



**ARTVIN YÖRESİNDEKİ BAL ARILARININ  
(*Apis mellifera L.*) MİKROBİYAL VE PARAZİTER  
HASTALIKLAR YÖNÜNDEN İNCELENMESİ**

**THE INVESTIGATION OF HONEYBEES (*Apis mellifera L.*)  
FOR MICROBIAL AND PARASITIC DISEASES  
IN ARTVIN REGION**

**ELİF GÜZERİN**

Hacettepe Üniversitesi  
Lisansüstü Eğitim- Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin  
BİYOLOJİ Anabilim Dalı için Öngördüğü  
YÜKSEK LİSANS TEZİ  
olarak hazırlanmıştır.

2013

*Esmâ YOSUNÇIĞIR'a....*

# ARTVİN YÖRESİNDEKİ BAL ARILARININ (*Apis mellifera* L.) MİKROBİYAL VE PARAZİTER HASTALIKLAR YÖNÜNDEN İNCELENMESİ

Elif GÜZERİN

## ÖZ

Asırlarca farklı amaçlar için kullanılan, insan sağlığı için büyük önem taşıyan, bal, propolis, polen, arı sütü, arı zehri ve balmumu gibi arı ürünlerini üreten bal arısı (*Apis mellifera* L.), aynı zamanda bir çok tarım ürününün polinasyonunu sağlamaktadır. Arı ürünlerinin sağladığı faydalar ve arıların polinasyondaki rollerinin önemi anlaşıldığından beri, arı hastalıklarının teşhisine ve iyi bakım ile kolonileri sağlıklı tutmanın sağlanmasına, bilim adamları, arıcular ve devlet yetkililerince verilen önem her geçen gün artmaktadır.

Bal arısı evrelerinin tümünde etkili olan arı hastalıklarından ülkemizde en yaygın görülen bal arısı yavru hastalıkları; Amerikan Yavru Çürüklüğü, Avrupa Yavru Çürüklüğü, Tulumsu Yavru Çürüklüğü, Kireç hastalığı ve Taş hastalığı iken bal arısı ergin hastalıkları ise Varroasis, Nosemosis, Acarapiasis, Viral hastalıklar ve Mayıs hastalığıdır. Ayrıca *Galleria mellonella* ve *Tropilaelaps clareae* de bal arısı erginlerinde karşılaşılan başlıca bal arısı zararlılarıdır.

Bu tez çalışmasında, Nisan ve Ekim aylarında Artvin ili, ilçe ve köylerine düzenlenen arazi çalışmalarında 64 arılığa gidilerek 15 yavrulu petek ve 4520 ergin bal arısı örneği toplanmıştır. Hacettepe Üniversitesi Arı Sağlığı Laboratuvarında incelenen yavrulu petek örneklerinde hiç bir yavru hastalığına rastlanılmamıştır. Ergin bal arılarına yapılan laboratuvar analizleri sonucunda örneklerin çoğunda Nosemosis'e rastlanırken sadece 10 örnekte Varroasis saptanmıştır. Toplanan örneklerde diğer bal arısı ergin hastalıklarından hiç birine rastlanmamıştır.

Elde edilen analiz sonuçları ile Artvin ilindeki arı hastalıklarının genel tablosu ortaya çıkarılmıştır. Hastalıkların dağılımı ve görülme sıklığında; bölgenin iklimsel ve coğrafik özelliklerinin, hastalık etkenlerinin bulaşımını ve yayılımını sağlayan faktörlerin, arıcılık uygulamalarının ve bölgeye özgü olan *Apis mellifera caucasica*'nın anatomik özelliklerinin etkili olduğu düşünülmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Amerikan Yavru ürüklüğü, Avrupa Yavru ürüklüğü, Tulumsu Yavru ürüklüğü, Kireç Hastalığı, Taş Hastalığı, Varroasis, Nosemosis, Acarapiasis, Viral Hatalıklar, *Galleria mellonella*, *Tropilaelaps clareae*, *Apis mellifera* L., Artvin

**Danışman:** Prof. Dr. Nevin Keskin, Hacettepe Üniversitesi, Biyoloji Bölümü, Uygulamalı Biyoloji Anabilim Dalı.

# THE INVESTIGATION OF HONEYBEES (*Apis mellifera* L.) FOR MICROBIAL AND PARASITIC DISEASES IN ARTVIN REGION

Elif GÜZERİN

## ABSTRACT

Honey bee, whose products such as honey, propolis, pollen, royal jelly, bee poison and beeswax have significant importance for the human health; and whose products have been used for various purposes for the centuries, also enables the pollination of agricultural produce. Since the benefits of bee products and bees' roles in pollination were realized by government authorities, scientists and apiarists, the importance given to the diagnosis of the bee disease, and the importance given to keeping colonies healthy through good care have been increasing each day.

