

**T.C.
KARAMANOĞLU MEHMETBEY ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ERZURUM'DA TESPİT EDİLEN BAZI LİKEN TÜRLERİNİN
PATATES BÖCEĞİ (*Leptinotarsa decemlineata* (Say, 1824))
(COLEOPTERA: CHRYSOMELIDAE)'NE İNSEKTİSİT ETKİLERİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Buğrahan EMSEN

Anabilim Dalı: BİYOLOJİ

Programı: BOTANİK

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Ali ASLAN

KARAMAN-2010

TEZ ONAYI

Buğrahan EMSEN tarafından hazırlanan “**Erzurum’da Tespit Edilen Bazı Liken Türlerinin Patates Böceği (*Leptinotarsa decemlineata* (Say, 1824)) (Coleoptera: Chrysomelidae)’ne İnsektisit Etkileri**” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı’nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Doç. Dr. Ali ASLAN

Jüri Üyeleri

İmza

Prof. Dr. Erol YILDIRIM

(Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü
Entomoloji Anabilim Dalı)

Doç. Dr. Ali ASLAN

(Atatürk Üniversitesi Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi
OFMAE Bölümü Biyoloji Eğitimi Anabilim Dalı)

Doç. Dr. Hasan GÜRBÜZ

(Atatürk Üniversitesi Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi
OFMAE Bölümü Biyoloji Eğitimi Anabilim Dalı)

Tez Savunma Tarihi: 24.12.2010

Yukarıdaki sonucu onaylarım

Prof. Dr. İbrahim YILMAZ

Enstitü Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

Tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu tezin yazılmasında bilimsel ahlak kurallarına uyulduğunu, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezin içerdiği yenilik ve sonuçların başka bir yerden alınmadığını, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, tezin herhangi bir kısmının bu üniversite veya başka bir üniversitedeki başka bir tez çalışması olarak sunulmadığını beyan ederim.

Buğrahan EMSEN

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

ERZURUM'DA TESPİT EDİLEN BAZI LİKEN TÜRLERİNİN PATATES BÖCEĞİ (*Leptinotarsa decemlineata* (Say, 1824)) (COLEOPTERA: CHRYSOMELIDAE)'NE İNSEKTİSİT ETKİLERİ

Buğrahan EMSEN

Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Biyoloji Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Ali ASLAN

Aralık, 2010, 59 sayfa

Bu çalışmada *Lecanora muralis* (Schreb.) Rabenh., *Letharia vulpina* (L.) Hue ve *Peltigera rufescens* (Weiss) Humb. liken türlerinin n-hekzan, dietil eter, aseton ve metanol ekstraktlarından elde edilen liken maddelerinin toplamının patates böceğinin 4. dönem larva ve erginleri üzerindeki insektisit etkileri araştırılmıştır. Uygulamalarda 2,5; 5; 10 ve 20 mg/ml konsantrasyonlarında ekstrakt çözeltileri kullanılmıştır. *L. muralis*'ten elde edilen ekstrakt çözeltileri, patates böceği larvaları ve erginleri üzerinde %100 ölüme sebep olmamıştır. *L. vulpina*'dan elde edilen ekstrakt çözeltilerinin 2,5 mg/ml konsantrasyonlu olanı patates böceği larvalarında 72 saat sonunda, 5 mg/ml konsantrasyonlu olanı 48 saat sonunda, 10 ve 20 mg/ml konsantrasyonlu olanları ise 24 saat sonunda %100 ölüme sebep olmuştur. *P. rufescens*'den elde edilen ekstrakt çözeltilerinin 2,5 mg/ml konsantrasyonlu olanı patates böceği larvalarında 120 saat sonunda, 5 mg/ml konsantrasyonlu olanı 72 saat sonunda, 10 ve 20 mg/ml konsantrasyonlu olanları ise 24 saat sonunda %100 ölüme sebep olmuştur. Patates böceği erginleri üzerinde yapılan denemelerde ise *L. vulpina* ekstrakt çözeltilisinin 2,5 mg/ml'lik konsantrasyonu 96 saat sonra, 5 mg/ml'lik konsantrasyonu 48 saat sonra, 10 ve 20 mg/ml'lik konsantrasyonu ise 24 saat sonra %100 insektisit etki göstermiştir. *P. rufescens* ekstrakt çözeltilisinin 2,5 ve 5 mg/ml konsantrasyonda olanları patates böceği erginleri üzerinde %100 sonuç vermezken, 10 mg/ml'lik çözelti 96 saatin ardından, 20 mg/ml'lik çözelti ise 72 saatin ardından %100 sonuç vermiştir. Tüm bu sonuçlar göz önüne alındığında, patates böceği larvaları ve erginleri üzerinde insektisit aktivitesi test edilen liken türleri içerisinde en etkili olanlarının *L. vulpina* ve *P. rufescens* olduğu görülmüştür. Fakat tesir süresi göz önüne alındığında *L. vulpina* türünün daha kısa sürede etkili olduğu dikkat çekmektedir.

Anahtar Kelimeler: Liken, Patates Böceği, İsektisit

ABSTRACT

Ms Thesis

INSECTICIDAL EFFECTS OF SOME LICHEN SPECIES FOUND IN ERZURUM ON COLORADO POTATO BEETLE (*Leptinotarsa decemlineata* (Say, 1824)) (COLEOPTERA: CHRYSOMELIDAE)

Buğrahan EMSEN

Karamanoğlu Mehmetbey University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Biology

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Ali ASLAN

December, 2010, 59 pages

In this study, insecticidal effects of total lichen substances obtained from n-hexane, diethyl ether, acetone, and methanol extracts of *Lecanora muralis* (Schreb.) Rabenh., *Letharia vulpina* (L.) Hue and *Peltigera rufescens* (Weiss) Humb. lichen species on 4th period larvae and adults of Colorado potato beetle were investigated. In applications, 2,5; 5; 10 and 20 mg/ml concentrations of the extract solutions were used. Extract solutions obtained from *L. muralis* didn't cause 100% mortality on potato beetle larvae and adults. At the end of 72 hours, extract solution at 2,5 mg/ml concentration obtained from *L. vulpina*; at the end of 48 hours, extract solution at 5 mg/ml concentration obtained from *L. vulpina* and at the end of 24 hours, extract solutions at 10 and 20 mg/ml concentration obtained from *L. vulpina* caused 100% mortality on the potato beetle larvae. At the end of 120 hours, extract solution at 2,5 mg/ml concentration obtained from *P. rufescens*; at the end of 72 hours, extract solution at 5 mg/ml concentration obtained from *P. rufescens* and at the end of 24 hours, extract solutions at 10 and 20 mg/ml concentration obtained from *P. rufescens* caused 100% mortality on the potato beetle larvae. In experimentation performed on potato beetle adults, it was determined extract solution at 2,5 mg/ml concentration obtained from *L. vulpina* at the end of 96 hours, extract solution at 5 mg/ml concentration obtained from *L. vulpina* at the end of 48 hours, extract solutions at 10 and 20 mg/ml concentration obtained from *L. vulpina* at the end of 24 hours showed 100% insecticidal effect. Although extract solutions at 2,5 and 5 mg/ml concentration obtained from *P. rufescens* didn't show 100% insecticidal effect on the potato beetle adults solution at 10 mg/ml concentration after 96 hours, 20 mg/ml concentration after 72 hours showed 100% insecticidal effect on the potato beetle adults. When all these results were considered, it was determined that the most influential species within lichen species tested insecticidal activity on larvae and adults of Colorado potato beetle were *L. vulpina* ve *P. rufescens*. But if exposure time was considered, it pointed out *L. vulpina* lichen species was effective in a shorter time period.

Keywords: Lichen, Colorado Potato Beetle, Insecticide

ÖNSÖZ

Yüksek Lisans öğrenimim boyunca her türlü desteğini esirgemeyen ve bilimsel çalışmalarımda beni yönlendiren danışmanım Sayın Doç. Dr. Ali ASLAN'a (Atatürk Üniversitesi Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi OFMAE Bölümü Biyoloji Eğitimi Anabilim Dalı),

Çalışmalarım sırasında sağladığı her türlü imkân ve destekten dolayı Rektör Yardımcımız ve Bölüm Başkanımız Sayın Prof. Dr. Mehmet KARATAŞ'a (Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Kamil Özdağ Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü Hidrobiyoloji Anabilim Dalı),

Araştırmalarımın her aşamasında değerli bilgi ve deneyimlerinden yararlandığım Sayın Prof. Dr. Erol YILDIRIM'a (Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü Entomoloji Anabilim Dalı),

Çalışmalarım esnasında özverili yardımlarını esirgemeyen Sayın Yrd. Doç. Dr. Yalçın KARAGÖZ'e (Atatürk Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Eczacılık Meslek Bilimleri Bölümü Farmasötik Botanik Anabilim Dalı) ve arkadaşlarım Arş. Gör. Mustafa ANAR (Atatürk Üniversitesi Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi OFMAE Bölümü Biyoloji Eğitimi Anabilim Dalı) ve Öğr. Gör. Sezgin ÖZÇELİK'e (Hakkari Üniversitesi Yüksekova Meslek Yüksekokulu Arıcılık Bölümü),

Lisansüstü öğrenimim sırasında verdiği burs ile maddi destek sağlayan TÜBİTAK'a,

Son olarak, hayatımın her döneminde yanımda olan, maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen sevgili aileme

Teşekkürlerimi arz ederim.

Buğrahan EMSEN

Aralık, 2010

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET	i
ABSTRACT	ii
ÖNSÖZ	iii
ÇİZELGELER DİZİNİ	v
ŞEKİLLER DİZİNİ	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	viii
1. GİRİŞ	1
2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ÖZETLERİ	18
2.1. Yurt İçinde Yapılan Çalışmalar	18
2.2. Yurt Dışında Yapılan Çalışmalar	22
3. MATERYAL VE METOT	27
3.1. Materyal	27
3.1.1. Böcekler	27
3.1.2. Bitkiler	27
3.1.3. Liken Ekstraktları	29
3.1.4. Solüsyonlar (Çözeltiler)	31
3.2. Metot	31
3.2.1. Verilerin Analizi	33
4. BULGULAR	35
4.1. Farklı Uygulama Sürelerinde Test Edilen Liken Türlerinin Farklı Konsantrasyonlardaki Ekstraktlarının Patates Böceğinin 4. Dönem Larvalarına Karşı İnsektisit Etkisi	35
4.2. Farklı Uygulama Sürelerinde Test Edilen Liken Türlerinin Farklı Konsantrasyonlardaki Ekstraktlarının Patates Böceğinin Erginlerine Karşı İnsektisit Etkisi	41
5. TARTIŞMA VE SONUÇ	48
KAYNAKLAR	53
ÖZGEÇMİŞ	59

ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
Çizelge 4.1 : Liken türlerinin farklı konsantrasyondaki ekstraktlarının uygulandığı patates böceği 4. dönem larvalarının belli periyotlarda ölüm oranları	36
Çizelge 4.2 : Liken türlerinin farklı konsantrasyondaki ekstraktlarının uygulandığı patates böceği erginlerinin belli periyotlarda ölüm oranları	42
Çizelge 5.1 : Denemelerde kullanılan liken türlerinin patates böceği larvaları üzerinde sebep olduğu ölüm oranı göz önüne alınarak hesaplanan bazı veriler	50
Çizelge 5.2 : Denemelerde kullanılan liken türlerinin patates böceği erginleri üzerinde sebep olduğu ölüm oranı göz önüne alınarak hesaplanan bazı veriler	52

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Sekil</u>	<u>Sayfa</u>
Şekil 1.1 : Patates böceğinin farklı biyolojik dönemleri	2
Şekil 3.1 : Denemelerde kullanılan liken türleri	28
Şekil 3.2 : Ekstraksiyon işleminin yapıldığı Soxhlet ekstraktörü ve kurulan düzenek	29
Şekil 3.3 : Ekstraksiyon sonucunda her bir liken türünden elde edilen liken maddeleri	30
Şekil 3.4 : Farklı konsantrasyonlarda hazırlanmış liken ekstraktı çözeltilerinden bir örnek	31
Şekil 3.5 : Denemelerde kullanılan 4. dönem patates böceği larvaları	32
Şekil 3.6 : Denemelerde kullanılan ergin patates böcekleri	32
Şekil 3.7 : <i>Letharia vulpina</i> liken türünün ekstraktından hazırlanan çözeltilinin, patates böceği 4. dönem larvalarına ve erginlerine uygulandığı düzenek örneği	33
Şekil 3.8 : Denemelerde kullanılan 4. dönem patates böceği larvalarının liken ekstrakt çözeltilisine maruz bırakıldıktan sonraki ölü örnekleri	34
Şekil 3.9 : Denemelerde kullanılan ergin patates böceklerinin liken ekstrakt çözeltilisine maruz bırakıldıktan sonraki ölü örnekleri	34
Şekil 4.1 : Liken türlerinin farklı konsantrasyondaki ekstraktlarının uygulanmasının 24 saat sonrasında patates böceği 4. dönem larvalarının ölüm oranları	37
Şekil 4.2 : Liken türlerinin farklı konsantrasyondaki ekstraktlarının uygulanmasının 48 saat sonrasında patates böceği 4. dönem larvalarının ölüm oranları	38
Şekil 4.3 : Liken türlerinin farklı konsantrasyondaki ekstraktlarının uygulanmasının 72 saat sonrasında patates böceği 4. dönem larvalarının ölüm oranları	39
Şekil 4.4 : Liken türlerinin farklı konsantrasyondaki ekstraktlarının uygulanmasının 96 saat sonrasında patates böceği 4. dönem larvalarının ölüm oranları	39
Şekil 4.5 : Liken türlerinin farklı konsantrasyondaki ekstraktlarının uygulanmasının 120 saat sonrasında patates böceği 4. dönem larvalarının ölüm oranları	40
Şekil 4.6 : Liken türlerinin farklı konsantrasyondaki ekstraktlarının uygulanmasının 24 saat sonrasında patates böceği erginlerinin ölüm oranları	43

Şekil 4.7 : Liken türlerinin farklı konsantrasyondaki ekstraktlarının uygulanmasının 48 saat sonrasında patates böceği erginlerinin ölüm oranları	44
Şekil 4.8 : Liken türlerinin farklı konsantrasyondaki ekstraktlarının uygulanmasının 72 saat sonrasında patates böceği erginlerinin ölüm oranları	45
Şekil 4.9 : Liken türlerinin farklı konsantrasyondaki ekstraktlarının uygulanmasının 96 saat sonrasında patates böceği erginlerinin ölüm oranları	45
Şekil 4.10 : Liken türlerinin farklı konsantrasyondaki ekstraktlarının uygulanmasının 120 saat sonrasında patates böceği erginlerinin ölüm oranları	46

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Kısaltmalar

Açıklama

da

Dekar

mg

Miligram

ml

Mililitre

µl

Mikrolitre

l

Litre

µmol

Mikromol

ED₅₀

Medyan efektif doz

LC₅₀

%50 ölüm meydana getiren konsantrasyon

LD₅₀

%50 ölüm meydana getiren doz

1. GİRİŞ

Dünya genelinde tarımın yapılmadığı ülke yok denecek kadar azdır. Direkt veya dolaylı olarak insan hayatına giren tarım, tarihten günümüze kadar insanoğlu için en büyük istihdam kaynağı olmuştur. Tarım ürünleri içerisinde yer alan patates (*Solanum tuberosum* L.) ise zengin nişasta ve karbonhidrat kaynağı olması ve bunun yanında endüstri bitkisi olarak da kullanılması nedeniyle en yaygın olarak faydalanılan bitki türlerinden biri olmuştur ve olmaya devam etmektedir.

Dünyada 2007 yılındaki patates ekim alanı yaklaşık 19 milyon hektar olup, toplam dünya üretimi 321 milyon ton, ortalama hektara verim ise 16 tondur. Patates üretiminde ise dünyada önde gelen ülkeler sırasıyla Çin, Rusya, Hindistan, Ukrayna, ABD ve Almanya olurken, hektara verimin en yüksek olduğu ülkeler sırasıyla ABD, Almanya, Türkiye, Hindistan, Polonya, Çin ve Rusya'dır (Anonim, 2008).

Türkiye'de son yıllarda kaliteli tohumluk kullanımı ve üretim tekniklerinin iyileştirilmesi sonucunda artan verime bağlı olarak patates üretimi de gelişme göstermiştir. Halen ortalama 158 bin hektar alanda patates tarımı yapılmakta ve yıllık üretim miktarı 4,5 milyon tonu bulmaktadır. Bir hektardan elde edilen ürün miktarı ise ortalama 27 tondur. Patates üretimi ise ülkemizde 1872 yılından beri devlet tarafından desteklenmekte ve ülkemiz 2007 yılındaki 4.3 milyon tonluk üretimle İran'dan sonra Ortadoğu'nun ikinci büyük patates üreticisi durumundadır (Anonim, 2008).

Patates yalnızca insanların taze olarak tüketmeleri amacıyla yetiştirilmemektedir. Dünyada üretilen patatesin %50'den azı tüketilmekte geri kalanı ise işlenmiş gıda ürünü, hayvan yemi, endüstriyel nişasta veya tohumluk olarak kullanılmaktadır. FAO'ya göre 2005 yılında üretilen 320 milyon tonluk patatesin sadece 2/3'ü insanlar tarafından gıda olarak veya başka bir tarzda tüketilmiştir (Anonim, 2008). Taze olarak insan tüketimi için kullanılan patates fırında pişirilerek, haşlanarak veya kızartılarak tüketilmekte ve değişik yemeklerde kullanılmaktadır.

İnsan yaşamının adeta vazgeçilmez besini olan patates bitkisi birçok zararlı organizma tarafından tehdit edilmektedir. Bu organizmaların başında ise patates böceği olarak bilinen *Leptinotarsa decemlineata* (Say, 1824) (Coleoptera: Chrysomelidae) gelmektedir. Bu böcek biyolojik dönemlerinin her birinde farklı morfolojik özellikler kazanmaktadır. Ergin patates böceği (Şekil 1.1) 10-12 mm boyundadır. Sırt kısmında sert bir hal almış olan kanatlar ve bu kanatların üzerinde de beşi bir tarafta, beşi diğer tarafta olmak üzere 10 tane uzunlamasına siyah renkli bant vardır. Sarı kırmızımsı renkli olan ergin patates böceğinin sırtı bombeli bir şekil almıştır. Olgun larva (Şekil 1.1) kambur duruşlu, başı koyu kahverengi olup, vücudu portakal sarısı rengindedir. Segment halinde olan vücudun yan taraflarında üst üste iki sıra halinde, siyah renkli lekeler bulunmaktadır.



Şekil 1.1 Patates böceğinin farklı biyolojik dönemleri a) Patates böceği ergini (Anonim, 2010a); b) Patates böceği olgun larvası (Anonim, 2010b)

Patates böceğinin konukçu bitkileri daha çok patates ve patlıcan olup, birinci nesil ergin ve larvaları genellikle patatese, diğer nesiller ise her iki bitki türüne de zarar vermektedir (Atak, 1973). Ergin ve larvaların her ikisi de konukçu bitkilerin yapraklarını genellikle dıştan başlayarak içe doğru yemekte, bazen de yaprağın merkez kısmında bir delik açarak bu deliği genişletmek suretiyle beslenmektedir. Böceğin beslenmek suretiyle yaptığı zararın yanı sıra, patateslerde X - virüsünün, patates iğ yumru virüsünün ve patates halka çürüklüğünü meydana getiren *Corynebacterium sepedonicum* (A. Spieckermann & P. Kotthoff)'un taşıyıcısı olarak da rol oynadığı

bilinmektedir (Anonim, 2010c). Patates böceği 1824 yılında Thomas Say tarafından Kuzey Amerika'da yabancı olarak yetişen Solanaceae familyasına ait bir bitki olan *Solanum rostratum* Dunal üzerinde bulunarak tanımlanmıştır (Atak, 1973). İlk bulunduğu sahadan başka bölgelere nasıl yayıldığı net olarak açıklığa kavuşmamıştır (Şahin, 1997). Fakat 1850 yılına kadar *S. rostratum* üzerinde yaşadığı ve ilerleyen zamanlarda ticaretin bölgede gelişmesiyle patatesin yetiştiği diğer bölgelere de taşındığı tahmin edilmektedir (Has, 1992). Türkiye'de ilk olarak 1963 yılında tespit edilen *Leptinotarsa decemlineata* Say o tarihten beri ülkemizde patates üretimi yapılan her bölgeye yayılmış durumdadır (Yabaş vd., 1995). 1963'de Edirne'nin Yunanistan'a sınır olan Karaağaç ve Bosna köylerinde görülen patates böceği, devlet eli ile yapılan mücadele çalışmalarına rağmen 1966 yılında İstanbul'da Silivri ve Çatalca'ya kadar ulaşmış, 1968'de ise Çanakkale ilinde görülmüştür (Atak, 1973). Türkiye'nin batı bölgesinden doğuya kadar hızlı bir şekilde yayılma gösteren zararlıya Orta Anadolu Bölgesi'nde 1975'de rastlanmış ve daha doğu bölgelere yayılmaması için birçok mücadele çalışması yapılmışsa da başarılı olunamamıştır. 1981'de Kars'ın Arpaçay ilçesine bağlı bir köyde, 1985'de Erzincan'da, 1987 yılında ise Erzurum'un Olur, Oltu ve diğer bazı bölgelerinde patates böceğine rastlanmıştır (Özbek, 1989).

