

Süs Bitkileri Zararlıları ile Mücadelede Bitkisel Kökenli Biyopestisitlerin Kullanımı

Ömer Faruk ERDEMİR^{1*}, Nidanur ÜNAL², Onur DURA³, Didem SAĞLAM ALTINKOY⁴

¹Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Kırşehir; ORCID: 0009-0004-3152-9115

²Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Kırşehir; ORCID: 0009-0003-9887-1217

³Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Yalova; ORCID: 0000-0002-4562-8462

⁴Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Kırşehir; ORCID: 0000-0001-8925-1305

Gönderilme Tarihi: 1 Ekim 2024

Kabul Tarihi: 31 Aralık 2024

ÖZ

Süs bitkileri yaşam alanlarında estetik ve sıcak ortamlar yaratmada önemli roller oynamaktadır. Hem iç mekân hem de dış mekanlarda kullanımları ile evler, alışveriş merkezleri, oteller, ofisler gibi çok çeşitli mekanlarda gürültüyü azaltması, oksijen sağlaması, stresi azaltarak insan psikolojisini olumlu etkilemesi gibi amaçlarla kullanılmaktadır. Bahçelerde, rekreasyon alanlarında ve ev içerisinde özellikle canlı çiçek kullanımı yaygındır. Canlı çiçek yetiştirmenin en büyük sorunlarından biri de nematod, akar ve böcek gibi zararlılardır. Bunlarla mücadelede kimyasal ilaç kullanımı gerekmekte ancak kimyasalların insan, çevre sağlığı ve hedef alınmayan organizmalara etkilerinden dolayı özellikle bahçe ve ev içi süs bitkileri yetiştiriciliğinde araştırmacılar daha çevreci mücadele yöntemlerine yönelmektedir. Bu alternatif yöntemlerin başında da biyopestisitler gelmektedir. Yapılan bu çalışmada, süs bitkilerinde sorun olan zararlılara karşı bitkisel kökenli biyopestisitlerin kullanım olanakları derlenerek sunulmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Biyopestisit, mücadele, süs bitkileri, zararlılar

Utilizing Plant-Based Biopesticides to Control of Ornamental Plant Pests

ABSTRACT

Ornamental plants play a significant role in creating aesthetic and warm environments in living spaces. With their use in indoor and outdoor settings, they are employed in various places such as homes, shopping centers, hotels, and offices to reduce noise, provide oxygen, and positively affect human psychology by reducing stress. Flowers are particularly common in gardens, recreation areas, and indoors. One of the biggest problems growing flowers is pests such as nematodes, mites, and insects. Chemical pesticides are required to manage these pests; however, due to the effects of chemicals on human health, environmental health, and non-target organisms, more eco-friendly control methods are being sought, especially in the cultivation of ornamental plants in gardens and homes. Biopesticides are at the beginning of these methods. This study compiled and presented the possibilities of using plant-based biopesticides against pests that are problematic in ornamental plants.

Keywords: Biopesticide, management, ornamental plants, pest

GİRİŞ

İnsanlar yaşamları boyunca doğa ile iç içe bir yaşam sürme isteğindedir. Kentleşme ile birlikte oluşan bina kompleksleri ve sanayileşme insanların yaşam alanlarında doğa ile iç içe olma isteklerini sınırlamaktadır. İnsanlar bu gereksinimi karşılamak için doğayı, iç mekanlara taşıyarak gidermeye çalışmaktadır. Yıllar geçtikçe yeşillığe ve doğallığa duyulan özlem artmakla beraber okullar, evler, iş merkezleri gibi yaşam alanları arasında doğal alanlar tasarlanmaktadır. Bu alanları oluştururken çok çeşitli süs bitkilerine yer verilmektedir. Süs bitkileri sadece özel günlerde ve özel alanlarda kullanılmaktan çıkıp yerini günlük yaşam alanında kullanılmaya

uygun bir sektör haline gelmiştir. Türkiye'nin konumu ve iklimi gereği birçok bitki familyasına ve türüne ev sahipliği yapmaktadır. Bu da doğadaki birçok bitki türünü süs bitkisi olarak çoğaltıp yaşantımızın içine girmeye olanak sağlamaktadır. Süs bitkileri sektörü diğer ülkelerde olduğu gibi Türkiye'de de önemli oranda ekonomiye katkı sağlamaktadır [1, 2].

Bitkilerin süs bitkisi amacıyla kültüre alınması insan uygarlığının en az 4000 yıl öncesine kadar uzanmaktadır. Bununla birlikte dünyada süs bitkileri üretimi 1900'lü yılların başlarında ticari bir önem kazanmış ve günümüzde bu üretim yaklaşık 50 milyar dolarlık bir ticaret hacmine ulaşmıştır. [3, 4]. Dünya üzerinde süs bitkileri üretimi yapan önemli üretici

*Sorumlu yazar / Corresponding author: omerfarukerdemir727@gmail.com

ülkeler sırasıyla Hindistan, Çin, ABD, Japonya, Brezilya, İtalya, Tayland, Güney Afrika, Meksika, Kolombiya, Hollanda ve İngiltere'dir [4]. Hindistan'da 322.000 ha, Çin 183.309 ha ve ABD ise 30.884 ha alanda kesme çiçek ve saksılı bitkiler üretim alanları vardır. Türkiye ise 5.478 ha alanda üretime sahip olması ile dünya genelinde 17. sırada yer almaktadır [4].

Süs bitkisi ihracatında en önemli ülke Hollanda olurken bunu sırasıyla İtalya ve Almanya takip etmektedir. Türkiye dünya süs bitkileri ihracatçıları içinde 19. sırada yer almaktadır [4].

Ülkemizde süs bitkisi üretimi 2023 yılında yaklaşık 58 milyon metrekare alanda 2 milyar adet olarak belirlenmiştir. Süs bitkileri; kesme çiçekler, iç mekân (saksılı) süs bitkileri, doğal çiçek soğanları ve dış mekân (tasarım) süs bitkileri olmak üzere 4 gruba ayrılmaktadır. Hızlı kentleşmenin yarattığı yeşile özlem, iç mekanlarda saksılı bitkilerin talebini ortaya çıkarmıştır. Çeşitli saksı ve benzeri kaplarda yetişen kapalı mekân süs bitkilerine iç mekân (saksılı) süs bitkileri denilmektedir. İç mekân süs bitkileri üç gruba ayrılmaktadır. Bunlar; gösterişli çiçekleri için yetiştirilenler (*Cyclamen persicum*, *Hydrangea macrophylla*, *Saintpaulia ionantha* Wendl vb.) gösterişli yaprakları için yetiştirilenler (*Ficus* spp. L., *Monstera schottii* ve *Dieffenbachia schottii* vb.) ile sukulentler ve kaktüslerdir (*Echeveria glauca*, *Sempervivum tectorum* ve *Sedum acre* vb.). Dış mekân (tasarım) süs bitkileri, peyzaj uygulamalarında çevre düzenlemeleri için kullanılır ve beş gruba ayrılmaktadır. Bunlar; ağaç ve ağaççıklar (*Abies concolor*, *Pinus nigra*, *Acer campestre*), çalı formlular (*Prycantha coccinea*, *Euonymus japonica*, *Rosa* sp.), sarılıcı ve tırmanıcılar (*Parthenocissus quinifolia*, *Thunbergia alata*, *Hedera helix*), çim ve yer örtücü bitkiler (*Achillea millefolium rosea*, *Marrubium parviflorum*, *Achillea tomentosa*), çiçekler ve otsu bitkiler (*Dianthus barbatus*, *Ageratum hybrid*, *Petunia* sp.) dış mekân süs bitkileri içerisinde değerlendirilmektedir. Doğal çiçek soğanları, geofitler olarak da adlandırılmaktadır. Geofitler, toprak üstü organları ile yaşamlarını tamamladıktan sonra toprak altında oluşturdukları yapılar ile canlılığını devam ettirebilen bitki gruplarıdır. Dünyada en fazla yetiştiriciliği yapılan geofitler, *Tulipa* spp., *Lilium* spp., *Narcissus* spp., *Gladiolus* spp. ve *Iris* spp.'dir. Kesme çiçekler buket, çelenk ve aranjmanlarda yararlanarak taze, kurutulmuş ve ağartılmış şekilde kullanılan süs bitkileridir. En fazla ithal edilen kesme çiçekler *Dianthus caryophyllus* L., *Rosa* spp., *Gerbera jamesonii*, *Lilium* spp., (*Gladiolus* spp.), *Phalaenopsis* spp. ve *Tulipa* spp.'dir [5].

