

VARROA MÜCADELESİNDE SENTETİK VE ORGANİK AKARİSİTLERİN KULLANIM OLANAKLARI

The Usage Possibilities of Synthetic and Organic Acaricides for *Varroa* Control

Mert DEMİREL,¹ Gizem KESKİN², Nabi Alper KUMRAL^{3*}

¹Bursa Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma ABD., Bursa, TÜRKİYE, mertdemirel95@hotmail.com, ORCID No: 0000-0002-7452-30531

²Bursa Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma ABD., Bursa, TÜRKİYE, gizemkeskinn94@gmail.com, ORCID No: 0000-0001-8564-5438

³Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Bursa, TÜRKİYE, Yazışma Yazarı / Corresponding Author: akumral@uludag.edu.tr, ORCID No: 0000-0001-9442-483X

Geliş tarihi / Received:05.11.2018 Kabul Tarihi / Accepted: 02.01.2019 DOI:https://doi.org/10.31467/uluaricilik.568321

ÖZ

Bal arılarının en önemli paraziti olan *Varroa* spp., bal arıların hemolenfini emerek koloninin zayıflamasına, ilerli aşamalarda ise diğer hastalıklara karşı daha duyarlı hale gelmesine ve koloninin sönmesine sebep olmaktadır. Bu zararlı ile mücadele de birçok ruhsatlı kimyasal preparat *Varroa* mücadelesinde etkili olmakta, ancak aynı etken maddenin yoğun kullanılması parazitin bu kimyasallara karşı bağışıklık kazanmasına neden olmaktadır. Bu kimyasalların bilinçsiz kullanımı arıların sağlıklarını tehdit ettiği gibi arı ürünlerinde kalıntı bırakarak insan sağlığını da tehlikeye sokmaktadır. Son yıllarda araştırmalar, doğada kolay parçalanan doğal bileşikler oldukları için ve kimyasal kalıntı bırakmaması ve bağışıklık oluşturmaması gibi özelliklerinden dolayı bitkisel orjinal preparatlara odaklanmıştır. Bazı esansiyel yağ asitleri ile *Varroa* mücadelesinde başlıca thymol, oksalik asit ve kekik [(*Thymus caucasicus*) (Lamiaceae)] yağı olmakla beraber çördük [(*Hyssopus officinalis* L.) (Lamiaceae)] otu yağı, laktik asit, kostik asit, karanfil [(*Syzygium aromaticum* L. (Myrtaceae)] yağı, okaliptüs [(*Eucalyptus globulus*) (Myrtaceae)] yağı ve nane [(*Mentha piperita*) (Lamiaceae)] özütü gibi hem sadece özüt hemde bunların karışımı ile yapılan preparatlar kullanılmakta ve başarılı sonuçlar alınmaktadır. Bu derleme çalışmasında hem sentetik kimyasalların etkinliği ve bazı olumsuz etkilerinden bahsedilirken, aynı zamanda bu organik etken maddelerin *Varroa* ve bal arıları üzerindeki kullanım olanaklarına da değinilecektir.

Anahtar Kelimeler: *Varroa*, Sentetik Akarisitler, Bitkisel Akarisitler, Mücadele, Bal arısı

ABSTRACT

The most important parasites of honeybees, *Varroa* spp., causes a rapid decrease in honey yield of colonies, weaken colony individuals, and causes bees to be more sensitive to other diseases in advanced stages of infection. To control this pest, many registered chemical formulations are effective, but the intensive use of the same active substance can cause resistance to develop to these chemicals. The prophylactic use of these chemicals threatens the health of the bees as well as human health due to residue build-up in bee products. In recent years, research has focused on the use of botanical origin acaricides, because these are easily degraded and are considered to be natural substances that do not lead to chemical residue build-up in hives. In addition, there is less risk of pesticide resistance developing with the use of more natural alternatives. Some of the essential oil acids used for *Varroa* control are mainly thymol, oxalic acid, and thyme oil [(*Thymus caucasicus*)

DERLEME MAKALESİ / REVIEW ARTICLE

(Lamiaceae)], hyssop oil [(*Hyssopus officinalis* L.) (Lamiaceae)], lactic acid, caustic acid, clove oil [(*Syzygium aromaticum* L. (Myrtaceae)], eucalyptus oil [(*Eucalyptus globulus*) (Myrtaceae)] and mint [(*Mentha piperita*) (Lamiaceae)] extracts. Both extracts and mixtures of these have been used yielding successful results. In this review, we evaluate the effectiveness on *Varroa* control using synthetic chemicals and compare their control problems with alternative treatment methods. In addition, the possibilities of using botanical and organic substances to control *Varroa* mites as an alternative to improve honey bee health will also be discussed.

Key Words: *Varroa*, Synthetic Acaricides, Botanical Acaricides, Control, Bee

EXTENDED ABSTRACT

Introduction: Currently, many diseases and parasites threaten honey bee health. These include bacterial, viral and fungal pathogens, but the most important and damaging parasite is the *Varroa* mite. These mite parasites suck the hemolymph of the bees and weaken the colony. They can cause the colony to collapse within a few years if the mite is not controlled. Using a sampling study in Turkey, we determined that the species of mite present is *V. destructor*. *Varroa* populations have spread from Bulgaria to the Thrace region of Turkey in 1976 and infested the hives of Anatolian beekeepers who want to produce honey using sunflowers as a nectar source, from this point they then continued to spread all over the country. After the first infestation was detected, 600,000 colonies died in Turkey.

Methods and Results: For the control of the devastating mites, registered synthetic chemicals are used intensively. Currently, in Turkey there are licensed acaricides which contain the following active substances: amitraz, coumaphos, flumethrin and tau-fluvalinate. In 1987, the effectiveness of amitraz against *Varroa* was found to be 95%. Another licensed active substance is Coumaphos. In a study, in Bursa, against *V. destructor* in 2007, coumaphos effectiveness was found to be 90%. Another acaricide is flumethrin. In a study conducted in Slovenia, in 1991, the efficacy of flumethrin against *V. jacobsoni* was over 95%. The other registered acaricides in Turkey contains tau-fluvalinate as an active substance. In a study conducted in North America, in 1998, tau-fluvalinate was tested against *V. jacobsoni* and it was found to have a success of 89% effectiveness, but after some time, its effectiveness decreased due to increased resistance to tau-fluvalinate in many of the bee populations. As you can see from this example, the frequent use of these chemicals pose a risk of resistance increasing and the treatment then becoming ineffective in killing the *Varroa* mites.

With the well-known negative effects of chemicals and the growth of the organic agriculture movement, essential oil acids have been increasingly used as alternative to general synthetic acaricides. Although these oil acids mainly consist of thymol, oxalic acid, and oregano oil, both extracts and a mixture of them are used. Some of the common treatments include: hyssop oil, lactic acid, caustic acid, clove oil, eucalyptus oil, and mint extract. For example, in Spain, oxalic acid was applied to *V. jacobsoni* infested hives and the efficacy was found to be 94% in autumn and 73% in spring. On the other hand, in Iran, oregano and garden mint extracts were found to be 95% effective against *Varroa*. In a study conducted in the Netherlands in 2006, the efficacy of oxalic acid and formic acid was 97% and 96%, respectively. Furthermore, the use of clove oil against *V. destructor* in China has shown that it causes negative effects on the metabolism of mites.

Conclusion: In conclusion, synthetic chemicals have significant disadvantages due to their negative effects on honey bees and non-target organisms. Moreover, the effectiveness of the synthetic treatments do not last because of resistance build-up in a short amount of time. On the other hand, it was shown in this review that some of the botanical alternative treatment methods were easily used in practice and their effectiveness was very high. Nowadays, there have been only a few organic acaricides (e.g. formic acid, thymol and thymol + peppermint oil) that have been licensed in Turkey. Moreover, based on the literature review of this paper, some of these organic substances such as oxalic acid, oregano, mint, hyssop oil or mixtures thereof, appear to be very effective in controlling *Varroa* mite populations. Therefore, these organic and herbal extracts deserve further attention as they can be developed and used for widespread *Varroa* control in the future. Consequently, these findings in this review are of great importance to both beekeepers and experts in the area of improving honey bee health.

GİRİŞ

Kültür bitkilerinin döllenmesinde olduğu kadar ekolojik dengenin korunmasında ve insan beslenmesindeki önemli rolü nedeniyle bal arıları insanlar için vazgeçilmez sosyal böceklerdir (Akyol ve Korkmaz, 2005). Ülkemizde bal, propolis, polen, arı sütü, bal mumu gibi arı ürünlerinden yüksek miktarda gelir (7.9 milyon adet kovanda 106 bin ton bal ve 4488 ton balmumu üretimi) elde edilmekte ve birçok aile geçimini bu ürünlerden sağlamaktadır (Anonim, 2018a). Ülkemiz %6.85'lik bal üretim miktarı ile dünyanın 2. büyük üreticisi durumundadır (Anonim, 2018b).