Fazla miktarda ürün kaybına neden olarak ekonomik düzeyde büyük hasarlara sebebiyet veren patates böceği ile mücadelede kimyasal insektisitlerin kullanımı başı çekmektedir. Bu yöntem ilk olarak uygulanmaya başladığı dönemlerde olumlu sonuç verdiyse de ileriki zamanlarda patates böceklerinin kullanılan kimyasallara karşı dayanıklılık kazandığı ve bu kimyasalların çevrede bulunan diğer bazı canlıların da yaşamlarını olumsuz olarak etkilediği tespit edilmiştir (Gürkan ve Boşgelmez, 1984). Ayrıca bazı kimyasal insektisitlerin tabiatta çok uzun süre kaldığı ve bu sebepten dolayı toprağı, suyu kirleterek, yüksek organizasyonlu canlıların besin zincirine girmesi ile insan sağlığını da dolaylı olarak tehdit ettiği görülmüştür (Demir vd., 2008). 1950'li yıllarda en fazla tercih edilen kimyasal insektisitlerden biri olan DDT'ye ve ayrıca Lindane, Dieldrin, Toxaphene, Carbaryl ve başka organik fosforlu ilaçlara karşı patates böceklerinin direnç kazandığı saptanmıştır (Atak ve Atak, 1977). Kimyasal insektisitlerin ortaya çıkardıkları bu olumsuz yan etkiler araştırmacıları farklı yöntemler

geliştirmeye yönlendirmiştir. Bu farklı yöntemlerin içerisinde biyolojik mücadele ve bitkisel kökenli insektisitlerin kullanımı geniş bir alanı kapsamaktadır.

Patates böceği ile biyolojik mücadele alanında birçok araştırma yapılmıştır. Biyolojik mücadelede, predatör, parazitoit, bakteri, virüs, nematod, fungus ve protozoaların veya bunların çeşitli ürünlerinin zararlı böceklere karşı kullanılması esas alınmıştır (Fuxa, 1998, 2004). Fakat yapılan çalışmalar bu böcek patojenlerinden virüsler hariç (McIntosh ve Grasela, 1994) diğerlerinin tek başına kontrolü sağlayacak etkinliği gösteremediğini ortaya koymuştur (Goldstein ve Keil, 1991). Goldstein ve Keil (1991), yaptıkları çalışmada *Leptinotarsa decemlineata* (Say)'nın önemli predatörlerinden olan *Perillus bioculatus* (F.) (Heteroptera: Pentatomidae)'un tek başına yüksek oranda etki göstermemesine rağmen, bakteriyel insektisit ile *P. bioculatus*'un ortak etkisinin yalnızca bakteriyel insektisitlerin etkisi ile karşılaştırıldığında daha fazla olduğunu belirtmektedirler. Bu çalışma sonucunda bakteriyel insektisit ile *P. bioculatus*'un ortak olarak uygulandığı alandaki patates böceği larvalarının, yalnızca bakteriyel insektisit uygulanan alanlara kıyasla %76 oranında azaldığı tespit edilmiştir. Pentatomidae familyasından olan *Podisus maculiventris* (Say)'in de *P. bioculatus* ile hemen hemen aynı oranda patates böceği larvalarını azalttığı ve yine aynı familyadan *Oplomus dichrous* (H.S.)'un yüksek sıcaklıklarda etkili olan bir başka predatör olduğu görülmüştür (Goldstein vd., 1993). Cantwell vd. (1985) de patates böceği parazitlerinden olan *Edovum putleri* (Grissell)'nin tek başına patates böceği popülasyonunu azaltmadığını ancak *Bacillus thuringiensis* ile birlikte uygulandığında popülasyonda azalma görüldüğünü vurgulayarak Goldstein ve Keil (1991) gibi predatörlerden çoğunun tek başına kontrolü sağlayacak etkinliği gösteremediğini belirtmişlerdir. Yalnızca *B. thuringiensis* türünü içeren preparatlar ile yapılan başka bir çalışma sonucunda patates böceği larvalarında beslenmenin bir miktar da olsa azalma göstermesine rağmen yüksek oranda ölüm değerleri kaydedilememiştir (Kedici vd., 1998).

Patates böcekleri üzerindeki biyolojik mücadele çalışmalarında fungus ve akar türleri de denenmiştir. Denenen türler içerisinde *Beauveria bassiana* (Bals.-Criv.) Vuill. fungus türünün (Goldstein ve Keil, 1991) ve *Chrysomelobia labidomerae* Eickwort akar

türünün (Goldstein vd., 1993) başarılı sonuçlar verdiği görülmüştür. Fakat akar türü olan *Chrysomelobia labidomerae* (Eickwort)'nin verdiği olumlu sonuç, patates böceklerini öldürmesi yönünde değil, bu böceklerin yayılmasını engelleme ve ömrünü kısaltması yönündedir (Goldstein vd., 1993).

Leptinotarsa decemlineata Say ile kimyasal mücadele etme uygulama açısından kolay bir yöntem olmasına ve yüksek oranda sonuç vermesine rağmen, maliyeti artırması, ortamdaki diğer canlıların yaşamını da tehdit ederek doğal dengeyi bozması, çevre kirliliğine sebep olması ve dolaylı olarak insan yaşamını da olumsuz yönde etkilemesi nedeniyle birçok problemi de beraberinde getirmektedir. Tercih edilen bir diğer yöntem olan biyolojik mücadele ise kimyasal insektisitlere kıyasla doğaya zararı yönünden çok daha az yan etkiye sahiptir. Fakat patates böcekleri ile biyolojik mücadelede hazırlık aşaması daha fazla zaman gerektirmektedir. Ayrıca kimyasal insektisitlere göre verimin de istenen seviyenin altında olduğu söylenebilir.

Geçmişten günümüze yapılan tüm çalışmalarda amaç; çevre ve insan sağlığını etkilemeden, doğal dengeyi bozmamaya özen göstererek yalnızca zararlı olan hedef organizma üzerinde etkili olabilecek insektisitler geliştirmektir. Bu doğrultuda son yıllarda araştırmacıların yöneldiği ve ciddi bir şekilde üzerinde çalışmaların yapılmaya başlandığı alan bitkisel kökenli insektisitlerdir.

Isman (1997)'a göre bitkisel kökenli doğal insektisitler, dünya insektisit pazarının %1'ini oluşturmakta ve organik tarım üzerinde eski dönemlere göre daha fazla çalışma yapıldığından dolayı yıllık satışlar her sene yaklaşık %10-15 oranında artış göstermektedir ve gelecek 5 sene içinde ise bitkisel kökenli doğal insektisitlerin pazar payının %25'ini oluşturacağı tahmin edilmektedir.

Bitkilerin, insektisitler için önemli potansiyel kaynaklar olduğu birçok araştırmacı tarafından ispatlanmıştır. Prakash ve Rao (1996) 866, Ahmed ve Grainge (1988) ise 1535 bitkinin tarımda zararlı olan böcekler üzerinde çeşitli şekillerde etki gösterdiğini belirtmektedirler (Günçan ve Durmuşoğlu, 2004). Öncüler (2000) ise günümüzde bu rakamın 2000'i aşmış olduğunu bildirmektedir. Bu kadar çok sayıdaki bitkinin insektisit

etkisinin olduğu bilinmesine karşın pratikte yararlanılanları çok az sayıdadır. Bunun nedenlerini Isman (1997), doğal kaynakların kısıtlı olması, standardizasyon ve ruhsat almadaki zorluklar olarak belirtmiştir.

Bitkisel kökenli doğal insektisitlerin, sentetik insektisitlere göre bazı avantajları ve dezavantajları vardır. Bitkisel kökenli doğal insektisitler, güneş ışığında, nemde ve rüzgârlı hava koşullarında çok hızlı bir şekilde parçalanır. Bu yüzden hasattan kısa bir süre önce kullanılabilir. Bununla birlikte bu insektisitlerin çoğu böcekleri her ne kadar hemen öldürmese de beslenmelerini çok hızlı bir şekilde durdurur. Dolayısıyla böceklerin ölümü için bazen günler geçmesi gerekse de zararı önleme bakımından hızlı etki gösterir. Çok zehirli bazı bitkisel kökenli insektisitleri hariç tutarsak, bitkisel kökenli doğal insektisitlerin çoğu memelilere ve çevreye aşırı toksik etki göstermediği söylenebilir. Hızlı parçalanma ve mide zehiri şeklinde etki göstermeleri, bitkisel kökenli doğal insektisitlerin bitki ile beslenen bazı zararlı böceklere karşı daha selektif olmasını sağlar. Bitkisel kökenli doğal insektisitler çoğunlukla fitotoksik değildir. Ayrıca çimlenme, büyümeye ve ürünün kalitesine olumsuz etkileri yoktur. Ancak nicotinin, bazı süs bitkilerine karşı olumsuz etkisi olabilir. Doğal formlarında kullanıldığında dayanıklılık oluşturma riskleri pratikte yok denecek kadar azdır. Çoğunlukla az gelişmiş ve işçilik maliyeti düşük olan bölgelerde yetiştikleri için, o bölgelerde sentetik insektisitlere göre daha ucuz ve kolay elde edilebilir (Günçan ve Durmuşoğlu, 2004).

Bitkisel kökenli doğal insektisitlerin avantajlarının yanı sıra çeşitli dezavantajlarının da olduğu bilinmektedir. Bu insektisitler doğada hızlı parçalandıklarından, ilaçlama zamanının çok iyi ayarlanmasını ve daha sık uygulamayı gerektirirler. Bunun yanı sıra, etkili 3 maddenin bitkiden elde edilmesi sırasında her zaman aynı oranı yakalamak güç olduğundan standart bir etki beklenemez. Bu nedenle ruhsat almış bitkisel kökenli preparatlar çok azdır. Ayrıca, bitkisel kökenli doğal insektisitlerin, özellikle de bitki ekstraktlarının depolanması neredeyse mümkün değildir. Hazırlandıktan sonra hemen kullanılması gereklidir. Bitkisel kökenli doğal insektisitlerin çoğunlukla daha az toksik olduğu düşünülse de, akut toksisitesi yüksek olan nicotin ve rotenon gibi bazılarının uygulanması sırasında gereken özen gösterilmelidir (Günçan ve Durmuşoğlu, 2004).

Copping ve Menn (2000), bitkisel kökenli insektisitleri doğal insektisitler altında biyoinsektisitler, feromonlar gibi başlıklarla beraber gruplandıkları gibi biyoinsektisitler başlığı altında gruplandıkları da olmuştur (Günca ve Durmuşoğlu, 2004).

Bitkisel kökenli doğal insektisitlerin en yaygın kullanılanları azadirachtin, pyrethrum, rotenon, nicotin, ryania, sabadilla, quassia, sarımsak, bitkisel kökenli yağ asitleri, capsaicin ve bitkisel yağlardır. Bunlardan azadirachtin, üzerinde en çok çalışılan, pyrethrum ise en eski ve halen geniş alanlarda en yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu konuda artan çalışmalarla doğru orantılı olarak her geçen gün yeni bir etkili maddenin keşfi olmakta ve ruhsatlandırılarak kullanıma sunulmaktadır (Günca ve Durmuşoğlu, 2004).

Bitkilerin böcek üzerinde etki göstermesine sebep olan bileşikler, stres anında salgıladığı sekonder metabolitlerdir (Rattan, 2010). Böceklere karşı kullanılan bitkisel maddeler bitkilerden çeşitli yöntemlerle elde edilen ve insektisit özelliği gösteren bileşiklerdir. Bunlar; işlenmemiş bitkisel materyaller, bitki ekstraktları ve bitkilerden izole edilen saf bileşikler gibi değişik formlarda olabilir (Günca ve Durmuşoğlu, 2004).

Bitkisel kökenli doğal insektisitlerin bir kısmı doğrudan öldürücü olarak kullanılırken bir kısmı da bu öldürücü etkinin yanında veya ayrı olarak uzaklaştırıcı, beslenmeyi engelleyici vb. yönü ile kullanılmaktadır (Günca ve Durmuşoğlu, 2004; Rattan, 2010).

İnsektisitlerin genel olarak etki mekanizmaları organizmanın sinir ve sindirim sistemi üzerinedir (Aksoy, 1982; Turanlı vd., 2006). Kaynağı bitki olan insektisitlerin ise böceklerin vücuduna temas yoluyla girerek sekonder metabolitler aracılığıyla sinir-kas sistemi üzerine zehir etkisi yaptığı belirtilmektedir (Lüleyap, 1996). Ayrıca bitkisel insektisitlerin, böceğin çeşitli reseptör bölgelerine farklı şekillerde etki ederek fizyolojisini etkilediği tespit edilmiştir (Rattan, 2010).

Bitkisel kökenli insektisitlerin birçok zararlı türüne etki ettiği bilinmektedir. Örneğin; Yıldırım vd. (2005a), halk arasında kırma biti olarak bilinen, hububat kırması, un ve undan üretilen makarna, bisküvi vb. maddeler, kepek, çorbalık materyal, nişasta ve bazı yağlı tohumlar gibi ürünlere zarar veren (Anonim, 2010d) *Tribolium confusum* (du Val)'un ve buğday biti olarak bilinen depolanmış tohumda zarar yapan (Dörtbudak vd., 1987) *Sitophilus granarius* (L.)'un erginleri üzerinde üç bitki türünün uçucu yağ ekstraksiyonlarının etkisini incelemişler ve *T. confusum* için maksimum %67, *S. granarius* için maksimum %43 ölüm oranı ile sonuç almışlardır. Başka bir çalışmada, sekiz bitki türünden elde edilen uçucu yağların, *S. granarius*'un erginleri ve değirmen güvesi olarak bilinen, hububat, un ve undan üretilen maddeler üzerinde zararlı olan (Anonim, 2010e) *Ephestia kuehniella* (Zeller)'nın larvaları üzerindeki etkisi incelenmiş ve sonuç olarak *S. granarius*'un erginleri için maksimum %74, *E. kuehniella*'nın larvaları için maksimum %79 ölüm oranı tespit edilmiştir (Yıldırım vd., 2005b). Yine Yıldırım vd. (2009), değişik ilaçlar ile ilaçlanmış tohumlardan yetişen bitkilerin, lahana afidi (*Brevicoryne brassicae* L.), lahana yaprak pireleri (*Phyllotreta atra* F.), *Phyllotreta nigripes* F.), lahana güvesi (*Plutella xylostella* L.) ve büyük lahana kelebeği (*Pieris brassicae* L.)'ne karşı etkilerini değerlendirmişlerdir. Bunun sonucunda lahana bitkilerinde yaprak pirelerinin zararının oldukça azaldığı, altı hafta sonra zararın %90 oranında düştüğü tespit edilmiştir. Tewary vd. (2005), beş adet tıbbi bitkinin pestisit özelliğini incelemişler ve bunların bazı kimyasal insektisitler ile aynı etki gösterdiği sonucuna varmışlardır.

Bitkisel kökenli insektisitlerin patates böceği üzerinde etki gösterip göstermediğini açığa kavuşturmak için birçok bilim adamı denemeler gerçekleştirmiştir. Steets (1976), yaptığı denemeler ile *Azadirachta indica* A. Juss. meyvelerinden ekstraksiyon sonucu elde edilen maddenin olumlu sonuç verdiğini kaydetmiştir. Erdoğan ve Toros (2005), *Melia azedarach* L. (Meliaceae) ekstraktlarının patates böceği larvaları üzerine etkisini incelemiş ve olumlu sonuç aldıklarını belirtmişlerdir. Pavela (2010), 75 bitki türünden elde ettiği metanol ekstraktlarından bazılarının *Leptinotarsa decemlineata* Say larvalarında beslenmeyi engelleyici etki gösterdiğini ispatlamıştır. Klocke vd. (1991), bir Çin bitkisi olan *Rhododendron molle* (G. Don)'nin kurutulmuş çiçeklerinden elde ettikleri bileşenler ile *L. decemlineata* larvalarında beslenmeyi engelleyici, büyümeyi

durdurucu ve öldürücü etkisini incelemişlerdir. Sonuçta beslenmeyi engelleyici etkinin daha ağır bastığı görülmüştür.

İnsektisit elde etmek amacıyla faydalanılan birçok bitki türü içerisinde en fazla dikkat çekenini ise likenlerdir. Likenler gerek oluşum şekilleri, gerek yaşam sahaları, gerek kullanım alanlarının çeşitliliği, gerekse yapısında barındırdığı bileşenleri ile çok ilginç bir canlı grubudur. “Liken” kelimesi ilk kez M.Ö. IV. asırda Yunanlı düşünür Theophrastus tarafından ciğer otu bitkisi için kullanılmıştır. Daha sonraki zamanlarda yosunla da karıştırılan likenlerin, mantar ve alglerin birleşimi olduğu Alman botanikçi Schwender tarafından bilim dünyasına açıklanmıştır (Karamanoğlu, 1971). Nash ve Thomas (1996)'a göre likenler, bir mikobiyont olarak anılan fungus ortak ile bir ya da daha fazla sayıda alg ya da siyanobakteri olabilen ve fotobiyont olarak anılan fotosentetik ortak ile oluşan simbiyotik organizmalardır. Aslan (1995) mantarlar ile alglerin birleşerek morfolojik ve fizyolojik bir bütün halinde meydana getirdikleri ortak yaşamlı bitkilerin likenler olduğunu kaydetmektedir. Likenler şekil ve yaşayış bakımından kendilerini oluşturan alg ve mantarlardan tamamen ayrı bir yapı gösterirler. Renksiz bir mantar hifinden oluşan tallusun yapısına katılan fotosentetik canlı (fotobiyont), genellikle yeşil alg veya bir siyanobakteridir; fakat bazı sarı-yeşil alglerden ve kahverengi alglerden de oluştuğu bilinir. En çok Cyanophyta ve Chlorophyta'ya ait cinsler ve Xanthophyta ve Phaeophyta'dan bazı alg türleri görülür. Mantarlar ise genellikle Ascomycetes ve az olarak da Basidiomycetes'e ait cinslerdir (Karagöz, 2007).

Likenlerin yapısında bulunan fotobiyont canlılardan algler ile siyanobakterileri ayırt etmek zor değildir. Yoğun yeşil algler genellikle liken içerisinde çimen yeşili, siyanobakteriler ise mavi-yeşil ya da mavi-gri bir katman oluştur veya siyah renkli ve ıslakken jelatinimsi olan likenlerde bulunur (Brodo vd., 2001).

Likenlerin ilk olarak incelenmeye başlandığı dönemlerde liken simbiyontunda yer alan mantarın klorofil içermemesi nedeniyle bir parazit gibi alglerden yararlandığı düşünülmeye karşın daha sonraları bu açıklama önemini yitirmiştir. Mantarın, ortak yaşam içinde ortamdan su ve suda erimiş mineral maddeleri, hifleri yardımı ile temin

ettiği anlaşılmıştır (Aslan, 1995). Kendi karbonhidratlarını üretemeyen mantarlar glikoz ihtiyacını, içerdiği klorofil pigmenti sayesinde fotosentez yapabilen alg ve siyanobakterilerden karşılamaktadır. Likenlerde depo maddesi olarak da nişasta kullanılmaktadır (Cocchietto vd., 2002).

Metabolik aktivitenin su, ısı ve ışıkla değişkenlik gösterdiği likenlerde, su içeriğinin %65–90 arasında olduğunda fotosentez oranının arttığı, 15–20°C'nin ise fotosentez için optimum sıcaklık olduğu tespit edilmiştir (Cocchietto vd., 2002). Likenlerin oluşumuna sebep olan alg ve mantarların tek başlarına yaşayamayacakları yerlerde beraber kolonize olup liken adını verdiğimiz organizmaya dönüşmesi halinde bu ortamlara adapte olabildikleri görülmüştür (Nash ve Thomas, 1996).

Likenlerde tallus adı verilen, alg hücrelerinin mantar hifleri arasına homojen ya da tabaka halinde yerleşimi ile meydana gelmiş yapılar mevcuttur. Tallusta mantar dominant üyedir. Genellikle likenin büyük bir kısmını oluşturarak eşey organlarını meydana getirir. Yapraksı formdaki liken tallusundan alınan enine kesit incelendiği zaman bazı türlerde alg ve mantar tabakalaşmasının olduğu görülür. Eğer alg hücreleri tallus içinde homojen dağılmışsa homeomerik tallus, tabakalaşma olmuşsa heteromerik tallus olarak adlandırılır (Karamanoğlu, 1971).

Bu mutualist yaşam örneğinde üreme daha çok tallustan oluşan vejetatif üreme birimleri ile olmakta, eşeyli üreme sadece mantar üyelerinde görülmektedir (Aslan, 1995). Likenlerdeki eşeysiz üreme olayında, vejetatif üreme birimleri denen yapılar, talluslardan ayrılan küçük küleciklerdir. Bir veya birkaç alg hücresinin mantar hifleri ile sarılmış olduğu bu küçük küleciklere Soredium adı verilmektedir. Likenler sorediumları yardımıyla eşeysiz olarak üremektedirler (Karamanoğlu, 1971; Yurdakulol ve Yıldız, 2002). Eşeyli üreme olayı ise Apotezyum veya Peritezyum adı verilen üreme organları ile gerçekleşir. Apotezyum veya Peritezyumda spor olgunlaştıktan sonra dışarı atılır. Bu sporlar daha sonra uygun bir alg hücresine rastlarsa hemen yeni likeni meydana getirir. Ancak bazı hallerde alg hücreleri doğrudan doğruya üreme organına gider ve böylelikle sporlarla beraber dağıldıkları için mantarla birleşmeleri kolaylaşmaktadır (Karamanoğlu, 1971; Yurdakulol ve Yıldız, 2002).

