



TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



**ANKARA YÖRESİNDEKİ BAL ARILARINDA (*APIS
MELLİFERA*) *VARROA* ENFESTASYONUNUN TESPİTİ
VE MOLEKÜLER GENOTİPLENDİRİLMESİ**

Murat ÖZBEN

**PARAZİTOLOJİ ANABİLİM DALI
DOKTORA TEZİ**

**DANIŞMAN
Prof. Dr. Semih ÖGE**

**ANKARA
2022**

**TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ANKARA YÖRESİNDEKİ BAL ARILARINDA (*APIS
MELLİFERA*) *VARROA* ENFESTASYONUNUN TESPİTİ
VE MOLEKÜLER GENOTİPLENDİRİLMESİ**

Murat ÖZBEN

PARAZİTOLOJİ ANABİLİM DALI

DOKTORA TEZİ

DANIŞMAN

Prof. Dr. Semih ÖGE

ANKARA

2022

ETİK BEYAN

Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü'ne,

Doktora tezi olarak hazırlayıp sunduğum “Ankara Yöresindeki Bal Arılarında (*Apis mellifera*) *Varroa* Enfestasyonunun Tespiti ve Moleküler Genotiplendirilmesi” başlıklı tez; bilimsel ahlak ve değerlere uygun olarak tarafımdan yazılmıştır. Tezimin fikir/hipotezi tümüyle tez danışmanım ve bana aittir. Tezde yer alan araştırma tarafımdan yapılmış olup tüm cümleler, yorumlar bana aittir.

Yukarıda belirtilen hususların doğruluğunu beyan ederim.

Öğrencinin;

Adı Soyadı: Murat ÖZBEN

Tarih:

İmza:

KABUL VE ONAY

Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü
Parazitoloji Anabilim Dalında

Murat ÖZBEN tarafından hazırlanan “Ankara Yöresindeki Bal Arılarında (*Apis mellifera*) *Varroa* Enfestasyonunun Tespiti ve Moleküler Genotiplendirilmesi” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından YÜKSEK LİSANS/DOKTORA TEZİ olarak OY BİRLİĞİ / OY ÇOKLUĞU ile kabul/ret edilmiştir.

Tez Savunma Tarihi:

İmza
Unvanı Adı ve Soyadı
Üniversitesi
Jüri Başkanı

İmza
Unvanı Adı ve Soyadı
Üniversitesi
Raportör Üye

İmza
Unvanı Adı ve Soyadı
Üniversitesi
Raportör Üye

İmza
Unvanı Adı ve Soyadı
Üniversitesi
Raportör Üye

İmza
Unvanı Adı ve Soyadı
Üniversitesi
Raportör Üye

Tez hakkında alınan jüri kararı, Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu tarafından onaylanmıştır.

İmza
Unvanı Adı ve Soyadı
Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürü

İÇİNDEKİLER

Etik Beyan	ii
Kabul ve Onay	iii
İçindekiler	iv
Önsöz	vii
Simgeler ve Kısaltmalar	ix
Şekiller	xi
Çizelgeler	xii
1. GİRİŞ	1
1.1. Dünyada Arıcılık	3
1.2. Türkiye’de Arıcılık	4
1.3. Arıcılık Çeşitleri	6
1.3.1. Gezginci Arıcılık	6
1.3.2. Geleneksel Arıcılık	7
1.3.3. Sabit arıcılık	7
1.3.4. Organik Arıcılık	8
1.4. Bal Arısı Irkları	8
1.5. Bal Arısı Hastalıkları	10
1.5.1. Bal Arılarının Viral Hastalıkları	11
1.5.1.1. Kronik Arı Felci	11
1.5.1.2. Akut Arı Felci	11
1.5.1.3. Kaşmir Arı Felci	11
1.5.1.4. İsrail Akut Arı Felci	12
1.5.1.5. Siyah Kraliçe Hücre Hastalığı	12
1.5.1.6. Aphid Letal Paraliz Virusü ve Büyük Siyu Nehri Virusü	12
1.5.1.7. Deforme Kanat Hastalığı	13
1.5.1.8. Kakugo Virus	13
1.5.1.9. <i>Varroa destructor</i> Virus -1 (VaD-1)	13
1.5.1.10. Mısır Arı Virusü	13
1.5.1.11. Yavaş Arı Felci	14
1.5.1.12. Tulumsu Yavru Çürüklüğü (Torba Hastalığı, Sacbrood Disease)	14
1.5.1.13. Tayland Tulumsu Yavru Çürüklüğü	14
1.5.1.14. Arı X ve Y Virusü	14
1.5.1.15. Arkansas Arı Virusü ve Berkeley Arı Virusü	15
1.5.1.16. Bulanık Kanat Hastalığı	15
1.5.1.17. Apis İridescent Virus	15
1.6.1. Bal Arılarında Bakteriyel Hastalıklar	15
1.6.1.1. Amerikan Yavru Çürüklüğü	15
1.6.1.2. Avrupa Yavru Çürüklüğü	16
1.6.1.3. Arı Septisemisi	16
1.6.1.4. Yarım Ay Bozukluğu	17
1.6.1.5. Spiroplazmozis ve Mikoplazmozis	17
1.7. Bal Arılarında Mantar Hastalıkları	17
1.7.1. Nosemosis	17
	iv

1.7.2. Kireç (Tebeşir) Hastalığı	18
1.7.3. Taş Hastalığı (Stonebrood)	18
1.8. Bal Arılarının Paraziter Hastalıkları	18
1.8.1. Protozoon Enfeksiyonları	18
1.8.2. <i>Crithidia mellifica</i> Enfeksiyonu	18
1.8.3. <i>Malpighamoeba mellifica</i> (Amip) Enfeksiyonu	19
1.8.4. Artropod Enfestasyonları	19
1.8.4.1. <i>Acarapis woodi</i> (Trake Akarı)	19
1.8.4.2. Petek Güveleri (Büyük Petek Güvesi)	19
1.8.4.3. <i>Braula coeca</i> (Arı Biti)	19
1.8.4.4. <i>Tropilaelaps</i> spp.	20
1.8.4.5. Varroosis (<i>Varroa destructor</i>)	20
1.8.4.5.1. Hastalığın Etkeni	20
1.8.4.5.2. Etkenin Morfolojisi	23
1.8.4.5.3. Yaşam Döngüsü ve Çoğalması	25
1.8.4.5.4. Hastalığın Epidemiyolojisi ve Yayılımı	27
1.8.4.5.5. Patojenite	28
1.8.4.6. Teşhis Yöntemleri	29
1.8.4.6.1. Moleküler Yöntemler	32
1.8.4.6.2. Saflaştırma (Ekstraksiyon) ve PZR	33
1.8.4.6.3. <i>V. destructor</i> 'un Haplotip Teşhisinde Kullanılan Moleküler Yöntemler	34
1.8.4.7. <i>Varroa</i> ile Mücadele Yöntemleri	35
1.8.4.7.1. Kimyasal Yöntemler	36
1.8.4.7.2. Organik Asitlerin Kullanımı	42
1.8.4.7.3. Bitkisel Kaynaklı Mücadele	46
1.8.4.7.4. Uçucu Yağların Kullanılması	47
1.8.4.7.5. Biyolojik Yöntemler	49
1.8.4.7.6. Bitkisel Yöntemler	55
2. GEREÇ VE YÖNTEM	56
2.1. Gereç	56
2.1.1. Örneklerin Toplanması	56
2.1.2. PZR Yöntemi	58
2.1.2.1. DNA Ekstraksiyonu	58
2.1.2.2. Macherey Nagel Nucleo Spin Tissue DNA İzolasyon Kiti ile DNA Ekstraksiyonu	58
2.1.2.3. Pozitif Kontrol Örneğin Sekansının Belirlenmesi	59
2.1.2.4. <i>Varroa destructor</i> Mitokondriyal Cox1 Geninin İncelenmesi	60
2.1.2.5. PZR Optimizasyon Çalışmaları	61
2.1.2.5.1. Optimizasyon	61
2.1.2.5.2. PZR Amplifikasyonu	62
2.1.2.5.3. Agaroz Jel ve Elektroforez (Amplikonların Görüntülenmesi)	63
2.1.2.5.4. Dizi ve Filogenetik Analizler	63
2.1.2.5.5. XhoI ve SacI Restriksiyon Enzimlerinin Kullanılması	64
2.1.2.5.6. Agaroz Jel ve Elektroforez	65
3. BULGULAR	66

3.1. Optimizasyonda Optimal Koşulların Oluşturulması ve Değerlendirilmesi	67
3.2. Genetik İlişkinin Değerlendirilmesi	67
4. TARTIŞMA	71
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	82
ÖZET	86
SUMMARY	87
KAYNAKLAR	88
ÖZGEÇMİŞ	104



ÖNSÖZ

Türkiye, değişik iklim ve doğa koşulları, zengin bitki örtüsü, koloni sayısı, arı genetik çeşitliliği ve çok eskilere dayanan arıcılık geleneği bakımından, arıcılıkta dünyanın önde gelen ülkelerinden birisidir. Nitekim koloni varlığı bakımından dünyada Çin'den sonra ikinci sırada yer almaktadır. Ancak koloni başına bal verimi maalesef istenilen seviyede değildir. Dünyanın koloni başına bal verimi ortalaması 24 kg/koloni iken Türkiye'de bu değer 16-17 kg/koloni civarındadır. Verim düşüklüğünün önemli nedenlerinden birisi şüphesiz arı hastalıklarıdır.

Arılarda görülen birçok hastalık, verim düşüklüğünden koloni sönmesine kadar ciddi boyutlarda kayıplara neden olmaktadır. Bunların başında ise Varroosis gelmektedir. Bu akarlar, pupa ve larvaların hemolenfinden beslenirler ve bal arıların yaşam süresini olumsuz etkilerler. Parazitin bal arılarında olduğu gibi haplodiploid bir genetik yapıda olması, bir hafta gibi çok kısa bir zaman içinde erişkin hale gelmesi, tedavi ve kontrol sürecini zorlaştırmaktadır. Ülkemize 1976 yılında girdiği tahmin edilen *Varroa* paraziti, o günden bu yana tüm ülkeye yayılmış ve arıcılarımızın en önemli sorunlarından birisi olmuştur.

Varroa akarı ilk olarak 1904 yılında Asya'da (Java'da) *Apis cerana*'da (Doğu bal arısı) görülmüş ve Oudemans tarafından *Varroa jacobsoni* olarak isimlendirilmiştir. Bu akar, 1960 yılından itibaren *Apis mellifera*'da (Batı bal arısı) görülmeye başlamış, *V. jacobsoni* olarak isimlendirilmiştir. Ancak 2000 yılında, genetik çalışmalar neticesinde *A. mellifera*'da görülen akarın, farklı bir tür olduğu tespit edilmiş ve bu türe yok eden, anlamında '*Varroa destructor*' ismi verilmiştir. Bu tarihten itibaren bal arısı *A. mellifera*'da görülen akarlar, *V. destructor* olarak kabul edilmektedir. mtDNA yapısının incelenmesi sonucunda *V. destructor*'un 20 civarında genotipi saptanmıştır. Bunlardan Kore hattının tüm dünyada yaygın olduğu, Tayland-Japonya hattının ise sınırlı (Asya) bir bölgede yayılış gösterdiği tespit edilmiştir.

Varroa türlerinin konak spesifitesi ve coğrafi dağılımları açısından farklılıklarının ortaya konması ve epidemiyolojik bir harita çıkarılması amacıyla da dünyada moleküler biyoloji çalışmaları son yıllarda hız kazanmıştır. Bu konuda Türkiye’de yapılan çalışmaların yeterli olmadığı, sadece birkaç bölgeyle sınırlı kaldığı görülmektedir.

Ankara yöresindeki kolonilerde Varroasis’in tespiti ve genotip özelliklerinin ortaya konması amacı ile yapılacak bu çalışmada; Ankara yöresindeki kolonilerden *Varroa* örnekleri toplanıp, mtDNA Cox-1 gen bölgesi çoğaltılarak, moleküler karakterizasyonu yapılacak hangi haplotip grubuna ait olduğu ortaya konarak, gelecek çalışmalara ve tedaviye getireceği faydalar sorgulanmıştır.

Doktora eğitimim süresinde bilgisi, tecrübesi ve güler yüzü ile bana daima yol gösteren, tez konusunu seçerken isteklerimi göz önünde bulundurup bana yardımcı olan ilk danışman hocam, emekli öğretim üyesi, Prof. Dr. Ahmet DOĞANAY’a ve tez çalışma sürecimi bitirmeme yardımcı olup, bilgilerini esirgemeyen danışman hocam Prof. Dr. Semih ÖGE’ye, bu süreçte yardım ve bilgilerini esirgemeyen tüm sorularıma içtenlikle cevap veren tez izleme komitesi üyeleri Prof. Dr. T. Çiğdem OĞUZOĞLU ve Prof. Dr. Bahadır GÖNENÇ’e, Parazitoloji Anabilim Dalı öğretim üyeleri Prof. Dr. Hatice ÖGE ve Prof. Dr. H. Oğuz SARİMEHMETOĞLU’na, araştırma görevlileri değerli Dr. Gökben ÖZBAKIŞ BECERİKLİSOY’a ve her süreçte yanımda olan arkadaşım Dr. Nafiye KOÇ’a sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Katkılarından dolayı Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Genetik Anabilim Dalı Arş. Gör. Mustafa Yenal AKKURT’a teşekkür ederim.

Lisans ve doktora eğitimim süresince maddi-manevi desteklerini ve sevgilerini benden esirgemeyen aileme özellikle canım annem Perihan ÖZBEN’e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

SİMGELER VE KISALTMALAR

A	Apis
AFF	Akut Arı Felci
ADI	Kabul Edilebilir Günlük Alım
ALPV	Aphid Letal Paraliz Virüsü
AYÇ	Amerikan Yavru Çürüklüğü
AvYÇ	Avrupa Yavru Çürüklüğü
AXV ve AYY	Arı X ve Y Virüsü
BKV	Bulanık Kanat Hastalığı
BSNV	Büyük Siyu Nehri Virüsü
Cox1	Cytochrome Oxidase 1
CTAB	Cetyltrimethylammonium Bromide
dk	Dakika
DNA	Deoksiribo Nükleik Asit
dNTP	Deoksinükleotit
EDTA	Ethylenediaminetetraacetic Acid
H	Hypoderma
İAAF	İsrail Akut Arı Felci
M	Marker
mm	Milimetre
MgCl ₂	Magnezyum Klorür
ml	Mililitre
mM	Millimolar
MRL	Izleme Metodu Tespit Limiti
mtDNA	Mitokondriyal DNA
NOEL	Olumsuz Etki Tespit Edilmeyen Doz Düzeyi
Nm	Nanometre
N	Nosema
°C	Santigrat
Ph	Potansiyel Hidrojen
P	Pozitif Kontrol
N	Negatif Kontrol
multipleks PZR	Çoklu Polimeraz Zincir Reaksiyonu
Race PZR	Polimeraz Zincir Reaksiyonu
RAPD	Rastgele Arttırılmış Polimofik DNA
LAMP	Döngü Aracılı İzotermal Amplifikasyon
nested PZR	Yuvalanmış Polimeraz Zincir Reaksiyonu
qPZR	Gerçek Zamanlı Bir Polimeraz Zincir Reaksiyonu
PZR	Polimeraz Zincir Reaksiyonu
Re	Restriksiyon Enzimleri
RFLP	Restriksiyon Parçacık Uzunluğu Polimorfizmi
Sn	Saniye

SKHV	Siyah Kraliçe Hücre Hastalığı
SSCP	Tek İplikli Konformasyon Polimorfizmi
TAE	Tris-Acetate-EDTA
Taq	Thermus Aquaticus
TTYÇV	Tayland Tulumsu Yavru Çürüklüğü
YAFV	Yavaş Arı Felci Virüsü
V	Varroa
VaD-1	Varroa Destructor Virüs -1
Vb.	Benzeri
μL	Mikrolitre
μM	Mikromolar



ŞEKİLLER

Şekil 1.1. Türkiye’de Gezginci Arıcılığın Döngüsü	7
Şekil 1.2. Avrupa Bal Arıları Çeşitli Tür Dağılımı	9
Şekil 1.3. Türkiye’de Görülen Arı Irkları	10
Şekil 1.4. <i>Varroa destructor</i> A) Yetişkin Dişi Ventral ve Dorsal Görünümü, B) Yetişkin Erkek Dorsal ve Ventral Görünümü 0,5 mm	23
Şekil 1.5. Erişkin Dişi <i>Varroa</i> Türleri	24
Şekil 1.6. <i>Varroa destructor</i> ’un Gelişiminin Farklı Aşamaları	25
Şekil 1.7. <i>Varroa</i> Yaşam Döngüsü	26
Şekil 1.8. <i>Varroa</i> ’nın Tüm Yaşam Evrelerini Gösteren Şema	27
Şekil 1.9. Alkol İçerisine Alınmış <i>Varroa</i> Tespit Kabındaki Arılar	30
Şekil 1.10. Pudra Şekeri Yöntemi İçin Hazırlanmış Elek Kapaklı Kaplar	31
Şekil 1.11. Pudra Şekeri Yöntemi ile Varroaların Elde Edilmesi	32
Şekil 2.1. Numunelerin Toplandığı Arılık ve Kovanlar	57
Şekil 2.2. Pudra Şekeri Yönteminin Uygulanması	57
Şekil 2.3. Eleme İşleminde Sonra <i>Varroa</i> ’ların Elde Edilmesi	58
Şekil 3.1. İlçelere Göre Bakılan Kovan Sayıları	66
Şekil 3.2. Optimizasyonda Optimal Koşulların Oluşturulması ve Değerlendirilmesi İçin Gradient PZR	67
Şekil 3.3. <i>Varroa destructor</i> Cox1 Gen Amplifikasyonu	68
Şekil 3.4. <i>XhoI</i> ve <i>SacI</i> Restiriksiyon Enzimleri Kullanılarak Elde Edilen Amplifiye Band Büyüklükleri	68
Şekil 3.5. Çalışmada Elde Sekans Analizleri ile Oluşturulan Filogenetik Ağaç	70

ÇİZELGELER

Çizelge 1.1. Türkiye’deki Kovan Sayısı ve Bal Miktarı ile İlgili Yapılan Arıcılık Faaliyetlerinin Yıllara Göre Değişimi	2
Çizelge 1.2. Türkiye’de 1991-2018 Yılları Arası Arıcılık Faaliyeti	5
Çizelge 1.3. <i>Varroa</i> Cinsinin Türleri ve Haplotipleri	22
Çizelge 1.4. 2016 TUIK Verilerindeki Ulusal Kalıntı İzleme Planındaki Bal Analiz Bilgileri (MRL Değerleri)	38
Çizelge 1.5. <i>Varroa</i> Mücadelesinde Yaygın Olarak Kullanılan Bazı Organik Asitler	43
Çizelge 1.6. Saf Thymol ile <i>Varroa</i> Kontrolü	49
Çizelge 2.1. PZR Karışımı Hazırlanması	62
Çizelge 2.2. Çalışmada Kullanılan PZR Koşulları	62
Çizelge 2.3. Primer Adı Primer Dizini	63
Çizelge 2.4. RFLP’de Kullanılan Reaksiyon Karışımları	64
Çizelge 3.1. Ankara Bölgesinde Bakılan Kovanlardaki <i>Varroa destructor</i> Haplotip Dağılımı	69

1. GİRİŞ

Arıcılık; dünyada eski tarımsal faaliyetlerden birisi olup, tarih boyunca insan sağlığı, ekonomisi ve beslenmesi, yeri hayvancılık için önemli bir yer tutmuştur (Vural, 2010). Özellikle bal arılarının; tozlaşma sayesinde bitkisel üretime katkılarının ortaya çıkması, az sermaye ile toprağa bağımlı olmadan yapılması ve doğal ürünlere olan talebin giderek artması sebebiyle günümüzde bütün dünyada yetiştiriciliği yapılan bir tarımsal uğraş haline gelmiştir. Birçok ülkede de profesyonelce yapılan bir meslek olarak görülmektedir (Gürel ve Gösterit, 2003).

Eski Mısır'da başlayan arı yetiştiriciliği; ardından Mezopotamya, Anadolu ve Avrupa'ya kadar ilerlemiş ve sonrasında tüm dünyaya yayılmıştır (Aydın ve Doğanay, 2017).

Türkiye'nin arı ırklarının zenginliği, coğrafik konumu, zengin florası ve iklim farklılıkları ile arıcılığın gelişmesine katkıda bulunurken, bölgeye has bitkilerin yetişmesi, farklı mevsimlerde ve yerlerde çiçek açmasını sağlayan bir ekosisteme sahip olduğunu göstermektedir. Arıcılığın uygulanabilirliği bakımından ülkemizin dünya ballı bitkiler florasının %75'ine sahip olmasını sağlamaktadır (Çetin, 2013; Gürel ve Gösterit, 2003 ve Sancak ve ark., 2013).

Arıcılık; arıyı ve bitkisel kaynakları kullanarak, bal, balmumu, polen, propolis ve arı sütü gibi ürünler ile bal arılarının hammaddelerini doğadan sağladıkları için doğaya bağımlıdır. Aynı zamanda, ana ve oğul arı gibi canlı materyal üretme faaliyeti ile de önemli bir hayvancılık faaliyetidir (Aksoy ve Öztürk, 2012).

Ülkemizde arıcılık, çok eski tarihlerde başlamış olmasına rağmen, sektördeki teknolojik ve bilimsel ilerleme ile büyük bir hız kazanmıştır. Özellikle ülkemizde aile içi iş gücü olarak en çok değerlendirildiği, fazla sermaye ve iş gücü istememesi

ve az bir zamanda yüksek ekonomik getirisi olması açısından oldukça önemli bir faaliyet haline gelmiştir (Vural, 2010).

Aşağıdaki çizelgede (Çizelge 1.1) TÜİK verilerine göre Türkiye'deki kovan sayısı ve bal miktarı ile ilgili yapılan arıcılık faaliyetlerinin yıllara göre değişimi verilmektedir.

Çizelge 1.1. Türkiye'deki Kovan Sayısı ve Bal Miktarı ile İlgili Yapılan Arıcılık Faaliyetlerinin Yıllara Göre Değişimi.

Yıl	Arıcılık yapan köy sayısı (Adet)	Arıcılık yapan işletme sayısı (Adet)	Yeni kovan sayısı (Adet)	Eski kovan sayısı (Adet)	Toplam kovan sayısı (Adet)	Bal üretimi (Ton)	Balmumu üretimi (Ton)	Verim (kg)
1991	21540	-	3161583	266859	3428442	54655	2863	15,9
1992	21931	-	3289672	250656	3540328	60318	2916	17,0
1993	21975	-	3450755	234692	3685447	59207	3110	16,1
1994	22050	-	3567352	219236	3786588	54908	3353	14,5
1995	21987	-	3701444	214594	3916038	68620	3735	17,5
1996	22329	-	3747578	217140	3964718	62950	3235	15,9
1997	22145	-	3798200	204102	4002302	63319	3751	15,8
1998	22302	-	4005369	193982	4199351	67490	3324	16,1
1999	22447	-	4135781	185915	4321696	67259	4073	15,6
2000	22571	-	4067514	199609	4267123	61091	4527	14,3
2001	22606	-	3931301	184052	4115353	60190	3174	14,6
2002	22423	-	3980660	180232	4160892	74554	3448	17,9
2003	22110	-	4098315	190538	4288853	69540	3130	16,2
2004	22133	-	4237065	162660	4399725	73929	3471	16,8
2005	22550	-	4432954	157059	4590013	82336	4178	17,9
2006	22305	-	4704733	146950	4851683	83842	3484	17,3
2007	21560	-	4690278	135318	4825596	73935	3837	15,3
2008	21093	-	4750998	137963	4888961	81364	4539	16,6
2009	21469	-	5210481	128743	5339224	82003	4385	15,4
2010	20845	-	5465669	137000	5602669	81115	4148	14,5
2011	21131	-	5862312	149020	6011332	94245	4235	15,7
2012	21307	-	6191232	156777	6348009	89162	4222	14,0
2013	-	79934	6458083	183265	6641348	94694	4241	14,3
2014	-	81108	6888907	193825	7082732	103525	4053	14,6
2015	-	83467	7525652	222635	7748287	108128	4756	14,0
2016	-	84047	7679482	220882	7900364	105727	4440	13,4
2017	-	83210	7796666	194406	7991072	114471	4488	14,3
2018	-	81830	7904502	203922	8108424	107920	3987	13,3
2019	-	80675	7929368	198992	8128360	109330	3971	13,5
2020	-	82862	7956933	222152	8179085	104077	3765	12,7
2021	-	89361	8456305	277089	8733394	96344	3766	11,0

Kaynak: TÜİK, 2022, * TEPGE hesaplamaları

Arı ürünleri denildiğinde ilk akla; bal, polen ve balmumu gibi ürünler gelmektedir, fakat bunların dışında biyolojik öneme sahip arı sütü, arı zehri ve propolis gibi ürünler de vardır. Son yıllarda arıcılara ciddi ekonomik gelir sağlamakla beraber bu ürünlerin sağlık alanına da girmesiyle apiterapi terimi ortaya çıkmış ve apiterapi sağlık merkezleri açılmaya başlamıştır (Sorucu, 2019).

Tarımsal faaliyetleri gelişmiş ülkeler, özellikle 1960'dan başlayarak bitkilerde tozlaşmanın optimum düzeyde tutulmasına önem vermişler ve bu alandaki bilimsel çalışmalara hız kazandırmışlardır (Özbek, 2003). Bal arıların yararlandığı bitkiler, iklim şartları ve bölgenin koşullarına göre farklılık göstermesi sebebiyle, balın kimyasal bileşeni de değişmektedir. Ancak genel olarak incelendiğinde balın yaklaşık %17'si su, %80'i farklı şekerlerden ve geri kalan %3'ü enzimlerle birlikte, organik asitler, mineraller, aminoasitler ve vitaminlerden oluşmaktadır (Gül ve Şahinler, 2004).

Bal arılarının farklı bakteri, virüs, parazit, protozoon ve funguslar yetişkin ve yavru arılarında birçok hastalığa neden olmaktadır. Ancak bu hastalıkların içerisinde paraziter bir hastalık olan Varroosis en büyük problemi oluşturmaktadır. *Varroa*, insan ve arı sağlığını doğrudan etkileyen, koloni popülasyonunun gelişimine engel olan ve verimliliği azaltan, yeterli önlemler alınmadığı zaman koloni kayıplarına sebep olan çok önemli bir hastalıktır. *Varroa* akarı, bal arısının hemolenfinden beslenerek arıların ölümüne yol açabilir ve bu nedenle dünyada ve ülkemizde arıcılığı ciddi şekilde tehdit etmektedir (Tutkun ve Boşgelmez, 2003 ve Williams, 2000).

1.1. Dünyada Arıcılık

Arıcılık, dünyada en yaygın şekilde yapılan tarımsal etkinliklerden biridir. Dünyada, yaklaşık 56 milyon arı kovani mevcuttur ve toplamda üretilen bal miktarı 1.2 milyon ton civarındadır. Çin, kovan sayısı ve bal üretimi ile dünyada yaklaşık 211 ton ile birinci sıradadır. Dünya bal üretiminin, kovan başına 20 kg civarında

olduğu ve bu sayı ülkelere göre değişiklik göstermektedir. Örneğin, Çin 33 kg, Meksika 27 kg, Arjantin ve Macaristan 40 kg, Avustralya 55 kg ve Kanada 64 kg'dır (ztrk, 2001).

1.2. Türkiye'de Arıcılık

Türkiye'de arıcılık faaliyetlerinin yıllar içerisinde yaşanan gelişmelerden ötürü sektörde ilerleme kaydedilmiştir. Ancak lkemizde ve dünyada yetiştiricilikte yapılan hatalar, iklim değişikliği ve çevresel sorunlar nedeniyle, üretim konusunda artış gözlenmesine rağmen kovan sayısındaki artış yeterli ilerleme gösterememiştir. Arıcılık, kk bir sermayenin yeterli olması, arazi varlığına ihtiyaç duyulmaması ve kısa bir zamanda ekonomik getirisi olması ile tarımsal faaliyetler içinde önemli bir konuma sahiptir (Uzundumlu ve ark., 2011).

Türkiye'de ekolojik ve sosyo-ekonomik durum incelendiğinde, birçok bölgede, özellikle Karadeniz, Akdeniz ve Ege bölgelerinde, hem kovan varlığı bakımından hem de üretim payı açısından arıcılık yapılmaktadır. Bu üç bölge Türkiye'deki bal üretiminin hemen hemen yarısını karşılamaktadır (nk, 2003).

Türkiye'de kaynak olarak arıcılık faaliyetleri ile ilgili en güncel ve güvenilir bilgi TÜİK verileridir. Bu verilere göre, 1991 yılında, 3.428.442 tane kovan ve 21.540 adet arıcılık tesisi ile arıcılık faaliyetleri yapılmaktaydı. Bununla beraber kovan başı ortalaması 16 kg olmak üzere toplamda 54.655 ton bal üretimi yapılırken, 2018 yılı ile birlikte ülkemizde 8.108.424 tane kovan sayısı ile 81.830 arıcılık işletmesi faaliyetlerine devam etmektedir. Kovan sayısı bakımından, Hindistan ve Çin'in lider olduğu ve Türkiye bu iki ülkeden sonra nc sırada gelmektedir. TÜİK verilerine göre en çok bal ve balmumu üretimi yapıldığı yıl, 4.488 ton balmumu ve 114.471 ton bal miktarı ile 2017 yılıdır. Çizelge 1.2'de ülkemizde 1991 yılı itibariyle başlayan arıcılık faaliyetleri ile ilgili veriler bulunmaktadır.

Çizelge 1.2. Türkiye’de 1991-2018 Yılları Arası Arıcılık Faaliyeti.

Yıllar	Üretici sayısı	Kovan miktarı	Üretim miktarı (ton)	Kovan başı ortalaması (kg)
1991	21540	3.428.442	54655	16
1992	21931	3.540.328	60318	17
1993	21975	3.685.447	59207	16
1994	22050	3.786.588	54908	14,5
1995	21987	3.916.038	68620	17,5
1996	22329	3.964.718	62950	15,9
1997	22145	4.002.302	63319	15,8
1998	22302	4.199.351	67490	16
1999	22447	4.321.696	67259	16
2000	22571	4.267.123	61091	14,3
2001	22606	4.115.353	60190	14,6
2002	22423	4.160.892	74554	17,9
2003	22110	4.288.853	69540	16,2
2004	22133	4.399.725	73929	16,8
2005	22550	4.590.013	82336	17,9
2006	22305	4.851.683	83842	17,3
2007	21560	4.825.596	73935	15,3
2008	21093	4.888.961	81364	16,6
2009	21469	5.339.224	82003	15,3
2010	20845	5.602.669	81115	14,5
2011	21 131	6.011.332	94 245	15,7
2012	21 307	6.348.009	89 162	14
2013	79 934	6.641.348	94 694	14,3
2014	81 108	7.082.732	103 525	14,6
2015	83 475	7.748.287	108 128	14
2016	84 047	7.900.364	105 727	13,4
2017	83 210	7.991.072	114 471	14,3
2018	81 830	8.108.424	107 920	13,3

Kaynak: TÜİK.

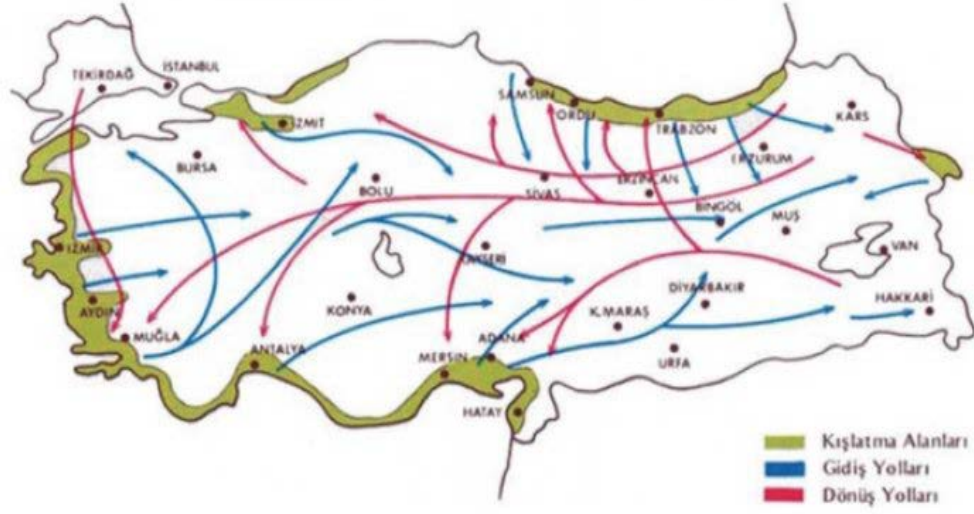
Türkiye’de balın dış ticaret hacmi yıllara göre farklılıklar göstermektedir. Bu dalgalanmalar, Türkiye’nin bu konuda devamlı artan bir ivme gösterememesine neden olmaktadır. Buna üretilen balların büyük kısmının zaten ülkemizde yurtiçi piyasasında satılması ya da tüketilmesi neden olmaktadır. Ancak Türkiye’de yapılan bal üretiminin maliyeti neredeyse aynı miktarda üretim yapan diğer ülkelerden daha yüksek olduğu için dünyada ikinci sırada gelen bal üretimimiz ihracatta 21. sırada kalmaktadır (Çevik, 2018).