Among the other diseases effective in all honey bee stages, the most common larva bee diseases are American Foulbrood, European Foulbrood, Sacbrood, Chalkbrood and Stonebrood. The common adult bee diseases encountered commonly in our country are Varroasis, Nosemosis, Acarapiasis and viral diseases. In addition, *Galleria mellonella* and *Tropilaelaps clareae* are also among the commonly encountered adult diseases in our country.

In this thesis studied, 64 apiary were visited in Artvin including its provinces and villages. Fifteen honey bee brood combs and 4520 adult honey bee samples were collected in autumn and spring. No larva diseases were identified in the samples analyzed in Hacettepe University Bee Health Laboratory. In the laboratory analysis conducted on adult honey bees it was found that most samples had Nosemosis while only 10 samples were diagnosed with Varroasis. No other diseases were identified in the samples analyzed.

A general chart of the bee diseases was created with the analysis results. It is thought that climatic and geographical features of the region, the factors that contribute to the spread and infection of the diseases, apiculture practices and the anatomical features of *Apis mellifera caucasica*, which are unique to the region are thought to be effective in the spread and the incidence of the diseases.

**Keywords:** American Foulbrood, European Foulbrood, Sacbrood, Chalkbrood, Stonebrood, Varroasiase, Nosemosiase, Acarapiasiase, Viral Diseases, *Galleria mellonella*, *Tropilaelaps clareae*, *Apis mellifera* L., Artvin

**Advisor:** Prof. Dr. Nevin KESKİN, Hacettepe University, Department of Biology, Applied Biology Section

## TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim ve tez çalışmam boyunca ilgi ve yardımını esirgemeyen değerli danışmanım; Prof. Dr. Nevin KESKİN'e saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Yanında geçirdiğim her dakikayı kazanç olarak saydığım, akademik olarak öğrettiklerinin yanı sıra, verdiği tavsiyeler ve desteği ile bazen ablam, bazen annem ama her daim hocam olan Yrd. Doç. Dr. Aslı ÖZKIRIM'a, varlığı ve desteği için en içten teşekkürlerimi sunarım.

Aynı laboratuvarında çalışırken benimle tüm bilgisini paylaşan, her zaman desteğini ve sevgisini hissettiğim; Arş. Gör. Aygün SCHIESSER'e çok teşekkür ederim.

Yaklaşık altı senedir aynı amaç adına beraber çalıştığım, tez çalışmamın her aşamasında yardımını ve desteğini hiçbir zaman esirgemeyen sevgili arkadaşım ErKay ÖZGÖR'e gösterdiği ilgi için çok teşekkür ederim.

Tez arazi çalışmalarımın planlanması ve yürütülmesinde yardımlarını esirgemeyen Artvin İli Arı Yetiştiricileri Birliği'ne teşekkür ederim.

Benimle birlikte köy köy gezen, çalışmama her anlamda destek olan Artvin İli Arı Yetiştiriciler Birliği Başkanı A.Necmi YAZICI'ya ve sevgili ailesine gösterdikleri ilgi ve samimiyet için çok teşekkür ederim.

Tez çalışmamın sonuçlarının istatistiksel olarak yorumlanmasında yardımcı olan Prof. Dr. Hülya ÇINGİ ve Arş. Gör. Derya TURFAN'a yardımları için teşekkür ederim.

Deneylerimin tüm sterilizasyon aşamalarında yardımcı olan Teknisyen Vedat MUTLU'ya teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmam için kullandığım fotoğrafları çekmemde yardımcı olan sevgili hocam; Arş. Gör. Dr. Edibe ÖZMEN'e ve candan kişiliğiyle her zaman yanımda olan biricik hocam; Uzm. Ayşegül Elif SAVCI YORULMAZ'a tüm kalbimle teşekkür ederim.

