

T.C.
BOLU ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
BİTKİ KORUMA ANABİLİM DALI



**BOLU İLİNDE PATATES BÖCEĞİ *LEPTINOTARSA*
DECEMLINEATA SAY (COLEOPTERA:
CHRYSOMELIDAE)'NIN POPÜLASYON TAKİBİ, DOĞAL
DÜŞMANLARI VE KIŞLAMA ÖZELLİKLERİNİN
BELİRLENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

SEDAT AKÇIN

TEZ DANIŞMANI
Prof. Dr. Gülay KAÇAR

BOLU, OCAK - 2023

KABUL VE ONAY SAYFASI

Sedat AKÇIN tarafından hazırlanan “**BOLU İLİNDE PATATES BÖCEĞİ *LEPTINOTARSA DECEMLINEATA* SAY (COLEOPTERA: CHRYSOMELIDAE)’NIN POPÜLASYON TAKİBİ, DOĞAL DÜŞMANLARI VE KIŞLAMA ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ**” adlı tez çalışması jürimiz tarafından Bitki Koruma Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans Tezi olarak oy birliği ile kabul edilmiştir. 6/01/2023

Jüri Üyeleri

İmza

Danışman
Prof. Dr. Gülay KAÇAR
Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi

.....

Üye
Prof. Dr. Mustafa İMREN
Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi

.....

Üye
Dr. Öğr. Üyesi Mehmet KARACAOĞLU
Malatya Turgut Özal Üniversitesi

.....

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Onayı

Prof. Dr. İbrahim KÜRTÜL
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürü

ETİK BEYAN

Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dökümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu bildirir,

aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Teze ilişkin 11/01/2023 tarihinde Turnitin adlı intihal tespit programından enstitü müdürlüğünce belirlenen filtrelemeler uygulanarak alınmış olan benzerlik raporuna göre, tezin benzerlik oranı %7 olarak tespit edilmiştir.

.....

SEDAT AKÇIN

ÖZET

BOLU İLİNDE PATATES BÖCEĞİ *LEPTINOTARSA DECEMLINEATA* SAY (COLEOPTERA: CHRYSOMELIDAE)'NIN POPÜLASYON TAKİBİ, DOĞAL DÜŞMANLARI VE KIŞLAMA ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
SEDAT AKÇİN
BOLU ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
BİTKİ KORUMA ANABİLİM DALI**

(TEZ DANIŞMANI: PROF. DR. GÜLAY KAÇAR)

**BOLU, OCAK - 2023
(XIII + 60)**

Bu çalışma, Bolu merkezde 4 adet patates tarlasında 2020 ve 2021 yılları arasında gerçekleştirilmiştir. Çalışmada patatesin en önemli zararlılarından biri olan Patates böceği *Leptinotarsa decemlineata* Say (Coleoptera: Chrysomelidae)'nın popülasyon takibi yapılmış, doğal düşmanları belirlenmiş ve kışlama özellikleri ortaya konulmuştur. Patates böceği, 2020 yılında 14 Mayıs'ta, 2021 yılında ise 18 Mayıs'ta patates tarlalarında tespit edilmiştir. Zararlı kışlama dönemine ise 2020 yılında 11 Ekim tarihinde, 2021 yılında 05 Ekim tarihinde girmiştir. Zararlının ergin ve larva döneminin en yüksek popülasyona ulaştığı dönem, pentat hava sıcaklık ortalamalarının en üst düzeye ulaştığı iki yılın temmuz-ağustos aylarına denk gelmiştir. Patates böceği'nin, gelişme eşiği ve termal konstant (günderece)'a göre Bolu ilinde yılda 2,75 döl verebildiği belirlenmiştir. Zararlının doğal düşmanları olarak *Chrysoperla carnea* Stephens (Neuroptera: Chrysopidae) ve *Semiadalia undecimnotata* Schneider (Coleoptera: Coccinellidae) türleri tespit edilmiştir. Zararlının yumurta, larva ve ergin dönemlerinden herhangi bir parazitoit tespit edilememiştir. Zararlı erginleri ilk yıl ekim ayının ikinci haftası ile mayıs ayının üçüncü haftası, ikinci yılda ise ekim ayının birinci haftası ile mayıs ayının ikinci haftası arasında toprakta kışı geçirdiği belirlenmiştir. Popülasyon takiplerinde elde edilen veriler ile haftalık hava sıcaklık ortalamaları arasındaki korelasyon analizlerinde, ilk yıl ergin sayıları ile haftalık hava sıcaklık ortalamaları arasında orta derecede korelasyon; ikinci yıl ergin sayıları ile haftalık hava sıcaklık ortalamaları arasında yüksek korelasyon, larva sayıları için ise orta korelasyon tespit edilmiştir.

ANAHTAR KELİMELEER: Patates böceği, Kışlama, Popülasyon takibi, Günderece

ABSTRACT

DETERMINATION OF POPULATION DYNAMICS, NATURAL ENEMIES AND OVERWINTERING OF COLORADO POTATO BETTLE, *LEPTINOTARSA DECEMLINEATA* (SAY.) (COLEOPTERA: CHRYSOMELIDAE) IN BOLU PROVINCE, TURKEY

MSC THESIS

SEDAT AKÇIN

BOLU ABANT İZZET BAYSAL UNIVERSITY
INSTITUTE OF GRADUATE STUDIES
DEPARTMENT OF PLANT PROTECTION

(SUPERVISOR: PROF. DR. GÜLAY KAÇAR)

BOLU, JANUARY 2023

(XIII + 60)

This study was carried out in 4 potato fields in the center of Bolu between 2020 and 2021. In the study, the population of the Colorado potato beetle *Leptinotarsa decemlineata* Say (Coleoptera: Chrysomelidae), one of the most important pests of potatoes, was monitored, and determined its natural enemies, and revealed its overwintering. Colorado potato beetle was detected in potato fields on 14 May in 2020 and on 18 May in 2021. The pest entered the wintering period on 11 October in 2020 and on 05 October in 2021. The peak period when the adult and larval stages of the pest reached the highest population is July-August, when the pentate air temperature averages reach the highest level of both year. It was determined that Colorado potato beetle may occur 2,75 offspring per year in Bolu province according to development threshold and thermal constant (a degree day). *Chrysoperla carnea* Stephens (Neuroptera: Chrysopidae) and *Semiadalia undecimnotata* Schneider (Coleoptera: Coccinellidae) species were determined as predators of the pest. No parasitoids were detected from the egg, larva, and adult stages of the pest. It has been determined that the adults of the pest overwinter in the soil between the second week of October and the third week of May in the first year, and between the first week of October and the second week of May in the second year. In the correlation analyzes between the data obtained in the population dynamic and the weekly air temperature averages, there was a moderate correlation between adult numbers and the weekly temperature averages in the first year; a high correlation was found between the number of adults and weekly temperature averages in the second year, and a moderate correlation for the number of larvae.

KEYWORDS: Colorado Potato Beetle, Overwintering, Population dynamic, A Degree Day

İÇİNDEKİLER

Sayfa

KABUL VE ONAY SAYFASI	iii
ETİK BEYAN.....	iv
ÖZET.....	v
ABSTRACT	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ŞEKİL LİSTESİ.....	ix
TABLO LİSTESİ	x
FOTOĞRAF LİSTESİ	xi
KISALTMA VE SEMBOLLER LİSTESİ	xii
TEŞEKKÜR	xiii
1. GİRİŞ.....	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	6
3. MATERYAL VE YÖNTEM	13
3.1 Bolu İli Popülasyon Takibi Çalışmalarında Çalışma Alanlarının Özellikleri	13
3.1.1 Çalışma Alanlarının 2020 Yılı Özellikleri	13
3.1.2 Çalışma Alanlarının 2021 Yılı Özellikleri	15
3.2 Patates böceği'nin Popülasyon Takibinin Belirlenmesi.....	16
3.3 Patates böceği'nin Günderece Modellemesi	17
3.4 Patates böceği'nin Predatör ve Parazitoit Türlerinin Belirlenmesi	17
3.5 Patates böceği'nin Kışlama Özelliklerinin Belirlenmesi.....	18
3.6 İstatistiksel Analiz	21
4.BULGULAR	21
4.1 Patates böceği'nin Popülasyon Takibinin Belirlenmesi	21
4.1.1 Popülasyon Takibi Çalışması (2020 Yılı)	21
4.1.2 Popülasyon Takibi Çalışması (2021 Yılı).....	27
4.2 Patates böceği'nin Günderece Modellemesi.....	32
4.3 Patates böceği'nin Predatör ve Parazitoit Türlerinin Belirlenmesi	33
4.4 Patates böceği'nin Kışlama Özelliklerinin Belirlenmesi.....	35
4.5 İstatistiksel Analiz.....	38
5.TARTIŞMA.....	41
5.1 Patates böceği'nin Popülasyon Takibinin Belirlenmesi.....	41
5.2 Patates böceği'nin Günderece Modellemesi.....	46
5.3 Patates böceği'nin Predatör ve Parazitoit Türlerinin Belirlenmesi.....	47

5.4 Patates böceği'nin Kışlama Özelliklerinin Belirlenmesi.....	48
5.5 İstatistiksel Analiz.....	51
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	54
7. KAYNAKLAR	57



ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 3.1. Çalışmanın ilk yılı (2020) patates tarlalarının bulunduğu lokasyonların uydu görüntüsü	14
Şekil 3.2. Çalışmanın ikinci yılı (2021) patates tarlalarının bulunduğu lokasyonların uydu görüntüsü.....	15
Şekil 4.1. Doğancı lokasyonundaki patates tarlasında 2020 yılında <i>Leptinotarsa decemlineata</i> 'nın popülasyon değişimi.....	22
Şekil 4.2. Taşoluk lokasyonundaki patates tarlasında 2020 yılında <i>Leptinotarsa decemlineata</i> 'nın popülasyon değişimi.....	23
Şekil 4.3. Yeniakçakavak lokasyonundaki patates tarlasında 2020 yılında <i>Leptinotarsa decemlineata</i> 'nın popülasyon değişimi.....	24
Şekil 4.4. Alıçören lokasyonundaki patates tarlasında 2020 yılında <i>Leptinotarsa decemlineata</i> 'nın popülasyon değişimi.....	25
Şekil 4.5. Çalışma yapılan aylarda Bolu ili 2020 yılı günlük pentat sıcaklık ve nem değerleri.....	26
Şekil 4.6. Bolu ili 2020 yılı aylık toplam yağış ve aylık ortalama nisbi nem değerleri.....	26
Şekil 4.7. Doğancı lokasyonundaki patates tarlasında 2021 yılında <i>Leptinotarsa decemlineata</i> 'nın popülasyon değişimi.....	27
Şekil 4.8. Taşoluk lokasyonundaki patates tarlasında 2021 yılında <i>Leptinotarsa decemlineata</i> 'nın popülasyon değişimi.....	28
Şekil 4.9. Yeniakçakavak lokasyonundaki patates tarlasında 2021 yılında <i>Leptinotarsa decemlineata</i> 'nın popülasyon değişimi.....	29
Şekil 4.10. Alıçören lokasyonundaki patates tarlasında 2021 yılında <i>Leptinotarsa decemlineata</i> 'nın popülasyon değişimi.....	30
Şekil 4.11. Çalışma yapılan aylarda Bolu ili 2021 yılı günlük pentat sıcaklık ve nem değerleri.....	31
Şekil 4.12. Bolu ili 2021 yılı aylık toplam yağış ve aylık ortalama nisbi nem değerleri.....	31
Şekil 4.13. Patates böceği'nin 2020 yılı haftalık ortalama ergin ve haftalık ortalama sıcaklık verilerine ait regresyon grafiği.....	39
Şekil 4.14. Patates böceği'nin 2021 yılı haftalık ortalama ergin ve haftalık ortalama sıcaklık verilerine ait regresyon grafiği.....	40
Şekil 4.15. Patates böceği'nin 2021 yılı haftalık ortalama larva ve haftalık ortalama sıcaklık verilerine ait regresyon grafiği.....	40

TABLO LİSTESİ

Sayfa

Tablo 1.1. Ülkelerin patates üretim alanına göre 2019 yılı sıralaması (FAO, 2019).....	2
Tablo 1.2. Ülkelerin patates üretim miktarına göre 2019 yılı sıralaması (FAO, 2019).....	2
Tablo 1.3. Türkiye’ de 2020 yılı patates üretim değerleri (TÜİK, 2020).....	3
Tablo 4.1. Bolu ilinin 2020 yılı aylık sıcaklık ortalamaları ve Patates böceği’nin aylara göre gelişebileceği etkili sıcaklıklar.....	32
Tablo 4.2. Çalışmanın birinci (2020) ve ikinci yılında (2021) parazitoit türlerinin belirlenmesi amacıyla toplanan Patates böceklerinin sayısı.....	34
Tablo 4.3. Çalışmanın birinci (2020) ve ikinci yılında (2021) kışlama kafeslerine alınan ve bir sonraki sene kışlama döneminden çıkan Patates böceklerinin sayısı..	38

FOTOĞRAF LİSTESİ

Sayfa

Fotoğraf 3.1. Alıçören ve Taşoluk köylerinde çalışmanın yürütüldüğü patates tarlaları	16
Fotoğraf 3.2. Doğancı ve Yeniakçakavak köylerinde çalışmanın yürütüldüğü patate tarlaları	16
Fotoğraf 3.3. Parazitoitleri belirlemek amacıyla toplanan Patates böceği yumurtaları ve yeni açılmış bir yumurta kümesi.....	18
Fotoğraf 3.4. Parazitoit çıkışını belirlemek amacıyla kültüre alınan Patates böceklerinin ergin ve larvaları	18
Fotoğraf 3.5. Çalışmanın ilk yılı (2020) üzeri tülle kapatılmış saksılarla oluşturulan kışlama kafesleri.....	19
Fotoğraf 3.6. Toprak sıcaklık ölçer ile toprak sıcaklığının ölçülmesi.....	20
Fotoğraf 3.7. Çalışmanın ikinci yılı (2021) yere açılan ve tül ile çevrelenmiş kışlama çukurları	20
Fotoğraf 4.1. Parazitoit çıkışını belirlemek amacıyla kültüre alınan Patates böceği ergin, larva ve yumurtaları.....	34
Fotoğraf 4.2. Parazitoit çıkışını belirlemek amacıyla kültüre alınan Patates böceği yumurtaları ve Patates böceği'nin yumurtadan yeni çıkmış 1. dönem larvaları....	35
Fotoğraf 4.3. Çalışmanın ilk yılı (2020) kışlama saksılarında kontrolleri yapılan ergin Patates böcekleri.....	36
Fotoğraf 4.4. Çalışmanın ikinci yılı (2021) yere açılan kışlama çukurları	37
Fotoğraf 4.5. Çalışmanın ikinci yılı (2021) yere açılan kışlama çukurlarında bir sonraki sene (2022) mayıs ayında kış diyapozundan çıkan Patates böcekleri.....	37

KISALTMA VE SEMBOLLER LİSTESİ

°C	: Santigrat Derece
%	: Yüzde
°	: Derece
'	: Dakika
"	: Saniye
Ark.	: Arkadaşları
cm	: Santimetre
da	: Dekar
E	: Doğu
FAO	: Gıda ve Tarım Örgütü
kg	: Kilogram
N	: Kuzey
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu

TEŞEKKÜR

Bilgi ve deneyimiyle yardımlarını esirgemeyen kıymetli hocam Prof. Dr. Gülay KAÇAR’a, Arş. Gör. Abdurrahman Sami KOCA’ya ve her zaman yanımda olan değerli eşime teşekkürlerimi sunarım. Bu Yüksek Lisans Tezini BAP 2001.10.06.1487 numaralı projeyle destekleyen Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Bilimsel Araştırma Proje Birimi’ne teşekkür ederim.



1. GİRİŞ

Patates (*Solanum tuberosum* L.), yüksek besleyicilik özelliği ve toleranslı iklim istekleri ile yaklaşık 4.000 yıldan bu yana gıda maddesi olarak kullanılan, günümüzde de dünya genelinde yoğun olarak yetiştiriciliği yapılan tek yıllık bir kültür bitkisidir (Karadoğan ve Özer, 1997). Genetik çalışmalar sonucu patatesin gen merkezi, Şili'den Meksika'ya kadar uzanan bölge, Peru sahilleri ve And dağları olarak belirlenmiştir (Onaran ve ark., 2000). Patatesin yetiştirilerek gıda maddesi olarak kullanıldığı, 1537'de İspanyollar tarafından Güney Amerika kıtasındaki And dağları bölgesi yerlilerinden görülmüş ve 1570 yılında Avrupa'ya İspanyol gemiciler tarafından yayılmıştır (Stevenson, 1951). Patatesin ülkemize ilk giriş yerinde farklı görüşler olsa da, bu görüşlerin zamanlama olarak ortak noktası 19. yüzyılın ortalarına rastlamaktadır (Onaran ve ark., 2000).

Patates bitkisinin kızartma, haşlama ya da püre olarak tüketilebilen geniş kullanım olanaklarına sahip yumruları, halihazırda buğday, pirinç ve mısırdan sonra gelen en önemli gıda kaynağı olarak görülmektedir (FAO, 2019). Yüksek oranda nişasta ile B1, B2, B3, B6, C vitaminleri, P, K, Mg, Cl mineralleri içeriğiyle vitamin ve mineral yönünden zengin olan patates, diğer gıdalar arasında önemli bir yere konumlanmıştır (Karadoğan ve Özer, 1997). Patates, insan gıdası olarak kullanımının yanı sıra, hayvan yemi olarak kullanımıyla hayvan beslenmesinde; nişasta, dondurulmuş patates ve cips olarak değerlendirilmesi ile de gıda endüstrisinde geniş kullanım alanına sahip olan bir endüstri bitkisidir.

Dünya'da en fazla patates üretimi yapan ülkeler sırasıyla Çin, Hindistan, Rusya, Ukrayna ve ABD olup, bu beş ülke toplam dünya üretiminin %55'ini gerçekleştirmektedir (FAO, 2019). Tablo 1.1. de dünyada en çok patates üretim alanına sahip ilk 10 ülke sırasıyla verilmiştir (FAO, 2019).

Türkiye, 140,766 ha alanda 4,979,824 ton patates üretim miktarı ile dünya ülkeleri arasında 17. sırada yer almakta olup; üretim alanı açısından sırasıyla Niğde, Afyonkarahisar, Konya, İzmir, Kayseri, Nevşehir, Sivas, Adana, Aksaray ve Bolu illeri en fazla patates üretim alanına sahip illerimizdendir (TÜİK, 2020; FAO, 2019). Ülkelerin patates üretim alanına göre sıralamaları, patates üretim miktarına

göre sıralamaları ve ülkemizdeki illerin patates üretim değerleri sırasıyla Tablo 1.1., Tablo 1.2. ve Tablo 1.3. te verilmiştir.

Tablo 1.1. Ülkelerin patates üretim alanına göre 2019 yılı sıralaması (FAO, 2019)

Sıralama	Ülke	Üretim alanı (ha)
1	Çin	4,914,746
2	Hindistan	2,173,000
3	Ukrayna	1,308,800
4	Rusya	1,238,575
5	Bangladeş	468,395
6	ABD	381,290
7	Peru	329,980
8	Nijerya	329,061
9	Polonya	302,480
10	Almanya	271,600

Tablo 1.2. Ülkelerin patates üretim miktarına göre 2019 yılı sıralaması (FAO, 2019)

Sıralama	Ülke	Üretim Miktarı (ton)
1	Çin	91,881,397
2	Hindistan	50,190,000
3	Rusya	22,074,874
4	Ukrayna	20,269,190
5	ABD	19,181,970
6	Almanya	10,602,200
7	Bangladeş	9,655,082
8	Fransa	8,560,410
9	Hollanda	6,961,230
10	Polonya	6,481,620

Tablo 1.3. Türkiye’ de 2020 yılı patates üretim değerleri (TÜİK, 2020)

İl	Üretim alanı (da)	Üretim Miktarı (ton)
Niğde	182,820	689,312
Afyonkarahisar	153,387	551,453
Konya	151,807	638,171
İzmir	129,000	435,925
Kayseri	124,160	540,824
Nevşehir	69,849	289,413
Sivas	65,873	192,630
Adana	60,905	211,265
Aksaray	58,155	250,349
Bolu	49,857	137,129

Patates üretim alanlarında verim kayıplarına neden olan, birçok zararlı tür bulunmaktadır. Patatesin başlıca zararlıları arasında, Patates böceği *Leptinotarsa decemlineata* Say (Coleoptera: Chrysomelidae), Patates güvesi *Phthorimaea operculella* Zeller (Lepidoptera: Gelechiidae), Telkurdu *Agriotes* spp. (Coleoptera: Elateridae), Bozkurt *Agrotis* spp. (Lepidoptera: Noctuidae), Manaslar *Polyphylla turkmenoglui* Petrovitz ve *P. fullo* Linnaeus (Coleoptera: Scarabaeidae), Yeşil şeftali yaprakbiti *Myzus persicae* Sulzer (Hemiptera: Aphididae) ile Patates yaprakbiti *Macrosiphum euphorbiae* Thomas (Hemiptera: Aphididae), Yaprak pirelerinden *Empoasca decipiens* Paoli (Hemiptera: Cicadellidae) ile *Asymmetrasca decedens* Paoli (Hemiptera: Cicadellidae), bazı trips ve akarlar yer almaktadır (Anonim, 2017; Güney, 2019). Patates böceği, ülkemizde ve birçok ülkede patatesin ana zararlısı konumundadır. Patates böceği, Meksika kökenli bir zararlı olup ilk olarak 1811’de Thomas Nuthall tarafından keşfedilmiş, 1824 yılında ise Amerikalı Entomolog Thomas Say tarafından tanımlanmıştır (Jacques ve Fasulo, 2009).

Patates böceği Avrupa kıtasında ilk kez 1877’de Almanya’da saptanmış ve zararlıya karşı 45 yıl süren karantina önlemleri uygulanmıştır (Alyokhin, 2009). Daha sonra 1921’de Fransa’nın Bordo Limanı civarında zararlı belirlenmiş ve Avrupa’nın büyük bölümüne II. Dünya savaşı sırasında yayıldığı düşünülmektedir (Çakıllar, 1960; Gürkan ve Boşgelmez, 1984). Patates böceği’nin 2. Dünya savaşı

sırasında bazı devletler tarafından patates verimini düşürmek amacıyla bir biyolojik silah olarak denenmek üzere çoğaltılıp, savaşılan ülkelere karşı kullanıldığı belirtilmiştir (Chaudhry ve ark., 2017). Türkiye'ye, 1963 yılında Edirne ilinin Yunanistan sınırında olan Bosna ve Karaağaç köylerinden giriş yaptığı kaydedilmiştir (Atak, 1973). Yirminci yüzyılın sonunda dünyanın patates üretimi yapılan alanlarının çoğunda bir problem halini almıştır (Alyokhin, 2009). Halihazırda Patates böceği, birçok ülkenin bitki karantinası zararlıları listesinde yer almakta olup ülkemizin de patates üretim alanlarını tehdit eden bir zararlı konumundadır. Patates böceği'nin sahip olduğu gelişmiş insektisit direnci yeteneği nedeniyle, mücadelesinde uzun yıllardan beri farklı etkili maddeler denenmiş, bu zararlının dünya bitki koruma endüstrisinin gelişmesinde önemli bir rol aldığı belirtilmiştir (Alyokhin, 2009; Alyokhin ve ark., 2008).

