

**T.C.  
BİNGÖL ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ELAZIĞ VE ÇEVRESİNDE YETİŞTİRİLEN BAL ARISI  
KOLONİLERİNDE GÖRÜLEN ARI KAYIPLARINDA AKUT ARI  
FELCİ VİRUSU (AAFV) VARLIĞI VE YAYGINLIĞININ  
ARAŞTIRILMASI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**METİN AKPOLAT**

**ARI VE ARI ÜRÜNLERİ ANABİLİM DALI**

**TEZ DANIŞMANI  
Doç. Dr. Metin GÜRÇAY**

**İKİNCİ TEZ DANIŞMANI  
Dr. Ahmet SAİT**

**BİNGÖL-2025**

**ELAZIĞ VE ÇEVRESİNDE YETİŞTİRİLEN BAL ARISI KOLONİLERİNDE  
GÖRÜLEN ARI KAYIPLARINDA AKUT ARI FELCİ VİRUSU (AAFV)  
VARLIĞI VE YAYGINLIĞININ ARAŞTIRILMASI**

Doç. Dr. Metin Gürçay danışmanlığında, Metin AKPOLAT tarafından hazırlanan bu çalışma 28/04/2025 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Arı ve Arı Ürünleri Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tezi olarak **oybirliği/oy çokluğu (.../...)** ile kabul edilmiştir.

Başkan : Prof. Dr. Yakup Yıldırım

*İmza* :

Üye : Doç. Dr. Metin Gürçay

*İmza* :

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Münire Turhan

*İmza* :

Yukarıdaki sonuç;

Enstitü Yönetim Kurulunun ...../ ...../ ..... tarih ve ...../ .....  
nolu kararı ile onaylanmıştır.

**Prof. Dr. Zafer ŞİAR**  
**Enstitü Müdürü**

## ÖNSÖZ

Bu çalışmanın gerçekleştirilmesinde, değerli bilgi ve deneyimlerini benimle paylaşarak çalışmama farklı açılardan bakmamı sağlayan, kendisine ne zaman danışsam kıymetli zamanını ayırıp büyük bir ilgi ve sabırla tezimin her satırı üzerine kafa yoran, derdimi ve tutkumu paylaşarak güler yüzü ve samimiyetini esirgemeyerek beni cesaretlendiren, bana olan güvenini hiçbir zaman kaybetmediğini sevinçle gözlemlediğim beraber çalışmaktan ve her zaman öğrencisi olmaktan gurur duyduğum kıymetli danışman hocam Doç. Dr. Metin GÜRÇAY’a sonsuz saygı, sevgi ve hürmetlerimi sunarım. Ayrıca ikinci tez danışmanım Dr. Ahmet Sait’in laboratuvar çalışmalarında yaptığı destekler nedeni ile şahsında Pendik Veteriner Kontrol Enstitüsü çalışanlarına teşekkür ederim. Eğitim-Öğretim hayatım boyunca benden hiçbir zaman maddi, manevi desteğini esirgemeyen, her zaman bana güvenen ve yanımda olan başta dedem olmak üzere sevgili aileme ve dostlarıma da teşekkürü borç bilirim.

**Metin AKPOLAT**

**Bingöl 2025**

# İÇİNDEKİLER

|                                                                                |      |
|--------------------------------------------------------------------------------|------|
| ÖNSÖZ .....                                                                    | i    |
| İÇİNDEKİLER .....                                                              | ii   |
| SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ .....                                          | iv   |
| TABLolar LİSTESİ .....                                                         | v    |
| ŞEKİLLER LİSTESİ .....                                                         | vi   |
| ÖZET.....                                                                      | vii  |
| ABSTRACT .....                                                                 | viii |
| 1. GİRİŞ .....                                                                 | 1    |
| 2. KAYNAK ÖZETLERİ .....                                                       | 3    |
| 2.1. Bal Arısı Viruslarının Özellikleri.....                                   | 3    |
| 2.2. Bal Arısı Viruslarının Sınıflandırılması .....                            | 3    |
| 2.3. Bal Arısı Viruslarının Taksonomik Sınıflandırılması .....                 | 4    |
| 2.3.1. <i>Dicistroviridae</i> Ailesi.....                                      | 4    |
| 2.3.2. <i>Iflaviridae</i> Ailesi .....                                         | 5    |
| 2.4. Bal Arısı Viruslarının Patogenezi.....                                    | 6    |
| 2.5. Bulaşma ve Enfeksiyonun Başlangıcı .....                                  | 7    |
| 2.6. Hücreye Giriş ve Çoğalma .....                                            | 7    |
| 2.7. Vücuda Yayılım ve Semptomların Gelişimi .....                             | 8    |
| 2.8. Kronik Enfeksiyon ve Koloni Çöküşü .....                                  | 8    |
| 2.9. Bal Arısı Viruslarının Bulaşması .....                                    | 9    |
| 2.10. Vektör ile Bulaşma ( <i>Varroa destructor</i> Akarları).....             | 9    |
| 2.11. Horizontal Bulaşma (Arılar Arasında Yayılım) .....                       | 10   |
| 2.12. Vertical Bulaşma (Ana Arıdan Yumurtalara Geçiş) .....                    | 10   |
| 2.13. Çevresel Kontaminasyon (Petekler, Balmumu ve Arıcılık Ekipmanları) ..... | 11   |
| 2.14. AAFV .....                                                               | 12   |
| 2.14.1. Etiyoloji.....                                                         | 12   |
| 2.14.2. Epidemiyoloji.....                                                     | 12   |
| 2.14.3. Coğrafi Yayılım ve Küresel Dağılım .....                               | 13   |
| 2.14.4. Bulaşma Dinamikleri ve Risk Faktörleri.....                            | 13   |

|                                                                    |    |
|--------------------------------------------------------------------|----|
| 2.14.5. Türkiye’de AAFV Prevalansı .....                           | 14 |
| 2.14.6. Klinik Bulgular.....                                       | 14 |
| 2.14.7. Erken Dönem Belirtileri .....                              | 14 |
| 2.14.8. İleri Dönem Belirtileri.....                               | 14 |
| 2.14.9. Koloni Düzeyinde Gözlenen Etkiler .....                    | 15 |
| 2.14.10. Teşhis .....                                              | 15 |
| 2.14.11. Klinik Bulgulara Dayalı Ön Teşhis.....                    | 15 |
| 2.14.12. Moleküler Teşhis Yöntemleri .....                         | 16 |
| 2.14.13. Mücadele .....                                            | 16 |
| 2.15. Varroa Akarlarıyla Mücadele.....                             | 17 |
| 2.16. Kovan Yönetimi ve Hijyen .....                               | 17 |
| 2.17. Genetik Dayanıklılık Seçimi .....                            | 18 |
| 2.18. Doğal Bağışıklık Desteği ve Beslenme.....                    | 18 |
| 3. MATERYAL VE YÖNTEM .....                                        | 20 |
| 3.1. Etik Kurulu Onayı .....                                       | 20 |
| 3.2. Araştırma Yeri.....                                           | 20 |
| 3.3. Örneklerin İşlenmesi .....                                    | 22 |
| 3.4. RNA Ekstraksiyonu .....                                       | 22 |
| 3.5. Primer.....                                                   | 22 |
| 3.6. Reverse Transcription polymerase chain reaction (RT-PCR)..... | 23 |
| 4. BULGULAR VE TARTIŞMA .....                                      | 24 |
| KAYNAKLAR .....                                                    | 29 |

## SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

|                |   |                                                 |
|----------------|---|-------------------------------------------------|
| DKV            | : | Deforme Kanat Virusu                            |
| ABPV           | : | Akut Arı Felci Virus                            |
| °C             | : | Derece Santigrat                                |
| cDNA           | : | Komplementer Deoksiribonükleik Asit             |
| EMEM           | : | Eagle's Minimal Essential Medium                |
| ELISA          | : | Enzyme-Linked Immunosorbent Assay               |
| FAO            | : | Food and Agriculture Organization               |
| kb             | : | Kilobaz                                         |
| µl             | : | Mikrolitre                                      |
| PBS            | : | Phosphate Buffer Saline                         |
| OIE            | : | World Organisation for Animal Health            |
| ORF            | : | Open Reading Frame                              |
| rpm            | : | Revolutions Per Minute                          |
| p/mol          | : | Pikomol                                         |
| RT-PCR         | : | Reverse Transcription Polymerase Chain Reaction |
| Real Time- PCR | : | Real-Time Polymerase Chain Reaction             |
| TÜİK           | : | Türkiye İstatistik Kurumu                       |

## TABLÖLER LİSTESİ

|            |                                                                        |    |
|------------|------------------------------------------------------------------------|----|
| Tablo 2.1. | Arı viruslarının ait olduğu virus aileleri ve belirgin özellikler..... | 4  |
| Tablo 3.1. | Bal arısı örneklerin toplandığı ilçeler ve örnek sayıları.....         | 21 |
| Tablo 3.2. | AAFV RNA'sının tespiti için kullanılan primerler.....                  | 23 |

## ŞEKİLLER LİSTESİ

|            |                                                               |    |
|------------|---------------------------------------------------------------|----|
| Şekil 3.1. | Örnekleme haritası ve örneklenen işletme sayıları.....        | 22 |
| Şekil 4.1. | AAFV Pozitif Kontrolün 460 bp elektroforez jel görüntüsü..... | 24 |



# **ELAZIĞ VE ÇEVRESİNDE YETİŞTİRİLEN BAL ARISI KOLONİLERİNDE GÖRÜLEN ARI KAYIPLARINDA AKUT ARI FELCİ VİRUSU (AAFV) VARLIĞI VE YAYGINLIĞININ ARAŞTIRILMASI**

## **ÖZET**

Akut arı felci virusu (AAFV), bal arılarında ciddi ölümlere yol açabilen ve koloninin tamamen yok olmasına neden olabilen önemli bir virus olarak bilinir. Bu çalışma, Elazığ ve çevresinde yetiştirilen bal arısı kolonilerinde arı ölümlerinin nedenini araştırmak için, 2024 yılı Mart-Haziran aylarında AAFV varlığı yönünde, bal arısı ölümlerine etkisini ortaya koymak için yürütülmüştür. Çalışmada, Elazığ ve çevresinde farklı bölgelerde yetiştirilen ve bal arısı ölümlerinin olduğu 12 arı kolonisi, toplam 1395 kovani bal arısı hastalıkları yönünden görsel muayene edildi. Muayene edilen bal arısı kolonilerinden koloni çevresindeki ölü olarak bulunan ergin bal arılardan 280 ergin ölü bal arısı numunesi alındı. Toplanan ölü bal arıları numuneleri numunelerin sağlandığı bölge baz alınarak birleştirildi, sonuçta toplam 12 bölgeye ait numune havuzu oluşturuldu. Her bir numune havuzdan usulüne uygun RNA saflaştırma metodu ile total RNA' lar elde edildi. Bu RNA örneklerinden RT-PCR yöntemi ile AAFV'nun RNA varlığı arandı. Test sonuçlarına göre ergin arı ölümü görülen, Elazığ'ın Merkez, Ağın, Maden, Keban ve Karakoçan ilçelerinden örneklenen 12 bal arısı kolonisinde AAFV RNA'sı bulunamadı. Bu sonuçlara göre örnekleme yapılan bal arısı kolonilerinde ölümlerin nedeninin diğer mikrobiyolojik olan ve/veya olmayan nedenlere bağlı olabileceği kanaatine varılmıştır. Bu nedenle ergin arı ölümlerinde ölüm nedenlerini araştırmada ölümlere neden olan etkenlerin tamamının değerlendirilmesinin gerektiği kanısına varıldı. Bu tez çalışması, arı ölümlerinin nedenlerini tam olarak belirlemek için kapsamlı bir değerlendirme yapılmasının önemini ortaya koymakta ve arıcılara, potansiyel etkenlerin tümünü göz önünde bulundurarak, arı sağlığını koruma ve hastalık yönetiminde daha etkili stratejiler geliştirme önerisini sunmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Akut Arı Felci Virus, Elazığ Yöresi, Bal Arısı.