On yılı aşkın süredir her anımda yanımda olan, bıkmadan usanmadan sabırla beni dinleyen ve başarılı olmam için hep destek olan Merve YİĞİT'e; hayata bakışımı değiştiren Başak GÜRCAN'a ; beni ailesinden biri olarak gören, kucak açan Birsal KOP'a ve tezimin ingilizce çevirisine yardım eden, çıkmazlıklarda yol göstericim olan Efe Burak YAKAR'a varlıkları ve destekleri için minnettarım.



Hayatı boyunca tek amacının eğitimimi tamamlamam olan, bugünlere gelmemdeki emeğinin karşılığını hiçbir şekilde ödeyemeyeceğim, bu anı benimle birlikte yaşayabilmesini her şeyden çok istediğim annem; Esmâ YOSUNÇIĞIR'a elinde olarak ya da olmayarak bana kazandırdıkları ve hayata karşı ayakta durmamı sağladığı için her zaman minnettar kalacağım.

ÖZ.....	i
ABSTRACT.....	iii
TEŞEKKÜR.....	v
İÇİNDEKİLER DİZİNİ.....	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	ix
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	x
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	xi
1.GİRİŞ.....	1
2.GENEL BİLGİLER.....	3
2.1.BAL ARISI YAVRU HASTALIKLARI.....	5
2.1.1.Amerikan Yavru Çürüklüğü.....	5
2.1.2.Avrupa Yavru Çürüklüğü.....	9
2.1.3.Tulumsu Yavru Çürüklüğü.....	13
2.1.4.Kireç Hastalığı.....	15
2.1.5.Taş Hastalığı.....	18
2.2.BAL ARISI ERGİN HASTALIKLARI.....	20
2.2.1.Varroasis.....	20
2.2.2.Nosemosis.....	25
2.2.2.1.Nosema apis.....	26
2.2.2.2.Nosema ceranae.....	29
2.2.3.Acarapiasis.....	31
2.2.4.Viral Hastalıklar.....	33
2.2.5.Septisemi.....	38
2.2.6.Mayıs Hastalığı.....	39
2.2.7.Galleria mellonella.....	39
2.2.8.Achroia grisella.....	41
2.2.9.Braula coeca.....	41
2.2.10.Tropilaelaps clareae.....	42
3.MATERYAL-METOT.....	44
3.1.Örneklerin Toplanması.....	46
3.2.Yavru Hastalıklarının Teşhisi.....	46
3.3.Ergin Hastalıklarının Teşhisi.....	47
3.3.1.Vücut Yüzeyinin İncelenmesi.....	47

3.3.2.Abdomenin İncelenmesi.....	47
3.4. İstatistiksel Yöntemler.....	49
4.BULGULAR.....	50
4.1.Yavru Hastalıkları Teşhis Sonuçları.....	50
4.2.Ergin Hastalıkları Teşhis Sonuçları.....	50
5.TARTIŞMA.....	60
KAYNAKLAR.....	66
ÖZGEÇMİŞ.....	84

**ŞEKİLLER DİZİNİ**

Şekil 2.1. Hastalıklı petek görünümü (a) Delik kapaklı, içeri çökük yavru gözü;(b)ipliğimsi larval kalıntı .....	7
Şekil 2.2. Yavru gözü tabanında 'C' şeklinde kıvrılmış, ölü larvalar.....	10.
Şekil 2.3. Tulumsu Yavru Çürüklüğü hastalığından ölen larva görünümü (a)Yavru gözünde başı yukarı uzamış larva görünümü; (b)Hastalıklı larvada görülen renk değişimi .....	14
Şekil 2.4. Kireç Hastalığında larva görünümü; (a) Tek tip hifle çevrili larva, (b) İki tip hifle çevrili larva.....	16
Şekil 2.5. Varroa destructor'un hayat döngüsü.....	22
Şekil 2.6. Ergin arı (a), pupa (b) ve larva (c) üzerinde <i>V. destructor</i> erginleri...23	
Şekil 2.7. <i>Nosema apis</i> 'in hayat döngüsü.....	28
Şekil 2.8. Virüslerin bal arılarındaki bulaş yolları.....	34
Şekil 3.1. Arazi çalışmaları kapsamında örnek alınan ilçeleri gösteren Artvin İl Haritası.....	45
Şekil 3.2. Artvin İlinin coğrafik konumunu gösteren Türkiye İl Haritası.....	45
Şekil 3.3. Neubauer lamı sayım alanı.....	48
Şekil 4.1. <i>Nosema</i> spp. sporlarının mikroskopik görünümü (x100).....	51
Şekil 4.2. Artvin İli ve İlçelerinde tespit edilen ortalama <i>Nosema</i> spp. spor sayısının mevsimlere göre dağılımı.....	53
Şekil 4.3. İlkbahar örneklerinde tespit edilen Nosemosis etkenlerinin ilçelere göre dağılımı.....	54
Şekil 4.4. Sonbahar örneklerinde tespit edilen Nosemosis etkenlerinin ilçelere göre dağılımı.....	56

## ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 4.1. Arazi örneklerinde tespit edilen arı başına düşen ortalama Nosema spp. spor sayılarının mevsimlere göre karşılaştırılması.....	52
Çizelge 4.2. Artvin İli İlbahar Örneklerinde tespit edilen Nosemosis etkenlerinin ilçelere göre dağılımı .....	54
Çizelge 4.3. Artvin ili sonbahar örneklerinde tespit edilen Nosemosis etkenlerinin ilçelere göre dağılımı.....	55
Çizelge 4.4. Nosema spp.'ye ait ortalama spor yoğunluğunun ilkbahar ve sonbahara göre incelenmesi.....	56
Çizelge 4.5. İlbahar örneklerinde tespit edilen Nosemosis etkenlerinin incelenmesi.....	57
Çizelge 4.6. Sonbahar örneklerinde tespit edilen Nosemosis etkenlerinin incelenmesi.....	57
Çizelge 4.7. Artvin ili ve ilçelerinde tespit edilen ortalama Nosema spp. spor yoğunluklarının incelenmesi.....	58
Çizelge 4.8. Artvin ilinde tespit edilen <i>N. apis</i> ortalama spor yoğunluğunun mevsimlere göre karşılaştırılması.....	58
Çizelge 4.9. Artvin ilinde tespit edilen <i>N. ceranae ortalama</i> spor yoğunluğunun mevsimlere göre karşılaştırılması.....	59
Çizelge .4.10. Artvin ilinde tespit edilen mix enfeksiyon ortalama spor yoğunluğunun mevsimlere göre karşılaştırılması.....	59

## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

ABPV	Akut Arı Felci Virüsü
AFB	Amerikan Yavru Çürüklüğü
BQCV	Siyah Kraliçe Petek Gözü Virüsü
CBPV	Kronik Arı Felci Virüsü
CCD	Koloni Çöküş Sendromu
DWV	Deforme Kanat Virüsü
EFB	Avrupa Yavru Çürüklüğü
ELISA	Enzyme-linked Immunosorbent Assay
IAPV	İsrail Akut Arı Felci Virüsü
KBV	Kaşmir Arı Virüsü
PCR	Polimeraz Zincir Reaksiyonu
r	Korelasyon katsayısı
RT-PCR	Reverse-Transcription Polimeraz Chain Reaction
Sd	Standart Sapma
SPV	Yavaş Arı Felci Virüsü
SBV	Tulumsu Yavru Çürüklüğü

## 1. GİRİŞ

Arıcılık, tüm dünyada en yaygın olarak yapılan tarımsal faaliyetlerden biridir. Bu kadar büyük bir sektörün doğal olarak karşılaşılabileceği ve tüm dünyayı etkileyen birçok sorun bulunmaktadır.

Son yıllarda dünya üzerinde önemi gittikçe artan ve tedirginlik yaratan bal arısı hastalıklarının ülkemizde de görülme sıklığı artmaktadır. Hastalıklarda görülen bu artış, üstünde önemle durmayı gerektirmektedir.

*Hymenoptera* ordosu, *Apidae* familyası, *Apis* cinsi üyesi olan *Apis mellifera* (L.) (Konning, 1994); doğal hayatta kendisine ağaç kovuklarını, kaya yarıklarını, yuva olarak ediniyor; çoğalarak neslinin devamını sağlamak için içgüdüsel olarak çalışıyor bal üreten böcek topluluğudur (Öncüler, 1998).

*Apidae* familyasının sınıflandırılması bir çok bilim adamınca farklı farklı yapılmıştır. Engel'e göre 6 cinsi bulunan *Apidae* familyasının üyeleri ;

- *Apis mellifera* L.,
- *Apis florea* F.,
- *Apis nigrocincta* S.,
- *Apis cerena* F.,
- *Apis andreniformis* F.,
- *Apis koschevnikovi* E.' dir (Engel,1999).

