



**NANO-GÜMÜŞ KATKILI LAVANTA (*LAVANDULA ANGUSTIFOLIA* MİLL)
BİTKİ EKSTRAKTININ *TETRANYCHUS URTICAE* KOCH (ACARI:
TETRANYCHIDAE)'A KARŞI ETKİNLİĞİ**

SİNEM DİLİBAL

YÜKSEK LİSANS TEZİ
BİTKİ KORUMA ANA BİLİM DALI
Doç. Dr. AYŞE YEŞİLAYER
Dr. Öğr. Gör. Kadriye Özlem SAYGI
Ocak – 2022
Her hakkı saklıdır

T.C.
TOKAT GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
BİTKİ KORUMA ANA BİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

NANO-GÜMÜŞ KATKILI LAVANTA(*LAVANDULA
ANGUSTİFOLIA* MİLL) EKSTRAKTININ *TETRANYCHUS
URTICAE* KOCH (ACARI: TETRANYCHIDAE)'A KARŞI
ETKİNLİĞİ

SİNEM DİLİBAL

TOKAT
Ocak - 2022

Her hakkı saklıdır

ETİK SÖZLEŞME

Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü tez yazım kılavuzuna göre, Doç. Dr. Ayşe YEŞİLAYER danışmanlığında hazırlamış olduğum “NANO-GÜMÜŞ KATKILI LAVANTA (*LAVANDULA ANGUSTIFOLIA* MILL) EKSTRAKTININ *TETRANYCHUS URTICAE* KOCH (ACARI: TETRANYCHIDAE)’A KARŞI ETKİNLİĞİ” adlı Yüksek Lisans tezinin bilimsel etik değerlere ve kurallara uygun, özgün bir çalışma olduğunu, aksinin tespit edilmesi halinde her türlü yasal yaptırımını kabul edeceğimi beyan ederim.

14/01/2022

SİNEM DİLİBAL

ÖZET

NANO-GÜMÜŞ KATKILI LAVANTA(*LAVANDULA ANGUSTİFOLIA* MİLL) BİTKİ EKSTRAKTININ *TETRANYCHUS URTİCAE* KOCH (ACARI: TETRANYCHIDAE)'A KARŞI ETKİNLİĞİ

Dilibal, Sinem

Yüksek Lisans, Bitki Koruma Ana Bilim Dalı

Tez Danışmanı: Doç.Dr. Ayşe Yeşilayer

İkinci Danışman: Dr. Öğr. Gör. Kadriye Özlem Saygı

Ocak 2022, 59 Sayfa

Park, orman ve süs bitkileri ile birçok kültür bitkisinde zararlı *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) agresif, istilacı, bir türdür. Biyopestisitlerle ilişkili bitkilerden elde edilen nanopartiküllerin kullanımı tarımda giderek önemli bir yer edinmektedir. Bu nedenle çalışmada lavanta (*Lavandula angustifolia* Mill.) bitkisinden sentezlenen nano-gümüş (AgNP) ve bu bitkinin etanol ekstraktlarının daldırma yöntemi kullanılarak *T. urticae*'ye akarisit etkisi araştırılmıştır. Etanol ekstraktı ve gümüş nanopartiküllü (AgNP) sulu ekstrakt karşılaştırmasında 4 farklı konsantrasyon denenmiştir. İlk uygulama olan lavanta etanol ekstraktının en yüksek %12 ve %6'lık konsantrasyonlarındaki akarisidal etki oranı 5. günde sırasıyla %95.46 ve %62.24 olurken, ikinci uygulamamız olan nano gümüş katkılı su ekstraktının maksimum 336 ppm'lik konsantrasyonunda akarisidal etki %98.82 olarak tespit edilmiştir. Laboratuvar çalışması sonunda gümüş nanopartiküllü uygulamanın diğerine göre daha etkin olduğu ve her iki uygulamada da bitki için fitotoksik etki olmadığı kaydedilmiştir. Çalışmada gümüş nanopartiküllerin karakterizasyonu UV-vis, FT-IR, SEM-EDX, TEM ve XRD ile yapılmış, AgNP'ler küre şeklinde ve çapları 50 nm'nin altında olduğu görülmüştür. Sentezlenen AgNP'ler 450-480 nm maksimum UV-vis absorbansı sergilenmiştir. Yaapılan çalışmada FTIR analizi sonrasında lavanta su ekstraktının 3662-97 cm⁻¹'deki pik fenolik gruplarında varlığı da gözlemlenmiştir. Bu çalışmadan elde edilen sonuçların akarlarla mücadele için yapılacak yeni çalışmalara faydalı olacağı düşünülmektedir.

ANAHTAR KELİMELELER: *Tetranychus urticae*, Biyopestisit, Yeşil Sentez, Nanogümüş, *Lavandula angustifolia*

ABSTRACT

EFFICACY OF NANO-SILVER WITH LAVENDER (*LAVANDULA ANGUSTIFOLIA* MILL) PLAN EXTRACT AGAINST *TETRAYCHUS URTICAE* KOCH (ACARI: TETRANYCHIDAE)

Dilibal, Sinem

Master's Thesis, Department of Plant Protection

Adsivor: Assoc. Prof. Dr. Ayşe Yeşilayer

Secand Adsivor: Asst. Prof. Dr.Kadriye Özlem Saygı

January 2022, 59 Page

Recently, in many countries, synthetic pesticides have been replaced by plant-origin pesticides in agricultural area because it is aimed to reduce the use of chemical pesticides and to use human and environmentally friendly plant-based pesticides. The use of nanoparticles from plants associated with biopesticides is gaining an increasingly important in agriculture. *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) is an aggressive, invasive species that is harmful to park, forest, ornamental and many cultivated plants. In this study, silver nanoparticles (AgNPs) were synthesized using *Lavandula angustifolia* Mill water extract. The synthesized AgNPs was identified by Ultraviolet-Visible (UV-Vis) spectrophotometer, Fourier Transform-Infrared Spectroscopy (FTIR), Scanning Electron Microscope (SEM), X-Ray Diffraction (XRD) techniques. AgNPs exhibited a maximum UV-vis absorbance at 480 nm. Hydroxyl group was observed at 3262.97 cm⁻¹ in FTIR spectrum. AgNPs were found to be spherical and less than 50 nm in diameter. The acaricidal effect of extract and AgNPs was investigated using leaf dipping method. Experiments were carried out using (3cm diameter) leaf disks of *Phaseolus vulgaris* *L.angustifolia* Ethanol extract and silver nanoparticles (AgNP) were compared in 4 different concentrations. The acaricidal effect of ethanol extract was found as 95.46% and 62.24% at the concentration of 12% and 6% for 5 days respectively. AgNPs effect was observed as 98.82% at 336 ppm at the same period. As a result, AgNPs used in this study are thought to be used as an alternative method to pesticides for control of *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae).

KEYWORDS: *Tetranychus urticae*,, Biyopesticide, Green sythesis, Nano-silver, *Lavandula angustifolia*

ÖNSÖZ

Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi (TOGÜ)'nde ‘Nano-Gümüş katkılı lavanta (*Lavandula angustifolia* Mill.) bitki ekstraktlarının *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae)'a karşı etkinliği isimli yürütülen bu çalışmada, benden desteğini ve ilgisini esirgemeyen; tez hazırlığından istatistiki hesaplamalar konusuna kadar her konuda yardımcı olan başta danışman hocam Doç.Dr. Ayşe YEŞİLAYER(TOGÜ)'e, ikinci danışman hocam Dr. Öğr. Gör. Kadriye Özlem SAYGI(TOGÜ)'ya teşekkür ederim.

Çalışmalarımda ve attığım her adımda yanımda olan, emeklerini ödeyemeyeceğim şüphesiz bugünlere gelmemde en büyük katkı ve emeğe sahip olan sevgili ailem'e tüm kalbimle teşekkür ederim.

SİNEM DİLİBAL

07.01. 2022

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET	i
ÖNSÖZ	iii
ŞİMGE ve KISALTMALAR	v
ŞEKİL LİSTESİ	vi
ÇİZELGE LİSTESİ	vii
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR ÖZETLERİ	7
3. MATERYAL ve YÖNTEM	12
3.1 Materyal	12
3.1.1 Yöntem	13
3.1.2 Bitkilerin toplanması ve ekstraktların hazırlanması	13
3.1.3 Lavanta su ekstraktından gümüş nanopartiküllerin (AgNP) hazırlanması ..	14
3.2.3. Sentezlenen nanopartiküllerin karakterizasyonu	15
3.2.4. Akar kültürünün elde edilmesi	15
3.2.5. <i>Lavandula angustifolia</i> bitki ekstraktının daldırma yönteminin uygulanması	16
3.2.6. <i>Lavandula angustifolia</i> bitkisinden sentezlenen AgNP'lerin daldırma yöntemi ile uygulanması	17
3.2.7. İstatistik analiz	19
4.1. Lavanta Etanol Ekstraktının <i>Tetranychus Urticae</i> 'e Akarisidal Etkisi	20
4.2. Lavanta Bitkisinden Elde Edilen Gümüş Nanopartiküllerin (Agnp) <i>Tetranychus Urticae</i> 'a Karşı Akarisidal Etkisi	21
5. TARTIŞMA ve SONUÇ	28
6. KAYNAKLAR	34

SİMGE ve KISALTMALAR

KISALTMALAR

AgNP: Gümüş nanopartikül

AgNO₃: Gümüş nitrat

Kg: Kilogram

Mg: Miligram

mM: Milimolar

nm: Nanometre

Ppm: Milyonda bir

rpm: Dakikadaki devir sayısı

TOGÜ: Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 1. 1 İki noktalı kırmızı örümcek ergini (Anonim, 2013)	4
Şekil 1. 2 <i>Tetranychus urticae</i> 'nin yaşam evreleri (Anonim, 2017)	5
Şekil 1. 3 Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi kampüsünden toplanan lavanta bitkisi (<i>Lavandula angustifolia</i> Mill.).....	6
Şekil 3. 1 a.) Kurutulmaya bırakılmış lavanta bitkisi, b) öğütülmüş bitki parçacıkları c) Filtre kağıdından steril erlenmayere süzülen ekstrakt.....	13
Şekil 3. 2 Soldan sağa gümüş nitrat (AgNO ₃), lavanta sulu ekstraktı, AgNO ₃ katkılı lavanta ekstraktı	14
Şekil 3. 3 İki noktalı kırmızı örümcek (<i>Tetranychus urticae</i>) kültürü	16
Şekil 3. 4 Daldırma yönteminin uygulanması	17
Şekil 3. 5 a)Daldırma yönteminin uygulanması, b)böceklerle uygulanması	18
Şekil 3. 6 Denemelerin kurulması	18
Şekil 4. 1 Su ekstraktının (a) ve Sentezlenen AgNP lerin (b) UV-vis spektrumları.....	24
Şekil 4. 2 AgNP'lerin STEM analiz sonuçları.....	25
Şekil 4. 3 FTIR spektrumları (a) AgNPs (b) su ekstraktı	25
Şekil 4. 4 Yeşil sentez yoluyla hazırlanan gümüş nanopartiküllerin XRD kırınım deseni	26
Şekil 4. 5 Yeşil sentezle elde edilen gümüş nanopartiküllerin EDS analizleri.....	27

ÇİZELGE LİSTESİ

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
Çizelge 4. 1 Lavanta etanol ekstraktının daldırma yöntemiyle <i>Tetranychus urticae</i> ' a akarisidal etkisi	20
Çizelge 4.2 Gümüş nanopartiküllin (AgNP) farklı konsantrasyonlarda daldırma yöntemiyle <i>Tetranychus urticae</i> 'e akarisidal etkisi	21
Çizelge 4. 3 Gümüş nanopartikül (AgNP) ile etanol ekstraktının <i>Tetranychus urticae</i> 'e 1.ve 9. gündeki akarisidal etkisi.....	22

1. GİRİŞ

Günümüzde, kimyasal mücadelenin sebep olduğu kalıntı, çevre kirliliği ve dayanıklılık gibi sebeplerden ötürü alternatif mücadele yöntemlerinin geliştirilmesi gerekliliği ortaya çıkmıştır. Ayrıca, bu kimyasallar doğal düşmanlar, bal arıları ve yaban hayatı gibi hedefsiz organizmalara karşı zararlı etki gösterirler (Akyazı ve ark., 2015). Zararlılarda mücadele sonrasında oluşan direnç ise oldukça önemlidir. İnsektisit direnci diye adlandırılan bu dayanıklılık, bir zararlıya karşı pestisit uzun süre kullanılması sonucunda zararlı popülasyonun da pestisite karşı hassasiyet kaybının oluşması durumudur (Çakır ve Yamanel, 2005, Demiröz ve Tunca, 2018). Kimyasallar uygulandığında böceklerin yoğunluğunun kontrol edilmesi için yapılan hataları, yanlış uygulamalar ve çevre koşullarının uygun olmaması gibi problemler haricinde bir hassasiyet azalması dayanıklılık ya da direnç olarak tanımlanabilir (Ünal ve Gürkan, 2001). Diğer bir tanımla direnç, bir zararlıya karşı aynı pestisit uzun süre kullanılması sonucunda, pestisitlere karşı dayanıklı ırkların meydana gelmesi olarak tanımlanmıştır (Öncüler ve Durmuşoğlu, 2008). Örtü altı tarım, süs bitkileri, sebze ve meyve gibi birçok üründe zararlı olan ve mücadelesinde de yoğun olarak kimyasal kullanılan *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae)'nin de dünyada ve ülkemizde birçok ilaca dayanıklılık geliştirdiği görülmektedir. *T. urticae* (İki noktalı kırmızı örümcek), dünya genelinde en fazla aktif maddeye karşı direnç geliştiren tür olarak bilinmekte (Van Leeuwen ve ark., 2010) ve “direnç şampiyonu” olarak tanımlanmaktadır (Dermauw ve ark., 2013). Birçok kültür bitkisinde bir zararlı olan *T. urticae* tüm dünyada ve ülkemizde görülen önemli bir zararlıdır. Birçok sebze, park ve bahçe bitkilerinde zarar meydana getirmektedir. Bitkinin özsuğunu emerek yaprağın sararmasına, kalitesiz ürün vermesine sebep olmaktadır. *T. urticae* kısa yaşam döngüsüne sahip olması, çok sayıda döl vermesi ve arrhenotokous ile üremesi nedeniyle çok hızlı bir şekilde direnç geliştirdikleri görülmüştür. Yapılan bir araştırmaya göre *T. urticae*'nin dünyanın en fazla dayanıklı türleri içinde 92 farklı kimyasala karşı dayanıklılıkla ilk sırada yer aldığı belirlenmiştir (Whalon ve ark. 2008).

Kimyasalların olumsuz etkilerinin ortaya çıkardığı problemler nedeniyle; kimyasal mücadeleye alternatif mücadele yöntemlerinin geliştirilmesi ve uygulanması bir zorunluluk haline gelmiştir. Alternatif mücadele yöntemlerinin içinde bitkisel kökenli bileşiklerin kullanımı gün geçtikçe artmaya devam etmekte. Bitkisel ekstraktların doğada zaten var olmaları ve doğal döngü içerisinde bir yere sahip olmaları gibi nedenlerden dolayı bu bileşiklerin tarımsal zararlılarla mücadelede kullanımının arttığı görülmüştür (Yang ve ark., 2007). Bitkilerden elde edilen ekstraktlar kimyasal mücadeleye karşı kullanılma potansiyeli en yüksek olan seçeneklerden biridir. Ayrıca bitki ekstraktları içinde bulundurduğu bazı sekonder metabolitlerle tarımsal üretimde ekonomik kayıplara sebep olan zararlılara karşı beslenmeyi ve yumurta açılımını engelleyici, uzaklaştırıcı etkiler göstermektedir (Tomczyk ve Suszko, 2011; Kök ve ark., 2016). Ayrıca bitki ekstraktları yapılan araştırmalarda memelilere, balıklara ve insanlara karşı çok düşük seviyede toksik etki gösterdiğinden dolayı zararlıların kontrolündeki en uygun mücadele seçeneklerinden biri haline gelmiştir (Liu ve ark., 2000).

