



BİNGÖL ÜNİVERSİTESİ
PİLOT ÜNİVERSİTE KOORDİNASYON
MERKEZ BİRİMİ

e-ISSN: 2822-2431
BinBee
ARI VE DOĞAL ÜRÜNLER DERGİSİ

Bal Arısı Sağlığına Varroa Akarının Etkisi ve Varroaya Karşı Kontrol Stratejilerinin Geliştirilmesi

Metin GÜRÇAY^{1*} Abdurrahman GÜL² Emrullah KAYA³

Makale bilgileri

Geliş Tarihi:09.06.2024

Kabul Tarihi: 02.07.2024

Makale türü: Derleme

Anahtar kelimeler

Bal arısı, Varroa Akarı Etkisi,
Kontrol Stratejileri

Özet

Günümüzde 25 civarında virus türünün bal arılarını (*Apis mellifera*) enfekte ettiği bilinmektedir. Bu virüslerin bal arılarına değişik şekillerde bulaşması sonucunda bir kısmı yüksek patojenite

gösterirken önemli bir bölümünün kolonilerde hastalık oluşturmada (gizli) bulunduğu, ancak bazı özel şartlar altında hastalık bulguları ve kayıplara neden olduğu görülmektedir. Bu nedenle bal arısı virüslerinin patogeneğinde virus, konakçı (Bal arısının yaşam evresi) ve çevre faktörlerinin beraber ele alınması gerekir. Bu virüslerin bal arılarına bulaşmasında bal arısı paraziti olan varroa akarı varlığı ve enfestasyon oranı bal arısı kolonilerinde koloni devamlılığı için önem arz etmektedir. Bu nedenle bal arısı kolonilerinin arı ve koloni sağlığı için varroa enfestasyonu izleme testlerinin yapılması ve kontrol stratejilerinin uygulaması büyük önem taşımaktadır. Bu makalede bal arısı koloni yönetimi ve koloni sürekliliği açısından önem arzeden varroa akarı enfestasyonu izleme ve kontrol stratejileri üzerinde durulmuştur.

Atf: Gürçay M., Gül A., Kaya E.. (2024) Bal Arısı Sağlığına Varroa Akarının Etkisi ve Varroaya Karşı Kontrol Stratejilerinin Geliştirilmesi. BinBee Arı ve Doğal Ürünler Dergisi, 2024,4(1): 9-14.

The Effect of Varroa Mite on Honey Bee Health and Development of Control Strategies Against Varroa

Article info Received:

09.06.2024 Accepted:
02.07.2024

Article type: Review

Keywords:

Honeybee, Varroa Mite
Effect, Control Strategies

Abstract

Today, around 25 virus species are known to infect honey bees (*Apis mellifera*). As a result of the transmission of these viruses to honey bees in different ways, some of them show high pathogenicity, while a significant part of them are found in colonies without causing disease (hidden), but under some special conditions, they cause disease symptoms and losses. Therefore, in the pathogenesis of honey bee viruses, virus, host (life stage of the honey bee) and environmental factors must be considered together. In the transmission of these viruses to honey bees, the presence of the varroa mite, which is a honey bee parasite, and its infestation rate are important for colony continuity in honey bee colonies. Therefore, it is of great importance to conduct varroa infestation monitoring tests and implement control strategies for bee and colony health of honey bee colonies. This article focuses on varroa mite infestation monitoring and control strategies, which are important for honey bee colony management and colony continuity.

Citation: Gürçay, M. Gül, A., Kaya, E. (2024) The Effect of Varroa Mite on Honey Bee Health and Development of Control Strategies Against Varroa . Journal of BinBee - Apicultural and Natural Products, 2024,4(1): 9-14.

¹ *Sorumlu yazar, Metin Gürçay, Bingöl Üniversitesi, Vetriner Fakültesi, Klinik Öncesi Bilimler Bölümü, Viroloji Anabilim dalı , Bingöl, Türkiye, mgurcay@bingol.edu.tr, ORCID: 0000-0001-9160-7454.