Patates böceği'nin ergin bireyleri takriben 1 cm uzunluğunda, sarımsı turuncu renge sahip olup, kubbe şeklinde durmaktadır. Üst kanatlarındaki 5'er adet siyah bant karakteristik özelliklerindendir. Kışı toprağın altında ergin halde geçirmekte olup, ilk baharda ortaya çıkan bireyler çiftleştikten sonra yumurtalarını yaprağın altına 5-60 adet olarak kümeler halinde bırakmaktadır (Klass ve ark., 1974; Güney, 2019). Bir dişi bireyin ömrü boyunca 300-800 adet arası yumurta bırakabileceği kaydedilmiştir (Harcourt, 1971). Ülkemizde yapılan çalışmalarda, Patates böceği'nin yaşadığı bölgedeki iklimsel şartlara bağlı olarak değişmekle birlikte, yılda 1-4 döl verdiği belirlenmiştir (Atak, 1973; Uygun 2015; Doğan 2020). Diğer çalışmalara bakıldığında ise Meksika'da yılda 2-3 döl, Hollanda, Fransa ve Estonya'da yılda 1-2 döl verdiği tespit edilmiştir (Aitkenhead, 1981; Cappaert ve ark., 1991; Hiiesaar ve ark., 2014). Patates böceği 4 larva dönemi geçirdikten sonra toprakta pupa dönemine girer. Larvaları tuğla kırmızısı renkte, kambur duruşlu olup vücudun karşılıklı iki tarafında üst üste sıralı halde bulunan ve larva olgunlaştıkça belirginleşen siyah noktalarla tanınmaktadır. Patates böceği'nin konukçuları patates, patlıcan (*Solanum melongena* L.), domates (*Lycopersicon esculentum* M.), tütün (*Nicotiana tabacum* L.) gibi Solanaceae familyasına bağlı kültür bitkileri ve bazı yabani *Solanum* spp. türleridir (Kekillioğlu ve Yılmaz, 2018). Patates ve patlıcan, ülkemizde Patates böceği'nin ana konukçuları arasında bulunmaktadır (Atak, 1973; Hsiao, 1978; Wang ve ark., 2017). Yapılan çalışmalarda Patates

böceği'nin Kuzey Amerika'nın büyük bir bölümünde patates, domates ve patlıcanın ana zararlısı konumunda olduğu bildirilmiştir (Williams, 1987).

Patates böceği'nin kışlayan erginleri, ilkbaharda patates bitkilerinin toprak yüzeyine çıkmaya başladığı dönemden itibaren, vejetasyon süresinin sonuna kadar tüm larva dönemleriyle birlikte patates bitkisinin yapraklarını oburca tüketirler. Patates böceği'nin, bitkiyi en önemli işlevi olan fotosentezi yapan yapraklarından yoksun bırakıp, zamanla gelişme geriliğine; yoğun zararlarda ise çalı formuna sebep olarak yumruyu yeterli miktarda besleyemediğinden %20-100 arası zarara neden olabileceği kaydedilmiştir (Oerke ve ark., 1994; Alyokhin, 2009; Wang ve ark., 2017). Domates ve patlıcanın meyveleriyle, patates ile patlıcanın çiçekleriyle ve patatesin tarlada çıkartılan yumrularıyla da beslenebilmektedirler (Anonim, 2017; Bolter ve Jongsma, 1995). Patates böceği beslenerek yaptığı zararlarının dışında ayrıca Patates Halkalı Çürüklüğü, Patates Kahverengi Çürüklüğü ve İğ Yumru Viroidi gibi hastalıkların yayılmasına da taşıyıcılık yapmaktadır (Yüceer, 2011).

Patates böceği ile ilgili Bolu ilinde yapılan çalışmalar oldukça sınırlıdır. Bu çalışma ile Bolu ili merkez ovasında patates tarlalarında zarara neden olan Patates böceği'nin popülasyon takibi yapılarak; ilk ergin çıkışı, en yüksek popülasyon yoğunlukları, bölgede kaç döl verdiği, doğal düşmanları ve zararlının bölge şartlarında kışlama özellikleri belirlenmiştir.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Atak (1973) Patates böceği'nin ülkemizde genel olarak 3 döl verdiğini, gelişme eşiğinin 12,8 °C, termal konstantının 336 gün-derece, pupa olma derinliğinin 5-18 cm, pupa süresinin 5-14 gün olduğunu bildirmiştir. Ayrıca Patates böceği' nin larvaları arasında birbirini yeme (cannibalism) oranının %68 olduğunu ve bu oranın doğal ölüm oranından daha fazla olduğunu belirtmiştir.

Kurth (1980) Almanya'da Patates böceği'nin gelişiminde etkili sıcaklık toplamını biyolojik dönemlerine göre belirlemiş; yumurtalarının gelişimi için 60 günderece, 1. ve 2. larva dönemleri için 80 günderece, 3. ve 4. larva dönemleri için 115 günderece, prepupa ve pupa dönemleri için 100 günderece, ergin bireyin preovipozisyon süresi için ise 40 günderece olarak tespit etmiştir.

Aitkenhead (1981) Patates böceği'nin gelişme eşiğini 10 °C olarak tespit etmiş, zararlının verdiği döl sayısının ve bir dölün tamamlanma süresinin ise yaşadığı iklime bağlı olarak, Hollanda'da ve Fransa' nın kuzey doğusunda yılda bir döl, sıcak yıllarda ise iki döl verdiğini belirtmiştir.

Gürkan ve Boşgelmez (1984)'in Ankara ilinde gerçekleştirdiği Patates böceği kışlama çalışmasında, ağzı tülbent ile kapatılmış kavanozların içinde kışlatılan ergin bireylerin sadece %25'inin ölmeden kışladığı tespit edilmiş; aynı dönemde açık alanda arazide yapılan kışlama çalışmasında ise ergin bireylerin %86'sının ölmeden kışladığı tespit edilmiştir. Kışlama tarihinin ise eylül ayının 2. ve 3. haftalarına denk geldiği, kışlama diyapozundan uyanma tarihinin ise mayıs ayının ilk haftasına denk geldiği bildirilmiştir. Çalışmanın ilk yılı Patates böceği'nin ortam sıcaklığı 20,9 °C, toprak sıcaklığı 13,4 °C; ikinci yılı ise ortam sıcaklığı 19,5 °C, toprak sıcaklığının ise 14 °C olduğunda kış diyapozundan çıktığı ve toprağın 10-25 cm derinliklerinde kışı geçirdiği belirlenmiştir. Patates böceği larvalarının mayıs ayından itibaren görülmeye başlandığı, haziran ayı sonu ile temmuz ayının başında en yüksek popülasyon yoğunluğuna ulaştığı ve kimyasal mücadele de ilk larva dönemlerinin yoğun olduğu zamanda ilaçlamanın yapılmasının daha etkili olduğu belirtilmiştir.

Watt ve LeBrun (1984) ABD'nde gerçekleştirdiği çalışmada entomopatojenik fungus olan *Beauveria bassiana* (Hyphomycetes)'nin toprak

uygulamasında Patates böceği'nin pupa döneminden ergin çıkışını 1. dölde %74; ikinci dölde %77 azaltıp, çıkış sonrası enfeksiyonu arttırdığını tespit etmişlerdir.

Drummond ve ark. (1987) ABD'nde *Opilomus dichrous* Herrich-Schaeffer (Heteroptera: Pentatomidae)'un optimum gelişme sıcaklığının 28-33 °C arasında olduğunu ve Patates böceği mücadelesinde %95 oranında başarı sağladığını bildirmişlerdir. *Opilomus dichrous* doğal düşmanının optimum gelişme sıcaklığının yüksek olmasından dolayı Patates böceği mücadelesinde serin bölgeler yerine daha ılıman bölgelerde daha başarılı olabileceğini belirtmişlerdir.

Williams (1987) ABD'nin New Jersey eyaletinde *Edovum puttleri* Grissell (Hymenoptera: Eulophidae) ile gerçekleştirdiği arazi çalışmasında Patates böceği yumurtalarının %46,8'inin parazitlendiğini bildirmiştir. Ayrıca Patates böceği yumurtalarının %22,4'ünün predatörlerden; *Chrysoperla carnea* Stephens (Neuroptera: Chrysopidae) larvası, *Lebia grandis* Hentz (Coleoptera: Carabidae) ve *Coleomegilla maculata lengi* Timberlake (Coleoptera: Coccinellidae) bireyleri tarafından zararlandığı belirlenmiştir. Ergin Patates böceklerinin kendi türünün yumurta kümelerine karşı kannibalizm gösterdiği de tespit edilmiştir.

Biever ve Chauvin (1990) ABD'nin Washington eyaletinde kışlama amacıyla toprağa giren Patates böceği erginlerinin %16-21'inin 2 kış sezonu geçirdikten sonra; %2 kadarının ise 3 kış sezonu geçirdikten sonra kış diyapozundan uyandığını tespit etmişlerdir.

Cappaert ve ark. (1991) Patates böceği'nin Meksika'da 1987 yılında 3 döl, 1988 yılında ise 2 döl verdiğini tespit etmişler ve doğal düşmanlar tarafından gerçekleştirilen parazitlenme ve avcılık faaliyetlerinin yüksek oranda etkili olduğunu belirtmişlerdir.

Hazzard ve ark. (1991) ABD'nin Massachusetts eyaletinde *Coleomegilla maculata*'nın Patates böceği'nin yumurtalarını ilk döl için %37,8 oranında, ikinci döl için %58,1 oranında beslenip tahrip ettiğini tespit etmişlerdir. *Coleomegilla maculata*'nın Patates böceği mücadelesine katkıda bulunabileceğini belirtmişlerdir.

Lashomb ve ark. (1987) ABD'nde *Edovum puttleri*'nin tarla koşullarında Patates böceği yumurtalarını %71-91 arasında parazitlediğini bildirmişlerdir.

Has (1992) Orta Anadolu bölgesi koşullarında Patates böceği'nin pupa olma derinliğini 1-14 cm, gelişme eşiğini 10,1 °C, pupa süresini 7-32 gün, son dönem larvaların pupa olma oranını %73 olarak bildirmiştir.

Hough-Goldstein ve ark. (1993), ABD’nde gerçekleştirdikleri çalışmada *Coccinella septempunctata* Linnaeus (Coleoptera: Coccinellidae)’nın tarla şartlarında Patates beği üzerinde düşük bir etkiye sahip olduğunu, *Chrysoperla carnea*’nın yumurta predatörü olarak önemli bir aday olduğunu ve *Chrysoperla rufilabris* Burmeister (Neuroptera: Chrysopidae) ile yapılan kafes denemelerinde ise Patates beği popülasyonunun %84 oranında azaldığını belirlemişlerdir. Ayrıca 1 adet *Lebia grandis* bireyinin bir günde 47 adet Patates beği yumurtası yiyebildiğini ve *L. grandis* larvalarının Patates beği pupaları üzerinde beslendiğini tespit etmişlerdir. *Perillus bioculatus* Fabr. ve *Perillus maculiventris* Say (Heteroptera: Pentatomidae)’in Patates beği’nin larva popülasyonunu yarı yarıya azattığını ve *P. bioculatus*’un 1. nimf döneminde 300 adetten fazla zararlı yumurtasını tahrip ettiğini bildirmişlerdir.

Lopez ve ark. (1993) ABD’nin Massacusetts eyaletinde Patates beği’nin larva parazitoiti *Myiopharus doryphorae* Riley (Diptera: Tachinidae)’nin Patates beği larvalarında %30-50 arasında lme neden olduğunu tespit etmişlerdir.

Weber ve Ferro (1993) ABD’nin Massachusett eyaletinde, kışlamaya giren Patates böceklerinin iki farklı bölgede sırasıyla %17,6 ile %10,9’unun l olarak tespit edildiğini, ölen bireylerin ise %70’inin *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin (Ascomycota: Hypocreales) enfeksiyonundan kaynaklandığını belirlemişlerdir.

Tauber ve ark. (1994) ABD’nin New York eyaletinde Patates beği’nin kış diyapozundan çıkışında yeterli toprak sıcaklığı sağlandıktan sonra, toprak neminin davranışsal bir uyarıcı olarak görev yaptığını ve toprak nemindeki azalışın kış diyapozundaki Patates beği bireylerinde diyapozdan ıkışları azaltabileceğini ya da durdurabileceğini, toprak neminde iyileşme sağlandığında ise kış diyapozundan çıkışların devam edebileceğini tespit etmişlerdir.

Yabaş ve ark. (1995) laboratuvar koşullarında yumurta parazitoiti *Edovum puttleri* ile yapmış olduğu çalışmada Patates beği yumurtalarında %41,6 parazitlenme oranı saptamışlardır. Ayrıca doğal düşmanın parazitlenme sırasında diğer Patates beği yumurtalarına %15-75 oranında zarar verdiği belirlenmiştir. Aynı doğal düşman ile Adana ilinde tarla koşullarında yapılan çalışmada ise sıcaklık gibi bazı elverişsiz evre şartları nedeniyle parazitlenmenin tespit edilemediği kaydedilmiştir.

Hilbeck ve Kennedy (1996) ABD'nin Kuzey Carolina eyaletindeki çalışmasında kontrolü yapılan patates alanlarında, Patates böceği'nin en çok *Coleomegilla maculata* DeGeer (Coleoptera: Coccinellidae) doğal düşmanını belirlemişlerdir. Deneme amaçlı insektisit (Carbofuran) uygulaması yapılan patates alanlarında doğal düşman popülasyonunun azaldığını, fakat insektisit uygulamasından 1-2 hafta sonra tekrar popülasyon artışının başladığını bildirmişlerdir.

Nault ve ark. (1997) ABD'nin Kuzey Carolina eyaletinde gerçekleştirdikleri çalışmada, Patates böceklerinin kıslamak amacıyla bulunduğu tarlanın iç kısmından ziyade kenarını tercih ettiğini ve kıslama döneminde yapılan toprak işleminin Patates böceği'ne önemli derecede etkili bulunmadığını tespit etmişlerdir. Ayrıca kontrol alanlarında yapılan taramalarda *Coleomegilla maculata* ve *P. bioculatus* gibi doğal düşmanlar belirlenmiştir.

Şahin (1997) tarafından Erzurum ilinde gerçekleştirilen bir çalışmada Patates böceği'nin larva gelişme süresinin 16-23 gün olduğu, bunların %47'sinin pupa dönemine ulaşmadan öldüğü ve bunun en büyük nedeninin birbirini yeme (cannibalism) olduğu belirtilmiştir. Pupa olan böceklerin ise %30'unun ergin hale gelemeden öldükleri bildirilmiştir. Aynı çalışmada 1995 yılında Erzurum-Pasinler lokasyonunda 22 Mayıs tarihinde hava sıcaklığı 14,1 °C iken; 1996 yılında ise 28 Mayıs tarihinde ilk bireylerin kış diyapozundan uyandığı tespit edilmiştir. Ayrıca Patates böceği'nin besin noksanlığı nedeniyle şeker pancarı (*Beta vulgaris* L.), fiğ (*Vicia sativa* L.), fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.), *Lotus* sp., tarla sarmaşığı (*Convolvulus arvensis* L.), ban otu (*Hyoscyamus niger* L.) ve horoz ibiği (*Amaranthus retroflexus* L.) gibi bitkilerle az miktarda beslendiğini; fakat patates bitkisinin çıkışından sonra bu bitkileri terk ettikleri kaydedilmiştir. Bu bitkilerle yapılan laboratuvar koşullarında beslenme deneylerinde ise, erginlerin ilk zamanlar bu bitkilerle beslendiği, daha sonra bu bitkileri yemediği; larvaların ise bu bitkilerle hiç beslenmediği tespit edilmiştir. Kıslama çalışmasında ise Erzurum ve Pasinler lokasyonunda havaların erken soğuması nedeniyle eylül ayının ikinci yarısından itibaren, Oltu ve Tortum lokasyonlarında ise ekim ayı başından itibaren kıslamaların başladığı belirlenmiştir. Doğal düşman çalışmalarında parazitoit türleri belirlemek amacıyla çok sayıda yumurta, larva ve ergin toplanmış fakat herhangi bir parazitoit çıkışının olmadığı belirtilmiş; arazi çalışmalarında ise *Exolygus rugulipennis* Poppius (Heteroptera: Miridae), *Anthocoris sibiricus* Reuter

(Heteroptera: Anthocoridae), *C. septempunctata*, *C. carnea*, *Deraeocoris seranus* Douglas-Scott (Heteroptera: Miridae) gibi doğal düşman böcek türlerinin tespit edilmiştir.

Kedici ve ark. (1998) Niğde, Nevşehir, Ankara ve Bolu illerini kapsayan Patates böceği doğal düşman belirleme çalışmasında, *Nabis punctatus* Costa (Heteroptera: Nabidae), *A. sibiricus*, *Zicrona caerulea* Linnaeus (Heteroptera: Pentatomidae), *Chrysoperla* spp, *Coccinula quatuordecimpustulata* Linnaeus (Coleoptera: Coccinellidae), *Adonia variegata* Goeze (Coleoptera: Coccinellidae), *C. septempunctata*, *Semiadalia undecimnotata* Schneider (Coleoptera: Coccinellidae), *Propylaea quatuordecimpustulata* Linnaeus (Coleoptera: Coccinellidae) türlerinin zararlının yumurta veya larva dönemleriyle besleniyorken saptandığını, ayrıca parazitoit çıkışını belirlemek amacıyla toplanan ergin, larva ve yumurtalarının kültüre alındığını fakat herhangi bir parazitoit çıkışının olmadığı bildirmişlerdir.

Tauber ve Tauber (2002) ABD'nin New York eyaletinde doğa koşullarındaki kafesler içerisinde gerçekleştirilen Patates böceği kışlama çalışmasında, kafeslere yerleştirilen bireylerin %56,5'inin hayatta kalarak kış diyapozundan çıktığını, bu bireylerin %2,3'ünde 1 yıldan uzun süren dormansi halinin tespit edildiğini ve 1 yıldan uzun süren dormansi hali sergileyen dişilerin erkek bireylerden 1,5 kat daha fazla olduğunu belirtmişlerdir.

Atlıhan ve ark. (2003) Van ilinin Erciş ilçesinden 5 tarlada; Merkez, Gevaş Muradiye ilçelerinden ise 3 tarlada zararlı böcek türlerini belirlemek amacıyla yürüttükleri bir çalışmada, Patates böceği'ne yalnızca Erciş ilçesinde 1998 yılında 1 tarlada, 1999 yılında 2 tarlada; Muradiye ilçesinde ise 1999 yılında bir tarlada lokal olarak belirlendiğini bildirmişlerdir.

Kuepper (2003) ABD'nde Patates böceği'nin doğal düşmanlarının ticari patates üretim alanlarında yoğun pestisit kullanımından ve onları barındıracak habitat eksikliğinden dolayı nadiren görülebileceğini, organik yetiştiricilik koşullarında ise doğal düşmanların yeterli popülasyonda olsa bile Patates böceği'ni tam anlamıyla baskılayamayacağını belirtmiştir. Tarla kenarları boyunca nektar ve polen kaynakları dikilerek doğal düşmanlara habitat sağlanmasının ve malçlamanın biyolojik mücadelenin etkinliğini arttırabileceğini bildirmiştir.

Hiisaar ve ark. (2006) ağır bünyeli topraklarda kışlayan Patates böcekleri'nin, hafif bünyeli topraklarda kışlayanlara göre daha fazla ölüm oranına

sahip olduğunu ve toprak yüzeyinde kışlayan bireylerde toprağın içinde kışlayanlara kıyasla daha fazla ölüm belirlendiğini tespit etmişlerdir. Ayrıca 30 cm derinlikte kışlayan böceklerin ölüm oranının, 50 cm derinlikte kışlayanlara kıyasla daha az olduğunu belirtmişlerdir.

Boiteau ve ark. (2008) ABD’de Patates böceği’nin 31 Mayıs tarihinden önce ve ilk patates bitkilerinin toprak yüzeyine çıkışlarından önce kış diyapozundan uyanmaya başladığını tespit etmişlerdir. Ayrıca bir önceki sezon patates yetiştirilen alanlara yakın bulunan patates tarlalarında, uzak olanlara göre daha fazla Patates böceği belirlendiğini bildirmişlerdir.

Alyokhin (2009) *P. bioculatus* ve *Podisus maculiventris* Say (Heteroptera: Pentatomidae)’in Patates böceği’nin larvaları üzerinde önemli bir etki gösterdiğini belirtmiştir. Patates böceği’nin, yumurtadan ergin bireye kadar optimum sıcaklık gelişim aralığının bölgesel koşullara bağlı olarak değişmekle birlikte 25-32 °C olduğunu bildirmiştir.

Sablon ve ark. (2013) laboratuvar koşullarında *C. carnea*’nın 1. ve 2. dönem larvalarının Patates böceği’nin yalnızca yumurtalarıyla beslendiklerini; 3. dönem larvalarının ise zararlının bütün ergin öncesi dönemleriyle beslendiklerini, ayrıca bu 3. dönem *C. carnea* larvalarının diğer larva dönemlerinden 4 katı daha fazla Patates böceği larvasıyla beslendiklerini bildirmişlerdir. Çalışmada *C. carnea*’nın larva dönemlerinin Patates böceği mücadelesindeki dikkate değer potansiyeli vurgulanmıştır.

Hiiesaar ve ark. (2014) Estonya’da patates tarlasında ve çevre parsellerde daha önceki yıllarda Patates böceği’nin konukçusu olmayan bitkilerin tarımının yapılması nedeniyle ilk belirlemelerde az sayıda zararlı belirlendiğini, fakat sonraki yıllarda aynı patates tarlasında popülasyonun arttığını tespit etmişlerdir. Aynı çalışmada bölgede Patates böceği’nin 2 döl verdiği, diğer yıllarda ise 1 döl verdiği belirlenmiştir.

Malekmohammadi (2014) Patates böceği’nin 1980’li yılların başlarında İran’a yayıldığını, halihazırda patates tarımını tehdit eden bir zararlı konumunda olduğunu ve bu zararlıya karşı herhangi bir Entegre Mücadele Programı’nın bulunmadığını belirtmiştir. Ayrıca Patates böceği’ne karşı aynı insektisitlerin (Endosulfan, Phosalon) kullanılması sonucu bu insektisitlere karşı dayanıklılık oluşması nedeniyle mücadelenin etkinliğinde azalma olduğunu belirtmiştir.

Uygun (2015) Tokat ilinin Reşadiye ilçesinde Patates böceği'nin haziran ayından eylül ayına kadar belirlendiğini, bölgedeki etkili sıcaklık toplamı 374,05 °C temel alınarak yapılan hesaplamada yıllık 1,1 döl verdiğini tespit etmiştir. Yumurta açılma oranları ise %13,46 ile %63,33 olarak belirlenmiştir. Yoğun kimyasal mücadele nedeniyle doğal düşman sayısının ve yumurta açılma oranlarının düşüklüğü vurgulanmış; *Eurydema* sp. (Heteroptera: Pentatomidae), *Anthocoris* sp., *Coreus* sp. (Heteroptera: Coreidae), *Adalia fasciatopunctata revelierei* Mulsant (Coleoptera: Coccinellidae), *Clytus* sp. (Coleoptera: Cerambycidae), *C. carnea* gibi türler tespit edilmiştir.

