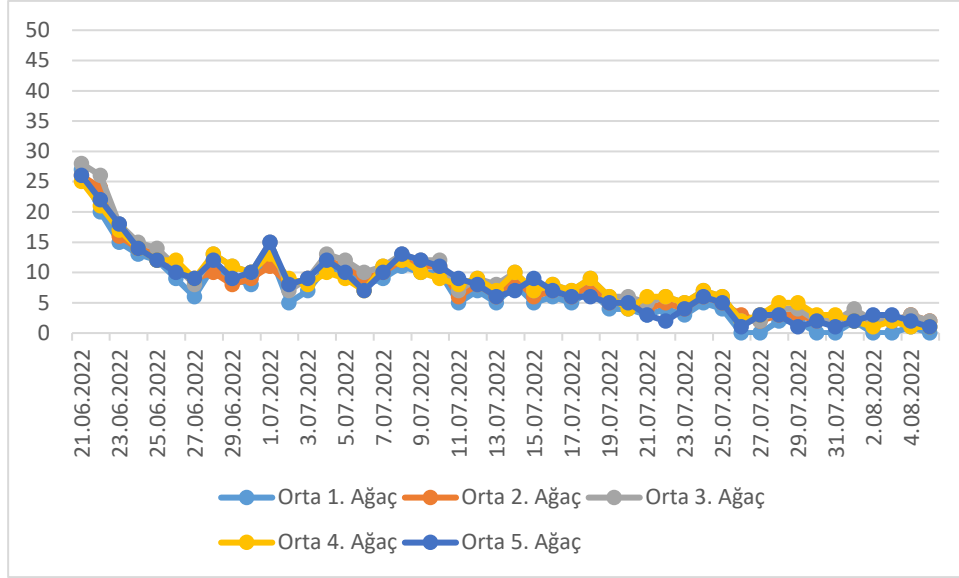
Şekil 4.46. Kuzey yönündeki 1023 numaralı 3'lü tuzağın zararlı darbe etkili zararlı ergin sayısının grafiği

Verilere göre, Kuzey yönündeki ağaçlarda birey sayısı, Haziran ayında yüksek seviyelere ulaşırken, Temmuz ve Ağustos aylarında belirgin bir azalma göstermektedir. Haziran ayının başlarında yüksek birey sayıları gözlemlenmiş, ancak ay ortalarına doğru düşüş başlamıştır. Temmuz ayında, bu düşüş daha belirgin hale gelmiş ve en düşük seviyelere inmiştir. Ağustos ayında ise birey sayısı birkaç gün haricinde düşük kalmıştır.



Şekil 4.47. Güney yönündeki 1023 numaralı 3'lü tuzağın zararlı darbe etkili zararlı ergin sayısının grafiği

Şekil 4.47 incelendiğinde, güney yönündeki ağaçlarda birey sayısı, genel olarak mevsimsel değişimlere paralel olarak dalgalanma göstermiştir. İlk dönemlerde yüksek seviyelerde seyreden birey sayısı, ilerleyen günlerde belirgin bir azalma eğilimi göstermiştir. Bu azalma özellikle Haziran ve Temmuz aylarında belirginleşmiş, ardından Ağustos ayının başlarında bazı artışlar gözlemlenmiştir.



Şekil 4.48. Orta kısımdaki 1023 numaralı 3'lü tuzağın zararlı darbe etkili zararlı ergin sayısının grafiği

Orta bölgedeki ağaçlarda, birey sayılarında mevsimsel değişimlere bağlı olarak belirgin dalgalanmalar gözlemlenmiştir. Haziran ayının başında birey sayıları daha yüksekken, ay ortalarından itibaren belirgin bir azalma yaşanmıştır. Temmuz ve Ağustos aylarında bu azalma devam etmiş, özellikle Temmuz ayının sonlarına doğru birey sayılarında ciddi bir düşüş gözlemlenmiştir. Ancak, bu süreç içerisinde bazı günlerde birey sayılarında ani artışlar yaşanmış olsa da, genel eğilim azalma yönünde olmuştur. Genel olarak, ağaçlara asılan 3 yönlü tuzaklarda, güney yönünde birey sayısının kuzey ve orta yönlerle kıyasla daha fazla olduğu gözlemlenmiştir. Tüm yönlerde birey sayısında oluşan dalgalanmaların sebepleri, sıcaklık, rüzgâr, zararlıların gelişim evreleri, dölleme zamanları gibi çevresel etmenlere bağlanmaktadır. Bu faktörler, zararlı popülasyonlarının mevsimsel değişimleri üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Sonuç olarak, tüm yönlerde zamanla birey sayısında bir azalma eğilimi gözlemlenmiş, bu da çevresel koşulların zararlı popülasyonlarının dinamiği üzerindeki etkisini göstermektedir.

Genel olarak alınan veriler yorumlandığında; her iki tuzakla elde edilen verilerde, ergin sayısının nimf sayısından fazla olduğu gözlemlenmiştir. Yön bazında yapılan incelemede, özellikle güney yönünde zararlı birey sayısının daha fazla olduğu, kuzey yönünde ise zararlı sayısının daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Nimf sayısının ise orta kısımda daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Bu farklılıkların, zararlıların biyolojik gelişimi, beslenme koşulları ve çevresel etkenlerle ilişkili olduğu varsayılmaktadır. Elde edilen veriler doğrultusunda, yön temelli karşılaştırmalar yapılabilmesi için geleneksel sarı yapışkan tuzaklar ve 1023 kodlu tuzak kullanılarak her bir yön için birey sayılarının ortalamaları hesaplanmış ve tüm parametreler (ergin, nimf, darbe etkili ergin sayısı) için gözlem tabloları oluşturulmuştur. Bu tablolar 4.7, 4.8 ve 4.9 'da geleneksel sarı yapışkan tuzak için gösterilirken Tablo 4.10, 4.11 ve 4.12'de 1023 kodlu tuzak için gösterilmektedir.

Tablo 4.7. Popülasyon takibi süresince üç yöne göre geleneksel sarı yapışkan tuzağa yakalanan zararlı psilla ergin sayılarının 5 ağaç için genel ortalamaları

Ağaç içi ortalama ergin sayısı	1. Ağaç	2. Ağaç	3. Ağaç	4. Ağaç	5. Ağaç
Kuzey	5.91	5.65	6.04	5.72	5.96
Güney	12.83	13.22	12.93	12.63	14.26
Orta	8.10	8.21	8.20	7.83	7.5

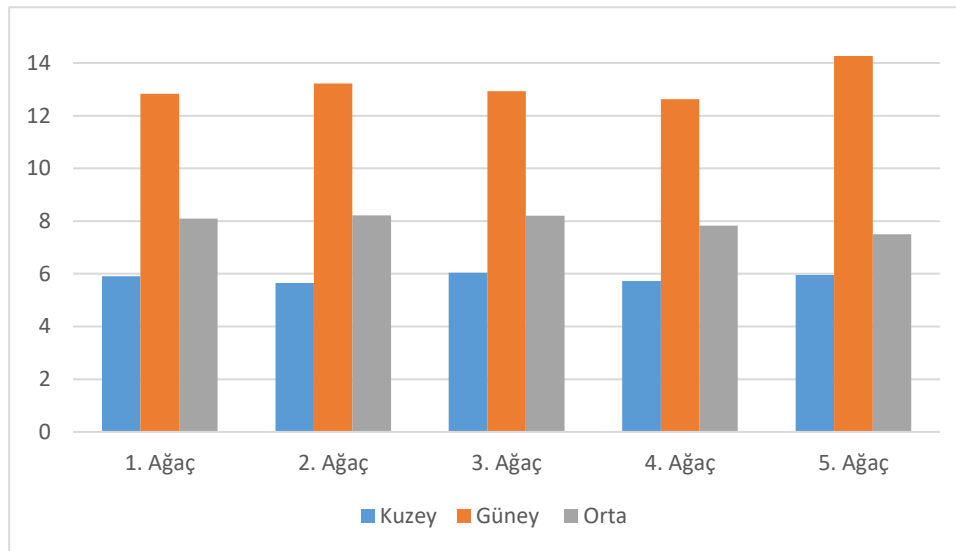
Tablo 4.8. Popülasyon takibi süresince üç yöne göre geleneksel sarı yapışkan tuzağa yakalanan zararlı psilla nimf sayılarının 5 ağaç için genel ortalamaları

Ağaç içi ortalama ergin sayısı	1. Ağaç	2. Ağaç	3. Ağaç	4. Ağaç	5. Ağaç
Kuzey	4.72	4.67	4.48	4.28	4.11
Güney	2.04	2.52	2.67	2.74	2.89
Orta	6.57	7	6.5	6.96	7.48

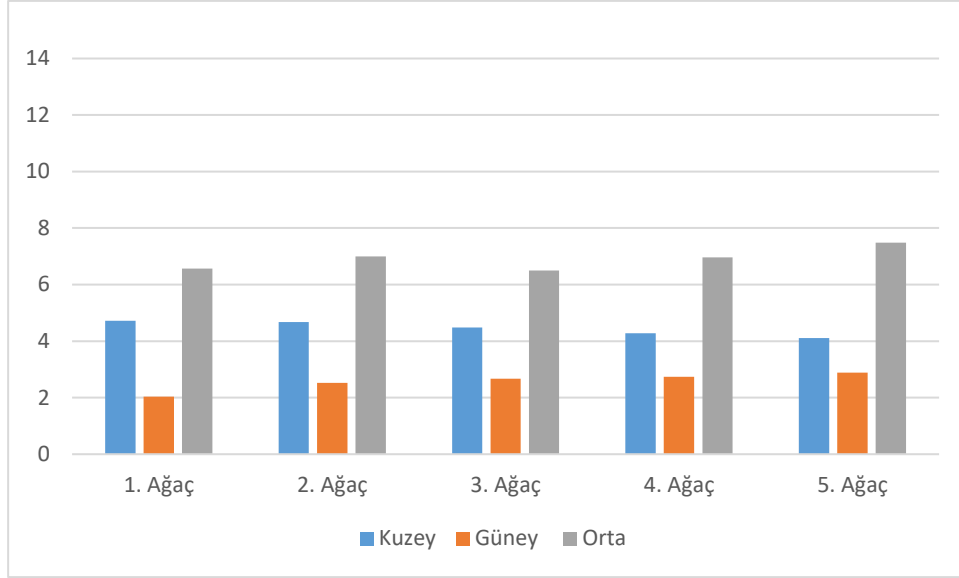
Tablo 4.9. Popülasyon takibi süresince üç yöne göre geleneksel sarı yapışkan tuzağa yakalanan darbe yöntemiyle elde edilen psilla ergin sayılarının 5 ağaç için genel ortalamaları

Ağaç içi ortalama ergin sayısı	1. Ağaç	2. Ağaç	3. Ağaç	4. Ağaç	5. Ağaç
Kuzey	6.91	7.80	7.26	7.39	7.26
Güney	9.02	9.35	9.26	9.37	8.46
Orta	8.63	8.54	8.41	8.74	8.37

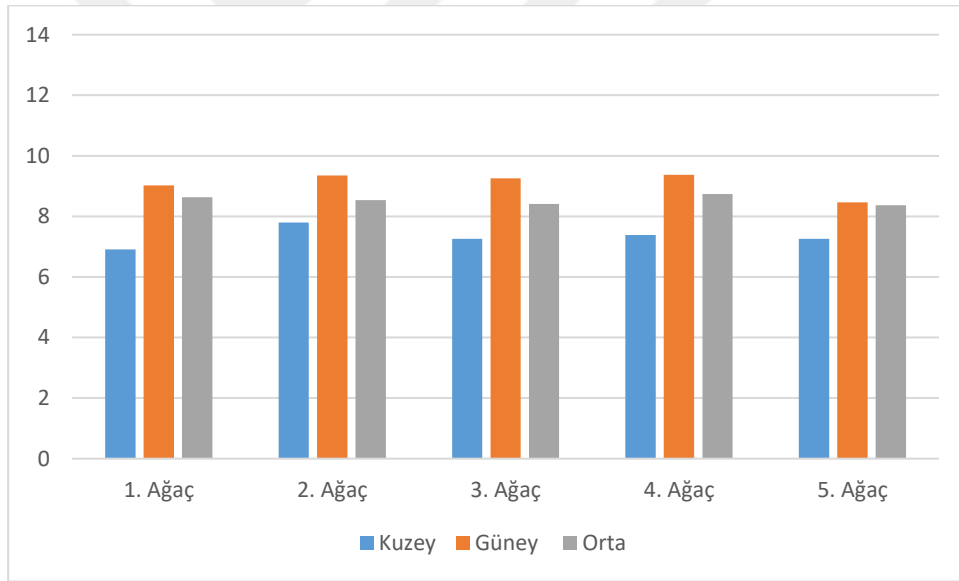
Zararlı psillanın belirlenen 3 yöne göre; geleneksel sarı yapışkan tuzak aşamaları için, 5 ağaç için tüm yönler bazında ergin, nimf ve darbe vuruşlu ergin sayı kademelerindeki genel ortalama grafikleri Şekil 4.49, 4.50, 4.51’de gösterilmiştir.



Şekil 4.49. Geleneksel Sarı Yapışkan Tuzağa Yakalanan Ergin Birey Ortalamaları



Şekil 4.50. Geleneksel Sarı Yapışkan Tuzağa Yakalanan Nimf Birey Ortalamaları



Şekil 4.51. Geleneksel Sarı Yapışkan Tuzağa Yakalanan Darbe Yöntemiyle Elde Edilen Ergin Birey Ortalamaları

Tablo 4.10. Popülasyon takibi süresince üç yöne göre 1023 kodlu tuzağa yakalanan zararlı psilla ergin sayılarının 5 ağaç için genel ortalamaları

Ağaç içi ortalama ergin sayısı	1. Ağaç	2. Ağaç	3. Ağaç	4. Ağaç	5. Ağaç
Kuzey	6.11	6.39	6.37	6.70	6.52
Güney	6.28	9.26	9.11	9.26	9.30
Orta	9.17	9.61	9.07	8.96	8.80

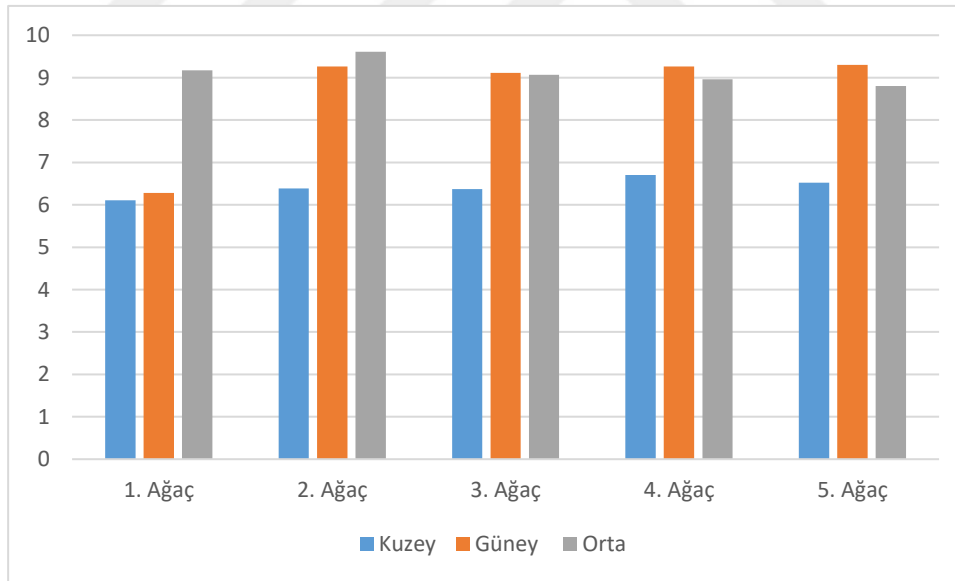
Tablo 4.11. Zararlı psillanın nimf sayılarının üç yöne göre 1023 kodlu tuzağa yakalanan 5 ağaç için genel ortalamaları

Ağaç içi ortalama ergin sayısı	1. Ağaç	2. Ağaç	3. Ağaç	4. Ağaç	5. Ağaç
Kuzey	3.80	3.67	3.87	4.02	3.52
Güney	5.85	6.41	6.41	6.5	6.24
Orta	6.76	6.65	6.5	6.22	6.83

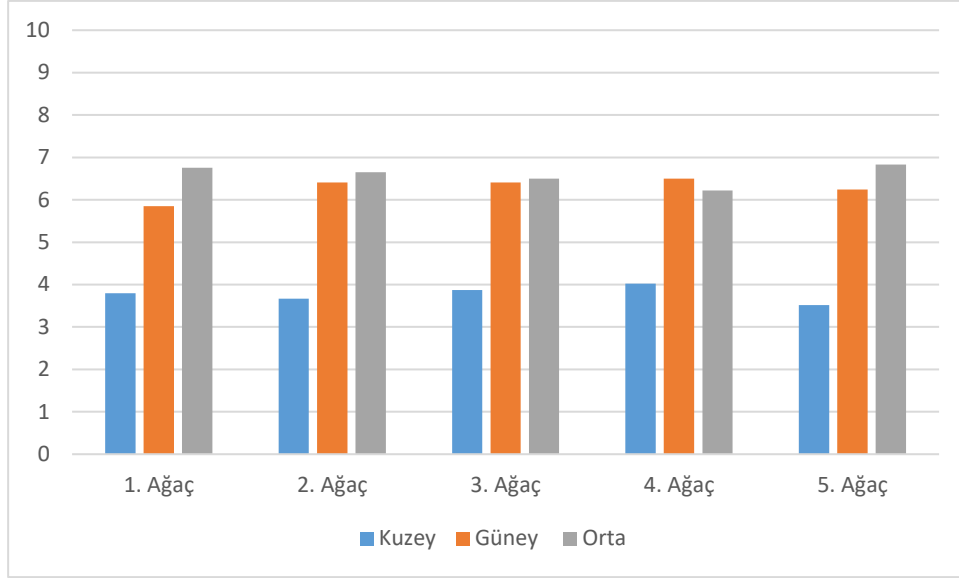
Tablo 4.12. Zararlı psillanın darbe etkili ergin sayılarının üç yöne göre 1023 kodlu tuzağa yakalanan 5 ağaç için genel ortalamaları

Ağaç içi ortalama ergin sayısı	1. Ağaç	2. Ağaç	3. Ağaç	4. Ağaç	5. Ağaç
Kuzey	5.04	5.61	5.15	5.33	5.26
Güney	5.28	5.59	5.76	5.5	6.24
Orta	6.65	7.85	8.76	8.15	7.80

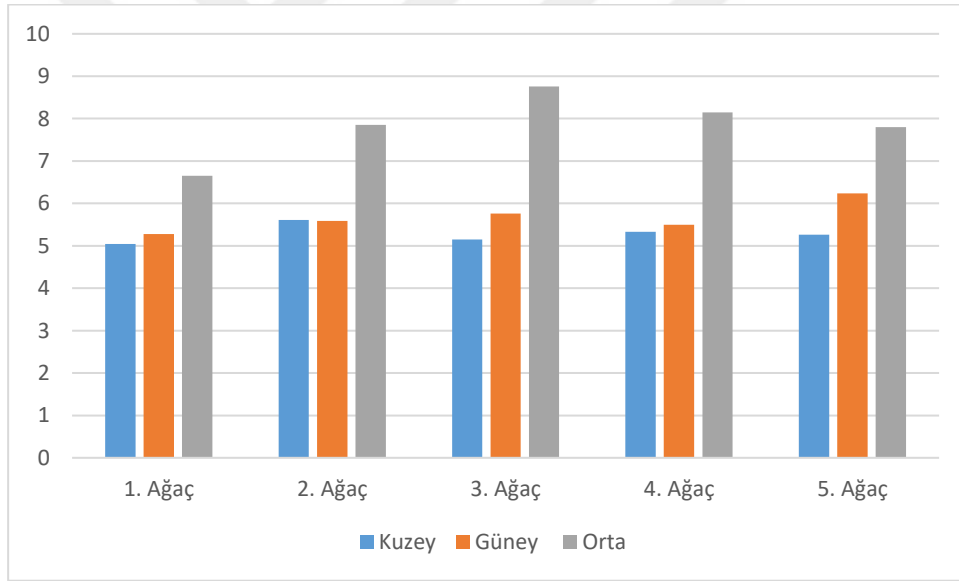
Zararlı psillanın belirlenen 3 yöne göre; 1023 no'lu tuzak asımlarının 5 ağaç için tüm yönler bazında ergin, nimf ve darbe vuruşlu ergin sayı kademelerindeki genel ortalama grafikleri Şekil 4.52, 4.53, 4.54'de gösterilmiştir.



Şekil 4.52. Üç yöne göre 1023 no'lu tuzak için ergin sayısı



Şekil 4.53. Üç yöne göre 1023 no'lu tuzak için nimf sayısı



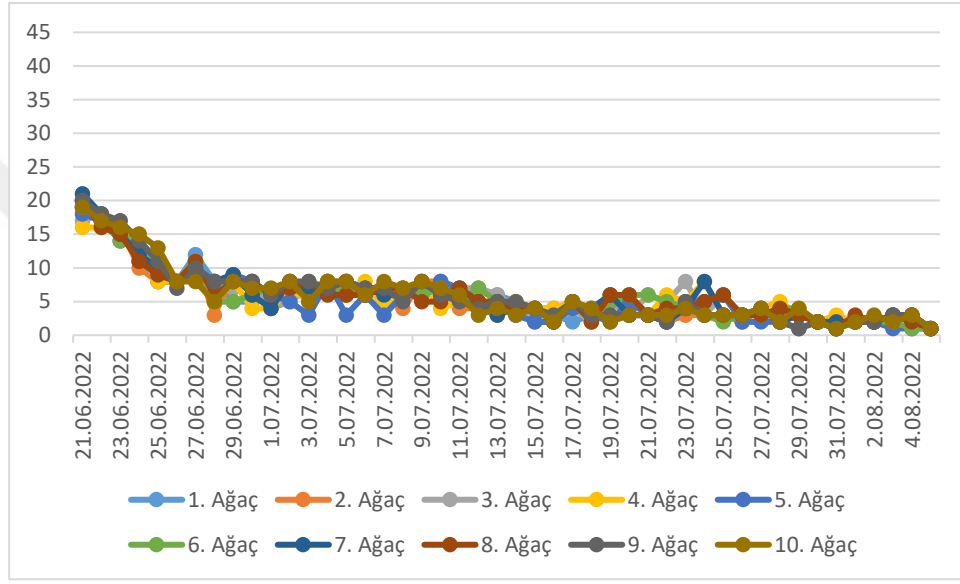
Şekil 4.54. Üç yöne göre 1023 no'lu tuzak için darbe etkili ergin sayısı

Asımı yapılan üçlü tuzaklar için her iki yön için (geleneksel sarı yapışkan tuzak ve 1023 kodlu tuzak) alınan veri ortalamaları tüm kademeler için (ergin, nimf ve darbe yönemiyle alınan ergin sayısı) tablolar haline getirilip, grafikleri çizilmiştir. Geleneksel sarı yapışkan tuzak için güney yönü ergin sayısı ve darbe yöntemiyle alınan ergin sayısında daha fazla yoğunluğa sahip olduğu tespit edilmiştir (Tablo 4.7, 4.9 – Şekil 4.49, 4.51). Nimf sayısı ise kuzey yönünde daha fazla yoğunlukta olduğu tespit edilmiştir (Tablo 4.8- Şekil 4.50). Diğer asımı yapılan 1023 kodlu tuzak için asılan üç yöne göre ise; ergin ve darbe yöntemiyle alınan ergin sayılarında kuzey, güney ve orta yönü birbirine yakın popülasyon yoğunluğunda olduğu tespit edilmiştir (Tablo 4.10, 4.11,

4.12- Şekil 4.52, 4.53, 4.54). Ve çok büyük farkların olmadığı gözlemlenmiştir. Sonuç olarak, tüm parametreler incelendiğinde, zararlı birey sayılarının zamana bağlı olarak genel bir azalış eğiliminde olduğu anlaşılmaktadır. Bu bulgular, çevresel koşulların ve yön temelli etmenlerin zararlı popülasyonlarının dinamiği üzerinde etkili olduğunu düşündürmektedir.

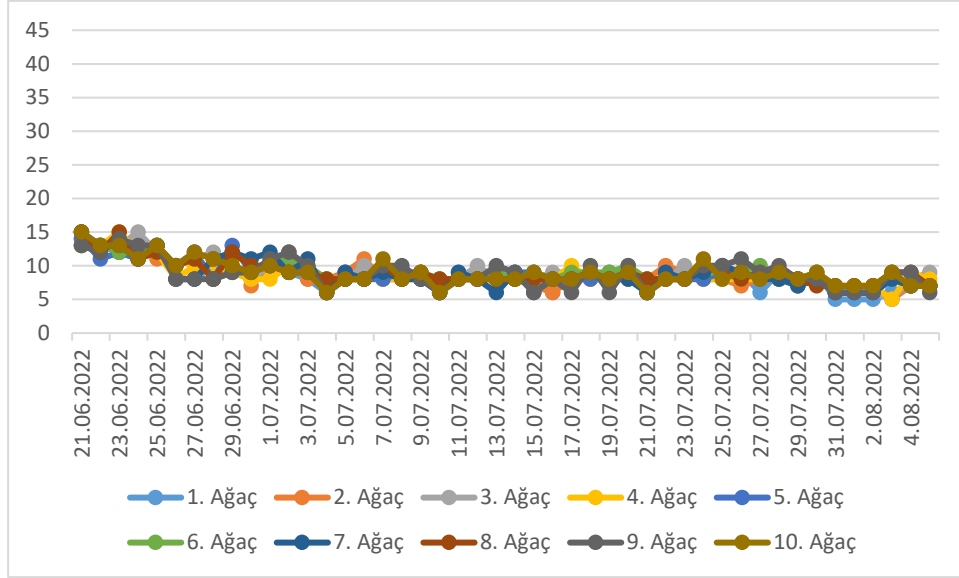
Geleneksel Tekli Sarı Yapışkan Tuzak Çalışmaları

Zararlı Psilla ergin, nimf ve darbe etkili ergin sayılarının 10 ağaç için geleneksel sarı yapışkan tek tuzaklı grafikleri Şekil 4.55, 4.56, 4.57’de gösterilmiştir.



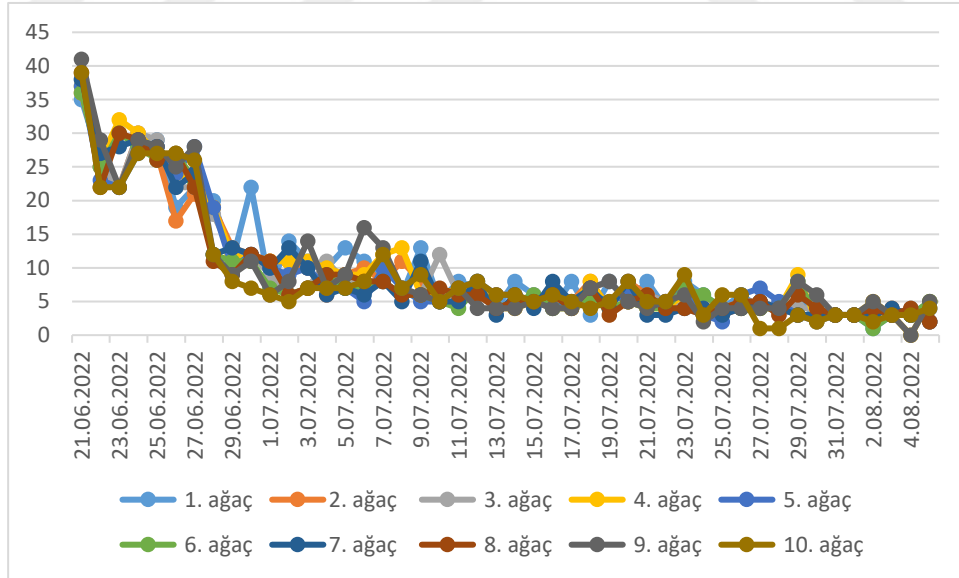
Şekil 4.55. Geleneksel tek tuzak için ergin sayısı

Verilen ağaç verilerinin zaman içindeki değişimi, Temmuz ve Ağustos aylarında belirgin bir azalma eğilimi göstermektedir. Haziran ayında yüksek birey sayıları gözlemlenirken, bu sayılar özellikle Temmuz ayında azalmaya başlamıştır. Haziran ayının sonlarına doğru bazı ağaçlarda düşüş görülsede, Temmuz başında bu ağaçlarda belirli bir artış yaşanmıştır. Ancak Temmuz'un ortalarından itibaren birey sayıları tekrar azalmaya başlamış ve Ağustos ayında bu azalma daha da belirginleşmiştir. Ağustos ayında, birey sayılarındaki değişikliklerin daha sınırlı olduğu ve çoğu ağaçta birey sayılarının azalmaya devam ettiği gözlemlenmiştir.



Şekil 4.56. Geleneksel tek tuzak için nimf sayısı

Şekil 4.56 incelendiğinde; Haziran ayında ağaç içi nimf sayıları yüksekken, Temmuz ve Ağustos ayında artış ve zalışlar görülsede zamana bağlı popülasyon yoğunluğu giderek azalmıştır. Bu dalgalanmaların sebebi; zararlının döllerin birbirine karışması ve çevresel faktörlere bağlı nimflerin hızla artmasına veya azalmasına neden olabilir.



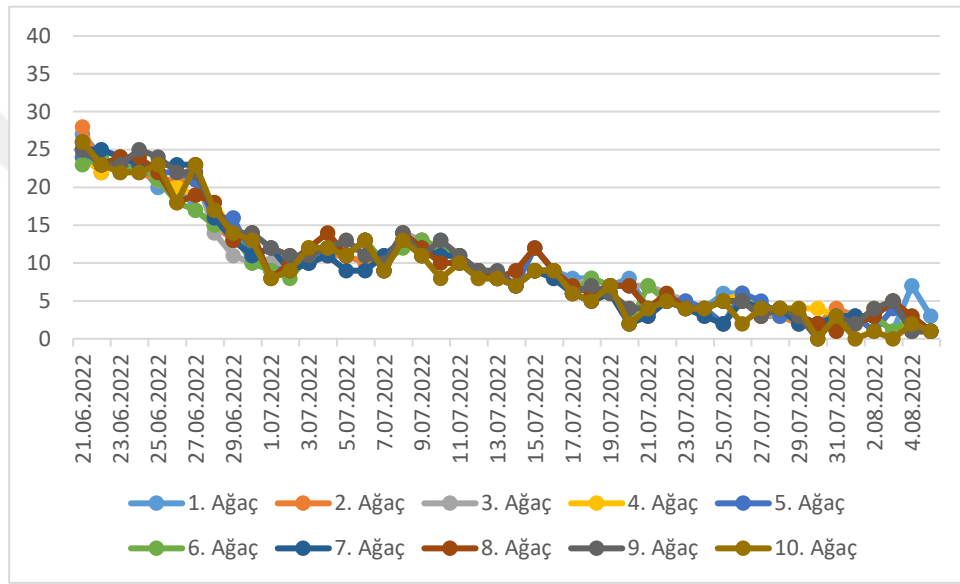
Şekil 4.57. Geleneksel tek tuzak için darbe etkili ergin sayısı

Veriler incelendiğinde, Haziran ayında birey sayıları yüksek seviyelerde seyretmiş, özellikle ayın ilk haftasında bu sayılar zirveye ulaşmış, ancak ay ortalarına doğru hafif bir azalma gözlemlenmiştir. Temmuz ayında, Haziran'a kıyasla belirgin bir düşüş yaşanmıştır. Ağustos ayında

ise birey sayıları daha da azalırken, özellikle ayın başlarında bu azalma daha belirgin hale gelmiş ve genel olarak sabit bir seviyede kalmıştır.

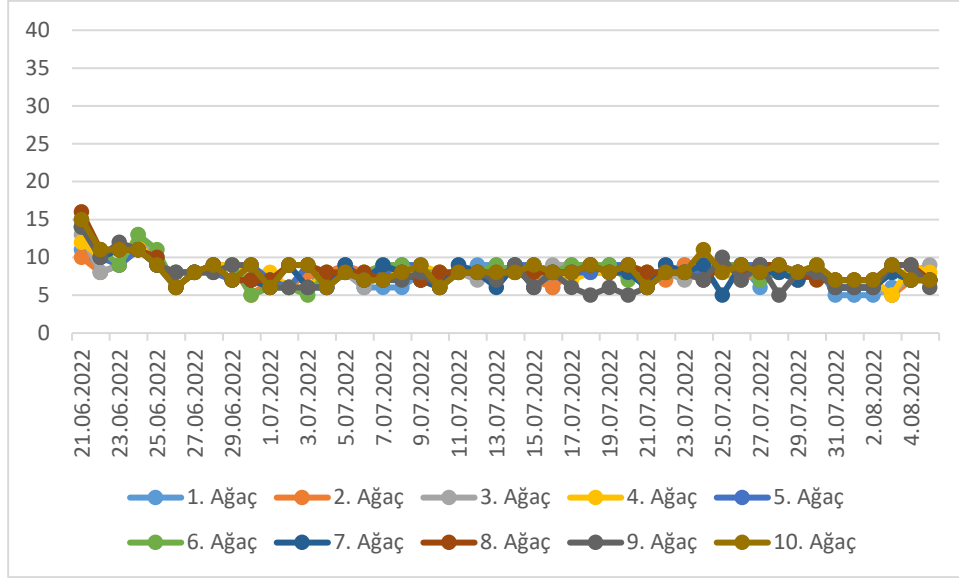
1023 kodlu tekli tuzak çalışmaları

Ağaç başına 1023 kodlu tuzak tek tuzak olarak ağaçlara asılmış, ağaç sayısı 10 ağaç olarak belirlenmiştir. Belirlenen 10 ağaç için ergin, nimf ve darbe vuruşlu ergin sayıları kaydedilmiştir. Kaydedilen verilerle ergin, nimf ve darbe vuruşlu ergin sayısı parametrelerine uygun grafikler oluşturulmuştur. Zararlı Psilla ergin, nimf ve darbe etkili ergin zararlı sayılarının 10 ağaç için 1023 no'lu tek tuzaklı grafikler Şekil 4.58, 4.59, 4.60'da gösterilmiştir.



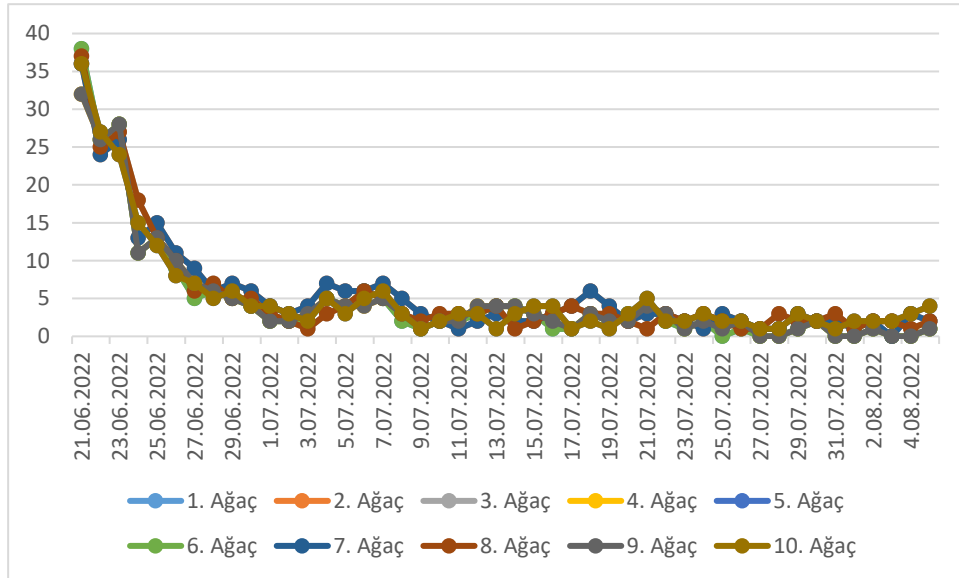
Şekil 4.58. Tek tuzakta 1023 no'lu tuzak için ergin sayısı

Şekil 69 incelendiğinde veriler, Haziran ayında birey sayılarının genellikle yüksek olduğunu, Temmuz ayında artış ve azalışların olduğu, fakat belirgin bir azalma yaşandığını ve Ağustos ayında ise birey sayılarının çoğunlukla düşük seviyelere indiğini göstermektedir.