1.3. Arıcılık Çeşitleri

Arıcılığın tarihçesi binlerce yıl öncesine dayanmaktadır. Mezopotamya’da yaşayan Sümerler, M.Ö. 3000 yıllarında balı bir ilaç olarak ve tedavi amaçlı kullanmışlardır (Bağdat, 2007).

1.3.1. Gezginci Arıcılık

Ülkemizde havaların ısınması ile arılardan nektar ve polen gibi ürünlerin yüksek oranda yararlanılabilmesi için arıcılar yoğun bir şekilde gezginci arıcılık sezonuna başlar (Şekil 1.1). Arıları bahara erken uyanmaları için daha ılıman bölgelere taşırlar. Arıcılar Şubat ve Mart aylarında, floranın canlandığı, narenciye çok bulunduğu Antalya ve Mersin gibi illeri tercih ederler. Son zamanlarda arıcılar kovanlarını buldukları alanlar yerine ılıman yerlerde kışlatarak bahar mevsimine erken başlamayı ve daha çok verim almayı amaçlamaktadırlar. Fakat kullanılan arı ekotipleri göz önüne alındığında bölgeye uyum sağlayamayacak özellikte ise bu durum hem arıcılara hem de arılara faydadan çok zarar getirmektedir (Bulut, 2020).



Şekil 1.1. Türkiye’de Gezginci Arıcılığın Döngüsü (Çevrimli ve Sakarya, 2011).

1.3.2. Geleneksel Arıcılık

Konvansiyonel; kelime olarak, geleneksel anlamına gelmektedir. Konvansiyonel arıcılıkta öncelikle üretim miktarının yüksek olması hedeflenmiştir. Organik arıcılıkta ürünün niteliği ön planda iken, konvansiyonel arıcılıkta ürünün niceliği daha ön plandadır (Saner ve ark., 2011).

1.3.3. Sabit Arıcılık

Arı kolonilerini yıl boyunca taşımadan, geleneksel yöntemlerle yapılan ve verimi düşük olan bir arıcılık türüdür. Ana gelir kaynağı olarak ekonomik olmadığı, ailenin bal ihtiyacını karşılamak, hobi olarak ya da ek gelir amacıyla yapılmaktadır (Korkmaz, 2013).

1.3.4. Organik Arıcılık

Organik arıcılık; kimyasal ilaçlama kullanılmadan, bal arılarının doğada mevcut bulunan; polen, nektar, propolis gibi ürünleri toplayıp arı ürünlerine dönüştürmesi ve belirli organik tarım alanlarında yapılan, denetimli bir tarımsal faaliyettir. Son zamanlarda organik beslenmeye artan ilgi, bazı zararlılar ve hastalıklar için kullanılan suni ilaçların yerini doğal organik ilaçlara bırakmıştır (Kumova ve ark., 2008; Wehling ve ark., 2003 ve Yuseffi ve Willer, 2003).

Türkiye’de organik yöntemlerle üretimi yapılan ve tüketicinin isteğine sunulan ürünlerin sayısı oldukça fazladır. Ancak bu ürünler arasında arıcılık ürünlerinin sayısına yeterli demek mümkün değildir. Bu sebeple, organik arı ürünlerinin üretimi, üreticiler için daha fazla gelir elde etmek adına bir alternatif sunmaktadır. Özellikle Avrupa Birliği ülkeleri başta olmak üzere uluslararası pazarda tüketici talebinin potansiyelinin yüksek olması, bal ve organik ürünlere olan önemi artırmaktadır (Gül ve ark., 2005).

1.4. Bal Arısı Irkları

Dünyada yaklaşık 100 milyon yıldır varlığını sürdüren, hayvanlar aleminin insecta sınıfının Hymenoptera takımından olan bal arılarının, *Apis* soyu içinde bilinen 11 farklı türü bulunmaktadır. *Apis mellifera*, bu türler arasında en yaygın olanıdır. Dünyada yetiştiriciliği yapılan diğer arı türleri arasında; Güneydoğu Asya’da bulunan Doğu Bal Arısı (*Apis cerana*), Endonezya, Malezya, İran, Pakistan ve Irak’ta, Küçük Arı (*Apis florea*) ve güneyinde Dev Arı (*Apis dorsata*) yer almaktadır. Aynı tür içinde yer alan bal arılarının, farklı ekolojik şartlar ve coğrafi alanlarda bile birçok alt tür ve ırk farklılıkları olan genetik çeşitlilik göstermektedir (Ruttner, 1988).

Apis (Bal arıları) türleri: *A. cerana*, *A. dorsata*, *A. mellifera*, *A. nuluensis*, *A. laboriosa*, *A. koschevnikovi*, *A. nigrocincta*, *A. andreniformis*, *A. Binghami* ve *A.*

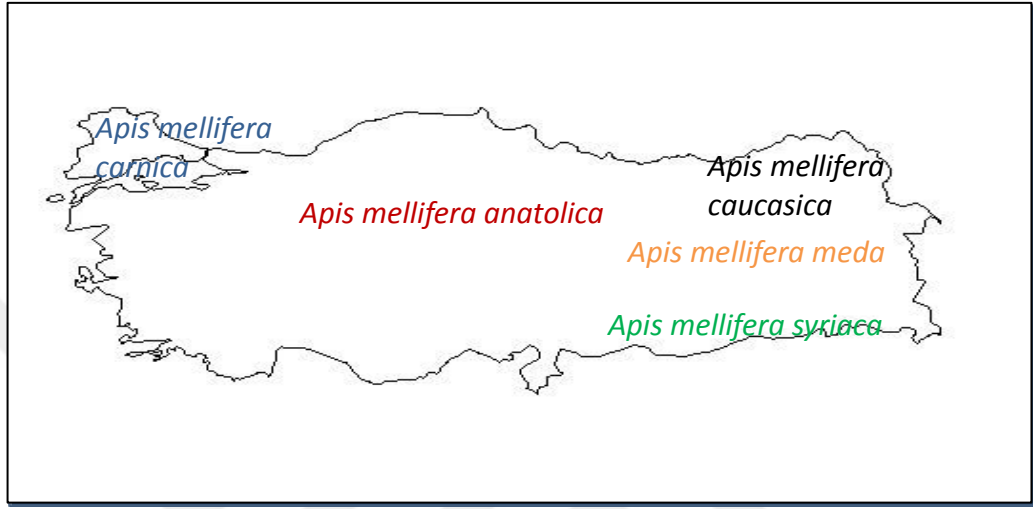
breviligula olarak adlandırılırken, aralarında üreme yeteneği ve verim açısından, *A. mellifera* günümüzde en çok tercih edilen türdür (Arias ve Sheppard, 2005; Crane, 2013; Ruttner, 1988; Sheppard ve ark., 1997 ve Sheppard ve Meixner, 2003). Şekil 1.2'de Avrupa bal arısının (*Apis mellifera*) çeşitli türlerinin dağılımı gösterilmiştir.



Şekil 1.2. Avrupa Bal Arıları Çeşitli Tür Dağılımı (Kleinjans ve ark., 2012).

Çok çeşitli bölgelerde ve kendi yaşam alanlarında varlığını sürdürebilmek için farklı alt türlere ve çeşitli ekotiplere ayrılan bal arıları ve özellikle *A. mellifera*, moleküler ve morfolojik seviyedeki farklılıkları ile şimdiye kadar 27 farklı alt türü tanımlanmıştır. Farklı sıcaklıklara uyum sağlama yeteneği, savunma davranışları, renkleri veya kanat açıklığına göre bu alt türleri sınıflandırmak mümkündür (Arias ve ark., 2005; Clarke ve ark., 2002; Engel, 2004; Knopf, 1980; Le Conte ve Navajas, 2008; Meixner ve ark., 2010; Pinto ve ark., 2004; Rúa ve ark., 2009; Ruttner, 1988; Seeley ve ark., 1982; Sheppard ve ark., 1997; Sheppard ve Meixner, 2003; ve Whitfield ve ark., 2006).

Ülkemizde ise bu alt türlerden; Kafkas arısı, Karniyol arısı, Suriye arısı, İran arısı ve Anadolu arısı olmak üzere 5'i bulunmaktadır (Şekil 1.3). Ülkemizde Anadolu Arısı'na bağlı olarak bazı bölgelere uyum göstermiş ekotipleri (Trakya Arısı ve Ege arısı) de mevcuttur (Korkmaz, 2013 ve Korkmaz, 2017).



Şekil 1.3. Türkiye’de Görülen Arı Irkları (Kandemir ve ark., 2005).

1.5. Bal Arısı Hastalıkları

Genellikle yetiştiricilikle ilgili olan arı hastalıkları uygun olmayan, yanlış ya da yetersiz bakım ve beslemenin neden olduğu hastalıklardır. Hastalıkların önüne geçebilmek, daha sağlıklı ve verimli üretim, düzenli seleksiyon, uygun ilaçlama ve hastalıklara karşı dirençli hatların geliştirilmesi ile mümkün olabilir. Arıcılığın en dikkat edilmesi gereken bölümü, parazitleri ve hastalıkları kontrol altına almaktır. *Varroa* zararlısını kontrol altına almak için organik bileşenli ve balda kalıntı bırakmayan ilaçlar kullanılabilir. Bunun için, koloniler düzenli ve belirli aralıklarla, her ilkbahar ve sonbaharda kontrol edilmelidir. Özellikle kovana yeni alınan koloniler ya da başka kolonilerden getirilen besin ve arı takviyesi çok dikkatli bir şekilde yapılmalıdır. Nereden alındığı belirsiz eski çerçeveler işaretlenmeli ve vakit kaybetmeden yenileri ile değiştirilmelidir. Bulaşıcılığı çok olan bazı yavru hastalıkları kontrolleri yapıldıktan sonra, inceleme yapılacak diğer sağlıklı

kolonilerden önce eller, malzemeler ve ekipmanlar dezenfekte edilmelidir (Aydın, 2005).

1.5.1. Bal Arılarının Viral Hastalıkları

1.5.1.1. Kronik Arı Felci (KAF)

Kronik arı felci, erişkin arılarda görülen ve 'İnme' olarak da isimlendirilen bulaşıcı bir hastalıktır. En belirgin özelliği; felç, titreme ve ölüm gibi bulgular görülmesidir. Virüsa ait birçok özellik henüz belirlenemediğinden klasifikasyonunda tam olarak yapılamamıştır. Ancak genetik analizler sonucu nodavirüslara (Nodaviridae) yakın olduğu ortaya çıkmıştır (Aydın ve Doğanay, 2017).

1.5.1.2. Akut Arı Felci (AAF)

İlk olarak kronik arı felci virüsünün etkenini belirlemek için yapılan çalışma sırasında tesadüf olarak keşfedilen akut arı felci, *Dicistroviridae* ailesinde bulunan bir RNA virüsüdür. İletilen virüsün miktarı ile akarların arı üzerindeki beslenme süresi doğru orantılıdır (Aubert ve ark., 2005).

1.5.1.3. Kaşmir Arı Felci

Hindistan'nın Kaşmir bölgesindeki doğu bal arısı *A. cerana*'dan çıkarılan ekstraktların, *A. mellifera*'ya inokule edilmesi sonucu izole edilmiş bir etkendir (Maramorosch ve Shatkin, 2007).

1.5.1.4. İsrail Akut Arı Felci (İAAF)

Genel olarak tarlacı arıların uçuştan sonra kovana geri dönmemesi, kovan çevresinde ölü arılara rastlanılmadığı ve ani kovan sönmesine neden olan bir hastalıktır (Handerson ve ark., 2007).

1.5.1.5. Siyah Kraliçe Hücre Hastalığı (SKHV)

Hastalık genelde kraliçelerin olduğu yerde kapanmış petek gözlerinde ölmüş veya koyu bir renk almış pupaların görülmesi ile anlaşılan viral bir hastalıktır. Hastalığın etkeni ilk kez 1977 yılında, ölmüş veya kahverengi kraliçe arı larva ve pupalarından izole edilmiştir (Aydın ve Doğanay, 2017).

1.5.1.6. Aphid Letal Paraliz Virüsü (ALPV) ve Büyük Siyu Nehri Virüsü (BSNV)

Değişik böcek türlerinde görülen bir sindirim virüsüdür. Etken *Dicistroviridae* ailesinde *Cripavirus* cinsi içinde sınıflandırılmıştır (Aydın ve Doğanay, 2017).

Büyük Siyu Nehri virüsü, *Apid Letal paraliz* virüsünden farklı olarak *Nosema apis* ile ilişkili olabileceği düşünülmektedir. Arıların özellikle nektar sezon bitiminde bitki özsularıyla beslenirken bu virüsleri alabileceği varsayılmaktadır (Aydın ve Doğanay, 2017).

1.5.1.7. Deforme Kanat Hastalığı (DKV)

İlk kez Japonya'da yetişkin arılardan izole edilen bu virüsü şimdiye kadar Orta Doğu, Asya, Afrika, Avrupa, Kuzey ve Güney Amerika gibi yerlerde varlığına rastlanmıştır (Lanzi ve ark., 2006).

1.5.1.8. Kakugo Virüs

Japonya'da işçi arılarda görülen bir takım davranışsal değişiklikler sonucu virüs enfeksiyonlarının sebep olduğu düşünülüp, yapılan çalışmalarda real-time PCR methodu kullanılmıştır. Araştırmalar sonucunda *picornavirus*lara benzeyen RNA genomlu arılarda agresif davranışlara neden olan Kakugo virüsü bulunmuştur (Fujiyuki ve ark., 2004).

1.5.1.9. *Varroa destructor* Virüs -1 (VaD-1)

Deforme kanat virüsü ile genetik olarak büyük benzerlik gösteren ve genellikle birlikte bulunan *Varroa destructor* virüs-1 (VaDV-1), sekans analizleri sonucunda; Kakugo virüs ile de düşük bir yakınlık göstermektedir (Moore ve ark., 2011).

1.5.1.10. Mısır Arı Virusu

Mısır'daki arılarda kısmen saflaştırılmış preparatlardan, elektron mikroskopunda 30 nm çapında izometrik yapıdadır. Pupalarda veya larvalarda klinik belirtiler görülmemektedir (Bailey ve ark., 1979).

1.5.1.11. Yavaş Arı Felci Virusü (YAFV)

Yavaş arı felci virüsü yaban arısı türlerinde yaygın olduğu bilinmektedir. YAFV, bal arılarında *Varroa* akarı ile birlikte oldukça virulent seyretmektedir. Ancak duruma bağlı olarak patojenite, iyi koşullar altında asemptomatik olarak da görülebilir (Manley ve ark., 2017).

1.5.1.12. Tulumsu Yavru Çürüklüğü (Torba Hastalığı, Sacbrood Disease)

Sacbrood, bal arısının yavrularını etkileyen ve larva ölümüne neden olan bir durumdur. Larvanın değiştirme yapısını bozan bu etken, eski deri, başın olduğu yerden kopup ayrılamamasına ve iki deri tabakası arasında sıvı birikimine neden olur. Sonrasında baş kısmı şişer ve tulum benzer bir hal alır. Enfekte larvalar inci beyazından soluk sarı bir renge döner ve ölümden kısa bir zaman sonra kururlar ve gondol formunda koyu kahverengi bir hal oluştururlar (Bailey, 1975).

1.5.1.13. Tayland Tulumsu Yavru Çürüklüğü Virusü (TTYÇV)

Apis cerana arılarında rastlanan talamus yavru çürüklüğü virüsü suşu, 1982'de Tayland'da görüldüğü için Thai Talamus Yavru Çürüklüğü ismini almıştır (Maramorosch ve Shatkin, 2007).

1.5.1.14. Arı X ve Y Virusü (AXV ve AYV)

Arı X virüsü, yetişkin arılarda hastalığa neden olan ve herhangi bir klinik semptom göstermeyen bir etkidir. Etkenle ilgili detaylı veri bulunmadığından klasifikasyon düzenindeki yeri belirlenememiştir. *Arı X virüsü*, *Arı Y virüsü* ile serolojik olarak benzerlik taşımaktadır (Aydın ve Doğanay, 2017).

1.5.1.15. Arkansas Arı Virüsü ve Berkeley Arı Virüsü

Virüs ilk olarak (Amerika) Arkansas ve Kaliforniya’da saptanmıştır (Allen ve Ball, 1996). Virüsün bulaşmasıyla ilgili yeteri kadar veri bulunmamasına rağmen tarlacı arılardan alınan polen örneklerinde virüs saptanması, etkenin muhtemelen hipofarengeal salgılarda bulunduğunu ve böylece kontamine olan polen aracılığıyla larvalara geçebileceğini göstermektedir (Aydın ve Doğanay, 2017).

1.5.1.16. Bulanık Kanat Hastalığı (BKV)

Avustralya, Yeni Zelanda, Kuzey Amerika ve Avrupa’da izole edilen virüs, İngiltere ve Yunanistan’da ise *Varroa* ile bulaşık kolonilerde görülmüştür (Allen ve Ball 1996). Ancak kaynaklarda sadece yetişkin arılarda gözlemlendiği belirtilse de bazı deneysel olarak yapılan çalışmalarda pupalarda da olabileceği kanıtlanmıştır (Anderson, 2005).

1.5.1.17. Apis İridescent Virus (AİV)

Yaz aylarında daha fazla görülen bu hastalıkta enfekte arıların uçamadığı ve petek çevresinde yerde sürünerek salkım şeklinde kümелendiği görülmüştür (Allen ve Ball, 1996).

1.6.1. Bal Arılarında Bakteriyel Hastalıklar

1.6.1.1. Amerikan Yavru Çürüklüğü (AYÇ)

Bal arısı yavrularının ölümcül ve bakteriyel bir hastalığı olan Amerikan Yavru Çürüklüğü (AYÇ) dünya çapında yayılmıştır (Matheson, 1993) ve birçok ülkede arıcılık için önemli BİR tehdittir. AYÇ’nin klinik semptomları tipiktir;

kahverengi, viskoz larva kalıntıları bir kibrit çöpü ile çekildiğinde uzayan bir iplik oluşturur. Hastalık etkeni sporlu bir bakteri olan *Paenibacillus larvae larvae*'dir (Genersch ve ark., 2006). İhbarı zorunlu olan Amerikan Yavru Çürüklüğü, Avrupa Yavru Çürüklüğü kadar yaygın olmamasına rağmen birçok bölgede görülmektedir (Tutkun ve Boşgelmez, 2003).

1.6.1.2. Avrupa Yavru Çürüklüğü (AvYÇ)

Yavru çürüklüğü ismi ilk olarak pis bir kokuyla karakterize bal arısı hastalıklarını tanımlayıcı bir isim olarak tanıtılmıştır (Forsgren, 2010).

Arıların larva döneminde etki eden ve larvalara geçişi besin yoluyla olan bir hastalıktır. Etmeni *Melissococcus pluton* olan bakteri, larvanın sindirim sistemine yerleşen sporları ile hastalık yapar. İşçi arılar, hastalığı bulaşık gözleri temizlerken temas yolu ile diğer yavrulara bulaştırarak, kolonide hastalığın hızla yayılmasına neden olurlar. Amerikan Yavru Çürüklüğüne benzeyen belirtiler görülür. Larvalar "C" harfi şeklinde petek gözünde kıvrılmış halde ölürler ve bu ölümler çoğunlukla açık gözlerde olmaktadır. Kovan içinde kokuşmuş bir et kokusu vardır ve Amerikan Yavru Çürüklüğünden farklı olarak ölü larvalar gözden çıkarılırken uzama görülmemektedir (Korkmaz, 2010).

1.6.1.3. Arı Septisemisi

Ergin bal arıların hastalığı olan septisemi, gram (-) ve spor oluşturmeyen bir bakteridir ve etmeni *Pseudomonas aeruginosa* (= *Pseudomonas apiseptica*)'dir (Hachiro ve Knox, 1991). Bakteri, arının solunum sistemine girerek, kan sıvısına karışmasıyla hastalığa neden olur (Tutkun ve Boşgelmez, 2003).

1.6.1.4. Yarım Ay Bozukluğu

Yarım ay bozukluğu ilk olarak bal arısının hastalıklı larvalarından Yeni Zelanda'da, tanımlanmıştır. Bu isim, etkilenen larvaların 1-4 yaş arasında, hücrelerinin dibinde bir "yarım ay" pozisyonunda kıvrılarak ölmesi ve böyle ortaya çıkmasından kaynaklanmaktadır (Vandenberg ve Shimanuki, 1990).

1.6.1.5. Spiroplazmozis ve Mikoplazmozis

Erişkin arıları etkileyen hastalığın nedeni *Spiroplasma melliferum*'dur. Etken ağız yolu ile girerek haemosele geçer. Erkek ve işçi arılarda şiddetli enfeksiyonlara sebep olabilir. Halsiz olan arılar genelde 1 hafta içerisinde ölürlür.

Spiroplasma apis'in neden olduğu başka bir hastalık ise Mayıs Hastalığıdır. Kovan içerisinde saldırgan hareketler gösteren arılan karınları şiş durumdadır. Hastalıklı koloniler Temmuz ayı içinde kendiliğinden düzelirler.

Mikoplazmozis, oldukça nadir görülür ve bitkilerden arılara geçer. Halsizlik, durgunluk, uçmama isteği ve ölümlere neden olur (Aydın ve Doğanay, 2017).

1.7. Bal Arılarında Mantar Hastalıkları

1.7.1. Nosemosis

Zorunlu hücre içi mantarları olan *N. ceranae* ve *N. apis* hastalığa neden olan etmenlerdir. Enfeksiyon ve ölüm oranı, *N. ceranae*'da *N. apis*'e göre daha yüksektir (Fries, 2010). Hastalıklı bal arısında dışkı; ishalli, yuvarlak ve sulu bir görünüm oluşturmaktadır (Bailey, 1955).

1.7.2. Kireç (Tebeşir) Hastalığı

Kireç hastalığı *Ascosphaera apis* isimli mantarın sebep olduğu bir yavru hastalığıdır (Betts, 1932). Mantar sporları çok dayanıklı ve hastalık yapma yetenekleri 15 yıl devam edebilir. Hastalığın ileri dönemlerinde mumyalaşmış ve beyaz renkte larvalara rastlamak mümkündür. Aşırı rutubet, yoğun antibiyotik kullanımı, arılara suni besinler verilmesi hastalığa zemin hazırlamaktadır (Genç ve Dodoloğlu, 2002 ve Yeninar ve Kaftanoğlu, 1992).

1.7.3. Taş Hastalığı (Stonebrood)

İlk kez Almanya'da 1906 yılında tanımlanan hastalık, sonrasında bazı Avrupa ülkeleri ve Kuzey Amerika'da da görülmüştür. Ülkemizde çok bilinmeyen bu hastalık, özellikle Karadeniz Bölgesinde bazı arı ölümlerine sebep olduğu görülmüştür (Tutkun ve Boşgelmez, 2003).

1.8. Bal Arılarının Paraziter Hastalıkları

1.8.1. Protozoon Enfeksiyonları

1.8.2. *Crithidia Mellificae* Enfeksiyonu

Parazit, 1946 yılında ilk defa Lotmar tarafından İsviçre'de işçi, erkek ve kraliçe arılarda tespit edilmiştir. *Leptomonas apis* adı verilen bu parazitin daha sonra İtalya ve Almanya'da da benzer etkenleri tespit edilmiştir. Arıların barsak lümenindeki endotel tabakası üzerinde bir katman oluşturduğu ve mide lümeninde yaşadığı bilinmektedir (Aydın ve Doğanay, 2017).

1.8.3. Malpighamoeba Mellificae (Amip) Enfeksiyonu

Amoeba hastalığına neden olan *Malpighamoeba mellificae* adlı protozoondur. Enfekte arıların malpighi tüplerindeki epitel hücreleri kistlerle dolar ve arının rektum ya da orta bağırsağının sonunda birikirler (Shimanuki ve ark., 1993).

1.8.4. Artropod Enfestasyonları

1.8.4.1. Acarapis woodi (Trake Akarı)

Acarapis woodi, ana arı ve erkek arılarda da görülmesine rağmen çoğunlukla işçi arılarda görülen ve solunum sistemine yerleşen bir iç parazit akarıdır. *A. woodi* ilk kez İngiltere’de Rennie tarafından saptanmış ve ardından Yeni Zelanda, Avrupa ve diğer birçok kıtalara yayılmıştır (Güleğen, 2002).

1.8.4.2. Petek Güveleri (Büyük Petek Güvesi)

Kovanlara ve peteklere büyük zararlar veren petek güveleri, (mum kurdu, petek kurdu) aynı zamanda Galleriyoz (Galleriose) adı verilen hastalığı da oluştururlar (Aydın ve Doğanay, 2017).

1.8.4.3. Braula Coeca (Arı Biti)

Braula coeca 1 mm genişliğinde, kahve renkte ve Diptera takımının bir üyesi olup kanatları ve gözleri olmayan bir parazittir. Üç çift bacağına sahip olması ve yalayıcı-emici ağız tipi olması ile *Varroa*’dan ayırt edilebilirler. Ayrıca diğer bal arısı zararlıları gibi kanla değil bal, arı sütü ve polen gibi arı ürünleriyle beslenirler. İşçi ve ana arıların üzerinde rastlanırken, erkek arılarda çok az görülmektedirler (Zeybek, 1991).

1.8.4.4. Tropilaelaps spp.

Yetişkin arı, pupa, ölü ya da canlı larva üzerinde yaşayan *Tropilaelaps clareae*; bal arılarının tüm evrelerinde görölen bir dış parazittir (Tutkun ve Boşgelmez, 2003).

1.8.4.5. Varroosis (*Varroa destructor*)

1.8.4.5.1. Hastalığın Etkeni

Varroa akarı ilk olarak 1904 yılında Asya'da (Java) *Apis cerana*'da (Doğu bal arısı) görölmüş ve Oudemans tarafından *Varroa jacobsoni* olarak isimlendirilmiştir. 1960 yılından itibaren *Apis mellifera*'da (Batı bal arısı) görölmeye başlanan akar, 2000 yılına kadar *V. jacobsoni* olarak adlandırılmıştır. Ancak 2000 yılında, Anderson ve Trueman (Anderson ve Trueman, 2000) tarafından yapılan genetik çalışmalar (mt DNA) sonucunda *A. mellifera*'da görölen akarın genetik ve morfolojik olarak bazı farklılıklar gösterdiği saptanmış ve bu türe yok edici, yıkıcı anlamına gelen *Varroa destructor* ismi verilmiştir. O tarihten itibaren bal arısı *A. mellifera*'da görölen akarlar *V. destructor* olarak kabul edilmektedir.

Varroa'nın sistematikdeki yeri şöyledir,

Anaç. Arthropoda

Anaç Altı. Chelicerata

Sınıf. Arachnoidea

Sınıf Altı. Acarina

Dizi. Parasitiformes

Aile Üstü. Gamasoidea

Aile. Varroidea

Cins. *Varroa*

Tür.

<i>Varroa underwoodi</i> (Nepalde 1987 bulundu)
<i>Varroa jacobsoni</i> (Javada 1904 bulundu)
<i>Varroa rindereri</i> (Borneoda 1996 bulundu)
<i>Varroa destructor</i> (Asya-Akdeniz-Ortadoğu 2000 bulundu)

Varroa destructor, Enlilemesine ovaldir ve vücut ölçüleri oranı (genişlik/uzunluk) 1,6-1,7 / 1,1-1,2 ya da 1,4'den büyüktür. Tüm dünyada *Apis mellifera*'da görülür.

Varroa jacobsoni, Enlilemesine ovaldir ve vücut ölçüleri oranı (genişlik/uzunluk) 1,2-1,3 / 1'dir.

Varroa rindereri, Enlilemesine ovaldir. Peritrem uzun olup bazen dorsalden bakıldığında kenardan görülebilir.

Varroa underwoodi, Elipsoid şekildedir. Peritrem dorsalden bakıldığında kenardan görülmez (Aydın ve ve Doğanay, 2017 ve Doğanay, 2018).

V. destructor'un *V. jacobsoni*'ye göre daha patojen olduğu haplotipleri içinde baktığımızda görülmektedir.

Bu türlerden *V. destructor* ve *V. jacobsoni*'nin konak spesifitesine göre haplotip ve patojeniteleri aşağıdaki şekilde verilmiştir (Çizelge 1.3).

Çizelge 1.3. *Varroa* Cinsinin Türleri ve Haplotipleri (Rosenkranz ve ark., 2010).

Parazit	Konak	Haplotip	Patojenite
<i>Varroa destructor</i>	<i>Apis mellifera</i>	Japon-Tayland Kore Çin	* **
	<i>Apis cerana</i>	Japon-Tayland Nepal Vietnam	
<i>Varroa jacobsoni</i>	<i>Apis cerana</i>	Ambon Bali Borneo Flores Java Lombok Sumatra Sumbawa Malezya	

Kore haplotipinin Japon haplotipine göre patojenitesi

*az patojenite

** çok patojenite

Parazit akarı, bal arılarının yaşam süresini kısaltırken aynı zamanda larva ve pupaların hemolenfinden beslenerek ağırlık kaybına sebep olur ve arı kolonilerine büyük zarar vermektedir (Rosenkranz ve ark., 2010). *Varroa*, arı yetiştiriciliğindeki zararlı birçok etkileri sebebiyle bal arılarının muhtemelen en ciddi arı hastalığıdır (Anderson ve Trueman, 2000). Bunların yanında bu akar, Akut Arı Felci Virüsü, Bulutumsu Kanat Virüsü, Kaşmir Arı Virüsü ve Yavaş Arı Paraliz Virüsü gibi birçok viral etkeni arılara naklederek hastalık tablosunun daha da ağırlaşmasına ve kendini yenileyemeyen koloninin zamanla çökmesine neden olmakta, ayrıca sekonder enfeksiyonlara (bakteri, mantar vb.) ortam hazırlamaktadır (Aydın ve ve Doğanay, 2017 ve Doğanay, 2018).

Parazit Türkiye'ye Bulgaristan üzerinden 1976 yılında gelip, Trakya bölgesinde bulunan arılara bulaşarak, Türkiye geneline 4-5 yıl içerisinde yayılmıştır. İlk zamanlarda büyük ölçüde zararlar veren parazit, yaklaşık 7000-7500 ton ürün kaybı ve 600 bin koloninin sönmesine sebep olmuştur. Türkiye'nin farklı bölgelerinde yapılan çalışmalarda; Varroosis'in %6,2-100 arası bir yaygınlık gösterdiği kaydedilmektedir (Balkaya, 2016).

1.8.4.5.2. Etkenin Morfolojisi

Varroa'ların erkek ve dişileri birbirinden farklı olan seksüel dimorfizm Şekil 1.4' de görülmektedir.



Şekil 1.4. *Varroa destructor*. A) Yetişkin Dişi Ventral ve Dorsal Görünümü, B) Yetişkin Erkek Dorsal ve Ventral Görünümü 0,5 mm (Mondet ve ark., 2016).

Açık ya da koyu kırmızı-kahverengi yetişkin dişiler 1,1-1,77 mm uzunlukta, 1,5-1,99 mm genişlikte olup çıplak gözle çok rahat görülebilirler. Dorso-ventral basık olan vücutları elipsoid-oval şekildedir. Sırt kısmı hafif bombeli, karın yüzü ise düzdür. Kenarları karına doğru hafif kıvrıktır. Baş, göğüs ve karın birbiriyle kaynaştığından üstten bakıldığında Şekil 1.5'de olduğu gibi minyatür bir kaplumbağa ya da yengeci andırır (Aydın ve Doğanay, 2017 ve Doğanay, 2018).



Şekil 1.5. Erişkin Dişi *Varroa* Türleri (Gilles San Martin, 2016).

Vücudu iki ana bölümden oluşan parazitin ön ve orta kısmı, ağız parçalarında bulunduğu gnathosoma ve dört çift bacağıda içinde olan idiosoma yani arka kısımdır (Tutkun ve Boşgelmez, 2003). Erişkin dişi *Varroa* kovanda bulunan tüm *Varroa* popülasyonunun yaklaşık %96'sını oluşturmaktadır (Aydın ve Doğanay, 2017 ve Doğanay, 2018). Ağız yapıları delici-emici şekilde olup, burada chelicera denilen keskin ve eğri uçlu bir çift yapı vardır ve her chelicera ileri geri hareket yeteneği bulunmaktadır. Bu şekilde arının üzerinde tutunmaları kolaylaşır (Akyol ve ark., 1997). Cheliceraların her iki tarafında bir çift hareket eden ve kütikülayı delmesini sağlayan sonra açılan bu delikten ergin arının hemolenfini emmesini yardım eden Pedipalpus bulunur. Buna karşın erkek *Varroa*'ların ağız yapıları beslenmeye uygun olmayıp sadece dişilere sperma iletecek şekildedir. Bu nedenle erkek *Varroa*'lar çiftleşmeden kısa bir süre sonra kapalı yavru gözlerinde ölürlür. Dolayısıyla ergin arılar üzerinde görülmezler (Tutkun ve İnci, 1992).