# **INVESTIGATION OF THE PRESENCE AND PREVALENCE OF ACUTE BEE PARALYSIS VIRUS (AAFV) IN BEE LOSSES OBSERVED IN HONEYBEE COLONIES RAISED IN ELAZIG AND SURROUNDINGS**

## **ABSTRACT**

Acute bee paralysis virus (AAFV) is known as an important virus that can cause serious deaths in honeybees and cause complete colony destruction. This study was conducted to investigate the cause of bee deaths in honeybee colonies raised in Elazığ and its surroundings and to reveal the effect of AAFV presence on honeybee deaths between March and June 2024. In the study, 12 bee colonies raised in different regions in Elazığ and its surroundings, where honeybee deaths occurred, a total of 1395 hives were visually inspected for honeybee diseases. 280 adult dead honeybee samples were provided from the adult honeybees found dead around the colony from the inspected honeybee colonies. The collected dead honeybee samples were combined based on the region where the samples were provided, resulting in a sample pool of 12 regions. Total RNAs were obtained from each sample pool using the appropriate RNA purification method. The presence of AAFV RNA was searched from these RNA samples by RT-PCR method. According to the test results, AAFV RNA was not found in 12 honey bee colonies sampled from the Merkez, Ağın, Maden, Keban and Karakoçan districts of Elazığ, where adult bee deaths were observed. According to these results, it was concluded that the cause of deaths in the honey bee colonies sampled could be due to other microbiological and/or non-microbial causes. Therefore, it was concluded that all factors causing deaths should be evaluated in the investigation of the causes of death in adult bee deaths. This thesis study reveals the importance of conducting a comprehensive assessment to fully determine the causes of bee deaths and offers beekeepers a suggestion to develop more effective strategies for protecting bee health and disease management by considering all potential factors.

**Keywords:** Acute Bee Paralysis Virus, Elazığ Region, Honey Bee.

## 1. GİRİŞ

Bal arıları (*Apis mellifera*), ekosistem ve tarımsal üretim açısından kritik öneme sahip tozlayıcılardır. Dünya genelinde yetiştirilen tarım ürünlerinin yaklaşık %75'i polinasyona bağımlıdır ve bu süreçte bal arıları önemli bir rol oynamaktadır (Genersch ve Aubert, 2010; Usta ve Yıldırım, 2020). Ancak, son yıllarda arı kolonilerinde ani ve toplu ölümler artmış, bu durum arıcılık sektörü ve tarımsal üretim açısından büyük bir tehdit haline gelmiştir (Evans ve Schwarz, 2011). Arı kayıplarına neden olan başlıca faktörler arasında pestisitler, besin yetersizliği, iklim değişikliği, parazitler ve viral enfeksiyonlar yer almaktadır (Gürçay ve Kutlu, 2022). Özellikle AAFV, kolonilerde felç, uçuş yeteneğinin kaybı ve ani ölümler ile karakterize edilen ciddi bir hastalığa neden olmaktadır (Chen ve Siede 2007; Usta ve Yıldırım 2020). AAFV, *Dicistroviridae* ailesine ait, pozitif anlamlı tek sarmallı RNA (+ssRNA) içeren bir virustur ve özellikle *Varroa destructor* akarları tarafından taşınarak yayılmaktadır (Nazzi ve Le Conte, 2016). Virus, arıların sinir sistemine saldırarak kas fonksiyonlarını etkiler, bu da arıların hareket kabiliyetinin bozulmasına ve sonunda ölümüne yol açar (Tentcheva vd., 2004). Hastalığın ilerleyen evrelerinde enfekte arılar kovan önünde toplanır, titreme ve koordinasyon kaybı gösterir ve birkaç gün içinde ölür.

Türkiye'de ve özellikle Elazığ ve çevresinde arıcılık, önemli bir ekonomik faaliyet olarak öne çıkmaktadır. Bölge, iklim ve bitki örtüsü bakımından arıcılığa elverişli olup bal üretimi açısından yüksek potansiyele sahiptir. Ancak, son yıllarda Elazığ'daki arı kolonilerinde ani kayıplar yaşandığı bildirilmiştir. Bu kayıpların nedenlerinden biri de viral hastalıklar olabilir. Özellikle AAFV'nin bölgede yaygın olup olmadığı ve hastalığın koloniler üzerindeki etkisinin belirlenmesi, hem arıcılık sektörü hem de ekosistem sağlığı açısından büyük önem taşımaktadır.

Akut Arı Felci Virüsünün bulaşması ve yayılımı özellikle varroa akarlarının kolonilerdeki varlığıyla doğrudan ilişkilidir. Çünkü varroa, arıların hemolenfine (kan benzeri vücut sıvısı) doğrudan girerek virüsü arıya bulaştırır ve viral yükü artırır (Chen vd., 2004). Bu durum, enfekte arıların bağışıklık sistemini baskılar ve

ikincil enfeksiyonlara karşı duyarlılığı artırır (Çağırğan vd., 2020; De Miranda vd., 2010). AAFV'nin koloniler üzerindeki etkisi beslenme durumu, pestisit maruziyeti, çevresel stres faktörleri ve yoğun arıcılık uygulamalarıyla doğrudan ilişkilidir (Bastos vd., 2008). AAFV'nin teşhisi için en yaygın kullanılan yöntem RT-PCR (Ters Transkriptaz Polimeraz Zincir Reaksiyonu) olup, virusun genetik materyalini doğrudan tespit ederek erken teşhis imkânı sunmaktadır (Çağırğan ve Yazıcı 2020; Çağırğan vd., 2020; Sguazza vd., 2013; Tentcheva vd., 2004). Bunun yanı sıra, ELISA testleri ve elektron mikroskobu analizleri, virusun yayılımını belirlemek için kullanılmaktadır (Genersch vd., 2010; İlkaya ve Inci, 2023). Ancak, AAFV'nin doğrudan bir tedavisi bulunmamaktadır. Bu nedenle, mücadelede en etkili yöntem önleyici tedbirler almaktır.

AAFV'ye karşı mücadelede varroa akarlarının kontrol altına alınması, kovan hijyeninin sağlanması, genetik dayanıklılığın artırılması ve arıların bağışıklık sistemini destekleyen besin takviyeleri uygulanmaktadır (Evans ve Schwarz, 2011; İlkaya ve Inci, 2023; Usta ve Yıldırım, 2022). Oksalik asit, formik asit ve timol gibi organik bileşiklerin kullanımı, *Varroa* akarlarını azaltmada etkili olmuş ve dolaylı olarak AAFV'nin yayılmasını sınırlamıştır. Bunun yanı sıra, propolis ve esansiyel yağlar gibi doğal ürünlerin, arıların bağışıklık sistemini destekleyerek viral enfeksiyonlara karşı koruyucu etki gösterebileceği belirtilmektedir (Bastos vd., 2008; Kutlu ve Gül, 2023).

Bu çalışmada, Elazığ ve çevresinde yetiştirilen bal arısı kolonilerinde AAFV'nin varlığı ve yaygınlığı araştırılarak, bu viral enfeksiyonun bölgedeki arı kayıplarına etkisi incelenecektir. Çalışma kapsamında, arı kolonilerinden örnekler alınarak RT-PCR yöntemi kullanılarak AAFV'nin varlığı tespit edilecek, ayrıca bölgedeki arıcıların gözlemleri ve kayıpları değerlendirilecektir. Bu araştırma, bölgede AAFV'nin epidemiyolojik durumu hakkında bilgi sağlayarak, olası kontrol stratejilerinin belirlenmesine katkıda bulunacaktır.

## 2. KAYNAK ÖZETLERİ

### 2.1. Bal Arısı Viruslarının Özellikleri

Bal arısı (*Apis mellifera*) virusları genellikle pozitif anlamlı tek sarmallı RNA (+ssRNA) viruslarıdır ve arıların bağışıklık sistemini zayıflatarak koloninin sağlığını olumsuz etkiler (Genersch ve Aubert, 2010; Gürçay, 2023; Usta ve Yıldırım, 2010). Virusların çoğu hücre içine girerek arının protein sentez mekanizmasını ele geçirir ve kendi çoğalmalarını sağlar (Chen ve Siede, 2007; Çağırman vd., 2020).

Virusların yayılma yolları:

- Vektör ile bulaşma: *Varroa destructor* akarları en önemli taşıyıcılardır (Usta ve Yıldırım, 2022; Nazzi ve Le Conte, 2016).
- Doğrudan temas: Arılar arasında besin paylaşımı, petek yüzeyleri ve kontamine polen virus bulaştırabilir (Usta ve Yıldırım, 2022).
- Vertical bulaşma: Kraliçe arılar yumurtaları yoluyla yavrularına virus aktarabilir (Tentcheva vd., 2004; Usta ve Yıldırım, 2022).

Konak Spesifikliği: Bal arılarında hastalık oluşturmakla birlikte, bazı viruslar diğer böcek türlerine de bulaşabilir. Bağışıklık Üzerindeki Etkisi: Arıların bağışıklık sistemini baskılayarak ikincil enfeksiyonlara zemin hazırlar.

### 2.2. Bal Arısı Viruslarının Sınıflandırılması

Bal arısı (*Apis mellifera*) virusları, genetik yapıları ve patogeneiz mekanizmalarına göre sınıflandırılır. Çoğu pozitif anlamlı tek sarmallı RNA (+ssRNA) virusudur ve genellikle Picornavirales takımına bağlıdır (Chen ve Siede, 2007; Usta ve Yıldırım, 2022). Bu viruslar, hücre içi çoğalma yetenekleri ve konakçı spesifikliği bakımından farklılıklar gösterir (Genersch ve Aubert, 2010). Bal arısı viruslarının büyük bir kısmı,

*Dicistroviridae* ve *Iflaviridae* olmak üzere iki ana viral ailede toplanmaktadır (De Miranda vd., 2010; Usta ve Yıldırım, 2022).