Likenlerde bulunan tallus yapıları adeta bu likenin karakteristiğini belli eder. Çünkü birçok durumda bir likenin çok büyük kısmı üreme ve çoğalma yapılarının aksine, tallustan meydana gelmektedir. Bir likenin yeşil veya sarı, büyük veya küçük, iplik şeklinde veya kabuksu olduğunu söylerken tallusu kastedilmektedir. (Brodo vd., 2001).

Yıllardır birçok bilim adamı kendi yorumunu katarak likenleri sınıflandırma yoluna gitmiştir. Bu sınıflandırma çeşitlerinden birisi likenlerin üzerinde yaşadığı ortama göre olmuştur (Karamanoğlu, 1971). Buna göre likenler; kalker kayaları üzerinde yaşayanlar, silisli topraklar üzerinde yaşayanlar, ağaç gövde ve dal kabukları üzerinde yaşayanlar, yapraklar üzerinde yaşayanlar, devrik ağaç kütükleri üzerinde yaşayanlar ve suda yaşayanlar şeklinde gruplara ayrılmıştır.

Başka bir sınıflandırma şekli, liken türü içerisinde bulunan mantar çeşidine göre olmuştur (Karamanoğlu, 1971). Bu durumda likenler 3 sınıfa ayrılmıştır. Bunlar; Phycolichenes: Yapılarında algimsi mantar bulunan likenler, Ascolichenes: Talluslarındaki mantar çeşidi Ascomycetes olan likenler ve Basidiolichenes: Mantarı bazidli olan likenlerdir.

Günümüzde birçok bilim adamı tarafından kabul görmüş en önemli sınıflandırma şekli ise likenleri tallus yapılarına göre gruplandırmaktır. Bu sınıflandırmaya göre likenler 3 gruba ayrılır (Karamanoğlu, 1971). Bunlar;

Kabuksu Likenler: Çoğunlukla ağaç kabukları ve kayalar üzerinde, kabuk şeklinde, sıkı bir örtü meydana getirirler. Likenlerin büyük bir kısmı bu gruba girer. Örneğin; *Lecanora* sp., *Graphis* sp., *Lecidea* sp., *Biatorina* sp. vb.

Yapraksı Likenler: Liken tallusları yaprak şeklindedir. Örneğin; *Parmelia* sp., *Physdia* sp., *Cetraria* sp., *Peltigera* sp., *Sticta* sp., *Lobaria* sp., *Xanthoria* sp. vb.

Dalsı veya Çalimsı Likenler: İnce şerit şeklinde dallanmış tallusları vardır. Tallusları bir çalığı andırarak, ya dik olarak gelişir ya da ağaçlardan aşağı doğru sarkar. Örneğin; *Usnea* sp., *Cladonia* sp., *Alectoria* sp., *Evernia* sp., *Ramalina* sp., *Letharia* sp. vb.

Likenler içerisinde kısa ömürlü olan türlere az rastlanmaktadır. Elbette likenlerin de diğer canlılar gibi yaşam ömürlerini azaltan çevre sorunları olmasına rağmen, bu ilginç canlı grubu temiz hava, yeterli nem ve ışık vb. uygun şartlar altında 1000 yıldan fazla

hayatta kalabilir. Mezar taşları ve bazı tarihi eser anıtların yaşları ile heyelan ve depremlerin meydana geliş tarihleri likenler incelenerek belirlenebilir (Armstrong, 2004). Havası temiz olan yerlerde daha fazla rastlanan liken türlerinin kirli havaya karşı duyarlılıkları fazla olduğundan endüstri bölgelerinde, büyük şehirlerin yakınlarında liken florası çok fakirdir. Buna karşılık havası temiz olan bölgelerde kayaları, ağaç gövde ve dallarının üzerini çeşitli renk ve şekilde örterler. Bu nedenle likenler bir bölgenin havasının temiz olup olmadığını gösteren belirleyici faktörlerdir.

Likenlerde yıllık büyüme bir veya birkaç milimetreden bir kaç santimetreye kadar değişir. El büyüklüğünde bir liken ekseriya 50 yılda meydana gelirken, çalimsı likenlerin birkaç santimetre yükselebilmesi 100-200 yıllık bir süre alabilir (Karamanoğlu, 1971). Daha hızlı büyüyen türler biyokütlelerini yılda %20–40 artırabilir ve özellikle siyanolikenler baskınsa, buldukları ekosistemin mineral döngüsünde önemli bir rol oynayabilir (Richardson, 1992; Nash ve Thomas, 1996; Baron, 1999; Dobson, 2005).

Likenler, dünyanın hemen her yerinde yayılış gösterir. Yeterli nemin bulunduğu kızgın çöllerde, Arktik ve Antartik bölgeler ile yüksek dağların dondurucu soğuklarında diğer bitkilerin yaşayamadığı taşlar, verimsiz topraklar, kuru ağaç kabukları ve kiremitler üzerinde dahi gelişebilmektedirler (Nash ve Thomas, 1996; Aslan vd., 1998).

Likenler dünyada fazla olarak kuzey memleketlerinde, özellikle tundralarda geniş alan kaplarlar. Bu bölgelerde birçok familyadan örnekler bulmak mümkündür. Norveç, İsveç, Finlandiya, İngiltere, İrlanda ve Kanada'da bol olarak gelişen likenler tropik bölgelerde zengin olarak bulunmaktadır. Fakat tropik bölgelerde gelişen likenler geniş alan kaplamazlar. Bu bölgede bulunan likenler, çoğunlukla ağaç kabuklarında ve yapraklarda yaşayan liken türleridir. Akdeniz çevresi memleketlerinde kabuksu likenler çoğunluktadır. Memleketimizde ormanlık alanlarda daha sık rastlanan likenler çoğunlukla kabuksudurlar. Likenler hemen hemen her ağaç kabuğu üzerinde gelişebilmektedir. (Karamanoğlu, 1971).

Likenlerin bu denli ekstrem şartlarda yaşamlarını sürdürmelerine sebep olan özellik yapılarındaki asitlerde gizlidir. Likenlerin sekonder ürünleri olan liken asitleri, likenlere doğadaki karasal süksesyonda öncül bitki olma özelliği kazandırmıştır (Aslan, 1995). Kumlu, kayalık, killi, bataklık ve çakıllı olan ortamlar öncelikle likenler tarafından işgal edilir. Bunlara öncü popülasyonlar denir. Likenler ortamın toprak kalitesini yükseltirler. Tutundukları kayaları salgıladıkları liken asitleriyle yavaş yavaş parçalayarak kaya üzerinde ince bir toprak tabakası oluştururlar. Daha sonra liken parçaları ve orada gelişen karayosunlarının da katılmasıyla organik maddelerin sürekli artması sonucu daha yüksek bitkilerin gelişmesine olanak sağlanır (Lawrey, 1986; Nash ve Thomas, 1996).

Likenlerdeki simbiyotik yaşam içerisinde yer alan mantarlar tarafından üretilen liken asitleri sayesinde, geçmiş yüzyıllardan bu yana birçok alanda likenlerden faydalanılmıştır. Örneğin; eskiden İskandinavya’da kıtlık zamanında *Cetraria islandica* (L.) Ach. türü öğütülüp buğday unu veya patatese katılarak yetersiz erzakların artırılması amacıyla kullanılmıştır. 1880’lerde İsveç’te *Cladina rangiferina* (L.) Nyl. likeni şeker kaynağı olarak kullanılmıştır. Kudret helvası olarak bilinen *Lecanora esculenta* (Pall.) Eversm. türü de zamanında insanlar ve hayvanlar tarafından tüketilmiştir (Brodo vd., 2001).

C. islandica ve *Lobaria pulmonaria* (L.) Hoffm. türleri büzücü özellik gösterdiklerinden dolayı deri tabaklanmasında kullanılmıştır. Yine *L. pulmonaria* biranın mayalanmasında kullanılmıştır. Bu liken ile yapılan biranın şerbetçi otu ile yapılan birayla tamamen aynı olduğu tespit edilmiştir. Fakat organizmayı daha çok uyuşturduğu tespit edilmiştir (Smith, 1975; Tutel, 1986).

Likenlerden çoğunlukla *Rocella* sp. türleri 19. yüzyılın ortalarına kadar yünlüler ve giysilerin boyanmalarında kullanılmışlardır (Karamanoğlu, 1971). *Rocella* sp. türleri arasında iki farklı renk maddesi tespit edilmiştir (Culberson vd., 2001). *Rocella fuciformis* (L.) DC., *Rocella fucoides* (Dicks.) Vain., *Rocella peruensis* Krempelsh. ve *Lecanora montagnei* (Fr.) Schaer.’de “Eritrin asidi”, *Rocella tinctoria* DC., *Rocella*

sinensis Nyl. ve *Cladonia portentosa* ((Dufour) Coem.)’da “Lecanorin asidi” mevcuttur (Smith, 1975).

Evernia prunastri (L.) Ach., *Pseudevernia furfuracea* (L.) Zopf. ve *Lobaria pulmonaria* (L.) Hoffm. türleri daha fazla olmak üzere *Anaptychia ciliaris* (L.) Körb., bazı *Usnea* sp. ve *Physcia* sp. türleri de nadir olarak kozmetik alanında kullanılmaktadır. Bu likenler parfüm içinde tek başlarına değil bir karışım halinde kullanılmaktadırlar. Kokunun kalıcılığını artıran likenler, bileşimine girdiği parfüme hoş bir koku vermektedir (Tutel, 1986).

Likenlerden tıbbi alanda da yararlanılmıştır. Bu alanda liken türleri genellikle dış görünüşlerine göre anlam yüklenerek kullanılmıştır. Mesela; *L. pulmonaria* türü akciğere benzediği için akciğer hastalığının tedavisinde ve yumuşatıcı bir krem olarak kullanılmıştır. İpliksi bir yapıda olan ve saça benzeyen *Usnea Florida* (L.) Weber ex F.H. Wigg. ve diğer birçok *Usnea* sp. türleri saç dökülmesini engellemek, saçların daha gür ve canlı bir görünüm kazanmasını sağlamak amacıyla kullanılmıştır. Sarı-turuncu bir renge sahip olan *Xanthoria parietina* (L.) Beltr. türünden sarılık hastalığının tedavisinde, tallusunda küçük siğillere benzeyen yapılar olan *Peltigera aphosa* (L.) Willd. türünden ise pamukçuk hastalığı tedavisinde yararlanılmıştır (Karamanoğlu, 1971; Brodo vd., 2001).

Likenler ilaç olarak, laksatif, ekspektoran veya tonik şeklinde dahili ya da harici macun veya lapa şeklinde, ya da dekoksasyon (kaynatma) veya infuzyon (demleme) şeklinde kullanılmaktadır. Dünyanın çeşitli yerlerinde, özellikle Japonya’da, likenlerin yeni farmasotik kullanımları için araştırmalar yapılmaktadır. Örneğin; polisakkaritleri, glukanları ve glikoproteinleri anti-tümör aktivitesine sahip liken türlerinden biri olan *Umbilicaria esculenta* ((Miyoshi) Minks)’daki bir polisakkaritin AIDS hastalığına sebep olan HIV virüsünün gelişmesini inhibe ettiği tespit edilmiştir (Smith, 1975; Zeybek, 1982; Tutel, 1986; Galun, 1988; Brodo vd., 2001).

Bugün likenlerde 60’den fazla antibiyotik maddenin tespit edildiği bilinmektedir (Karamanoğlu, 1971). *Cladonia* sp., *Evernia* sp., *Cetraria* sp., *Usnea* sp., *Alectoria* sp.

ve *Ramalina* sp. gibi bazı türlerden elde edilen asitlerin karışımı antibiyotik olarak kullanılmaktadır. Usnik asit, vulpinik asit, evernik asit ve liken yağ asitlerinin karışımı temel antibiyotik içerikleridir. Liken asitlerinden usnik asit ile evernik asidin karışımından elde edilen Evosin maddesinin kuvvetli bir antibiyotik etkisi vardır. Gram (+) coccuslara, *Mycobacterium tuberculosis* Zopf (verem basili) ve *Corynebacterium diphtheria* (difteri basili)'ya karşı etkilidir. Usnik asidin Na tuzlarının da *Staphylococcus* sp., *Streptococcus* sp. ve *Mycobacterium* sp. türlerine karşı kuvvetli bir antibiyotik etkisi olduğu tespit edilmiştir (Tutel, 1986; Aslan vd., 1998).

Likenlerin, yapısında bulunan asidik maddeleri %1–5 oranında, liken ekstrelerinin ise bu asidikleri çoğu zaman %25'lere varan oranlarda içermeleri bu maddelerin izolasyonunu kolaylaştırmakta ve dolayısıyla likenlerin bu yönüyle tohumlu bitkilerden daha fazla önem kazanmasına neden olmaktadır (Öztürk ve Aslan, 1991).

Likenlerin yukarıda bahsedilen ve daha birçok bahsedilmeyen kullanım alanlarına insektisit etkisini de eklemek gerekmektedir. Tıbbi alanda antibiyotik etkisinin olduğu tespit edilen likenlerin insektisit yani böcek öldürücü etkisinin olması da şaşırtıcı değildir. Aslan vd. (1998) tarafından, likenler içerisinde yalnızca *Letharia vulpina* (L.) Hue ve *Vulpicida pinastri* (Scop.) J.-E. Mattsson türlerinin zehirli olduğu ve bu likenlerin Avrupa'nın bazı ülkelerinde ve İskandinav ülkelerinde kışları hayvan sürülerine zarar veren kurtları ve tilkileri öldürmek için kullanıldıkları belirtilmiştir. Bu türler hayvanlar tarafından yenildiklerinde özellikle solunum sistemine tesir ederek solunumu durdurmak suretiyle ölüme sebep olmaktadır. Brodo vd. (2001), bu zehirli türlerden olan *L. vulpina*'yı fazla miktarda toplayan bir likenolojistin, o esnada sürekli bu tür ile temas halinde olduğundan ciddi bir şekilde solunum yolu tahrişi geçirdiğini ve bu kişide burun kanamasının meydana geldiğini belirtmişlerdir. Bu durum, bu liken türlerinin insan üzerinde de zehir etkisi gösterebileceğini ortaya koymaktadır. İşte likenlerin bu özelliklerini de göz önünde bulunduran bazı araştırmacılar likenlerin insektisit etkisini inceleme yoluna gitmişlerdir.

Cetin vd. (2008), *Cladonia foliaceae* (Huds.) Wield. ve *Ramalina farinacea* (L.) Ach. liken türlerinden elde ettikleri sekonder metabolit olarak karşılaşılan (-)-usnik asit ve

(+)-usnik asidin laboratuvar şartlarında *Culex pipiens* L. (Sivrisinek) larvalarına karşı insektisit etkilerini araştırdılar ve bu canlıların bazı biyolojik dönemlerinde %100 sonuç aldılar. Nimis ve Skert (2004) tarafından, farklı kimyasal özellikleri olan 50 liken türünden 1440 örnek, likenler ile beslenen böceklerin bu özelliklerinin liken türünden, özellikle liken kimyasından kaynaklanıp kaynaklanmadığını belirlemek için analiz edildi. Çok değişkenli analizler, ota beslenen hayvanlar ve bazı liken maddelerinin varlığı arasında özel bir negatif korelasyon olduğunu ortaya koydu. Silva vd. (2009), lektin maddesi izole edilen *Cladonia verticillaris* (Raddi) Fries likeninin *Nasutitermes corniger* Motschulsky termiti üzerindeki potansiyel insektisit etkilerini araştırdılar. Yaptıkları çalışmalar sonucunda *C. verticillaris* preparatlarının, araştırmacılar için termitlerin veya diğer zararlıların hedefleri olan bitki türlerinin yanı sıra tarım ve ağaç endüstrisi ile ekonomik ilişkisi olan termitlerin (veya diğer böceklerin) kontrolünün gerçekeşebileceğini belirttiler. Uysal vd. (2009) yaptıkları çalışmada, *Lobaria pulmonaria* (L.) Hoffm. likeninin metanol, kloroform ve su ekstralarının *Drosophila melanogaster* Meigen (Sirke sineği)'in ömür uzunluğu üzerine etkilerini incelediler. Metanol ekstresinin kloroform ve su ekstralarına göre daha etkili, su ekstresinin ise metanol ve kloroform ekstralarına göre nispeten daha zayıf etkili olduğunu tespit ettiler. Emmerich vd. (1993), liken metabolitlerinden dördü olan (-)- ve (+)-usnik asit, vulpinik asit ve stiktik asidin *Spodoptera littoralis* Boisduval (Pamuk yaprakkurdu) larvaları üzerindeki beslenmeyi engelleyici ve öldürücü etkisini araştırdılar. Vulpinik asidin yanı sıra usnik asidin her iki türünün de yüksek seviyede öldürücü etki gösterdiğini ve büyümeyi geciktirdiğini de belirttiler. Stiktik asidin ise herhangi bir etki göstermediğini buldular.

Le vd. (2001) tarafından usnik asit ve vulpinik asidin larva öldürücü etkisi beyazsinek (*Bemisia tabaci* Gennadius) üzerinde denenmiş ve vulpinik asidin, (-)-usnik aside göre daha etkili olduğu belirtilmiştir. Buna ek olarak Balajı vd. (2007)'nin yaptıkları çalışmada *Roccella montagnei* Bél. liken türünün hekzan, etil asetat, metanol ve su ekstralarının yeşil kurt üzerinde (*Helicoverpa armigera* (Hubner) Among) öldürücü etki gösterdiği saptanmıştır (Çetin ve Sümbül, 2007).

Bombuwala (2001) tarafından yapılan başka bir çalışmada *Usnea* sp., *Heterodermia diademata* (Taylor) D.D. Awasthi, *Roccella montagnei* B el. ve *Leproloma sipmanianum* K ummerl & Leuckert liken türlerinden elde edilen Ambewelamide A'nın *Aedes aegypti* (L.)'nin ikinci dönem larvaları üzerine yüksek oranda öldürücü etkisi belirlenmiŐ ve Kathirgamanathar vd. (2006), aynı türün larvaları ile yaptıkları bir çalışmada Kabraleadiol monoasetat, 4-O-metilkriptoklorofeik asit, likeksanton ve 3,6-dimetil-2-hidroksi-4-metoksibenzoik asit liken maddelerinin öldürücü etkiye sahip olduğunu bildirmişlerdir (Çetin ve Sümbül, 2007).

Yukarıda değinilen likenlerin insektisit etkileri üzerine yapılan bütün bu çalışmaların ya beslenmeyi engelleyici yönden ya da öldürme özelliği yönünden olumlu sonuç verdiği görülmüştür. Bitkisel insektisitler içinde yeni yeni yararlanılmaya baŐlanan likenlerin diğer birçok bitkisel kökenli insektisitlere kıyasla daha yüksek oranda sonuç verdiği birçok araŐtırmacının yaptığı çalışmaların neticelerine yansımıştı.

Tüketicilerin bol miktarda kullandığı patates, patlıcan ve domates gibi tarım ürünlerine zarar vererek ülkemiz tarımı açısından büyük ekonomik kayıplara sebep olan patates böceği (*Leptinotarsa decemlineata* Say) ile mücadele alanında Őimdiye kadar liken kökenli bir insektisit kullanımı rapor edilmemiştir. İŞte buradan yola çıkararak, yıllardır birçok alanda kullanılarak olumlu sonuç veren likenlerin, yapılan bu tez çalışması aracılığıyla tarımsal zararlılarla mücadele alanına da katkıda bulunabileceğini umut ediyoruz.

2. KURAMSAL TEMELLER ve KAYNAK ÖZETLERİ

2.1. Yurt İçinde Yapılan Çalışmalar

Atak ve Atak (1977), patates böceği (*Leptinotarsa decemlineata* Say)'nin insektisitlere karşı dayanıklılığı üzerinde incelemelerde bulunmuşlardır. Patates böceği erginlerine karşı topikal uygulama metodunu kullanan Atak ve Atak (1977), azinphos methyl, trichlorphon ve propoxur ile denemeler yaparak LD₅₀ değerlerini tespit etmişlerdir. Kışlamış patates böceği erginlerine yapılan denemelerde elde edilen LD₅₀ değerlerinin matematiksel ortalaması azinphos methyl için LD₅₀ = 1.34 mikrogram/böcek, yaz erginlerine karşı azinphos methyl ile yapılan denemeler sonucu matematiksel ortalama LD₅₀ = 1.55 mikrogram/böcek, trichlorphon için LD₅₀ = 5.24 mikrogram/böcek olarak bulunmuştur.

Aksoy (1982), sentetik organik insektisitlerin zararlıların sinir sistemlerine etki ederek öldürdüğünü bildirmektedir. Araştırmacı bu çalışmasında, öncelikle sinir sisteminde sinir uyarılarının iletilmesi üzerinde durmuş, sistemin çalışması için gerekli olan enzimlerin biyokimyasal görevlerinin nasıl engellendiğini incelemiş ve bu bilgiler ışığı altında sentetik organik insektisitlerin genel etki mekanizmalarını açıklamıştır.

Gürkan ve Boşgelmez (1984), patates böceğinin popülasyon dinamiğini araştırmışlardır ve yapılan popülasyon sayımlarında mekanik mücadelenin etkili olduğu, özellikle birinci dölün ortaya çıktığı Mayıs-Haziran aylarında yapılacak olan mekanik mücadelenin büyük önem taşıdığı belirtilmiştir.