Anıların faaliyetlerini etkin bir şekilde gerçekleştirebilmelerini sınırlayan faktörlerden birisi de kolonilerin sağlık problemleridir. Tüm canlılarda olduğu gibi arılarda da birçok hastalık ve parazit, arıların yaşamlarını tehdit etmektedir. Hastalık etmenleri bakteriyel [*Paenibacillus larvae larvae* (Amerikan Yavru Çürüklüğü), *Melissococcus pluton* (Avrupa Yavru Çürüklüğü), *Pseudomonas apisepitica* (Septisemi Hastalığı)], viral [IAPV (İsrail Akut Arı Felç Virüsü), CBPV (Kronik Arı Paraliz Virüsü), ABPV (Akut Arı Paraliz Virüsü), DWV (Deforme Kanat Virüsü), BQCV (Siyah Kraliçe Hücre Virüsü), KBV (Kaşmir Arı Virüsü), Sacbrood (Torba Çürüklüğü)] ve fungal [*Ascospaera apis* (Kireç Hastalığı), *Aspergillus flavus* (Taş Hastalığı)], *Nosema apis* ve *N. cerenae* (Nosemosis)] kökenlidir (Uygur ve Girişgin, 2008; Özüoğlu ve Aydın, 2018). Dünya genelinde bal arılarının en önemli arthropod parazitleri *Varroa destructor* (Anderson & Trueman) ve *V. jacobsoni* (Oudemans) (Acarı: Varroidae) olup, bu türler arıların hemolenfini emerek beslenmekte, kolonilerin zayıflamasına ve ağır kayıplara neden olmasına hatta önlem alınmadığı takdirde ise koloninin birkaç yıl içinde çökmesine neden olmaktadır (Sırrı v.d., 2006). Bu parazit akar, dünyada ilk kez 1904 yılında Endonezya'nın Java adasında Hint arısı [*Apis indica* F. (Hymenoptera: Apidae)]'nın larva gözlerinde tespit edilmiş ve Oudemans tarafından 1904 yılında *V. jacobsoni* olarak tanımlanmıştır. Uzakdoğu ve Rusya'da 1952 yılında bu yabancı arıda bulunan parazit akar, 1960 yılında Çin'in güneyinde bal arısı *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae)'da görülmüştür (Zhang, 2000; Goodwin ve Eaton, 2001; Sanford, 2001). Gezgin arıcılık, koloniden kaçan bireyler, koloni ve arı satışları gibi yollarla zararlı Filipinler, Hong Kong, Rusya ve Japonya'ya kadar yayılım göstermiştir. Daha sonra Japonya'dan Paraguay'a ithal edilen bulaşık kovanlarla taşındığı ve Güney Amerika'ya

bulaştığı belirlenmiştir. Kafkasya'dan Avrupa ülkelerine 1970'li yıllarda yayılmış, buradan da daha sonra Ortadoğu ülkelerine bulaşmıştır (Anonim, 2001). Bu parazit akar, Türkiye'ye 1976 yılında Bulgaristan üzerinden Trakya bölgesine, oradan da ayçiçeğinde bal üretmek için bölgeye giden Anadolu'daki arıcıların kovanlarına bulaşmış ve bu şekilde Anadolu'ya taşınmıştır. Parazit, Ege Bölgesine 1977-78 yıllarında çam balı üretmek için gelen gezgin arıcılar tarafından özellikle Muğla iline bulaştırılmıştır. Gezgin arıcılık sayesinde 4-5 yıl gibi çok kısa bir süre içerisinde parazit tüm ülkeye yayılmıştır. Parazit ülkemizde ilk bulaşmaya başladığında çok büyük zarar oluşturarak, yaklaşık 600 bin koloninin sönmeye ve 7000-7500 ton arı ürünlerinin kaybına neden olmuştur (Akyol v.d., 1997; Anonim, 2001). Türkiye'de yapılan kapsamlı bir *Varroa* örnekleme çalışmasıyla ülkemizdeki türün *V. destructor* olduğu belirlenmiştir (Aydın v.d., 2007). Parazit akar, ergin arılarda stres, verim düşüklüğü, ömür kısalığı, kraliçe arıda yumurtlamada düşüş, larvalarda kanın emilmesi sonucu kanatsız-bacaksız ergin arılar ve ölüm meydana getirmekte, ayrıca çeşitli bakteriyel ve viral hastalıkları taşıyarak ikincil enfeksiyonlara [Deforme kanat virüsü (DMV), Siyah kraliçe hücre virüsü (BQCV), Kaşmir Arı Virüsü (KBV), İsrail Akut Arı Felç Virüsü (IAPV), Sacbrood Torba Çürüklüğü (SBV)] sebep olmaktadır (Kumova, 2004; Locke ve ark., 2017; Albayrak ve Özcan, 2011).

Bu parazit akarla mücadelede ağırlıklı olarak ruhsatlı kimyasal ilaçlar kullanılmaktadır (Rinkevich v.d., 2017). Ancak bu ruhsatlı preparatların çeşitli olumsuz etkileri ortaya konmuştur. Ayrıca, organik tarımın her geçen gün yaygınlaşması, yeni mücadele yöntemlerine bizi yönlendirmektedir. Uzun yıllardan beri kullanılan kimyasal mücadele yöntemleri kapalı petek gözleri içerisinde larva hemolenfi ile beslenerek çoğalan ve gelişen parazitin etkisini tam olarak azaltmadığı gibi bilinçsizce ve usulüne aykırı kullanılan kimyasallar bal ve balmumunda kalıntı bırakarak insan sağlığını tehdit etmektedir. Diğer taraftan, parazit de tekrar tekrar kullanılan kimyasallara bağımsızlık kazanmakta ve sürekli yeni kimyasallar kullanma zorunluluğu ortaya çıkmaktadır (Akyol v.d., 2006; Whalon v.d. 2018). Kimyasal mücadele dışında hastalığın yayılmasına karşı zararlı ile bulaşık yerden kontrolsüz arı satın almamak gibi kültürel önlemlerde yetersiz kalmaktadır (Anonim, 2003). Son yıllarda doğada kolay parçalanması, hedef dışı

DERLEME MAKALESİ / REVIEW ARTICLE

organizmalara yan etkilerinin az olması, kimyasal kalıntı bırakmaması, bağımsızlık oluşmaması gibi özelliklerinden dolayı biyolojik ve biyoteknolojik mücadele yöntemleri üzerinde durulmaktadır (Akyol ve Özkök, 2005). Dolayısıyla, sentetik kimyasallara alternatif olarak son yıllarda geliştirilen bitkisel orjinli ekstratların etkinliği üzerinde çalışmalar hız kazanmıştır. An ürünlerinde kalıntı problemine karşı organik asitler (formik, laktik, oksalik asit) ile birlikte özellikle thymol içeren kokulu yağlar ve bitki kullanımı gündeme gelmiştir (Çakmak v.d., 2002; Aydın v.d., 2003; Kumova, 2004; Çakmak v.d., 2006). Bu derleme makalede, ülkemizde ve dünyada laboratuvar ve saha çalışmalarıyla *varroa* türlerine karşı etkinlikleri belirlenen kimyasal ve doğal bileşikler hakkında yapılan çalışmalar üzerinde durulacaktır.

VARROA MÜCADELESİNDE KİMYASAL YÖNTEMLER

Sentetik Pestisitler

Günümüzde *varroa* kontrolünde en çok sentetik kimyasallar kullanılmakta olup, çoğu zaman yüksek miktarda başarı sağlamaktadır (Rinkevich v.d., 2017). Günümüzde halen yoğun olarak kullanılan kimyasalların sık kullanılması, parazitin bağımsızlık kazanması ve arı ürünlerinde birikerek insan sağlığını tehdit etmesi nedeniyle risk oluşturmaktadır (Ritter, 1981; de Jong v.d., 1982; Peroutka, 1983; Milani ve Barbattini, 1989; Chiesa ve D'Agaro, 1991; Kaftanoğlu v.d., 1995a,b; Akyol v.d., 1998). Türkiye'de ve dünyada *varroa* mücadelesinde kullanılan birçok ruhsatlı sentetik preparat bulunmakta ve ülkemizdeki bu ruhsatlı sentetik ilaçların aktif maddeleri ise tau-fluvalinate, flumetrin, coumaphos ve amitraz'dır (Anonim, 2018c).

Amitraz

Geniş spektrumlu insektisit ve akarisit olan amitrazın etki mekanizması ise octopamine reseptör agonistidir (Anonim, 2018d). Ülkemizde ruhsatlı amitraz etken maddeli 500gr aktif madde içeren plastik şerit, 500gr aktif madde içeren ahşap şerit, 265gr aktif madde içeren rulo şerit, 400 gr ve 20.5 gr aktif madde içeren tütsü kağıdı farmakolojik şekilde toplam 5 farklı preparatlar bulunmaktadır (Anonim, 2018c). Bu ürünlerden 500 gr amitraz içeren plastik şerit preparatını uygularken 5 çerçeveye kadar 1 şerit, 5 çerçeveden kuvvetli kolonilerde ise 2 şerit olarak kullanılmaktadır.

Amitraz miktarı 265 gr içeren rulo şerit preparatında, bir tütsü kartonunun körükte yakılmasıyla, 15 kovana 7-8 körükleme şeklinde eşit verilmektedir. Amitraz miktarı 20.5 gr olan tütsü kağıdı preparatı uygulamasında ise 1 tütsü kartonunun kovan içinde veya polen çekmecesinde yakılmasıyla olmaktadır. Kovan uçuş deliği kapatılmaz ve 4 gün ara ile 3 uygulama yapılır. Bu amitraz etken maddeli ticari preparatlar bal hasadından sonra büyük bal akımı döneminden 1 ay öncesine kadar ve arıların salgında olmadığı olan dönemde kullanılmaktadır (Anonim, 2018e; Anonim, 2018f; Anonim, 2018g). Amitraz ülkemizde olduğu gibi dünyanın çeşitli ülkelerinde de *varroa* mücadelesinde kullanılmaktadır. Kimyasalın etkinliğinin belirlendiği bazı bilimsel çalışmalar aşağıda verilmiştir.