### 2.3. Bal Arısı Viruslarının Taksonomik Sınıflandırılması

Uluslararası Virus Taksonomi Komitesi (ICTV) tarafından yapılan sınıflandırmaya göre, bal arısı virusları aşağıdaki iki ana aileye ayrılır (Tablo 2.1).

Tablo 2.1. Arı viruslarının ait olduğu virus aileleri ve belirgin özellikleri

| Viral Aile             | Virus Adı                         | Kısaltma | Belirgin Özelliği  |
|------------------------|-----------------------------------|----------|--------------------|
| <i>Iflaviridae</i>     | <i>Deforme Kanat Virusu</i>       | DKV      | Kanat deformasyonu |
| <i>Dicistroviridae</i> | <i>Kara Kraliçe Hücre Virusu</i>  | BKHV     | Larval ölümler     |
| <i>Dicistroviridae</i> | <i>İsrail Akut Paraliz Virusu</i> | IAFV     | Felç, koloni kaybı |
| <i>Dicistroviridae</i> | <i>Kashmir Arı Virusu</i>         | KAV      | Ani ölümler        |
| <i>Iflaviridae</i>     | <i>Kronik Arı Felci Virusu</i>    | KARV     | Uzun süreli felç   |
| <i>Dicistroviridae</i> | <i>Akut Arı Felci Virusu</i>      | AAFV     | Felç problemleri   |

Bu sınıflandırma, moleküler filogenetik analizler ve genomik dizileme teknikleri kullanılarak belirlenmiştir (De Miranda vd., 2010).

#### 2.3.1. *Dicistroviridae* Ailesi

*Dicistroviridae* ailesine bağlı bal arısı virusları, iki farklı açık okuma çerçevesi (ORF) içeren tek sarmallı RNA genomuna sahiptir. Bu viruslar, sindirim sistemi ve sinir sistemini hedef alarak enfeksiyon oluşturur (Genersch ve Aubert, 2010).

##### a) *Akut Arı Felci Virusu* (AAFV)

- Felç ve uçuş yeteneği kaybına neden olur (Chen ve Siede, 2007; Usta ve Yıldırım, 2022).
- Özellikle *Varroa destructor* akarları tarafından bulaştırılır (Nazzi ve Le Conte, 2016).

- RT-PCR testleri ile teşhis edilebilir (Tentcheva vd., 2004; Usta ve Yıldırım, 2022).

b) *İsrail Akut Paraliz Virus* (IAFV)

- Koloni Çöküş Bozukluğu (CCD) ile ilişkilendirilmiştir (Cox-Foster vd., 2007; Çağırğan vd., 2020;).
- Enfekte arılarda felç, titreme ve uçuş kaybına neden olur (Çağırğan vd., 2020, Evans ve Schwarz, 2011).

c) *Kashmir Arı Virus* (KAV)

- Ani ölümler ve yüksek bulaşıcılıkla karakterizedir (Çağırğan vd., 2020; Genersch ve Aubert, 2010).
- Enfekte arılarda görünür bir belirti olmadan ölüme yol açabilir (Chen vd., 2004; Çağırğan vd., 2020).

d) *Kara Kraliçe Hücre Virus* (KKHV)

- Ana arı larvalarını enfekte ederek ölüm oranlarını artırır (De Miranda vd., 2010).
- Özellikle zayıf kolonilerde ve besin yetersizliği durumlarında daha sık görülür.

### 2.3.2. *Iflaviridae* Ailesi

*Iflaviridae* ailesine bağlı viruslar, tek bir açık okuma çerçevesi (ORF) içeren tek sarmallı RNA genomuna sahiptir ve genellikle kronik enfeksiyonlara neden olur.

a) *Deforme Kanat Virus* (DKV)

- En yaygın ve en zararlı bal arısı viruslarından biridir (Brettell ve Martin, 2017).
- Özellikle kanat deformasyonu, kas zayıflığı ve kovan içi çalışma yeteneğinin kaybına yol açar (Tentcheva vd., 2004).
- *Varroa* akarları tarafından taşınarak yayılır (Nazzi ve Le Conte, 2016).

b) *Kronik Arı Felç Virurusu (KAFV)*

- Arılarda uzun süreli felç ve hareket bozukluklarına neden olur (Chen ve Siede, 2007; Çağırğan ve Yazıcı, 2020).
- Enfekte arılar, karın bölgelerinde şişkinlik gösterir ve tüy dökülmesi nedeniyle siyah parlak bir görünüme sahip olabilir (De Miranda vd., 2010).
- Doğrudan temas yoluyla bulaşır ve hızlı yayılır (Çağırğan vd., 2020; Evans ve Schwarz, 2011).

Bal arısı virusları, *Dicistroviridae* ve *Iflaviridae* ailelerine ait olup, genetik yapılarına ve hedefledikleri dokulara göre farklı klinik belirtiler gösterirler. *Dicistroviridae* virusları genellikle sinir sistemini ve sindirim sistemini etkileyerek akut enfeksiyonlara neden olurken, *Iflaviridae* virusları daha çok kronik hastalıklara yol açmaktadır (Chen ve Siede, 2007; Çağırğan vd., 2020). Özellikle *Varroa* akarları, bu virusların yayılmasında kritik bir rol oynar ve enfeksiyon şiddetini artırır (Nazzi ve Le Conte, 2016). Bu nedenle, bal arısı viruslarıyla mücadelede erken teşhis, *Varroa* kontrolü ve koloni hijyeni büyük önem taşımaktadır (De Miranda vd., 2010).

## 2.4. Bal Arısı Viruslarının Patogenezi

Bal arılarında (*Apis mellifera*) viral enfeksiyonlar, bireysel arıların sağlığını olumsuz etkilemekle kalmaz, aynı zamanda tüm koloninin çöküşüne yol açabilir (Çağırğan vd., 2020; Genersch ve Aubert, 2010). Bal arısı virusları, genellikle pozitif anlamlı tek sarmallı RNA (+ssRNA) içeren viruslardır ve çoğu *Picornavirales* takımına bağlıdır (Chen ve Siede, 2007). Bu viruslar, arının bağışıklık sistemini baskılayarak hem bireysel hem de kolonisel düzeyde ciddi sağlık sorunlarına neden olur (Çağırğan vd., 2020; de Gürçay 2023; Miranda vd., 2013).

Patogenezi, virusun konağa girişinden itibaren hastalık oluşturma sürecini tanımlar. Bal arısı virusları genellikle *Varroa destructor* akarları aracılığıyla bulaşır ve arının hemolenfine (kan benzeri vücut sıvısı) doğrudan girerek hızlı yayılım gösterir (Çağırğan vd., 2020; Nazzi ve Le Conte, 2016).



## 2.5. Bulaşma ve Enfeksiyonun Başlangıcı

Bal arısı virusları farklı yollarla bulaşabilir:

- Vektör ile bulaşma: *Varroa destructor*, Deforme Kanat Virusu (DKV), AAFV ve İsrail Akut Paraliz Virusu (IAFV) gibi birçok virusun ana taşıyıcısıdır (Çağırğan vd., 2020; Rosenkranz vd., 2010).
- Horizontal bulaşma: Arılar arasında besin paylaşımı (tropicalaksi), doğrudan temas, kontamine petek ve balmumu kullanımı gibi yollarla bulaşma gerçekleşebilir.
- Vertical bulaşma: Viruslar, kraliçe arının yumurtaları yoluyla larvalara aktarılabilir, böylece koloni içi enfeksiyon nesiller boyunca devam edebilir (Tentcheva vd., 2004).

Arı viruslarının bulaşma süreci, genellikle bağışıklık sistemi zayıflamış arılarda daha hızlı ve etkili gerçekleşir (Evans ve Schwarz, 2011; Gürçay, 2023).

## 2.6. Hücreye Giriş ve Çoğalma

Viruslar, arı vücuduna girdikten sonra konak hücrelere bağlanarak hücre içine girer ve burada ribozomları kullanarak kendi RNA'sını çoğaltmaya başlar (Chen ve Siede, 2007). Özellikle sinir sistemi, kas hücreleri ve bağışıklık hücreleri, viral replikasyon için en sık hedef alınan dokulardır (De Miranda vd., 2010).

Hücre içi viral çoğalma süreci şu aşamalardan oluşur:

1. Virusun hücreye girişi: Hücre yüzeyindeki reseptörlere bağlanarak endositoz yoluyla hücre içine girer (Bailey ve Ball, 1991).
2. Viral RNA'nın translasyonu: Virus, arının ribozomlarını kullanarak kendi proteinlerini üretir (Genersch vd., 2010).
3. Yeni virus partiküllerinin oluşumu: Viral proteinler ve RNA, hücre içinde yeni virus partikülleri oluşturur.
4. Hücreden çıkış ve yayılım: Enfekte hücreler parçalanarak yeni viruslar serbest kalır ve diğer hücreleri enfekte eder (Chen vd., 2004).

## 2.7. Vücuda Yayılım ve Semptomların Gelişimi

Viruslar, hemolenf yoluyla vücudun farklı bölgelerine taşınarak yayılır. Enfekte olan organlara bağlı olarak farklı klinik belirtiler ortaya çıkar:

- Sinir sistemi enfeksiyonları: AAFV ve IAFV gibi viruslar felç, titreme ve uçuş yeteneği kaybına neden olur (Tentcheva vd., 2004; Usta ve Yıldırım, 2022).
- Kas dokusu enfeksiyonları: DKV gibi viruslar, kanat deformasyonu ve kas güçsüzlüğüne yol açar (Brettell ve Martin, 2017).
- Bağışıklık baskılanması: Birçok bal arısı virusu, bağışıklık sistemini zayıflatarak ikincil bakteri ve mantar enfeksiyonlarına neden olabilir (Evans ve Schwarz, 2011).

Virusların bağışıklık sistemine etkisi oldukça önemlidir. Arılar, insanlarda bulunan adaptif bağışıklık sistemine sahip değildir, yalnızca doğuştan gelen (innate) bağışıklık mekanizmaları ile enfeksiyonlarla savaşırlar (Genersch ve Aubert, 2010). Ancak, viruslar bu bağışıklık sistemini baskılayarak arıların enfeksiyonlara karşı direncini azaltır (De Miranda vd., 2010; Gürçay, 2023).