² Bingöl Üniversitesi, Vetriner Fakültesi, Klinik Öncesi Bilimler Bölümü, Parazitoloji Anabilim dalı, Bingöl, Türkiye, agul@bingol.edu.tr, ORCID: 0000-0002-8693-5266.

³ Bingöl Üniversitesi, Fen Bilimler Enstitüsü, Arı ve Arı Ürünleri Yüksek Lisans Öğrencisi, Bingöl, Türkiye, emrullahkaya2@gmail.com, ORCID: 0009-0006-7353-0653.

Giriş

Asya bal arısı (*Apis cerana*) ve Avrupa bal arısı (*Apis mellifera*) arasında, *Varroa destructor* adlı ektoparazit bir akar, dünya çapında arıcılık için önemli bir sorun olarak ortaya çıkmaktadır. *Varroa* akarı, Avrupa'da *Apis mellifera* bal arısı popülasyonlarına bulaşmasının ardından 1980'lerden bu yana kapsamlı araştırmalara konu olmuştur. *Varroa destructor*, dünya çapında bal arısı kolonilerinde yayılmasını sürdürerek birçok ülkede varlığı bildirilmiştir [1].

1. *Varroa* Akları Virus İlişkisi

Bal arıları ile *Varroa* akarı arasındaki konakçı-parazit ilişkisi, *Varroa*'nın varlığı bal arısı kolonilerindeki çeşitli arı virüsleri ile yakından ilişkili olduğundan üç yönlü bir ilişki olarak düşünülmüştür [2]. *Varroa*'nın biyolojik vektörlüğü, ilk olarak Deforme Kanat Virüsü (DWV) ve Akut Arı Felci Virüsü (ABPV) gibi virüslerin bal arısı kolonilerinde yayılmasında rol oynadığı kanıtlanmıştır [3]. Bal arısı kolonileri, virüslerin hem yatay (çevresel faktörler veya biyolojik temas yoluyla) hem de dikey (anne arıdan yavruya) olarak bulaşmasına maruz kalabilir [4]. Son araştırmalar, *Varroa*'nın vektörlük yaptığı yeni virüsler ve virüs varyantları tespit etmiştir [5]. Yapılan çalışmalar, *varroa* akarı yoğunluğu ile arıların taşıdığı viral yükler arasında güçlü bir pozitif korelasyon bulmuştur. Bal arıları, *varroa* akarları tarafından yoğun şekilde istila edildiğinde, DWV-A, DWV-B, BQCV, ABPV, KBV ve IAPV gibi virüslerle birlikte daha yüksek viral yükler taşıma eğilimindedirler.

Yoğun *varroa* akarı istilasını altındaki kovanlarda yapılan viral yük kontrolleri, genellikle yüksek seviyelerde viral yük bulunduğunu göstermiştir. Bu durum, kovanların sonbaharda ölüm oranlarında artışlara neden olabilir ve bal arılarının bakteriyel enfeksiyon riskini artırmadan farklı virüslerle yüksek yüklere maruz kaldığını gösterir [6]. Kombine parazitizm ve viral enfeksiyonlara uzun süre maruz kalma, hemolimf şekeri konsantrasyonunun düşmesine, bal arısının vücut direncinin zayıflamasına ve koloni ölümlerine neden olabilir. Bu parametreler, özellikle sonbaharda kışlama döneminde koloni kayıplarının potansiyel belirleyicileri olarak kabul edilmektedir [6].