Trake solunum sistemine sahiptir ve trake borucukları, bir ağ şeklinde vücut içerisinde dağılmış olup stigma adı verilen, 3. ve 4. çift bacakların femur bölgelerinde bulunan delikler sayesinde dışarı açılmaktadır. Merkezi sinir sistemi, yemek borusunun alt ve üst tarafında bulunan sinir iplikçiklerinden meydana gelmektedir. Parazitin bacakları üzerindeki vantuzlar ve karın bölgesinde bulunan kıllar, yapışmayı kolaylaştırdığı için arının üzerinde çok iyi tutunmayı sağlar (Kumova, 2003 ve Tutkun ve Boşgelmez, 2003).

1.8.4.5.3. Yaşam Döngüsü ve Çoğalması

Akarın yoğun olmadığı bazı kovanlarda yetişkin arıların üzerinde thorax ve abdomen segmentleri arasından, arının hemolenfinden beslenen *Varroa*'ları görmek kolay değildir. Petek gözünde olmayan *Varroa*'lar hızlı bir şekilde arıdan arıya veya petek gözlerine hareket edebilirler. Bir kolonide *Varroa* popülasyonu az olsa bile kısa bir süre içerisinde sayıları hızla yükselebilir (Kaftanoğlu ve ark., 1992).

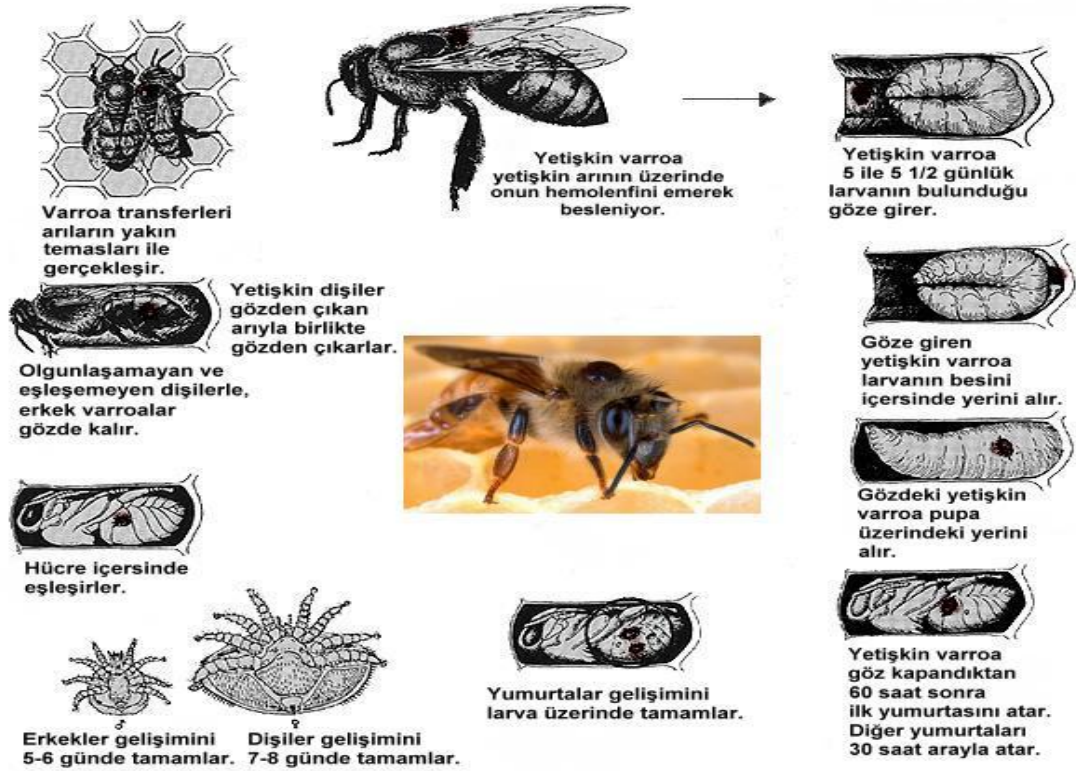
Parazit, larvanın bulunduğu sırlanmış göz içine girmeden önce genelde 7 gün gibi bir süre yetişkin arı üzerinde kalır ve beslenmeye devam eder. Kolonide yavru bulunmadığı zamanlarda ise yetişkin arılar üzerinde çok daha uzun bir süre yaşayabilirler. *Varroa*, kolonide yetişkin arıların ve yavru gözlerinin bulunmadığı zamanlarda sadece 5-5,5 gün kadar bir süre yaşayabilir. Akarın oğul yolu ile arı ticareti, arıcular, çerçeve değişimi ve başka arılar tarafından yağmalanması ile arılık içinde yayılması mümkün olabilir (Goodvin ve Eaton, 2001).

Normal şartlarda yetişkin arı üzerinde bir hafta kadar kalan akarlar yumurtlamak ve çoğalmak için arının kanından beslendikten sonra yetişkin arıyı terk eder ve kapanmak üzere olan larvalı petek gözlerine girerler (Şekil 1.6) (Anderson ve Trueman, 2000).



Şekil 1.6. *Varroa destructor*'un Gelişiminin Farklı Aşamaları. (B) Petek Gözlerin Kapanmadan Üreme Evresinin Başlaması, (C) Yetişkin Bir Arıda Toraksta Görülen (D) En Sık Karın Segmentlerine Tutunan *Varroa* (Mondet, 2016).

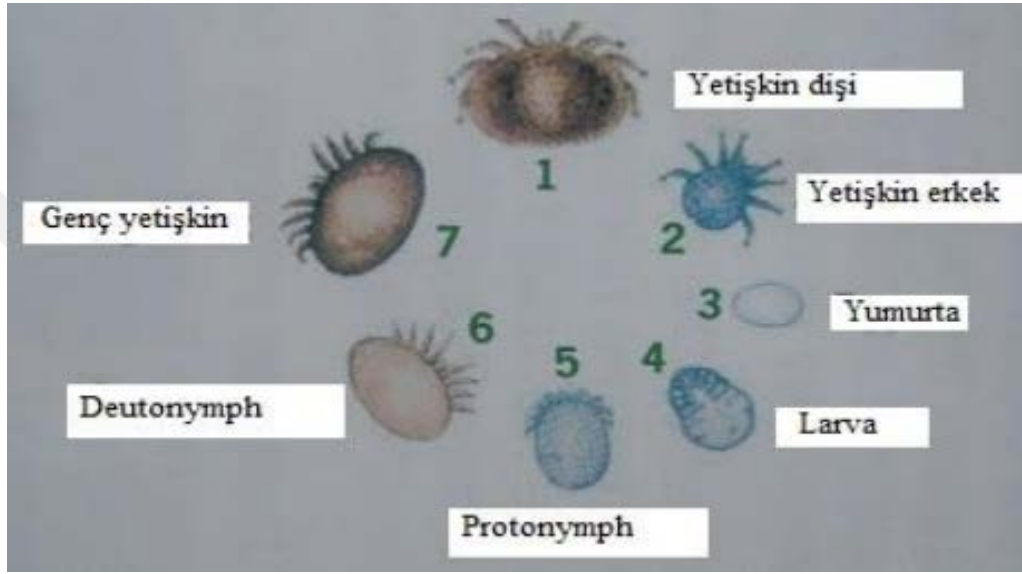
Bu süre diğer arı gözleri için farklılık göstermektedir, örneğin; erkek arı gözleri için yaklaşık 40 saat önce iken, işçi arı gözleri için yaklaşık 20 saat öncedir (Ritter ve Ritter, 1988). Parazit sadece yavrulu petek gözlerinde çoğalabilmektedir ve ergin arı üzerindeki *Varroa*'nın üreme yeteneği yoktur. Larvanın hemolenfinde bulunan juvenil hormonu parazitin yumurtlayabilmesi için beslenmesi sırasında hemolenften alınması gerekmektedir (Şekil 1.7). Bu hormonun miktarı erkek arı larvalarında daha çok olması sebebiyle parazit erkek larvaların olduğu petek gözlerine girmeyi tercih ederler. Bu yüzden *Varroa* sayısı erkek arı gözlerinde ortalama 8-10 kat daha fazladır (Goodvin ve Eaton, 2001).



Şekil 1.7. *Varroa* Yaşam Döngüsü (<https://eodev.com/gorev/7713767>).

Pupa dönemleri 14 gün süren erkek arılar için ve bu süre diğer işçi arı ve ana arıdan daha uzun olduğundan, bir erkek arı gözünde ergin hale gelen *Varroa* sayısı daha fazla olmaktadır. *Varroa*'lar ergin hale gelmeden, gözden erken çıkan ana arı yüzünden ölmektedirler (Akyol ve ark., 1997). Larva besini ile beslenen akar, petek

göz kapandıktan sonra ilk dört saat içinde larvanın hemolenfi ile beslenmeye başlar ve yaklaşık 60-70 saat sonra prepupanın hemolenfi ile beslenip, ilk yumurtasını bırakmış olur (Infanditis, 1983). Çoğunlukla dört ile altı arasında yumurta bırakan parazit, genellikle ilk yumurtalar erkek bireylerden, sonrakiler de dişilerden oluşur. Yumurtadan çıkan parazitler, protonymph ve deutonymph olmak üzere iki dönem geçirirler ve daha sonra ergin hale gelirler (Şekil 1.8).



Şekil 1.8. *Varroa*'nın Tüm Yaşam Evrelerini Gösteren Şema (Hutton, 2015).

1.8.4.5.4. Hastalığın Epidemiyolojisi ve Yayılımı

Varroosis; Avustralya, Yeni Zelanda Güney Adası, Afrika'nın tropikal bölgesi ve Amerika Birleşik Devletleri'ndeki Hawaii adaları hariç bütün dünyada yaygın halde görülmektedir. Yapılan moleküler çalışmalar sonucunda *Varroa destructor*'un 20'ye yakın suşunun olduğu ortaya konmuştur ve bunlardan Kore hattının tüm dünyada yaygın olduğu ve diğer Tayland-Japon hattının sınırlı bir bölgede yaygınlık gösterdiği belirtilmiştir (Anderson ve Trueman, 2000).

Türkiye'de Varroosis'in yaygınlığı üzerine ilk araştırma 1978 yılında Bornova Bölge Ziraî Mücadele Araştırma Enstitüsü'nde yapılmıştır ve çevre illerin

hepsinde *Varroa*'nın (Çanakkale, Aydın, Manisa ve İzmir) bulunduğu tespit edilmiştir (İlikler ve Yüzbaş, 1987).

Tropikal Afrika'da özel bir arı ırkı olan *Apis mellifera scutellata* (katil arı)'nın hijyenik ve agresif özelliğinden dolayı bu arının olduğu bölgelerde hastalığa rastlanılmamaktadır. Birçok araştırmacı Varroosis ile mücadelede bu arının ıslahı ile olumlu sonuçlar alınabileceğini düşünmektedir (Aydın ve Doğanay, 2017 ve Doğanay, 2018).

1.8.4.5.5. Patojenite

Apis cerana, *V. destructor* ile birlikte evrimleşebildiği için bu durum, *A. mellifera*'nın konak savunmasını geliştirmesine izin vermemiştir (Locke, 2016). *A. cerana*, akarların üremesi sırasında istila edilmiş yavruların açılması, çıkarılması ve gömülmesinin yanı sıra akarların etkili bir şekilde uzaklaştırılmasını sağlayan yüksek düzeyde hijyenik davranış göstermektedir (Rath, 1999). *Varroa destructora* ayrıca *A. cerana* kolonilerinde, yalnızca *A. cerana* erkek arı kuluçkalarında başarılı bir şekilde çoğalabildiği için, istila edilmiş işçi yavrularının verimli bir şekilde çıkarılması nedeniyle üreme sınırlamaları ile karşı karşıyadır (Boot ve ark., 1999 ve Rath, 1993).

Varroa destructor'un, *A. mellifera*'ya yayılmasının 1970'lerin başında Asya'dan Avrupa'ya kraliçe ve koloni taşımacılığı yoluyla gerçekleştiğinden şüphelenilmiş, 1975 yılına gelindiğinde ise *V. destructor*'un doğu ve batı Avrupa, Kuzey Afrika ve Güney Amerika'nın çoğunda etkileri görülmüştür (De Jong ve ark., 1982).

Varroa destructor tarihsel olarak sadece hemolenfle beslendiğine inanılsa da son kanıtlar bunun yerine lipid beslenmesi yoluyla da hasarın verildiğini göstermiştir (Ramsey ve ark., 2018). Petek gözlerinde bulunan *Varroa* sayısı ile akarın arılara verdiği zarar değişiklik göstermektedir. Örneğin; 2 ve bunun altındaki sayıda olduğu zaman arının yaşam gücünü olumsuz etkilerken, 3 ve üzerinde olduğu durumlarda

yetişkin arıda farklı deformasyonlar, kanat kaybı, abdomen kısalması, erkek arılarda sperm üretiminin azalmasına neden olmaktadır (Kumova, 2003). Akar beslenmesi ayrıca parazitik akar sendromunun gelişmesine yol açabilecek virüs ve bakterilerin bulaşmasını kolaylaştırır (Tantillo ve ark., 2015).

Larva üzerindeki parazit sayısı, larvanın ergin hale geldiğindeki vücut ağırlığını olumsuz yönde etkilemektedir. Petek gözdeki *Varroa* sayısı ne kadar çok ise yetişkin olan arının ağırlık kaybı fazla olur. Bu kayıp %10-30 düzeyine ulaşabilir. İşçi arılardaki bu ağırlık kaybı erkek arılarda daha çok olmaktadır. Arı sütü salgılayan hypopharyngeal bezlerin gelişimi, göz içinde bulunan larva ve pupa üzerindeki parazit sayısından olumsuz etkilenerek, protein kaybına yol açarken arının kandaki protein oranının %27 ile %50 arasında azalmasına neden olmaktadır (Goodvin ve Eaton, 2001).

1.8.4.6. Teşhis Yöntemleri

Bir kolonide *Varroa*'nın varlığı ve yükünün belirlenmesi için ergin arı çalkalama testi yapılabilir. Benzin, %70'lik alkol, eter, deterjan, sıcak su ve yağ kullanıldığında 200-300 arı kaybedilmektedir (Aydın ve Doğanay, 2017). Yöntem, *Varroa* tespit kabına, 600 ml %70'lik etil alkol konulmuş sonrasında incelenmek istenen arılar ilave edilmiş ve tel ızgara üzerinde 3 cm olacak şekilde bir alkol yüksekliği oluşturulmuştur. Ana arının olmadığı kontrol edildikten sonra çitada bulunan arılar bir fırça yardımı ile ya da hafifçe sallayarak alkol içerisine alınır. Kabın kapağı kapatıldıktan sonra, 5-10 sn farklı yön ve aralıklarla çalkalanır. Bu işlemle, arıların kapağa ve tele düzenli bir şekilde çarpması amaçlanmaktadır. Çalkalamadan sonra dibe düşen *Varroa*'lar tespit edilir (Şekil 1.9).



Şekil 1.9. Alkol İçerisine Alınmış *Varroa* Tespit Kabındaki Arılar (Kar ve ark., 2006).

İşlem tamamlandıktan sonra *Varroa*, arı ve diğer materyallerin geçişine izin vermeyecek şekilde hazırlanmış, dar gözenekli bir süzgeçten geçirilir. Beyaz bir kurutma kağıdı üzerine alınan arı ve parazitler ayrıştırılarak sayım yapılır (Kar ve ark., 2006).

Kovan tabanına yapışkanlı kağıt kullanılarak doğal nedenlerden dolayı polen çekmecesine düşen *Varroa* parazitlerinin sayımı yapılabilir (Sammataro ve Avitabile, 2011). Ancak bunun dezavantajı ise yapışkanlı kağıt üzerindeki *Varroa*'ların karıncalar tarafından toplanmasıdır ve *Varroa*'ların sayısının doğru tespitine izin vermemektedir (Çakmak ve Seven Çakmak, 2016).

Başka bir yöntem olarak, bir ızgara içinde inkübatöre konulan yaklaşık olarak 300 arı, 46-47°C sıcaklıkta 10-15 dk. bekletilerek *Varroa* akarlarının arılardan ayrılıp düşmesi sağlayan sayım yöntemidir (Webster ve Delaplane, 2001).

Bu yöntemlerin dışında, *Varroa*'ların sayısını belirlemek için kovandaki bütün arılarda etkili olan bir akarazit ilacı kullanılabilir (Branco ve ark., 2006).

Pudra şekeri yönteminde, aralıkları 0,5x0,5 mm olan ızgara şeklindeki kapaklı plastik kavanozlar kullanılır (Şekil 1.10).



Şekil 1.10. Pudra Şekeri Yöntemi İçin Hazırlanmış Elek Kapaklı Kaplar (Orijinal).

Bu kavanozların içerisine yaklaşık 62,5 gr nişasta içeren pudra şekeri konulur. Kolonilerdeki *Varroa* varlığı ve sayısını belirlemek için yavrulu çerçevelerden yaklaşık 300 arı plastik kavanozların içine konur. Kavanoz, işçi arıların üzerindeki *Varroa*'ların ayrılmasını sağlamak için 3 dk dairesel bir hareketle çalkalanır. Sonra pudra şekeri bu ızgaralı kapakla elek içerisine elenirken *Varroa*'larda düşmüş ya da ayrılmış olur. Bu işlemlerden sonra arılar tekrar kovana geri bırakılır. Şekil 1.11'de görüldüğü gibi elek üzerinde kalan *Varroa*'lar sayılır (Seven ve ark., 2017).



Şekil 1.11. Pudra Şekeri Yöntemi ile Varroaların Elde Edilmesi (Orijinal).

Pudra şekeri yönteminin en büyük avantajı arıların zarar görmemesi ve kendi kovanlarına geri konabilmesidir. Numune olarak seçilen yaklaşık 300 arı ile yüzde (%) olarak daha güvenli neticeler alınmaktadır (Çakmak ve ark., 2011 ve Çakmak ve Fuchs, 2013).

1.8.4.6.1. Moleküler Yöntemler

Varroa destructor' un genetik değişkenliği üzerine yapılan çalışmalar, Varroosis patojenitesinin farklı *Varroa* tipleri ile de ilişkili olduğunu belirlemiştir (Anderson ve Fuchs, 1998; De Guzman ve Rinderer, 1999, Kraus ve Hunt, 1995, Solignac ve ark., 2003 ve Warrit ve ark., 2004). Anderson ve Trueman (2000), mt DNA'nın (mitokondriyal DNA) sitokrom C oksidaz I (Cox1) genindeki değişkenliğe dayanarak, Japon ve Kore haplotiplerinin varlığını ortaya koymuştur. Birincisi, Japon haplotipinin Güney ve Orta Amerikada düşük seviyedeki *Varroalı* kolonilerinde görülürken, Kore haplotipinin Avrupada yüksek seviyedeki *Varroalı* kolonilerde daha baskın olduğu görülmüştür (Solignac ve ark., 2005).

1.8.4.6.2. Saflaştırma (Ekstraksiyon) ve PZR

DNA'nın izolasyonu ve saflaştırılması moleküler biyoloji ve rekombinant DNA tekniklerinde temel adımlardan biridir. DNA izolasyonunun modern teknikleri ve yöntemleri hızlı bir gelişme gösterirken oldukça seçici ve hassastır (Ligozzi ve Fontana, 2003). DNA özellikleri ile ilgili olarak, DNA moleküllerinin bozulmasını önlemek için uygun fizyo-mantıksal koşulların sürdürülmesi esastır. Proteinlere benzer şekilde, DNA molekülleri daha yüksek sıcaklıklarda, aşırı pH değerlerinde ve organik çözücüler ve bazı tensitlerin varlığında denatüre olurlar. Bu nedenle, gerekli saflığa ve miktara göre bir DNA izolasyon yöntemi seçmek gereklidir. DNA'nın (ve izolasyonun amacı) yanı sıra, DNA'nın izole edilebileceği suşta önemlidir (Schuurman ve ark., 2007). Bunlardan bazıları Qiagen metodu, CTAB (setil trimetilamonyum bromür) temelli metod ve modifiye edilmiş Mericon ekstraksiyon metodudur (Abdel-Latif ve Osman, 2017).

Polimeraz zincir reaksiyonu (PZR) ve multipleks PZR, LAMP, Race PZR, qPZR, nested PZR ve RAPD gibi çeşitleri, parazitin saptanmasında, parazit türlerinin ve suşlarının tanımlanmasında duyarlılığı ve özgüllüğü arttırmak için yaygın olarak kullanılmaktadır (Sharma ve ark., 2012). DNA mikro dizileri, DNA problemleri ve benzersiz şekilde tasarlanmış moleküler işaretler gibi diğer teknikler, çok sayıda parazit genotipinin hızlı taranmasını sağlayarak parazitlerinin tanısal ve epidemiyolojik çalışmalarında daha büyük etkiye sahiptir. Genlerin klonlanması ve dizilimi, teşhis ve aşı üretimi için, genomik veri kütüphanesinin kullanılabilirliği parazitologlar için büyük bir yardımcıdır (De Matos ve ark., 2017).

Günümüzde oldukça güvenli ve orijinal moleküler biyolojik bir teknik olan PZR, bazı hastalık etkenlerine (bakteri, parazit ve protozoon) ait hedef seçilen, in vitro olarak çoğaltılmasını (amplifikasyonunu) sağlayan, ısıya oldukça dayanıklı (Taq) polimeraz enzimleri ve nükleik asit zincirlerinin primer olarak adlandırılan özgül komplementer oligonükleotitleri kullanılarak yapılan bir yöntemdir (Persing, 1991). Temel olarak sistem, çift iplikli yapıya sahip olan bir DNA molekülünde belirlenen hedef dizilere iki oligonükleotit primerin bağlanması ve uzaması ilkesine

dayanır. Bu primerler, yüksek sıcaklıkta denatüre edilen kalıp DNA molekülünden sonra, kendilerine tamamlayıcı olan tek iplikli DNA molekülleri üzerindeki alanlara bağlanırlar. Oligonükleotit primerlerin bağlanma işlemi düşük sıcaklıkta mümkün olmaktadır. Dört çeşit organik bazın bulunduğu deoksiribonükleotid trifosfat (dNTP) ve uygun tampon ile primerin 3' hidroksil ucundan uzamasını sağlayan DNA polimeraz enzimi, kalıp DNA ipliğine tamamlayıcı olan yeni DNA molekülü sentezlenmesini sağlar. Denatürasyon; DNA'nın tek iplikçik haline gelmesi, annealing; primerin bağlanma aşaması ve elongasyon; uzama adı verilen bu üç kademedir oluşur ve bir PZR döngüsü, araştırılması istenen örneğin DNA yapısının yüksek ısı (94-97°C) ile birbirinden ayrılması ile başlar. Ardından sentetik oligonükleotid primerler, düşük sıcaklıkta (50-65°C) ayrıldıktan sonra tek zincirli yapıdaki DNA üzerinde kendilerine spesifik alanlara bağlanırlar. DNA zincirinin uzatılması, DNA polimeraz enzim ısısının 72°C'ye kadar artırılması ile gerçekleşir (elongasyon/uzama) (Rozenzvit ve ark., 1999). DNA zincirlerinin sayısı, arka arkaya tekrar eden denatürasyon, primerlerin bağlanması ve uzaması basamakları ile her döngüde 2 katına çıkmaktadır. Bu işlemlerden sonra sentezlenen DNA ürününün saptanması, kopyaları oluşturulan primerler arasında kalan belli baz çifti büyüklüğündeki bölgenin, jel üzerinde veya amplifikasyon yapılan bölgeye uygun tamamlayıcı prob ile belirlenerek olmaktadır (Mcpherson ve Moller, 2000).

Diğer DNA tabanlı teknikler arasında, Nested PZR, Multipleks PZR, Arbitrary-primed PZR (AP-PCR), Touchdown PZR, Gerçek Zamanlı (Real-Time) PZR (qPCR) gibi yöntemler yer alır (Mcpherson ve Moller, 2000).

1.8.4.6.3. *Varroa destructor*'un Haplotip Teşhisinde Kullanılan Moleküler Yöntemler

Moleküler biyoloji araçları, veteriner parazitolojisi anlayışını derinleştirmek için giderek daha fazla önem kazanmaktadır. Parazitlere karşı tanı ve kontrol önlemlerinin iyileştirilmesine yönelik etkileri, son otuz yılda, parazit genomları ve proteomları hakkında çeşitli veri tabanları aracılığıyla artan kolaylık ve bilgi edinme

hızı nedeniyle önem kazanmaktadır. WormBase, LeishCyc, PathOD, GeneDB, HelmCop, EPICDB, TrypanoCyc, EuPathDB ve daha birçok veri tabanı web bağlantı noktasında mevcuttur (Aurrecoechea ve ark., 2017). Parazit türlerinin, izolatların / suşların teşhisi için daha doğrulayıcı araçlar olarak spesifik problemlerle hibridizasyona bağlı kısıtlama fragman uzunluğu polimorfizmi (RFLP), PZR bağlantılı tek iplikli konformasyon polimorfizmi (SSCP) ve PZR uygulanabilir (Huang ve ark., 2004).

PZR-RFLP, (Polimeraz Zincir Reaksiyonu-Restriksiyon Parça Uzunluk Polimorfizmi) ilk restriksiyon haritası Simian Virüs 40 (SV40) DNA'sının HindIII enzimi ile kesilerek oluşturulmuştur. Analiz sonunda bulunan 11 özgül parça sayesinde virüs DNA'sı üzerinde biyolojik olarak önemli bölgeler belirlenebilmiştir. Yapılan bu çalışmalar ile birlikte, bir takım genetik hastalığın tanı ve tedavisinde ve ökaryotik hücre genom analizlerinde bu RFLP tekniği kullanılmaya başlanmıştır (Klug ve ark., 2011; Özerdem, 2009 ve Yağcı, 2001). Çift iplikli bir DNA'da belirli alanlardan yapılan kesim sonucu DNA'dan bir genin ya da gen taşıyan bir DNA segmentinin çıkarılmasına yardım eden enzimlere, Restriksiyon enzimleri (Re) denir. Bu method, öncelikle spesifik primerler kullanılarak genomik DNA'yı çoğaltarak yapılmaktadır. Yöntem, PZR ile oluşturulan ürünleri bir ya da daha çok restriksiyon enzimi ile kesilip ve ortaya çıkan kesim ürünlerinin ethidium bromid konulduktan sonra, jelde (agaroz) yürütülmesi esasına dayanır (Yağcı, 2001). PCR-RFLP işlemi ile sitokrom oksidaz I (COI) gen bölgesini üç farklı restriksiyon enzimi ile kesim işlemi yaptıktan sonra iki farklı tür (*H. bovis* ve *H. lineatum*) için değişiklik gösterdiğini ve bu yöntemin teşhis ve epidemiyolojisi için bildirilmiştir (Otranto ve ark., 2003).

1.8.4.7. *Varroa* ile Mücadele Yöntemleri

Ülkemizde ve dünyada *Varroa*'ya karşı, doğru biçimde kullanılan kimyasal maddeler, en etkili yöntemlerden birisi olup başarılı sonuçlar vermektedir (Akkaya ve Göksu, 1990; Ducos, 1986; Ruijter ve Eijnde 1986 ve Ruijter ve Eijnde 1991). Varroosis'e karşı genel olarak; fluvalinat, amitraz flumethrin ve koumafos gibi

kimyasal maddeler kullanılmaktadır. Organik asitler ile beraber özellikle Timol gibi kokulu yağlar ve bazı bitkilerin kullanımı özellikle son zamanlarda baldaki kalıntı sorununa karşı çözüm olmaktadır (Aydın ve Girişgin, 2004; Çakmak ve ark., 2002; Çakmak ve ark., 2016 ve Kumova, 2004).

1.8.4.7.1. Kimyasal Yöntemler

Günümüzde balarısı hastalıkları ve parazitleri ile mücadele edilirken; genetik ve kimyasal kontrol yöntemlerinden yararlanılmaktadır. Özellikle *Varroa*'ya (*Varroa destructor*) karşı mücadele de kullanılan kimyasal yöntemler daha çok tercih edildiği için, arıcılarda sıklıkla bu başvurılmaktadır (Kumova, 2000). Bununla birlikte kimyasal ilaçların yoğun olarak uygulanması sonucunda, bazı hastalıkların ve zararlıların direnç göstermeye başlaması, kullanılan bu ilaçların etkisini yitirmeye başladığı görülmüştür. Örneğin dünyada birçok arıcının yıllarca tercih ettiği, Tedion (Tetradifon), Fluvalinate, Antivar, Kelthane, Milbex, Sulphenon ve Malathion bu ilaçlara örnek gösterilebilir (Slabezki ve ark., 1991).

Direnç kazanan *Varroa* popülasyonları bu kalıtsal özelliklerini kısa bir zamanda kuşaktan kuşağa aktarmışlardır. Diğer önemli problemlerden biri ise kullanılan kimyasalların bazı toksik bileşenleri bal ve diğer arı ürünlerinde kalıntı bırakmasıdır (Tutkun, 2016).

Son zamanlarda kimyasal ilaç kullanımını en aza indirmek için Avrupa, Amerika başta olmak üzere birçok bölgede bu zararlılara karşı dirençli arı hatları geliştirmek için yapılan çalışmalara hız verilmiştir. Dayanıklı hatların geliştirilmesi devam ederken, arı ve arı ürünlerinden dolayı insan sağlığı için kullanılacak olan kimyasalların uygun bir şekilde getirilmesine de önem gösterilmiştir. Bunun nedenle organik ilaçların kullanılması teşvik edilmiş ve uygulamalarına başlanmıştır (Konopacka ve ark., 1995 ve Milani, 1995).

Amerika ve Avrupa’da belirli teknik kriterleri içeren ve düzenli olarak denetlenen yetkili laboratuvarlarda yapılan farklı analizler sonucunda ilaç kalıntılarının bazen kabul edilebilir tolerans düzeyinin yani Maksimum Rezidü Limiti (MRL) seviyesinin üzerinde olduğu belirlenmiştir. Bu nedenle dünyada *Varroa* mücadelesinde, arı ve insan sağlığını güvende tutmak, gıda güvenliğini tehlikeye atmamak ve genel olarak bu olumsuz gelişmeleri engellemek amacıyla kimyasal ilaçlar yerine, uzaklaştırıcı (repellent) ya da akarisit etkisi olan bitkisel preparatların kullanılması düşünülmektedir (Konopacka ve ark., 1995 ve Milani, 1995).

Avrupa Birliği Kodeksine göre, son zamanlarda daha önceden onay verilmiş olan naftalin, fundal ve klor benzilate gibi birçok kimyasal ilaçların limit seviyeleri indirilmiş, sıfır tolerans getirilmiştir. Bunun üzerine gıda ithalatı gerçekleştiren bütün ülkeler, besinlerdeki antibiyotik, kimyasallar ve bazı inorganik kalıntılar konusunda daha çok dikkat etmektedirler. Araştırmacılar, kalıntı konusunda, organik asitler ve uçucu yağ asitlerinin, daha tehlikesiz olmaları sebebiyle, *Varroa* kontrolü üzerine bu konudaki çalışmalara ağırlık vermişlerdir. Özellikle birçok ülkede uçucu yağ asitlerinin etkilerine önem verilmiş, ardıç katranı, kekik, çam yaprağı ve pireotu gibi bitkilerden elde edilen değişik karışım ve dozlar arı parazitlerine mücadele amacıyla kullanılmıştır (Tutkun ve İnci, 1992).

Türkiye’de Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı tarafından yayımlanan Ulusal Kalıntı İzleme Planında balda yasal olarak bulunmasına izin verilen kimyasallar ve MRL değerleri Çizelge 1.4’de verilmiştir.

Çizelge 1.4. 2016 TUIK verilerindeki Ulusal Kalıntı İzleme Planındaki Bal Analiz Bilgileri (MRL değerleri).