Yapılan çalışmalarda çok fazla bitkinin tarım zararlısı olan böceklerle karşı repellent, ovisidal gibi çeşitli şekillerde etkili olduğu bilinmektedir. Bu kadar fazla bitkinin insektisit etkisinin olduğunun bilinmesine karşı pratikte uygulama çok yoktur. Bunun sebepleri, doğal kaynakların kısıtlı olması, standardizasyon ve ruhsat almadaki zorluklar ve ilaç sektöründe sentetik maddelerin kullanmasının daha kolay olduğu düşüncesi yaygındır (Isman, 1997; Öncüer, 2000; Karakaş, 2018).

Bitki ekstraktları dışında çeşitli metal nanopartiküller son yıllarda nanoteknoloji alanındaki gelişmelere paralel olarak tarımda sebze, meyve ve kültür bitkilerindeki zararlılarla mücadelesinde yerini almaya başlamıştır. Çevre bilimi ve gıda işleme alanında bu konu ile araştırmanın yoğun olmasına rağmen, tarımda özellikle bitki koruma alanındaki biyo-pestisit olarak kullanımı ile ilgili çalışmalar oldukça azdır. Dünyaya paralel olarak ülkemizde de kimyasal tarımdan yeşil tarım uygulamalarına geçiş olmakta, bu alanda da bitki ekstraktları ve onlardan elde edilen nano malzemelerin biyopestisit olarak zararlı mücadelesinde kullanımıyla ilgili araştırmalar artmaktadır (Raut ve ark., 2010; Khan ve ark., 2012; Vivek ve ark., 2012; Karaca ve Gökçe, 2014; Naik ve ark., 2014; Velusamy ve ark., 2015; Chrysargyris ve ark., 2016; Kasap ve Kök, 2019).

Tarımda nano teknoloji; zirai ilaç kullanımını azaltma, bitki ve hayvan ıslahını geliştirme, bitki hastalıklarının tedavisi, aynı zamanda hastalık teşhisi gibi yeni yaklaşımlarla, gıda ve tarım endüstrisinde yenilik yaratma potansiyeline sahiptir (Türkmen, 2015). İleriki zamanlarda nano yapıdaki katalizörler sayesinde, pestisitlerin ve herbisitlerin düşük dozlarıyla bile etkili olması sağlanacaktır. Nanoteknoloji ayrıca, alternatif (yenilenebilir) enerji bileşikleri ve filtre/katalizörlerin kullanımıyla çevre kirliliğini azaltarak ve mevcut kirletici maddeleri temizleyerek çevreyi koruyacaktır (Scott ve Chen, 2002; Demirbilek, 2015). Metal Nanopartiküller(Ag, Au, Fe, Zn, vb) boyutları 1-100 nm arasında değişiklik gösteren malzemelerdir (Ahmed ve ark., 2016). Gümüş (Ag), mikroorganizmalara karşı gösterdiği aktivite nedeniyle uzun zamandır birçok alanda antibakteriyel uygulamalarda kullanılmaktadır (örneğin gümüş yemek takımlarının bakteri tutmaması gibi) (Yang ve ark., 2012). Gümüş-nanopartikül (AgNP)'lerin, insektisit, pestisit, antimikrobiyal ve antifungal özellikleri birçok araştırmacı tarafından bildirilmektedir (Xu ve ark., 2011; Ocoş ve ark., 2013; Ali ve ark., 2015; Le Van ve ark., 2016; Ayoub ve ark., 2018; Kung ve ark., 2018). Pestisitler yerine AgNP'lerin kullanımının daha ucuz, doğa dostu ve etkisinin yüksek olduğu yapılan çalışmalarda vurgulanmaktadır (Kim ve ark., 2012; Stevanović ve ark., 2012; Eren ve Baran, 2019).

Gümüş nanopartiküller (AgNP) fiziksel, kimyasal ve biyolojik yöntemlerle elde edilmektedir (Francis ve ark., 2017 ; Saygı ve Çağan, 2021). Son yıllarda AgNP sentezinde, bitki su ekstraktlarından hazırlanması sebebiyle ve çevre dostu olmasından dolayı yeşil sentez olarakta adlandırılmaktadır (Pallela ve ark., 2018 ; Nartop, 2019; Saygı ve Usta, 2021). Yeşil nanoteknoloji kapsamında özellikle bitki ekstraktları ve mikroorganizmalar kullanılmaktadır. Bu anlamda birden fazla bitkinin su ekstraktı nanopartikül sentezlenmesinde başarılı bir şekilde kullanılmaktadır (Krishnavaj ve ark., 2010).

Bu çalışmada kullanılan bitki zararlısı akar türü, *T. urticae* polifag türler olarak kabul edilmiş ve pestisitlere karşı ilk dirençli zararlı olarak rapor edilmiştir (Hussey and Scopes, 1985). İki noktalı kırmızı örümcek, dünyada tarımın yapıldığı alanlarda büyük ölçüde yayılmış çok önemli bir zararlıdır. Fasulye, salatalık, pamuk, mısır, park-bahçe bitkileri ve yabancı otları da kapsayan çok sayıda konukçusunun olduğu ve 3000'den fazla konukçu bitki üstünde bulunduğu bildirilmekte(Yoldaş ve ark., 1990; Soudy ve

ark, 2021). *T. urticae* yaprakların bitki öz suyunu emerek yapraklarda sarıdan kahverengiye doğru lekeler meydana getirirler. Lekeler birleşerek yaprağın kuruyup ve dökülmesine neden olur. Dolayısıyla ciddi derecede ürün kayıplarına neden olur. Kırmızı örümcekler gözle görülemeyecek kadar küçüktürler. Görümleri yumurta veya armut şeklindedir. Üst kısmı kabarık ya da düzdür. Yüzeyinde değişik büyüklükte ve şekilde kıl, tüy ve dikenler bulunmaktadır (Şekil 1.1) (Lahai ve ark., 2003; Migeon ve Dorkeld, 2020).



Şekil 1. 1 İki noktalı kırmızı örümcek ergini (Anonim, 2013)

Yumurtadan çıkan larva 3 çift, nimf ve erginleri 4 çift bacaklıdır(Şekil 1.2). Bir dişi ortalama 60-120 arasında yumurta bırakabilir. Yumurtalar 5-7 gün içerisinde açılırlar. Yılda 9-10 döl verirler (Anonim, 2015).



Şekil 1. 2 *Tetranychus urticae*'nin yaşam evreleri (Anonim, 2017)

Doğada bulunan bitkilerin birçoğu, içeriğinde yüksek biyoaktif fitokimyasalları ve sekonder metabolitler bulundurulur (Chitwood, 2002). Dünyada ve ülkemizde de içerisinde bulunan bileşiklerden dolayı bitki koruma ürünü olarak kullanılmak üzere araştırmalar yapılmaktadır. Bu kullanılan bitkilerden bazıları adaçayı, nane, kekik ve lavanta bitkisi birçok araştırmada kullanılan bitki türleri arasındadır (Yeşilayer ve Deniz, 2019). İki noktalı kırmızı örümceğe karşı çalışmada kullanılan lavanta bitkisi ülkemizde oldukça yaygındır.

Lavanta (*Lavandula angustifolia* Mill.) akdeniz kuşağı bitkisi olan lavanta, ballıbabagiller (Lamiaceae) familyasından *Lavandula* cinsini oluşturan türlerin genel ismidir. Lavanta çalı görünümüne mavi, morumsu ya da kırmızı çiçekler açan bir bitkidir (Şekil 1.3.). Lavanta bitkisi dağlarda, 1000–1800 m arasındaki yükseklikte yetişir. Kurutularak dolaplara konan çiçekleri giysileri böceklerden korur (Atalay, 2008). Çiçeklerinin ve sapının içerdiği fazla oranda uçucu yağ nedeniyle dünyada yetiştirilen önemli bir parfüm, kozmetik ve ilaç bitkisidir (Guenther, 1952; İlkimen ve Gülbandır, 2018). Toprak konusunda seçici bir bitki olmayan lavanta kuraklığa, aşırı ısıya ve

aşırı soğuğa dayanıklı olup kireççe zengin kalkerli topraklarda verimi daha yüksektir. Vejetatif ve generatif olarak üretilen bir bitkidir. Verimi tür, çeşit, toprak ve iklim koşullarına göre dekara 100 ile 500 kg arasında değişmektedir (Aslanca ve Sarıbaş, 2011).



Şekil 1. 3 Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi kampüsünden toplanan lavanta bitkisi (*Lavandula angustifolia* Mill.)

Bu tez çalışmasında lavanta (*Lavandula angustifolia* Mill) bitkisinden elde edilen etanol ekstraktları ve lavantadan yeşil sentezle elde edilen gümüş nanopartiküllerin (AgNP) iki noktalı kırmızı örümcek (*Tetranychus urticae* Koch)'e karşı akaricidal etkinliğinin araştırılması amaçlanmıştır.

2. LİTERATÜR ÖZETLERİ

Eldoksch ve ark., (2009), *Carum carvi* L. ; *Mentha piperita* L. ; *Thymus vulgaris* L. ; *Eucalyptus globulus* L. ; *Ammi visnaga* L. ; *Ocimum basilicum* L. ; *C. Ambrosiodes* L. bitki ekstraktlarının akarisit aktivitesini değerlendirmek için araştırma yapmışlardır. *Tetranychus urticae*'nin dişi erginlerine karşı laboratuvar koşullarında daldırma ve yüzey kalıntısı teknikleri kullanılarak yapılmış, yapılan çalışma sonucunda akarlara karşı en etkilili bitkilerin sırasıyla nane, kekik, kimyon ve karanfil özlerinin olduğu belirtilmiştir.

Erdoğan ve ark., (2010), *Capsicum annum* L. bitkisinden elde ettikleri etanol ekstraktının *T.urticae* üzerine etkisi kimyasal ilaçlara alternatif yöntem oluşturmak amacıyla araştırılmıştır. Yaprak daldırma ve püskürtme olmak üzere iki farklı yöntem kullanılmıştır. Ekstraktın %1, 3, 6, 12 olmak üzere dört farklı doz çalışmışlar. Sonuçta, erginlerde en yüksek doz %12'lik doz %95 oranında en yüksek ölüm oranı belirlenmiştir.

Yanar ve ark., (2011), on iki bitki türünün ekstarktlarının *T.urticae* karşı akarisit potansiyeli açısından bir çalışma yapmışlardır. *Lolium perenne* L. (çiçek, yaprak), *Anthemis vulgaris* L. (çiçek) ve *Chenopodium album* L. (çiçek, yaprak) özleri, azadirachtin'den önemli ölçüde daha yüksek ölüm oranlarına sahip olduğu belirlenmiştir.

Debnath ve ark., (2011) silika katkılı AgNP'leri geleneksel insektisitlerin yerine gelecekte kullanılabileceğini vurgulamışlardır. Ayrıca laboratuvar koşullarında gerçekleştirilmiş oldukları ön çalışmada depolarda zararlı olan *Sitophilus oryzae* (Coleoptera: Curculionidae)'e karşı etkinliklerini araştırmışlardır. Çalışma sonucunda son dönem larvalara karşı %90 oranında ölüm tespit etmişlerdir.

Tomczyk ve Suszko (2011)' nun 2 şifalı bitkiden hazırlanan ekstrakt (Adaçayı- *Salvia officinalis* L. ve Alman papatyası- *Matricaria chamomilla* L.) akarların biyolojik kontrolü için araştırılmıştır. *T. urticae*'e İngiliz sarmaşığı (*Hedera helix* L.) üzerindeki ölüm, doğurganlık ve gelişimi üzerindeki etkileri laboratuvar ve sera koşullarında incelenmiştir. *Salvia* ekstraktları, *Matricaria* ekstraktlarından daha fazla akarisidal

aktiviteye sahip oldukları tespit edilmiştir. Kullanılan yöntemle akarların popülasyonu %76 oranında azaltmıştır.

Mozaffari ve ark., (2012), *Mentha pulegium*'un ekstraktının *T.urticae*'ye karşı yumurtlamayı azalttığı, uzaklaştırıcı etkisinin olduğunu ve akar üzerinde akarisit olarak kullanılabilir olduğunu bildirmişlerdir.

Kamaraj ve ark., (2012), ev sineği olarak isimlendirilen *Musca domestica* (Diptera: Muscidae)'a karşı *Manilkara zapota* L. (Ericales: Sapotaceae) bitkisinde elde edilen AgNP'nin etkinliğini araştırmışlardır. Çalışma sonucunda yetişkin ergin bireylere uygulanan 10 ml/L'lik dozun 4 saatin sonunda ergin bireylerde %100 ölüm oranında gerçekleştiğini tespit etmişlerdir.

Zahir ve ark., (2012), yaptıkları çalışmalarında *Euphorbia prostrata* bitkisinin su ekstraktı, AgNP, AgNO₃ çözeltilerini *S. oryzae*'ye karşı test etmişlerdir. 7. günün sonunda AgNP'nin %100 etkili olduğu, 14. günün sonunda da su ekstraktının %100 etkili olduğu vurgulanmıştır.

Jalalizand ve ark., (2013), ticari olarak aldıkları gümüş nanopartikül (AgNP) içeren çözeltiyi daldırma ve spreyleme yöntemlerini kullanarak *T. urticae*'ye karşı farklı dozlarda uygulamışlardır. Konstrasyona ve zamana bağlı olarak ölüm oranı artış göstermiştir.

Sankar ve Abideen (2015), pirinç biti (*S. oryzae*)'ne karşı *Avicennia marina* bitkisinden sentezledikleri AgNP'lerin insektisidal etkilerini araştırmışlardır. Çalışmanın sonucuna göre ergin pirinç bitine karşı 4. günün sonunda % 100 ölüm oranı bildirmişlerdir.

Numa ve ark., (2015) yapmış oldukları çalışmada *Cnidoscolus aconitifolius* bitkisinin etanol ekstraktı 10,50,100,600,1.200,1.600 ve 2.000 (µg/mL) dozlarında *T.urticae* dişilerine karşı daldırma yöntemi ile uygulanmışlardır. En yüksek doz (2.000 µg/mL) le %92 oranında ölüm tespir etmişlerdir.

Siva ve Kumar (2015), pamuk bitkisinde zararlı olan yeşil kurt *Helicoverpa armigera* Hubner (Lepidoptera: Noctuidae)'nın 4. dönem larvalarına karşı loğusa otu *Aristolochia indica* L. (Fam: Aristolochiaceae) su ekstraktından sentezledikleri

AgNP'leri (2mM %3'lük) uygulama dozunun beslenmeyi engelleyici (Antifeedant), larvasidal ve sitotoksik aktivitesini laboratuvar koşullarında incelemişlerdir. Çalışma sonucunda elde edilen LC₅₀ değerlerini sırasıyla 127.49 mg/L, 84.56 mg/L ve 309.98 mg/L olarak tespit etmişlerdir. Ayrıca yeşil kurt zararlısı ile mücadelede nano gümüş katkılı bitki ekstraktlarının sentetik ilaçlara alternatif doğa dostu bir yöntem olabileceğini tespit etmişlerdir.

Dalia (2016), yaptığı bir çalışma da *S. officinalis* L. bitki ekstraktının *T.urticae* yumurtalarına ve yetişkin dişiler üzerindeki etkisi incelemiştir. En yüksek ölüm oranlarının yetişkinlerde %20'lik konsantrasyonda %92.85 ve %87.14 olarak bulmuştur.

Kumar ve ark., (2016), *Excoecaria agallocha* L. (Euphorbiaceae) bitkisinden yeşil sentez yöntemi ile elde edilen AgNP'leri *Aedes aegypti* L.'ye karşı larvisit etkinliğini değerlendirmiş ve önemli bir larva öldürücü aktivitesi olduğunu bildirmişlerdir.