Kolonide yavru üretimi ve ergin arı popülasyonunda azalma, arıların uçuş etkinliğinin düşmesi, tarlacılık etkinliğinin azalması, enfeksiyonlara karşı doğal direncin kaybolması, enfeksiyon kaynağı oluşturmaları, yaşam süresinin kısalması, tek kanatlılık, küçük kanat, küçük abdomen, pupa ölümleri, arılarda %25 oranında canlı ağırlık kaybı ve %60'a varan protein kaybı, koloni gelişme hızında ve üretim etkinliğinde azalma, erkek arılarda sperm üretiminde düşme ve kış kayıplarının artması şeklinde arılarda etkiler görülebilmektedir. *Varroa* akarı sadece bal arısı kolonisinde üreyebilir. Arının vücuduna yapışır ve yağ gövdelerini emerek arıyı zayıflatır [7,8].

2. Koloni *Varroa* düzeyinin belirlenmesi

Bal arılarında *varroa* akarı enfestasyonunun belirlenmesinde pudra şekeri testi yapılmaktadır. Bu test ile kolonilerin *varroa* sayısını belirlemek ve kontrol çalışmalarını yapmada kullanılmaktadır. Bu test için her koloniden yavrulu bir çerçeveden bir huni yardımıyla 30 gr veya 300 arı plastik kavanoz içerisine alınır. Kavanoz üzerine kovan numarası not edilir, kavanozun kapağı kapatılıp dairesel şekilde elle 3 dakika çalkalanarak işçi arılar üzerindeki *varroa*ların ayrılması sağlanır. Daha sonra kavanozun kapağı ızgaralı kapakla değiştirilerek ve kavanoz ters çevrilmek sureti ile pudra şekeri elek ile elenir. Pudra şekeri ile birlikte *varroa*lar da elekten geçerek döküleceklerdir. İşlem sonunda kavanozdaki koloniden alınan arılar kovana geri konulur. Pudra şekeri ile elekten geçmiş *varroa*lar sayılıp not edilir [9,10].

$$\% \text{ Varroa akarı bulaşık oranı} = \frac{\text{Sayılan toplam Varroa sayısı}}{\text{Test edilen toplam işçi arı sayısı}} \times 100$$

Ele alınan tüm kolonilerde bu işlem yapıldıktan sonra hepsinin ortalaması alınır. Bu hesaplardan elde edilen veri, aşağı tablodaki değerler ile karşılaştırılarak arılıkta bulunan kolonilerdeki bulaşıklık düzeyi saptanarak *varroa* akarına karşı kontrol etkinliği ve koloninin yaşama gücü ortaya konulur (Tablo 1), [9,10].

Varroa Akarı Bulaşık Oranı Seviyesi	Varroa Akarı Bulaşık Oranı (%)	Varroa Akarı Kontrol Etkinliği	Koloni Yaşama Gücü
Düşük	0-1	Yüksek	100
Orta	1.1-3	Orta	100
Yüksek	3.1-5	Etkin Değil	80
Aşırı	5.1-15	Etkisiz	40

Tablo 1. Bal arısı kolonisine *Varroa* akarı bulaşıklık oranı, kontrol etkinliği ve koloni yaşama gücünün oranları [9,10].

3. Kolonide Varroa Kontrolü

Dünyadaki bal arılarında büyük bir düşüş yaşanması sonucunda milyonlarca kovan yok olmaktadır. Bu düşüş, bal arılarının doğal bitki topluluklarının insan ve hayvan besin kaynaklarının sürdürülmesinde oynadığı kritik rol nedeniyle giderek artan bir endişe kaynağı oluşturmaktadır. Günümüzde virüs, bakteri veya parazit enfeksiyonu, pestisit maruziyeti ve kötü beslenme, çevresel çeşitlilik ile bu faktörler arasındaki sinerjistik etkiler ve birçok çevresel stres etkenleri, bal arısı kolonilerini etkilemektedir [11]. Bal arısı kolonileri için bu stres etkinin en büyüğünü *Varroa* akarı oluşturmaktadır. *Varroa* akarı dışında yıkıcı olabileceği ve başka hiçbir bal arısı patojeni veya parazitin bal arıları üzerinde benzer bir etkiye sahip olmadığı bilinmektedir. Bu nedenle *Varroa* akarı kontrolü koloni sağlığının korunmasında önemli bir rol oynamaktadır. Arıcıların kovanlarındaki *Varroa* akarı istilasını ölçmek için kullanabilecekleri uygun bir yöntemle bal arısı kolonilerindeki *Varroa* akarı istilasının belirlenmesi, etkin akar kontrolü açısından önemlidir. *Varroa akarı* kontrolünde genetik, mekanik, biyolojik ve kimyasal olmak üzere çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Ancak *Varroa* akarı popülasyonunu kontrol etmek için iyi bilinen tek bir yöntem yoktur [11].