KONTROL EDİLECEK MADDE GRUBU	ARANACAK MADDE/KALINTI	İZLEME METODU TESPİT LİMİTİ [$\mu\text{g}/\text{kg}$]
Kloramfenikol+ Nitrofuranlar+ Nitroimidazoller		
KLORAMFENİKOL	Kloramfenikol	0,3
NİTROFURAN	AOZ AMOZ AHD SEM	-
TETRASİKLİN GRUBU	Tetrasiklin Oksitetrasiklin Klorterasiklin Doksisiklin	-
SÜLFONAMİD GRUBU	Sulfamerazin Sulfatiazol Sulfametazin Sulfametaksazol Sulfadimektoksin Sulfadiazin	20 20 10 20 5 10
BETALAKTAM GRUBU	Ampisilin Amoksisilin	25 25
STREPTOMİSİN GRUBU	Streptomisin	30
MAKROLİD GRUBU	Tilosin Eritromisin Tilmikosin Spiramisin	20 20 20 20
KİNOLON GRUBU	Enrofloksasin Siprofloksasin Danofloksasin Marbofloksasin Sarafloksasin Diflofloksasin Nalidiksikasit Flumequin Oksolinik asit	20 20 20 20 20 20 20 20 20
KARBAMATLAR	Karbaril Karbofuran Methiocarb Metomil Propoksur	50 100 10 100 50
PYRETROİDLER	Sipermetrin	10
DİĞER FARMAKOLOJİK AKTİF MADDELER	Fumagilin	-
ORGANOKLORLU MADDELER	Endosulfan Bromopropylate Amitraz	10 10 200
ORGANOFOSFORLU MADDELE	Parathion-methyl Malathion Diazinon Dichlorvos (DDVP) Chlorpyrifos Trichlorfon Coumaphos	10 10 10 10 10 10 10
KİMYASAL ELEMENTLER	Kurşun Bakır Kadmiyum Çinko	10,6 8 4,2 14,7
DİĞER MADDELER	Naftalin	5

Son yıllarda kimyasal ilaçlama olarak kullanılan sentetik pyretroidler ve formamidin gibi organik fosforlu ilaçlar daha çok tercih edilmeye başlanmıştır. Özellikle en çok kullanılan ilaçların başında Coumaphos, Amitraz, Flumethrin ve fluvalinat gelmektedir. Genel olarak ilaçlama yapılırken erken ilkbahar ve geç sonbahar ilaçlaması yapılması söylenirken, yavaş salınım yapan şerit preparatların kullanımı, toplu mücadelede 8 haftalık erken sonbaharda, bal hasadından hemen sonra yılda tek sefere indirgenebileceğini göstermiştir. Özellikle sentetik pyretroidlerin kalıntı düzeylerinin az olması nedeniyle, erken ilkbaharda gereken durumlarda yapılmalıdır. Yapılan bazı araştırmalar *Varroa* direncinin önüne geçebilmek için 2-3 yılda bir farklı ilaçların kullanılması gerektiğini göstermiştir (Aydın ve Doğanay, 2017).

a. Amitraz

Formamidin grubu olan bu akarisit, bal arısı dış parazitlerine karşı kullanılmak üzere ruhsatlandırılmıştır. Veteriner hekimlikte ektoparazitlerin kontrolü için topikal olarak domuzlara, sığırlara ve koyunlara sprey, daldırma veya dökme olarak uygulanmaktadır. Arıcılıkta, amitraz, *Varroa* hastalığının tedavisi için kovan içi 500 mg'lık amitraz içeren sürekli salımlı bir şerit olarak kullanılır. Önerilen doz, 6 haftalık bir süre boyunca kovan başına 2 şerittir. Ayrıca diğer formülasyonları da (spreyler, aerosoller) kullanılmaktadır. Amitraz içeren karton plakalar tütsü şeklinde kullanılabilir ve her bir karton plaka ile 10 adet kovan 1 dk içinde ilaçlanması, tütsünün kovan deliğinden içeriye 7-8 defa pompalanması ve 3 gün ara ile 3 kez tekrarlanması önerilmektedir. Kış aylarında yavru gözü olmadığından, hava sıcaklığının 12°C'den yüksek olduğu günlerde yapılan ilaçlamalar, kolonideki akar yoğunluğunu önemli ölçüde azaltmaktadır (Anonim, 1999).

NOEL (Non-Observed Effect Level, Olumsuz etki tespit edilmeyen doz düzeyi) 0,125 mg/kg, ADI (Acceptable Daily Intake, günlük kabul edilebilir alım) 3 g/kg olarak belirlenmiştir. Ayrıca önerilen kullanım dozunda genotoksik ve karsinogenik etkili olmadığı rapor edilmiştir (Anonim, 1999).

Avrupa Birliği ÷lkelerinde 10 (Varatraz, Varidol, Apiwarol, Biowar 500, Apitraz, Apivar, Avartin B90, Varachet Forte, Amicel Varroa, Apivartin) ÷lkemizde ise 5 (Rulamit-VA, Apivar, Varroset, Varroason, Beeraz) farklı ruhsatlı ilaç bulunmaktadır (Mutinelli, 2016).

b. Flumethrin

Sentetik piretroid t÷revi dış parazit ilacı olarak kullanılan Flumethrin, sinirsel uyarımlar s÷resince sinir membranlarında sodyum geçirgenliğini artırmak sureti ile etki g÷stermektedir. Bal arılarında *Varroa*'nın hem larva hem de ergin formuna karşı, 3,6 mg flumethrin içeren plastik şerit form÷lasyonu tedavi amacıyla kullanılmaktadır. G÷lü kovanlarda 4, zayıf kovanlarda 2 şerit kullanımı önerilmektedir. şeritler 6 haftadan fazla olmamak şartıyla, 4-6 hafta arasında kullanılabilir (Anonim, 1998 ve Tihelka, 2018).

Avrupa Birliği ÷lkelerinde 4 adet ruhsatlı (Bayvarol, Varostop, Polivar Yellow), ÷lkemizde de 2020 yılı itibariyle d÷rt (Bayvarol, Flumevar, Varostop, Beevarflu) farklı ilaç mevcuttur (Mutinelli, 2016).

c. Fluvalinate

Sentetik piretroiddir. Temas yoluyla etkisini g÷sterdiği için tahta veya plastik şeritlere emdirilmiş halde kullanılır. Fluvalinate içeren Apistan, Klartan, Minadox bal arısı kolonileri için de *Varroa* akarlarını kontrol etmek için kullanılır. Akar direnci gelişmiştir. Bal, balmumu ve propoliste kalıntı problemi vardır (Kumova, 2004).

d. Kaumafos

Organik fosforlu bir insektisit olan kaumafos ilk kez Amerika da 1958 yılında ruhsatlandırılmıştır. Kolinesteraz enzim inhibit÷r÷ olarak çalışır ve asetil kolin

esteraz sentezini inhibe ederek akarda felç etkisi göstermektedir (Ware, 2000). Bu enzim insan ve böceklerde sinir sisteminin düzenli çalışmasını sağlamaktadır (Aydın ve Doğanay, 2017 ve Tihelka, 2018). Bal arılarında *Varroa* ve *Braula* enfeksiyonlarına karşı, 7 gün ara ile iki kez 32 mg/kovan dozunda uygulanması önerilmektedir (Anonim, 1999).

Varroa'ya karşı kullanılan kimyasallar, kullanım dozuna, kullanım şekline, etkinliğine ve özelliklerine göre değişiklik göstermektedir. Hatta bu maddelerin etkinliği yavrulu petek gözlerinin kapalı olup olmamasına göre önem oluşturmaktadır. *Varroa*'lı arı kolonilerinde uygulanan ilaçların yanlış ve yoğun şekilde yapılması; bu akarların kimyasallara karşı direnç kazanmasını sağlamaktadır. Sırlı yavru gözlerinde çoğalmakta olan akarlar bu kimyasallardan etkilenmemekte ve bunlara karşı daha dayanıklı nesiller kolonide varlığını sürdürmektedir. Sezon dışı kullanılan ve doz artışı yapılan ilaçların bal ve balmumunda kalıntı sorununa neden olmakta, insan ve arı sağlığını olumsuz etkilemektedir (Kumova, 2004).

Bu nedenlerden dolayı koloniler için yapılması gereken en uygun ilaçlama, erken ilkbahar ve geç sonbaharda olmalıdır. Çünkü bu zamanlarda, kolonideki sırlı yavru gözü sayısının daha az olması, petek gözlerinin dışında kalan arı akarının ilacın etkisinden korunamadığı ve kovandaki bal miktarının en az seviyede olması, balda ilaç kalıntısı probleminin daha az olmasını sağlar. *Varroa* ile bulaşık kovanlarda, ilkbahar ve sonbahar dönemlerinde çeşitli kimyasal preparatlar kullanılmış ve sonbahardaki ilaçlamanın daha etkili olduğu görülmüştür (Girişgin 2008; Kumova, 2004 ve Tutkun ve Boşgelmez, 2003).

Son yıllarda *Varroa* kontrolü için Bayvarol, Formik Asit plakaları, Apitol, Perizin, Apistan, Folbex-VA, Apivar gibi birçok ruhsatlı kimyasal ilaçlar daha çok tercih edilmektedir. Bazı kontakt etkili sentetik piretiroidlerden, Apistan ve Bayvarol gibi ilaçların etkinliği %91-100 oranında değiştiği gözlemlenmiştir. Ancak bu piretiroidleri (Apistan, Yardex, Spur, Aqua, Tau- Fluvalite, 41 Bayvarol gibi) devamlı olarak kullanan bazı ülkelerinden gelen sonuçlar, *Varroa*'ların bu piretiroidlere karşı direnç kazandıkları, arı ürünlerinde kalıntı maddeler ve dayanıklı

parazit nesillerinin gelişmesine sebep olduğunu göstermektedir (Kumova, 2003 ve Kumova, 2004).

1.8.4.7.2. Organik Asitlerin Kullanımı

Uzun yıllardır varrao ile mücadelede genetik, mekanik, biyolojik ve kimyasal yöntemler gibi birçok farklı yöntem kullanılmıştır. Ancak kimyasal mücadelede kullanılan akarisitlerin büyük bir kısmının hatalı kullanılması nedeniyle, *Varroa* akarı zamanla ilaç dirençliliği kazanmıştır ve bu ilaçların etkinliği de azalmıştır (Boecking ve Spivak, 1999).

İnsan sağlığı ve gıda güvenliği açısından ilaç kalıntıları ise büyük bir sorun haline gelmiştir. Son zamanlarda Amerika ve Avrupa'nın pek çok yerinde bu problemleri aşmak amacıyla bazı bulaşıcı hastalık ve parazitlere karşı güçlü arı hatlarının yetiştirilmesi için organik asit uygulamaları yaygın hale gelmiştir (Bogdanov ve ark., 1999).

Laktik asit, formik asit ve oksalik asit gibi organik asitler, günümüzde *Varroa*'ya karşı en çok tercih edilen biyopestisidlerdir. Uygun zaman ve doğru dozda kullanılan bu organik asitler kolonide ne yetişkin arı ve yavru sayısına olumsuz etkilemekte ne de arı kaybına neden olmaktadır (Goodwin ve ark., 2002; Imdorf ve ark., 1996 ve Milani, 1999).

Arıcılıkta *Varroa*'ya karşı mücadelede kullanılan organik asitler ile ilgili bazı bilgiler Çizelge 1.5'de verilmiştir.

Çizelge 1.5. *Varroa* Mücadelesinde Yaygın Olarak Kullanılan Bazı Organik Asitler (MAF, 2001).

Aktif Maddesi Ticari İsmi Organik Bileşik Sınıf	Kontrol Etkinliği (%)	Uygulama Zamanı	Uygulanma Şekli	Kolonideki Etki Şekli	Kalıntı Problemi	Bal MRL (ppm)	Balmumu MRL (ppm)
Okzalik Asit Generic Organik Asit	82-99	Kış aylarında yavru olmayan dönemde	Peteklere püskürtme veya arılar üzerinde damlatma	Kontak etkili	Balın tadında	400-900	Yok
Formik Asit Generic Organik Asit	61-98	Yaz sonu veya sonbahar	Buharlaştırıcı kit içinde, jel şeklinde	Buharlaştırma	Balın tadında	150-160	Yok
Laktik Asit Generic Organik Asit	41-99	Kış aylarında yavru olmayan dönemde	Peteklere püskürtme veya arılar üzerinde damlatma	Kontak etkili	Balın tadında	800-1600	Yok

a. Formik Asit (HCOOH)

Balın doğal yapısında bulunan formik asit ve akarlar karşı güçlü etkisi olan, bir organik asittir (Eguaras ve ark., 2001). Karınca asidi ve metanoik asit olarak da bilinen oda sıcaklığında oldukça keskin kokusu olan renksiz bir sıvıdır. Su ile karışabilir. Avrupa Farmakopesinde kayıtlı tanımlaması bulunmamaktadır. Türk Gıda Kodeksine göre, formik asit için balda maksimum kalıntı limiti gerekmemektedir (Anonim, 2017). Kullanılan uygulama yöntemine göre formik asidin etkinliği % 60-92 oranında değiştiği görülmektedir (Fries ve ark., 1991 ve Imdorf ve ark., 1997). Hava sıcaklığı, uygulama zamanı ve süresine göre bu etki değişmektedir. Okzalik asit ortamdaki sıcaklıktan çok fazla etkilenmezken, formik asit ise 100°C altında iyi tepki göstermediği belirtilmektedir (Brodsgaard ve ark., 1998; Cornelissen ve Blacquiere, 2004 ve Korpela ve ark., 1992).

Uygulama sırasında öncelikle tüm havalandırma delikleri ve kovan girişde dahil olmak üzere tamamen açılmalıdır. İlacın etkinliği açısından, yavaş buharlaşan formik asit kullanılırken, örneğin; 10-25°C arasında en iyi sonucu vermesi, 30°C'yi geçen sıcaklıkta arı ölümlerinin yaşanması ve 10°C'nin altında ise etki göstermemesi sebebiyle bu sıcaklıklara dikkat edilmelidir. Uygulama, 1-4 gün aralıklarla, kovanda bulunan arı sayısına ve kovan gücüne göre değişiklik göstermekte olup, 3-5 kez tekrarlanır. Formik asidi daha etkili bir şekilde kullanmak ve baharlaşmayı kontrol altına almak için bazı ekipmanlar ve çeşitli yöntemler geliştirilmiştir. Bu yöntemler, uygulama sayısını azaltmaya yardımcı olmaktadır. Kovanlara uygulama şekli olarak; 3 ölçek %85'lik konsantre formik asit ve 1 ölçek su karıştırılır ve bu oluşan karışımdan %65'lik solüsyonunun kullanılması önerilmektedir (Girişkin, 2008; Lodesani, 2004 ve Rosenkranz ve ark., 2010).

b. Laktik Asit (CH₃CHOH-COOH)

Hafif sarımsı, beyaz renkte, saydam ve kendine has kokusu olan laktik asit; suda çözünebilen bir sıvıdır. Buna ek olarak ekşimiş sütte elde edildiği için 'süt asidi' de denilmektedir. Doğada süt ve süt ürünlerinde bulunan laktik asit, ticari olarak, *Bacillus acidilacti* gibi bakterilerden üretimi yapılmaktadır. Yan ürün olarak glikojen yıkımı sonucunda ortaya çıktığı için balda da bulunmaktadır. *Varroa*'ya karşı mücadelenin yanı sıra işlenmiş gıda sanayiinde, süt endüstrisinde ve fermentasyon gerektiren besinlerde gıda koruyucu olarak da kullanılmaktadır (Anonim, 2008).

Laktik asit, *Varroa* mücadelesinde başarılı sonuçlar elde edebilmek için, erken ilkbahar ve geç sonbaharda, kolonideki yavru sayısının en az olduğu bu dönemde tercih edilmelidir. Çünkü kapalı yavru gözleri içerisine etki etmemektedir (Imdorf ve Kilchenmann, 1990). Laktik asidin petek yüzeyine 7 gün aralıklarla %15'lik konsantrasyonunun 4 ml verildiği durumda *Varroa* akarı üzerinde yaklaşık %92,6 oranında etki gösterdiği gözlemlenmiştir (Suarez ve ark., 1995).

Uygulamayı yapmak için en uygun zaman öğleden sonra rüzgarsız bir günde olması ve tamamı arı ile kaplı bir çerçevenin her bir yanına 5 ml %15'lik asit solüsyonunun püskürtülmesidir. Kovadaki akar yoğunluğu dikkate alınarak, 3-4 gün ara ile 3-4 uygulama ve bunu yılda iki kez tekrarlamının yeterli olacağı görülmüştür (Anonim, 2003).

Laktik asit etkisini, arılardan farklı olan *Varroa* akarlarının kitin tabakasının yapısını bozarak göstermektedir (Rawlings, 1996).

c. Okzalik Asit (C₂H₂O₄)

Suda çözünebilen, az kokulu, ticari olarak okzalikasitdihidrat (C₂H₂O₄·2H₂O) formunda bulunan ve ince kristalize beyaz bir tozudur. Balda da bulunmasının sebebi doğadaki birçok bitkide yüksek miktarda olmasıdır (Wehling ve ark., 2003).

Kapalı yavru petek gözlerine etkili olmayan okzalik asit sadece yetişkin arılardaki *Varroa*'ları öldürerek etki etmektedir. Bu nedenle erken ilkbahar ve geç sonbahar dönemlerinde yani yavru gözlerinin en az olduğu zamanlarda kullanılmalıdır. %90-95 oranında başarı sağlanabilmesi için bu dönemler tercih edilmelidir (Nanetti, 1999 ve Paradin ve ark., 2000). Okzalik asit parazit akarın vücut ph dengesini bozup arıdan ayrılmasını sağlar (Lide, 2006).

Kovana; damlatma, buharlaşma ve spreyle uygulanan okzalik asit solüsyonunun, yavrusuz dönemde, şu ana kadar en kolay uygulanma şekli damlatma yöntemidir (Rosenkranz ve ark., 2010).

Sprey kullanımında, her petekte arıların kümeleştiği yerlere, 30 gr dehidrat okzalik asit 1000 ml suda çözdürüldükten sonra 3-4 ml bu çözeltiden el spreyi yardımı ile püskürterek olmaktadır. Arıların çok iyi tolere edebildiği bu doz, özellikle yavru bulunmayan kolonilerde, yetişkin arılar üzerindeki akarlara doğrudan etki

etmektedir. %95'ten fazla etkinlik göstermesine rağmen fazla işgücü ve zamana kaybı olarak görülmektedir. Damlatma methodu için, 5 ml %3,2'lik şeker şurubu/okzalik asit solüsyonu kullanılır ve yoğun arı kaplı çerçeveler arasına uygulanır. Bunun için, 1 kg toz şeker ve 35-40°C sıcaklıktaki su karıştırıldıktan sonra 20°C'ye (oda sıcaklığı) gelene kadar soğumaya bırakılır. Hazırlanan bu solüsyona 75 gr kristal okzalik asit konulduktan sonra karıştırılır. Peteklerin üst çitalarının arasındaki boşluklardan arıların üzerine kovandaki sayıları hesaplanarak uygun miktardaki solüsyon damlatılır. Bu miktar, yoğun olarak yetişkin arı ile kaplanmış 10 çerçeveye toplamda 50 ml solüsyon olabilir. Okzalik asit uygulamasının koloni üzerinde olumsuz bir etkisi olmasa da yüksek miktarda kullanıldığı zaman arıların zayıflamasına neden olmaktadır (Girişkin, 2008; Lodesani, 2004 ve Rosenkranz ve ark., 2010).

1.8.4.7.3. Bitkisel Kaynaklı Mücadele

Varroa ile mücadele etmek zorunda kaldığımız ilk günden bu zamana kadar birçok kimyasal ve doğal maddeler kullanılmıştır. Ancak bu kimyasalların büyük bir çoğunluğu bilinçsizce ve hatalı olarak uygulanmış, sonucunda ise etkinlikleri azalmıştır. Bundan dolayı, arı ürünlerinde özellikle bal ve balmumu absorban (emici) özellikte olduğu için bu ürünlerde kalıntı problemleri meydana gelmiştir (Nasr, 1998).

Yanlış ve yoğun olarak kullanılan kimyasal akarisitler yüzünden bunlara karşı dirençli akar popülasyonları ortaya çıkmıştır (Akyol ve ark., 2006 ve Whalon ve ark., 2018). Böylece, kimyasalların yerine, kalıntı bırakmayan organik kökenli bitkisel ürünlerin kullanılması için yapılan çalışmalara hız verilmiştir. Adaçayı, nane, kişniş otu, mentol, pelin, ökalipol, kamfor, kekik yağı ve okalipol bitkisinin yaprakları ve yağı (Higes ve ark., 1997; Marceau, 1997; Mutinelli ve ark., 1995; Shaarawi, 1995 ve Shoreit ve Hussein, 1994) mücadele amacıyla *Varroa*'ya karşı kullanılmıştır.

1.8.4.7.4. Uçucu Yağların Kullanılması

Esansiyel yağ bileşikleri, bitkisel kaynaklı sentetik akarisitlere alternatif yağlar olarak *Varroa* kontrolünde kullanılmaktadır. Araştırmalar sonucunda, akarisitlere karşı uçucu yağların etkili olduğu belirtilmiştir. Sağlık yönünden tehlikesiz olan esansiyel yağlar aynı zamanda ucuz olarak da temin edilebilmektedir. Fakat *Varroa* kontrolünde, uygulama yapılırken standartize edilmesi güç olan uçucu yağların 150'den fazla bileşiği laboratuvar şartlarında test edilmesine rağmen bunların sadece az bir bölümü saha çalışmalarında başarılı olabilmektedir. Seyreltilmiş formik asit bileşeniyle birlikte İzmir kekiği ve marjoram yağı, pasif olarak buharlaşan timol, ısı uygulamaları ile kış yeşili yağının kullanımı ve sprey olarak kekik ve ada çayının kullanımı *Varroa* akarı kontrolünde başarılı olmuştur. Ancak bazı sebeplerden uygulamalar arıcılar tarafından yaygın olarak kullanılmaz (Imdorf ve ark., 1999, Kumova, 2004, Kurt, 2007 ve Ruffinengo ve ark., 2005).

Bazı ülkelerde ise, Keklik üzümü yağı, Pennroyal yağı, Catnip yağı, Citronella yağı, Eucalypt yağı, Melaleuca yağı, Patchouly yağı, Rosemary yağı, Çay ağacı yağı, kekik yağı ve Nane yağı gibi esansiyel olan yağlar *Varroa* kontrolünde kullanılmaktadır (Kumova, 2004, Kurt, 2007 ve Imdorf ve ark., 1999).

Araştırmalar neticesinde, eterik bir yağ olan çördük otunun (*Hyssopus officinalis* L.) *V. destructor*'e karşı etkili olduğu ve arılar üzerinde ise olumsuz bir etki göstermediği belirtilmiştir. Kış aylarında kullanıldığı zaman *Varroa* yoğunluğundaki artışı %80,08 azaltmaktadır (Önk, 2003).

Birçok bitkinin yaprakları ve özünden yapılan uçucu yağların kullanımı, (okaliptüs, ardıç, nane, pire otu, tütün, çam yaprağı, ceviz, turunçgil, sarımsak, kekik) uygulama aşamasında uygun hale getirmek oldukça zor olmaktadır. *Varroa* kontrolünde, timol ve timol karışımı içeren uçucu yağlar, Avrupa ve Amerika'daki ülkelerde diğer uçucu yağlara oranla %90-99 etki göstermekte olup sıklıkla kullanılmaktadır (Kumova, 2004). Kanola, tırfil ve yoncanın esansiyel yağları koruma amaçlı kullanılabilir (Aydın ve Doğanay, 2004).

Kekik, Türkiye’de Lamiaceae familyasına ait olarak tanımlanan ve birçok aromatik bitki türünden biridir. Thymus, Satureja, Origanum, Coridothymus ve Thymbra gibi cinsleri mevcuttur. Özellikle timol ve karvakrol içeren türler ‘‘kekik’’ olarak adlandırılır. Ancak genellikle Origanum, Thymbra ve Satureja türülerin uçucu yağlarında karvakrol, Thymus türü kekiklerin uçucu yağında ise timol oranı daha yüksektir (Çetin ve Göçmen, 2013). Timolün etki şekli tam olarak bilinmemekte ancak böceklerde sinir sistemini etkilediği düşünülmektedir. Türk Gıda Kodeksine göre, timol için balda maksimum kalıntı limiti gerekmemektedir (Anonim, 2017). Baldaki timol tat eşiği 1,1-1,3 mg/kg olarak bildirilmiştir (Donders ve ark., 2006). Avrupa Birliği ülkelerinde 4 farklı (Apiguard, Thymovar, Api Life Var, Ecostop-lamellae) ülkemizde ise 6 farklı (ABvarBİO, Biyovar-T, Ecostop, Apiguard, Thymoset, Thymovar) ruhsatlı ilaç bulunmaktadır (Mutinelli, 2016).

Timol, akarisit etkiye sahip aynı zamanda da bir protein denatürantı olan uçucu bir yağ asididir. Yani akardaki sitoplazmik membranın geçirgenliğinde değişime neden olmakta ve hücre dışına çıkan plazma miktarını arttırıp, yaşamsal öneme sahip organlardaki bütün hücrel işlemleri bozarak etki etmektedir. *V. destructor*, timolün bu öldürücü etkisi ve diğer birçok kimyasal bileşiklerden farklı çalışma mekanizması sayesinde uzun yıllar direnç kazanamamıştır. Karvakrol ile beraber, kekik suyu ve yağında bulunan timolün akarisit etkisi karvakrole oranla daha fazla içerdiği belirtilmiştir. Timolün, doz salınımının standarta uygun yapılamaması ve birtakım bitkisel yağlarda etki oranının düşük olması gibi yan etkileri vardır. Bu da kovanlarda paraziti elemine etme oranının bazen %90’dan fazla ya da %50’den az olmasına neden olmaktadır. Bunun sonucunda da özellikle yaz aylarında akarın zararlı etkisi en yüksek seviyeye ulaştığı için arıcıların hasattan önce ilaçlama yapmasına imkan vermemektedir. Yüksek miktarlarda timol içeren arı keki ya da şeker şurubu kullanıldığında, timolün 0,8 ppm olan MRL değerinin geçildiğini göstermekte ve balın tadının değişmesine neden olmaktadır. Çizelge 1.6’da kullanılacak timolün uygulanma koşulları verilmiştir. Hava sıcaklığının 27°C’den fazla olduğu zamanlarda uygulama yapılırken toz timolün buhar yoğunluğu artmakta bu da arıların toplu olarak kovandan çıkmasına neden olmaktadır. Aşırı miktarda

timol kullanılması, kovanda arı ölümlerine ve larva sayısında azalmaya neden olmaktadır (Akkaya, 2014).

Çizelge 1.6. Saf Thymol ile *Varroa* Kontrolü (Kumova, 2004).

Uygulanma şekli	Doz	Uygulanma Yeri	Uygulanma Süresi (Gün)	Uygulanma Zamanı	Etkinlik (%)
Toz	4x15 g	Petekler arası	16	Ekim/Kasım	66,0
Toz	3x4,5/6 g	Petekler üzerine	21	Ekim/Kasım	81,0
Toz	4x1 g	Çerçeve üzeri	8	Kasım	95
Toz	5x0,5 g/petek	Çerçeve üzeri	8	Ekim/Kasım	96,8
Toz	5x1 g/arı yolu	Çerçeve üzeri	19	Ağustos/Kasım	96,8
Toz	4x8 g	Petek üzeri kutu	28	Şubat	97,6
Toz	2x10 g	Çerçeve üzeri			97
Karışım	2x10 g	Çerçeve üzeri	49	Ağustos/Kasım	85-97

Okaliptüs Kabuğu ve Yaprığı: Okaliptüs ilaç sanayisinde kullanılmaktadır. *Varroa* için kontrolünde de kullanılan aromatik bir bitkidir. *Varroa* mücadelesinde %60 oranında başarı elde etmek için uygulama sırasında kovan deliği 15 dk kapalı tutulmalı ve arıların kovanda olduğu zamanda, yani akşamüstü, körük içinde yakılan okaliptüs kabuğu ve yaprağının dumanı her koloniye 5 kez duman şeklinde verilmelidir (Shaarawi, 1995).

1.8.4.7.5. Biyolojik Yöntemler

Varroa ile biyolojik mücadele, entegre olmayan bir method olup, ekonomik zararı azaltmayı ve kimyasallara başvurmadan paraziti öldürmek yerine kontrol altına almayı hedeflemektedir (Tutkun ve Boşgelmez, 2003).

Varroa paraziti, ürüme sistemleri gereği kapalı gözlerde çoğalmaktadır. Uygulanan bu iki yöntem sayesinde, birincisi, kapalı erkek gözleri ve ikinci olarak da kapalı işçi gözlerinin kovandan dışarı alınması ile akar yavruları da uzaklaştırılır (Büchler, 1997).

a. Erkek Arı Gözlerinde Tuzaklama Yöntemi

Varroa akarları üremek için, erkek arı gözlerini işçi arı gözlerine göre 10-12 kat daha fazla seçtikleri için, biyolojik mücadelede en çok bu yöntem kullanılmaktadır (Akyol ve ark., 1997).

Yöntem iki şekilde uygulanabilir;

1. Yılda en az 4-5 defa tekrarı yapılması gereken, devamlı kontrol edilen kolonilerdeki çerçevelerin kovana geri koyulmak üzere peteklerde bulunan tüm erkek gözlerinin yok edilmesi.

2. Kraliçe arının, erkek arı gözleri bulunan çerçeveler konan kovana döllenmemiş yumurtalar bırakması sağlanır. Daha sonra erkek arı gözlerinin çıkarılması için bu petekler kovandan alınıp temizlendikten sonra kovana geri konulabilir.

Avrupalı arıcılar tarafından geliştirilen, 1500 açık erkek larvanın olduğu bir çerçeve ile yaz mevsimi başlangıcında, bir model olarak denenmiştir. Diğer parazit etkenlerini hesaba katmadan düşünüldüğünde, daha çok erkek arı gözlerini seçen *Varroa* larvalarının yumurtlaması için kontrol amaçlı konan çerçevenin yedi gün sonra kovandan geri alınması ile kovanlardaki *Varroa* etkinliğinin %89 olduğu gözlenmiştir ancak bu uygulama ayda 2 defa yapılması gerekmektedir. Öte yandan diğer gözlerdeki ana ve işçi arılar düşünüldüğünde *Varroa* etkinliğinin, kalan %11'lik kısmı ile hızla çoğalabilecekleri için bu yöntem tek başına başarılı olabileceği düşünülmemektedir. Bu yöntem en efektif kimyasal yöntem ile karşılaştırıldığında bile eşit derecede etkili sonuçlar elde edilmiştir. *Varroa* kontrolünde iyi sonuçlar vermesi, kolonilerde olumsuz bir etkisinin olmaması nedeniyle sıklıkla tercih edilmektedir. Başarı oranının yaklaşık %90'lara ulaşması için tuzaklama ya da işçi arı ve erkek arı gözlerinin taşınması yöntemi ile birlikte uygulanması gerekmektedir (Büchler, 1997).

b. İşçi Arı Gözlerinin Taşınması ve Tuzaklama Yöntemi

Genel olarak erkek arı gözlerini seçen *Varroa* üremek ve çoğalabilmek için aynı zamanda işçi arı gözlerini de tercih ettiği belirtilmiştir. Parazit akarın çoğalmasını engellemek için kolonide bulunan tüm işçi arı çerçevelerinin imha edilmesi aynı zamanda arı popülasyonunun sayısını olumsuz etkilediği için uygulama imkanlarını sınırlamaktadır. Bu durumun önüne geçmek için kullanılan tuzaklama yönteminde ise, ana arı ızgarası ile sadece bu petek çerçeveye hapsedilerek yumurtlaması sağlanan ana arı 9 gün sonra ilk petek çerçeveden alınıp ikinciye hapsedilir ve bu işlemden 18 gün sonra ilk çerçeve kovandan alınarak imha edilir. İkinci petek çerçevede bulunan ana arı alınarak üçüncü petek çerçeveye konur ve ikinci çerçeveye *Varroa*'ların girmesi sağlanır. Ana arının 27 gün sonra serbest kalmasına izin verilir ve ikinci çerçeve kovandan alınır. Üçüncü petek çerçeve 36. günde kovandan alındıktan sonra imha edilir ve uygulama tamamlanmış olur. Yöntem koloni gelişimini olumsuz olarak etkilemekte ve en büyük dezavantajı fazla sayıda işçi arılı çerçevelerin imha edilmesidir (Goodvin ve Eaton, 2001).

c. Tel Kafesli ve Çekmeceli Taban Uygulama Yöntemi

Yöntemde önemli unsurlardan biri *Varroa* tuzaklı kovan kullanmak yani, dip tahtasının üzerine sürgülü bir çekmece koymaktır. Dip tahtalarının derin olması, kovan çekmecenin üst tarafına konması ve *Varroa*'ların düştükten sonra çıkamayacağı, arıların ise sığamayacağı genişlikte tel ızgara çekilmesi diğer husulardan biridir. Kullanılan bu uygulamanın etkinliğini ölçmek için ızgara altındaki çekmecenin renginin beyaz olması, kolay gözlem yapılmasını sağlamakta ve dip tahtalarının temizlenebilmesi için yararlı olduğu belirtilmiştir (Bew ve ark., 2005).

d. Yapay Oğul Alınması ile Tuzaklama Yöntemi

Oğul döneminde yapılan bu işlem ile hem yapay oğul elde edilmiş ve akar kontrolü yapılmış hem de koloninin oğul vermesi engellenmiş olur. Bu uygulama, nektar akımı sırasında yaz mevsimi sonunda ya da yaz başında veya ilkbahar sonunda yapılır. İlk yöntem olarak, kullanılan iki koloniden birincisindeki yavrulu peteklerin hepsi ikinci kovana alınarak yetişkin arıların tamamı birinci kovanda kalır. Önceden erkek arı gözleri olan petekler bu kovana verildiği ve genelde parazitlerin erkek arı gözlerini tercih ettiği için buraya girerler. Hemen hemen tüm *Varroa*'lar bir hafta içinde kapanan erkek arı gözlerinde hapsolurlar. Yeterli sayıdaki erkek arı gözü kapanan çerçeveler geri alınır ve uygulama tamamlanır. Daha sonra aynı işlem işçi arı çerçevelerinin verildiği kovanda tekrarlanır. İkinci yöntemde ise, *Varroa* kontrolü yapılamaması istenen koloni ile yeni yavruların çıkmaya başladığı koloni yer değiştirilir. Ancak araya belli bir uzaklık konulmalıdır. İlk kolonideki tarlacı arılar ikinci yeni koloniye gelince yapay oğul üretimine başlarlar. 9-10 gün sonra bir tane ana arı memesi olan ve kafese alınmış çerçeve uzaktaki koloniye konulur. Başlangıçtan itibaren 20-21. günün ardından kafesteki ana arı çiftleşme uçuşu yapamadığı için diğer yavrular çıkar ve koloni yavrusuz kalır. Yapay oğullu sırlanmamış çerçeveler verilen bu kolonideki işçi arılar üzerinde bulunan *Varroa*'lar buradaki petek gözlerine girmesi sağlandıktan sonra gözlerin kapanması beklenir ve alınan çerçeveler sıcak suda eritilir. İşlemlerin sonunda kovanlarından alınan yapay oğuldaki yaşlı ana arı ve kafesteki ana arının yerine dölsüz ana arı konulur (Goodvin ve Eaton, 2001 ve Kumova, 2003).

e. Isıl İşlemlerden Yararlanma

Bu yöntemin yetişkin arılar üzerinde *Varroa* kontrolü sağlamamakta ve tüm kovana yapılan sıcaklık uygulaması yüzünden arıların zarar görmesine neden olmasından dolayı yetişkin arılar üzerinde etkisi bulunmamaktadır. Uygulamaya, yavru bulunan çerçevelerin koloniden alınıp, inkübatör ile ısı verildikten sonra koloniye

geri verilmesi şeklinde olmaktadır. Ancak işlemten sonra işçi arılar üzerinde hala *Varroa* olduğu gözlemlenmiştir. Ticari arıcılıkta uygulanabilmesi düşük olmasına rağmen kolonideki *Varroa* sayısını düşürüp, %50-80 oranında bir etkinlik sağlamaktadır (Goodvin ve Eaton, 2001).

f. Genç Ana Arı Kullanma Yöntemi

Erkek gözlerinin imha edilerek *Varroa*'ların sayısını azaltmak amacıyla uygulanan bir mücadele yöntemidir. Teknik bilgi ve tecrübe gerektirmemesi, kolay, paratik ve masrafsız olması sebebiyle *Varroa* mücadelesinde tek başına etkili olduğu düşünülmektedir (Kaftanoğlu ve ark., 1992).

g. Petek Tellerine Elektrik Uygulama Yöntemi

Yöntem, çerçevelerin asıldığı tellerin sayısının arttırarak gerçekleştirilmektedir. Ana arının tellerin olduğu yerlere, erkek arı gözleri işlendikten sonra döllenmemiş yumurta bırakması ve erkek arı üretimi ile olmaktadır. Erkek gözlerinin içindeki *Varroa*'ların ölmesini sağlamak için, birkaç gün sonra gözlerin kapanmasının ardından metal tellere 5-8 sn düşük gerilimde elektrik akımı verilir ve tellerin ısınmasını sağlar. Uygulama akarları yok ederken, ısınan tel yüzünden bal mumunun da erimesine sebep olmaktadır. Isıya dayanıklı plastik çerçeveler kullanarak bu durumun önüne geçilebilmektedir (Huang, 2001).

h. Erkek Yavru Göz Üretimini Sınırlandırılması

Varroa'ların erkek arı gözlerini tercih etmeleri ve bu gözlerde daha çok üremelerinin nedeni, erkek arıların gözlerde diğer arılara göre daha uzun kalmasıdır. *Varroa* kontrolünü kolaylaştırmak için erkek arı gözleri imha edilip parazitlerin üreme yerlerinin azaltılması sağlanabilir. Bunun için,

- 1- Genç kraliçe arı kullanılması,
- 2- Erkek arı gözleri çok olan çerçevelerin kovandan alınması,
- 3- Peteklerdeki erkek arı gözlerinin çıkarılması,
- 4- Erkek arı gözü olan temel peteklerin tercih edilmemesi gibi uygulamalar yapılabilir.