Türkiye'de 2023 yılında iç mekân süs bitkisi üretimi 2 milyon metrekare alanda yaklaşık 157 milyon adet, çiçek soğanlarında 346 bin metrekare alanda yaklaşık 67 milyon adet, dış mekân süs bitkilerinde ise 41 milyon metrekare alanda yaklaşık 525 milyon adet, kesme çiçekçilik ise 58 milyon metrekare alanda yaklaşık 2 milyar adettir [6]. Süs bitkileri üretimini kısıtlayan bazı faktörler bulunmaktadır. Bunların başında yerli çeşitlerin olmaması, bitkisel materyal ve diğer üretim girdilerinde dışa bağımlılık, kayıt dışı üretim, enerji giderlerinin yüksek olması, hastalık ve zararlılar dolayısıyla verim düşüklüğü ile bu etmenlerle mücadelede kullanılan kimyasal pestisitlerin çevre ve doğaya zarar vermesi gibi faktörler sorun olarak karşımıza çıkmaktadır [7].

Süs bitkileri üretiminde sorun olan zararlılar içerisinde nematodlar, akarlar ve böcekler yer almaktadır. Bu zararlılarla mücadelede yoğun olarak kullanılan pestisitler doğal ortamında faydalı organizmalarında popülasyonunun azalmasına, tozlayıcıların azalmasına, insan ve çevre sağlığına zarara ve direnç neden olmaktadır. Pestisitlerin verdiği zararı en aza indirmek için Avrupa Birliği "Pestisitlerin Sürdürülebilir Kullanım Direktifi (128/2009/EC)"ni geliştirmiştir. Bu direktife göre zararlılarla mücadelede doğal kökenli veya sentezlenmiş doğal bileşiklerin yenilenebilir kaynaklardan üretilmesi ve entegre mücadele yöntemleri ile uyum içinde olması istenmektedir.

Bunlarla mücadelede son yıllarda biyopestisitlerin kullanımı artış göstermektedir. Kimyasal içerikli pestisitlerin bilinçsiz kullanımıyla zararlı ve faydalı organizmaların arasındaki ekolojik denge bozulmuş ve çevre kirliliklerine neden olmuştur. İnsan ve çevre sağlığı açısından sentetik pestisitlere alternatif olarak bitki özlerine dayalı biyopestisitlerin kullanımı yaygınlaşmıştır. Bitkisel kökenli ekstraktlar ve esansiyel yağlar, sekonder metabolitler yoluyla sentezlenmekte olup böceklerle karşı beslenmeyi durdurucu, kontak, fumigant, sterilant ve repellent etki gösterebilmektedir [8, 9]. Bu çalışmada da süs bitkilerinde sorun olan önemli zararlılar ile mücadelesinde kullanılan biyopestisitler derlenerek sunulmuştur.

Süs Bitkilerinde Sorun Olan Önemli Zararlılar

•*Tetranychus urticae* Koch (İki Noktalı Kırmızı Örümcek) (Acarina: Tetranychidae)

Yeşilimsi sarımtırak renkli olan zararlının vücut ortasına yakın mesafede iki tarafta bir çift siyah beslenme lekesi bulunur. Erginler kışkı kırmızı veya turuncu renkli kışkık formda, dökülen yaprakların altında ve toprak parçaları arasında diyapoz halinde geçirir. Kışı ılık geçen bölgelerde ve seralarda yıl

boyunca yaşayıp üremelerine devam etmektedirler. Bitkinin özsuğunu emerek beslenen zararlılar yapraklarda sararma, kıvrılma ve dökülmelere neden olurlar. Yoğun olduğu bitkilerin üzeri ağ tabakası ile kaplanmış gibi görülür ve sonunda bitkiyi kuruturlar. Polifag zararlılardır. Birçok süs bitkisinde zarar oluşturmaktadırlar [10, 11].

•*Rhizoglyphus echinopus* (Fumouze & Robin) (Çiçek Soğan Akarı) (Acarina: Tyroglyphidae)

Çiçek soğan akarı, çok küçük ve sarı fildişi renginde ve bacakları ise pembe renklidir. Soğan ve yumruların kurumuş kabukları arasında lupla bakıldığında rahatlıkla görülebilir. Çiçek soğan akarı toprakta soğan veya sap boğazı arasında bulunarak soğanlarda galeri açarak soğanın iç kısımlarına ilerler. Açtıkları galerilerden funguslar ve bakteriler giriş yaparak hızlı bir şekilde çürümeye neden olmaktadır. Bulaşık soğanlar sarımsı ve hasta görümlü olur. Saplar kısalır, çiçekler normal gelişemez ve anormal bir görünüm alır. Bulaşık topraklardan depolara taşınmakta ve depolarda da uygun şartlarda gelişimlerine yıl boyu devam ettirmektedirler. Sümbül, lale, nergis, frezya, glayöl ve orkide gibi bitkilerde zarar meydana getirmektedir [11].

•*Eriophyes spp.* (Gal Akarları) (Acarina: Eriophyidae)

Çok küçük ve uzun bir vücuda sahip olan bu akarın 2 çift bacakları vardır. Bitki özsuğunu emerek bitki dokularında gallere, urlara ve çeşitli deformasyonlara neden olurlar. Emgileri sonucu gümüşü veya kahverengi renk açılması görülür. Erineum adı verilen keçemsi yapılar oluşturması ile tanınması kolay olur. Kışı ergin halde geçirir. Önemli bazı bitki virüslerine de vektörlük yapmaktadırlar. Konukçuları arasında söğüt, dişbudak, sedir, ılgın, kavak, ıhlamur, meşe gibi park ve süs bitkileri yer almaktadır [10].