Şekil 4.59. Tek tuzakta 1023 no'lu tuzak için nimf sayısı

Veriler incelendiğinde, haziran ayında yoğunluk başlangıçta yüksekken, ayın sonlarına doğru azalmıştır. Temmuz ayında ise değişkenlik yaşanmış, ancak genel olarak bir dengeli artış ve azalışlar görülmektedir. Ağustos ayında ise nimf yoğunluğu daha sabit hale gelerek birey sayısı tüm ağaçlar için giderek azalmıştır.



Şekil 4.60. Tek tuzakta 1023 no'lu tuzak için darbe etkili ergin sayısı

Bu verilerde, Haziran ayında ağaç başına birey sayılarının yüksek olduğu ve Temmuz ayında belirgin bir azalma yaşandığı görülmektedir. Ancak Temmuz ayı ile birlikte birey sayılarında

belirgin bir düşüş yaşanmıştır. Ağustos ayına gelindiğinde, özellikle ilk günlerde sayılar oldukça düşük seviyelere inmiştir.

Ağaçlara asılan tek tuzaklar içinde zararlı birey sayıları zamana bağlı giderek azalmıştır. Tek tuzak asımı yapılan ağaçlara bakıldığında 3 ve 4 yönlü asılan ağaçlara kıyasla tuzaklara yakalanan zararlı sayısının daha az olduğu görülmektedir. Bu sebeple tuzak sayısının artması zararlı sayısının daha fazla yakalanmasını göstermektedir. Yapılan çalışmada tuzak yönünün zararlı sayısını etkilediği gibi tuzak sayısının da zararlı sayısını etkilediği görülmektedir.

Genel olarak alınan veriler yorumlandığında; her iki tuzakla elde edilen verilerde, 10 ağaç için yapılan tuzak asımında, ergin sayısının nimf sayısından fazla olduğu gözlemlenmiştir. Dört ve üç yöne göre yapılan tuzak çalışmalarının tek tuzak asımından farkını daha iyi anlayabilmek için alınan tüm kademelerdeki birey sayılarının ortalamaları hesaplanarak tablolar oluşturulmuş ve grafikler çizilmiştir. Geleneksel sarı yapışkan tuzak için tablolar 4.13, 4.14 ve 4.15’ de 1023 kodlu tuzak için ise tablo 4.16, 4.17 ve 4.18’de gösterilmiştir. Şekiller ise geleneksel sarı yapışkan tuzak için şekil 4.61, 4.62, 4.63’de, 1023 kodlu tuzak için ise şekil 4.64, 4.65, 4.66’da gösterilmiştir.

Tablo 4.13.Popülasyon takibi süresince tek yöne göre geleneksel sarı yapışkan tuzağa yakalanan zararlı psilla ergin sayılarının 10 ağaç için genel ortalamaları

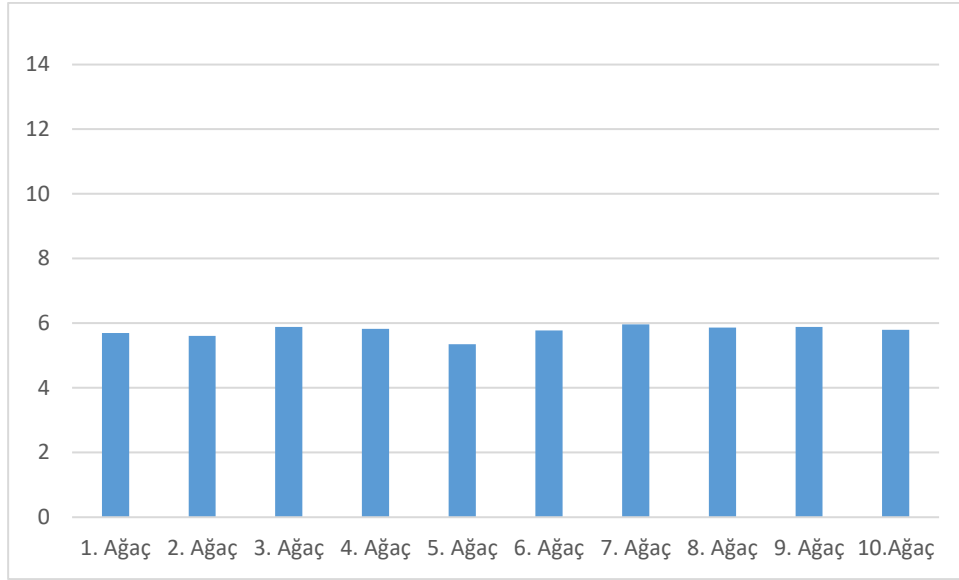
Ağaç başı ortalama birey sayısı	1. Ağaç	2. Ağaç	3. Ağaç	4. Ağaç	5. Ağaç	6. Ağaç	7. Ağaç	8. Ağaç	9. Ağaç	10. Ağaç
Tek tuzak	5,70	5,61	5,89	5,83	5,35	5,78	5,96	5,87	5,89	5,80

Tablo 4.14.Popülasyon takibi süresince tek yöne göre geleneksel sarı yapışkan tuzağa yakalanan zararlı psilla nimf sayılarının 10 ağaç için genel ortalamaları

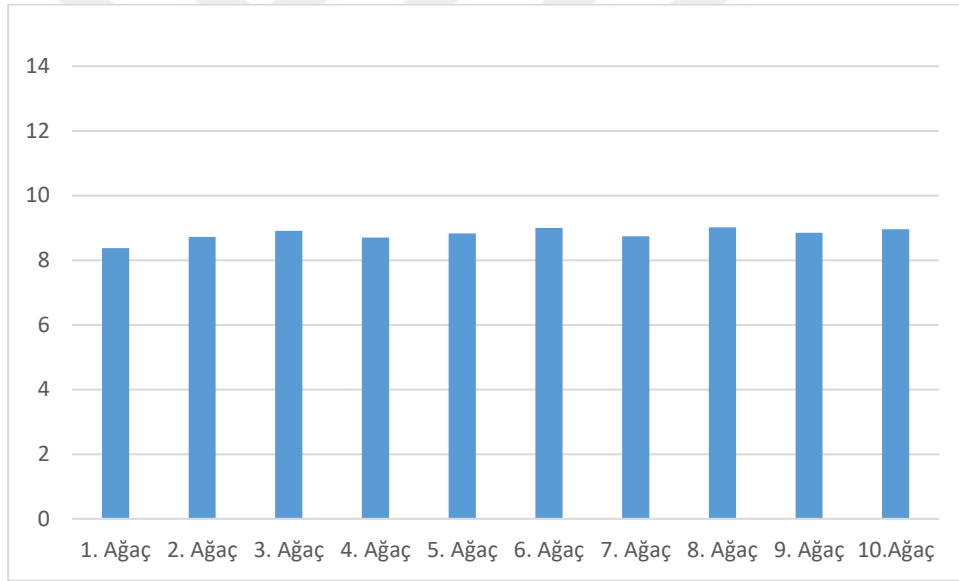
Ağaç başı ortalama birey sayısı	1. Ağaç	2. Ağaç	3. Ağaç	4. Ağaç	5. Ağaç	6. Ağaç	7. Ağaç	8. Ağaç	9. Ağaç	10. Ağaç
Tek tuzak	8,37	8,72	8,91	8,70	8,83	9	8,74	9,02	8,85	8,96

Tablo 4.15.Popülasyon takibi süresince tek yöne göre geleneksel sarı yapışkan tuzağa yakalanan darbe yöntemiyle elde edilen psilla ergin sayılarının 10 ağaç için genel ortalamaları

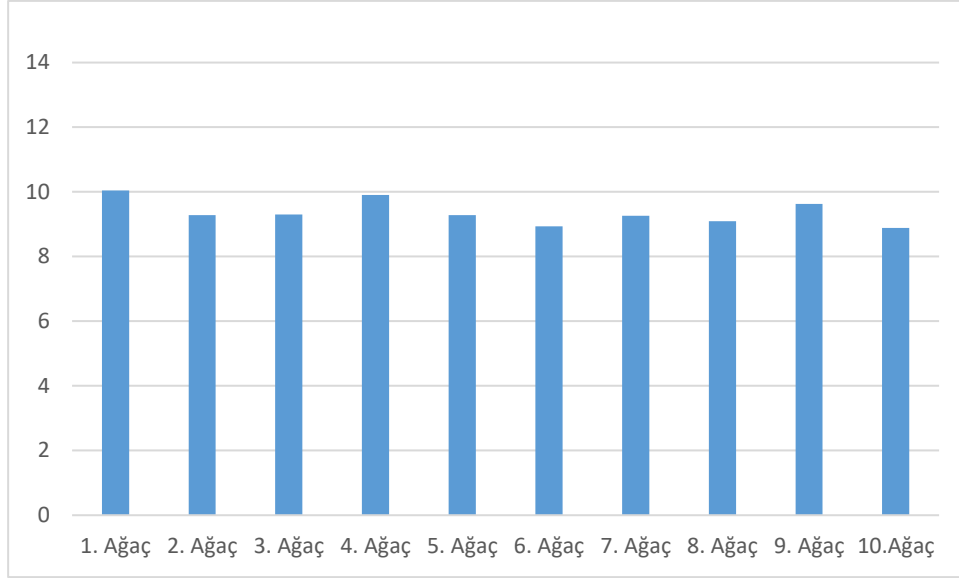
Ağaç başı ortalama birey sayısı	1. Ağaç	2. Ağaç	3. Ağaç	4. Ağaç	5. Ağaç	6. Ağaç	7. Ağaç	8. Ağaç	9. Ağaç	10. Ağaç
Tek tuzak	10,04	9,28	9,30	9,91	9,28	8,93	9,26	9,09	9,63	8,89



Şekil 4.61. Geleneksel Sarı Yapışkan Tuzağa Yakalanan Ergin Birey Ortalamaları



Şekil 4.62. Geleneksel Sarı Yapışkan Tuzağa Yakalanan Nimf Birey Ortalamaları



Şekil 4.63. Geleneksel Sarı Yapışkan Tuzağa Yakalanan Darbe Yöntemiyle Elde Edilen Ergin Birey Ortalamaları

Tablo 4.16. Popülasyon takibi süresince tek yöne göre 1023 kodlu tuzağa yakalanan zararlı psilla ergin sayılarının 10 ağaç için genel ortalamaları

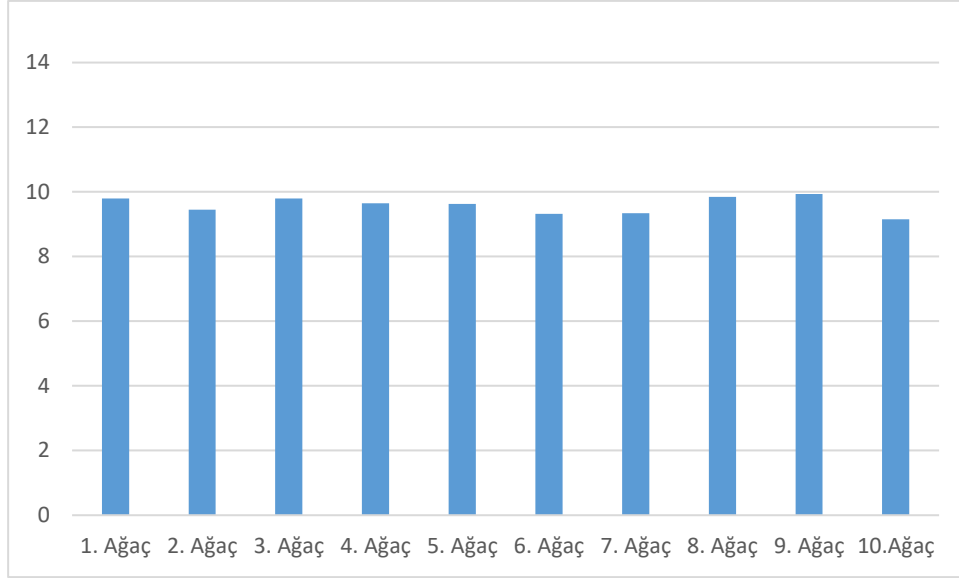
Ağaç başı ortalama birey sayısı	1. Ağaç	2. Ağaç	3. Ağaç	4. Ağaç	5. Ağaç	6. Ağaç	7. Ağaç	8. Ağaç	9. Ağaç	10. Ağaç
Tek tuzak	9,80	9,45	9,80	9,65	9,63	9,32	9,34	9,85	9,93	9,15

Tablo 4.17. Zararlı psillanın nimf sayılarının tek yöne göre 1023 kodlu tuzağa yakalanan 10 ağaç için genel ortalamaları

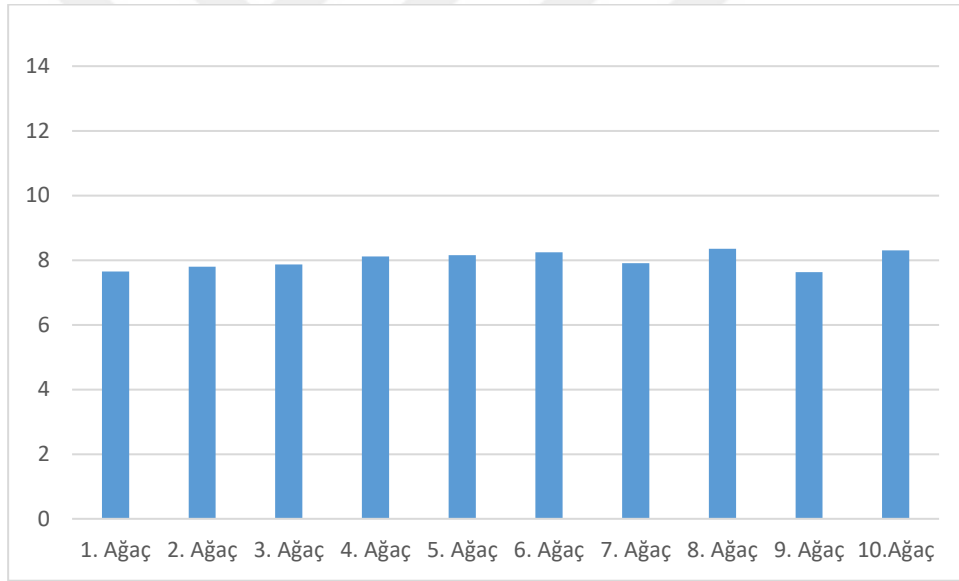
Ağaç başı ortalama birey sayısı	1. Ağaç	2. Ağaç	3. Ağaç	4. Ağaç	5. Ağaç	6. Ağaç	7. Ağaç	8. Ağaç	9. Ağaç	10. Ağaç
Tek tuzak	7,65	7,80	7,87	8,11	8,15	8,24	7,91	8,35	7,63	8,30

Tablo 4.18. Zararlı psillanın darbe etkili ergin sayılarının tek yöne göre 1023 kodlu tuzağa yakalanan 10 ağaç için genel ortalamaları

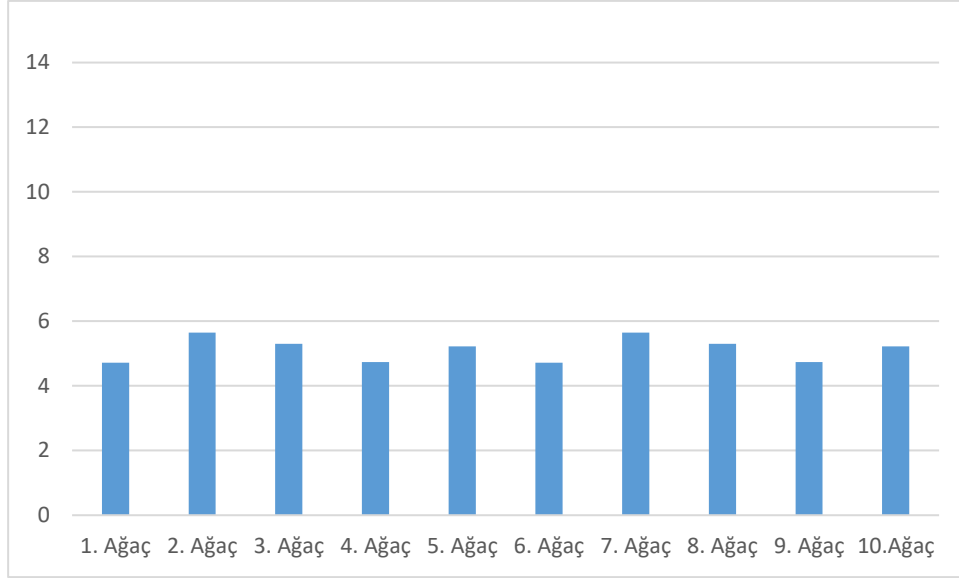
Ağaç başı ortalama birey sayısı	1. Ağaç	2. Ağaç	3. Ağaç	4. Ağaç	5. Ağaç	6. Ağaç	7. Ağaç	8. Ağaç	9. Ağaç	10. Ağaç
Tek tuzak	4,72	5,65	5,30	4,74	5,22	4,72	5,65	5,30	4,74	5,22



Şekil 4.64. Tek yöne göre 1023 no'lu tuzak için ergin sayısı



Şekil 4.65. Tek yöne göre 1023 no'lu tuzak için nimf sayısı



Şekil 4.66. Tek yöne göre 1023 no'lu tuzak için darbe etkili ergin sayısı

Oluşturulan tablolar ve grafikler sonucunda; Asımı yapılan tek tuzağa göre, her iki yön için (geleneksel sarı yapışkan tuzak ve 1023 kodlu tuzak) alınan veri ortalamaları tüm kademeler için (ergin, nimf ve darbe yönüyle alınan ergin sayısı) birey sayılarının popülasyon ortalamaları değişken değerler göstermektedir. Ve daha fazla sayıda asımı yapılan tuzaklara göre paralel olmadığı ve asılan yöne göre birey sayısının değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Sonuç olarak, tüm parametreler incelendiğinde, zararlı birey sayılarının zamana bağlı olarak dalgalanmalar görülsede genel bir azalış eğilimindedir. Bu bulgular, çevresel koşulların yanı sıra tuzak sayısının ve yönünün etkili olduğunu göstermektedir.

4.1.2. 2022 Yılına Ait Verilerin İstatistiksel Sonuçları

Yapılan bu çalışmadan sonra bütün veriler kaydedilerek grafikler elde edilmiştir. Böylece daha iyi bir gözlem yapılarak belirlenen parametreler (ergin, nimf, darbe vuruşlu ergin sayısı) için belirlenen yönlere göre yorumlanması yapılarak, bir sonraki istatistik ve açıklanabilir yapay zekâ çalışmalarına geçilmiştir.

Bu çalışmada zararlı sayısının yönlere göre farklılıklarının incelenmesini amaçlanmıştır. Bu doğrultuda elde edilen verilerin normal dağılıma uyup uymadığını test etmek için "Shapiro Wilk Uyum İyiliği Testi ve Kolmogorow Smirnov testi" kullanılmıştır. Çalışmadan yer alan verilerde ortalama, sıra ortalaması ve standart sapma gibi tanımlayıcı istatistikler verilmiştir. Normal dağılıma uyum sağlamayan veriler için grupların karşılaştırılmasında Kruskal Wallis Analizi kullanılmıştır. Analizlerde istatistiksel anlamlılık düzeyi $p < 0.05$ olarak kabul edildi. İstatistiksel analizler SPSS (Statistical Package for Social Sciences; SPSS Inc., Chicago, IL) 22 paket programı kullanılmıştır.

Tablo 4.19. Geleneksel tuzak için 4 yöne göre elde edilen zararlı değerleri

	GRUP	Ort	Sıra Ort	SS (standart sapma)	p	İkili Karşılaştırmalar
Ergin sayısı	Kuzey	8.49	86.05	7.04	0.000	Güney>Kuzey, Batı, Doğu
	Güney	14.98	125.17	9.70		
	Doğu	7.45	78.84	6.92		
	Batı	7.39	79.93	6.30		
Nimf sayısı	Kuzey	2.78	110.45	1.94	0.006	Kuzey>Batı
	Güney	2.36	81.91	1.98		
	Doğu	2.64	101.25	1.78		
	Batı	2.13	76.39	1.51		
Darbe vuruş etkili ergin sayısı	Kuzey	7.44	65.52	7.44	0.004	Batı>Doğu Batı>Kuzey
	Güney	9.30	92.53	9.30		
	Doğu	10.08	101.18	10.08		
	Batı	9.61	106.76	9.61		

Tablo 4.19 incelendiğinde, ergin sayısı Güneyde gözlenen zararlı sayıları kuzey, batı ve doğuda gözlenen zararlı sayılarından anlamlı ölçüde daha yüksektir. Nimf sayısı Kuzeyde gözlenen zararlı sayısı batı yönündeki zararlı sayısından anlamlı ölçüde daha yüksektir. Darbe etkili ergin sayısı Batı ve doğu yönündeki zararlı sayıları kuzey yönünde gözlenen zararlı sayısından anlamlı ölçüde daha yüksektir.

Tablo 4.20. Geleneksel tuzağın ergin, nimf ve darbe vuruşlu ergin sayılarına göre elde edilen istatistik değerleri

	GRUP	Ort	Sıra Ort	SS	p	İkili Karşılaştırmalar
Kuzey	Ergin	8.49	82.23	7.03	0.000	Nimf< DB Nimf< Ergin
	Nimf	2.78	43.24	1.94		
	DB	7.44	83.03	7.71		
Güney	Ergin	14.98	99.42	9.70	0.000	Nimf< DB Nimf< Ergin
	Nimf	2.36	29.48	1.98		
	DB	9.30	79.60	9.27		
Doğu	Ergin	7.44	74.02	6.92	0.000	Nimf< DB Nimf< Ergin
	Nimf	2.64	40.78	1.78		
	DB	10.08	93.70	9.27		
Batı	Ergin	7.39	78.82	6.30	0.000	Nimf< DB Nimf< Ergin
	Nimf	2.13	34.78	1.51		
	DB	9.61	94.90	8.22		

Tablo 4.20 incelendiğinde, kuzey, güney, batı ve doğu yönlerinde gözlenen zararlı nimf sayıları zararlı ergin sayılarından ve darbe vuruş etkili ergin sayılarından anlamlı ölçüde daha düşüktür.

Tablo 4.21. 1023 no'lu tuzak için dört yöne göre elde edilen zararlı değerleri

	GRUP	Ort	Sıra Ort	SS	<i>p</i>	İkili Karşılaştırmalar
Ergin sayısı	Kuzey	9.31	89.60	6.96	0.970	Belirlenen yönler arasında fark yoktur.
	Güney	10.26	91.99	8.84		
	Doğu	9.99	93.64	7.64		
	Batı	10.24	94.77	7.81		
Nimf sayısı	Kuzey	2.62	89.40	1.35	0.296	Belirlenen yönler arasında fark yoktur.
	Güney	2.91	105.38	1.67		
	Doğu	2.78	88.84	1.78		
	Batı	2.57	86.38	1.23		
Darbe vuruş etkili ergin sayısı	Kuzey	5.13	84.60	7.13	0.384	Belirlenen yönler arasında fark yoktur.
	Güney	5.74	89.65	8.57		
	Doğu	5.62	92.42	8.00		
	Batı	5.89	103.33	7.52		

Tablo 4.21 incelendiğinde, belirlenen tüm parametreler (ergin, nimf ve darbe vuruşlu ergin sayısı) için baz alınan yönler göre *p* değerinin 0.05'ten büyük olması sebebiyle yönler arası bir fark yoktur.

Tablo 4.22. 1023 no'lu tuzağın dört yöne göre ergin, nimf ve darbe vuruşlu sayılarına bağlı istatistik değerleri

	GRUP	Ort	Sıra Ort	SS	<i>p</i>	İkili Karşılaştırmalar
Kuzey	Ergin	9.31	97.93	6.96	0.000	Nimf< DB Nimf< Ergin
	Nimf	2.62	48.23	1.35		
	DB	5.13	62.34	7.13		
Güney	Ergin	10.26	95.98	8.84	0.000	Nimf< DB Nimf< Ergin
	Nimf	2.91	50.76	1.67		
	DB	5.74	61.76	8.57		
Doğu	Ergin	9.99	99.26	7.64	0.000	Nimf< DB Nimf< Ergin
	Nimf	2.78	44.91	1.78		
	DB	5.62	64.33	8.00		
Batı	Ergin	10.24	97.91	7.81	0.000	Nimf< DB Nimf< Ergin
	Nimf	2.57	40.77	1.23		
	DB	5.89	69.82	7.52		

Tablo 4.22 incelendiğinde, kuzey, güney, batı ve doğu yönlerinde gözlenen zararlı nimf sayıları zararlı ergin sayılarından ve darbe vuruş etkili ergin sayılarından anlamlı ölçüde daha düşüktür.

Tablo 4.23. Geleneksel tuzak için üç yöne göre elde edilen zararlı değerleri

	GRUP	Ort	Sıra Ort	SS	<i>p</i>	İkili Karşılaştırmalar
Tuzak Ergin sayısı	Kuzey	5.86	41.49	4.08	0.000	Güney > Kuzey
	Güney	13.17	94.71	7.52		Güney>Orta
	Orta	7.97	72.30	3.99		Orta> Kuzey
Nimf sayısı	Kuzey	4.45	69.20	2.79	0.000	Orta> Kuzey
	Güney	2.57	34.18	2.20		Orta> Güney
	Orta	6.90	104.35	1.82		Kuzey> Güney
Darbe vuruş etkili ergin sayısı	Kuzey	7.33	61.70	6.03	0.107	Belirlenen yönler arasında fark yoktur.
	Güney	9.09	79.05	7.61		
	Orta	8.54	67.75	6.27		

Tablo 4.23 incelendiğinde, ergin sayısı için, güneyde gözlenen zararlı sayıları kuzey ve ortada gözlenen zararlı sayılarından anlamlı ölçüde daha yüksektir, ortada gözlenen zararlı sayıları ise kuzey yönündeki zararlı sayılarından anlamlı ölçüde daha yüksektir. Nimf sayısı için, ortada gözlenen zararlı sayıları kuzey ve güney yönündeki zararlı sayılarından anlamlı ölçüde daha yüksektir. Kuzeyde gözlenen zararlı sayısı güney yönündeki zararlı sayısından anlamlı ölçüde daha yüksektir. Darbe vuruşlu ergin sayısı için belirlenen yönlerdeki *p* değeri 0.05'ten büyük olduğu için yönler arası fark yoktur.

Tablo 4.24. Geleneksel tuzağın üç yöne göre ergin, nimf ve darbe vuruşlu sayılara bağlı elde edilen istatistik değerleri

	GRUP	Ort	Sıra Ort	SS	<i>p</i>	İkili Karşılaştırmalar
Kuzey	Ergin	5.86	77.23	4.08	0.000	DB> Nimf
	Nimf	4.45	47.56	2.79		DB> Ergin
	DB	7.33	84.20	6.03		
Güney	Ergin	13.7	99.64	7.52	0.000	Ergin>DB
	Nimf	2.57	2.70	2.20		Ergin>Nimf
	DB	9.09	80.16	7.60		DB>Nimf
Orta	Ergin	7.97	74.36	3.99	0.373	Belirlenen yönler arasında fark yoktur.
	Nimf	6.90	71.13	1.82		
	DB	8.54	63.01	6.27		

Tablo 4.24 incelendiğinde, kuzey yönünde gözlenen darbe vuruş etkili zararlı sayıları nimf ve ergin zararlı sayılarından anlamlı ölçüde daha yüksektir. Güney yönünde gözlenen zararlı ergin sayıları darbe vuruş etkili ve nimf zararlı sayılarından anlamlı ölçüde daha yüksektir, darbe vuruş etkili zararlı sayıları ise nimf zararlı sayılarından anlamlı ölçüde daha yüksektir. Ağacın orta kısmına asılan tuzak değerine elde edilen p değeri 0.05'ten büyük olduğu için zararlı sayıları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır.

Tablo 4.25. 1023 no'lu tuzak için 3 yöne göre elde edilen zararlı değerleri

	GRUP	Ort	Sıra Ort	SS	p	İkili Karşılaştırmalar
Ergin sayısı	Kuzey	6.42	52.93	6.34	0.003	Güney>Kuzey Orta>Kuzey
	Güney	8.64	76.53	8.24		
	Orta	9.12	78.99	6.78		
Nimf sayısı	Kuzey	3.78	41.15	1.82	0.000	Orta >Kuzey Orta >Güney
	Güney	6.28	78.77	3.01		
	Orta	6.59	88.58	2.36		
Darbe vuruş etkili ergin sayısı	Kuzey	5.28	62.54	6.09	0.000	Orta >Kuzey Orta >Güney
	Güney	5.67	57.04	8.33		
	Orta	7.84	88.91	5.31		

Tablo 4.25 incelendiğinde, ergin sayısı için güneyde gözlenen zararlı sayıları kuzey yönünden anlamlı ölçüde daha yüksektir, orta kısımda gözlenen zararlı sayısı kuzey yönünden anlamlı ölçüde daha yüksektir. Nimf sayısı ve darbe vuruş etkili ergin sayısı için ise orta kısımda gözlenen zararlı sayıları kuzey ve güney yönündeki zararlı sayılarından anlamlı ölçüde daha yüksektir.

Tablo 4.26. 1023 no'lu tuzağın üç yöne göre belirlenen parametrelere (ergin, nimf, darbe vuruşlu) bağlı olarak elde edilen istatistik değerleri

	GRUP	Ort	Sıra Ort	SS	p	İkili Karşılaştırmalar
Kuzey	Ergin	6.41	84.52	6.34	0.007	Ergin>Nimf Ergin>DB
	Nimf	3.78	61.22	1.82		
	DB	5.28	62.76	6.09		
Güney	Ergin	8.64	85.24	8.24	0.000	Ergin>Nimf Ergin>DB Nimf >DB
	Nimf	6.28	79.47	3.00		
	DB	5.67	43.29	8.33		
Orta	Ergin	9.12	74.83	6.78	0.324	Belirlenen yönler arasında fark yoktur.
	Nimf	6.59	62.61	2.36		
	DB	7.84	71.07	5.31		

Tablo 4.26 incelendiğinde kuzey yönünde gözlenen zararlı ergin sayıları darbe vuruş etkili ergin sayıları ve nimf sayılarından anlamlı ölçüde daha yüksektir. Güney yönünde gözlenen zararlı ergin sayıları darbe etkili ergin sayıları ve nimf sayılarından anlamlı ölçüde daha yüksektir, nimf zararlı sayıları ise darbe vuruş etkili zararlı sayılarından anlamlı ölçüde daha yüksektir. Ağacın orta kısmına asılan tuzaktan elde edilen değerlere bağlı p değeri 0.05'ten büyük olduğu için zararlı sayıları için anlamlı fark yoktur.

Tablo 4.27.Geleneksel tek tuzağın belirlenen parametrelere (ergin, nimf, darbe vuruşlu) göre elde edilen istatistik değerleri

	GRUP	Ort	Sıra Ort	SS	p	İkili Karşılaştırmalar
Geleneksel tek tuzak	Ergin	5.77	46.61	3.89	0.000	Nimf>Ergin
	Nimf	8.81	94.61	1.73		Nimf>DB
	DB	9.36	67.88	8.32		DB>Ergin

Tablo 4.27 incelendiğinde, geleneksel tek tuzak aşımı için, Nimf zararlı sayılarının ergin ve darbe vuruş etkili zararlı sayılarından anlamlı ölçüde daha yüksektir. Darbe etkili zararlı sayısı ise ergin zararlı sayılarından anlamlı ölçüde daha yüksektir.

Tablo 4.28.1023 no'lu tek tuzağın belirlenen parametrelere (ergin, nimf, darbe vuruşlu) göre elde edilen istatistik değerleri

	GRUP	Ort	Sıra Ort	SS	p	İkili Karşılaştırmalar
1023 no'lu tek tuzak	Ergin	9.60	83.71	6.64	0.000	Ergin >Nimf
	Nimf	8.00	85.24	1.25		Ergin >DB
	DB	5.13	39.55	7.13		

Tablo 4.28 incelendiğinde, 1023 no'lu tek tuzak aşımı için, ergin zararlı sayılarının nimf ve darbe vuruş etkili zararlı sayılarından anlamlı ölçüde daha yüksektir.

Elde edilen istatistik analizler sonucunda iki farklı tuzak için belirlenen kademelere uygun istenen yönler arası zararlı sayılarının farklılıkları istatistiksel olarak incelenmiş olup yönler ve kademeler arası farklar ayırt edilmiştir. İstatistik analizler sonucunda genellikle güney yönündeki zararlı sayılarının belirlenen parametreler için (ergin, nimf ve darbe vuruşlu ergin sayısı) diğer yönlere göre daha anlamlı olduğu sonucuna varılmıştır.

Yukarıda belirtilen çalışmalarda, tuzak yerleştirme yönü ve tuzak sayısına bağlı olarak yapılan zararlı sayımı değerlendirmeleri sonucunda, güney yönünde gözlemlenen zararlı sayısının diğer yönlere göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bu bulgular ışığında, ilgili istatistiksel

alışmalar referans alınarak, farklı alanlardaki tahmin problemleri için başarılı sonuçlar veren Elastic Net, Linear Regression ve Isotonic Regression yöntemleri, zararlı tahmininin güney yönünü belirlemek amacıyla da uyarlanmıştır. Çalışma sonunda, en uygun model yöntemi olarak Pace Regression seçilmiş ve bu yöntemle tahmin tabloları oluşturulmuştur.

Tüm eğitim setinde Pace Regression yöntemine dayalı olarak oluşturulan tahmin modelleri, tablolarda sunulmuştur. Pace Regression için standart parametreler kullanılmıştır.

4.1.3. 2022 Yılına Ait Verilerin Tahmin Modelleri

Kullanılan geleneksel tuzaklara uygun olarak belirlenen yön ve parametrelere uygun yapılan analizler aşağıda sunulmuştur.

Geleneksel tuzak için belirlenen parametrelere göre model yöntemleri ve zararlı tahminleri

Yapılan deneme sonuçlarına göre belirlenerek uygun tahmin modelleri oluşturulmuştur ve aşağıdaki tablolarda gösterilmiştir.

Tablo 4.29. Tüm eğitim setindeki geleneksel tek tuzak için zararlı ergin sayısı tahmin modeli

$$241.075 - 0.1057 \times nem + 0.2518 \times hbasinci - 0.5512 \times abasinc + 0.0547 \times ruzgar + 0.3382 \times gtezarar-d + 0.6623 \times gtekzarar-n$$

Pace Regression yöntemiyle elde edilen tek tuzak bulunduran tahmin modeline göre, ergin sayısını pozitif yönde etkileyen değişkenin *gtekarar-n* olduğu görölmektedir.

Tablo 2.30. Geleneksel tekli tuzağın Pace Regression modeline bağlı olarak yapılan ergin zararlı tahminin performans başarı metrikleri ve değerleri (tüm eğitim seti için)

Korelasyon Katsayısı	0.951
Ortalama Mutlak Hata	0.984
Kök Ortalama Kare Hata	1.188
Görelili Mutlak Hata	% 35.91
Kök Görelili Kare Hata	% 30.85

Tablo 2.31. Tüm eğitim setindeki geleneksel tek tuzak için zararlı nimf sayısı tahmin modeli

$$-103.3412 + 0.0211 \times nem + 0.1727 \times hbasinci - 0.0755 \times abasinc + 0.1414 \times sicaklik + 0.0281 \times ruzgar + 0.2846 \times gtekzarar-e + 0.0597 \times gtezarar-d$$

Pace Regression yöntemiyle elde edilen tek tuzak bulunduran tahmin modeline göre, nimf sayısını pozitif yönde etkileyen değişkenin *gtekzarar-e* olduğu ve nimf sayısını negatif yönde etkileyen değişkenin ise *abasinci* olduğu görülmektedir.

Tablo 4.32. Geleneksel tekli tuzağın Pace Regression modeline bağlı olarak yapılan nimf tahminin performans başarı metrikleri ve değerleri (tüm eğitim seti için)

Korelasyon Katsayısı	0.894
Ortalama Mutlak Hata	0.594
Kök Ortalama Kare Hata	0.765
Görelî Mutlak Hata	%49.09
Kök Görelî Kare Hata	%44.66

Tablo 4.33. Tüm eğitim setindeki geleneksel tek tuzak için zararlı darbe vuruşlu ergin sayısı tahmin modeli

$$206.2346 + 0.2 \times nem + -1.0429 \times hbasinci + 0.952 \times abasinc -0.7499 \times sicaklik + 1.4833 \times gtekzarar-e$$

Pace Regression yöntemiyle elde edilen tek tuzak bulunduran açıklanabilir tahmin modeline göre, darbe vuruş etkili ergin sayısını pozitif yönde etkileyen değişkenin *gtekzarar-e* olduğu ve darbe vuruş etkili ergin sayısını negatif yönde etkileyen değişkenin ise *hbasinci* olduğu görülmektedir.