Güney Vietnam'da *V. jacobsoni* ile bulaşık olan bal arısı (*A. mellifera*) kolonilerine amitraz ile uygulama yapılmış ve bu kimyasalın etkinliğinin %95 olduğu bulunmuştur (Woyke, 1987). Elzen v.d., (1999), Kuzey Amerika'da 1998'in sonlarında fluvalinate dirençli *V. jacobsoni*'ye karşı amitraz uygulandığında %75 oranında popülasyonu düşürdüğünü kaydetmişlerdir. Avrupa ülkelerinde *V. jacobsoni*'ye karşı yapılan etkinlik çalışmalarında ortalama medyan ölüm zamanı (LT₅₀) Fransa'nın üç bölgesinden toplanan akar popülasyonlarında 57.6±3.5, 45.5±3.8 ve 37.8±3.8 dak. olarak bulunmuştur. 1995 yılında yapılan aynı araştırmayla karşılaştırıldığında (24.9±1.9 dakika) yıllar içinde görülen bu farklılık amitrazın etkinliğinin azaldığını düşündürmüştür (Mathieu ve Faucon, 2000). İtalya'nın Kuzey Sardinya bölgesinde yapılan bir arazi denemesinde amitraz etkinliği araştırılmış ve bu kimyasalın etkinliği %83.8 olarak saptanmıştır (Floris v.d., 2001). Slovenya'da 2007 ve 2008 yılları arasında bal arılarında görülen *V. destructor*'a karşı amitraz etken maddesi ile denemeler yapılmıştır. Dört ardışık amitraz tütsü uygulamasında, nihai akar sayılarında ortalama %94'lük bir azalma meydana getirdiği kaydedilmiştir (Škerl v.d., 2011). Polonya'da 2011 ve 2012 yıllarında yapılan saha çalışmalarında, bal arısı kolonilerinde *V. destructor* mücadelesi için amitrazın etkinliği değerlendirilmiştir. Amitrazın ortalama etkinliği 6 ve 8 haftalık çalışmadan sonra sırasıyla, %91 ve %95 bulunmuştur (Semkiw v.d., 2013).

Coumaphos

Coumaphos organik fosforlu bir insektisit ve akarisit olup 1B grubuna alt asetilkolinesteraz inhibitörüdür (Anonim, 2018c). Ülkemizde ruhsatlı 400 mg

coumaphos içeren tablet farmakolojik şekline sahip preparatın uygulaması ise 5 çerçeveye kadar yarım tablet, 5 ile 10 çerçeve arası 1 tablet şeklinde olmaktadır. Bu preparat büyük bal akım döneminden 1.5 ay öncesine kadar ve bal hasadı sonrasında her dönem kullanılmaktadır (Anonim, 2018g). Bu etken madde hakkında ülkemizde ve dünyada yapılan bilimsel çalışmalar aşağıda verilmiştir.

Elzen v.d., (1999) Kuzey Amerika'da 1998'in sonlarında fluvalinate dirençli *V. jacobsoni*'ye karşı coumaphos uygulandığında %97 oranında başarılı olduğunu belirtmektedirler. Bursa'da *V. destructor* ile doğal bulaşık olan balarası kolonilerinde coumaphos etkinliği araştırılmış %90 etkili olduğu saptanmıştır (Aydın v.d., 2007). Maver ve Poklukar (2003), Slovenya'da arıcıların coumaphos etken maddeli preparatları sık kullandığını ve ilaç kalıntısıyla ilgili sorun yaşandığını bildirmişlerdir. Sorunun gerçek boyutunu araştırmak amacıyla 2000 ve 2002 yıllarında baldan kalıntı analizi için örnek toplanmış ve yapılan çalışmalar sonucunda balın insan tüketimine uygun olduğu saptanmıştır (Maver ve Poklukar, 2003). Uruguay'da farklı *V. destructor* popülasyonlarda coumaphos etken maddesinin etkinliğini ve direç kazanıp kazanmadığını belirlemek amacıyla deneysel çalışmalar yapılmıştır. Çalışma sonuçlarında *V. destructor* tarafından parazitlenen bal arısı kolonilerinde coumaphos'un etkinliği %18'den %94'e kadar değiştiği belirtilmektedir. (Maggi v.d., 2011). Arjantin'de *V. destructor*'e karşı coumaphos'undirencini araştırmak üzere çalışmalar yapılmış dirençli ve duyarlı akarlar arasında belirgin LC₅₀ farklılıkları tespit edilmiştir. LC₅₀ değeri baz alındığında bazı *Varroa* popülasyonlarında 197-559 kat direnç gelişiminin olduğu saptanmıştır. (Maggi v.d., 2009).

Flumethrin

Sentetik piretroit kimyasal grubundan olan flumethrin sodyum kanalı düzenleyici olarak etki mekanizmasına sahip bir insektisit ve akarisit (Anonim, 2018d). Ülkemizde ruhsatlı flumethrin etken maddeli preparatlar şerit farmakolojik şekline sahip 3.6 mg aktif madde içeren 3 farklı ve 32 mg aktif madde içeren 1 preparat olmak üzere toplam 4 farklı preparat vardır. Bu preparatlar zayıf ve yeni arı kolonileri için 1-2 şerit, normal ve güçlü arı kolonileri için ise 2-4 şerit dozunda kullanılmaktadır. Şeritler 6 haftadan fazla olmamak kaydıyla 4-6 hafta kovanda bırakılır (Anonim, 2018i; Anonim, 2018j; Anonim,

2018k). Flumethrin hakkında ülkemizde ve dünyada yapılan bazı bilimsel çalışmalar aşağıda verilmiştir.

Bursa'da sonbahar sezonunda parazite karşı flumethrin etkinliğinin belirlenmesi için yapılan arazi çalışmasında flumethrinin etkinliği %95 olarak tespit edilmiştir (Girişgin ve Aydın, 2010). Slovenya'da 1991 yılında *V. jacobsoni*'ye karşı flumethrin etken maddesinin etkinliği araştırılmak üzere çalışmalar yapılmış ve etkinliği %95'in üzerinde bulunmuştur (Ferrer-Dufol v.d., 1991). Škerl v.d., (2011), Slovenya'da 2007 ve 2008 yılları arasında bal arılarında görülen *V. destructor*'a karşı flumethrin ile bazı bilimsel denemeler yapıldığını, flumethrin'in 2007'deki etkinliğinin ortalama %73.62 olduğunu bildirmişlerdir. Flumethrin uygulamasından 4 hafta sonra 2008'de akar sayılarında %12.52'lik bir azalma tespit edilmiştir (Škerl v.d., 2011).

Tau-fluvalinate

Sentetik piretroit kimyasal grubundan olan tau-fluvalinate sodyum kanalı düzenleyici olarak etki mekanizmasına sahip bir insektisit ve akarisit (Anonim, 2018d). Ülkemizde ruhsatlı 824 mg tau-fluvalinate etken madde içeren şerit farmakolojik şeklinde preparat bulunmaktadır. Tau-fluvalinate, yaz aylarının sonunda ve bal hasadından sonra uygulandığı zaman etkinliğinin en üst seviyede olduğu, ancak şiddetli endikasyonların olduğu zamanlarda yılın her döneminde kullanılabileceği bildirilmektedir (Anonim, 2018i). Tau-fluvalinate hakkında ülkemizde ve dünyada yapılan bazı bilimsel çalışmalar aşağıda verilmiştir.

Varroa jacobsoni'ye karşı 1991'de tau-fluvalinate etken maddesinin etkinliğini araştırmak için bilimsel çalışmalar yapılmıştır. Sonuç olarak tau-fluvalinate'in etkinliği %95 den fazla bulunmuştur (Ferrer-Dufol ve ark, 1991). Lombardy (İtalya)'nın bazı bölgelerinde *V. jacobsoni*'ye karşı fluvalinate etkinliği araştırılmış ve ortalama etkinliği %44.5 olarak tespit edilmiştir. Bu sonuca göre, fluvalinate'ye karşı farklı direnç seviyelerinin geliştiğini kanısına varılmıştır (Lodesani v.d., 1995). Elzen v.d. (1999). Kuzey Amerika'da 1998'in sonlarında tau-fluvalinate dirençli *V. jacobsoni*'ye karşı bu etken maddeyi içeren şeritlerle yaptıkları bir arazi çalışmasında, popülasyona tau-fluvalinate uygulanması durumunda popülasyonda %89'luk bir artış olduğu için etken maddenin başarılı bir kontrol sağlamadığını kaydetmektedirler (Mozes-Koch v.d., 2000). İsrail'deki *varroa* popülasyonlarında tau-fluvalinate direncini araştırmak ve alta yatan biyokimyasal mekanizmayı belirlemek amacıyla bir

DERLEME MAKALESİ / REVIEW ARTICLE

çalışma yapmışlar ve beş bölgeden toplanan popülasyonların üçünde tau-fluvalinate direnci belirlemişlerdir. Dirençli akarlarda bir detoksifikasyon enzimi olan monooksijenaz enziminin 20 kat; esteraz aktivitesinin 1.5-2.5 kat yüksek olduğu kaydedilmiştir (Mozes-Koch v.d., 2000). İtalya'nın Sardinya adasında tau-fluvalinate'in *V.jacobsoni*'ye etkinliğinde %96'ya varan düzeyde düşüşlerin bulunduğu dair araştırma bulguları yayınlanmıştır (Floris v.d. 2001). Amerika'da Michigan State Üniversitesindeki arıcılar tau-fluvalinate'yi *Varroa* mücadelesinde ana ajan olarak kullanmışlardır. Bu akarisitin, 1990'lı yıllar boyunca oldukça etkili olduğunu, ancak son zamanlarda akarların birçok popülasyonunda tau-fluvalinate karşı direnç ortaya çıktığı için etkinliğinin azaldığını belirtmişlerdir. *Varroa* akarlarının bazı popülasyonlarında direnç, tau-fluvalinate'in detoksifikasyonunun artması ile ilişkilendirilmiştir. Bal arısı, diğer detoksifikasyon enzimi aileleri, karboksil esterazlar ve glutatyon-S-transferazlar ile birlikte, esas olarak sitokrom-P450 mono oksijenazların aracılık ettiği hızlı detoksifikasyon yoluyla akarisite direnç gösterdiğini kaydetmektedirler (Johnson v.d., 2010).

