



Bal Arılarının Viral Hastalıkları*

Ayşegül USTA¹, Yakup YILDIRIM^{1**}

Öz

Arıcılık dünyada ekonomik olarak tarıma ve tozlaşma vasıtasıyla bitkisel üretime ve dolayısıyla ekosisteme yadsınamayacak katkılar sağlar. Arı kovanlarında sebebi açıklanamayan koloni kayıplarının önüne geçilmesi ve bu kayıpların en aza indirilmesi dünyamızın geleceği ve devamı için şarttır. Arı kolonilerindeki kayıplarda değişik faktörlerle birlikte virusların da rol oynayabileceği düşünülmektedir. Zira koloni sönməsi gözlenen kolonilerin viral ve paraziter etkenlerle aynı anda enfekte olma oranlarının diğer patojenlerin birlikte bulunma oranlarına göre hayli yüksek olduğu bilinmektedir. Ülkemizde dünya çapında önemli bir sayıda bal arısı popülasyonu olmasına rağmen arı virusları ile ilgili ayrıntılı bilgi bulunmamaktadır. Bu derlemenin amacı, bal arılarının viral hastalıklarıyla alakalı genel bir bilgi sunmak ve son gelişmeleri değerlendirmektir.

Anahtar kelimeler: Bal arısı, bal arısı virusu, viral enfeksiyon

Viral Diseases of Honey Bees

Abstract

Beekeeping contributes undeniably to the world economically agriculture and to vegetative production through pollination and therefore to the ecosystem. Preventing unexplained colony losses in bee hives and minimizing these losses is essential for the future and continuation of our world. It is thought that viruses may play a role in loss of bee colonies along with different factors. Because it is known that the colonies that have colony extinction are infected with viral and parasitic factors at the same time compared to the rate of coexistence of other pathogens. Although there is a significant number of honey bee populations worldwide in our country, there are very limited data on bee viruses. The aim of this review is to provide a general knowledge about viral infections of honey bees and to evaluate recent developments.

Keywords: Honey bee, honey bee viruses, viral infection

ORCID ID (Yazar sırasına göre)
0000-0002-8376-0421, 0000-0003-4299-4712

Yayın Kuruluna Geliş Tarihi: 03.03.2020
Kabul Tarihi: 23.06.2020

¹Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Veteriner Fakültesi, Viroloji Anabilim Dalı, Burdur, Türkiye

*İlk yazarın aynı isimli yüksek lisans seminerinden özetlenmiştir.

**E-posta: yyildirim@mehmetakif.edu.tr

Giriş

Bir hayvancılık dalı olan arıcılık, tarım işletmeleri (tarla, bağ-bahçe ve hayvancılık) içinde ikinci üretim dalı olarak yapılmakta ve oluşturduğu katma değer ile aile ve ülke ekonomisine katkı sağlamaktadır. Bal arılarından elde edilen yüksek besin içerikli ürünler (polen, arı sütü, bal vs.) beslenme, sağlık ve sanayi açısından da çok kıymetlidir.

Diğer hayvanlar gibi, bal arıları kaçınılmaz olarak önemli koloni kayıplarından sorumlu olan çok çeşitli patojenler tarafından enfekte edilmektedirler. Bal arısı patojenleri arasında viruslar, bal arılarının sağlığına karşı büyük tehdit oluşturmakta araştırmacılar ve arıcılar için ciddi endişelere sebep olmaktadır (Chen ve Siede, 2007). Literatürlerde 26 adet bal arısı virusu tespit edilmiş ve bunların büyük çoğunluğunun RNA genomuna sahip olduğu sadece iki etkenin DNA genomu taşıdığı (Filamentöz virus, Apis İridescent virus) belirlenmiştir (Doğanay ve Aydın, 2017; Garigliany ve ark., 2018; Levin ve ark., 2019). Bu derlemenin amacı, bal arılarının viral enfeksiyonlarıyla ilgili genel bir bilgi birikimi sunmak ve son gelişmeleri değerlendirmektir.

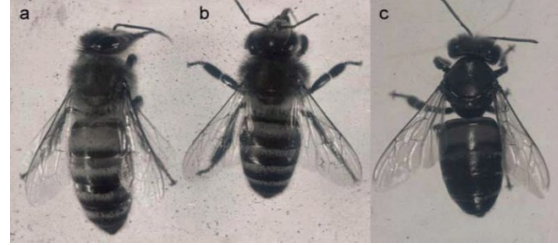
Bal Arılarında Görülen Viral Hastalıklar

1. Kronik Arı Felç Virusü

Genetik analizler kronik arı felci virusunun Nodavirüsler (Nodaviridae) olan benzerliğinden dolayı yeni bir virus grubu olarak sınıflandırılması gerektiğini göstermiştir. Kronik arı felci virusuna maruz kalan arı kolonilerinin büyük çoğunluğunda semptomlar görülmeyebilir. Hastalık belirtileri görülen kolonilerde ise Tip 1 ve Tip 2 sendromları tanımlanmıştır (Ribiere ve ark., 2010).