Tablo 4.34. Geleneksel tek tuzak için darbe vuruşlu ergin zararlı tahminin performans başarı metrikleri ve değerleri (tüm eğitim seti için)

Korelasyon Katsayısı	0.951
Ortalama Mutlak Hata	2.120
Kök Ortalama Kare Hata	2.525
Görelî Mutlak Hata	%35.96
Kök Görelî Kare Hata	% 30.70

Tablo 4.35. Tüm eğitim setindeki geleneksel üçlü tuzak için zararlı ergin sayısının güney yönüne göre tahmin modeli

$$387.6277 + 0.1564 \times nem -0.3843 \times hbasinci + 0.002 \times ruzgar -0.2254 \times kuzey_e_ort + 0.9228 \times orta_e_ort -0.6463 \times kuzey_n_ort -0.4951 \times guney_n_ort -0.6996 \times orta_n_ort +1.3394 \times kuzey_d_ort -0.4471 \times guney_d_ort +0.3865 \times orta_d_ort$$

Elde edilen üçlü tuzak bulunduran tahmin modeline göre ergin sayısını pozitif yönde etkileyen değişkenin *kuzey_d_ort* olduğu ve nem, darbe vuruş etkili ergin sayısını negatif yönde etkileyen değişkenin ise *kuzey_n_ort* olduğu görülmektedir.

Tablo 4.36.Geleneksel üçlü tuzak için ergin zararlı tahmininin güney yönüne göre performans başarı metrikleri ve değerleri (tüm eğitim seti için)

Korelasyon Katsayısı	0.964
Ortalama Mutlak Hata	1.592
Kök Ortalama Kare Hata	1.966
Görelî Mutlak Hata	%28.47
Kök Görelî Kare Hata	%26.45%

Tablo 4.37. Tüm eğitim setindeki geleneksel üçlü tuzak için zararlı nimf sayısının güney yönüne göre modeli

$$-0.7494 + 0.3321 \times \text{kuzey_e_ort} + 0.3096 \times \text{kuzey_n_ort}$$

Üçlü tuzağa göre oluşturulan tahmin modeline göre nimf sayısını pozitif yönde etkileyen değişkenin *kuzey_e_ort* olduğu görülmektedir.

Tablo 4.38.Geleneksel üçlü tuzak için nimf zararlı tahmininin güney yönüne göre performans başarı metrikleri ve değerleri (tüm eğitim seti için)

Korelasyon Katsayısı	0.959
Ortalama Mutlak Hata	0.493
Kök Ortalama Kare Hata	0.615
Görelî Mutlak Hata	%32.94
Kök Görelî Kare Hata	%28.19

Tablo 4.39.Tüm eğitim setindeki geleneksel üçlü tuzak için zararlı darbe vuruşu ergin sayısının güney yönüne göre modeli

$$238.2226 - 0.2289 \times \text{hbasinci} - 0.2987 \times \text{sicaklik} + 0.425 \times \text{kuzey_e_ort} - 0.1662 \times \text{guney_e_ort} + 1.0593 \times \text{kuzey_d_ort}$$

Üçlü tuzak bulunduran tahmin modeline göre darbe vuruş etkili ergin sayısını pozitif yönde etkileyen değişkenin *kuzey_d_ort* olduğu ve darbe vuruş etkili ergin sayısını negatif yönde etkileyen değişkenin ise *sicaklik* olduğu görülmektedir.

Tablo 4.40.Geleneksel üçlü tuzak için darbe vuruşlu ergin zararlı tahmininin güney yönüne göre performans başarı metrikleri ve değerleri (tüm eğitim seti için)

Korelasyon Katsayısı	0.991
Ortalama Mutlak Hata	0.760
Kök Ortalama Kare Hata	1.013
Görelî Mutlak Hata	%15.10
Kök Görelî Kare Hata	%13.48

Geleneksel dörtlü tuzak için belirlenen kademelere göre model yöntemleri ve zararlı tahminleri;

Tablo 4.41.Tüm eğitim setindeki geleneksel dörtlü tuzak için zararlı ergin sayısının güney yönüne göre tahmin modeli

$$1.5229 + 0.1609 \times nem + 0.9614 \times kuzey_e_ort - 0.6783 \times kuzey_n_ort + 0.5416 \times dogu_d_ort - 0.2749 \times batı_d_ort$$

Dörtlü tuzağa göre oluşturulan tahmin modeline göre ergin sayısını pozitif yönde etkileyen değişkenin *kuzey_e_ort* olduğu ve ergin sayısını negatif yönde etkileyen değişkenin ise *kuzey_n_ort* olduğu görülmektedir.

Tablo 4.42.Geleneksel dörtlü tuzakta **ergin** zararlı tahmininin güney yönüne göre performans başarı metrikleri ve değerleri (tüm eğitim seti için)

Korelasyon Katsayısı	0.977
Ortalama Mutlak Hata	1.596
Kök Ortalama Kare Hata	2.076
Görelî Mutlak Hata	%21.21
Kök Görelî Kare Hata	%21.64

Tablo 4.43.Tüm eğitim setindeki geleneksel dörtlü tuzak için zararlı nimf sayısının güney yönüne göre tahmin modeli

$$-5.2031 + 0.1616 \times sicaklik + 0.4249 \times kuzey_n_ort + 0.413 \times dogu_n_ort + 0.101 \times batı_d_ort$$

Dörtlü tuzağa göre elde edilen tahmin modeline göre, ergin sayısını pozitif yönde etkileyen değişkenin *kuzey_n_ort* olduğu görülmektedir.

Tablo 4.44.Geleneksel dörtlü tuzak için nimf zararlı tahmininin güney yönüne göre performans başarı metrikleri ve değerleri (tüm eğitim seti için)

Korelasyon Katsayısı	0.981
Ortalama Mutlak Hata	0.304
Kök Ortalama Kare Hata	0.375
Görelî Mutlak Hata	%22.57
Kök Görelî Kare Hata	%19.56

Tablo 4.45.Tüm eğitim setindeki geleneksel dörtlü tuzak için zararlı darbe vuruşlu ergin sayısının güney yönüne göre tahmin modeli

$$-1.7643 + 0.0694 \times ruzgar -0.2398 \times dogu_e_ort +0.1205 \times batı_e_ort -0.6317 \times kuzey_n_ort + 0.3797 \times guney_n_ort + 0.6691 \times dogu_n_ort +0.137 \times kuzey_d_ort + 0.3696 \times dogu_d_ort +0.5804 \times batı_d_ort$$

Dörtlü tuzak bulunduran yapıya göre elde edilen tahmin modeline göre darbe vuruş etkili ergin sayısını pozitif yönde etkileyen değişkenin *dogu_n_ort* olduğu ve darbe vuruş etkili ergin sayısını negatif yönde etkileyen değişkenin *dogu_e_ort* olduğu görülmektedir.

Tablo 4.46.Geleneksel dörtlü tuzak için darbe vuruşlu ergin zararlı tahmininin güney yönüne göre performans başarı metrikleri ve değerleri (tüm eğitim seti için)

Korelasyon Katsayısı	0.995
Ortalama Mutlak Hata	0.700
Kök Ortalama Kare Hata	0.961
Görelî Mutlak Hata	%11.46
Kök Görelî Kare Hata	%10.48

İkinci olarak 1023 no'lu tuzaklara uygun olarak belirlenen yön ve parametrelere uygun yapılan analizler aşağıda sunulmuştur:

1023 No'lu tuzak için belirlenen parametrelere göre model yöntemleri ve zararlı tahminleri

Tablo 4.47. Tüm eğitim setindeki 1023 No'lu tek tuzak için zararlı ergin sayısı tahmin modeli

$$28.0334 + 0.053 \times nem - 0.8432 \times sicaklik + 0.5249 \times db$$

Tek tuzak bulunduran yapıya göre elde edilen tahmin modeline göre, ergin sayısını pozitif yönde etkileyen değişkenin *db* olduğu ve ergin sayısını negatif yönde etkileyen değişkenin *sicaklik* olduğu görülmektedir.

Tablo 4.48. 1023 no'lu tekli tuzağın **ergin** zararlı tahminin performans başarı metrikleri ve değerleri (tüm eğitim seti için)

Korelasyon Katsayısı	0.899
Ortalama Mutlak Hata	2.355
Kök Ortalama Kare Hata	2.874
Görelî Mutlak Hata	%45.26
Kök Görelî Kare Hata	%43.24

Tablo 4.49. Tüm eğitim setindeki 1023 no'lu tek tuzak için zararlı nimf sayısı tahmin modeli

$$-112.6238 + 0.1337 \times abasinc + 0.1493 \times db$$

Tek tuzak bulunduran sistem için oluşturulan tahmin modeline göre nimf sayısını pozitif yönde etkileyen değişkenin *db* olduğu görülmektedir.

Tablo 4.50. 1023 no'lu tekli tuzağa göre nimf tahmininin performans başarı metrikleri ve değerleri (tüm eğitim seti için)

Korelasyon Katsayısı	0.798
Ortalama Mutlak Hata	0.589
Kök Ortalama Kare Hata	0.748
Görelî Mutlak Hata	%77.68
Kök Görelî Kare Hata	%60.18

Tablo 4.51. Tüm eğitim setindeki 1023 'lu tek tuzak için zararlı darbe vurmuş ergin sayısı tahmin modeli

$$707.1061 - 0.8124 \times abasinc + 0.4892 \times e + 2.6917 \times n$$

Tek tuzaklı sisteme göre oluşturulan tahmin modeline göre darbe vurmuş etkili ergin sayısını pozitif yönde etkileyen değişkenin *n* olduğu ve darbe vurmuş etkili ergin sayısını negatif yönde etkileyen değişkenin *abasinci* olduğu görülmektedir.

Tablo 4.52. 1023 no'lu tek tuzak için darbe vuruşlu ergin zararlı tahminin performans başarı metrikleri ve değerleri (tüm eğitim seti için)

Korelasyon Katsayısı	0.902
Ortalama Mutlak Hata	2.248
Kök Ortalama Kare Hata	3.044
Görelî Mutlak Hata	%53.09
Kök Görelî Kare Hata	%43.15

Tablo 4.53. Tüm eğitim setindeki 1023 no'lu üçlü tuzak için zararlı ergin sayısının güney yönüne göre tahmin modeli

$$79.5302 - 0.0211 \times nem - 0.1148 \times hbasinci + 0.0464 \times abasinc - 0.1638 \times sicaklik + 0.0553 \times ruzgar - 0.1057 \times kuzey_e_ort - 0.0793 \times orta_e_ort + 0.8391 \times kuzey_n_ort + 0.0984 \times guney_n_ort - 0.2525 \times orta_n_ort + 0.2646 \times kuzey_d_ort + 0.6956 \times guney_d_ort + 0.0982 \times orta_d_ort$$

Üçlü tuzak bulunduran sistemde elde edilen tahmin modeline göre, ergin sayısını pozitif yönde etkileyen değişkenin *kuzey_n_ort* olduğu ve ergin sayısını negatif yönde etkileyen değişkenin *orta_n_ort* olduğu görülmektedir.

Tablo 4.54. 1023 no'lu üçlü tuzak için ergin zararlı sayısının tahmininin güney yönüne göre performans başarı metrikleri ve değerleri (tüm eğitim seti için)

Korelasyon Katsayısı	0.995
Ortalama Mutlak Hata	0.634
Kök Ortalama Kare Hata	0.799
Görelî Mutlak Hata	%12.49
Kök Görelî Kare Hata	%9.81

Tablo 4.55. Tüm eğitim setindeki 1023 no'lu üçlü tuzak için zararlı nimf sayısının güney yönüne göre modeli

$$1.8539 + 0.149 \times guney_e_ort + 0.1914 \times orta_e_ort - 0.1448 \times guney_d_ort + 0.2826 \times orta_d_ort$$

Üçlü tuzak içeren tahmin modeline göre nimf sayısını pozitif yönde etkileyen değişkenin *orta_d_ort* olduğu ve nimf sayısını negatif yönde etkileyen değişkenin *guney_d_ort* olduğu görülmektedir.

Tablo 4.56. 1023 no'lu üçlü tuzak için nimf zararlı tahmininin güney yönüne göre performans başarı metrikleri ve değerleri (tüm eğitim seti için)

Korelasyon Katsayısı	0.918
Ortalama Mutlak Hata	0.964
Kök Ortalama Kare Hata	1.177
Görelî Mutlak Hata	%41.97
Kök Görelî Kare Hata	%39.59

Tablo 4.57. Tüm eğitim setindeki 1023 no'lu üçlü tuzak için zararlı darbe vuruşu ergin sayısının güney yönüne göre modeli

$$-4.3915 + 0.2774 \times hbasinci - 0.3146 \times abasinc + 0.2357 \times sicaklik + 0.1686 \times kuzey_e_ort + 0.9026 \times guney_e_ort + 0.0915 \times orta_e_ort - 0.5235 \times kuzey_n_ort - 0.2757 \times guney_n_ort + 0.2649 \times orta_n_ort + 0.1443 \times kuzey_d_ort - 0.063 \times orta_d_ort$$

Üçlü tuzak bulunduran tahmin modeline göre darbe vuruş etkili ergin sayısını pozitif yönde etkileyen değişkenin *güney_e_ort* olduğu ve darbe vuruş etkili ergin sayısını negatif yönde etkileyen değişkenin *abasinci* olduğu görülmektedir.

Tablo 4.58. 1023 no'lu üçlü tuzağa göre darbe vuruşlu ergin zararlı tahmininin güney yönüne göre performans başarı metrikleri ve değerleri (tüm eğitim seti için)

Korelasyon Katsayısı	0.994
Ortalama Mutlak Hata	0.683
Kök Ortalama Kare Hata	0.849
Görelî Mutlak Hata	%13.84
Kök Görelî Kare Hata	%10.30

Tablo 4.59. Tüm eğitim setindeki 1023 no'lu dördlü tuzak için zararlı ergin sayısının güney yönüne göre tahmin modeli.

$$528.6141 - 0.5195 \times hbasinci - 0.2595 \times sicaklik + 0.8424 \times batı_e_ort + -0.6101 \times guney_n_ort + 0.3405 \times dogu_d_ort$$

Dördlü tuzak sistemi için oluşturulan tahmin modeline göre ergin sayısını pozitif yönde etkileyen değişkenin *batı_e_ort* olduğu ve ergin sayısını negatif yönde etkileyen değişkenin *güney_n_ort* olduğu görülmektedir.

Tablo 4.60. 1023 no'lu dördlü tuzak için ergin zararlı tahmininin güney yönüne göre performans başarı metrikleri ve değerleri (tüm eğitim seti için)

Korelasyon Katsayısı	0.990
Ortalama Mutlak Hata	0.911
Kök Ortalama Kare Hata	1.217
Görelî Mutlak Hata	%13.97
Kök Görelî Kare Hata	%13.92

Tablo 4.61. Tüm eēitim setindeki 1023 no’lu dörtlü tuzak iēin zararlı nimf sayısının güney yönüne göre modeli

$$196.115 + 0.0121 \times nem - 0.1939 \times hbasinci - 0.0733 \times sicaklik + 0.0243 \times ruzgar - 0.1546 \times guney_e_ort + 0.0595 \times dogu_e_ort + 0.0818 \times batı_e_ort + 0.78 \times kuzey_n_ort + 0.0527 \times batı_n_ort + 0.0528 \times guney_d_ort$$

Dörtlü tuzak bulunduran siteme göre elde edilen tahmin modeli incelendiēinde, nimf sayısını pozitif yönde etkileyen deēiēkenin *kuzey_n_ort* olduēu ve nimf sayısını negatif yönde etkileyen deēiēkenin *hbasinci* olduēu görülmektedir.

Tablo 4.62. 1023 no’lu dörtlü tuzak iēin nimf zararlı tahmininin güney yönüne göre performans baēarı metrikleri ve deēerleri (tüm eēitim seti iēin)

Korelasyon Katsayısı	0.942
Ortalama Mutlak Hata	0.463
Kök Ortalama Kare Hata	0.555
Greli Mutlak Hata	%46.33
Kök Greli Kare Hata	%33.63

Tablo 4.63. Tüm eēitim setindeki 1023 no’lu dörtlü tuzak iēin zararlı darbe vuruēlu ergin sayısının güney yönüne göre modeli

$$-270.7727 - 0.0547 \times nem + 0.4197 \times hbasinci - 0.1765 \times abasinc + 0.2832 \times sicaklik + 0.0402 \times ruzgar + 0.0982 \times kuzey_e_ort + 0.1779 \times guney_e_ort - 0.2816 \times dogu_e_ort + 0.0957 \times batı_e_ort - 0.0693 \times kuzey_n_ort + 0.4525 \times guney_n_ort + 0.3522 \times dogu_n_ort - 0.2717 \times batı_n_ort + 0.1659 \times kuzey_d_ort + 0.1247 \times dogu_d_ort + 0.701 \times batı_d_ort$$

Dörtlü tuzak bulunduran tahmin modeline göre darbe vuruē etkili ergin sayısını pozitif yönde etkileyen deēiēkenin *batı_d_ort* olduēu ve darbe vuruē etkili ergin sayısını negatif yönde etkileyen deēiēkenin *batı_n_ort* olduēu görülmektedir.

Tablo 4.64. 1023 no’lu dörtlü tuzak iēin darbe vuruēlu ergin zararlı tahmininin güney yönüne göre performans baēarı metrikleri ve deēerleri (tüm eēitim seti iēin)

Korelasyon Katsayısı	0.989
Ortalama Mutlak Hata	0.863
Kök Ortalama Kare Hata	1.209
Greli Mutlak Hata	%17.28
Kök Greli Kare Hata	%14.26

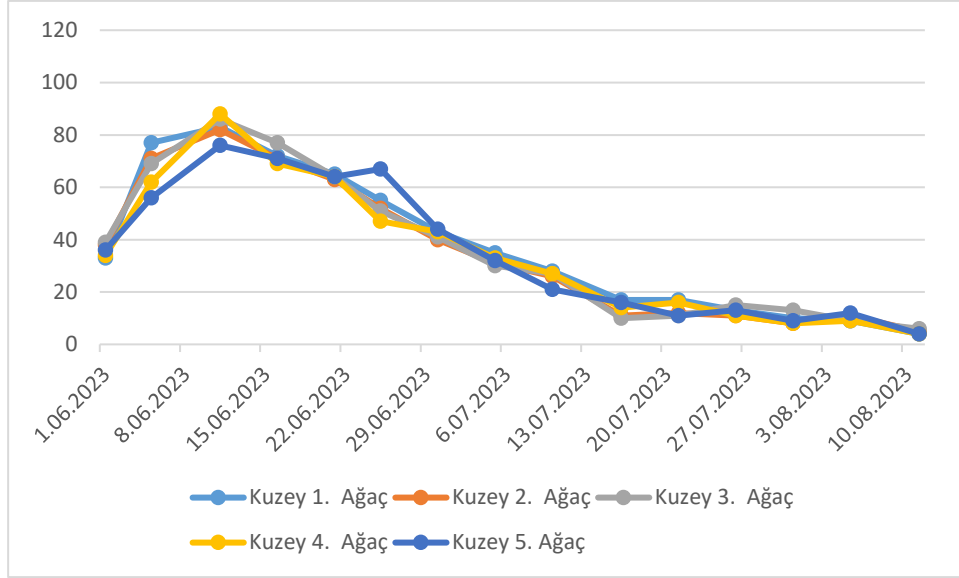
Yapılan çalışmalar sonucunda, *Cacopsylla pyri* ile mücadelede tuzak yerleştirme yönü ve sayısı dikkate alınarak önceden tahmin yapabilen ve erken uyarı sağlamak amacıyla modellemeler geliştirilmiştir. Çeşitli ekolojik parametreler ve tuzak yerleştirme faktörleri, en verimli mücadele stratejisini belirlemek için analiz edilmiştir. Bu tahmin modelleri, armut psilidi mücadelesi ve entegre zararlı yönetimi bağlamında, farklı zarar türlerinin kontrolü için bir örnek teşkil etmektedir.

4.2. 2023 Yılı Yapılan Çalışma Sonuçları

Bu çalışmada, armut psilidi popülasyonlarının farklı yönlere göre dağılımı ayrıntılı bir şekilde incelenmiştir. Zararlı popülasyonları, ergin sayısı, nimf sayısı ve darbe etkisiyle oluşan ergin sayısı olmak üzere üç farklı gelişim aşamasına göre sınıflandırılmıştır. Analizlerin ardından, 2023 yılı verileri ile çalışmalara başlanmış ve haftalık veri toplama süreci, 1023 no'lu tuzak kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Tuzaklar, kuzey, güney, doğu ve batı yönlerine uygun olarak yerleştirilmiş ve her bir yön için ayrı ağaçlar üzerine tuzaklar kurulmuştur. Araştırma, armut psilidi popülasyonlarının yanı sıra, doğal düşman popülasyonlarını da haftalık olarak sayılmış ve bu veriler de yönlere göre kaydedilmiştir. Çalışmanın amacı doğrultusunda, çevresel faktörlerin etkisi olan rüzgâr, sıcaklık ve nem verileri düzenli olarak toplanmış ve tablolar halinde sunulmuştur. 2023 yılına ait veriler, 1023 no'lu tuzak kullanılarak elde edilmiştir. Geçen yıl yapılan çalışmalarda, farklı tuzak sayıları ve yönler dikkate alınarak bu yöntemlerin uygun olduğu tespit edilmiştir ve çalışmaların doğruluğunu artırmak amacıyla bu yöntemlere devam edilmiştir.

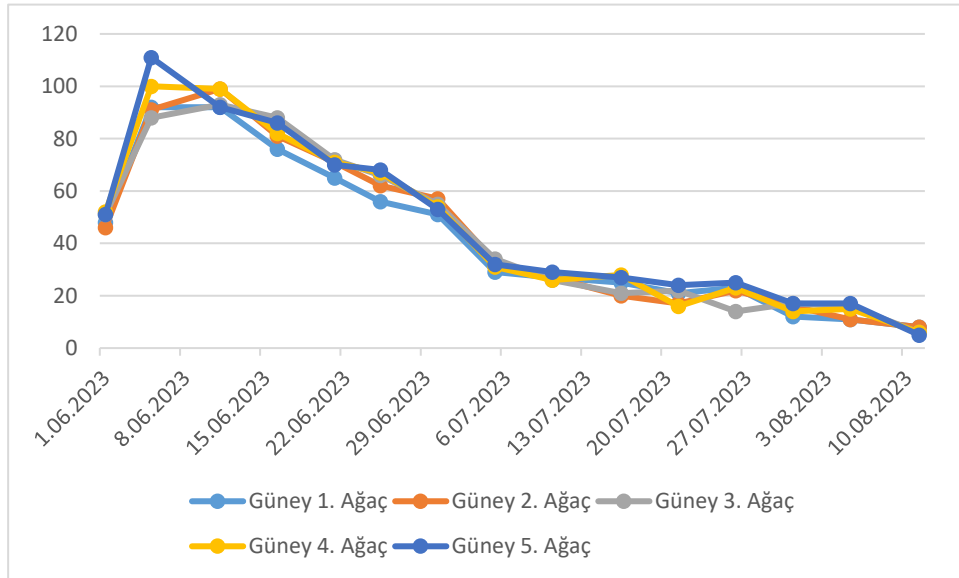
4.2.1. 1023 No'lu Tuzak İçin Yapılan Çalışmanın Sayısal Verilere Göre Zararlı Popülasyon Değişimleri

Kaydedilen verilerle, 1023 no'lu tuzak için zararlı ergin sayısının zamana bağlı değişimi belirlenen yönlere göre grafikler halinde sunulmuştur. Bu grafikler, Şekil 4.67, 4.68, 4.69 ve 4.70'de gösterilmektedir. Bu görseller, zararlı popülasyonlarının farklı yönlerdeki dinamiklerini ve zaman içindeki değişimlerini görsel olarak ortaya koymaktadır.



Şekil 4.67. Armut ağacının kuzey yönüne asılan tuzaklara yakalanan erginlerin popülasyon değişimi

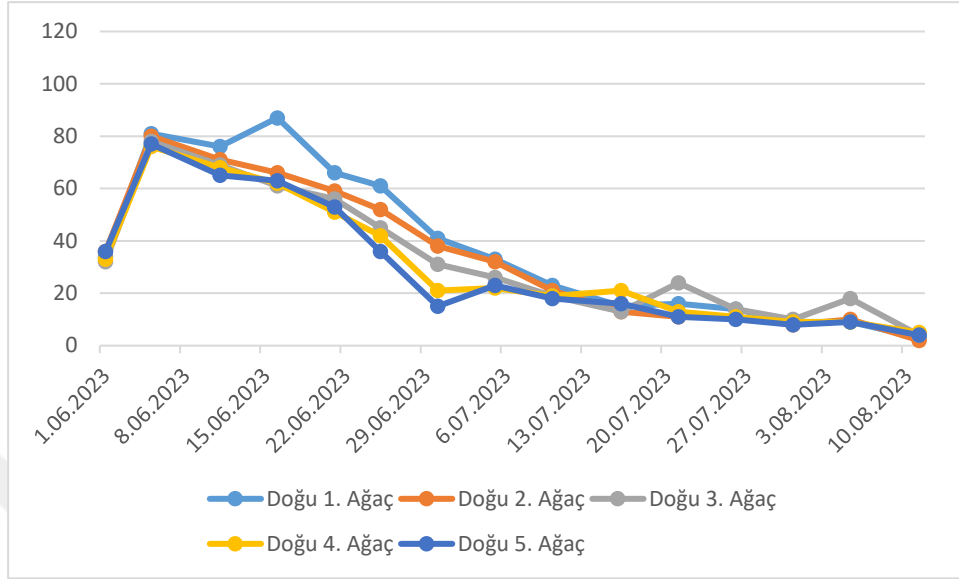
Haziran başında, zararlı ergin sayısında belirgin bir aktivite gözlemlenirken, 5 Haziran'dan itibaren düşüş yaşanmıştır. Haziran ortasına kadar bazı dalgalanmalar olsa da, genel eğilim popülasyonun azalması yönündedir. Temmuz ortası itibarıyla ise zararlı sayısı genellikle düşük seviyelerde kalmış ve kontrol altında tutulmuştur. Bu durum, zararlı yönetimi açısından olumlu bir gösterge olarak değerlendirilmektedir.



Şekil 4.68. Armut ağacının güney yönüne asılan tuzaklara yakalanan erginlerin popülasyon değişimi

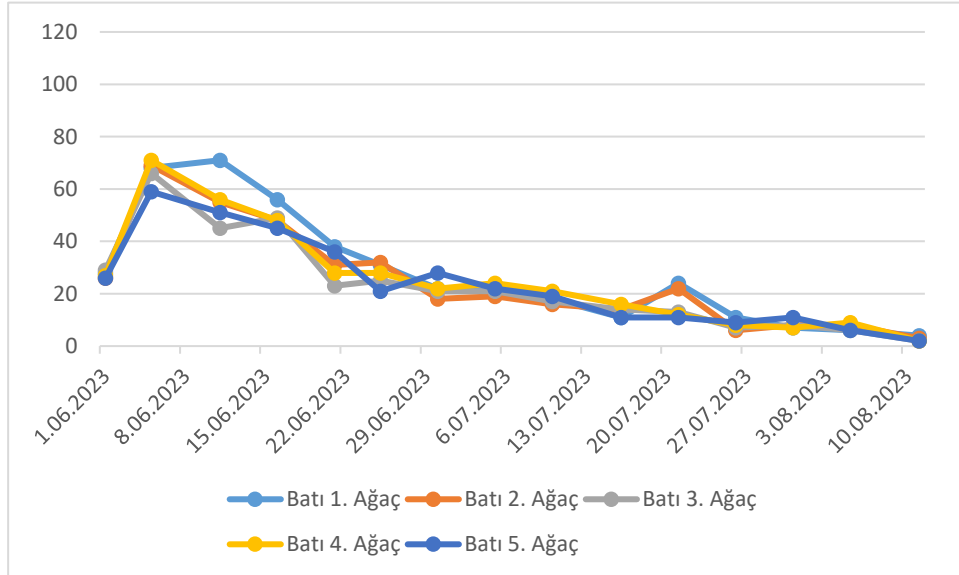
Genel olarak, Haziran ayında tüm ağaçlarda yüksek değerler gözlemlenmiştir. Bu, mevsimsel bir etki ya da diğer çevresel faktörlerden kaynaklandığı düşünülmektedir. Temmuz

ayında, her ağaçta keskin bir düşüş yaşanmıştır. Ağustos ayında, veriler daha da düşmüş ve düşük seviyelerde kalmıştır.



Şekil 4.69. Armut ağacının doğu yönüne asılan tuzaklara yakalanan erginlerin popülasyon değişimi

Şekil 4.69 incelendiğinde; Haziran ayında yüksek başlangıç değerleri, ardından bir azalma başlamış. Temmuz ayı ise Haziran'daki artışın ardından belirgin bir düşüş yaşanmıştır. Ağustos ayı ile beraber Temmuz'dan sonra hafif bir artış yaşanmış ancak veriler genel olarak düşük kalmıştır.

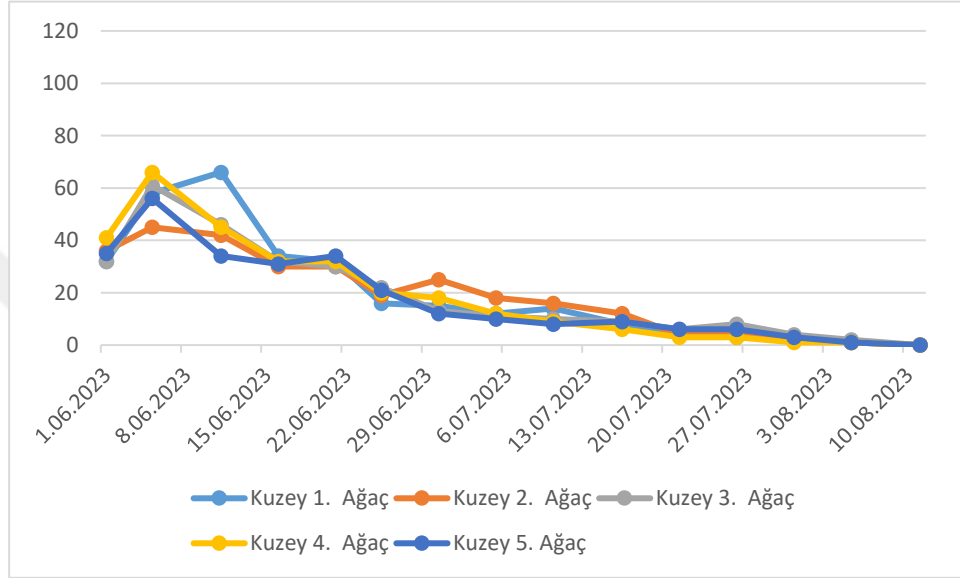


Şekil 4.70. Armut ağacının batı yönüne asılan tuzaklara yakalanan erginlerin popülasyon değişimi

Haziran ayında yüksek başlangıç değerleri gözlemlenmiş, ancak ay boyunca belirgin bir düşüş yaşanmıştır. Ay sonunda değerler daha da düşük seviyelere inmiştir. Haziran ayında başlayan

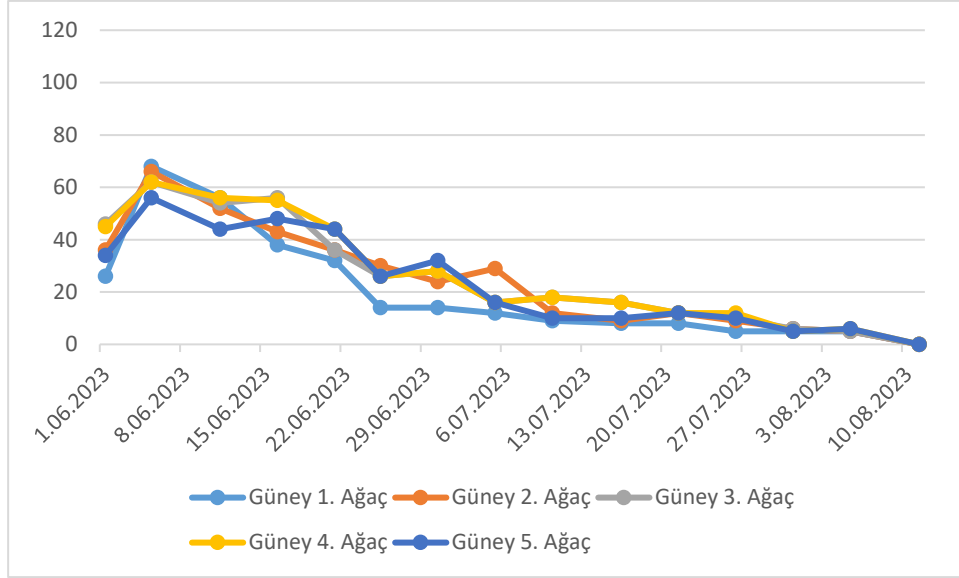
düşüş Temmuz ayında devam etmiştir. İlk haftalarda değerler biraz daha düşük seviyelere gelmiştir, ayın sonlarına doğru ise belirli bir stabilite görülmüştür. Ağustos ayında düşük seviyelerde kalmış, çok küçük bir artış yaşanmış ancak genel olarak veriler düşük seviyelerde kalmıştır.

Kaydedilen verilerle, 1023 no'lu tuzak için, zararlı nimf sayısının zamana bağlı değişimi belirlenen yönler göre grafikleri çizilmiştir. Bu grafikler Şekil 4.71, 4.72, 4.73 ve 4.74'de gösterilmiştir.



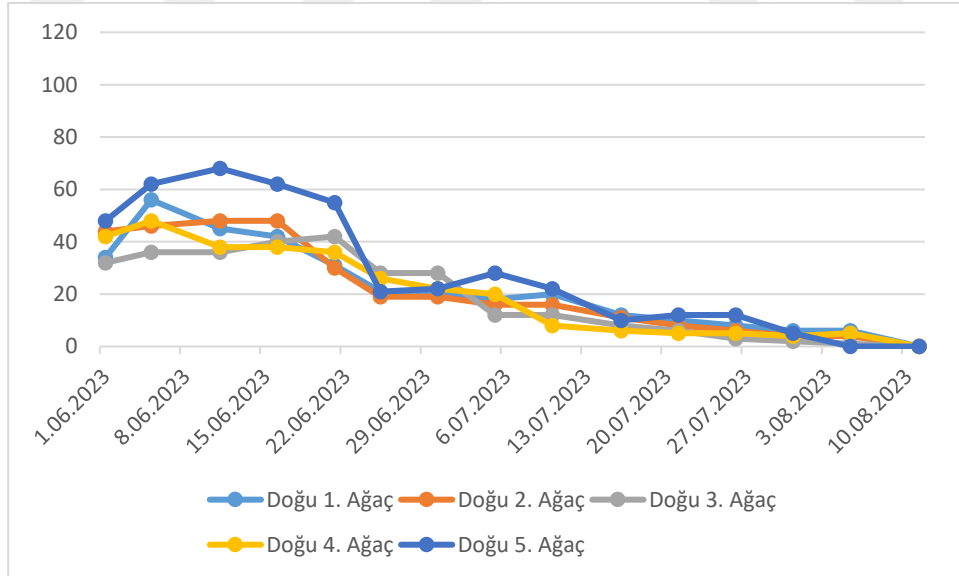
Şekil 4.71. Armut ağacının kuzey yönüne asılan tuzaklara yakalanan nimflerin popülasyon değişimi

Şekil 4.71 incelendiğinde; Haziran ayında veriler yüksek seviyelerde başlamış ve ayın sonuna doğru azalmaya başlamıştır. Temmuz ayında ise Haziran ayına göre düşüş devam etmiş ve veriler Temmuz boyunca azalmaya devam etmiştir. Ağustos ayında veriler minimum seviyeye düşmüş ve sıfır noktasına ulaşmıştır.