Kekillioğlu ve Yılmaz (2018) Patates böceği'nin Nevşehir ili koşullarında, eylül ayının son haftası itibariyle kışlama dönemine girdiğini, hava sıcaklığının 15 °C'yi; toprak sıcaklığının ise 24,308 °C'yi bulduğu mayıs ayının ilk haftasında da kışlama döneminden çıktığını tespit etmişlerdir. Laboratuvar koşullarında Patates böceği yumurtalarının açılma oranı %47,876 olarak tespit edilmiş, bu oranın tazeliğini daha çok koruyan yapraklar üzerinde bulunan yumurta kümelerinde daha yüksek olduğunu belirlemişlerdir. Son dönem larvaların pupa olma oranı ise %64,285 olarak tespit edilmiştir.

Lima ve ark. (2018) bitki paraziti nematodların patates tarımı yapılan birçok bölgede patates verimi ve yumru kalitesini etkileyen önemli bir faktör olduğunu ve bitki paraziti nematodların patates üretiminde dünya çapında %12 verim kaybına yol açtığını belirtmişlerdir. Ayrıca patatesteki verim kaybına yol açan ve yumru kalitesini azaltan başlıca bitki paraziti nematodlar arasında *Globodera rostochiensis*, *G. pallida*, *Meloidogyne* spp., *Pratylenchus* spp., *Ditylenchus destructor* ve *Nacobbus aberrans* türlerinin olduğunu bildirmişlerdir.

Doğan (2020) Afyonkarahisar merkez ve bazı ilçelerindeki patates tarlalarında Patates böceği'nin yayılışının haziran ayının ilk haftasından eylül ayının ikinci haftasına kadar dalgalanmalar halinde tespit etmiştir. Bolvadin ilçesi için Patates böceği etkili sıcaklıklar toplamı 1125,61 günderece olarak hesaplanmış, bu değere göre Patates böceği'nin bölgedeki döl sayısının yılda 3,35 döl olarak tespit edildiği bildirilmiştir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışma, 2020 ve 2021 yıllarında Bolu ili merkez ovasını temsil edecek şekilde Alıçören, Yeniakçakavak, Taşoluk ve Doğancı köylerinden seçilen birer adet patates tarlasında, Patates böceği (*Leptinotarsa decemlineata*)'nin popülasyon takibini, doğal düşmanlarını ve kışlama özelliklerini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Belirlenen tarlaların ilaçlamalarında çiftçi şartlarına (etken madde, ilaçlama zamanı, ilaçlama sayısı vs.) herhangi bir müdahalede bulunulmamıştır. Çalışmanın ana materyalini, çalışmanın ilk yılı 4 adet; ikinci yılı 4 adet olmak üzere toplam 8 adet patates tarlası, Patates böceği'nin larva, ergin ve yumurtaları, kışlama çalışmasında kullanılan kışlama saksıları, tülleri, toprak sıcaklık ölçer, doğal düşman taramasında kullanılan emgi tüpü, ince uçlu fırça ve plastik şeffaf kaplar oluşturmuştur.

3.1 Bolu İli Popülasyon Takibi Çalışmalarında Çalışma Alanlarının Özellikleri

Çalışma 2020 ve 2021 yılları boyunca farklı tarlalarda olmak üzere, Bolu ili merkeze bağlı Bolu Ovası'nın 2 adet kuzey köylerinden (Yeniakçakavak, Alıçören), 2 adet ise güney köylerinden (Doğancı, Taşoluk) toplam 4 adet tarlada gerçekleştirilmiştir. İki yıl boyunca her tarlada *Agria* cinsi patates yetiştirilmiştir. Her tarla için sıra arası mesafe 70 cm, sıra üzeri mesafe 35 cm olacak şekilde ekim yapılmıştır.

3.1.1 Çalışma Alanlarının 2020 Yılı Özellikleri

Doğancı köyündeki patates tarlasının alanı 5,843 da olup, 40°41'51.1"N 31°33'43.8"E koordinatlarında yer almıştır. Tarlanın ekimi 25 Mart 2020 tarihinde yapılmıştır. Tarlada bir önceki üretim sezonunda dane mısır tarımı yapılmıştır. Tarlaya komşu arazilerde patates, buğday ve yonca tarımı yapılmış olup, bir kenarındaki arazi ise nadasa bırakılmış ve yoğun *Cirsium arvense* L. (köygöçüren) varlığı belirlenmiştir. Tarla kenar sınırları boyunca meşe, armut, kavak, elma, erik, ahlat, kiraz, söğüt ve ceviz ağaçları ile çevrelenmiştir.

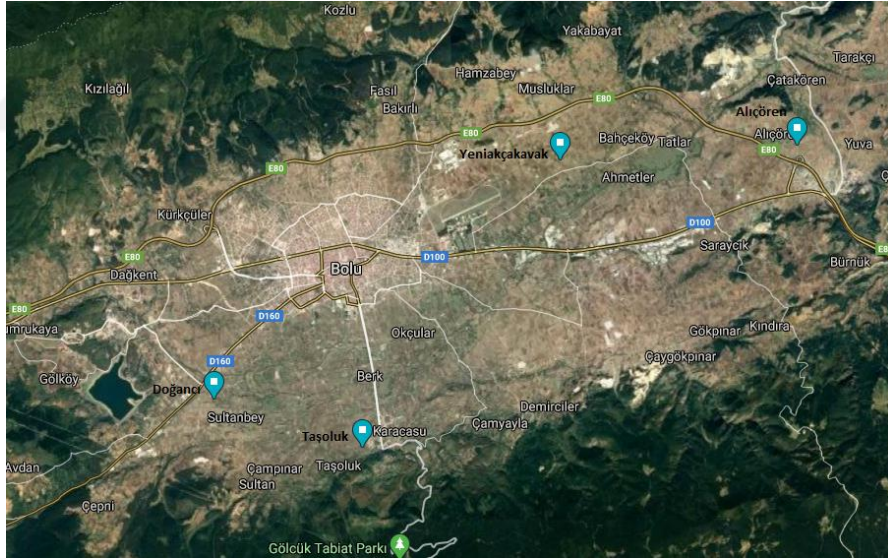
Taşoluk köyündeki patates tarlasının alanı 4,399 da olup, 40°41'05.0"N 31°36'49.3"E koordinatlarında yer almıştır. Tarlanın ekimi 24 Nisan 2020 tarihinde

yapılmıştır. Tarlada bir önceki üretim sezonunda buğday tarımı yapılmış olup, etrafı patates tarlalarıyla çevrilmiştir.

Yeniakçakavak köyündeki patates tarlasının alanı 2,714 da olup, 40°45'39.0"N 31°40'58.7"E koordinatlarında yer almıştır. Tarlanın ekimi 10 Nisan 2020 tarihinde yapılmıştır. Tarlada bir önceki üretim sezonunda dane mısır tarımı yapılmış olup, komşu arazilerde yulaf, arpa, buğday ve patates tarımı yapılmıştır.

Alıçören köyündeki patates tarlasının alanı 4,541 da olup, 40°41'05.0"N 31°36'49.3"E koordinatlarında yer almıştır. Tarlanın ekimi 5 Nisan 2020 tarihinde yapılmıştır. Tarlada bir önceki üretim sezonunda buğday tarımı yapılmış olup, bir kenarı köy yoluna sınır, diğer kenarları buğday ve mısır tarımının yapıldığı tarlalarla çevrelenmiştir.

Çalışma yapılan tüm patates tarlalarının 2020 yılında lokasyonlarının uydu görüntüsü Şekil 3.1.'de verilmiştir.



Şekil 3.1. Çalışmanın ilk yılı (2020) patates tarlalarının bulunduğu lokasyonların uydu görüntüsü (Erişim tarihi: 17.06.2020)

3.1.2 Çalışma Alanlarının 2021 Yılı Özellikleri

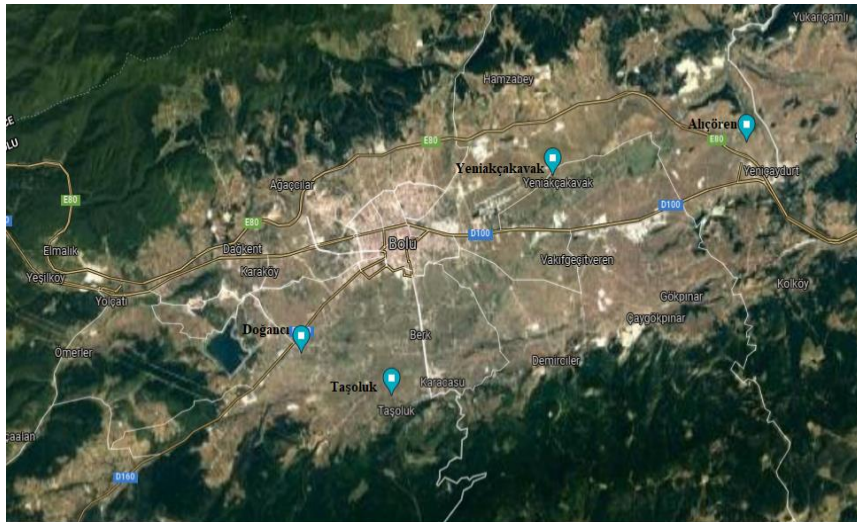
Doğancı köyündeki patates tarlasının alanı 4,185 da olup, 40°41'55.5"N 31°33'40.0"E kordinatlarında yer almıştır. Tarlanın ekimi 5 Nisan 2021 tarihinde yapılmıştır. Tarlada bir önceki üretim sezonunda buğday tarımı yapılmış olup, etrafı soya fasulyesi ve patates tarlalarıyla çevrilmiştir.

Taşoluk köyündeki patates tarlasının alanı 7,454 da olup, 40°41'07.7"N 31°36'10.8"E koordinatlarında yer almıştır. Tarlanın ekimi 25 Nisan 2021 tarihinde yapılmıştır. Tarlada bir önceki üretim sezonunda buğday tarımı yapılmış olup, etrafı patates ve buğday tarlalarıyla çevrilmiştir.

Yeniakçakavak köyündeki patates tarlasının alanı 10,152 da olup, 40°45'16.2"N 31°40'38.2"E koordinatlarında yer almıştır. Tarlanın ekimi 12 Nisan 2021 tarihinde yapılmıştır. Tarlada bir önceki üretim sezonunda buğday tarımı yapılmış olup, komşu arazilerde mısır ve arpa tarımı yapılmıştır.

Alıçören köyündeki patates tarlasının alanı 2,455 da olup, 40°45'54.3"N 31°45'59.4"E koordinatlarında yer almıştır. Tarlanın ekimi 10 Nisan 2021 tarihinde yapılmıştır. Tarlada bir önceki üretim sezonunda buğday tarımı yapılmış olup, patates ve mısır tarımının yapıldığı tarlalarla ve köy yoluyla çevrelenmiştir.

Çalışma yapılan tüm patates tarlalarının 2021 yılında lokasyonlarının uydu görüntüsü Şekil 3.2.'de verilmiştir.



Şekil 3.2. Çalışmanın ikinci yılı (2021) patates tarlalarının bulunduğu lokasyonların uydu görüntüsü (Erişim tarihi: 07.12.2021)

3.2 Patates böceği'nin Popülasyon Takibinin Belirlenmesi

Bolu ili merkeze bağlı köylerde patates yetiştirilen tarlalarda Patates böceği'nin popülasyon takibi amacıyla, örneklemeler 2020 ve 2021 yıllarında patateslerin vejetasyon süresince (mayısın ilk haftası-eylülün ilk haftası) haftalık arazi çıkışlarıyla yapılmıştır. Her örneklem tarihinde Bolu ovasını temsilen seçilen Alıçören, Yeniakçakavak, Taşoluk ve Doğancı köylerinden belirlenen her bir patates tarlasında köşegenler doğrultusunda girilmiştir (Fotoğraf 3.1., Fotoğraf 3.2.). Bu köylerde daha önceden belirlenen patates tarlalarında tesadüfi olarak seçilen 10 noktada sıra üzeri 1 metrede bulunan tüm bitkiler kontrol edilmiştir. Her lokasyonda herbir örneklem noktasında *L. decemlineata*'nın yumurta, larva, pupa ve ergin sayıları kaydedilmiştir (Hardling ve ark., 2002; Anonim, 2017).



Fotoğraf 3.1. Alıçören ve Taşoluk köylerinde çalışmanın yürütüldüğü patates tarlaları



Fotoğraf 3.2. Doğancı ve Yeniakçakavak köylerinde çalışmanın yürütüldüğü patates tarlaları

3.3 Patates böceği'nin Günderece Modellemesi

Patates böceği'nin Bolu ilinde, yılda verdiği döl sayısının belirlenmesi amacıyla termal konstant formülünden yararlanılmıştır (Kansu, 2000).

$t(T - C) = Th. C.$ formülünde:

t: Gelişme Süresi,

T: Ortam Sıcaklığı,

C: Gelişme Eşiği,

Th. C. = Termal Konstant değeridir.

Has (1992), Patates böceği'nin gelişme eşiğini 10,1 °C, Aitkenhead (1981) ise 10 °C olarak belirtmiş olup; Patates böceği'nin döl sayısı hesaplamasında daha güncel çalışmalar olan Gürkan ve Boşgelmez(1984), Uygun (2015) ve Doğan (2020)'ın Atak (1973)'a atfen kullandığı, gelişme eşiği için 12,8 °C, termal konstantı için ise 336 günderece değerleri çalışmamızda kullanılmıştır. Hesaplamada kullanılan hava sıcaklığı değerleri olarak Bolu Meteoroloji Bölge Müdürlüğünden alınan 2020 yılı Bolu ili iklim verileri kullanılmıştır.

3.4 Patates böceği'nin Predatör ve Parazitoit Türlerinin Belirlenmesi

Patates böceği'nin bölgedeki predatör ve parazitoit türlerini belirlemek amacıyla haftalık arazi çıkışlarında zararlının farklı dönemleriyle beslenmesi muhtemel predatör türler ve zararlının parazitoit türleri arazide izlenmiş ve ayrıca örnekler toplanmıştır (Fotoğraf 3.3.). Parazitoit türleri belirlemek amacıyla ayrıca ayda bir her tarladan toplanabildiği kadar Patates böceği'nin yumurta paketi, larva ve ergin bireyleri toplanmış ve her lokasyon için ayrı ayrı olmak üzere herhangi bir parazitoit çıkışının belirlenmesi amacıyla kültüre alınmıştır (Fotoğraf 3.4.). Bu amaçla, içeride nem birikmesini önlemek için kapaklarına delikler açılmış şeffaf plastik kaplar kullanılmıştır. Her bir kabın üzerine temsil ettiği lokasyon ve toplanma tarihi not edilmiştir. Toplanan böcekler patates yapraklarıyla beslenmiş, yapraklar kurudukça taze yaprak ilavesi yapılmıştır. Kültüre alınan Patates böceklerinin farklı biyolojik dönemleri, herhangi bir parazitoit çıkışını tespit etmek amacıyla günlük olarak kontrol edilmiştir.



Fotoğraf 3.3. Parazitoitleri belirlemek amacıyla toplanan Patates böceği yumurtaları ve yeni açılmış bir yumurta kümesi



Fotoğraf 3.4. Parazitoit çıkışını belirlemek amacıyla kültüre alınan Patates böceklerinin ergin ve larvaları

3.5 Patates böceği'nin Kışlama Özelliklerinin Belirlenmesi

Çalışmanın sürdürüldüğü her iki yılda (2020-21) sezon sonunda çalışmanın yürütüldüğü dört adet lokasyondan toplanabildiği kadar ergin Patates böceği bireyleri toplanmıştır. İlk yıl üretim sezonu sonunda toplanan erginler, her bir

lokasyon için ayrı ayrı olmak üzere içerisinde 40 cm derinliğinde toprak bulunan saksılara alınıp; saksıların üzeri fiberglas malzemeden yapılmış tüllerle kapatılarak kışlama kafesleri oluşturulup, ekim ayından itibaren havaların soğumasıyla kışlamak amacıyla toprağa girecek olan erginlerin açık alanda balkonda kışlamaları sağlanmıştır (Fotoğraf 3.5). Çalışmanın ilk yılı Patates böceği'nin bölge şartlarında kışlama özelliklerinin belirlenmesi amacıyla hazırlanan topraklı saksılara, Doğancı lokasyonundan 63 adet, Taşoluk lokasyonundan 32 adet, Yeniakçakavak lokasyonundan 31 adet, Alıçören lokasyonundan ise 23 adet ergin birey konulmuştur. Kışlama dönemine girene kadar Patates böceklerinin beslenmesi amacıyla saksılara patlıcan dilimleriyle haftalık olarak besin takviyesi yapılmıştır. Bölge koşullarında Patates böceği'nin kışlama ve kışlamadan çıkış zamanını tespit etmek amacıyla ekim ayında havaların soğumasıyla ve bir sonraki yıl ortalama hava sıcaklığının 10 °C'yi aşmasıyla birlikte saksılar haftalık olarak kontrol edilmiş ve kışlamadan çıkan erginler çalışma sonuna kadar kaydedilmiştir (Tauber ve Tauber, 2002). Çalışmada toprak sıcaklığı TP-101 sıcaklık ölçer kullanılarak ölçülmüştür.



Fotoğraf 3.5. Çalışmanın ilk yılı (2020) üzeri tülle kapatılmış saksılarla oluşturulan kışlama kafesleri

Çalışmanın ikinci yılında (2021) gerçekleştirilen kışlama çalışmasında ise, doğa şartlarına açık alana, her lokasyonu temsilen 50 cm derinliğinde 4 adet çukur kazılmıştır. Kazılan çukurların dibi ve yanları 3 kat tül ile kapatılmış, çukurlardan çıkarılan toprak, taş ve yabancı maddelerden arındırılmış ve açılan çukurlara geri doldurularak 4 adet yer (çukur) kafesi oluşturulmuştur (Fotoğraf 3.6.). Patates üretim sezonu sonunda kışlama çalışması amacıyla her lokasyondan 60'ar adet

Patates böceği ergini toplanmıştır. Toplanan erginler lokasyonlarına göre yer kafeslerine bırakılmış ve üzeri tül ile kapatılarak böceklerin kaçmasını önlemek amacıyla üzerindeki tül bağlanmıştır. Kışlama başlangıcına kadar Patates böceklerinin beslenmesi amacıyla patlıcan dilimleriyle yer kafeslerine haftalık besin takviyesi yapılmıştır. Patates böceği'nin bölge şartlarında kışlama zamanını ve kışlamadan çıkış zamanını tespit etmek amacıyla haftalık olarak tülleri bir arada tutan ip çözülerek yer kafesleri kontrol edilmiş ve elde edilen tespitler kayıt altına alınmıştır.



Fotoğraf 3.6. Toprak sıcaklık ölçer ile toprak sıcaklığının ölçülmesi



Fotoğraf 3.7. Çalışmanın ikinci yılı (2021) yere açılan ve tül ile çevrelenmiş kışlama çukurları

3.6 İstatistiksel Analiz

Patates böceği'nin popülasyon takibi çalışmalarının yapıldığı 4 lokasyondan elde edilen veriler ve Bolu ili haftalık hava sıcaklığı ortalamaları arasındaki istatistiksel ilişkiyi ortaya çıkarmak amacıyla, 4 lokasyondan elde edilen ergin, larva ve yumurta sayıları haftalık olarak toplanıp aritmetik ortalaması alınmıştır. Her iki değişkenden normal dağılım gösteren veriler için Pearson korelasyon analizi, normal dağılım göstermeyen veriler için ise Spearman korelasyon analizi ile IBM SPSS Statistics 20 programında istatistiksel analiz gerçekleştirilmiştir. Bolu ili haftalık hava sıcaklığı ortalamaları ile zararlının popülasyon takibi çalışmalarında haftalık olarak elde edilen ergin, larva ve yumurta sayılarının ortalamalarının korelasyon analizlerinde orta ve yüksek korelasyon ilişkisi elde edilen karşılaştırmalar için regresyon analizi uygulanmıştır.

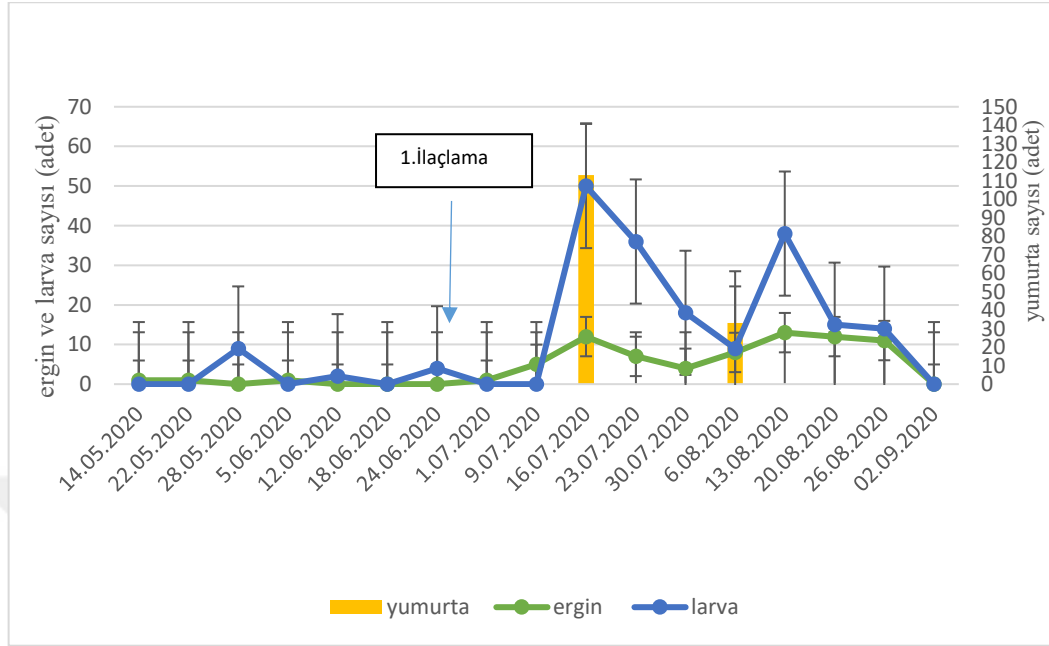
4. BULGULAR

4.1 Patates böceği'nin Popülasyon Takibinin Belirlenmesi

4.1.1 Popülasyon Takibi Çalışması (2020 Yılı)

Çalışmanın yürütüldüğü Bolu ili merkeze bağlı Doğancı lokasyonundaki patates tarlasında *L. decemlineata*'nın erginleri ilk olarak mayıs ayının ikinci haftasında (14.05.2020) ortaya çıkmıştır. Bu tarihte pentat hava sıcaklığı ortalaması 18,56 °C, pentat nisbi nem ortalaması ise %54,76 olarak tespit edilmiştir. Temmuz ayının üçüncü haftasında (16.07.2020) zararlının yumurta, larva ve ergin popülasyonları en yüksek yoğunluğuna ulaşmıştır. Bu tarihte pentat sıcaklık ortalaması 19,98 °C, pentat nisbi nem ortalaması ise %77,24 olarak tespit edilmiştir. Bu haftadan itibaren *L. decemlineata*'nın larva popülasyonu ağustos ayının ilk haftasına (06.08.2020) kadar azalarak devam etmiş, ağustos ayının üçüncü haftasında (13.08.2020) tekrar yükselişe geçerek bu tarihte 38 adet birey sayılmıştır. Zararlının yumurta dönemi, temmuz ayının 3. haftası ve ağustos ayının ilk haftası haricindeki sayımlarda tespit edilmemiştir. Patates böceği'nin ergin ve larva dönemi, temmuz ayının ortasından itibaren patates hasadının yapıldığı eylül ayının başına kadar gerçekleştirilen her haftalık kontrolde tespit edilmiştir.