Tip 1 sendromunun ana belirtileri titreme, kanatların ve düşmüş olması ile karın bölgesinin (abdomen) şişkin olmasıdır. Çoğunlukla kovana girişinde görülen bu arıların kanatlarında, vücutlarında ve bacaklarında anormal titreme hareketleri gözlenir (Ribiere ve ark., 2010). Tip-2 sendromda görülen en tip klinik bulgular ise vücut kıllarında dökülme ve vücut renginin koyulaşarak parlak siyah renk almasıdır (Şekil 1). Bu görünüm sebebiyle 'kılız siyah sendromu' olarak da isimlendirilir (Ribiere ve ark., 2007; Ribiere ve ark., 2010). Etkilenen arılar diğerlerine nazaran daha küçük

görünürler. Buna karşın abdomenleri şişkin durumdadır. Bazı durumlarda aynı kolonide Tip1 ve Tip2 sendromları aynı anda ortaya çıkabilir, fakat birinin diğerine nazaran daha baskın seyrettiği görülür (Ribiere ve ark., 2010).



Şekil 1. Kronik arı felci hastalığının görünümünü a. tip I sendromu; b. Sağlıklı arı ; c. Tip II sendromu (Aubert ve ark., 2008)

2. Kronik Arı Felci Uydu Virusü

Kronik arı felci uydu virusu yaklaşık 12-17 nm çapında ve kübik simetrik bir yapıya sahiptir. Virus üç parçalı RNA genomu taşıyan zarfsız virus, serolojik olarak kronik arı felci virusundan tamamen farklıdır. Etken çoğalabilmek için zorunlu olarak kronik arı felci virusuna ihtiyaç duyan tipik bir uydu (satellite) virusudur. Bu virus daha çok kraliçe arılarda görülmektedir. Virusun arılarda herhangi bir hastalık belirtisi gösterdiği tespit edilmemiştir (Allen ve Ball, 1996; Doğanay ve Aydın, 2017).

3. Akut Arı Felç Virusü

Akut arı felci virusu, başlangıçta arı felcine sebep olan etkenin (kronik arı felci virus) belirlenmesi üzerine laboratuvar çalışması sırasında tesadüfen bulunmuştur. *Dicistroviridae* ailesinde yer alan akut arı felci virusu *Aparavirus* cinsinde bulunan bir RNA virusudur. Yaklaşık 8-10kb uzunluğundaki viral nükleik asit (Aubert ve ark., 2008; Doğanay ve Aydın, 2017), dicistrovirusların tipik özelliği olan genomu kodlayan ORF-1 ve ORF-2 bölgelerini içerir. Etken, hastalık semptomları şekillenmeyen enfekte işçi arılarından arı sütü ile beslenmekte olan larvalara veya varroa paraziti tarafından pupalara ve larvalara bulaştırılmaktadır (Moore ve ark., 2015). Varroa parazitinin dünyada yayılımına kadar, bu virus ölü ergin arılarda veya damızlık arı

Bal Arılarının Viral Hastalıkları

yetiştiriciliğinde serolojik olarak doğrudan tespit edilmemiştir. Bal arısı üzerindeki varroa akarının beslenme süresi ne kadar uzun olursa, iletilen virus miktarı da o kadar çok olmaktadır. Pupa döneminde akut arı felci etkeni ile kontaminasyon pupa ölümlerine sebep olur (Aubert ve ark., 2008).

4. Kaşmir Arı Virus

Etken *Dicistroviridae* ailesinde *Aparavirus* cinsinde bir RNA virusudur. Tek iplikçi ve pozitif polariteli RNA yaklaşık 9.5kb uzunluğundadır (Aubert ve ark., 2008; Doğanay ve Aydın, 2017). Kaşmir arı virusu Kuzey Hindistan'da görülen *Apis cerenadan* (Asya bal arısı) elde edilen *Apis iridescent virus* ekstraktlarının *Apis mellifera*'ya (Avrupa bal arısı) verilmesi esnasında kontaminant olarak tesadüfen keşif edilmiştir. Kaşmir arı virusu biyolojik genetik ve serolojik olarak akut arı felci etkeni ile ilişkilidir ancak iki etken parçacıklarının VP4 proteinleri serolojik olarak farklıdır aynı zamanda kapsid protein profillerinde değişkenlik göstermektedir. Bu viruslar RT-PCR ile kolayca ayırt edilebilmektedirler. Hastalık enfekte arılarla direkt temas veya kontamine ortamlardan etkenin kütikula bulaşması şeklinde gerçekleşir. Enfekte işçi arılar petek temizliği sırasında larvalara virus bulaştırabilmektedirler. Kaşmir arı virusunun transovaryal-vertikal yolla bulaşması mümkündür. Hastalık, erişkin arılarda çoğunlukla persiste enfeksiyon şeklinde seyredir. Kolonilerde varroa parazitinin görülmesi ile hastalık semptomlarının ortaya çıkması paralellik gösterir (Allen ve Ball, 1996; Aubert ve ark., 2008).