Avrupa, Afrika ve Orta Doğu'da doğal yayılım gösteren *Apis mellifera* L.'nin farklı habitatlardaki farklı ekolojik ve iklimik koşulların etkisiyle geçirdiği adaptasyonlar sonucunda 24 alt türü oluşmuştur. Bu alt türlerden 12 tanesine Türkiye'de ve Avrupa'da rastlanılmaktadır. Bu alttürler; *Apis mellifera anatolica*, *A. mellifera caucasica*, *A. mellifera carnica*, *A. mellifera ligustica*, *A. mellifera mellifera*, *A. mellifera meda*, *A. mellifera armenica*, *A. mellifera macedonica*, *A. mellifera adami*, *A. mellifera cypria*, *A. mellifera pomonella* ve *A. mellifera syriaca*'dır.

Türkiye, kayıtlı 295.000 arıcısı ve sahip olduğu yaklaşık 6 milyon kolonisiyle arıcılık sektöründe dünya ülkeleri arasında 2. sırada gelmektedir (TUİK 2011; Türkiye Arı Yetiştiricileri Merkez Birliği, 2012). Arıcılığın bu kadar büyük bir sektör haline gelmesi ne yazık ki yanında arı sağlığında bazı çıkmazlıkları ve arı

hastalıklarının da artışını getirmiştir. Türkiye'nin farklı coğrafik ve iklimsel koşullara sahip olması nedeniyle farklı bölgelerde farklı arı hastalıklarının yayılımı gözlenmektedir. Ancak gezginci arıcılığın artması ile arı hastalıklarının yayılımı değişiklik göstermeye başlamıştır. Gezginci arıcının, kovanlarını götürdüğü bölgelerde gözlenen hastalıklarının varlığını ve yoğunluğunu bilmemesi, gerekli önlemleri alamamasına ve kovanlarını bir bölgeden diğerine taşıırken bu hastalıkların yayılımında rol oynamasına neden olmaktadır (Ratia, 2012).

Sağlıklı arılara sahip olmak, sağlıklı kolonilere sahip olmayı ve verimli üretim yapabilmeyi sağlamaktadır. Yapılacak arı sağlığı taramaları, kolonilerde bulunan veya gözlenebilecek arı hastalıklarının, saptanmasını ve yapılan tanı doğrultusunda gerekli tedbirlerin geç kalınmadan alınmasını sağlayacaktır. Alınan tedbirler; hastalıkların önlenmesinde ve yayılımının kısıtlanmasındaki etkisiyle kovan veriminin yüksek olmasına, sağlıklı kolonilere sahip olunmasına ve dolayısıyla ekonomik olarak kazanç sağlanmasına yardımcı olacaktır.

Bu çalışmada, hastalık etkeni taşıdığı düşünülen kovanların saptanması ile yapılacak testlerin sonucunda hastalıkların belirlenmesini, varsa tedavisinin yapılması ve diğer arıliklara yayılımının engellenmesi için gerekli tedbirlerin alınmasını sağlayarak arı sağlığını ve kovan verimini korumak amaçlanmıştır.

Çalışma alanı, olarak gerek coğrafik-iklimsel koşulları gerekse sahip olduğu özgün arı ırkı ve bitki çeşitliliği ile Türkiye arıcılık sektöründe önemli bir yeri olan, gezginci arıcılığın yaygın yapıldığı Artvin ili (ilçe ve köyleri ile) tercih edilmiştir.



## 2. GENEL BİLGİLER

Bal arısı, Hymenoptera ordosu, *Apis* cinsi üyesidir (Koning,1988). Bir çok dilde bal taşıyan böcek anlamına gelen *Apis mellifera* adı, 1758 yılında Carolus Linnaeus tarafından verilmiştir (Erickson et al.,1999).