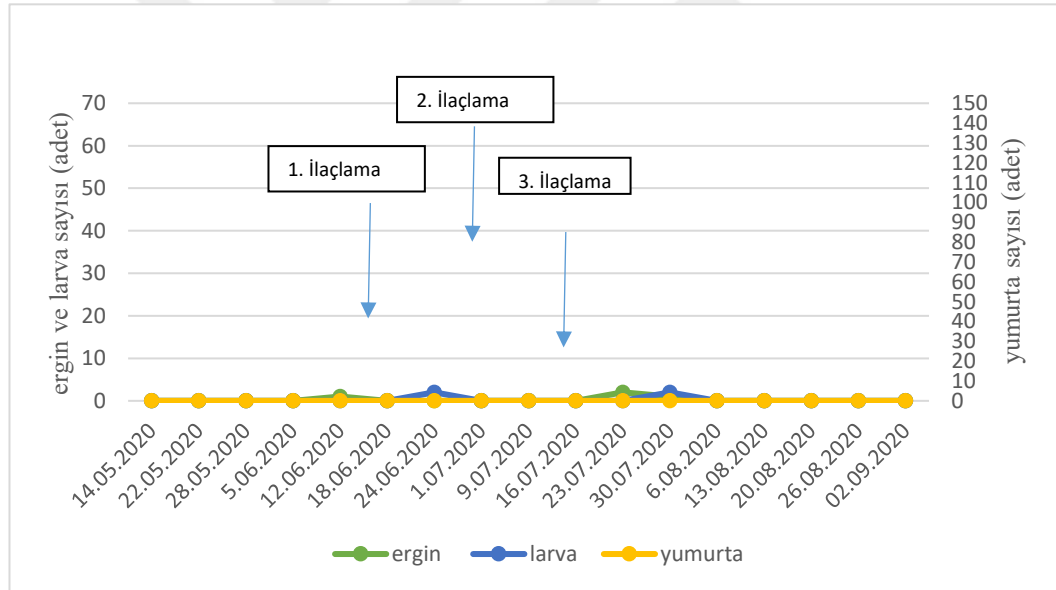
Doğancı lokasyonunda bulunan patates tarlasında 2020 yılında Patates böceği'nin popülasyon değişimi Şekil 4.1. de gösterilmiştir.



Şekil 4.1. Doğancı'daki patates tarlasında *Leptinotarsa decemlineata*'nın popülasyon değişimi (2020 yılı)

Taşoluk lokasyonundan seçilen patates tarlasında yürütülen çalışmalarda *L. decemlineata*'nın erginleri ilk olarak haziran ayının ikinci haftasında (12.06.2020) tespit edilmiştir. Bu tarihte pentat hava sıcaklığı ortalaması 15,1 °C, pentat nisbi nem ortalaması ise %86,38 olarak tespit edilmiştir. Daha sonraki haftalarda gerçekleştirilen sayımlarda zararlı, ya hiç tespit edilememiş ya da çok düşük sayıda olup, zararlının en son tespit edilme zamanı ise temmuz ayının son haftasıdır (30.07.2020) (1 ergin, 2 larva). Bu tarihten itibaren, patates hasadına kadar Patates böceği tespit edilmemiştir. Zararlının larvaları sadece haziran ve temmuz aylarının son haftasında ikişer adet olmak üzere tespit edilmiş, ayrıca bu lokasyonda bulunan tarladaki tüm sayımlarda Patates böceği'nin yumurta dönemi bulunamamıştır.

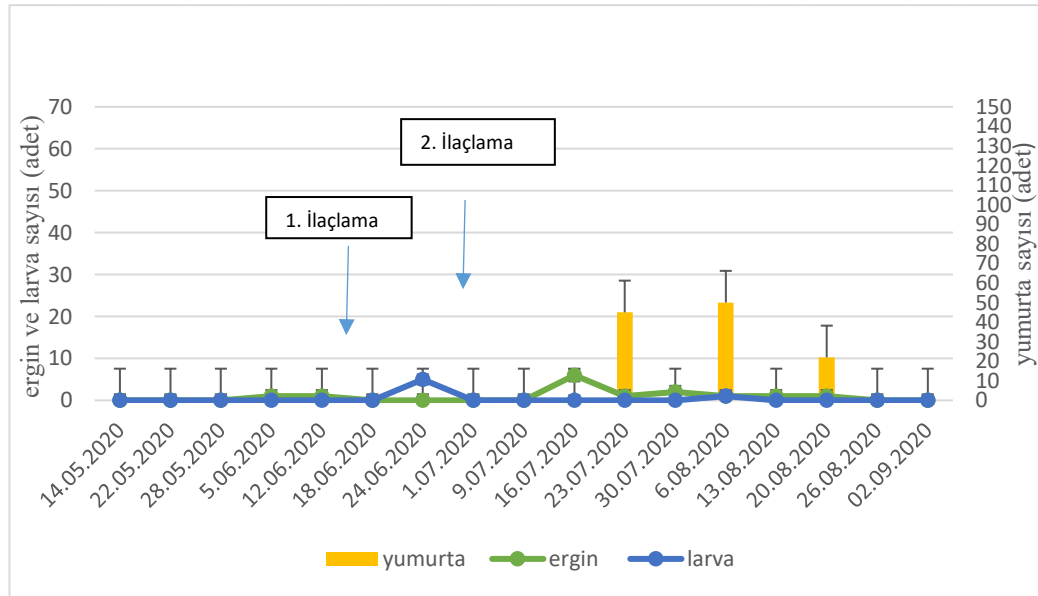
Taşoluk lokasyonunda bulunan patates tarlasında 2020 yılında Patates böceği'nin popülasyon değişimi Şekil 4.2. de gösterilmiştir



Şekil 4.2. Taşoluk'daki patates tarlasında *Leptinotarsa decemlineata*'nın popülasyon değişimi (2020 yılı)

Yeniakçakavak lokasyonundan seçilen patates tarlasındaki popülasyon takibi çalışmalarında *L. decemlineata*'nın ergin dönemi, haziran ayının ilk haftasından (05.06.2020), ağustos ayının üçüncü haftasına kadar (20.08.2020) az sayılarda belirlenmiştir. Zararlının ilk olarak tespit edildiği tarihte pentat hava sıcaklığı ortalaması 12,6 °C, pentat nisbi nem ortalaması ise %80,06 olarak belirlenmiştir. Yürütülen çalışmalarda zararlı bazı haftalarda hiç tespit edilememiş olup, ergin ve larva popülasyonu dikkate değer bir dalgalanma göstermemiştir. Zararlının yumurtaları ilk olarak temmuz ayının son haftasında belirlenmiş (1 yumurta paketi-45 adet), en yüksek yumurta sayısı ise (50 adet) ağustos ayının ilk haftasındaki kontrollerde tespit edilmiştir. Zararlının ergin popülasyonları temmuz ayının üçüncü haftasında (16.07.2020) en yüksek düzeyine ulaşmıştır. Bu tarihte pentat sıcaklık ortalaması 18,52 °C, pentat nisbi nem ortalaması ise %77,24 olarak belirlenmiştir. Bu tarihten itibaren ağustos ayının 3. haftasına kadar zararlının ergin dönemi her haftalık kontrolde tespit edilmiştir.

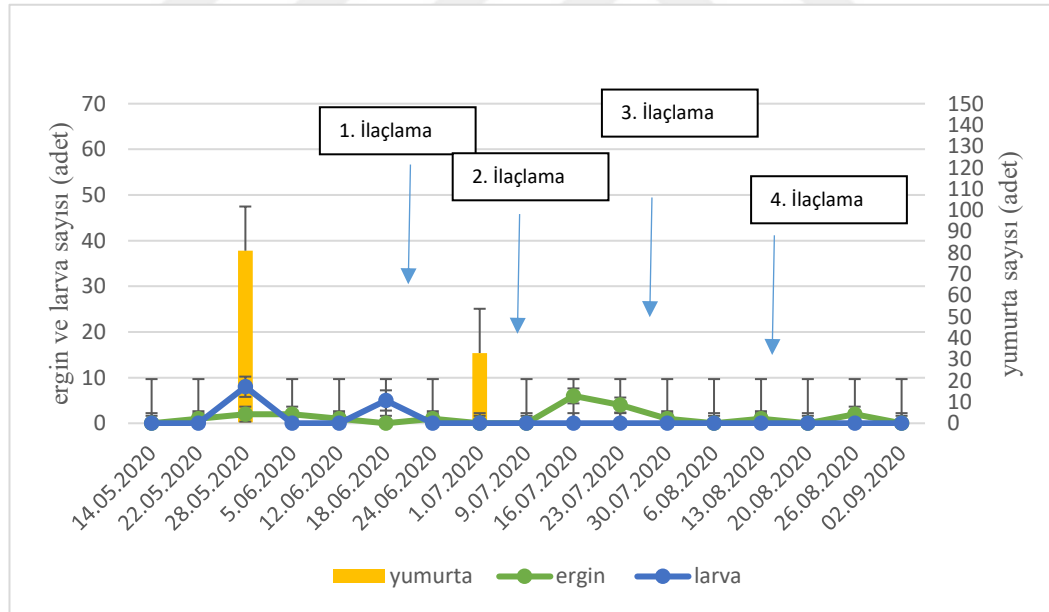
Yeniakçakavak lokasyonunda bulunan patates tarlasında 2020 yılında Patates böceği'nin popülasyon değişimi Şekil 4.3.te gösterilmiştir.



Şekil 4.3. Yeniakçakavak'daki patates tarlasında *Leptinotarsa decemlineata*'nın popülasyon değişimi (2020 yılı)

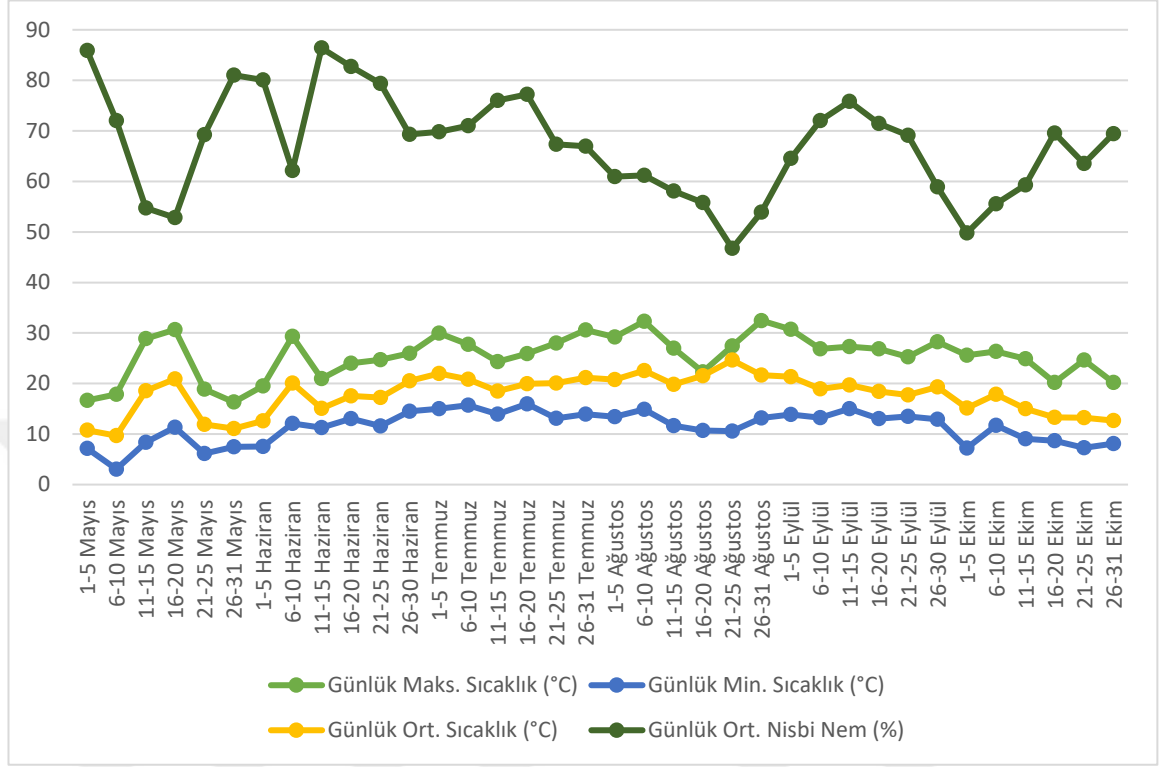
Alıçören lokasyonundan seçilen patates tarlasında gerçekleştirilen haftalık kontrollerde Patates böceği'nin ergini ilk olarak Mayıs ayının son haftasında (22.05.2020) ortaya çıkmıştır. Bu tarihte pentat hava sıcaklığı ortalaması 11,9 °C, pentat nisbi nem ortalaması ise %69,26 olarak tespit edilmiştir. Bazı haftalarda hiç tespit edilememekle birlikte, ağustos ayının son haftasına kadar (26.08.2020) zararlının az sayıda ergin bireyi tespit edilmiştir. Zararlının larvaları Mayıs ayının son haftası (28.05.2020) ile Haziran ayının üçüncü haftasında (18.06.2020) sırasıyla 8 ve 5 adet olmak üzere tespit edilmiştir. Diğer haftalarda gerçekleştirilen kontrollerde zararlının larvası belirlenmemiştir. *L. decemlineata*'nın yumurta dönemi Mayıs ayının son haftasındaki (28.05.2020) kontrollerde 81 adet, 1 Haziran tarihine denk gelen kontrollerde ise 33 adet tespit edilmiş olup diğer haftalarda zararlının yumurta dönemi tespit edilmemiştir.

Alıçören lokasyonunda bulunan patates tarlasında 2020 yılında Patates böceği'nin popülasyon değişimi Şekil 4.4. de gösterilmiştir.

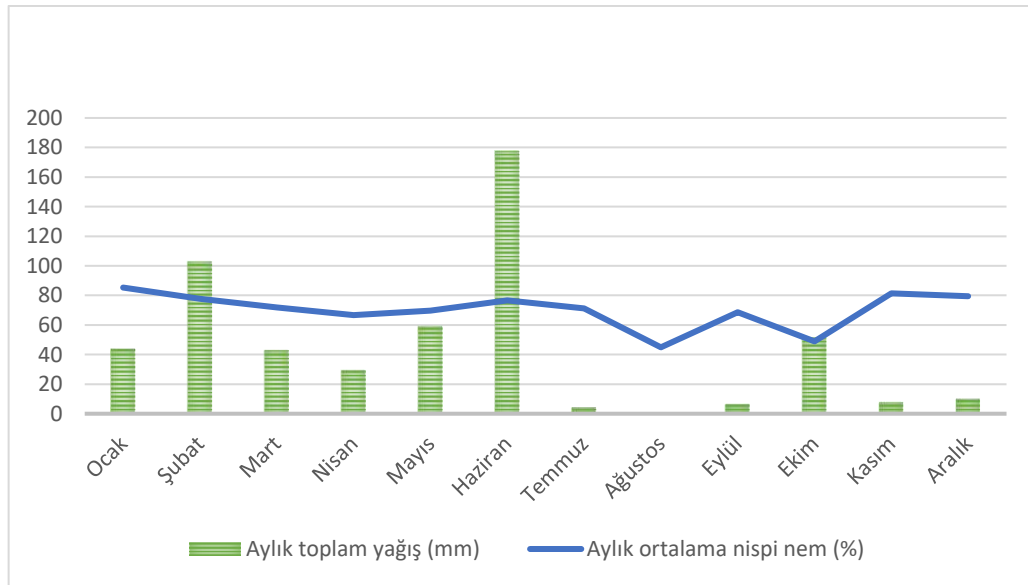


Şekil 4.4. Alıçören'deki patates tarlasında *Leptinotarsa decemlineata*'nın popülasyon değişimi (2020 yılı)

Bolu ili 2020 yılı pentat sıcaklık ve pentat nisbi nem değerleri grafiği ile aylık toplam yağış ve aylık ortalama nisbi nem değerleri grafiği sırasıyla Şekil 4.5. ve Şekil 4.6.'da gösterilmiştir.



Şekil 4.5. Çalışma yapılan aylarda Bolu ili 2020 yılı günlük pentat sıcaklık ve nem değerleri

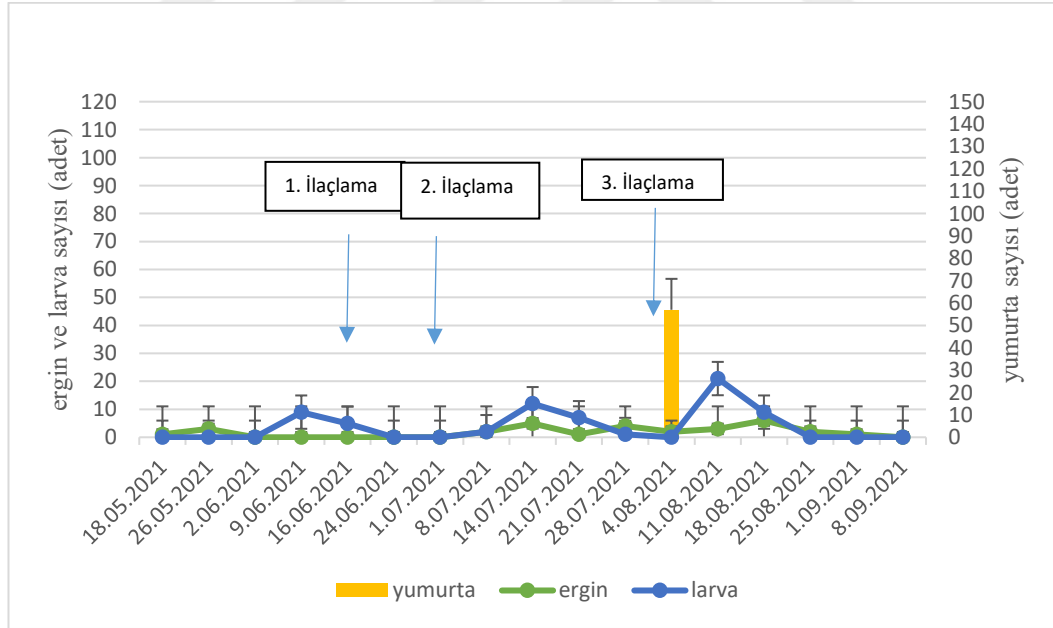


Şekil 4.6. Bolu ili 2020 yılı aylık toplam yağış ve aylık ortalama nisbi nem değerleri

4.1.2 Popülasyon Takibi Çalışması (2021 Yılı)

Doğancı lokasyonundan seçilen patates tarlasında yürütülen çalışmalarda *L. decemlineata*'nın erginler ilk olarak 18.05.2021 tarihinde tespit edilmiştir. Bu tarihte pentat sıcaklık ortalaması 15,26 °C, pentat nisbi nem ortalaması ise %65,32 olarak belirlenmiştir. Temmuz ayının ikinci haftasında (14.07.2021) zararının ergin popülasyonu en yüksek düzeyine ulaşmıştır. Bu tarihte pentat hava sıcaklığı ortalaması 20,02 °C, pentat nisbi nem ortalaması ise %68,72 olarak tespit edilmiştir. Patates böceği'nin larva dönemi ilk olarak haziran ayının başında (09.06.2021) tespit edilmiş, 11.08.2021 tarihinde de en yüksek popülasyona ulaşmıştır. Zararının larva döneminin en yüksek popülasyona ulaştığı bu tarihte hesaplanan pentat hava sıcaklığı ortalaması 17,86 °C, pentat nisbi nem ortalaması ise %73,42'dir. Patates böceği'nin yumurta dönemi ise, sadece ağustos ayının başında (04.08.2021), 57 adet olarak tespit edilmiştir.

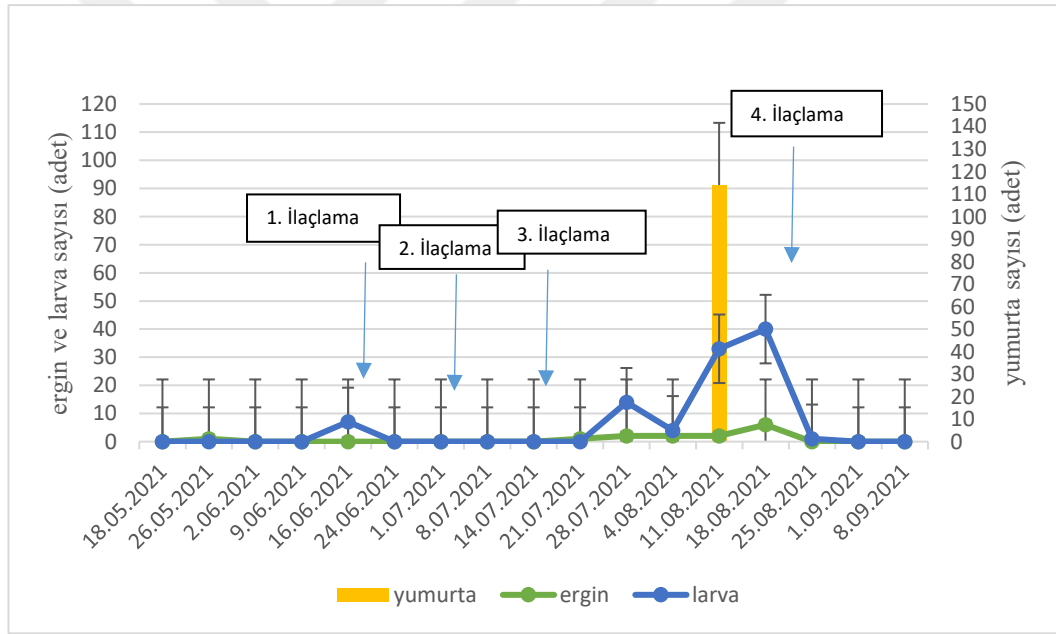
Doğancı lokasyonunda bulunan patates tarlasında 2021 yılında Patates böceği'nin popülasyon değişimi Şekil 4.7. de gösterilmiştir.