5. İsrail Akut Arı Felç Virus

Bal arısı popülasyonlarında en büyük etkiye sahip olan bu viruslar, *Dicistroviridae* ve *Iflaviridae* familyasında yer alan viruslardan daha küçüktürler. Bunlar ikozahedral picorna benzeri yapıya sahiptir (Chen ve Siede, 2007). İsrail akut arı felci virusu genetik özellikleri itibarıyla kaşmir arı virusuna akut arı felci virusundan daha yakın konumdadır. İsrail akut arı felci enfeksiyonunda birçok olgunun klinik belirti oluşturmadan seyrettiği gözlenir. Klinik semptom görülen arılarda ise felç bulguları ve

kanatlarda titreme saptanabilir. Ayrıca kovan dışında ölü arılara rastlanır (Meeus ve ark., 2014).

6. Siyah Kraliçe Hücre Virus

Dicistroviridae ailesinden olan bu etken *Triatovirus* cinsinde yer alan RNA virusudur (Spurny ve ark; 2017). Virusun bulaşmasında *Nosema apis* paraziti vektör görevi görür ve ergin arılarda ishale sebep olur. Pupa döneminde ise virus hızla çoğalarak yavrunun ölümüne yol açar. Petek gözlerindeki larvalar açık sarı bir görünüme ve sakbrood gibi sert keseye benzer bir yapıya sahiptir (Şekil 2). Siyah kraliçe hücre virus, kraliçe arılarının bağırsaklarında ve yumurtalıklarında görülmektedir. Enfeksiyon zaman zaman işçi arı larvalarında da meydana gelir. Fakat ergin arı larvalarının daha kısa süreyle beslenmeleri nedeniyle virusla karşılaşma olasılıkları zayıf yada öldürücü dozda etkenle karşılaşmamaktadırlar (Allen ve Ball, 1996; Aubert ve ark., 2008).



Şekil 2. Siyah kraliçe hücre virusu enfekte kraliçe arı pupasının görünümü (Anonim, 2020)

7. Aphid Letal Paraliz Virus (ALPV) ve Büyük Siyah Nehri Virus (BSNV)

Aphid letal paraliz virusu başta ana konakçısı yaprak biti olmak (McMenamin ve Genersch, 2015) üzere farklı böcek türlerinde belirlenmiş

Bal Arılarının Viral Hastalıkları

bir sindirim sistemi patojenidir. Virus *Dicistroviridae* ailesinde *Cripavirus* cinsi içinde yer alır (Doğanay ve Aydın, 2017). Bu virus farklı genomik yapısından dolayı aphid letal paraliz virusu brooking suşu olarak adlandırılmıştır. Hastalığın Avrupa'daki arılarda da bulunduğu tespit edilmiştir. (Granberg ve ark., 2013). Büyük siyu nehri virusunun *Nosema apis* ile ilişkili olabileceği düşünülmektedir. *Dicistroviridae* ailesinde yer alan etkene ilişkin olarak henüz detaylı bilgiler elde edilememiştir. Bu iki virusunda erişkin arılarda varlığı ortaya konulmuştur (Doğanay ve Aydın, 2017).

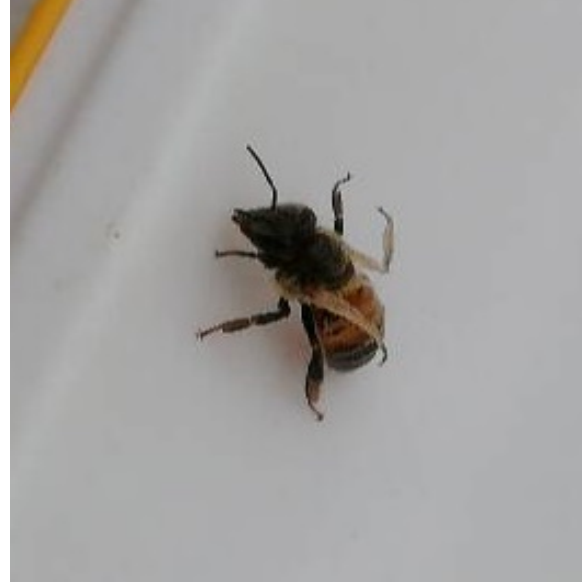
8. Deforme Kanat Virusu

Deforme kanat virusu *Iflaviridae* ailesinin *Iflavirus* cinsinde yer alan bir RNA virusudur. *Varroa destructor* deforme kanat virusunun ana vektörüdür (Şekil 4). Gözlemler ve deneyler, varroa paraziti ile istila halinde olan arı kolonisinde, belirli bir gelişim aşamasında (pupa evresi) virus ile enfekte olmuş arının ölebileceğini, virusun yavaşça çoğaldığını ve enfekte ergin arılarda ise buruşmuş/körelmiş kanatlar, abdomen kısalması ve ağırlık azalması (Şekil 3) şeklinde klinik belirtilerin ortaya çıktığı tespit edilmiştir. Etken Avrupa, Afrika, Asya, İngiltere, Kuzey ve Orta Amerika'daki bal arılarında tespit edilmiştir. İskandinav ülkelerindeki arı kolonilerinde virus enfeksiyonları üzerine yapılan bir çalışma sırasında, deforme kanat virusunun serolojik tespiti koloni çökmesi ile ilişkilendirilmiştir (Aubert ve ark., 2008; Martin ve ark., 2012).