Kaya ve Çetin (2017), yılında tarla ve sera için bir diğer zararlı olan *Tetranychus cinnabarius* 'a karşı eğir, zencefili rezene ve defne bitkisinin çeşitleri bölümlerinden etanolde hazırladıkları ekstraktları %20, %10, %5, %2.5, %1.25 (w/w) olmak üzere beş farklı doz kullanmışlar ve sonuçta, ergin ve nimf dönemlerinde en yüksek öldürücü etkinin ekstraktların %20'lik konsantrasyonunda belirlenmiştir. 72 saatlik uygulama süresi sonunda %5'lik konsantrasyonda eğir %97, defne %95 oranında toksik bulunmuştur. 72 saatlik uygulama süresi sonunda *T.cinnabarius*'a karşı defne ve eğir bitki ekstraktları en yüksek ölüm oranına ulaşmıştır.

Gülsoy ve Yeşilayer (2018), *Lantana camara* ve *Salvia* spp. bitki ekstraktlarının *P. operculella* yumurtalarının açılımına etkisi ile ilgili bir çalışma yapmışlardır. Uygulamada yumurtalar daldırma yöntemiyle 1-3 saniye süreyle bitki ekstraktlarına daldırılmıştır. Çalışmanın sonunda kullanılan iki farklı bitkiden *L. camara*'nın *Salvia* spp'ye göre %20 daha fazla etkili olduğu belirlenmiştir.

Yeşilayer ve Aslan (2018), *T.urticae*'ye karşı bazı kekik türlerinden elde ettikleri uçucu yağlarını uygulamışlardır. Kekik türlerinden elde ettikleri dört farklı dozu (%0.5, %1, %2, %4 µl/l)'un *T. urticae*'e karşı repellent etkisi gözlemlenmiştir. Çalışmaları

sonucunda kullanılan 5 farklı kekik türü içinde repellent etki açısından etkisi yüksek tür *Origanium onites* L. olarak rapor etmişlerdir.

Elma ve Alaoğlu (2018), sekiz farklı bitkiden elde ettikleri metanol ekstraktlarının toksik etkileri laboratuvar ortamında iki farklı yöntem (topikal aplikasyon ve püskürtme) uygulanarak Avrupa sünesi *Eurygaster maura* L. (Hemiptera: Scutelleridae)'nın erginlerine karşı çalışma yapmışlardır. Uygulamadan 24, 48 ve 96 saat sonra ölüm oranlarını kaydetmişlerdir. Uygulamadan 96 saat sonra, *Foeniculum vulgare* ekstraktı her iki testte de en toksik ekstrakt olmuştur. Uygulamadan 48 saat sonra LC50 değerleri göz önüne alınarak toksik etki durumuna göre *F. vulgare*'nin en etkili olduğu bulunmuştur.

Çetin ve Elma (2019) tarafından Kermes meşesi, *Quercus coccifera* (L.) yapraklarından elde edilen ekstraktın birçok tarım bitkisinde zararlı olan *T. urticae*, depolanmış ürünlerde zararlı *Callosobruchus maculatus* F. (Coleoptera: Chrysomelidae) ve *Plodia interpunctella* (Hubner) (Lepidoptera: Pyralidae)'ya karşı toksik etkileri araştırılmıştır. *T. urticae*'de bitki ekstraktının etkili olduğu ve uygulamadan 48 saat sonra % 10'lik konsantrasyonda %98 oranında ölüm meydana getirdiği görülmektedir. *C. maculatus*'ta en yüksek ölüm oranı %20'lik ekstrakt konsantrasyonunda ve 48 saat sonunda % 96 olarak belirlenmiştir. *O. coccifera* ekstraktının *P. interpunctella* larvasına toksik etkisinin düşük olduğu belirlenmiştir.

Kasap ve Kök (2019)'ün yaptıkları çalışmada tere (*Lepidium sativum* L.), yarpuz (*Mentha pulegium* L.), roka (*Eruca vesicaria* Mill.), biberiye (*Rosmarinus officinalis* L.) ve fesleğen (*Ocimum basilicum* L.) ekstraktlarının *T. urticae*'nin nimf ve ergin bireylerine etkisini araştırmışlardır.

Yeşilayer ve Deniz (2019), değişik kekik türleri (*Thymus vulgaris* L. ve *Origanum majorana* L.), Lavanta (*L. officinalis*) ve adaçayı (*S. officinalis*) bitki ekstraktının karantina zararlısı olan Patates güvesi [(*Phthorimaea operculella* (Zeller) (Lepidoptera:Gelechiidae)]'nin ergin öncesi dönemlerine karşı toksik etkisi araştırılmıştır. Gözlemler 7 gün boyunca yapılmış ve 7. gün sonunda ölüm oranı en yüksek konsantrasyonda (%10 ml/L), *O. majorana* %91.2, Lavanta 90%, *T. vulgaris* %87 ve adaçayında %83.7 oranlarında tespit etmişlerdir.

Al-Azzazy ve ark., (2019), yaptıkları çalışmada elde ettikleri sonuçlar doğrultusunda akarların ölüm yüzdesinin, gümüş nanopartikül konsantrasyonunun artmasıyla ilişkili olduğunu göstermişlerdir.

Rehman ve ark, (2021), *Camelina sativa* (L) bitki ekstraktı ve AgNP'leri *Oryzaephilus surinamensis* (L.), *Sitophilus granarius* (L.) ve *Triticum aestivum* (Linn.)'a karşı toksik ve repellent etkilerini incelemişler. %5, %10 ve %15 *C. sativa* ekstraktı ve 200, 300 ve 500 ppm AgNP uygulanması yapmışlardır. 72 saat sonra, en yüksek *C. sativa* ekstraktı konsantrasyonu (%15), *O. surinamensis*'e karşı %43.1 ve %35.2'lik bir ölüm oranına neden olmuştur. AgNp katkılı bitki ekstraktında ise en yüksek doz olan 500 ppm'de %60 oranında ölüm tespit etmişlerdir.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1 Materyal

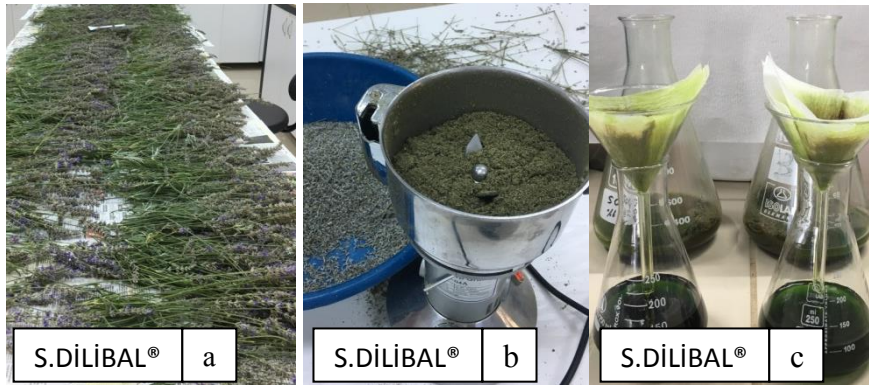
Çalışmanın ana materyalini, Ağustos 2020 tarihinde Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesinden toplanan (E,40.327208 / B,36.476560) Lavanta (*Lavandula angustifolia* L.) bitkisi, Entomoloji laboratuvarındaki stok kültürden alınan iki noktalı kırmızı örümcek (*Tetranychus urticae* Koch) bireyleri ve Lavanta bitkisinin etanol ekstraktları ile Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Kimya laboratuvarında yeşil sentezle elde edilen gümüş nanopartikül (AgNp)'leri oluşturmuştur.

Denemede kullanılan diğer malzemeler; Fasülye taneleri, fasülye yaprakları, saksı, cam Petri kapları (60 mm), etüv, hassas terazi, manyetik karıştırıcı, buz dolabı, pamuk, kalem, makas, öğütücü, etiket, etanol, gümüş nitrat, pens, beher, saf su, ependorf tüp, kurutma kağıdı, Whatman filtre kağıdı, cihazlar; Ultraviyole-görünür bölge spektroskopisi (UV-vis), Fourier Dönüşümlü Kızılötesi spektroskopisi (FT-IR), Geçirimli elektron mikroskobu (TEM), Taramalı Elektron mikroskobu (SEM) ve Dinamik Işık Saçılım spektroskopisi (DLS), UV-vis spektrumları (Perkin Elmer Lamda 35 UV/VIS Spectrometer), (FE-SEM, Tescan Mira3XMU, Brno, Czechia), XRD analizleri Emprean, Malvern Panalytical X'pert PRO diffractometer (PXRD), FT-IR spektrumları Shimadzu FTIR 8400 spectrometer cihazları kullanılmıştır.

3.1.1 Yöntem

3.1.2 Bitkilerin toplanması ve ekstraktların hazırlanması

Tokat ilinden Ağustos 2020’de toplanan lavanta (*Lavandula angustifolia*) bitkisinin toprak üstü kısmındaki çiçekleri oda koşullarında yüksek ışık ve nem olmayan ortamda kağıt üzerine serilmiş ve kurumaya bırakılmıştır (Şekil 3.1. a), daha sonra kurutulmuş bitki materyali değirmende küçük parçalar haline gelecek şekilde öğütülmüştür (Şekil 3.1.b). 25 g öğütülmüş bitki materyalinin üzerine 300 ml etanol eklenerek orbital çalkalayıcıda 120 rpm’de 24 saat boyunca çalkalanmıştır. Whatman filtre kağıdından steril erlenmayerlere süzölmüştür (Şekil 3.1.c). Elde edilen ekstraktlar etanol ile çözölerek hedef konsantrasyonlar (%1.5, 3, 6, 12 ml/L) denemede kullanmak üzere hazırlanmıştır. Kalan kısım denemelerde kullanılmak üzere buzdolabında +4°C’de muhafaza edilmiştir.



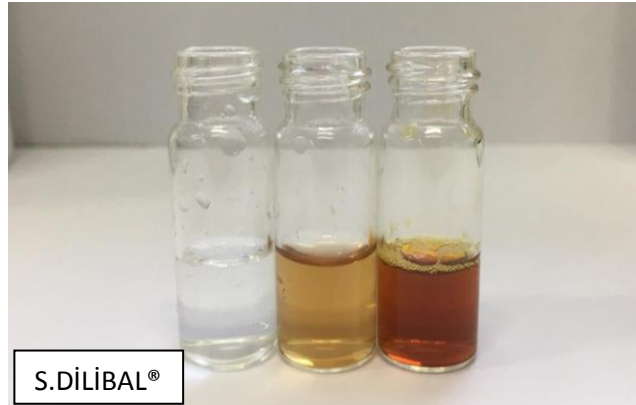
Şekil 3. 1. a.) Kurutulmaya bırakılmış lavanta bitkisi, b) öğütölmüş bitki parçacıkları c) Filtre kağıdından steril erlenmayere süzölen ekstrakt

Daha önce elde edilen stok költürden denemede kullanılmak üzere 4 farklı konsantrasyon (%1.5, 3, 6 ve 12 ml/L) hazırlanmıştır.

3.1.3 Lavanta su ekstraktından gümüş nanopartiküllerin (AgNP) hazırlanması

AgNP'ler lavantanın toz haline getirilmiş halinden 5 gr alınıp üzerine 100 ml deiyonize su eklenerek 500 ml'lik erlenmayere konulmuştur. Bu karışım manyetik karıştırıcı ısıtıcıda yaklaşık 70°C de 30 dakika ısıtılmıştır. Elde edilen su ekstraktı Whatman filtre kağıdından süzülerek daha sonra kullanılmak üzere buzdolabında +4 derecede saklanmıştır (Keratum ve ark., 2015; Nartop, 2017; Kasmara ve ark., 2018).

Gümüş nanopartiküllerin elde edilmesi için 336 mg AgNO_3 1000 mL deiyonize suda çözülerek stok çözelti hazırlanmıştır. Bu çözeltiden 95 ml alınıp üzerine damlatma hunisi ile damla damla 5 ml *L. angustifolia* sulu ekstraktlarından ilave edilmiştir. Reaksiyon manyetik karıştırıcıda 50°C de 2 saat boyunca sürdürülmüştür. Açık sarı renkte olan bitki ekstraktı gümüş nitrat çözeltisinin eklenmesi ile kahverengiye dönüşmüştür. Kahverengi gümüş çözeltisi denemelerde ve karakterizasyon işlemlerinde kullanılmak üzere hazırlanmıştır. Daha sonra elde edilen 336 ppm'lik dozu seyrelterek denemede kullanılacak hedef dozlar (42, 84, 168 ppm) hazırlandı (Keratum ve ark., 2015; Asha ve ark., 2016; Nartop, 2017; Kasmara ve ark., 2018) (Şekil 3.2).



Şekil 3. 2. Soldan sağa gümüş nitrat (AgNO_3), lavanta sulu ekstraktı, AgNO_3 katkılı lavanta ekstraktı

3.2.3. Sentezlenen nanopartiküllerin karakterizasyonu

Gümüş nano partüküller(AgNP) oda sıcaklığında soğutulan bitki ekstraktına gümüş nitrat çözeltisi eklenerek hazırlanmıştır. 80 ml gümüş nitrat çözeltisine 20 ml ekstrakt konulmuştur. Bu işlem oda sıcaklığında 50°C de 3 saat manyetik karıştırıcı üzerinde gerçekleştirilmiştir. Bu esnada AgNP oluşumuyla açıklanan açık sarıdan koyu kahverengiye dönüşen belirgin renk değişimi meydana gelmiştir (Saygı ve Çağan, 2021). Bu çözelti 10.000 rpm de 15 dakika boyunca santrifüjlenip AgNP çöktürülmesi gerçekleştirilmiştir. Çöktürülen AgNP'ler bir kaç defa deiyonize su ile yıkandıktan sonra kurutulmuştur. Yeşil sentezle elde edilen AgNP'lerin karakterizasyonları uygun spektroskopik analiz yöntemleri kullanılarak yapılmıştır. Sırasıyla Ultraviyole-görünür bölge spektroskopisi (UV-vis), Fourier Dönüşümlü Kızılötesi spektroskopisi (FT-IR), Geçirimli elektron mikroskobu (TEM), Taramalı Elektron mikroskobu (SEM) ve Dinamik Işık Saçılım spektroskopisi (DLS) tekniklerinden faydalanılmıştır. UV-vis spektrumları (Perkin Elmer Lamda 35 UV/VIS Spectrometer), (FE-SEM, Tescan Mira3XMU, Brno, Czechia), XRD analizleri Emprean, Malvern Panalytical X'pert PRO diffractometer (PXRD), FT-IR spektrumları Shimadzu FTIR 8400 spectrometer cihazları kullanılarak gerçekleştirilmiştir (Singh ve ark., 2013; Ahmed ve ark., 2016; Ediz, 2018, Saygı ve Çağan,2021).

3.2.4. Akar kültürünün elde edilmesi

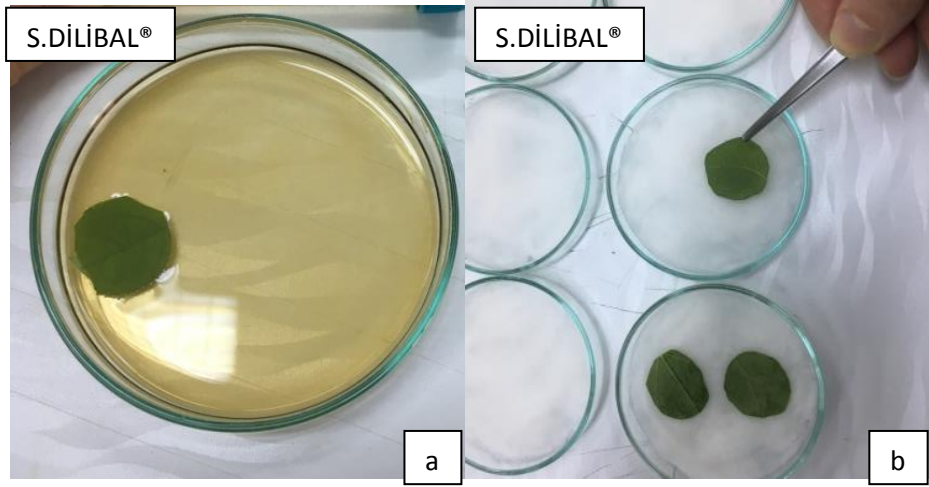
Tetranychus urticae erginleri TOĞÜ Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü'ne ait stok kültürlerden elde edilmiştir. Kültürün devamı için 6 numaralı saksılara fasulye tohumu ekimi yapılarak fasulye bitkilerine kırmızı örümcek bulaştırılmıştır. Fasülyeler 25±2°C' de, %60±10 nispi nemde ve 16:8 (aydınlık/karanlık) ışıklandırma süresinde yetiştirilmiştir (Şekil 3.3.) .