•*Meloidogyne spp.* (Kök-Ur Nematodları) (Tylenchida: Meloidogynidae)

Endoparazit bir zararlı olan kök-ur nematodları bitki dokusu içerisinde zarar meydana getirmektedir. İletim damarlarında beslenmeleri sonucu köklerde şişkinliklere neden olur ve kökler iyi gelişemediğinden bitkide sararma, solma, bodurluk, bitki besin maddesi eksiklikleri gibi belirtiler meydana getirmektedir [11]. 2000'den fazla konukçusu bulunan bu zararlı park ve süs bitkileri yetiştirilme alanlarında önemli zararlara neden olmaktadır. Polifag bir zararlıdır tüm süs bitkilerinde zarar meydana getirir [10].

•*Ditylenchus dipsaci* (Kuhn) Filipjev (Soğan-Sak Nematodu) (Tylenchida: Anguinidae)

Soğan-Sak nematodu olarak bilinen bu tür yumrulu ve soğanlı bitkilerde endoparazit olarak yaşamaktadır. Dokularda yumuşama, süngerleşme, çiçeklerin açık renkli olmasına, yapraklarda bölgesel renk açıklıklarına neden olmaktadır. Tohumluk olarak yetiştirilen yumru ve soğanların bulaşık olması ile depolara taşınmakta ve zararına bu koşullarda yıl boyu devam ettirmektedir. Sonuçta çürüme ve ölüm görülür. Konukçuları arasında lale, sümbül, glayöl ve süsen gibi süs bitkileri bulunmaktadır [10].

•*Thrips tabaci* Lindeman (Tütün Thrips) (Thysanoptera: Thripidae)

Tütün Thrips, silindirik şeklinde bir vücuda sahip olup abdomen sonunda inceler son bulur. Kanatları iki çifttir, dar yapılı ve kanat kenarları kirpik şeklinde saçaklıdır. Kışı ergin halde geçirir. Bitkinin yaprak, tomurcuk ve çiçekleri üzerinde bulunur. Ergin ve larvaları bitki öz suyunu emerek beslenir. Zarar gören tomurcuklar açılmaz, çiçeklerde deformasyonlar görülür. Petal yapraklarda beyaz lekeler meydana getirir. Emgi yerleri dokularda boşalan özsu nedeniyle saydam bir görünüm alır. Kurak mevsimlerde zarar gören dokularda su kaybı daha hızlı olur. Önemli bitki virüslerinin vektörüdür. Karanfil, krizantem ve gala çiçeği konukçuları arasındadır [10, 11].

•*Trialeurodes vaporariorum* Westwood (Sera Beyaz Sineği) (Hemiptera: Aleyrodidae)

Ergin vücutu sarı renkli olup, beyaz renkli ve tek damarlı iki çift kanada sahiptirler. Kışı yumurta, larva ve pupa halinde geçirirler. Genç yaprakları tercih eden sera beyaz sinekleri beslenmesi sonucu hem fumajine neden olurlar hem de tüm yaprakların dökülmesine sebep olurlar. Küpe, ateş çiçeği, süs biberi, siklamen, begonya ve mine çiçeği gibi birçok süs bitkisinde zarar meydana getirmektedirler [10].

•*Macrosiphum rosae* L. (Gül Afidi) (Hemiptera: Aphididae)

Yumuşak vücutlu böceklerdir. Abdomenin 5-6. dorsolateralinde siyah ve uzun yapılı kornikil (mum borucuğu) bulunur. Kanatlı ve kanatsız formları bulunmaktadır. Kışı yumurta halinde geçirirler. Güllerin önemli zararlılarından biri olup tomurcuk ve sürgünler üzerinde koloniler oluştururlar. Çiçek oluşumu ve gelişimini olumsuz etkilerler. Yeni gelişen dokularda, genç sürgün uçlarında, yaprak altlarında beslenirler. Fumajine neden olurlar. Ayrıca birçok bitki virüslerinin taşınmasında vektörlük yapmaktadırlar [10]. Polifag zararlı olup birçok süs bitkisinde zarar meydana getirirler [11].

•*Lepidosaphes ulmi* L. (Virgül Kabuklu Biti) (Hemiptera: Diaspididae)

Virgül kabuklu biti, virgül şeklinde bir kabuğa sahiptir. Kabuk altında dişi bireyler sarımsı beyaz renklidir ve yumurtalarını kabuk altına bırakırlar. Kışı yumurta halinde geçirirler. Bitki özsuyunu emmek suretiyle zarar meydana getirirler. Popülasyonu yoğun olduğunda önce dalları sonra tüm ağacı kurutabilirler. Kavak, akçaağaç, leylak, karaağaç ve söğüt gibi bitkilerde zarar meydana getirirler [10].

•*Parthenolecanium* spp. (Gülde Koşnıl) (Hemiptera: Coccidae)

Ergin dişiler yarım küre şeklinde sarımsı kahverengi üzeri kırmızı çizgilidir. Sırtta bulunan tümsek belirgindir. Kışı ikinci dönem larva halinde geçirirler. Gül koşnili bitki öz suyu emerek zarar yaparlar ve fumajine neden olurlar. 3-4 yıl içerisinde gülü kuruturlar. Yağ, süs ve yabancı güllerde zarar meydana getirir [11].

•*Planococcus citri* Risso. (Unlu Bit) (Hemiptera: Pseudococcidae)

Unlubitlerin vücudu üzerinde unlu veya mumsu görünümde segmentleri belirgin yumuşak bir görünümü bulunmaktadır. Kışı yumurta, çeşitli larva dönemleri veya ergin halde geçirirler. Bitki özsuyunu emmek suretiyle zarar meydana getirirler. Beslenmesi sonucu yapraklarda sararma ve dökülmelere, çiçeklerde dökülmelere sebep olurlar. Fumajine neden olurlar. Önemli bitki virüslerine vektörlük ederler. Begonya, Atatürk çiçeği, zakkum, mine çiçeği, mum çiçeği, devetabanı ve kaktüs gibi süs bitkilerinde zarar meydana getirirler [10].

•*Capnodis* spp. (Dip Kurtları) (Coleoptera: Buprestidae)

Ergin vücut yapıları karakteristiktir. Pronotum iri, elytra kenarları paralel olup sona doğru sivri bir şekilde sonlanır. Larvaları bacaksız tipte olup başı diğer segmentlerden daha geniştir ve odun tabakası içerisinde bulunur. Larvalar ağaç veya fidelerin gövdeleri içerisinde kemirerek zarar yaparken ergin bireyler yaprak sapı, sürgün ve tomurcularda beslenir. Kavak, söğüt ve çınar gibi bitkilerde zarar yaparlar [10].

•*Melolontha melolontha* L. (Mayıs Böceği) (Coleoptera: Scarabaeidae)

Ergin elytrası kırmızımsı kahverengidir. Manas tipi larvaya sahiptirler. Larvalar köklerde beslenirken erginler yaprak ve çiçeklerde beslenmektedir. Fidelik alanlarda oldukça zarar meydana getirirler. Meşe, dişbudak, ladin ve göknar gibi bitkilerde önemli zarar yaparlar [10].