4. Kimyasal Kontrol

Günümüzde bal arısı kolonilerinde *Varroa* akarı popülasyonunun kontrolü için kimyasal mücadele büyük önem taşımaktadır. Bu kontrol akarisitlerin kullanılmasıyla sağlanabilmektedir. *Varroa* akarlarının kontrolünde kullanılan akarisit kimyasalların tamamına “Varroasitler” adı verilmektedir. Piretroidler (tau-fluvalinat, flumetrim), formamidinler (Amitraz) ve organofosfatlar (Coumaphos) gibi sentetik akarisitler *Varroa* kontrolünde yıllardır kullanılan en etkili ilaçlar olmuştur [12,13]. *Varroa* kontrolü için kimyasal bazlı ilaçların yaygın şekilde kullanılması sonucunda arıcılık sektörü iki önemli halk sağlığı sorunuyla karşı karşıya kalmaktadır. Birinci sorun, *Varroa* akarları bu kimyasalların sürekli kullanılması halinde direnç geliştirmekte, ikinci büyük sorun ise arı kovanı substratları ve ürünlerinde kimyasal kalıntıların bulunmasıdır [14]. Bu sorunların artması sentetik olmayan maddelerle tedaviye olan ilgiyi artırmıştır. Bu kontrol stratejileri çoğunlukla organik asitlerin (formik asit, oksalik asit, laktik asit) ve uçucu yağların (timol, karvakrol ve mentol) kullanımına dayanmaktadır [14]. Hidrofilik ve uçucu özellikleri nedeniyle, balmumu peteğinden göç edebilecekleri depolanan balda birikmeleri pek olası değildir. Ayrıca akarların bunlara karşı direnç geliştirmesi pek olası değildir [14]. Ancak organik asitlerin tek başına uygulanması *varroa* akarı kontrolü için yeterli olmayabilir. Kimyasal kontrolün mekanik kontrolle birleştirilmesi *varroa* akarı kontrolünün etkinliğini artırabilir [14].

Tıbbi ve aromatik bitkilerin çeşitli kısımlarından hidrodistilasyon veya buhar distilasyonu gibi çeşitli yöntemler

kullanılarak ekstrakte edilen uçucu yağlar, uçucu aromatik bileşiklerin kompleks bir karışımıdır [15]. Uçucu yağlar, akarlar karşı yüksek toksisiteye sahip olmaları, arılar ve memeliler için düşük toksisiteye sahip olmaları ve çevresel etkilerinin düşük olması nedeniyle *Varroa* akarı ile kontrolünde alternatif ve faydalı bir aracı temsil etmektedir. Timol, karvakrol, sitral, mentol ve Tau-İsüvalinat gibi bileşenler varroacidal aktiviteye sahiptir, timol popülaritesi hızla artan bir bileşendir [15]. Aktif madde Timol (Thymovar, Apiguard), kekik yağının bir ürünüdür. *Varroa* akarına karşı etkili olan esansiyel yağ bazlı bir üründür ve biyoaktivitesini büyük olasılıkla nörolojik mekanizmaların aracılık ettiği bir şekilde gösterir [15]. Hem tek başına hem de diğer varroacidal ajanlarla ve yavru uzaklaştırma gibi biyoteknolojik uygulamalarla kombinasyon halinde kullanılabilir. Timol, *varroa* akarı tepsisi (kaplamalı yavaş salınımlı jel) ve emprenye edilmiş bez sünger şerit şeklinde kullanılmaktadır [15].

