

İstilacı *Vincetoxicum* türleri ve *Vincetoxicum* cinsinin böceklerle etkileşimi

Sevda Güzel*^o, Gamze Kökdil*

Gönderilme: 13 Haziran 2017
Revizyon: 01 Ağustos 2017
Kabul: 21 Ağustos 2017

Özet

Çok çeşitli habitatlara uyum sağlama yeteneğinde olan ve geniş aralıkta nem ve ışığa toleranslı *Vincetoxicum* cinsi yaklaşık 100 türü içermektedir. Bu türler arasında oldukça yayılcı olanlar buldukları habitatlarda istilacı türler olarak floral ve faunal çeşitliliği tehdit etmektedir. Bu cinsle ait türler taşıdıkları sekonder metabolitler nedeniyle bazı özelleşmiş böcek türleri için konak bitki iken, bazı böcekler üzerinde ise beslenme caydırıcılığı, larval mortalite, büyüme inhibisyonu, yumurtlama caydırıcılığı ve toksisite gibi olumsuz etkilere neden olmaktadır. Elde edilen veriler, istilacı *Vincetoxicum* türleri ile mücadelede bu türlere özelleşmiş böceklerin kullanılması ile biyolojik kontrolün sağlanabileceğini gösterirken; ekonomik olarak önemli tarım ürünlerine zararlı olan böceklerle mücadelede de botanik pestisitler olarak bu türlere ait ekstre, bileşikler ve çeşitli bitkisel ürünlerden faydalanılabileceğini göstermiştir. Böylelikle kimyasal pestisitlerin yan etkilerini ortadan kaldıracak geniş aralıkta etkili, hedefe spesifik, biyolojik olarak parçalanabilir, çevre dostu ürünlere ulaşmak mümkün olacaktır. Bu çalışmada *Vincetoxicum* cinsinin istila yeteneği ve böceklerle etkileşimi iki farklı açıdan değerlendirilmiş ve Türkiye'deki durumu hakkında bilgiler derlenmiştir.

Anahtar kelimeler: *Vincetoxicum*, istilacı tür, pest, biyolojik kontrol, botanik pestisit

Abstract

Invasive *Vincetoxicum* Species and Interaction of *Vincetoxicum* Genus With Insects

Vincetoxicum genus which is capable of adapting to a wide variety of habitats and tolerant to a wide range of moisture and light contains about 100 species. Among these species, highly diffusive species as being invasive species in their habitats threaten floral and faunal biodiversity. The species of this genus is a host plant for some specialized insect species due to their secondary metabolites, while they cause some adverse effects such as antifeedant, larval mortality, growth inhibition, oviposition deterrence and toxicity on some insects. While the obtained data

* Mersin Üniversitesi Eczacılık Fakültesi, Farmakognozi Anabilim Dalı, Mersin, Türkiye
^o Yazışma Yapılacak Yazar: e-posta: sevdacanguzel@yahoo.com

show that biological control can be achieved by using insects specially adapted for combating with invasive *Vincetoxicum* species, it has been shown that extracts, compounds and various plant products of these species can be used as botanical pesticides in combating insects which are harmful to economically important agricultural products. Thus, it will be possible to reach a wide range of effective, target specific, biodegradable, environmentally friendly products that will eliminate the side effects of chemical pesticides. In this study, the infestation ability of the genus *Vincetoxicum* and its interaction with insects were evaluated from two different perspectives, and the information about the situation in Turkey was compiled.

Keywords: *Vincetoxicum*, invasive species, pest, biological control, botanical pesticide

1. Giriş

Günümüzde birçok ekosistemin yüz yüze olduğu potansiyel tehlikeler arasında egzotik bitki türlerinin istilası ilk sıralarda yer almaktadır [1]. İstilacı karasal otların olağanüstü yayılma ve çoğalma yetenekleri yerli türlerin çeşitliliğini sınırlandırmakta ve peyzajı korumayı zorlaştırmaktadır [2]. Ayrıca doğal habitatları bozarak dünya genelinde tüm ekosistemlerde tür çeşitliliğini azaltmaktadır [3]. Her ne kadar çevresel sonuçları tam olarak tahmin edilemiyor olsa da yerli türlerle aktif yer değiştirmeyi yerli olmayan türlerin istilası izleyerek biyoçeşitliliğin kaybına neden olmaktadır. Ekologlar, son 100 yılda biyolojik istilanın normalde olduğundan çok daha hızlı ilerlediğini tespit etmiş ve bu hızla devam etmesi durumunda biyolojik sistemin kısa sürede oldukça homojenize hale gelerek, zamanla bazı yerli türlerin azalarak yok olacağını bildirmiştir [2]. Bu nedenle istilacı türlerle mücadele son dönemde giderek önem kazanmış ve bu türlerle mücadelede biyolojik kontrol en etkili yol olarak gösterilmiştir [4, 5].

Dünya genelinde tarım ürünlerini tehdit eden birçok böcek türünün bulunduğu bilinmekte olup [4] bunlarla mücadelede kimyasal pestisitlerin kullanımı yaygın bir yöntem olarak tercih edilmektedir. Bu tür pestisitlerin çevre ve insan sağlığı üzerine olumsuz etkileri kullanımlarını sınırlandırmakla birlikte [6, 7] böcek türleri kendilerine karşı kullanılan kimyasal pestisitlere karşı direnç geliştirme yeteneğine de sahiptir [8]. Bu tür ürünlerin aşırı ve bilinçsiz tüketimine bağlı olarak artan riskler nedeniyle son dönemde doğal ürünlerin kullanımına dayalı, çevre dostu ve biyolojik olarak parçalanabilir ürünlere yönelim önem kazanmıştır [6, 9, 10]. Uzun yıllardır bitkiler kovucu ve böcek öldürücü etkileri nedeniyle dikkatleri üzerine çekmekte [6] ve özellikle son dönemde sentetik insektisitlerin aşırı kullanımının azaltılmasında en etkili yolun çevresel ve medikal olarak güvenli botanik insektisitlere yönelim olacağı düşünülmektedir [8].

Yapılan literatür taramalarında *Vincetoxicum* N.M. Wolf cinsinin bazı türleri üzerinde özelleşmiş herbivorların bulunduğu görülmüştür [11-14]. Konak bitkinin taşıdığı bileşikler ve miktarı herbivorların konağı tanımalarına, bu türlere özelleşmelerine ve diğer türlere göre daha cezbedici bulmalarına neden olmaktadır [13]. Bu nedenle *Vincetoxicum* cinsine ait istilacı türlerle mücadelede potansiyel biyolojik kontrol ajanı olarak çeşitli böceklerden yararlanılabileceği düşüncesi ortaya çıkmıştır [15, 16].

Vincetoxicum cinsine ait türlerin halk tıbbında çok çeşitli kullanımının olduğu tespit edilmiştir [2, 8, 12, 17]. Bazı türleri Avrupa ve Çin geleneksel tıbbında sıtma, yaralanma, ateş, uyuz ve yara tedavisinde kullanılmıştır [12, 17]. *V. stocksii* Ali&Khatoon türünün eksternal kanserlerin

tedavisinde ve insan ve hayvanlarda yara ve zedelenmelerin tedavisinde lapa şeklinde kullanıldığı bildirilmiştir [17]. *V. nigrum* (L.) Moench türünün Avrupa'da geleneksel tıpta laksatif, diyaforetik, diüretik, emetik ve antitümör ajan olarak kullanıldığı kayıtlıdır [2]. *V. hirundinaria* Medicus Anadolu'da "Kırlangıçkuyruğu" veya "Panzehirotu" olarak bilinmekte olup köklerinin kusturucu olarak kullanıldığı tespit edilmiştir [18]. Bu tür Avrupa geleneksel tıbbında ekspektoran [8, 19], diüretik, emetik [8, 12, 19], diaforetik [12], laksatif ve antitümör ajan [12] olarak oldukça geniş kullanıma sahiptir. Bitkinin ve köklerinin, dekoksasyon ve infüzyon şeklinde zehirlenmelere ve intoksikasyonlara karşı antidot olarak günümüzde de kullanıldığı belirtilmiştir [20]. Bitki Fransa'da "dompte-venin" ismi ile bilinmekte olup emetik ve ekspektoran etkileri nedeniyle kullanılmaktadır [21]. *V. canescens* subsp. *canescens* (Willd.) Decne. türünün Tunceli (Ovacık) yöresinde yerel ismi "zehir otu" [22] olup, fungal enfeksiyonların tedavisinde meyve ve yapraklarının ezilerek haricen kullanıldığı saptanmıştır [22, 23]. Doğu Anadolu Bölgesi'nde ise *V. canescens* subsp. *canescens* ve *V. tmoleum* Boiss. türlerinin yerel isminin "Zilasur" olduğu ve uyuz tedavisinde dövülmüş halde dışardan kullanımlarının bulunduğu belirlenmiştir [23]. *Vincetoxicum* cinsine ait türler üzerinde yapılan biyoaktivite çalışmalarında antibakteriyal, antifungal [24], antidiyareik [25, 26], layşmania karşıtı, antimalaryal [17], antikanser, sitotoksik [26, 27], antispazmodik [25, 26], antiinflamatuvar [26], antioksidan [26, 28], antifeedant ve büyüme inhibisyon aktiviteleri [8] tespit edilmiştir. Fitokimyasal araştırmalar *Vincetoxicum* cinsine ait türlerin steroidal glikozitler [8, 29], fenantroindolizidin alkaloidleri [21, 24, 27, 30, 31], terpenler [29, 32], flavonoidler, saponinler, fenolikler [8, 25], steroidler [19, 29], uçucu bileşikler, asetofenonlar [19] ve alkanoller [29] taşıdığını göstermiştir. Antifeedant etki gösteren sekonder metabolitlerin tüm bileşen gruplarında bulunduğu çeşitli çalışmalarla gösterilmiş ve etkili böcek beslenme inhibitör etkisinin terpenler, alkaloidler, saponinler ve polifenollerden ileri geldiği saptanmıştır [8]. *Cynanchum* L., *Vincetoxicum*, *Tylophora* R.Br., *Pergularia* L. ve *Ficus* L. cinslerine karakteristik bileşikler olan [27, 33, 34] fenantroindolizidin alkaloidlerinin antiinflamatuvar [33, 34, 35], antiastmatik ve antianaflaktik özelliklerinin olduğu [36] in vivo çalışmalarla gösterilmiştir. Ayrıca antiviral, sitotoksik [37], antifungal, antibakteriyal [24, 31], antiamebik [21, 38], antitümör [33] in vitro ve in vivo olarak kanser hücre büyüme inhibisyonu [35], antilösemik [37, 38], antialerjik [36], insektisit ve insekt antifeedant aktiviteli olduğu [24, 38,37] ve bu bileşiklerin böcekler [39, 40], tütün mozaik virüsü [41] ve bakterilere [34, 42] karşı antibiyotik aktivite gösterdiği bildirilmiştir. Bu nedenle *Vincetoxicum* türlerinin zararlı böceklerle mücadelede kullanılabileceği düşünülmüştür. İki kısımdan oluşan bu derleme çalışmasının birinci kısmında *Vincetoxicum* cinsine ait istilacı türler ile mücadelede böceklerin rolü; ikinci kısmında ise tarım ürünleri için zararlı pestler ile mücadelede *Vincetoxicum* cinsine ait türlerin rolü irdelenerek, *Vincetoxicum* cinsinin böceklerle etkileşimi iki farklı açıdan değerlendirilmiş ve bu cinsin Türkiye'deki durumu hakkında bilgiler derlenmiştir.

2. *Vincetoxicum* cinsine ait türler ve istila yetenekleri

Dünya'nın tropik ve subtropik bölgelerinde yayılış gösteren; 180 cins ve 2500-3000 tür ile temsil edilen Apocynaceae: Asclepiadoideae altfamilyasına ait [43-45] *Vincetoxicum* cinsi yaklaşık 100 türü içeren; Asya'da özellikle dağlık alanlarda olmak üzere, Avrupa ve Kuzeydoğu Amerika'da yayılış gösteren bir cinstir [30, 46]. Familyanın Anadolu'da yetişen en zengin taksonu olup 8 tür ve 10 takson ile temsil edilmektedir (Tablo 1) [47].

Tablo 1. *Vincetoxicum* cinsinin Türkiye'de yetişen taksonları [47].