Şekil 4.72. Armut ağacının güney yönüne asılan tuzaklara yakalanan nimflerin popülasyon değişimi

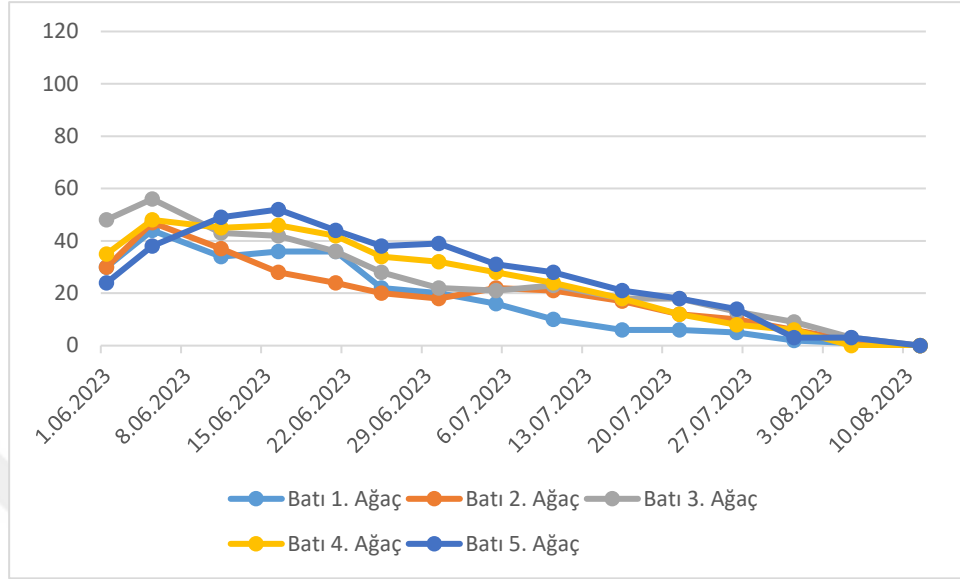
Güney yönündeki tuzaklardaki zararlı nimf sayıları, başlangıçta yüksek seviyelerde iken, Haziran ortasından itibaren belirgin bir düşüş göstermiştir. Temmuz ayı boyunca nimf sayıları giderek azalmış ve Ağustos ayında tüm tuzaklarda sıfıra inmiştir. Bu veriler, zararlı popülasyonunda ki düşüşü net bir şekilde ortaya koymaktadır.



Şekil 4.73. Armut ağacının doğu yönüne asılan tuzaklara yakalanan nimflerin popülasyon değişimi

Haziran ayında nimf popülasyonunun yüksek seviyelerde başladığı ve ay sonuna kadar bu düzeyde devam ettiği, ardından ise bir azalma sürecine girdiği gözlemlenmektedir. Temmuz ayında bu azalma daha belirgin hale gelmiş ve nimf sayılarında sürekli bir düşüş görülmüştür. Ağustos ayında ise nimf popülasyonu en düşük seviyelere inmiş ve ay ortasında tamamen sıfırlanmıştır.

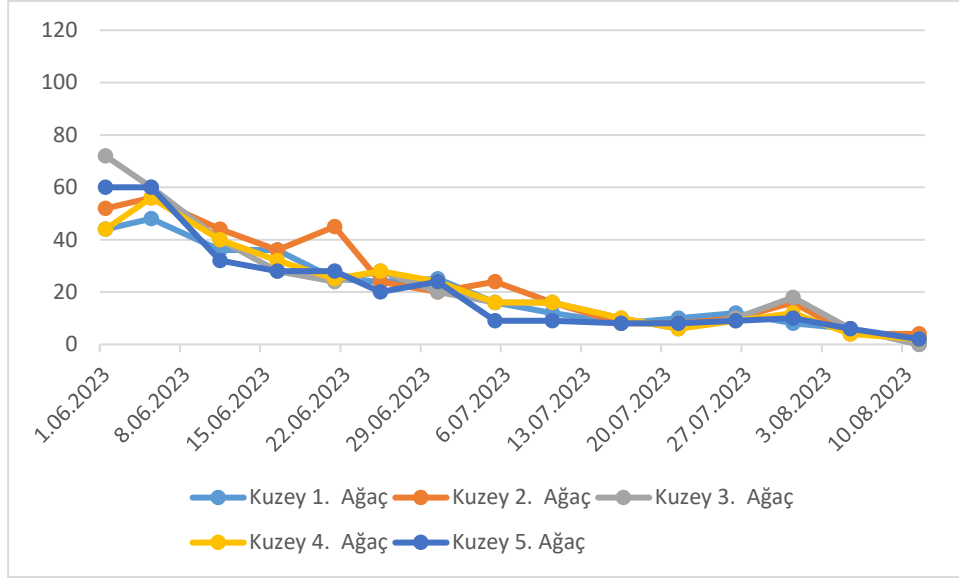
Genel olarak, yaz ayları ilerledikçe nimf popülasyonunda sürekli bir azalma yaşanmış ve Ağustos ayında popülasyon tamamen ortadan kalkmıştır.



Şekil 4.74. Armut ağacının batı yönüne asılan tuzaklara yakalanan nimflerin popülasyon değişimi

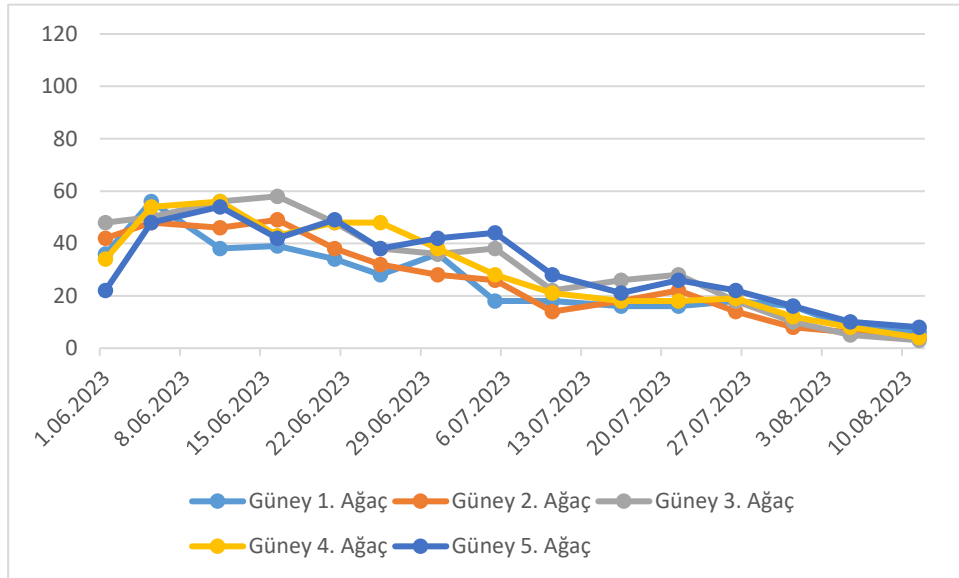
Şekil 4.74 incelendiğinde; Haziran ayında nispeten yüksek seviyelerde başlamış ve ay boyunca dalgalanmalar göstererek azalmaya başlamıştır. Temmuz ayına gelindiğinde, nimf sayılarında belirgin bir düşüş gözlenmiş ve bu düşüş ay boyunca devam etmiştir. Ağustos ayında ise nimf popülasyonu en düşük seviyelere inmiş ve ayın ortasında tamamen sıfırlanmıştır. Genel olarak, yaz ayları ilerledikçe nimf sayılarında düzenli bir azalma yaşanmış ve Ağustos ayında tamamen yok olmuştur.

Kaydedilen verilerle, 1023 no'lu tuzak için dört darbe etkili zararlı nimf sayısının zamana bağlı değişimi belirlenen yönlere göre grafikler halinde sunulmuştur. Bu grafikler, Şekil 4.75, 4.76, 4.77 ve 4.78'de yer almaktadır. Grafikleri incelemek, zararlı popülasyonlarının farklı yönlerdeki dinamiklerini ve zaman içindeki değişimlerini anlamak açısından önem taşımaktadır.



Şekil 4.75. Armut ağacının kuzey yönüne asılan tuzaklara yakalanan darbe vuruş etkili ergin sayılarının popülasyon değişimi

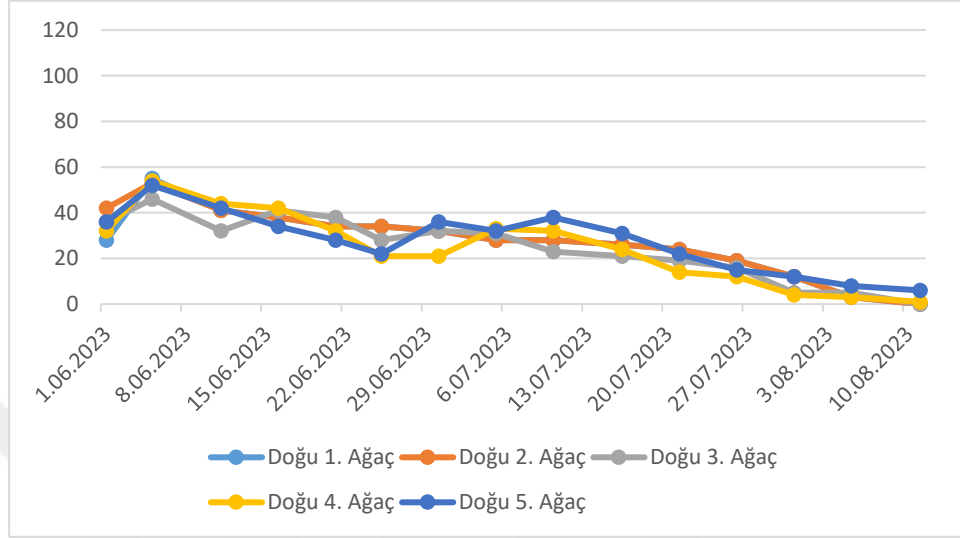
Şekil 4.75 incelendiğinde; Haziran ayında yüksek seviyelerde başlamış ve ayın ilerlemesiyle kademeli bir azalma göstermiştir. Temmuz ayında bu düşüş daha belirgin hale gelmiş ve ergin sayıları ay boyunca azalmaya devam etmiştir. Ağustos ayına gelindiğinde, ergin sayıları oldukça düşük seviyelere inmiş ve ay ortasında neredeyse sıfıra yaklaşmıştır.



Şekil 4.76. Armut ağacının güney yönüne asılan tuzaklara yakalanan darbe vuruş etkili ergin sayılarının popülasyon değişimi

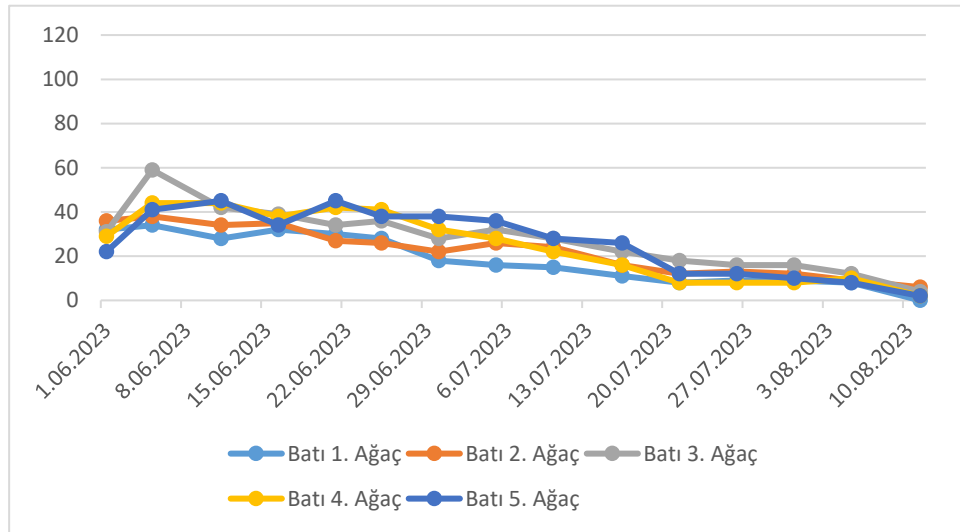
Şekil 4.76 incelendiğinde; Haziran ayında yüksek seviyelerde başlamış ve ay boyunca dalgalanmalar yaşanarak kısmen düşüş göstermiştir. Temmuz ayında bu düşüş devam etmiş, nimf sayıları özellikle ayın ortasından itibaren belirgin bir şekilde azalmaya başlamıştır. Ağustos ayında

ise nimf popülasyonu en düşük seviyelere inmiş, ancak tamamen sıfırlanmamış, yine de önemli ölçüde azalmıştır. Genel olarak, Haziran ayından Ağustos ayına kadar nimf sayılarında sürekli bir düşüş gözlenmiştir.



Şekil 4.77. Armut ağacının doğu yönüne asılan tuzaklara yakalanan darbe vuruş etkili ergin sayılarının popülasyon değişimi

Veriler, Haziran boyunca genellikle dalgalı bir seyir izlemektedir; başlangıçta yüksek değerler gözlemlenirken, ay sonuna doğru düşüş göstermektedir. Temmuz ayı popülasyon yoğunluğunda bazı günler artış ve azalışlar görülmektedir. Bunun sebebinin çevresel koşullar ve zararlıların yaşam döngüsüyle bağlantılı olduğu bilinmektedir. Ağustos ayında zararlı sayıları daha da düşerek bazı alanlarda neredeyse sıfıra yaklaşmaktadır. Genel olarak, Haziran ve Temmuz aylarında veriler yüksekken, Ağustos'ta ciddi bir düşüş yaşanmıştır.



Şekil 4.78. Armut ağacının batı yönüne asılan tuzaklara yakalanan darbe vuruş etkili ergin sayılarının popülasyon değişimi

Veriler, ilk başta artış gösterirken, ay sonuna doğru belirgin bir düşüş yaşanmaktadır. Başlangıçta yüksek değerlerle başlayan veriler, zirveye ulaştıktan sonra azalma eğilimindedir. Temmuz ayında değerler genel olarak düşerken, özellikle ay ortasında ve sonrasında bu düşüş daha belirgin hale gelmektedir. Ağustos ayında ise değerler ciddi şekilde düşük seviyelere inmiştir. Genel olarak, başlangıçta yüksek seviyeler gözlemlenmiş, ancak ilerleyen dönemde belirgin bir azalma yaşanmıştır.

Yapılan gözlemler, zararlı birey sayısındaki değişimlerin, tuzak asımının yanı sıra çevresel faktörlerle, özellikle sıcaklıkla ilişkilendirilebileceğini ortaya koymaktadır. Temmuz ayında bahçedeki sıcaklık artışı ile birlikte, zararlı sayılarında belirgin bir azalma gözlemlenmiştir. Bu durum, yüksek sıcaklıkların zararlı popülasyonlarının gelişimini olumsuz yönde etkileyebileceğini düşündürmektedir. Grafikler incelendiğinde, Doğu ve Batı yönlerine asılan tuzaklarda Haziran'dan Ağustos'a kadar zararlı birey sayısında önemli bir düşüş yaşandığı görülmektedir; bu azalma, özellikle Temmuz ayında daha belirgin hale gelmiştir. Kuzey yönünde ise birey sayıları Haziran'dan Temmuz'a kadar yüksek seyretmiş, ancak Ağustos ayında önemli bir düşüş yaşanmıştır. Güney yönünde, Haziran'dan Temmuz'a kadar bir artış gözlemlenirken, Ağustos ayında belirgin bir azalma meydana gelmiştir. Genel olarak, her yönde zararlı birey sayısında gözlemlenen bu düşüş eğilimi dikkat çekicidir. Bu değişimlerin, tuzak yerleştirme yönlerine ve aylara göre farklılık göstermesi, çevresel koşulların etkisini ve türler arasındaki biyolojik farklılıkları yansıtır olabilir. Bu bağlamda, elde edilen bulgular, zararlı yönetimi stratejilerinin geliştirilmesinde çevresel faktörlerin dikkate alınmasının önemini vurgulamaktadır. Çalışmalar, çevresel koşulların zararlı popülasyonlarının dinamiklerini önemli ölçüde etkileyebileceğini ve bu etmenlerin yönetim stratejileri geliştirilirken göz önünde bulundurulması gerektiğini ortaya koymaktadır.

Armut Psilası İle Bulaşık Bahçelerde Tespit Edilen Doğal Düşman Türleri, Popülasyonları ve 1023 Kodlu Tuzaklarına Yakalanma Sayı ve Oranları

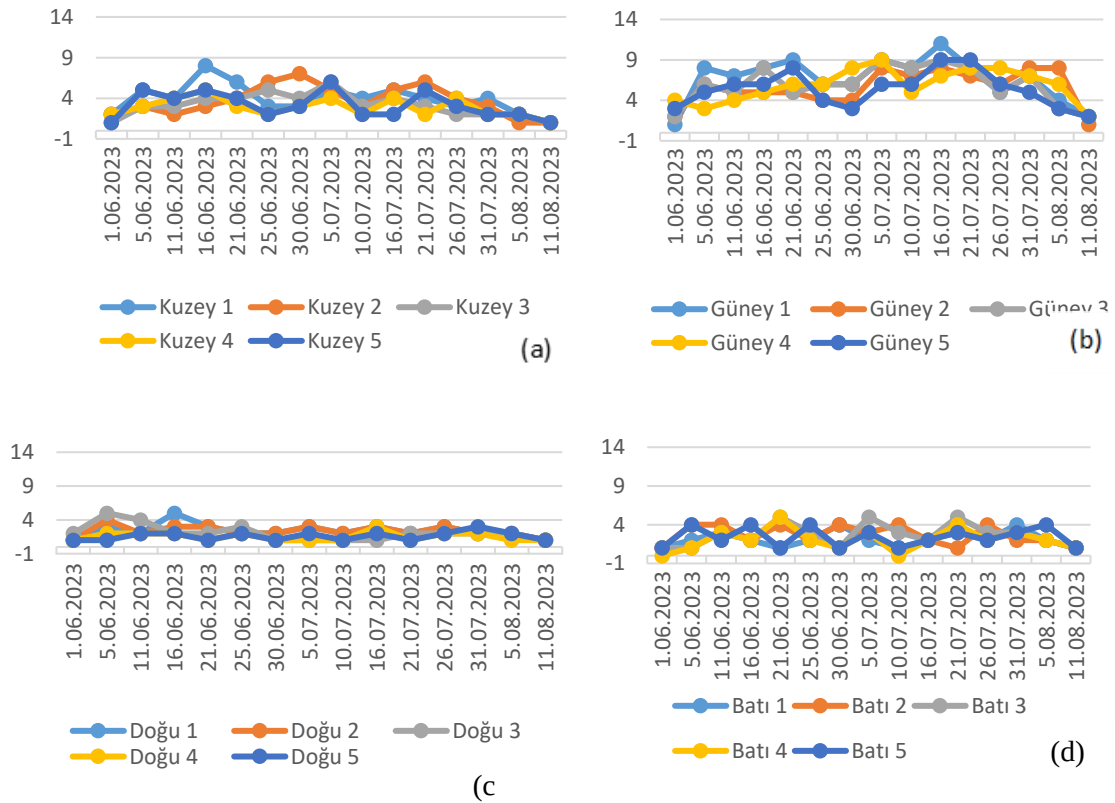
Yapılan çalışmalar sonucunda, 1023 no'lu tuzak için kaydedilen verilerle belirlenen kademelere göre grafikler oluşturulmuş ve gözlemlenen doğal düşmanlar yönlerine göre ayrıştırılarak grafikler halinde sunulmuştur. Sayımı yapılan doğal düşmanlar (Tablo 4.65), aşağıdaki tabloda verilmiştir. Bu veriler, zararlı yönetimi stratejilerinin geliştirilmesinde doğal düşmanların rolünü anlamak açısından önem taşımaktadır.

Tablo 4.65. Araştırma Bahçesinde tespit edilen predatör türler

Tür	Takım/Familya
<i>Chrysoperla carnea</i> (Stephens)	(Neuroptera: Chrysopidae)
<i>Hippodamia (Adonia) variegata</i> (Goeze)	(Coleoptera: Coccinellidae)
<i>Oenopia conglobata</i> (L.)	(Coleoptera: Coccinellidae)
<i>Adalia bipunctata</i> (Linnaeus, 1758)	(Coleoptera: Coccinellidae)
<i>Coccinella septempunctata</i> L.	(Coleoptera: Coccinellidae)
<i>Stethorus</i> sp.	(Coleoptera: Coccinellidae)
<i>Encyrtus</i> sp. Latreille, 1809	Hymenoptera: Encyrtidae/Pteromalidae
<i>Geocoris</i> sp.	(Hemiptera: Geocoridae)
<i>Orius</i> sp.	(Hemiptera: Anthocoridae)
<i>Anthocoris</i> sp.	(Hemiptera: Anthocoridae)
<i>Campylomma</i> sp.	(Hemiptera: Miridae)

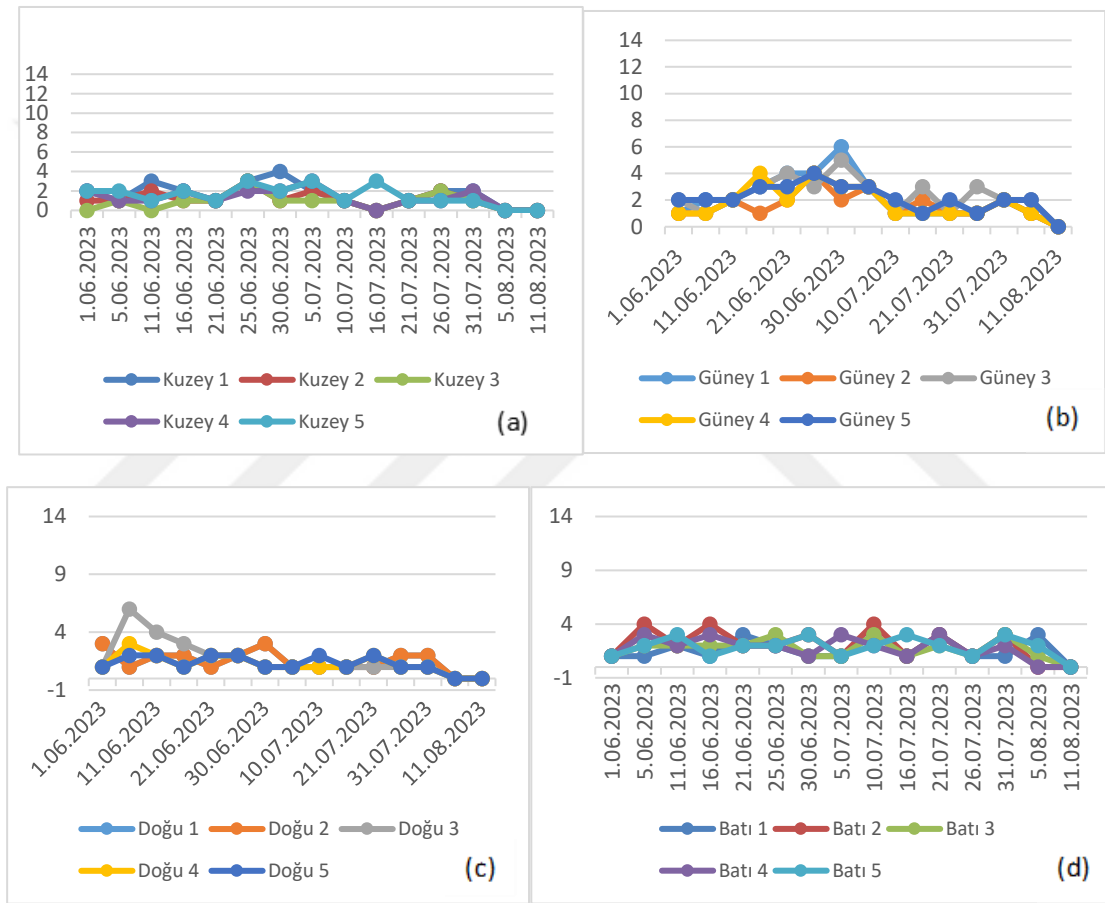
Tabloda verilen doğal düşmanlar; Bu doğal düşmanlar, armut psilisinin populasyonlarını kontrol altında tutmak ve bitkilerde zararı azaltmak için biyolojik dengeyi sağlar. Her biri, belirli aşamalarda ve zararlılara karşı etkili olarak zararlı populasyonlarının yönetiminde önemli bir rol oynar. (Mallapur ve ark., 1997).

Sayımı yapılan doğal düşmanlar, tüm yönler için grafikler haline getirildi ve değerlendirildi. Grafikler aşağıda Şekil 4.79, 4.80, 4.81, 4.82, 4.83, 4.84, 4.85, 4.86, 4.87, 4.88 ve 4.89’da gösterilmiştir



Şekil 4.79. Tüm yönlere göre 5 ağaç için zamana bağlı *Chrysoperla carnea* (Stephens) sayısının değişim grafiği (a): Kuzey yönü, (b): güney yönü, (c):doğu yönü, (d): batı yönü)

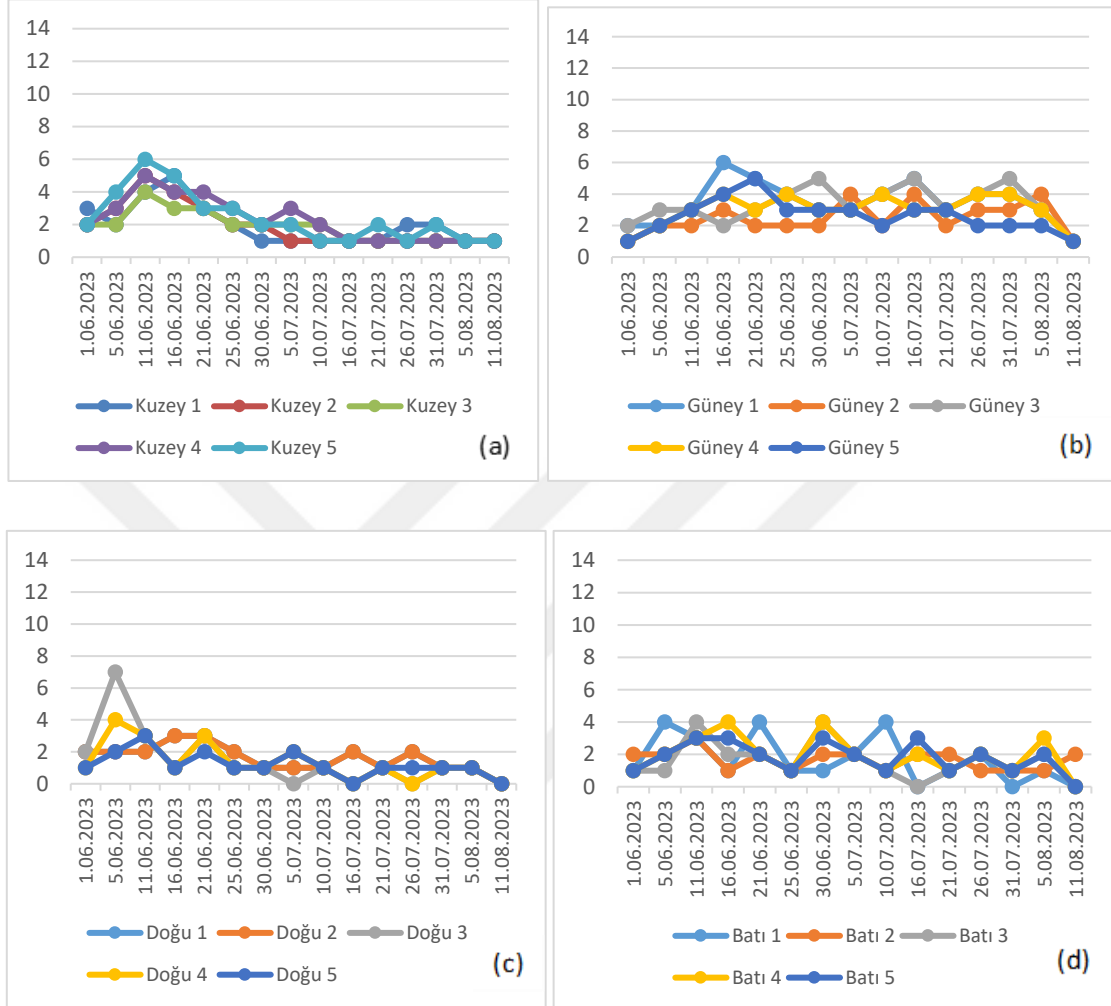
Grafikler incelendiğinde; güney yönü genellikle diğer yönlerden daha yüksek seviyelerde kalmış, Temmuz ayında yüksek değerler göstermiş, ancak Ağustos ayında düşüş yaşanmıştır. Kuzey ve Doğu yönleri düşük seviyelerde kalmış, Doğu'nun değerleri genellikle daha düşük seviyelerde kalmıştır. Batı yönü, başlangıçta düşük değerler göstermiş ve Haziran ayında kısmi artışlar yaşamış, sonra düşük seviyelerde kalmıştır. Kuzey ve Doğu yönleri daha fazla dalgalanma göstermişken, Güney ve Batı yönleri daha belirgin eğilimler göstermiştir.



Şekil 4.80. Tüm yönlere göre 5 ağaç için zamana bağlı *Hippodamia variegata* (Goeze) sayısı (a): Kuzey yönü, (b): güney yönü, (c):doğu yönü, (d): batı yönü)

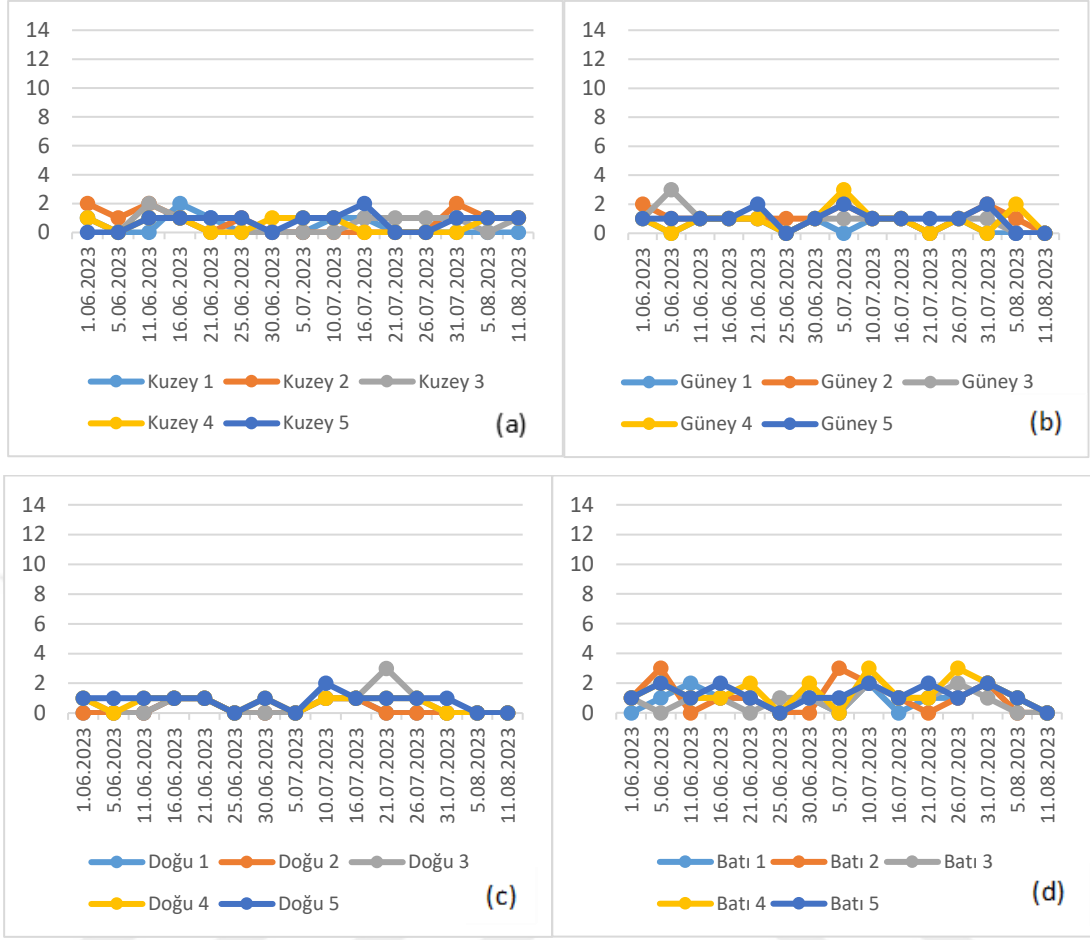
Genel olarak grafiklere bakıldığında; Yönler göre veriler farklılıklar göstermektedir: Kuzey yönü, genellikle düşük seviyelerde ve sabit seyrederek Haziran'dan Ağustos'a kadar minimal değişiklikler göstermiştir. Güney yönü ise yüksek seviyelerde başlamış, Haziran ortasından itibaren artış göstermiş ve Temmuz'da zirveye ulaşmıştır, ardından Ağustos'ta azalma yaşamıştır. Doğu yönü düşük seviyelerde başlayıp dalgalı bir seyir izlemiş ve Ağustos'ta sıfırlanmıştır. Batı yönü, Haziran'dan itibaren değişkenlik göstermiş, Temmuz ayında bazı yüksek değerler sunmuş ve

Ağustos'ta tekrar düşüş göstermiştir. Genel olarak, Güney yönü daha yüksek ve artış eğilimli, diğer yönler ise daha düşük ve dalgalı seviyeler göstermiştir.



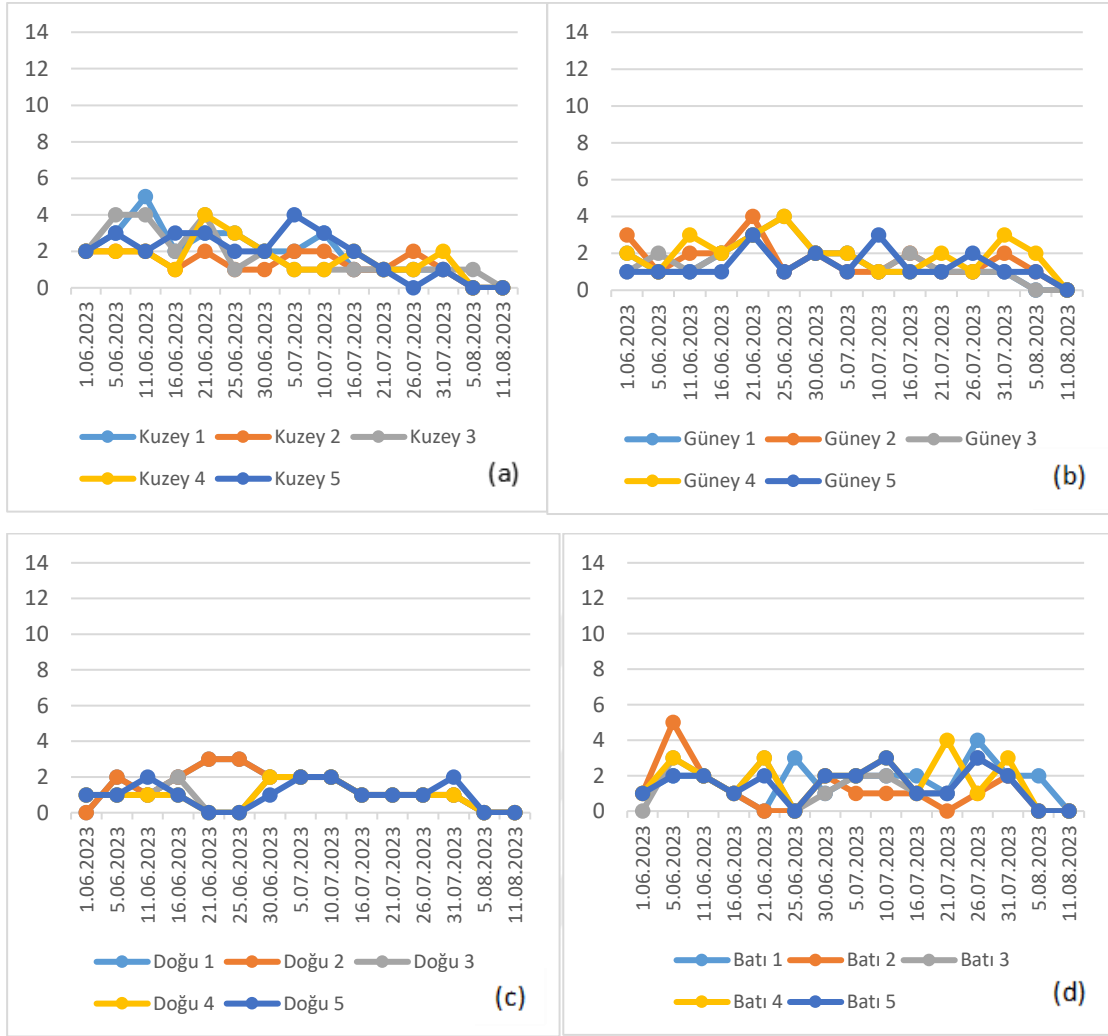
Şekil 8.81. Tüm yönlere göre 5 ağaç için zamana bağlı *Oenopia conglobata* (L.) sayısı (a): Kuzey yönü, (b): güney yönü, (c):doğu yönü, (d): batı yönü)

Grafiklere genel olarak bakıldığında; Kuzey yönü genellikle düşük ve sabit seviyelerde kalırken, Güney yönü Haziran'dan Temmuz'a kadar yüksek ve değişken değerler göstermiş, Ağustos'ta düşmüştür. Doğu yönü ise düşük seviyelerde dalgalanmış ve Ağustos'ta sıfırlanmıştır. Batı yönü, Haziran'dan itibaren dalgalı ve değişken seviyeler sunmuş, Ağustos'ta tekrar düşmüştür.