5. Biyolojik Kontrol

Varroa akarlarını kimyasal madde kullanmadan kontrol etmek için biyolojik mücadele yöntemleri geliştirilmiştir. Biyolojik *Varroa* akarı kontrol yöntemleri arının biyolojisinin kullanılmasını içerir. Akarlar dirençli bir koloni oluşturmak için seçilen arıların arzu edilen özellikleri arasında daha yüksek hijyen ve bakım faaliyetleri olan, kapaklama sonrası daha kısa süre uygulaması, yavruların akarlar için düşük çekiciliğinin sağlanması ve düşük akar doğurganlık faktörlerini sağlamak gibi yöntemleri içermektedir. Bu yöntem dirençli kolonilerin seçimi ve *varroa* akarı oluşturulmaması *Varroosis*'in kontrolünde en iyi ve en ucuz yöntemdir [15].

Biyoteknolojik bir yaklaşım olarak "tarak yakalama yöntemi" başarıyla kullanılmaktadır. Prensipte, kuluçka akarları ve arı akarları arasındaki eşit olmayan dağılım nedeniyle (Erkek arı *Varroa* yoğunluğu) arılarda yoğun oldukça etkili olabilen, mühürlü bal arısı peteği kuluçka akarlarını (erkek arıların) kolonilerden uzaklaştırmaktır. Çoğu uygulama, yalnızca koloni boyutu veya bal üretimi üzerinde olumsuz bir etki yaratmadan ortadan kaldırılabilen erkek arı yavrularının uzaklaştırılması prensibine dayanır [16].

Polen tuzağı, tarladan dönen arıların zorlukla geçebileceği kovan girişine veya altına yerleştirilen, plastik veya metalden yapılmış bir cihazdır. Kovan girişinde polen tuzaklarındaki deliklerden geçen arılar polen yükünü bırakırlar, *Varroa* akarları çoğu durumda tuzağa düşerek arılardan ayrılarak tuzak perdesinde tutulurlar. *Varroa*'nın kontrolünde polen tuzaklarının etkinliği üzerine yapılan bir araştırma, tek başına polen tuzaklarının kullanılmasının akar yakalamayı kontrole göre artırdığını ve polen tuzakları olan kolonilerin, polen tuzağı olmayanlara göre daha yüksek bal verimi ürettiğini göstermiştir. Bu yöntem tek başına çok etkili değildir; ancak diğer yöntemlerle birlikte uygulanmasında fayda vardır [16].

Tel kafes ve çekmece altı uygulaması, düşen akarları tutmak için bir toplama tepsisi yerleştirilmesine dayanan *Varroa* kontrol yöntemleridir. Yeni olgunlaşmış arılardaki yetişkin akarların yaklaşık %20'si ilk üç gün içinde kovanın dibine düşecektir. Düşen akarları yakalamak için kovanların alt tahtasına derin çıkarılabilir bir tepsisi ve tepsinin üstüne arıların geçemeyeceği ancak *Varroa* akarlarının geçebileceği tel izgara yerleştirilir. Akarlar, arılara geçemeyerek tel kafesin altına düşer ve soğuktan ve açlıktan ölürlere [17].

Diğer biyolojik yöntemler arasında ısı işlemi gibi yoğun iş gerektiren uygulamalar yer alır. *Varroa* akarları 34°C'nin üzerindeki sıcaklıklara arı larva ve pupalarından daha duyarlıdır. Akarların gelişimi için en uygun sıcaklık 32,5 ila 33,4°C arasındadır. Dişi akarların üreme yeteneği 36,5 °C'nin üzerindeki sıcaklıklarda önemli ölçüde azalır ve 38°C'nin üzerindeki akarlar üremeden ölürlere [17]. Bu yöntemin ticari arıcılıkta pratik olmadığı görülmektedir.