Şekil 4.7. Doğancı'daki patates tarlasında *Leptinotarsa decemlineata*'nın popülasyon değişimi (2021 yılı)

Taşoluk lokasyonundaki tarlada gerçekleştirilen çalışmalarda *L. decemlineata* erginleri ilk olarak Mayıs ayının son haftasında (26.05.2021); larva dönemi ise ilk olarak 16.06.2021 tarihinde tespit edilmiştir. Zararlının ilk olarak tespit edildiği tarihte pentat hava sıcaklığı ortalaması 16,18 °C, pentat nisbi nem ortalaması ise %69,14 olarak belirlenmiştir. Patates böceği'nin ergin ve larva dönemi, 18.08.2021 tarihinde en yüksek popülasyon düzeyine ulaşmıştır. Zararlının ergin ve larva formunun en yüksek popülasyona ulaştığı bu tarihte tespit edilen pentat hava sıcaklığı ortalaması 19,6 °C, pentat nisbi nem ortalaması ise %69,4'tür. Bu lokasyonda Patates böceği'nin yumurtaları ise yalnızca 11.08.2021 tarihinde 114 adet olarak tespit edilmiştir.

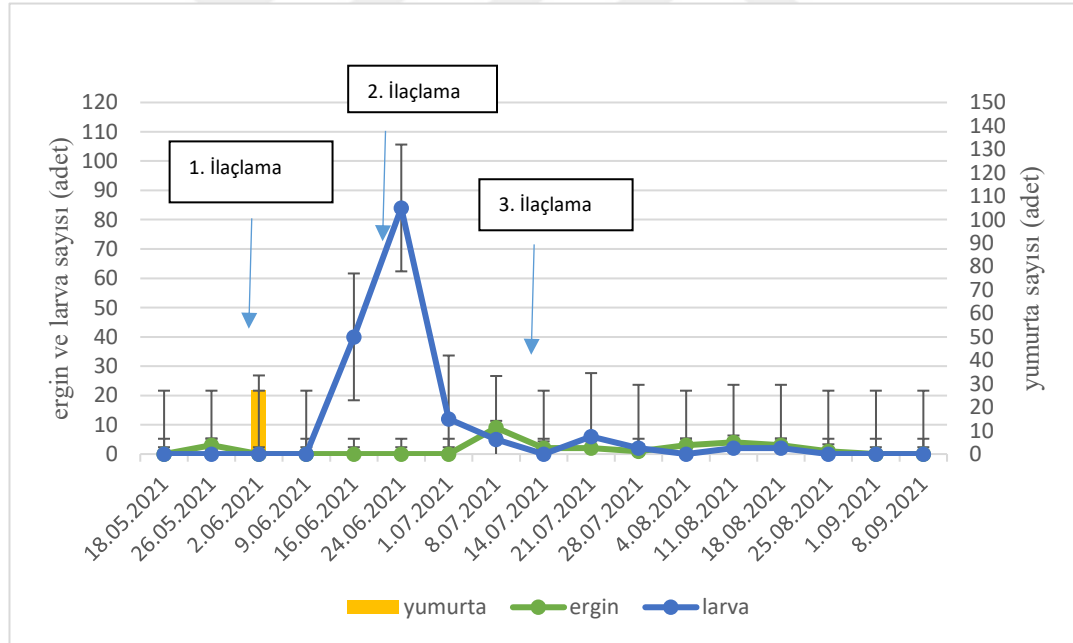
Taşoluk lokasyonunda bulunan patates tarlasında 2021 yılında Patates böceği'nin popülasyon değişimi Şekil 4.8. de gösterilmiştir.



Şekil 4.8. Taşoluk'daki patates tarlasında *Leptinotarsa decemlineata*'nın popülasyon değişimi (2021 yılı)

Yeniakçakavak lokasyonunda gerçekleştirilen çalışmalarda *L. decemlineata* erginleri ilk olarak 26.05.2021 tarihinde tespit edilmiş olup, temmuz ayının başında (08.07.2021) en yüksek popülasyona ulaşmıştır. Zararlının en yüksek ergin popülasyonuna ulaştığı tarihte hesaplanan pentat hava sıcaklığı ortalaması 18,96 °C, pentat nisbi nem ortalaması ise %78,2'dir. *L. decemlineata*'nın yumurta dönemi sadece 02.06.2021 tarihinde tespit edilmiş olup (27 adet) diğer haftalarda yürütülen çalışmalarda zararlının yumurta dönemi tespit edilmemiştir. Patates böceği'nin larva dönemi ise ilk olarak 16.06.2021 tarihinde tespit edilmiş ve 24.06.2021 tarihinde en yüksek popülasyon düzeyine ulaşmıştır. Zararlının en yüksek larva popülasyonuna ulaştığı tarihte hesaplanan pentat hava sıcaklığı ortalaması 18,36 °C, pentat nisbi nem ortalaması ise %81,56'dir.

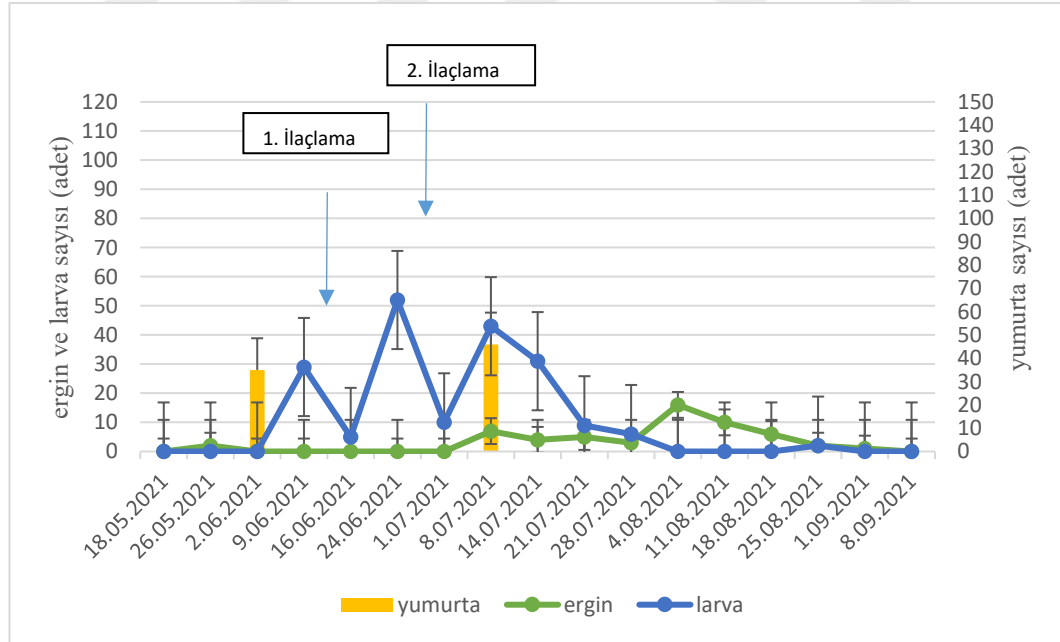
Yeniakçakavak lokasyonunda bulunan patates tarlasında 2021 yılında Patates böceği'nin popülasyon değişimi Şekil 4.9. da gösterilmiştir.



Şekil 4.9. Yeniakçakavak'daki patates tarlasında *Leptinotarsa decemlineata*'nın popülasyon değişimi (2021 yılı)

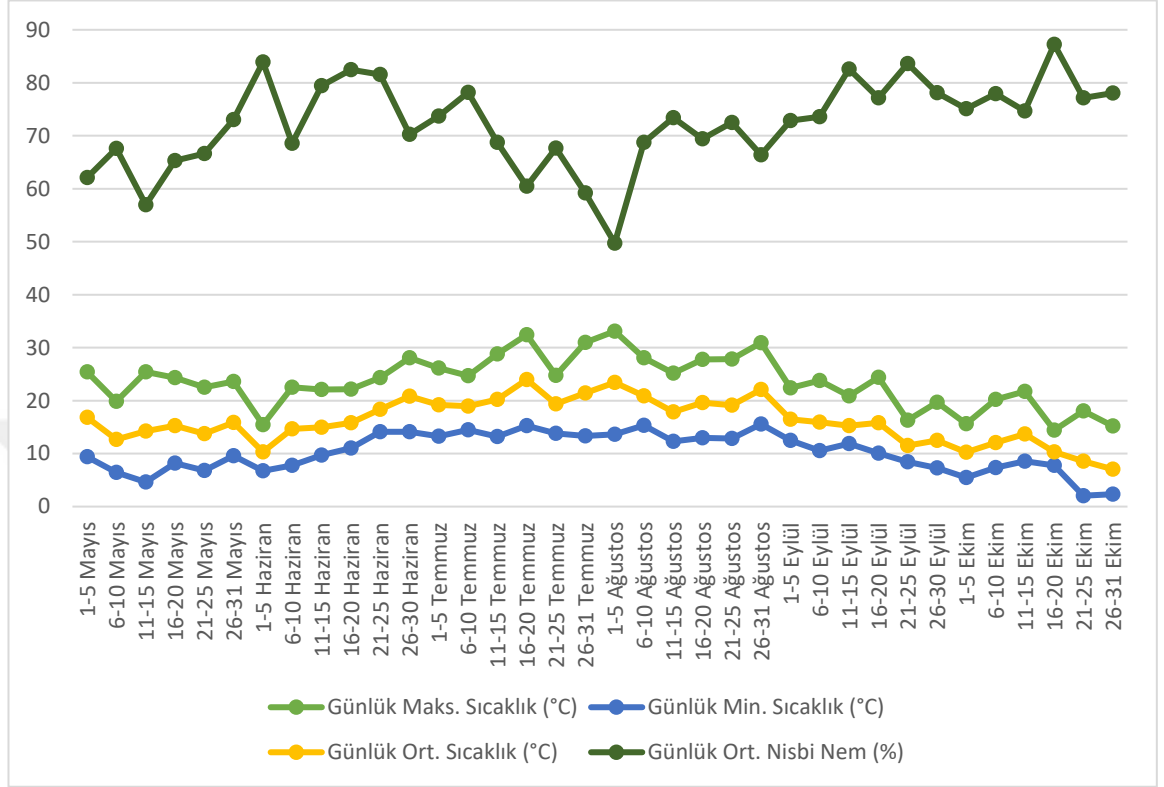
Alıçören lokasyonundaki popülasyon takibi çalışmalarında ise *L. decemlineata* ilk olarak 26.05.2021 tarihinde tespit edilmiş olup, ergin popülasyonu ağustos ayının ilk haftası (04.08.2021) en yüksek düzeyine ulaşmış ve tarladaki patates hasadı gerçekleşene kadar popülasyonu azalarak devam etmiştir. Zararlıının en yüksek ergin popülasyonuna ulaştığı tarihte hesaplanan pentat hava sıcaklığı ortalaması 23,42 °C, pentat nisbi nem ortalaması ise %49,74'dir. *L. decemlineata*'nın yumurta dönemi sadece haziran ve temmuz aylarının ilk haftasında yapılan kontrollerde sırasıyla 35 ve 46 adet olarak tespit edilmiştir. Zararlıının larva dönemi ise ilk olarak 09.06.2021 tarihinde tespit edilmiş, haziran ayının son haftasındaki kontrollerde (24.06.2021) en yüksek popülasyon düzeyine ulaşmıştır. Zararlıının en yüksek larva popülasyonuna ulaştığı tarihte hesaplanan pentat hava sıcaklığı ortalaması 18,36 °C, pentat nisbi nem ortalaması ise %81,56'dir.

Alıçören lokasyonunda bulunan patates tarlasında 2021 yılında Patates böceği'nin popülasyon değişimi Şekil 4.10. da gösterilmiştir.

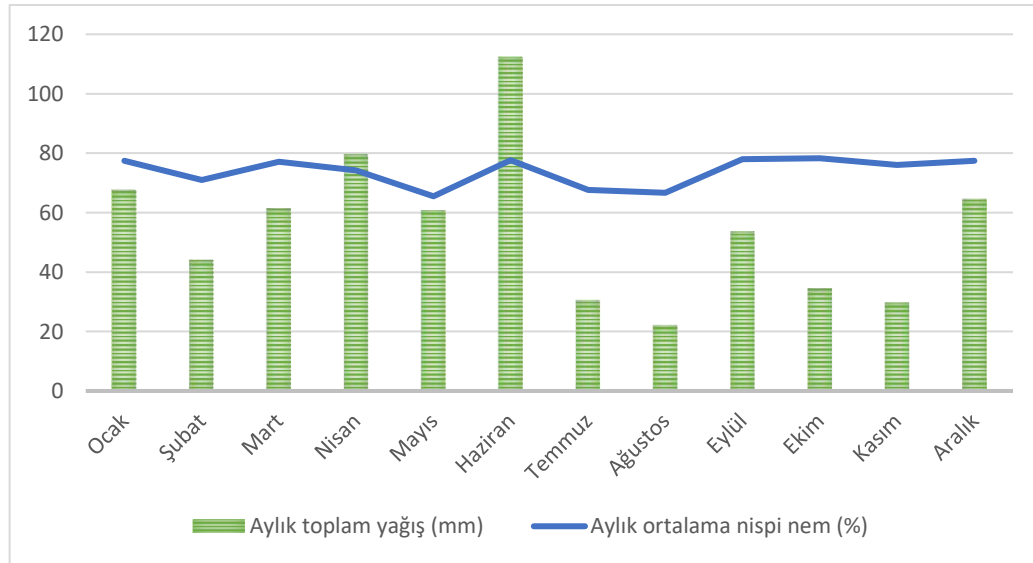


Şekil 4.10. Alıçören'deki patates tarlasında *Leptinotarsa decemlineata*'nın popülasyon değişimi (2021 yılı)

Bolu ili 2021 yılı pentat sıcaklık ve pentat nisbi nem değerleri grafiği ile aylık toplam yağış ve aylık ortalama nisbi nem değerleri grafiği sırasıyla Şekil 4.11. ve Şekil 4.12.'de gösterilmiştir.



Şekil 4.11. Çalışma yapılan aylarda Bolu ili 2021 yılı günlük pentat sıcaklık ve nem değerleri



Şekil 4.12. Bolu ili 2021 yılı aylık toplam yağış ve aylık ortalama nisbi nem değerleri

4.2 Patates böceği'nin Günderece Modellemesi

Leptinotarsa decemlineata'nın 12,8 °C ve termal konstant değeri 336 günderece olarak belirlenmiştir (Atak, 1973). Bolu ili 2020 yılı iklim verilerine göre 12,8 °C gelişme eşiği kullanılarak aylara göre zararlının gelişebileceği etkili sıcaklıklar Tablo 4.1. de verilmiştir.

Tablo 4.1. Bolu ilinin 2020 yılı aylık sıcaklık ortalamaları ve Patates böceği'nin aylara göre gelişebileceği etkili sıcaklıklar

Aylar	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Ort. Sıcaklık (°C)	0,35	3,28	6,8	8,69	13,73	17,17	20,45	21,82	19,24	14,53	5,18	5,1
Etkili Sıcaklık (°C)	-	-	-	-	0,93	4,37	7,65	9,02	6,44	1,73	-	-
Aylık Etkili Sıcaklık Toplamı	-	-	-	-	28,83	131,1	237,15	279,6	193,2	53,63	-	-

* '-' ile işaretli aylar gelişmenin olmadığı aylardır.

Tablo 4.1'e göre Bolu ili ocak, şubat, mart, nisan, kasım ve aralık ayları ortalama sıcaklıkları Patates böceği'nin gelişme eşiğinin altında kaldığından bu aylarda gelişme olmayacaktır. Buna göre zararlının gelişebileceği aylık etkili sıcaklıkların toplamı:

$$(0,93 \times 31) + (4,37 \times 30) + (7,65 \times 31) + (9,02 \times 31) + (6,44 \times 30) + (1,73 \times 31) = 923$$

günderece olarak belirlenmiştir.

Leptinotarsa decemlineata'nın termal konstantı 336 günderece olduğuna göre zararlının bir yılda verdiği döl sayısı; $923 / 336 = 2,75$ döl olarak belirlenmiştir.

Bolu Meteoroloji Bölge Müdürlüğünden alınan verilere göre çalışmanın ilk yılı (2020) ocak ayından itibaren Patates böceği'nin gelişebileceği günlük etkili sıcaklıklar toplandığında, mayıs ve haziran ayları için; $28,83 + 131,1 = 159,93$ günderecede tamamlanmıştır.

Tamamlanan 159,93 gündereceyi zararlının termal konstant değerinden çıkarırsak, $336 - 159,93 = 176,07$ günderece ilk dölün tamamlanması için temmuz ayına sarkmıştır.

24 Temmuz 2020 tarihinde 176,07 günderece tamamlanarak zararlı ilk dölünü tamamlamıştır. İlk dölün tamamlandığı günden itibaren 3,6 günderece sarkarak zararlı ikinci dölüne devam etmiştir. Bu tarihten itibaren temmuz ayının sonuna kadar Patates böceği'nin gelişiminde 61,3 günderece tamamlanmıştır.

Zararlının bir dölü tamamlaması için gereken termal konstant değeri olan 336 gündereceden 61,3 gündereceyi çıkarırsak ($336 - 61,3 = 274,7$) elde edilen 274,7 günderece ikinci dölün tamamlanması için ağustos ayına sarkmıştır.

Zararlı 31 Ağustos 2020 tarihinde 274,7 günderece ile toplam 336 gündereceyi bularak ikinci dölünü tamamlamıştır.

4.3 Patates böceği'nin Predatör ve Parazitoit Türlerinin Belirlenmesi

Leptinotarsa decemlineata'nın doğal düşmanlarının belirlenmesi amacıyla 2020 yılında yürütülen çalışmalarda, Doğancı lokasyonundaki patates tarlasında 16.07.2020 tarihinde 1 adet *Chrysoperla carnea* yumurtası, Yeniakçakavak lokasyonundaki patates tarlasında ise 06.08.2020 tarihinde 1 adet *Chrysoperla carnea* larvası tespit edilmiştir. Aynı yıl Alıçören lokasyonundaki patates tarlasında 06.08.2020 tarihinde 1 adet *Semiadalia undecimnotata* tespit edilmiştir.

Çalışmanın ikinci yılı (2021) yürütülen arazi çalışmalarında ise kontrolü yapılan patates tarlalarında herhangi bir doğal düşman tespit edilememiştir.

Çalışmanın her iki yılında da parazitoit çıkışı tespit etmek amacıyla aylık periyotlarla toplanarak kültüre alınan Patates böceklerinin ergin, larva ve yumurtalarından ise herhangi bir parazitoit çıkışı tespit edilmemiştir (Fotoğraf 4.1., Fotoğraf 4.2.). Zararlının parazitoit türlerinin belirlenmesi amacıyla toplanan Patates böceği sayıları yıllara göre Tablo 4.2. de verilmiştir.

Tablo 4.2. Parazitoit türlerinin belirlenmesi amacıyla toplanan Patates böceği sayıları

Biyolojik Dönem	2020		2021	
	Kültüre alınan	Tespit Edilen Parazitoit	Kültüre alınan	Tespit Edilen Parazitoit
Ergin	220	-	250	-
Larva	55	-	45	-
Yumurta	101	-	120	-



Fotoğraf 4.1. Parazitoit çıkışı belirlemek amacıyla kültüre alınan Patates böceği ergin, larva ve yumurtaları



Fotoğraf 4.2. Parazitoit çıkışını belirlemek amacıyla kültüre alınan Patates böceği yumurtaları ve Patates böceği'nin yumurtadan yeni çıkmış 1. dönem larvaları

4.4 Patates böceği'nin Kışlama Özelliklerinin Belirlenmesi

Patates böceği'nin Bolu ilindeki kışlama özelliklerinin belirlenmesi amacıyla 2020 yılında kışlama saksılarında kışlayana kadar beslenmiş olan Patates böceklerinin, ekim ayının ikinci haftası itibariyle (11.10.2020) kışlama dönemine girdiği tespit edilmiştir (Fotoğraf 4.3.). Zararlının kışlamaya girdiği dönemde pentat hava sıcaklığı ortalaması 15 °C, pentat nisbi nem ortalaması ise %59,32 olarak belirlenmiştir. Bir sonraki yıl havaların ısınmasıyla kışlama kafeslerinde yapılan kontrollerde, Doğancı lokasyonundan 2 adet (%3,2) Patates böceği'nin 15 Mayıs 2021 tarihinde kışlama döneminden çıktığı tespit edilmiştir. Zararlının kışlama döneminden çıktığı tespit edildiğinde toprak sıcaklığı 15,4 °C olarak ölçülmüştür. Diğer saksılardan herhangi bir çıkış gerçekleşmemiştir. Doğancı lokasyonundan toplanarak kışlama saksılarına konulan 63 adet ergin Patates böceğinden 45 tanesinin, Taşoluk lokasyonundan 32 adet Patates böceğinden 17 tanesinin, Yeniakçakavak lokasyonundan 31 adet Patates böceğinden 26 tanesinin, Alıçören lokasyonundan ise 23 adet Patates böceğinden 18 tanesinin ise toprağın üst 1 cm'lik yüzeyinde kışlama dönemine girmiş olduğu ve kışlama döneminden çıkamadan tümünün öldüğü tespit edilmiştir.



Fotoğraf 4.3. Çalışmanın ilk yılı (2020) kışlama saksılarında kontrolleri yapılan ergin Patates böcekleri

Çalışmanın ikinci yılında (2021), açık alanda oluşturulan 4 adet yer kafesine 60'ar adet konularak kışlayana kadar beslenmiş olan Patates böceklerinden, her lokasyondan 15 adedinin (%25) kışlama dönemine girmeden entomopatojen mikroorganizma enfeksiyonu sonucu öldüğü tespit edilmiş olup, kalan böceklerin ekim ayının birinci haftası itibarıyla (05.10.2021) kışlama dönemine girdiği tespit edilmiştir. Zararlının kışlamaya girdiği dönemde pentat hava sıcaklığı ortalaması 10,26 °C, pentat nisbi nem ortalaması ise %75,08 olarak belirlenmiştir. Entomopatojen mikroorganizma enfeksiyonu sonucu gerçekleşen ölüm oranının, zararlıyla mücadelede ve popülasyonunun doğal ortamda baskılanmasında önemli bir gösterge olduğu düşünülmüştür. Yer kafesleri bir sonraki yıl havaların ısınmasıyla birlikte haftalık olarak kontrol edilmiş olup, zararlının 9 Mayıs 2022 tarihinde kışlama döneminden çıktığı tespit edilmiştir (Fotoğraf 4.4., Fotoğraf 4.5.). Zararlının kışlama döneminden çıktığı tespit edildiğinde toprak sıcaklığı 14,8 °C olarak ölçülmüştür. Bu çalışmada, Patates böceği'nin kışlama döneminden çıkan birey sayıları Doğancı ve Taşoluk lokasyonlarını temsil eden kafesler için 10'ar adet (%16,66), Yeniakçakavak ve Alıçören lokasyonları için ise 12'ser adet (%20) olarak tespit edilmiştir.



Fotoğraf 4.4. Çalışmanın ikinci yılı (2021) yere açılan kışlama çukurları



Fotoğraf 4.5. Çalışmanın ikinci yılı (2021) yere açılan kışlama çukurlarında bir sonraki sene (2022) mayıs ayında kış diyapozundan çıkan Patates böcekleri

Çalışmanın birinci (2020) ve ikinci yılında (2021) gerçekleştirilen kışlama çalışmasında kafeslere alınan ve bir sonraki sene kışlama döneminden çıkan *L. decemlineata* ergin sayıları lokasyonlar bazında Tablo 4.3.'te gösterilmiştir.