9. Kakugo Virus

Japonya'da 2000'li yılların başlarında işçi arılarda gözlemlenen davranış değişikliklerinin virus enfeksiyonlarından kaynaklanabileceğinden şüphelenilmiştir. Bunun üzerine real-time PCR yöntemi kullanılarak yapılan araştırmalarda arıların beyinlerinde agresif davranışlara sebep olan RNA genomuna sahip picornavirusların benzeri bir etken olan Kakugo virus tespit edilmiştir (Fujiyuki ve ark., 2004, Fujiyuki ve ark., 2006). Etkenin genetik olarak deforme kanat virusuna

benzerliği olmasına rağmen patojenitesi farklıdır (Fujiyuki ve ark., 2006).



Şekil 3. Arıda deforme kanat hastalığının görünümü (Orijinal)



Şekil 4. Varroa enfestasyonlu bal arısı örneği (Orijinal)

10. Varroa Destructor Virus-1 (VaDV-1)

Genetik olarak varroa destructor virus-1 (VaDV-1) de deforme kanat virusuna benzerlik gösterir. Bunlar çoğunlukla birlikte görülür ve aralarında gen değişimi (rekombinasyon) oluşur. Hem varroa da hem de arıda çoğalabilme özelliğine sahiptirler. VaDV-1 arıların farklı dokularında ve yüksek titrede bulunabilir (Ongus ve ark., 2004).

11. Mısır Arı Virusu

Mısır arı virusu serolojik olarak deforme kanat virus ile ilişkilidir fakat ergin arılarda, pupalarda veya larvalarda klinik belirtiler görülmemektedir. Deneysel çalışmalarda, Mısır arı virus genç pupalara verildiğinde pupaların birkaç gün içinde öldüğü görülmüştür. Mısır arı virusu RNA genomuna sahip, 30 nm çapında ve izometrik morfolojidedir. Bu virusla ilgili çalışmalar yeterli düzeyde olmadığından genetik karşılaştırmalar henüz mevcut değildir (Bailey ve ark., 1979; Aubert ve ark., 2008).

12. Yavaş Arı Felç Virusu

İlk olarak 1974'te Arı X virusu ile yapılan çalışmalarda erişkin arılarda saptanmıştır. Fakat iki etken arasında herhangi bir yakınlık tespit edilememiştir (Allen ve Ball, 1996). Yavaş arı felç virusu 30 nm çapında tek iplikçikli bir RNA virusudur. Etkenin nükleik asit dizi çalışmaları bir iflavirüs olduğunu ortaya koymuştur. Virus, larva ve pupaları da enfekte etmesine karşın genellikle yavru arılarda hastalık belirtisi ve ölüm meydana getirmez. Enfekte arıların ön ayaklarda paraliz görülür ve bunun peşine ölüm meydana gelir. Doğada arılar arasında hastalığın bulaşmasında varroa parazitinin neden olduğu gösterilmiştir (De Miranda ve ark., 2010).

13. Tulumsu Yavru Çürüklüğü Virus (Torba hastalığı, Sacbrood Disease)

Tulumsu yavru çürüklüğü, hem larvaları hem de yetişkin bal arılarını etkileyebilmekte fakat larvalarda daha ciddi sonuçlara yol açmaktadır. Hastalıkta, larvaların rengi beyazdan koyu renge doğru değişir ve petek gözünde başları yukarı-yana doğru kalkmış şekilde bulunurlar. Bu görünüm en belirgin olarak larvanın baş ve göğüs bölgesinde saptanır. Etken larvanın deri

değiştirme yapısını bozduğu için, eski deri baş kısmından kopup ayrılamaz ve iki deri tabakası arasında bir miktar sıvı birikir. Bunun sonucunda baş kısmı şişkinleşerek tuluma benzer bir görünüm kazanır (Uygur ve Girişgin, 2008).

14. Tayland Tulumsu Yavru Çürüklüğü Virus (Thai sacbrood disease)

Tayland'da 1982 yılında *Apis cerana*'da (Asya bal arısı) tespit edilen tulumsu yavru çürüklüğü suşu Tayland tulumsu yavru çürüklüğü virusu olarak isimlendirilmiştir (Chen ve Siede, 2007). Bu etken Çin'de *A. cerana*'da rastlanan 'Çin tulumsu yavru çürüklüğü' (chinese sacbrood) virusundan serolojik olarak farklıdır (Allen ve Ball, 1996).

15. Arı X Virusu

Arı X virusu, (BVX), Arkansas arı virusuyla yapılan laboratuvar enfeksiyon deneyleri sırasında tespit edilmiştir Arkansas'ta yetişkin arılardan izole edilmiş olması dışında, etken hakkında hiçbir bilgi bilinmemektedir. Laboratuvar çalışmaları için kışlama döneminde toplanan arı kolonilerinde Arı X virusu prevalansı yüksek oranda bulunmuştur. Etken 35 nm büyüklüğündedir. Genç arılarda virus oral yolla alındığında 30°C'de çoğalabilmekte, 35°C de ve daha yukarı sıcaklıkta ise inaktif hale geçmektedir. Etkenin erişkin arıların sindirim kanalında çoğaldığı rapor edilmiştir (Aubert ve ark., 2008). Aynı zamanda ölü arıların bazılarında *Malphighamoeba mellificae* olarak bilinen bir protozoon varlığı da rapor edilmiştir. Bu protozoonun olduğu ortamda bu virusunda görüldüğü ortaya konmuştur. Etken, Arı Y Virusu ile serolojik olarak benzer özellikler gösterir (Allen ve Ball, 1996).