Diğer bir biyolojik kontrol, koloni yönetimi teknikleri ile genç ana arı kullanımı akar kontrolünde avantaj sağlar. *Varroa* akarları erkek arıyla yavrulamayı tercih eder. Genç ana arılar ile düşük oranda döllenmemiş yumurta bırakma yeteneğinin sağlanması, erkek arı yavrularının sayısının azalmasını sağlayarak kovandaki *Varroa* akarlarının sayısını azaltır [17]. Bu biyolojik yöntem ile özellikle ana arı değişiminin sağlanması, diğer *Varroa* mücadele yöntemleriyle karıştırıldığında arılar hem *Varroa* kontrolünde başarılı olacak, hem de gelecek sezon için genç ana arıya sahip olunmuş olacaktır. Bu şekilde koloniler başarılı bir şekilde kışlatılabilecektir [17].

akar popülasyonlarını kontrol etmek için tek başına bir tedavi mücadelede yeterli değildir; diğer akar kontrol yöntemleri ile birlikte kullanılması gerekir. *Varroa* akarlarının kontrolü için entegre bir haşere yönetimi programıyla kontrol için daha etkin bir sonuç alınacaktır.

6. Entegre Zararlı Yönetimi (EZY)

Entegre Zararlı Yönetimi (EZY), *Varroa* akarı kontrolünde kullanılan çok yönlü ve sürdürülebilir bir stratejidir. EZY, kimyasal, biyolojik, mekanik ve kültürel yöntemlerin kombinasyonunu kullanarak zararlıların kontrol altına alınmasını amaçlamaktadır. Bu strateji, zararlıların popülasyonunu kabul edilebilir seviyelerde tutarken, çevresel etkileri ve ekonomik maliyetleri minimize etmektedir. EZY, *Varroa* akarı ile kontrolünde çeşitli yöntemlerin entegre edilmesini içermektedir. Kimyasal kontrol, biyolojik yöntemler, mekanik, fiziksel yöntemler, ve kültürel uygulamalar birlikte kullanılarak daha etkili ve sürdürülebilir sonuçlar elde edilmektedir [14]. Örneğin, kimyasal kontrol yöntemleri, biyolojik yöntemlerle desteklenerek akarların direnç geliştirme olasılığı azaltılabilmektedir. Aynı şekilde, mekanik yöntemler, biyolojik kontrol yöntemleri ile kombine edilerek daha kapsamlı bir kontrol sağlanabilmektedir. EZY stratejilerinin başarılı bir şekilde uygulanması için, arıcıların zararlı popülasyonunu düzenli olarak izlemeleri ve uygun kontrol programı bulunmaları gerekmektedir. Örneğin, *Varroa* akarı popülasyonunun izlenmesi için yapışkan tuzaklar veya akar sayım yöntemleri kullanılabilir. Bu veriler, kimyasal uygulamaların zamanlaması ve dozajının belirlenmesinde önemli bir rol oynayacaktır [18].

EZY stratejilerinin bir diğer örneği, arı kolonilerinin düzenli olarak kontrol edilmesi ve biyolojik yöntemlerin kullanılmasıdır. Entomopatogenik mantarların veya akar predatörlerinin düzenli olarak uygulanması, *Varroa* akarı popülasyonunun kontrol altına alınmasına yardımcı olmaktadır. Bunun yanı sıra; arı kovanlarının düzenli temizliği ve drone tuzaklarının kullanılması, mekanik kontrol yöntemlerinin bir parçası olarak kontrol stratejilerine dahil edilebilmektedir [19].