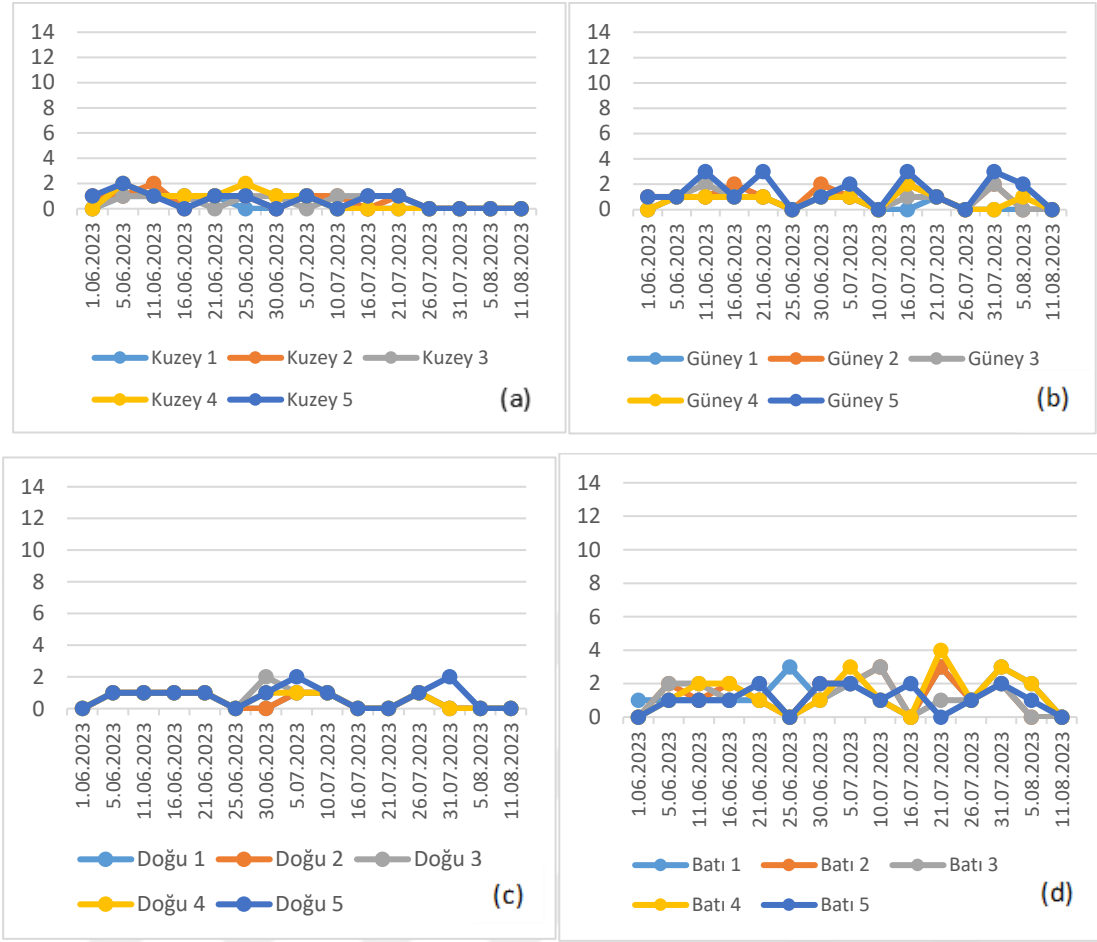
Şekil 4.82. Tüm yönlere göre 5 ağaç için zamana bağlı *Adalia bipunctata* (L.) sayısı(a): Kuzey yönü, (b): güney yönü, (c):doğu yönü, (d): batı yönü)

Grafiklere bakıldığında batı yönünde dalgalanmanın diğer yönlere daha fazla olduğu, doğu yönünde ise zamana göre sayının diğer yönlere göre daha sabit kaldığı görülmektedir. Genel olarak belirlenen yönler için zamana bağlı dalgalanmalar görülmektedir.



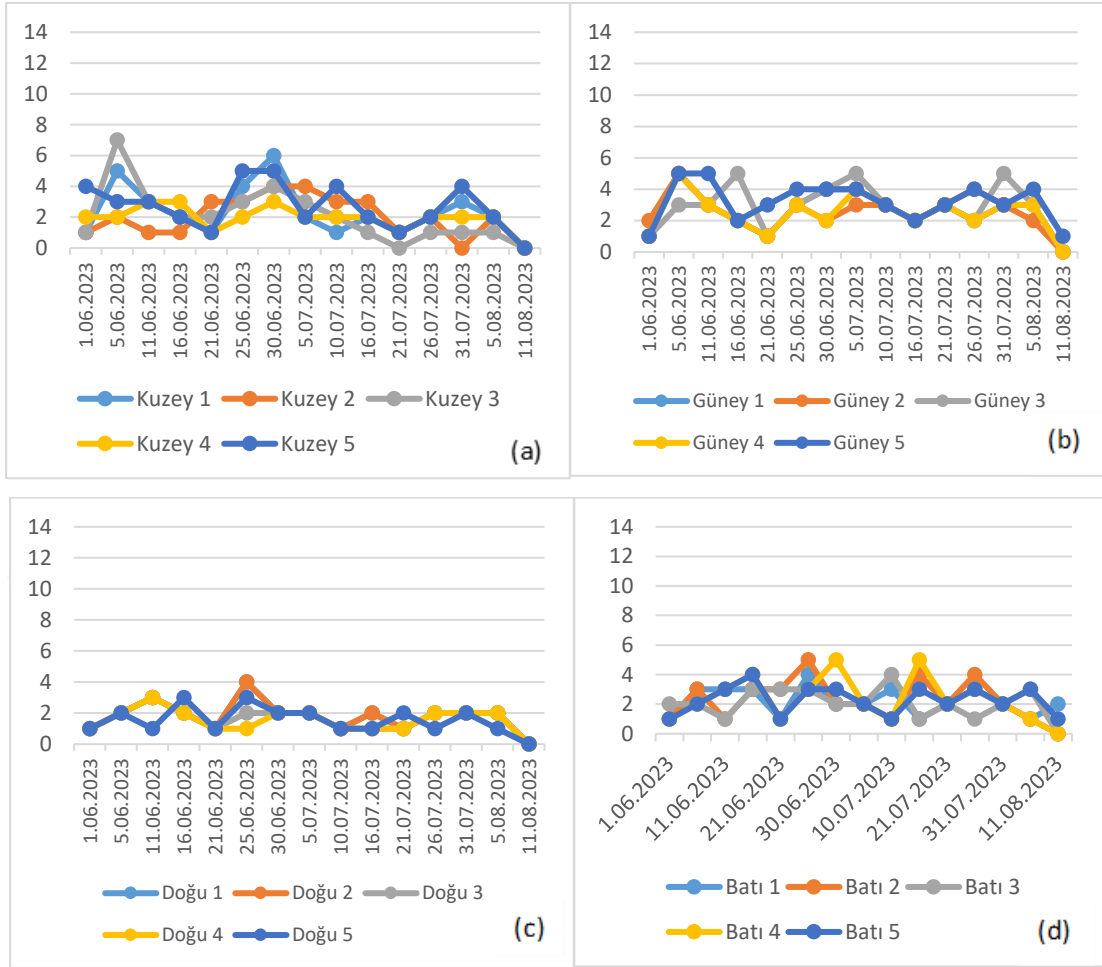
Şekil 4.83. Tüm yönlerle göre 5 ağaç için zamana bağlı *Coccinella septempunctata* (L.) sayısı(a): Kuzey yönü, (b): güney yönü, (c):doğu yönü, (d): batı yönü)

Genel olarak grafiklere bakıldığında; Kuzey yönündeki *Coccinella septempunctata* verileri, Haziran ayında düşük ve sabit seviyelerde kalmış, Temmuz ayında azalmış ve Ağustos'ta sıfırlanmıştır. Güney yönü ise Haziran ortasında artış göstermiş, Temmuz'da bazı yüksek değerler sunmuş ve Ağustos'ta tekrar düşmüştür. Doğu yönü başlangıçta düşük, Haziran'ın ortalarından itibaren hafif artış göstermiş, Temmuz'da sabit kalmış ve Ağustos'ta sıfırlanmıştır. Batı yönü, Haziran'da dalgalı değerler göstermiş, Temmuz ayında bazı yüksek seviyeler sunmuş ve Ağustos'ta tekrar düşmüştür. Genel olarak, Güney ve Batı yönleri daha değişken ve yüksek seviyeler gösterirken, Kuzey ve Doğu yönleri daha düşük ve sabit seviyelerde kalmıştır.



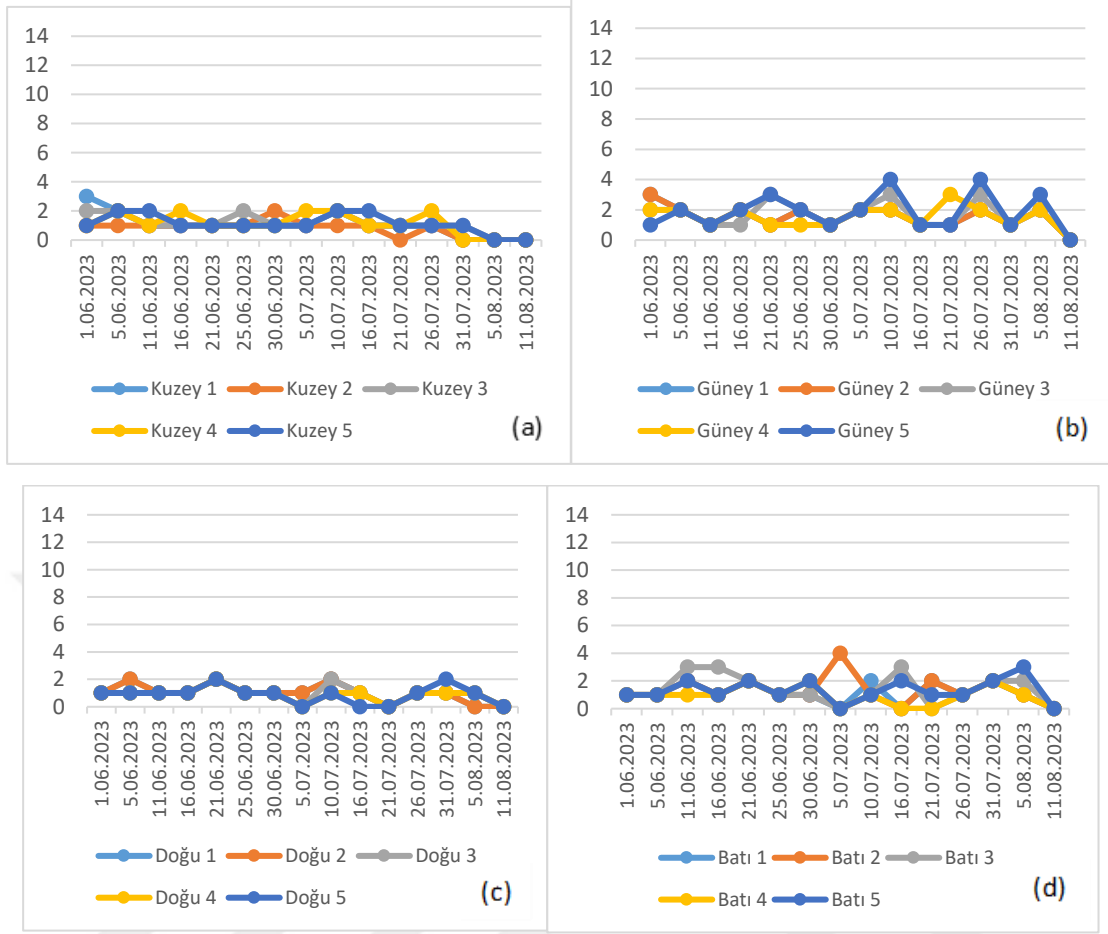
Şekil 4.84. Tüm yönlere göre 5 ağaç için zamana bağlı *Stethorus sp.* Sayısı (a): Kuzey yönü, (b): güney yönü, (c):doğu yönü, (d): batı yönü)

Genel olarak grafiklere bakıldığında; Kuzey yönünde *Stethorus sp.* sayıları Haziran ayında düşük, Temmuz ve Ağustos'ta neredeyse sıfır seviyesine düşmüştür. Güney yönünde, Haziran ayı boyunca düşük sayılar gözlemlenirken, Temmuz ve Ağustos'ta artış ve dalgalanmalar görülmüştür. Doğu yönü, Haziran ve Temmuz aylarında stabil düşük seviyelerde kalmış, Ağustos'ta ise sıfırlanmıştır. Batı yönü, Haziran'da düşük seviyelerle başlamış, Temmuz'da artış göstermiş ve Ağustos'ta yeniden düşük seviyelere dönmüştür. Genel olarak, Güney ve Batı yönleri daha yüksek ve değişken sayılar gösterirken, Kuzey ve Doğu yönlerinde düşük ve sabit sayılar gözlemlenmiştir.



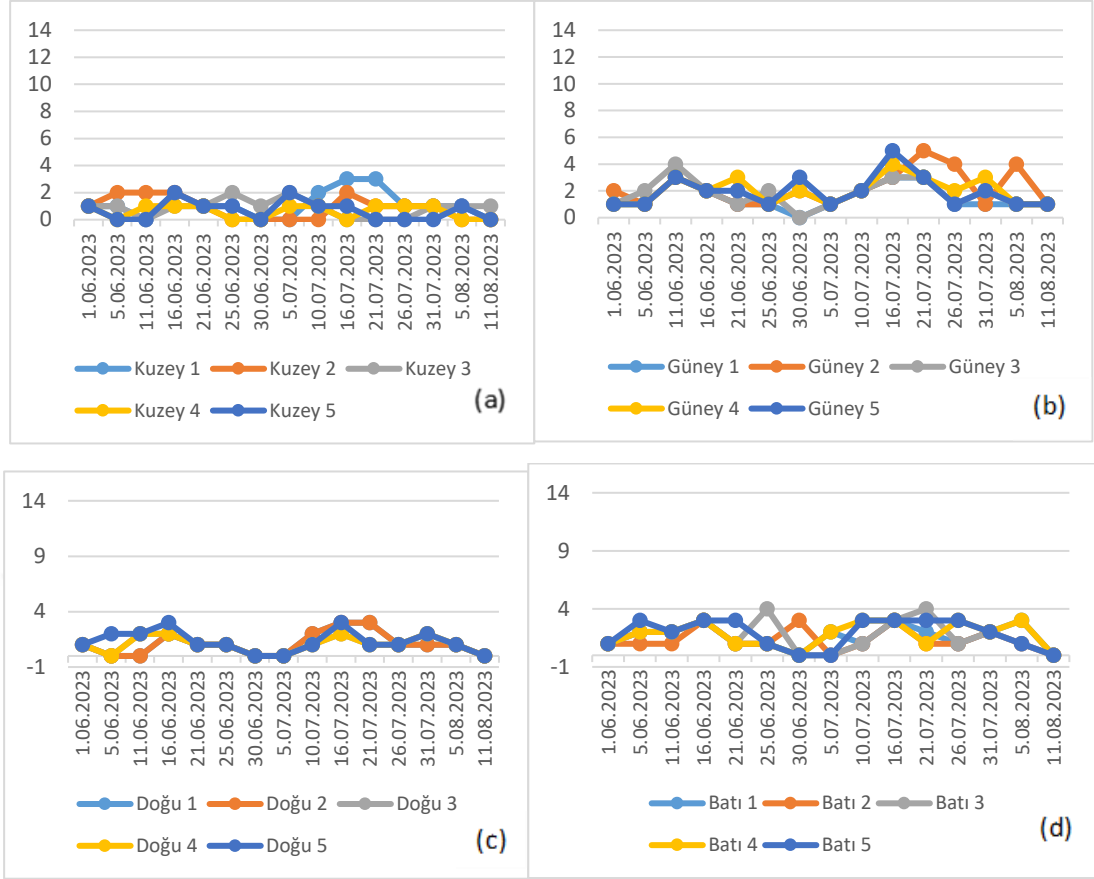
Şekil 4.85. Tüm yönlere göre 5 ağaç için zamana bağlı *Encyrtidae/Pteromalidae* sayısı (a): Kuzey yönü, (b): güney yönü, (c):doğu yönü, (d): batı yönü)

Grafiklere genel olarak bakıldığında; Kuzey yönünde *Encyrtidae/Pteromalidae* sayıları Haziran'da yüksekken, Temmuz ve Ağustos'ta azalmıştır. Güney yönünde ise sayılar Haziran'dan Temmuz'a kadar yüksek kalmış, Ağustos'ta düşmüştür. Doğu yönünde sayılar genelde düşük olup, Ağustos'ta sıfırlanmıştır. Batı yönünde ise Haziran'da düşük, Temmuz'da yüksek ve Ağustos'ta tekrar düşük seviyeler gözlemlenmiştir. Güney ve Batı yönleri daha değişkenken, Kuzey ve Doğu yönleri daha sabit kalmıştır.



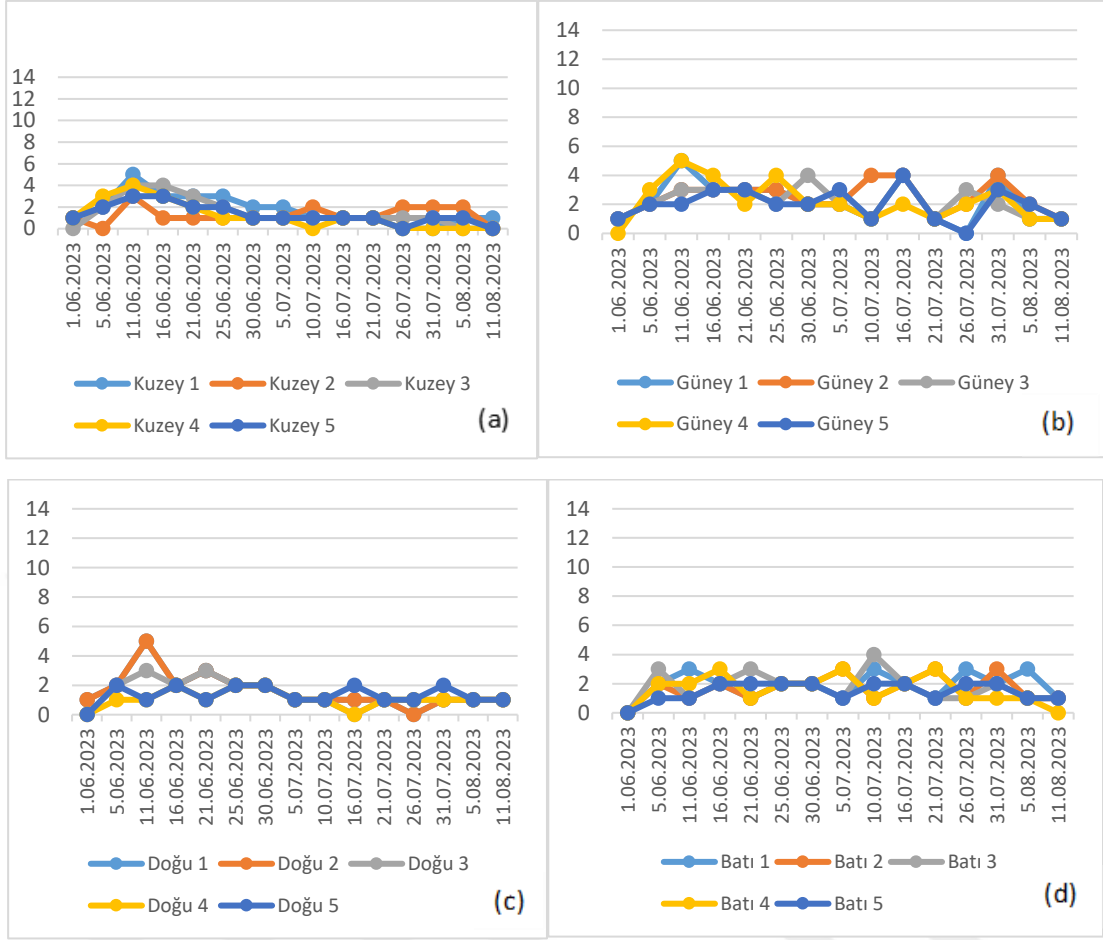
Şekil 4.86. Tüm yönler göre 5 ağaç için zamana bağlı *Geocoris sp.* sayısı (a): Kuzey yönü, (b): güney yönü, (c): doğu yönü, (d): batı yönü)

Genel olarak grafikler incelendiğinde; Kuzey yönünde *Geocoris sp.* sayıları Haziran ayında sabitken, Temmuz'da artmış ve Ağustos'ta sıfırlanmıştır. Güney yönünde sayıların Temmuz'da arttığı, Ağustos'ta ise daha fazla olduğu görülmüştür. Doğu yönünde sayılar düşük ve sabit kalmış, Batı yönünde ise sayılar Haziran'dan Temmuz'a kadar değişkenlik gösterip, Ağustos'ta artmıştır.



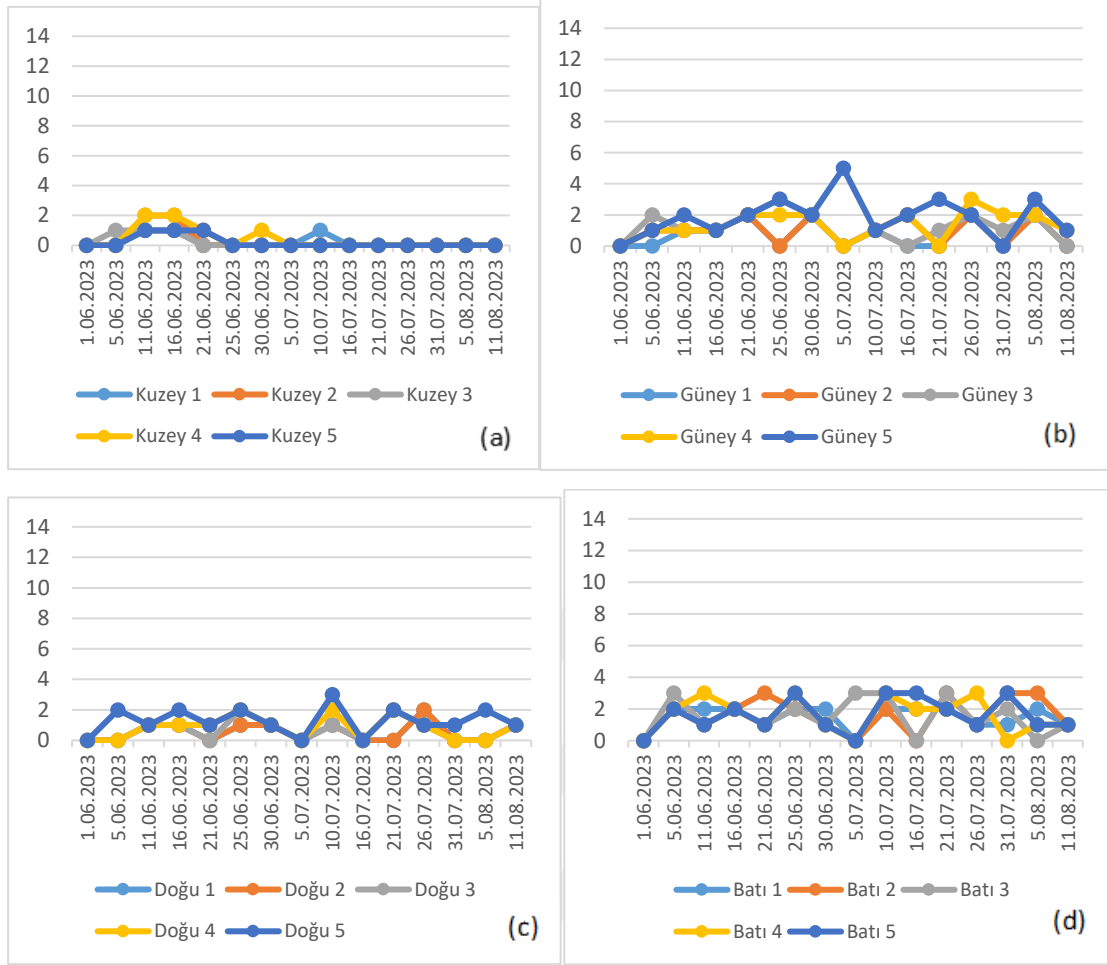
Şekil 4.87. Tüm yönlere göre 5 ağaç için zamana bağlı *Orius sp.* Sayısı(a): Kuzey yönü, (b): güney yönü, (c):doğu yönü, (d): batı yönü)

Genel olarak grafikler incelendiğinde; Kuzey yönünde *Orius sp.* sayıları Haziran ayında düşükken, Temmuz'da artış göstermiş ve Ağustos'ta tekrar düşmüştür. Güney yönünde sayıların Haziran ve Temmuz'da arttığı, Ağustos'ta ise azaldığı gözlemlenmiştir. Doğu yönünde sayılar Haziran ayında düşük, Temmuz'da artış göstermiş ve Ağustos'ta yeniden düşmüştür. Batı yönünde sayılar Haziran ve Temmuz'da dalgalanmış, Ağustos'ta ise artmıştır.



Şekil 4.88. Tüm yönlerle göre 5 ağaç için zamana bağlı *Anthocoris sp.* Sayısı (a): Kuzey yönü, (b): güney yönü, (c):doğu yönü, (d): batı yönü)

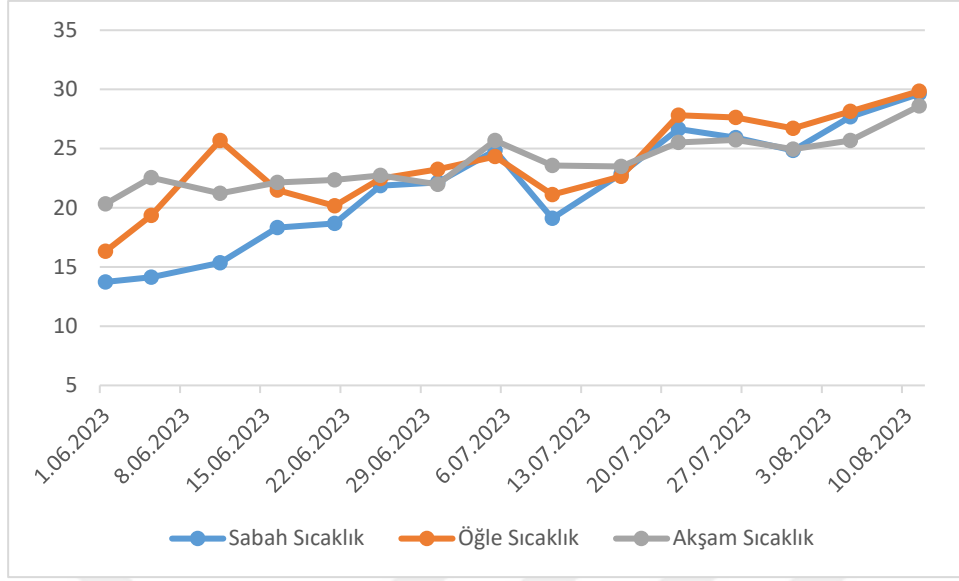
Grafiklere genel olarak bakıldığında; Kuzey Yönü'nde *Anthocoris sp.* sayıları Haziran ayında yüksekken, Temmuz ve Ağustos'ta belirgin bir düşüş göstermiştir. Güney Yönü'nde ise Haziran ayında sayılar yüksek, Temmuz'da dalgalı ve Ağustos'ta yeniden düşük seviyededir. Doğu Yönü'nde, Haziran ayında düşük olan sayılar Temmuz'da artış göstermiş ve Ağustos'ta tekrar düşmüştür. Batı Yönü'nde ise Haziran'da düşük, Temmuz'da artmış ve Ağustos'ta yeniden azalmıştır, genel olarak dalgalı bir seyir izlenmiştir.



Şekil 4.89. Tüm yönlere göre 5 ağaç için zamana bağlı *Campyloomma sp.* sayısı (a): Kuzey yönü, (b): güney yönü, (c):doğu yönü, (d): batı yönü)

Genel olarak grafikler incelendiğinde; *Campyloomma sp.* Kuzey Yönü'nde Haziran'da düşük, Temmuz ve Ağustos'ta sıfır seviyelerine düştü. Güney Yönü'nde Haziran'dan Temmuz'a artış gösterdi, ardından düştü. Doğu Yönü'nde Haziran'dan Temmuz'a yükseldi, Ağustos'ta artış devam etti. Batı Yönü'nde Haziran'da yükselerek ilerlemiştir, Temmuz'da dalgalanmalar görülmekte ve Ağustos'ta tekrar artış yaşanmıştır.

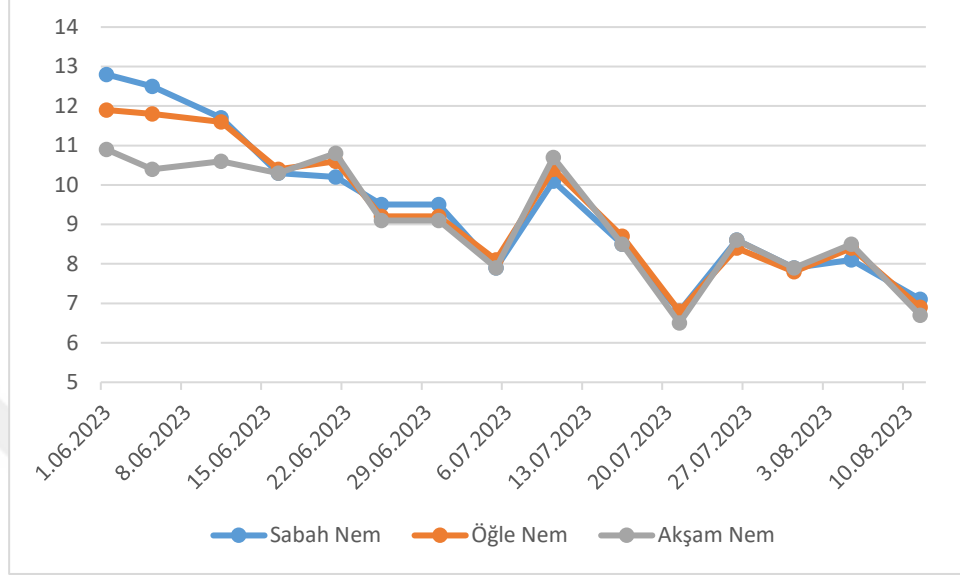
Veriler alındıktan sonra, çalışmanın amacına uygun olarak çeşitli çevresel koşullar (rüzgâr, sıcaklık gibi) göz önüne alınarak tablolar oluşturuldu ve bu tablolar üzerinden grafikler çizilerek detaylı bir değerlendirme yapıldı. Şekil 4.90'da belirlenen tarihlere uygun çevresel koşul grafikleri çizilmiştir.



Şekil 4.90. Tuzak asımı ve sayımı yapılırken sabah, öğle ve akşam boyunca alınan sıcaklık değerleri

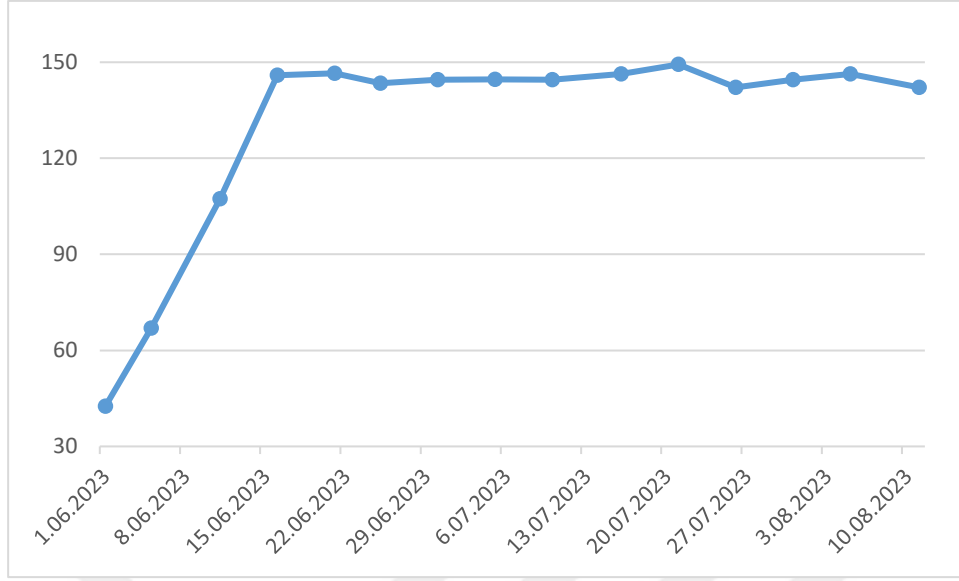
Sıcaklık verilerinin ergin ve nimf sayıları üzerindeki etkilerini incelemek amacıyla, sabah, öğle ve akşam saatlerindeki sıcaklık değişimlerinin böceklerin gelişim döngüsüne ve aktivite düzeylerine olan etkileri göz önünde bulundurulmalıdır. Genel olarak, sıcaklık değişiklikleri böceklerin aktivite seviyelerini ve popülasyon dinamiklerini önemli ölçüde etkileyebilir. Bu nedenle, sıcaklık değişimlerinin zararlı popülasyonları üzerindeki etkilerini anlamak, zararlı yönetimi stratejilerinin tasarlanması açısından kritik bir öneme sahiptir (Harrington ve ark., 2001). Ergin sayısına bakıldığında; sıcaklık artışı, ergin böceklerin aktivite seviyelerini artırabilir. Özellikle öğle saatlerinde yüksek sıcaklıklar, böceklerin beslenme ve üreme aktivitelerini hızlandırabilir. Ancak, aşırı yüksek sıcaklıklar erginlerin yaşam süresini kısaltabilir veya ölümlerine neden olabilir. Düşük sıcaklıkların etkisi ise sabah saatlerinde daha belirgindir; düşük sabah sıcaklıkları, böceklerin genel aktivite seviyelerini düşürerek ergin sayısının azalmasına yol açabilir. Soğuk sabahlar, böceklerin uyanma süresini geciktirerek bu etkinin daha belirgin hale gelmesini sağlayabilir. Nimf sayısına gelince; nimflerin gelişim hızları genellikle sıcaklık ile doğru orantılıdır. Yüksek sıcaklıklar, nimflerin gelişimini hızlandırarak popülasyon artışı teşvik edebilir. Ancak, aşırı sıcaklıklar nimflerin hayatta kalma oranını olumsuz etkileyebilir. Sıcaklık değişimlerinin etkisi, sabah ve akşam saatlerinde daha düşük sıcaklıklar, nimflerin gelişimini yavaşlatarak, sıcaklık dalgalanmaları ise nimflerin belirli yaş gruplarına ulaşmalarını zorlaştırabilir (Bale ve ark., 2002). Sıcaklık verileri incelendiğinde, sabah ve öğle saatlerinde sıcaklıkların nispeten düşük olduğu, ancak akşam saatlerinde daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Bu durum, böceklerin gece boyunca enerji toplayarak gündüz aktivite seviyelerinin artmasına neden olabilir. Yüksek öğle ve akşam sıcaklıkları, böceklerin aktivitesini ve üreme oranını artırabilir. Ancak, aşırı yüksek sıcaklıklar aynı zamanda stres oluşturabilir ve böceklerin ölümüne yol açabilir. Bu tür

sıcaklık verilerinin analiz edilmesi, ergin ve nimf sayılarındaki değişimlerin çevresel faktörlerle nasıl ilişkilendiğini anlamak için önemli bir yöntemdir (Harrison ve ark., 2012). Çalışmada ki alınan sabah, öğle, akşam nem verileri şekil 4.91’de gösterilmiştir.