16. Arı Y Virusu

Arı Y virusu, İngiltere'de yapılan bir çalışmada, yaz mevsiminin başlarında yetişkin arı kolonilerinde can çekişen veya ölen arılarda tespit edilmiştir. Arı Y virusu, erişkinlerde ağız yoluyla alındığında ve *Nosema apis* varlığında çoğalarak erişkin arıların sindirim sistemine yerleşir (Allen ve Ball, 1996; Aubert ve ark., 2008).

17. Arkansas Arı Virus ve Berkeley Arı Virus

Arkansas ve Berkeley arı virusu Amerika'da (Arkansas ve California) saptanmıştır. Her iki virusta 30 nm büyüklüğünde ve tek iplikçikli RNA genomuna sahiptir (Lommel ve ark., 1985; Allen ve Ball, 1996)

Yapılan çalışmalarda polen ekstraktlarının sağlıklı pupalara aktarılması sırasında bu viruslar tespit edilmiştir. Hastalıkların bulaşma yolları, nasıl bir etki yaptıkları ve bu iki virusunun birbirlerinden bağımsız çoğalıp çoğalamadığı bilinmemektedir (Lommel ve ark., 1985).

18. Bulanık Kanat Virus

Yunanistan ve İngiltere'de yapılan çalışmalarda varroa paraziteli ile ilişkili kolonilerde bu virusa rastlanılmıştır (Allen ve Ball, 1996). Bulanık kanat hastalığında virus lokalizasyonu özellikle baş ve toraks kısmında olup, etken torakstaki kas liflerine yerleşir. Bulanık kanat virusunun patojenitesi yüksek olmayıp enfeksiyonun şiddetli seyrettiği kolonilerde klinik belirti gözlemlenirken birçok kolonide klinik semptomlara ve ölüm olgularına rastlanmayabilir (Doğanay ve Aydın, 2017).

19. Sinai Gölü Virus –Tip 1 ve Tip 2 (LSV-1, LSV-2)

Virus genomik taramalarda kronik arı felci virusuna benzer olsa da; nükleik asidi tek parçalı (monopartit) ssRNA olması sebebiyle farklıdır. Nodaviridae ailesinden olan etkenin (McMenamin ve Genersch, 2015) nükleik asit uzunluğu yaklaşık 5.5 kb'dır. LSV-2 ile yapılan çalışmalarda, hastalıktan etkilenen arıların tüm vücudunda virusun varlığı görülmüştür ve yoğun olarak bağırsaklarda tespit edilmiştir (Daughenbaugh ve ark., 2015).

20. Filamentöz Arı Virus

Filamentöz virus çift iplikçikli DNA (dsDNA) yapısına sahip olup *Baculoviridae* ailesindedir. Elipsoid veya çubuk benzeri şeklindeki etken 3 katmanlı bir zarf ve takribi olarak 150 nm x 450 nm büyüklüğündedir. İlk olarak Amerika'da yetişkin bal arılarında görülen bir enfeksiyon sonucunda hemolenfin süt beyazı rengi almasıyla filamentöz virus (*Apis mellifera* filamentöz virus) veya "arı riketsiyozu" olarak

adlandırılmıştır. Virus ergin arıların vücuduna enjekte edildiğinde çoğalı fakat klinik belirti görülmez. Britanya'da yapılan çalışmada, filamentöz virus partikülleri, sadece *Nosema apis* paraziti ile enfekte arılarda ilkbahar ve yaz başında yoğun olarak görüldüğü belirlenmiştir (Bailey ve ark., 1981; Aubert ve ark., 2008; Doğanay ve ark., 2017).

21. Apis İridescent Virus

İlk olarak Hindistan'ın kuzeyinde Asya bal arılarında tespit edilmiştir. Etken *Iridoviridae* ailesinde *Iridovirus* cinsi içinde, kübik simetrik polihedral yapıda zarflı bir virustur. İki tabakalı kapsit özelliğine sahip 150 nm büyüklüğünde bir virionu vardır (Bailey, 1976; Allen ve Ball, 1996). Virus bal arılarına enjekte edildiğinde yağ dokusu, hipofarengal (tükürük) bezler, bağırsaklar ve ovaryumda replike olur (Bailey, 1976). Enfeksiyonlu arılar uçamazlar ve petek etrafında yerde sürünerek bir arada salkım şeklinde kümelenirler. Apis iridescent hastalığı daha çok yaz aylarında görülür (Allen ve Ball, 1996)

22. Nodamura Virus

Virus partiküllerinin yerleşim düzeni benzerliğinden dolayı akut arı felci virusunu andırmaktadır. Yetişkin bal arılarında (*Apis mellifera*) ve balmumu güvesi larvalarında (*Galleria mellonella*) enfektivite analizleri ile belirlenen (Bailey ve ark., 1975). Bal arılarında yapılan çalışmalarda nodamura virusun 7-14 gün içinde ölüme yol açtığı ve ölümden birkaç saat önce ön ayaklarda felçlerin geliştiği tespit edilmiştir (Doğanay ve Aydın, 2017).