Şekil 3. 3 İki noktalı kırmızı örümcek (*Tetranychus urticae*) kültürü

3.2.5. *Lavandula angustifolia* bitki ekstraktının daldırma yönteminin uygulanması

Daldırma yönteminde hem bitki ekstraktları hem de nanopartiküllü bitki ekstraktlarında her bir konsantrasyon için ayrı uygulama yapılmıştır (Jalalizand ve ark., 2013). Bunun için içinde denemelerde kullanılmak üzere, yetiştirilen fasulyelerin taze uç yapraklarından toplanarak 3 cm çapında daire şeklinde kesilerek 5 saniye süre ile daldırılmıştır (Şekil 3.4 a). Petri kaplarının içerisine pamuklar yerleştirilerek ıslatılarak bu sayede yaprakların taze ve nemli kalması sağlanmıştır. Daldırma işleminden 5-10 dk sonra kuruyan yapraklar 6 cm çapındaki Petri kaplarına yerleştirilmiştir (Şekil 3.4 b). Her bir Petri kabına iki adet yaprak disk yerleştirilmiş, her bir diskin üzerine 1-2 günlük ergin dişi bireyler kültürden alınarak dikkatlice aktarılmıştır. Bunun sonucunda her bir Petri kabında toplam 20 adet dişi ergin birey konulmuştur. Kontrol denemelerinde %70'lik etanol kullanılmıştır (Erdoğan ve ark., 2010; Jalalizand ve ark., 2013). Denemeler kontrol dâhil beş tekerrürlü olarak kurulmuş ve her bir uygulama iki kez tekrar edilmiştir.

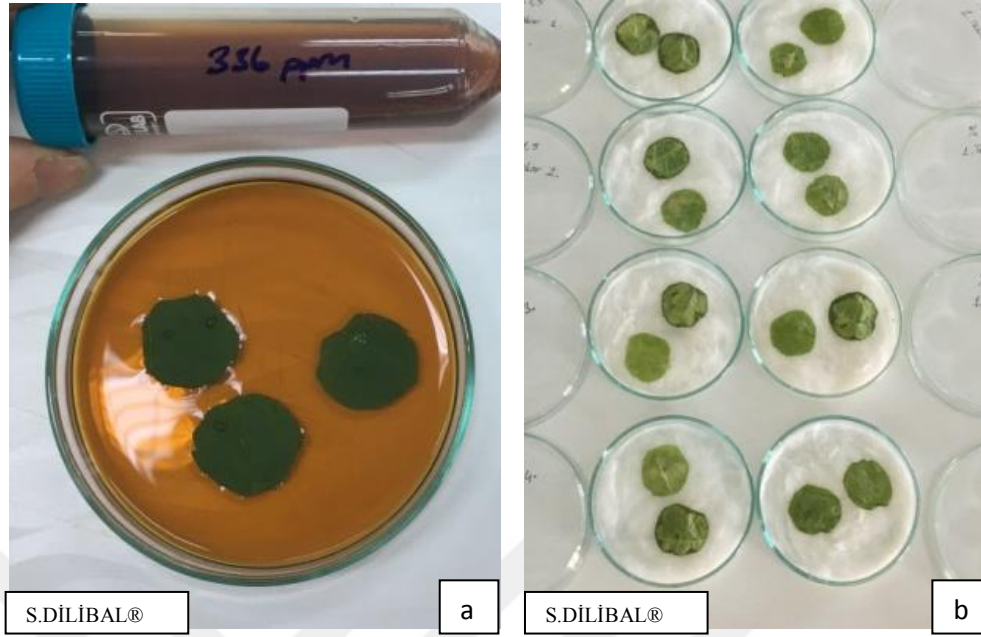


Şekil 3. 4 Daldırma yönteminin uygulanması

3.2.6. *Lavandula angustifolia* bitkisinden sentezlenen AgNP'lerin daldırma yöntemi ile uygulanması

Lavata bitkisinden sentezlenen AgNP metanol ekstraktları için denemelerde kullanılmak üzere, yetiştirilen fasulyelerin taze uç yapraklarından toplanarak 3cm çapında daire şeklinde kesilerek 5 saniye süre ile daldırılmıştır (Şekil 3.5.a). Daha sonra daldırılan fasulye yaprakları steril kurutma kağıtlarının üzerinde kurutulmuştur (Şeki3.5.b).

Kuruyan taneler 6 cm çapındaki Petri kaplarına yerleştirilmiştir. Kontrol denemelerinde etanol kullanılmıştır. Her bir Petri kabına 20 akar olacak şekilde ergin dişi kırmızı örümcekler konulmuştur.



Şekil 3. 5 a)Daldırma yönteminin uygulanması, b)böceklere uygulanması

Tetranychus urticae'e karşı akarisit etki denemesinde uygulanan her iki yöntemde de denemeler kontrol hariç 4 tekerrürlü 2 tekrarlı yürütülmüştür (Şekil 3.6.). Akarisit etki çalışmasında ölü akar sayımları 9 güne kadar günlük olarak yapılmıştır. Her sayımda ölü akarlar ortamdan uzaklaştırılarak, veriler düzenli olarak kayıt altına alınmıştır.



Şekil 3. 6 Denemelerin kurulması

3.2.7. İstatistik analiz

Verilere tek yönlü varyans analizi (One-Way ANOVA) uygulanmış, ortalamalar $p \leq 0.05$ seviyesinde karşılaştırılmıştır. Ortalamalar arasındaki farklılıklar Tukey testine göre gruplandırılmıştır. Tüm istatistiksel analizler MINITAB Release 14 (McKenzie&Goldman, 2005) paket programı ile yürütülmüştür.



4.BULGULAR

Kırmızı örümcek ergin dişilerine karşı lavanta bitkisinin etanol ekstratı ile bu bitkiden yeşil sentezle elde edilen gümüş nanopartiküllerin (AgNP) sulu ekstraktlarının akarisidal etki çalışması sonucunda, her ikisinin de zararlı üzerine toksik etkisi oldukça yüksek bulunmuştur.

4.1 Lavanta Etanol Ekstraktının *Tetranychus Urticae*'e Akarisidal Etkisi

Denemede daldırma yöntemi kullanılarak Lavanta bitkisinden elde edilen etanol ekstrakt (%1.5, %3, %6 ve %12)'ları, kültür bitkisinin önemli bir zararlısı olan *T.urticae*'a karşı uygulama yapılmıştır. Yapılan çalışmada uygulama sonrasında 1., 3., 5., 7., 9. günlerdeki ölen bireyler sayılarak ortalama ölüm değerleri (%) kaydedilmiştir (Çizelge 4.1).

Çizelge 4. 1 Lavanta etanol ekstraktının daldırma yöntemiyle *Tetranychus urticae*' a akarisidal etkisi

% Ölüm±SHO*					
Konsantrasyon %	1.gün	3.gün	5.gün	7.gün	9.gün
1.5	0.16±0.46cd	11.61±0.14d	23.57±0.14c	47.46±0.18d	63.87±0.16c
3	3.25±0.48bc	23.50±0.20c	50.58±0.35b	69.12±0.50c	81.07±0.35b
6	9.04±1.08b	39.84±0.20b	62.24±0.53b	80.38±0.25b	99.92±0.22a
12	28.43±0.20a	68.85±0.20a	95.46±0.75a	100.00±0.00a	100.00±0.00a
Kontrol	0.00±0.00d	5.31±0.99d	18.42±0.58c	25.60±0.50e	33.81±0.63d

¹ Aynı sütunu takip eden farklı küçük harfler arasında istatistiki olarak fark vardır (Tukey test, P<0.05)

Lavanta etanol ekstraktının %1.5' luk konsantrasyonunda 9. gün sayımları sonunda ölüm oranı %63.87 iken %3 ve %6'lık konsantrasyonlardaki uygulama sonrasında sırasıyla %81.07 ve %99.92 oranında belirlenirken istatistiki (P<0.05) açıdan da önemli olarak bulunmuştur. Zamana bağlı olarak konsantrasyon artışında en yüksek konsantrasyon olan %12'de sırasıyla (1, 3, 5, 7 ve 9) günlerde %28.43, %75.85, %95.46, %100 ve %100 oranında etkisinin olduğu belirlenmiştir. En yüksek dozda 5. günde %95.46 oranında ölüm görülürken %1.5, %3 ve %6'lık konsantrasyonda sırasıyla 23.57, 50.58 ve 62.24 oranında ölüm tespit edilmiştir.

Bitkinin etanol ekstraktı uygulamasında deneme başından sonuna kadar kontrole göre ölüm oranları yüksek olup ve aynı zamanda da istatistiksel ($P<0.05$) olarakta önemli bulunmuştur.

4.2 Lavanta Bitkisinden Elde Edilen Gümüş Nanopartiküllerin (Agnp) *Tetranychus Urticae*'a Karşı Akarisidal Etkisi

Lavandula angustifolia bitkisinin en etkili konsantrasyonu olan %12 ile hazırlanan ve yeşil sentez ile elde edilen AgNP den farklı konsantrasyonlarda hazırlanarak, lavanta bitkisinin etanol ekstraktında olduğu gibi daldırma yöntemi ile uygulanmıştır. Bunun için *T.urticae* dişilerine karşı belirlenen ve stok kültürden alınarak belirlenen hedef konsantrasyonlar; 42 ppm, 84 ppm, 168 ppm ve 336 ppm kullanılmıştır. AgNP uygulamasında 1, 3, 5, 7 ve 9. gündeki canlı ve ölü akarlar düzenli olarak sayılmış, her sayım sonrasında ölü bireyler ayrılarak yapılan denemede, elde edilen veriler kaydedilmiştir (Çizelge 4.2).

Çizelge 4.2 Gümüş nanopartiküllin (AgNP) farklı konsantrasyonlarda daldırma yöntemiyle *Tetranychus urticae*'e akarisidal etkisi

% Ölüm±SHO*					
Konsantrasyon ppm	1.gün	3.gün	5.gün	7.gün	9.gün
42	7.10±1.01c	25.63±0.48c	49.37±0.35c	69.76±0.38d	86.45±1.03c
84	11.77±0.05b	32.40±0.11c	60.01±0.03c	83.19±0.04c	96.47±8.10b
168	15.50±0.07b	44.99±0.05b	79.46±0.06b	98.03±0.48b	100.00±0.00a
336	30.69±0.05a	75.93±0.18a	98.82±0.82a	100.00±0.00a	100.00±0.00a
Kontrol	0.00±0.00d	3.69±0.56d	13.67±0.04d	20.48±0.10e	29.92±0.09d

¹ Aynı sütunu takip eden farklı küçük harfler arasında istatistiki olarak fark vardır (Tukey test, $P<0.05$)

Çizelge 4.2. de görüldüğü üzere AgNP den hazırlanarak elde edilen stok kültür solüsyonunun seyreltilmesiyle elde edilen farklı konsantrasyonların İki noktalı kırmızı örümceğin ergin dişi bireylerine uygulandığı çalışmada en düşük konsantrasyon olan 42 ppm'de 9. günün sonunda ortalama ölüm oranı %86.45 iken 84 ppm ve 168 ppm'de sırasıyla %96.47 ve %100 oranında etkili olduğu kaydedilmiştir. Uygulamadaki maksimum konsantrasyonda 7. günde %98.03, 9. günde ise %100 oranında ölüm tespit edilmiştir. 168 ppm de 3. Günde %44.99 oranında, 5.gün de 79.46 oranında ölüm tespit

edilse de istatistik olarak fark yoktur ancak aynı dozun 9.günün de %100 ölüm olurken istatistik olarak da fark görülmüştür. Çalışmada kullanılan konsantrasyon aralığında 7. gün sonunda en düşük ile en yüksek akarisisidal etki karşılaştırıldığında ortalama ölüm oranları arasındaki farkın yaklaşık %30.24 oranında olduğu görülmüştür. 336 ppm’de ise 1. günden itibaren zamana bağlı olarak ölüm oranlarında artış görülmüştür. En yüksek konsantrasyon olan 336 ppm de en düşük etki %30.69 iken en yüksek etki %100 oranında kaydedilmiştir. AgNP uygulamasında denemenin 1. ve 9. günün sonunda kontrole göre ölüm oranları yüksek olmuş ve aynı zamanda da istatistiki ($P<0.05$) olarak önemli bulunmuştur.

Denemede daldırma yöntemi ile uygulanan bitki-ethanol ve AgNP ekstrakt uygulamasında her iki uygulama sonrasında 1. ve 9. güne bakıldığında her iki uygulamada da kırmızı örümceğe karşı etkin olduğu görülmüştür (Çizelge 4.3).

Çizelge 4. 3 Gümüş nanopartikül (AgNP) ile etanol ekstraktının *Tetranychus urticae*’e 1.ve 9. gündeki akarisisidal etkisi

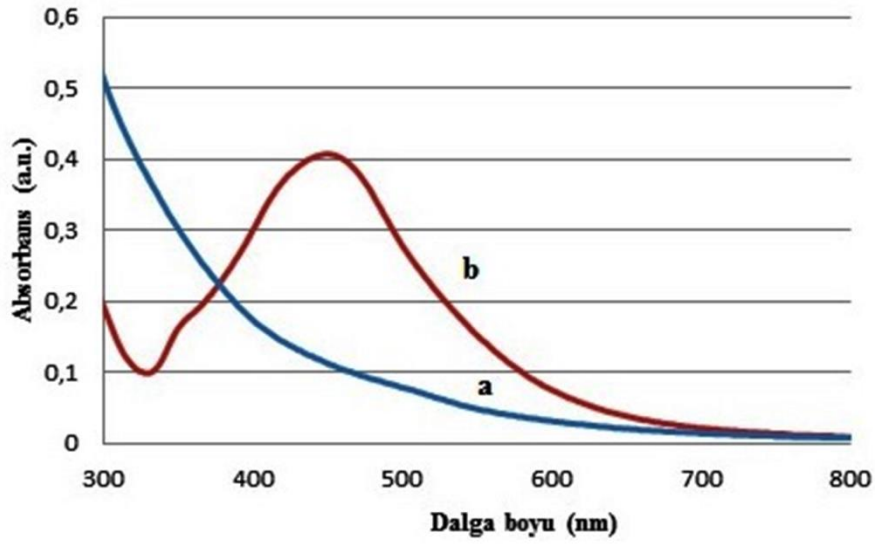
Gümüş nanopartikül (AgNP) ekstraktı			Etanol ekstraktı		
Konsantrasyon Ppm	1.gün	9.gün	Konsantrasyon %	1.gün	9.gün
42	7.10±1.01c	86.45±1.03c	1.5	0.16±0.46cd	63.87±0.16c
84	11.77±0.05b	96.47±8.10b	3	3.25±0.48bc	81.07±0.35b
168	15.50±0.07b	100.00±0.00a	6	9.04±1.08b	99.92±0.22a
336	30.69±0.05a	100.00±0.00a	12	28.43±0.20a	100.00±0.00a
Kontrol	0.00±0.00d	29.92±0.09d	Kontrol	0.00±0.00d	33.81±0.63d

Çalışmada uygulanan konsantrasyonlara bakıldığında etanol ekstraktı ve AgNP’den hazırlanan en yüksek dozlarda etki oranları yakın olsa bile AgNP’lerinin daha etkili olduğu belirlenmiştir. Ayrıca yapılan her iki uygulamada kontrol gruplarına göre AgNP uygulamasının daha etkili olduğu ve etanol ekstraktının uygulanmasındaki ölüm oranlarına bakıldığında istatistiksel olarak fark olduğu görülmüştür.