Tablo 4.3. Çalışmanın birinci (2020) ve ikinci yılında (2021) kışlama kafeslerine alınan ve bir sonraki sene kışlama döneminden çıkan Patates böceklerinin sayısı

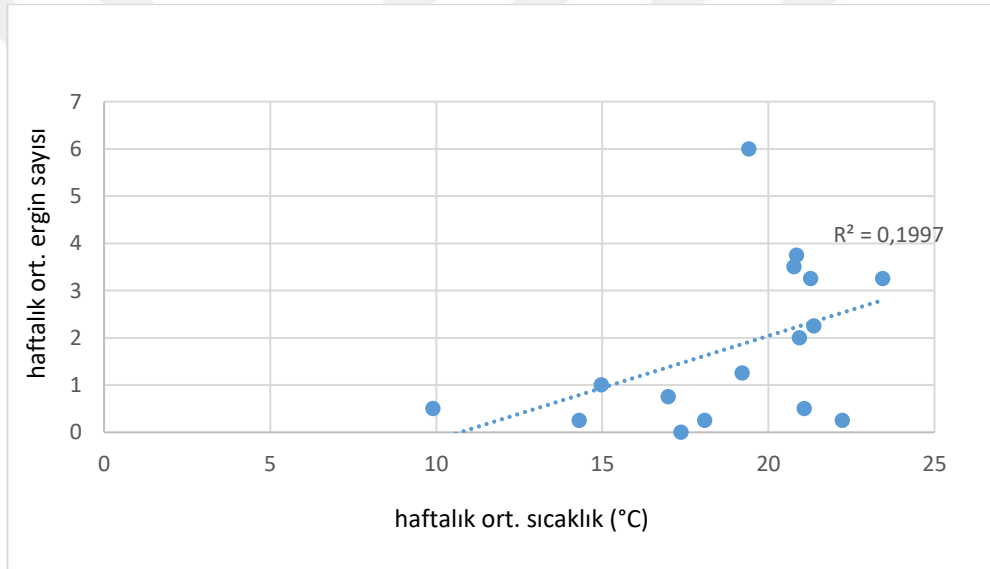
Lokasyonlar	Çalışmanın ilk yılı (2020) kışlama verileri			Çalışmanın ikinci yılı (2021) kışlama verileri		
	Kışlama saksısına konulan ergin sayısı	Ölen birey sayısı	Kışlama döneminden çıkan ergin sayısı	Kışlama çukuruna konulan ergin sayısı	Ölen birey sayısı	Kışlama döneminden çıkan ergin sayısı
Doğancı	63	45	2	60	15	10
Taşoluk	32	17	-	60	15	10
Yeniakçakavak	31	26	-	60	15	12
Alıçören	23	18	-	60	15	12

4.5 İstatistiksel Analiz

Zararlıının popülasyon takibi çalışmalarında haftalık olarak elde edilen ergin, larva ve yumurta sayılarının ortalamalarıyla, Bolu ili haftalık hava sıcaklığı ortalamaları Pearson ve Spearman istatistik analiz yöntemleriyle incelenmiştir. Çalışmanın ilk yılı (2020) haftalık ortalama hava sıcaklıkları ile zararlıının haftalık ortalama ergin sayılarının korelasyonu orta korelasyon (0,45, $P>0,05$); larva sayılarının korelasyonu anlamsız ($r:0,2$, $P>0,05$); yumurta sayılarının korelasyonu ise ters korelasyon ($-0,11$, $P>0,05$) olarak tespit edilmiştir. Çalışmanın ikinci yılında ise (2021) haftalık ortalama hava sıcaklıkları ile zararlıının haftalık ortalama ergin sayılarının korelasyonu yüksek korelasyon (0,57, $P<0,05$); larva sayılarının korelasyonu orta korelasyon ($r:0,33$, $P>0,05$); yumurta sayılarının korelasyonu ise ters korelasyon ($-0,21$, $P>0,05$) olarak tespit edilmiştir.

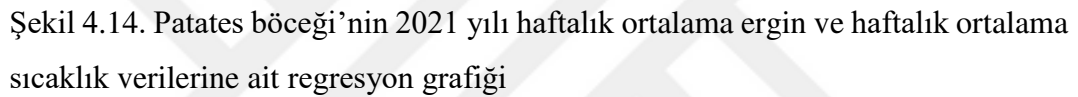
İstatistiksel analizde orta ve yüksek düzeyde korelasyon tespit edilen 2020 yılı haftalık hava sıcaklığı ortalamaları ile ergin sayıları, 2021 yılı haftalık hava sıcaklığı ortalamaları ile ergin ve larva sayıları için ayrı ayrı regresyon analizi

uygulanmıştır. Regresyon analizi sonuçlarına göre 2020 yılı haftalık ortalama ergin sayısı ile haftalık ortalama hava sıcaklığı değerleri arasında 0,20 R^2 değeri ($P>0,05$) elde edilmiştir. 2021 yılı haftalık ortalama ergin sayıları ile hava sıcaklığı arasındaki regresyon analizinde 0,32 R^2 değeri ($P<0,05$); haftalık ortalama larva sayıları ile hava sıcaklığı arasındaki regresyon analizinde ise 0,06 R^2 ($P>0,05$) değeri elde edilmiştir. Korelasyon analizlerinde yüksek ve orta korelasyon değerleri elde edilen analizler için gerçekleştirilen regresyon analizlerinde, regresyon grafikleri oluşturularak zararlının popülasyon değişimine haftalık ortalama hava sıcaklıklarının etkisi grafik üzerinde ortaya konulmuştur. *Leptinotarsa decemlineata*'nın 2020 yılına ait haftalık ortalama ergin sayıları ile haftalık ortalama hava sıcaklıklarının regresyon analizi grafiği Şekil 4.13.'te verilmiştir.

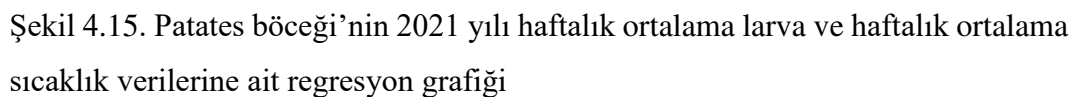


Şekil 4.13. Patates böceği'nin 2020 yılı haftalık ortalama ergin ve haftalık ortalama sıcaklık verilerine ait regresyon grafiği

haftalık ort. sıcaklık (°C)



Scatter plot showing the relationship between the number of weekly hours spent on the Internet (haftalık internet kullanma saatleri) and the number of weekly hours spent on social media (haftalık sosyal medya kullanma saatleri). The plot includes a regression line and the coefficient $R^2 = 0.42$.



5.TARTIŞMA

5.1 Patates böceği'nin Popülasyon Takibinin Belirlenmesi

Bolu ili merkez ovası Doğancı lokasyonunda bulunan patates tarlasındaki çalışmalarda *L. decemlineata*'nın 2020 yılı patates üretim sezonunda ilk olarak görülme tarihi 14.05.2020 olarak tespit edilmiştir. Bu tarih aynı zamanda 2020 üretim sezonunda Bolu ilinde Patates böceği'nin ilk görülme tarihi olarak tespit edilmiştir. Bolu Meteoroloji Bölge Müdürlüğünden alınan verilere göre bu tarihte Bolu ilinde pentat hava sıcaklığı ortalaması 18,56 °C, pentat nisbi nem ortalaması ise %54,76 olarak belirlenmiştir. Doğancı lokasyonundaki patates tarlasında Patates böceği'nin yumurta, larva ve ergin sayılarının en yüksek popülasyona ulaştığı dönem ise (17 ergin, 50 larva, 113 yumurta) 16.07.2020 tarihine denk gelmektedir. Bu tarihteki pentat hava sıcaklığı ortalaması 19,98 °C, pentat nisbi nem ortalaması ise %77,24 olarak belirlenmiştir. Bu tarihten itibaren *L. decemlineata* popülasyonu ağustos ayının sonuna kadar yoğunluğunu sürdürmüştür. Çalışmamız kapsamında 2020 yılında kontrolü yapılan patates tarlaları arasında Doğancı lokasyonundaki patates tarlası ise en yüksek popülasyona sahip tarla olarak (76 ergin, 195 larva) tespit edilmiştir. Bu popülasyon yoğunluğunun nedeninin kontrolü yapılan patates tarlaları arasında en az insektisit kullanımına sahip patates tarlası olması (1 ilaçlama: Deltamethrin) ve çevresinde *L. decemlineata* bulaşmasına ortam hazırlayabilecek patates tarlalarının bulunması gibi durumlardan dolayı olduğu düşünülmüştür. Taşoluk lokasyonundan seçilen patates tarlasındaki popülasyon takibi çalışmalarında *L. decemlineata*'nın ergin dönemi ilk olarak 12.06.2020 tarihinde (1 adet) larva dönemi ise 24.06.2020 tarihinde (2 adet) tespit edilmiş olup, bu tarihlerden itibaren zararlının tarladaki popülasyonunda dikkate değer bir değişim olmamıştır. Diğer haftalarda gerçekleştirilen kontrollerde Patates böceği'nin dönemleri nadiren bulunmuş olup, toplamda 4'er adet ergin ve larva dönemi tespit edilmiş, tüm sezon boyunca yumurta dönemi ise bulunamamıştır. Ayrıca popülasyon takibi gerçekleştirilen lokasyonlardaki tarlalar arasında en az *L. decemlineata* popülasyonuna sahip tarla olarak tespit edilmiştir. Bunun nedeni haziran ayında havaların ısınmasıyla başlatılan (16.06.2020) ve iki haftalık periyotlarla devam ettirilen, iki farklı aktif madde ile gerçekleştirilen toplam üç insektisit uygulaması (Metaflumizone, Chlorantraniliprole) ile olduğu düşünülmüştür. Ayrıca tarlada bir önceki üretim sezonunda buğday bitkisi

yetiştirilmiş olup, buğdayın Patates böceği'nin konukçusu olmaması ve bir önceki sene kışlayan zararlının tarlada bulunmaması nedeniyle popülasyon seviyesinin düşük olduğu kanısına varılmıştır. Haftalık popülasyon takiplerinde zararlının ergin ve larva dönemlerinin aynı anda tespit edildiği tek hafta olan ve en yüksek popülasyona ulaştığı (3 adet) tarih temmuz ayının sonuna (30.07.2020) denk gelmektedir. Bu tarihteki günlük pentat hava sıcaklığı ortalaması 21,18 °C, pentat nisbi nem ortalaması ise %66,95 olarak belirlenmiştir. Yeniakçakavak lokasyonundaki patates tarlasında gerçekleştirilen popülasyon takibi çalışmalarında *L. decemlineata* ilk olarak ergin formunda haziran ayının başından itibaren görülmeye başlanmıştır. Bazı haftalarda gerçekleştirilen kontrollerde de zararlının hiçbir dönemi tespit edilmemiştir. Patates böceği'nin ergin popülasyonunun en üst düzeyine (6 ergin) ulaştığı tarih 16.07.2020 olup bu tarihte pentat hava sıcaklığı ortalaması 19,98 °C, pentat nisbi nem ortalaması %77,24 olarak tespit edilmiştir. Bu tarih aynı zamanda Doğancı lokasyonundaki patates tarlasındaki Patates böceği popülasyonunun en yüksek seviyesine ulaştığı kontrol haftasına denk gelmektedir. Bu tarlada genel olarak *L. decemlineata* popülasyonunda yoğun değişim veya artış tespit edilememiştir. Bunun nedeninin, 15.06.2020 ve 30.06.2020 tarihlerinde gerçekleştirilen insektisit uygulanmasına (Metaflumizone), bir önceki üretim sezonunda dane mısır yetiştirilmesine, patates bitkilerindeki yoğun fungal enfeksiyon etkisiyle bitkilerin 20.08.2020 tarihinden itibaren yeşil aksamlarının %95'ini kaybetmesi sonucu Patates böceklerinin besinlerinin azalması ve zararlının çevredeki patates tarlalarına geçmesinden dolayı olduğu kanısına varılmıştır. Alıçören lokasyonunda bulunan patates tarlasında yürütülen popülasyon takibi çalışmalarında Patates böceği ilk olarak ergin formunda 22.05.2020 tarihinde belirlenmiştir. Zararlının larva dönemi sadece iki kontrol haftasında 5 ve 8'er adet olmak üzere tespit edilmiştir. *L. decemlineata*'nın bu tarladaki popülasyon değişimi Yeniakçakavak lokasyonundaki tarlada yürütülen çalışmalarda sonuçlara benzer bir şekilde bulunmuştur. Alıçören lokasyonundaki çalışmalarda Patates böceği'nin popülasyonunda dikkate değer bir değişim tespit edilmemiş olup, yumurta ve larva dönemi ise sadece iki kontrol haftasında belirlenmiştir. Bu tarlada bir önceki sene buğday ekiminin yapılması ve 20.06.2020 tarihinden itibaren takriben üçer haftalık periyotlarla döt insektisit uygulamasından dolayı (Metaflumizone, Chlorantraniliprole, Acetamiprid) Patates böceği popülasyonunun düşük seyrettiği düşünülmüştür. Bu lokasyonda zararlının en yüksek sayıda

yumurta ve larva döneminin tespit edildiği zaman mayıs ayının son haftası (28.05.2020) olup, bu tarihte zararlının ergin (2 adet), larva (8 adet) ve yumurta (81 adet) dönemleri aynı anda tespit edilmiştir. Bu tarihte pentat hava sıcaklığı ortalaması 11,11 °C, pentat nisbi nem ortalaması ise %81,05 olarak hesaplanmıştır.

Bolu merkez ovasında 2021 yılı üretim sezonunda tüm lokasyonlar arasından ilk olarak Doğancı'da *L. decemlineata*'nın erginleri 18.05.2021 tarihinde tespit edilmiştir. Bu tarihte, Bolu Meteoroloji Bölge Müdürlüğünden alınan verilere göre pentat hava sıcaklığı ortalaması 15,26 °C pentat nisbi nem ortalaması ise %65,32 olarak belirlenmiştir. Daha sonra gerçekleştirilen kontrollerde zararlının ergin popülasyonunda dikkate değer bir değişim gerçekleşmemiş olup, en yüksek larva popülasyonuna (21 adet) 11.08.2021 tarihinde ulaşmıştır. Zararlının en yüksek ergin popülasyonu (6 adet) ise, en yüksek larva popülasyonuna sahip olduğu dönemden bir sonraki hafta (18.08.2021) yürütülen kontrollerde tespit edilmiştir. Bu tarihlerde Bolu ilinde pentat hava sıcaklığı ortalaması sırasıyla 17,86 °C ve 19,6 °C; pentat nisbi nem ortalaması ise sırasıyla %73,42 ile %69,4 olarak benzer değerlerde tespit edilmiştir. 18.08.2021 tarihinden itibaren zararlının popülasyonunda, patates hasadına kadar yürütülen kontrollerde belirgin bir azalma olduğu tespit edilmiştir. Patates böceği'nin yumurtaları ise (57 adet) sadece 04.08.2021 tarihinde gerçekleştirilen kontrollerde tespit edilmiştir. Ayrıca Doğancı lokasyonundaki patates tarlası, kontrolü yapılan patates tarlaları arasından toplamda en az larva popülasyonuna (66 adet) sahip olan tarla olarak bulunmuştur. Bu patates tarlasında 18.06.2021 tarihinden itibaren 2-4 hafta ara ile insektisit (Chlorantraniliprole) uygulaması sebebiyle zararlı popülasyonunun baskılandığı sonucuna varılmıştır. Taşoluk lokasyonundaki patates tarlasında ise *L. decemlineata* ilk olarak mayıs ayının sonunda (26.05.2021) ergin formda (1 adet) tespit edilmiştir. Daha sonraki kontrollerde 21.07.2021 tarihine kadar zararlının erginleri bulunamamıştır. Patates böceği'nin larva ve ergin formunun bu tarladaki en yoğun popülasyon oluşturduğu dönem 18.08.2021 tarihine denk gelmekte olup bu tarihte pentat hava sıcaklığı ortalaması 19,6 °C, pentat nisbi nem ortalaması ise %69,4 olarak belirlenmiştir. Zararlının yumurta dönemi (114 adet) ise sadece bu tarihten bir önceki kontrol haftasında (11.08.2021) tespit edilmiştir. Bu patates tarlasında haziran ayının sonundan itibaren 2-4 haftalık aralıklarla dört insektisit uygulaması (Chlorantraniliprole+Lambda-cyhalothrin) gerçekleştirilmiş olup,

yürütülen popülasyon takiplerinde haziran ayının sonundan itibaren dört hafta boyunca Patates böceği'nin herhangi bir dönemi belirlenememiştir. Patates böceği'nin en yoğun popülasyon oluşturduğu zaman aralığı ağustos ayının ikinci ve üçüncü haftası olarak bulunmuştur. Yeniakçakavak lokasyonunda bulunan patates tarlasında yürütülen çalışmalarda da Patates böceği ilk olarak ergin formunda (3 adet) Taşoluk lokasyonundaki verilere benzer olarak 26.05.2021 tarihinde tespit edilmiştir. Bu dönemden itibaren temmuz ayının başına kadar yapılan kontrollerde zararlının ergin formu bulunamamış olup 08.07.2021 tarihinde 9 adet ergin tespit edilerek en yüksek ergin sayısı belirlenmiştir. Diğer haftalarda *L. decemlineata*'nın ergin sayısında kayda değer bir değişim gerçekleşmemiş olup, zararlının larva popülasyonu 24.06.2021 tarihinde en yüksek seviyesine ulaşmıştır. Bu tarihte Bolu Meteoroloji Bölge Müdürlüğü'nün verilerine göre hesaplanan pentat hava sıcaklığı ortalaması 18,36 °C, pentat nisbi nem ortalaması ise %81,56 olarak tespit edilmiştir. Diğer lokasyonlarda yürütülen çalışmalarda zararlının en yüksek popülasyona ulaştığı dönemlerde, benzer sıcaklık ve nem değerleri belirlenmiştir. Takibi yapılan bu patates tarlasında 01.06.2021 tarihi itibarıyla 2-3 hafta aralıklarla üç insektisit uygulaması (İmidacloprid, Alfa Cypermethrin) yapılmıştır. Bu tarihlerden itibaren gerçekleştirilen kontroller incelendiğinde zararlının popülasyonunun baskılandığı sonucuna varılmıştır. Patates böceği'nin yumurta dönemi ise yalnızca 02.06.2021 tarihinde 1 yumurta paketinde 27 adet tespit edilmiş diğer haftalarda zararlının yumurta dönemin bulunmamıştır. Diğer lokasyonlarda yürütülen çalışmalarda da benzer şekilde zararlının yumurta döneminin sadece bazı haftalarda nadiren tespit edilmesinin nedeni olarak, yoğun ilaçlamalar dolayısıyla ergin formuna gelerek çiftleşme olgunluğuna erişemeyip ölen *L. decemlineata* larvalarından dolayı meydana gelmiş olabileceği düşünülmüştür. Alıçören lokasyonundan seçilen patates tarlasında Taşoluk ve Yeniakçavak lokasyonlarındaki verilere benzer şekilde *L. decemlineata* ilk olarak 26.05.2021 tarihinde ergin formunda (2 adet) tespit edilmiştir. Alıçören lokasyonundaki tarlada daha sonraki kontrollerde zararlının ergin formu bazı dönemler hiç tespit edilememekle birlikte en yüksek popülasyon yoğunluğuna 04.08.2021 tarihinde ulaşmıştır. Bu tarihten itibaren patates hasadına kadar ergin popülasyonunda belirgin bir düşüş bulunmuştur. Bunun nedeni olarak, bitkide ağustos ayının başında meydana gelen fungal enfeksiyon nedeniyle yeşil aksamın nekroza uğramasından dolayı Patates böceklerinin çevredeki patates tarlalarına geçiş yapmasından dolayı olduğu

düşünülmüştür. Popülasyon takibi çalışmasının yürütüldüğü diğer lokasyonlar arasından toplamda en yüksek larva sayısı (187 adet) ve ergin sayısı (56 adet) Alıçören lokasyonundaki tarlada tespit edilmiştir. Zararlının larva ve yumurta popülasyonu haziran ayının başından (09.06.2021) temmuz ayının sonuna kadar (28.07.2021) ki süreçte yoğun olarak tespit edilmiş olup bu tarihler arasında en düşük pentat hava sıcaklığı ortalaması 14,64 °C, en yüksek pentat hava sıcaklığı ortalaması ise 23,98 °C olarak belirlenmiştir. Diğer haftalarda yürütülen kontrollerde Patates böceği'nin larva popülasyonunda dikkate değer bir değişim tespit edilmemiştir. Bu patates tarlasında 11.06.2021 tarihinde ve 26.06.2021 tarihinde iki insektisit uygulaması (Acetamiprid) yapılmıştır. İlk ilaçlamadan bir önceki hafta yürütülen kontrollerde 29 adet tespit edilen larva sayısı, ilaçlamadan sonraki kontrollerde 5 adet tespit edilmiş; bir sonraki hafta ise tekrar yükselerek 52'ye çıkmıştır. İkinci ilaçlamadan önce 52 adet tespit edilen larva sayısı ise ilaçlamadan sonraki kontrollerde 10'a düşmüş, bir sonraki hafta ise tekrar yükselerek 43'e ulaşmıştır. Buradan, yapılan ilaçlamanın zararlının popülasyonunu, kontrolü yapılan diğer tarlalara göre daha kısa süre boyunca baskıladığı anlaşılmaktadır.

Bolu ili merkez ovasında Patates böceği'nin popülasyon takibi amacıyla yürütülen çalışmalarda, 2020 ve 2021 yılları patates üretim sezonunda *L. decemlineata* popülasyonunun temmuz-ağustos aylarında en üst düzeye ulaştığı tespit edilmiştir. İklim verileri incelendiğinde, zararlının popülasyon yoğunluğu oluşturduğu bu dönemin, bölgedeki pentat hava sıcaklığı ortalamalarının en üst düzeye ulaştığı zamana denk geldiği görülmektedir. Gürkan ve Boşgelmez (1984), Ankara'da Patates böceği'nin mayıs ayından itibaren görülmeye başladığını ve Ankara'da günlük ortalama hava sıcaklıklarının en yüksek derecelerde seyrettiği (yaklaşık olarak 20 °C) dönemlerden olan haziran ayı sonu ve temmuz ayı başında ise popülasyonunun en üst düzeye ulaştığını bildirmişlerdir. Daha önceki çalışmalarda ve bu çalışmada, zararlının popülasyonunun en üst seviyesine ulaştığı dönem ve hava sıcaklık ortalamaları benzerlik göstermektedir. Çalışmamızın yürütüldüğü her iki yılda da *L. decemlineata*'nın, mayıs ayında havaların ısınmasıyla kışlama döneminden çıkıp, Bolu ili merkez ovasında patates tarlalarında ilk görülme zamanının pentat hava sıcaklık ortalamalarının 2020 yılı için 18,56 °C; 2021 yılı için ise 15,26 °C olduğu döneme denk geldiği

belirlenmiştir. Her iki yılda da zararlının benzer dönemde ve benzer hava sıcaklıklarında ortaya çıktığı tespit edilmiştir. Aynı dönemde pentat nisbi nem ortalaması değerleri de benzer oranlarda, 2020 yılı için %54,76; 2021 yılı için ise %65,32 olarak belirlenmiştir. Boiteau ve ark. (2008) ABD’de Patates böceği’nin 31 Mayıs tarihinden önce kış diyapozundan uyanmaya başladığını, ayrıca bir önceki üretim sezonunda patates yetiştirilen alanlara yakın bulunan patates tarlalarında, uzak bulunan patates tarlalarına göre daha fazla Patates böceği belirlendiğini tespit etmişlerdir. Bu çalışmalar Patates böceği’nin çıkış tarihinin, elde ettiğimiz sonuçlarla uyumlu olduğunu ve patates üretilen tarlanın civarında bir önceki sezonun ürün deseninin zararlının popülasyonunu etkilediğini göstermektedir.