23. Makula Benzeri Virus

Amerika Birleşik Devletleri'nde 2006 senesinde deforme kanat virusunun moleküler karakterizasyonu çalışması yapılırken tesadüfen makula benzeri virus bulunmuştur (Lanzi ve ark., 2006). Sonraki dönemlerde virusun Fransa'da eski örneklerle yapılan çalışmalarda yaygın olduğu ve özellikle varroa örneklerinde çok görüldüğü tespit edilmiştir. Varroa örneklerinde bulunan bu etkenin alt genomik RNA analizleri, arıların belirli konaklar olduğunu gösterirken, varroanın olası bir konakçı ve vektörü olduğunu ortaya koymuştur.

Bal Arılarının Viral Hastalıkları

Bu nedenle Bee Macula benzeri virus (Bee MLV) geçici adı önerilmiştir. Etken *Tymoviridae* ailesinde yer alır ve yaklaşık 28-30 nm büyüklüğünde, kübik simetrelili, tek iplikçikli yapısında yaklaşık 6.5kb uzunluğunda bir zarfsız RNA (ssRNA) virusudur (De Miranda ve ark., 2015).

24. Moku Virus

Belçika'nın güney sınırında üç yerde Asya eşek arısı (*Vespa velutina nigrithorax*) tarafından istilaya uğrayan kovanlardan bal arısı ve eşek arısında Moku virusu tespit edilmiştir. Arı kovanına saldırı sırasında virusun eşek arılarından bal arılara bulaşması olasıdır, ancak kesin kanıt hala yoktur. Moku virusunun Havai'deki *Vespula pensylvanica* eşek arılarında yaygın olduğu gösterilmiştir. Ancak böyle bir yaygınlık Belçika'daki Asya eşek arılarında gözlenmemiştir (Garigliany ve ark., 2018).

25. Varroa orthomyxovirus-1 (VOV-1)

Viral popülasyonların bileşiminde olası varyasyonu araştırmak için bal arısı alt türlerinin (*Apis m. ligustica*, *A. m. syriaca*, *A. m. intermissa*, *A. cerana*) ve onların yıkıcı akarı varroa destructordan alınan örneklerden RNA metagenomik analizi yapılmıştır. Yapılan çalışmada iki yeni virus ortaya çıkmıştır. Bunlar, Varroa orthomyxovirus-1 (VOV-1) ve Hubei benzeri virga virusu-14 homologudur. VOV-1 etkeni varroa paraziti ve bal arılarında tespit edilmiştir fakat, Hubei benzeri virga virus sadece varroa akarında bulunmuştur (Levin ve ark., 2019).

26. Bal Arılarında Saptanan Bitki Virusları

Bal arıları saha faaliyetleri sırasında birçok bitki türü ile etkileşime girmektedir. Bu açıdan değerlendirildiğinde 3 tane bitki virusunun arılarda enfeksiyon oluşturduğu belirlenmiştir. Bunlardan bir tanesi biber, tütün, domates ve soya gibi bitkilerin yapraklarında bulunan tütün halkalı leke hastalığı virusudur (Tobacco ringspot virus). Hastalık halka görünümünde renk değişikliğinden oluşan lekelerle tanımlanır (Doğanay ve Aydın, 2017).

Virus *Secoviridae* ailesinde *Nepovirus* cinsinde yer alır, bitkiler arasında polen ve değişik böceklerle aktarılır. Etken, zarfsız yaklaşık 30 nm büyüklüğünde, kübik simetrelili ve ssRNA genomuna sahiptir. Virus arının bağırsak ve tükrük bezleri dışında tüm dokularında tespit edilmiştir (Li ve ark., 2014).

Bir diğer bitkilerden bulaşan virus, arılara yapılan metagenomik analizlerde saptanan şalgam mozaik virusudur (Turnip yellow mozaik virus). *Tymoviridae* ailesinde *Tymovirus* cinsinde yer alır (Morch ve ark., 1988).

Bir diğer virus ise şalgam halkalı leke hastalığı virusudur (Turnip ringspot virus). Kontamine olmuş polenlerden alınan bu virus arılarda pasif olarak görülmektedir. *Secoviridae* ailesinde *Nepovirus* cinsinde sınıflandırılmıştır (McMenamin ve Genesrch, 2015).

Bal Arılarında Görülen Viral Hastalıkların Teşhisi

Bal arılarında enfeksiyon oluşturan virusların tespitinde western blotting (WB), enzime-linked immunosorbent assay (ELISA), elektron mikroskobu ve agar-gel immunodiffusion (AGID) testleri kullanılmaktadır (Aubert ve ark., 2008). Bunun yanında laboratuvarında rutin tanı için, polimeraz zincir reaksiyonunun (PCR) birçok çeşidi virus nükleik asidinin tespitinde hem filogenetik hem de kantitatif analizlerde en çok kullanılan yöntemlerdir. Bu amaçla spesifik bal arısı viruslarının bireysel ya da multipleks tespiti için birçok protokol tanımlanmıştır.