## 2.8. Kronik Enfeksiyon ve Koloni Çöküşü

Bazı viruslar, enfekte arılarda kronik taşıyıcılık oluşturabilir ve hastalık belirti vermeden yayılabilir (Chen ve Siede, 2007). Özellikle DKV ve KAFV gibi viruslar, kolonilerde sinsi ilerleyen enfeksiyonlara neden olabilir (Brettell ve Martin, 2017).

Klinik belirtilerin şiddeti ve koloni üzerindeki etkileri şu faktörlere bağlı olarak değişebilir:

- *Varroa* akarlarının yoğunluğu
- Koloninin beslenme durumu
- Çevresel stres faktörleri (pestisitler, hava koşulları, tarım ilaçları) (Çağırğan vd., 2020)

Eğer viral yük yüksekse ve bağışıklık sistemi zayıfsa, koloni çöküşü kaçınılmaz hale gelir (Evans ve Schwarz, 2011; Gürçay, 2023).

Bal arısı virusları, bireysel arıların ölümüne ve uzun vadede koloni kayıplarına neden olan ciddi patojenlerdir. Patogenez sürecinde hızlı bulaşma, bağışıklık sisteminin baskılanması ve sinir-kas sistemine yönelik etkiler, koloninin çöküşünü hızlandırmaktadır. Bu nedenle, erken teşhis ve önleyici tedbirler almak, arıcılık sektörünün sürdürülebilirliği açısından kritik önem taşımaktadır.

## 2.9. Bal Arısı Viruslarının Bulaşması

Bal arısı virusları, koloniler içinde ve arasında farklı mekanizmalarla yayılım gösterir. Bulaşma yolları, virusun hızlı yayılmasını ve hastalığın şiddetini belirleyen en önemli faktörlerden biridir (Chen ve Siede, 2007; Çağırğan vd., 2020; İlkaya ve Inci, 2023). Virusların bulaşma mekanizmaları doğrudan temas, besin paylaşımı, vektörler (özellikle *Varroa destructor* akarları), çevresel kontaminasyon ve dikey bulaşma (ana arıdan yumurtalar yoluyla aktarım) olmak üzere beş ana başlıkta incelenebilir (Genersch ve Aubert 2010; İlkaya ve Inci, 2023).

## 2.10. Vektör ile Bulaşma (*Varroa destructor* Akarları)

*Varroa destructor* akarları, bal arılarında viral hastalıkların en önemli taşıyıcılarından biridir (Nazzi ve Le Conte, 2016). *Varroa*, arıların hemolenfine (kan benzeri vücut sıvısı) doğrudan girerek virusları bulaştırır ve enfekte arılardaki viral yükü artırır (Tentcheva vd., 2004). Özellikle DKV, AAFV ve IAFV *Varroa destructor* tarafından taşınarak kolonilerde hızla yayılır.

*Varroa destructor* akarlarının taşıdığı virusların etkisi şu şekildedir:

- DKV: Arılarda kanat deformasyonu ve uçuş yeteneğinin kaybına neden olur (Brettell ve Martin, 2017).
- AAFV: Felç ve ani ölümler ile ilişkilidir (Chen ve Siede, 2007).

- IAFV: Koloni Çöküş Bozukluğu (CCD) ile bağlantılıdır ve arıların felç geçirerek ölmesine neden olur (Cox-Foster vd., 2007).

Yapılan araştırmalarda, *Varroa destructor*'ın yoğun olduğu kolonilerde viral yükün 10 ila 100 kat arttığı gösterilmiştir.

### 2.11. Horizontal Bulaşma (Arılar Arasında Yayılım)

Bal arısı virusları, arılar arasında doğrudan temas yoluyla veya besin paylaşımı sırasında bulaşabilir (De Miranda vd., 2010).

#### a) Besin Paylaşımı (Tropalaksi ve Bal Depolama)

- Arılar besin paylaşımı (tropalaksi) sırasında virusları ağız yoluyla birbirine bulaştırabilir (Gisder ve Genersch, 2017).
- Enfekte arılar tarafından üretilen bal ve polen, kovan içinde virus rezervuarı haline gelebilir (McMenamin ve Genersch, 2015).

#### b) Doğrudan Temas ve Kovanda Virus Yayılımı

- İşçi arılar, hijyenik temizlik sırasında enfekte olmuş petekleri ve larvaları temizlerken virusla temas edebilir (Çağırğan vd., 2020; Tentcheva vd., 2004).
- Enfekte arılar, kovanda hastalığı yayarak sağlıklı bireylerin enfekte olmasına neden olabilir (Chen vd., 2004; Çağırğan vd., 2020).

Horizontal bulaşma, özellikle kalabalık kolonilerde ve zayıf bağışıklık sistemine sahip arılarda daha hızlı gerçekleşir (Evans ve Schwarz, 2011).

### 2.12. Vertical Bulaşma (Ana Arıdan Yumurtalara Geçiş)

Bazı viruslar, ana arıdan larvalara yumurta yoluyla geçebilir. Bu süreç, vertical (dikey) bulaşma olarak adlandırılır ve kolonilerde kuşaklar boyunca virus taşıyıcılığına neden olabilir (Chen ve Siede, 2007).

- *Kara Kraliçe Hücre Virus* (KKHV), özellikle ana arı larvalarında ölüme yol açarak koloninin geleceğini tehlikeye atar (Genersch ve Aubert, 2010).
- DKV, IAFV ve AAFV, ana arının yumurtaları yoluyla larvalara geçebilir ve kolonide kronik enfeksiyon oluşturabilir (De Miranda vd., 2010).

Vertical bulaşma, genetik direnç geliştirmeyen kolonilerde daha yaygın görülmektedir (Brettell ve Martin, 2017).

### 2.13. Çevresel Kontaminasyon (Petekler, Balmumu ve Arıcılık Ekipmanları)

Viruslar, kovan içindeki yüzeylerde uzun süre hayatta kalabilir ve petekler, balmumu, polen ve arıcılık ekipmanları aracılığıyla yayılabilir (Çağırğan vd., 2020)

- Enfekte olmuş petekler ve balmumu, yeni kolonilere aktarıldığında hastalık yayılabilir (Çağırğan ve Yazıcı, 2020).
- Bal ve polen örneklerinde DKV ve AAFV gibi virusların kalıntılarına rastlanmıştır, bu da enfeksiyonun uzun süreli yayılımını desteklemektedir (Tentcheva vd., 2004).
- Arıcılık ekipmanlarının dezenfekte edilmemesi, farklı kovanlar arasında virus bulaşmasını kolaylaştırabilir (McMenamin ve Genersch, 2015).

Arıcılık uygulamalarında hijyenin sağlanması, çevresel kontaminasyon kaynaklı bulaşmayı önlemede en önemli stratejilerden biridir (Evans ve Schwarz, 2011). Bal arısı viruslarının bulaşma mekanizmaları, koloni sağlığı ve arıcılık yönetimi açısından büyük önem taşımaktadır. Enfeksiyonlar genellikle varroa akarları, arılar arası doğrudan temas, besin paylaşımı, çevresel kontaminasyon ve vertical bulaşma yoluyla yayılmaktadır (Genersch ve Aubert, 2010). *Varroa* akarlarının kontrolü, kovan hijyeninin sağlanması ve sağlıklı kolonilerin seçimi, virusların yayılmasını önlemede temel stratejilerdir (Çağırğan vd., 2020; De Miranda vd., 2010).

## 2.14. AAFV

AAFV, bal arılarında (*Apis mellifera*) felç, motor kontrol kaybı ve ani ölümler ile karakterize olan ciddi bir viral hastalıktan sorumludur (Chen ve Siede, 2007; Usta ve Yıldırım, 2022). *Dicistroviridae* ailesine ait olan AAFV, pozitif anlamlı tek sarmallı RNA (+ssRNA) içeren bir virusdur ve çoğunlukla *Varroa destructor* akarları tarafından taşınarak yayılır (Genersch ve Aubert, 2010).

AAFV, özellikle sinir sistemi ve kas dokusunu hedef alarak arıların uçuş yeteneğini kaybetmesine ve koordinasyon bozukluklarına neden olur (Tentcheva vd., 2004; Usta ve Yıldırım, 2022). Virus, bağışıklık sistemi zayıflamış kolonilerde daha hızlı yayılır ve Koloni Çöküş Bozukluğu (CCD - Colony Collapse Disorder) gibi büyük ölçekli kayıplarla ilişkilendirilmektedir (Cox-Foster vd., 2007; Usta ve Yıldırım, 2022).

### 2.14.1. Etiyoloji

AAFV, hücre içi çoğalma özelliğine sahip olup, konak hücreye girdikten sonra hücrenin protein sentez mekanizmasını ele geçirerek viral RNA replikasyonunu başlatır. Virusun genomu, iki açık okuma çerçevesi (ORF) içerir:

- ORF1: RNA replikasyonu ve protein sentezinde görevli RNA-bağımlı RNA polimeraz (RdRp) enzimini kodlar (De Miranda vd., 2010).
- ORF2: Kapsid proteinlerini kodlayarak virusun konak hücreye bağlanmasını ve enfeksiyon oluşturmalarını sağlar (Tentcheva vd., 2004).

AAFV'nin ana bulaşma yolu, *Varroa destructor* akarlarıdır. Varroa, enfekte arılardan kan emerken virusu alır ve diğer arılara aktararak yayılmasını hızlandırır (Nazzi ve Le Conte, 2016; Usta ve Yıldırım, 2022). Ayrıca, arılar arası besin paylaşımı (tropalaksi), enfekte petekler ve kontamine çevresel yüzeyler de bulaşmada rol oynar.

### 2.14.2. Epidemiyoloji

Akut Arı Felci Virüsü (AAFV), dünya genelinde bal arısı (*Apis mellifera*) kolonilerinde yaygın olarak bulunan viral patojenlerden biridir (Chen ve Siede, 2007; Çağırğan vd.,

2020). Virusun görülme sıklığı, bölgesel iklim koşulları, arıcılık uygulamaları, *Varroa destructor* akarlarının varlığı ve koloni sağlığı gibi birçok faktöre bağlı olarak değişiklik gösterebilir (Genersch ve Aubert, 2010; Usta ve Yıldırım, 2022).

#### 2.14.3. Coğrafi Yayılım ve Küresel Dağılım

AAFV, Avrupa, Kuzey Amerika, Asya ve Avustralya dahil olmak üzere birçok kıtada tespit edilmiştir (Tentcheva vd., 2004; Usta ve Yıldırım, 2022). Özellikle yoğun arıcılık yapılan bölgelerde ve *Varroa* akarlarının yaygın olduğu kolonilerde virus prevalansı daha yüksektir (De Miranda vd., 2010; Usta ve Yıldırım, 2022). Türkiye’de yapılan araştırmalar, AAFV’nin ülkenin farklı bölgelerinde tespit edildiğini, ancak yaygınlık oranlarının bölgeden bölgeye değişebildiğini göstermektedir (Gürçay ve Kutlu, 2022).