5.2 Patates böceği’nin Günderece Modellemesi

Bolu ilinde popülasyon takibi amacıyla yürütülen çalışmalarda Patates böceği’nin bölgede bir yılda verdiği döl sayısı, termal konstant değeri ve günderece hesabı ile belirlenmiş olup, haftalık arazi kontrollerinde elde edilen popülasyon takibi verileriyle uyumlu olup olmadığı karşılaştırılmıştır. Atak (1973), Patates böceği’nin gelişme eşiğinin 12,8 °C, termal konstantının 336 günderece olduğunu bildirmiştir. Bolu ilinde günlük ortalama hava sıcaklıklarına binaen etkili sıcaklık değeri değerlendirildiğinde, 923 günderece olan etkili sıcaklıklar toplamına göre yılda 2,75 döl verdiği tespit edilmiştir. Popülasyon takibi çalışmalarının grafikleri incelendiğinde yılda 2,75 döl değerinin saha çalışmalarıyla uyumlu olduğu tespit edilmiştir. Doğan (2020), Afyonkarahisar’da Patates böceği’nin popülasyonlarının haziran ayının ilk haftasından eylül ayının ikinci haftasına kadar dalgalanmalar halinde belirlendiğini tespit etmiştir. Patates böceği’nin gelişme eşiği için 12,8 °C, termal konstant için ise 336 günderece değerleri kullanılarak, döl sayısının yılda 3,35 döl olarak tespit edildiğini bildirmiştir. Şahin (1997) ise, Erzurum ilinde ve Pasinler ilçesinde *L. decemlineata*’nın kışlama döneminden mayıs ayının son haftasında, Oltu ilçesinde ise mayıs ayının ikinci veya üçüncü haftalarından itibaren çıktığını tespit etmiştir. Kışlamanın başlama zamanı ise Pasinler ilçesinde eylül ayının ikinci yarısından itibaren, Oltu ve Tortum ilçelerinde ise ekim ayı başından itibaren olarak tespit edilmiştir. Uygun (2015) benzer çalışmayı Tokat ilinde yürütmüş, Reşadiye ilçesinde Patates böceği’ni haziran ayından eylül ayına kadar tespit etmiştir. Aynı çalışmada bölgedeki etkili sıcaklık toplamı 374,05 °C hesaplanarak, zararlının yılda 1,1 döl verdiği tespit edilmiştir.

Aitkenhead (1981) Hollanda ve Fransa'nın kuzey doğusunda Patates böceği'nin yılda 1 döl, sıcak senelerde ise 2 döl verdiğini; Cappaert ve ark. (1991) Patates böceği'nin Meksika'da 1987 yılında 3 döl, 1988 yılında ise 2 döl verdiğini bildirmiştir. Hiisaar ve ark. (2014)'nın Estonya'da yürüttüğü çalışmada Patates böceği'nin yılda 1-2 döl verdiği tespit edilmiştir. Gerçekleştirilen bu çalışmalar ve Atak (1973)'ın, *L. decemlineata*'nın ülkemizde genel olarak 3 döl verdiği tespiti, bölgesel iklim farklılıkları göz önüne alınarak değerlendirildiğinde, popülasyon takibi çalışmalarımızın sonuçlarının diğer çalışmalar ile uyumlu olduğu tespit edilmiştir.

5.3 Patates böceği'nin Predatör ve Parazitoit Türlerinin Belirlenmesi

Leptinotarsa decemlineata'nın doğal düşmanlarının belirlenmesi amacıyla 2020 yılında yürütülen çalışmalarda, Doğancı lokasyonundaki patates tarlasında 16.07.2020 tarihinde 1 adet *C. carnea* yumurtası, Yeniakçakavak lokasyonundaki patates tarlasında ise 06.08.2020 tarihinde 1 adet *C. carnea* larvası tespit edilmiştir. Ayrıca Alıçören lokasyonundaki patates tarlasında 06.08.2020 tarihinde 1 adet *Semiadalia undecimnotata* tespit edilmiştir. 2021 yılındaki çalışmalarda ise herhangi bir doğal düşman tespit edilmemiştir. Yürütülen çalışmaların her iki senesinde de parazitoit çıkışı tespit etmek amacıyla aylık olarak toplanıp kültüre alınan Patates böceklerinin ergin, larva ve yumurtalarından herhangi bir parazitoit çıkışı tespit edilmemiştir.

Şahin (1997) tarafından 1994-1995 yıllarında Erzurum ilinde gerçekleştirilen çalışmada, *C. carnea*'nın Patates böceklerinin yumurtaları ile beslendiği tespit edilmiş, ayrıca parazitoit çıkışını saptamak üzere toplanan Patates böceği ergin, larva ve yumurtalarından, yürüttüğümüz çalışmamıza benzer olarak herhangi bir parazitot çıkışının olmadığı bildirilmiştir. Kedici ve ark. (1998) Bolu ilinde *Anthocoris sibiricus*, *Nabis punctatus*, *Zicrona caerulea*, *Chrysoperla* spp, *Coccinula quatuordecimpustulata*, *Adonia variegata*, *Coccinella septempunctata* doğal düşmanlarını tespit etmiş, parazitoit çıkışını tespit etmek amacıyla kültüre alınan Patates böceği'nin ergin, larva ve yumurtalarından ise herhangi bir parazitoit çıkışının olmadığını bildirmişlerdir. Yürüttüğümüz çalışmada, Kedici ve ark. (1998)'nın Bolu ilinde tespit ettiği Patates böceği doğal düşmanlarından sadece *Chrysoperla* spp. ve Ankara'nın Kazan ilçesinde belirlenen Patates böceği doğal

düşmanlarından *S. undecimnotata* türü tespit edilebilmiştir. Kedici ve ark. (1998)'nın bu çalışmayı 1994-1995 senelerinde yaptığı düşünülürse, yürüttüğümüz arazi çalışmalarında oldukça kısıtlı sayıda doğal düşmanın tespit edildiği göz önüne alınarak, günümüze kadar geçen süre zarfında Bolu ilinde Patates böceği doğal düşmanlarının kullanılan insektisitlerin etkisiyle olumsuz etkilendiği kanısına varılmıştır. Nitekim, Kuepper (2003) *L. decemlineata*'nın doğal düşmanlarının ticari patates üretim alanlarında yoğun pestisit kullanılmasından dolayı ve doğal düşmanları barındıracak habitat noksanlığından dolayı nadiren görülebileceğini bildirmiştir. Kimyasal mücadelenin doğal düşmanlara verdiği zararlardan dolayı doğal dengenin korunması hassasiyetiyle Patates böceği ile mücadelede mekanik mücadelenin önemi büyüktür. Nitekim, Gürkan ve Boşgelmez (1984), mayıs-haziran aylarında zararının ilk dölüne karşı uygulanacak olan mekanik mücadelenin büyük önem taşıdığını vurgulamıştır.

5.4 Patates böceği'nin Kışlama Özelliklerinin Belirlenmesi

Leptinotarsa decemlineata'nın Bolu ili şartlarındaki kışlama özelliklerinin tespit edilmesi için 2020 yılında kışlama kafesi olarak görev yapan saksılarda yürütülen çalışmalarda zararının, ekim ayının ikinci haftasında kışlama dönemine girdiği tespit edilmiştir. *L. decemlineata*'nın kışlamaya girdiği dönemde pentat hava sıcaklığı ortalaması 15 °C, pentat nisbi nem ortalaması ise %59,32 olarak tespit edilmiştir. Kışlama saksıları bir sonraki sene havaların ısınmasına kadar takip edilmiş ve sadece Doğancı lokasyonunu temsil eden saksıdaki Patates böceklerinden 2 tanesinin (%3,2), Mayıs ayının üçüncü haftası itibariyle kışlama döneminden çıktığı tespit edilmiştir. Zararının 2021 yılında yürütülen popülasyon takibi çalışmalarında arazide ilk görülme tarihinin 18 Mayıs olduğu düşünülürse, kışlama çalışmasında tespit edilen kışlama döneminden çıkma zamanının, doğa koşullarıyla uyumlu olarak elde edildiği sonucuna varılabilir. Diğer saksılarda herhangi bir çıkış tespit edilememiştir. Doğancı lokasyonunu temsil eden saksıdan kışlama döneminden çıkış oranının düşük kalmasının ve diğer lokasyonları temsil eden saksılardan hiç bir çıkışın olmayışının nedeni olarak, kışlama saksılarının doğal yağışlara maruz kalamayacağı ortamda muhafaza edilmesinden ileri gelebileceği düşünülmüştür. Nitekim Tauber ve ark. (1994) *L. decemlineata*'nın kışlama döneminden çıkışlarında uygun toprak sıcaklığı sağlandıktan sonra, toprak neminin bir tetikleyici olarak görev yaptığını ve toprak nemindeki azalışın kış

diyapozundaki bireylerde çıkışları azaltabileceğini ya da durdurabileceğini belirtmiştir. Kontrolü yapılarak çıkışının gerçekleşmediği tespit edilen diğer böcekler için mevcut kışlama çalışması bir kış daha sürdürülerek, bir sonraki yıl devam edebilecek olası uyanmaları tespit etmek amacıyla 2022 yılında havaların ısınmasıyla kışlama saksıları tekrar kontrol edilmiş, fakat herhangi bir çıkış tespit edilememiştir. Tauber ve Tauber (2002) Patates böceği'nde bir kış döneminden daha uzun süren dormansi özelliği bulunduğunu bildirmişlerdir. Araştırmacılar gerçekleştirdikleri kışlama çalışmasında, zararlının %56,5'inin kışlama döneminden çıkabildiğini tespit etmiş olup, kış diyapozunda olan bireylerin %2,3'ünün ise 9 yıla kadar olmakla birlikte, 1 yıldan daha uzun süren dormansi hali sergilediğini bildirmiştir. Bu kanaatle, gerçekleştirdiğimiz kışlama çalışmasında sonraki yıllarda çıkış olabileceği düşünülmüştür.

Patates böceği erginlerinin bulunduğu kışlama kafeslerinde bir sonraki sene (2021) mayıs ayında yapılan kontrollerde, Doğancı lokasyonundan 63 adet ergin Patates böceği'nden 45 adedinin, Taşoluk lokasyonundan 32 adet ergin Patates böceği'nden 17 adedinin, Yeniakçakavak lokasyonundan 31 adet Patates böceğinden 26 adedinin, Alıçören lokasyonundan ise 23 adet Patates böceğinden 18 adedinin kışlamak amacıyla toprağın derinlerine doğru hareket etmediği, yalnızca toprağın üst 1cm'lik yüzeyine yarı gömülü vaziyette kışlama dönemine girdiği belirlenmiş ve bu bireylerin tamamının kışlama döneminden çıkamadan öldüğü tespit edilmiştir. Gürkan ve Boşgelmez (1984) bir kavanozun içerisine konularak kışlatılan Patates böceklerinin %75'inin öldüğünü belirtmiştir. Hiiesaar ve ark. (2006) toprak yüzeyinde kışlayan Patates böceklerinde, toprağın içinde kışlayanlara nazaran daha çok ölüm tespit etmişlerdir. Ayrıca aynı araştırmacılar zararlı için 30 cm kışlama derinliğinin, 50 cm kışlama derinliğine göre daha uygun olduğunu; 30 cm derinlikte kış diyapozuna giren Patates böceklerinin ölüm oranının, 50 cm derinlikte kışlayanlara nazaran daha az olduğunu tespit etmişlerdir. Bu çalışmalardan optimum derinliğe ulaşmayan ya da toprağın içine girmeyip yüzeysel olarak ve doğa koşullarına açık şekilde kışlayan bireylerde ölüm oranının fazlaştığı sonucuna ulaşılabilir. Gürkan ve Boşgelmez (1984) Patates böceği'nin kışlama tarihinin eylül ayının 2. ve 3. haftalarına denk geldiğini, kışlama diyapozundan uyanma tarihinin ise mayıs ayının ilk haftasına denk geldiğini

bildirmiştir. Bu veriler çalışmamızla kıyaslandığında kışlamadan çıkma zamanlarının her iki çalışmada da uyumlu olduğu sonucuna varılmıştır.

Çalışmanın ikinci yılındaki kışlama çalışması, doğal yağışlar dahil tüm meteorolojik koşullara açık alanda gerçekleştirilmiştir. Patates böceği'nin Bolu ilindeki kışlama özelliklerini tespit etmek amacıyla 2021 yılında açık araziye kurulan kışlama çalışmasında Patates böceklerinin, ekim ayının birinci haftasında kışlama dönemine girdiği tespit edilmiştir. Zararlının kış diyapozuna girdiği dönemde pentat hava sıcaklığı ortalaması 10,26 °C, pentat nisbi nem ortalaması ise %75,08 olarak tespit edilmiştir. Hesaplanan bu pentat hava sıcaklık ortalamaları ile bir önceki yıl gerçekleştirilen kışlama çalışmasında Patates böceği'nin kış diyapozuna girdiği dönemde hesaplanan pentat hava sıcaklık ortalamaları birlikte ele alındığında, zararlının ekim ayı içerisinde genel olarak 10-15 °C pentat hava sıcaklık ortalamaları değerlerinde kışlama dönemine girdiği tespit edilmiştir.

Her lokasyonu temsilen oluşturulan yer kafeslerinde yer alan 60'ar adet Patates böceğinden entomopatojen mikroorganizma enfeksiyonu sonucu 15'er adet bireyin kışlama dönemine girmeden öldüğü belirlenmiştir. Patates böceklerinin mayıs ayının ikinci haftasında (09.05.2022) kışlama döneminden çıktığı tespit edilmiştir. Şahin (1997) 1995 yılında Patates böceği'nin Erzurum ilinin Pasinler ilçesinde 22 Mayıs tarihinde ve hava sıcaklığı 14,1 °C iken; 1996 yılında ise 28 Mayıs tarihinde kışlama döneminden çıktığını tespit etmiştir. Yürüttüğümüz kışlama çalışmasının her iki yılında elde edilen veriler ile Şahin (1997)' in bulguları değerlendirildiğinde, Patates böceği'nin genel olarak mayıs ayında havaların ısınmasıyla kışlama döneminden çıktığı anlaşılmaktadır. Çalışmamızın ilk yılı kışlama saksısında kışlamaya giren Patates böceklerinin kışlama döneminden çıkış yaptığı dönemde pentat hava sıcaklığı ortalaması 14,2 °C olarak tespit edilmiştir. Şahin (1997) ise zararlının kış diyapozundan çıkış yaptığı gün hava sıcaklığını 14,1 °C olarak bildirmişlerdir. Her iki araştırmada da zararlının kışlama döneminden çıkış yaptığı gün hesaplanan hava sıcaklıkları benzerlik göstermektedir. Çalışmamızda, zararlının kış diyapozundan çıkan birey sayıları Doğancı ve Taşoluk lokasyonlarını temsil eden kafesler için 10'ar adet (%16.66), Yeniakçakavak ve Alıçören lokasyonları için ise 12'şer adet (%20) olarak gerçekleşmiştir. Tauber ve Tauber (2002) gerçekleştirdikleri Patates böceği kışlama çalışmasında kış diyapozundan uyanma oranını %56,5 olarak tespit etmiştir. Gürkan ve Boşgelmez

(1984), bir kavanozun içinde kışlatılan Patates böceklerinin %75'inin öldüğünü; açık arazide yapılan kışlama çalışmasında ise zararlının %86'sının ölmeden kışladığı tespit edilmiştir. Patates böceği'nin kış diyapozundan çıkış oranlarına etki eden birçok faktör bulunmaktadır. Hiiesaar ve ark. (2006) ağır bünyeli topraklarda kışlamaya giren Patates böceklerinin, hafif bünyeli topraklarda kışlamaya girenlere kıyasla daha çok ölüm oranına sahip olduğunu bildirmişlerdir.

Patates böceği'nin kış diyapozundan çıkış oranlarında bu denli farklılıkların bulunmasının nedeninin, kışlamanın gerçekleştiği toprak strüktürlerindeki farklılıklar, kışlama derinliği, bölgenin iklim faktörleri, zararlının kışlama öncesi beslenmesine bağlı olarak biriktirdiği enerji depolarının farklılığı, topraktaki entomopatojen mikroorganizma varlığı, zararlının kış diyapozuna girdiği toprağın nem oranındaki azalmanın kış diyapozundan çıkışları geciktirici ya da durdurucu etkisinin olması gibi nedenlerden ileri gelebileceği düşünülmüştür (Gürkan ve Boşgelmez 1984, Weber ve Ferro 1993, Tauber ve ark. 1994, Hiiesaar ve ark. 2006).

Gürkan ve Boşgelmez (1984), Patates böceği'nin kışlama döneminden çıktığı andaki toprak sıcaklığını, 1982 ve 1983 yıllarında sırasıyla 13,4 °C ve 14 °C olarak tespit etmişlerdir. Gerçekleştirdiğimiz çalışmalarda ise zararlının kışlama döneminden çıktığı tespit edildiğinde, toprak sıcaklığı 2021 yılı için 15,4 °C, 2022 yılı için ise 14,8 °C olarak ölçülmüştür. Ölçtüğümüz bu değerlerin, Gürkan ve Boşgelmez (1984)'in bildirdiği toprak sıcaklıklarıyla uyumlu olduğu tespit edilmiştir.

5.5 İstatistiksel Analiz

Sıcaklık değişimlerinin böceklerin çoğalmalarında, gelişimlerinde ve hayatta kalma oranlarında büyük önemi olduğundan, böceklerin ortamdaki sıcaklık değişimlerinden en fazla etkilenen canlı grubu olduğu ifade edilmiş ve bunun nedeni olarak böceklerin yaşam döngülerinin genelde kısa sürmesi ve yüksek üreme kapasitesine sahip olmaları gösterilmiştir (Ataş ve Kaydan, 2014). Kekillioğlu ve Yılmaz (2018), Patates böceği'nin yumurtalarının açılma süresini laboratuvar ortamında ortalama 23,3 °C' de 3-6 gün olarak belirlemiş ve bu sürenin sıcaklık, bölge ve nem gibi faktörlerden etkilenerek bazı durumlarda farklılıklar gösterdiğini belirlemişlerdir. Aitkenhead (1981), Patates böceği'nin bir yılda verdiği döl

sayısının ve bir dölün tamamlanma süresinin yaşadığı iklime bağlı olarak değişebileceğini, Hollanda ve Fransa'nın kuzey doğusunda yılda 1 döl verirken bu rakamın daha sıcak geçen yıllarda ise ikiye çıktığını bildirmiştir. Ülkemizde yürütülen çalışmalarda da bölgesel iklim farklılıklarının Patates böceği'nin bir dölünün tamamlanma süresini değiştirdiği belirtilmiştir. Nitekim Gürkan ve Boşgelmez (1984) zararının ülkemizde Orta Anadolu Bölgesi'nde yılda 1,5 döl verdiğini, Marmara Bölgesi'nde ise yılda 3-4 döl verdiğini belirtmektedirler.

Böceklerin yaşam faaliyetlerini etkileyen en önemli faktörlerden biri olan hava sıcaklığı değişimlerinin popülasyon takibi çalışmalarında elde ettiğimiz verilere etkisini istatistiki olarak analiz etmek amacıyla, *L. decemlineata*'nın popülasyon takiplerinde elde edilen veriler ile haftalık ortalama hava sıcaklıkları arasında korelasyon analizleri gerçekleştirilmiştir. Gerçekleştirilen korelasyon analizlerinde, en yüksek korelasyon değeri (yüksek korelasyon, $r:0,57$, $P<0,05$) çalışmanın ikinci yılındaki (2021) haftalık ortalama ergin sayıları ile haftalık ortalama hava sıcaklıkları arasında tespit edilmiştir. Buna en yakın korelasyon değeri (orta korelasyon, $r:0,45$, $P>0,05$) ise çalışmanın ilk yılı (2020) haftalık ortalama ergin sayıları ile haftalık ortalama hava sıcaklıkları arasında gerçekleşmiştir. Popülasyon takibi çalışmalarının her iki yılında da haftalık ortalama hava sıcaklıkları ile zararının biyolojik dönemleri arasında gerçekleştirilen korelasyon analizlerinde en yüksek korelasyon değeri zararının ergin döneminde tespit edilmiştir. Patates böceği'nin larva dönemi ile haftalık ortalama hava sıcaklıkları arasında 2020 yılında zayıf korelasyon ($r:0,20$, $P>0,05$), 2021 yılında ise orta korelasyon ($0,33$, $P>0,05$) tespit edilmiştir. Haftalık ortalama hava sıcaklıkları ile Patates böceği'nin haftalık ortalama larva sayıları arasında, ergin sayısına göre daha düşük bir korelasyon değerinin tespit edilmesinin nedeni olarak, Patates böceği'nin yoğun larva zararının olduğu dönemde zararlıya karşı gerçekleştirilen yoğun ilaçlamaların larva popülasyonunu baskılanmasından dolayı, haftalık hava sıcaklığı değişimlerinin larva sayısı popülasyonuna etkisinin tam olarak yansıyamamasından dolayı kaynaklanabileceğinden düşünülmüştür. Çalışmanın gerçekleştirildiği her iki yılda da *L. decemlineata*'nın yumurta dönemi ile haftalık hava sıcaklığı ortalamaları arasında eksi korelasyon tespit edilmiştir. Bu ters ilişkinin nedeni olarak zararının yumurtasını kümeler halinde bırakmasından dolayı popülasyon takibi çalışmalarında ya hiç bulunamamış olmasından ya da

nadiren bulunduğunda ise yüksek sayılarda tespit edilmiş olmasından dolayı kaynaklanabileceği düşünülmüştür.

Korelasyon analizlerinde yüksek ve orta korelasyon değerleri elde edilen karşılaştırmalar için regresyon analizleri uygulanmıştır. 2020 yılına ait haftalık ortalama ergin sayıları ile haftalık ortalama hava sıcaklıkları arasındaki regresyon analizinde 0,20 R^2 değeri ($P>0,05$) elde edilmiş olup, haftalık ortalama hava sıcaklığındaki artışların, zararlının ergin popülasyon değişimini pozitif yönde etkilediği tespit edilmiştir. Gerçekleştirilen regresyon analizlerinde en yüksek R^2 değeri (R^2 : 0,32, $P<0,05$), 2021 yılına ait haftalık ortalama ergin sayıları ile haftalık ortalama hava sıcaklıkları arasında tespit edilmiştir. Haftalık ortalama hava sıcaklıkları arttıkça, zararlının haftalık ortalama ergin sayılarının doğru orantılı olarak arttığı, sıcaklık artışlarının Patates böceği'nin ergin popülasyonunu olumlu yönde etkilediği belirlenmiştir. Regresyon analizleri gerçekleştirilen popülasyon takiplerinde elde edilen veriler ile haftalık ortalama hava sıcaklıkları kıyaslamalarında en düşük R^2 değeri (0,06 R^2 , $P>0,05$) 2021 yılı haftalık ortalama larva sayıları ile haftalık ortalama hava sıcaklıkları arasında elde edilmiştir. Bu regresyon analizinde de artan hava sıcaklık ortalamalarının Patates böceği'nin haftalık ortalama larva popülasyon artışını olumlu yönde etkilediği tespit edilmiştir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Patates üretim alanlarında zarar meydana getiren *L. decemlineata*'nın, Bolu ili merkez ovasında 2020 ve 2021 yıllarında, önceden belirlenen 4 farklı lokasyondaki birer patates tarlasında popülasyon takibi yürütülmüş, doğal düşmanları ve kışlama özellikleri ortaya konulmuştur.