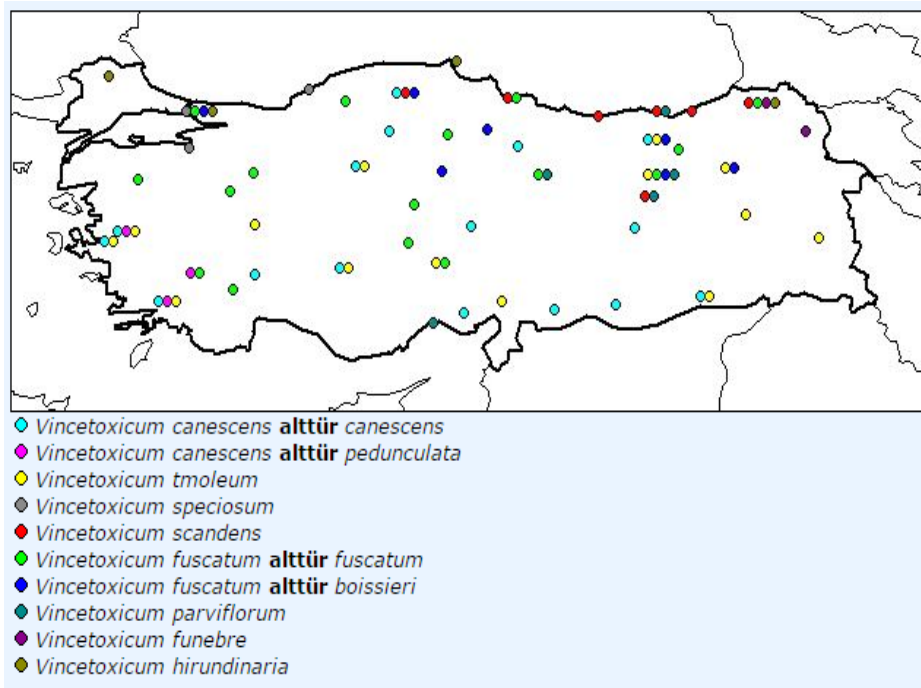
Takson	Endemiklik durumları
<i>Vincetoxicum canescens</i> (Willd.) Decne.	
○ <i>V. canescens</i> subsp. <i>canescens</i> (Willd.) Decne.	-
○ <i>V. canescens</i> subsp. <i>pedunculata</i> Browicz	Endemik
<i>V. hirundinaria</i> Medicus	-
<i>V. troleum</i> Boiss.	-
<i>V. scandes</i> Somm. and Lev.	-
<i>V. speciosum</i> Boiss. and Spruner	-
<i>V. funebre</i> Boiss and Kotschy	-
<i>V. fuscatum</i> (Hornem.) Reichb.	
○ <i>V. fuscatum</i> subsp. <i>fuscatum</i> (Hornem.) Reichb.	-
○ <i>V. fuscatum</i> subsp. <i>boissieri</i> (Kusn) Browicz	Endemik
<i>V. parviflorum</i> Decne.	Endemik

Latince vinco = fetheden, üstesinden gelen, efendi, üstün olan veya boyunduruk altına alan + toxicum = zehir, zehirlenmelerde antidot olarak kullanılan anlamına gelen kelimelerin birleşmesinden adını alan [12] bu cinse ait türler deniz kenarları, otlaklar, ağaçlık alanlar, bataklıklar gibi oldukça farklı [43], genellikle nemli ama ıslak ve güneşli olmayan [48] habitatlarda yetişir ve geniş aralıkta nem ve ışığa toleranslıdır [49]. Otsu ve çok yıllık türleri içermekte olup [4, 5, 48, 50, 51] özellikle kıraç yerlerde, tarlalarda, yol kenarlarında, ağaçlık, açık ve bozulmuş alanlarda her yıl tepeden uca kuruyan ve yeniden yeşeren kalabalık popülasyonlar halinde bulunur [48]. Ayrıca kuvvetli sürgünlerle desteklenmiş geniş fibrilli gelişmiş kök sistemine sahip olup [48, 52] kökler horizontal odunsu, sap köklü; geniş, biraz etli, liflidir. Kökün tepesinde sürgünleri veren, çok sayıda, çok yıllık tomurcuğun geliştiği ve bu sürgünlerin yıllık davranışlarını sürdürebilmesi için bitkiye yardımcı olduğu görülmüş fakat bu durumun türün yayılması için birincil yol olmadığı belirlenmiştir. Ana toprak üstü gövdelerin tahrip edilmesi durumunda bile tomurcukların çoklu aksiler sürgünler vermek üzere çimlenmeye hazır olduğu tespit edilmiştir [2, 49]. Birçok *Vincetoxicum* türü iç döllenme düzeyinin yüksek olması nedeniyle oldukça yayılıcıdır [11]. Ayrıca floral yapısı oldukça özelleşmiş böcek tozlaşmasına neden olduğundan bu dış döllenmenin gelişimini desteklemektedir [11, 53]. *Vincetoxicum* türlerinde çiçekler ilkbaharın sonlarına doğru açmaya başlar, Ağustos sonlarına kadar devam eder ve böceklerle veya kendi kendine tozlaşır [5]. Tohumlar genellikle poliembriyonik yapıdadır ve bir tohumdan birden fazla genetik olarak bir birinin aynısı bitki oluşur [2]. Sonuç olarak bu türler geniş yaprakları, gelişmiş kök sistemleri, yetişkin, rüzgarla taşınan tohumları ve çeşitli habitatlara çok rahat uyum sağlama yetenekleri nedeniyle oldukça yayılıcı olup doğal ekosistemleri tehdit etmektedir [54]. Bazı türleri oldukça yayılıcı olmasına rağmen Japonya'da yapılan bir araştırmada yeşil alanların giderek azalması sonucu *Vincetoxicum atratum* Morr. et Dence türünün Japon Kırmızı Veri Kitabı'nda savunmasız türler arasında listelendiği ve yayılma alanlarının hızla azaldığı bildirilmiştir [55].

Vincetoxicum'un Avrupa'da yetişen üç türü *V. nigrum*, *V. rossicum* (Kleo.) Barb. ve *V. hirundinaria* aynı zamanda Kuzey Amerika istilacı türleri arasında da sayılmaktadır [1, 52, 56, 57]. *V. rossicum* türü *V. nigrum* ve *V. hirundinaria* türlerine göre daha istilacı olup daima büyük koloniler halinde gözlenmiştir [52]. *V. hirundinaria* türünün yayılma alanı Avrasya kıtasıdır [58, 59], bu tür Avrupa ve Batı Asya'ya özgü olmasına rağmen Kuzey Amerika, Kanada [48, 60] ve

Orta Baltık Denizi'nin ada ve sahil bölgelerine de yayılmıştır [11, 61]. *V. nigrum* türü Fransa, İspanya, Portekiz ve İtalya'da yerli türdür ve ormanlık yamaçlardaki kalkerli topraklarda yetişir [4, 5]. Batı Akdeniz bölgesinin yerli türü olmasına rağmen Kuzey Amerika'da çok geniş alanlara yayılmıştır [1, 5]. *V. rossicum* türü Ukrayna ve güneybatı Avrupa-Rusya'sında yerli türdür [1, 4, 5, 62-65]. Fakat buralarda ormanlık geçitlerle sınırlı kalmıştır [4]. Ayrıca Atlantik kıyılarının doğusundan Kanada'ya kadar pek çok doğal ve yarı doğal topluluklarda hızla yayılış gösterdiği gözlenmiştir [1, 2, 49, 51]. *V. nigrum* ve *V. rossicum* türlerinin Amerika ve Kanada'da doğal ve yarı doğal alanlarda istilacı olduğu belirlenmiştir [1, 5]. Bu iki tür süs bitkisi olarak 1800'lerin ortasında veya sonlarında Kuzey Amerika'da ortaya çıkmış [31, 50] ve ilk herbaryum örneklerinin; *V. nigrum* türü için 1854 yılında [1], *V. rossicum* türü için ise 1890 yılında toplandığı tespit edilmiştir [1, 2]. Kanada da ise *V. rossicum* türünün ilk kez 1889 yılında toplandığı bildirilmiştir [1]. Kuzey Amerika'da *V. nigrum* ve *V. rossicum* türlerinin istila potansiyelleri 1970'lere kadar kaygı verici şekilde artmış, son 20 yılda her iki türün Amerika'da ve Kanada'da hızla yayıldığı [31] ve tarım faaliyetlerini olumsuz etkilediği bildirilmiştir [1, 4]. *V. rossicum* türü, New York Eyaleti'nde dünya çapında nadir alvar habitatlarından Great Lake Havzası ekosistemindeki doğal ve yarı doğal sistemleri tehdit etmeye başlamış [2, 3, 50, 66] ve *Asclepias* cinsine ait türlerin de olduğu otsu bitkilerin büyümesini baskılayarak monodominant hale gelmiştir [54].

Avrupa ve Amerika'da istilacı türler olarak dikkatleri üzerine çeken *V. nigrum*, *V. rossicum* ve *V. hirundinaria* türlerinden bazılarının içerisinde yer aldığı Anadolu'da yetişen 10 taksonun [47] TÜBİVES (Türkiye Bitkileri Veri Servisi) verilerine göre 2017 yılı itibarıyla Türkiye'deki coğrafik dağılımı Şekil 1'de [67] görülmektedir. Türkiye'de yetişen taksonlardan bazılarının ait arazi fotoğrafları Resim 1'de verilmekte olup yapılan literatür taramalarında Türkiyede yetişen *Vincetoxicum* cinsine ait bazı türlerin yaprak-dal anatomisi ve ekzomorfik tohum karakteristiği [68] ve polen morfolojisi [69] üzerine yapılmış iki araştırma dışında bu türlerin yayılışı ve istila yetenekleri ve yayıldıkları bölgelerde floral ve faunal çeşitlilik üzerine etkileri ile ilgili herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır.



Şekil 1. TÜBİVES verilerine göre *Vincetoxicum* cinsinin Türkiye'deki coğrafik dağılımı [67].



Resim 1. Türkiye'de yetişen taksonlardan bazılarına ait arazi fotoğrafları.

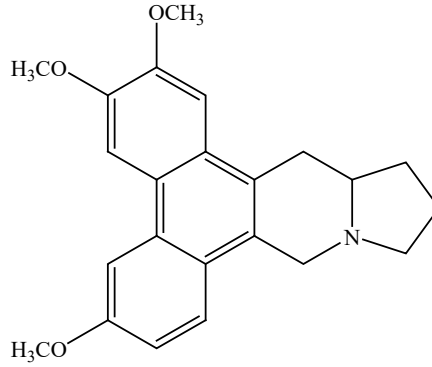
2.1. İstilacı *Vincetoxicum* türlerinin bitki ve hayvan toplulukları üzerine etkileri

Yapılan araştırmalar istilacı bitki türlerinin hem bitki hem de hayvan toplulukları üzerine önemli etkileri olduğunu göstermiştir [1]. *Vincetoxicum* türleri güçlü rekabetçiler olup endemik floralara sahip hassas alvar topluluklarını tehdit etmektedir [5]. 2012 yılında yapılan bir araştırmada *V. nigrum* ve *V. rossicum* türleri Natural Resource Conservation Service tarafından zararlı ot veya yasaklı istilacılar olarak listelenmiştir [70]. *V. rossicum* türünün kontrolsüz yayılması, habitatlardaki insektivor memeliler ve kuşlar için ekolojik öneme sahiptir [24, 60]. Great Lake havzasında yapılan çalışmalarda *V. rossicum* türünün istilasının; bitki, böcek, kuş ve toprak salyangozu gibi 54 nadir türü tehdit ettiği bildirilmiştir [1, 71]. Bu türün monospesifik hale geçmesinin, yerli çayır kuşlarının yuva yapma yerlerini bozduğu [3, 4, 24, 51, 71, 72] ve yok olma tehlikesi ile karşı karşıya olan bitki türlerini tehdit ettiği saptanmıştır [3, 71]. Kanada'da ise bu türün alvar topluluklarını tehdit etmeye başladığı gözlenmiştir [2, 12]. *V. rossicum* türünün New York'da federal nesli tükenmekte olan türler listesinde yer alan *Phyllitis scolopendrium* var. *americanum* Fernald türünü sararak varlığını tehdit ettiği [2, 12, 56], *V. nigrum* türünün ise benzer şekilde nesli tükenmekte olan türler listesinde yer alan endemik *Astragalus robbinsii*

(Oakes) Gray türünü tehdit ettiği belirlenmiştir [12, 56, 72]. Kanada'da eski tarlalarda artropod çeşitliliğini, geniş yerli vejetasyonların bulunduğu alanlara göre gözle görülür şekilde azaltmıştır [2, 4, 5, 51, 73, 74]. Yılbaşı ağacı yetiştiricileri özellikle son on yılda *V. rossicum* türünün New York Eyaleti'ndeki plantasyon alanlarında baskısını giderek arttığını bildirmiştir [2, 12]. Ayrıca restorasyon alanlarındaki küçük ağaçların bu türlerin tırmanıcı-sarılcı gövdeleri tarafından boğulduğu gözlenmiştir [2].