EZY stratejilerinin en büyük avantajı, çevresel etkilerin ve kimyasal kalıntıların minimize edilmesidir. EZY, kimyasal kontrol yöntemlerinin aşırı kullanımını engellemektedir ve arıların sağlığını korumaktadır. Bunun yanı sıra; EZY stratejileri, zararlıların direnç geliştirme olasılığını azaltmakta ve uzun vadede daha sürdürülebilir çözümler sunmaktadır [20]; ancak EZY stratejilerinin uygulanması, düzenli izleme ve dikkatli planlama gerektirmektedir. Arıcılar, zararlı popülasyonlarını sürekli olarak izlemeli ve uygun kontrol programı bulunmalıdır. Bunun yanı sıra; EZY stratejilerinin etkinliği, çevresel koşullara ve uygulama yöntemlerine bağlı olarak değişebilmektedir [19].

Sonuçlar ve Tartışma

Varroa akarlarının kontrolünde coumaphos, fluvalinate gibi çeşitli kimyasallar yaygın olarak kullanılmaktadır. Kalıntı ve direnç problemi olan kimyasalların kullanımına karşı alternatif stratejiler; organik asitler, bitkisel ürünler, biyolojik kontrol ve mekanik yöntemlerdir. Ancak *Varroa* akarı kontrolünde hiçbir yöntem tek başına başarılı olamaz. *Varroa* akarlarının kontrolü için entegre bir haşere yönetimi stratejisinde bu yöntemlerin birlikte kullanılması kontrol başarısını artırabilir. Ayrıca arı ürünlerinde aşırı kimyasal kullanımı ve kalıntı problemlerinin önüne geçilerek, daha etkili bir şekilde arıtlararak ekonomik kayıplar azaltılabilir. Arıcılık faaliyetlerinde entegre *Varroa* akarı kontrol yönetimi uygulamalarını da içeren çeşitli teşhis ve kontrol yöntemleri uygulanmalıdır. Bu maksatla organik ve konvansiyonel arıcılık işletmelerinde sürdürülebilir kontrol önlemleri uygulanabilir. Kontrol uygulamalarının yeterli etkinliğini sağlamak için, uygulanan biyoteknik yöntemlerin ve akarisit maddelerin, optimal süreyi de içeren kontrol protokolüne uygun olarak kullanılması gerekir. Arıcılar, önerilen kontrol yöntemlerini kullanarak yetişkin arılara ve yavrulara zarar gelmesini önleyebilirler. Akar kontrolünün etkinliğini en üst düzeye çıkarmak ve bal arısı ürünlerinin üretim kalitesini ve güvenliğini sağlamak için arıcıların mevsimsel kontrol etkilerini, tıbbi ürün rotasyonunu ve *Varroa* akarı kontrolünde etkinliğini dikkate alması gerekir.

Kaynaklar

- [1] Noël, A., Le Conte, Y., & Mondet, F. (2020). *Varroa destructor*: how does it harm *Apis mellifera* honey bees and what can be done about it?. *Emerging Topics in Life Sciences*, 4(1), 45-57.
- [2] Mondet, F., de Miranda, J.R., Kretzschmar, A., Le Conte, Y. and Mercer, A.R. (2014) On the front fine: quantitative virus dynamics in honeybee (*Apis mellifera* L.) colonies along a new expansion front of the parasite *Varroa destructor*. *PLoS Pathog.* 10, e1004323 <https://doi.org/10.1371/journal.ppat.1004323>.