#### 2.14.4. Bulaşma Dinamikleri ve Risk Faktörleri

AAFV’nin kolonilerde yayılma hızı, birçok çevresel ve biyolojik faktörden etkilenmektedir:

- *Varroa destructor* akarlarının varlığı: *Varroa destructor*, AAFV’nin en önemli vektörüdür ve virusun bulaşmasını hızlandırır (Nazzi ve Le Conte, 2016; Usta ve Yıldırım, 2022). *Varroa* popülasyonu yüksek olan kolonilerde AAFV yükü 100 kata kadar artabilir (Brettell ve Martin, 2017).
- Koloni Yoğunluğu: Arıların birbirine yakın mesafelerde bulunması, virusun kovanlar arasında hızla yayılmasına neden olur (Çağırğan vd., 2020; McMenamin ve Genersch, 2015).
- Mevsimsel Değişimler: AAFV, özellikle ilkbahar ve yaz aylarında daha yüksek bulaşıcılık gösterirken, kış aylarında zayıf kolonilerin hayatta kalma şansını azaltır.
- Stres Faktörleri: Besin kıtlığı, pestisit maruziyeti, iklim değişikliği ve kötü koloni yönetimi, virusun daha kolay yayılmasına ve hastalığın daha şiddetli seyretmesine neden olabilir (Cox-Foster vd., 2007; Usta ve Yıldırım, 2022.).

#### 2.14.5. Türkiye’de AAFV Prevalansı

Türkiye’de yapılan bazı çalışmalar, AAFV’nin ülkenin farklı bölgelerinde tespit edildiğini, ancak özellikle doğu ve güneydoğu bölgelerinde daha yaygın olduğunu göstermektedir (Cagırgan ve Yazıcı, 2020). Elazığ ve çevresinde yapılan araştırmalar, arı kayıplarında AAFV’nin etkili olabileceğini öne sürmektedir (Gürçay ve Kutlu, 2022). Sonuç olarak, AAFV’nin yayılımı, *Varroa* akarlarının yoğunluğu, çevresel stres faktörleri ve arıcılık uygulamaları ile doğrudan ilişkilidir. Erken teşhis ve etkili yönetim stratejileri uygulanmadığında, virus kolonilerde hızlı bir şekilde yayılabilir ve ciddi arı kayıplarına yol açabilir (Çağırğan vd., 2020; De Miranda vd., 2010).

#### 2.14.6. Klinik Bulgular

AAFV, bal arılarında (*Apis mellifera*) felç, uçuş yeteneğinin kaybı ve ani ölümler ile karakterize edilen ciddi klinik belirtilere neden olur (Chen ve Siede, 2007; Usta ve Yıldırım, 2022). Virus, özellikle sinir sistemi ve kas dokusunu etkileyerek hareket koordinasyonunu bozar ve arıların kovan içinde veya dışında hareketsiz kalmasına yol açar (Genersch ve Aubert, 2010; Gürçay, 2023).

#### 2.14.7. Erken Dönem Belirtileri

- Arılarda hareket yavaşlaması ve uyuşukluk gözlenir (Tentcheva vd., 2004; Usta ve Yıldırım, 2022).
- Titreme ve koordinasyon kaybı başlar, arılar düzensiz hareketler sergiler (Çağırğan vd., 2020; De Miranda vd., 2010).
- Kanatlar anormal pozisyonda durur, genellikle ayrı ve düzensiz açılmış şekilde görülür.

#### 2.14.8. İleri Dönem Belirtileri

- Felç ve kas güçsüzlüğü gelişir, enfekte arılar uçuş yeteneğini tamamen kaybeder ve kovan dışında birikmeye başlar (McMenamin ve Genersch, 2015; Usta ve Yıldırım, 2022).



- Kovan önünde veya zemin üzerinde sürünen arılar yaygın olarak gözlenir (Nazzi ve Le Conte, 2016; Usta ve Yıldırım, 2022).
- Hızlı kilo kaybı ve zayıflama meydana gelir, bu da işçi arıların kısa sürede ölmesine neden olur (Brettell ve Martin, 2017).

#### 2.14.9. Koloni Düzeyinde Gözlenen Etkiler

- Kovan içinde işçi arı sayısında ani azalmalar olur, bu da koloninin genel sağlığını zayıflatır (Cox-Foster vd., 2007; Gürçay, 2023; Usta ve Yıldırım, 2022).
- Bal üretiminde düşüş ve yavru bakımında aksama meydana gelir (Gisder ve Genersch, 2017).
- AAFV'nin yayılımı, *Varroa destructor* akarlarının bulunduğu kolonilerde daha hızlıdır ve enfekte koloniler kış mevsimini genellikle atlatabilir (Çağırğan vd., 2020).

AAFV enfeksiyonunun şiddeti, arıların bağışıklık durumu, koloni yoğunluğu, çevresel stres faktörleri ve *Varroa* akarlarının varlığına bağlı olarak değişiklik gösterebilir (Chen ve Siede, 2007). Özellikle erken teşhis edilmez ve uygun önlemler alınmazsa, enfekte koloniler birkaç hafta içinde tamamen çökebilir (De Miranda vd., 2010).

#### 2.14.10. Teşhis

AAFV, bal arılarında felç, uçuş kaybı ve ani ölümler gibi belirtilerle ortaya çıkan ciddi bir enfeksiyondur (Chen ve Siede, 2007; Usta ve Yıldırım, 2022). AAFV'nin kesin teşhisi için klinik belirtilerin gözlemlenmesi yetersizdir, bu nedenle laboratuvar testleri gereklidir (Çağırğan ve Yazıcı, 2020; Genersch ve Aubert, 2010; İlkaya ve Inci, 2023).

#### 2.14.11. Klinik Bulgulara Dayalı Ön Teşhis

- Kovan önünde toplanan, uçuş yetisini kaybetmiş arılar gözlemlenir (McMenamin ve Genersch, 2015; Usta ve Yıldırım, 2022).
- Felç, titreme ve koordinasyon kaybı olan arılar dikkate alınır (Tentcheva vd., 2004; Usta ve Yıldırım, 2022).

- *Varroa* akarlarının yoğun olduğu kolonilerde enfeksiyon riski daha yüksektir, bu nedenle akar yükü de değerlendirilir (Ilkaya ve Inci, 2023; Nazzi ve Le Conte, 2016).

#### 2.14.12. Moleküler Teşhis Yöntemleri

##### a) RT-PCR (Ters Transkriptaz Polimeraz Zincir Reaksiyonu) Testi

- AAFV'nin teşhisinde altın standart yöntemdir (Çağırğan ve Yazıcı, 2020; Ilkaya ve Inci, 2023; Tentcheva vd., 2004).
- Arı örneklerinden alınan RNA izolasyonu sonrası spesifik viral RNA'nın tespit edilmesi sağlanır (Sguazza vd., 2013).
- Hassasiyeti ve özgüllüğü yüksek olup, virusun varlığını erken dönemde saptayabilir (Cagırgan ve Yazıcı, 2020).

##### b) ELISA (Enzim Bağlı İmmünosorbent Testi)

- Viral proteinlerin tespit edilmesine dayanır ve enfekte kolonilerde kullanılır (Genersch vd., 2010; Ilkaya ve Inci, 2023).
- RT-PCR'ye kıyasla daha az hassas olmakla birlikte, hızlı bir tarama testi olarak tercih edilebilir (Chen ve Siede, 2007).

##### c) Elektron Mikroskobu ile Görüntüleme

- AAFV partiküllerinin doğrudan gözlemlenmesini sağlar, ancak maliyetli ve zaman alıcı bir yöntemdir (De Miranda vd., 2010).

AAFV teşhisi için klinik belirtiler, laboratuvar testleriyle doğrulanmalıdır. Özellikle RT-PCR ve ELISA yöntemleri, hastalığın yayılımını anlamak ve erken önlem almak için kritik öneme sahiptir (Ilkaya ve Inci, 2023).

#### 2.14.13. Mücadele

AAFV, bal arılarında (*Apis mellifera*) felç, kas güçsüzlüğü ve ani ölümler gibi ciddi belirtilere neden olan ölümcül bir RNA virusudur. Doğrudan bir tedavisi bulunmamakla

birlikte, hastalığın yayılmasını önlemek ve koloniyi güçlendirmek için çeşitli mücadele yöntemleri uygulanmaktadır (Chen ve Siede, 2007; İlkaya ve Inci 2023; Usta ve Yıldırım, 2022).

## 2.15. Varroa Akarlarıyla Mücadele

ABPV, çoğunlukla *Varroa destructor* akarları tarafından yayılır (Nazzi ve Le Conte, 2016). Bu nedenle, *Varroa* akarlarıyla mücadele AAFV'nin yayılmasını önlemenin en etkili yoludur (Ilkaya ve Inci, 2023; Rosenkranz vd., 2010).

### a) Kimyasal Mücadele

- Akarisitler: Amitraz, flumetrin, tau-fluvalinat ve coumaphos gibi kimyasal maddeler, *Varroa* akarlarını kontrol altına almak için kullanılır (Rosenkranz vd., 2010).
- Organik Asitler: Oksalik asit, formik asit ve laktik asit gibi doğal bileşikler, akar popülasyonunu azaltmada etkilidir.

### b) Biyolojik Mücadele

- *Varroa*'ya karşı dirençli arı ırkları yetiştirme
- *Hipoaspis* akarları gibi doğal düşmanların kullanımı (Evans ve Schwarz, 2011).

### c) Mekanik Mücadele

- *Varroa* tuzakları ve drone çerçeveleri kullanımı
- Ana arıyı kafesleme yöntemiyle *Varroa* üremesini azaltma (Tentcheva vd., 2004).

## 2.16. Kovan Yönetimi ve Hijyen

### a) Hastalıklı Kolonileri İzole Etme

- Enfekte kovanlar, sağlıklı kolonilerden uzak tutulmalıdır (Genersch ve Aubert, 2010).
- Ölü arılar düzenli olarak temizlenmelidir.

#### b) Kovan Hijyeni ve Malzeme Dezenfeksiyonu

- Kullanılan arıcılık ekipmanları düzenli olarak dezenfekte edilmelidir (Chen ve Siede, 2007).
- Enfekte petekler yakılarak veya dondurularak yok edilmelidir.

#### c) Kovanın Güçlendirilmesi

- Zayıf koloniler birleştirilerek bağışıklık güçlendirilebilir (De Miranda vd., 2010).

### 2.17. Genetik Dayanıklılık Seçimi

Bazı arı ırkları, AAFV ve diğer virüslara karşı doğal direnç gösterebilir (Brettell ve Martin, 2017). Bu nedenle, ıslah programlarıyla daha dirençli arılar yetiştirilmelidir.