Oldukça istilacı ve saldırgan olan bu türlerin zararlı etkileri sadece doğal ve yarı-doğal habitatlarda yerli bitki ve hayvan türlerini tehdit ederek yerine geçme ve rekabet üstünlüğü sağlama potansiyeli ile sınırlı değildir. Ayrıca kral kelebeklerini (*Danaus plexippus* L.) (Lepidoptera: Nymphalidae) yumurtlamaları için cezbetme potansiyeline sahip oldukları da görülmüştür [1]. Kral kelebeğinin doğal konak bitkisi yerli *Asclepias syriaca* L. türü olup bu tür üzerine yumurta bırakmaktadır [24, 49]. Fakat her iki türün bulunduğu eski tarla habitatlarında, *V. rossicum* türünün *A. syriaca* türü ile rekabet ederek yer değiştirdiği ve bu durumun kaygı verici boyutlara ulaştığı gözlenmiştir [51]. *V. rossicum* türü kral kelebekleri için popülasyon bataklığı olarak ifade edilmektedir, çünkü larva gelişimine uygun olmamasına rağmen yumurtlama için dişileri cezbetmektedir [51, 56, 72]. Bu türün konak bitki uygunluğunu azaltarak yumurtlama yerlerini değiştirme ve larval mortalite gibi nedenlerle kral kelebeği popülasyonları üzerine negatif etkisi olduğu saptanmıştır [2, 12] ve tüm bu veriler ışığında bu türlerin varlığının, larva gelişimini önleme, yumurtlamayı bozma ve yerli konaklar ile rekabeti etkileme yolu ile yerli kelebekleri tehdit ettiği sonucuna varılmıştır [3]. Kuzey Amerika'da yapılan çalışmalarda *V. nigrum* ve *V. rossicum* türlerinin bulunduğu bölgelerde kral kelebeği popülasyonunda azalma olduğu da gözlenmiştir [1].

V. rossicum türünün varlığı Arbuskular Mikorizal Fungal topluluklarını da değiştirmektedir [49, 51, 66]. Bu fungal topluluklar özelleşmiş olmayıp oldukça bulaşıcıdır ve özellikle fosfor alımında etkilidir [66]. Çeşitli araştırmalar *V. rossicum* türünün kök ekstrelerinin geniş spektrumlu antifungal aktivite göstermesinin dolaylı yoldan değişen rizosfer topluluklarını etkilediğini, mikoriza ve benzeri mutualistlere sahip olması gibi bir takım mekanizmalarla beraber türün vejetasyon rekabetini ve yayılma hızını arttırdığını göstermiştir [50]. Bu durum ağaçlık vejetasyon desteği bulunmayan açık alanlarda bu türün başarısını açıklamaya yardımcı olmaktadır [2, 50, 64]. Birçok araştırmacı tarafından rekabetin nedeninin aydınlatılması için araştırmaların gerekli olduğu ve bunun ise özellikle *Vincetoxicum* türlerinin kompleks sekonder metabolitleri üzerine yoğunlaşma ile mümkün olacağı belirtilmiştir [2]. Özellikle istilacı *V. rossicum* ve *V. nigrum* türlerinin çoklu büyüme ve üreme karakteristiği göstermesinde sekonder metabolitlerin önemli rolü olduğu düşünülmüş ve bu türler üzerinde yapılan fitotoksosite çalışmasında; her iki türün köklerinde, yapraklarında ve tohumlarında bulunan fenantroindolizidin alkaloidi (-)-antofin'in μM konsantrasyonlarda kök büyümesini büyük oranda inhibe ettiği tespit edilmiştir. Oldukça biyoaktif fitokimyasal bir bileşik olan (-)-antofin'in, köklerde ve tohum dokularında bulunması bu türlerin istila yeteneğinde potansiyel rolü olabileceğini düşündürmektedir (Şekil 2)[31].



Şekil 2. (-)-Antofin'in kimyasal yapısı [24].

2.2. İstilacı *Vincetoxicum* türleri ile mücadele

Çeşitli toprak tipleri ve ışık şartlarında gelişebilme, rüzgârla dağılan tohumlarla üreme, mekanik kontrole direnç, uzun dönem kontrol için tekrarlayan herbisit uygulamalarının gerekliliği *Vincetoxicum* cinsine ait türler ile mücadelenin dikkat çekici derecede zor olmasına neden olmuştur [4]. *V. hirundinaria* ve *V. rossicum* türlerinin kök sistemlerinin gelişmiş olması ve vejetatif köklerden filizlerin çıkması nedeniyle kesme [48], otlatma [2, 12, 56], tohum oluşumunu önleyecek şekilde biçme [48], tekrarlayan herbisit kullanımı [2, 5], ayakaltında çiğneme [2] ile bu türlerin yayılmasının önüne geçilemeyeceği görülmüş [12, 48, 56] ve oldukça saldırgan ve yayılmacı olan bu türlerin kontrolünde uygun yöntem bulmanın zor olduğu bildirilmiştir [2].

2.2.1. İstilacı *Vincetoxicum* türleri ile mücadelede böceklerin rolü

Yapılan bazı çalışmalarda çok zehirli olan *V. hirundinaria* türünün özelleşmiş herbivorlara sahip olduğu [11]; *V. rossicum* türünün ise ürüne zararlı olan çeşitli böcekler için konak olarak iş gördüğü belirlenmiştir [2, 12]. *V. hirundinaria* türü çok miktarda nektar üretmekte ve bu ziyaretçilere çekici gelmektedir [58]. Bu türlerin yaprak ve tohumlarından beslenen bazı böcekler olmasına rağmen, Avrupa'da birçok böceğin yapraklarında bulunan toksinler nedeniyle bu türler üzerinden nadiren beslendiği veya küçük bitki kısımları ile beslenerek bu türler üzerine özelleştiği görülmüştür. Bu böcek beslenicilerinin bazılarının polifaj (birçok değişik besinle beslenme) olduğu tespit edilmiştir. Çeşitli araştırmacılar tarafından belirli böcek türleri üzerinden *Vincetoxicum* cinsine ait istilacı türlerin etkili biyolojik kontrollerinin yapılabileceği fikri ortaya atılmıştır [2]. Özellikle son dönemde istilacı bitkileri baskılamada biyolojik kontrol en etkili metot olarak gösterilmektedir [4, 5]. Örneğin tohum biyolojik kontrol ajanlarının; tahribat bölgelerinde yüksek yoğunluğa ulaşarak veya hassas bitki bölgelerinden beslenerek bitki popülasyon dinamiklerini ciddi şekilde etkileyebileceği ve böylece tohum biyolojik kontrolünün tek bir ajanla başarılabilceği varsayılmaktadır [4].

Taşıdığı toksik bileşiklerden dolayı herbivorlar *Vincetoxicum* cinsine ait türler üzerine özelleşmiştir [12]. Avrupa'da birçok potansiyel biyolojik kontrol ajanı *V. hirundinaria* türü ile birlikte düşünülmektedir. Rus literatürlerinde birçok krisomelit böceğin Rusya ve Orta Asya'da *Vincetoxicum* türleri üzerinden beslendiği bildirilmiştir [56]. Literatür taramaları çoğu *V. hirundinaria* türü üzerinde özelleşmekle beraber genel olarak *Vincetoxicum* cinsine ait türler üzerine beslenen farklı familyalara ait birçok böcek türü bulunduğunu göstermiş olup, bu türler Tablo 2'de verilmiştir (Tablo 2).

Tablo 2. *Vincetoxicum* türleri üzerinden beslenen böcekler ve kaynak literatür bilgileri.

<i>Vincetoxicum</i> türleri üzerinden beslenen böcekler	Takım	Famiya	Kaynaklar
<i>Chrysochus asclepiadeus</i> Pallas (Syn.: <i>Eumolpus asclepiadeus</i> Pallas)	Coleoptera	Chrysomelidae	5, 16, 56, 74, 78
<i>Chrysomela aurichalcea</i> ssp. <i>bohemica</i> Mann (Syn.: <i>Chrysolina aurichalcea asclepiadis</i> (Villa))	Coleoptera	Chrysomelidae	5, 15, 56, 82
<i>Chrysochus auratus</i> F.	Coleoptera	Chrysomelidae	85
<i>Exosoma lusitanica</i> L.	Coleoptera	Chrysomelidae	12
<i>Euphranta connexa</i> Fabricius	Diptera	Tephritidae	5, 12, 13, 14, 53, 56, 58, 60, 76, 77
<i>Contarinia vincetoxici</i> Kieffer	Diptera	Cecidomyiidae	5, 12, 56
<i>Contarinia asclepiadis</i> Giraud	Diptera	Cecidomyiidae	5, 12, 56
<i>Abrostola asclepiadis</i> Denis and Schiffermüller	Lepidoptera	Noctuidae	5, 13, 14, 53, 56, 59, 61, 75
<i>Hypena opulenta</i> Christoph	Lepidoptera	Noctuidae	4, 5, 71, 83
<i>Philaenus spumarius</i> L.	Hemiptera	Cercopidae	12
<i>Otiorynchus pinastris</i> Herbst	Coleoptera	Curculionidae	5, 56
<i>Sparganothis pillerians</i> Schiff.	Lepidoptera	Tortricidae	12
<i>Lygaeus equestris</i> L.	Heteroptera	Lygaeidae	5, 12, 53, 56, 58, 76, 79, 80
<i>Lygaeus simulans</i> Deckert	Heteroptera	Lygaeidae	80
<i>Scopula umbelaria</i> Hübner	Lepidoptera	Geometridae	12
<i>Tropidothorax leucopterus</i> Goeze	Heteroptera	Lygaeidae	5, 12, 81
<i>Lygus lineolaris</i> Palisot	Hemiptera	Miridae	56
<i>Aulacorthum solani</i> Kaltentbach	Hemiptera	Aphididae	84

V. hirundinaria türü toksik bileşikler taşımaya rağmen Güney Avrupa popülasyonları bivoltin (yılıda iki nesil veren); Orta ve Kuzey Avrupa popülasyonları univoltin (yılıda bir nesil veren) olan [5] monofaj (tek tip besinle beslenme) yaprakla beslenen noktuit (gündüzleri dinlenen, geceleri faal, gececil) güve *Abrostola asclepiadis* (Denis and Schiffermüller) için konak bitki olarak bildirilmiştir [13, 14, 53, 59, 61, 75]. Bu herbivor güvenin larvaları yiyecek kaynağı olarak tamamen *V. hirundinaria* türüne bağımlıdır ve konak bitki türüne oldukça adapte olmuştur [13]. Haziran ve Temmuz aylarında (bitki geç dönemde tam büyüdüğü ve çiçeklendiği zaman) ortaya çıkan *A. asclepiadis* dişileri *V. hirundinaria* türünün yapraklarının [13, 53, 75] alt yüzeyine en az 255 yumurta bırakır [13]. Yumurtlamadan sonra yumurtalar yaklaşık 10 günde çatlar ve 5 larval instar yaklaşık 5-6 haftada tamamlanır [14, 53, 59, 76]. *A. asclepiadis* konak bitkinin geniş, büyük, açık alanlarına göre küçük, gölgeli parçalarına daha yüksek yumurta yoğunluğu bırakır. Birinci ve ikinci instar larvalar gündüz ve gece beslenir, yumurtaların bırakıldığı yerlerden çok az hareket ederler. Büyük larvalar noktürnaldir. Aktif olarak yaprak ararlar ve ana olarak bitkinin tepesinde beslenirler. Larvalar gelişimini Ağustos ve Eylül aylarında tamamladıktan sonra toprakta pupa evresini geçirirler. Bu güve türü lokal bir tür sayılmasına ve popülasyonları nadiren yüksek yoğunluklara ulaşmasına rağmen yapılan çalışmalarda sık konak bitki popülasyonlarının bazılarında, *A. asclepiadis* popülasyonlarının ara sıra yüksek yoğunluğa ulaşmasının konak bitkide ciddi tahribatlara yol açtığı gözlenmiştir [13]. *A. asclepiadis* türünün larvalarının besin seçimi, yaprak tüketimi, larva büyümesi, *V. hirundinaria* popülasyonları arasında değişimi ve konak bitki popülasyonlarındaki fenantroindolizidin alkaloidi antofin'in seviyesi ile bağlantılı olarak beslenme davranışındaki çeşitliliğin araştırıldığı

bir çalışmada larvaların konağı tanımasına antofin'in neden olduğu, antofin'in yüksek düzeyini tercih ettiği ve alışılmadık şekilde konak bitki popülasyonunda güçlü seleksiyona neden olduğu görülmüştür [13].