Özbek (1987), II. Dünya Savaşı'ndan itibaren giderek yükselen bir oranla kullanılan kimyasal insektisitlerin ilerleyen zamanlarda olumsuz etkilerinin anlaşıldığı üzerinde durmuştur. Araştırılan alternatif yöntemler içerisinde, böceklerde hastalık yapan bakteri, fungus ve virüslerin insektisit olarak kullanılmaya başlandığını bildirmiştir. Fakat bu yöntemlerin avantajlarının yanı sıra üretimlerinin zor oluşu, etki alanlarının sınırlılığı vb. dezavantajlarının da olması nedeniyle yaygın bir şekilde kullanılmadığından bahsedilmiştir.

Yabaş vd. (1995), patates böceğinin biyolojik mücadelesi üzerinde bazı araştırmalarda bulunmuşlar ve bu amaçla yumurta parazitoidi *Edovum puttleri* (Grissell) (Hym.: Eulophidae) ile çalışmışlardır. Çalışmalar sonunda parazitoidin laboratuvar koşullarında parazitlenme oranı ortalama %41.6 bulunmuştur. Tarla koşullarında yapılan çalışmada ise elverişsiz çevre koşulları (sıcaklık gibi) nedeniyle parazitlenme tespit edilemediği bildirilmiştir. Parazitoidin etkinliği çalışmasının yanı sıra ayrıca laboratuvar ve tarla koşullarında zararlıların larvalarına karşı *Bacillus thuringiensis*'lu preparatlar denenmiş ve M-ONE (*B.t* var. sandiego)'ın 500 ml/da MYX-1806 (*B.t* var. sandiego)'in 280 ml/da ve Novodor (*B.t* var. *tenebrionis*)'un 200 ml/da dozları etkili bulunmuştur.

Lüleyap (1996), yaptığı çalışmada sivrisineklerde gelişen fizyolojik insektisit direncini incelemiştir. Yoğun olarak insektisit kullanılan alanlar ile hiçbir insektisit baskısı altında bulunmayan laboratuvar kolonisine ait sivrisinek ergin dişileri arasındaki fizyolojik dayanıklılık çeşitli enzimler yardımıyla belirlemeye çalışmıştır. Yoğun olarak insektisit kullanılan bölgelere ait enzim aktivitelerinin, nispeten az ve hiç insektisit kullanılmayan bölgelere kıyasla daha yüksek aktivite gösterdiğini tespit etmiştir.

Şahin (1997), yaptığı çalışma ile patates böceklerinin Erzurum ekolojik koşullarındaki popülasyon yoğunluğunu ve doğal düşmanlarını tespit etmiştir. Doğal düşman olarak *Deraeocoris seranus* Dgl. (Miridae, Heteroptera)'un patates böceği yumurtalarının iç muhteviyatını emerek onları tahrip ettiği belirtilmiştir. Aynı zamanda fitofag olarak bilinen *Exolygus rugulipennis* Popp. ve predatör böceklerden *Anthocoris sibiricus* Rt., *Coccinella septempunctata* L. ve *Chrysoperla carnea* (Stephens)'nin patates böceği yumurtaları üzerinde beslendikleri saptanmıştır.

Kedici vd. (1998), *Bacillus thuringiensis*'li preparatların (Novodor, M-ONE ve M-TRAK) tarla ve laboratuvar şartlarında patates böceği larvalarına etkileri üzerinde araştırmalarda bulunmuşlardır. Laboratuvar koşullarında patates böceğinin larva dönemlerine karşı yapılan denemede en yüksek etki birinci dönem larvalara ilaçlamadan dört gün sonra Novodor'un 1.20 ml/l (%59.4) ve 0.60 ml/l (%53.1) dozlarından elde edilmiştir. Daha sonraki larva dönemlerinde etkinin düştüğü ve dördüncü dönem larvalarda etkinin olmadığı görülmüştür. Tarla denemelerinde ise yine Novodor, 200 ve

500 ml/da dozlarında patates böceğinin larvalarına karşı yeterli etkiyi göstermiş; bu ilacın uygulandığı parsellerde, bitkilerdeki zarar durumu ve verim de dikkate alınarak tarlada birinci dönem larvaların hakim olduğu devreden başlayarak, 10 gün aralıklarla yapılacak üç uygulamanın zararlının kışlamış erginlerinden gelişen nesilin kontrol edebileceği ve ekonomik olması açısından 200 ml/da dozunun uygulamaya verilebileceği kanaatine varılmıştır.

Günca ve Durmuşoğlu (2004), geniş bir kullanım alanı olan sentetik insektisitlerin son yıllardaki bilinçsizce kullanımını sonucu zararlılarda oluşan dayanıklılık ve insan ve çevreye toksisitesi gibi olumsuz etkileri üzerinde durmuşlardır. Tarımsal zararlılarla mücadelede alternatif maddeler içerisinde yer alan azadirachtin, pyrethrum, rotenone, nicotine, ryania, sabadilla, quassine ve bitkisel yağların kullanımından bahsetmişlerdir. Bu maddelerin genelde repellent (uzaklaştırıcı), doğurganlığı azaltıcı, kısırlaştırıcı, öldürücü ve yumurta bırakmayı önleyici etki gösterdikleri bildirilmiştir.

Yıldırım vd. (2005a), *Tribolium confusum* du Val ve *Sitophilus granarius* (L.)'un erginleri üzerinde, *Hypericum hyssopifolium* Vill., *Pistacia lentiscus* L. ve *P. terebinthus* L. bitkilerinin uçucu yağ ekstraksiyonlarının etkisini incelemişlerdir. Uygulamadan 96 saat sonra, *T. confusum* üzerinde *H. hyssopifolium*, *P. lentiscus* ve *P. terebinthus* bitkilerinin uçucu yağ ekstraksiyonlarının maksimum dozunun (40 µl) sırasıyla %50, %67 ve %40 ölüm oranı verdiği görülmüştür. *S. granarius* için ise yine aynı bitkilerin sırasıyla %43, %33 ve %43 ölüm oranı gösterdikleri tespit edilmiştir.

Yıldırım vd. (2005b), *Origanum acutidens* Hand. Mazz., *Satureja hortensis* L., *Hypericum scabrum* L., *Thymus vulgaris* L., *Micromere fruticosa* Bertol., *Salvia limbata* C. A. Mey., *Salvia nemerosa* L. ve *Hyssopus officinallis* L. bitki türlerinden elde edilen uçucu yağların, *S. granarius*'un erginleri ve *Ephestia kuehniella* (Zeller)'nın larvaları üzerindeki etkisini incelenmişlerdir. *O. acutidens*, *S. hortensis*, *H. scabrum*, *T. vulgaris*, *M. fruticosa*, *S. limbata*, *S. nemerosa* ve *H. officinallis* bitkilerinden elde edilen uçucu yağların 10 µl dozunun *S. granarius*'un erginleri üzerinde yaklaşık olarak sırasıyla %74, %66, %73, %4, %12, %7, %10 ve %14 ölüm oranı verdiği saptanmıştır. *Ephestia kuehniella* (Zeller)'nın larvaları için ise yine aynı

bitki türlerinin sırasıyla %79, %62, %72, %24, %24, %6, %0 ve %14 ölüm oranı verdiği belirlenmiştir.

Erdoğan ve Toros (2005), çalışmalarında *Melia azedarach* L. (Meliaceae)'ın aseton, etanol ve metanolle elde edilen ekstraktlarının patates böceği larvalarının gelişimi üzerine etkisini incelemiştir. Araştırma sonucunda, larva döneminde yapılan tüm yöntemlerde uygulanan ekstraktların konsantrasyon artışına bağlı olarak, larva ve pupa dönemi süresini uzattığı, larva ve pupa dönemlerinde yüksek oranda ölüme neden olduğu, anormal görünümlü bireylerin meydana geldiği, pupadan çıkan ergin sayısının azaldığı ve pupadan çıkan sağlıklı dişilerin daha az yumurta bıraktığı belirlenmiştir.

Gökçe vd. (2006), *Bifora radians* M., *Arctium lappa* L., *Verbascum songaricum* Fisch. & C. A. Mey., *Xanthium strumarium* L. ve *Humulus lupulus* L. bitkilerinden elde ettikleri 2, 20 ve 200 g kg⁻¹ ekstrakt çözeltilerinin içerisine patates bitkisi yapraklarını daldırdıktan sonra patates böceklerine bu yaprakları vermek suretiyle denemelerini gerçekleştirmişlerdir. İlk 24 saat sonunda 2 g kg⁻¹ konsantrasyonlu ekstrakt çözeltilerinde yaprak tüketiminde bir farklılığın olmadığı gözlemlenmiştir. Genel olarak 200 g kg⁻¹ konsantrasyonlu ekstrakt çözeltilerinin patates böceklerinde beslenmeyi azalttığı, diğer 2 ve 20 g kg⁻¹ konsantrasyonlu çözeltilerin beslenmeyi azaltma yönünden kontrol grubu ile büyük farkının olmadığı belirtilmiştir. Yapılan çalışmanın sonuçlarına göre denenen ekstrakt çözeltilerinin *Leptinotarsa decemlineata* Say tarafından tüketilen yaprakları 24 saatten daha fazla süre koruyabildikleri vurgulanmıştır. Sonraki çalışmalarda ise bu bitki ekstraktlarının aktif bileşenlerinin, biyolojik olarak zararlı yönetim stratejisi için belirlenmesi gerektiği üzerinde durulmuştur.

Kordali vd. (2007), değişik bitki türlerinden elde ettikleri uçucu yağların içeriğindeki 30 saf monoterpenin, patates böceğinin birinci, ikinci, üçüncü dönem larvalarına ve erginlerine karşı toksisitesini incelemiştir. Test edilen monoterpenler arasında mirsenin yanı sıra hidrokarbonlar, β -pinen, γ -terpinen ve 3-karen'in tüm larval dönemlere güçlü toksik etki gösterdiği belirlenmiştir. Yapılan testler bazı bileşenlerin larva ve yetişkinlere karşı farklı toksik etki gösterdiğini ortaya çıkarmıştır. Örneğin;

menton bileşiminin ergin patates böceklerine karşı larvalardan daha fazla toksik etki gösterdiği belirtilmiştir. Sonuç olarak 1,8-sineol, fenkon, β -pinen ve γ -terpinen'in patates böceği larva ve erginlerinin her ikisine karşı potansiyel kontrol etkeni olarak kullanılabilecekleri açıklanmıştır.

Yıldırım vd. (2009), değişik ilaçlar ile ilaçlanmış tohumlardan yetişen bitkilerin, lahana afidi (*Brevicoryne brassicae* L.), lahana yaprak pireleri (*Phyllotreta atra* F., *Phyllotreta nigripes* F.), lahana güvesi (*Plutella xylostella* L.) ve büyük lahana kelebeği (*Pieris brassicae* L.)'ne karşı etkilerini değerlendirmişlerdir. Bunun sonucunda üç etkili maddenin de afit bulaşıklılık oranını azalttığı ve lahana bitkilerinde yaprak pirelerinin zararının oldukça azaldığı ve bitkilerin ekiminden altı hafta sonra zararın %90 oranında düştüğü tespit edilmiştir.

Uysal vd. (2009), yaptıkları çalışmada, *Lobaria pulmonaria* (L.) Hoffm. likeninin metanol, kloroform ve su ekstralarının *Drosophila melanogaster* (Meigen)'in ömür uzunluğu üzerine etkilerini araştırmışlardır. Standart *Drosophila* Besiyerine farklı konsantrasyonlarda (0.5; 1.0; 1.5; 2.0 mL/100 mL besiyeri) ilave edilen *L. pulmonaria* likeninin farklı çözücülerdeki bu etkisi, uygulama ve kontrol grupları için dişi ve erkek popülasyonlarında ayrı ayrı çalışılmıştır. Çalışmanın sonucunda *L. pulmonaria*'nın metanol, kloroform ve su ekstralarına maruz bırakılan her iki popülasyonda da ömür uzunluğunun konsantrasyon artışına paralel olarak arttığı ve bu artışın kontrole göre $p < 0.05$ düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir. Ancak metanol ekstresinin kloroform ve su ekstralarına göre daha etkili, su ekstresinin ise metanol ve kloroform ekstralarına göre nispeten daha zayıf etkili olduğu görülmüştür.

2.2. Yurt Dışında Yapılan Çalışmalar

Klocke vd. (1991), bir Çin bitkisi olan *Rhododendron molle* (G. Don)'nin kurutulmuş çiçeklerindeki en aktif bileşenler olarak tespit edilen rhodojaponin III, grayanotoksin III ve kalmanol, üç grayanoid diterpeni izole etmişlerdir. Rhodojaponin III'ün, *Leptinotarsa decemlineata* (Say)'nın larvalarına karşı insektisit aktiviteleri, büyümeyi

inhibe edici ve beslenmeyi engelleyici etkilerini belirleyen en önemli bileşen olduğu vurgulanmıştır. Yapılan çalışmada grayanotoxin III'ün daha az miktarda elde edildiği ve beslenmeyi engelleyici etki olarak daha az aktif olduğu tespit edilmiştir.

Emmerich vd. (1993), liken metabolitlerinden dördü olan (-)- ve (+)-usnik asit, vulpinik asit ve stiktik asidin *Spodoptera littoralis* Boisduval (Pamuk yaprakkurdu) larvaları üzerindeki beslenmeyi engelleyici ve öldürücü etkisini araştırmışlardır. Vulpinik asidin yanı sıra usnik asidin her iki türünün de yüksek seviyede öldürücü etki gösterdiği ayrıca bu asitlerin büyümeyi geciktirdiği de görülmüştür. Denemelerde en aktif bileşen olan (-)- usnik asidin LD₅₀ değeri 8,6 µmol g⁻¹ kuru ağırlık olarak ölçülmüştür. Oysa (+)-usnik asit ve vulpinik asidin LD₅₀ değerleri sırasıyla 90,8 ve 111,0 µmol g⁻¹ kuru ağırlık olarak saptanmıştır. Stiktik asidin ise larval ölüme neden olmadığı belirtilmiştir. Usnik asit ve vulpinik asidin zarar verici etkisinin büyük olasılıkla beslenmeyi engelleyici özelliğinden kaynaklandığı düşünülmüştür. Aynı zamanda larvanın hemolimfinden (vücut sıvısı) enjekte edilen örnek, yüksek toksisiteyi de göstermiştir. Yapılan tüm denemeler (-)- usnik asit bileşeninin beslenmeyi engelleyici ve öldürücü etkisinin dikkate değer bir seviyede olduğunu ortaya koymuştur.

Romagni vd. (2000), fitotoksik liken metaboliti olan usnik asidin, *p*-hidroksifenilpirüvat dioksigenazın potansiyel inhibitörü olduğunu belirtmişlerdir. Sekonder liken metaboliti olan usnik asidin, her biri ayrı olan 9b pozisyonundaki metil grubunun bir α veya β tasarımı belirten bir (-) ve (+) enantiyomer (bir insanın sağ ve sol ellerinin aynı fakat zıt olması gibi birinin diğerinin simetri görüntüsü olması) olarak mevcut olduğu vurgulanmıştır. (-)-Usnik asit, işleme alınan bitkilerdeki klorofil ve karotenoidlerin her ikisinin de azalması ile verilen doza bağlı olarak kotiledon dokularının ağarmasına sebep olmuştur. Hâlbuki (+) enantiyomer ile ağarma olayı gözlemlenmemiştir. (-)-Usnik asit protoporfirinojen oksidaz aktivitesini inhibe etmiştir. Fakat protoporfirin IX birikimini etkilememiştir. Ağarma olayına (-)-usnik asit tarafından oluşturulan 4-hidroksifenilpirüvat dioksigenaz enziminin tersinemez inhibisyonunun sebep olduğu görülmüştür.

Nimis ve Skert (2004) tarafından, farklı kimyasal özellikleri olan 50 liken türünden 1440 örnek (*Parmelia* s.lat., *Physcia* s.lat.), likenler ile beslenen böceklerin bu özelliklerinin liken türünden, özellikle liken kimyasından kaynaklanıp kaynaklanmadığını belirlemek için analiz edilmiştir. Çok değişkenli analizler, otlar beslenen hayvanlar ve bazı liken maddelerinin varlığı arasında özel bir negatif korelasyon olduğunu ortaya koymuştur. Atranorin, kalsiyum oksalat, fumarprotosetrarik asit, girporik asit, lekanorik asit, skyrin, usnik asit ve zeorin maddelerinin otlar beslenme özelliğini azalttığı tespit edilmiştir.

Tewary vd. (2005), *Berberis lycium* L., *Hedera nepalensis* L., *Acorus calamus* L., *Zanthoxylum armatum* L. ve *Valeriana jatamansi* L. tıbbi bitkilerinin, tarım alanında önemli zararlılar olan *Aphis craccivora* Koch, *Tetranychus urticae* Koch ve *Spodoptera litura* Fab, *Plutella xylostella* L. ve *Helicoverpa armigera* (Hub)'nın larvaları üzerindeki insektisit etkilerini araştırmışlardır. Ekstraktların/uçucu yağların çoğunun yalnızca *A. craccivora* üzerinde etki gösterdiği bildirilmiştir. Test edilen örneklerin aktivitesinin geçen zamanla negatif korelasyon gösterdiği bildirilmiştir. Bununla birlikte, *A. craccivora*'ya karşı olan 25-51 ppm arasındaki kimyasal insektisit kullanımının 24 saat sonrasındaki LC₅₀ değeri ile 48 saat sonunda ekstraktlar ile test edilen tüm örneklerin 55-60 ppm arasındaki LC₅₀ değerlerinin neredeyse eşit olduğu görülmüştür.

Cetin vd. (2008), araştırmalarında yaygın olarak ikinci liken metaboliti olarak karşılaşılan (-)-usnik asit ve (+)-usnik asidin laboratuvar şartlarında *Culex pipiens* (L.)'in larvalarına karşı insektisit etkilerini araştırmışlardır. Her iki içeriğin de güçlü larva öldürücü etki gösterdiği ve 24 saatte 10 ppm ve 5 dozda *C. pipiens* türlerinin üçüncü ve dördüncü larva aşamalarının %100 ölmesine sebep olduğu belirtilmiştir. *C. pipiens* larvalarına karşı kullanılan (-)- ve (+)- usnik asit biyolojik denemeleri, LC₅₀ değerlerinin sırasıyla 0.8 ve 0.9 ppm olduğunu gözler önüne sermiştir. Bu sonuçlar liken içeriklerinin yeni insektisit araştırmalarında yararlı olabileceği fikrini ortaya çıkarmıştır.

Silva vd. (2009), saf *Cladonia verticillaris* (Raddi) Fries liken lektininin *Nasutitermes corniger* (Motschulsky) (Isoptera: Termitidae) üzerindeki insektisit etkisini

incelemişlerdir. *Cladonia verticillaris* (Raddi) Fries liken lektini (ClaveLL) Sephadex G-100 jel filtrasyon kromatografisi aracılığı ile izole edilmiş ve ÂKTA-FPLC ve HPLC sistemleri ile saf bir lektin tanımlanmıştır. Liken ekstraktı (LE), protein fraksiyonu (F1) ve ClaveLL, *Nasutitermes corniger* Motschulsky termiti üzerindeki potansiyel insektisit etkilerini değerlendirmek için kullanılmışlardır. LE, F1 ve ClaveLL hemaglutinasyon aktivitesi, protein konsantrasyonu ve ikincil metabolitlerin varlığı için değerlendirilmiş ve preparatlar ve ikincil metabolit ürünü olan aktif ClaveLL'nin termitlerin ölümünü artırdığı belirtilmiştir. ClaveLL LC₅₀ değerleri 10 gün sonra işçi ve asker termitler için sırasıyla 0.196 ve 0.5 mg ml⁻¹ bulunmuştur *C. verticillaris* preparatlarının, araştırmacılar için termitlerin veya diğer zararlıların hedefleri olan bitki türlerinin yanı sıra tarım ve ağaç endüstrisi ile ekonomik ilişkisi olan termitlerin (veya diğer böceklerin) kontrolünü gerçekleştirebileceğinden bahsedilmiştir.

Rattan (2010), bitkisel kökenli sekonder insektisit metabolitlerin etki mekanizmasını incelemiştir. Zararlıların artan dirençleri ile mücadele etmek için daha yeni olan etkili insektisit içeriklerin tespit edilmesi gerektiği vurgulanmıştır. Bitkisel kökenli aktif insektisit kimyasal içeriklerin bu problemin çözümü için umut verici olarak görüldüğü belirtilmiştir. Bu nedenle sürekli olarak, farklı etki mekanizmaları ile aktif olan yeni aktif moleküllerin keşfedilmesi gerektiği bildirilmiştir. Bitkilerde bulunan sekonder metabolitlerin üremeyi ve diğer süreçleri inhibe eden koruyucu etki (toksik) gösterdiği vurgulanmıştır. *Azadirachtina indica*, *Mentha* spp., *Lavendula* spp. bitkilerinden elde edilen uçucu yağların ve *Nicotiana* spp., *Delphinium* spp., *Haloxylon salicornicum* (Moq.) Bunge ex Boiss., *Stemona japonicum* bitkilerinden elde edilen nikotinin kolinerjik sistem üzerinde etkili olduğu, *Thymus vulgaris* L. bitkisinden elde edilen thymol ve silphinenes bileşiklerinin GABA sistemi üzerinde etkili olduğu, *Crysanthemum cinerariaefolium* Vis. bitkisinden elde edilen piretrin, *Lonchocarpus* spp. bitkisinden elde edilen rotenon, *Ryania* spp. bitkisinden elde edilen rıyanodin ve *Schoenocaulon officinale* A. Gray bitkisinden elde edilen sabadilla bileşiklerinin mitokondriyal sistem üzerinde etkili olduğu, *Cedrus* spp., *Pinus* spp., *Citronella* spp., *Eucalyptus* spp. bitkilerinden elde edilen uçucu yağ bileşiklerinin, *T. vulgaris* bitkisinden elde edilen thymol bileşiğinin ve *A. indica* bitkisinden elde edilen azadirachtin bileşiğinin oktapominerjik sistem üzerinde etkili olduğu saptanmıştır.