Bitkisel Orjnlil Pestisitler Bir önceki bölümde belirtildiği gibi *Varroa* mücadelesinde bazı kimyasal akarisitlerin usulsüzce ve yoğun kullanılması bu ürünlere karşı dirençli akar popülasyonlarının ortaya çıkmasına neden olmuştur (Akyol ve ark., 2006; Whalon ve ark. 2018). Bu sorunlara karşı esansiyel yağ asitleri geleneksel akarisitlere alternatif olarak kullanılmaya başlanmıştır. Esansiyel yağ asitleri ile *Varroa* mücadelesinde başlıca thymol, oksalik asit ve kekik [(*Thymus caucasicus*) (Lamiaceae)] yağı olmakla beraber çördük otu [(*Hyssopus officinalis* L.) (Lamiaceae)] yağı, laktik asit, kostik asit, karanfil [(*Syzygium aromaticum* L. (Myrtaceae)] yağı, okalipüt [(*Eucalyptus globulus*) (Myrtaceae)] yağı ve nane [(*Mentha piperita*) (Lamiaceae)] özütü gibi hem sadece özüt hemde bunların karışımı ile yapılan preparatlar kullanılmakta ve başarılı sonuçlar alınmaktadır (Tablo 1). Aşağıda verilen çalışmalarda esansiyel yağ asitleri ile yapılan çalışmalardan bahsedilmiştir.

1990'lı Yıllarda Yapılan Çalışmalar

Beltsville'de bir kovan denemesinde *V. jacobsoni*'ye karşı thymol, okalipüt yağı, mentol, kafur karışımı ve linalool denenmiş, ortalama akar ölüm etkinliği thymol esaslı karışım uygulanan kolonilerde %97,

linalool uygulanan kolonilerde ise %28 tespit edilmiştir (Calderone ve Spivak, 1995).

ABD'de *V. jacobsoni* için thymolün cineol, citronelal veya linalool ile 1:1 karışımlarından oluşturularak bir laboratuvar denemesi yapılmıştır. Her karışım 1. grup 25 g ve 2. grup 2 x 12.5 g olarak uygulanmıştır. Thymol ve cineol uygulanan kolonilerdeki ölüm oranı sırasıyla 1. ve 2. gruplar için %56 ve %49, thymol ve linalool için %40 ve %30, thymol ve citronelal için %43 ve %38 ve son olarak kontrol kolonilerinde %28 doğal akar düşüşü olmuştur (Calderone v.d., 1997).

ABD'nin Ithaca şehrinde thymol, formik asit ve tau-fluvalinate'nin *V. jacobsoni* üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Akar ölüm hızı, tau-fluvalinate kullanılan kolonilerde ortalama %99, thymol harmanlı alanlarda %70, formik asit kullananlarda %51 ve kontrol kolonilerinde %33 saptanmıştır (Calderone, 1999).

İspanya'da *V. jacobsoni*'ye karşı sonbaharda ve ilkbaharda beş koloniye, iki oksalik asit uygulaması yapılmıştır. Kolonilere 4 hafta süreyle her 7 günde bir %3 oksalik asit püskürtülmüştür. Diğer beş koloni kontrol olarak kullanılmıştır ve yalnızca su püskürtülmüştür. Sonbaharda oksalik asitin etkinliği %94, ilkbaharda ise %73 olmuştur. Son oksalik asit uygulamasından 3-4 ay sonra kolonilerin uzun dönemli çalışması, asidin damızlık gelişimine istatistiksel olarak önemli bir negatif etkisi olduğu gösterilmiştir (Higes v.d., 1999).

2000'li Yıllarda Yapılan Çalışmalar

Kanada'da bal arısı kolonilerinde *V. jacobsoni* mücadelesi için bitki yağları neem, thymol ve kanola incelenmiş, neem yağı spreyi (%5 solüsyon) akarları %90 oranında öldürmüş, %20 kanola yağı + thymol 4.8 g/lt solüsyonunda ise ölüm oranı %79 olarak tespit edilmiştir (Whittington v.d., 2000).

İran'da kekik, bahçe nanesi esanslarının *Varroa*'ya karşı öldürücü etkisi araştırılmış, ölüm oranının bahçe nanesinde %97 olduğu saptanmış, kekik ekstratı ise %95 oranında etki göstermiştir. Bu sonuçlara göre kekik ve bahçe nanesi esanslarının *varroa* mücadelesinde kullanılabilecek özelliklere sahip olduğu kanısına varılmıştır (Ariana v.d., 2002).

Çördük otu eterik yağının kış döneminde arı paraziti *Varroa destructor*'ün üzerinde 1994-1995 yılında Bulgaristan'da deney arılığında gerçekleştirilen çalışmalar ile etkileri araştırılmıştır. Bu eterik yağın

uzun vadede *V. destructor*'a karşı kullanımının ümit verici olduğu gözlemlenmiştir. Kış döneminde kullanıldığında eterik yağın akar popülasyonlarını %80 oranında azalttığı gözlenmiştir (Nentchev, 2003).

Slovenya'da bal arısı kolonilerine oksalik asit uygulaması yapıldıktan sonra parazit akar popülasyonlarına etkisi araştırılmıştır. Kolonilerde oksalik asit (%2.9) ve sukroz çözeltisi (% 31.9) uygulamasının, akarlarda ölüm oranında belirgin bir artışa neden olduğu kaydedilmiştir. Üç farklı oksalik asit muamelesinden iki gün sonra, akar ölüm oranı sırasıyla %69, %65 ve % 33 olarak belirlenmiştir. İkinci ve dördüncü gün arasındaki akar ölüm oranı sırasıyla %19, %23 ve %14 olarak saptanmıştır (Planinc, 2004).

Hollanda'da ilkbaharda koloni koruma yöntemleri ile birlikte *varroa* kontrolünün etkinliğini test etmek amacıyla 2004 ve 2005 yıllarında deneyler gerçekleştirilmiştir. Bundan sonra koloniler, oksalik asit, formik asit ve oksalik asit muamele edilmiştir. Hem oksalik asit hem de formik asit, sırasıyla %97 ve %96'lık ortalama bir etkinlik ortalaması ile sonuçlanmıştır. Her iki tedavide de bazı işçi arı mortalitesi belirlenmiştir. Oksalik asit %71 ile daha az etkili bulunmuştur ancak herhangi bir işçi arı ölümüne neden olmamıştır. Sonuçlar, *varroa* kontrolünün ilkbaharda etkili bir şekilde kullanılabileceğini göstermektedir (Cornelissen ve Gerritsen, 2006).

Bal arısı kolonilerinde *varroa* zararını azaltmak için oksalik asit'in etkinliğini belirlemek üzere Türkiye'de de bazı çalışmalar yapılmıştır. Çalışmada standart ahşap Langstroth kovanlar'a yerleştirilmiş 20 adet bal arısı kolonisi kullanılmıştır. 30 g %99 saf oksalik asit dihidratın 1 l şeker şurubu 1:1 şeker/su içine çözülmesi ile hazırlanmıştır. İlaç uygulaması 10 gün ara ile iki defa yapılmıştır. Oksalik asitin ilk ve son uygulamalarının etkinliği sırasıyla %85 ve %93 olarak belirlenmiştir (Akyol ve Yeninar, 2009).

Koloni gelişimi üzerine etkileri araştırmak ve baldaki kalıntıları belirlemek için Erzurum'da *A. mellifera*'ya üç farklı yöntemle (toz, damlatılmış ve vermikülit) iki organik bileşik (thymol ve oksalik asit) uygulanmıştır. Tedavilerin, larva miktarı, arı popülasyonu ve yetişkin arı ölümlerine zarar vermediği görülmüştür. Sonuçlar, Dünya Sağlık Örgütü'nün kabul edilebilir sınırının altında kalmıştır (Emsen ve Dodoloğlu, 2009).

Estonya'daki kovan koşullarında çeşitli konsantrasyonlarda su içeren solüsyonların toksisitesini incelemek amacıyla bazı çalışmalar yapılmıştır. *Varroa* akarlarına karşı bal arısı kolonilerine püskürterek oksalik asit dihidrat eklenmiştir. Oksalik asitin %0.5'lik su solüsyonu, akarların etkili kontrolünü sağlamış ve arılar için toksik olmamışken, daha yüksek konsantrasyonları (1.0 ve 1.5%) arılara oldukça toksik bulunmuştur. Oksalik asitin %0.5 solüsyonunun bir ya da iki kez püskürtmesi, arılar için belirgin bir toksisiteye yol açmazken, sırasıyla %93 ve %92 etkinlik belirlenmiştir (Toomemaa v.d., 2010).

Son Yıllarda Yapılan Çalışmalar

Türkiye'de 2010 yılında yapılan bir çalışmada ise oksalik asit, thymol ve laktik asidin *V. destructor* üzerinde mücadele etkinliği ve koloni gelişimi üzerine etkisi araştırılmıştır. Oksalik asit, thymol ve laktik asidin etkinlik oranları sırasıyla %85, %90 ve %80 olarak tespit edilmiştir (Cengiz, 2012).