- [3] de Miranda, J.R., Cordon, G. and Budge, G. (2010) The Acute bee paralysis virus–Kashmir bee virus–Israeli acute paralysis virus complex. *J. Invertebr. Pathol.* 103, S30–S47 <https://doi.org/10.1016/j.jip.2009.06.014>
- [4] de Miranda, J.R., Bailey, L., Ball, B.V., Blanchard, P., Budge, G.E., Chejanovsky, N. et al. (2013) Standard methods for virus research in *Apis mellifera*. *J. Apic. Res.* 52, 1–56 <https://doi.org/10.3896/IBRA.1.52.4.22>.
- [5] Levin, S., Sela, N., Erez, T., Nestel, D., Pettis, J., Neumann, P. et al. (2019) New viruses from the ectoparasite mite *Varroa destructor* infesting *Apis mellifera* and *Apis cerana*. *Viruses* 11, 94 <https://doi.org/10.3390/v11020094>.
- [6] Cournoyer, A., Plamondon, L., Bau-Gaudreault, L., Deschamps, A., Dubreuil, P., & Benoit-Biancamano, M. O. (2022). Effects of *Varroa destructor* on hemolymph sugars and secondary infections in honeybees (*Apis mellifera*). *Applied Sciences*, 12(22), 11630..
- [7] Goodwin M, Eaton VC: Control of *Varroa*. A guide for New Zealand Beekeepers. New Zealand Ministry of Agriculture and Forestry. <http://www.nzfsa.govt.nz>, 2001, Accessed: 23.11.2009.
- [8] Ramsey, Samuel D.; Ochoa, Ronald; Baughan, Gary; Gulbranson, Connor; Mowery, Joseph D.; Cohen, Allen; Lim, David; Joklik, Judith; Cicero, Joseph M.; Ellis, James D.; Hawthorne, David; vanEngelsdorp, Dennis 2019. "Varroa destructor feeds primarily on honey bee fat body tissue and not hemolymph". *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 116 (5): 1792–1801.
- [9] Çakmak, İ., ÇAKMAK, S., Fuchs, S., & Yeninar, H. (2011). Comparison of powdered sugar and detergent methods to determine *Varroa* infestation level in honey bee colonies. *Uludag Bee Journal*, 11(2), 63-68.
- [10] Seven-Çakmak, S., Çakmak, İ., Fuchs, S., & Kandemir, İ. (2017). The determination of varroa (*Varroa destructor*) infestation level in honeybee (*Apis mellifera anatoliaca*) colonies with powder sugar method and selection. *Uludag Bee J*, 17, 7-23.
- [11] Tirado R, Simon G, Johnston P (2013): Bees in decline: A review of factors that put pollinators and agriculture in Europe at risk. Greenpeace Research Laboratories Technical Report (Review), 1, 1-48.
- [12] Ayan A, Tutun H, Aldemir OS (2019): Control methods against *Varroa* mites. *Int J Adv Stud*, 11, 19-23.
- [13] Cremer S, Armitage SAO, Schmid-Hempel P (2007): Social immunity. *Curr Biol*, 17, 693-702.
- [14] Rosenkranz, P, Aumeier P. and Ziegelmann, B. Biology and control of *Varroa destructor*. *J. Invertebr. Pathol* 103: S96-S119 (2010).
- [15] Tutun H, Koç N, Kart A (2018): Plant essential oils used against some bee diseases. *TURJAF*, 6, 34-45.
- [16] Cakmak, İ., Aydın, L., Camazine S. and Wells H., Pollen traps and walnut-leaf smoke for *Varroa* control. *Am. Bee. J* 142 (5): 367-370 (2002).
- [17] Akyol E. and Korkmaz A. Biological methods to control of the *Varroa destructor*. *Uludag Bee J* 6 (2): 62-67 (2006).
- [18] Rodriguez, M., Gerding, M., France, A., & Ceballos, R. (2009). Evaluation of *Metarhizium anisopliae* var. *anisopliae* Qu-M845 isolate to control *Varroa destructor* (Acari: Varroidae) in laboratory and field trials. *Chil. J. Agric. Res*, 69(4), 541-547.
- [19] Harbo, J. R., & Harris, J. W. (1999). Selecting honey bees for resistance to *Varroa jacobsoni*. *Apidologie*, 30(2-3), 183-196.
- [20] Sammartaro, D., & Avitabile, A. (1998). *The beekeeper's handbook*. Cornell University Press.