4.3. Gümüş Nano Partiküllerin Sentezi Ve Karakterizasyonu

Lavanta bitkisinden çalışma sırasında bitki ekstraktları ve bitki ekstraktlarından AgNP'ler setezlenmiştir. Elde edilen AgNP'lerin yapısal analizi ilk önce UV-Vis spektroskopisi kullanılarak yapılmıştır. UV-Vis göz önüne bulundurulacak olursa Ag (I) katyonlarının nötral Ag (0) türüne indirgendiği 450-480 nm aralığında görülen bantın çözelti içerisinde yer alan AgNP'ler için spesifik aralıkta tespit edilmiştir.(Korkmaz ve ark., 2020; Saygı, 2021;). Aynı işlem bitkinin su ekstraktı için tekrarladığında herhangi bir bant gözlenmemiştir. Bu karşılaştırma şekil 4.1. de ayrıntılı bir şekilde verilmiştir. Bu konuda daha önce gerçekleştirilen çalışmalara bakıldığında AgNO₃ çözeltisine bitki ekstraktı ilavesinde çözelti içerisinde AgNP'lerin zamanla konsantrasyonun artmasıyla yüzey plazmon rezonansı prensibine göre titreşim hareketleri çözeltinin sarıdan kahverengine doğru bir renk alarak kalitatif olarak tespit edilebilmektedir. Yüzey plazmon rezonansına göre; bu renk değişimi düzlem polarize ışığın metal bir yüzeye çarpıp yansması sırasında metal yüzeyinde meydana gelen titreşim hareketlerine bağlı meydana gelen fiziksel bir olgudur. Çalışmalarımız esnasında başlangıçta sarı renkte olan bitki ekstraktı AgNO₃ çözeltisinin ilavesi ile sarıdan kahverengiye doğru renk değişimi meydana gelmiştir(Zargar ve ark., 2011; Awwad ve ark., 2013, Saygı,2021).

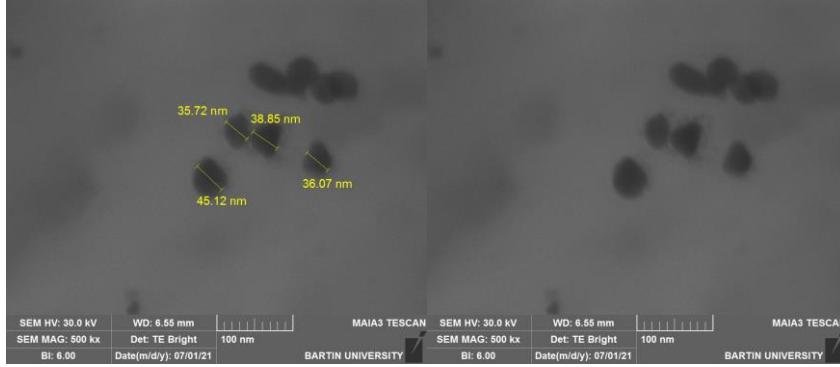
Yeşil sentez yoluyla elde edilen AgNP 250-800 nm dalga boyu aralığında 1 nm'lik çözünürlükte 0-2 dakika arasında analiz edilmiştir. AgNP'ler yüzey plazmon rezonans (SPR) nedeniyle 400-500nm aralığında güçlü absorpsiyona sahiptir (Şekil 4.1.).



Şekil 4. 1 Su ekstraktının (a) ve Sentezlenen AgNP lerin (b) UV-vis spektrumları

Parçacıkların yüzey morfolojisi taramalı elektron mikroskobu kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Hazırlanan AgNP'lerin STEM görüntüleri oldukça düzgün bir yüzey morfolojisine sahip olduğunu göstermektedir. AgNP'lerin STEM görüntüleri 200kV-300kV aralığında gerileme uygulanarak alınmıştır.

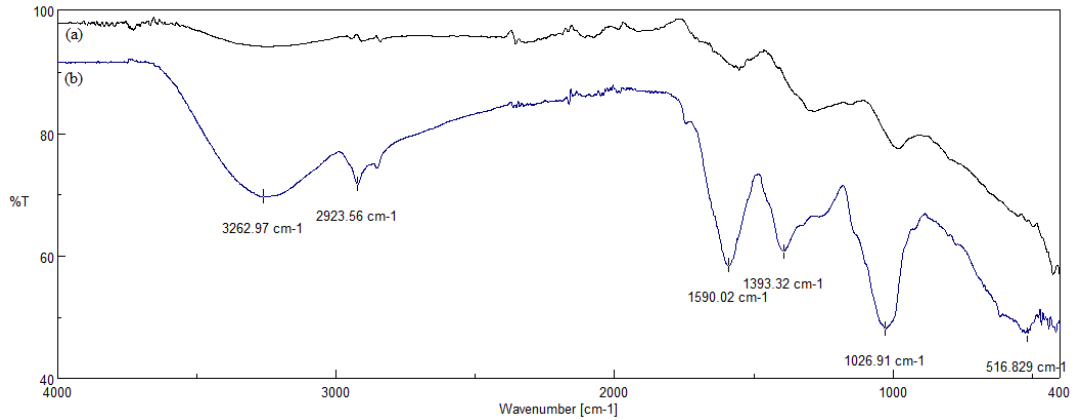
Çalışma da lavanta bitkisinden elde edilen AgNP'lerin STEM analizleride yapılmış olup kekik, nane gibi bitkilerden elde edilen nano partiküllerin yoğun olduğu bu nedenle de kimyasal içerik açısından fenol ya da fenoliklerin yüksek olduğu düşünülerek zararlı kontrolünde önemli etkiye sebep olduğu düşünülmektedir(Ayyıldız ve Karaca,2018; Kasap ve Kök, 2019).



Şekil 4. 2 AgNP'lerin STEM analiz sonuçları

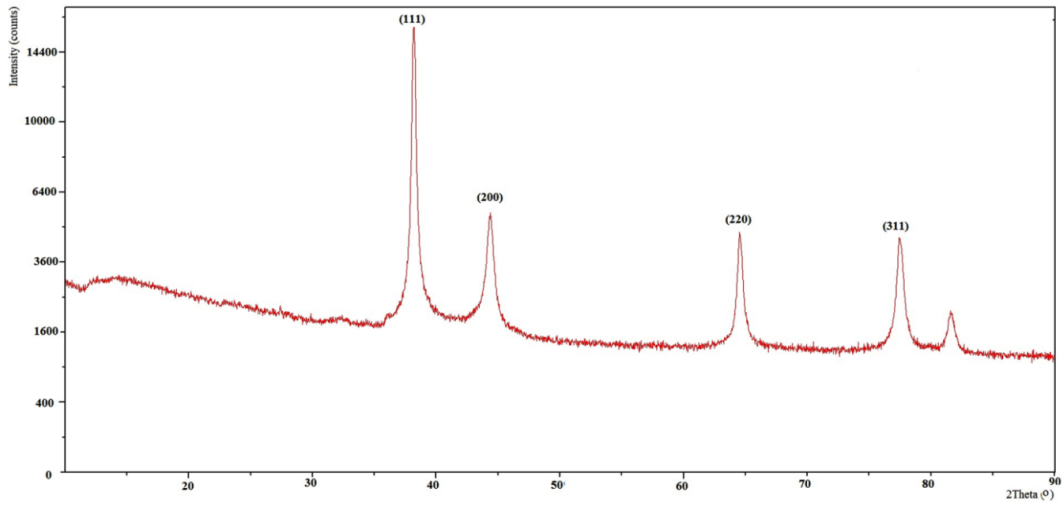
Şekil 4.2. de AgNP'lerin belirli bir morfolojik şekilleri 'küresel' olduğu ve agrega olmadığı tespit edilmiştir. Ortalama boyutlarında 50 nm'den küçük olduğu saptanmıştır.

FTIR analizi AgNO_3 çözeltisindeki Ag(I) kationlarının nötral Ag (0) türüne indirgenmesinden ve etkin stabilize olmasına sebep olan biyomolekülleri tanımlamak için kullanılmıştır. Eser miktarda örnekler alınarak spektrumlar oda sıcaklığında gerçekleştirilmiştir.



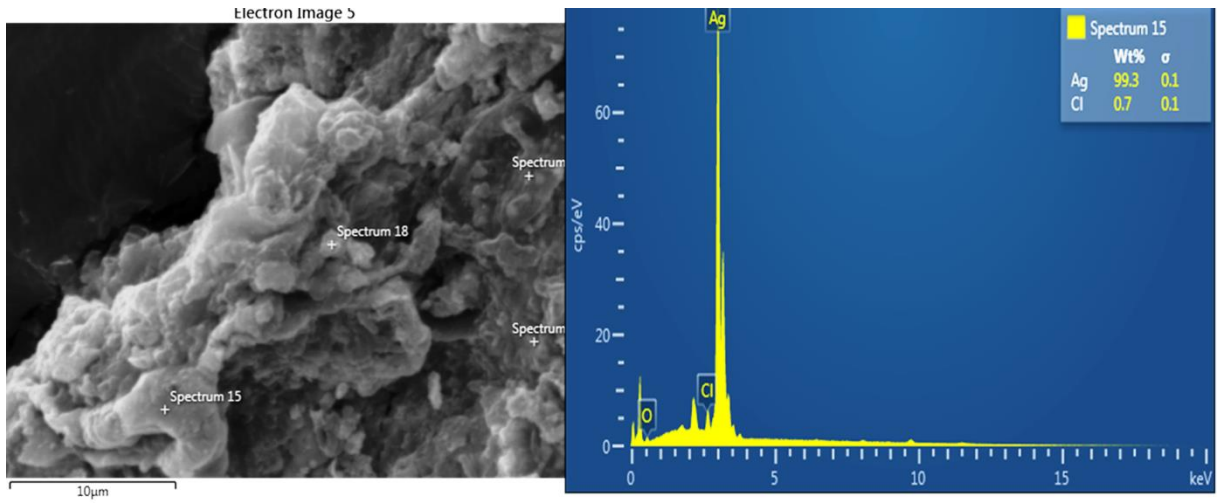
Şekil 4. 3 FTIR spektrumları (a) AgNPs (b) su ekstraktı

AgNP'lerin etrafı bu biyo-moleküller tarafından çevrelenerek metal partüküllerin bir araya gelip küme oluşturma potansiyellerini azaltıp çözelti ortamındaki karalılıklarını artırmaktadır. Sekonder metabolitler bakımından zengin Lavanta bitkisinden elde edilen su ekstraktındaki 3262.97 cm^{-1} deki pik -OH ve -NH (amin ve polifenoller) gruplarının varlığını göstermektedir. Aynı şekilde 2923.56 cm^{-1} -CH ve -CH₂ alifatik grupları, 1590.02 cm^{-1} C=C gruplarını, 1026.91 cm^{-1} C-O karbonhidrat gruplarını işaret etmektedir.



Şekil 4. 4 Yeşil sentez yoluyla hazırlanan gümüş nanopartiküllerin XRD kırınım deseni

Elde edilen gümüş nanopartiküllerin kristal yapısı X-ışınları kırınım (XRD) yöntemi ile yapılmıştır. Analiz CuK α radyasyon kullanılarak, 2θ açısı 1-60 aralığında ölçüm alınmıştır. Bitki ekstraktı kullanılarak sentezlenen gümüş nanopartiküllerin X-ışınları kırınım deseni Şekil 4.4. de verilmiştir. Buna göre AgNP'lerin XRD deseninde karakteristik pikler ($2\theta=38.04^\circ(111)$, $44.17^\circ(200)$, $64.43^\circ(200)$ ve $77.35^\circ(311)$) gözlenmiştir(Jayaseelan ve Rahuman, 2011).



Şekil 4. 5 Yeşil sentezle elde edilen gümüş nanopartiküllerin EDS analizleri

Sentezlenen nanopartiküllerin EDS analizleri yapılarak elementel kompozisyonlarıda belirlenmiş olmaktadır. EDS ile çalışılırken birçok bölge taranarak elde edilen nanopartiküllerin en iyi olabileceği bölge analizi yapılmıştır. Analiz sırasında gümüş bölgede (~3 keV) kuvvetli sinyallerin alınması gümüş nanopartiküllerin meydana geldiğinin bir diğer göstergesidir (Şekil 4.5.). Diğer zayıf element pikleri ise bitkiye ait fonksiyonel gruplardan kaynaklanmaktadır.

5. TARTIŞMA ve SONUÇ

Lavanta (*L. angustifolia*) bitkisinin ekstraktlarının daha önce yapılan çalışmalarda *T. urticae*, *Eurygaster maura* L., *Culex pipiens*, *Aphis cracciyora* ve *Myzus persicae*'ya karşı öldürücü etkisinin olduğu belirtilmiştir (Heikal ve ark., 2012, Laborda ve ark., 2018, Elma ve Alaoğlu, 2018, Yiğit ve ark., 2019, Mülâyim ve ark., 2020).

Tokat ilinde Laboratuvar koşullarında yürütülen çalışmamızda lavanta bitkisinden elde ettiğimiz etanol ekstraktının ve Gümüş nanopartikül (AgNP)'lerinin *T.urticae*'e karşı akarisit etkisi tespit edilmiştir. Akarisit etkinliğinin lavanta bitkisinden elde ettiğimiz gümüş nanopartiküllü lavantanın, etanol ekstraktından daha yüksek olduğu görülmüştür.

Çalışmada 1. 3. 5. ve 9. gün sayımları sonrasında akarisidal etkinlik gözlemlenmiştir. 7. günde daldırma yöntemi ile ergin dişi bireylere uygulanan lavanta etanol ekstraktının %12'lik konsantrasyonunda %100 ölüm tespit edilmiştir. Benzer bir şekilde Erdoğan ve ark., (2010) 'nın yaptıkları çalışmada da *Capsicum annuum* (acı biber) bitkisinden elde edilen etanollü ekstraktını %12'lik konsantrasyonu erginlerde %95.46 oranında ölüme neden olduğu tespit edilmiştir. Almansour ve Akbar, (2012) ise *T.urticae*'e karşı *Nicotiana tabacum* L. ve *Pegunum harmala* L. sulu bitki ekstraktının öldürücü etkisinin en yüksek doz (%100)' da %82 oranında akarlarda ölüm tespit etmişlerdir. Çalışmamızda 7.günün sonunda %6'lık dozda ölüm oranının %80.38 gözlemlenmiştir. Benzer bir şekilde Yeşilayer ve Deniz (2019) Lavanta, bitki ekstraktının önemli bir karantina zararlısı olan *P. operculella*'nin ergin öncesi dönemlerine karşı 7. günde %5 ml/L konsantrasyonunda %62 oranında ölüm yapabileceğini tespit etmişlerdir. Akarisidal etkinlik denemesinde düşük konsantrasyondan yükseğe çıkıldıkça her iki uygulamada da akarlarda doza ve zamana bağlı ölüm oranlarında artış olduğu görülmüştür. Kırmızı örümcekle Tomczyk ve Suszko (2011)'nin yaptığı çalışmada yüksek konsantrasyon bitki ekstraktlarındaki fenolik bileşiklerin fazla olması sebebiyle ölüm oranının artışının paralel olduğu belirtilmiştir. Çalışmamızda da akar ölüm artışının yüksek konsantrasyondaki fenoliklerin daha yoğun olmasına bağlı olabileceği düşünülmektedir. Yorulmaz ve ark., (2014) adaçayı ve biberiyeden elde ettikleri ekstraktları 4 farklı konsantrasyon (%1, %3, %6 ve %12) uygulamasında *T. urticae*'nin nimf ve ergin dönemlerinde en yüksek ölüm oranlarının hem biberiye ve hem de

adaçayı ekstratlarının % 12'lik dozunda belirlemişlerdir. Biberiye ekstraktında %58 ve %82, adaçayı ekstraktı nimf ve erginlerde %79 ve %62 oranında ölüm belirlenmiştir. Dalia, (2016) yaptığı bir çalışma da *Salvia* spp. bitki ekstraktının *T.urticae* yumurtalarına ve ergin dişiler üzerindeki etkisi incelemiş sonuçta en yüksek ölüm oranlarının erginlerde %20 konsantrasyonda %92.85 ve %87.14 olarak bulmuştur. Çetin ve Elma, (2019) kermes meşesi yapraklarından elde edilen ekstraktın *T. urticae*' de karşı etkili olduğu ve uygulamadan 2 gün sonra % 20'lik en yüksek dozda % 100 oranında öldürdüğü görülmüştür. Zhang ve ark. (2008), *Artemisia annua* bitkisinden elde ettikleri aseton ekstraktının *T. urticae*' e karşı akarisidal etkisinin araştırdığı çalışmada, 5 mg mL⁻¹ dozundaki uygulamasından 48 saat sonra % 100 ölüm kaydetmişlerdir. Deneme sonundaki %100'lük ölümler her iki uygulama için 7. Gün itibari ile olmuştur 9. günde çok fazla bir farklılık görülmemiştir.