•*Thaumtopoea pityocampa* Denis & Schiffermüller (Çam Kese Tırtılı) (Lepidoptera: Notodontidae)

Çam kese tırtıllarının ergin bireyleri kahverengimsi gri renkli olup ön kanatları üzerinde belirsiz enine üç çizgi bulunur. Larvaları ağlar içerisinde toplu halde yaşamaktadırlar. Dokunulduğunda alerjiye neden olabilir. Ana zararı larvalar oluşturmaktadır. Özellikle çam ve sedir gibi ibreli ağaçlarda zarar meydana getirirler. Eğer konukçu bulamazlarsa diğer geniş yapraklı olan orman ağaçları ile beslenebilmektedirler [10].

•*Spodoptera littoralis* (Boisd.) (Karanfilde Pamuk Yaprak Kurdu) (Lepidoptera: Noctuidae)

Ergin bireylerin ön kanatları gri-kahverengi ve kanatlar üzerinde karışık şekillerde açık sarı renkli çizgiler vardır. Ayrıca ön kanatta yan kenara paralel uca doğru uzanan ve önden arkaya daralan kurşuni renkli şerit bulunur. Bu şeritten çıkan ve kanat ucuna kadar öne arkaya doğru uzanan sarı renkli üç çizgi bulunur. Kışı olgun larva veya pupa halinde geçirirler. Gece aktiftirler. Ana zararı larvalar yapar. Yaprakların alt epidermisini ve parankima dokularını yiyerek beslenirler ve yaprakların tamamını yiyebilirler. Özellikle fidelerde gelişme bozukluğuna ve dal kaybına neden olurlar. Çiçek tomurcuklarını veya guncaları yiyerek çiçeğin pazar değerini düşürürler. Karanfil, kasımpatı, gerbera gibi süs bitkilerinde zarar meydana getirir [11].

•*Eumerus strigatus* (Fallén) (Nergis Soğan Sineği) (Diptera: Syrphidae)

Arıyı anımsatan canlı renklerdeki sineklerdir. Kirli beyaz renkli larvaları vardır. Larvaları soğanlı süs bitkileri ile beslenerek yumuşamaya ve üst kısımda koyu kahverengi görülen yaralara veya çatlaklara neden olurlar. Özellikle çürümeye yakın soğanları tercih etmektedirler. Soğan-sak nematodu ile bulaşık ve don zararı görmüş soğanlarda daha fazla zarar oluştururlar. Soğanlı süs bitkilerinden nergis, sümbül ve süsende zarar meydana getirirler [10].

•*Syrista parreyssi* Spin. (Gül Filiz Arısı) (Hymenoptera: Cephidae)

Ergin bireylerin baş ve thoraksı parlak siyah renkte ve 2.-3. abdomen segmentinde ise pas renginde bir şerit bulunur. Larvalar donuk sarı renkli ve "C" veya "S" şeklinde kıvrık bulunur. Kışı olgun larva halinde geçirirler. Yumurta koyma sırasında zarar gören sürgün pörsür ve aşağı doğru sarkar. Larvalar geliştikçe gövde veya çiçek sapını oyarak beslenir. Ana konukçusu güllerdir [10].

•*Ardis brunniventris* (Hart.) (Gül Filiz Burgusu) (Hymenoptera: Tenthredinidae)

Siyah renkli bir arıdır. Yumurtalarını güllerin o yılki genç sürgünlerinin uçlarına bırakır. Kışı larva halinde geçirirler. Çıkan larvalar gövde içerisinde beslenerek aşağı doğru inerler. Bitkide gelişme durur ve kuruma görülür. Ana konukçusu güldür [10].

Süs Bitkilerinde Sorun Olan Önemli Zararlılarla Mücadelede Kullanılan Bitkisel Kökenli Biyopestisitler

Süs bitkilerinde zararlı olan akar, nematod ve böceklerle mücadelede kullanılan sentetik kimyasallar insan ve çevre sağlığına verdiği zararlardan dolayı tercih edilmemektedir. AB biyoçeşitlilik stratejisine göre 2030 yılına kadar kentsel yeşil alanların artırılması ve buralarda bitki koruma etmenlerine karşı hiçbir kimyasal pestisit kullanılmaması yasal bir zorunluluk haline getirilmiştir. Bu zararlılarla mücadelede bitkisel kökenli ürünler kimyasal pestisitlere alternatif olarak daha güvenli ve çevre dostu ürünlerdir. Beslenmeyi durdurucu, fumigant, büyüme düzenleyici, repellent etki göstermekte ve ölüme sebep olmaktadır [12, 13, 14, 15, 16].

Bitkisel kökenli yağlar, tohumlar, kurutulup öğütülmüş bitkisel tozlar ve özütleri pestisit olarak tarımsal üretimde M.Ö. 4000 yıllardan beri kullanıldığı bilinmektedir. Bitki zararlıları ile mücadelede *Azadirachta indica*, *Chrysanthemum cinerariaefolium*, *Nicotiana* spp. gibi bitkilerden yararlanılmıştır [17].

Bitkiler bünyelerinde çok çeşitli kimyasalları içermektedirler. Bunlar primer ve sekonder metabolit olarak ifade edilen fitokimyasallardır [18]. Primer metabolitler karbonhidratlar, proteinler ve lipidlerdir. Sekonder metabolitler ise bitkinin normal gelişmesinde rol oynamaz ve genellikle bitkinin diğer organizmaları ile arasındaki ilişkide görevlidir. Bu fitokimyasalların bazıları böcekleri uzaklaştırıcı veya beslenmeyi caydırıcı acı tada sahip olabilecekleri gibi toksik etkiye de sahip olabilirler. Fitokimyasallar 3 ana sınıfta gruplandırılmaktadırlar. Terpenler (limonene, pinene ve camphene vb.), fenolikler (eugenol, thymol ve carvacrol vb.) ve alkaloidler (citronellol, menthol ve linalool vb.) [19]. 1850’li yıllardan beri fitokimyasallar araştırılarak günümüze kadar 235 farklı familyaya ait 2500’den fazla bitki içermiş oldukları kimyasallar dolayısıyla bitki koruma etmenlerine karşı biyopestisit özellikleri ortaya konmuştur [20]. *Azadirachta indica*, *Nicotiana tabacum*, *Derris elliptica*, *Chrysanthemum cinerariifolium*, *Schoenocaulon officinale*, *Citrus* spp., *Eucalyptus globulus*, *Ryania speciosa* ve *Quassia amara* bitkilerinden elde edilen

biyopestisitlerin zararlılarla mücadelede kullanıldığı belirlenmiştir [12, 13, 14, 15, 16].