Tefrit sineği *Euphranta connexa* (Fabricus) türünün larvaları, *V. hirundinaria* türünün gelişmekte olan tohum zarfları içerisinde yaşayan ve olgunlaşmamış tohumlar ile beslenen tohum predatörleridir [12-14, 53, 58, 76, 77]. Bu tür *V. hirundinaria* türü üzerine monofaj olup yılda sadece bir nesil verir [56]. Güçlü uçucular olan dişi sinekler yumurtalarını gelişmekte olan tohum zarflarının alt tarafına bırakır, larvalar burada yaşar ve olgunlaşmış tohumlardan beslenir [14, 56, 58]. Larvalar, tohum zarflarının % 50-100'ne saldırır, saldırıya uğrayan tohum zarflarında genellikle birçok tohum tahrip olur ve tahrip olmayan tohumlar ise fungal patojenlere karşı daha hassas hale gelir [56]. Bazı yıllar ise tohumların tamamı tahrip edilir [58, 60, 77]. *V. hirundinaria* türüne ait 39 bitki popülasyonunda habitat kalitesi, popülasyon büyüklüğü, yoğunluğu, meyve üretimi ve olgunlaşmamış tohumlar ile beslenen tohum predatörlerinden kurtulan olgun meyve sayısı arasındaki ilişkinin araştırıldığı 3 yıllık bir çalışmada *E. connexa* türünün sebep olduğu meyve tahribatının yıllar içerisinde değişken olduğu görülmüştür [60].

E. connexa ve *A. asclepiadis* türlerinin *V. hirundinaria* türünün popülasyon dinamikleri üzerine etkileri 3 yıl boyunca araştırılmış ve hem tohum tahribatının hem de yaprak herbivorluğunun popülasyon büyümesini azalttığı tespit edilmiştir. Yaprak herbivorluğu sadece çok yüksek seviyelerde popülasyonda büyümeyi pozitiften negatife değiştirmiştir. Tohum zararlıları bazen popülasyondaki tüm tohumları tahrip etmiş ve olgunlaşmamış tohum tahribatı hayati derecede önemli etkilere neden olmuştur. Birincil olarak direk açılmış tohum sayısını azaltmış, ikincil olarak ise olgunlaşmamış tohumları tahrip ettiğinde bitkinin mevcut çoğalma yeteneğinde azalma gibi dolaylı ve önemli etkilere neden olduğu tespit edilmiştir. Bu nedenle bitki popülasyon büyümesi üzerine tohum tahribatının yaprak herbivorluğuna göre daha büyük etkisinin olduğu görülmüştür. Olgunlaşmamış tohum tahribatı bitkinin çoğalma başarısını etkilerken yaprak herbivorluğunun bitkinin yaşam döngüsünün tüm evrelerini etkilediği ve farklı evrelerde cevabında farklı olduğu bildirilmiştir [14].

Biyolojik kontrol programı kapsamında yaprak ile beslenen noktuit güve *A. asclepiadis* ve kök ile beslenen krisomelit *Eumolpus asclepiadeus* Pallas [16] (Syn.: *Chrysochus asclepiadeus* Pallas) [78] türleri kullanılarak yapılan bir çalışmada *V. nigrum* ve *V. rossicum* türlerinin çevreye etkisinin azaltılması amaçlanmış ve böylece Kuzey Amerika'da *Vincetoxicum* cinsine ait türler için bu böceklerin potansiyel biyolojik kontrol ajanları olarak kullanılabileceği fikri değerlendirilmiştir [16]. *V. hirundinaria* türü üzerine özelleşmiş olan *E. asclepiadeus* türü hayatının tüm yaşam evreleri boyunca larva olarak kök üzerinde ve yetişkin olarak yapraklar üzerinden olmak üzere *Vincetoxicum* türleri üzerinden beslenmektedir [74]. Kök herbivorlarının *Vincetoxicum* türlerinin büyümesi ve üremesi üzerine etkisi bilinmemekle birlikte bunların çok iyi biyolojik kontrol ajanı olabileceği varsayılmıştır. *V. nigrum* ve *V. rossicum* türleri üzerinde toprak üstü ve toprak altı herbivorlarının bireysel etkileri 4 yıl süre ile araştırılmış ve kök herbivorlarının su ve besin absorpsiyonunu sınırlandırdığından yaprak herbivorlarına göre daha zararlı olması beklenmiştir. Sonuçta *Vincetoxicum* türleri üzerine kök herbivoru *E. asclepiadeus* türünün yaprak herbivoru *A. asclepiadis* türüne göre daha zararlı olduğu tespit edilmiştir. Su ve besin alımının azaltılması ve bitki ağırlığının baskılanmasını içeren etki kombinasyonları ile bitkinin rekabet yeteneğinin değiştirilebileceği görülmüştür. Kök herbivorluğu her iki *Vincetoxicum* türünün bitki biyokütlesini negatif yönde değiştirmiş ve diğer otsu bitkilere göre bu iki türü daha çok etkilemesine rağmen öldürmemiştir [16].

Çeşitli bitki türlerinin tohumları ile beslenen herbivor tohum predatörü *Lygaeus equestris* L. [12, 56, 58, 76, 79] ve *Lygaeus simulans* Deckert [80] türleri *V. hirundinaria* türünü tercih etmektedir. *L. equestris* türünün yetişkinleri ve larvaları *V. hirundinaria* türünün tohumları ile beslenir [56]. Bunlar hem olgunlaşmamış tohumlarla hem de olgunlaşmadan sonra dağılan tohumlarla beslenen predatörler olup aynı zamanda iyi uçucudur [13, 14, 53, 58, 60] ve hem bitki hem de toprak üzerindeki tohumlardan faydalanabilme özelliğine sahiptir [81]. Larva ve yetişkinleri yeşil ovüller üzerinden beslenerek gelişir [53, 81] ve olgun tohumların çimlenme yeteneklerini kaybetmesine neden olur [53]. Yiyecek kaynağı ve hava şartları bu türün popülasyon büyüklüğünü etkiler [56], tohum üretimi üzerine etkisi minimaldir [12]. Bu nedenle *L. equestris* türü sayı olarak çok yüksek rakamlara ulaştığında bile etkinliği *E. connexa* türü ile karşılaştırıldığında daha azdır [60].

Batı Alplerde *V. hirundinaria* türü üzerinden beslenen ünivottin yaprak böceği *Chrysomela aurichalcea* ssp. *bohemica* Mann (Syn.: *Chrysolina aurichalcea asclepiadis* (Villa)) türünün yumurtaları bitkinin yakınında bulunan topraktaki yaprak çöpleri arasında kışlar; erken ilkbaharda yumurtadan çıkarak, yavaş yavaş bitki üzerine doğru ilerler ve en az erken instarlar olana kadar gelişimini yaprak tomurcuklarından beslenerek tamamlar [15]. Bu türün popülasyonları polifajdır [82]. Grup halinde beslenme özelliği İsviçre ve Kuzey Amerika'da *V. nigrum* ve *V. rossicum* türlerinin potansiyel biyolojik kontrol ajanı olarak değerlendirilebilecekleri fikrini gündeme getirmiş ve larva grup beslenmesinin konak lokasyonu ve bu türün performansı üzerine etkisi araştırılmıştır. Elde edilen veriler larval beslenmenin yeni doğanları cezbediğini göstermiş ve ilk kez grup beslenmesinin kendi konak bitkisi üzerinde yumurtadan çıkan larvaların konak lokasyonunu arttırdığı belirlenmiştir [15]. Fakat bazı çalışmalar bu türün ayrıca *Asclepias tuberosa* L. ve yerli Kuzey Amerika Asteraceae'lerine saldırma riskinin bulunduğunu ve bu nedenle *Vincetoxicum* türlerinin biyolojik kontrolünde uygun olmayacağını bildirmiştir [82].

Ukrayna, Türkiye, İran ve Türkmenistan'da görülen noktuit güve *Hypena opulenta* (Christoph) türü konağı tam olarak belirlenemediğinden, geçmiş yıllarda potansiyel biyolojik kontrol ajanı olarak dikkate alınmamıştır. Sahadaki *H. opulenta* türlerinin *Vincetoxicum* türlerinde yaprak dökülmesine neden olduğunun gözlenmesine dayanarak Güney Ukrayna ormanlarında *V. rossicum* türü üzerinden beslenen *H. opulenta* türü potansiyel biyolojik kontrol ajanı olarak incelenmiş ve *Vincetoxicum* türleri üzerine larva performansı test edilmiştir [4]. *H. opulenta*'nın yaprakların alt kısmına yumurta bıraktığı [5]; yetişkinlerin çıktıktan 2 gün sonra yumurtlamaya başladığı ve yaklaşık 600 yumurta ürettiği, larva aracılığı ile 5 larva instar geliştiği ve pupa olarak kışı geçirdiği gözlenmiştir [4]. İsteğe bağlı kış uykusuna yatan bu böcekler yılda en az iki nesil verir [4, 5, 71]. Öncelikle konak özgünlüğü çalışılmış ve *Vincetoxicum* türlerine özelleşmiş besleniciler oldukları tespit edilmiştir. *V. rossicum* ve *V. nigrum* türleri üzerinde *H. opulenta* türünün büyümesi ve üremesinin biyolojik gözlemleri sonucu tek nesil larva beslenmesinin bitkiyi öldürmediği, larva yoğunluğunun artmasının defoliasyon düzeyinin artmasına neden olduğu fakat defoliasyonun türler arasında farklılık gösterdiği gözlenmiştir. Bitki başına 8 larvanın (ara sıra 4) *V. rossicum* türünde yaklaşık %100 defoliasyona neden olduğu fakat bu tahribat düzeyine *V. nigrum* türünde ulaşılmadığı tespit edilmiştir [4]. Kalıcı *H. opulenta* beslenmesi *V. rossicum* türünün performansını azaltmış fakat *V. nigrum* türünü etkilememiştir [4, 71]. Sonuç olarak Avrupa ormanlık alanlarındaki habitatlarla sınırlı olan *H. opulenta* türünün Kuzey Amerika'da yaygın hale gelmesi durumunda *V. rossicum* türünün orman popülasyonlarına karşı umut vaat edici biyolojik kontrol ajanı olabileceği görülmüştür [4]. Ayrıca Ukrayna'da *V. ros-*

sicum türüne ek olarak *V. scandes* türüne de saldırdığı tespit edilmiştir [5]. Çeşitli çalışmalarda bu türün yaygın hale getirilmesi durumunda Kuzey Amerika'da hiçbir yerli veya ekonomik öneme sahip türü etkileme riski bulunmadığından *Vincetoxicum* türleri ile biyolojik kontrolde kullanılabileceği bildirilmiştir [83].

Kuzey Amerika'da *Vincetoxicum* türleri üzerinden beslenen yarım kanatlı böcek *Lygus lineolaris* Palisot türünün neden olduğu tahribat minimal seviyededir [56]. *Tropidothorax leucopterus* Goeze, türü *V. hirundinaria* türünün hem tohum [5, 12] hem de ovülleri ile beslenir, vejetatif kısımları üzerinde de gelişebilir ve konak üzerinde monofaj olmasına rağmen bitki kısımlarını kullanmada geniş spektrumludur [5, 81].

Kozmopolit polifaj yaprak biti *Aulacorthum solani* (Kaltenbach) Kuzey Amerika'da da uzun zamandır *Solanum tuberosum* L. için minör bir pest olarak bilinirken, son dönemde *Lactuca sativa* L., çeşitli sera ürünleri ve süs bitkileri üzerinde etkisi artan bir pest haline gelmiştir. *V. hirundinaria*, *Strophanthus divaricatus* (Lour.) Hook.& Arn., *Apocynum androsaemifolium* L., *Nerium oleander* L., *Asclepias syriaca* L., *A. tuberosa* L., *Vinca major* L. ve *V. minor* L. gibi çeşitli türler üzerinde varlığı gösterilen bu pest ile yapılan bir çalışmada *V. rossicum* ve *V. nigrum* türlerini de konak olarak kullandığı ilk kez tespit edilmiştir [84].

Fitofaj böcek *Chrysochus auratus* F. Kuzey Amerika'da sadece *Apocynum androsaemifolium* L. ve *Apocynum cannabinum* L. (Apocynaceae) türleri üzerinden beslenirken *V. rossicum* türünü de konak olarak kullandığı, dişilerin yumurta bıraktığı ve larvaların köklerden beslendiği gözlenmiş fakat uzun dönemde bu bitki üzerinde hayatta kalamadığı bildirilmiştir [85].