Yöntemin akarın çoğalmasına engel olamadığı ancak yavaşlamasını sağladığı belirtilmiştir. Çünkü *Varroa* sadece erkek arı gözlerinde değil, diğer gözlerde de üreyebilmektedir (Bew, 2005).

1. İşçi Arı Gözünün Büyüklüğünün Değiştirilmesi

Yeni Zelanda ve ABD’de yürütülen çalışmalarda, *Varroa* popülasyonunu büyük ölçüde azaltmak için işçi arı gözlerinin küçültülmesi gerektiği belirtilmiştir. Çünkü işçi arılar diğer arılara oranla daha küçük gözlerde beslendikleri için, gelişim süreleri daha kısa olup gözleri daha erken terk etmektedirler (Piccirillo ve De Jong, 2003).

i. Polen Tuzağı Kullanılması

Polen tuzakları tarlacı arıların kolaylıkla geçemeyeceği kadar küçük olduğundan polen yüklerini bırakmak zorunda kalmaktadırlar. Aynı zamanda kovanın girişine ya da altına konulan bu tuzaklar nedeniyle üzerlerinde taşıdıkları *Varroa* akarları tuzağa takılarak düşmektedirler (Çakmak ve ark., 2002).

1.8.4.7.6. Bitkisel Yöntemler

Varroa ile mücadelede, amitraz, flumetrin ve coumaphos gibi etken maddeli kullanılan kimyasal ilaçlara karşı *varroa* akarının direnç oluşturması, arı ürünlerinde kalıntıya neden olması ve sırlı yavru gözlerinde bulunan *Varroa*'lara etki etmemesi sebebiyle (Elzen ve ark., 1999a; Elzen ve ark., 1999b ve Spreafico ve ark., 2000) organik kökenli bitkisel ürünlerin kullanımına dair araştırmalara önem verilmiştir. Örneğin, *Varroa*'ya karşı %65-95 yüksek oranda etkili olan tütün dumanı (Bakandritsons ve Zabunis, 1985), kimyasal ilaçlara göre daha avantajlı ve rahat kullanımı sayesinde pelin otu ve kimyon bitkisi önerilmektedir (Abou Zeid ve Ghoniemy, 1993).

2. GEREÇ VE YÖNTEM

2.1. Gereç

2.1.1. Örneklerin Toplanması

Yapılan bu araştırmada; Ankara bölgesindeki, arıcılığın yoğun olarak yapıldığı; Kahramankazan, Kızılcahamam, Çubuk, Kalecik, Elmadağ, Bala, Gölbaşı, Haymana, Polatlı, Ayaş, Güdül, Beypazarı, Nallıhan, Etimesgut, Akyurt, Sincan ve Çamlıdere ilçeleri ziyaret edilmiştir. Bu ilçelerden arıcılık işletmelerindeki 120 ayrı kovandan ana arı, işçi arı ve erkek arılardan toplam 200-300 arı üzerinden *Varroa destructor* pudra şekeri yöntemi kullanılarak Haziran-Temmuz 2020 tarihleri arasında teşhisi yapılmış ve toplanmıştır (Şekil 2.1). Bu yöntemde, aralıkları 0,5x0,5 mm olan ızgara şeklindeki kapaklı plastik kavanozlara alınan arılar üzerine pudra şekeri dökülerek birkaç dk dairesel hareketle çalkalanmıştır. Sonra pudra şekeri bir elek üzerine elenirken *Varroa*'ların ayrılıp düşmesi sağlanmıştır. Izgara kapaklı plastik kaplarda kalan arılar kovana geri verilmiştir (Seven ve ark., 2017). Bu yöntemin uygulanma aşamaları aşağıda Şekil 2.2 ve Şekil 2.3'de gösterilmiştir. Ayrıca bu yöntemin diğer yöntemlere göre tercih edilmesinin sebebi, arılara hiçbir şekilde zarar verilmemesidir. Diğer yöntemlerde kullanılan benzin, alkol, eter, deterjan ve sıcak su, toplanan arılardan akarlar elde edildikten sonra arıların ölümüne neden olmaktadır. Elekte kalan *Varroa* akarları toplanmış ve alkol içerisinde laboratuvara getirilerek daha sonraki uygulamalara kadar -20° C'de muhafaza edilmiştir.



Şekil 2.1. Numunelerin Toplandığı Arılık ve Kovanlar (Çubuk) (Orjinal).



Şekil 2.2. Pudra Şekeri Yönteminin Uygulanması (Orjinal).



Şekil 2.3. Eleme İşleminde Sonra *Varroa*'ların Elde Edilmesi (Orjinal).

2.1.2. PZR Yöntemi

Laboratuvara getirilmiş olan *V. destructor* örnekleri, -20°C 'den çıkarılarak, DNA ekstraksiyonunda yapılacak işlemlere hazır hale getirilmiştir.

2.1.2.1. DNA Ekstraksiyonu

Laboratuvara getirilen *V. destructor* örnekleri kovan başına düşen *Varroa* popülasyonunun yoğunluğuna göre NucleoSpin Tissue DNA Isolation Macherey Nagel kiti kullanılmıştır. Yoğun akarlı kovanlardan alınan örneklerle havuz sistemi, az akar olan kovanlardan alınan örneklere tek tek ekstraksiyon işlemi yapılmıştır.

2.1.2.2. Macherey Nagel NucleoSpin Tissue DNA İzolasyon Kiti İle DNA Ekstraksiyonu

Bu ekstraksiyon yönteminde Macherey Nagel NucleoSpin Tissue DNA İzolasyon kitine ait protokol izlenmiştir.

Bu amaçla; daha önce izole edilmiş ve muhafaza edilmiş (-20 °C) *V. destructor* lar ayrı şekilde otoklavlanmış, 2 ml'lik eppendorf tüplerine konularak 65 °C'de 1 dk bekletilmiştir. Bu işlem birkaç kez tekrarlandıktan sonra eppendorf tüplerindeki örnekler ucu 'ok' şeklindeki plastik çubuklarla ezilerek ekstraksiyon öncesi işlemlerde proteinin çöktürülmesini kolaylaştırmaktadır. Proteinlerin çöktürülmesi amacıyla 180 µL T1 Buffer ve 25 µL Proteinase K ilave edildikten sonra karışım vortekslenmiştir. Bu karışımda proteinlerin lize edilmesi için 56°C'de bir gece inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon işlemi sonrasında vortekslenen örneğe 200 µL Buffer B3 eklenmiş ve tekrar vortekslenmiştir. Ardından 70°C'de 10 dk inkübasyona bırakılmıştır. Kısaca vortekslenen karışıma 210 µL ethanol (96-100%) eklenmiş ve tekrar vortekslenmiştir. Karışım NucleoSpin Tissue Cloumn tüpüne yerleştirilmiş ve bu tüp Collection tüpünün içine konulmuştur. Daha sonra bu karışım Spin kolona aktarılıp 11000 x g'de 1 dk santrifüj edilmiştir. Collection tüpü karışım ile birlikte çıkarılıp, Column tüpüne yeni bir Collection tüpü yerleştirilmiştir. Daha sonra birinci yıkama aşaması olarak 500 µL Buffer BW eklendikten sonra karışım dökülüp, Column tüpü tekrar Collection Tüpüne yerleştirilmiştir. İkinci yıkama aşamasında 600 µL Buffer B5 eklenmiş ve bu karışım 11000 x g'de 1 dk santrifüj edildikten sonra karışım dökülüp Column tüpü Collection tüpüne tekrar yerleştirilmiştir. Column tüpü tekrar 11000 x g'de 1 dk santrifüj edilmiştir. NucleoSpin Tissue Cloumn tüpü 1.5 ml'lik mikrosantrifüj tüpüne yerleştirilmiş ve 100 µL Buffer BE eklenmiştir. Oda sıcaklığında 1 dk beklemeye alınıp 11000 x g'de 1 dk santrifüj edilmiştir. Daha sonra elde edilen DNA bir sonraki aşamaya kadar -20°C'de muhafaza edilmiştir.

2.1.2.3. Pozitif Kontrol Örneğinin Sekansının Belirlenmesi

Pozitif kontrolün belirlenmesi amacıyla arıcılık işletmelerinden rastgele seçilen örneğin haplotipi literatüre göre (Strapazzon ve ark., 2009) belirlendikten sonra pozitif kontrol olarak kullanılmıştır. Sekans sonucu için PZR ürününü almak üzere 'LGC' (Laboratory of the Government Chemist) adlı özel bir firmaya gönderilmiştir.

2.1.2.4. *Varroa destructor* Mt Cox1 Geninin İncelenmesi

Varroa destructor mt Cox1 geninin incelenmesinde Strapazzon ve ark. (2009) ve Solignac ve ark. (2005) tarafından belirlenen iki farklı teknik modifiye edilmiştir. Bu iki farklı yöntemde kullanılan primerler incelendiğinde; Solignac ve ark. (2005)'ından alınan primer dizini ve enzim tipi aşağıdaki gibidir:

- (ADA 01) 5'-TACAAAGAGGGAAGAAGCAGCC-3' Forward
- 5'-GCCCCTATTCTTAATACATAGTGAAAATG-3' Reverse
- 376 bp primer büyüklüğü
- RFLP'de kullanılan enzim *SacI* (Kore haplotipinde tek bir (sindirilmemiş) fragment oluşturmaktadır)

Çalışmanın karakterizasyon aşamasında Anderson ve Fuchs (1998)'dan adapte edilen, Strapazzon ve ark. (2009) tarafından da önerilen primerler kullanılmış olup, anılan primerlerin dizini ve enzim tipleri aşağıda verilmiştir:

•[5"GG(A/G)GG(A/T)GA(C/T)CC(A/T)ATT(C/T)T(A/T)TATCAAC3"]
Forward ve

•[5"GG(A/T)GACCTGT(A/TA(A/T)AATAGCAAATAC3"] Reverse

•570bp primer büyüklüğü

• RFLP'de kullanılan enzimler *XhoI* ve *SacI*

(*SacI* 90 ve 266 bp kesim yeri)

(*XhoI* 124 ve 252 bp kesim yeri)

Varroa destructor'un Cox1 gen bölgesinin amplifikasyonu için yapılan kontrolde; kırmızı ile gösterilen nükleotitlerin kapsadığı alan (Anderson ve Fuchs, 1998), sarı ile gösterilmiş nükleotitlerin (Solignac ve ark., 2005) oluşturduğu alanı

kapsaması, bu sayede yükseltgenmek istenen alanın daha geniş olması ve enzim kesim noktalarının bu iki primerin arasında kalmasından (mavi ile gösterilmiştir), kurulacak olan optimizasyon ve sonrası için (Anderson ve Fuchs, 1998)'dan adapte edilen, Strapazzon ve ark. (2009)'nın kullandığı bu dejenere primerler tercih edilmiştir.

```
ATTTTGATTTTTGGACACCCAGAAGTTTATATTTAATTTTGCCTGGTTTTGGTA  
TTATTTCTCATGTAATTTGTATACAAAGAGGGGAAGAAGCAGCCTTTTGGAAATTT  
AGGGATAATTTACGCTATAATAACTATCGGTATTTTAGGTTTTATTGTATGGGCTC  
ATCATATATTTACAGTAGGAATAGATATTGATACTCGAGCATATTTTACTGCAGC  
TACAATAATTATTGCGGTTCCCTACTGGTATTAATAATTTTTCTTGATTAGCAACAA  
TTCATGGTTCTATAGTTAAATTAATTCTTCTATTGATATTGTTTTACATGATACTT  
ATTATGTAGTAGCACATTTTCACTATGTATTAAGAATAGGGGCTGTATTTGCTATT  
ATTGCTGGGGTTGTAAATTGATT
```

(sacI 90 266 kesim yeri)

(XhoI 124 252 kesim yeri)

2.1.2.5. PZR Optimizasyon Çalışmaları

2.1.2.5.1. Optimizasyon

Kurulan optimizasyonda literatürdeki protokol izlenmiştir Strapazzon ve ark. (2009); 25 µL'lik reaksiyonda (Çizelge 2.1); 17,3 µL Nücleazsız su (Fermentas, Thermo Fisher Scientific, Inc. Waltham, USA), 2,5 µL 10X HF Buffer (Mobiding, UK), 1,5 MgCl₂ (Fermentas, Thermo Fisher Scientific, Inc. Waltham, USA), 0,5 µL Dntp Mix (Thermo Fisher Scientific, Inc. Waltham, USA), 0,5 µL Forward primer (İnvitrogen by Thermo Fisher Scientific, Inc. Waltham, USA), 0,5 µL Reverse primer (İnvitrogen by Thermo Fisher Scientific, Inc. Waltham, USA), 0,2 Taq enzim ve 2 mL DNA örneği kullanılmıştır.

2.1.2.5.2. PZR Amplifikasyonu

Varroa destructor'un Cox1 gen bölgesinin amplifikasyonunda (Strapazzon ve ark., 2009) CoxF ve CoxR primerleri (Çizelge 2.3) Berlin'deki "LGC" adlı bir firmaya sentezletirilmiştir. Reaksiyon thermal cycler cihazında yapılmıştır. Kullanılan iki farklı protokolün ve uygun annealing sıcaklığının belirlenmesi için Gradient PZR tekniği kullanılmıştır. Reaksiyonda kullanılan PZR (Çizelge 2.2) basamakları; 94°C'de 5 dk ön denatürasyon, 94°C'de 5 dakika, siklusların herbiri için 94°C'de 30 sn denatürasyon, 55-65°C'de 30 sn annealing, 72°C'de 30 sn elongasyon olup 39 siklus yapılmıştır ve son elongasyon basamağı 72°C'de 5 dk yapılmıştır. Optimal sıcaklık 55°C seçilmiştir.

Çizelge 2.1. PZR Karışımı Hazırlanması.

Master mix karışımı	Mikrolitre (µL)
Nücleazsız su	17,3
10X HF Buffer	2,5
MgCl ₂	1,5
10Mn dNTP	0,5
Forward Primer	0,5
Reverse Primer	0,5
Taq enzim	0,2
DNA	2
Toplam	25

Çizelge 2.2. Çalışmada Kullanılan PZR Koşulları.

Cox1	
94°C'de 5 dakika	ön denatürasyon
94°C'de 30 saniye	bağlanma
55°C'de 30 saniye	uzama
72°C'de 30 saniye	denatürasyon
72°C'de 5 dakika	son uzama

Çizelge 2.3. Primer Adı Primer Dizini.

Cox1-F [5"GG(A/G)GG(A/T)GA(C/T)CC(A/T)ATT(C/T)T(A/T)TATCAAC3"]

Cox1-R [5"GG(A/T)GACCTGT(A/TA(A/T)AATAGCAAATAC3"]

Kaynak: Strapazzon ve ark.,2009.

2.1.2.5.3. Agaroz Jel ve Elektroforez (Amplikonların Görüntülenmesi)

Amplifiye olmuş iki farklı PZR ürününün elektroforez işlemi ile jelde (agaroz) görüntülenmesi için standart marker ile birlikte %1,5 'luk 90 mL agaroz 100 mL1X TAE (50X TAE; 242 g Tris Pufferan, 57,1 ml Eisessig, 100 ml 0,5 EDTA, pH 0,8) ve 9 µL GRGreen (GRSafe) Nucleic Acid Gel Stain (Labgene Scientific SA, Chatel- St. Denis, Schweiz) jel karışımı jel tepesine yüklenmiştir. Daha sonra 1 µL Loading Dye 6X konsantre edilmiş, her bir PZR ürününden 3 µL ve 4 µL nükleazsız su karıştırılmış ve kuyucuklara dökülmüştür. PZR ürünlerinin kaç bp aralığında olduğunu anlamak için 5 µL iki farklı DNA Ladder (Thermo Fisher Scientific, Inc. Waltham, USA) kuyucuğa ilave edilmiştir. Agaroz jele yüklenen PZR ürünleri elektroforez işlemi için 30 dk boyunca 90 volt değerinde doğrusal akıma tabi tutulmuştur. DNA bantlarının varlığını G:BOX SYNGENE jel görüntüleme cihazı içerisinde UV (ultraviyole) ışığı altında belirlenmiştir. Elde edilen DNA marker ile karşılaştırılarak değerlendirilmiştir.

2.1.2.5.4. Dizi ve Filogenetik Analizler

Jel elektroforezi ile elde edilen bantlardan rastgele seçilen 10 adet PZR ürünü, Sanger sekans yöntemi kullanılarak dizi analizleri elde edilmiştir. Genotipleri belirlenen örneklerin, tüm mitokondriyal genomu bulunmuş genotipler ile aralarındaki filogenetik ilişkinin ortaya koyulabilmesi amacıyla Molecular Evolutionary Genetics Analysis version 10.0 (MEGA X) programı (Kumar ve ark.,

2018), Neighbor-Joining metodu kullanılarak bootstrap testi (1000 tekrar) ile filogenetik ağaç oluşturuldu.

2.1.2.5.5. XhoI ve SacI Restiriksiyon Enzimlerinin Kullanılması

Varrao destructor'un Kore ve Japon haplotipinin tanımlanması amacıyla Anderson ve Fuchs (1998)'de belirtildiği gibi tanım yapan yeri 5'...GAGACTC...3' 3'...CTCGAG...5' olan *SacI* restiriksiyon enzimi ve 5'...GTTCGAG...3' 3'...GAGCTC...5' olan *XhoI* restiriksiyon enzimleri kullanılarak gerçekleştirilmiştir. #ER1135 2000U Thermo SCIENTIFIC *SacI* restiriksiyon enzimi ve #ER0691 2000U Thermo SCIENTIFIC *XhoI* enzimi Çizelge 2.4'de belirtildiği gibi reaksiyon karışımları 37°C'de 1-16 saat arası RFLP-PZR tekniği ile kesim işlemi uygulanmıştır. Bu teknik, belirli restiriksiyon enzimleri kullanılarak PZR reaksiyonu ile amplifiye edilmiş hedef DNA molekülünün farklı büyüklüklerdeki fragmentlere ayırarak görüntülenmesi işlemine dayanır. Bu çalışmada olduğu gibi morfolojik açıdan birbirine benzeyen türlerin ayırımına yardımcı olurken, genetik bazı hastalıkların teşhisinde, popülasyon polimorfizmlerinin belirlenmesi ve rekombinant DNA elde edilmesinde kullanılır. Daha sonra enzim çalışmasının durdurulması için 65°C'de 20 dk bekletilmiştir.

Çizelge 2.4. RFLP’de Kullanılan Reaksiyon Karışımları.

XhoI Restriksiyon enzimi	Negatif kontrol	Pozitif kontrol	1	2	3	4	5	6...	120
PCR ürünü	32 µL	10 µL	10 µL	10 µL	10 µL	10 µL	10 µL	10 µL	10 µL
Nükleazsız su		18 µL	18 µL	18 µL	18 µL	18 µL	18 µL	18 µL	18 µL
10X Buffer R		2µL	2 µL	2 µL	2 µL	2 µL	2 µL	2 µL	2 µL
Restriksiyon Enzimi		2 µL	2 µL	2 µL	2 µL	2 µL	2 µL	2 µL	2 µL

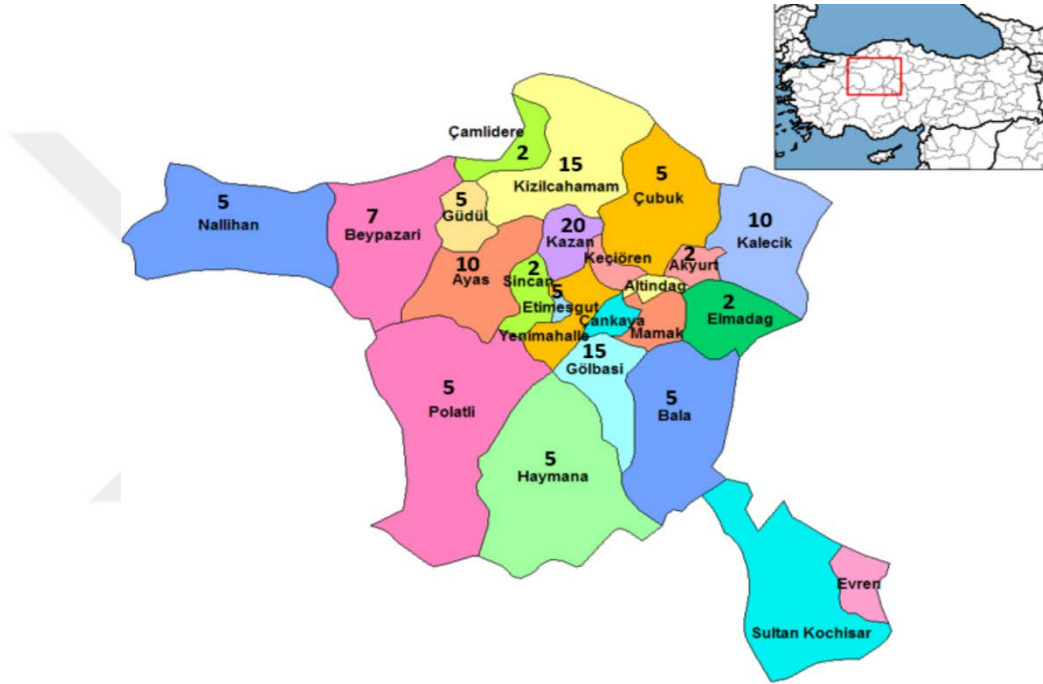
SacI Restriksiyon enzimi	Negatif kontrol	Pozitif kontrol	1	2	3	4	5	6....	120
PCR ürünü	30 µL	10 µL	10 µL	10 µL	10 µL	10 µL	10 µL	10 µL	10 µL
Nükleazsız su		16 µL	16 µL	16 µL	16 µL	16 µL	16 µL	16 µL	16 µL
10X Buffer R		2 µL	2 µL	2 µL	2 µL	2 µL	2 µL	2 µL	2 µL
Restriksiyon Enzimi		2 µL	2 µL	2 µL	2 µL	2 µL	2 µL	2 µL	2 µL

2.1.2.5.6. Agaroz Jel ve Elektroforez

XhoI ve *SacI* restriksiyon enzimlerini kullanarak yapılan kesim işlemi sonucu elde edilen ürünler ile; 2 µL Loading Dye 6X konsantre edilmiş, kesim ürününden 5 µL ve 4 µL nükleazsız su karıştırılmış ve %1,5’luk 90 mL agaroz 100 mL1X TAE (50X TAE; 242 g Tris Pufferan, 57,1 ml Eisessig, 100 ml 0,5 EDTA, pH 0,8) ve 9 mL GRGreen (GRSafe) Nucleic Acid Gel Stain (Labgene Scientific SA, Chatel- St. Denis, Schweiz) solüsyonu hazırlanmıştır. Kesim ürünlerinin kaç bp aralığında olduğunu anlamak için 5 µL DNA Ladder (Thermo Fisher Scientific, Inc. Waltham, USA) ilave edilmiştir. Agaroz jele yüklenen ürünler 90 volt doğrusal akımda 45 dk elektroforeze tabi tutulmuştur. İşlem tamamlandıktan sonra jel görüntüleme cihazından (G:BOX SYNGENE) görüntüler alınmıştır. Elde edilen DNA marker ile karşılaştırılarak değerlendirilmiştir.

3. BULGULAR

Bu çalışmada; Ankara’da arıcılığın yoğun olarak yapıldığı başta Kahramankazan, Kızılcahamam, Çubuk, Kalecik, Elmadağ, Bala, Gölbaşı, Haymana, Polatlı, Ayaş, Güdül, Beypazarı, Nallıhan, Etimesgut, Akyurt, Sincan ve Çamlıdere ilçelerinden toplam 120 kovandan *Varroa* örnekleri toplanmıştır.



Şekil 3.1. İlçelere Göre Bakılan Kovan Sayıları.

(https://www.google.com/search?q=ankara+haritas%C4%B1&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwjT1MCx1r_vAhXwwAIHHcMJDiwQ_AUoAXoECAkQAw&biw=1366&bih=657#imgrc=icdQ5B8-9cEy3M).

120 kovanın her birinden 300’e yakın arı kullanılarak pudra şekeri yöntemi ile akarların parazitolojik teşhisi yapılmıştır (Seven ve ark., 2017). Bu çalışmada gidilen yerlerde incelenen 120 kovanın tamamında, *Varroa* akarı enfestasyonu belirlenmiştir. Ortalama 36000 arıdan yaklaşık olarak 700-1000 arası elde edilen *Varroa* akarının, mikroskop altında morfolojik muayenesi yapıldıktan sonra, *V. destructor* olduğu tespit edilmiştir. Yapılan çalışmalar sonucunda tüm *Varroa*’ların Kore Haplotipi olduğu ortaya çıkmıştır.

3.1. Optimizasyonda Optimal Koşulların Oluşturulması ve Değerlendirilmesi

Optimal koşulların oluşturulmasında Strapazon ve ark. (2009)'larının protokolü izlenmiştir.

Optimizasyonda yapılan gradient PZR sonucu Şekil 3.2'de görüldüğü gibi 55, 56 ve 57°C'lerde reaksiyonun daha iyi çalıştığı ve daha net bandlar elde edildiği gözlenmiştir. Bandların büyüklüğünün 570 bp olması da yapılan PZR'in doğruluğunu kanıtlamıştır. Daha sonraki reaksiyonlar için annealing sıcaklığı 55°C olarak baz alınmıştır.

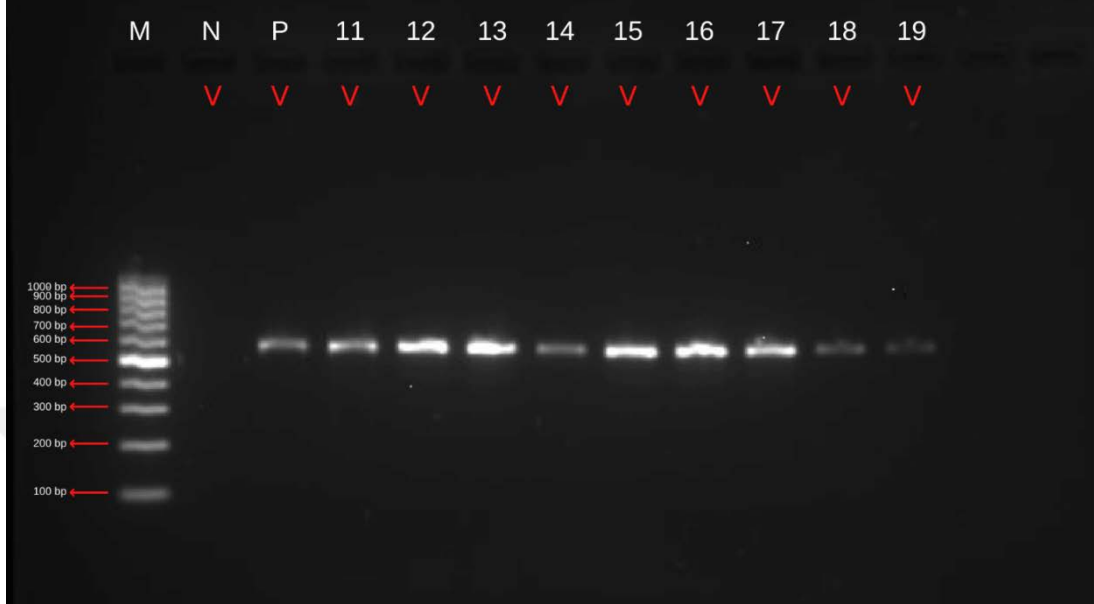


Şekil 3.2. Optimizasyonda Optimal Koşulların Oluşturulması ve Değerlendirilmesi İçin Gradient PZR.

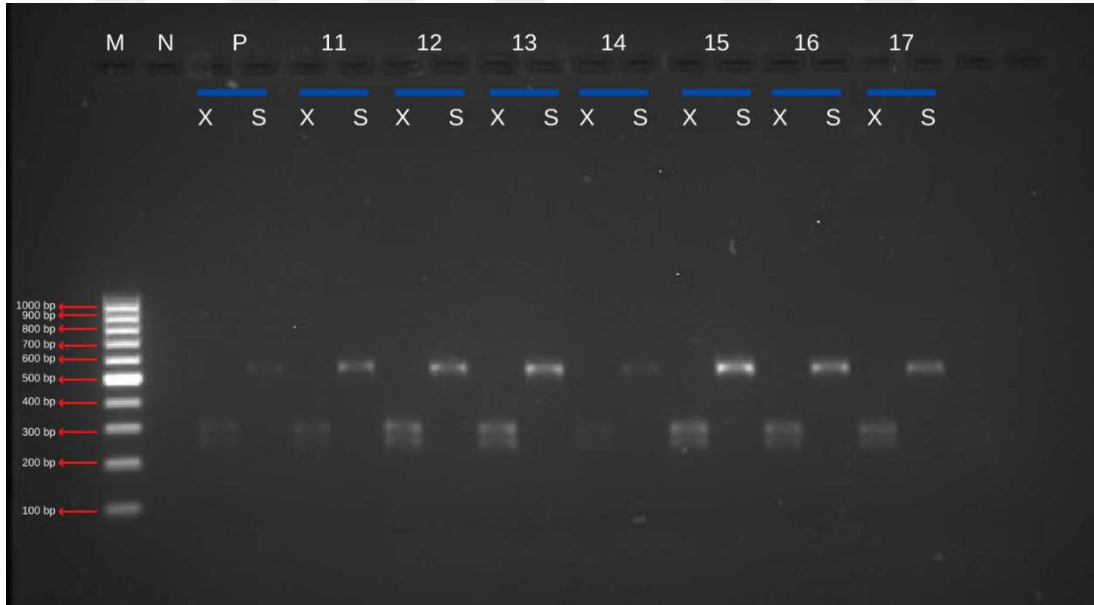
3.2. Genetik İlişkinin Değerlendirilmesi

İncelenen toplam 120 örnekte *V. destructor*'un Cox1 gen sonuçları için 570 bp büyüklüğünde band amplifiye edilmiştir (Şekil 3.3). Amplifiye edilen 570 bp büyüklüğündeki band *V. destructor* için spesifiktir. Şekil 3.4'de kullanılan

restriksiyon enzimleri sonucunda, amplifiye edilmiş genomik DNA sadece *XhoI* restriksiyon enzimi tarafından kesilmiş, *SacI* restriksiyon enzimi kesmemiştir.