•*Neem* (*Azadirachta indica* A.Juss) (Sapindales: Meliaceae)

Meliaceae familyasına ait olan *Azadirachta indica* geniş spektrumlu bir biyopestisit olan neem olarak bilinir ve böcek, akar ve nematodlar için dünya genelinde kullanılmaktadır. *Tetranychus urticae* Koch (Acarina: Tetranychidae) [33]. *Planococcus citri* (Risso) (Hemiptera: Pseudococcidae) [34] ve *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White) (Nematoda: Meloidogynidae) [35] türlerine karşı denenmiş ve etkili sonuçlar elde edilmiştir. Çevre ve hedef alınmayan organizmalar için zararlı bir etkisi bulunmayan neem’in tarımsal ürünler üzerinde de kalıntı bırakmadığı bildirilmiştir [12]. Neem, beslenmeyi durdurucu, böcek büyüme düzenleyici, yumurtalamayı engelleyici, repellent etki ve sterilant etki göstermektedir [12]. Neem’in yapısı ecdysone hormonuna benzemektedir. Neem ile enfekteli besinleri yiyen larvalar erken deri değiştirebilir ve ergin deformasyonuna neden olabilir. Ergin bireylerde hormonal bozukluk nedeniyle kısırılık meydana gelebilir [21]. Neem, kontak etkilidir ancak bitkiye uygulandığında bir miktar sistemik etki gösterebilmektedir [12]. Neemin uyarıcı kolinerjik iletimi engellemesi ve kalsiyum kanalını bloke edilmesi yoluyla zararlıların merkezi sinir sistemine müdahale ettiği belirlenmiştir [12].

•*Tütün* (*Nicotiana tabacum* L.) (Solanales: Solanaceae)

Solanaceae familyasına ait olan tütün bitkisinin içermiş olduğu nikotinden dolayı eski zamanlardan beri insektisidal etki gösterdiği bilinmektedir. Bir alkaloid olan nikotin, zararlılarla mücadelede nikotin sülfat formunda kullanılmaktadır. Nikotin, kontak etki gösterir ve öncelikle fumigant olarak hareket eder ve temas halinde zararlıları etkiler, sinir sistemi zehiridir [14]. Sinir sinaplarındaki nikotinik kolinerjik reseptörlere etki ederek kas bağlantılarındaki asetilkolini (ACh) taklit ederek zararlıların ölümüne neden olurlar [12]. *Hemiptera*, *Thysanoptera* ve diğer zararlı takımların mücadelesinde kullanılabilmektedir [13, 36, 38, 39, 40]. *Spodoptera frugiperda* (J.E.Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) [36], *Grapholita molesta* Busck. (Lepidoptera: Tortricidae) [37], *Gryllus bimaculatus* (De Geer) (Orthoptera: Gryllidae), *Galleria mellonella* L. (Lepidoptera: Pyralidae) [38] ve *Cylas formicarius* (Fabriqueius) (Coleoptera: Brentidae) [39], *Thrips tabaci* (L.) (Thysanoptera: Thripidae) [40] üzerine etkinlikleri belirlenmiştir.

•*Rotenone (Derris elliptica (Wall.) Benth.) (Fabales: Fabaceae)*

Rotenone, *Fabaceae* familyasına ait olan *Derris elliptica* bitkisinin rizomlarından veya köklerinden elde edilen izoflavonoidler arasında sayılmaktadır. *Rotenone*'nin oldukça toksik etkiye sahip kontak, mide zehiri ve hücre solunum enzim inhibitörü etkisi vardır [12]. Gün ışığında hızlı şekilde bozulmaktadır. *Rotenone*'un *Hemiptera*, *Lepidoptera* ve *Coleoptera* takımlarına ait böceklerle etkili olduğu bildirilmiştir [13, 42, 43]. *Rhynchophorus ferrugineus* (Oliver) (Coleoptera: Curculionidae) [41], *Spodoptera litura* (Fabricius) (Lepidoptera: Noctuidae) [42] ve *Aphis glycines* Matsumura (Hemiptera: Aphididae) [43] karşı etkili bulunmuştur.

•*Chrysanthemum (C. cinerariifolium (Trevir.) Sch. Bip.) (Asterales: Asteraceae)*

Asteraceae familyasına ait *Chrysanthemum cinerariifolium* bitkisinin kuru çiçeklerinden elde edilen piretrum veya doğal piretroidler 6 farklı maddenin birleşenidir. Kontak ve mide zehiri etkisi vardır. Temas halinde zararlıları felç etme özelliğine sahiptir. Piretrin, sinir sistemindeki sodyum ve potasyum iyon değişim sürecini bozarak böceği öldürür. Hızlı etki göstermesine rağmen çok kısa bir kalıntı etkinliğine sahiptir ve güneş ışığı, hava ve nem altında hızlıca bozulur dolayısıyla sık sık uygulama yapılması gerekir. *Hemiptera*, *Diptera*, *Lepidoptera*, *Nematoda* ve *Coleoptera* gibi takımlara ait böceklerin mücadelesinde kullanılmaktadır [13, 44, 45, 46]. *Spodoptera littoralis* (Boisduval) (Lepidoptera: Noctuidae) [44], *Tribolium confusum* (Coleoptera: Tenebrionidae) [45], *M. incognita* ve *Meloidogyne javanica* (Treub) Chitwood (Nematoda: Meloidogynidae) [46], *Thrips parvispinus* Karny (Thysanoptera: Thripidae) [47] karşı etkili bulunmuştur.

•*Sabadilla (Schoenocaulon officinale (Schlttd. & Cham.) A. Gray) (Liliales: Melanthiaceae)*

Sabadilla, *Melanthiaceae* familyasına ait *Schoenocaulon officinale* bitkisinin tohumlarından elde edilir. Aktif bileşenler cevadine ve veratridine alkaloidleridir [14]. Geniş spektrumlu kontak ve mide zehiri etkilidir. *Sabadilla* sodyum kanallarını etkilemektedir. Sinir hücre membranını etkileyerek sinir fonksiyonunun kaybına, felce ve ölüme neden olurlar. Kısa bir kalıntı etkinliğine sahiptir ve güneş ışığı ile nem altında hızlıca bozulur [22, 12]. *Lepidoptera*, *Orthoptera*, *Hemiptera* ve *Thysanoptera* takımlarına ait böceklerle karşı etkilidir [23, 50]. Arılara karşı oldukça toksik olduğu bildirilmiştir [24]. *Scirtothrips citri* (Moulton) (Thysanoptera: Thripidae) [48], *Schistocerca*

americana (Drury) (Orthoptera: Acrididae) [49], *Schistocerca gregaria* (Forsk.) (Orthoptera: Acrididae) [50] karşı etkili bulunmuştur.

•*Limonene (Citrus spp.)*

Limonene, *Citrus* spp. meyvelerinden elde edilen yağın ana bileşenidir. Kontak etkili ve sinir sistemi zehiridir [25]. Hızlı bir şekilde uçan esansiyel yağın uygulama sonucunda kalıntısı kalmaz. *Hemiptera* ve *Acarina* takımlarına ait zararlılara karşı etkilidir [12, 26]. *Tetranychus urticae* [51], *Coccus viridis* (Green) (Hemiptera: Coccidae), *Rhizococcus* spp. (Hemiptera: Rhizococcidae), *Aleurothrixus antidesmae* Takahashi (Hemiptera: Aleyrodidae), *Saissetia coffeae* (Walker) (Hemiptera: Coccidae) [52] karşı etkili bulunmuştur.