3. Böceklerle mücadelede *Vincetoxicum* cinsinin rolü

Dünya genelinde tarımsal ürünler için tehlikeli birçok böcek türü bulunmaktadır [7]. Tarım ürünlerini zararlı böceklerden korumada kimyasal pestisitlerin rolü çok önemlidir [6, 7]. Fakat kimyasal pestisitlerin yaşayan organizmalar ve çevre üzerine kronik etkisinin fazla olması pestisit kullanımını sınırlandırmaktadır. Bunların sürekli kullanımı sağlık açısından tehlikeli olup, istenmeyen yan etkilere ve çevresel kirliliğe neden olmakta [7, 86] ve böcekler kendilerine karşı kullanılan her kimyasala karşı dikkate değer fiili direnç geliştirebilmektedir [8]. Yıllardır sürekli ve ayırım yapmaksızın insektisit kullanımı böceklerin, Dünya'nın farklı yerlerinde insektisitlerin farklı sınıflarına ait belirli moleküllere karşı direnç geliştirmelerine neden olmuştur [39]. Sentetik pestisitlerin düşüncesizce kullanımı pestlerin sekonder salgınlarına yol açmış ve normal şartlarda bunlar doğal olarak kontrol altında iken, hızla üremeye başlamış; ayrıca iki veya üç uygulama sonunda pestlerin insektisitlere tolerans oluşturduğu da görülmüştür [7]. Yılda çok sayıda nesil üreterek sayılarını çok hızlı şekilde arttıran karnabahar, kabak, brokoli, hardal, turp ve şalgam gibi tarım ürünleri için çok ciddi bir pest olan lahana yaprak güvesi *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Plutellidae) türünün istilasının Güney Asya'da üründe % 90'dan fazla kayba neden olduğu bildirilmiştir [87]. Bu tür polifaj yaşam şekline sahip kozmopolit bir tür olup [88] insektisitlerin aşırı kullanımı sonucu *Bacillus thuringiensis* (Bt) kristal toksinleri içeren insektisitlerin hemen hemen tüm sınıflarına karşı direnç geliştirmiştir [87]. Tütün tırtılı *Spodoptera litura* (Fabricius) (Lepidoptera: Noctuidae) [7, 89] polifaj yaşam şekline sahip bir tür olup [89] önceleri sadece tütün için çok önemli bir pest olarak bilinirken son dönemde domates, kabak [7, 89], pamuk, hintyağı [7], mısır ve soya gibi 200'den fazla ekonomik öneme sahip bitki için ciddi bir pest haline gelmiştir [89]. Afrika ve Akdeniz'e kıyısı olan Avrupa ülkelerinde geniş yayılış

gösteren *S. littoralis* Boisd. türü ise konak aralığı en az 90 türü ekonomik olarak önemli ürünleri içeren ve yaklaşık 40 familyayı kapsayan oldukça etkili bir pesttir [90]. Bu türün saldırdığı ana ürünler arasında pamuk, keten, yer fıstığı, hint keneviri, yonca, mısır, pirinç, soya, çay, tütün ve çeşitli sebzeler (patlıcan, hardal, kırmızıbiber, su kabağı, fasulye, patates, tatlı patates, üzüm vb.) sayılmaktadır. Bu böceğin polifaj yaşam şekli sayesinde larvalar kendilerini sayısız bitki kimyasalına adapte edebilme yeteneği kazanmış ve kolaylıkla sentetik insektisitlere karşı direnç geliştirmiştir [8, 90]. Bu pestin kontrolü yaygın olarak klorlu hidrokarbonlar, organofosfatlar, karbamatlar ve piretroidler gibi nörotoksik insektisitlerin kullanımına dayanmaktadır [90]. Sadece Solanaceae familyasına ait bitkiler üzerinde gelişebilen ve hala çok önemli patates pesti olarak değerlendirilen “Kolorado patates böceği” *Leptinotarsa decemlineata* Say. türü [8, 91] tüm gelişim evreleri boyunca aşırı beslenme nedeniyle patates sebzesinde tam tahribata neden olur. Larva evresinde patates yapraklarından yaklaşık günde 40 cm² tüketirken; yetişkinler ise buna ek olarak 9.65 cm² kadar daha yaprak tüketmektedir. Bu böcek etkili beslenme miktarına ek olarak; yüksek doğurganlığı ile de karakterize edilir. Bir dişi 300-800 yumurta bırakır [8]. Bu böcek mücadelede tarımsal ve fiziksel metotlar (ürün rotasyonu), biyolojik kontrol (mikrobiyal insektisit veya bitkilerden elde edilen ekstraktların kullanımı ve doğal düşmanları ile karşılaştırma) ve kimyasal kontrol yöntemleri kullanılmıştır [91]. Ekonomik öneme sahip birçok ürüne zarar veren çok ciddi pestlerden bir diğeri “pamuk kurdu” veya “Amerikan pamuk kurdu” *Helicoverpa armigera* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae) türünün dünyanın birçok yerinde önemli tahribatlara neden olduğu bildirilmiştir [39, 92]. Polifaj yaşam şekline sahip [93] yıkıcı bir pest olup [94] tropik ve subtropik alanlarda yayılış gösteren fakültatif, göçücülerdir ve bozulan çevre şartlarına yanıt olarak göçmekte, böylece yetişkinlerin hayatta kalma ve larva gelişimi şansını arttırmaktadır [92]. Oldukça adeptif bir pesttir ve dünya genelinde 300'den fazla türü bulunup [94]; Avrupa'da mısır, tahıl, lif ve yağlı tohumlarda önemli kayıplara neden olmuştur [92]. Hindistan'da çiftçiler bu pest yüzünden nohut ve güvercin bezelyesi ürünlerini tarlada kaybetmiş ve Hindistan rupisi ile yaklaşık 12.000 milyon (US\$ 300 milyon) zarara uğramıştır [39]. Pestleri kontrol altına almada çiftçilerin kısa sürede sonuç veren ağır sentetik piretroid insektisitleri yoğun şekilde kullandıkları gözlenmiştir [39, 93]. 1984 yılında Türkiye'de [93] ve 1987 yılında Hindistan'da [39] *H. armigera* türünün piretroid insektisitlere direnç geliştirdiği bildirilmiştir [39, 93]. Dünyanın farklı bölgelerinde kültür çalışmaları ve tarım ürünlerinde bu pestin proliferasyonunun kontrolünde organokloroit, karbamat, organofosfat ve pretroid (pretroidlerin sentetik analogu) kullanılmaktadır. Fakat organokloroit, karbamat ve organofosfat tipi insektisitler memeliler için çok toksiktir [93]. Çiftçiler çoğunlukla karışım şeklinde veya tarif edilenden çok yüksek dozlarda insektisit kullanımını tekrarladığından, böceklerle mücadelede insektisit direnci istenmeyen bir problem olarak mevcut problemlere eklenmiştir. Transgenik *Bacillus thuringiensis* (Bt) (*B. thuringiensis* bakterisinden izole edilen Bt endotoksin geni) taşıyan ürünler pest direncine sahip olup; pestlerle mücadelede kimyasal insektisitlere alternatif olarak sunulmuştur. Fakat yapılan çalışmalarda *H. armigera* türünün Bt'deki insektisidal kristal proteine direnç geliştirme potansiyelinin olduğu tespit edilmiş ve transgenik ürünlere direnç geliştirme ihtimali dirençle mücadelede çeşitli kavramsal stratejilerin geliştirilmesini teşvik etmiştir [39]. Sentetik insektisitler günümüzde önde gelen sivrisinek kontrol ajanlarından biri olarak da değerlendirilmiş fakat bu kimyasalların çevresel uygulamaları ve hedeflenmeyen organizmalar üzerine istenmeyen etkileri, sivrisineklerin insektisitlere son 50 yıl boyunca artan direnç geliştirmesine yol açmıştır [6]. Dünya genelinde pestisitlerin aşırı kullanımı sonucu mevcut risklere yenilerinin eklenmesi [9] ile kimyasal pestisitler pestlerin kontrolünde

hayal kırıklığı yaratmış [39] ve bilinçlenme ile birlikte güvenli yiyecek ve sağlıklı çevre için daha çevreci alternatif kontrol metotlarının geliştirilerek pestlerle mücadeleyi kolaylaştırması amaçlanmıştır [7, 39]. Bu nedenle son zamanlarda doğal ürünlerin kullanımına dayalı hedefe özgü, biyolojik olarak parçalanabilir, çevre dostu ve çevre için daha güvenli mücadele araçları üzerine ciddi şekilde odaklanılmıştır [6, 10].

400 milyon yıldan bu yana bitkiler, kovucu ve insektisidal etkileri gibi koruma mekanizmaları nedeniyle ilgi çekici bulunmuştur. Bitkiler toksisite, antifeedant aktivite, böcek büyüme düzenleyicileri, yumurtlama caydırıcılığı, davet davranışlarının baskılanması ve üreme-fertilitenin azalması gibi etkili savunma sistemlerini geliştirerek evrim süresince kendilerini biyosidal bileşiklerin zengin doğal kaynakları haline getirmiş ve birçok böceğe karşı korumuştur [6]. Sentetik insektisitlerin yüksek tüketiminin azaltılmasında izlenebilecek alternatif yollardan biri çevresel ve medikal olarak güvenli botanik insektisitlerin kullanımınıdır [8, 90]. Bu nedenle birçok araştırmacı tarım ürünlerinin üretiminde botanik pestisitlerin kullanımına dikkat çekmiştir. Bunların birçoğu non-selektif zehirlidir ve pestlerin geniş aralığına etkili olmaları hedeflenmiştir [7]. Sentetik insektisitlerin aksine botanik insektisitler biyolojik olarak aktif bileşikler karışımını içerdiğinden bu bileşiklerin etkinliğinin uygun sinerjik etkileşimler yoluyla ekstra artabilir olacağı da varsayılmış ve günümüzde ticari olarak üretilebilen botanik insektisitlerin büyük bölümünün böceklerde akut ve kronik toksisite gösteren bitki metabolitlerinin etkilerini kullanabilme yeteneğinde olduğu görülmüştür [8]. Bitkilere dayalı insektisitlerin diğer bir avantajı ise çapraz direnç riskini azaltılabilen yeni hareket mekanizmalarını gerektiren hedefe yönelik moleküllerin tasarımı için yeni yaklaşımlar oluşturmalarıdır [10]. Bu yüzden birçok araştırmada bitkiler insekt büyüme kontrol ajanları olarak taranmış ve özellikle son 20-30 yılda pestisit etkili fitokimyasalların fitofaj böceklerle karşı biyoaktivite potansiyelleri üzerine yoğunlaşmıştır [9]. Birçok bitkinin özellikle sekonder metabolitleri sentetik pestisitlere etkili alternatifler olarak değerlendirilmiş ve bunların hareket mekanizmaları birçok araştırmacı tarafından detaylı olarak incelenmiştir [7]. Son yıllarda sentetik pestisitlere alternatif olarak bitki ekstraktları ve uçucu yağlar gibi doğal ürünler üzerine araştırmaların büyük oranda artması da bu durumu desteklemektedir [9]. Alkaloidler [7, 8, 24], tanenler [87], saponinler [8, 87], terpenler [95-97], uçucu yağlar [96, 98], kumarinler [87, 99], kinonlar [87, 100], flavonoidler, fenolik asitler [100, 101], diğer fenolikler [8, 100], steroidler, alifatik moleküller, iridoit glikozitler, steroidal glikozitler [102] ve şekerler [100] antifeedant, insektisit, yumurtlama caydırıcılığı ve büyüme inhibisyon etkilerini içeren çeşitli böcek aktiviteleri için test edilmiştir. Ayrıca birçok bitkisel kökenli bileşiğin antifeedant, larvasidal, ovisidal, yumurtlama caydırıcı, kovucu gibi etkilerinin hareket mekanizmaları farklı yollardan ortaya konmuştur [7]. Botanik insektisitlerin önemli etkilerinden biri pest mortalitesi olarak belirlenmiştir. Bitki ekstraktlarında ayrıca antifeedant aktivite, büyüme inhibisyonu ve antiovipozisyonel etkiler bazı pestlerin zararını belirgin şekilde azalttığından dikkat çekmiş ve özellikle antifeedant etki son yıllarda detaylı olarak araştırılmıştır. Sekonder bitki metabolitlerinden çoğunun antifeedant etki gösterdiği ve bu etkinin özellikle terpenler, alkaloidler, saponinler ve polifenollerden ileri geldiği saptanmıştır [8]. Sekonder metabolitlerden flavonoidlerin *L. decemlineata*, *S. litura*, *S. frugiperda* (J.E. Smith) ve *S. littoralis* türlerinin larvalarına karşı antifeedant ve büyüme inhibisyon etkileri olduğu çeşitli çalışmalarda gösterilmiştir [103]. Ayrıca fenantroindolizidin alkaloidlerinin antifeedant etkili olduğu [24, 39], furanokumarinlerin (umbelliferon, ksantotoksin, izopimpinellin, bergapten, imperatorin ve fellopterin) ise toksisitesi nedeniyle böceklerle karşı insektisit etkili olduğu [90] bazı araştırmacılar tarafından bildirilmiştir. Kullanılan bu tür ürünler özellikle yıkıcı beslen-

meleri nedeniyle aşırı zarara yol açan fitofaj böceklerin larvaları (*Lepidoptera* ve *Coleoptera* takımlarının fitofaj larvaları) üzerine etkili bulunmuştur. Antifeedant aktivitenin; ayrıca böcek- lere karşı larva büyüme inhibisyonu, kronik toksisite ve antiovipozisyon gibi diğer biyolojik etkilerle de bağlantılı olduğu tespit edilmiştir [8].