Şekil 3.3. *Varroa destructor* Cox1 Gen Amplifikasyonu. M: Merdiven, N: Negatif Kontrol, P: Pozitif Kontrol.



Şekil 3.4. *XhoI* ve *SacI* Restriksiyon Enzimleri Kullanılarak Elde Edilen Amplifiye Bant Büyüklükleri. M: Merdiven, N: Negatif Kontrol, P: Pozitif Kontrol, X: *XhoI*, S: *SacI*.

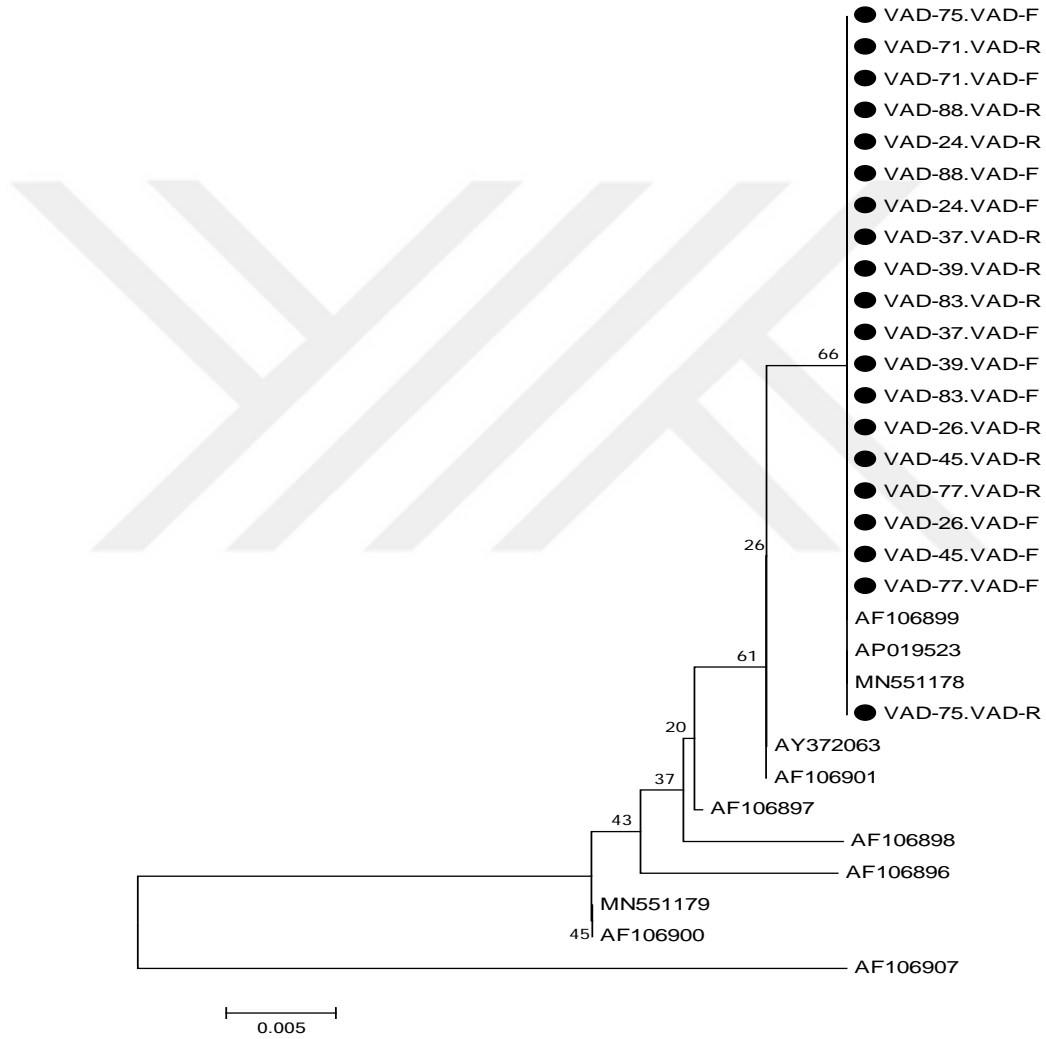
XhoI restriksiyon enzimi kullanılarak elde edilen genomik DNA amplifikasyonunda 270 bp ve 300 bp büyüklüğünde iki band elde edilmiş ve bu bandlar *V. destructor* Kore haplotipi için spesifik olduğunu göstermektedir. Bu verilere bakıldığında, *V. destructor*'un genetik karakterizasyonunu belirlemek için yapılan araştırmada elde edilen band büyüklükleri ve sayıları; çalışılan 120 örneğin tümünün *V. destructor* Kore haplotipine ait olduğu ve örneklerin hiçbirinin Japon haplotipi içermediğini göstermiştir. Ankara bölgesindeki *V. destructor*'un haplotip dağılımı Çizelge 3.1'de ilçelere göre bakılan kovan sayılarına göre verilmiştir.

Çizelge 3.1. Ankara Bölgesinde Bakılan Kovanlardaki *Varroa destructor* Haplotip Dağılımı.

	İlçe	Kovan sayısı	Kore haplotip	Japon haplotip
1	Akyurt	2	2	0
2	Ayaş	10	10	0
3	Bala	5	5	0
4	Beypazarı	7	7	0
5	Çamlıdere	2	2	0
6	Çubuk	5	5	0
7	Elmadağ	2	2	0
8	Etimesgut	5	5	0
9	Gölbaşı	15	15	0
10	Güdül	5	5	0
11	Haymana	5	5	0
12	Kahramankazan	20	20	0
13	Kalecik	10	10	0
14	Kızılcahamam	15	15	0
15	Nallıhan	5	5	0
16	Polatlı	5	5	0
17	Sincan	2	2	0

Genotipleri belirlenen 10 örnekten Cox1 gen bölgesindeki filogenetik ilişkinin ortaya koyulabilmesi amacıyla Neighbour-joining istatistiksel metodu ve

Kimura-2 parametre modeli ile çizilen filogenetik ağaç Şekil 3.3'de verilmiştir. Filogenetik ağaç oluşturulurken bootstrap değeri (Felsenstein, 1985) 1000 kopya olarak alınmıştır. Örnekler arasındaki evrimsel mesafe Kimura-2 parametre yöntemi (Kimura, 1980) kullanılarak hesaplanmıştır. Bu analizde 10 nükleotid sekansı kullanılmıştır (Şekil 3.5). Elde edilen dizi analizleri genbanka OP604744-OP604763 numaraları ile kaydedilmiştir.



Şekil 3.5. Çalışmada Elde Sekans Analizleri ile Oluşturulan Filogenetik Ağaç.

4. TARTIŞMA

Türkiye’de arı yetiştiriciliği, çok eski zamanlardan bu yana bir gelenek olarak yapılan sosyo-ekonomik bir faaliyettir. Ülkemizin hem coğrafi konumu ve farklı topografik yapıya sahip olması, hem de farklı iklim tiplerinin ve 3 farklı fitocoğrafik bölgenin etkisi altında kalması sebebiyle zengin bir biyoçeşitliliğe sahiptir. Bu çeşitliliği bitkiler açısından bir kıyaslama yaptığımızda, Avrupa’da mevcut yaklaşık 12.000 (Tutin, 2010) civarında bitki türü bulunurken bu sayının ülkemizde yaklaşık 10.500 kadar olması ülkemiz florasının zenginliğini açık bir şekilde göstermektedir (Doğan ve ark., 2004).

Türkiye, Asya ve Avrupa gibi kıtalar arasındaki bir köprü durumundaki coğrafik pozisyonu ve üzerinde barındırdığı doğal zenginliklerinden dolayı, arıcılık için dünyada avantajlı bir konuma sahiptir (Öztürk, 2013).

Arılar; önemli kültür bitkilerinin polinasyonu ve ekolojik dengenin sağlanmasından dolayı büyük rol oynamaktadırlar. İnsan beslenmesi için tüketilen bitkilerin polinasyonu, kalite ve kantitesinin yükselmesinde arılar, büyük öneme sahiptirler (Akyol ve Camcı, 1999).

Bal arıları, bal, propolis, arı sütü, arı zehri gibi ekonomik değeri yüksek birçok ürünün sağlayıcısı olması ile birlikte yaklaşık çiçekli bitkilerin %80’i üremek için bir tozlayıcıya ihtiyaç duymaktadır. Böcekler arasında bal arıları (*Apis mellifera*) polinasyonda ana dölleyiciler olup, tropikal bitkilerin yaklaşık yarısının döllelenmesinde rol alır (Abdelkader ve ark., 2014).

Varroa’ya ait mt DNA genetik analizler; *Varroa* türlerinin taksonomisi, konak spesifitesi, coğrafik dağılımları ve epidemiyolojileri açısından önemli rol oynamaktadır (Evans ve Lopez, 2002). Bu nedenle de dünyada moleküler biyoloji çalışmaları son yıllarda hız kazanmıştır. Türkiye’de bu konuda yapılan çalışmaların

(Ayan, 2017; Ayan ve ark., 2017 ve Warrit ve ark., 2004) birkaç bölgeyle sınırlı kaldığı görülmektedir.

İran'ın kuzey doğusunda 54 *Apis mellifera* kolonisi üzerinde yapılan bir araştırmada; 54 kovanın 17'sinde (%31,50) *Varroa* enfestasyonuna rastlanmış, toplanan akarların morfolojik incelemeler sonucunda *V. destructor* olduğu kaydedilmiştir (Moshaverinia ve ark., 2013).

İran'da *A. mellifera*'nın parazitik akarı olan *V. destructor* populasyonunun kapsamlı bir karakterizasyon çalışması yapmak için ülke çapında 28 farklı bölgeden örnek toplamışlardır. Haplotipin belirlenmesi amacıyla; PZR-RLFP tekniği kullanılarak mt Cox1 gen bölgesi analiz edilmiştir. Sonuç olarak tüm *V. destructor* örneklerinin Kore haplotipi olduğu belirlenmiştir (Farjamfar ve ark., 2018). Bu doktora tez çalışması kapsamında tüm kovanlardan toplanan akarların RFLP ile klasifikasyonu yapıldığında Kore haplotipi olarak bulunduğu tespit edilmiş olup İran, Türkiye'nin sadece birkaç bölümü (Ayan, 2017; Ayan ve ark., 2017), Batı Afrika Benin (Kelomey ark., 2017) ve Arjantin'deki (Maggi ve ark., 2012) önceki çalışmalarla uyumlu bulunmuştur.

Suudi Arabistan'ın 8 farklı bölgesinde, akarazit tedavisi uygulanan 72 koloniden toplanan *Varroa* örneklerinin haplotipini belirlemek amacıyla PZR-RFLP tekniği uygulanmış ve örneklerin Kore haplotipi olduğu belirlenmiştir (Alattal ve ark., 2015).

Türkiye'de yapılan genotiplendirme çalışmalarında; 8 bölgeden seçilen 10 koloniden toplamda 46 *V. destructor* örneği (Zonguldak 4, İnebolu'dan 7, Sinop 3, Samsun 10, Ordu 2, Gümüşhane 4, Bayburt'tan 6, Rize 10) toplanmıştır. Örneklerin 18'i sekanslanmış, hepsinin Kore haplotipi olduğu belirlenmiştir (Warrit ve ark., 2004). Numuneler morfometrik yönden incelenmiş *V. jacobsoni*'ye göre *V. destructor*'un daha büyük olduğu tespit edilmiştir (Aydın ve Doğanay, 2007).

Van bölgesinde *Apis mellifera*'lardan toplanan 286 *V. destructor* örneğinin yapılan moleküler incelemesinde Kore haplotipi olduğu kaydedilmiştir. Bulaşmanın, enfeste *Apis mellifera*'ların bölgeye gelmesi ile olabileceği belirtilmiştir. Türkiye'nin diğer bölgelerinde bulunan kolonilerde de haplotip belirleme çalışmalarının yapılması önerilmiştir (Ayan ve ark., 2017).

Asyada yapılan çalışmalardan, Filipinler ve Kore'nin birçok şehrinde yapılan araştırmalar sonucu, 263 tane *A. mellifera* kolonisi ve 109 tane *A. cerana* kolonisi olmak üzere toplamda 372 numune incelenmiş, *V. destructor*'ların hepsinin Kore haplotipinde olduğu, Filipinler'deki Los Banos adlı bir şehirde *Apis cerana*'ların üzerinden toplanan *V. destructor* haplotiplerinin Japon haplotipinde, Dien Bien ve Son La şehirlerindeki *Varroa*'ların Vietnam haplotipinde, Cat Ba şehrindeki araştırmada da Çin haplotipinde olduğu kaydedilmiştir (Beaurepaire ve ark., 2015). Bu tez çalışmasında da tespit edildiği gibi ülkemizde Kore haplotipinin hakim olduğu, bugüne kadar herhangi bir başka haplotip bildirimini bulunmadığı belirlenmiştir.

Afrika kıtasında yapılan çalışmalarda, *Varroa* akarının genetik çeşitliliğini analiz etmek için Batı Afrika Benin'de 21 farklı bölgeden toplamda 183 *Varroa* akarı toplanmışlardır. Mt Cox1 intergenik DNA gen bölgesi PZR ile amplifiye edilmiştir ve *Varroa* suşlarını belirlemek amacıyla *SacI* restriksiyon enzimi ile kesim işlemi yapılmıştır. Sonuç olarak tüm örneklerin Kore haplotipine ait olduğu görülmüştür (Kelomey ark., 2017). Bu tez çalışmasında moleküler bir teknik olan RFLPde iki farklı enzim kullanılmış olup (*SacI* ve *XhoI*) bunlarda *XhoI* ile literatür bilgede sunulduğu gibi 270 bp ve 300 bp büyüklüğünde Kore haplotipinde reaksiyon tespit edilmiş ve yine literatürle uyumlu olarak (Strapazzon ve ark., 2009) *SacI* enzimi ile herhangi bir RFLP'de kesim gerçekleşmemiştir.

Calderon ve ark. (2010), Afrikan bal arılarındaki ve arı popülasyonundaki akar tipinin varlığının infestasyon tolerans seviyesine etkisini araştırmışlar, en yaygın ve önemli olan haplotipin Kore ve Japon haplotipleri olduğunu belirlemişlerdir. Kore haplotipi aynı zamanda Rus genotipi olarakta bilinmekte; Avrupa, Orta Doğu,

Afrika, Asya ve Amerika da *A. mellifera* üzerinde tanımlanmıştır. Japon ve Tayland haplotipleri, daha az yaygın olmakla beraber; Japonya, Tayland ve Güney Amerika'da, yine *A. mellifera* üzerinde tanımlanmıştır. Meksika, Brezilya ve Kosta Rika'da Kore haplotipinin yaygın olduğu ancak Brezilya'da Japon haplotipinin daha çok olduğu bildirilmiştir (Guerra ve ark., 2010). Aynı çalışmada Kore haplotipinin, Japon haplotipinden daha yüksek bir virülense sahip olduğu düşünülmüş ve bu durumun bazı bal arısı popülasyonlarındaki *Varroa* enfestasyonunun seviyesini etkilediği kaydedilmiştir (Calderón ve ark., 2010).

Güney Amerika bölgesinde yapılan araştırmaların sonucunda, örneğin; Arjantin'in 6 bölgesindeki *A. mellifera* kolonilerinden toplanan örneklerden %98'inin Kore haplotipine benzerlik gösterdiği saptanmıştır (Maggi ve ark., 2015). Bu çalışmada Ankara ve çevresindeki kovanlardan alınan *A. mellifera*'daki akarlar %100'lük Kore haplotipi ile bir benzerlik gösterdiği belirlenmiştir.

Brezilya'nın farklı 5 eyaletinden toplanan *Varroa* örnekleri üzerinde yapılan moleküler araştırmada; bir eyalette *V. destructor*'un J genotipi görülürken, diğer eyaletlerde R genotipinin (Kore haplotip) yaygın olduğu saptanmıştır. Ayrıca Güney Amerika ülkelerinde (Arjantin, Uruguay, Kolombiya, Küba, Şili ve Meksika) de R genotipinin yaygın olduğu kaydedilmiştir (Guerra ve ark., 2010). Ankara'daki bu akarların dağılımı da Brezilya'nın 4 eyaletinde olduğu gibi yaygın şekilde bulunmuştur.

Brezilya'nın Santa Catarina ve Fernando de Noronha adalarından toplanan *Varroa* örneklerinin yapılan moleküler analizlerinde; Santa Catarina'dan alınan tüm örneklerin Kore haplotipi, Fernando de Noronha'dan toplanan tüm örneklerin ise Japon haplotipi olduğu bildirilmiştir (Strapazzon ve ark., 2009).

Avrupada yapılan araştırmalarda ise, Gajic ve ark. (2019) Sırbistan'da yaptıkları bir çalışmada; *A. mellifera* kolonilerinde, genetik olarak farklı *V. destructor* haplotiplerinin, konak-parazit ilişkisini incelemişlerdir. İlk olarak *V. destructor* Sırbistan'da 1976 yılında ortaya çıkmıştır ve Anderson ve Trueman

(2000) tarafından Kore haplotipi olarak tanımlanmıştır. Ancak 2013 yılında yapılan başka bir çalışmada Sırbistan'da Kore haplotipinden tek bir nükleotid polimorfizmiyle (SNPs) farklı olarak Serbia 1 (S1) ve Peshter 1 (P1) haplotiplerinin varlığı ortaya konmuştur (Gajić ve ark., 2019). Yapılan bu çalışmada örnekler; 29 ayrı *A. mellifera* kolonisinden ve sekiz farklı bölgeden (Belgrad, Zlatibor, Nis, Suvi Do, Saprance, Palic, Boljevac, Lapovo) toplanmıştır. Sonuç olarak K ve S1 haplotiplerinin tüm bölgelerde görüldüğü ancak P1 haplotipinin 245 örnekten sadece %4,5'inde ve dört bölgede (Belgrad, Zlatibor, Nis, Suvi Do, Saprance) sınırlı kaldığı gözlenmiştir (Gajić ve ark., 2019).

İspanya'da *Apis mellifera iberiensis* kolonilerinde toplanan 575 *Varroa* örneklerinin %90'nında PZR-RFLP yöntemiyle Kore haplotipi olduğu, geri kalan kısmının ise Japon haplotipi olduğu kaydedilmiştir (Munoz ve ark., 2008). Bu çalışmada da literatür bilgi ile uyumlu (Munoz ve ark., 2008) olarak aynı moleküler teknikler kullanılmış, elde edilen sonuçlara göre tüm akarların Kore haplotipinde olduğu görülmüştür.

Genel olarak dünya çapında bu alanda yapılan araştırmalara bakıldığında,

Yapılan çalışmalarda *V. destructor* popülasyonunun genetik çeşitliliği mt ve nükleer markerlar kullanılarak belirlenmeye çalışılmıştır (Anderson ve Trueman, 2000; Dietemann ve ark., 2019; Dynes ve ark., 2017, Evans, 2000, Navajas ve ark., 2010 ve Salignac ve ark., 2005). Mt DNA (mitokondriyal DNA) markerları baz alınarak, *A. mellifera* ve *A. cerena*'ya geçen *V. destructor* popülasyonları için çoklu haplotipler belirlenmiştir (Anderson ve Trueman, 2000; Navajas ve ark., 2010 ve Zhou ve ark., 2004). Ancak *A. mellifera* kolonilerinde; isimleri Kore (K) ve Japon (J) iki farklı haplotipin olduğu gözlenmiştir (Anderson ve Trueman, 2000). Japon haplotipi; Japonya'da, Tayland'da ve Brezilya'nın bazı bölgelerinde tespit edilirken, Kore haplotipi küresel olarak dağıldığı görülmüştür (Anderson, 2000; Anderson ve Trueman 2000; Dietemann ve ark., 2019; Garrido ve ark., 2003; Guerra Jr ve ark., 2010; De Guzman ve ark., 1999; Kelomey ve ark., 2017 ve Salignac ve ark., 2005).

Solignac ve ark. (2005) 17 farklı ülkeden (Fransa, Polonya, İngiltere, İskoçya, Cezayir, Şili, Arjantin, Fransız Guyana, Meksika, ABD, Yeni Zelanda, İsrail, Filipinler, Tayan, Çin, Japonya, Nepal) 45 farklı popülasyonda toplamda 565 *Varroa* akarının haplotipini belirlemek için bir çalışma yapmışlardır. Bu çalışmada *SacI* restriksiyon enzimi kullanılarak *V. destructor*'un mt DNA tipinde, *CoxI* gen bölgesindeki bir bölümün PZR ürünü incelenmiştir. 376 bp PZR ürününün *SacI* enzimi tarafından kesilmesiyle; Japon haplotipinde 2 fragment (128/124 ve 252/256 bp) ve Kore haplotipinde tek bir (sindirilmemiş) fragment oluşturmuştur. Sonuç olarak bu örneklerden 510 tanesi Kore haplotipi ve geri kalanları ise; Japonya, Tayvan, Fransız Guyana ve Şili'de Japon haplotipi olduğu gözlenmiştir (Solignac ark., 2005). Bu doktora tez çalışmasında, PZR sonrası elde edilen ampliconlarına RFLP ile kesme işlemleri uygulandığında, *SacI* enzimi tarafından yapılan işlemde herhangi bir sindirim beklenmezken ve tek bir fragment oluşumu ile sonuçlanmış olup, *XhoI* enzimi ile yapılan RFLP tekniği ile kesimde iki fragmentin (270 bp ve 300 bp) olduğu gözlenmiş ve literatürde uyumlu olarak bütün klasifikasyonun Kore haplotipinde olduğu belirlenmiştir. Bu durum Kore haplotipine spesifik bir tanımlamadır.

Varroa destructor Avustralya ve Yeni Zelanda gibi birkaç ada devlet hariç, tüm dünyada yaygın olarak görülür. Ülkemize 1976 yılında girdiği tahmin edilen parazit bu gün hemen hemen her kolonide görülmektedir. Diğer türler Asya ve Uzakdoğu ülkelerinde görülmektedir. Son yıllarda mt DNA yapısının incelenmesi sonucunda *V. destructor*'un 20 civarında genotipi saptanmıştır. Bunlardan Kore hattının tüm dünyada yaygın olduğu, Tayland-Japonya hattının ise sınırlı (Asya) bir bölgede yayılış gösterdiği tespit edilmiştir (Aydın, 2005 ve Doğanay, 2018).

Bal arısı *A. mellifera*'da, *V. destructor* haplotipleri; Japon, Kore, Peshter-1, Serbia-1 olarak (Anderson ve Trueman, 2000 ve Gajic ve ark., 2019) görüldüğü, *A. cerana*'da ise *V. destructor*'un haplotiplerinin Japon, Kore, Vietnam, Laos ve Çin olduğu saptanmıştır (Beaurepaire ve ark., 2015 ve Navajas ve ark., 2010).

Varroa'nın birçok farklı haplotipinin olduğu ve bunlardan *V. destructor*'un Kore ve Japon haplotipinin daha yaygın olduğu belirlenmiştir. Bu haplotiplerin ise *Apis mellifera*'da hastalık yaptığı görülmüştür. Çünkü *Apis mellifera* larvalarının salgıladığı bir uyarıcının bu haplotiplerin üremesini sağlamaktadır. Ancak diğer haplotiplerin %90'nı bu uyarıcıyı algılayamadıkları için *Apis mellifera*'da parazitlik oluşturamamışlardır (Anderson, 2006).

Strapazzon ve ark. (2009)'nın Brezilya'da yaptığı çalışmada, *V. destructor* popülasyon dinamiğinin çeşitli faktörlere göre değiştiğini vurgulamıştır. Bunlardan biri iklimdir ve tropikal iklim bulaşıklık seviyesini etkileyerek tolere edilebildiğini göstermiştir. Son 20 yılda yetişkin dişi akar sayısında artış olması ve Japon haplotipinin yerini Kore haplotipi alması, tür belirlemede önemli yer tutmaktadır. Bu tez çalışmasında tüm örneklerin Kore haplotipi, olması ancak küresel ısınma ve diğer unsurlardan dolayı Japon haplotiplerinin yerini Kore haplotipi alması ihtimalini doğrular. Bu yüzden haplotip taramalarının devam edilmesi gerekmektedir.

Yine aynı çalışmada (Strapazzon ve ark., 2009), *Varroa* akarının Afrika bal arıları üzerindeki üreme oranı Avrupa bal arılarına göre daha düşük olduğu gözlemlenmiştir. Bununla beraber bölgedeki Afrika arılarında görülen tımarlama ve hijyenik davranışların Varroosis'in bu arılar üzerindeki oranını düşük tuttuğu bildirilmiştir. Afrika arılarındaki temizlenme kapasitesi %38 iken, İtalyan arılarında bu oran %5 olarak verilmiştir. Bu davranışlarından dolayı, Afrika bal arıları *Varroa*'ya daha dirençli bir ırk haline gelmektedir. Ancak bu tez çalışmasında akarların toplandığı Anadolu bal arılarının İtalyan bal arıları ile benzerlik göstermesi (Adam, 1983) ve bu kendini tımarlama davranışlarının çok az olması, Varroosis'e karşı direnç kazanamadıklarını göstermektedir. Bu bakım aktivitelerindeki farklılık aynı zamanda kolonilerdeki *Varroa* seviyesini de arttırmaktadır ve bulaşıklık seviyesini etkilemektedir.

Bazı araştırmacılar *Varroa* kontrolünde kullanılan kovan çekmecesinin kolonideki akar seviyesini belirlemede hatta popülasyonun kovanlarda %28'e kadar azaltılabileceğini vurgulamışlardır (Bew ve ark., 2005). Ancak bu araştırmamızda

yapılan saha çalışmaları sırasında ve arıcılardan edindiğimiz bilgiler doğrultusunda bu yöntemin bir dezavantajı olduğu görülmüştür. Çünkü *Varroa*'ların karıncalar tarafından toplanması ve akar sayısının doğru tespitine izin vermemesidir (Çakmak ve Seven, 2016).

Kore haplotipi *A. mellifera* üzerinde oldukça yüksek virülansa sahiptir. Ancak Japon haplotipinin ise çok daha az agresif olduğu belirtilmiştir (Delfinado-Baker, 1988). Bu durum Ankara ve çevresinde bulunan kovanlardaki *Varroa* akarlarının hepsinin Kore haplotipi olması hastalığın bal arıları üzerindeki öldürücü etkisinin önemini ortaya koymaktadır.

Anderson ve Fuchs (1998)'un Endonezya ve Yeni Gine'de yaptığı çalışmada, değişik bölgelerden *A. mellifera*'lardan topladıkları dişi *V. jacobsoni*'lerden DNA (mt DNA) sekansları elde etmişlerdir. Daha önce yapılmış çalışmalarda (Anderson, 1994) bilgiler doğrultusunda, dişi *V. jacobsoni*'nin *A. mellifera*'lardaki üreme yeteneği eksikliğini farklı bir genotipten (PNG) kaynaklandığı belirtilmiştir. *Varroa jacobsoni*'nin öldürücü etkisinin bu genotiple bağlantılı olduğunu ve *Varroa*'ya dirençli arıları seçerken, bu genotipin kullanılabileceği vurgulanmıştır. Bu tez çalışmasındaki akarlar *A. mellifera*'lardan toplanılmıştır ve *Varroa*'ya dirençli arılar seçmek için akar genotipinin belirlenmesi çok önemlidir.

Avrupada bir ilk olma özelliğini taşıyan Sırbistan'daki araştırmada Serbia 1 (S1) ve Peshter 1 (P1) adlı 2 yeni farklı haplotip bulunmuştur. Cox1 gen bölgesi incelendiğinde Kore haplotipinden farklı bir nokta mutasyonu görülmüştür. Ancak bu yeni haplotiplerden S1 ve Kore haplotipi bazı bölgelerde aynı kovandan teşhisi yapılmıştır (Gajić ve ark., 2019). Yaptığımız araştırmada görülen Kore haplotipinin yoğunluğu göz önüne alındığında, *V. destructor*'un mt değişkenliğinin varlığı açısından daha sonra yapılacak olan tarama çalışmalarına devam edilmesi gerekmektedir.

Yeni Zelandada matematiksel bir model kullanılıp *V. destructor*'un biyokontrolünü amaçlayan bir çalışma yapılmıştır (Garrido, 2003). Çalışmaya göre,

Kore ve Japon haplotiplerinin benzer üreme oranlarına sahip olmasının ve Brezilya'daki bir çalışmada (Guerra ve ark., 2010) bazı bölgelerinde akarların üremesinde zamansal değişikliklerin, haplotipteki değişikliklerle uyumlu olmadığını bildirmişlerdir. Oluşan bu farklılığın muhtemelen konakçı ile ilgili bir durum olduğu düşünülmüştür (Garrido, 2003). Kore haplotipi şiddetli koloni mortalitesine sebep olurken, tedavi edilmemiş Avrupa *A. mellifera* kolonileri Japonya haplotipli akarları yenmeyi başarmıştır. Daha zararsız bir *V. destructor* haplotipinin olası varlığı, Kore haplotipin biyokontrolünü sağlamak için kolonileri “aşılama” yolu ile kullanılması ihtimalini arttırdığı düşünülmektedir (Vetharianam ve Barlow, 2006). Bu çalışma, virülen bir haplotipe antagonist olarak zararsız bir *Varroa* haplotipinin kullanılmasının fizibilitesini ve biyokontrol potansiyelini araştırmaktadır. Daha az zarar veren akarların bireysel arılar üzerinde etkili olacağı kabul edilirken, koloni düzeyinde de önemli bir hasara yol açmayacağı düşünülmektedir. Sonuç olarak haplotiplerin melezlenmesinin yavrularının bal arılarına karşı virülansı üzerindeki etkisini önemli kılmaktadır (Vetharianam ve Barlow, 2006). Ankara ili çevresinden topladığımız akarların hepsinin yüksek mortaliteye sahip Kore haplotipi olduğu düşünülünce, Türkiye’de ileride yapılacak çalışmalarla da, buna benzer biyokontrol yöntemlerinin yapılabileceği düşünülmektedir.

Varroa akarının popülasyon genetiği çalışmaları (Muntaabski ve ark., 2020), K ve J olarak adlandırılan ve bal arısı kolonilerini enfekte eden iki mt haplotip hakkında bilgi almak, genetik çeşitliliğini değerlendirmek ve nükleotid düzeyinde heteroplazmi varlığını değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Bunun için *V. destructor* popülasyonlarındaki genetik değişkenliği analiz etmek için polimorfik mt DNA markerı olan ND4’ü İlk kez kullanılmıştır. On farklı bölgeden toplanan *A. mellifera* kolonilerinde; Cox1, ND4, ND4L ve ND5 dört farklı mt DNA bölgesi analiz edilmiş ve Cox1 bölgesinin sekans analizi sonucu bu kolonilerdeki *V. destructor*’un Kore haplotipi olduğu belirlenmiştir. Aynı çalışmada ND4 bölgesinin sekans sonucu Kore haplotipinin iki farklı alt-haplotipi (KArg-1N ve KArg-N2) olduğu tespit edilmiştir (Muntaabski ve ark., 2020). Bu çalışmada bulduğumuz sonuçların hepsinin Kore haplotipi olması göz önüne alındığında, ilk kez kullanılan bu markerle birlikte, gelecek çalışmalarda daha çok tarama yapılarak alt haplotip çalışması yapılmalıdır.

Yaptığımız bu araştırma ve dünyanın birçok bölgesinde daha önce yapılmış olan *V. destructor*'un haplotip çalışmalarına bakıldığında, Japon haplotipinin daha çok bölgesel olmasına karşın, Kore haplotipinin küresel bir dağılım gösterdiği görülmektedir. Aynı zamanda Kore haplotipinin daha çok virülense sahip olduğu düşünülmekte ve bu durum *Varroa* enfestasyonunun seviyesini belirlemektedir. Buna benzer çalışmalardan elde edilen veriler arttıkça ülkemizde Varroosis'in yayılımı hakkında arıcılara tedavilerin kullanımında daha rasyonel bir yönetim programı tasarımları için değerli bilgilerin sunulması ve korunma yöntemlerinin geliştirilmesi için zemin hazırlayacaktır. Ayrıca bu tarz çalışmaların artması ile *A. mellifera* ve *V. destructor* ile ilgili gelecekteki nüfus ve biyocoğrafik çalışmalara ve diğer Avrupa ülkeleri ve daha birçok yerde konak-parazit ilişkilerinin daha iyi anlaşılması bakımından katkıda bulunulacaktır.

Türkiye'de *V. destructor*'un haplotipinin belirlenmesine yönelik yapılan bu tez çalışmasında; 120 örnek yukarıda tanımlanan teknik ve metodlarla mt Cox1 geninin incelenmesine yönelik iki farklı enzim ile RFLP-PZR tekniği kullanılarak genetik ilişkisi değerlendirilmiştir.