•*Eucalyptus (Eucalyptus globulus Labill.) (Myrtales: Myrtaceae)*

Myriaceae familyasına ait olan *Eucalyptus* sakız ağacı olarak bilinmektedir. *Eucalyptus globulus* kabuğundan elde edilen monoterpenlerden ana bileşen 1,8-Cineole'dir [27]. Kontak, beslenmeyi durdurucu ve fumigant etkilidir. *Coleoptera*, *Lepidoptera*, *Hemiptera* ve *Diptera* takımlarına ait zararlılara karşı etkilidir [15, 53, 54]. *Thrips* sp. [47], *Thrips tabaci* [40], *Musca domestica* L. (Diptera: Muscidae) [53], *Helicoverpa armigera* (Hub.) (Lepidoptera: Noctuidae) [54], *Tetranychus urticae* [55] karşı etkili bulunmuştur.

•*Quassia (Quassia amara L.) (Sapindales: Simaroubaceae)*

Quassia, *Simaroubaceae* familyasına ait olan *Quassia amara* bitkisinden elde edilir. Sentetik insektisitlerden önce *Quassia amara* ağacının parçaları suda kaynatılarak insektisit olarak kullanıldığı bildirilmiştir [16]. Sistemik özellik gösteren nadir bitkisel pestisitlerden *Quassia*'nın beslenmeyi durdurucu, mide zehiri ve kontak etki gösterdiği tespit edilmiştir [16, 28]. Yapılan çalışmalarda *Hemiptera*, *Coleoptera* ve *Diptera* takımlarına ait zararlılara karşı etkili olduğu belirlenmiştir [16, 28]. Nematisidal etkinlikte gösterdiği tespit edilen *Quassia*'nın faydalı böceklerle karşı seçicilik gösterdiği bildirilmiştir [28]. *Myzus cerasi* Fabricius (Hemiptera: Aphididae) [58], *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) [59], *Meloidogyne* spp. [60] türlerine karşı etkili bulunmuştur.

•*Ryanodine (Ryania speciosa Vahl.) (Malpighiales: Salicaceae)*

Ryanodine, *Salicaceae* familyasına ait olan *Ryania speciosa* bitkisinin kök ve odunsu gövdesinden elde edilir. Kontak ve mide zehiri

etkilidir. Uzun kalıntı süresi belirlenmiştir. *Ryania*'nın benzersiz bir etki şekli vardır. Kasların sarcoplasmik reticulumdaki kalsiyum kanallarına bağlanarak aşırı kalsiyum salımına neden olarak kas kasılmasına ve felce yol açarak etki gösterir [14]. Böylece çok hızlı bir şekilde ölüme neden olmaktadır. *Acarina*, *Hemiptera*, *Lepidoptera*, *Diptera* ve *Coleptera* takımlarına ait zararlılara etkilidir [12, 56, 57]. *Aphis* spp. (Hemiptera: Aphididae), *Leptinotarsa decemlineata* (Say) (Coleoptera: Chrysomelidae), *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Plutellidae), *Cydia pomonella* L. (Lepidoptera: Tortricidae), *Scirtothrips aurantii* Faure (Thysanoptera: Thripidae) [56] türlerine ve *Culex pipiens fatigans* Wied. (Diptera: Culicidae) [57] larvalarına karşı etkili bulunmuştur.

SONUÇ

Süs bitkileri, insanların iç benliğini rahatlatma, ortamın havasını iyileştirme, bulunduğu yeri güzelleştirme gibi birçok olumlu etkilerinden dolayı tercih edilmekte olup son zamanlarda iş yerleri, okullar, evler gibi birçok alanda varlığı artış göstermiştir.

Ülkemizde süs bitkilerinin iç mekân süs bitkileri (*Saintpaulia ionantha* Wandl., *Sansevieria* Thunb., *Aloe oristata* vb.) dış mekân süs bitkileri (*Abies concolor*, *Acer campestre*, *Chaenomeles japonica* vb.), çiçek soğanları (*Crocus* spp., *Tulipa* spp., *Hyacinthus orientalis* vb.) ve kesme çiçekler (*Dianthus caryophyllus*, *Rosa* spp., *Gerbera jamesonii* vb.) olarak 4 şekilde yetiştiriciliği yapılmaktadır.

Bu bitkilerin yetiştirilmesi sırasında doğru materyal kullanılarak doğaya zarar vermeden yetiştiriciliği yapılabilen ancak üretimi ve yetiştirilmesi sırasında bazı sorunlarla karşılaşmaktadır. Karşılaşılan sorunların başında zararlılar gelmektedir. *T.urticae*, *T.vaporariorum*, *M.rosae* gibi zararlılar hem çok hızlı üremesi hem de bitki virüs hastalıklarına vektörlük etmesi bakımından süs bitkisi üretimini sınırlandırmaktadır. Bunlarla mücadelede yoğun kullanılan sentetik kimyasallar çevre ve insan sağlığına zarar vermektedir. AB biyoçeşitlilik stratejisine göre 2030 yılına kadar kentsel yeşil alanların artırılması ve buralarda bitki koruma etmenlerine karşı hiçbir kimyasal pestisit kullanılmaması yasal bir zorunluluk haline getirilmiştir [29]. Bu kapsamda kullanılan sentetik kimyasallara karşı biyopestisitlerin geliştirilmesine hız verilmiştir. Biyopestisitler, biyolojik olarak parçalanabilir, çevre dostu, insan ve hayvanlara toksik olmadıkları için güvenli kabul edilmektedir. Dünya genelinde

biyopreparatlar pestisitlerin sadece %2,5'ini oluşturmaktadır [30, 31, 32]. Bu alanda yapılan çalışmalar sonucunda *Neem*, *Nicotine*, *Rotenone*, *Chrysanthemum*, *Sabadilla*, *Limonene*, *Eucalyptus*, *Ryanodine* ve *Quassia* gibi etken maddelerin kontak etkili, büyümeyi engelleyici, beslenmeyi durdurucu veya fumigant etkinlikleri belirlenmiştir. Bunların farklı formülasyonları geliştirilerek dünya pazarındaki yerlerinin artırılması ve günlük kullanımda kullanılacak şekilde formüle edilmesi önem arz etmektedir.

KAYNAKLAR

1. Onay, H.A. 2008. Türkiye’de süs bitkileri sektörünün üretim ve yapısal sorunları ve öneriler. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Ankara, 175s.
2. Gülçür, B. 2015. Dünyada AB’de ve Türkiye’de süs bitkileri sektöründeki gelişmeler ile bu alandaki uluslararası fuarlar. T.C. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Avrupa Birliği ve Dış İlişkiler Genel Müdürlüğü, Ankara Üniversitesi, Uzmanlık Tezi, Ankara,
3. Karagüzel, O., Korkut, A.B., Özkan, B., Çelikel, F., Titiz, S. 2010. Süs bitkileri üretiminin bugünkü durumu, geliştirilme olanakları ve hedefleri. Türkiye Ziraat Mühendisliği 7. Teknik Kongresi, Ankara, s:539-558.
4. Anonim 2024-a. 2023 Dünya süs bitkileri sektörü raporu orta Anadolu süs bitkileri ve mamulleri ihracatçıları birliği, Türkiye (<http://www.susbitkileri.org.tr/images/d/library/c996523c-2367-42e9-9b91-b0e5d48e4a60.pdf>) (Erişim: 25 Ağustos 2024).
5. Demirbaş, A.R. 2010. Süs bitkisi yetiştiriciliği. Samsun İl Tarım Müdürlüğü Çiftçi Eğitimi ve Yatım Şubesi, Samsun, 59s.
6. Anonim 2024-b. Türkiye İstatistik Kurumu Bitkisel Üretim Verileri, Türkiye (<https://data.tuik.gov.tr/search/search?text=s%3c3%bcs%20bitkileri&dil=1>) (Erişim Tarihi: 25 Ağustos 2024).
7. Kazaz, S., Kılıç, T., Doğan, E., Mendi, Y.Y., Karagüzel, Ö. 2020. Süs bitkileri üretiminde mevcut durum ve gelecek. Türkiye Ziraat Mühendisliği 9. Teknik Kongresi, Ankara, s:673-698.
8. Smith, G.H., Roberts, J.M., Pope, T.W. 2018. Terpene based biopesticides as potential alternatives to synthetic insecticides for control of aphid pests on protected ornamentals. Crop Protection 110:125-130.
9. Acheuk, F., Basiouni, S., Shehata, A.A., Dick, K., Hajri, H., Lasram, S., Ntougias, S. 2022. Status and prospects of botanical biopesticides in Europe