Hymenoptera takımı üyelerinin ortaya çıkışı Trias dönemi sonlarında olmasına karşın, asıl çeşitlenmeleri ve yaygınlaşmaları Jura ve Kratese dönemine rastlamaktadır. Bulunan fosil kayıtlara göre *A. mellifera*'nın da üyesi olduğu Apidae grubunun ortaya çıkışı da Kretase dönemine denk gelmektedir. Günümüzde yaklaşık 130.000 tür ile temsil edilen Hymenoptera ordosu bu başarısını; küçük vücutlu olmasına, larval parazitoitliğin gözlenmesine ve ovipozitörün paraliz organı haline gelmesine borçludur. Ayrıca yuva bakımı, yavru bakımının gelişimi ve gerçek sosyal yaşam da bu başarıda pay sahibidir (Krebs, 1979; Sammataro and Avitable 1998; Demirsoy, 2007).

Arılar partenogenez ile ürer. Ana arının bıraktığı yumurtaların döllenmemiş, n kromozoma sahip (haploid) olanlarından erkek bireyler oluşurken, döllenmiş, 2n kromozoma sahip (diploid) olanlarından işçi ve kraliçe arılar meydana gelmektedir. Haplo-diploid eşey tayin mekanizması arılar gibi sosyal yaşayan bu grup üyelerinin kazanmış olduğu en belirgin karakteristik özelliğdir. (Sammataro and Avitable, 1998)

Arılar evrimleşirken parazitleri de onlarla birlikte evrimleşerek, yaşam döngülerine uyum sağlar hale gelmiştir. Örneğin yaklaşık 10.000 yıldır allopatrik olarak spesifik konağı *Apis cerena* (Asya kovan arısı) olan *Varroa destructor*'un 1971 yılından beri konakları arasına *Apis mellifera*'yı da dahil ettiği bilinmektedir (Oldroyd, 1999). Koloni olarak yaşamak zorunda olan bal arılarının kitinle kaplı vücutları baş, toraks ve abdomen olmak üzere 3 kısımdan oluşmaktadır. Baş kısmında uzağı görmeyi sağlayan iki tane ommatidium (birleşik göz) ile hafif ışıkta ve yakını görmeyi sağlayan üç tane ocel göz (basit göz) bulunmaktadır. Ayrıca koku, tat ve dokunma duyularını algılayan kuvvetli kaslar sayesinde her yöne hareket ettirelebilen bir çift anten de başta bulunmaktadır. Son segmenti abdomenle birleşmiş olan toraksın, serbest kalan diğer 3 segmentinin her birinden birer çift bacak çıkmaktadır. Bir çift kanadın da bulunduğu toraks, hareket merkezi olduğu için güçlü kaslarla sarılmıştır. Balmumu, zehir ve nasanof salgı bezleri ile iç organların ve iğnenin

bulunduğu abdomen; bal arısı larvasında 10 segmentten oluşmakta iken, ergininde ilk segmentin toraks ile birleşmesinden dolayı 9 segmentten oluşmaktadır (Morse and Hooper, 1985; Daly et al., 1998; Sammataro and Auitable, 1998).

Holometabol olan bal arıları, geçirdikleri 3 biyolojik gelişme evresinden sonra ergin hale gelmektedir. 3 gün süren yumurta evresinden sonra ana arının peteklere bıraktığı döllenmiş yumurtalardan işçi ve kraliçe arı larvaları çıkarken döllenmemiş yumurtalardan erkek arı larvaları çıkmaktadır. Larva döneminde işçi ve kraliçe arı larvalarının arı sütüyle beslenme sürelerine bağlı olarak farklılaşması gerçekleşmektedir. 5 kez gömlek değiştiren larva, 3. biyolojik evresi olan pupa evresine girmekte ve oluşacak erginin çeşidine göre geçirilecek pupa süresinden sonra ergin arılar meydana gelmektedir (Sammataro and Auitable, 1998; Erickson et al., 1999; Shimanuki and Knox, 2000).