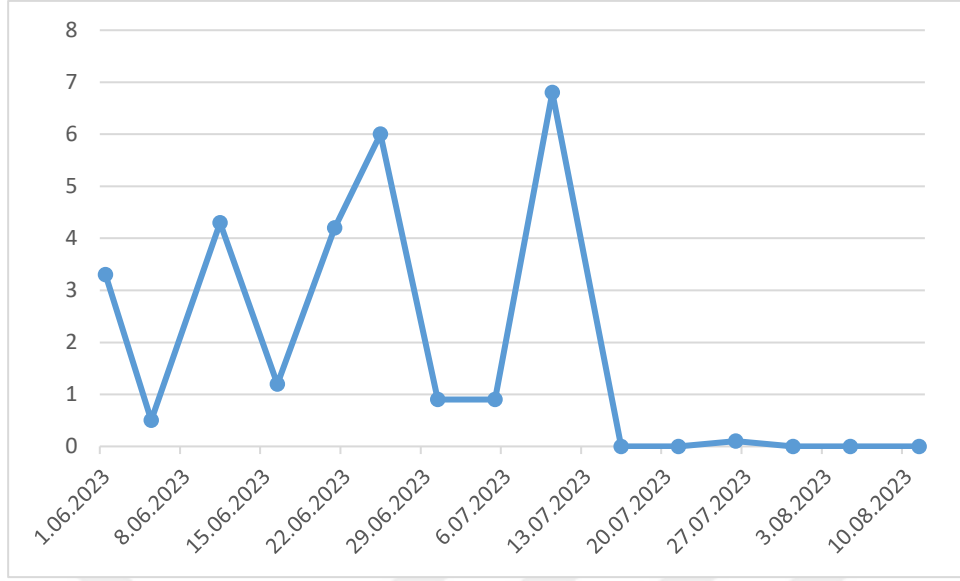
Şekil 4.91. Tuzak asımı ve sayımı yapılırken sabah, öğle ve akşam boyunca alınan nem değerleri

Nem seviyelerinin yönler göre etkileri genel olarak farklılık göstermektedir. Kuzey yönünde, sabah ve akşam saatlerinde nem oranı düşükken, öğle saatlerinde nemde bir artış gözlemlenmektedir. Düşük nem seviyeleri, ergin ve nimf sayısının azalmasına yol açmaktadır. Güney yönünde ise sabah ve akşam nem seviyeleri daha tutarlıdır, ancak öğle saatlerinde bir azalma görülmektedir; bu da böcek popülasyonunda düşüşe neden olabilir. Doğu yönünde nem seviyeleri genellikle sabit kalmakta olup, bu durum böcek popülasyonlarının daha stabil olmasına olanak sağlayabilmektedir. Batı yönünde ise sabah saatlerinde düşük, öğle ve akşam saatlerinde ise yüksek nem seviyeleri gözlemlenmektedir; nemdeki bu dalgalanmalar ergin ve nimf sayısını etkileyebilir. Genel olarak, nem değişikliklerinin böcek popülasyonları üzerinde önemli etkileri bulunmaktadır. Sabah ve akşam saatlerinde nem seviyeleri daha yüksek olup, öğle saatlerinde düşüş göstermektedir. Düşük nem oranları, ergin ve nimf sayısının azalmasına yol açarken, yüksek nem seviyeleri bu sayıları artırabilmektedir. Ani nem değişiklikleri, popülasyon dinamiklerinde dalgalanmalara yol açmakta; özellikle sıcak dönemlerde nemdeki düşüşler popülasyonları azaltırken, yüksek nem bazı türler için daha uygun yaşam koşulları sağlayabilmektedir (Kansu, 1988). Çalışmada ki alınan toprak nem verileri şekil 4.92’de gösterilmiştir.



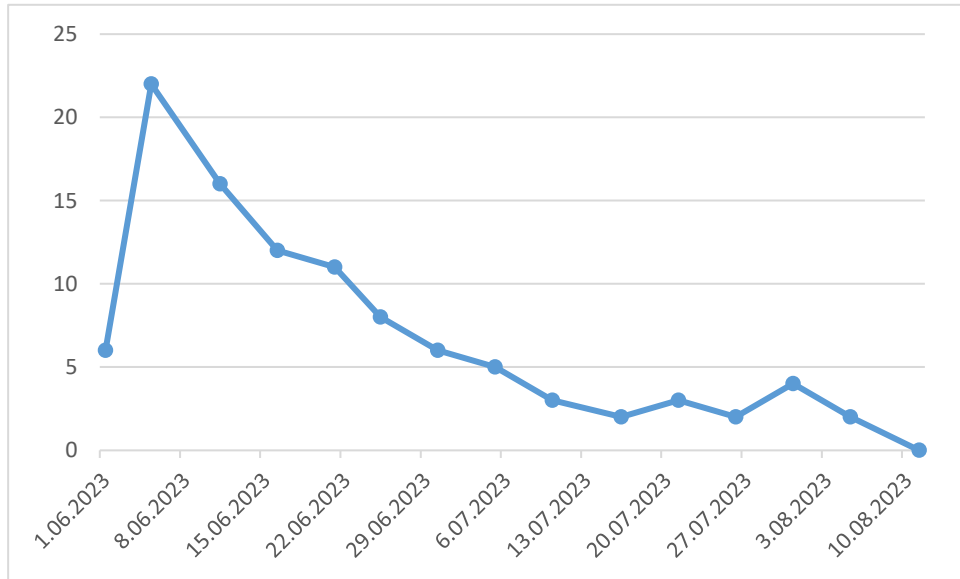
Şekil 4.92. Tuzak asımı ve sayımı yapılırken alınan toprak neminin değerleri

Toprak neminin yönlerle bağlı etkileri belirgin farklılıklar göstermektedir. Güney yönü, toprak nemindeki artışa en iyi yanıt veren yön olarak öne çıkmaktadır; burada yüksek nem seviyeleri, ağaçların sağlığını destekleyerek verimliliği artırmaktadır. Kuzey yönünde ise, başlangıçta düşük seviyelerde olan toprak nemi artış gösterdiğinde iyileşme sağlarken, nemdeki azalma tekrar bir düşüşe yol açmaktadır. Doğu yönü, toprak neminden büyük ölçüde etkilenmeyerek genellikle düşük seviyelerde kalmaktadır. Batı yönü ise toprak nemindeki değişikliklere kısmi bir yanıt vermekte, ancak genel olarak düşük seviyelerde seyretmektedir. Toprak nemi, ağaçların büyümesi ve sağlığı üzerinde kritik bir etkiye sahiptir; nem seviyelerinin yeterli ve dengeli tutulması, ağaçların optimum performans göstermesine yardımcı olmaktadır. Yüksek nem seviyelerinde bitkilerin ihtiyaçlarının karşılanması ve nem düşüşlerinde hızlı bir şekilde müdahale edilmesi, ağaçların sağlığını koruma açısından büyük önem taşımaktadır (Petzoldt ve Seaman, 2007). Çalışma için alınan ortalama nem verileri şekil 4.93’de gösterilmiştir.



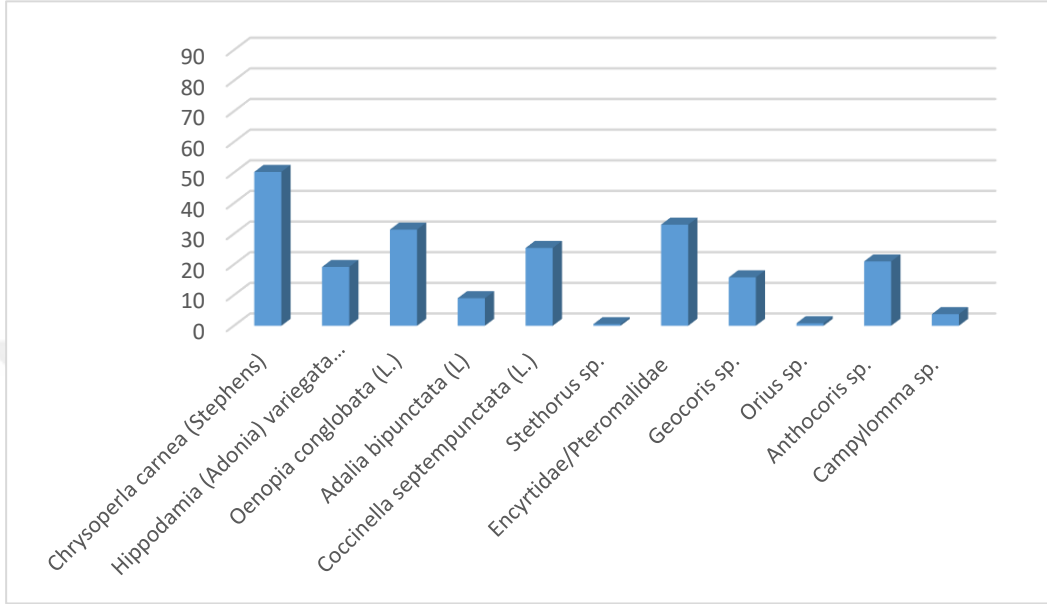
Şekil 4.93. Tuzak asımı ve sayımı yapılırken alınan bağıl nem [%] ortalama değerleri

Verilere göre, bağıl nem oranları belirgin dalgalanmalar göstermektedir. Haziran ayının başında düşük bir seviyede başlayan nem, ayın ortalarına kadar artış göstermiştir. Ancak, Temmuz ayına girildiğinde nem oranları ciddi şekilde düşmüş ve sıfıra yaklaşmıştır. Özellikle Ağustos ayında nem oranlarının sıfır olarak kaydedilmesi, bitkilerin su ihtiyacını karşılamada zorluk yaşamasına neden olabilir. Bu durum, bitki sağlığı üzerinde olumsuz etkilere yol açabilecek bir çevresel stres faktörü olarak değerlendirilebilir. Çalışmada ki yaprak ıslaklığı süresi Şekil 4.94’de gösterilmiştir.

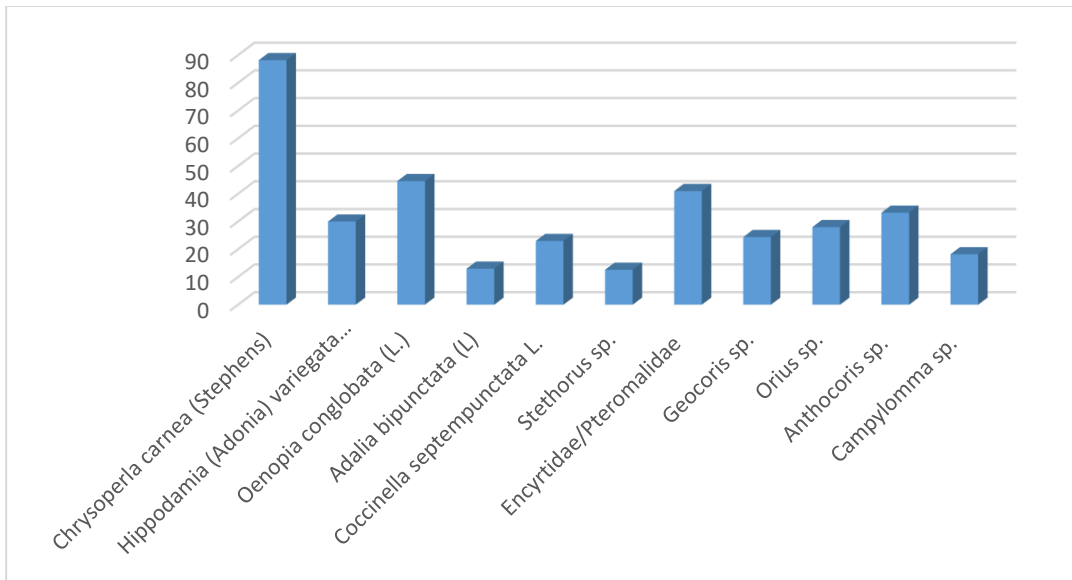


Şekil 4.94. Tuzak asımı ve sayımı yapılırken alınan yaprak ıslaklığı süresi (saat) değerleri

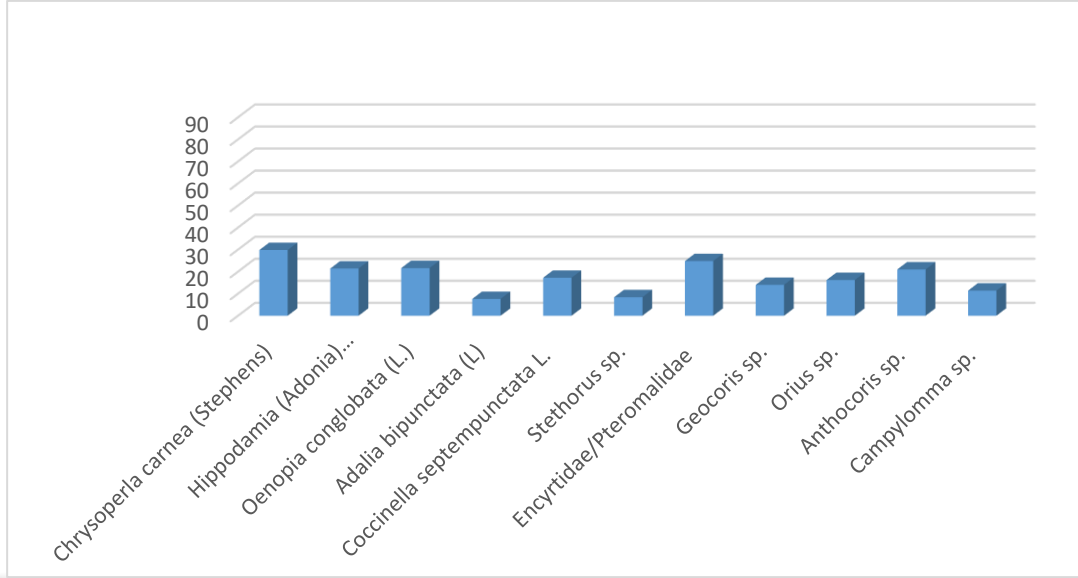
Daha kapsamlı bir analiz gerçekleştirebilmek amacıyla, her yön için sayımı yapılan doğal düşmanların sayıları ortalamalarına göre hesaplanmış ve ardından tüm yönlerdeki toplam sayılar sütun grafiklerine dönüştürülmüştür. Bu süreçte, her doğal düşmanın toplam içindeki yüzdeleri belirlenmiş ve bu veriler sütun grafikleri şekil 4.95, 4.96, 4.97 ve 4.98’de sunulmuştur.



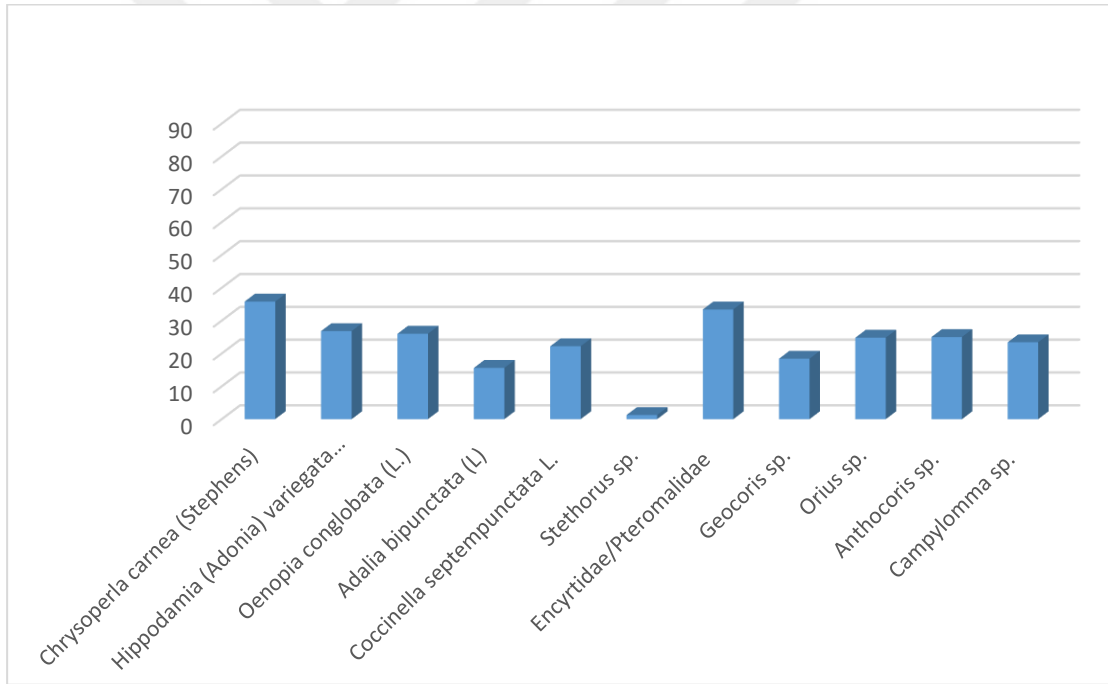
Şekil 4.95. Sayımı yapılan bütün doğal düşmanların kuzey yönü için toplam sayı grafiği



Şekil 4.96. Sayımı yapılan bütün doğal düşmanların güney yönü için toplam sayı grafiği



Şekil 4.97. Sayımı yapılan bütün doğal düşmanların doğu yönü için toplam sayı grafiği



Şekil 4.98. Sayımı yapılan bütün doğal düşmanların batı yönü için toplam sayı grafiği

Genel olarak belirtilen 4 yön için; Belirtilen dört yönde (Kuzey, Güney, Doğu ve Batı) yapılan doğal düşman sayımları, her yönün farklı ekosistem dinamiklerini ve doğal düşmanların dağılımını göstermektedir. Kuzey yönünde, toplam sayılar *Chrysoperla carnea* ve *Hippodamia variegata* gibi doğal düşmanlar açısından yüksek, ancak *Campylomma* sp. gibi diğer grupların oranı düşüktür. Güney yönü, hem toplam doğal düşman sayısında hem de tür çeşitliliğinde en yüksek değerleri göstermektedir; *Chrysoperla carnea* ve *Anthocoris* sp. gibi türlerin yüksek oranları, bu

bölgenin daha zengin ekosistem özelliklerini ortaya koymaktadır. Doğu yönü ise, toplam sayılar açısından daha düşük olmakla birlikte, *Chrysoperla carnea* ve *Hippodamia variegata*'nın nispeten yüksek oranları ile dikkat çekmektedir. Batı yönü, doğal düşman çeşitliliği bakımından oldukça dengeli bir profil sunmakta; *Chrysoperla carnea* ve *Hippodamia variegata*'nın yanı sıra, *Campylomma* sp. ve *Encyrtidae/Pteromalidae* gibi grupların da belirgin oranlara sahip olduğu gözlemlenmiştir. Bu sonuçlar, her yönün doğal düşman topluluklarının farklı ekolojik koşullara ve habitat özelliklerine nasıl yanıt verdiğini göstermektedir.

Tablo 4.66. Sayımı yapılan doğal düşmanların yüzde hesabı

Doğal düşmalar	Yüzde hesabı (%)
<i>Chrysoperla carnea</i> (Stephens) (Neuroptera: Chrysopidae)	20.15
<i>Hippodamia (Adonia) variegata</i> (Goeze) (Coleoptera: Coccinellidae)	9.62
<i>Oenopia conglobata</i> (L.) (Coleoptera: Coccinellidae)	12.21
<i>Adalia bipunctata</i> (Linnaeus, 1758) (Coleoptera: Coccinellidae)	4.46
<i>Coccinella septempunctata</i> L. (Coleoptera: Coccinellidae)	8.67
<i>Stethorus</i> sp. (Coleoptera: Coccinellidae)	2.25
Encyrtidae (Hymenoptera) <i>Encyrtus</i> spp.	13.06
<i>Geocoris</i> sp. (Hemiptera: Geocoridae)	7.17
<i>Orius</i> sp. (Hemiptera: Anthocoridae)	6.9
<i>Anthocoris</i> sp. (Hemiptera: Anthocoridae)	9.9
<i>Campylomma</i> sp. (Hemiptera: Miridae)	5.61

Yüzdelik hesaplamalar Tablo 4.66'da gösterilmiştir, doğal düşman türleri arasında en yüksek oran *Chrysoperla carnea*'nın (%20,15) iken, bunu sırasıyla *Encyrtidae/Pteromalidae* (%13,06) ve *Oenopia conglobata* (%12,21) takip etmektedir. Diğer türler, *Adalia bipunctata* ve *Coccinella septempunctata* gibi türler daha düşük oranlarda bulunurken, *Stethorus* sp. ve *Campylomma* sp. gibi türlerin oranları daha da azalmaktadır. Bu yüzdelik dağılım, ekosistem içindeki doğal düşman çeşitliliğini ve bu türlerin ekolojik rolünü göstermekte, özellikle bazı türlerin belirli koşullarda daha baskın olduğunu ve diğerlerine göre daha az varlığını göstermektedir.

4.2.2. Çalışmanın Yapıldığı Bahçelerde Armut Psillası Populasyonlarının Karşılaştırılması

Tuzaklara yapışan doğal düşmanların istatiki olarak yapılan analizlerin değerlendirilmesi

Tuzaklara yapışan doğal düşmanlar kaydedilerek grafikler çizilmiştir ve sayılan doğal düşmanların kendi aralarında analizleri yapılarak Tablo 4.67'de gösterilmiştir.

Tablo 4.67. Doğal düşmanların yönler arasında yakalanma sayılarının ANOVA ile karşılaştırılması

	Grup	Ortalama	SS	F	p	İkili Karşılaştırmalar
<i>Chrysoperla carnea</i>	Kuzey	3.35	1.20	30.36	0.000	Kuzey>Doğu, Batı Güney>Kuzey, Doğu, Batı
	Güney	5.88	1.92			
	Doğu	1.99	0.58			
	Batı	2.39	0.75			
<i>Hippodamia (Adonia) variegata</i>	Kuzey	1.28	0.75	2.29	0.088	-
	Güney	2.00	1.07			
	Doğu	1.43	0.74			
	Batı	1.79	0.77			
<i>Oenopia conglobata (L.)</i>	Kuzey	2.09	1.19	7.58	0.000	Güney>Kuzey, Doğu, Batı
	Güney	2.97	0.85			
	Doğu	1.44	0.88			
	Batı	1.73	0.76			
<i>Adalia bipunctata</i>	Kuzey	0.60	0.35	4.25	0.009	Batı>Kuzey, Doğu Güney>Doğu
	Güney	0.87	0.43			
	Doğu	0.51	0.44			
	Batı	1.04	0.58			
<i>Coccinella septempunctata L.</i>	Kuzey	1.70	0.93	1.32	0.276	-
	Güney	1.53	0.70			
	Doğu	1.15	0.61			
	Batı	1.48	0.82			
<i>Stethorus sp.</i>	Kuzey	0.53	0.45	4.92	0.004	Batı>Kuzey, Doğu
	Güney	0.84	0.62			
	Doğu	0.56	0.50			
	Batı	1.25	0.73			
Encyrtidae	Kuzey	2.20	1.10	3.23	0.029	Güney>Doğu
	Güney	2.73	1.13			
	Doğu	1.65	0.72			
	Batı	2.23	0.78			
<i>Geocoris sp.</i>	Kuzey	1.05	0.55	3.95	0.013	Güney>Kuzey, Doğu
	Güney	1.63	0.72			
	Doğu	0.93	0.54			
	Batı	1.23	0.53			
<i>Orius sp.</i>	Kuzey	0.83	0.36	6.59	0.001	Güney>Kuzey, Doğu Batı>Kuzey, Doğu
	Güney	1.87	0.86			
	Doğu	1.08	0.78			
	Batı	1.65	0.82			
<i>Anthocoris sp.</i>	Kuzey	1.40	0.94	3.28	0.027	Güney>Kuzey, Doğu
	Güney	2.21	0.97			
	Doğu	1.40	0.72			
	Batı	1.67	0.58			
<i>Campylomma sp.</i>	Kuzey	0.25	0.48	12.65	0.000	Güney>Kuzey, Doğu Batı>Kuzey, Doğu Doğu>Kuzey
	Güney	1.21	0.67			
	Doğu	0.76	0.59			
	Batı	1.56	0.71			

Tablo 4.67 incelendiğinde *Chrysoperla carnea*, *Hippodamia (Adonia) variegata*, *Oenopia conglobata (L.)*, *Adalia bipunctata*, *Coccinella septempunctata L.*, *Stethorus sp.*, Encyrtidae, *Geocoris sp.*, *Orius sp.*, *Anthocoris sp.* ve *Campylomma sp.* doğal düşmanların yönlere göre yakalanan sayıları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır. Stephens için kuzey

yönünde yakalanan birey sayısı doğu ve batı yönündeki birey sayısından anlamlı ölçüde yüksektir. Güney yönünde yakalanan birey sayısı tüm yönlerdeki birey sayısından anlamlı ölçüde yüksektir.

Oenopia conglobata (L.) için güney yönünde yakalanan birey sayısı tüm yönlerdeki birey sayısından anlamlı ölçüde yüksektir. *Adalia bipunctata* için batı yönünde yakalanan birey sayısı kuzey ve doğu yönündeki birey sayısından anlamlı ölçüde yüksektir. Güney yönünde yakalanan birey sayısı doğu yönündeki birey sayısından anlamlı ölçüde yüksektir. *Stethorus sp.* için batı yönünde yakalanan birey sayısı kuzey ve doğu yönündeki birey sayısından anlamlı ölçüde yüksektir. Encyrtidae için güney yönünde yakalanan birey sayısı doğu yönündeki birey sayısından anlamlı ölçüde yüksektir. *Geocoris sp.* için güney yönünde yakalanan birey sayısı kuzey ve doğu yönündeki birey sayısından anlamlı ölçüde yüksektir. *Orius sp.* için güney yönünde yakalanan birey sayısı kuzey ve doğu yönündeki birey sayısından anlamlı ölçüde yüksektir. Batı yönünde yakalanan birey sayısı kuzey ve doğu yönündeki birey sayısından anlamlı ölçüde yüksektir. *Anthocoris sp.* için güney yönünde yakalanan birey sayısı kuzey ve doğu yönündeki birey sayısından anlamlı ölçüde yüksektir. *Campylomma sp.* için güney yönünde yakalanan birey sayısı kuzey ve doğu yönündeki birey sayısından anlamlı ölçüde yüksektir. Batı yönünde yakalanan birey sayısı kuzey ve doğu yönündeki birey sayısından anlamlı ölçüde yüksektir. Doğu yönünde yakalanan birey sayısı kuzey yönündeki birey sayısından anlamlı ölçüde yüksektir.

2023 yılına ait verilerin istatistiksel sonuçları

Elde edilen verilerin normal dağılıma uyup uymadığını test etmek için Shapiro-Wilk Uyum Testi ve Kolmogorov-Smirnov Testi uygulanmıştır. Verilerin tanımlayıcı istatistikleri arasında ortalama ve standart sapma gibi temel ölçütler verilmiştir. Normal dağılıma uyum sağlayan verilerde, ikiden fazla grubun karşılaştırılması için Tek Yönlü Varyans Analizi (ANOVA) kullanılmıştır. Ayrıca, iki yıl arasındaki karşılaştırmalar için bağımlı örneklem t testi gerçekleştirilmiştir. İstatistiksel analizlerde anlamlılık düzeyi $p < 0.05$ olarak kabul edilmiştir. Tüm istatistiksel analizler, SPSS (Statistical Package for Social Sciences; SPSS Inc., Chicago, IL) 22 yazılım paketi kullanılarak yapılmıştır.

Tablo 4.68. Tüm yönlerdeki 2022 ile 2023 yıllarında yakalanan ergin sayılarının Bağımlı örneklem t testi ile karşılaştırılması

	Yıllar	Ortalama	SS	t	P
Kuzey	2022	11,6410	9,84894	-4,619	0.001
	2023	27,7800	19,82377		
Güney	2022	13,6290	13,38030	-6,575	<0.001
	2023	34,1200	20,62258		
Doğu	2022	12,1590	9,95168	-5,580	<0.001
	2023	24,3000	16,24541		
Batı	2022	12,7330	10,80478	-3,216	0.011
	2023	17,3400	8,34109		

Tablo 4.68 incelendiğinde kuzey, güney, doğu ve batı yönlerinde 2022 ile 2023 yıllarında alınan ergin sayıları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır ($p<0.05$). 2023 yılında tüm yönlerdeki ergin sayıları 2022 yılına göre anlamlı ölçüde daha yüksektir.

Tablo 4.69. Tüm yönlerdeki 2022 ile 2023 yıllarında yakalanan nimf sayılarının Bağımlı örneklem t testi ile karşılaştırılması

	Yıllar	Ortalama	SS	t	P
Kuzey	2022	3,0550	1,76049	-3,356	0.008
	2023	11,4200	9,28868		
Güney	2022	3,4730	2,22020	-4,662	0.001
	2023	16,2200	10,42495		
Doğu	2022	3,2920	2,25818	-3,951	0.003
	2023	15,0200	11,04433		
Batı	2022	2,9170	1,51994	-4,825	0.001
	2023	18,2000	10,91625		

Tablo 4.69 incelendiğinde kuzey, güney, doğu ve batı yönlerinde 2022 ile 2023 yıllarında alınan nimf sayıları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır ($p<0.05$). 2023 yılında tüm yönlerdeki nimf sayıları 2022 yılına göre anlamlı ölçüde daha yüksektir.

Tablo 4.70. Tüm yönlerdeki 2022 ile 2023 yıllarında yakalanan darbe etkili ergin sayılarının Bağımlı örneklem t testi ile karşılaştırılması

	Yıllar	Ortalama	SS	t	P
Kuzey	2022	8,2410	11,63930	-4,619	0.008
	2023	15,1200	8,04830		
Güney	2022	9,7040	14,51413	-6,575	<0.001
	2023	24,7400	11,55626		
Doğu	2022	9,1380	13,05257	-5,580	0.005
	2023	22,7600	9,92183		
Batı	2022	9,2570	12,48144	-3,216	0.001
	2023	20,9800	9,93868		

Tablo 4.70 incelendiğinde kuzey, güney, doğu ve batı yönlerinde 2022 ile 2023 yıllarında alınan darbe etkili ergin sayıları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır ($p<0.05$). 2023 yılında tüm yönlerdeki darbe etkili ergin sayıları 2022 yılına göre anlamlı ölçüde daha yüksektir.

4.2.3. 2023 Yılına Ait Verilerinin Tahmin Modelleri

Yapılan çalışmalarda tuzak yerleştirilmesinin yönü, doğal düşmanların sayısı ve çevresel koşulların zararlı popülasyonu üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir. Çalışma sonucunda, zararlı sayısının bu faktörlere bağlı olarak değiştiği gözlemlenmiştir. Tahminleme için uygun model

yöntemleri olarak Pace Regression ve Linear Regression kullanılarak tahmin tabloları oluşturulmuştur.

Eğitim setinde kullanılan Pace Regression ve Linear Regression yöntemlerine dayalı olarak geliştirilen tahmin modelleri, ilgili tablolarla sunulmuştur. Her iki yöntem için de standart parametreler kullanılmıştır.

Kuzey yönü için yapılan tahmin modelleri ve tabloları

Gerekli gözlemler yapıldıktan sonra alınan verilerle istatiki değerlendirmeler yapıldıktan sonra, birçok tahmin modeli denendikten sonra uygun tahmin modelleri belirlenerek aşağıdaki tablolarda gösterilmiştir.

Tablo 4.71. Tüm eğitim setindeki 1023 No'lu tuzak için kuzey yönündeki zararlı **ergin** sayısının **Pace Regression** modeline bağlı olarak yapılan tahmin modeli

$$\begin{aligned} & -176.7805 + 0.804 \times \text{chrysoperla-carnea} + 1.319 \times \text{hippodamia-variegata} + 1.8299 \times \text{oenopia-} \\ & \text{conglobata} + 2.0663 \times \text{adalia-bipunctata} + 0.7905 \times \text{coccinella-septempunctata} - 5.0234 \times \text{stethorus-} \\ & \text{sp} + 0.4352 \times \text{encyrtidae/pteromalidae} - 1.0103 \times \text{geocoris-sp} + 0.8138 \times \text{orius-sp} + 0.2565 \times \\ & \text{anthocoris-sp} + 6.3227 \times \text{campylomma-sp} + 0.2155 \times \text{agaciciortalamanimfsayisi} + 0.4238 \times \\ & \text{dortdarbeortalamaergin} + 4.2178 \times \text{sabahsicaklik} - 1.3245 \times \text{oglesicaklik} - 1.4297 \times \text{aksamsicaklik} + \\ & 4.8422 \times \text{sabahnem} + 23.8099 \times \text{oglenem} - 20.6324 \times \text{aksamnem} + 0.4897 \times \text{topraknemi} + 2.7559 \times \\ & \text{bagilnemortalama} + 1.9131 \times \text{yaprakislakliksuresi} \end{aligned}$$

1023 No'lu tuzak için kuzey yönündeki zararlı **ergin** sayısını pozitif yönde etkileyen en önemli değişkenin *oglenem* olduğu, negatif yönde etkileyen en önemli değişkenin ise *aksamnem* olduğu görülmektedir. *oglenem* arttıkça 1023 No'lu tuzak için kuzey yönündeki zararlı **ergin** sayısı da artmaktadır. Ancak *aksamnem* arttıkça 1023 No'lu tuzak için kuzey yönündeki zararlı **ergin** sayısı azalmaktadır.

Tablo 4.72. 1023 No'lu tuzağın PaceRegression modeline bağlı olarak yapılan cross-validation (Fold×3) uygulamasında kuzey yönündeki zararlı **ergin** tahminin performans başarı metrikleri ve değerleri (tüm eğitim seti için)

Korelasyon Katsayısı	0.952
Ortalama Mutlak Hata	5.944
Kök Ortalama Kare Hata	7.780
Görelî Mutlak Hata	%26.01
Kök Görelî Kare Hata	%29.79

Tablo 4.73.Tüm eğitim setindeki 1023 No’lu tuzak için kuzey yönündeki zararlı **ergin** sayısının **Linear Regression** modeline bağlı olarak yapılan tahmin modeli

3.8489 x oenopia-conglobata + 1.9341 x adalia-bipunctata + 1.1532 x coccinella-septempunctata - 3.911 x stethorus-sp + 2.1534 x anthocoris-sp + 4.3462 x campylomma-sp + 0.3198 x agaciciortalamanimsayisi + 0.4161 x dortdarbeortalamaergin + 3.884 x sabahsicaklik -1.5675 x oglesicaklik -1.6964 x aksamsicaklik + 7.4003 x sabahnem + 13.2087 x oglenem -14.95 x aksamnem + 0.4558 x topraknemi + 2.1966 x bagilnemortalama + 1.5534 x yaprakislakliksuresi -130.6121

1023 No’lu tuzak için kuzey yönündeki zararlı **ergin** sayısını pozitif yönde etkileyen en önemli değişkenin *oglenem* olduğu, negatif yönde etkileyen en önemli değişkenin ise *aksamnem* olduğu görülmektedir. *oglenem* arttıkça 1023 No’lu tuzak için kuzey yönündeki zararlı **ergin** sayısı da artmaktadır. Ancak *aksamnem* arttıkça 1023 No’lu tuzak için kuzey yönündeki zararlı **ergin** sayısı azalmaktadır.