- and Mediterranean countries. *Biomolecules* 12(2):311.
10. Toros, S. 1996. Park ve süs bitkileri zararlıları. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Yayın No:1450, 165s, Ankara.
 11. Anonim, 2008. T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü, Zırai Mücadele Teknik Talimatları, Ankara, 2:195-239.
 12. Shivanandappa, T., Rajashekar, Y. 2014. Mode of action of plant-derived natural insecticides. *Advances in Plant Biopesticides*, pp:323-345.
 13. Mamun, M.S.A., Ahmed, M. 2011. Prospect of indigenous plant extracts in tea pest management. *International Journal of Agricultural Research Innovation and Technology* 1(1-2):16-23.
 14. Rawat, K., Bhatt, D., Tandon, S. 2024. Pesticides of plant origin: botanicals. Chapter 10. [Eds. Kumar, R., de Oliveira, M.S., de Aguiar Andrade, E.H., Suyal, D.C., Soni, R., Biorationals and Biopesticides: Pest Management. Walter de Gruyter GmbH & Co. KG.
 15. Koul, O. 2016. The handbook of naturally occurring insecticidal toxins.
 16. Mancebo, F., Hilje, L., Mora, G.A., Salazar, R. 2000. Antifeedant activity of *Quassia amara* (Simaroubaceae) extracts on *Hypsipyla grandella* (Lepidoptera: Pyralidae) larvae. *Crop Protection* 19:301-305.
 17. Isman, M.B. 2000. Plant essential oils for pest and disease management. *Crop Protection* 19(8-10): 603-608.
 18. Croteau, R., Kutchan, T.M., Lewis, N.G. 2000. Natural products (secondary metabolites). *Biochemistry Molecular Biology of Plants*, pp:1250-1318.
 19. Handa, S.S. 2008. An overview of extraction techniques for medicinal and aromatic plants. In: Handa S.S., Khanuja S.P.S., Longo G., Rakesh D.D. (eds.) *Extraction technologies for medicinal and aromatic plants*. ICSUNINDO, Trieste, pp:21-54.
 20. Saxena, R.C. 1998. Green revolutions without blues: botanicals for pest management. In: Dhaliwal G.S., Randhawa N.S., Arora R., Dhawan A.K. (eds.) *Ecological Agriculture and Sustainable Development*, Indian Ecological Society, Punjab Agricultural University, Ludhiana and Centre for Research in Rural and Industrial Development, Chandigarh. 2:111-127.
 21. Hassan, E., Gökçe, A. 2014. Production and consumption of biopesticides. (Editor: D. Singh, *Advances in Plant Biopesticides*). Springer, New York, pp:361-379.
 22. Rattan, R.S. 2010. Mechanism of action of insecticidal secondary metabolites of plant origin. *Crop Protection* 29(9):913-920.
 23. Grdiša, M., Gršić, K. 2013. Botanical insecticides in plant protection. *Agriculturae Conspectus Scientificus* 78(2):85-93.
 24. Weinzierl, R.A. 2000. Botanical insecticides, soaps and oils. In: *Biological and Biotechnological Control of Insect Pests* (J.E. Rechcigl, N.A. Rechcigl, eds.), Lewis Publishers, Boca Raton, New York, USA, pp:110-130.
 25. Abdelgaleil, S.A., Mohamed, M.I., Badawy, M.E., El-Arami, S.A. 2009. Fumigant and contact toxicities of monoterpenes to *Sitophilus oryzae* (L.) and *Tribolium castaneum* (Herbst) and their inhibitory effects on acetylcholinesterase activity. *Journal of Chemical Ecology* 35:518-525.
 26. Karr, L., Coats, R.J. 1988. Insecticidal properties of d-limonene. *Journal of Pesticide Science* 13:287-290.
 27. Yang, Y.C., Choi, H.C., Choi, W.S., Clark, J.M., Ahn, Y.J. 2004. Ovicidal and adulticidal activity of Eucalyptus globulus leaf oil terpenoids against *Pediculus humanus capitis* (Anoplura: Pediculidae). *J. Agric. Food Chem.* 52:2507-2511.
 28. Pluke, H.R.W., Permaul, D., Leibe, G.L. 1999. Integrated pest management and the use of botanicals in Guyana, inter American institute for cooperation on agriculture, Georgetown, Guyana, South America, 77p.
 29. Anonim, 2020. Avrupa Birliği Biyoçeşitlilik Sözleşmesi (<http://www.surdurulebilirlikkalkinma.gov.tr/wp-content/uploads/2016/06/bi.pdf>) (Erişim Tarihi: 25 Ağustos 2024).
 30. Marrone, P.G. 2007. Barriers to adoption of biological control agents and biological pesticides. *CAB Reviews* 2(51):1-12.
 31. Chandler, D., Bailey, A.S., Tatchell, G.M., Davidson, G., Greaves, J., Grant, W.P. 2012. The development, regulation and use of biopesticides for integrated pest management. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 366(1573):1987-1998.
 32. Villaverde, J.J., Sandín-España, P., Sevilla-Morán, B., López-Goti, C., Alonso-Prados, J.L. 2016. Biopesticides from natural products: current development, legislative framework, and future trends. *BioResources* 11(2):5618-5640.
 33. Knapp, M., Kashenge, S.S. 2003. Effects of different neem formulations on the two spotted spider mite, *Tetranychus urticae* Koch, on tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *International Journal of Tropical Insect Science* 23(1):1-7.
 34. Bajwa, M.S., Tariq, M., Gulzar, A., Saeed, H., Mashwani, Z.U.R. 2020. Toxicity of green silver