Pavela (2010), bitki ekstraktlarının *Leptinotarsa decemlineata* Say ve *Spodoptera littoralis* Bois. larvaları üzerindeki beslenmeyi engelleyici aktivitesini incelemiştir. 75 bitki türünden elde edilen metanol ekstraktlarının patates böceği üzerindeki beslenmeyi engelleyici etkisine bakıldığında en yüksek doz olan 500 µg/cm²'de önemli farklılıklar gözlemlenmiştir. *L. decemlineata* larvalarının tüm test edilen ekstraktlara karşı aşırı oranda duyarlı olduğu görülmüştür. Sadece 15 ekstraktın %50'nin altında beslenmeyi engelleyici etki gösterdiği, 42 ekstraktın ise %50-95 arasında yüksek bir oranda beslenmeyi engelleyici etki gösterdiği bildirilmiştir. %95'in üzerindeki beslenmeyi engelleyici etkinin sonradan denenen 23 ekstraktta görüldüğü, bu 23 ekstraktın dışında 3 ekstraktın *Angelica archangelica* L., *Grindelia camporum* Greene ve *Inula auriculata* (Boiss.)'dan elde edildiği ve ED₅₀ değeri 1 µg/cm²'nin altında olduğunda bu 3 bitkiden elde edilen ekstraktın en yüksek etkiyi gösterdiği belirtilmiştir.

3. MATERYAL ve METOT

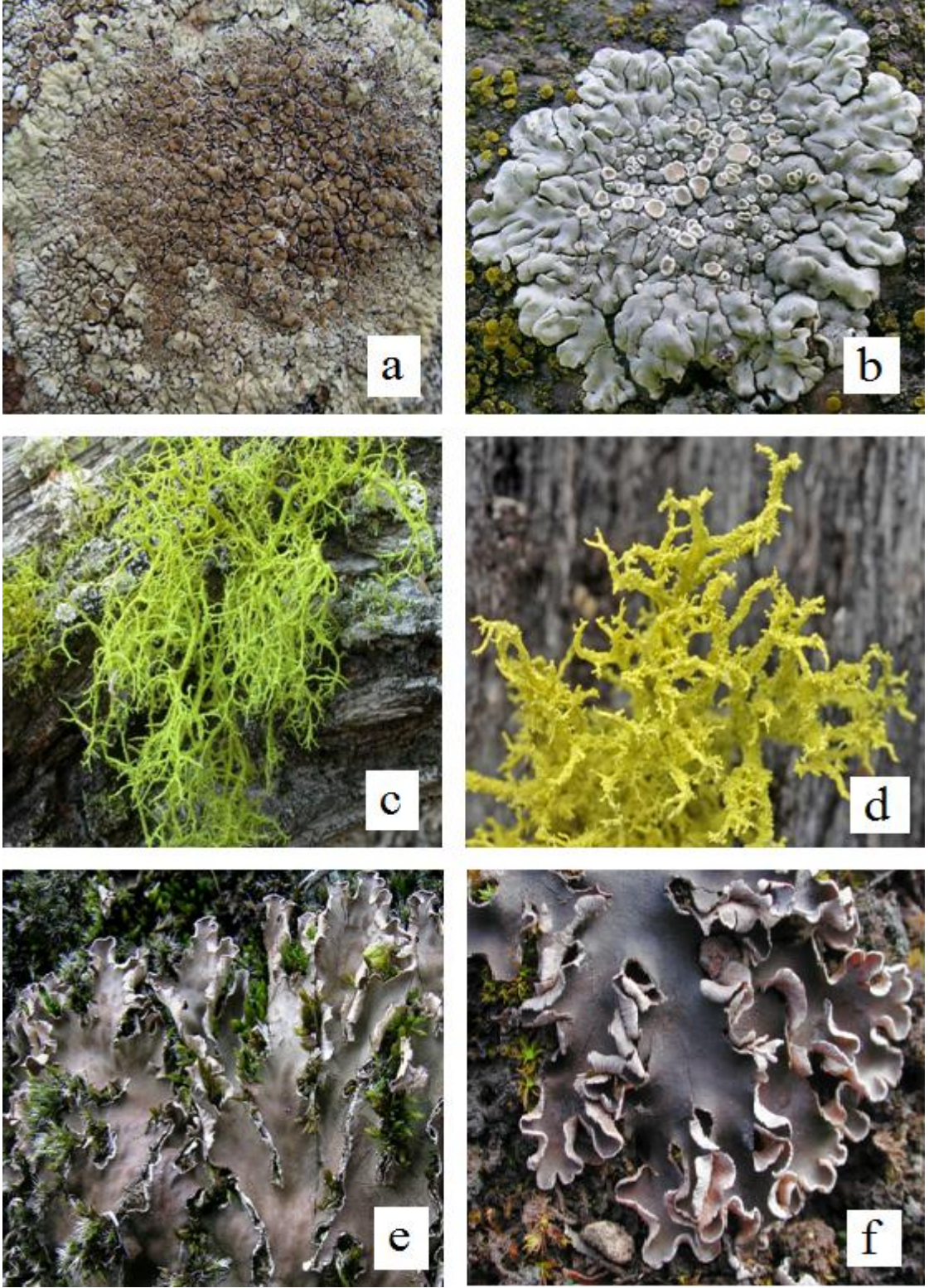
3.1. Materyal

3.1.1. Böcekler

Çalışmanın materyalini Coleoptera takımının Chrysomelidae familyasına bağlı *Leptinotarsa decemlineata* (Say, 1824)'nın 4. dönem larvaları ve erginleri oluşturmaktadır. Örnekler, Erzurum'un çevresinde bulunan bazı köylerdeki önceden hiçbir insektisit uygulamasının yapılmadığı saptanan patates tarlalarından toplanmıştır. Toplanan materyal plastik kaplara konulduktan sonra kapların üzeri ince gözenekli bir bezle kapatılarak uygulamanın yapılacağı laboratuvar ortamına getirilmiştir.

3.1.2. Bitkiler

Belirlenen liken türleri (*Lecanora muralis* (Schreb.) Rabenh., *Letharia vulpina* (L.) Hue ve *Peltigera rufescens* (Weiss) Humb.) (Şekil 3.1) 20-25 Haziran 2010 tarihinde, Erzurum ve ilçelerinden tespit edilen istasyonlardan toplanarak oda şartlarında kurumaya bırakıldı. Daha sonra herbaryumları yapılarak çeşitli flora kitaplarından faydalanmak suretiyle teşhisleri Doç. Dr. Ali ASLAN tarafından yapıldı. Herbaryum örnekleri Atatürk Üniversitesi Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi herbaryumunda muhafaza edilmektedir (Purvis vd., 1992; Wirth 1995). Kullanılan bu liken türleri, likenleri sınıflandırma aşamasında genel bir görüş olan (Karamanoğlu, 1971) kabuksu, dalsı ve yapraksı liken çeşitleri göz önünde bulundurularak seçilmiştir. Kullanılan likenlerden *L. muralis* türü kabuksu, *L. vulpina* türü dalsı ve *P. rufescens* türü ise yapraksı liken türlerindedir. Bu çalışmada üç ayrı sınıflandırma grubuna dahil olan bu liken türlerinin varsa insektisit etkilerinin tespit edilmesi amaçlanmıştır.



Şekil 3.1 Denemelerde kullanılan liken türleri a-b) *Lecanora muralis*; c-d) *Letharia vulpina*; e-f) *Peltigera rufescens*

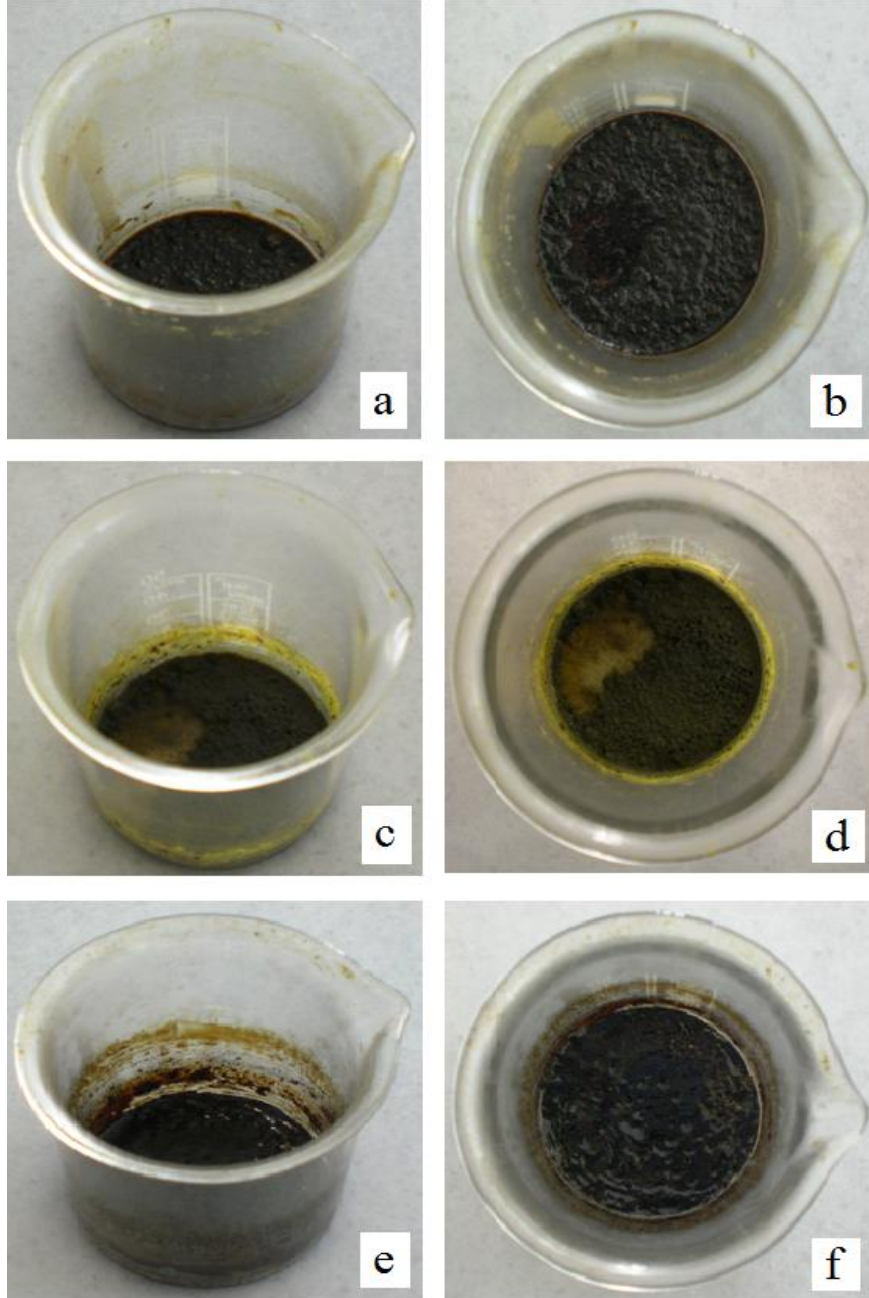
3.1.3. Liken Ekstraktları

Toplanan likenler toz haline getirildikten sonra Soxhlet ekstraktöründe (Şekil 3.2) ekstraksiyon işlemine tabi tutulmuştur. Her liken türü, ayrı ayrı sırasıyla her biri distile edilmiş n-hekzan, dietil eter, aseton ve metanol çözücülerinde ekstrakte edilmiştir. Toz halinde olan liken türlerine, bu çözücülerden n-hekzan ve dietil eter çözücülerinde 25°C’de 2 gün, aseton ve metanol çözücülerinde ise yine 25°C’de 3 gün ekstraksiyon işlemi uygulanmıştır.



Şekil 3.2 Ekstraksiyon işleminin yapıldığı Soxhlet ekstraktörü ve kurulan düzenek

Ekstraksiyon işlemlerinin sonucunda, her bir çözücünün çözmüş olduğu liken maddelerinin toplamını elde etmek amacıyla Çözücü + Liken Maddesi'ni içeren çözeltilerin birleştirilip, karışımdaki çözücünün buharlaşması sağlanmıştır. Bu sayede geriye sadece tüm çözücülerin çözmüş olduğu pelte halindeki toplam liken maddeleri (Şekil 3.3) kalmıştır.



Şekil 3.3 Ekstraksiyon sonucunda her bir liken türünden elde edilen liken maddeleri a-b) *Lecanora muralis*; c-d) *Letharia vulpina*; e-f) *Peltigera rufescens*

3.1.4. Solüsyonlar (Çözeltiler)

Elde edilen liken maddelerinden gerekli miktar hassas terazide tartıldıktan sonra, bu liken maddeleri distile edilmiş asetonun %80 oranında bulunduğu, aseton-su çözücüsünde çözdürülmüştür. Her liken türünün ekstraktı için ayrı ayrı meydana getirilen çözeltiler 2,5 mg/ml, 5 mg/ml, 10 mg/ml ve 20 mg/ml konsantrasyonlarında hazırlanmıştır (Şekil 3.4).



Şekil 3.4 Farklı konsantrasyonlarda hazırlanmış liken ekstraktı çözeltilerinden bir örnek (*Peltigera rufescens* türünden hazırlanmıştır - Soldan sağa doğru 2,5; 5; 10; 20 mg/ml)

3.2. Metot

Tarlalardan toplanan patates böcekleri laboratuara getirildiği anda denemeler gerçekleştirilmiştir. Biyolojik dönemlerine göre 4. dönem larvalar (Şekil 3.5) ve erginler (Şekil 3.6) olarak ayrı bir şekilde gruplandırılan patates böceklerinden 100x20 mm'lik cam petri kutularının her birine 10'ar adet konulmuştur. Ayrıca petri kutularına patates bitkisinin yaprakları da eklenmiştir. Farklı konsantrasyonlarda hazırlanan liken ekstraktı çözeltilerinin (2,5; 5; 10 ve 20 mg/ml) uygulanacağı her deneme 3 tekerrür üzerinden gerçekleştirilmiştir. Kontrol olarak, her liken türünün ekstraktının uygulanması amacıyla oluşturulmuş olan her larva ve ergin grubu için su ve %80'lik distile aseton çözeltilisi kullanılmıştır.

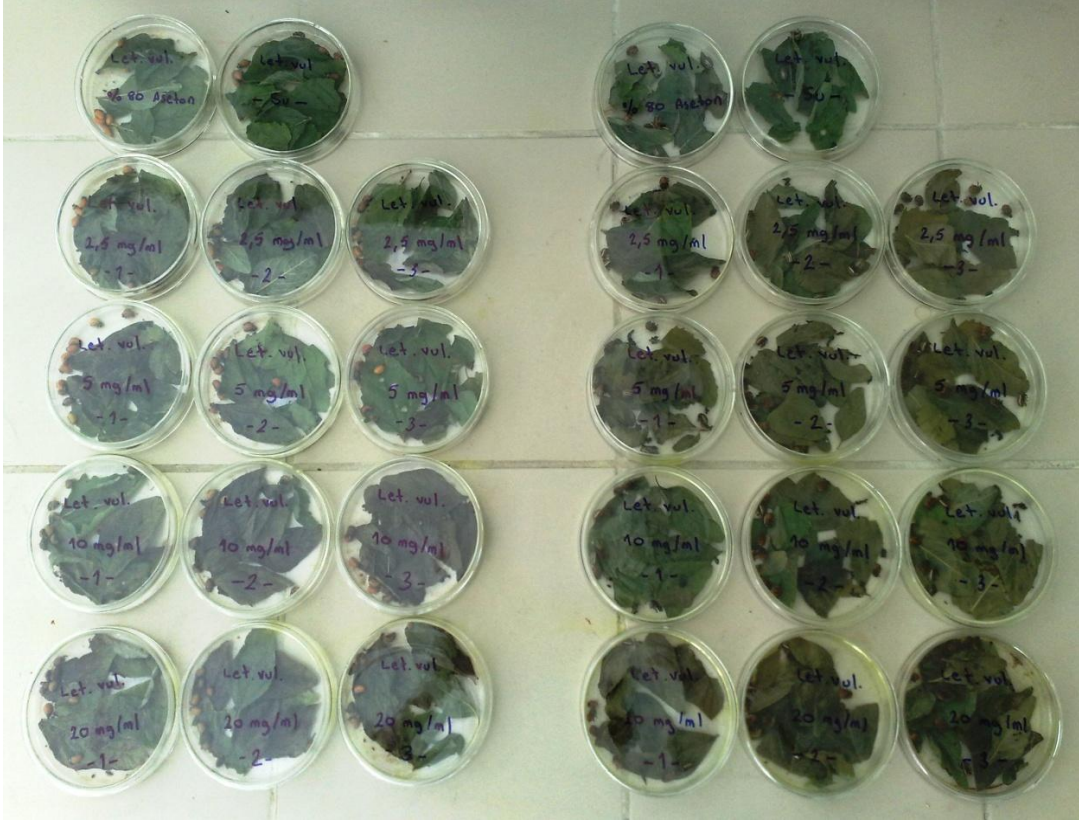


Şekil 3.5 Denemelerde kullanılan 4. dönem patates böceği larvaları



Şekil 3.6 Denemelerde kullanılan ergin patates böcekleri

Uygulamalarda, farklı konsantrasyonlarda hazırlanan her çözeltilerden ve kontrol grubundan, petri kutularının her birine 0.8 ml püskürtülmüştür (Şekil 3.7). Uygulamanın ardından 24, 48, 72, 96 ve 120 saat sonra petri kutularının kapakları açılarak ölü-canlı sayımı yapılmıştır (Şekil 3.8 ve Şekil 3.9).



Şekil 3.7 *Letharia vulpina* liken türünün ekstraktından hazırlanan çözeltilerin, patates böceği 4. dönem larvalarına (sol taraftaki grup) ve erginlerine (sağ taraftaki grup) uygulandığı düzenek örneği

3.2.1. Verilerin Analizi

Liken ekstraktlarının insektisit aktiviteleri arasındaki farklılıkları belirlemek için SPSS 15.0 programından faydalanılarak çift yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmıştır.



Şekil 3.8 Denemelerde kullanılan 4. dönem patates böceği larvalarının liken ekstrakt çözeltisine maruz bırakıldıktan sonraki ölü örnekleri



Şekil 3.9 Denemelerde kullanılan ergin patates böceklerinin liken ekstrakt çözeltisine maruz bırakıldıktan sonraki ölü örnekleri

4. BULGULAR

4.1. Farklı Uygulama Sürelerinde Test Edilen Liken Türlerinin Farklı Konsantrasyonlardaki Ekstraktlarının Patates Böceğinin 4. Dönem Larvalarına Karşı İnsektisit Etkisi

Lecanora muralis (Schreb.) Rabenh., *Letharia vulpina* (L.) Hue ve *Peltigera rufescens* (Weiss) Humb. liken türlerinin ekstraktlarının farklı konsantrasyonlarının belli periyotlarda patates böceği 4. dönem larvaları üzerindeki insektisit etkisi çizelge 4.1’de verilmiştir.

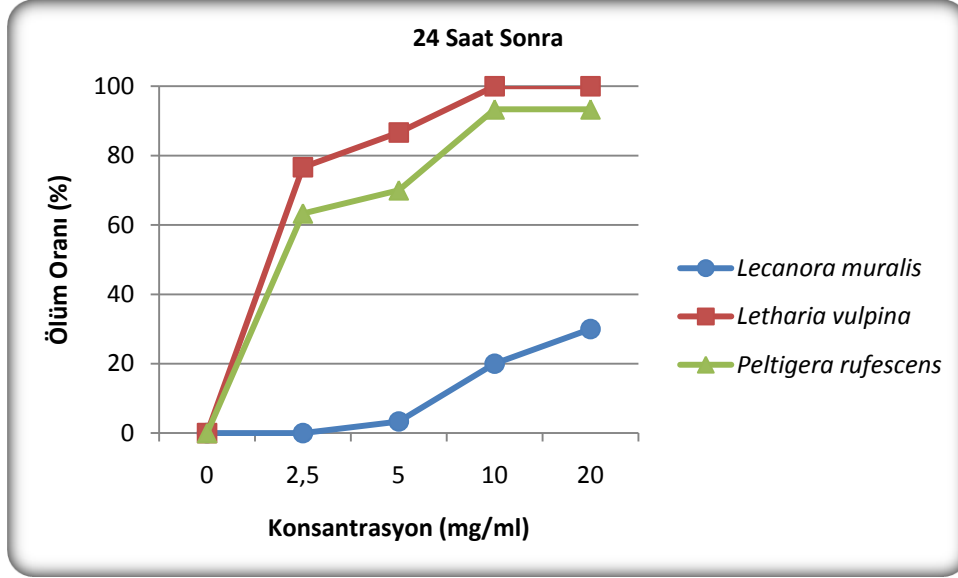
Tablo incelendiğinde her liken türü için konsantrasyon miktarının artışına bağlı olarak insektisit etkisinin arttığı görülmektedir. Geçen zamana bağlı olarak bu liken türlerinin patates böceği larvalarına karşı etki ettiği ölüm oranlarında da artış göze çarpmaktadır. Liken türleri içerisinde *L. vulpina* ve *P. rufescens* ekstraktlarının tüm konsantrasyonlarının %100 sonuç verdiği görülmektedir. Fakat en düşük konsantrasyon olan 2,5 mg/ml’lik ekstrakt çözeltisinde *L. vulpina* türünün 72 saat sonra, *P. rufescens* türünün ise 120 saat sonra %100’lük sonuç verdiği tespit edilmiştir. *L. vulpina*’dan elde edilen ekstrakt çözeltilerinden 5 mg/ml konsantrasyonlu olanı 48 saat sonra, 10 ve 20 mg/ml konsantrasyonlu olanı 24 saat sonra %100’lük bir ölüm oranı verirken, *P. rufescens*’den elde edilen ekstrakt çözeltilerinden 5 mg/ml konsantrasyonlu olanı 72 saat sonra, 10 ve 20 mg/ml konsantrasyonlu olanları ise 48 saat sonra %100’lük bir ölüm oranı vermiştir.