Son birkaç yüzyıl öncesine kadar ilkel olarak yapılan arıcılık, bilimsel gelişmelerin ışığında günümüz modern arıcılığına kadar gelmiştir. Bu gelişme bal veriminin artması, kovanların modernleşmesi gibi yararları sağlarken ne yazık ki ilaç kullanımının artmasıyla beraber hastalıkların baskılanma nedeni ile gözden kaçmasına sebep olmuştur. Hastalıkların ve tedavilerinin ne olduğunun bilinmediği dönemlerde, kovanlardaki hasta bireyler öldüğü kovanda hastalıklara karşı direnç gösterebilen güçlü bireyler kalıp doğal seleksiyon sonucu hayatlarına devam etmekteydiler. Mikrobiyoloji ve farmokoloji alanlarındaki gelişmeler sonucunda hastalık etkenleri birer birer bulunup, etkenleri yok etmeye yönelik çözümler aranmaya başlanmıştır. Bulunan ilaçların hastalıklı kovanlara uygulanmasıyla hastalık etkeni kimi zaman yok edilebilirken, kovanlarda bulunan arılar da bu ilaçlardan etkilenmiş ve destekleyici tedaviler ile dirençsiz arıların da yaşaması sağlanmıştır. Sonuçta, hem zayıf arıların varlığı, hem güçlü arıların ilaçlara maruz kalması hem de hastalık etkenlerinin zamanla kullanılan ilaçlara karşı direnç geliştirmesi nedeniyle arı hastalıkları 1900' lü yıllardan günümüze kadar artarak gelmiştir (Johansen and Mayer, 1990).

## 2.1 Bal Arısı Yavru Hastalıkları

### 2.1.1 Amerikan yavru çürüklüğü

Günümüzde virulansı en yüksek arı hastalığı olarak bilinen Amerikan yavru çürüklüğü bakteriyel bir hastalıktır (Genersch, 2008). Amerikan yavru çürüklüğü etkeni sadece bal arısı larval formunu enfekte edebilen, ergin arılar için tehlikesiz olan ancak larva ve pupalar için patojen özellik taşıyan, gram pozitif, sporlu bir bakteri olan *Paenibacillus larvae*'dir (Wilson, 1971; Hitchcock et al, 1979; Genersch et al., 2006). İlk olarak 18.yy.'da doğa bilimcisi Schirach'ın 'yavru çürüklüğü' olarak adlandırdığı ve kolonilerden gelen çürük kokusuyla karakterize ettiği bir arı hastalığı olarak tespit edilen hastalık etkeni, 1906 yılında George F. White tarafından izole edilmiştir (Schirach, 1769; Genersch, 2008).

*Paenibacillus larvae* spor ve vejetatif forma sahiptir. Vejetatif formu 2,5-5 µm boyunda ve 0,5 µm eninde basil şeklinde olup gram boyama tekniği ile kırmızımsı-mor renkte boyanırken, spor formu 1,3-2 µm boyunda ve 0,6 µm eninde olan ve gram boyama tekniği ile ortası daha açık renk duvarları ise daha koyu kırmızımsı mor renkte boyanan, genelde birarada toplanmış şekilde bulunur (Shimanuki and Knox, 1991).

Hastalığın adı, gözlemlendiği coğrafik alandan dolayı değil, hastalığa adını veren Philips'in hastalığı ilk tespit ettiği yerin Amerika olmasından dolayıdır (Alippi, 1999).

Sadece kovandaki larvaları enfekte edebilen ve ergin arılarda enfeksiyona sebebiyet vermeyen *P. larvae*'nin tek enfektif formu, oldukça dayanıklı olan endospor formudur (Hornitzky, 1989; Genersch, 2010).

Hastalık etkeni olan *Paenibacillus larvae*'nin, farklı genotip özelliklerine sahip olan suşlarının varlığı, enterobakteriyel gen etkileşim tekrarlı primerlerin kullanıldığı PCR yöntemiyle yapılan moleküler çalışmalar sonucunda tespit edilmiştir (Genersh et al., 2006).

Dezenfektanlara karşı dayanıklı olan *P. larvae*'nin yaşam süresi çevreye bağlı olarak değişmektedir. Spor formu toprakta 60 yıl, kovanda 33 yıl, 100 °C'ye

ısıtılmış balda en az 30 dakika yaşayabilmektedir. Ayrıca temel petekte 45 yıl, eritilmiş balmumunda (72 C<sup>0</sup>) ise 5 gün canlılığını koruyabilmektedir.

Amerikan yavru çürüklüğü, letal etkiye sahip olan, bildirilmesi zorunlu bir bal arısı yavru hastalığıdır (Genersch, 2010).