Pakistan'da bir kovan denemesinde oksalik asit ve formik asitin *V.destructor*'e etkinliğini test etmek amacıyla bir çalışma yürütülmüştür. İlk uygulama için 1 litre sıcak suya 1 kg oksalik asit ilave edilerek şeker eritilmiştir ve şuruba 75 gr oksalik asit dihidrat eklenerek %3.2 lik çözelti hazırlanmıştır ve 5 ml olarak uygulanmıştır. Daha sonra 2. Uygulama olarak %65 formik asit kullanılmıştır ve en son kontrol uygulaması yapılmıştır. Etkinlikler sırasıyla %91, %59 ve %20 olarak kaydedilmiştir (Mahmood v.d., 2012).

Pakistan'da bal arılarında *V. destructor*'a karşı yürütülen başka bir çalışmada, 5 koloniye 3 farklı oksalik asit uygulaması yapılmıştır. Uygulamalar oksalik asitin %4.2, %3.2 ve %2.1 konsantrasyonlarının şeker şurubu içerisinde hazırlanmasıyla yapılmıştır. Uygulamaların etkinliği sırasıyla %95, %81 ve %46 olarak saptanmıştır (Rashid v.d., 2012).

Sırbistan'da bir arazi koşullarında acı meyan [(*Glycyrrhiza echinata*) (Fabaceae)], mabet ağacı [(*Ginkgo biloba*) (Ginkgoaceae)], *Gleditsia chinensis* (Fabaceae) ve ballıbaba [(*Lamium Album*) (Lamiaceae)] özütlerinden hazırlanan Argus Ras adlı bir karışımın etkinliği araştırılmıştır. Argus Ras'ın başarısı, iki farklı akarisit, amitraz ve oksalik asit ile ard arda uygulayarak karşılaştırılmıştır. Argus Ras'ın ortalama akarisidal etkinliği %81 bulunarak, daha önce test edilen esansiyel yağlardan daha yüksek olarak saptanmıştır. Ayrıca

DERLEME MAKALESİ / REVIEW ARTICLE

akarisitlere karşı dirençli akarları elemek için önemli bir potansiyel olduğu belirtilmiştir (Stanimirovic v.d., 2017).

Karanfil yağı Çin'de *V. destructor*'a karşı kullanılmış ve enzim aktiviteleri üzerinde etkileri incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar, akarların metabolizmasının olumsuz yönünde etkilendiğini göstermiştir (Li v.d., 2017).

Sırbistan'da bal arılarında kekik özütü (60 gr toz kekik) kullanılarak *varroa* akarlarına karşı etkinliği araştırılmış, kekik özütünün 48 saat sonra %72 akar ölüm oranına neden olduğu, bal arılarında yüksek bir ölüm riski taşımadığı ve kovanlarda kullanımının güvenli olduğu kaydedilmiştir (Rahimi v.d., 2017).

Fas'da *V. destructor*'a karşı yapılan bir çalışmada *Thymus satureioides* ve *Origanum elongatum* bitkilerinden elde edilen esansiyel yağ asitleri kullanılmış, en yüksek etkinlik *T. satureioides*'den elde edilen karvakrol ile *O. elongatum*'dan elde edilen borneol esansiyel yağ asitlerin karışımı ile yapılan uygulamalardan elde edilmiştir. Ayrıca yapılan bu çalışma *T. satureioides* ve *O. elongatum* esansiyel yağ asitleri bileşimleri arasında sinerjistik bir etki bulunduğu vurgulanmıştır (Ramzi v.d., 2017).

Apis mellifera kolonilerinde *V. destructor* popülasyonlarına oksalik asit ile thymolün etkinliğini belirlemek için Hindistan'da bir araştırma yapılmıştır. Farklı tarihlerde üç kez yirmi bal arısı kolonilerine %3 oksalik asit ile thymol 2, 3 ve 4 mg uygulanmıştır. Bu üç uygulamada etkilenen ortalama *Varroa* akarı sayıları sırasıyla 348, 412 ve 523 bulunmuştur. *Varroa* akarının farklı muamelelerine göre yüzde etkinliği sırasıyla %82, %86 ve %92 bulunmuştur. Sonuçlar, etkinlikler arasında anlamlı bir farklılık göstermiştir. Üçüncü uygulamada maksimum sayıda etkilenen akarlar, en yüksek etkinlik ve üretilen bal miktarı, Thymol 4 mg + %3 oksalik asit uygulamasından elde edildiğini göstermiştir (Dar ve Sheikh, 2017).

Çek Cumhuriyeti, Brno'da gerçekleştirilen bir çalışmada oksalik asitin etkisi ağız yoluyla ve topikal uygulama ile kafes içindeki *Varroa* akarları ile parazitli bal arılarında deneysel olarak incelenmiştir. Ağız yoluyla uygulandığında en kuvvetli akarisidal etki görülürken, oksalik asit topikal olarak uygulandığında ise en düşük akarisidal etki gözlenmiştir (Papežiková v.d., 2017).

Amerika'da bal arısı kolonilerinde *V. destructor*'ın mücadelesi için kış aylarında %31.9'luk sakroz çözeltisi ve %2.9'luk oksalik asit ile 4 kez muamele

edilmiş ve daha sonra son uygulama olarak Tau-fluvalinate şeritlerin kullanıldığını belirtmektedirler. Akarların mücadelesi için yapılan dört ardışık oksalik asit uygulaması ile akar sayısının ortalama 228, 167, 92 ve 27 adet ölüme ulaştığını, ılıman koşullarda ise ergin arılar üzerine damlatılarak dört ardışık oksalik asit uygulamasının %98'lik bir etkinlik sağladığını belirtmişlerdir (Gregorc v.d., 2017).

İtalya'da *Varroa* akarı kontrolü için formik asit içeren yeni bir veteriner tıbbi ürünü geliştirilmiştir. Tedavinin, kraliçe arı, erişkin arılar, yumurta ve larva üzerindeki etkinliğini doğrulamak için İtalya genelinde farklı iklim ve bölgesel koşullarda klinik denemeler yapılmıştır. Ortalama akarisit etkinlik oranı, %95 ile %99 seviyesinde bulunmuştur (Giusti v.d., 2017).

Varroa destructor'u etkili bir şekilde kontrol etmek ve bal arılarında düşük toksisiteye sahip doğal bileşenlerin test edilmesi adına Kanada'da bir çalışma yürütülmüştür. Dört haftalık bir sürede üç doğal bileşiğin etkinliği saptanmıştır. İlk uygulama grubunda %65 sakkaroz+%35 su çözeltisine %2'lik oksalik asit eklenerek mukavvaya emdirilmiştir. İkinci uygulamada ise %96 etanol+su+jelatin solüsyonunda kekik ve karanfil yağlarının bir karışımı emici pedlerde emdirilmiştir. Son uygulama olarak kekik yağı tek başına, uçucu yağların varisidal etkinliğini artıran akarisitlerin sürekli olarak salınması hipotezini test etmek için elektrikli buharlaştırıcılar kullanılarak gönderilmiştir. Sonuç olarak sırasıyla *varroa* ölüm oranları %77, %58 ve %97 olarak saptanmıştır (Sabahi v.d., 2017).

2016 yılında Slovakya'da oksalik asit, thymol ve potasyum sitrat'ın bal arısı canlılığı üzerindeki etkileri ve bazı kalite parametreleri araştırılmıştır. Test edilen *Varroa* mücadele materyalleri ile karıştırılan, şeker şurubu, şekerleme şekeri, bal şekeri, bal jölesi ve kremalı bal gibi farklı beslenme tiplerinin bal arılarındaki potansiyel etkileri incelenmiştir. Çalışma, yüksek oranlardaki oksalik asit, thymol veya potasyum sitratın, bal arılarında pasif olarak etki yaparken, %0.5 kullanıldığında daha fazla tercih edilmiştir. Çalışma aynı zamanda bal jölesi haricinde sıvı ya da katı olarak beslenme şeklinin bal arısı işçilerinin ve arıların hayatta kalma veya incelenen parametreleri üzerinde herhangi bir istenmeyen etkisinin olmadığını kanıtlamıştır. Beslenme türüne bakılmaksızın potasyum ile beslenen arıların, oksalik asit veya thymol ile beslenen arılardan çok daha uzun süre hayatta kalmayı başardıkları gözlenmiştir (Aboushaara v.d., 2017).

DERLEME MAKALESİ / REVIEW ARTICLE

Yunanistan'da yapışkan anduz otu [*Diurichia viscose*] (Asteraceae) bitkisinden izole edilen kostik asitin *A. mellifera*'nın paraziti *V. destructor*'a etkinliği

araştırılmıştır. Kostik asitin, parazite karşı akarisit etkinliği bulunduğu ve insanlara oldukça güvenli olduğunu saptanmıştır (Sofou v.d., 2017).