Tablo 4.74.1023 No’lu tuzağın Linear Regression modeline bağlı olarak yapılan cross-validation (Fold×3) uygulamasında kuzey yönündeki zararlı **ergin** tahminin performans başarı metrikleri ve değerleri (tüm eğitim seti için)

Korelasyon Katsayısı	0.961
Ortalama Mutlak Hata	5.53
Kök Ortalama Kare Hata	7.020
Görelî Mutlak Hata	%24.21
Kök Görelî Kare Hata	%26.88

Tablo 4.75.1023 No’lu tuzağın PaceRegression modelinin bulduğu tahmin modeline bağlı olarak yapılan (verinin %66 eğitim %34 test) uygulamanın kuzey yönündeki zararlı **ergin** tahminin performans başarı metrikleri ve değerleri

Korelasyon Katsayısı	0.956
Ortalama Mutlak Hata	7.108
Kök Ortalama Kare Hata	9.409
Görelî Mutlak Hata	%33.02
Kök Görelî Kare Hata	%37.22

Tablo 4.76. 1023 No'lu tuzağın PaceRegression modelinin bulduğu tahmin modeline bağlı olarak yapılan (verinin %80 eğitim %20 test) uygulamanın kuzey yönündeki zararlı **ergin** tahminin performans başarı metrikleri ve değerleri

Korelasyon Katsayısı	0.972
Ortalama Mutlak Hata	6.944
Kök Ortalama Kare Hata	8.511
Görelî Mutlak Hata	%32.63
Kök Görelî Kare Hata	%35.93

Tablo 4.77. 1023 No'lu tuzağın Linear Regression modelinin bulduğu tahmin modeline bağlı olarak yapılan (verinin %66 eğitim %34 test) uygulamanın kuzey yönündeki zararlı **ergin** tahminin performans başarı metrikleri ve değerleri

Korelasyon Katsayısı	0.961
Ortalama Mutlak Hata	5.785
Kök Ortalama Kare Hata	7.265
Görelî Mutlak Hata	%26.87
Kök Görelî Kare Hata	%29.91

Tablo 4.78. 1023 No'lu tuzağın Linear Regression modelinin bulduğu tahmin modeline bağlı olarak yapılan (verinin %80 eğitim %20 test) uygulamanın kuzey yönündeki zararlı **ergin** tahminin performans başarı metrikleri ve değerleri

Korelasyon Katsayısı	0.969
Ortalama Mutlak Hata	6.658
Kök Ortalama Kare Hata	8.376
Görelî Mutlak Hata	%31.28
Kök Görelî Kare Hata	%35.36

Güney yönü için yapılan tahmin modelleri ve tabloları;

Tablo 4.79. Tüm eğitim setindeki 1023 No'lu tuzak için kuzey yönündeki zararlı **ergin** sayısının **Pace Regression** modeline bağlı olarak yapılan tahmin modeli

-12.9334 + 3.2115 x hippodamia-variegat -0.0741 x oenopia-conglobata + 1.0957 x coccinella-septempunctata -1.9601 x anthocoris-sp + 0.6059 x agaciciortalamanimsayisi + 0.2667 x dortdarbeortalamaergin + 4.3427 x sabahsicaklik + 7.0029 x oglesicaklik -9.9788 x aksamsicaklik -33.9588 x sabahnem + 26.3303 x oglenem + 10.9606 x aksamnem -0.4198 x topraknemi +3.8286 x bagilnemortalama + 2.1053 x yaprakislaklikluresi

1023 No'lu tuzak için kuzey yönündeki zararlı **ergin** sayısını pozitif yönde etkileyen en önemli değişkenin *oglenem* olduğu, negatif yönde etkileyen en önemli değişkenin ise *aksamsicaklik* olduğu görülmektedir. *oglenem* arttıkça 1023 No'lu tuzak için güney yönündeki zararlı **ergin** sayısı da artmaktadır. Ancak *aksamsicaklik* arttıkça 1023 No'lu tuzak için güney yönündeki zararlı **ergin** sayısı azalmaktadır.

Tablo 4.80. 1023 No'lu tuzağın PaceRegression modeline bağlı olarak yapılan cross-validation (Fold×3) uygulamasında kuzey yönündeki zararlı **ergin** tahminin performans başarı metrikleri ve değerleri (tüm eğitim seti için)

Korelasyon Katsayısı	0.968
Ortalama Mutlak Hata	5.717
Kök Ortalama Kare Hata	7.459
Görelî Mutlak Hata	%21.26
Kök Görelî Kare Hata	%24.54

Tablo 4.81. Tüm eğitim setindeki 1023 No'lu tuzak için güney yönündeki zararlı **ergin** sayısının Linear Regression modeline bağlı olarak cross-validation (Fold×3) tahmin modeli

-1.1599xchrysoperla-carnea+3.5303 xhippodamia-variegata+0.592 x agaciciortalamanimfsayisi + 0.2945 x dortdarbeortalamaergin +2.1947 x sabahsicaklik +1.7269 x oglesicaklik -2.9861 x aksamsicaklik +4.6407xaksamnem +1.3246 x bagilnemortalama +2.6102 x yaprakislakliksureci -58.8146

1023 No'lu tuzak için kuzey yönündeki zararlı **ergin** sayısını pozitif yönde etkileyen en önemli değişkenin *aksamnem* olduğu, negatif yönde etkileyen en önemli değişkenin ise *aksamsicaklik* olduğu görülmektedir. *aksamnem* arttıkça 1023 No'lu tuzak için güney yönündeki zararlı **ergin** sayısı da artmaktadır. Ancak *aksamsicaklik* arttıkça 1023 No'lu tuzak için güney yönündeki zararlı **ergin** sayısı azalmaktadır.

Tablo 4.82. 1023 No'lu tuzağın Linear Regression modeline bağlı olarak yapılan cross-validation (Fold×3) uygulamasında kuzey yönündeki zararlı **ergin** tahminin performans başarı metrikleri ve değerleri (tüm eğitim seti için)

Korelasyon Katsayısı	0.959
Ortalama Mutlak Hata	6.277
Kök Ortalama Kare Hata	8.473
Görelî Mutlak Hata	%23.34
Kök Görelî Kare Hata	%27.87

Tablo 4.83. 1023 No'lu tuzağın Pace Regression modelinin bulduğu tahmin modeline bağlı olarak yapılan (verinin %66 eğitim %34 test) uygulamanın kuzey yönündeki zararlı **ergin** tahminin performans başarı metrikleri ve değerleri

Korelasyon Katsayısı	0.971
Ortalama Mutlak Hata	5.616
Kök Ortalama Kare Hata	7.248
Görelî Mutlak Hata	%25.01
Kök Görelî Kare Hata	%28.83

Tablo 4.84. 1023 No'lu tuzağın Pace Regression modelinin bulduğu tahmin modeline bağlı olarak yapılan (verinin %80 eğitim %20 test) uygulamanın kuzey yönündeki zararlı **ergin** tahminin performans başarı metrikleri ve değerleri

Korelasyon Katsayısı	0.974
Ortalama Mutlak Hata	6.218
Kök Ortalama Kare Hata	6.936
Görelî Mutlak Hata	%28.79
Kök Görelî Kare Hata	%29.55

Tablo 4.85. 1023 No'lu tuzağın Linear Regression modelinin bulduğu tahmin modeline bağlı olarak yapılan (verinin %66 eğitim %34 test) uygulamanın kuzey yönündeki zararlı **ergin** tahminin performans başarı metrikleri ve değerleri

Korelasyon Katsayısı	0.949
Ortalama Mutlak Hata	6.026
Kök Ortalama Kare Hata	8.504
Görelî Mutlak Hata	%26.84
Kök Görelî Kare Hata	%33.82

Tablo 4.86. 1023 No'lu tuzağın Linear Regression modelinin bulduğu tahmin modeline bağlı olarak yapılan (verinin %80 eğitim %20 test) uygulamanın kuzey yönündeki zararlı **ergin** tahminin performans başarı metrikleri ve değerleri

Korelasyon Katsayısı	0.948
Ortalama Mutlak Hata	7.093
Kök Ortalama Kare Hata	8.343
Görelî Mutlak Hata	%28.97
Kök Görelî Kare Hata	%36.60

Doğu yönü için yapılan tahmin modelleri ve tabloları;

Tablo 4.87. Tüm eğitim setindeki 1023 No'lu tuzak için kuzey yönündeki zararlı **ergin** sayısının **Pace Regression** modeline bağlı olarak yapılan tahmin modeli

-71.009 + 4.9757 x chrysoperla-carnea + 1.6029 x hippodamia-variegata + 0.5743 x oenopia-conglobata + 2.0561 x adalia-bipunctata + 1.9216 x coccinella-septempunctata -9.0238 x stethorus-sp + 1.9356 x encyrtidae/pteromalidae + 2.3047 x geocoris-sp -2.3271 x orius-sp + 3.6028 x anthocoris-sp -3.3337 x campylomma-sp + 0.7774 x agaciciortalamanimfsayisi + 0.1576 x dortdarbeortalamaergin + 5.3538 x sabahsicaklik + 3.0799 x oglesicaklik -6.6793 x aksamsicaklik -6.4362 x sabahnem + 1.877 x oglenem + 7.116 x aksamnem -0.1191 x topraknemi + 0.7529 x bagilnemortalama + 2.2081 x yaprakislakliksureci

1023 No'lu tuzak için kuzey yönündeki zararlı **ergin** sayısını pozitif yönde etkileyen en önemli değişkenin *aksamnem* olduğu, negatif yönde etkileyen en önemli değişkenin ise *stethorus-sp* olduğu görülmektedir. *aksamnem* arttıkça 1023 No'lu tuzak için doğu yönündeki zararlı **ergin** sayısı da artmaktadır. Ancak *stethorus-sp* arttıkça 1023 No'lu tuzak için doğu yönündeki zararlı **ergin** sayısı azalmaktadır.

Tablo 4.88. 1023 No'lu tuzağın PaceRegression modeline bağlı olarak yapılan cross-validation (Fold×3) uygulamasında kuzey yönündeki zararlı **ergin** tahminin performans başarı metrikleri ve değerleri (tüm eğitim seti için)

Korelasyon Katsayısı	0.881
Ortalama Mutlak Hata	8.211
Kök Ortalama Kare Hata	12.01
Görelî Mutlak Hata	%37.66
Kök Görelî Kare Hata	%47.39

Tablo 4.89. Tüm eğitim setindeki 1023 No'lu tuzak için güney yönündeki zararlı **ergin** sayısının Linear Regression modeline bağlı olarak cross-validation (Fold×3) tahmin modeli

5.5611 x chrysoperla-carnea -8.9979 x stethorus-sp + 3.6089 x encyrtidae/pteromalidae -2.2743 x orius-sp + 2.6177 x anthocoris-sp + 0.5523 x agaciciortalamanimfsayisi + 0.3088 x dortdarbeortalamaergin + 2.4418 x sabahsicaklik + 3.2505 x oglesicaklik -6.7601 x aksamsicaklik -8.6851 x sabahnem + 5.5415 x oglenem + 2.6999 x aksamnem + 0.2082 x topraknemi + 2.8116 x yaprakislakliksureci -8.1984

1023 No'lu tuzak için kuzey yönündeki zararlı **ergin** sayısını pozitif yönde etkileyen en önemli değişkenin *stethorus-sp* olduğu, negatif yönde etkileyen en önemli değişkenin ise *sabahnem*

olduğu görülmektedir. *stethorus-sp* arttıkça 1023 No'lu tuzak için doğu yönündeki zararlı **ergin** sayısı da artmaktadır. Ancak *sabahnem* arttıkça 1023 No'lu tuzak için doğu yönündeki zararlı **ergin** sayısı azalmaktadır.

Tablo 4.90. 1023 No'lu tuzağın Linear Regression modeline bağlı olarak yapılan cross-validation (Fold×3) uygulamasında kuzey yönündeki zararlı **ergin** tahminin performans başarı metrikleri ve değerleri (tüm eğitim seti için)

Korelasyon Katsayısı	0.878
Ortalama Mutlak Hata	8.683
Kök Ortalama Kare Hata	12.101
Görelî Mutlak Hata	%39.82
Kök Görelî Kare Hata	%47.73

Tablo 4.91. 1023 No'lu tuzağın Pace Regression modelinin bulduğu tahmin modeline bağlı olarak yapılan (verinin %66 eğitim %34 test) uygulamanın kuzey yönündeki zararlı **ergin** tahminin performans başarı metrikleri ve değerleri

Korelasyon Katsayısı	0.761
Ortalama Mutlak Hata	9.479
Kök Ortalama Kare Hata	15.128
Görelî Mutlak Hata	%47.48
Kök Görelî Kare Hata	%68.02

Tablo 4.92. 1023 No'lu tuzağın Pace Regression modelinin bulduğu tahmin modeline bağlı olarak yapılan (verinin %80 eğitim %20 test) uygulamanın kuzey yönündeki zararlı **ergin** tahminin performans başarı metrikleri ve değerleri

Korelasyon Katsayısı	0.917
Ortalama Mutlak Hata	6.699
Kök Ortalama Kare Hata	8.305
Görelî Mutlak Hata	%36.71
Kök Görelî Kare Hata	%40.98

Tablo 4.93. 1023 No'lu tuzağın Linear Regression modelinin bulduğu tahmin modeline bağlı olarak yapılan (verinin %66 eğitim %34 test) uygulamanın kuzey yönündeki zararlı **ergin** tahminin performans başarı metrikleri ve değerleri

Korelasyon Katsayısı	0.764
Ortalama Mutlak Hata	9.496
Kök Ortalama Kare Hata	14.860
Görelî Mutlak Hata	%47.56
Kök Görelî Kare Hata	%66.82

Tablo 4.94. 1023 No’lu tuzağın Linear Regression modelinin bulduğu tahmin modeline bağlı olarak yapılan (verinin %80 eğitim %20 test) uygulamanın kuzey yönündeki zararlı **ergin** tahminin performans başarı metrikleri ve değerleri

Korelasyon Katsayısı	0.884
Ortalama Mutlak Hata	7.596
Kök Ortalama Kare Hata	9.454
Görelî Mutlak Hata	%41.63
Kök Görelî Kare Hata	%46.66

Batı yönü için yapılan tahmin modelleri ve tabloları

Tablo 4.95. Tüm eğitim setindeki 1023 No’lu tuzak için kuzey yönündeki zararlı **ergin** sayısının **Pace Regression** modeline bağlı olarak yapılan tahmin modeli

89.4044 -1.7957 x chrysoperla-carnea -0.5973 x oenopia-conglobata + 0.1236 x adalia-bipunctata + 0.4457 x stethorus-sp + 0.3811 x encyrtidae/pteromalidae -0.4421 x orius-sp -0.1149 x dortdarbeortalamaergin + 2.1111 x sabahsicaklik -7.2905 x aksamsicaklik + 37.6068 x sabahnem -20.4213 x oglenem -17.6193 x aksamnem + 0.5647 x topraknemi + 2.2273 x bagilnemortalama + 4.0119 x yaprakislakliksuresi

1023 No’lu tuzak için kuzey yönündeki zararlı **ergin** sayısını pozitif yönde etkileyen en önemli değişkenin *sabahnem* olduğu, negatif yönde etkileyen en önemli değişkenin ise *oglenem* olduğu görülmektedir. *sabahnem* arttıkça 1023 No’lu tuzak için batı yönündeki zararlı **ergin** sayısı da artmaktadır. Ancak *oglenem* arttıkça 1023 No’lu tuzak için batı yönündeki zararlı **ergin** sayısı azalmaktadır.

Tablo 4.96. 1023 No’lu tuzağın PaceRegression modeline bağlı olarak yapılan cross-validation (Fold×3) uygulamasında kuzey yönündeki zararlı **ergin** tahminin performans başarı metrikleri ve değerleri (tüm eğitim seti için)

Korelasyon Katsayısı	0.961
Ortalama Mutlak Hata	4.003
Kök Ortalama Kare Hata	5.253
Görelî Mutlak Hata	%26.84
Kök Görelî Kare Hata	%27.35

Tablo 4.97. Tüm eğitim setindeki 1023 No’lu tuzak için güney yönündeki zararlı **ergin** sayısının Linear Regression modeline bağlı olarak cross-validation (Fold×3) tahmin modeli

-2.8492 x adalia-bipunctata + 2.2331 x geocoris-sp + 3.4515 x campylomma-sp + 0.5412 x agaciciortalamanimfsayisi-0.2815 x dortdarbeortalamaergin -2.9489 x sabahsicaklik + 1.9193 x oglesicaklik + 2.1316 x oglenem + 0.0911 x topraknemi -1.493 x bagilnemortalama + 1.4128 x yaprakislakliksuresi -5.1523

1023 No'lu tuzak için kuzey yönündeki zararlı **ergin** sayısını pozitif yönde etkileyen en önemli değişkenin *campylomma-sp* olduğu, negatif yönde etkileyen en önemli değişkenin ise *sabahsicaklik* olduğu görülmektedir. *campylomma-sp* arttıkça 1023 No'lu tuzak için batı yönündeki zararlı **ergin** sayısı da artmaktadır. Ancak *sabahsicaklik* arttıkça 1023 No'lu tuzak için batı yönündeki zararlı **ergin** sayısı azalmaktadır.

Tablo 4.98. 1023 No'lu tuzağın Linear Regression modeline bağlı olarak yapılan cross-validation (Fold×3) uygulamasında kuzey yönündeki zararlı **ergin** tahminin performans başarı metrikleri ve değerleri (tüm eğitim seti için)

Korelasyon Katsayısı	0.837
Ortalama Mutlak Hata	7.861
Kök Ortalama Kare Hata	10.222
Görelî Mutlak Hata	%52.70
Kök Görelî Kare Hata	%53.22

Tablo 4.99. 1023 No'lu tuzağın Pace Regression modelinin bulduğu tahmin modeline bağlı olarak yapılan (verinin %66 eğitim %34 test) uygulamanın kuzey yönündeki zararlı **ergin** tahminin performans başarı metrikleri ve değerleri

Korelasyon Katsayısı	0.937
Ortalama Mutlak Hata	3.983
Kök Ortalama Kare Hata	5.374
Görelî Mutlak Hata	%33.92
Kök Görelî Kare Hata	%34.72

Tablo 4.100. 1023 No'lu tuzağın Pace Regression modelinin bulduğu tahmin modeline bağlı olarak yapılan (verinin %80 eğitim %20 test) uygulamanın kuzey yönündeki zararlı **ergin** tahminin performans başarı metrikleri ve değerleri

Korelasyon Katsayısı	0.892
Ortalama Mutlak Hata	4.700
Kök Ortalama Kare Hata	5.880
Görelî Mutlak Hata	%50.43
Kök Görelî Kare Hata	%49.47

Tablo 4.101. 1023 No'lu tuzağın Linear Regression modelinin bulduğu tahmin modeline bağlı olarak yapılan (verinin %66 eğitim %34 test) uygulamanın kuzey yönündeki zararlı **ergin** tahminin performans başarı metrikleri ve değerleri

Korelasyon Katsayısı	0.765
Ortalama Mutlak Hata	7.015
Kök Ortalama Kare Hata	10.348
Görelî Mutlak Hata	%59.75
Kök Görelî Kare Hata	%66.85

Tablo 4.102. 1023 No'lu tuzağın Linear Regression modelinin bulduğu tahmin modeline bağlı olarak yapılan (verinin %80 eğitim %20 test) uygulamanın kuzey yönündeki zararlı **ergin** tahminin performans başarı metrikleri ve değerleri

Korelasyon Katsayısı	0.805
Ortalama Mutlak Hata	4.945
Kök Ortalama Kare Hata	7.528
Görelî Mutlak Hata	%53.11
Kök Görelî Kare Hata	%63.34

Bu çalışmanın sonuçları, 2022 ve 2023 yıllarında yapılan tuzaklama çalışmaları ve çevresel faktörlerin zararlı böcek popülasyonları üzerindeki etkilerini kapsamlı bir şekilde ele almıştır. Her iki yıl boyunca yapılan gözlemler, tuzak yerleşimleri ve çevresel parametrelerin, zararlı böcek popülasyonlarının yoğunluğu üzerinde anlamlı etkiler yarattığını ortaya koymuştur. Yapılan 2022 yılı çalışmasında, 1023 kodlu tuzakların geleneksel tuzaklara göre daha fazla ergin birey yakaladığı gözlemlenmiştir. Ayrıca, ağaçların güney yönüne asılan tuzakların diğer yönlere göre daha fazla ergin birey yakaladığı tespit edilmiştir. Tuzaklar asılan tüm ağaçlarda ve yönlerde, ergin birey sayısının zamanla azaldığı, ancak belirli bir noktada zararlının ikinci dölü nedeniyle dengenin sağlandığı ve ardından tekrar azalma gösterdiği görülmüştür. Tüm popülasyonlarda Temmuz ayının başlarında birey sayısındaki kısmi azalma, sıcaklık artışıyla paralellik göstermektedir. Tuzaklarda yakalanan ergin birey sayısı arttıkça, ağaç içindeki nimf ve ergin birey sayılarında da azalma gözlemlenmiştir.

İstatistiksel analizlerde, Kruskal-Wallis ve t testi sonuçları, güney yönündeki tuzaklarda ergin sayısının, diğer yönlere göre anlamlı şekilde fazla olduğunu ortaya koymuştur. Ayrıca, 1023 kodlu geleneksel tuzağın yakalama etkinliği, yönler arasında istatistiksel olarak farklılık göstermemekle birlikte, tüm yönlerdeki nimf sayısının tuzak ve darbe vuruşlu ağaç içi ergin sayılarından farklı olduğu belirlenmiştir.

Çevresel parametreler, zararlı popülasyonlarını etkileyen önemli faktörlerdir. Yapılan tahmin modellemelerinde, PaceRegression yöntemi en uygun model olarak belirlenmiştir. Nem, sıcaklık, rüzgâr şiddeti gibi çevresel faktörler, zararlı popülasyonunun büyüklüğünü doğrudan etkilemiştir. Özellikle, nem ve sıcaklık gibi faktörlerin zararlıların üreme koşullarını olumlu şekilde etkileyerek popülasyon artışına neden olduğu, PaceRegression modeliyle yapılan tahminlerde açıkça görülmüştür. Yapılan 2023 yılı çalışmalarında, tuzakların yönlere göre farklılıklar gösterdiği ve güney yönüne yerleştirilen tuzakların diğer yönlere göre daha fazla ergin birey yakaladığı sonucuna varılmıştır. Ergin birey sayısının zamanla azalma gösterdiği, Temmuz ayında sıcaklıkların artışıyla birlikte birey sayısındaki düşüşün daha belirgin hale geldiği gözlemlenmiştir. Tuzaklarda yakalanan ergin birey sayısının artmasıyla, ağaç içi nimf ve ergin sayılarında azalma kaydedilmiştir. Ayrıca 2023 yılı verileri, daha ayrıntılı çevresel faktörlerin ve doğal düşmanların da dâhil edilmesiyle yapılan çalışmaları kapsamaktadır. Bu yılki çalışmalarda, zararlı sayısını etkileyen çevresel faktörlerin başında sıcaklık ve nem yer alırken, günlük sıcaklık değişimleri de önemli bir parametre olarak tespit edilmiştir. PaceRegression ve Linear Regression yöntemleriyle yapılan modellemeleri, zararlı birey sayısının çevresel koşullar tarafından nasıl şekillendirildiğini ortaya koymuştur. Özellikle, güney yönü için, ergin sayısını pozitif yönde etkileyen en önemli değişkenin öğle nem (*öğlenem*) ve akşam nem (*aksamnem*), negatif yönde etkileyen değişkenin ise sabah nemi (*sabahnem*) ve akşam sıcaklık (*aksamsıcaklık*) olduğu bulunmuştur.

Doğal düşmanların etkisine bakıldığında, 2023 yılı çalışmasında, göz önünde bulundurularak yapılan gözlemler, doğal düşman popülasyonlarının çevresel koşullara bağlı olarak farklı yönlerde değişiklik gösterdiğini ortaya koymuştur. *Chrysoperla carnea* türünün güney yönünde diğer türlere göre sayıca fazla olduğu gözlemlenmiştir, bu da bu tür için sıcaklık ve beslenme koşullarının daha uygun olduğunu göstermektedir. Ancak, *Stethorus sp.* türü, güney yönünde sayıca daha düşük bulunmuş, bunun sebebinin çevresel koşulların bu tür için uygun olmadığı anlaşılmaktadır. Batı ve doğu yönlerinde ise doğal düşman türlerinin diğer türlere göre anlamlı farklılıklar göstermediği tespit edilmiştir. Her iki yıl için kıyaslama ve genel değerlendirme yapıldığında; 2022 ve 2023 yıllarındaki çalışmalar karşılaştırıldığında, 2023 yılında çevresel parametrelerin daha ayrıntılı bir şekilde analiz edilmesi ve doğal düşman türlerinin dâhil edilmesiyle elde edilen sonuçların daha kapsamlı olduğu görülmüştür. Çevresel faktörler, zararlı böcek popülasyonları üzerinde belirleyici bir rol oynamaktadır. Özellikle sıcaklık ve nem değişimlerinin zararlıların üreme koşullarını etkileyerek, popülasyon artışına ya da azalışına neden olduğu belirlenmiştir.

Bu tez çalışmasında; birçok alan entegre edilerek çalışılmıştır, sarı yapışkan tuzaklar kullanılarak psillid zararlılarının biyolojik ve fizyolojik davranışlarının engellenmesi ve zararın kontrol altına alınması amacıyla gerçekleştirilmiştir. Literatür taramaları, sarı yapışkan tuzakların psillid erginlerini yakalamada yüksek etkinlik sağladığını göstermektedir. Çalışmalar, sarı yapışkan renk tuzağının, özellikle *Cacopsylla pyri* gibi türlere karşı biyoteknik yöntemler içinde başarılı bir

şekilde kullanıldığını ve pratikte etkinliğini ortaya koyduğunu desteklemektedir. Son yıllarda yapılan araştırmalar, sarı yapışkan tuzakların sadece zararlı popülasyonlarını izleme amacıyla değil, aynı zamanda doğrudan mücadele amacıyla kullanılabileceğini de göstermektedir (Özgen et al., 2020). Ancak, psillid gibi zararlılar, yüksek üreme hızları nedeniyle mücadele zamanlamasını doğru zamanda ve parametrelerle yapmak ve popülasyonu baskı altına almak konusunda zorluklar yaratmaktadır. Bu tür mücadeleler maliyetli olabilmektedir. Küresel nüfus artışı ve tarımsal üretimin sürdürülebilirliği doğrultusunda, tarımsal uygulamaların yeniden değerlendirilmesi gerekmektedir. Bu bağlamda, yapay zekâ yöntemlerinin tarımsal üretimde ve bitki koruma alanında entegrasyonu, yenilikçi bir yaklaşım olarak öne çıkmaktadır. Literatürde, psillid gibi zararlılarla mücadelede yapay zekâ uygulamalarının sayısı sınırlıdır. Yapılan çalışmalar, birçok problemde başarılı sonuçlar verdiği göz önünde bulundurulduğunda, bu çalışmanın bulguları, abiyotik faktörlerin zararlı popülasyonundaki dalgalanmayı etkileyen sarı yapışkan tuzak temelli tahminleme modellerinin regresyon analiziyle açıklanmasını sağlamaktadır. Bu çalışma, gelecekte diğer psillid türleri ve sokucu-emici zararlılarla ilgili tahminleme ve mücadele stratejilerinin geliştirilmesi için bir temel oluşturabilir.

Yapay zekâ alanının tıptan ziraat alanına kadar geniş bir spektruma sahip olduğu ve çeşitli çalışma alanlarında etkin bir şekilde kullanıldığı bilinmektedir. Bu çalışmada, armut zararlılarıyla mücadele için biyoteknik yöntemlerin yanı sıra yapay zekâ teknolojilerinin entegrasyonu, gelecekteki araştırmalara yönelik güçlü bir altyapı desteği sunmaktadır. Yapay zekâ, özellikle bitki hastalıkları, hayvan davranışları, zararlılarla mücadele ve bu alanda yapılan tahminleme çalışmalarında önemli bir rol oynamaktadır; ancak bu alandaki uygulamalar henüz sınırlı sayıda çalışmayla kısıtlanmaktadır. Yapay zekânın entomolojiye entegrasyonu konusunda yapılan araştırmalar, popülasyon yoğunluğunun izlenmesi, türler arası ilişkilerin belirlenmesi ve hedef verilere dayalı tahminleme modellerinin geliştirilmesi gibi önemli konuları ele almaktadır. Bu tür entegre çalışmalar, özellikle ziraat ve bitki koruma alanında büyük önem taşımaktadır. Ülkemizde, bitki hastalıklarının tespiti ve zararlı türlerinin tahmin modellerinin oluşturulmasına yönelik mevcut literatürler, bu alandaki gelişim için önemli bir katkı sağlayacak niteliktedir. Örneğin, Singh ve Misra (2017) tarafından yapılan bir çalışmada, bitki hastalıklarının erken teşhisi için görüntü segmentasyonu ve genetik algoritmaların kullanıldığı bir yöntem geliştirilmiştir. Bu çalışmada, sınıflandırma süreçlerinin başarısını artırmak için Yapay Sinir Ağı, Bayes sınıflandırıcıları, Bulanık Mantık ve hibrit algoritmaların kullanılması önerilmiştir. Bu tür yaklaşımlar, bitki hastalıklarıyla mücadelede etkili sonuçlar elde edilmesini sağlayabilir. Ayrıca, Robindro ve Sarma (2013) tarafından yapılan başka bir çalışmada, bitki hastalıklarının tanısı için Java tabanlı bir uzman sistem mimarisi geliştirilmiş ve bu sistemin, çiftçilere hastalıkların tanımlanması ve etkilerine yönelik tedbirler hakkında karar desteği sağladığı vurgulanmıştır. Bu bağlamda, bu tür yapay zekâ temelli uygulamalar, ziraat alanında veri odaklı karar alma süreçlerini iyileştirebilir ve verimlilik artırabilir.

Ancak, bu çalışmaların daha geniş veri setleri ve farklı çevresel koşullar altında doğrulanması gerektiği unutulmamalıdır. Yapay zekâ destekli modellerin, zararlı yönetimi ve bitki hastalıkları ile mücadele gibi alanlarda daha etkin ve pratik çözümler sunma potansiyeline sahip olduğu söylenebilir. Buda, tarımsal üretimin sürdürülebilirliğine önemli katkılar sağlayabilir ve gelecekteki araştırmalar için güçlü bir temel oluşturabilir. Tarım, herhangi bir ekonominin sürdürülebilirliğinin temel taşlarından biri olarak kabul edilmektedir (Kekane, 2013). Uzun vadeli ekonomik büyüme ve yapısal dönüşüm süreçlerinde önemli bir rol üstlenen tarım, ülkeden ülkeye değişen dinamiklerle şekillenmektedir (Dekle ve Vandenbroucke, 2012). Günümüzde tarımsal faaliyetler, sadece bir geçim kaynağı sağlamakla kalmayıp, aynı zamanda ulusal ticaretin temel unsurlarından birini oluşturmakta, işsizlik oranlarını düşürmekte ve diğer sanayilere hammadde temin ederek ekonomik kalkınmayı teşvik etmektedir (Block ve Timmer, 1994). Bu çok yönlü etkileşimler, tarımın ekonomik sistemlerdeki kritik rolünü pekiştirmektedir.

Küresel nüfus artışı, tarımsal faaliyetlerin sürdürülebilirliğini ve verimliliğini sağlamak amacıyla yenilikçi yaklaşımların geliştirilmesini zorunlu kılmaktadır. Bu bağlamda, yapay zekâ ve teknoloji entegrasyonu, tarım sektöründe önemli bir dönüşüm sürecini tetiklemektedir. Büyük veri analizi, robotik teknolojiler, nesnelerin interneti (IoT), ucuz sensörlerin kullanımı, drone teknolojisi ve coğrafi olarak dağılmış alanlarda internet erişiminin yaygınlaşması, tarımsal faaliyetlerde verimlilik ve sürdürülebilirlik sağlayan yenilikçi çözümler arasında sayılabilir. Yapay zekâ sistemleri, toprak yönetimi verilerini analiz ederek ekim ve hasat zamanlarını optimize edebilir, bu sayede mahsul verimini artırırken su, gübre ve pestisit kullanımını azaltarak çevresel etkileri minimize etmektedir. Gelişen akıllı tarım teknolojileri, bulut destekli veri tabanları ve yüksek çözünürlüklü kameralarla donatılmış insansız hava araçlarının kullanımını içermektedir. Bu teknolojiler sayesinde ekim alanları izlenebilir, hava ve toprak nemi, sıcaklık gibi çevresel veriler dijital sensörlerle ölçülerek çiftçilere önemli bilgiler sunulabilir. Ayrıca, su ve elektrik gibi sınırlı kaynakların daha verimli kullanılması sağlanarak, israfın önüne geçilir ve çevre ile su kirliliği azaltılabilir. Bu uygulamalar sayesinde, çiftçiler üretimlerinin performansını değerlendirebilir, kaynakları daha verimli kullanabilir ve ürünlerinin verimliliğini artırabilirler. Nesnelerin interneti teknolojisinin tarımda kullanımı, verimlilik üzerinde önemli bir etki yapmaktadır. Bu teknolojiler, topraktaki ağır metaller ve kimyasallar gibi istenmeyen maddelerin analizini mümkün kılarken, uzaktan kontrol yeteneği de sağlamaktadır. Akıllı tarım, aynı zamanda doğal kaynakların korunmasına ve çevre dostu enerji çözümlerinin geliştirilmesine olanak tanımaktadır. Ürünlerin tarlada daha verimli bir şekilde yetiştirilmesi ve çürümeden hasat edilmesi, daha kaliteli ve verimli bir tarım uygulamasına olanak sağlar (Barbedo, 2016). Bu gelişmeler, tarım sektöründe sürdürülebilirliği artıran ve çevresel etkileri azaltan önemli adımlar olarak karşımıza çıkmaktadır.

5. SONUÇ

Bu tez çalışmasında elde edilen bulgular, sarı yapışkan tuzakların psillid zararlılarının biyolojik ve fizyolojik davranışlarını engelleyerek, zararlı popülasyonlarını kontrol altına almak açısından etkili bir yöntem olduğunu ortaya koymaktadır. Literatür taramaları ve elde edilen veriler, sarı yapışkan tuzakların özellikle *Cacopsylla pyri* ve benzeri türlerin kontrolünde biyoteknik bir araç olarak etkinliğini desteklemektedir. Bu tuzaklar, zararlı popülasyonlarının izlenmesi ve doğrudan mücadele amacıyla etkin bir şekilde kullanılabilir. Ancak psillid zararlılarının hızlı üreme oranı, mücadelenin zamanlamasında zorluklar yaratmakta ve bu da maliyetleri artırmaktadır. Bu bağlamda, yapay zekâ tabanlı yöntemlerin tarımsal üretim ve bitki koruma stratejilerinde kullanımı, geleneksel yöntemlerin etkinliğini artırmak adına büyük bir potansiyel taşımaktadır. Yapay zekâ temelli uygulamalar, zararlı yönetimi süreçlerini daha verimli hale getirirken, doğru tahminleme yaparak mücadelede etkinliği artırabilir. Bu çalışma, abiyotik faktörlerin zararlı popülasyonları üzerindeki etkilerini, sarı yapışkan tuzaklar kullanarak tahmin eden regresyon modelleri ile önemli bir katkı sağlamaktadır. Gelecekte, bu yaklaşımlar diğer psillid türleri ve sokucu-emici zararlılar için de uygulanarak entegre zararlı yönetimi stratejilerinin geliştirilmesine katkı sağlayabilir. Ancak, bu sonuçların farklı çevresel koşullarda doğrulanması gerektiği de unutulmamalıdır. Bu nedenle, ilerleyen yıllarda bu modellemelerin kapsamının genişletilmesi, daha sağlam sonuçlar elde edilmesini ve sürdürülebilir bir zararlı yönetimi stratejisinin oluşturulmasını sağlayabilir. Ayrıca, bu çalışmada yapay zekâ ve teknolojilerin tarım sektöründeki rolü de incelenmiştir. Küresel nüfus artışı ve çevresel zorluklarla birlikte, tarımda verimliliği artırmak ve sürdürülebilirliği sağlamak amacıyla yenilikçi çözümler gerekmektedir. Yapay zekâ, büyük veri analizi, nesnelerin interneti (IoT) ve akıllı tarım uygulamalarıyla tarımsal süreçleri optimize etmekte, su ve gübre kullanımını azaltmakta ve çevresel etkileri iyileştirmektedir. Ayrıca, zararlı popülasyonlarını izlemek için yapay zekâ temelli tahminleme modelleri kullanılmakta ve biyoteknik yöntemlerle entegrasyon sağlanmaktadır. Sonuç olarak, yapay zekâ tarımda verimliliği artırırken çevre dostu çözümler ve ekonomik büyüme sağlayan önemli bir araçtır.