Popülasyon takibi gerçekleştirilen patates tarlalarında, Patates böceği 2020 yılında ilk olarak 14.05.2020 tarihinde; 2021 yılında ise ilk olarak 18.05.2021 tarihinde belirlenmiş, zararlı patates hasadının gerçekleştirildiği eylül ayının ilk haftasına kadar patates tarlalarında sürekli olarak tespit edilmiştir. Bolu ili merkez ovasında patates tarlalarında *L. decemlineata*'nın ilk görülme döneminde, pentat hava sıcaklığı ortalaması 2020 yılı için 18,56 °C, 2021 yılı için 15,26 °C olup; pentat nisbi nem ortalaması 2020 yılı için %54,76, 2021 yılı için ise %65,32 olarak tespit edilmiştir. *L. decemlineata*'nın, çalışmanın gerçekleştirildiği her iki yılda da patates tarlalarında ilk olarak tespit edilme dönemi, yakın tarihlerde ve benzer iklimsel değerlerde olmuştur. Zararının ergin ve larva popülasyonunun en yüksek düzeye ulaştığı dönemin, Bolu ilindeki pentat hava sıcaklığı ortalamalarının en üst düzeyde (18-20 °C) seyrettiği temmuz-ağustos aylarına denk geldiği tespit edilmiştir. Patates böceği'nin gelişme eşiği ve termal konstant değerleri ile yapılan hesaplamada, Bolu ilinde zararının yılda 2,75 döl verdiği tespit edilmiştir. Belirlenen bu yıllık döl sayısının, zararının popülasyon takibi grafikleriyle uyum gösterdiği tespit edilmiştir. Zararlı, günderece modellemesine göre yapılan hesaplama göre 28 Temmuz 2020 tarihinde 1. dölünü, 8 Eylül 2020 tarihinde ise 2. dölünü tamamlamaktadır. Kontrolü gerçekleştirilen tarlalar arasından yoğun ilaçlama yapılan tarlaların popülasyon grafiği incelendiğinde, ilaçlamaların genel olarak Patates böceği popülasyonunu baskıladığı görülmektedir.

2020-21 patates üretim sezonunda yürütülen doğal düşman arazi çalışmalarında yalnızca 2020 yılında *C. carnea* ve *S. undecimnotata* türleri tespit edilmiştir. Ayrıca 2020-21 yıllarında parazitoit çıkışını tespit etmek için kültüre alınan *L. decemlineata* ergin, larva ve yumurtalarından herhangi bir parazitoit çıkışı tespit edilmemiştir. Kontrolsüz insektisit kullanımının etkisinin doğal düşman varlığına zarar verdiği aşıkardır. Gerçekleştirilen *L. decemlineata* popülasyon takibi çalışmalarında görüldüğü üzere, Patates böceği'ne karşı üreticiler tarafından

kullanılan insektisitlerle zararlı baskı altında tutulmuş fakat bu durumun doğal düşman varlığına olumsuz bir şekilde yansıdığı tespit edilmiştir.

Leptinotarsa decemlineata'nın 2020 yılında kışlama kafesi saksılarında gerçekleştirilen kışlama çalışmasında zararlının, ekim ayının ikinci haftası (11.10.2020) itibariyle kışlama dönemine girdiği belirlenmiştir. Bu dönemde pentat hava sıcaklığı ortalaması 15 °C, pentat nisbi nem ortalaması ise %59,32 olarak tespit edilmiştir. Patates böceği kışlama saksıları, zararlının çıkış zamanını belirlemek üzere takip edilmiş ve Doğancı lokasyonundan toplanarak kışlatılan bireylerden 2 adedinin (%3,2), bir sonraki yıl mayıs ayının üçüncü haftasında (15.05.2021) kışlama döneminden çıktığı tespit edilmiştir. Zararlının 2021 yılında kışlama döneminden çıkış tarihi, 2021 yılında yürütülen popülasyon takiplerinde patates tarlalarında ilk tespit edilme tarihiyle (18.05.2021) uyumlu olarak seyretmiştir. Sonraki günlerde olası çıkışları tespit etmek amacıyla kışlama saksıları 2022 yılı mayıs ayının sonuna kadar kontrol edilmiş fakat herhangi bir çıkış gerçekleşmemiştir. Ayrıca Doğancı lokasyonundan 63 adet Patates böceğinden 45 (%71) adedinin, Taşoluk lokasyonundan 32 adet Patates böceğinden 17 (%53) adedinin, Yeniakçakavak lokasyonundan 31 adet Patates böceğinden 26 (%84) adedinin, Alıçören lokasyonundan ise 23 adet Patates böceğinden 18 (%78) adedinin kışlama döneminden çıkamadan öldüğü belirlenmiştir. Kışlama döneminden çıkamadan ölen bireylerin tümünün toprağın üst 1 cm'lik yüzeyinde kışlayan Patates böceklerinden oluştuğu tespit edilmiştir.

Leptinotarsa decemlineata'nın Bolu ilindeki kışlama özelliklerini tespit etmek amacıyla 2021 yılında doğal yağışlara ve diğer meteorolojik koşullara açık alanda araziye kurulan kışlama denemesi çalışmasında kışlayana kadar beslenmiş olan Patates böceklerinin ekim ayının birinci haftası itibariyle (05.10.2021) kışlama dönemine girdiği belirlenmiştir. Bu dönemde pentat hava sıcaklığı ortalaması 10,26 °C, pentat nisbi nem ortalaması ise %75,08 olarak tespit edilmiştir. Her lokasyonu temsilen oluşturulan yer kafeslerinde yer alan 60'ar adet Patates böceğinden, entomopatojen mikroorganizma enfeksiyonu sonucu 15'er adet (%25) bireyin kışlama dönemine giremeden öldüğü belirlenmiştir. Bu çalışmada ise kış diyapozundan çıkan birey sayıları Doğancı ve Taşoluk lokasyonlarını temsil eden kafesler için 10'ar adet (%16,66), Yeniakçakavak ve Alıçören lokasyonları için ise 12'şer adet (%20) olarak tespit edilmiştir.

Gerçekleştirilen kışlama çalışmalarında Patates böceği'nin kış diyapozundan uyanma zamanı tespit edildiğinde hesaplanan toprak sıcaklığı 2021 yılı için 15,4 °C, 2022 yılı için ise 14,8 °C olarak tespit edilmiştir.

Parazitoit çıkışını tespit etmek amacıyla kültüre alınan bireylerden herhangi bir parazitiot çıkışının olmadığı ve arazi taramalarında az sayıda doğal düşmana belirlenmesinin nedenleri olarak, bölgede Patates böceği'ne karşı insektisit kullanımının yoğun olarak seyretmesinden kaynaklandığı düşünülmüştür. Yoğun insektisit kullanımının çevreye ve doğal dengeye gerçekleştirdiği ters etkinin en aza indirilmesi amacıyla, ilaçlamaların doğal denge hassasiyetiyle makul seviyeye çekilmesi, Patates böceğine karşı mücadele metotları arasında kültürel mücadele önlemlerinin daha çok ön plana çıkması gerektiği kanısına varılmıştır.

Sonuç olarak gerek doğrudan insan beslenmesinde, gerekse gıda endüstrisinde ülkemizin tarımsal ürün deseninde vazgeçilmez bir yeri olan patatesin yetiştiriciliğinde, özellikle Patates böceği'nin insektisitlere karşı direnç geliştirme yeteneği göz önüne alınarak, çevreye ve doğal düşmanlara duyarlı tarımsal üretim hassasiyetiyle, içerisinde ekim nöbetinde yer aldığı kültürel mücadele yöntemlerinin ön planda tutulduğu üretim şeklinin benimsenmesi tavsiye edilmektedir.

7. KAYNAKLAR

Bu tez çalışmasında APA atıf sistemi kullanılmıştır.

Aitkenhead, P. (1981). Colorado Potato Beetle-recent work in preventing its establishment in Britain. *Bulletin OEPP*, 11(3), 225-234.

Alyokhin, A., Baker, M., & Mota-Sanchez, D. (2008). Colorado Potato Beetle Resistance to Insecticides. *American Journal of Potato Research*, 85, 395-413.

Alyokhin, A. (2009). Colorado Potato Beetle Management on Potatoes Current Challenges and Future Prospects. *Fruit, Vegetable and Cereal Science and Biotechnology*, 3, Special Issue 1, 10-19.

Anonim, (2017). *Patates Entegre Mücadele Teknik Talimatı*, Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü, Ankara, s. 124.

Atak, U. (1973). Trakya Bölgesinde Patates Böceği (*Leptinotarsa decemlineata* Say.)'nin Morfolojisi, Bio-ekolojisi ve Savaş Metodları Üzerinde Araştırmalar. *T.C. Tarım Bakanlığı Zirai Mücadele ve Zirai Karantina Genel Müdürlüğü Yayınları*, Teknik Bülten, 6, 63.

Ataş, M., & Kaydan, MB. (2014). *Pseudococcus comstocki* (Kuwana) (Hemiptera: Pseudococcidae)'nin farklı sıcaklık koşullarında ve iki dut türü üzerinde gelişme ve üremesinin incelenmesi. *Türk. entomol. derg.*, 38 (1), 71-81.

Atlıhan, R., Yardım, EN., Özgökçe, MS., & Kaydan, MB. (2003). Van İli Çevresinde Patates Ekiliş Alanlarındaki Zararlı Böcek Türleri ve Doğal Düşmanları. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 9(3), 291-295.

Biever, KD., & Chauvin, RL. (1990). Prolonged dormancy in a Pacific Northwest Population of the Colorado Potato Beetle, *Leptinotarsa decemlineata* (Say) (Coleoptera:Chrysomelidae). *Canadian Entomologist*, 122, 175-177.

Boiteau, G., Picka, JD., & Watmough, J. (2008). Potato Field Colonization by Low-Density Populations of Colorado Potato Beetle as a Function of Crop Rotation Distance. *J. Econ. Entomology*, 101(5), 1575-1583.

Bolter, CJ., & Jongsma, MA. (1995). Colorado Potato Beetles (*Leptinotarsa decemlineata*) Adapt to Proteinase Inhibitors Induced in Potato Leaves by Methyl Jasmonate. *Journal of Insect Physiology*, 41(12), 1071-1078.

Cappaert, DL., Drummond, FA., & Logan, PA. (1991). Population Dynamics of the Colorado Potato Beetle (Coleoptera: Chrysomelidae) on a Native Host in Mexico. *Environmental Entomology*, Volume 20, Issue 6, 1549–1555.

Chaudhry, FN., Malik, MF., Hussain, M., & Asif, N. (2017). Insects as Biological Weapons. *Journal of Bioterrorism & Biodefense*, 9:1. DOI: 10.4172/2157-2526.1000156.

Cloutier, C., Boiteau, G., & Goettel, MS. (2001). *Leptinotarsa decemlineata* (Say), Colorado Potato Beetle (Coleoptera:Chrysomelidae). *Biological Control Programmes in Canada*, Chapter 31, 145-151.

Çakıllar, M. (1960). Patates böceği (*Leptinotarsa decemlineata* Say.), *Bitki Koruma Bülteni*, 1(3), 37–40.

Doğan, E. (2020). Afyonkarahisar İli Patates Alanlarında Patates Böceği (*Leptinotarsa decemlineata*) (Say) (Coleoptera: Chrysomelidae)'nin Yayılışı. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, Cilt 24, Sayı 1, 90-95.

Drummond, FA., Casagrande, RA., & Groden, E. (1987). Biology of *Oplomus dichrous* (Heteroptera: Pentatomidae) and Its Potential to Control Colorado Potato Beetle (Coleoptera: Chrysomelidae). *Environmental Entomology*, Volume 16, Issue 3, 633–638.

- Güney, G. (2019). Patates Böceği, *Leptinotarsa decemlineata* (Coleoptera: Chrysomelidae)'da Lipit Metabolizmasında Yer Alan Majör Proteinlerin Karakterizasyonu. *Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi*, Ankara. <https://dspace.ankara.edu.tr/xmlui/bitstream/handle/20.500.12575/68717/10263861.pdf?sequence=3&isAllowed=y> (Erişim Tarihi: 20.03.2021)
- Gürkan, B., & Boşgelmez, A. (1984). Patates böceği (*Leptinotarsa decemlineata* Say.)'nin popülasyon dinamiği. *Bitki Koruma Bülteni*, 24 (3), 119- 136.
- FAOStat, 2019. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL> (Erişim Tarihi: 29.09.2021)
- Harcourt, DG. (1971). Population Dynamics of *Leptinotarsa decemlineata* (Say) in Eastern Ontario. III. Major Population Processes. *Canadian Entomologist*, 103, 1049-1061.
- Has, A. (1992). Orta Anadolu Bölgesi koşullarında patates böceği (*Leptinotarsa decemlineata*)'nin biyo-ekolojisi ve özellikle konukçu bitki ilişkileri üzerinde araştırmalar. *Ankara Ziraî Mücadele Araştırma Enstitüsü*, s. 194.
- Hazzard, RV., Ferro, DN., Driesche, RGV., & Tuttle, AF. (1991). Mortality of Eggs of Colorado Potato Beetle (Coleoptera: Chrysomelidae) from Predation by *Coleomegilla maculata* (Coleoptera: Coccinellidae). *Environmental Entomology*, Volume 20, Issue 3, 841-848.
- Hiisaar, K., Metspalu, L., Jõudu, J., & Jõgar, K. (2006). Over-wintering of the Colorado Potato Beetle (*Leptinotarsa decemlineata* Say) in Field Conditions and Factors Affecting Its Population Density in Estonia. *Agronomy Research*, 4(1), 21-30 s.
- Hiisaar, K., Eremeev, V., Metspalu, L., Kruus, E., & Luik, A. (2014). Phenology and formation of local population of Colorado potato beetles (*Leptinotarsa decemlineata* Say) in 2008-2013 on experimental field of Estonian University of Life Sciences. *Journal of Agricultural Science*, 1-15, 17-22 s.
- Hilbeck, A., & Kennedy, GG. (1996). Predators Feeding on the Colorado Potato Beetle in Insecticide-Free Plots and Insecticide-Treated Commercial Potato Fields in Eastern North Carolina. *Biological Control*, Volume 6, Issue 2:273-282.
- Hough-Goldstein, JA., Heimpel, GE., Bechmann, HE., & Mason, CE. (1993). Arthropod natural enemies of the Colorado potato beetle. *Crop Protection*, 12(5), 324-334. [https://doi.org/10.1016/0261-2194\(93\)90074-S](https://doi.org/10.1016/0261-2194(93)90074-S)
- Hsiao, TH. (1978). Host-Plant Adaptations Among Geographic Populations of the Colorado Potato Beetle. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 24, 237-247.
- Jacques, Jr RL., & Fasulo, TR. (2009). Colorado Potato Beetle, *Leptinotarsa decemlineata* (Say), and False Potato Beetle, *Leptinotarsa juncta* (Germar) (Insecta: Coleoptera: Chrysomelidae). *University of Florida Institute of Food and Agricultural Sciences (IFAS)*, <https://edis.ifas.ufl.edu/pdf%5CIN%5CIN30300.pdf> (Erişim Tarihi: 30.09.2021)
- Kansu, İA. (2000). *Genel Entomoloji*. Ankara: Birlik Matbaacılık Yayıncılık.
- Kedici, R., Melan, K., & Kodan, M. (1998). Patates böceğinin doğal düşmanlarının tesbiti ve *Chrysoperla* sp. zararlıının biyolojik mücadelede kullanıma imkanlarının araştırılması. *Bitki Koruma Bülteni*, 38(1-2), 13- 23s.
- Kekillioğlu, A., & Yılmaz, M. (2018). Patates Böceği [*Leptinotarsa decemlineata* Say. (Coleoptera: Chrysomelidae)]'nin Nevşehir İlinde Yaşamsal Etkileşim ve Çeşitliliği Üzerine Bir Ön Çalışma. *Anadolu, J. of AARI*, 28 (1), 100-107.
- Karadoğan, T., & ÖZER, H. (1997). Patatesin Besin Değeri ve İnsan Beslenmesi Yönünden Önemi. *Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi*, 28(2), 306-317.
- Kurth, H. (1980). Untersuchungen Zur Anwendbarkeit Von Effektiv Temperatursummen Für Die Terminbestimmung Beim Kartoffekafer, *Leptinotarsa decemlineata* Say. *Arch Phytopathol*, Berlin, 16:1.

Kuepper, G. (2003). Colorado Potato Beetle: Organic Control Options. <http://carolinafarmstewards.org/wp-content/uploads/2012/12/10-ATTRA-Colorado-Potato-Beetle.pdf> (Erişim Tarihi: 30.11.2021)

Laçın, B. (2018). İç Anadolu'da Dağılım Gösteren Patates böceğı *Leptinotarsa decemlineata*, Say Popölasyonlarında CoI+CoII (mtDNA) ve AChE2 (Nükleer) Geni Dna Dizi Varyasyonları. *Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.*, Ankara.

Lashomb, J., Ng, YS., Jansson, RK., & Bullock, R. (1987), *Edovum puttleri* (Hymenoptera: Eulophidae), an Egg Parasitoid of Colorado Potato Beetle (Coleoptera: Chrysomelidae): Development and Parasitism on Eggplant. *Journal of Economic Entomology*, Volume 80, Issue 1, Pages 65–68.

Lima, F. S. O., Mattos, V. S., Silva, E. S., Carvalho, M. A. S., Teixeira, R. A., Silva, J. C. & Correa V. R.. (2018), Nematodes Affecting Potato and Sustainable Practices for Their Management. *Potato: From Incas to All Over the World*, 107 pp.

Lopez, E., Ferro, D., & Vandriesche, R. (1993). Direct Measurement of Host and Parasitoid Recruitment for Assessment of Total Losses Due to Parasitism in the Colorado Potato Beetle *Leptinotarsa decemlineata* (Say) (Coleoptera: Chrysomelidae) and *Myiopharus doryphorae* (Riley) (Diptera: Tachinidae). *Biological Control* 3, 85-92.

Malekmohammadi, M. (2014). Resistance of Colorado Potato Beetle (*Leptinotarsa decemlineata* Say) to Commonly Used Insecticides in Iran. *Journal of Asia-Pacific Entomology*, Volume 17, Issue 3, 213-220.

Nault, BA., Hanzlik, MW., & Kennedy, GG. (1997). Location and Abundance of Adult Colorado Potato Beetles (Coleoptera: Chrysomelidae) Following Potato Harvest. *Crop Protection*, Vol.16, No:6, 511-518.

Oerke, EC., Dehne, HW., & Schonbeck, F. (1994). Estimated Losses in Major Food and Cash Crops. *Crop Production and Crop Protection*, Amsterdam, Netherlands: Elsevier.

Onaran, H., Ünlenen, LA., & Doğan, A. (2000) Patates Tarımı, Sorunları ve Çözüm Yolları. *T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü, Niğde Patates Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü*. Niğde, 88 syf.

Şahin, ME. (1997). Patates böceğı, *Leptinotarsa decemlineata* Say (Coleoptera: Chrysomelidae)'nin Erzurum ekolojik koşullarında biyo-ekolojisi, popölasyon yoğunluğu ve doğal düşmanlarının tespiti. *Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi*, Erzurum.

Sablon, L., Haubruge, E., & Verheggen, FJ. (2013). Consumption of Immature Stages of Colorado Potato Beetle by *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae) Larvae in the Laboratory. *Am. J. Potato Res.* 90:51–57. DOI 10.1007/s12230-012-9275-y

Stevenson, FJ. (1951). The Potato-Its Origin, Cytogenetic Relationships, Production, Uses and Food Value, *Economic Botany* 5, 153-171.

Tauber, MJ., & Tauber, CA. (2002). Prolonged Dormancy in *Leptinotarsa decemlineata* (Coleoptera: Chrysomelidae): A Ten-Year Field Study with Implications for Crop Rotation. *Environmental Entomology*, 31(3), 499-504.

Tauber, MJ., Tauber, CA., & Nyrop, JP. (1994). Soil Moisture and Postdormancy Emergence of Colorado Potato Beetles (Coleoptera: Chrysomelidae): Descriptive Model and Field Emergence Patterns. *Environ. Entomology*, 23(6), 1485-1496.

TÜİK, (2020). Türkiye İstatistik Kurumu, <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr> (Erişim Tarihi: 29.09.2021).

Wang, C., Hawthorne, D., & Qin, Y. (2017). Impact of Climate and Host Availability on Future Distribution of Colorado Potato Beetle. *Scientific Reports*, Volume 7, Article number: 4489. DOI:10.1038/s41598-017-04607-7.

Watt, BA., & Lebrun, RA. (1984). Soil Effects of *Beauveria bassiana* on Pupal Populations of the Colorado Potato Beetle (Coleoptera: Chrysomelidae). *Environmental Entomology*, Volume 13, Issue 1, 15–18.

Weber, DC., & Ferro, DN. (1993). Distribution of Overwintering Colorado Potato Beetle in and Near Massachusetts Potato Fields. *Entomol. exp. Appl.* 66, 191-196.

Williams, CE. (1987). Exploitation of Eggs Of The Colorado Potato Beetle, *Leptinotarsa decemlineata* (Coleoptera:Chrysomelidae), By The Exotic Egg Parasitoid *Edovum puttleri* (Hymenoptera:Eulophidae) in Eggplant. *The Great Lakes Entomologist*, Vol:20 Number:4, 181-186.

Uygun, Z. (2015). Tokat İli Patates ve Patlıcan Üretimi Yapılan Alanlarda Patates Böceği (*Leptinotarsa decemlineata* (Say, 1824)) (Coleoptera:Chrysomelidae)'nin Yayılışı, Doğal Düşmanları ve Popülasyon Değişimi, *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 19(2), 184-189.

Ü. Yüceer, S. & Kayım, M. (2012). Patates Böceği (*Leptinotarsa decemlineata* Say.)' ne Dayanıklı Bitkiler Elde Etmek Amacıyla Patates (*Solanum tuberosum* L.)'in Genetik Transformasyonu. *Ç.Ü. Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 27(3), 165-176.

Yabaş, C., Ulubilir, A., & Canhilal, R. (1995). Patates böceği *Leptinotarsa decemlineata* Say (Col.:Chrysomelidae)'nin Biyolojik Mücadelesi Üzerine Bazı Araştırmalar. *Bitki Koruma Bülteni*, Cilt 35, No:3-4, 227-240.