L. muralis türünün en yüksek ekstrakt çözeltisi konsantrasyonu olan 20 mg/ml’de 120 saat sonra %76,66’lık ölüm oranı ile sonuç alınmıştır. *L. vulpina* liken türünden hazırlanan ekstraktın 10 mg/ml ve 20 mg/ml’sinin 24 saat sonunda *Leptinotarsa decemlineata* Say larvaları üzerinde %100’lük insektisit etki gösterdiği belirlenmiştir. *P. rufescens* liken türünden hazırlanan ekstraktın 10 mg/ml ve 20 mg/ml’sinin ise 48 saat sonunda *L. decemlineata* larvaları üzerinde %100’lük insektisit etki gösterdiği saptanmıştır. Kontrol grubunda ise patates böceğinin 4. dönem larvaları üzerinde hiçbir zaman diliminde insektisit etki görülmediği Çizelge 4.1’de belirtilmiştir.

Çizelge 4.1 Liken türlerinin farklı konsantrasyondaki ekstraktlarının uygulandığı patates böceği 4. dönem larvalarının belli periyotlarda ölüm oranları

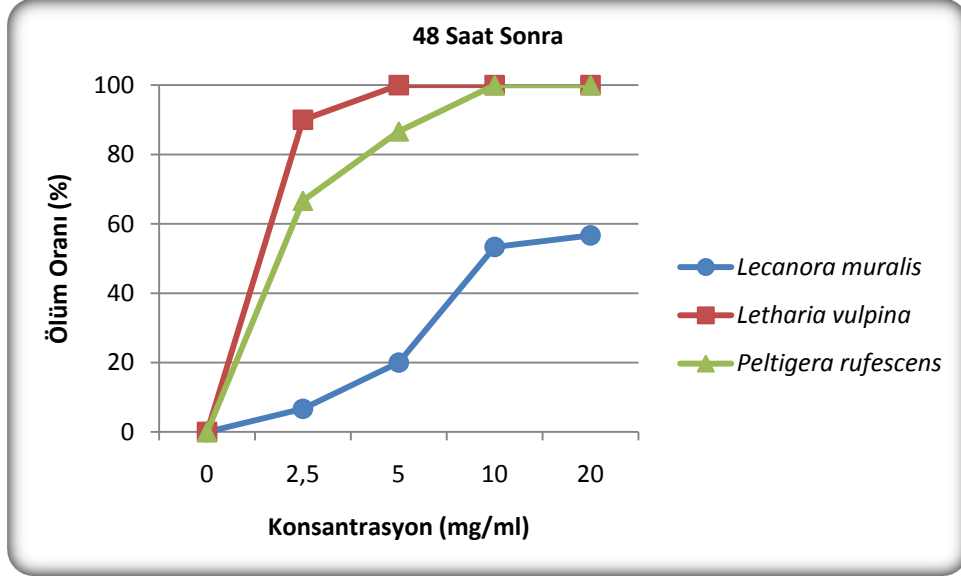
Konsantrasyon (mg/ml)	Maruz Kalma Süresi (Saat)	Liken Türlerinin Etki Ettiği % Ölüm Oranları ± Standart Sapma		
		<i>Lecanora muralis</i>	<i>Letharia vulpina</i>	<i>Peltigera rufescens</i>
Kontrol Grubu	24	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00
	48	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00
	72	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00
	96	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00
	120	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00
2,5	24	0,00±0,00	76,66±0,57	63,33±0,57
	48	6,66±1,15	90±0,00	66,66±0,57
	72	6,66±1,15	100±0,00	73,33±0,57
	96	10±1	100±0,00	93,33±0,57
	120	13,33±1,52	100±0,00	100±0,00
5	24	3,33±0,57	86,66±1,52	70±1
	48	20±1	100±0,00	86,66±0,57
	72	30±1,73	100±0,00	100±0,00
	96	36,66±1,15	100±0,00	100±0,00
	120	40±1	100±0,00	100±0,00
10	24	20±1	100±0,00	93,33±0,57
	48	53,33±2,51	100±0,00	100±0,00
	72	53,33±2,51	100±0,00	100±0,00
	96	56,66±2,51	100±0,00	100±0,00
	120	63,33±1,52	100±0,00	100±0,00
20	24	30±1,73	100±0,00	93,33±0,57
	48	56,66±1,52	100±0,00	100±0,00
	72	60±1,73	100±0,00	100±0,00
	96	70±1	100±0,00	100±0,00
	120	76,66±0,57	100±0,00	100±0,00

Her bir liken türünün 24, 48, 72, 96 ve 120 saat sonra patates böceği larvaları üzerinde göstermiş oldukları insektisit oranlarının grafikli gösterimleri aşağıdaki şekillerde verilmiştir.



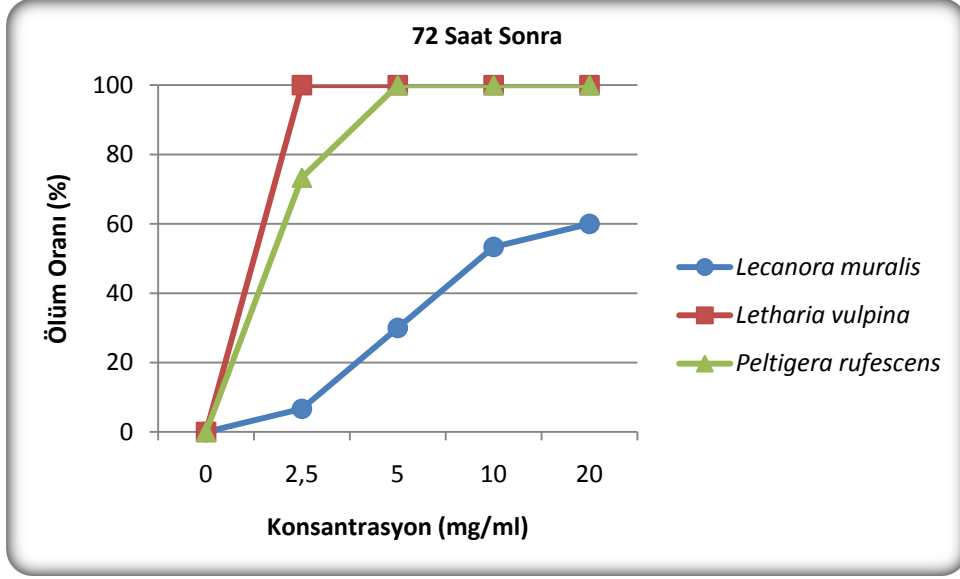
Şekil 4.1 Liken türlerinin farklı konsantrasyondaki ekstraktlarının uygulanmasının 24 saat sonrasında patates böceği 4. dönem larvalarının ölüm oranları

Şekil 4.1'deki grafikte görüldüğü üzere uygulamanın 24 saat sonrasında üç liken türünün patates böceği larvaları üzerindeki ölüm oranları birbirinden farklıdır. Tüm liken türlerinde konsantrasyon artışına bağlı olarak ölüm oranları artış göstermektedir. 24 saat sonunda *Lecanora muralis* (Schreb.) Rabenh. türü diğer liken türler içerisinde en düşük sonuçları verirken, en yüksek ölüm oranı sonucunu *Letharia vulpina* (L.) Hue türü vermiştir. 24 saat sonunda *L. muralis* türünden elde edilen ekstraktın 2,5 mg/ml konsantrasyonu %0, 20 mg/ml konsantrasyonu %30 ölüm oranına, *Peltigera rufescens* (Weiss) Humb. türünden elde edilen ekstraktın 2,5 mg/ml konsantrasyonu %63,33, 20 mg/ml konsantrasyonu %93.33 ölüm oranına ve *L. vulpina* türünden elde edilen ekstraktın 2,5 mg/ml konsantrasyonu %76,66, 20 mg/ml konsantrasyonu %100 ölüm oranına sebep olmuştur (bkz. Çizelge 4.1).

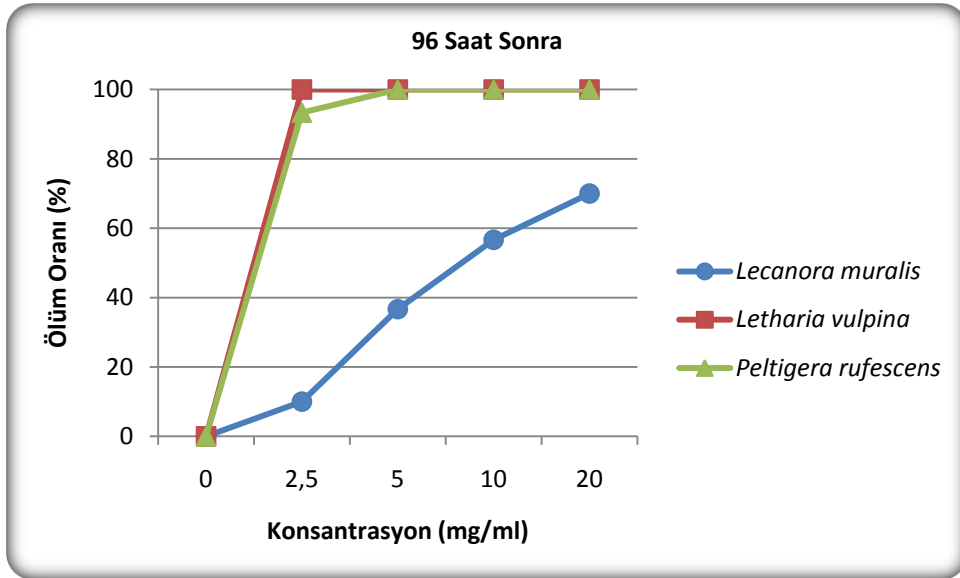


Şekil 4.2 Liken türlerinin farklı konsantrasyondaki ekstraktlarının uygulanmasının 48 saat sonrasında patates böceği 4. dönem larvalarının ölüm oranları

Şekil 4.2'deki grafikte uygulamadan 48 saat sonra *Lecanora muralis* (Schreb.) Rabenh. ekstraktının 2.5 mg/ml'sinin patates böceği larvaları üzerinde ölüme neden olmaya başladığı görülmektedir. Oysaki uygulamadan 24 saat önce *L. muralis* ekstraktının herhangi bir etkiye sebep olmadığı görülmüştü (bkz. Şekil 4.1). *Peltigera rufescens* ((Weiss) Humb.)'den elde edilen ekstraktın 24 saat sonunda %100'lük ölüm oranına sebep olmadığı fakat 48 saat sonunda 10 mg/ml ve 20 mg/ml'sinin patates böceği larvaları üzerinde %100'lük bir ölüm oranı ortaya çıkardığı belirlenmiştir. *Letharia vulpina* (L.) Hue türünden elde edilen ekstraktın ise 5 mg/ml konsantrasyonunun 48 saat sonunda %100'lük insektisit etki gösterdiği saptanmıştır.

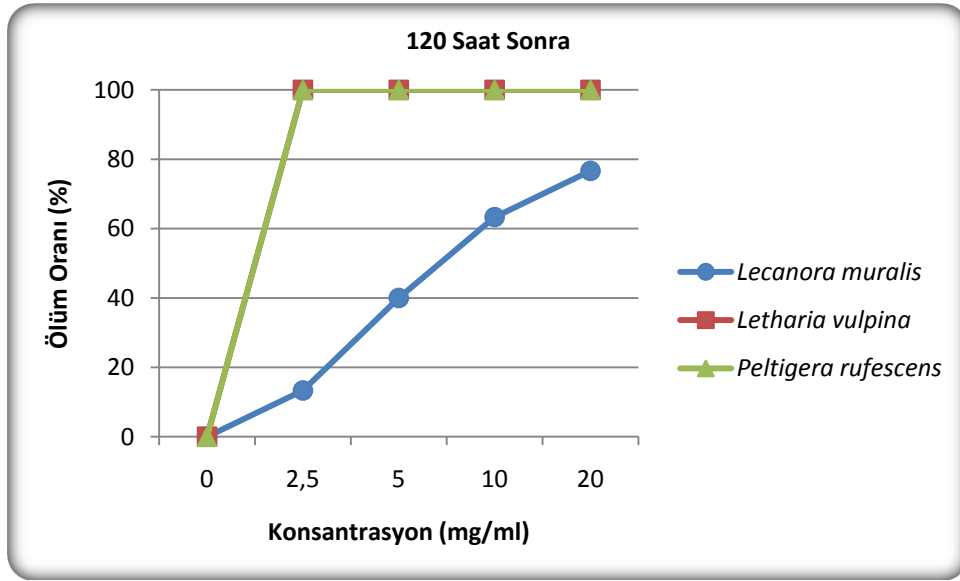


Şekil 4.3 Liken türlerinin farklı konsantrasyondaki ekstraktlarının uygulanmasının 72 saat sonrasında patates böceği 4. dönem larvalarının ölüm oranları



Şekil 4.4 Liken türlerinin farklı konsantrasyondaki ekstraktlarının uygulanmasının 96 saat sonrasında patates böceği 4. dönem larvalarının ölüm oranları

Şekil 4.3 ve Şekil 4.4'teki grafiklere bakıldığında 72 saat sonra *Letharia vulpina* (L.) Hue ekstraktının 2,5 mg/ml'sinin, *Peltigera rufescens* (Weiss) Humb. ekstraktının ise 5 mg/ml'sinin *Leptinotarsa decemlineata* Say larvaları üzerinde %100'lük ölüme sebebiyet verdiği görülmektedir. *Lecanora muralis* (Schreb.) Rabenh. ekstraktı ise 72 ve 96 saat sonundaki en fazla insektisit etkisini sırasıyla %60 ve %70'lik oranla 20 mg/ml konsantrasyonunda göstermiştir.



Şekil 4.5 Liken türlerinin farklı konsantrasyondaki ekstraktlarının uygulanmasının 120 saat sonrasında patates böceği 4. dönem larvalarının ölüm oranları

Şekil 4.5'teki grafikte 120 saat sonra *L. muralis* türünden hazırlanan ekstraktın patates böceği larvalarına etki ettiği ölüm oranının konsantrasyon artışı ile orantılı olarak arttığı görülmektedir. Bu grafikte *L. muralis* ekstrakt çözeltisinin 5 mg/ml'sinin %40 oranında insektisit etki gösterdiği, en yüksek ölüm oranını ise 20 mg/ml'de gösterdiği belirtilmiştir. *P. rufescens* ve *L. vulpina* türlerinden hazırlanan ekstrakt çözeltilerinin 120 saat sonunda 2,5; 5; 10 ve 20 mg/ml konsantrasyonlarının %100 insektisit etki gösterdiği tespit edilmiştir.

4.2. Farklı Uygulama Sürelerinde Test Edilen Liken Türlerinin Farklı Konsantrasyonlardaki Ekstraktlarının Patates Böceğinin Erginlerine Karşı İnsektisit Etkisi

Lecanora muralis (Schreb.) Rabenh., *Letharia vulpina* (L.) Hue ve *Peltigera rufescens* (Weiss) Humb. liken türlerinin ekstraktlarının farklı konsantrasyonlarının belli periyotlarda patates böceği erginleri üzerindeki insektisit etkisi çizelge 4.2’de verilmiştir.

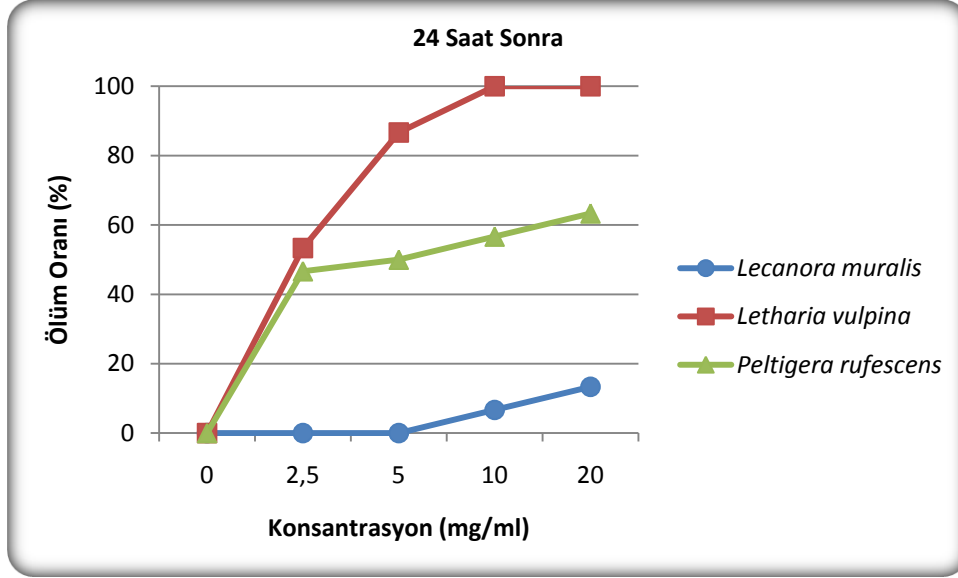
Tablo incelendiğinde her liken türü için konsantrasyon miktarının artışına bağlı olarak insektisit etkisinin arttığı görülmektedir. Patates böceği larvalarında olduğu gibi geçen zamana bağlı olarak bu liken türlerinin patates böceği erginlerine karşı etki ettiği ölüm oranlarında da artış göze çarpmaktadır. *L. muralis* liken türünden elde edilen ekstrakt çözeltilerinden 2,5 mg/ml konsantrasyonlu olanının 72 saat sonra, 5 mg/ml konsantrasyonlu olanının 48 saat sonra, 10 ve 20 mg/ml konsantrasyona sahip olanının ise 24 saat sonra patates böceğinin erginleri üzerinde öldürücü etki gösterdiği Çizelge 4.2’de belirtilmiştir. Fakat *L. muralis* için 10 mg/ml’lik çözeltinin 24 saat sonraki insektisit etkisinin, 20 mg/ml’lik çözeltinin 24 saat sonraki insektisit etkisine kıyasla daha az olduğu görülmektedir. *L. muralis* ekstraktları içerisinde en yüksek oranı 20 mg/ml konsantrasyonlu çözelti, 120 saat sonra, %63,33’lük ölüm oranı ile vermiştir.

L. vulpina ekstraktının en az konsantrasyonlu olan çözeltisi (2,5 mg/ml) 96 saat sonra, 5 mg/ml’lik çözeltisi 48 saat sonra, 10 ve 20 mg/ml’lik çözeltileri ise 24 saat sonra %100’lük bir sonuç verirken, *P. rufescens* ekstraktının 10 mg/ml konsantrasyonlu çözeltisi 96 saat sonra ve 20 mg/ml’lik çözeltisi 72 saat sonra %100’lük bir sonuç vermiştir. *P. rufescens* türü için 2,5 ve 5 mg/ml’lik ekstrakt çözeltilerinde 24, 48, 72, 96 ve 120 saat sonunda insektisit etki görülmediği saptanmıştır. Kontrol grubunda ise patates böceği erginleri üzerinde hiçbir zaman diliminde insektisit etki görülmediği Çizelge 4.2’de belirtilmiştir.