Gajić ve ark. (2016), PZR-RFLP'nin, *V. destructor*'da hem haplotip tanımlaması hem de mt DNA heteroplazmasının saptanması için basit, hızlı ve uygun maliyetli moleküler bir yöntem olduğunu bildirmişlerdir. Bu yüzden tez çalışmamızda bu moleküler teknik kullanılmıştır. Çünkü hem haplotip tayini yapılırken hem de kolay, ucuz ve hızlı tespit edilmektedir. Bunun için Cox1 gen bölgesi daha önce çalışılmış literatürler baz alınarak seçilmiştir (Strapazzon ve ark., 2009). Kore, Japon ya da diğer haplotip tayinleri gözle ayırımı yapılamadığı için moleküler bir teknik kullanılması gerekmektedir. Aynı zamanda DNA sekans işlemine gerek duyulmadığı için pratik bir yöntemdir. Yöntem, PZR ile oluşturulan ürünleri bir ya da daha çok restriksiyon enzimi ile kesilip ve ortaya çıkan kesim ürünlerinin ethidium bromid konulduktan sonra, jelde (agaroz) yürütülmesi esasına dayanır (Yağcı, 2001). Tek nokta mutasyonu gibi genetik hastalıkların tanı ve tedavisinde, rekombinant DNA molekülü elde etmek için ve ökaryotik hücre genom

analizlerinde bu RFLP tekniği kullanılmaya başlanmıştır (Klug ve ark., 2011; Özerdem, 2009 ve Yağcı, 2001).

Strapazzon ve ark. (2009)'ı tarafından, Cox1 gen bölgesini incelemek için CoxF ve CoxR primerleriyle yapılan PZR reaksiyonundan sonra, RFLP tekniği kullanılarak, iki farklı *XhoI* ve *SacI* restriksiyon enzimleri ile kesim işlemi yapılmıştır.

Pozitif örnekler ve 120 örneğin tamamı bu iki farklı restriksiyon enzimleriyle kesim işlemi uygulanmıştır. *XhoI* restriksiyon enzimi ile DNA amplifikasyonunda 270 ve 300 bp büyüklüğünde bandlar elde edilmiş ancak *SacI* restriksiyon enzimi ile kesim işlemi yapıldığında örneklerin hiçbirini kesmediği görülmüştür. *XhoI* enziminin bu şekilde çalışıp 270 ve 300 bp büyüklüğünde bandlar oluşturması litaretürlerde (Munoz, 2008; Solignac ve ark., 2005 ve Strapazzon ve ark, 2009) olduğu gibi *V. destructor* Kore haplotipi için spesifiktir ve yapılan çalışmada; (PZR-RFLP) ile kesim işlemi için bu iki farklı enzim kullanılmıştır. Kesim işlemi sonucu yapılan elektroforez ve rastgele seçilen örneklerin sekans analizi sonucu, Türkiye'nin Ankara ili çevresinde örneklerin hepsinde *V. destructor*'un Kore haplotipine rastlanılmıştır. Benzer çalışmalar, Aydın ili ve çevresinde, Van bölgesinde ve Karadenizin bazı şehirlerinde yapılmış olup kesim işlemi için yine bu iki enzim kullanılmıştır. Sonucunda tüm örneklerin Kore haplotipi olduğu görülmüştür (Ayan ve ark., 2017, Farjamfar ve ark., 2018, Warrit ve ark., 2004). Ülkemizde bu konu ile ilgili şu ana kadar yapılmış çalışmalar sınırlıdır.

Türkiye'nin Ankara bölgesinde *V. destructor*'un Kore haplotipi olduğu ve Japon haplotipine rastlanmadığı saptanmıştır. Bu geçiş, bu haplotipi taşıyan *A. mellifera* bal arılarının taşınmasıyla gerçekleştiği düşünülebilir. Japon haplotipine rastlanılmaması, *V. destructor* Japon haplotipini taşıyan *A. mellifera*'nın Ankara ve çevresine dağılmamış olduğunu gösterir. Ortadoğu ve ülkemizde yapılan bazı çalışmalar da (Ayan ve ark., 2017 ve Warrit ve ark., 2004) kovanlardaki Kore haplotipinin varlığı bu durumu desteklemektedir.

Sonuç olarak, Karadenizin bazı illerinde, Aydın ve Van ilinde daha önce yapılan benzer çalışmalardan sonra, Türkiye'nin diğer bölgelerinde de bu çalışmayla birlikte daha fazla haplotip belirleme çalışmaları yapılmalı ve *V. destructor*'un yayılımı hakkında daha çok veri alınmalıdır.



5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Türkiye’de arı sağlığını tehdit eden hem de arıcılık ekonomisine büyük zarar veren hastalıklardan biri olan Varroosis’e karşı etkin tedavi, koruma ve kontrol programlarının oluşturulabilmesi için enfeksiyonun ülkemizde farklı bölgelerdeki yaygınlığı ve buralarda görülen haplotiplerinin belirlenmesi gerekmektedir. Bu nedenle daha önce yapılan çalışmaların yanı sıra moleküler alandaki gelişmelerle doğru orantılı olarak parazitin genetik yapısıyla ilgili bilgileri de içeren güncel bir epidemiyolojik harita çıkarılmasına ihtiyaç duyulmaktadır.

Varroa destructor için, Cox1 gen bölgesi; moleküler karakterizasyon için başarılı bir şekilde kullanılmaya devam etmektedir. Bunun yanında yapılan son araştırmalarda, ND4 mt farklı bir gen bölgesinin, Kore haplotipinin farklı alt haplotipinin varlığı, genetik çeşitliliğin değerlendirilmesi açısından önem teşkil etmektedir. Tanımlanan akar alt haplotiplerinin yerel bal arısı kolonilerinde üreme ve virülans gibi davranışsal ve popülasyon parametrelerinin incelenmesi, akar ile bal arısı popülasyonları arasındaki dinamik etkileşiminin anlaşılmasına katkıda bulunacaktır. Ayrıca, alt haplotip dağılımının kapsamlı bir şekilde izlenmesi için, bal arısı kolonilerindeki zamansal stabilitesi ve arıcılık üzerindeki potansiyel etkisine daha fazla dikkat edilmelidir. Bulgular ve bu yeni bakış açısı, diğer uygulamalar, *Varroaya* karşı daha spesifik ve etkili kontrol stratejilerinin uygulanması için yararlı olabilir.

Kore haplotipinin Japon haplotipine göre virülensinin yüksek oluşu ve dağılımının daha global düzeyde olması nedeniyle, bazı yerlerde Kore haplotipinin Japon haplotipini zamanla domine ettiği düşünüldüğünde, bu çalışmada olduğu gibi haplotip tayini için daha çok bölge taranmalıdır.

Bazı bölgelerde aynı kovandan çıkan farklı haplotipler, akarların coğrafi olarak dağılımları hakkında bilgi vermektedir ve belli aralıklarla aynı yerler tekrar taranmalıdır.

Afrika bal arılarında görülen bazı temizlik davranışlarından dolayı zamanla *Varroa* akarına karşı daha dirençli bir arı ırkı haline gelmiştir. Ülkemizde de Afrika bal arıları ile ıslah çalışmaları yapılmalı ve daha direçli bir arı ırkı geliştirilmelidir.

Ülkemizde, yapışkan kağıtlı çekmeceli kovanlar daha çok kullanılmalıdır. Buraya düşen akarların peteğe geri gelmesi engellenmiş olur. Ancak bu yöntem peteklerdeki akar oranının belirlenmesinde uygun bir yöntem değildir.

Örnek toplamak için sahada yapılan bu çalışmada, yerel arıcılarla görüşmelerimizden edindiğimiz bilgiler doğrultusunda, organik asit ve uçucu yağların kullanılmasına önem verilmelidir. Örneğin kekik yağının, kovanlardaki *Varroa* sayısını azalttığı görülmüştür.

Haplotip melezlendirilmesi ile daha az virülense sahip olduğu düşünülen Japon haplotipi ile Kore haplotipinin yer değiştirilmesi fikri, arılar üzerinde daha az öldürücü etkisi olduğu varsayılan bir biyokontrol yöntem geliştirilmesine yardım edebilir.

Araştırmamızda kullandığımız PZR-RFLP yöntemi, moleküler bir teknik olup; özellikle haplotip tayini için kolay, pratik ve sekans analizine ihtiyaç duyulmadan yapılan bir metottur. İleride yapılacak çalışmalar için daha çok tercih edilmelidir.

Varroosis'in arı popülasyonuna ve hayvancılık ekonomisine verdiği zararları en aza indirebilmek ve tüm ülkede sorunu tam olarak ortaya koymak için, enfestasyonun yayılımını ve diğer bölgelerdeki yaygınlığının bilinmesi gerekmektedir.

Varroa destructor'un ülkemizdeki genetik varyasyonlarının araştırılması adına yapılan genotiplendirme çalışmaları mt Cox1 gen bölgesi ve sadece birkaç il ile sınırlı kaldığı ve bu bağlamda hastalığın yayılımı ve genotiplendirme

çalışmalarının yetersiz kaldığı görülmektedir. Bu tez çalışmasının özgün olmasını sağlayan kısım; daha önce bu bölge ve civarında benzer bir çalışma yapılmamış olmasıdır.

Ülkemizde yapılan birkaç benzer araştırma ve bu tez çalışmasında arılardan toplanan *Varroa* akarlarının hepsi Kore haplotipi olduğu görülmüştür. Bu nedenle daha geniş çaplı ve diğer bölgelerde de haplotip tarama çalışmaları yapılmalıdır.

Varroa varlığının kovanlardaki varlığını en alt seviyede tutmak için arıcıların bilinçlendirilmesinin önemi kadar bu parazitin genetik yapısının da anlaşılabilmesi gerekmektedir. Öneri olarak; ülkedeki arıcılığın yoğun yapıldığı tüm bölgelerde çalışılmalı ve tüm genom araştırılması önem arz etmektedir.

Bu çalışmada *V. destructor*'un genetik karakterizasyonunu incelemek için Ankara bölgesindeki arıcılığın en yoğun yapıldığı Kahramankazan, Kızılcahamam, Çubuk, Kalecik, Elmadağ, Bala, Gölbaşı, Haymana, Polatlı, Ayaş, Güdül, Beypazarı, Nallıhan, Etimesgut, Akyurt, Sincan ve Çamlıdere ilçeleri ziyaret edilmiş ve işletmelerdeki kovanlardan 120 adet yetişkin dişi *Varroa destructor* Haziran-Ağustos 2020 tarihleri arasında toplanmıştır.

Genetik karakterizasyonun belirlenebilmesi için, modifiye edilmiş 2 farklı primerden, kapsadığı nükleotid alanı daha geniş olan dejenere primerler seçilmiştir. Bu primere daha sonra *SacI* restriksiyon enzimi ve *XhoI* restriksiyon enzimi kullanılarak haplotip değerlendirilmesi yapılmıştır.

Sonuç olarak; elde edilen 120 amplifiye DNA örneğinin PZR reaksiyonundan sonra RFLP ile kesim işlemine tabi tutulmuşlardır. Daha sonra örneklerden hiçbirinin *SacI* restriksiyon enzimi ile kesilmediği ancak buna karşı diğer *XhoI* restriksiyon enziminin *V. destructor*'un Kore haplotipine spesifik bantlar oluşturduğu görülmüştür.

Bunun gibi yapılan moleküler düzeydeki çalışmalar, paraziter etkenlerin izolasyonu; teşhisi ve etkenlere yönelik korunma stratejilerinin geliştirilmesinde önem teşkil etmektedir. DNA sekansına gerek duyulmadan yapılan RFLP tekniği ile popülasyon ve türlerdeki; genetik varyasyon değerleri ve soy ağacı oluşturarak genetik açıdan benzerlikler hesaplanabilir. Ayrıca mevcut olan gen kaynaklarını tespit etmemizi sağlayabilir. Bu araştırma ile elde edilen sonuçlar, sonraki dönemlerde yapılacak çalışmalara kaynak ve altyapı oluşturması açısından da önemli olduğu düşünülmektedir.

Bu doktora tezi kapsamında RFLP-PZR sonuçları birleştirilmiş olması, haplotip tayininde yararlı ve pratik olduğu görülmüştür. Dolayısıyla ülkemizdeki haplotiplerin mutlaka PZR ile elde edilen ampliconların RFLP metodu ile kesilmesi sayesinde oldukça spesifik ve hassas olan haplotip tayininin mutlaka yapılması gerekir. Bu özgün ve önemli bir tekniktir. Ülkeye girmiş olan yeni haplotipler varsa bunların mutlaka belirlenmesi gerekir.

ÖZET

Ankara Yöresindeki Bal Arılarında (*Apis mellifera*) *Varroa* Enfestasyonunun Tespiti ve Moleküler Genotiplendirilmesi

Bu çalışma; Ankara ili ve çevresindeki arıcılık işletmelerinde bal arılarında (*Apis mellifera*) görülen *Varroa destructor*'un mt Cox1 geninin haplotiplerinin belirlenmesi ve enfestasyonunun saptanması için yapılmıştır. Haplotipin belirlenmesi amacıyla daha önce başka bir çalışmada kullanılan aynı primerler seçilmiş, bu primerlerle 570 bp büyüklüğünde amplifiye DNA elde edilmiştir. Elde edilen bu DNA'ya *XhoI* restriksiyon enzimi ve *SacI* restriksiyon enzimleri uygulanmış ancak *SacI* restriksiyon enzimi DNA'yı kesmediği, *XhoI* restriksiyon enziminin ise elde edilen genomik DNA amplifikasyonunda 270 ve 300 bp büyüklüğünde iki band oluşturduğu gözlemlenmiştir.

Sonuçlara bakıldığında; elde edilen bandların *V. destructor* Kore haplotipi için spesifik olduğu tespit edilmiştir. Sonuç olarak; *Varro destructor*'un haplotipinin belirlenmesine yönelik yapılan bu çalışmada, incelenen 120 örneğin tamamının *V. destructor* Kore haplotipi olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Sözcükler: Ankara, Genetik karakterizasyon, *Varroa destructor*.

SUMMARY

Detection and Molecular Genotyping of *Varroa* Infestation in Honey Bees (*Apis mellifera*) in Ankara Region

This study was conducted to determine the haplotypes and infestation of the mitochondrial *Cox1* gene of *Varroa destructor* seen in honey bees (*Apis mellifera*) in beekeeping enterprises around Ankara province. To determine the haplotype, the same primers previously used in another study were selected and amplified DNA with a size of 570 bp. It was observed that the *XhoI* restriction enzyme and *SacI* restriction enzymes were applied to the obtained DNA, but the *SacI* restriction enzyme did not cut the DNA. However the *XhoI* restriction enzyme formed two bands with a size of 270 and 300 bp in the resulting genomic DNA identification.

When the results were examined, it was determined that the obtained bands were specific for the *V. destructor* Korean haplotype. As a result, In this study aimed at determining the haplotype of *Varroa destructor*, it was found that all 120 samples examined had a Korean haplotype of *Varroa destructor*.

Keywords: Ankara, Genetic characterization, *Varroa destructor*

KAYNAKLAR

- ABDELKADER FB, KAİRO G, TCHAMİTCHİAN S, COUSİN M, SENECHAL J, CRAUSER D, VERMANDERE JP, ALAUX C, LE CONTE Y, BELZUNCES LP, BARBOUCHE N, BRUNET JL (2014). Semen quality of honey bee drones maintained from emergence to sexual maturity under laboratory, semi-field and field conditions. *Apidologie*, **45**:215–223.
- ABDEL-LATİF A, OSMAN G (2017). Comparison of three genomic DNA extraction methods to obtain high DNA quality from maize. *Plant Methods*, **13**(1).
- ABOU ZEİD MI, GHONIEMY HA (1993). Evaluation of the role of two natural substances for the control of *Varroa jacobsoni* infesting honeybee colonies in Egypt. *Egypt J. Appl. Sci.*, **8**(2):295-300.
- ADAM B (1983). In Search of Best Strains of Honey Bees. 2nd Edition. Northern Bee Books. 2006 pp. West Yorkshire. U.K.
- AKKAYA H (2014). Arıcılıkta ilaç kullanımı: Varroosis. *Arıcılık Araştırma Dergisi*. 6-12, ISSN 2146-2720. Ordu.
- AKKAYA H, GÖKSU K (1990). Balarısı kolonilerinin varroatozis"ine karşı Perizin ve Folbex-VA ile karşılaştırmalı denemeler. *T Parazitol Dergi*, **14**(1):107–116.
- AKSOY A, ÖZTÜRK FG (2012). Arıcılık İşletmelerinde Üretimi Etkileyen Faktörler; Ordu İli Örneği. 10. Ulusal Tarım Ekonomisi Kongresi (Eylül 2012, Konya). **1**:517-523.
- AKYOL E, CAMCI Ö (1999). Arıcılığın Bitkisel Üretimdeki Yeri ve Önemi. GAP 1. Tarım Kongresi. 26-28 Mayıs. Şanlıurfa.
- AKYOL E, KAFTANOĞLU O, ÖZKÖK D (1997). KKTC'li Arıcılara Bal Arısı Hastalık ve Zararlıları Kurs Notları.
- AKYOL E, KARATEPE B, KARATEPE M., KARAER Z (2006). Development and control of the *Varroa* (*Varroa destructor*) in honeybee (*Apis mellifera* L.) colonies and effects on the colony productivity. *U. Arı D. / U. Bee J.*, **6**(4):149-154.
- ALATTAL Y, ANSARI MJ, AL-GHAMDI A, SINGLE A (2015). Surveillance and genotyping of *Varroa destructor* (Acari: Varroidae) parasitizing *Apis mellifera jemenitica* (Hymenoptera: Apidae) in Saudi Arabia. *Rev Colomb Entomol*, **41**(2):180-183.
- ALLEN MF, BALL BV (1996). The incidence and World distribution of honey bee viruses. *Bee World*. 77, 141–162.
- ANDERSON DL (1994) Non-reproduction of *Varroa jacobsoni* in *Apis mellifera* colonies in Papua New Guinea and Indonesia. *Apidologie*, **25**(4):412–421. 671/95.
- ANDERSON DL (2000) Variation in the parasitic bee mite *Varroa jacobsoni* Oud. *Apidologie* **31**(2):281–292.
- ANDERSON, D (2005). Triggering virus replication in honey bees, Bee Research And Virus in Europe. Proceedings of the meeting in Sophia Antipolis (France) 24-26 April.

- ANDERSON, D (2006). Clarification of aspects of Varroa reproduction-first stage of a possible new control method. RIRDC Publication No 06/007. RIRDC Project No CSE-87A.
- ANDERSON DL, FUCHS S (1998). Two genetically distinct populations of Varroa jacobsoni with contrasting reproductive abilities on Apis mellifera. *J. Apic. Res.*, **37**:69-78.
- ANDERSON DL, TRUEMAN JWH (2000) Varroa jacobsoni (Acari: Varroidae) is more than one species. *Exp Appl Acarol*, **24** (3): 165–189.
- ANONİM EMA (1998) The European Agency for the Evaluation of Medicinal Products. Veterinary Medicines and information Technology Unit. Committee for Veterinary Medicinal Products. Flumethrin. Summary Report (1). EMEA/MRI/469/98-FİNAL.
- ANONİM EMA (1999). The European Agency for the Evaluation of Medicinal Products. Veterinary Medicines Evaluation Unit. Committee for Veterinary Medicinal Products. Coumaphos. Summary Report. EMEA/MRI/489/98-FİNAL.
- ANONİM Resmî Gazete (07.03.2017, Sayı: 30000) sayılı Türk gıda kodeksi hayvansal gıdalarda bulunabilecek farmakolojik aktif maddelerin sınıflandırılması ve maksimum kalıntı limitleri yönetmeliği.
- ANONİM (2008). Lactic acid. Erişim: [http://en.wikipedia.org/wiki/Lactic_acid]. Erişim tarihi: 10.03.2020.
- ANONİM (2003). Arıcılık Yönetmeliği. 25 Mayıs 2003 Tarih ve 25118 Sayılı Resmî Gazete.
- ARÍAS MARÍA C, SHEPPARD WS (2005). Phylogenetic Relationships of Honey Bees (Hymenoptera: Apinae: Apini) Inferred from Nuclear and Mitochondrial DNA Sequence Data. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, **37**(1):25-35.
- AYAN A (2017). AYDIN BÖLGESİNDEKİ BAL ARILARINDA (Apis mellifera) BULUNAN *Varroa destructor*'un (AKAR: Varroidae) GENETİK KARAKTERİZASYONU. Doktora Tezi. Adnan Menderes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Parazitoloji (Veteriner) Anabilim Dalı, AYDIN, 2017.
- AYAN A, URAL K, SELÇUK ALDEMİR O, TUTUN H (2017). Van Bölgesindeki Bal Arılarında (Apis mellifera) Görülen Varroa destructor'un Genetik Karakterizasyonunun Belirlenmesi, MAKÜ Sag. Bil. Enst. Derg. **5**(2):78-84. Erişim: [<http://edergi.mehmetakif.edu.tr/index.php/sabed/index>]. Erişim tarihi: 10.03.2020.
- AYDIN L (2005). Sonbaharda Balarısı Hastalık ve Zararlılarının Kontrolü. *Uludağ Arıcılık Dergisi*, 159–160.
- AYDIN L, GİRİŞGİN O, KÜTÜKOĞLU F, ÇAKMAK SS (2004). Arı hastalıkları ilaç kullanım klavuzu. Uludağ Arıcılık Derneği Yayın No:3.
- AYDIN L, DOĞANAY A (2017). Bal arısı yetiştiriciliği ürünleri hastalıkları. Dora Basım Yayın.
- AUBERT M, BALL B, FRİES I, MORİTZ R, MİLANİ N, BERNARDİNELLİ I (2005). Virology and the honeybee. Erişim: [<http://ec.europa.eu/research/research-eu>]. Erişim tarihi: 10.03.2020.
- AURRECOECHEA C, BARRETO A, BASENKO EY, BRESTELLİ J, BRUNK BP, CADE S, CROUCH K, DOHERTY R, FALKE D, FİSCHER S, GAJRÍA B (2017)

- EuPathDB: the eukaryotic pathogen genomics database resource. *Nucleic Acids Res.*, **45(1)**: 581–591.
- BAĞDAT A (2007). Çankırı Arıcılığını Geliştirme ve Uygulama Projesi (2007). Teknik Arıcılık Eğitim Serisi–4 Çankırı 2007, 9.
- BAİLEY L (1955). Nosema apis and dysantery of the honeybee. *J Apic Res*, **6**:121-125.
- BAILEY L (1975). Recent research on honey bee viruses. *Bee World*, **56**:55–64.
- BAİLEY L, CARPENTER JM, WOODS RD (1979). Egypt bee virus and Australian isolates of Kashmir bee virus. *Journal of General Virology*, **43(3)**:641–647. Erişim: [https://doi.org/10.1099/0022-1317-43-3-641]. Erişim tarihi: 10.03.2020.
- BAKANDRİTSONS N, ZABUNİS A (1985). The tobacco leaves effectiveness in the control of varroaosis of honeybees. proc. XXX. Int. Apic. Cong. Nagoya, Japan.
- BALKAYA İ (2016). Türkiye’de Görülen Bal Arısı (Apis mellifera) Hastalıkları . *Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi*, **11(3)**:339-347.
- BEAUREPAİRE AL, TRUONG TA, FAJARDO AC, DİNH TQ, CERVANCİA C, MORİTZ RFA (2015). Host Specificity in the Honeybee Parasitic Mite, Varroa spp. in Apis mellifera and Apis cerana. *PLoS ONE*, **10(8)**:1-12.
- BETTS, AD (1932). Fungus diseases of bees. *Bee World*, **40**:156.
- BEW M., BROWN M, MORTON J (2005). Managing Varroa. Erişim: [http://www.csl.gov.uk/science/organ/envIRON/ bee/factsheets/managing_varroa.pdf]. Erişim tarihi: 10.02.2020. MAFF Horticulture and Potatoes Division.
- BOECKİNG O, SPİVAK M (1999). Behavioral defenses of honey bees against Varroa jacobsoni Q. *Apidologie*, **30**:141-158.
- BOGDANOV S, KİLCHEMANN V, FLURİ P, BÜHLER U, LAVANCHY P (1999). Influence of organic acids and components of essential oils on honey taste. Swiss Bee Research Center, Dairy Research Station Notes, Liebefeld, Ch-3003 Bern.12pp.
- BOOT WJ, JN M CALİS, J BEETSMA, DM HAİ, NK LAN, T VAN TOAN, LQ TRUNG, NH MİN H (1999). Natural selection of Varroa jacobsoni explains the different reproductive strategies in colonies of Apis cerana and Apis mellifera. *Exp. Appl. Acarol*, **23**:133–144.
- BRANCO MR, KİDD NAC, PİCKARD RS (2006). A comparative evaluation of sampling methods for Varroa destructor (Acari: Varroidae) population estimation. *Apidologie*, **37**:452-461.
- BRODSGAARD C, JENSEN SE, HANSEN H, CARSTEN WH, CALİS JNM, BOOT WJ, BEETSMA J VAN DEN EIJNDE, JHPM, DE RUJİTER A, VAN DER STEEN JJM (1998). Control of Varroa by combining trapping in honey bee worker brood with formic acid treatment of the capped brood outside the colony: putting knowledge on brood cell invasion into practise. *Journal of Apicultural Research*, **37(3)**:205-215.
- BULUT G (2020). Tarım Ve Orman Bakanlığı Hayvancılık Genel Müdürlüğü Arı Ürünleri Üretimi Çiftliği Projesi Fizibilite Raporu Ve Yatırımcı Rehberi.
- BÜCHLER R (1997). Trapping Combs with drone Brood for the Elimination of Varroa Mites. XXXV th International Apicultural Congress of Apimondia. Antwerp, Belgium. Poster No: 76/196

- CALDERÓN RA, VAN VEEN J, SOMMEIJER MJ, SANCHEZ LA (2010). Reproductive biology of *Varroa destructor* in Africanized honey bees (*Apis mellifera*). *Experimental and Applied Acarology*, **50**(4):1-17. Erişim: [https://doi.org/10.1007/s10493-009-9325-4]. Erişim tarihi: 05.04.2020.
- CLARKE, K. E., RINDERER, T. E., FRANCK, P., QUEZADA-EUÁN, J. G., OLDROYD, B. P. (2002). The Africanization of Honeybees (*Apis mellifera* L.) of the Yucatan: A Study of a Massive Hybridization Event across Time: Evolution. *International Journal of Organic Evolution*, **56**(7):1462-1474.
- CORNELISSEN B, BLACKQUIERE T (2004). Effectiveness of autumn and winter treatments for varroa control. 1st Europe Conference of Apidology, Udine, September, **19-23**:109-110.
- CRANE EE (2013). *The World History of Beekeeping and Honey Hunting*, London, Gerald Duckworth & Co.
- ÇAKMAK İ, SEVEN ÇAKMAK S, FUCHS S, YENİNAR H (2011). Bal arısı kolonilerinde varroa bulaşıklık seviyesinin belirlenmesinde pudra şekeri ve deterjan yönteminin karşılaştırılması. *U. Arı Derg./U Bee J.*, **11**(2):63-68.
- ÇAKMAK İ, AYDIN L, CAMAZİNE S, WELLS H (2002). Polen Traps and Walnut-Leaf Smoke for Varroa Control. *American Bee Journal*, **142**(5):367-370.
- ÇAKMAK İ, FUCHS S (2013). Exploring a treatment strategy for long-term increase of varroosis tolerance on Marmara Island/Turkey. *J. Apicult. Res.*, **52**(5):242- 250, DOI: 10.3896/IBRA.1.52.5.11
- ÇAKMAK İ, SEVEN ÇAKMAK S (2016). Beekeeping and recent colony losses in Turkey. *U. Arı Drg./ U. Bee J.*, **16**(1):31-48.
- ÇETİN U (2013). Isı değişimlerinin arı kayıplarına etkileri. *Uludag Bee Journal*, **5**.
- ÇETİN M, GÖÇMEN M (2013). Kanatlı hayvanların beslenmesinde antibiyotiklere alternatif olarak kekik (Thyme) kullanmanın etkileri. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, **17**(3):35- 40.
- ÇEVİK, M (2018). Bal Üretiminde İkinci Sıradayız, Türk Tarım Orman Dergisi, Eylül-Ekim: 10-15.
- ÇEVİRİMLİ MD, SAKARYA E (2019). Veteriner Farmakoloji ve Toksikoloji Derneği Bülteni ISSN: 1309-4769, **10**(1):40-48.
- DAVIS PH (1982). *Flora of Turkey and the East Aegean Islands*. Edinburg Univ. Press.
- DE GUZMAN LI, RINDERER TE (1999). Identification and comparison of Varroa species infesting honey bees. *Apidologie*, **30**:85-95.
- DE JONG D, RA MORSE, GC EICKWORT (1982). Mite pests of honey bees. *Annu. Rev. Entomol.*, **27**:229-252.
- DELFINADO-BAKER M (1988). Variability and biotypes of *Varroa jacobsoni* Oudemans. *Am. Bee J.*, **128**:567-568.
- DE MATOS AFIM, NOBRE COR, MONTEIRO JP, BEVILAQUA CML, SMITH WD, TEIXEIRA M (2017). Attempt to control *Haemonchus contortus* in dairy goats with

- Barbervax®, a vaccine derived from the nematode gut membrane glycoproteins. *Small Rumin Res*, **151**:1–4.
- DIETEMANN V, BEAUREPAIRE A, PAGE P, YAÑEZ O, BUAWANGPONG N, CHANTAWANNAKUL P, NEUMANN P (2019). Population genetics of ectoparasitic mites *Varroa* spp. in Eastern and Western honey bees. *Parasitology*, **146**(11):1429–1439.
- DONDERS J, CORNELISSEN B, BLACQUIÈRE T (2006). *Varroa* control preceding honey flow; Thymol and formic acid residue. Proceedings of the Netherlands Entomological Society Meeting, Ede, the Netherlands; **17**:141-5.
- DOĞANAY A (2018). Bal Arısı Hastalıkları. *Türkiye Klinikleri Dergisi*, Arıcılık, Arı Ürünleri ve Apiterapi Özel Sayısı.
- DOĞAN YUNUS, BASLAR SÜLEYMAN, CELİK, ALİ, MERT HASAN HÜSEYİN, OZTURK MÜNİR (2004). A study of the roadside plants of West Anatolia, Turkey. *Nat. Croat.*, **13**(1):63–80, Zagreb.
- DUCOS DE LATTGTE L (1986). Vergleichende untersuchungen zur wirksamkeit von Perizin und Amitraz *Revue française d'apiculture* **452**:58–259.
- DYNES TL DE ROODE JC, LYONS JI, BERRY JA, DELAPLANE KS, BROSI BJ (2017). Fine scale population genetic structure of *Varroa destructor*, an ectoparasitic mite of the honey bee (*Apis mellifera*). *Apidologie*, **48**(1):93–101.
- EGUARAS M, DEL HOYO M, PALACIO MA, RUFFINENGO S, BEDASCARRASBURE EL (2001). A new product with formic acid for *Varroa Jacobsoni* Oud. Control in Argentina. *Efficacy J Vet Med B.*, **48**:11-4.
- ENGEL, M (2004). Geological history of the bees (Hymenoptera: Apoidea). *Revista de Tecnologia e Ambiente (Criciúma)*, **10**(2):9-33.
- ELZEN P, BAXTER JR, EISCHEN F, WILSON WT (1999b). Resistance of varroa to fluvalinate in USA. Proceeding of the American bee. Research Conf., Baton Rouge, La, USA, 310-311.
- ELZEN PJ, BAXTER JR, SPIVAK M, WILSON WT (1999a). Control of *Varroa jacobsoni* oud. Resistant to fluvalinate and amitraz using coumaphos. *Apidologie*, **31**:437-441.
- EVANS JD (2000). Microsatellite loci in the honey bee parasitic mite *Varroa jacobsoni*. *Mol Ecol*, **9**(9):1436–1438.
- EVANS JD, LOPEZ DL (2002). Complete mitochondrial DNA sequence of the important honey bee pest, *Varroa destructor* (Acari: Varroidae). *ExpAppl Acarol.* **27**(1/2):69–78.
- FARJAMFAR M, SABOORİ A, GONZÁLEZ-CABRERA J, HERNÁNDEZ RODRÍGUEZ CS (2018). Genetic variability and pyrethroid susceptibility of the parasitic honey bee mite *Varroa destructor* (Acari: Varroidae) in Iran. *Experimental and Applied Acarology*, **76**(1):139–148. Erişim: [<https://doi.org/10.1007/s10493-018-0296-1>]. Erişim tarihi: 09.03.2021.
- FELSENSTEIN J (1985). Confidence limits on phylogenies: An approach using the bootstrap. *Evolution*, **39**:783-791.
- FORSGREN E (2010). European foulbrood in honey bees. *Journal of Invertebrate Pathology*, **103**:55-58.