Tablo 1. *Varroa* türlerine karşı kullanılan bazı bitkisel ve organik etken maddeler ve etkinlik oranları

Etken madde ismi	Kullanım oranı	Kullanılan akar türü	Etki oranı	Deneme ortamı	Lokasyon	Kaynak
thymol + okaliptüs yağı+ mentol + kafur	% 75 Thymol + % 18 okaliptüs yağı + % 3.5 L-mentol+ % 3.5 kafur	<i>V. jacobsoni</i>	%97	Kovan	ABD	Calderone v.d., 1995
thymol + linalool	25g	<i>V. jacobsoni</i>	%40	Laboratuvar	ABD	Calderone v.d., 1997
thymol + cineol	25g	<i>V. jacobsoni</i>	%56	Laboratuvar	ABD	Calderone v.d., 1997
thymol + citroneol	25g	<i>V. jacobsoni</i>	%43	Laboratuvar	ABD	Calderone v.d., 1997
oksalik asit	7 günde bir 4 hafta süreyle 5 kolonlu %3 oksalik asit	<i>V. jacobsoni</i>	%94	Kovan	İspanya	Higes v.d., 1999
neem (azadirachtin)	%0.5 solüsyon	<i>V. jacobsoni</i>	%90	Laboratuvar	Kanada	Whittington v.d., 2000
kanola+ thymol	%20 kanola yağı + thymol 4.8g/lt	<i>V. jacobsoni</i>	%79	Laboratuvar	Kanada	Whittington v.d., 2000
fesleğen (<i>Origanum vulgare</i>)	%2	<i>V. destructor</i>	%100	Laboratuvar	İran	Ariana v.d., 2002
Nane (<i>Mentha spicata</i>)	%2	<i>V. destructor</i>	%100	Laboratuvar	İran	Ariana v.d., 2002
Kekik (<i>Zataria multiflora</i>)	%2,%1	<i>V. destructor</i>	%100	Laboratuvar	İran	Ariana v.d., 2002
lavanta (<i>Lavandula officinalis</i>)	%2	<i>V. destructor</i>	%98	Laboratuvar	İran	Ariana v.d., 2002
çözdük otu	3 ml çözdük otu, eterik yağı, emdirilmiş kağıt şeritler	<i>V. destructor</i>	%80	Kovan	Bulgaristan	Nentchev v.d., 2003
oksalik asit + sükröz çözeltisi	%2.9 oksalik asit, %31.9 sükröz	<i>V. destructor</i>	%69	Kovan	Slovenya	Planinc v.d., 2004
oksalik asit	%3 solüsyon	<i>V. destructor</i>	%97	Kovan	Hollanda	Cornelissen ve Gerritsen, 2006
formik asit	%3 solüsyon	<i>V. destructor</i>	%96	Kovan	Hollanda	Cornelissen ve Gerritsen, 2006
oksalik asit	30 g % 99 saf oksalik asit	<i>V. destructor</i>	%93	Kovan	Türkiye	Akyol ve ark., 2009
oksalik asit	0.5 oksalik asit su solüsyonu	<i>V. destructor</i>	%93	Kovan	Estonya	Toomemaa v.d., 2010
oksalik asit	%3.2'lik oksalik asit	<i>V. destructor</i>	%85	Laboratuvar	Türkiye	Cengiz v.d, 2012
thymol	8 gr thymol+ 22 gr pudra şekeri	<i>V. destructor</i>	%90	Laboratuvar	Türkiye	Cengiz v.d, 2012
laktik asit	5 ml laktik asit 3 gün ara ile 6 defa	<i>V. destructor</i>	%80	Laboratuvar	Türkiye	Cengiz v.d, 2012
oksalik asit + formik asit	%3.2 oksalik asit + %65 formik asit	<i>V. destructor</i>	%91	Kovan	Pakistan	Mahmood v.d., 2012
oksalik asit	Oksalik asit (%4.2, %3.2, %2.1)	<i>V. destructor</i>	%95 %81 %46	Kovan	Pakistan	Rashid v.d., 2012
oksalik asit + thymol	Oksalik asit (%3, %2, %3+ 4 mg thymol)	<i>V. destructor</i>	%82 %86 %92	Laboratuvar	Hindistan	Der v.d.,2017
formik asit	250 gram % 36 formik asit lebinden oluşan bir ped	<i>V. destructor</i>	%95-97	Laboratuvar	İtalya	Giusti v.d., 2017
kekik	%95 etanol+60 gr toz kekik	<i>V. destructor</i>	%72	Laboratuvar	Sırbistan	Rahimi v.d., 2017
oksalik asit	%65 sakroz+ %35 su + %2 oksalik asit	<i>V. destructor</i>	%77	Laboratuvar	Kanada	Sabahi v.d., 2017
kekik	%96 etanol + su + jelatin + 0.85 g kekik	<i>V. destructor</i>	%97	Laboratuvar	Kanada	Sabahi v.d., 2017
kekik + karanfil	%96 etanol + su + jelatin + 0.85g kekik + karanfil yağı	<i>V. destructor</i>	%58	Laboratuvar	Kanada	Sabahi v.d., 2017
Argus Ras (acı mayan + mabet ağacı + <i>Gleditsia chinensis</i> + balıbbaba)	Her kovana 1 şerit	<i>V. destructor</i>	%81	Kovan	Sırbistan	Stanimirovic v.d., 2017

DERLEME MAKALESI / REVIEW ARTICLE

Arjantin'de yetişkin arılarla yapılan in vitro testlerle, uçucu yağ bileşiklerinin thymol, phellandrene, eucalyptol, cinnaaldehyde, myrcene ve carvacrol ikili karışımının hem arılara hem de *V. destructor*'a olan etkisi araştırılmıştır. Thymol ve phellandrene'nin düşük konsantrasyonlarının arılara nazaran akarlar için öldürücü oldukları ortaya çıkmıştır. Sonuçlar, bu tür formülasyonların, parazit için alternatif kontrol olarak düşünülebileceğini göstermiştir (Brasesco v.d., 2016).

Son zamanlarda Formik asit, oksalik asit, thymol ve menthol gibi doğal ilaçlar son zamanlarda *Varroa*'ya karşı alternatif tedaviler olarak kullanılmıştır. Türkiye'de arıların beyin dokularındaki Isı Şok Proteinleri (HSP 70) üzerindeki etkilerini gözlemlemek için çalışmalar yapılmıştır. Bu amaçla, pozitif (tedavi edilmemiş) ve negatif kontroller de dahil olmak üzere formik ve oksalik asit ve thymol-mentol karışımları çeşitli konsantrasyon ve idareleri kullanılarak yedi farklı tedavi grubu oluşturulmuştur. Sonuçlar, *varroa* tedavilerine maruz kalan gruplarda HSP 70 sonuçlarının tedavi edilmeyen gruplara göre daha düşük olduğunu göstermiştir. Tedavi edilen gruplar arasında thymol-mentol karışımına maruz bırakılan grupta HSP 70 sonuçlarının çok düşük olduğu saptanmıştır (Güneş v.d., 2017).

SONUÇ VE ÖNERİLER

Sonuç olarak, sentetik kimyasalların hem hedef dışı organizma olan bal arılarına olumsuz etkileri hem de parazit akarın özellikle sentetik piretroitlere kısa sürede bağıklık kazanması nedeniyle önemli dezavantajları bulunmaktadır (Whalon ve ark. 2018). Buna karşılık, yapılan derlemede, ulaşabildiğimiz bilimsel çalışmalara göre bazı bitkisel ve organik orjinli preparatların pratikte rahatça kullanılabileceği ve etkinliklerinin de çok yüksek olduğu bu derleme çalışmasında görülmüştür. Sunulan derlemede, bu bilimsel araştırmalardan kısa özetler verilmiş olup, ayrıntılı bilgiler kaynak listesinde belirtilen orjinal literatürlerden elde edilebilir. Bu derleme çalışmasında yer alan bileşiklerin ve uygulanış yollarının incelenmesi hem bal arısı üreticilerine hem de bu konuda araştırma ve geliştirme yapan uzmanlara önemli bir yol göstereceğini düşünmekteyiz. Türkiye'de *varroa* mücadelesinde formik asit, timol ve timol + nane yağı gibi bazı organik orjinli aktif maddelerin farklı formülasyonlarda ruhsatlandırıldığı görülmekte olup, bunun yanında oksalik asit, azadirachtin, nane,

kekik, çördük otu vb. organik etken maddelerin henüz ruhsat almadığı görülmektedir (Anonim, 2018c). Gelecekte, organik ve bitkisel etken maddelerin pratik kullanım için geliştirilmesi ve ticari boyutta kullanımı için daha fazla çalışmanın yapılmasına ihtiyaç bulunmaktadır.

KAYNAKLAR

- Aboushaara, H., Staron, M., Cermakova, T. (2017). Impacts of oxalic acid, thymol, and potassium citrate as *Varroa* control materials on some parameters of honey bees. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 41(2): 238-247.
- Akyol, E., Kaftanoğlu, O., Özkök, D. (1997). KKTC'li Arıcılara Bal Arısı Hastalık ve Zararlıları Kurs Notları.
- Akyol, E., Kaftanoğlu O., Özkök, D. (1998). Bal arısı Hastalıkları, Teşhis-Tedavi ve Kontrol Yöntemleri. Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti'nde Arıcılığı Geliştirme Projesi Eğitim Programı Kurs Notları, 45. sayfa, Lefkoşa, K.K.T.C.
- Akyol, E., Özkök, D. (2005). *Varroa* (*Varroa destructor*) mücadelesinde organik asitlerin kullanımı. *U. Arı D. / U. Bee J.*, (5):167-174
- Akyol, E., Korkmaz, A. (2005). Bal arısı (*Apis mellifera*) zararlısı *Varroa destructor*'un biyolojisi. *U. Arı D. / U. Bee J.* (5): 122-127.
- Akyol, E., Karatepe, B., Karatepe, M., Karaer, Z. (2006). Development and control of the *Varroa* (*Varroa destructor*) in honeybee (*Apis mellifera* L.) colonies and effects on the colony productivity. *U. Arı D. / U. Bee J.*, 6(4): 149-154.
- Akyol, E., Yeninar, H. (2009). Use of oxalic acid to control *Varroa destructor* in honeybee (*Apis mellifera* L.) colonies. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 33(4): 285-288.
- Albayrak, H., Özcan, E. (2011). Akut Arı Paraliz-İsrail Akut Arı Paraliz ve Kaşmır Arı Virus Kompleksi.
- Anonim, 2001. Bal Arılarının Varroosis'ine Karşı Korunma Ve Mücadele Talimatı. Erişim Tarihi: 17.10.2018. https://www.tarimorman.gov.tr/Belgeler/Mevzuat/Talimatlar/gkgm/balarilarinin_varroosis_hast_mucadele_koruma_talimatı.pdf