Çizelge 4.2 Liken türlerinin farklı konsantrasyondaki ekstraktlarının uygulandığı patates böceği erginlerinin belli periyotlarda ölüm oranları

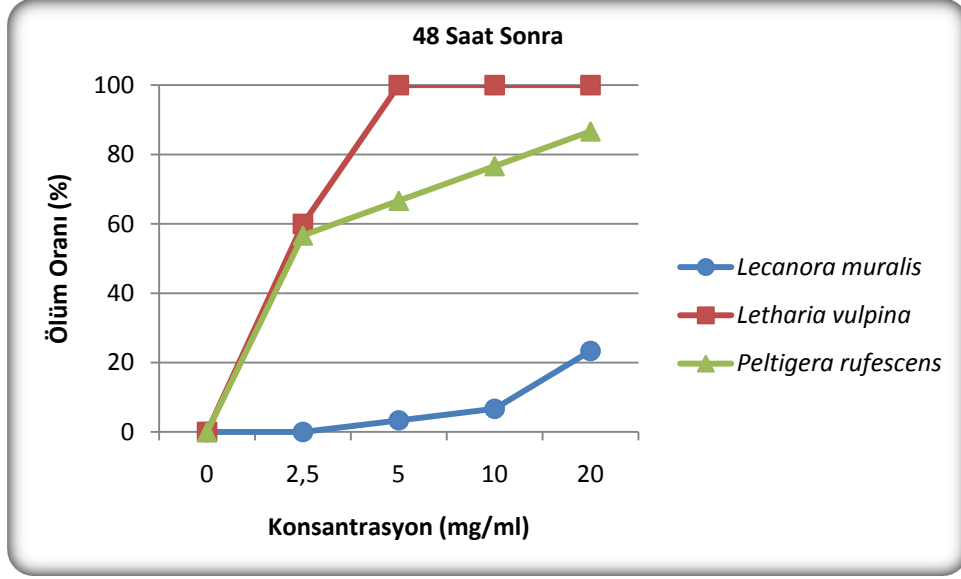
Konsantrasyon (mg/ml)	Maruz Kalma Süresi (Saat)	Liken Türlerinin Etki Ettiği % Ölüm Oranları ± Standart Sapma		
		<i>Lecanora muralis</i>	<i>Letharia vulpina</i>	<i>Peltigera rufescens</i>
Kontrol Grubu	24	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00
	48	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00
	72	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00
	96	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00
	120	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00
2,5	24	0,00±0,00	53,33±0,57	46,66±0,57
	48	0,00±0,00	60±0,00	56,66±0,57
	72	3,33±0,57	83,33±0,57	63,33±0,57
	96	6,66±0,57	100±0,00	80±1
	120	13,33±0,57	100±0,00	86,66±0,57
5	24	0,00±0,00	86,66±0,57	50±0,00
	48	3,33±0,57	100±0,00	66,66±0,57
	72	13,33±0,57	100±0,00	73,33±1,52
	96	16,66±0,57	100±0,00	90±1
	120	26,66±0,57	100±0,00	96,66±0,57
10	24	6,66±0,57	100±0,00	56,66±0,57
	48	6,66±0,57	100±0,00	76,66±0,57
	72	20±0,00	100±0,00	93,33±0,57
	96	26,66±0,57	100±0,00	100±0,00
	120	33,33±0,57	100±0,00	100±0,00
20	24	13,33±0,57	100±0,00	63,33±0,57
	48	23,33±1,15	100±0,00	86,66±0,57
	72	36,66±0,57	100±0,00	100±0,00
	96	56,66±0,57	100±0,00	100±0,00
	120	63,33±0,57	100±0,00	100±0,00

Her bir liken türünün 24, 48, 72, 96 ve 120 saat sonra patates böceği erginleri üzerinde göstermiş oldukları insektisit oranlarının grafikli gösterimleri aşağıdaki şekillerde verilmiştir.



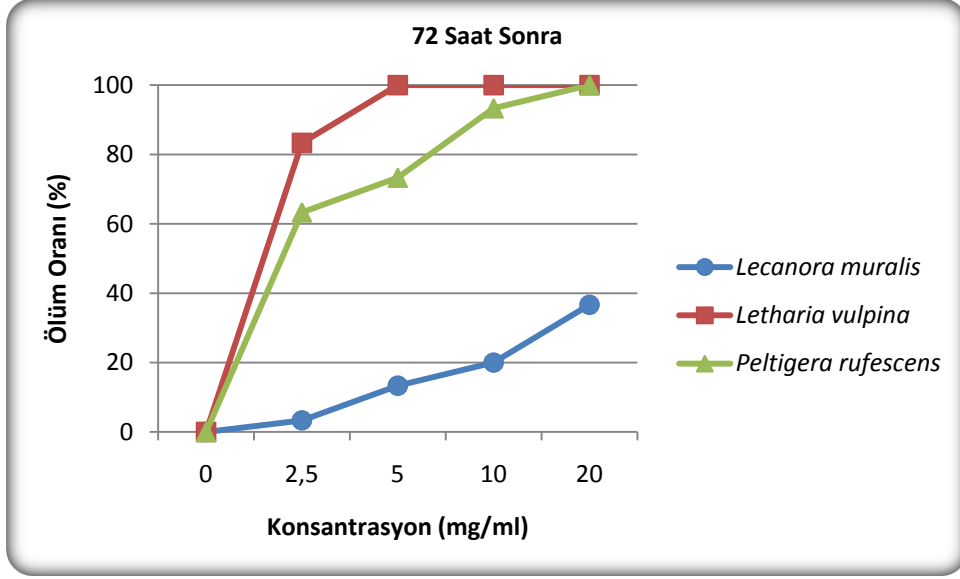
Şekil 4.6 Liken türlerinin farklı konsantrasyondaki ekstraktlarının uygulanmasının 24 saat sonrasında patates böceği erginlerinin ölüm oranları

Şekil 4.6'da yer alan grafikte görüldüğü üzere, 24 saat sonunda patates böceği erginleri üzerinde yalnızca *Letharia vulpina* (L.) Hue türünden elde edilen 10 ve 20 mg/ml'lik ekstrakt çözeltileri %100 sonuç vermiştir. *Lecanora muralis* (Schreb.) Rabenh. ekstraktının 2,5 ve 5 mg/ml'lik çözeltileri 24 saat sonunda sonuç vermezken, 10 ve 20 mg/ml'lik çözeltileri sonuç vermeye başlamıştır. 24 saat sonunda en yüksek oranı *L. vulpina* verirken, en düşük oranı *L. muralis*, orta seviyedeki oranı ise *Peltigera rufescens* ((Weiss) Humb.)'in verdiği Şekil 4.6'da görülmektedir. Grafikten de anlaşıldığı gibi *L. muralis* türünün 2,5 ve 5 mg/ml'lik ekstrakt çözeltileri hariç 24 saat sonunda, üç liken türünden hazırlanan ekstrakt çözeltilerinin patates böceği erginleri üzerinde uygulanan konsantrasyonlarının artışına bağlı olarak ölüm oranında da yükselme tespit edilmiştir.

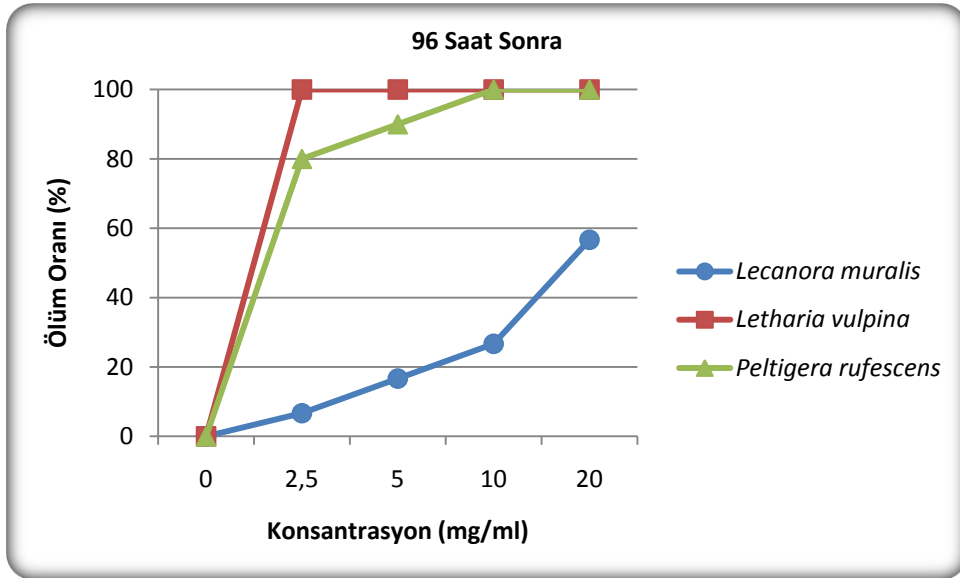


Şekil 4.7 Liken türlerinin farklı konsantrasyondaki ekstraktlarının uygulanmasının 48 saat sonrasında patates böceği erginlerinin ölüm oranları

Şekil 4.7'deki grafikte, uygulamadan 48 saat sonra *Lecanora muralis* (Schreb.) Rabenh. ekstraktının 2,5 mg/ml'lik çözeltisinin patates böceği erginleri üzerinde halen bir etki göstermemesine rağmen, 5 mg/ml'lik çözeltinin %3,33'lük bir oranla (bkz. Çizelge 4.2) insektisit etki göstermeye başladığı görülmektedir. En yüksek etkiyi ise 20 mg/ml'lik konsantrasyona sahip çözeltisinde göstermektedir. Grafikte *Peltigera rufescens* (Weiss) Humb. türünden hazırlanan ekstrakt çözeltisinin konsantrasyonunu temsil eden çizginin doğrusal bir şekilde yükseldiği göze çarpmaktadır. Bu durum, 48 saat sonunda *P. rufescens*'in *Leptinotarsa decemlineata* Say erginleri üzerindeki insektisit etkisinin konsantrasyon artışına bağlı olarak doğru orantılı bir şekilde arttığını ortaya koymaktadır. *Letharia vulpina* (L.) Hue türünün ekstrakt çözeltilerinin tüm konsantrasyonlarının, uygulamanın 48 saat ardından diğer liken türlerine oranla en yüksek ölüm oranını verdiği Şekil 4.7'de görülmektedir. *L. vulpina*'nın 2,5 mg/ml'lik ekstrakt çözeltisi patates böceği erginleri üzerinde %60'luk ölüm oranı verirken, 5, 10 ve 20 mg/ml'lik çözeltileri %100'lük ölüm oranına sebep olmuştur.



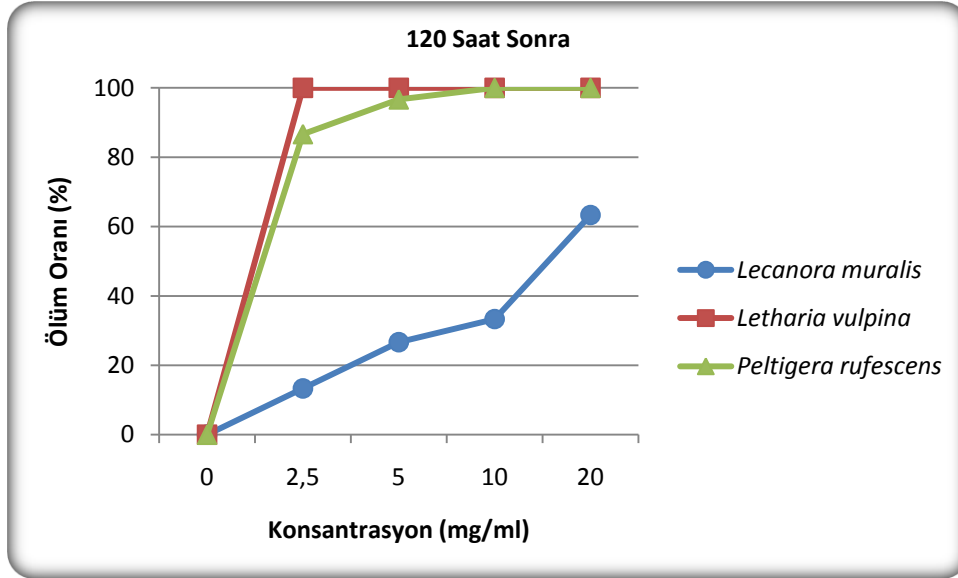
Şekil 4.8 Liken türlerinin farklı konsantrasyondaki ekstraktlarının uygulanmasının 72 saat sonrasında patates böceği erginlerinin ölüm oranları



Şekil 4.9 Liken türlerinin farklı konsantrasyondaki ekstraktlarının uygulanmasının 96 saat sonrasında patates böceği erginlerinin ölüm oranları

Şekil 4.8'deki grafikte, *Lecanora muralis* (Schreb.) Rabenh. ekstrakt çözeltisinin 2,5 mg/ml konsantrasyonlu olanının patates böceği erginleri üzerindeki insektisit etkisini ilk defa 72 saat sonra gösterdiği göze çarpmaktadır. 5, 10 ve 20 mg/ml'lik çözeltilerinde ise etkinin giderek arttığı görülmektedir. Yine bu grafikte *Peltigera rufescens* (Weiss) Humb. türünün de %100 gibi en yüksek orandaki sonucunu, 20 mg/ml'lik ekstrakt çözeltisinin 72 saat sonra verdiği belirtilmektedir. *Letharia vulpina* (L.) Hue türünün 2,5 mg/ml'lik ekstrakt çözeltisi 72 saat sonunda yine %100 ölüm oranı vermese de 48 saat sonunda sebep olduğu ölüm oranına kıyasla insektisit etkisinin arttığı görülmektedir.

Şekil 4.9'da *L. muralis*'in tüm farklı konsantrasyonlu ekstrakt çözeltilerinin insektisit etkilerini 96 saat sonra da artırdığı görülürken, *P. rufescens* türünün 10 mg/ml'lik ekstrakt çözeltisinin ve *L. vulpina* türünün en düşük konsantrasyonlu olan 2,5 mg/ml'lik çözeltisinin ilk defa 96 saat sonra *Leptinotarsa decemlineata* Say erginleri üzerinde %100 insektisit aktivite gösterdiği belirlenmiştir.



Şekil 4.10 Liken türlerinin farklı konsantrasyondaki ekstraktlarının uygulanmasının 120 saat sonrasında patates böceği erginlerinin ölüm oranları

Şekil 4.10'daki grafikte liken ekstraktlarının çözeltilerinin patates böceği erginleri üzerindeki denemenin son günündeki sonuçları verilmiştir. Bu sonuçlara göre *Lecanora muralis* (Schreb.) Rabenh. ekstrakt çözeltilerinden uygulamanın 120 saat sonrasında diğer liken ekstraktları kadar yüksek derecede sonuç alınmamıştır. Buna rağmen *L. muralis*'in 20 mg/ml'lik çözeltisi denemenin son gününde %63,33'lük (bkz. Çizelge 4.2) bir insektisit etki göstererek olumlu sonuç ortaya koymuştur. *Peltigera rufescens* (Weiss) Humb. türünün 2,5 ve 5 mg/ml'lik ekstrakt çözeltilerinin 120 saat sonundaki etki oranları, 96 saat sonrasında gösterdikleri oranlara kıyasla artış göstermiştir. %100'lük sonuç alındığı gösterilen 10 ve 20 mg/ml'lik çözeltileri ise zaten 96 saat sonunda da %100'lük (bkz. Şekil 4.9) bir insektisit etki göstermiştir. *Letharia vulpina* ((L.) Hue)'dan elde edilen ekstrakt çözeltilerinin tüm konsantrasyonlarının uygulamadan 96 saat sonra patates böceği erginleri üzerinde %100 ölüm oranı verdiği Şekil 4.9'da gösterilmişti. Şekil 4.10'da yer alan, uygulamadan 120 saat sonra *L. vulpina* türü için ortaya çıkan sonuçlar, uygulamadan 96 saat sonra *L. vulpina* türü için meydana gelen sonuçların (bkz. Şekil 4.9) yansımasıdır.

5. TARTIŞMA ve SONUÇ

Zararlı organizmalar ile mücadele çalışmalarında kullanılan insektisitler içerisinde bitkisel kökenli insektisitlerin çevreye zarar vermeden yalnızca hedef organizma üzerinde farklı şekillerde etki gösterdiği birçok araştırma sonucunda belirtilmiştir (Prakash ve Rao, 1996; Öncüer, 2000; Tewary vd., 2005; Yıldırım vd., 2005a; Yıldırım vd., 2005b; Yıldırım vd., 2009). Ülkemiz tarımı açısından büyük tehdit oluşturan zararlı organizmalar içerisinde yer alan patates böceği ile mücadele çalışmalarında kullanılan bitkisel kökenli insektisitlerin de olumlu sonuçlar verdiği çoğu araştırmacı tarafından saptanmıştır (Steets, 1976; Klocke vd., 1991; Erdoğan ve Toros, 2005; Pavela, 2010). Bu çalışmada kabuksu, dalsı ve yapraksı olan üç liken grubunun her birinden birer örnek alınarak, bu liken türlerinden hazırlanan ekstraksiyon çözeltilerinin farklı konsantrasyonlarının *Leptinotarsa decemlineata* Say larvaları ve erginleri üzerindeki insektisit etkileri incelenmiş ve sonuçta bu liken türlerinin farklı derecede letal etki gösterdikleri belirlenmiştir. Ortaya çıkan bu farklı ölüm oranlarında, patates böceklerinin ekstrakt çözeltilerine maruz kalma sürelerinin de etkili olduğu göze çarpmaktadır.

L. decemlineata larvaları üzerinde yapılan çalışmalarda kullanılan tüm liken türlerinin en fazla konsantrasyondaki ekstraktlarının daha yüksek oranda sonuç verdiği görülmüştür. Ayrıca yine kullanılan liken türlerinin hepsinde ekstraktlara maruz kalma süresinin artışına bağlı olarak patates böceği larvaları ölüm oranlarında da artış olduğu saptanmıştır.

Kabuksu olan *Lecanora muralis* (Schreb.) Rabenh. liken türü patates böceği larvaları üzerinde %100 insektisit etki göstermese de 20 mg/ml'lik ekstrakt çözeltilisinin 120 saat sonunda %76,66'lık oranla yüksek derecede bir sonuç verdiği görülmüştür. *L. muralis*'in en düşük konsantrasyonlu ekstraktı olan 2,5 mg/ml'lik çözeltilisinin ise 24 saat sonunda larvalar üzerinde etki göstermediği ancak 48 saat sonunda %6,66'lık bir oranla ölüme sebebiyet verdiği tespit edilmiştir. 5; 10 ve 20 mg/ml'lik ekstrakt çözeltilerinin ise 24 saat sonunda sırasıyla %3,33, %20 ve %30'luk ölüm oranlarıyla

sonuç vermeye başladığı belirlenmiştir. Bu sonuçlardan da görüldüğü gibi en erken ve etkili sonuç 20 mg/ml’lik çözeltiden elde edilmiştir.

Dalsı olan *Letharia vulpina* (L.) Hue, denemelerde kullanılan liken türleri içerisinde patates böceği larvaları üzerinde en erken ve en etkili sonucu veren türdür. Bu likenden elde edilen 2,5 mg/ml’lik ekstrakt çözeltisinin 24 saat sonunda %76,66’lık, 72 saat sonunda %100’lük ölüm oranına sebep olduğu görülmüştür. 10 mg/ml’lik ekstrakt çözeltisinin 24 saat sonunda %100 sonuç vermesi dikkat çekicidir. Bu liken türünün geçmişte de kurt ve tilki gibi çok daha yüksek organizasyonlu hayvanları zehirleme amaçlı kullanıldığı da bilinmektedir (Aslan vd., 1998).

Yapraksı liken türlerinden olan *Peltigera rufescens* (Weiss) Humb. patates böceği larvaları üzerinde %100 insektisit etki gösteren bir diğer türdür. Fakat bu tür *L. vulpina* türüne kıyasla daha uzun sürede etkisini göstermiştir. *P. rufescens* likeninden hazırlanan 2,5 mg/ml’lik ekstrakt çözeltisi 120 saat sonunda %100 öldürücü etki göstermiştir. Bu liken türünden hazırlanan ekstraktlardan 24 saat sonunda %100 sonuç vereni tespit edilmemiştir. *P. rufescens*’den elde edilen ekstrakt çözeltilerinden 5 mg/ml konsantrasyonlu olanı 72 saat sonunda, 10 ve 20 mg/ml konsantrasyonlu olanları ise 24 saat sonunda patates böceği larvaları üzerinde %100 ölüme sebep olmuştur.

Leptinotarsa decemlineata Say larvaları üzerinde insektisit aktiviteleri test edilen *Lecanora muralis* (Schreb.) Rabenh., *L.vulpina* ve *P. rufescens* liken türleri arasında anlamlı bir farkın olup olmadığı Çizelge 5.1’e bakılarak anlaşılmaktadır. Bu çizelgedeki veriler, denemelerde kullanılan liken türlerinden elde edilen ekstrakt çözeltilerinin farklı konsantrasyonları ve *L. decemlineata* larvalarının bu ekstraktlara maruz kalma süreleri göz önüne alınarak hesaplanmıştır.

Çizelge 5.1 Denemelerde kullanılan liken türlerinin patates böceği larvaları üzerinde sebep olduğu ölüm oranı göz önüne alınarak hesaplanan bazı veriler

(A) Tür	(B) Tür	Ortalama Farkı (A-B)	Standart Hata	Anlamlılık (p)
<i>Lecanora muralis</i>	<i>Letharia vulpina</i>	-5,75(*)	0,161	0,000
	<i>Peltigera rufescens</i>	-5,23(*)	0,161	0,000
<i>Letharia vulpina</i>	<i>Lecanora muralis</i>	5,75(*)	0,161	0,000
	<i>Peltigera rufescens</i>	0,52(*)	0,161	0,004
<i>Peltigera rufescens</i>	<i>Lecanora muralis</i>	5,23(*)	0,161	0,000
	<i>Letharia vulpina</i>	-0,52(*)	0,161	0,004

* Ortalama farkı %95 güven aralığında anlamlıdır. (Bağımlı değişken “ölü birey” olarak alınmış ve Tukey HSD testi uygulanmıştır.)

Çizelge 5.1’de, denemelerde kullanılan her bir liken türünün diğer iki liken türü ile kıyaslaması yapılarak aralarında anlamlı bir fark olup olmadığı ortaya konmuştur. Her kıyaslama için hesaplanan p (anlamlılık) değerinin 0,05’ten küçük olduğu görülmektedir. Bu sonuçlara göre $p < 0,05$ olduğundan, patates böceği larvaları üzerindeki insektisit etkisi test edilen üç liken türünün aralarında anlamlı bir fark olduğu saptanmıştır. Yani kullanılan bu liken türlerinin patates böceği larvaları üzerinde gösterdikleri letal etki dereceleri birbirinden önemli derecede farklılık göstermektedir.

Leptinotarsa decemlineata Say erginleri üzerinde yapılan çalışmalarda larvalarda olduğu gibi, kullanılan tüm liken türlerinin en fazla konsantrasyondaki ekstraktlarının daha yüksek oranda sonuç verdiği saptanmıştır. Ayrıca yine kullanılan liken türlerinin hepsinde ekstraktlara maruz kalma süresinin artışına bağlı olarak patates böceği erginleri ölüm oranlarında da artış olduğu tespit edilmiştir.