Bu çalışma, 2022 ve 2023 yıllarında yapılan tuzaklama ve çevresel koşulların zararlı böcek popülasyonları üzerindeki etkilerini incelemiştir. 2022 yılı verileri, 1023 numaralı tuzağın geleneksel tuzaklara kıyasla daha fazla ergin birey yakaladığını ve ağaçların güney yönüne yerleştirilen tuzakların diğer yönlere göre daha verimli olduğunu göstermiştir. Bu bulgu, çevresel faktörlerin zararlı böcek popülasyonları üzerindeki etkisini göstermektedir. Ergin birey sayısının zamana bağlı olarak azaldığı ve bu azalmanın sıcaklık artışıyla ilişkili olduğu gözlemlenmiştir. PaceRegression ve Linear Regression analizleri, zararlı popülasyonlarının çevresel faktörlerden (sıcaklık, nem) etkilendiğini ortaya koymuştur. 2023 yılı çalışmasında ise doğal düşmanların zararlı popülasyonları üzerinde etkili olduğu, çevresel koşulların bu etkileşimi değiştirdiği bulunmuştur.

Özellikle güney yönünde *Chrysoperla carnea* gibi doğal düşmanların sayısının diğer türlere göre daha fazla olduğu belirlenmiştir. Birinci ve ikinci yıl arasında yapılan karşılaştırmalarda, 2023 yılı verilerinin çevresel koşulları daha ayrıntılı şekilde değerlendirdiği ve bu nedenle daha detaylı sonuçlar sunduğu görülmüştür. İstatistiksel analizler, tuzak yerleşimlerinin ve yönlerinin zararlı sayılarındaki anlamlı farkları ortaya koymuş, çevresel faktörlerin bu farkları belirlemedeki rolünü vurgulamıştır. Sonuç olarak, bu çalışma tuzaklama yöntemlerinin ve çevresel faktörlerin zararlı böcek popülasyonlarının yönetilmesindeki önemini ortaya koymuş, entegre zararlı yönetimi için değerli bilgiler sunmuştur. Bu bulgular, gelecekteki zararlı yönetim stratejilerinin geliştirilmesine katkı sağlayacaktır.

Yapay Sinir Ağları teknolojisinin entomoloji alanındaki uygulanabilirliği bu çalışmada değerlendirilmiş ve etkili sonuçlar elde edilmiştir. YSA, böcek türlerinin tahmin edilmesi, popülasyonların izlenmesi, zararlıların tanımlanması, davranışlarının modellenmesi ve ekolojik süreçlerinin analiz edilmesi gibi çeşitli alanlarda önemli katkılar sağlamaktadır. YSA, ayrıca zararlı yönetimi stratejilerinin geliştirilmesinde de etkili bir araçtır. YSA uygulamalarının sürekli eğitim ve güncellenme gerektirdiği göz önünde bulundurulmalıdır. Bu nedenle, YSA ve benzeri teknolojik yöntemlerin yaygınlaştırılması, zararlı yönetim sistemlerinin geliştirilmesinde önemli bir katkı sağlayacaktır.

Genel değerlendirme yapıldığında, tarım sektörü çok sayıda değişken ve belirsizlikle şekillenen bir süreçtir. Mevsimsel farklılıklar, hava koşullarındaki değişimler, tarım malzemelerinin fiyatlarındaki dalgalanmalar, toprak erozyonu, mahsul kayıpları, yabani otların kontrolsüz yayılımı ve zararlı organizmaların bitkilere verdiği zararlar gibi faktörler çiftçilerin karşılaştığı önemli zorluklardandır. Bu belirsizlikler karşısında çiftçiler, etkin ve verimli tarımsal uygulamalar geliştirmek zorundadır. Tarımsal faaliyetlerin kapsamı geniş olup, özellikle toprak sağlığını, mahsul verimliliğini ve üretimi olumsuz etkileyebilecek hastalıklar ile yabani otların kontrol altına alınması açısından yeni teknolojik yaklaşımlar önem kazanmaktadır. Bu bağlamda, yapay zekâ (YZ) uygulamalarının tarımda kullanımı, bu sorunların çözülmesinde önemli bir potansiyele sahiptir. Tarımda yapay zekâ kullanımının entomoloji alanında farklı zararlılarla yapılacak çalışmalarla çeşitlendirilmesi, verimlilik artırıcı ve sürdürülebilir çözümler üretebilmek adına kritik bir gerekliliktir (Block ve Timmer, 1994).

ÖNERİLER

-Yapay Sinir ağları ve regresyon modellemelerinin ekolojik verilerle yorumlanarak psila biyoteknik mücadele yöntemlerinde ve özelde *Cacopsylla pyri* önceden tahmin ve erken uyarı ile tuzak asım parametrelerinin tespitinde kullanılabilirliği bu çalışma ile belirlenmiştir.

- Ağaçlara asılan tuzak sayısı artıkça; *Cacopsylla pyri*'nin ağaç içi ergin ve nimf birey sayılarının geleneksel ve 1023 kod'lu tuzaklarda azaldığı, bu sayınının tuzak fiyat ve işçilik maliyetlerine göre çiftçiler tarafından zararlı ile biyoteknik mücadelesinde kullanılabileceği öngörülmektedir.

- Ağaçlara 4 tuzak asımının 3 ve 1 tuzak asımına göre daha etkili olduğu, tuzak asım zamanının bu etkililikte öne çıktığı, Elazığ ili için Mayıs ayının son haftaları ile Haziran ayının ilk iki haftasının bu asımda etkililik açısından önerilebileceği,

-Zararlının düşük ve orta derece popülasyonlarında zarar derecesini azaltma açısından ağaç başına 4 tuzak asımının ön plana çıktığı,

-Ağaç yönleri açısından Güney yöne asılan tuzakların genel olarak zararlıyı daha çok topladığı ve tuzak imkânlarının yetersizliğinde az tuzak asılacak ise eğer Güney yönüne tuzaklara asmanın daha ekonomik olduğu,

-Sıcaklık artışına paralel olarak Temmuz ayında ikinci üçüncü dölünü verecek olan armut psillası için sarı yapışkan tuzak asımının diğer mücadele yöntemleri ile beraber kullanılabileceği,

-Zararlı popülasyonunu dengeleme ve yeni yıl armut plantasyonlarının psila zararından daha az etkilenmesi için Elazığ ilinde Temmuz ayında yapılacak tüm IPM yöntemlerinin önemli olduğu,

-Ağaç büyüklüğüne paralel olarak ağaç içi ergin ve nimf popülasyonunun dengelenmesi ve azaltılması açısından ağaç içi tuzak asımının doğu, batı ve kuzey yönlerine asılan tuzaklara göre daha etkili olduğu,

-İmkânlar dâhilinde armut psillası ile mücadelede 1023 kodlu tuzağın geleneksel sarı yapışkan tuzaklara göre daha fazla tercih edilmesi gerekliliği,

-Tuzak kodları içerisinde 1023 kodlu tuzağın asım sonrasında, geleneksel sarı yapışkan tuzağa göre zararlı popülasyonunda daha erken ve çabuk etki yaptığı ve zararlı popülasyonunun sadece tuzak içi değil, ağaç içi nimf ve ağaç içi darbe yöntemi ile yakalanan birey sayısına göre sayımın yapılarak mücadele başarısının ortaya konulması gerekliliği,

- Tuzak asım yönleri dikkate alındığında ve zararlı popülasyon dalgalanma parametreleri göz önüne alındığında, her iki tuzak tipinde yön olarak, Güney≥Kuzey≥Batı≥Doğu şeklinde bir tuzak asım yön planlamasının yapılması gerekliliği,

- Sayım parametreleri dikkate alındığında yönler göre ağaç içi nimf ve ağaç içi darbe yöntemi birey azalma ve artma parametrelerinin eşit artış ve azalış gösterdiği, yönlerin tuzaklara

bağlı ağaç içi nimf ve ergin popülasyon sayımlarına farklı oranda etki yapmadığı ve buna bağlı varsayımsal bir önerinin yapılamayacağı,

-Tuzak sayısına paralel olarak ağaç içi nimf sayısı değişimlerinde ise birey sayısı artışında $1 \geq 3 \geq 4$ 'lü tuzak asımının önemli olduğu,

-Ağaç başına 3 tuzak asımında, 4 tuzak asımı gibi Güney yönüne asılan tuzakların en fazla ergin birey topladığı ve bu yöne öncelikli asılması gerekliliği,

-Pace regresyon modelinin tuzak ergin zararlı tahmininde yüksek başarı parametrelerine sahip olduğu ve regresyon modellerinde önerilebileceği,

-Geleneksel tek tuzakta ağaç içi nimf sayısını tahminde bağımsız parametrelerden atmosfer basıncının önemli bir parametre olduğu,

-Geleneksel tek tuzak ağaç darbe vuruşu ile sayımı yapılan ergin birey popülasyon tahmininde hava basıç parametrelerinin etkili olduğu,

-Geleneksel 3'lü tuzak parametrelerinde kuzey yönüne asılan tuzaklarda tuzaklara yakalanacak ergin popülasyon tahmininde en önemli kriterin ağaç içi nem bağımsız ekolojik değişkenin olduğu ve bu faktörün psilla mücadelesinde yöneye göre asılacak tuzak seçiminde ağaç içi neminin dikkate alınması gerekliliği,

-Genel olarak geleneksel ve 1023 kodlu tuzaklarda güneye asılan tuzaklarda tuzaklara yakalanacak ergin popülasyon tahmininde en önemli kriterin sıcaklık olduğu, yöneye göre asılacak tuzak seçiminde ortalama sıcaklık değerlerinin dikkate alınması gerekliliği,

-Geleneksel tuzak parametrelerinde rüzgârın diğer tüm bağımsız parametrelere göre tuzak, ağaç içi nimf ve darbe yöntemi ile elde edilen ergin popülasyon tahminlerinde önemli bir parametre olduğu ve dikkate alınması gerekliliği, rüzgâr şiddetinin yönünün ve günün belirli saatlerine göre şiddetinin daha ayrıntılı bir şekilde psilla ve benzeri çok döl veren ve uçan böceklerde ayrıntılı çalışılması gerekliliği,

-1023 kodlu tek tuzak, tuzak ergin psilla tahmininde en önemli faktörün sıcaklık olduğu ve sıcaklık artışına paralel olarak ergin birey sayısının düştüğü, zararlının ekonomik zarar eşik değerlerine paralel tuzak asımının yakalama etkinliğine etki edebileceği,

-1023 kodlu üçlü tuzak, güney yönüne asılan tuzak ergin psilla tahmininde atmosfer basıncının etkili bir parametre olduğu ve bu basıncına ve böcek popülasyonlarına etki eden faktörlerin daha detaylı çalışılması gerekliliği,

- 1023 kodlu dörtlü tuzak, tüm yönlere asılan tuzak ergin psilla tahmininde sıcaklık ve nemin popülasyon tahmin parametrelerinde öncelikli değişken olduğu ve dikkate alınması gerekliliği,

-1023 kodlu dörtlü tuzak, tüm yönlere asılan tuzak ağaç içi nimf birey sayısı tahmininde hava basıncının artışıyla nimf sayısında azalmaların görüldüğü ve bu parametrelerin günün farklı saatlerinde yapılacak olan yeni çalışmalarla detaylandırılması gerekliliği,

-Çalışmanın yapıldığı her iki yıla ait zararlı popülasyon karşılaştırmalarında 2023 zararlı popülasyonun 2022 zararlı popülasyonuna göre daha yüksek olduğu ve bu değerlerin yıldan yıla değişebileceği ve popülasyonların her yıl dikkatle izlenmesi gerekliliği,

-Yönlere göre psilla doğal düşma sayılarının farklılıklarının incelenmesinde tuzaklara yakalanan ergin popülasyonuna göre doğal düşman sayısının değiştiği,

-Doğal düşman türleri içerisinde sarı yapışkan tuzak tiplerine bağlı olmadan yapılan tüm sayımlarda en çok tuzaklara yakalanan türün *Chrysoperla carnea* türü olduğu ve tuzak asımı zararlı- doğal düşman ilişkileri açısından daha ayrıntılı çalışmaların yapılması gerekliliği,

-*Coccinellidae* familyası türlerinden *Stethorus* sp. türlerinin en çok güney ve batı yönlerindeki tuzaklara yakalandığı,

-1023 kodlu Güney yönlerine asılan tuzaklarda, Pace Regresyon ve Linear Regresyon tahmin modellerinde; zararlı popülasyonu özellikle, güney yönü için; ergin sayısını pozitif yönde etkileyen en önemli değişkenin öğle nem ve akşam nem miktarı olduğu, negatif yönde etkileyen değişkenin ise sabah nem miktarı ve akşam sıcaklık değeri olduğu bulunmuştur.

KAYNAKLAR

- Adams, R.G. & L.M., Los, 1989. Use of sticky traps and limb jarring to aid in management decisions for summer populations of the pear psylla (Homoptera: Psyllidae) in Connecticut. *Journal of Economic Entomology*, 82: 1448-1454.
- Akay, M., 2018, Endüstri 4.0'la Akıllı Tarıma Geçiş, https://www.researchgate.net/publication/326550785_ENDUSTRI_40_ILE_AKILLI_TARIMA_GECIS, Erşm Tarh: 24.01.2019
- Aksoy, B., Halis, H. D., & Salman, O. K. M. (2020). Elma Bitkisindeki Hastalıkların Yapay Zekâ Yöntemleri ile Tespiti ve Yapay Zekâ Yöntemlerinin Performanslarının Karşılaştırılması. *International Journal of Engineering and Innovative Research*, 2(3), 194-210.
- Aksu, A. A., Yetkin, C., Işık, Y. ve İ. Özgen., 2024. The Numerical Efficacy of Yellow Sticky Traps in Biotechnical Control of Common Pistachio Psylla [*Agonoscena pistaciae* Burck. and Laut. (Hemiptera: Aphalaridae)]. *Entomological News*, 131(3):146-157.
- Alford, DV (2007). Meyve Mahsullerinin Zararlıları: Renkli Bir El Kitabı. Elsevier. s. 60.ISBN 978-0-12-373676-5.
- Alhady, S. S. N. ve Kai, X. Y. (2018). Butterfly species recognition using artificial neural network. In Hassan, M. (eds), *Intelligent Manufacturing & Mechatronics. Lecture Notes in Mechanical Engineering* (pp. 449-457).
- Alma, G.Ö., Vupa, Ö., 2008. Regresyon Analizinde Kullanılan En Küçük Kareler Ve En Küçük Medyan Kareler Yöntemlerinin Karşılaştırılması. *SDÜ Fen Edebiyat Fakültesi Fen Dergisi (E-Dergi)*. 2008, 3(2) 219-229.
- Anonim, 2020. Tarla sera, e-agriculture.com, futurism.com, web.itu.edu.tr. <https://www.tarim.bayer.com.tr/tr/bilgi-tarlasi/tarimin-yeni-girdisiyapay-zeka/>
- Anonymous (2006b) Guidelines for Drinking-Water Quality. Incorporating First Addendum, Vol. 1, Recommendations, 3rd Ed., World Health Organization. http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq0506.pdf.
- Atalay, M., & Çelik, E. (2017). Büyük Veri Analizinde Yapay Zekâ Ve Makine Öğrenmesi Uygulamaları Artificial Intelligence and Machine Learning Applications in Big Data Analysis. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 9(22), 155-172.
- Bale, J.S., Masters, G.J., Hodkinson, I.D., Awmack, C., Bezemer, T.M., Brown, V.K., Butterfield, J., Buse, A., Coulson, J.C., Farrar, J., Good, J.E.G., Harrington, R., Hartley, S., Jones, T.H., Lindroth, R.L., Pres, M.C., Symnioudis, I., Watt, A.D., Whittaker, J.B., 2002. Herbivory in global climate change research: direct effects of rising temperature on insect herbivores. *Global Change Biology*. 8: 1-16.
- Banerjee, G., Sarkar, U., Ghosh, I. 2017. —A Radial Basis Function Network based classifier for Tea Pest Detection, IJARCSSE, vol. 7 no. 5, pp. 665-669.
- Baranwal, S., Khandelwal, S., & Arora, A. (2019). Deep learning convolutional neural network for apple leaves disease detection. In *Proceedings of International Conference on Sustainable Computing in Science, Technology and Management (SUSCOM)*, Amity University Rajasthan, Jaipur-India.
- Barbedo, J. G. A. (2016). A Review on The Main Challenges in Automatic Plant Disease Identification Based on Visible Range Images, *Biosystems Engineering*, 144, 52-60.
- Berim, MN" *Psylla pyri* Linnaeus - Armut Psylla". *AgroAtlas*. Erişim tarihi: 19 Nisan 2018.
- Berrada, S., Nguyen, T.X., Lemoine, J., Vanpoucke, J. and Fournier, D., 1995. Thirteen Pear Species and Cultivars Evaluated for Resistance to *Cacopsylla pyri* (Homoptera: Psyllidae). *Environmental Entomology*, 24(6): 1604-1607.
- Bianconi, A., Zuben, C. J. V., Serapião, A. B. D. S. ve Govone, J. S. (2010). Artificial neural networks: A novel approach to analysing the nutritional ecology of a blowfly species, *Chrysomya megacephala*. *Journal of Insect Science*, 10(1), 58.
- Block, S. and Timmer, C. 1994. *Agriculture and Economic Growth: Conceptual Issues and the Kenyan Experience*, Harvard Institute for International Development.

- Bozkurt, V., 2015. Ankara ili Armut Bahçelerinde Zararlı *Cacopsylla pyri* (L.) (Hemiptera: Psyllidae)'nin alternatif mücadele yöntemlerinin araştırılması. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi. 132 s.
- Braga, A. R., Gomes, D. G., Rogers, R., Hassler, E. E., Freitas, B. M., Cazier, J. A., A Method for Mining Combined Data from In-Hive Sensors, Weather and Apiary Inspections to Forecast the Health Status of Honey Bee Colonies., Computers and Electronics in Agriculture, Elsevier, 169, 105-161, 2020.
- Brown, R.L., P.J. Landolt, D.R. Horton & R.S. Zack, 2009. Attraction of *Cacopsylla pyricola* (Hemiptera: Psyllidae) to female Psylla in pear orchards. Environmental Entomology, 38: 815-822.
- Chon, T. S., Park, Y. S., Kim, J. M., Lee, B. Y., Chung, Y. J. ve Kim, Y. (2000). Use of an artificial neural network to predict population dynamics of the Forest-Pest pine needle gall midge (Diptera: Cecidomyiida). Environmental Entomology, 29(6), 1208-1215.
- Chaudhry, S., Chandra, R., 2017 Face detection and recognition in an unconstrained environment for mobile visual assistive system. Applied Soft Computing, 53(2017), 168-180.
- Cocu, N., Harrington, R., Rounsevell, M. D. A., Worner, S. P., Hulle, M. ve Examine Project Participants. (2005). Geographical location, climate and land use influences on the phenology and numbers of the aphid, *Myzus persicae*, in Europe. Journal of Biogeography, 32(4), 615-632.
- Çakır, F. S. (2018). Yapay Sinir Ağları Matlab Kodları ve Matlab Toolbox Çözümleri. Nobel Akademik Yayıncılık.
- Damodar, N. 2001. Temel Ekonometri, 2. Basım, İstanbul: Literatür Yayıncılık, s.192.
- Dekle, R. and Vandenbroucke, G. 2012. "A quantitative analysis of China's structural transformation", Journal of Economic Dynamics and Control, Vol. 36, No. 1, pp. 119-135.
- Derawi, M.O., 2012. Smartphones and Biometrics. Doktora Tezi, Gjøvik University College. Norway.
- E. Alic, M. Das, and O. Kaska, "Heat flux estimation at pool boiling processes with computational intelligence methods," Processes, vol. 7, no. 5, 2019.
- Elizabeth, H., Beers & Jay F., Orchard Pest Management Online 2 Haziran 2018, Washington state University.
- Elmas, Ç. (2016). Yapay Zekâ Uygulamaları: Yapay Sinir Ağı, Bulanık Mantık, Sinirsel Bulanık Mantık, Genetik Algoritma. Seçkin Yayıncılık. 480 s.
- Erlar, F. and Çetin, H., 2005. Evaluation of Some Selective Insecticides and their Combinations with Summer Oil for the Control of the Pear Psylla *Cacopsylla pyri*. Phytoparasitica, 33(2):169-176.
- Fedor, P., Malenovský, I., Vaňhara, J., Sierka, W. ve Havel, J. (2008). Thrips (Thysanoptera) identification using artificial neural networks. Bulletin of Entomological Research, 98(5), 437-447.
- Flórián, N., Jósvali, J. K., Tóth, Z., Gergőcs, V., Sipőcz, L., Tóth, M. ve Dombos, M. (2023). Automatic Detection of Moths (Lepidoptera) with a Funnel Trap Prototype. Insects, 14(4), 381.
- Ghosh, I. and Samanta, R.K. 2003. "TEAPEST: An expert system for insect pest management in tea," Applied Engineering in Agriculture, vol. 19 no. 5, pp. 619, 2003.
- Hodkinson, I.D., White, I.M. 1981. The Neotropical Psylloidea (Homoptera: Insecta): an annotated check list. Jour. Nat. Hist. 15 :491-523
- Harrington, R., Fleming, R.A., Woiwod, P., 2001. Climate change impacts on insect management and conservation in temperate regions: can they be predicted?. Agricultural and Forest Entomology. 3: 233-240
- Harrison JF, Woods HA, Roberts SP. Ecological and environmental physiology of insects. Oxford University Press, New York; 2012. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780199225941.001.0001>.
- Horton, D.R., 1993. Diurnal patterns in yellow trap catch of Pear psylla (Homoptera: Psyllidae): differences between sexes and morphotypes. Canadian Entomology, 125: 761-767.
- Horton D. R. and Lewis, T. M. 1997. Quantitative Relationship Between Sticky Trap Catch And Beat Tray Counts Of Pear Psylla (Homoptera: Psyllidae): Seasonal, Sex, And Morphotypic Effects. Journal Of Applied Entomology Volume 127 Issue 4, Pages 214–220.

- Howe, P. D., Bryant, S. R. ve Shreeve, T. G. (2007). Predicting body temperature and activity of adult *Polyommatus icarus* using neural network models under current and projected climate scenarios. *Oecologia*, 153, 857-869.
- İnaç, S. & B. Laz, 2001. Kahramanmaraş andırın kızılçam ormanlarında zarar yapan büyük orman bahçivani (*Blastophagus piniperda* Lin.)' na karşı feromon denemesi ve sonuçları. *Fen ve Mühendislik Dergisi*, 4(2): 73- 80.
- Kansu, D.A. 1988. Böcek Çevrebilimi (Böcek Ekolojisi) I. Birey Ökolojisi (3. baskı). Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 1045, Ders Kitabı: 302
- Kavak, A. E., Özgen, İ ve Y. Güral., Armut pisillidi [*Cacopsylla pyri* L. (Hemiptera: Psyllidae)]'ne karşı farklı dalga boylarındaki sarı yapışkan tuzakların çekim etkinliğinin araştırılması. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Derg.* 2020, 24(4): 381-390.
- Kaya, Y., Kayci, L. ve Uyar, M. (2015). Automatic identification of butterfly species based on local binary patterns and artificial neural network. *Applied Soft Computing*, 28, 132-137.
- Kocourek, F. and Stara, J., 2006. Management and control of insecticide-resistant pear psylla (*Cacopsylla pyri*). *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research*, 14: 167-174.
- Kaloostian, G.H., 1961. Evaluation of adhesives for sticky board traps. *Journal of Economic Entomology*, 54: 1009- 1011.
- Kaloostian, G. H. & M. S. Yeomans, 1944. A Sticky Board Trap Used in Scouting for Pear Psylla. *U.S. Bur. Entomol. Plant Quar. ET-220*, p 6.
- Kaya, Y. ve Kayci, L. (2014). Application of artificial neural network for automatic detection of butterfly species using color and texture features. *The visual computer*, 30(1), 71-79.
- Kekane, M.A. 2013. "Indian agriculture-status, importance and role in Indian economy", *International Journal of Agriculture and Food Science Technology*, Vol. 4, No. 4, pp. 343-346.
- Krysan, J.L. & D.R. Horton, 1991. Seasonality of catch of Pear psylla *Cacopsylla pyricola* (Homoptera: Psyllidae) on yellow traps. *Environmental Entomology*, 20: 626-634.
- Kutner, M. H., Nachtsheim, C. J., Neter, J. ve Li, W., 2005. *Applied Linear Statistical Models*. McGraw-Hill Irwin Companies inc. New York.
- Lodos. N., F. Önder. E. Pehlivan ve R. Atalay, 1978. Ege ve Marmara Bölgesinin zararlı böcek faunasının tesbiti üzerinde çalışmalar. *Zir. Müc. Zir. Kar. Gn. Md.*, 301 pp.
- Lorenz, C., Ferraudo, A. S. ve Suesdek, L. (2015). Artificial Neural Network applied as a methodology of mosquito species identification. *Acta tropica*, 152, 165-169.
- Metlek, S., Kayaalp, K., Basyigit, I. B., Genc, A., Dogan, H., 2021 The Dielectric Properties Prediction of the Vegetation Depending on the Moisture Content Using the Deep Neural Network Model., *International Journal of RF and Microwave Computer Aided Engineering*, Wiley Online Library, 31 (1), e22496.
- Mahajan, S., Das, A., & Sardana, H. K. (2015). Image acquisition techniques for assessment of legume quality. *Trends in Food Science & Technology*, 42 (2), 116-133.
- Mallapur, C.P., Parameshwarappa, K.G., Kulkarni, M.S., Hulihalli, W.K., Kubsad, V.S., Gulaganji, G.G., 1997. Title Pest scenario of safflower in dry tract of Karnataka. *Journal of Oilseed Research*, 14 (2): 300-303.
- Meshkin, A., Sadeghi, M., Ghasem-Aghaee, N., 2009. Prediction of relative solvent accessibility using pace regression. *EXCLI J*, 8, 211-217.
- Mirjalili, S. (2016). SCA: a sine cosine algorithm for solving optimization problems. *Knowledge-based systems*, cilt 96, ss. 120-133.
- Nabiyev, V. V. (2012). *Yapay zekâ: insan-bilgisayar etkileşimi*. Seçkin Yayıncılık. 480 s.
- Oğuz, C. (1996). Konya İli Çumra İlçesinde Domates Yetiştiriciliği Yapan Tarım İşletmelerinde Verimlilik Analizi Üzerine Bir Çalışma. *Türkiye II. Tarım Ekonomisi Kongresi*, 4-6.

- Okur, S. 2009. Parametrik ve Parametrik Olmayan Doğrusal Regresyon Analiz Yöntemlerinin Karşılaştırmalı Olarak İncelenmesi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tez, Adana. 62 s.
- Orhunbilge, N. 2002. Uygulamalı Regresyon Ve Korelasyon Analizi, İ.Ü. İşletme Fakültesi Yayınları, İstanbul. 394 s.
- Özgen, İ., Bolu, H., Ayaz, T., Koç, İ., Mutlu, Ç. and Altun, A. A. (2020). Determining the efficiency of mass trapping of yellow sticky traps in different wavelengths against pistachio psyllid in Siirt province. *International Journal of Innovative Engineering Applications*. 4 (1): 19-29.
- Özgen, İ. ve T. A. Küçüközer, 2024. Yapay Zekânın Bitki Korumada Kullanımı. Bitki Korumada Modern Yaklaşımlar. Kitap Bölümü. İksad Yayınları, 46-70.s.
- Özguven, M.M. 2018. The Newest Agricultural Technologies, Current Investigations in Agriculture and Current Research, 5(1), 573-580., Doi: 10.32474/CIACR.2018.05.000201.
- Peng, Y., Li, W., Luo, X., Li, H. A geographically and temporally weighted regression model for spatial downscaling of MODIS land surface temperatures over urban heterogeneous regions. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 57(7), 5012- 5027, 2019.
- Patrício, D. I., & Rieder, R. (2018). Computer vision and artificial intelligence in precision agriculture for grain crops: A systematic review. *Computers and electronics in agriculture*, 153, 69-81.
- Petzoldt, C., Seaman, A., 2007. Climate change effects on insects and pathogens. Climate change and agriculture: promoting practical and profitable responses. Available from URL: <http://www.climateandfarming.org/pdfs/FactSheets/III.2Insects.Pathogens.pdf> [Erişim: 10 Eylül 2010].
- Richard Elwes, 2013. Yapay Zekâ Nasıl Oluşturulur? İthaki Yayınları, 224 s.
- Robindro, K., Sarma, S. Kr. 2013. JESS Based Expert System Architecture for Diagnosis of Rice Plant Diseases: Design and Prototype Development. 2013 4th International Conference on Intelligent Systems, Modelling and Simulation.
- Saini, H.S., Kamal, R., Sharma, A.N. 2002. "Web based fuzzy expert system for integrated pest management in soybean," *International Journal of Information Technology*, vol. 8 no. 1, pp. 55-74.
- Saygılı, F., Kaya, A.A., Çalışkan, E.T. ve Kozal, Ö.E., 2018, Türk Tarımının Global Entegrasyonu ve Tarım 4.0, İzmir Tcaret Borsası, Yayın No: 98, İzmir.
- Singh, V. and Misra, A.K. 2017. Detection of Plant Leaf Diseases Using Image Segmentation And Soft Computing Techniques. *Information Processing In Agriculture* 4 (2017) 41–49.
- Shi, Z., Dang, H., Liu, Z. ve Zhou, X. (2020). Detection and identification of stored-grain insects using deep learning: A more effective neural network. *IEEE Access*, 8, 163703-163714.
- Sledevič, T., The Application of Convolutional Neural Network for Pollen Bearing Bee Classification, *IEEE 6th Workshop on Advances in Information, Electronic and Electrical Engineering (AIEEE)*, Vilnius, Lithuania, 1-4, 8-10 Nov. 2018.
- Souliotis C., Moschos T., 2008. Effectiveness of some pesticides against *Cacopsylla pyri* and impact on its predator *Anthocoris nemoralis* in pear-orchards.- *Bulletin of Insectology*, 61: 25-30.
- Soylu, A., 1997. Ilıman İklim Meyveleri-2, Uludağ Üniversitesi Ders Notları No: 72, Bursa, 245 s.
- Storn R., Price K., 1995. Differential evolution-a simple efficient adaptive scheme for global optimization, Tech. Rep. TR-95-012, International Computer Science Institute, Berkeley, Calif, USA.
- Şeker, M., 2021. Yapay Sinir Ağı (YSA) Kullanılarak Meteorolojik Verilere Dayalı Solar Radyasyon Tahmini. *DEÜ FMD* 23(69), 923-935.
- Tekin, A. ve Değirmencioglu, A., 2010. Tarımsal Bilişim: İleri Tarım Teknolojileri. Akademik Bilişim'10 • XII. Akademik Bilişim Konferansı Bildirileri. 10 • 12 Şubat 2010, Muğla
- Tiryaki, O., Canhilal, R., & Horuz, S. (2010). Tarım ilaçları kullanımı ve riskleri. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fen Bilimleri Dergisi*, 26(2), 154-169.
- URL-1: <https://ankara.tarimorman.gov.tr/Belgeler/liftet/armutpsillidi.pdf>.
- URL-2: <https://agrobasesapp.com/turkey/pest/armut-psillidi>.

- Vanhara, J., Havel, J. ve Fedor, P. (2010). Artificial neural networks (ANN) in entomology.
- Vural, A. 2007. Aykırı Değerlerin Regresyon Modellerine Etkileri ve Sağlam Kestiriciler. Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Wang JY, Ahmad S, Gromiha MM, Sarai A. Look-up tables for protein solvent accessibility prediction and nearest neighbor effect analysis. *Biopolymers*; 75: 209-16, 2004.
- Wang Y, Witten IH. Modeling for optimal probability prediction. In: *Proceedings of the 19th International Conference in Machine Learning*, Sydney, Australia, 2002, pp. 650-7.
- Watts, M. J. ve Worner, S. P. (2008). Using artificial neural networks to determine the relative contribution of abiotic factors influencing the establishment of insect pest species. *Ecological Informatics*, 3(1), 64-74.
- Weisberg, S., 2005. *Applied Linear Regression*. John Wiley & Sons, Inc. Hoboken, New Jersey.
- Wicaksono, G., & Andryana, S. (2020). Aplikasi Pendeteksi Penyakit Pada Daun Tanaman Apel Dengan Metode Convolutional Neural Network. *JOINTECS (Journal of Information Technology and Computer Science)*, 5(1), 9-16.
- Wolfert, S., Ge, L., Verdouw, C., & Bogaardt, M. J. (2017). Big data in smart farming—a review. *Agricultural Systems*, 153, 69-80.
- Yang, Z., Yu, W., Liang, P., Guo, H., Xia, L., Zhang, F., Ma, Y., Ma, J., (2019). Deep Transfer Learning for Military Object Recognition under Small Training Set Condition., *Neural Computing and Applications*, Springer, 31 (10), 6469–6478.
- Zhang, A.Y., Tsui A.S., Song L.J., Li C.P., ve Jia L.D. (2008). How do I trust thee? The employee-organization relationship, supervisory support, and middle manager trust in the organization. *Human Resource Management*, 47 (1), 111–132.

ÖZGEÇMİŞ

Tuba ASLAN KÜÇÜKÖZER

[illegible]

[REDACTED]

[REDACTED] [REDACTED]
[REDACTED] [REDACTED] [REDACTED] [REDACTED] [REDACTED] [REDACTED] [REDACTED] [REDACTED] [REDACTED] [REDACTED]
[REDACTED]
[REDACTED]
[REDACTED]
[REDACTED]
[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]
[REDACTED]
[REDACTED] [REDACTED]

AKADEMİK FAALİYETLER

Makaleler:

1. Aykut Topdemir, Tuba Aslan, Gözde Baydoğan : “ Küçük Ölçekli Kurutma Tüneli”(Sözlü Anlatım ve Poster Sunumu); Fırat Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Bitirme Projeleri Yarışması (26 Mayıs 2016) / Elazığ
2. Aykut Topdemir, Tuba Aslan, Gözde Baydoğan :“ Küçük Ölçekli Kurutma Tüneli”(Sözlü Anlatım ve Poster Sunumu); 4. Ulusal Biyomühendislik Kongresi (2016) / Elazığ
3. Özgen, İ., Baydoğan, G. ve T. Aslan, 2019. Tarım Alanları İçin Önemli Bir Zararlı: Halyomorpha halys (Stål) (Heteroptera: Pentatomidae): Ekonomik Önemi ve Mücadelesi Anadolu Kongresi (Uygulamalı Bilimler Kongresi Kitabı) , Diyarbakır, 1. Cilt: 910-916.
4. Özgen, İ., Güral, Y. and T. Aslan, 2022. Zoological and Entomological Letters, January 2022 (The determination of the relationships between yield parameters and number of larvae of almond saw fly (Cimbex quadrimaculata Müller, 1766, Hymenoptera: Cimbicidae) on different almond varieties in Turkey)

5. Özgen, İ., Aslan, T., 2019. Determination of Statistical Differences of Data Sets Obtained in the Control Of *Cacopsylla pyri* L. (Hemiptera: Psyllidae) with two different sticky yellow colored traps at different Wavelengths Agriculture and Animal Husbandry July 1-3, 2024 / Paris (Online Katılım).Kongre Kitabı: 1-16.
6. Küçüközer, T. A. and İ. Özgen, 2023. Determination of the Effectiveness of two yellow sticky traps tones in different numbers of management *Cacopsylla pyri* L. (Hemiptera: Psyllidae) with pear pests. 10th International Zeugma Congress on Scientific Research / June 25-26, 2023 / Gaziantep, Turkey. Abstract Book.
7. Özgen, İ. and T. A. Küçüközer, 2024. Yapay Zekânın Bitki Korumada Kullanımı. Bölüm 2. 45-69.
8. Küçüközer, T. A. and İ. Özgen, 2024. Determination of the effectiveness of two yellow sticky traps tones in different numbers of management pear psylla, *Cacopsylla pyri* (Linnaeus, 1758) (Hemiptera: Psyllidae). *MunisEntomology&Zoology*,19(1):431-438.

Projeler:

1. Tübitak 122O164 no'lu 1002 (2022-2023 yılları) ve Tübitak 123O399 No'lu 1001 (2024 yılı) projelerinde proje bursiyeri.