Bal Arılarında Görülen Viral Hastalıkların Mücadelesi

Arı kolonilerini zorlu kış şartlarına hazırlamak ve stres faktörlerini (İklim değişiklikleri, elektromanyetik radyasyon, çevre kirliliği, baz istasyonları, GDO'lu mamüller, yüksek gerilim hatları, zararlı tarım ilaçları vb.) ortadan kaldırmak viral enfeksiyonlardan korunmada önemli bir methodudur. Bal arısı virusları, ana arı yoluyla veya koloni nakilleri sırasında arılara toplu halde bulaşarak koloni kayıplarına sebep olmaktadır. Bu kayıpların önüne geçmek

Bal Arılarının Viral Hastalıkları

için antibiyotik veya benzeri ilaçların kullanımı çare olmamaktadır. Fakat koruyucu amaçlı kovanlarda biyogüvenlik tedbirlerinin uygulanması, alet ve malzemelerinin sanitasyonunu ve kovan içi temizliğinin sağlanması önem arz etmektedir. Aynı zamanda viruslara karşı dayanıklı arı hatlarının tespiti ve kullanılması, yoğun miktarda hastalık görülen bölgelerde, klinik belirti gösteren kolonilerdeki kraliçe arının sağlıklı kolonilerden elde edilen bir kraliçe arı ile değiştirilmesi hastalığın ortadan kalkmasına fayda sağlar. Arıların gelişim evreleri ve hayati fonksiyonları için polen ve nektar önemlidir. Bu açıdan polen diyetlerinin kalitesi ve çeşitliliği önem arz etmektedir. Polenin protein, mineral, yağ ve amino asit içeriği bakımından zenginliği, immunité ve yavru arı yetiştirme açısından da oldukça önemlidir (Di Pasquale ve ark., 2013).

Koloni de parazit mücadelesinin yapılması hem arının doğal direncinin artırılması hem de parazit vektörlerle bulaşan viral hastalıkların bulaş döngüsünün kırılması açısından oldukça önemlidir. Varroa mücadele/kontrolünde; bitkisel, fiziksel, kimyasal, biyolojik, hormonal ve genetik mücadele yöntemleri kullanılmaktadır. Bu mücadele yapılırken oldukça dikkatli olunmalıdır. Aksi takdirde hatalı ve prosedürlere uygun olmayan ilaç uygulamaları varroa parazitinin kimyasal maddelere karşı direnç kazanmasına sebep olabilir.

Enfeksiyöz mikroorganizmalara bağlı arı ölümlerinin görüldüğü popülasyonlarda hastalık teşhislerinin doğru konularak mücadele ve kontrol programları uygulanmalıdır.

KAYNAKLAR

- Allen, M.F., Ball, B.V. 1996 The incidence and World distribution of honey bee viruses. *Bee World*. 77, 141–162.
- Anonim, 2020 <https://beeinformed.org/2013/12/04/bqcv-black-queen-cell-virus/> Erişim tarihi: 09.02.2020.
- Aubert, M., Ball, B., Fries, I., Moritz, R., Milani, N., Bernardinelli, A. 2008

- Virology and the Honey Bee*. Belgium ,ISBN 92-79-00586-3.
- Bailey, L. 1976 An Iridovirus from Bees. *J. gen. Virol.* 3, 459-461.
- Bailey, L., Carpenter, J.M., Woods, R.D. 1979 Egypt Bee Virus and Australian Isolates of Kashmir Bee Virus Y. *Journal of General Virology*, 43: 64^647.
- Bailey, L., Carpenter, J.M., Woods, R.D. 1981 Properties of a Filamentous Virus of the Honey Bee (*Apis mellifera*). *Virology*. 114, 1-7.
- Bailey, L., Newman, J.F.E., Porterfield, J.S. 1975 The Multiplication of Nodamura Virus in Insect and mammalian cell cultures. *J. gen. Virol.* 26, 15-20.
- Chen, Y.P., Siede, R. 2007 Honey bee viruses. *Adv. Virus Res.* 70, 33-80.
- Daughenbaugh, K.F., Martin, M., Brutscher, L.M., Cavigli, I., Garcia, E., Lavin, M., Flenniken, M.L. 2015 Honey Bee Infecting Lake Sinai Viruses. *Viruses*. 7, 3285-3309
- De Miranda, J.R., Cornman, R.S., Evans, J.D., Semberg, E., Haddad, N., Neumann, P., Gauthier, L. 2015 Genome Characterization, Prevalence and Distribution of a Macula-Like Virus from *Apis mellifera* and *Varroa destructor*. *Viruses*. 7, 3586-3602.
- De Miranda, J.R., Dainat, B., Locke, B., Cordoni, G., Berthoud, H., Gauthier, L., Neumann, P., Budge, G.E., Ball, B.V., Stolt, D.B. 2010 Genetic characterization of slow bee paralysis virus of the honeybee (*Apis mellifera* L.). *Journal of General Virology*. 91, 2524–2530.
- Di Pasquale, G., Salignon, M., Le Conte, Y., Belzunces, L.P., Decourtye, A., Kretzschmar, A., Suchail, S., Brunet, J.L., Alaux, C. 2013 Influence of Pollen Nutrition on Honey Bee Health: Do Pollen Quality and Diversity Matter?. *PLoS ONE*. 8(8): e72016.
- Doğanay, A., Aydın, L. 2017 *Bal Arısı Yetiştiriciliği Ürünleri Hastalıkları*. 1. Baskı, Bursa: Dora Yayınevi, s: 21-57, 283-343.
- Fujiyuki, T., Ohka, S., Takeuchi, H., Ono, M., Nomoto, A., Kubo, T. 2006 Prevalence