Önerilen dayanıklı arı türleri:

- VSH (*Varroa Sensitive Hygiene*) arıları
- Rus arıları (*Apis mellifera caucasica*)
- Buckfast arıları

### 2.18. Doğal Bağışıklık Desteği ve Beslenme

Virüsle mücadelede arıların bağışıklık sistemini desteklemek önemlidir (Evans ve Schwarz, 2011).

#### a) Beslenme Desteği

- Polen takviyesi: Yüksek proteinli polen tüketimi bağışıklığı güçlendirir.
- Şeker şurubu ve probiyotikler ile destekleyici besinler verilebilir (Chen ve Siede, 2007).

#### b) Bitkisel ve Doğal Ürünler

- Propolis: Antiviral ve bağışıklık güçlendirici etkisi vardır (Bastos vd., 2008).

- Timol, mentol ve okaliptüs yağı gibi doğal bileşikler, hem akar mücadelesinde hem de bağışıklık sisteminin desteklenmesinde kullanılır.

AAFV ile mücadelede önleyici tedbirler, *Varroa* akarlarının kontrolü, kovan hijyeni ve doğal bağışıklık destekleri oldukça önemlidir. Hastalıkla mücadelede erken teşhis ve düzenli kontroller yapılmalıdır (Genersch ve Aubert, 2010; İlkaya ve Inci, 2023).

### **3. MATERYAL VE YÖNTEM**

#### **3.1. Etik Kurulu Onayı**

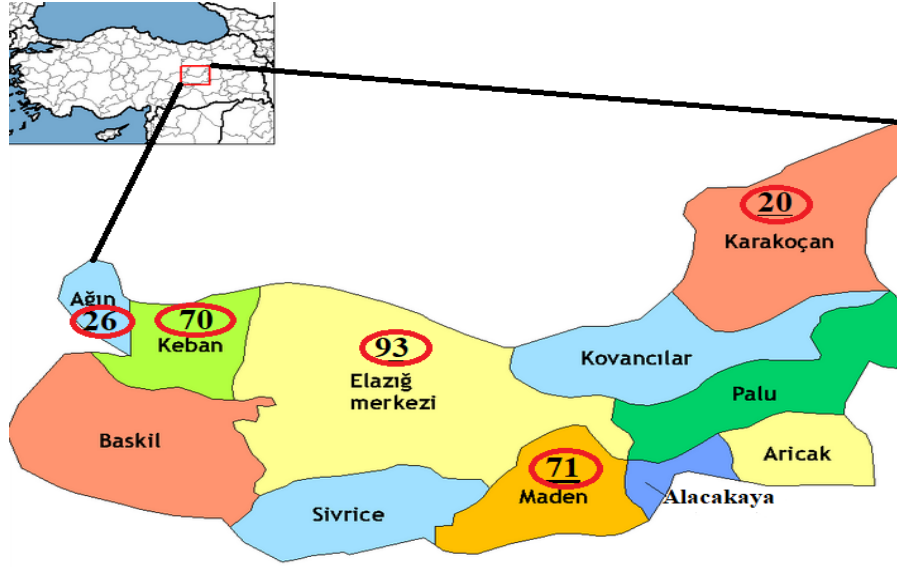
Bu çalışma Bingöl Üniversitesi Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurulunun 30.04.2025 tarih ve E-85680299-020-209358 sayılı kararı doğrultusunda yürütülmüştür.

#### **3.2. Araştırma Yeri**

Elazığ Merkez ve Karakoçan, Maden, Keban ve Ağın ilçelerinden bal arısı kolonileri görsel kontrol edildi ve koloni çevresindeki ergin ölü arılar toplanarak materyal oluşturuldu (Tablo 2, Şekil 1). Numune alınan arılıklar arı hastalıkları ve varroa paraziti yönünden herhangi bir belirti göstermiyorlardı. Bu hastalık taraması çalışması Mart-Nisan-Mayıs- Haziran (2024) aylarında gerçekleştirildi.

Tablo 3.1. Bal arısı örneklerin toplandığı ilçeler ve örnek sayıları

| Sıra No | Numune Alınan Merkez                     | Kolonideki Kovan Sayısı (n) | Alınan Numuneler (n)    |
|---------|------------------------------------------|-----------------------------|-------------------------|
| 1       | Elazığ, Maden İlçesi, Çitli Köyü.        | 110                         | Ergin İşçi Ölü Arı (20) |
| 2       | Elazığ, Maden ilçesi, Gezin Beldesi      | 70                          | Ergin İşçi Ölü Arı (28) |
| 3       | Elazığ, Maden ilçesi, tekevler Köyü      | 55                          | Ergin İşçi Ölü Arı (23) |
| 4       | Elazığ, Keban ilçesi, Sağdıçlar Köyü     | 36                          | Ergin İşçi Ölü Arı (31) |
| 5       | Elazığ, Keban ilçesi, Denizli Köyü       | 40                          | Ergin İşçi Ölü Arı (22) |
| 6       | Elazığ, Keban ilçesi, Aşağıçakmak Köyü   | 142                         | Ergin İşçi Ölü Arı (17) |
| 7       | Elazığ, Merkez ilçesi, Kozluk Köyü       | 85                          | Ergin İşçi Ölü Arı (32) |
| 8       | Elazığ, Merkez ilçesi, Körpe Köyü        | 28                          | Ergin İşçi Ölü Arı (21) |
| 9       | Elazığ, Merkez ilçesi, Meşeli Köyü       | 31                          | Ergin İşçi Ölü Arı (20) |
| 10      | Elazığ, Merkez İlçesi, Muratçık Köyü     | 62                          | Ergin İşçi Ölü Arı (20) |
| 11      | Elazığ, Karakoçan ilçesi, Altınoluk Köyü | 420                         | Ergin İşçi Ölü Arı (20) |
| 12      | Elazığ, Ağın ilçesi, Kuşçu Köyü          | 316                         | Ergin İşçi Ölü Arı (26) |



Şekil 3.1. Örnekleme haritası ve örneklenen işletme sayıları

### 3.3. Örneklerin İşlenmesi

Örneklemenin yapıldığı merkeze ait arı numunelerinden 15-20 adeti bir havuzda toplandı ve ölü arı dokuları havanda Eagle solusyonu ile ezildi. Bu dokulardan 9 ml Eagle (EMEM) (Sigma, U.K.) ile homojenize edildi. Homojenize edilen örnekler 30 dakika 3500 rpm'de ve 4°C'de santrifüjasyon işlemine tabi tutuldular. İşlem sonrası elde edilen süpernatantlar analiz edilene kadar -80°C derin dondurucuda saklandı.

### 3.4. RNA Ekstraksiyonu

Çalışmada total RNA ekstraksiyonu için ticari kit (MagNA Pure LC Total Nükleik Asit İzolasyon Kiti, Germany) kullanıldı. RNA saflaştırmasından elde edilen süpernatantlardan 200 uL alındı. Total RNA saflaştırma işlemi üretici firmanın belirtmiş olduğu prosedüre göre gerçekleştirildi.

### 3.5. Primer

Araştırmada kullanılan primer çifti Tablo 3.2'de verilmiştir.



Tablo 3.2. AAFV RNA'sının tespiti için kullanılan primer çifti (Sguazza vd., 2013)

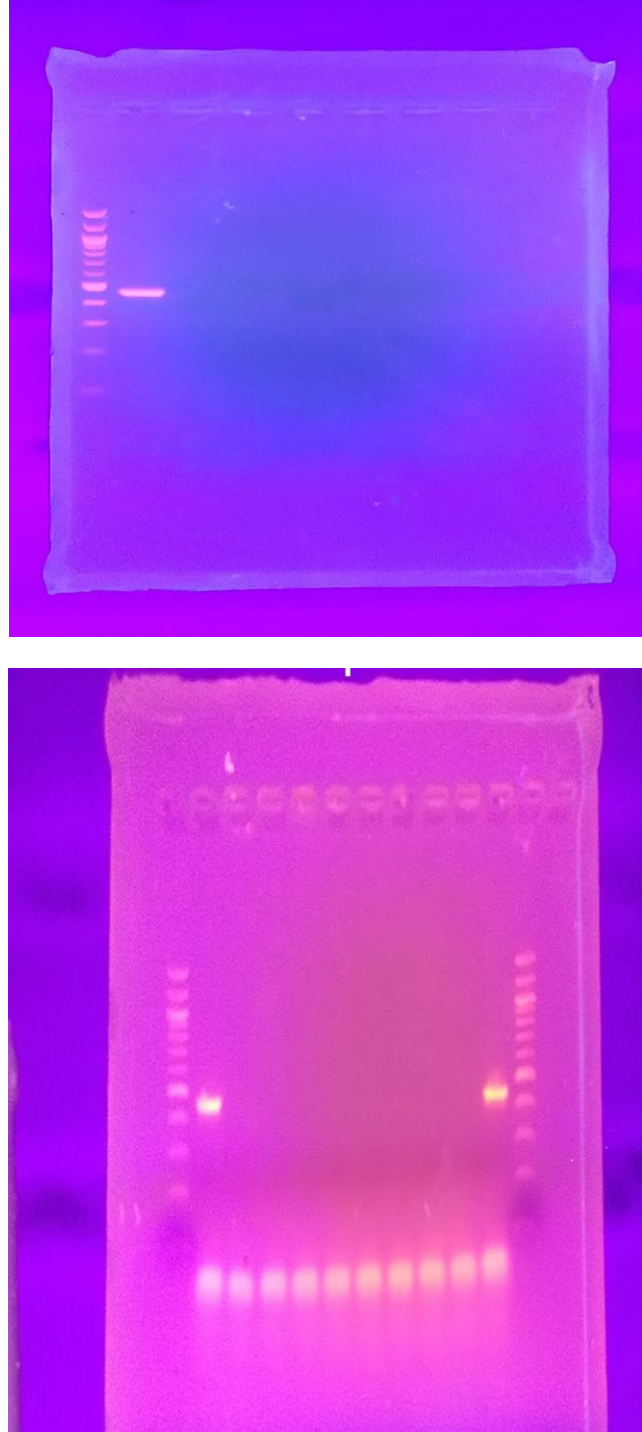
| Virus | Nükleotid Dizilimi (5'-3')                            | Gen Bank Kabul Numarası | Gen Pozisyonu          | Uzunluk |
|-------|-------------------------------------------------------|-------------------------|------------------------|---------|
| ABPV  | GGTGCCCTATTTAGGGTGAGGA<br>ACTACAGAAGGCAATGTCCAAG<br>A | AF486073                | 6398-6419<br>6857-6835 | 660     |

Araştırmada kullanılan AAFV Pozitif RNA kontrolleri, PCR'daki optimizasyonu elde etme amacıyla İstanbul/Pendik Veteriner Kontrol Enstitüsünden temin edilmiştir.