Çalışmanın diğer uygulaması olan *L. angustifolia*'dan elde edilen gümüş AgNP'lerin daldırma yöntemi ile iki noktalı kırmızı örümceğe akarisit etki çalışmasında ise maksimum konsantrasyon olan 336 ppm'de %98.82 oranında ölüm meydana gelmiştir. Benzer şekilde, AbdEl-Raheem ve ark., (2016) *Blattella germanica* (L.) (Dictyoptera: Blattellidae)'a karşı AgNP'lerin 300 ppm konsantrasyonda 72 saat sonunda %100 oranında öldürdüğünü tespit etmişlerdir. Bir başka çalışmada Jalalizand ve ark., (2013), *T. urticae*'e karşı 2.5, 5, 10, 50, 100, 200, 500, 1000 ve 2000 ppm konsantrasyonlarında yaprak daldırma yöntemi kullanılarak yetişkin akarlar üzerinde, maksimum konsantrasyonki ölüm oranını %90 olarak bulmuşlardır. Benzer sonuçlar ortaya koyan Al-Azzazy ve ark., (2019) akarlar karşı dört farklı gümüş konsantrasyonunun (53.94, 107.88, 161.82 ve 215.7 ppm) ölüm etkisi incelenmiştir. *T.urticae*'nin ölüm oranları en düşük dozdan en yüksek doza doğru sırasıyla %18.99, %42.69, %73.21 ve %85.21 bulunmuştur. Çalışmamızda en düşük dozdan en yükseğe doğru sırasıyla %49.37, %60.01, %79.46 ve %98.82 bulunmuştur. Dura ve ark., (2019) yaptıkları çalışmada *Moringa oleifera* su ekstraktından elde ettikleri AgNP'lerinin *Meloidogyne incognita*'nın 2. dönem larvalarına karşı etkinliğini araştırmışlardır. Jalalizand ve ark., (2013)'de ticari olarak hazır gümüş nano partikül içeren çözeltiyi *T.urticae*' ye karşı farklı dozlarda daldırma ve spreyleme yöntemlerini uygulamışlardır. Burada kullanılan AgNP hazır olduğu için daha maliyetli olurken çalışmada yer alan yöntemle elde edilen AgNP'ler ucuz ve kolay elde edilişi avantaj sağlamıştır. Kumar ve ark., (2016)' da

Excoecaria agallocha bitksini kullanarak yeşil sentezle AgNP'leri, metanol ekstraktının *Aedes aegypti*'ye karşı larvasidal etkisini laboratuvar şartlarında incelemişlerdir. Çalışmalarının sonucunda kullandıkları malzemeleri sentetik insektisitlere alternatif olarak doğal larvasidal ajan olarak rapor etmişlerdir. Uyguladığımız konsantrasyonlardan 336 ppm'de %92.40 oranında etki görüldüğünü belirtmişlerdir. *L. angustifolia* bitkisinden elde edilen ekstraktların daldırma yöntemiyle uygulanması sonucu 5.günde en yüksek konsantrasyonda (%12), en yüksek etki %95.46 olarak görülürken *L. angustifolia*'dan elde edilen AgNP'nin ekstraktında 336 ppm de bu etki oranının %98.82 olduğu görülmüştür. Ekstrakt uygulamasının 5. gününde en düşük konsantrasyonda (%1.5) %23.57 oranında ölüm görülürken AgNP'nin en düşük konsantrasyonunda (42 ppm) %47.49 oranında ölüm tespit edilmiştir. AgNP'lerin, en düşük dozda bile lavanta etanol ekstraktından daha yüksek oranda etki ettiği görülmüştür.

Çalışmamızda yeşil sentez ile Lavantadan elde edilen nanopartiküllerin karakterizasyon çalışmaları için farklı analizler de yapılmıştır.

Üretilen nanomalzemeleri diğer makro boyuttaki malzemelerden farklı kılan en büyük özellik yüksek yüzey alanı/hacim oranıdır. Böylece maddenin kendine ait bazı özellikleri değiştirilip yeni özelliklerde kazandırılmış olmaktadır (Genç ve ark, 2020). Metal nanopartikül analizi ve karakterizasyonunda çeşitli spektroskopik yöntemler kullanılmaktadır. UV-vis spektroskopisi (UV-görünür spektroskopi) AgNP'lerin konsantrasyonunu Lambert-Beer yasasına göre ölçebilen basit ve kullanışlı bir yöntem olup bir numune tarafından dağılan ve emilen ışığı ölçmek için kullanılan bir tekniktir. FTIR analizi sentezlenen gümüş nanopartiküllerin indirgenmesinden ve etkin stabilize olmasına sebep olan biyomolekülleri tanımlamak için kullanılmıştır (Korkmaz ve ark, 2021). X-ışını kırınımı (XRD) sentezlenen AgNP'lerin kristal yapısı hakkında bilgi vermektedir. AgNP'lerin görselleştirilmesi ve aynı zamanda karakterizasyonu için en yaygın kullanılan teknik elektron taramalı mikroskoplardır (SEM). Bu tekniğe bağlı olarak nanometre boyutu çözünürlükte görselleştirilmenin yanında agregasyon, dağılma, boyut, yapı ve şekil gibi özelliklerde gözlenebilmektedir. Enerji dağılımlı X-ışını spektroskopisi (EDS) ise elemental analizler için kullanılmaktadır. Bunlar TEM

(geçirimli elektron mikroskobu) ile birleştirildiğinde ise numunenin temel bileşimi hakkında bilgi verirler(Pang ve ark., 2010).

Çalışmada Nanopartiküllerin kristal yapısı X-ışını kırınımı (XRD) kullanılarak araştırılmıştır. Analiz CuK α radyasyon kullanılarak, 2θ açısı 1-60 aaralığında ölçüm alınmıştır. Bitki ekstraktı kullanılarak sentezlenen gümüş nanopartiküllerin X-ışınları kırınım deseni Şekil 4.4. de verilmiştir. Buna göre AgNP'lerin XRD deseninde karakteristik pikler ($2\theta=38.04^\circ(111)$, $44.17^\circ(200)$, $64.43^\circ(200)$ ve $77.35^\circ(311)$) gözlenmiştir. Nanopartiküller amorf yapıda olduğunda kırınım piki gözlenemez geniş piklerin görülmesi ise nano boyutta parçacıkların oluştuğunu göstermektedir. Benzer bir şekilde Jayaseelan ve Rahuman, (2011), yaptıkları çalışmada $2\theta=27.71^\circ$, 32.16° , 38.08° , 46.15° , 54.70° ve 57.35° piklerde gözlemlemişlerdir. Birçok araştırmacı tarafından rapor edilen sonuçlarda benzerlik göstermektedir. Saygı ve Çaçan (2021), ıhlamur çiçeğinin su ekstraktından; Saygı ve Usta (2021), atık kuşburnu çekirdeklerinden sentezledikleri AgNP'lerin XRD kırınım desenleri sunulan çalışma ile uyumlu bulunmuştur. Ayrıca herhangi bir safsızlık pikine rastlanmamıştır (Şekil 4.1).

TEM nanopartiküllerin morfolojisini doğrudan görüntüleme yoluyla karakterize etmekte kullanılan diğer bir tekniktir. Bu yöntem elektron mikroskopisine dayanır ve morfolojik ve boyut analizi için çeşitli faydalıklar sağlar; bununla yanında, boyut dağılımı ve gerçek dağılım ortalaması hakkında sınırlı bilgi sağlama yeteneği gibi çeşitli dezavantajlarla da ilişkilidir (Dam ve ark., 2017). Cihaz bir elektron tabancası, vakum sistemi ve kondenser merceklerine sahiptir. TEM üç tip görüntü üretir; harici X-ışını haritaları, geri saçılmış elektron görüntüleri ve ikincil elektron görüntüleri (Gupta ve ark., 2013). SEM analizi için nanopartikül çözeltisi bir toz halinde kurutulur, bir numune tutucu üzerine monte edilir ve bir püskürtme kaplayıcı kullanılarak altın, altın/paladyum alaşımı, platin, osmiyum, iridyum ve krom gibi iletken bir metalle kaplanır (Suzuki, 2002). Bu işlemden sonra numunelerin yüzeyinde çeşitli sinyaller üretmek için yüksek enerjili elektron demeti numuneye yönlendirilir (Jores ve ark., 2004). Elektron ışınlarına maruz kalan numuneden alınan sinyaller dış morfoloji, kristal yapı ve numunedeki materyallerin kimyasal bileşimi ve yönlendirilmesi dahil olmak üzere numuneler hakkında bilgi veren dedektör tarafından kaydedilir. Buna göre L-

AgNP'lerin düzgün küresel şekilde agrega olmadan sentezlendiği ve ortalama çap boyutlarının 50 nm'den küçük olduğu şekil 4.2. de verilmiştir.

Çalışmamızda Lavantadan elde edilen AgNP'lerin SEM analizinde UV-vis'te 400-500 nm aralığında güçlü absorpsiyon pikini oluştuğu görülmüştür. Bitkinin su ekstraktına gümüş nitrat eklenmesiyle (oda sıcaklığında 40-50 dakika) çok açık sarı renkten kahverengiye dönüşmesinden bir süre sonra 450nm civarında bir absorpsiyon bandının gözlenmesi de bu nanopartiküllerin üretildiğini doğrulamış olmaktadır (Şekil 4.1.) Elde edilen nano partiküllerin yapı analizi için UV-vis spektrumuna başvurularak spektrumlar değerlendirilmiştir. Şekil 4.1 de görülebileceği üzere 400-500 nm aralığında gözlemlenen yayvan bant çözelti içinde kolloid yapıdaki gümüş nanoparçacıklar için karakteristiktir. Lavanta bitkisinin sulu ekstraktı analizinde bu bölgede belirgin bir bant oluşumu gözlenmemiştir. Buna göre Ag(I) katyonlarının nötral Ag(0) türüne indirgendiği ve hedeflenen AgNP'lerin meydana geldiği tespit edilmiştir. Benzer bir şekilde Some ve ark., (2019)'nın yaptığı çalışmada *Morus indica* L. bitkisinden yeşil sentezlenene AgNP'ler 460 nm maksimum UV-vis absorbansı sergilemiştir. Başka bir çalışmada Jayaseelan ve Rahuman, (2011)'nin *Ocimum canum* bitkisinden sentezledikleri AgNP'lerin 426 nm UV-vis absorbansının sergilendiğini kaydetmişlerdir. Zahir ve Rahuman, (2012) *Euphorbia prostrata* bitkisinden sentezlenmiş AgNP'leri 420 nm'de absorbans sergilemiştir. Şekil 4.2. de görüldüğü üzere bitkinin su ekstresi ve sentezlenen gümüş nanopartiküllerin spektrumları karşılaştırılmıştır. Ag⁺ iyonları bitki ekstraktında yer alan fenolik bileşikler, flavonoidler vb gibi yapıların indirgeyici ajan olarak davranmalarıyla Ag⁰ a indirgenirler (Saygı, 2021).

Fourier Dönüşümlü Kızılötesi Spektroskopisi (FT-IR) ile Şekil 4.3.'te görüldüğü gibi gümüş nanopartiküllerdeki -OH grubunun varlığından dolayı AgNO₃'ün indirgendiği kanıtlanmıştır. Bu analiz sonuçlarına göre amin grupları metal nanopartiküllere güçlü bir şekilde bağlanarak agregasyonda engelleyerek ortamın daha stabil olmasını sağlamışlardır. Literatürde yer alan çoğu çeşitli bitki ekstraktlarından yeşil sentezle elde edilen gümüş nanopartiküllerin EDS analizlerinde de (~3 Kev) güçlü sinyallere bağlı pikler yer almaktadır (Hemmati ve ark., 2018). Bu analize bağlı olarak partiküllerdeki gümüş miktarı %99.3'tür.

Ülkemizde çok fazla pestisit kullanımına bağlı olarak, ürünlerde oluşan kalıntı çevre ve insan sağlığı yönünden önemli risk teşkil etmektedir. Günümüzde klasik kontrol yöntemlerine alternatif mücadele yöntemleri oluşturmak amacıyla doğada var olan bitkilerden hazırlanan ekstraktların zararlı mücadelesinde kullanımı önem kazanmıştır (Ertürk 2006, Gökçe ve ark. 2007). Daha önce yapılan çalışmalarda çok fazla bitkinin insektisit etkisinin var olduğu bilinmektedir (Yaşarakıncı ve ark., 2003; Karakaş, 2018). Bitkilerden elde edilen ekstraktlardaki fitokimyasallar, biyolojik kökenli oldukları için, su veya toprak kirliliklerine yol açmazlar ve böylece de insanlar için sağlığa zararlı kalıntılar oluşturmazlar (Topuz ve Madanlar, 2006). Bitki ekstraktları kimyasallara göre zararlı ve hastalıkların direnç gelişimini yavaşlatıp durdurmaktadır (Tolga, 2010). Yaptığımız çalışmada Lavantadan elde edilen ekstrakt ve nanogüslü partikülleri Türkiye’de örtü altı ve açık arazideki birçok bitkide problem olan ve ekonomik kayıplara yol açan *T. urticae*’ ye karşı etkinliği araştırılmıştır. Çalışmada hem bitki ekstraktlarının hem de nanopartiküllü ekstraktın zararlı kontrolünde etkin olduğu belirlenmiştir. Yapılan çalışma sonucunda yeşil sentezle elde edilen nanogümüş partiküllerinin, kırmızı örümcekler dışındaki zararlılarla mücadelede mühim katkılar yapacağı düşünülmektedir. Bu tür çalışmaların yaygınlaşarak geliştirilmesi hem dünya hemde ülkemiz adına oldukça önemlidir. Gümüş nanopartiküllerin sentezlenmesi için artan yeşil sentezler biyoteknolojik araştırmalar açısından güvenilir bir yöntemdir. Bitkiler nano partikül sentezlemek için toksik olmadan daha iyi bir çalışma alanı sağlamaktadır.

Gümüş nano partiküllerin bu çalışmada olduğu gibi yeşil sentezle tek basamaklı olarak elde edilme mekanizmasında; gümüş nitrat çözeltisinde yer alan Ag(I) iyonlarının Ag(0)’a indirgenmesinden sorumlu bu fenolik bileşiklerdir. Fiziksel ve kimyasal yöntemlerle gümüş nano partiküllerin elde edilmesi uzun zaman alan pahalı zahmetli olurken yeşil sentezle hızlı, ucuz ve kolaydır.