Denemelerde yararlanılan liken türlerinden *Lecanora muralis* (Schreb.) Rabenh., patates böceği larvalarında olduğu gibi erginleri üzerinde de %100 insektisit etki göstermemiştir. *L. muralis*'ten hazırlanan 20 mg/ml'lik ekstrakt çözeltisi 120 saat sonunda larvalarına göre daha dayanıklı olan ergin patates böcekleri üzerinde %63,33'lük ölüm oranına neden olmuştur. En düşük konsantrasyonlu olan 2,5 mg/ml'lik ekstrakt çözeltisi 48 saat sonuna kadar ergin böcekler üzerinde etki göstermemiştir. 72 saat sonunda %3,33'lük oranla letal etki göstermeye başlamıştır.

Patates böceği larvaları üzerinde en yüksek orandaki sonucu en erken zamanda gösteren *Letharia vulpina* (L.) Hue liken türü aynı şekilde ergin böcekler üzerinde de en yüksek ölüm oranı sonucunu denenen liken türleri içerisinde en erken veren tür olarak tespit edilmiştir. Bu liken türünün en düşük konsantrasyonlu olan 2,5 mg/ml'lik ekstrakt çözeltisinin 96 saat sonunda %100'lük insektisit etki gösterdiği belirlenmiştir. 24 saat gibi kısa bir süre içerisinde patates böceği erginleri üzerinde %100 ölüm oranı sonucunu, denemelerde kullanılan liken türleri içerisinde yalnızca *L. vulpina* türü, 10 ve 20 mg/ml'lik ekstrakt çözeltileri ile vermiştir.

Patates böceği erginleri üzerinde *L. vulpina*'dan sonra %100 sonuç veren liken türü *Peltigera rufescens* ((Weiss) Humb.)'tir. Bu likenden elde edilen ekstrakt çözeltilerinden 10 mg/ml konsantrasyona sahip olanı 96 saat sonunda, 20 mg/ml konsantrasyona sahip olanı ise 72 saat sonunda ergin böcekler üzerinde %100 insektisit etki göstermiştir.

Çizelge 5.2 Denemelerde kullanılan liken türlerinin patates böceği erginleri üzerinde sebep olduğu ölüm oranı göz önüne alınarak hesaplanan bazı veriler

(C) Tür	(D) Tür	Ortalama Farkı (C-D)	Standart Hata	Anlamlılık (p)
<i>Lecanora muralis</i>	<i>Letharia vulpina</i>	-6,98(*)	0,089	0,000
	<i>Peltigera rufescens</i>	-5,62(*)	0,089	0,000
<i>Letharia vulpina</i>	<i>Lecanora muralis</i>	6,98(*)	0,089	0,000
	<i>Peltigera rufescens</i>	1,37(*)	0,089	0,000
<i>Peltigera rufescens</i>	<i>Lecanora muralis</i>	5,62(*)	0,089	0,000
	<i>Letharia vulpina</i>	-1,37(*)	0,089	0,000

* Ortalama farkı %95 güven aralığında anlamlıdır. (Bağımlı değişken “ölü birey” olarak alınmış ve Tukey HSD testi uygulanmıştır.)

Leptinotarsa decemlineata Say erginleri üzerinde insektisit aktiviteleri test edilen *Lecanora muralis* (Schreb.) Rabenh., *Letharia vulpina* (L.) Hue ve *Peltigera rufescens* (Weiss) Humb. liken türleri arasında anlamlı bir farkın olup olmadığı Çizelge 5.2’ye bakılarak anlaşılmaktadır. Bu çizelgedeki veriler, denemelerde kullanılan liken türlerinden elde edilen ekstrakt çözeltilerinin farklı konsantrasyonları ve *L. decemlineata* erginlerinin bu ekstraktlara maruz kalma süreleri göz önüne alınarak hesaplanmıştır.

Çizelge 5.2’ye bakıldığında denemelerde kullanılan her bir liken türünün diğer iki liken türü ile kıyaslamasının yapılarak p (anlamlılık) değerinin hesaplandığı ve bu değer tüm kıyaslamalar için 0,05’ten küçük olduğu görülmektedir. Sonuç olarak %95 güven aralığında hesaplanan verilere göre $p < 0,05$ olduğundan, patates böceği erginleri üzerindeki insektisit etkisi test edilen üç liken türünün aralarında anlamlı bir fark olduğu saptanmıştır. Yani kullanılan bu liken türlerinin patates böceği erginleri üzerinde gösterdikleri letal etki dereceleri birbirinden önemli derecede farklılık göstermektedir.

KAYNAKLAR

- Aksoy, S., 1982. Bazı Organik Sentetik İsektisitlerin Etki Mekanizmaları. *Türkiye Bitki Koruma Dergisi*, 6, 111-126.
- Anonim, 2008. 2008 Uluslararası Patates Yılı, Patates: Gizli Hazine. *Akdeniz İhracatçı Birlikleri Araştırma Serisi*, Sayı:52, Niğde.
- Anonim, 2010a. <http://www.erzincanbk.gov.tr/patateszarar.htm> - (Erişim Tarihi: 16.08.2010).
- Anonim, 2010b. <http://www.fotocommunity.de/pc/pc/display/13447574> - (Erişim Tarihi: 16.08.2010).
- Anonim, 2010c. http://www.tarimziraat.com/hastalik_je_zararlilar/sebze_zararlilari - (Erişim Tarihi: 24.08.2010).
- Anonim, 2010d. http://www.zmmae.gov.tr/rehber/kirma_biti.pdf - (Erişim Tarihi: 02.09.2010).
- Anonim, 2010e. http://www.zmmae.gov.tr/rehber/degirmen_guvesi.pdf - (Erişim Tarihi: 02.09.2010).
- Armstrong, R. A., 2004. Lichens, Lichenometry and Global Warming. *Microbiologist*, 5(3), 32-35.
- Arslan, N. ve Yılmaz, G., 1993. Pestisit Kirliliğinin Azaltılmasında Bitkisel Bir Kaynak Pireotu (*Pyrethrum* sp.) Türleri. *Çevre Dergisi*, Ocak-Şubat-Mart 6, 3-6.
- Asahina, Y. ve Shibata, S., 1954. Chemistry of Lichen Substances. *Japan Society for the Promotion of Science*, Tokyo.
- Aslan, A., 1995. Erzurum-Kars-Artvin Arasında Yer Alan Bölge Likenleri Üzerine Taksonomik İncelemeler. *Doktora Tezi, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Bursa.
- Aslan, A., Öztürk, A. ve Kaya, E., 1998. Likenlerin Ekonomik Önemi ve Oltu Bölgesinden Tespit Edilen Önemli Liken Türleri. *Geçmişten Geleceğe Oltu ve Çevresi Sempozyumu*, Erzurum.
- Aslan, A., Güllüce, M., Sökmen, M., Adıgüzel, A., Şahin, F ve Özkan, H. 2006. Antioxidant and Antimicrobial Properties of the Lichens *Cladonia foliacea*, *Dermatocarpon miniatum*, *Evernia divaricata*, *Evernia prunastri* and *Neofuscella pulla*. *Pharmaceutical Biology*, 44(2), 247-252.
- Atak, E. D. ve Atak, U., 1977. Marmara Bölgesinde Patates Böceği (*Leptinotarsa decemlineata* Say.)'nin İsektisitlere Karşı Direnci Üzerinde Çalışmalar. *Bitki Koruma Bülteni*, 17(1), 29-40.

- Atak, U., 1973. Trakya Bölgesinde Patates Böceği (*Leptinotarsa decemlineata* Say.)'nin morfolojisi, Bio-ekolojisi ve Savaş Metotları Üzerinde Araştırmalar. **Tarım Bakanlığı Zirai Mücadele ve Zirai Karantina Genel Müdürlüğü Yayınları, Teknik Bülteni**, No: 6, 63 s.
- Baron, G., 1999. Understanding Lichens. **Richmond Publishing Slough**, England.
- Brodo, I. M., Sharnoff, S. D. ve Sharnoff, S., 2001. Lichens of North America. New Haven & London: **Yale University Press**.
- Cantwell, G. E., Cantelo W. W. ve Scroder R. F. W., 1985. The Integration of a Bacterium and Parasites to Control the Colorado Potato Beetle and the Mexian Bean Boetle. **Journal of Entomological Science**, 20(1), 88-103.
- Cetin, H., Tufan, O., Turk, A. O., Tay, T., Candan, M., Yanikoglu, A. ve Sumbul, H., 2008. Insecticidal Activity of Major Lichen Compounds, (-)- and (+)- Usnic Acid, Against the Larvae of House Mosquito, *Culex pipiens* L.. **Parasitology Research**, 102, 1277-1279.
- Çetin, Ö. T. ve Sümbül, H., 2007. Liken Ekstraktları ve Sekonder Bileşiklerinin Böcek Kontrolünde Kullanımları. **Türk Liken Topluluğu Bülteni**, Temmuz 2007 – Ocak 2008, Sayı: 5-6, 8-10.
- Cocchietto, M., Skert, N., Nimis, P. L. ve Sava, G., 2002. A Review on Usnic Acid, an Interesting Natural Compound. **Naturwissenschaften**, 89, 137-146.
- Culberson, C. F. ve Culberson, W. L., 2001. Future Directions in Lichen Chemistry. **The Bryologist**, 104(2), 230-234.
- Demir, İ., Nalçacıoğlu, R. ve Demirbağ, Z., 2008. Böcek Virüslerinin Biyoteknolojik Önemi. **Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi**, 14(2), 193-201.
- Dobson, F. S., 2005. Lichens: An Illustrated Guide to British and Irish Species. **Richmond Publishing**.
- Dörtbudak, N., Yılmaz, D. ve Aydın, M., 1987. Ankara ve Eskişehir İllerinde Depolanmış Tahılda Zarar Yapan Buğday Biti (*Sitophilus granarius* L.)'nin Uygulamada Kullanılan Koruyucu İlaç Karşı Direnç Durumunun Araştırılması. **Bitki Koruma Bülteni**, 27(1-2), 101-109.
- Emmerich, R., Giez, I., Lange, O. L. ve Proksch, P., 1993. Toxicity and Antifeedant Activity of Lichen Compounds Against the Polyphagous Herbivorous Insect *Spodoptera littoralis*. **Phytochemistry**, 33(6), 1389-1394.
- Erdoğan, P. ve Toros, S., (2005). *Melia azedarach* L. (Meliaceae) Ekstraktlarının Patates Böceği [*Leptinotarsa decemlineata* Say (Col.: Chrysomelidae)] Larvalarının Gelişimi Üzerine Etkisi. **Bitki Koruma Bülteni**, 45(1-4), 99-118.

- Fuxa, J. R., 1998. Environmental Manipulation for Microbial Control of Insects. Editör: P. Barbosa. *Conservation Biological Control, Academic Press*, pp. 255-268, San Diago.
- Fuxa, J. R., 2004. Ecology of Insect Nucleopolyhedroviruses. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 103, 27-43.
- Galun, M., 1988. Lichenization. *CRC Handbook of Lichenology*, Ed: Galun, M. CRC Press, Boca Raton, pp. 2, 153-169.
- Goldstein, J. A. ve Keil, C. B., 1991. Prospects for Integrated Control of the Colorado Potato Beetle (Col.:Chry.) Using *Perillus bioculatus* (Hem.: Pentamid.) and Various Pesticides. *J. Economic Ent.*, 84(6), 1645-1651.
- Goldstein, J. A., Himpel, G. E., Bechmann, H. E. ve Moson, C. E., 1993. Arthropoda Natural Enemies of the Colorado Potato Beetle. *Crop Protection*, 12(5), 324-332.
- Gökçe, A., Isaacs, R. ve Whalon M. E., 2006. Behavioural Response of Colorado Potato Beetle (*Leptinotarsa decemlineata*) Larvae to Selected Plant Extracts. *Pest Management Science*, 62, 1052-1057.
- Güncan, A. ve Durmuşoğlu, E., 2004. Bitkisel Kökenli Doğal İnkisitletler Üzerine Bir Değerlendirme. *Hasad Yayincılık*, 233, 26-32.
- Gürkan, B. ve Boşgelmez, A., 1984. Patates Böceği (*Leptinotarsa decemlineata* Say.)'nin Popülasyon Dinamiği. *Bitki Koruma Bülteni*, 24(3), 119-136.
- Has, A., 1992. Orta Anadolu Bölgesi Koşullarında Patates Böceği (*Leptinotarsa decemlineata* Say.) (Col.:Chry)'nin Biyo-Ekolojisi ve Özellikle Konukçu Bitki İlişkileri Üzerinde Araştırmalar. *194 Grafik Tasarım Basımevi*, İstanbul.
- Isman, M. B., 1997. Neem and Other Botanical Insecticides: Barriers to Commercialization. *Phytoparasitica*, 25(4), 339-344.
- Joneson, S. ve Lutzoni, F., 2009. Compatibility and Thigmotropism in the Lichen Symbiosis: A Reappraisal. *Symbiosis*. 47, 109-115.
- Karagöz, Y., 2007. Erzurum İli Merkez İlçeden Toplanan Bazı Likenler Üzerine Taksonomik İncelemeler. *Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Erzurum.
- Karamanoğlu, K., 1971. Türkiye'nin Önemli Liken Türleri. *Ankara Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Dergisi*, 1, 53-75.
- Kedici, R., Melan, K., Bulut, H., Ünal, G. ve Has, A., 1998. *Bacillus thuringiensis*'li Preparatların Tarla ve Laboratuar Şartlarında Patates Böceği [*Leptinotarsa decemlineata* (Say)] Larvalarına Etkileri Üzerinde Araştırmalar. *Bitki Koruma Bülteni*, 38(3-4), 135-153.

- Klocke, J. A., Mei-Yinga, H., Shin-Foona, C. ve Kubo, I., 1991. Grayanoid Diterpene Insect Antifeedants and Insecticides from *Rhododendron molle*, *Phytochemistry*, 30(6), 1797-1800.
- Kordali, S., Kesdek M., ve Cakir, A., 2007. Toxicity of Monoterpenes Against Larvae and Adults of Colorado Potato Beetle, *Leptinotarsa decemlineata* Say (Coleoptera: Chrysomelidae). *Industrial Crops and Products*, 26, 278-297.
- Lawrey, J. D., 1986. Biological Role of Lichen Substances. *The Bryologist*, 89, 111-122.
- Lüleyap, Ü., 1996. Çukurova Bölgesindeki Sivrisineklerde Gelişen Fizyolojik İnsektisit Direncinin İncelenmesi. *Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü*, Adana.
- McIntosh, A. H. ve Grasela, J. J., 1994. Specificity of Baculoviruses. Editörler: K. Maramorosch ve A.H. McIntosh. *Insect Cell Biotechnology, CRC Press*, s: 57-69, Boca Raton.
- Nash, I. ve Thomas, H., 1996. Lichen Biology. *Cambridge University Press*, 304 p, UK.
- Neşet, A. ve Yılmaz, G., 1993. Pestisit Kirliliğinin Azaltılmasında Bitkisel Bir Kaynak Pireotu (*Pyrethrum sp.*) Türleri. *Çevre Dergisi*, Ocak-Şubat-Mart 6, 3-6.
- Nimis, P. L. ve Skert, N., 2006. Lichen Chemistry and Selective Grazing by the Coleopteran *Lasioderma serricorne*. *Environmental and Experimental Botany*, 55, 175-182.
- Öncüer, C., 2000. Tarımsal Zararlılarla Savaş Yöntem ve İlaçları. *Adnan Menderes Üniversitesi Yayınları*, 13(4), 333 s, Aydın.
- Özbek, H., 1989. Tahıl, Sebze, Yem ve Endüstri Bitki Zararlıları. *Fen Edebiyat Fakültesi Ofset Tesisleri*, 227 s, Erzurum.
- Öztürk, A. ve Aslan, A., 1991. Likenlerin Ekonomik Özellikleri ve Kuzeydoğu Anadolu'dan Bazı Liken Türleri. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Fen Bilimleri Dergisi*, 2(2), 27-42.
- Pavela, R., 2010. Antifeedant Activity of Plant Extracts on *Leptinotarsa Decemlineata* Say. and *Spodoptera littoralis* Bois. Larvae. *Industrial Crops and Products*, 1-7.
- Prakash, A. ve Rao, J., 1996. Botanical Pesticides in Agriculture. *CRC Press. Lewis Publishers*, 461 p.
- Purvis, O. W., Coppins, B. J., Hawksworth, D. L., James, P. W., Moore, D. M., 1992. The Lichen Flora of Great Britain and Ireland. *Natural History Museum Publications in Association with The British Lichen Society*, London, 710 pp.

- Rattan, R. S., 2010. Mechanism of Action of Insecticidal Secondary Metabolites of Plant Origin. *Crop Protection*, 29, 913-920.
- Richardson, D. H. S., 1992. Lichens as Pollution Monitors. *Richmond Publishing*.
- Silva, M. D. C., Sa, R. A., Napoleao, T. H., Gomes, F. S., Santos, N. D. L., Albuquerque, A. C., Xavier, H. S., Paiva, P. M. G. ve Correia, M. T. S., 2009. Purified *Cladonia verticillaris* Lichen Lectin: Insecticidal Activity on *Nasutitermes corniger* (Isoptera: Termitidae). *International Biodeterioration & Biodegradation*, 63, 334-340.
- Smith, A. L., 1975. Lichens. *Cambridge University Press*, pp. 395-420.
- Steets, R., 1976. The Effect of a Purified Extract of The Fruits of (*Azadirachta indica* A. juss) on *Leptinotarsa decemlineata* Say (Coleoptera, Chrysomelidae). *Zeitschrift für Angewandte Entomologie*, 82(2), 169-176.
- Şahin, M. E., 1997. Patates Böceği, *Leptinotarsa decemlineata* Say (Coleoptera, Chrysomelidae)'nin Erzurum Ekolojik Koşullarında Biyo-Ekolojisi, Popülasyon Yoğunluğu ve Doğal Düşmanlarının Tespiti. *Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Erzurum.
- Tewary, D. K., Bhardwaj, A. ve Shanker, A., 2005. Pesticidal Activities in Five Medicinal Plants Collected from Mid Hills of Western Himalayas. *Industrial Crops and Products*, 22(3), 241-247.
- Turanlı, F., Çabuk M., Kısmalı, Ş. ve Gelbic, I., 2006. *Bacillus thuringiensis* var. *tenebrionis*'in *Leptinotarsa decemlineata* (Say.) (Coleoptera: Chrysomelidae) Larvalarının Ortabarsağına Etki Sürecinin Histolojik Yöntemlerle Belirlenmesi. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 30(2), 137-150.
- Tutel, B., 1986. Liken Biyolojisi ve Faydaları. *Marmara Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Dergisi*, 2(2), 185-94.
- Uysal, H., Altun, D. ve Aslan, A., 2009. *Drosophila melanogaster*'de *Lobaria pulmonaria* (L.) Hoffm. Likeninin Ömür Uzunluğu Üzerine Etkisi. *TÜBAV Bilim Dergisi*, 2(3), 271-276.
- Wirth, V., 1995. *Die Flechten Baden Württembergs*. Teil 1–2. Ulmer, Stuttgart.
- Yabaş, C., Ulubilir A. ve Canhilal, R., 1995. Patates Böceği [*Leptinotarsa decemlineata* Say (Col.:Chrysomelidae)]'nin Biyolojik Mücadelesi Üzerinde Bazı Araştırmalar. *Bitki Koruma Bülteni*, 35(3-4), 227-240.
- Yıldırım, E., Kesdek, M. ve Kordalı, Ş., 2005a. Effects of Essential Oils of Three Plant Species on *Tribolium confusum* du Val and *Sitophilus granarius* (L.) (Coleoptera: Tenebrionidae and Curculionidae). *Fresenius Environmental Bulletin*, 14(7), 574-578.

- Yıldırım, E., Kesdek, M., Aslan, İ., Calmaşur, Ö. ve Şahin, F., 2005b. The Effects of Essential Oils from Eight Plant Species on Two Pests of Stored Product Insects. *Fresenius Environmental Bulletin*, 14(1), 23-27.
- Yıldırım, E., Çalmaşur, Ö. ve Kesdek, M., 2009. Imidacloprid, Thiamethoxam and Cyromazine Seed Treatments for the Control of Cabbage Insect Pests in Erzurum, in Turkey. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 40(2), 23-34.
- Yurdakulol, E. ve Yıldız A., 2002. Likenler. *Tabiat ve İnsan Dergisi*, Yıl: 36, 4, 6-11.
- Zeybek, N., 1982. Likenler ve Sanayide Önemi. *IV. Bitkisel İlaç Hammaddeleri Toplantısı*, Eskişehir 27-29 Mayıs, 91-95.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı : Buğrahan EMSEN
Doğum Tarihi ve Yeri : 24.05.1985 / Erzurum
Medeni Hali : Bekâr
Yabancı Dili : İngilizce
Telefon : 0338 226 24 00
e-mail : bemsen@kmu.edu.tr

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet Tarihi
Yüksek Lisans	Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Kamil Özdağ Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü	–
Lisans	Atatürk Üniversitesi Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Öğretmenliği Bölümü	31.05.2007
Orta Öğretim	Erzurum Nevzat Karabağ Anadolu Öğretmen Lisesi	13.06.2003

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2009-	Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Kamil Özdağ Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü	Araştırma Görevlisi