### 3.6. Reverse Transcription polymerase chain reaction (RT-PCR)

Çalışmada Qiagen One Step RT-PCR kiti kullanıldı (Cat. No. / ID: 210212) ve kit prosedürüne uygun olarak testler yapıldı. Öncelikle 10 p/mol konsantrasyonunda primer hazırlandı. Buna göre 50 mikrolitre'lik reaksiyon hacminde 5 U Taq DNA polimeraz (Qiagen), 2,5 mM MgCl<sub>2</sub>, her birinden 0,2 mM dATP, dCTP, dGTP ve dTTP (Qiagen) ve her birinden 1 M sense ve antisens primer içeren beş mikrolitre cDNA kullanıldı. Primer dimer oluşumunu önleyen doğru bir amplifikasyon için en iyi uygulama sıcaklığını belirlemek amacıyla, aşağıdaki parametreler kullanılarak bir gradyan PCR gerçekleştirildi: 94°C'de 2 dakika boyunca bir döngü, 94°C'de 30 saniye boyunca 30 döngü, 52–62°C'de (örnek başına 2°C'lik bir artışla) 30 saniye ve 72°C'de 45 saniye, ardından 72°C'de 10 dakika boyunca bir döngü oluşturuldu (Sguazza vd., 2013). RT-PCR sonucu elde ettiğimiz ürünler, içinde etidyum bromür bulunan %1,5'luk agaroz jelde 80-100 voltta 80 dakika yürütülerek (Şekil 2) spesifik bantlar ultraviyole ışıktaki görüntülendi.

#### 4. BULGULAR VE TARTIŞMA



Şekil 4.1. AAFV Pozitif Kontrolün 460 bp elektroforez jel ve negatif görüntüler

Elazığ Merkez, Maden, Keban, Karakoçan ve Ağın ilçelerinden arı kayıplarının olduğu 12 arı kolonisi ve 1395 kovandan sağlanan ergin işçi arı numunesinde yapılan RT-PCR testi sonucunda AAFV, RNA' sına rastlanmadı.

Patojenin konakçıları ve diğer patojenik ajanlarla ilişkisinin, bireysel arı ve koloni düzeylerinde patolojinin altında yatan moleküler, fizyolojik, immünolojik ve epidemiyolojik mekanizmalar dahil olmak üzere daha dinamik bir şekilde araştırılması gerekmektedir (Regenmortel, 2000). Viruslar arasındaki yakın genetik ilişki, viral genomdaki viruslar arasındaki biyolojik farklılıkları haritalamak için de yararlı bir kaynaktır. Geliştirilecek ek bir alan, genetik direnç ve viral hastalıklara karşı tedavi arayışıdır. Geniş kapsamlı etkileri nedeniyle, virus dizilerinin bal arısı genomuna istikrarlı bir şekilde entegre edilmesinin arı araştırma topluluğu tarafından doğrulanması ve virus replikasyonu ve patolojisiyle olası etkileşimlerinin de teyit edilmesi esastır. Benzer şekilde, RNA teknolojisinin enfeksiyon ve patolojiye virusa özgü çözümler sağlamak için potansiyel evrensel uygulanabilirliği, prosedürü ve uygulanabilirliği optimize etmek için öncelikle etki mekanizmasını, olası ikincil etkileri ve sınırlamaları belirlemek için daha fazla araştırma gerektirmektedir (De Miranda vd., 2010). Bal arılarının (*Apis mellifera*) yaygın bir virusu olan AAFV klinik örneklerden doğrudan hızlı, hassas ve spesifik tanısı için ters transkripsiyon-PCR testleri oluşturulmuştur (Bakonyi vd., 2002; Çağırman ve Yazıcı, 2020). Bu çalışmada da erişkin arı örneklerinden doğrudan, hızlı, hassas ve spesifik tanı için ters transkripsiyon-PCR testi kullanılmıştır.

Çoklu viral enfeksiyonlar bal arısı koloni kayıplarının başlıca nedenlerinden biridir ve koloni sağlığının sürdürülebilirliğini tehdit eder. AAFV, arı kolonilerinde açık ve/veya gizli enfeksiyonlara neden olabilen yaygın bal arısı viruslarından biridir. Koloni kayıplarına yol açan etkileri hakkında küresel olarak daha fazla bilgiye ihtiyaç duyulmaktadır. AAFV ile ilişkili patoloji, felçli, titreyen arıları, uçamayan arıları içerir ve bazı durumlarda AAFV arı kolonilerinin ölümüne neden olur. AAFV, KAV, IAFV ve KAFV düşük oral enfeksiyözlüğe sahiptir ve çoğu durumda düşük virülanslı kolonilerde gizli enfeksiyonlar oluştururlar ancak böcek hemolimfine (AAFV, KAV, IAFV ve KAFV) veya kütiküler epidermise KAFV'nin erişimlerini kolaylaştıran ve/veya virülan suşların ortaya çıkmasını içeren çeşitli stres faktörlerinin, yüksek ölüm oranına sahip gizli virülan enfeksiyonlardan açık virülan enfeksiyonlara geçişi aracılık ettiği ve bunun da

sonunda yetişkin arı popülasyonunun ani bir şekilde azalmasına yol açtığı görülmektedir. AAFV, IAFV, KAV ve KAFV enfeksiyonlarının biyolojisinin, bal arılarının enfeksiyona karşı direnç mekanizmaları da dahil olmak üzere daha iyi anlaşılması, bal arılarının viral enfeksiyonlarını yönetmek için uygun yaklaşımların geliştirilmesini ve viral patojenlere karşı direnç için üremeyi sağlayacaktır (Chejanovsky, 2010). AAFV'nin yayılımı, *Varroa* akarlarının yoğunluğu, çevresel stres faktörleri ve arıcılık uygulamaları ile doğrudan ilişkilidir. Erken teşhis ve etkili yönetim stratejileri uygulanmadığında, virus kolonilerde hızlı bir şekilde yayılabilir ve ciddi arı kayıplarına yol açabilir (De Miranda vd., 2010; Usta ve Yıldırım, 2022). Bal arısı kolonilerinde yapılan çalışmalar, varroa akarı infestasyonunun yoğunluğuna paralel olarak viral enfeksiyon yoğunluğunun da arttığını göstermektedir. Bu durum kovanlarda ölüm oranlarının artışına neden olur ve bal arılarının bakteriyel enfeksiyon riskini artırmaktadır. Varroa paraziti infestasyonu ve dolayısı ile viral enfeksiyonlara uzun süre maruz kalma hemolinf şeker konsantrasyonunun düşmesine, bal arısı vucut direncinin azalmasına ve kolonide arı ölümlerine neden olur. Bu parametreler kolonideki arı ölümlerinin potansiyel belirleyicileri olarak kabul edilmektedir (Gürçay vd., 2024). Varroa parazitinin tek konağı bal arıları ve larvalarıdır. Varroa infestasyonlarında bal arısı kolonilerinde, yavru üretimi azalmasına bağlı olarak ergin arı sayısının azalması, bal arılarının uçuş etkinliğinin azalmasına bağlı tarlacılık etkilerinin azalması, enfeksiyonlara karşı doğal bağışıklığın azalması nedeni ile ergin arıların yaşama süresinin kısalmasına neden olmaktadır (Gürçay vd., 2024). Varroa parazitinin bu etkilerinin ortadan kaldırılması için bal arısı kolonilerinde yoğun bir şekilde varroa paraziti mücadelesi yapılmalıdır. Bu araştırmanın yapıldığı bölgede AAFV ergin arı ölümlerinden tespit edilememesi bölgedeki üreticilerin yoğun bir varroa paraziti mücadelesi yapışının işaretidir.

Bu tez çalışmasında, Elazığ ve çevresindeki bal arısı kolonilerinde AAFV varlığı araştırılmış ve RT-PCR sonuçlarına göre, örneklenen 12 farklı bölgeye ait bal arısı kolonisi arasında AAFV RNA'sına rastlanmamıştır. Bu bulgu, bölgede sınırlı sayıda örnekleme yapılan arı işletmelerinde AAFV'nin bal arısı ölümlerine neden olan bir etken olmadığına işaret etmektedir. Dünya genelinde ve Türkiye'deki diğer çalışmalara bakıldığında, akut arı felci virusunun etkilerinin farklı coğrafyalarda ve farklı çevresel koşullarda değişkenlik gösterdiği gözlemlenmektedir.

Türkiye'deki önceki araştırmalarda, AAFV'nin bal arıları üzerinde ciddi etkiler yarattığı bildirilmiştir (Alemlı, 2018; Kızıltepe vd., 2023; Muz, 2023; Usta ve Yıldırım, 2022). Özellikle Karadeniz ve Marmara bölgelerinde yapılan bazı çalışmalarda, akut arı felci virusunun, kolonilerin zayıflamasına ve ölüm oranlarının artmasına neden olduğu rapor edilmiştir. Örneğin, 2018'de yapılan bir araştırma, Marmara Bölgesi'ndeki bazı kolonilerde AAFV RNA'sının tespit edildiğini ve bunun arı ölümlerinin önemli bir nedeni olduğunu ortaya koymuştur (Kaya vd., 2018). Ancak, bu çalışmalarda da virusun varlığının her zaman ölüm oranları ile doğrudan ilişkilendirilmediği, çevresel stres faktörlerinin de önemli bir rol oynadığı vurgulanmıştır. Elazığ ve çevresinde yapılan bu çalışma, AAFV'nin bal arısı kolonilerindeki ölümlerin tek nedeni olmadığını, daha kapsamlı bir mikrobiyolojik ve çevresel etkenler değerlendirmesi gerektiğini ortaya koymaktadır.

Dünya genelinde yapılan pek çok araştırma, AAFV'nin bal arısı kolonilerinde önemli kayıplara neden olabileceğini göstermektedir. 2012 yılında yapılan bir çalışmada, Amerika Birleşik Devletleri'nin farklı bölgelerinde AAFV'nin, kolonilerin erken çöküşünün ana sebeplerinden biri olarak tanımlandığı bildirilmiştir (Genersch vd., 2012). Avrupa'da ise, özellikle Almanya'da yapılan bazı çalışmalarda, AAFV'nin koloni ölümü ile ilişkili olduğu gözlemlenmiş, ancak diğer viral enfeksiyonlar ve bakteriyel hastalıklarla birlikte varlığı daha fazla önem kazanmıştır (Ritter ve Akatanakul, 2013). Çalışmalar, AAFV'nin genellikle diğer enfeksiyonlar ve çevresel stres faktörleriyle birlikte etkileşime girdiğini ve tek başına ölümlerin nedeni olmadığını göstermektedir.