Yapılan bu çalışmanın gelecekte yapılacak biyopestisit çalışmalarına hem laboratuvar hemde arazi çalışmaları açısından ışık tutacağı düşünülmektedir.

6. KAYNAKLAR

- AbdEl-Raheem, A.M. ve Eldafrawy, B.M 2016. Efficacy of silver nanoparticles against german cockroach *Blattella germanica* (L.) (Dictyoptera: Blattellidae). European Journal of Entomology. 9:74-80.
- Anonim, 2013. Two-spotted Spider Mite. [Real Monstrosities: Two-spotted Spider Mite](#) (14.04.2021).
- Anonim, 2015. Kırmızı Örümcekler (Akarlar) <https://ankara.tarimorman.gov.tr/Belgeler/liftet/kirmizi%C3%B6r%C3%BCmcekler.pdf> (15.04.2021).
- Anonim, 2017. Morphology and ultrastructure of *Tetranychus turkestanii* Ugarov & Nikolskii (Acari: Tetranychidae). [Morphology and ultrastructure of Tetranychus turkestanii Ugarov & Nikolskii \(Acari: Tetranychidae\) \(bioone.org\)](#) (26.04.2021).
- Atalay, A.T., 2008. Konya ekolojik şartlarında yetiştirilen lavanta (*lavandula angustifolia* mill.)’da farklı dozlarda uygulanan organik ve inorganik azotlu gübrelerin verim ve kalite özellikleri üzerine etkileri. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı. Yüksek Lisans Tezi, 46 s.
- Ahmed, S., Ahmad, M., Swami, B. L. ve Ikram, S., 2016. Green synthesis of silver nanoparticles using *Azadirachta indica* aqueous leaf extract. Journal of Radiation Research and Applied Sciences, 9(1); 1-7.
- Ahmed, S., Ahmad, M., Swami, B.L., Ikram, S., 2016. A review on plants extract mediated synthesis of silver nanoparticles for antimicrobial applications: a green expertise. Journal of Advanced Research, 7(1): 17- 28.
- Almansour, N.A ve Akbar, M.M, 2012. The effect of some plant extracts in biology of *Tetranychus urticae* (Acarina: Tetranychidae). Journal of Purity, Utility Reaction and Environment Vol.2 No.6, December 2013, 153-159.

- Ali, M., Kim, B., Belfield, K. D., Norman, D., Brennan, M., ve Ali, G. S., 2015. Inhibition of *Phytophthora parasitica* and *P. capsici* by silver nanoparticles synthesized using aqueous extract of *Artemisia absinthium*. *Phytopathology*, 105(9), 1183-1190.
- Al-Azzazy, M.M, Ghani S.B.A. ve Alhewairini S.S., 2019. Field evaluation of the efficacy of silver nanoparticles (AgNp) against mites associated with tomato plants in greenhouses. *Pak. J. Agri. Sci.*, Vol. 56(1), 283-288.
- Akyazı, R., Soysal, M. ve Hassan E., 2015. Toxic and repellent effects of *Prunus laurocerasus* L. (Rosaceae) extracts against *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). *Türk entomoloji dergisi*, 39 (4): 367-380.
- Asha, A., Sivaranjani, T., Thirunavukkarasu, P. ve Asha, S., 2016. Green synthesis of silver nanoparticle from different plants-a review. *Int J Pure Appl Biosci*, 4(2); 118-124.
- Aslancan, H. ve Sarıbaş, R., 2011. Lavanta yetiştiriciliği. meyvecilik araştırma enstitüsü müdürlüğü. Yayın No.41.
- Ayyıldız, T. ve Karaca, İ., 2018. Bazı biyolojik preparatların *sitophilus granarius* (coleoptera: curculionidae) erginlerine etkileri. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi Cilt 22, Sayı 2*, 671-678.
- Ayoub, H. A., Khairy, M., Elsaid, S., Rashwan, F. A., & Abdel-Hafez, H. F., 2018. Pesticidal activity of nanostructured metal oxides for generation of alternative pesticide formulations. *Journal of agricultural and food chemistry*, 66(22), 5491-5498.
- Awwad, A.M., Salem, N.M. ve Abdeen, A.O., 2013. Green synthesis of silver nanoparticles using carob leaf extract and its antibacterial activity. *International Journal of Industrial Chemistry*, 4(1); 29.

- Chrysargyris, A., Laoutari, S., Litskas, D. V., Stavrinides, C. M. and Tzortzakis N., 2016. Effects of water stress on lavender and sage biomass production, essential oil composition and biocidal properties against *Tetranychus urticae* (Koch). *Scientia Horticulturae*, 96-103.
- Chitwood, D.J., 2002. Phytochemical based strategies for nematode control. *Annual Review of Phytopathology*, 40: 221-249.
- Çakır, Ş. ve Yamanel, Ş., 2005. Böceklerde insektisidlere direnç. Gazi Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi, Cilt 6, Sayı 1, 21-29.
- Çetin, H. ve Elma, F.N., 2019. Kermes Meşesi [*Quercus coccifera* (L.)] yaprak ekstraktının *Tetranychus urticae* Koch, *Callosobruchus maculatus* F. ve *Plodia interpunctella* (Hubner)'ya toksik etkileri. *KSÜ Tarım ve Doğa Dergisi*, 22(2): 224-229.
- Dalia, A., 2016. Bio-Efficacy assessment of sage, *salvia officinalis* l. extracts on some biological aspects of spider mite, *Tetranychus urticae* Koch (Acarı:Tetranychidae). *Egypt. J. Agric. Res.*, 94 (3), 2016.
- Dam., B., Jamatia, R., Gupta, A. ve Pal, A.K., 2017. Metal-free greener syntheses of pyrimidine derivatives using highly efficient and reusable graphite oxide carbocatalyst under solvent-free reaction condition. *ACS Sustainable Chem. Eng.* 2017, 5, 12, 11459–11469.
- Debnath, N., Mitra, S., Das, S., ve Goswami, A., 2012. Synthesis of surface functionalized silica nanoparticles and their use as entomotoxic nanocides. *Powder technology*, 221, 252-256.
- Demiröz, D. ve Tunca, H., 2018. Doğal düşmanlarda insektisit direnci. *Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, Cilt 32, Sayı 2, 131-158.
- Demirbilek, M.E., 2015. Tarımda ve gıdada nanoteknoloji. *Gıda ve Yem Bilimi Teknolojisi Dergisi*, 15, 46-53.

- Dermauw, W., N. Wybouw, S. Rombauts, B. Menten, J. Vontas, M. Grbic, R.M. Clark, R. Feyereisen & T. Van Leeuwen, 2013. A link between host plant adaptation and pesticide resistance in the polyphagous spider mite *Tetranychus urticae*. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 110: 113–122.
- Dura, O., Sarı Y., Tınmaz, A.B., Sönmez, İ., Yeşilayer, A. ve Kepenekçi, İ., 2019. Nano Gümüş katkılı *Moringaoleifera* L. (Brassicales: Moringaceae) su ekstraktının *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White, 1919) Chitwood, 1949 (Nematoda: Meloidogynidae) karşı laboratuvar koşullarında etkinliğinin belirlenmesi. Bahçe, 48(1), 19-25.
- Ediz, E., 2018. *Phaseolus vulgaris* L.'den gümüş nanopartiküllerin biyosentezi ve antifungal etkinliklerinin incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara. s. 21-22.
- Elma, F.N. ve Alaoğlu, Ö., 2018. Toxicities of some plant extracts to adults of european sunn pest, *Eurygaster maura* L. (Hemiptera: Scutelleridae). Iğdır Üni. Fen Bilimleri Enstitü Dergisi, 8(1): 45-51.
- Elango, G., 2012. Feeding deterrent activity of synthesized silver nanoparticles using *Manilkara zapota* leaf extract against the house fly, *Musca domestica* (Diptera: Muscidae). Parasitology research, 111(6), 2439-2448.
- Erdoğan, P., Saltan, G., ve Sever, B., 2010. Acı Biber (*Capsicum annum* L.) ekstraktının iki noktalı kırmızı örümcek, *Tetranychus urticae* Koch (Arachnida: Tetranychidae)'ye akarisit etkisi. Bitki Koruma Bülteni 2010, (50): 35-43.
- Erdoğan, P., Yıldırım, A. ve Sever, B., 2012. Investigations on the effects of five different plant extracts on the two-spotted mite *Tetranychus urticae* Koch (Arachnida: Tetranychidae). Hindawi Publishing Corporation Psyche.
- Ertürk Ö., 2006. Antifeedant and toxicity effects of some plant extracts on *Thaume topoaesolitaria* Frey. (Lep.:Thaumatopoeidae), Turkish Journal of Biology, 30(1): 51-57.

- Erlar, F., Ünal, Ş. ve Vuruş, M., 2004. Bazı uçucu yağ bileşenlerinin *Tetranychus cinnabarinus* (Boisd.) (Acarina: Tetranychidae)'a karşı beslenmeyi ve yumurta bırakmayı engelleyici etkileri. Türkiye 1.Bitki Koruma Kongresi Bildirileri, Samsun, 98.
- Eren, A. ve Baran, F.M., 2019. Fıstık (*Pistacia vera* L.) yaprağından gümüş nanopartikül (AgNP)'lerin Sentezi, karakterizasyonu ve antimikrobiyal aktivitesinin incelenmesi. Turk J. Agric. Res., 6(2): 165-173.
- Eldoksch H. A., Ayad, A. F. ve El-Sebae H., 2009. Acaricidal activity of plant extracts and their main terpenoids on the two- spotted spider mite *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). Pesticide Chemistry Dept., Fac. of Agric., Alex. Univ., El-Shatby, Alexandria, Egypt. Received July 12.
- Francis, S., Joseph, S., Koshy, E.P. ve Mathew, B., 2017. Green synthesis and characterization of gold and silver nanoparticles using *Mussaenda glabrata* leaf extract and their environmental applications to dye degradation. Environmental Science and Pollution Research, 24(21): 17347-17357.
- Franz A.R., Knaak1, N. ve Fiuza, L.M., 2011. Toxic effects of essential plant oils in adult *Sitophilus oryzae* (Linnaeus) (Coleoptera, Curculionidae. Revista Brasileira de entomologia, 55(1), 116-120.
- Genç, N., Yildiz, I., Chaoui, R., Erenler, R., Temiz, C. ve Elmastas, M., 2020. Biosynthesis, characterization and antioxidant activity of oleuropein-mediated silver nanoparticles, Inorg. Nano-Metal Chem. 51 (2021) 411–419.
- Guenther, E., 1952. The essential oils. Van Nostrand, New York, USA, p. 453.
- Gupta, V., Gupta, A.R. ve Kant V., 2013. Synthesis, characterization and biomedical applicatios of nanoparticles. Science International, 1:167-174.
- Gülsoy, E. ve Yeşilayer A., 2018. *Lantana camara* ve *Salvia officinalis* bitki ekstraktlarının *Phthorimaea operculella* Zeller (Lepidoptera: Gelechiidae) yumurta dönemine etkisi. Van Ulusal Tarım Kongresi.

- Gökçe A., Whalon M.E., Çam H., Yanar Y., Demirtaş İ. ve Gören N., 2007. Contact and residual toxicities of 30 plant extracts to *Colorado potato beetle* larvae. Archives of Phytopathology and Plant Protection, 40(6): 441-450.
- Gupta, S., Kumar, V. ve Joshi, K.B., 2017. Solvent mediated photo-induced morphological transformation of AgNPs-peptide hybrids in water etoh binary solvent mixture. Journal of Molecular Liquids, 236: 266-277.
- Hemmati,S., Rashtiani, A., Zangeneh, M.M, Mohammadi, P., Zangeneh, A. ve Veisi, H., 2019. Green synthesis and characterization of silver nanoparticles using Fritillaria flower extract and their antibacterial activity against some human pathogens, Polyhedron. 158: 8–14.
- Heikal , H. M. M., Abd-Elhady , H. K. ve Edrees O.,2012. Composition and acaricidal activities of *Lavandula Officinalis* essential oil against *Tetranychus Urticae* (Acari: Tetranychidae). Minufiya J. Agric. Res. Vol.37 No. 1: 221 – 230.
- Hussey N.W. ve Scopes N., 1985. Biological pest control: the glasshouse experience. Ithaca: Cornell Univ. Press.
- Isman, M.B., 1997. Neem and other botanical insecticides: barriers to commercialization. Phytoparasitica, 25(4): 339- 344.
- İlkimen, H. ve Gülbandılar, A., 2018. Lavanta, ada çayı, kekik ve papatya ekstratlerinin antimikrobiyal etkilerinin araştırılması. Türk Mikrobiyol Cem Dergisi; 48(4):241-246.
- Jalalizand, A., Gavanji, S., ve Esfahani J., 2013. The effect of Silver nanoparticles on *Tetranychus urticae*. International Journal of Agriculture and Crop Sciences. IJACS/5-8/820-827.
- Jayaseelan, C. ve Rahuman A.A, 2011. Acaricidal efficacy of synthesized silver nanoparticles using aqueous leaf extract of *Ocimum canum* against *Hyalomma anatolicum* and *Hyalomma marginatum* isaaci (Acari: Ixodidae). Parasitol Res (2011) 111:1369–1378.

- Karakaş, M., 2018. Önemli bazı bitkisel insektisitler. Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi. E-ISSN: 2146-0132, 11 (2): 32-37, 2018.
- Karakoç, Ö. C., Tüfekçi, A. R., Demirtaş, İ. ve İpek, A., 2013. *Salvia tchihatcheffii* ve *Salvia cryptantha* uçucu yağlarının ve ekstraktlarının iki önemli depo zararlısı üzerindeki insektisidal aktiviteleri. Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi, 6(1): 155-158.
- Karaca, İ.Ç. ve Gökçe, A., 2014. Bitki ekstraktlarının Sera beyazsineği [*Trialeurodes vaporariorum* (Westw.) (Hemiptera:Aleyrodidae)]'ne toksik ve davranışsal etkileri. Türk. entomoloji dergisi, 2014, 38 (4): 459-466.
- Kasap , İ. ve Kök, Ş., 2019. Bazı bitki ekstraktlarının iki noktalı kırmızı örümcek, *tetranychus urticae* koch üzerine insektisit etkisinin belirlenmesi. ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi: 7 (1): 137–144.
- Kasmara, H., Nurfajri, A. D., Hermawan, W. ve Panatarani, C., 2018. The toxicity evaluation of prepared *Lantana camara* nano extract against *Spodoptera litura* (Lepidoptera: Noctuidae). AIP Conference Proceedings 1927, 030046.
- Kaya, B. ve Çetin, H., 2017. Bazı tıbbi bitki ekstraktlarının *Tetranychus cinnabarinus* (Boisd.) (Acari: Tetranychidae)'un nimf ve erginlerine etkileri. Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 31 (3), 116-124.
- Keratum, A. Y., Abo Arab, R. B., Ismail, A. A. ve Nasr, M., 2015. Impact of nanoparticle zinc oxide and aluminum oxide against rice weevil *Sitophilus Oryzae* (Coleoptera: Curculionidae) under laboratory conditions. Egy. J. Plant Pro. Res. 3(3): 30- 38.
- Khan, Z., Hussain J.I. ve Hashmi, A.A., 2012. Shape-directing role of cetyltrimethylammonium bromide in the green synthesis of Ag-nanoparticles using Neem (*Azadirachta indica*) leaf extract. Colloids Surf. B: Biointerfaces, 95: 229-234.