Bazı *Vincetoxicum* cinsine ait türler zehirli etkileri ve tıbbi özellikleri nedeniyle bilinmekte- dirler [27]. *V. hirundinaria* türü memeli ve birçok böcek için oldukça zehirli olup alkaloidler gibi sekonder metabolitlerin çeşitli tiplerini içermiş ve Avrupa *Asclepiad*'ları arasında en sık ve geniş yayılışa sahip tür olarak birçok böcek çalışmasına konu olmuştur [12]. 1992 yılında yapılan bir çalışmada *V. hirundinaria* türünün bulunduğu yerlerde herbivorlar ve patojenlerin bulunmadığı keşfedilmiştir. Bu *Vincetoxicum* türlerinde bulunan toksik bileşiklerin herbivor böcekleri uzaklaştırdığı fikrine işaret etmiştir [56].

V. rossicum ile yapılan bir çalışmada etanollü kök ekstresinden elde edilen fraksiyonlar (asidik, bazik, sulu fraksiyonlar ve saf (-)-antofin) himenopteran *Allantus cinctus* L. larvası ve iki le- pidopteran *Drepana arcuata* Walker ve *Ostrinia nubilalis* Hübner larvalarına karşı test edilmiş ve *D. arcuata* türü için toksik bileşik/bileşiklerin kök ekstresinin polar bileşikleri içeren asidik fraksiyonunda bulunduğu sulu ve bazik fraksiyonlarda bulunmadığı; asidik fraksiyonun ayrı- ca *O. nubilalis* türünün larvalarına karşı da toksik olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca *V. rossicum* türünün köklerinde (-)-antofin'e ek olarak başka biyoaktif bileşiklerin de bulunduğu belirlenmiş ve diğer bileşiğin *A. cinctus* larvalarına karşı antifeedant aktivite gösterdiği; *D. arcuata* ve *O. nubilalis* larvalarına karşı ise toksik olduğu ve *V. rossicum* türünün insektisidal/insekt antifee- dant bileşikler içerdiği bildirilmiştir [24].

Böceklerle bulaşan hastalıklar; hastalık ve ölümlerin en önemli nedeni olarak kayıtlara geçmektedir. Sivrisinekler yılda 700 milyondan fazla insana hastalık bulaştırmaktadır. Bu nedenle sivrisineklerin kontrolü dünya genelinde halk sağlığı ile ilgili en önemli sorunlardan biri olarak varsayılmaktadır [6]. Çeşitli çalışmalarda dünyanın birçok bölgesinde bitkilerden elde edilen ürünlerin kovucu veya öldürücü etkileri nedeniyle sivrisinek ve diğer domestik böceklerle karşı kullanıldığı tespit edilmiştir [86]. Bu verilerden yola çıkılarak yapılan bir ça-lışmada içerisinde *V. hirundinaria* türünün de bulunduğu 62 Avrupa-Asya bitki türünün toprak üstü kısımlarının metanol ekstreleri pantropik pest sivrisinek *Culex quinquefasciatus* Say türüne karşı laboratuvar şartlarında larvasidal aktiviteleri için test edilmiştir [6, 86]. *C. quinquefasciatus* türünün 4. instar larvalarına karşı 24 saat maksimal dozda (1,000 ppm) uygulanan *V. hirundi- naria* türünün metanol ekstresi larvasidal aktivite [% mortalite değeri (ortalama±SE):100±0.0; LD₅₀(CI₉₅): 717(651-743); LD₉₀(CI₉₅): 957 (911-998); Ki:3.860 aralıklarında] göstermiştir. Ça-lışmanın devamında bu türün mosquisit olarak kullanılabilmesi ve ticari ürünlerinin veya for- mülasyonlarının hazırlanabilmesi için ekstrede bulunan aktif bileşiklerin belirlenmesinin ge- rekliliği ortaya çıkmıştır [6].

Bir başka çalışmada Avrasya'da yetişen ve içlerinde *V. hirundinaria* türünün de bulunduğu 75 bitkiden elde edilen 80 metanollü ekstrenin total polifaj *S. littoralis* ve oligofaj *L. decemlineata* larvalarına karşı antifeedant aktiviteleri araştırılmış ve ön taramalarda test edilen en yüksek doz olan 500 µg/cm²'de *V. hirundinaria* türünün neden olduğu % beslenme caydırıcılık indeksinin *S. littoralis* larvaları için 99.2±1.5 ve *L. decemlineata* larvaları için ise 72.1±6.5 olduğu belir- lenmiştir. Ayrıca *V. hirundinaria* türünden elde edilen ekstrenin *S. littoralis* larvalarına karşı ED₅₀ ve ED₉₀ (sırasıyla 11 µg/cm² ve 99 µg/cm² değerleri) değerleri ile en yüksek etkiyi gös- terdiği de tespit edilmiştir [8].

Türkiye'de yetişen *Vincetoxicum* cinsine ait bazı türler üzerinde ilk fitokimyasal [104, 105] ve biyoaktivite çalışması [104-106] Güzel ve arkadaşları tarafından yapılmıştır. Bu araştırmada *Vincetoxicum* cinsine ait 5 taksonunun [*V. canescens* subsp. *canescens*, *V. canescens* subsp. *pedunculata*, *V. fuscatum* subsp. *fuscatum*, *V. fuscatum* subsp. *boissieri* ve *V. parviflorum*] kök [105] ve toprak üstü [104] kısımları ana etken madde grupları bakımından taranmış ve köklerin steroidal glikozitler, şeker ve nişasta (ayrıca *V. fuscatum* subsp. *boissieri* saponin içerir) içerdiği [105] ve toprak üstü kısımlarının alkaloid, flavonoid, şeker ve glikozitler (ayrıca *V. fuscatum* subsp. *fuscatum*, *V. fuscatum* subsp. *boissieri* ve *V. parviflorum* tanen içerir) içerdiği [104] tespit edilmiştir. Toprak üstü kısımlarının köklerden farklı olarak fenantroindolizidin alkaloidleri içerdiği de bildirilmiştir [104]. Biyoaktivite çalışmaları kapsamında kök [105] ve toprak üstü [104] kısımlarından elde edilen 4 farklı polaritedeki 40 ekstre *L. decemlineata* ve *S. littoralis* türlerinin larvalarına karşı antifeedant aktiviteleri için ve *A. fumigatus*'a karşı antifungal aktiviteleri [106] için test edilmiş ve bu türlerin etkili olduğu görülmüştür. Ayrıca incelenen türlerin kök [105] ve toprak üstü kısımlarının [104] *S. littoralis* larvalarına karşı büyüme inhibisyonu etkisi ve larval mortalite gösterdiği de gözlenmiştir.

4. Sonuç ve tartışma

İstilacı türler, bitki ve hayvan toplulukları üzerine olumsuz etkilerinin bulunması ve endemik türleri ve biyolojik çeşitliliği tehdit etmeleri nedeniyle doğal ve yarıdoğal sistemlerde giderek artan bir problem haline gelmiştir. Ayrıca yerli bitki türlerinin kaybı biyoçeşitliliği azaltarak veya başka taraflara yönlendirerek vahşi hayattaki habitatın değerini düşürmektedir. Bu nedenle Türkiye'de yetişen *Vincetoxicum* cinsine ait istilacı tür ile birlikte diğer *Vincetoxicum* türlerinin istila potansiyellerinin ve yayılma hızlarının değerlendirilerek yayıldıkları alanlarda floral ve faunal çeşitlilik üzerine etkileri hakkında mevcut durumun belirlenmesi gerekliliği ortaya çıkmaktadır.

Çevresel sonuçları tam olarak kestirilememekle birlikte istilacı türlerin neden olduğu ekonomik zararın ve kontrol maliyetlerinin çok yüksek rakamlara ulaştığı görülmektedir. *Vincetoxicum* cinsi nem ve ışığa geniş aralıkta tolerans göstermesi; iç döllenme düzeyinin yüksek olması; gelişmiş kök sisteminin bulunması ve özelleşmiş böcek tozlaşması gibi özellikleri nedeniyle çok farklı habitatlarda yetişebilen oldukça yayılmacı ve güçlü rekabetçi türleri içerir. İstilacı *Vincetoxicum* türleri ile mücadelede kesme, otlama, yakma, ayakaltında çığneme, tohum oluşumunu önleyecek şekilde biçme ve tekrarlayan herbisit kullanımı gibi pek çok yöntem kullanılmış fakat bu şekilde bu türlerin yayılmasının önüne geçilmesinin mümkün olmadığı görülmüştür. Son dönemde istilacı bu türlerle mücadelede böceklerin potansiyel biyolojik kontrol ajanı olarak kullanılması ile sağlık açısından daha güvenli, düşük maliyetli ve etkili mücadelenin sağlanabileceği düşünülmektedir. *Vincetoxicum* cinsi üzerinde yapılan saha çalışmalarında bu cinse ait türleri konak olarak kullanan ve bunlar üzerinden beslenen bazı böceklerin bulunduğu görüldüğü ile bu böcekler biyolojik mücadelede dikkatleri üzerine çekmiş ve *Vincetoxicum* cinsine ait istilacı türlerle mücadelede bu böceklerin biyolojik kontrol ajanı olarak kullanılabileceği çeşitli çalışmalarda gösterilmiştir.

Literatür taramaları bu cinsin ekonomik öneme sahip tarım ürünleri için zararlı böcekler üzerine de çeşitli etkilerinin olduğunu göstermiş ve *Vincetoxicum* türlerinin bu etkilerden sorumlu bileşikler içerdiği belirlenmiştir. Bu veriler ışığında çoğu ekonomik olarak değerli olan tarım ürünleri için zararlı pestlerle mücadelede bu türlerin kullanılabileceği görülmüştür. Pestlerle

mücadelede bilinçsiz ve aşırı pestisit kullanımının neden olduğu zararlı etkilerin azaltılması ve geri dönüşebilir, çevre dostu, medikal olarak daha güvenli ve daha etkili bir mücadele amacıyla bitkiler ve bitkisel kökenli ürünler tercih edilmektedir. Botanik pestisitler nonselektif zehirlidir, geniş aralıkta etkili olmaları ve direnç geliştirme riskini azaltmaları hedeflenmektedir. Günümüzde ticari olarak üretilen botanik insektisitler böceklerde akut ve kronik toksisiteye neden olmaktadır. *Vincetoxicum* cinsine ait türler üzerinde yapılan çalışmalar incelendiğinde bu türlerden elde edilen ekstrelerin bazı pestlele mücadelede etkili olduğu görülmüştür. Bunlardan elde edilen/edilecek ekstre ve bileşikler botanik pestisitlerin önemli kaynağı olarak umut vaadedicidir. Bu nedenle başlangıçta dezavantaj olarak görülen ve geniş aralıkta çevresel şartlara dayanıklı olma ve hayatta kalma becerileri ile desteklenen istila yetenekleri avantaja çevrilererek sınırlı alanlarda ve kontrol altında çoğaltılması sağlanarak detaylı araştırmalar sonucunda bu türlerin kaynak olarak kullanımı yoluna gidilebilir. Bu türlerden daha ileri çalışmalarla ticari olarak elde edilebilir pestisitler üretilebilir ve böylece pestlere karşı daha etkili ve daha düşük maliyetli mücadele sağlanarak daha güvenli yiyecek kaynakları elde edilebilir. Eldeki tüm veriler değerlendirildiğinde pestisit olarak bu türlerden elde edilecek ekstre ve etken maddelerin kullanımını sırasında bu türler üzerinden beslenen ve bunlara karşı biyolojik kontrol ajanı olarak kullanılan özelleşmiş herbivor böceklerin de bulunduğu unutulmamalıdır. Bu nedenle *Vincetoxicum* cinsine ait türlerin böceklerle etkileşimleri dikkate alınarak ileri araştırmaların planlanması gelecekte yapılacak çalışmaların etkinliğini arttırmak açısından uygun olacaktır.

Kaynaklar

1. DiTommaso A, Losey JE: Oviposition preference and larval performance of monarch butterflies (*Danaus plexippus*) on two invasive swallow-wort species. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 2003, 108:205-209.
2. Weston LA, Barney JN, DiTommaso A: A review of the biology and ecology of three invasive perennials in New York State: Japanese knotweed (*Polygonum cuspidatum*), mugwort (*Artemisia vulgaris*) and pale swallow-wort (*Vincetoxicum rossicum*). *Plant and Soil* 2005, 277:53-69.
3. Hotchkiss EE, DiTommaso A, Brainard DC, Mohler CL: Survival and performance of the invasive vine *Vincetoxicum rossicum* (Apocynaceae) from seeds of different embryo number under two light environments. *American Journal of Botany* 2008, 95(4):447-453.
4. Weed AS, Casagrande RA: Biology and larval feeding impact of *Hypena opulenta* (Christoph) (Lepidoptera: Noctuidae): a potential biological control agent for *Vincetoxicum nigrum* and *V. rossicum*. *Biological Control* 2010, 53:214-222.
5. Weed AS, Gassmann A, Leroux AM, Casagrande RA: Performance of potential European biological control agents of *Vincetoxicum* spp. with notes on their distribution. *Journal of Applied Entomology* 2011; 135:700-13.
6. Pavela R: Larvicidal effects of some Euro-Asiatic plants against *Culex quinquefasciatus* Say larvae (Diptera: Culicidae). *Parasitol Research* 2009, 105:887-892.
7. Pavunraj M, Muthu C, Ignacimuthu S, Janarthanan S, Durairandiyani V, Raja N, Vimalraj S: Antifeedant activity of a novel 6-(4,7-hydroxy-heptyl) quinone® from the leaves of the milkweed *Pergularia daemia* on the cotton bollworm *Helicoverpa armigera* (Hub.) and the tobacco armyworm *Spodoptera litura* (Fab.). *Phytoparasitica* 2011, 39:145-150.
8. Pavela R: Antifeedant activity of plant extracts on *Leptinotarsa decemlineata* Say. and *Spodoptera littoralis* Bois. larvae. *Industrial Crops and Products* 2010, 32:213-219.