DERLEME MAKALESİ / REVIEW ARTICLE

- Anonim, 2003. Arcılık Yönetmeliği. 25 Mayıs 2003 Tarih ve 25118 Sayılı Resmî Gazete.
- Anonim, 2018a. Türkiye İstatistik Kurumu. Erişim tarihi: 17.10.2018. <https://biruni.tuik.gov.tr/bolgeselistatistik/degi-skenlerUzerindenSorgula.do>
- Anonim, 2018b. FAOSTAT. Erişim tarihi: 17.10.2018. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QV>
- Anonim, 2018c. Ruhsatlı Veteriner Tıbbi Ürünler. Erişim Tarihi: 17.10.2018. <https://vtu.tarim.gov.tr/>
- Anonim 2018d. IRAC Mode of Action Classification Scheme. Erişim tarihi: 17.10.2018. <http://www.irac-online.org/documents/moa-classification/?ext=pdf>
- Anonim, 2018e. Varroa Control: Apivar. Erişim Tarihi: 17.10.2018. <http://www.vetopharma.eu/varroa-control/18-apivar.html>
- Anonim, 2018f. RULAMIT-VA. Erişim tarihi: 17.10.2018. http://www.teknovet.com.tr/_upload/22092017_030546.Pdf
- Anonim, 2018g. VARROASON. Erişim tarihi: 17.10.2018. [http://www.vetbb.com/VARROASON_\(ILTERIS\)_VETBB119RN006Q504](http://www.vetbb.com/VARROASON_(ILTERIS)_VETBB119RN006Q504)
- Anonim, 2018h. ABvarC Tablet. Erişim tarihi: 17.10.2018. <http://www.biohayat.net/urunler/1001/urunler/1007/abvarc-tablet.aspx>
- Anonim, 2018i. Bayvarol. Erişim tarihi: 17.10.2018. <https://vetilac.com/ilac/bayvarol/259>
- Anonim, 2018j. Flumevar. Erişim Tarihi: 17.10.2018. <http://www.vet-hek.com/veteriner-ilaclari/ari-ilaclari/flumevar.html>
- Anonim, 2018k. Bal Arılarındaki Varroosis İçin Ektoparazitler (Akarisit). Erişim tarihi: 17.10.2018. <http://www.lavitaltd.com.tr/index.html>
- Anonim, 2018l. Apistan: Varroa Control. Erişim tarihi: 17.10.2018. <https://www.vita-europe.com/beehealth/products/apistan/#info>
- Ariana, A., Rahim E., Gholamhosein T. (2002). Laboratory evaluation of some plant essences to control *Varroa destructor* (Acari: Varroidae). *Experimental and Applied Acarology* 27.4 (2002): 319-327.
- Aydın, L., Girişgin, O., Kütükoğlu, F., Çakmak, S. (2003). Arcılıkta ilaç kullanımı ve AB ile uyum. II. Marmara Arcılık Kongresi Bidiri Kitabı. Uludağ Arcılık Derneği Yayın, (2): 132-139.
- Aydın, L., Güleğen, E., Çakmak, İ., Girişgin, A. O. (2007). The occurrence of *Varroa destructor* Anderson and Trueman, 2000 on Honey Bees (*Apis mellifera*) in Turkey. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 31(3): 189-191.
- Brasesco, C., Gende, L., Negri, P., Szawarski, N., Iglesias, A., Eguaras, M., Maggi, M. (2016). Assessing in Vitro Acaricidal Effect and Joint Action of a Binary Mixture Between Essential Oil Compounds (Thymol, Phellandrene, Eucalyptol, Cinnamaldehyde, Myrcene, Carvacrol) Over Ectoparasitic Mite *Varroa destructor* (Acari: Varroidae). *Journal of Apicultural Science*, 61(2): 203-215.
- Calderone, N. W., Spivak, M. (1995). Plant extracts for control of the parasitic mite *Varroa jacobsoni* (Acari: Varroidae) in colonies of the western honey bee (Hymenoptera: Apidae). *Journal of Economic Entomology*, 88(5): 1211-1215.
- Calderone, N. W., Wilson, W. T., Spivak, M. (1997). Plant extracts used for control of the parasitic mites *Varroa jacobsoni* (Acari: Varroidae) and *Acarapis woodi* (Acari: Tarsonemidae) in colonies of *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae). *Journal of Economic Entomology*, 90(5): 1080-1086.
- Calderone, N. W. (1999). Evaluation of formic acid and a thymol-based blend of natural products for the fall control of *Varroa jacobsoni* (Acari: Varroidae) in colonies of *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae). *Journal of Economic Entomology*, 92(2): 253-260.
- Cengiz, M. M. (2012). In honey bee colonies (*Apis mellifera* L.), usage of different organics compounds and their effects to colony performance against *Varroa destructor* infestation. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 18: 133-137.
- Chiesa, F., D'Agaro, M. (1991). Effective control of varroaosis using powdered thymol. *Apidologie*, 22(2): 135-145.
- Cornelissen, B., Gerritsen, L. J. M. (2006). Swarm prevention and spring treatments against *Varroa destructor* in honey bee colonies. In

DERLEME MAKALESİ / REVIEW ARTICLE

- Proceedings of the section Experimental and Applied Entomology of the Netherlands Entomological Society Meeting, Ede, The Netherlands, 16 December 2005 (Vol. 17, pp. 133-139).
- Çakmak, I., Aydın, L., Camazine, S., Wells, H. (2002). Pollen traps and walnut-leaf smoke for *Varroa* control. *American Bee Journal*, 142(5): 367-370.
- Çakmak, I., Aydın, L., and H. Wells. 2006. Walnut Leaf Smoke Versus Mint Leaves In Conjunction With Pollen Traps For Control of *Varroa destructor*. *Bull. Vet. Inst. Pulawy* 50: 477-479
- Dar, S. A., Sheikh B. A. (2017). Effectiveness of Acaricidal Treatments against *Varroa destructor* (Acari: Varroidae) Affecting Honey Bee, *Apis mellifera* L. Colonies. *Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci* 6.2: 1574-1579.
- De Jong, D., De Jong, P. H., Goncalves, L. S. (1982). Weight loss and other damage to developing worker honeybees from infestation with *Varroa jacobsoni*. *Journal of Apicultural Research*, 21(3): 165-167.
- Elzen, P. J., Baxter, J. R., Spivak, M., Wilson, W. T. (1999). Amitraz resistance in varroa: new discovery in North America. *American Bee Journal*, 139(5): 362-362.
- Emsen, B., Dodoglu, A. (2009). The effects of using different organic compounds against honey bee mite (*Varroa destructor* Anderson and Trueman) on colony developments of honey bee (*Apis mellifera* L.) and residue levels in honey. *J Anim Vet Adv*, 8(5): 1004-1009.
- Ferrer-Dufol, M., Martinez-Vinuales, A. I., Sanchez-Acedo, C. (1991). Comparative tests of fluvalinate and flumethrin to control *Varroa jacobsoni* Oudemans. *Journal of Apicultural Research*, 30(2): 103-106.
- Floris, I., Cabras, P., Garau, V. L., Minelli, E. V., Satta, A., & Troullier, J. (2001). Persistence and effectiveness of pyrethroids in plastic strips against *Varroa jacobsoni* (Acari: Varroidae) and mite resistance in a Mediterranean area. *Journal of Economic Entomology*, 94(4): 806-810.
- Girişgin, A. O., Aydın, L. (2010). Determining the efficacy of flumethrin (Varostop®) against *Varroa destructor* in honey bee colonies in fall season. *U. An D. / U. Bee J.* 10(2): 70-73.
- Giusti, M., Sabelli, C., Di Donato, A., Lamberti, D., Paturzo, C. E., Polignano, V., Fellicoli, A. (2017). Efficacy and safety of Varterminator, a new formic acid medicine against the varroa mite. *Journal of Apicultural Research*, 56(2): 162-167.
- Goodwin, M., Eaton, V. C. (2001). Control of *Varroa* a guide for New Zealand beekeepers. New Zealand Ministry of Agriculture and Forestry.
- Gregorc, A., Knight, P. R., Adamczyk, J. (2017). Powdered sugar shake to monitor and oxalic acid treatments to control varroa mites (*Varroa destructor* Anderson and Trueman) in honey bee (*Apis mellifera*) colonies. *Journal of Apicultural Research*, 56(1): 71-75.
- Güneş, N., Aydın, L., Belenli, D., Hranitz, J. M., Mengiliç, S., Selova, S. (2017). Stress responses of honey bees to organic acid and essential oil treatments against varroa mites. *Journal of Apicultural Research*, 56(2): 175-181.
- Higes, M., Meana, A., Suárez, M., Llorente, J. (1999). Negative long-term effects on bee colonies treated with oxalic acid against *Varroa jacobsoni* Oud. *Apidologie*, 30(4): 289-292.
- Johnson, R. M., Huang, Z. Y., Berenbaum, M. R. (2010). Role of detoxification in *Varroa destructor* (Acari: Varroidae) tolerance of the miticide tau-fluvalinate. *International Journal of Acarology*, 36(1): 1-6.
- Kaftanoğlu, O., Kumova, U., Yeninar, H. (1995a). Effectiveness of drugs commonly used against *Varroa jacobsoni* and their effects on honeybees (*Apis mellifera*). Proc. 34th Int. Congr. Apiculturel Apimondia, Lusanne, Sweden, 180pp.
- Kaftanoğlu, O., Kumova, U., Yeninar, H., Özkök, D. (1995b). Türkiye'de balansı (*Apis mellifera* L.) hastalıklarının dağılımı, koloniler üzerindeki etkileri ve entegre kontrol yöntemlerinin uygulanması. TÜBİTAK VHAG-925 Nolu Proje Raporu.
- Kumova, U. (2004). *Varroa* ile Mücadele Yöntemleri. II. Marmara Arıcılık Kongresi Bildiri Kitabı. Uludağ Arıcılık Derneği Yayın No: 2 83-131 Uludağ Üniv. Basımevi, Bursa.
- Li, L., Lin, Z. G., Wang, S., Su, X. L., Gong, H. R., Li, H. L., Zheng, H. Q. (2017). The effects of clove oil on the enzyme activity of *Varroa destructor* Anderson and Trueman