- Kim, S.W., Jung, J.H., Lamsal, K., Kim, Y.S., Min, J.S. ve Lee, Y.S., 2012. Antifungal effects of silver nanoparticles (AgNPs) against various plant pathogenic fungi. *Mycobiology*, 40(1): 53-58.
- Korkmaz, N., Ceylan, Y., Karadağ, A., Bülbül A.S., Aftab, M.N., Saygılı, S. ve Şen, F., 2020. Biogenic silver nanoparticles synthesized from *Rhododendron ponticum* and their antibacterial, antibiofilm and cytotoxic activities. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis* 179 (2020) 112993.
- Kök, Ş., Erdoğan, A., Koyun, A. ve Kasap İ., 2016. *Melaleuca alternifolia* (Myrtaceae)'dan elde edilen fungatol ve gamma-t-ol ekstraktlarının laboratuvar koşullarında *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae)'ye karşı repellent etkisi. *ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 4 (1): 93-98.
- Krishnaraj, C., Jagan, E.G., Rajasekar, S., Selvakumar, P., Kalaichelvan, P.T. ve Mohan, N. 2010. Synthesis of silver nanoparticles using *Acalypha indica* leaf extracts and its antibacterial activity against water borne pathogens. *Colloids Surf B Biointerfaces*. 76(1): 50-56.
- Kumar, A., Ammani, K., Jobina, R., Parasuraman, P. ve Siddhardha, B., 2016. Larvicidal activity of green synthesized silver nanoparticles using *Exoecaria* against *Aedes aegypti*. *IET Nanobiotechnology*, 2016.
- Kung, J.C., Chen, Y.J., Chiang, Y.C., Lee, C.L., Yang Wang, Y.T., Hung, C.C. ve Shih, C.J., 2018. Antibacterial activity of silver nanoparticle (AgNP) confined mesoporous structured bioactive powder against *Enterococcus faecalis* infecting root canal systems. *Journal of Non-Crystalline Solids*, 502(15): 62-70.
- Laborda, R., Manzano, I., Gamon, M., Gavidia, I., Boluda, R. ve Perez-Bermudez, P., 2018. Spike lavender essential oil reduces the survival rate and fecundity of two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). *J. Agr. Sci. Tech.* (2018) Vol. 20: 1013-1023.

- Lahai, M.T., Ekanayake, I.J. ve George, J.B. 2003. Leaf chlorophyll content and tuberous root yield of cassava in inland valley. *African Crop Science Journal*, 11: 107-117.
- Le Van, N., Ma, C., Shang, J., Rui, Y., Liu, S. ve Xing, B., 2016. Effects of CuO nanoparticles on insecticidal activity and phytotoxicity in conventional and transgenic cotton. *Chemosphere*, 144, 661-670.
- Liu, S.Q., Shi, J.J., Cao, H., Jia, F.B., Liu, X.Q. ve Shi, G.L., 2000. Survey of pesticidal component in plant, in entomology in China in 21th Century. Science and Technical Press. 1098-1104.
- Migeon, A. ve Dorkeld, F. 2020. Spider Mites Web: A Comprehensive Database for the Tetranychidae. <http://www1.montpellier.inra.fr/CBGP/spmweb> (Erişim tarihi: 15.09.2021).
- Mozaffari, F., Abbasipour, H., Garjan, A.S., Saboori, A.R. ve Mahmoudvand, M., 2012. Various effects of ethanolic extract of *Mentha pulegium* on the two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* (Tetranychidae). *Archives of Phytopathology and Plant Protection* First article 2012, 1–9.
- Mülayim, O., Alaoğlu, Ö. ve Çetin, H., 2020. Bazı bitkisel uçucu yağların *Aphis craccivora* (Koch) ve *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae)’ya karşı fumigant etkileri. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 24(2): 195-203.
- Nartop P., 2017. Biyosentetik gümüş nanopartiküllerinin *Pyracantha coccinea* bitkisinin gövde eksplantlarının yüzey sterilizasyonunda kullanımı. *Pamukkale Üniversitesi Muhendislik Bilim Dergisi*, 23(6), 759-761.
- Nartop, P., 2019. Yeşil sentez yolu ile gümüş nanopartiküllerin elde edilmesinde bitkisel ekstraktların indirgeyici ajan olarak kullanılması. *Eskişehir Teknik Üniversitesi Bilim Ve Teknoloji Dergisi C- Yaşam Bilimleri Ve Biyoteknoloji*, 8(1), Syf. 50 – 60.
- Naik, B.R., Gowreeswari, G.S., Singh, Y., Satyavathi, R., Daravath, S.S. ve Reddy, P.R., 2014. Bio-synthesis of silver nanoparticles from leaf extract of *Pongamia*

- pinnata* as an effective larvicide on dengue vector *Aedes albopictus* (Skuse) (Diptera: Culicidae). Adv. Entomology. 2: 93-101.
- Numa, S., Rodriguez, D., Rodriguez, D. ve Coy-Barrere, E., 2015. Susceptibility of *Tetranychus urticae* Koch to an ethanol extract of *Cnidioscolus aconitifolius* leaves under laboratory conditions. SpringerPlus (2015) 4:338.
- Ocsoy, I., Paret, M. L., Ocsoy, M. A., Kunwar, S., Chen, T., You, M., ve Tan, W. 2013. Nanotechnology in plant disease management: DNA-directed silver nanoparticles on graphene oxide as an antibacterial against *Xanthomonas perforans*. Acs Nano, 7(10), 8972-8980.
- Öncüer, C., 2000. Tarımsal zararlılarla savaş yöntem ve ilaçları. Adnan Menderes Üniversitesi Yayınları No:13, 4. Baskı, Aydın, 333 s.
- Öncüer, C. ve Durmuşoğlu, E., 2008. Tarımsal zararlılarla savaş yöntemleri ve ilaçları. Adnan Menderes Üniversitesi Yayınları, Aydın. No: 28, 472 s.
- Pallela, P.N.V.K., Ummey, S., Ruddaraju, L.K., Pammi, S.V.N. ve Yoon, S.G., 2018. Ultra Small, mono dispersed green synthesized silver nanoparticles using aqueous extract of *Sida cordifolia* plant and investigation of antibacterial activity. Microbial Pathogenesis, 124: 63-69.
- Pang, H., Wang, X., Zhang, G., Lv, G. ve Yang, S., 2010. Characterization of diamond-like carbon films by SEM, XRD and Raman spectroscopy. [Applied Surface Science Volume 256, Issue 21](#), 15 August 2010, Pages 6403-6407.
- Rehman, H., Majeed, B., Farooqi, M.A., Rasul, A., Sagheer, M., Ali, Q. ve Akhtar, R., 2021. green synthesis of silver nitrate nanoparticles from *Camelina Sativa* (L.) and Its effect to control insect pests of stored grains. International Journal of Tropical Insect Science (2021) 41:3031–3039.
- Raut, R.W., Kolekar, N.S., Lakkakula, J.R., Mendhulkar, V.D. ve Kashid, S.B., 2010. Extracellular synthesis of silver nanoparticles using dried leaves of *Pongamia pinnata* (L) Pierre. Nano-Micro Lett., 2: 106-113.

- Sankar, M. V., ve Abideen, S., 2015. Pesticidal effect of green synthesized silver and lead nanoparticles using *Avicennia marina* against grain storage pest *Sitophilus oryzae*. International Journal of Nanomaterials and Biostructures, 5(3), 32-39.
- Saygı, K. Ö. ve Çaçan E., 2021. "Antioxidant And Cytotoxic Activities Of Silver Nanoparticles Synthesized Using Tilia Cordata Flowers Extract", Materials Today Communications, 27(102316), , Doi: 10.1016/j.mtcomm.2021.102316 (Yayın No: 7019044) [SCI-Expanded]
- Saygı, K. Ö., 2021. "Fatty Acids From Waste Rosehip Seed: Chemical Characterization By Gc-MS", Journal Of New Results In Science, 10(2), 77-82.
- Saygı, K. Ö. ve Usta, N. C., 2021. "*Rosa Canina* waste seed extract-mediated synthesis of silver nanoparticles and the evaluation of its antimutagenic action in salmonella typhimurium", materials chemistry and physics, , Doi: 10.1016/j.matchemphys.2021.124537 (Yayın No: 7014541) .
- Saglam, D. ve Onaran, A., 2017. *Morina persica* L. ekstraktının *Ditylenchus dipsaci* ve bazı bitki patojenlerine karşı biyolojik mücadelede kullanım potansiyelinin belirlenmesi. ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi, 5(2), 63-68.
- Scott, R.S. ve Chen, H., 2002. Nanoscale science and engineering for agriculture and food systems. overview of usda/csrees nanotechnology programs. the us department of agriculture. [Http://Www.Csrees.Usda.Gov/Nea/Technology/Pdfs/Overview Of USDA.Pdf](http://www.csrees.usda.gov/Nea/Technology/Pdfs/Overview%20Of%20USDA.Pdf) (Accessed 01.08.2014).
- Siva, C. ve Kumar, M.S., 2015. Pesticidal activity of eco-friendly synthesized silver nanoparticle using *Aristolochia indica* extract against *Helicoverpa armigera* Hubner (Lepidoptera: Noctuidae). Int. J. AdvSciTechRes, 2, 197-226.
- Some, S., Bulut, O., Biswas, K., Kumar, A., Roy, A., Sen, I. K. ve Ocsoy, I., 2019. Effect of feed supplementation with biosynthesized silver nanoparticles using leaf extract of *Morus indica* L. V1 on *Bombyx mori* L.(Lepidoptera: Bombycidae). Scientific reports, 9(1), 1-13.

- Soudy, B. A., Shamkh, I. M., Allam, S. F., Hassan, M. F. ve Khalıl, N. S., 2021. In silico prediction, characterization and molecular docking study on *Tetranychus Urticae* Koch proteins as a novel targets to exploring the mechanism of mites dealing. *Plant Cell Biotechnology And Molecular Biology*, 109-124.
- Stevanović, M.M., Skapin, S.D., Bracko, I., Milenkovic, M., Petkovic, J., Filipic, M., ve Uskokovic, D.P., 2012. Poly (lactide-co-glycolide)/silver nanoparticles: synthesis, characterization, antimicrobial activity, cytotoxicity assessment and ROS-inducing potential. *Polymer*, 53(14): 2818-2828.
- Tomczyk, A. ve Suszko, M., 2011. He role of phenols in the influence of herbal extracts from *Salvia officinalis* L. and *Matricaria chamomilla* L. on two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* Koch. *Biological Lett.* 2011, 48(2): 193–205.
- Tolga, M.F., 2010. Bitkisel ekstraktlarının pestisit olarak kullanılma olanakları. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, (Dönem Projesi), S:41, Ankara.
- Tomczyk, A. ve Suszko, M., 2011. The role of phenols in the influence of herbal extracts from *Salvia officinalis* L. and *Matricaria chamomilla* L. on two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* Koch. *Biological Letters*, 48 (2): 193–205.
- Topuz E, ve Madanlar N., 2006. Bitkisel kökenli eterik yağlar ve zararlılara karşı kullanım olanakları. *Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü*; 23: 54-66.
- Türkmen, M., 2015. Kapsül insektisitler, -<https://www.slideshare.net/turkmen09/kapsl-insektisitler> 51833349- (15.04.2021).
- Ünal, G. ve Gürkan, M.O., 2001. İnsektisitler: kimyasal yapıları,toksikolojileri ve ekotoksikolojileri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü. Ankara, 159 s.
- Van Leeuwen, T., J. Vontas, A. Tsagkarakou, W. Dermauw ve L. Tirry, 2010. Acaricide resistance mechanisms in the two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* and other important Acari: a review. *Insect Biochemistry and Molecular Biology*, 40(8): 563-572.

- Velusamy, P., Das, J., Pachaiappan, R., Vaseeharan, B. ve Pandian, K., 2015. Greener approach for synthesis of antibacterial silver nanoparticles using aqueous solution of neem gum (*Azadirachta indica* L.). Ind. Crops Prod., 66: 103-109.
- Vivek, R., Thangam, R., Muthuchelian, K., Gunasekaran, P., Kaveri, K., ve Kannan, S., 2012. Green biosynthesis of silver nanoparticles from *Annona squamosa* leaf extract and its in vitro cytotoxic effect on MCF-7 cells. Process Biochem., 47: 2405-2410.
- Yanar, D., Kadioğlu, İ., ve Gökçe, A., 2011. Acaricidal effects of different plant parts extracts on two-spotted spider mite (*Tetranychus urticae* Koch). African Journal of Biotechnology Vol. 10(55), pp. 11745-11750.
- Yang, H.Z., Li, Q. ve Lei, H.D., 2007. Research and application of botanical acaricides. Pesticide, 46, 81–85.
- Yang, G., Xie, J., Deng, Y., Bian, Y. ve Hong, F., 2012. Hydrothermal synthesis of bacterial cellulose/AgNPs composite: a “green” route for antibacterial application. Carbohydrate Polymers, 87(4): 2482-2487.
- Yaşarakıncı, N., Altındışli, Ö. ve Kılıç, T., 2003. Organik tarımda kullanılacak yöntemler. [http://www. Tedgem.gov.tr](http://www.Tedgem.gov.tr).
- Yeşilayer, A. ve Aslan, H. 2018. Bazı kekik türlerinden elde edilen uçucu yağların iki noktalı kırmızı örümcek (*Tetranychus urticae* Koch, Acari:Tetranychidae) üzerine repellent etkisi. ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi, (2):13-20.
- Yeşilayer, A. ve Deniz, M., 2019. Toxic effect of four different plant extracts on potato tuber moth [*Phthorimaea operculella*(Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae)] eggs and larvae. Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology, 7(12): 2239-2244.
- Yiği, Ş., Saruhan, İ. ve Akça, İ., 2019. Farklı Bitki Ekstraktlarının *Culex pipiens* Linnaeus, 1758 (Diptera: Culicidae) Larvalarına Karşı Öldürücü Etkilerinin Belirlenmesi. Turkish Journal of Weed Science 22(2):169-174.

- Yoldaş, Z., C., Öncüer ve Karsavuran, Y., 1990. “Ege ve Marmara bölgeleri sanayi domatesi yetiştirme alanlarında saptanan doğal düşmanlar, 189-196“. Türkiye II. Biyolojik Mücadele Kongresi (26-29 Eylül), Ankara.
- Yorulmaz, S., Saritas, S., Kara, N., Ay, R., 2014. Acaricidal and ovicidal effects of Sage (*Salvia officinalis* L.) and Rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) (Lamiaceae) extracts on *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). Journal Of Agricultural Sciences, 20: 358-367.
- Zahir, A.A., Bagavan, A., Kamaraj, C., Elango, G., ve Rahuman, A.A., 2012. Efficacy of plant-mediated synthesized silver nanoparticles against *Sitophilus oryzae*. Journal of Biopesticides, 5, 95.
- Zahir, A.A ve Rahuman, A.A, 2012. Evaluation of different extracts and synthesised silver nanoparticles from leaves of *Euphorbia prostrata* against *Haemaphysalis bispinosa* and *Hippobosca maculata*. Veterinary Parasitology 187(2012)511-520.
- Zargar, M., Hamid, A.A., Bakar, F.A., Shamsudin, M.N., Shameli, K., Jahanshiri, F. ve Farahani, F., 2011. Green synthesis and antibacterial effect of silver nanoparticles using *Vitex negundo* L. Molecules, 16(8), 6667-6676.
- Zhang Y, Ding W, Zhao Z, Wu Jing ve Fan Yu-hu 2008. Studies on acaricidal bioactivities of *Artemisia annua* L. extracts against *Tetranychus cinnabarinus* Boisd (Acari: Tetranychidae). Agricultural Sciences in China, 7(5): 577-584.
- Whalon, M.E., Mota-Sanchez, R.M., Hollingworth, R.M. ve Duynslager, L. 2008. Arthropods Resistant to Pesticides Database (ARPD) <http://www.pesticideresistance.org>. (Erişim tarihi: 22.04.2021).
- Xu, H., Shi, X., Ma, H., Lv, Y., Zhang, L. ve Mao, Z., 2011. The preparation and antibacterial effects of dopa-cotton/AgNPs. Applied Surface Science, 257(15): 6799-6803.