9. Duraipandiyan V, Ignacimuthu S, Paulraj MG: Antifeedant and larvacidal activities of rhein isolated from the flowers of *Cassia fistula* L. Saudi Journal of Biological Sciences 2011, 18:129-133.
10. Sreelatha T, Hymavathi A, Rao VRS, Devanand P, Rani PU, Rao JM, Babu KS: A new benzil derivative from *Derris scandens*: structure-insecticidal activity study. Bioorganic&Medicinal Chemistry Letters 2010, 20:549-553.
11. Leimu R: Variation in the Mating System of *Vincetoxicum hirundinaria* (Asclepiadaceae) in Peripherial Island Population. Annals of Botany 2004, 93:107-113.
12. DiTommaso A, Lawlor FM, Darbyshire SJ: The biology of invasive alien plants in Canada 2. *Cynanchum rossicum* (Kleopow) Borhidi [= *Vincetoxicum rossicum* (Kleopow) Barbar.] and *Cynanchum louseae* (L.) Kartesz&Gandhi [= *Vincetoxicum nigrum* (L.) Moench]. Canadian Journal of Plant Science 2004, 85:243-263.
13. Leimu R, Riipi M, Staerk D: Food preference and performance of the larvae of a specialist herbivore: variation among and within host-plant populations. Acta Oecologica 2005, 28:325-330.
14. Leimu R, Lehtila K: Effects of two types of herbivores on the population dynamics of a perennial herb. Basic and Applied Ecology 2006, 7:224-235.
15. Weed AS: Benefits of larval group feeding by *Chrysolina aurichalcea asclepiadis* on *Vincetoxicum*: improved host location or feeding facilitation. Entomologia Experimentalis et Applicata 2010, 137:220-228.
16. Weed AS, Gassmann A, Casagrande RA: Effects of leaf and root herbivory by potential insect biological control agents on the performance of invasive *Vincetoxicum spp.* Biological Control 2011, 56:50-58.
17. Mansoor A, Ibrahim MA, Zaidi MA, Ahmed M: Antiprotozoal activities of *Vincetoxicum stocksii* and *Carum copticum*. Bangladesh Journal of Pharmacology 2011, 6:51-54.
18. Baytop T: Türkiye’de Bitkiler ile Tedavi Geçmişte ve Bugün. İlaveli 2. Baskı, Nobel Tıp Kitap Evleri, İstanbul, Türkiye, 1984.
19. Lavault M, Richomme P, Bruneton J: Acetophenones and new pregnane glycosides from the roots of *Vincetoxicum hirundinaria*. Fitoterapia 1999, 70:216-220.
20. Coassini-Lokar L, Poldini L: Herbal remedies in the traditional medicine of the Venezia Giulia Region (North East Italy). Journal of Ethnopharmacology 1988, 22:231-278.
21. Lavault M, Richomme P, Bruneton J: New phenantroindolizidine N-oxides alkaloids isolated from *Vincetoxicum hirundinaria* Medic. Pharm Acta Helv 1994, 68:225-227.
22. Tuzlacı E, Doğan A: Turkish folk medicinal plants, IX: Ovacık (Tunceli). Marmara Pharmaceutical Journal 2010, 14:136-143.
23. Altundag E, Ozturk M: Ethnomedicinal studies on the plant resources of east Anatolia, Turkey. Procedia Social and Behavioral Sciences 2011, 19:756-777.
24. Mogg C, Petit P, Cappuccino N, Durst T, McKague C, Foster M, Yack JE, Arnason JT, Smith ML: Test of the antibiotic properties of the invasive vine *Vincetoxicum rossicum* against bacteria, fungi and insects. Biochemical systematics and ecology 2008, 36:383-391.
25. Shah AJ, Zaidi MA, Sajjad H, Gilani HAH: Antidiarrheal and antispasmodic activities of *Vincetoxicum stocksii* are mediated through calcium channel blockade. Bangladesh Journal of Pharmacology 2011, 6:46-50.
26. Engel N, Ali I, Adamus A, Frank M, Dad A, Ali S, Nebe B, Atif M, Ismail M, Langer P, Ahmad VU: Antitumor evaluation of two selected Pakistani plant extracts on human bone and breast cancer cell lines. BMC Complementary and Alternative Medicine 2016, 16:244-262.

27. Staerk D, Lykkeberg AL, Christensen J, Budnik BA, Abe F, Jaroszewski JW: In vitro cytotoxic activity of phenanthroindolizidine alkaloids from *Cynanchum vincetoxicum* and *Tylophora tanakae* against drug-sensitive and multidrug-resistant cancer cells. *J Nat Prod* 2002, 65:1299-1302.
28. Sliumpaite I, Murkovic M, Zeb A, Venskutonisa PR: Antioxidant properties and phenolic composition of swallow-wort (*Vincetoxicum lutea* L.) leaves. *Industrial Crops and Products* 2013, 45:74-82.
29. Nowak R, Kisiel W: Hancokinol from *Vincetoxicum officinale*. *Fitoterapia* 2000; 71:584-586.
30. Stærk D, Nezhad KB, Asili J, Emami SA, Ahi A, Sairafianpour M, Jaroszewski JW: Phenanthroindolizidine alkaloids from *Vincetoxicum pumilum*. *Biochemical Systematics and Ecology* 2005, 33:957-960.
31. Gibson DM, Krasnoff SB, Biazzo J, Milbrath L: Phytotoxicity of Antofine from invasive Swallow-Worts. *Journal of Chemical Ecology* 2011, 37:871-879.
32. Fehlhaber HW, Snatzke G, Toth L, Haznagy A, Makay ZS: Spektroskopische identifizierung von C/6 und C/7 in *Cynanchum vincetoxicum*. *Planta Medica* 1969, 17(1):40-41.
33. Lv H, Ren J, Ma S, Xu S, Qu J, Liu Z, Zhou Q, Chen X, Yu S: Synthesis, Biological Evaluation and Mechanism Studies of Deoxytylophorinine and Its Derivatives as Potential Anticancer Agents. *Plos one* 2012, 7(1):e30342.
34. Baumgartner B, Erdelmeier CAJ, Wright AD, Rali T, Sticher O: An antimicrobial alkaloid from *Ficus septica*. *Phytochemistry* 1990, 29:3327-3330.
35. Liu ZJ, Lv HN, Li HY, Zhang Y, Zhang HJ, Su FQ, Si YK, Yu SS, Chen XG: Anticancer effect and neurotoxicity of S-(1)-deoxytylophorinidine, a new phenanthroindolizidine alkaloid that interacts with nucleic acids. *Journal of Asian Natural Products Research* 2011, 13(5):400-408.
36. Ganguly T, Khar A: Induction of apoptosis in a human erythroleukemic cell line K562 by tylophora alkaloids involves release of cytochrome c and activation of caspase 3. *Phytomedicine* 2002, 9:288-295.
37. Yamashita S, Kurono N, Senboku H, Tokuda M, Orito K: Synthesis of phenanthro[9,10-*b*]indolizidin-9-ones, phenanthro[9,10-*b*]quinolizidin-9-one, and related benzolactams by Pd(OAc)₂-catalyzed direct aromatic carbonylation. *European Journal of Organic Chemistry* 2009, 8:1173-1180.
38. Venkatachalam SR, Badheka LP, Mulchandani NB: Synthesis of a fluoro sekophenanthroindolizidine analogue. *Journal of Fluorine Chemistry* 1989, 44:155-159.
39. Kathuria V, Kaushik N: Feeding inhibisyon of *Helicoverpa armigera* (Hübner) by *Eucalyptus camaldulensis* and *Tylophora indica* extracts. *Insect Science* 2005, 12:249-254.
40. Verma GS, Ramakrishnan V, Mulchandani NB, Chadha MS: Insect feeding deterrents from the medicinal plant *Tylophora asthmatica*. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 1986, 40:99-101.
41. An TY, Huang RQ, Yang Z, Zhang DK, Li GR, Yao YC, Gao J: Alkaloids from *Cynachum komarovii* with inhibitory activity against the tobacco mosaic virus. *Phytochemistry* 2001, 58:1267-1269.
42. Rao KN, Bhattacharya RK, Venkatachalam SR: Inhibition of thymidylate synthase and cell growth by the phenanthroindolizidine alkaloids pergularinine and tylophorinidine. *Chemico-Biological Interactions* 1997, 106:201-212.
43. Yamashiro T, Yamashiro A, Yokoyama J, Maki M: Morphological aspects and phylogenetic analyses of pollination systems in the *Tylophora-Vincetoxicum* complex (Apocynaceae-Asclepiadoideae) in Japan. *Biological Journal of the Linnean Society* 2008, 93:325-341.
44. Mahmood T, Tariq A, Nazar N, Abbasi BH, Naqvi SMS: Comparative assessment of genetic variability in *Cryptolepis buchananii*, *Tylophora hirsuta* and *Wattakaka volubilis*. *Pakistan Journal of Botany* 2011, 43(5):2295-2300.

45. Heywood VH, Brummitt RK, Culham A, Seberg O: Flowering plant families of the world. Firefly Books, Oxford University Press, New York, ABD. 2007:38-40.
46. Liede S: *Cynanchum-Rhodostegiella-Vincetoxicum-Tylophora* (Asclepiadaceae): new considerations on an old problem. *Taxon* 1996, 45:193-211.
47. Browicz K: *Vincetoxicum* N.M. Wolf. In: Davis P.H., ed. Flora of Turkey and the East Aegean Islands. Vol 6, Edinburgh University Press, 6, Edinburgh, UK. 1978: 163-173.
48. Morisawa T: Weed Notes: *Vincetoxicum nigrum* (L.) Moench. The Nature Conservancy Wildland Weeds Management and Research. Available from: <http://tncweeds.ucdavis.edu>, 1999. (Erişim tarihi: 10.11.2011) [website]
49. Averill KM, DiTommaso A, Mohler CL, Milbrath LR: Establishment of the invasive perennial *Vincetoxicum rossicum* across a disturbance gradient in New York State, USA. *Plant Ecology* 2010, 211:65-77.
50. Cappuccino N: Allee effect in an invasive alien plant, pale swallow-wort *Vincetoxicum rossicum* (Asclepiadaceae). *Oikos* 2004, 106:3-8.
51. Blanchard ML, Barney JN, Averill KM, Mohler CL, DiTommaso A: Does polyembryony confer a competitive advantage to the invasive perennial vine *Vincetoxicum rossicum* (Apocynaceae)? *American Journal of Botany* 2010, 97(2):251-260.
52. Sheeley SE, Raynal DJ: The distribution and status of species of *Vincetoxicum* in eastern North America. *Bulletin of the Torrey Botanical Club* 1996, 123(2):148-156.
53. Muola A, Mutikainen P, Laukkanen L, Lilley M, Leimu R: Genetic variation in herbivore resistance and tolerance: the role of plant life-history stage and type of damage. *European Society for Evolutionary Biology* 2010, 23:2185-2196.
54. Mattila HR, Otis GW: A comparison of the host preference of monarch butterflies (*Danaus plexippus*) for milkweed (*Asclepias syriaca*) over dog-strangler vine (*Vincetoxicum rossicum*). *Entomologia Experimentalis et Applicata* 2003, 107:193-199.
55. Yamashiro T, Yamashiro A, Inoue M, Maki M: Genetic diversity and divergence in populations of the threatened grassland perennial *Vincetoxicum atratum* (Apocynaceae-Asclepiadoideae) in Japan. *Journal of Heredity* 2016, 455-462.
56. Tewksbury L, Casagrande R, Gassmann A: Section III: Weeds of Prairies and Grasslands-Swallow worts. In: Van Driesche R, Lyon S, Blossey B, Hoddle M, Reardon R. *Biological Control of Invasive Plants in the Eastern United States*, FHTET-2002-04 Ed. Morgantown: United States Department of Agriculture Forest Service Publication, 2002:209-216.
57. Liede S, Khanum R, Mumtaz AS, Gherghel I, Pahlevani A: Going west - A subtropical lineage (*Vincetoxicum*, Apocynaceae: Asclepiadoideae) expanding into Europe. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 2016, 94:436-446.
58. Leimu R, Syrjanen K: Effects of population size, seed predation and plant size on male and female reproductive success in *Vincetoxicum hirundinaria* (Asclepiadaceae). *Oikos* 2002, 98:229-238.
59. Kalske A, Muola A, Mutikainen P, Leimu R: Preference for outbred host plants and positive effects of inbreeding on egg survival in a specialist herbivore. *Proceedings of the Royal Society B* 2014, 281:20141421.
60. Agren J, Ehrlen J, Solbreck C: Spatio-temporal variation in fruit production and seed predation in a perennial herb influenced by habitat quality and population size. *Journal of Ecology* 2008, 96:334-345.
61. Kalske A, Mutikainen P, Muola A, Scheepens JF, Laukkanen L, Salminen J, Leimu R: Simultaneous inbreeding modifies inbreeding depression in a plant-herbivore interaction. *Ecology Letters* 2014, 17:229-238.