- (Arachnida: Acari: Varroidae). *Saudi Journal of Biological Sciences*, 24(5): 996-1000.
- Locke, B., Semberg, E., Forsgren, E., De Miranda, J. R. (2017). Persistence of subclinical deformed wing virus infections in honeybees following *Varroa* mite removal and a bee population turnover. *PLoS One*, 12(7): e0180910.
- Lodesani, M., Colombo, M., Spreafico, M. (1995). Ineffectiveness of Apistan® treatment against the mite *Varroa jacobsoni* Oud in several districts of Lombardy (Italy). *Apidologie*, 26(1): 67-72.
- Maggi, M. D., Ruffinengo, S. R., Damiani, N., Sardella, N. H., Eguaras, M. J. (2009). First detection of *Varroa destructor* resistance to coumaphos in Argentina. *Experimental and Applied Acarology*, 47(4): 317-320.
- Maggi, M. D., Ruffinengo, S. R., Mendoza, Y., Ojeda, P., Ramallo, G., Floris, I., Eguaras, M. J. (2011). Susceptibility of *Varroa destructor* (Acari: Varroidae) to synthetic acaricides in Uruguay: *Varroa* mites' potential to develop acaricide resistance. *Parasitology research*, 108(4): 815-821.
- Mahmood, R., Wagchoure, E. S., Raja, S., Sarwar, G. (2012). Control of *Varroa destructor* using Oxalic acid, Formic acid and Bayvarol strip in *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) colonies. *Pakistan Journal of Zoology*, 44(6): 1473-1477.
- Mathieu, L., Faucon, J. P. (2000). Changes in the response time for *Varroa jacobsoni* exposed to amitraz. *Journal of Apicultural Research*, 39(3-4): 155-158.
- Maver, L., Poklucar, J. (2003). Coumaphos and amitraz residues in Slovenian honey. *Apiacta*, 38(2003): 54-57.
- Milani, N., Barbattini, R. (1989). Treatment of varroaosis with Bayvarol strips (Flumetrin) in northern Italy. *Apicoltura*, 5: 173-192.
- Özüoğlu, M., Aydın, L. (2018). Türkiye Bal Anlarında Ciddi Tehlike; Nosemosis. *Uludağ University Journal of the Faculty of Veterinary Medicine*, 37(2): 35-40.
- Mozes-Koch, R., Slabezki, Y., Efrat, H., Kalev, H., Kamer, Y., Yakobson, B. A., Dag, A. (2000). First detection in Israel of fluvalinate resistance in the varroa mite using bioassay and biochemical methods. *Experimental & Applied Acarology*, 24(1): 35-43.
- Nentchev, P. (2003). *Hyssopus officinalis* L. (çördük otu) eterik yağının *Varroa destructor*' a karşı kullanımı üzerine gözlemler. *U. Ari D. / U. Bee J.*, (2): 43-44.
- Papežiková, I., Pallková, M., Kremserová, S., Zachová, A., Peterová, H., Babák, V., Navrátil, S. (2017). Effect of oxalic acid on the mite *Varroa destructor* and its host the honey bee *Apis mellifera*. *Journal of Apicultural Research*, 56(4): 400-408.
- Peroutka, M. (1983). *Varroa* disease treatment with Bromopropylate in the Folbex-VA preparation, Apimondia, 1983.
- Planinc, A. G. I. (2004). Dynamics of falling varroa mites in honeybee (*Apis mellifera*) colonies following oxalic acid treatments. *Acta Veterinaria Brno*, 73(3): 385-391.
- Rahimi, A., Del, Y. K., Moradpour, F. (2017). The effect of thyme (*Thymus caucasicus*) ethanol extract on *Varroa* mite (*Varroa destructor*), an ectoparasite mite of *Apis mellifera meda* (Hym: Apidae). *Biologija*, 63(2): 177-184.
- Ramzi, H., Ismaili, M. R., Aberchane, M., Zaanoun, S. (2017). Chemical characterization and acaricidal activity of *Thymus satureioides* C.&B. and *Origanum elongatum* E. & M. (Lamiaceae) essential oils against *Varroa destructor* Anderson & Trueman (Acari: Varroidae). *Industrial Crops and Products*, 108: 201-207.
- Rashid, M., Wagchoure, E. S., Mohsin, A. U., Raja, S., Sarwar, G. (2012). Control of ectoparasitic mite *Varroa destructor* in honeybee (*Apis mellifera* L.) colonies by using different concentrations of oxalic acid. *J. AnimSci*, 22(1): 72.
- Rinkevich, F. D., Danko, R. G., Healy, K. B. (2017). Influence of varroa mite (*Varroa destructor*) management practices on insecticide sensitivity in the honey bee (*Apis mellifera*). *Insects*, 8(1): 9.
- Ritter, W. (1981). *Varroa* disease of the honeybee *Apis mellifera*. *Bee World*, 62(4): 141-153.
- Sabahi, Q., Gashout, H., Kelly, P. G., Guzman-Novoa, E. (2017). Continuous release of oregano oil effectively and safely controls *Varroa destructor* infestations in honey bee

DERLEME MAKALESİ / REVIEW ARTICLE

- colonies in a northern climate. *Experimental and Applied Acarology*, 72(3): 263-275.
- Sanford, M. T. (2001). Introduction, spread and economic impact of *Varroa* mites in North America. *Mites of the honey bee*, Dadant and Sons, Hamilton, Illinois, 149-162.
- Semkiw, P., Skubida, P., Pohorecka, K. (2013). The amitraz strips efficacy in control of *Varroa destructor* after many years application of amitraz in apiaries. *Journal of Apicultural Science*, 57(1): 107-121.
- Sırrı, K., Nesim, K., Güven, E., Karaer, Z. (2006). Yeni Geliştirilen Tespit Kabı ile Ergin Arılarda *Varroa* Enfestasyonunun Belirlenmesi. *U. An D. / U. Bee J.*, 2:68-73.
- Škerl S. M. I., Nakrst, M., Žvokelj, L., Gregorc, A. (2011). The acaricidal effect of flumethrin, oxalic acid and amitraz against *Varroa destructor* in honey bee (*Apis mellifera carnica*) colonies. *Acta Veterinaria Brno*, 80(1): 51-56.
- Sofou, K., Isaakidis, D., Spyros, A., Büttner, A., Giannis, A., Katerinopoulos, H. E. (2017). Use of cistic acid, a natural extract from *Dittrichia viscosa*, for the control of *Varroa destructor*, a parasite of the European honey bee. *Beilstein Journal of Organic Chemistry*, 13, 952.
- Stanimirovic, Z., Glavinić, U., Lakić, N., Radović, D., Ristanić, M., Tarić, E., Stevanović, J. (2017). Efficacy of plant-derived formulation "Argus Ras" in *Varroa destructor* control. *Acta Veterinaria*, 67(2): 191-200.
- Toomemaa, K., Martin, A. J., Mänd, M., Williams, I. H. (2010). Using oxalic acid in water solution in control of *Varroa* mites and its influence on honey bees. *Agronomy Research*, 8(Special II): 345-350.
- Uygur, Ş. Ö., Girişgin, A. O. (2008). Bal arısı hastalık ve zararlıları. *U. An D. / U. Bee J.*8(4): 130-142.
- Whalon M.E., Mota-Sanchez R.M., Hollingworth R.M., Duynslager L. 2018. Arthropods Resistant to Pesticides Database (ARPD). Erişim Tarihi: 31.12.2018. <http://www.pesticideresistance.org>.
- Whittington, R., Winston, M. L., Melathopoulos, A. P., Higo, H. A. (2000). Evaluation of the botanical oils neem, thymol, and canola sprayed to control *Varroa jacobsoni* Oud. (Acari: Varroidae) and *Acarapis woodi* (Acari: Tarsonemidae) in colonies of honey bees (*Apis mellifera* L., Hymenoptera: Apidae). *American Bee Journal*, 140(7): 567-572.
- Woyke, J. (1987). Infestation of honeybee (*Apis mellifera*) colonies by the parasitic mites *Varroa jacobsoni* and *Tropilaelaps clareae* in South Vietnam and results of chemical treatment. *Journal of Apicultural Research*, 26(1): 64-67.
- Zhang, Z. Q. (2000). Notes on *Varroa destructor* (Acari: Varroidae) parasitic on honeybees in New Zealand. *Systematic and Applied Acarology Special Publications*, 5(1): 9-14.