AAFV, Avrupa, Kuzey Amerika, Asya ve Avustralya dahil olmak üzere birçok kıtada tespit edilmiştir (Tentcheva vd., 2004). Özellikle yoğun arıcılık yapılan bölgelerde ve varroa akarlarının yaygın olduğu kolonilerde virus prevalansı daha yüksektir (De Miranda vd., 2010). Türkiye'de yapılan araştırmalar (Usta ve Yıldırım, 2022), AAFV'nin ülkenin farklı bölgelerinde tespit edildiğini, ancak yaygınlık oranlarının bölgeden bölgeye değişebildiğini göstermektedir (Gürçay ve Kutlu, 2022).

Elazığ ve çevresindeki bu çalışmada AAFV'nin tespit edilmemiş olması, bu bölgedeki örnekleme yapılan işletmelerde arı ölümlerinin AAFV ile doğrudan ilişkili olmadığı anlamına gelmektedir. Bu, özellikle Türkiye'nin farklı bölgelerinde yapılan çalışmalarla

çelişmektedir, çünkü bazı bölgelerde AAFV'nin etkisi daha belirgindir. Ancak, bu durum bölgesel farklılıkların, iklimsel ve çevresel faktörlerin, aynı zamanda arı yönetimi uygulamalarının etkilerini de gözler önüne sermektedir. Çalışmamızın bulguları, AAFV'nin tüm bölgelerde aynı etkiye sahip olmayabileceğini ve bal arısı sağlığını tehdit eden faktörlerin, sadece viral enfeksiyonlarla sınırlı kalmadığını vurgulamaktadır.

Sonuç olarak, bu tez çalışmasında bal arılarının sağlığı için önemli tehdit oluşturan viral etken AAFV Elazığ yöresindeki bal arı kolonilerinde varlığı/yaygınlığı RT-PCR yöntemi kullanılarak araştırılmıştır. Çalışma sonucunda bölgede bulunan arıcılık işletmelerinden alınan numunelerden AAFV tespit edilmiştir. Elazığ ve çevresinde yetiştirilen bal arısı kolonilerinde görülen arı kayıplarında AAFV varlığı ve yaygınlığı üzerine yapılan bu çalışmada AAFV RNA'sına rastlanmaması bal arısı virusu enfeksiyonlarının oluşmasında birçok dinamiğin etkili olduğunu göstermektedir. AAFV'nin yayılımı, varroa akarlarının yoğunluğu, çevresel stres faktörleri ve arıcılık uygulamaları ile doğrudan ilişkilidir. Bu nedenle bal arısı kolonilerinde, varroa ile aktif bir mücadele yapmasının yanında, yetiştiricinin iyi bir koloni yönetimi yapması da gereklidir.

Bu araştırma sonucunda elde edilen bilgiler ışığında önerilerimiz aşağıda maddeler olarak sunulmuştur:

1. Bal arısı viruslarının teşhisinde daha ileri çalışmaları yapılarak, daha ekonomik ve hızlı kit çalışmaları yapılmalıdır.
2. Bal arısı viruslarının çoğu parazit etkenleri ile bulaştığı için koruyucu olarak kolonilerde etkin bir şekilde parazit mücadelesi yapılmalıdır.
3. Etkin tarama programları ile beraber bölgedeki arıcıların parazit ilaçlamayı aynı zaman diliminde yapmaları sağlanmalıdır.
4. Parazitlere ve viral etkenlere dirençli arı ırkları kullanılması yaygınlaştırılmalıdır.
5. Koloniler güçlü ve dirençli olması için beslenme koşullarına dikkat edilmelidir.
6. Kovanlar ve alet-ekipmanlar kullanılmadan önce etkin bir şekilde temizlenmeli ve hijyen kurallarına uyulmalıdır.
7. Arıcılık faaliyetini yürüten kişiler düzenli eğitimlere tabi tutulmalıdır.
8. Arı viral etkenlerine karşı üreticiler bilgilendirilerek farkındalık sağlanmalıdır.

## KAYNAKLAR

Alemli, A. (2018). Hijyenik davranış bakımından ıslah edilmiş Muğla bal arılarında bazı patojen virusların RT-PCR ile tespiti ve Varroa yükü ile ilişkilerinin belirlenmesi.

Bakonyi, T., Grabensteiner, E., Kolodziejek, J., Rusvai, M., Topolska, G., Ritter, W, and Nowotny N. (2002). Phylogenetic analysis of acute bee paralysis virus strains. *Applied and environmental microbiology*, 68(12), 6446-6450.

Bastos, E. M. A., Simone, M., Jorge, D. M., Soares, A. E. E. and Spivak, M. (2008). In vitro study of the antimicrobial activity of Brazilian propolis against *Paenibacillus* larvae. *Journal of Invertebrate Pathology*, 97(3), 273-281.

Brettell, L. E. and Martin, S. J. (2017). Oldest Varroa tolerant honey bee population provides insight into the origins of deformed wing virus. *Scientific Reports*, 7, 45953.

Cagırgan, H. and Yazıcı, H. (2020). Molecular detection of honey bee viruses in Turkish *Apis mellifera* colonies. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 44(2), 101-109.

Chen, Y. P. and Siede, R. (2007). Honey bee viruses. *Advances in Virus Research*, 70, 33-80.

Chen, Y., Zhao, Y., Hammond, J., Hsu, H. T., Evans, J. and Feldlaufer, M. (2004). Multiple virus infections in the honey bee and genome divergence of honey bee viruses. *Journal of invertebrate pathology*, 87(2-3), 84-93.

Chejanovsky, N. (2010). Paralytic viruses of the honey bee. *Uludağ Arıcılık Dergisi*, 10(4), 126-134.

Cox-Foster, D. L., Conlan, S., Holmes, E. C., Palacios, G., Evans, J. D., Moran, N. A., Quan, P. L. et al. (2007). A metagenomic survey of microbes in honey bee colony collapse disorder. *Science*, 318(5848), 283-287.

Çağırğan, A. A., Yıldırım, Y. and Usta, A. (2020). The investigation of Israil acute bee paralysis virus, sacbrood virus, kashmir bee virus and chronic bee paralysis virus in honeybees (*Apis mellifera*).

De Miranda, J. R., Cordoni, G. and Budge, G. (2010). The acute bee paralysis virus–Kashmir bee virus–Israeli acute paralysis virus complex. *Journal of invertebrate pathology*, 103, 30-47.

Evans, J. D. and Schwarz, R. S. (2011). Bees brought to their knees: Microbes affecting honey bee health. *Trends in Microbiology*, 19(12), 614-620.

Genersch, E. and Aubert, M. (2010). Emerging and re-emerging viruses of the honey bee (*Apis mellifera* L.). *Veterinary Research*, 41(6), 54.

Genersch, E., Aubert, M. and Ball, B. V. (2012). *The Role of Viruses in the Colony Collapse Disorder of Honeybees: A Review*. *Journal of Invertebrate Pathology*, 105(2), 139-147.

Genersch, E., Von Der Ohe, W., Kaatz, H., Schroeder, A., Otten, C., Büchler, R., Berg, S. et al. (2010). The German bee monitoring project: a long term study to understand periodically high winter losses of honey bee colonies. *Apidologie*, 41(3), 332-352.

Gisder, S. and Genersch, E. (2017). Viruses of commercialized insect pollinators. *Journal of Invertebrate Pathology*, 147, 51-59.

Gürçay, M. (2023). Virüslerin Bal Arısı Koloni Sağlığı Üzerindeki Etkileri. *Journal of BinBee Apicultural and Natural Products*, 7.

Gürçay, M., Gül, A. ve Kaya, E. (2024). Bal Arısı Sağlığına Varroa Akarının Etkisi ve Varroaya Karşı Kontrol Stratejilerinin Geliştirilmesi. *Journal of BinBee Apicultural and Natural Products*, 9.

Gürçay, S. and Kutlu, H. (2022). Honey bee viral diseases and their impact on colony losses in Turkey. *Turkish Journal of Agricultural Research*, 8(1), 45-58.

Ilkaya, F. and Inci, A. (2023). Investigation of viral pathogens in honey bee colonies: A molecular perspective. *Journal of Apicultural Research*, 62(1), 12-24.



Kaya, M., Akın, A. ve Yılmaz, O. (2018). *Marmara Bölgesinde Bal Arıları Üzerindeki Viral Etkenlerin Tespiti ve Akut Arı Felci Virusunun Yaygınlığı*. Türkiye Arıcılık Dergisi, 15(3), 125-135.

Kızıltepe, Ş., Akpınar, R., Akman, A., Kaya, S. ve Çelik, S. N. (2023). Iğdır İlinde Görülen Arı Kolonisi Kayıplarında Viral ve Paraziter Etkenlerin Rolü. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 13(2), 858-871.

McMenamin, A. J. and Genersch, E. (2015). Honey bee colony losses and associated viruses. *Current Opinion in Insect Science*, 8, 121-129.

Muz, D. and Muz, M. N. (2023). Acute bee paralysis virus field isolates from apiaries suffering colony losses in Türkiye. *Journal of Apicultural Research*, 62(5), 1169-1175.

Nazzi, F. and Le Conte, Y. (2016). Ecology of *Varroa destructor*, the major ectoparasite of the western honey bee, *Apis mellifera*. *Annual Review of Entomology*, 61, 417-432.

Regenmortel, M. V., Fauquet, C. M., Bishop, D. H. L., Carstens, E. B., Estes, M. K., Lemon, S. M., Maniloff, J., Mayo, M. A., McGeoch, D. J., Pringle, C. R. and Wickner, R. B. (2000). Virus taxonomy: classification and nomenclature of viruses. *Seventh report of the International Committee on Taxonomy of Viruses*.

Ritter, W. and Akkatanakul, P. (2013). *Honeybee Pathology and the Role of Viruses in Colony Health*. *Apidologie*, 44(5), 541-549.

Rosenkranz, P., Aumeier, P. and Ziegelmann, B. (2010). Biology and control of *Varroa destructor*. *Journal of invertebrate pathology*, 103, S96-S119.

Sguazza, G. H., Reynaldi, F. J., Galosi, C. M. and Pecoraro, M. R. (2013). Reverse transcription PCR detection of honey bee viruses in Argentinian *Apis mellifera* L. *Journal of Virological Methods*, 187(1), 72-76.

Tentcheva, D., Gauthier, L., Jouve, S., Canabady-Rochelle, L., Dainat, B., Cousserans, F., Colin, M. E. et al. (2004). Polymerase Chain Reaction detection of deformed wing virus (DWV) in *Apis mellifera* and *Varroa destructor*. *Apidologie*, 35(4), 431-439.

Usta, A. and Yıldırım, Y. (2022). Investigation of deformed wing virus, black queen cell virus, and acute bee paralysis virus infections in honey bees using reverse transcriptase-polymerase chain reaction (RT-PCR) method. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 69(3), 303-311.

Usta, A. and Yıldırım, Y. (2020). Bal Arılarının Viral Hastalıkları. *Çukurova Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 35(1), 57-66.