- FRİES I. (2010). Nosema ceranae in European honey bees (*Apis mellifera*). *J Invertebr Pathol*, **103**(1):73-79.
- FRİES L, AARHUS A, HANSEN H, KORPELA . (1991). Development of early infestations by the mite *Varroa jacosoni* in honey bee (*Apis mellifera* L.) colonies in cold climates. *Experimental and Applied Acarology*, **10**:279-287.
- FUJİYUKİ T, TAKEUCHİ H, ONO M, OHKA S, SASAKİ T, NOMOTO A, KUBO T (2004). Novel insect picorna-like virus identified in the brains of aggressiveworker honeybees. *Journal of virology*, **78**(3):1093-1100.
- GAJİĆ B, MUÑOZ I, DE LA RÚA, P, STEVANOVIĆ J, LAKIĆ N, KULIŠIĆ Z, STANİMİROVIĆ Z (2019). Coexistence of genetically different *Varroa destructor* in *Apis mellifera* colonies. *Experimental and Applied Acarology*, **78**(3):315–326. Erişim: [<https://doi.org/10.1007/s10493-019-00395-z>]. Erişim tarihi: 20.05.2020.
- GARRİDO C, ROSENKRANZ P, PAXTON R.J, GONÇALVES .S (2003). Temporal changes in *Varroa destructor* fertility and haplotype in Brazil. *Apidologie* **34**:535-541.
- GENÇ F, DODOLOĞLU A (2002). Arıcılığın Temel Esasları. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Ders Yayınları. No: 166. Erzurum.
- GENERSCH E, FORSGREN E, PENTIKÄINEN J, ASHIRALIEVA A, RAUCH S, KILWINSKI J, FRIES I (2006). Reclassification of *Paenibacillus* larvae subsp. *pulvifaciens* and *Paenibacillus* larvae subsp. larvae as *Paenibacillus* larvae without subspecies differentiation. *Int J Syst Evol Microbiol* **56**, 501– 511.
- GİRİŞKİN AO (2008). *Varroa destructor* ile doğal enfeste bal arılarında organik asitlerin kullanımı ve etkinliği. Uludağ Üniversitesi / Sağlık Bilimleri Enstitüsü / Parazitoloji (Veterinerlik) Anabilim Dalı, Doktora Tezi.
- GOODVİN M, EATON VC (2001). Control of *Varroa*. A Guide for New Zealand Beekeepers.
- GOODVİN M, TAYLOR M, MCBRYDİE H, COX H (2002). Control of varroa using formic acid, oxalic acid and thymol. Apicultural Research Unit of Ruakura, NZ Booklet, pp.3.
- GUERRA JCV, ISSA MRC, CARNEIRO FE, STRAPAZZON R, MORETTO G (2010). APD identification of *Varroa destructor* genotypes in Brazil and other regions of the Americas. *Genet Mol Res.*, **9**(1):303-308.
- GÜLEĞEN AE (2002). Bal arılarında trake akarı (*Acarapis woodi*). *Uludağ Arıcılık Dergisi*. **1**(2):27-29.
- GÜREL F, GÖSTERİT A (2003). Gap Bölgesinde Arıcılık. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 1178-1184.
- GÜREL F, GÖSTERİT A (2003). Arıcılığın etik açıdan değerlendirilmesi. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 228-233.
- GÜL A, ŞAHİNLER N (2004). Balın yapısına ve kalitesine etki eden faktörler. IV. Ulusal Zooteknik Bilim Kongresi.1-3 Eylül. Isparta.
- GÜL A, ŞAHİNLER N, AKYOL E, ŞAHİN A (2005). Organik Arı Yetiştiriciliği. *MKU Ziraat Fakültesi Dergisi*. **10**(1–2):63–70.

- HACHIRO S, KNOX DA (1991). Diagnosis of honey bee diseases. Agricultural Handbook (Washington), 690.
- HANDERSON C, TARVER L, PLUMMER D, SECCOMB R, DEBNAM S, RICE S, BROMENSHENK J (2007). US National Bee Colony Loss Survey: Preliminary findings with respect to Colony Collapse Disorder. Bee Alert Technology Inc. March 26.
- HIGES M, LORENTE J, SUAREZ M (1997). Field trial on the effectiveness of oxalic acid in the control of varroasis in *Apis mellifera* colonies. XXXV. International Apicultural Congress of Apimondia. 1-6 September, Belgium. 227/445.
- HUANG ZY (2001). MiteZapper - A new and effective method for varroa mite control. *American Bee Journal*, **141**:730-732.
- HUANG WY, HE B, WANG CR, ZHU XQ (2004). Characterisation of *Fasciola* species from Mainland China by ITS-2 ribosomal DNA sequence. *Vet Parasitol*, **120**:75-83.
- HUTTON S (2015). Varroa yönetimi. The Animal and Plant Health Agency, National AgriFood Innovation Campus, 11.
- IMDORF A, BOGDANOV S, IBANEZ O, CALDERONE NW (1999). Use of Essential Oils for the Control of *V. jacobsoni* Honey Bee Colonies. *Apidologie*, **30**:209-228.
- IMDORF A, CHARRIERE J.D, BACHOFEN B (1997). Efficiency checking of the Varroa jacobsoni control methods by means of oxalic acid, *Apiacta*, **32**:89-91.
- IMDORF A, KILCHENMANN V (1990). Lactic acid-one product in the fight against Varroa for the small scale beekeeper. Research Notes, pp.4.
- IMDORF A, CHARRIERE J.D, MAQUELIN C, KILCHENMANN V, BACHOFEN B (1996). Alternative varroa control. *Am.Bee J.*, **136**(3):189-193.
- IMDORF A, KILCHENMANN V (1990). Lactic acid-one product in the fight against Varroa for the small scale beekeeper. Research Notes, pp.4.
- INFANTIDIS MD (1983). Ontogenesis of the mite *Varroa jacobsoni* in worker and drone honeybee brood cells. *J. Api. Res.*, **22**:200-206.
- İLİKLER İ, YÜZBAŞ A (1987). Ege Bölgesi'nde arı akarı (*Varroajacobsoni* Quedmans, 1904) ve savaşımları üzerine araştırmalar. Türkiye 1. Arıcılık Kongresi, 22-24 Ocak 1980, TOKB. Teş. ve Des. Gn. Md. Ankara. Yayın No: genel: 154, TEDGEM:14, 139-147, Ankara.
- KAFTANOĞLU O, KUMOVA U, YENİNAR H (1992). Varroa Mücadelesinde Son Gelişmeler. Doğu Anadolu Bölgesi I. Arıcılık Semineri. 3-4 Haziran 1992. Erzurum.
- KANDEMİR I, KENCE M, KENCE A (2005). Morphometric and electrophoretic variation in different honey bee (*Apis mellifera* L.) populations. *Turk J Vet Anim Sci*, **29**:885-890.
- KAR S, KAYA N, GÜVEN E, KARAER Z (2006). "Yeni geliştirilen tespit kabı ile ergin arılarda varroa enfestasyonunun belirlenmesi". *Uludağ Arıcılık Dergisi*, **6**(2):68-73.
- KELOMEY AE, PARAİSO A, SİNA H, LEGOUT H, GARNERY L, BABA-MOUSSA L (2017). Genetic characterization of the honeybee ectoparasitic mite *Varroa destructor* from Benin (West Africa) using mitochondrial and microsatellite markers.

Experimental and Applied Acarology, **72**(1):61–67. Erişim: [https://doi.org/10.1007/s10493-017-0141-y]. Erişim tarihi: 12.02.2020.

- KIMURA M (1980). A simple method for estimating evolutionary rate of base substitutions through comparative studies of nucleotide sequences. *Journal of Molecular Evolution*, **16**:111-120.
- KLEİNJANS HAW, KEULEN SJ VAN, BLACQUIÈRE T, BOOIJ CJH, HOKA-HİN CH, CORNELISSE, ACM, DOOREMALEN JA VAN (2012). The possible role of honey bees in the spread of pollen from field trials, Bilthoven : ameco / Plant Research International: bees@ wur, (CGM 2012-02).
- KLUG W S, CUMMINGS MR, SPENCER CA (2011). Genetik kavramlar, (Çeviri Ed: Prof Dr. Cihan Öner, Prof. Dr. Sibel Sümer, Prof. Dr. Reyhan Öner, Prof. Dr. Ay Öğüş, Prof. Dr. Leyla Açık), Palme Yayıncılık, Ankara.
- KNOPH AA (1980). National Audubon Society. Field Guide to Insects & Spiders, Newyork, Alfred A. Knopf Press.
- KONOPACKA Z, BIENKOWSKAK M, POHORECKA B, SLEDZINSKI B (1995). Varracidal efficacy of fluvalinate as affected by dose, type of carrier and carrier preparation, XXXIVth Int. Cong. Apic. of Apimondia, Romania, 181.
- KORPELA S, AARHUS A, FRİES I, HANSEN H (1992). *Varroa jacobsoni* O. in cold climates: population, winter mortality and influence on the survival of the honey bee colonies. *Journal of Apicultural Research.*, **31**:157-164.
- KORKMAZ A (2017). Anlaşılabilir Arıcılık. Ceylan Ofset. Samsun.
- KORKMAZ A (2013). Gıda Tarım ve Hayvancılık İl Müdürlüğü Yayını. Samsun.
- KORKMAZ A (2010). Arıcılık. Samsun il Tarım Müdürlüğü Çiftçi Eğitim Ve Yayım Şubesi, 32-34.
- KRAUS B, HUNT G (1995). Differentiation of *Varroa jacobsoni* Oud populations by random amplification of polymorphic DNA (RAPD). *Apidologie*, **26**:283-290.
- KUMAR S, STECHER G, LI M, KNYAZ C, TAMURA K (2018). MEGA X: molecular evolutionary genetics analysis across computing platforms. *Molecular Biology and Evolution*, **35**(6):1547- 1549.
- KUMOVA U, BURGUT A, ÇANKAYA N (2008). Türkiye’de organik arıcılık ve önemi, IV. Ulusal Zootekni Öğrenci Kong., Ondokuz Mayıs Ün. Zir. Fak. Zootekni Böl.
- KUMOVA U (2000). Türkiye’de Bal Arısı (*Apis mellifera* L.) Hastalıklarının dağılımı, bal arıları üzerinde etkileri ve entegre kontrol yöntemleri, TÜBİTAK Araştırma Projesi Sonuç Raporu, Proje No: VHAG-925, S: 1-93.
- KUMOVA U (2003). *Varroa* ile Mücadele Yöntemleri. Marmara İl. Arıcılık Kongresi Bildirileri. 28-30 Nisan. Erzurum.
- KUMOVA U (2004). *Varroa* ile mücadele yöntemleri. 2. Marmara Arıcılık Kongresi Bildiri Kitabı, Aydın L (Ed), Çakmak İ (Ed), Güneş N (Ed), Uludağ Üniv. Basımevi, Bursa, 83-131.
- KURT M (2007). Organik arıcılık kuralları ve hastalıklarla mücadele. Samsun Veteriner Kontrol ve Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, 19-23.

- LANZÌ G, DE MİRANDA JR, BONİOTTÌ MB, CAMERON CE, LAVAZZA A, CAPUCCI L, CAMAZİNE SM, ROSSÌ C (2006). Molecular and biological characterization of deformed wing virus of honey bees (*Apis mellifera* L.). *Journal of Virology*, **80**:4998–5009.
- LE CONTE Y, NAVAJAS M (2008). Climate Change: Impact on Honey Bee Populations and Diseases. *Revue Scientifique Et Technique (International Office of Epizootics)*, **27**(2):485-497, 499-510.
- LİGOZZÌ M, FONTANA R (2003). Isolation of total DNA from bacteria and yeast. *Afr. J. Biotechnol.*, **2**:251-253.
- LİDE R (Ed.) (2006). Handbook of Chemistry and Physics. 87th Edition. *The Chemical Rubber Co. Press*, Cleveland, Ohio.
- LOCKE B (2016). Natural Varroa mite-surviving *Apis mellifera* honeybee populations. *Apidologie*, **47**:467–482.
- LODESANI M (2004). Control strategies against varroa mites. *Parassitologia*, **46**:277-279.
- MAF (2001). A Review of Treatment Options for Control of Varroa Mite in New Zealand, Report to The Ministry of Agriculture and Forestry. 1-26.
- MAGGI M, ELİAN TOURN, PEDRO NEGRI, NİCOLÁS SZAWARSKI, ALFREDO MARCONI, LİLİANA GALLEZ, SANDRA MEDICI, SERGİO RUFFINENGO, CONSTANZA BRASESCO, L EONARDO DE FEUDIS1, SİL VİNA QUINTANA, DİANA SAMMATARO, MARTİN EGUARAS (2015). A new formulation of oxalic acid for Varroa destructor control applied in *Apis mellifera* colonies in the presence of brood. INRA, DIB and Springer-Verlag France. Erişim: [DOI: 10.1007/s13592-015-0405-7]. Erişim tarihi: 16.06.2020.
- MANLEY R, BOOTS M, WİLFERT L (2017). Condition-dependent virulence of slow bee paralysis virus in *Bombus terrestris*: are the impacts of honeybee viruses in wild pollinators underestimated? *Oecologia*, **184**(2):305–315. Erişim: [https://doi.org/10.1007/s00442-017-3851-2]. Erişim tarihi: 16.06.2020.
- MATHESON A (1993). World bee health report. *Bee World* **74**(4):176-212.
- MARAMOROSCH K, SHATKİN A (2007). Honey bee viruses. *Advances in Virus Research. Academic Press*. 33-80.
- MARCEAU J (1997). Effects of different acaricide treatments against *Varroa jacobsoni* on the productivity of honey bee colonies. Part. 1. *Abeille*. **18**(1):11-14.
- MARTİN GS (2016). Erişim: [https://www.flickr.com/photos/sanmartin/5048103407]. Erişim tarihi: 10.03.2022.
- MCPHERSON MJ, MOLLER SG (2000). The Basics. *New York: Cromwell Press*, 1-45.
- MEİXNER MD, COSTA C, KRYGER P, HATJİNA F, BOUGA M, IVANOVA E, BÜCHLER R (2010). Conserving diversity and vitality for honey bee breeding. *Journal of Apicultural Research*, **49**(1):85-92.
- MİLANİ N (1995). Morphometri of strains of *Varroa jacobsoni* quedemans resistant and susceptible to pyrethroids, XXXIVth Inter. Apic. Cong. Of Apimondia, 15-19 August, Lausanne-SWİTZERLAND, 325/192.

- MİLANI N (1999). The resistance of *Varroa jacobsoni* to acaricides: A short review. *Apidologie*, **30**:229-234.
- MONDET F, MAISONNASSE A, KRETZSCHMAR A, ALAUX C, VALLON J, BASSO B, DANGLEANT A, LE CONTE Y (2016). *Varroa* : son impact, les méthodes d'évaluation de l'infestation et les moyens de lutte. *Innovations Agronomiques* **53**:63-80.
- MOORE J, JIRONKIN A, CHANDLER D, BURROUGHS N, EVANS DJ, RYABOV EV (2011). Recombinants between Deformed wing virus and *Varroa destructor* virus-1 may prevail in *Varroa destructor*-infested honeybee colonies. *Journal of General Virology*, **92**(1):156–161. Erişim: [<https://doi.org/10.1099/vir.0.025965-0>]. Erişim tarihi: 16.06.2020.
- MOSHAVERİNİA A, ABEDİ V, SAFAEİ H (2013). Mite infestation of honeybee (*Apis mellifera*) in apiaries of North East of Iran. *Sci Parasitol.*, **14**(1):31-35.
- MUÑOZ I, GARRIDO-BAILÓN E, MARTÍN-HERNÁNDEZ R, MEANA A, HÍGES M, RÚA P (2008). Genetic profile of *Varroa destructor* infesting *Apis mellifera* iberiensis colonies. *J Apic Res.*, **47**(4):310–313.
- MUNTAABSKİ I., RUSSO RM, LIENDO MC, PALACİO MA, CLADERA JL, LANZAVECCHIA SB, SCANNAPIECO AC (2020). Genetic variation and heteroplasmy of *Varroa destructor* inferred from ND4 mtDNA sequences. *Parasitology Research*, **119**(2):411-421.
- MUTİNELLİ F (2016). Veterinary medicinal products to control *Varroa destructor* in honey bee colonies (*Apis mellifera*) and related EU legislation—an update. *Journal of Apicultural Research*; **55**(1):78-88.
- MUTİNELLİ F, CREMASCO S, IRSARA A, BAGGIO A, NANETTİ A, MASSI, S (1995). Organic acids and api life var® in varroasis control in Italy. XXXIV. International Apicultural Congress of Apimondia. 15-19 August. Lausanne-Switzerland. No: 285/202.
- NANETTİ A (1999). Oxalic acid for mite control - Results and review. Coordination in Europe of research on integrated control of *Varroa* mites in honey bee colonies. Commission of the European Communities, Concerted Action 3686, Merelbeke November, pp. 7-14.
- NASR ME (1998). Technology transfer of improved honey bee stocks and management practises to beekeepers in Ontario. Annual Report for 1997–1998. ABA, Bayfield, Ontario, Canada.
- NAVAJAS M, ANDERSON DL, DE GUZMAN LI, HUANG ZY, CLEMENT J, ZHOU T, LE CONTE Y (2010). New Asian types of *Varroa destructor*: a potential new threat for world apiculture. *Apidologie*, **41**(2):181–193.
- OTRANTO D, TRAVERSA D, TARSITANO E, STEVENS J (2003). Molecular differentiation of *Hypoderma bovis* and *Hypoderma lineatum* (Diptera, Oestridae) by polymerase chain reaction-restriction fragment length polymorphism (PCR-RFLP). *Vet Parasitol*, **112**(3):197-201.
- ÖNK K (2003). Kars Yöresindeki Bal Arılarında Varroosis'in Yaygınlığı. Kafkas Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.

- ÖZBEK H (2003). Türkiye’de Arılar ve Tozlaşma Sorunu. *Uludağ Arıcılık Dergisi*, **2003** (3):41-44.
- ÖZERDEM DN (2009). Kala-Azarlı hastalarda etken türlerin PCR-RFLP yöntemi ile tanımlanması. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Adana
- ÖZTÜRK FG (2013). Ordu İli Arıcılık Sektörünün Ekonomik Yapısı Üzerine Bir Araştırma. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Erzurum, 49.
- ÖZTÜRK AŞ (2001). Arıcılık. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Teşkilatlanma ve Destekleme Genel Müdürlüğü Çiftçi Eğitimi ve Yayın Serisi Yayın No: 33, Ankara, 2.
- PARADİN L, DAİNESE N, GİRARDİ B, DAMOLİN O, PİRO O, MUTİNELLİ FA (2000). A scientific note on longterm stability of a home-made oxalic acid water solution for controlling varroasis. *Apidologie*, **32**(5):451-452.
- PERSİNG HD (1991). Polymerase chain reaction: Trends to benches. *J Clin Microbiol*, **29**: 1281-1285.
- PİCCİRİLLO GA, DE JONG D (2003). The Influence of brood comb cell size on the reproductive behavior of the ectoparasitic mite *Varroa destructor* in Africanized honey bee. *Genet. Mol. Res.*, **2**(1):36-42.
- PİNTO MA, RUBİNK WL., COULSON, R. N., PATTON, J. C., JOHNSTON, J. S. (2004). Temporal Pattern of Africanization in a Feral Honeybee Population from Texas Inferred from Mitochondrial DNA. *Evolution; International Journal of Organic Evolution*, **58**(5):1047-1055.
- RAMSEY SD, R OCHOA, G BAUCHAN, C GULBRONSON, JD MOWERY, A COHON, D LİM, D VANENGELSDORP (2018). *Varroa destructor* feeds primarily on honey bee fat body tissue and not hemolymph. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* **116**:1792–1801.
- RATH W (1993). Aspects of preadaptation in *Varroa jacobsoni* while shifting its original host *Apis cerana* to *Apis mellifera*, pp. 417–426. In L. J. Connor, T. Rinderer, H. A. Sylvester, and S. Wongsiri (eds.), *Asian apiculture*. Wicwas Press, Cheshire, CT.
- RATH W (1999). Co-adaptation of *Apis cerana* Fabr. and *Varroa jacobsoni* Oud. *Apidologie*, **30**:97–110.
- RAWLİNGS R (1996). Effect of lactic acid isomers on keratinocyte ceramide synthesis, stratum corneum lipid levels and stratum corneum barrier function. *Archives of Dermatological Research*, **288**(7):383-390.
- RİTTER W, RİTTER US (1988). Differences in Biology and Means of Controlling *Varroa Jacobsoni* and *Tropilaelaps clareae*, Two Novel Parasitic Mites *Apis mellifera*. Africanised Honeybees and Bee Mites. 387-395.
- ROSENKRANZ P, AUMEIER P, ZIEGELMANN B (2010). Biology and control of varroa destructor. *Pathol*, **103**:96-119.
- ROZENZVİT MC, ZHANG LH, KAMENETZKY L, CANOVA SG, GUARNERA EA, MCMANUS DP (1999). Genetic variation and epidemiology of *Echinococcus granulosus* in Argentina. *Parasitology*, **118**(5):523-530.

- RÚA LA PD, JAFFÉ R, DALL'OLÍO R, MUÑOZ I, SERRANO J (2009). Biodiversity, Conservation and Current Threats to European Honeybees. *Apidologie*, **40**(3):263-284.
- RUFFINENGO S, EGUARAS M, FLORIS I, FAVERIN C, BAILAC P, PONZI M (2005). LD50 and repellent effects of essential oils from Argentinian wild plant species on *Varroa destructor*. *Econ Entomology*, **98**(3):651-655.
- RUIJTER A de, EIJİNDE J VAN den (1986). Feldversuch zur bestimmung der wirkung von Perizin auf Varroamilben in bienen völkern und auf die entwicklung behandelter völker. *Vet Med Nachr*, **2**:158–163.
- RUIJTER A De, EIJİNDE J VAN den (1991). Feldversuch zur bestimmung der wirkung von Bayvarol Strips gegen Varroamilben in bienen völkern sowie der wirkung des preparats auf die entwicklung des bienenvolks in den der anwendung folgenden monaten. *Vet Med Nachr*, **61**:30–35.
- RUTTNER F (1988). Biogeography and taxonomy of honeybees. Springer Verlag, Heidelberg, Berlin, New York, 284 pp.
- SAMMATARO D, AVITABILE A (2011). The Beekeeper's Handbook, *Cornell University Press*, 214-221, London.
- SANCAK, K., SANCAK, A., AYGÖREN, E. (2013) Dünya ve Türkiye'de Arıcılık. Arıcılık Araştırma Dergisi, **5**(10):7-13.
- SANER G, YÜCEL B, YERCAN M, KARATURHAN B, ENGİNDENİZ S, ÇUKUR F, KÖSOĞLU M (2011). Organik ve konvansiyonel bal üretiminin teknik ve ekonomik yönden geliştirilmesi ve alternatif pazar olanaklarının saptanması üzerine bir araştırma: İzmir ili Kemalpaşa ilçesi örneği. Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü, Yayın No:195, Ankara.
- SCHUURMAN T, DE BOER R, PATTY R, KOOİSTRA-SMİD M, VAN ZWET A (2007). Comparative evaluation of in-house manual, and commercial semi-automated and automated DNA extraction platforms in the sample preparation of human stool specimens for a *Salmonella enterica* 5'-nuclease assay. *J. Microbiol. Methods*, **71**:238-245.
- SEELEY TD, SEELE R H, AKRATANAKUL P (1982). Colony Defense Strategies of the Honeybees in Thailand. *Ecological Monographs*, **52**(1):43-63.
- SEVEN ÇAKMAK S, ÇAKMAK İ, FUCHS S, KANDEMİR İ (2017). Bal arısı (*Apis mellifera anatoliaca*) kolonilerinde pudra şekeri yöntemi ile varroa (*varroa destructor*) bulaşıklık seviyesinin belirlenmesi ve koloni seçimi . *Uludağ Arıcılık Dergisi*, **17**(1):7-23.
- SHARMA P, JUYAL PD, SİNGLA LD, CHACHRA D, PAWAR H (2012) Comparative evaluation of real time PCR assay with conventional parasitological techniques for diagnosis of Trypanosoma evansi in cattle and buffaloes. *Vet Parasitol*, **190**(3-4):375–382.
- SHAARAWİ MOA (1995). Evulation of several natural materials as control agents against *Varroa jacobsoni* infesting honeybee colonies, XXXIVth Inter. Apic. Cong. Of Apimondia, 15-19 August, Lausanne-SWİTZERLAND, 136-140.
- SHEPPARD WS, ARIAS MC, GRECH ., MEIXNER MD (1997). *Apis mellifera ruttneri*, a New Honey Bee Subspecies from Malta. *Apidologie*, **28**(5):287-293.

- SHEPPARD WALTER ., MEIXNER MD (2003). *Apis mellifera pomonella*, a New Honey Bee Subspecies from Central Asia. *Apidologie*, **34**(4):367-375.
- SHİMANUKİ H, KNOX DA, FURGALA B, CARON, DM, WILLİAMS JL (1993). Diseases and pests of honey bees. *The Hive and The Honey Bee*. Dadant and Sons, Hamilton. Chapter **25**:1083-1151.
- SHOREİT MN, HUSSEİN MH (1994). Field trials for the control of varroa disease of honeybees by using coriander seeds extract. *Zagazig Journal of Agricultural Research*, **21**(1):279-288.
- SLABEZKİ Y, GAL H, LENSKY Y (1991). The effect of fluvalinate application in bee colonies on populations levels of *Varroa jacobsoni* and honey bees (*Apis mellifera*) and on residues in honey and wax, *Bee Science*, **1**(4):189-195.
- SOLİGNAC M, VAUTRİN D, PİZZO A, NAVAJAS M (2003). Characterization of microsatellite markers for the apicultural pest *Varroa destructor* (Acari: Varroidae) and its relatives. *Mol. Ecol. Notes* **3**:556-559.
- SOLİGNAC M, CORNUET JM, VAUTRİN D, LE CONTE Y, ET AL. (2005). The invasive Korea and Japan types of *Varroa destructor*, ectoparasitic mites of the Western honeybee (*Apis mellifera*), are two partly isolated clones. *Proc. Biol. Sci.*, **272**:411-419.
- SORUCU A (2019). Ari ürünleri ve apiterapi. Veteriner Farmakoloji ve Toksikoloji Derneği Bülteni, **10**: 1-15.
- SPREAFICO M, EÖRDEGH FR, BERNARDINELLI I, COLOMBO M (2000). First detection of strains of *Varroa destructor* resistant to coumaphos. result of laboratory test and field trails. Instituto Di Entomologia Agraria, Milano Universty, Via Celoria 2, 20133 Milano, Italy.
- STRAPAZZON R, CARNEİRO FE, GUERRA JR JCV, MORETTO G (2009). Genetic characterization of the mite *Varroa destructor* (Acari: Varroidae) collected from honey bees *Apis mellifera* (Hymenoptera, Apidae) in the State of Santa Catarina, Brazil. *Genetics and Molecular Research*, **8**(3):990-997.
- SUAREZ M, ROBLES M, HİGES P, LORENTE M (1995). Assay on the conjunct effectiveness of the periodical drone brood removal and lactic acid application for the control of *Varroa jacobsoni* in *Apis mellifera*. XXXVth International Apicultural Congress of Apimondia, 15-19 August, Lausanne, Switzerland, 343p.
- TANTİLLO G, M BOTTARO, A Dİ PİNTO, V MARTELLA, Dİ PİNTO, V. TERİO (2015). Virus infections of honeybees *Apis mellifera*. *Ital. J. Food Saf.* **4**:5364.
- TIHELKA E (2018). Effects of synthetic and organic acaricides on honey bee health: A review. *Slovenian Veterinary Research*, 55.
- TUTKUN E (2016). Arı akarı (*Varroa destructor*) Mücadelesinde Timolün Kullanılması. *Arıcılık Araştırma Dergisi*, **8**(1):1-5.
- TUTKUN E, İNCİ A (1992). Bal Arısı Zararlıları Hastalıkları ve Tedavi Yöntemleri. Demircioğlu Matbaacılık Yenişehir/ANKARA.
- TUTKUN E, BOŞGELMEZ A (2003). Bal Arısı Zararlıları ve Hastalıkları Teşhis ve Tedavi Yöntemleri. Bizim Büro Basımevi. Ankara.

- TUTİN TG, HEYWOOD VH, BURGES NA, VALENTİNE DH (2010). *Flora Europaea*. Cambridge University press.
- TÜİK (2021). Türkiye İstatistik Kurumu, TÜİK, Erişim: [<http://www.tuik.gov.tr>]. Erişim tarihi: 01.03.2022.
- UZUNDUMLU AS, AKSOY A, IŞIK HB (2011). Arıcılık İşletmelerinde Mevcut Yapı ve Temel Sorunlar; Bingöl İli Örneği. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, **42**(1):49-55, 2011.
- VANDENBERG JD, SHİMANUKİ H (1990). Isolation and characterization of *Bacillus coagulans* associated with half-moon disorder of honey bees. *Apidologie*, **21**(3):233–241. Erişim: [<https://doi.org/10.1051/apido:19900308>]. Erişim tarihi: 01.02.2020.
- VETHARANİAM K, BARLOW ND (2006). Modelling biocontrol of *Varroa destructor* using a benign haplotype as a competitive antagonist, *N. Z. J. Ecol.*, **30**:87–102.
- VURAL H (2010). Socio-economic analysis of beekeeping and the effects of beehive types on honey production. *African Journal of Agricultural Research*, **5**:3003-3008.
- WHALON M.E., MOTA-SANCHEZ R.M., HOLLİNGWORTH R.M., DUYNLAGER L. (2018). Arthropods Resistant to Pesticides Database (ARPD). Erişim: [<http://www.pesticideresistance.org>]. Erişim Tarihi: 31.12.2018.
- WARE GW (2000). *The pesticide book*, Thomson Publications.
- WARRİT N, HAGEN TAR, SMİTH SR AND ÇAKMAK I (2004). A survey of *Varroa destructor* strains on *Apis mellifera* in Turkey. *J. Apic. Res.*, **43**:190-191.
- WEBSTER TC, DELAPLANE KS (2001). *Mites of the Honey Bee*. Dadant & Sons, INC, Hamilton, 131-148, 163-178, 205-215, Illinois.
- WEHLİNG M, VON DER OHE W, VON DER OHE K (2003). Natural content of formic and organic acids in honeys, *Apiacta*, **38**:257.
- WHİTFİELD CW, BEHURA SK, BERLOCHER SH, CLARK AG, JOHNSTON JS, SHEPPARD WS, SMİTH DR, SUAREZ AV, WEAVER D, TSUTSUİ ND (2006). Thrice out of Africa: Ancient and Recent Expansions of the Honey Bee, *Apis mellifera*. *Science (New York, N.Y.)*, **314**(5799):642-645.
- WILLIAMS D (2000). A veterinary approach to the european honey bee (*apis mellifera*). *The Veterinary Journal*, **160**:61-73.
- YAĞCI A (2001). Restriction Length Fragment Polymorphism ve polimeraz zincir reaksiyonu bazlı tiplendirme yöntemleri. Durmaz R (ed). *Uygulamalı Moleküler Mikrobiyoloji*. İstanbul, Nobel Tıp Kitabevi, 149-160.
- YENİNAR H, KAFTANOĞLU O (1992). Kireç hastalığının balarısı (*Apis mellifera* L.) kolonileri üzerindeki etkileri ve kontrol yöntemleri. Doğu Anadolu Bölgesi. I. Arıcılık Semineri Bildirileri. 3-4 Haziran 1992. Erzurum.
- YUSEFFİ M, WİLLER H (2003). The World of organic agricultura statistics and future prospects, *Annual Reports*, 3- 16.
- ZEYBEK H (1991). Arı Hastalıkları ve Zararlıları. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı. Hayvan Hastalıkları Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü. Etlik-Ankara.

ZHOU T, ANDERSON DL, HUANG ZY, HUANG S, YAO J, KEN T, ZHANG Q (2004).
Identification of Varroa mites (Acari: Varroidae) infesting *Apis cerana* and *Apis mellifera* in China. *Apidologie*, **35**(6):645–654.



ÖZGEÇMİŞ

I. Bireysel Bilgiler

Adı : Murat
Soyadı : Özben
Uyruğu : T.C.
Medeni Durum : Bekar
Askerlik Durumu : Yapıldı

II. Eğitimi

2007 – 2012 : Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi
Yabancı Dil : İngilizce, Almanca

III. Ünvanları

Veteriner Hekim (2012)

IV. Mesleki Deneyimi

06.2011 / 10.2011 Berlin Freie Üniversitesi Veteriner Fakültesi Yaz Stajı
09.2016 / 02.2017 Berlin Freie Üniversitesi Veteriner Fakültesi Öğrenim Hareketliliği
09.2018 / 01.2019 Berlin Freie Üniversitesi Veteriner Fakültesi Yaz Stajı
01.2019 / 05. 2022 Berlin Freie Üniversitesi Veteriner Fakültesi Proje Çalışması

VI. Bilimsel İlgili Alanları

Yayınlar

ÖZBEN M, VON SAMSON-HIMMELSTJERNA G, FREIİN VON STREIT MKB, WİLKES EJA, HUGHES KJ, KRÜCKEN J. (2022). Absence of Polymorphisms in Codons 167, 198 and 200 of All Seven β -Tubulin Isoforms of Benzimidazole Susceptible and Resistant *Parascaris* spp. Specimens from Australia. *Pathogens*; **11**(5):490. <https://doi.org/10.3390/pathogens11050490>.

Bildiriler

MURAT ÖZBEN, NAFİYE KOÇ, UFUK KAYA, SEDAT SEVİN (2021). Demographic Information of Beekeepers and Currently Used Control Methods Against *Varroa destructor* in Ankara, Turkey. International Congress on Biological and Health Sciences Online 26-27-28 February 2021.