- and Phylogeny of Kakugo Virus, a Novel insect Picorna-Like Virus That Infects the Honeybee (*Apis mellifera* L.), under Various Colony Conditions. *Journal of Virology*, 80, 11528-11538.
- Fujiyuki, T., Takeuchi, H., Ono, M., Ohka, S., Sasaki, T., Nomoto, A., Kubo, T. 2004 Novel insect picorna-like virus identified in the brains of aggressive worker honeybees. *Journal of virology*, 78(3), 1093-1100.
- Garigliany, M., Agrebi, N.E., Franssen, M., Hautier, L., Saegerman, C. 2018 Moku virus detection in honey bees Belgium, 2018. *Wiley Transbound Emerg Dis*. 2019 66:43–46.
- Granberg, F., Vicente-Rubiano, M., Rubio-Guerri, C., Karlsson, O.E., Kukielka, D., Belak, S., Sanchez-Vizcaino, J.M. 2013 Metagenomic Detection of Viral Pathogens in Spanish Honeybees: Co-Infection by Aphid Lethal Paralysis, Israel Acute Paralysis and Lake Sinai Viruses. *PLoS ONE* 8(2): e57459. doi:10.1371/journal.pone.0057459
- Lanzi, G., De Miranda, J.R., Boniotti, M.B., Cameron, C.E., Lavazza, A., Capucci, L., Camazine, S.M., Rossi, C. 2006 Molecular and biological characterization of deformed wing virus of honey bees (*Apis mellifera* L.). *Journal of Virology*. 80, 4998-5009.
- Levin, S., Sela, N., Erez, T., Nestel, D., Pettis, J., Neumann, P., Chejanovsky, N. 2019 New Viruses from the Ectoparasite Mite *Varroa destructor* Infesting *Apis mellifera* and *Apis cerana*. *Viruses*. 11, 94
- Li, J.L., Cornman, R.S., Evans, J.D., Pettis, J.S., Zhao, Y., Murphy, C., Peng, W.J., Wu, J., Hamilton, M., Boncristiani, H.F., Zhou, L., Hammond, J., Chen, Y.P. 2014 Systemic spread and propagation of a plant-pathogenic virus in European honeybees, *Apis mellifera*. *mBio* 5(1):e00898-13. doi:10.1128/mBio.00898-13
- Lommel, S.A., Morris, T.J., Pinnock, D.E. 1985 Characterization of Nucleic Acids Associated with Arkansas Bee Virus. *Intervirology*. 23, 199-207.
- Martin, S.J., Highfield, A.C., Brettell, L., Villalobos, E.M., Budge, G.E., Powell, M., Nikaido, S., Schroeder, D.C. 2012 Global honey bee viral landscape altered by parasitic mite. *Science*. 336 (6086), 1304.
- McMenamin, A.J., Genersch, E. 2015 Honey bee colony losses and associated viruses. *Current Opinion in Insect Science*. 8, 121–129.
- Meeus I., de Miranda, J.R., de Graaf, D.C., Wäckers, F., Smagghe, G. 2014 Effect of oral infection with Kashmir bee virus and Israeli acute paralysis virus on bumblebee (*Bombus terrestris*) reproductive success. *Journal of Invertebrate Pathology*. 121, 64–69.
- Moore, P.A., Wilson, M.E., Skinner, J.A. 2015 Honey bee viruses, the deadly Varroa Mite Associates. *Bee Health*. 19, 2015.
- Morch, M.D., Boyer, J.C., Haenni, A.L. 1988 Overlapping open reading frames revealed by complete nucleotide sequencing of turnip yellow mosaic virus genomic RNA. *Nucleic Acids Research*. 16(13), 6157–6173.
- Ongus, J.R., Peters, D., Bonmatin, J.M., Bengsch, E., Vlak, J.M., Van Oers, M.M. 2004 Complete sequence of a picorna-like virus of the genus Iflavirus replicating in the mite *Varroa destructor*. *Journal of General Virology*. 85(12), 3747-3755.
- Ribiere, M., Olivier, V., Blanchard, P. 2010 A Chronic bee paralysis: A disease and a virus like no other? *Journal of Invertebrate Pathology*. 103, 120–131.
- Ribiere, M., Lallemand, P., Iscache, A.L., Schurr, F., Celle, O., Blanchard, P., Olivier, V., Faucon, J.P. 2007 Spread of Infectious Chronic Bee Paralysis Virus by Honeybee (*Apis mellifera* L.) Feces. *Appl Environ Microbiol*. 73(23), 7711–7716.
- Spurny, R., Pridal, A., Pálková, L., Kiem, H.K.T., de Miranda, J.R., Plevka, P. 2017 Virion structure of black queen cell virus,

Bal Arılarının Viral Hastalıkları

a common honeybee pathogen. *Journal of Virology*. 91, e02100-16.

Uygur, S.O., Girişgin, A.O. 2008 Bal arısı hastalık ve zararlıları. *U. Arı Drg.* 8(4), 130-142.