- nanoparticles of plant extracts against citrus mealybug *Planococcus citri*. Plant Protection 4(1):1-10.
35. Ntalli, N.G., Menkissoglu-Spiroudi, U., Giannakou, I.O., Prophetou-Athanasiadou, D.A. 2009. Efficacy evaluation of a neem (*Azadirachta indica* A.Juss) formulation against root-knot nematodes *Meloidogyne incognita*. Crop Protection 28(6):489-494.
 36. Sakadzo, N., Makaza, K., Chikata, L. 2020. Biopesticidal properties of aqueous crude extracts of tobacco (*Nicotiana tabacum* L.) against fall armyworm (*Spodoptera frugiperda* J.E. Smith) on maize foliage (*Zea mays* L.) diets. Agricultural Science 2(1):47-47.
 37. Sarker, S., Lim, U.T. 2018. Extract of *Nicotiana tabacum* as a potential control agent of *Grapholita molesta* (Lepidoptera: Tortricidae). Plos One 13(8):e0198302.
 38. Andjani, H.N., Sentosa, Y., Yati, K., Jufri, M., Fauzantoro, A., Gozan, M. 2019. Determination of LC₅₀ value of *Nicotiana tabacum* L. extract against *Gryllus bimaculatus* imago and *Galleria mellonella* larvae. In AIP Conference Proceedings 2193(1), AIP Publishing.
 39. Lokesh, K.V., Kanmani, S., Adline, J.D., Raveen, R., Samuel, T., Arivoli, S., Jayakumar, M. 2017. Adulticidal activity of *Nicotiana tabacum* Linnaeus (Solanaceae) leaf extracts against the sweet potato weevil *Cylas formicarius* Fabricius 1798 (Coleoptera: Brentidae). Journal of Entomology and Zoology Studies 5(5):518-524.
 40. Shiberu, T. 2022. Efficacy of some botanicals and synthetic chemical insecticides against onion thrips, *Thrips tabaci* (L.) (Thysanoptera: Thripidae) in west Shoa zone, Oromia regional state, Ethiopia. International Journal of Entomology Research 7(4):165-169.
 41. Abdullah, M.A. 2009. Identification of the biological active compounds of two natural extracts for the control of the red palm weevil, *Rhynchophorus ferrugineus* (Oliver) (Coleoptera-Curculionidae). Egyptian Academic Journal of Biological Sciences. A, Entomology 2(2):35-44.
 42. Li, Z., Huang, R., Li, W., Cheng, D., Mao, R., Zhang, Z. 2017. Addition of cinnamon oil improves toxicity of rotenone to *Spodoptera litura* (Lepidoptera: Noctuidae) larvae. Florida Entomologist 100(3):515-521.
 43. Han, L., Gao, L., Hao, Z., Zhao, K., Zhang, W., Chen, J., ... & Zhu, L. 2020. Effect of rotenone-induced stress on physiologically active substances in adult *Aphis glycines*. Plos One, 15(6):e0234137.
 44. Haouas, D., Flamini, G., Halima-Kamel, M.B., Hamouda, M.H.B. 2010. Feeding perturbation and toxic activity of five *Chrysanthemum* species crude extracts against *Spodoptera littoralis* (Boisduval) (Lepidoptera; Noctuidae). Crop Protection 29(9):992-997.
 45. Haouas, D., Halima-Kamel, M.B., Hamouda, M.H. 2008. Insecticidal activity of flower and leaf extracts from *Chrysanthemum* species against *Tribolium confusum*. Tunisian Journal of Plant Protection 3(2):87-93.
 46. Bar-Eyal, M., Sharon, E., Spiegel, Y. 2006. Nematicidal activity of *Chrysanthemum coronarium*. European Journal of Plant Pathology 114:427-433.
 47. Rahardjo, I.B., Yanda, R.P., Diningsih, E., Nuryani, W., Budiarto, K., Sanjaya, L.L., ... & Soehendi, R. 2021. Effectiveness of botanical insecticides in controlling *Thrips parvispinus* on chrysanthemum. In 2. International Symposium on Tropical and Subtropical Ornamentals 1334:171-182.
 48. Hare, D.J., Morse, J.G. 1997. Toxicity, persistence, and potency of *Sabadilla* alkaloid formulations to *Citrus thrips* (Thysanoptera: Thripidae). Journal of Economic Entomology 90(2):326-332.
 49. Sandoval-Mojica, A.F., Capinera, J.L. 2011. Antifeedant effect of commercial chemicals and plant extracts against *Schistocerca americana* (Orthoptera: Acrididae) and *Diaprepes abbreviatus* (Coleoptera: Curculionidae). Pest Management Science 67(7):860-868.
 50. Al-Maroug, N.A., Nassar, M.I., Abdelatef, G.M., ELShazly, M.M., Abd El-Fattah, E.A.E., El-Monem, A., Dina, H. 2022. Assessment of the commercial botanical insecticides against the desert locust, *Schistocerca gregaria* (Forsk.) (Orthoptera: Acrididae). Egyptian Academic Journal of Biological Sciences, F. Toxicology & Pest Control 14(2):121-132.
 51. Hassan, M.F., El-Badawy, S.S., Draz, M.G., Ibrahim, E.S. 2021. New acaricidal activities and chemical compositions of orange oil and extracts of (wild mint and henna) against *Tetranychus urticae* Koch (Acari.: Tetranychidae). Archives of Phytopathology and Plant Protection 54(19-20):1848-1863.
 52. Hollingsworth, R.G. 2005. Limonene, a citrus extract, for control of mealybugs and scale insects. Journal of Economic Entomology 98(3):772-779.
 53. Kumar, P., Mishra, S., Malik, A., Satya, S. 2012. Compositional analysis and insecticidal activity of *Eucalyptus globulus* (Family: Myrtaceae)

- essential oil against housefly (*Musca domestica*). *Acta Tropica* 122(2):212-218.
54. Boulamtat, R., Mesfioui, A., El-Fakhouri, K., Oubayoucef, A., Sabraoui, A., Aasfar, A., El-Bouhssini, M. 2021. Chemical composition, and insecticidal activities of four plant essential oils from Morocco against larvae of *Helicoverpa armigera* (Hub.) under field and laboratory conditions. *Crop Protection* 144:105607.
55. Choi, W.I., Lee, S.G., Park, H.M., Ahn, Y.J. 2004. Toxicity of plant essential oils to *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) and *Phytoseiulus persimilis* (Acari: Phytoseiidae). *Journal of Economic Entomology* 97(2):553-558.
56. Yu, S.J. 2015. The toxicology and biochemistry of insecticides. 2. Editions, 60p. CRC Press.
57. Charles, L.J. 1954. Toxicity of the botanical insecticide *Ryania speciosa* to *Culex pipiens fatigans* Wied. *Bulletin of Entomological Research* 45(2):403-410.
58. Danelski, W., Badowska-Czubik, T., Rozpara, E. 2015. Assessment of the effectiveness of plant-derived pesticides in controlling the black cherry aphid *Myzus cerasi* F. in organic growing of sweet cherry. *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering* 60(3):21-24.
59. Flores, G., Hilje, L., Mora, G.A., Carballo, M. 2008. Antifeedant activity of botanical crude extracts and their fractions on *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) adults: III. *Quassia amara* (Simaroubaceae). *Revista de Biología Tropical* 56(4):2131-2146.
60. Salazar-Anton, W., Guzman-Hernandez, T.D.J. 2014. Nematicidal effect of plant extracts from *Quassia amara* and *Brugmansia suaveolens* against *Meloidogyne* sp. on tomato plants in Nicaragua. *Agronomía Mesoamericana* 25(1):111-119.