62. Day NJ, Antunes PM, Dunfield KE: Changes in arbuscular mycorrhizal fungal communities during invasion by an exotic invasive plant. *Acta Oecologica* 2015, 67:66-74.
63. Gibson DM, Vaughan RH, Milbrath LR: Invasive Swallow-worts: An Allelopathic Role for (-) Antofine Remains Unclear. *Journal of Chemical Ecology* 2015, 41:202-211.
64. Day NJ, Dunfield KE, Antunes PM: Temporal dynamics of plant–soil feedback and root-associated fungal communities over 100 years of invasion by a non-native plant. *Journal of Ecology* 2015, 103:1557-1569.
65. Sanderson LA, Day NJ, Antunes PM: Edaphic factors and feedback do not limit range expansion of an exotic invasive plant. *Plant Ecology* 2015, 216:133-141.
66. Bongard CL, Garthika-Navaranjan G, Yan W, Fulthorpe RR: Fungal colonization of the invasive vine *Vincetoxicum rossicum* and native plants. *Plant Ecology and Evolution* 2013, 146 (1):45-52.
67. Available from: <http://www.tubives.com/index.php?sayfa=karsilastir> (Erişim tarihi 30.05.2017) [Website]
68. İlçim A, Güzel Özey S, Kökdil G: Exomorphic Seed Characters and Anatomy of Leaf and Stem of Some *Vincetoxicum* (Asclepiadaceae/Apocynaceae) Species From Turkey. *Journal of Faculty of Pharmacy of Ankara University* 2010, 39(1):1-16.
69. Güven S, Makbul S, Çoşkunçelebi K, Pınar NM: Pollinarium morphology of *Vincetoxicum* (Apocynaceae: Asclepiadoideae) in Turkey. *Phytotaxa* 2015, 230 (1):22-38.
70. Gibson DM, Castrillo LA, Donzelli BGG, Milbrath LR: First report of blight caused by *Sclerotium rolfsii* on the invasive exotic weed, *Vincetoxicum rossicum* (Pale swallow-wort), in Western New York. *Disease Notes* 2012, 96(3):456.
71. Milbrath LR, Biazzo J: Impact of the defoliating moth *Hypena opulenta* on invasive swallow-worts (*Vincetoxicum* species) under different light environments. *Biol Control* 2016, 97:1-12.
72. Van Driesche RG, Carruthers RI, Center T, Hoddle MS, Hough-Goldstein J, Morin L, Smith L, Wagner DL, Blossey B, Brancatini V, Casagrande R, Causton CE, Coetzee JA, Cuda J, Ding J, Fowler SV, Frank JH, Fuester R, Goolsby J, Grodowitz M, Heard TA, Hill MP, Hoffmann JH, Huber J, Julien M, Kairo MTK, Kenis M, Mason P, Medal J, Messing R, Miller R, Moore A, Neuenschwander P, Newman R, Norambuena H, Palmer WA, Pemberton R, Perez Panduro A, Pratt PD, Rayamajhi M, Salom S, Sands D, Schooler S, Schwarzländer M, Sheppard A, Shaw R, Tipping PW, Van Klinken RD: Classical biological control for the protection of natural ecosystems. *Biological Control* 2010, 54:2-33.
73. Gerber E, Krebs C, Murrell C, Moretti M, Rocklin R, Schaffner U: Exotic invasive knotweeds (*Fallopia spp.*) negatively affect native plant and invertebrate assemblages in European riparian habitats. *Biological Conservation* 2008, 141:646-654.
74. Maguire D, Sforza R, Smith SM: Impact of herbivory on performance of *Vincetoxicum* spp., invasive weeds in North America. *Biological Invasions* 2011, 13:1229-1240.
75. Kalske A, Leimu R, Scheepens JF, Mutikainen P: Spatiotemporal variation in local adaptation of a specialist insect herbivore to its long-lived host plant. *Evolution* 2016, 70(9):2110-2122.
76. Laukkanen L, Leimu R, Muola A, Lilley M, Salminen JP, Mutikainen P: Plant chemistry and local adaptation of a specialized folivore. *Plos one* 2012, 7(5):1-8.
77. Leroux AM, Gassmann A, Holliday NJ: Effects of temperature on pupal and egg development of *Euphranta connexa*, a candidate biological control agent for invasive swallow-worts in North America. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 2016, 159:17-29.
78. Bienkowski AO, Orlova-Bienkowskaja MJ: Trophic Specialization of Leaf Beetles (Coleoptera, Chrysomelidae) in the Volga Upland. *Biology Bulletin* 2015, 42 (10):863-869.

79. Laukkanen L, Leimu R, Muola A, Lilley M, Mutkainen P: Genetic factors affecting food-plant specialization of an oligophagous seed predator. *Journal of Evolutionary Biology* 2013, 26:141-149.
80. Burdfield-Steel ER, Dougherty LR, Smith LA, Collins LA, Shuker DM: Variation in social and sexual behaviour in four species of aposematic seed bugs (Hemiptera: Lygaeidae): The role of toxic and non-toxic food. *Behavioural Processes* 2013, 99:52-61.
81. Tullberg BS, Stille GG, Solbreck C: Effects of food plant and group size on predator defence: differences between two co-occurring aposematic Lygaeinae bugs. *Ecological Entomology* 2000, 25:220-225.
82. Weed AS, Casagrande RA: Evaluation of host range and larval feeding impact of *Chrysolina aurichalcea asclepiadis* (Villa): considerations for biological control of *Vincetoxicum* in North America. *Entomological Society of America* 2011, 40(6):1427-1436.
83. Hazlehurst AF, Weed AS, Tewksbury L, Casagrande RA: Host specificity of *Hypena opulenta*: a potential biological control agent of *Vincetoxicum* in North America. *Entomological Society of America* 2012, 41(4):841-848.
84. Milbrath LR, Biazzo J: Development and reproduction of the foxglove aphid (Hemiptera: Aphididae) on invasive swallow-worts (*Vincetoxicum* spp.). *Entomological Society of America* 2012, 41(3):665-668.
85. DeJonge RB, Bouchier RS, Smith SM: Initial response by a native beetle, *Chrysochus auratus* (Coleoptera: Chrysomelidae), to a novel introduced host-plant, *Vincetoxicum rossicum* (Gentianales: Apocynaceae). *Environmental Entomology* 2017, 46 (3):617-625.
86. Zoubiri S, Baaliouamer A: Potentiality of plants as source of insecticide principles. *Journal of Saudi Chemical Society* 2014, 18(6):925-938.
87. Lingathurai S, Vendan SE, Paulraj MG, Ignacimuthu S: Antifeedant and larvacidal activities of *Acalypha fruticosa* Forssk. (Euphorbiaceae) against *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Yponomeutidae) larvae. *Journal of King Saud University(Science)*, 2011, 23:11-16.
88. Shi M, Zhu N, Yi Y, Chen X: Four serine protease cDNAs from the midgut of *Plutella xylostella* and their proteinase activity are influenced by the endoparasitoid, *Cotesia vestalis*. *Archives of Insect Biochemistry and Physiology* 2013, 83 (2):101-114.
89. Zhang J, Liu CC, Yan SW, Liu Y, Guo MB, Dong SL, Wang GR: An odorant receptor from the common cutworm (*Spodoptera litura*) exclusively tuned to the important plant volatile cis-3-Hexenyl acetate. *Insect Molecular Biology* 2013, 22(4):424-432.
90. Pavela R, Vrchotova N: Insecticidal effect of feranocoumarins from fruits of *Angelica archangelica* L. against larvae *Spodoptera littoralis* Boisd. *Industrial Crops and Products* 2013, 43:33-39.
91. Heng Z, Xue-Feng L, Cheng-Ju W, Li-Hong Q: Advances in the researches on control and insecticide resistance in *Leptinotarsa decemlineata*. *Chinese Bulletin of Entomology* 2007, 44(4):496-500.
92. Keszthelyi S, Nowinszky L, Puskás J: The growing abundance of *Helicoverpa armigera* in Hungary and its areal shift estimation. *Central European Journal of Biology* 2013, 8(8):756-764.
93. Konus M, Koy C, Mikkat S, Kreutzer M, Zimmermann R, Iscan M, Glocker MO: Molecular adaptations of *Helicoverpa armigera* midgut tissue under pyrethroid insecticide stress characterized by differential proteome analysis and enzyme activity assays. *Comparative Biochemistry and Physiology, Part D* 2013, 8:152-162.
94. Hivrale VK, Lomate PR, Basaiyye SS, Kavle ND: Compensatory proteolytic responses to dietary proteinase inhibitors from *Albizia lebbek* seeds in the *Helicoverpa armigera* larvae. *Arthropod-Plant Interactions* 2013, 7:259-266.

95. Caballero C, Castanera P, Ortego F, Fontana G, Pierro P, Savona G, Rodriguez B: Effects of ajugarins and related neoclerodane diterpenoids on feeding behaviour of *Leptinotarsa decemlineata* and *Spodoptera exigua* larvae. *Phytochemistry* 2001, 58:249-256.
96. Kordali S, Kesdek M, Cakir A: Toxicity of monoterpenes against larvae and adults of Colorado potato beetle, *Leptinotarsa decemlineata* Say (Coleoptera: Chrysomelidae). *Industrial Crops and Products* 2007, 26:278-297.
97. Prota N, Mumm R, Bouwmeester KJ, Jongsma MA: Comparison of the chemical composition of three species of smartweed (genus *Persicaria*) with a focus on drimane sesquiterpenoids. *Phytochemistry* 2014, 108:129-136.
98. Pavela P: Antifeedant and larvicidal effects of some phenolic components of essential oils lasp lines of introduction against *Spodoptera littoralis* (Boisd.). *Journal of Essential Oil Bearing Plants* 2011, 14(3):266-273.
99. Ballesta-Acosta MC, Pascual-Villalobos MJ, Rodriguez B: The antifeedant activity of natural plant products towards the larvae of *Spodoptera littoralis*. *Spanish Journal of Agricultural Research* 2008, 6(1):85-91.
100. Pavela R: Efficacy of naphthoquinones as insecticides against the house fly, *Musca domestica* L. *Industrial Crops and Products* 2013, 43:745-750.
101. Usha Rani P, Pratyusha S: Role of castor plant phenolics on performance of its two herbivores and their impact on egg parasitoid behaviour. *Biological Control* 2014, 59:513-524.
102. Soule S, Güntner C, Vazquez A, Argandona VH, Ferreira F, Moyna P: Effect of *Solanum* Glycosides on the aphid *Schizaphis graminum*. *Journal of Chemical Ecology* 1999, 25(2):369-374.
103. Pavela R, Sajfirtova M, Sovova H, Barnet M, Karban J: The insecticidal activity of *Tanacetum parthenium* (L.) Schultz Bip. extracts obtained by supercritical fluid extraction and hydrodistillation. *Industrial Crops and Products* 2010, 31:449-454
104. Güzel Özey S: PhD Thesis. Bazı *Vincetoxicum* N.M. Wolf (*Asclepiadaceae*) türleri üzerinde farmakognozik araştırmalar. Mersin Üniversitesi, Eczacılık Fakültesi, Yenişehir, Mersin, Türkiye, 2013.
105. Guzel S, Pavela R, Kokdil G: Phytochemistry and antifeedant activity of root extracts from some *Vincetoxicum* taxa against *Leptinotarsa decemlineata* and *Spodoptera littoralis*. *Journal of Biopesticides* 2015, 8(2):128-140.
106. Guzel S, Pavela R, Kokdil G: Evaluation of antifungal effect of different polarity extracts from five *Vincetoxicum* Taxa against *Aspergillus fumigatus*. *International Anatolia Academic Online Journal, Health Science* 2015, 3(2):1-9.