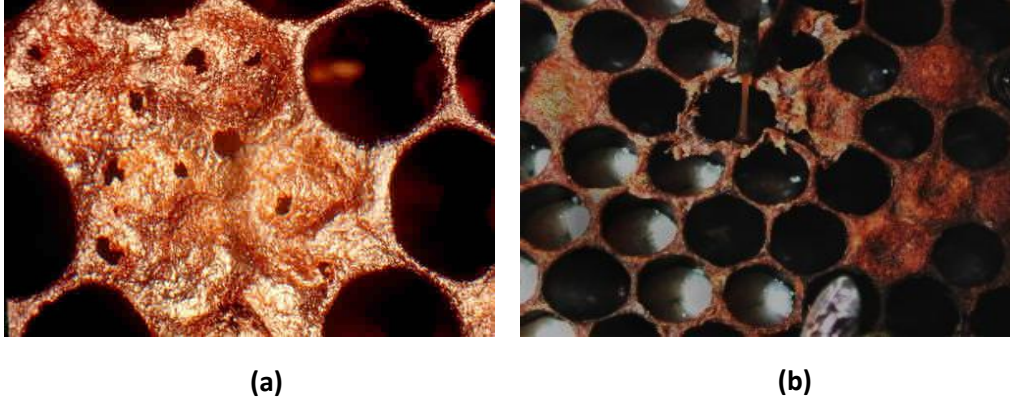
*Paenibacillus larvae* sadece erken larval dönemdeki, yani yumurtadan yeni çıkmış 12-36 saatlik süredeki larvaları etkileyebilmektedir. Enfeksiyonun oluşması için 10 *Paenibacillus larvae* sporunun oral yolla alınmasının yeterli olduğu (Bamrick,1967) bilinen Amerikan yavru çürüklüğünde, enfeksiyonun şiddetini belirleyen en önemli faktör alınan spor miktarıdır (Lindström, 2007). Larvanın yaşı büyüdükçe enfeksiyonun gerçekleşmesi için alınması gereken spor miktarı da artmaktadır (Brødsgaard et al., 1998; Ashiralieva and Genersch, 2006).

Kontamine besinler ve trophallaxis (gıda ve diğer sıvıların arılar arasında ağızdan ağıza transferi) yoluyla oral yoldan alınan *P. larvae* sporları, ön bağırsağı geçer ve 12 saat içinde orta bağırsakta çimlenmeye başlar (Bamrick, 1967). Çimlenen ve basil forma geçen sporlar hemen bağırsak epiteline penetre olur. Çoğalmak için mikroaerofilik ortama ihtiyaç duyan ve bu yüzden bağırsak lümeninde çoğalamayan *P. larvae*, salgıladığı ekstraselüler proteaz enzimi sayesinde prepupa ve pupa evresindeki larvanın bağırsak çeperini tamamen eriterek, hemasöle ulaşır ve hemolenf dolaşımına katılır. Larvanın hemolenfine geçen basiller ile hastalığın şiddeti artar (Holst,1946; Bailey and Ball, 1991; Chantawannakul and Dancer, 2001).

Konak, oluşan enfeksiyon ve hücrelerinin parçalanması sonucunda genellikle kapalı yavru gözü içinde 10-11 günlük prepupa-pupa evresinde iken ölmektedir (Alippi ,1991; Shimanuki,1997). Enfekte olan ve yavru gözünde ölen larvaların kalıntıları, proteaz enziminin etkisiyle, kahverengimsi siyah renkte ve yarı sıvı halde bulunmaktadır. Çürüme nedeniyle oluşan kovandaki tutkal kokusu hastalığa özgüdür (Shimanuki and Knox, 2000).

Arıların hijyenik davranış özellikleri, kovan temizliğinden sorumlu olan işçi arıların hastalıklı larvaları tespit edip kovan dışına atmasını sağlamaktadır. Ancak bu özellik arı ırkına bağlı olarak farklı düzeylerde olmaktadır. Temizleme davranışına rağmen, larva petek göz içinde kalıp, bir süre sonra kuruyarak petek gözün dip

kısmına yapışabilmektedir (Spivak and Reuter, 2001; Lindström, 2006). Petek gözün tabanında bulunan bu larval kalıntı canlılığını uzun süre koruyabilen milyarlarca spor içermektedir. Bu sporlar hastalığın kovan içindeki devamlılığını sağlayan en büyük etmendir (Shimanuki and Knox, 2000). Sağlıklı peteklerin aksine yavru gözlerin sıkı ve bir bütün halinde olmaması, aralarda boş gözlerin bulunması; kapalı yavru gözlerinin renklerinin koyulaşması, kapaklarının delikli ve içe çökük bir hal alması, kovan içinde oluşan tutkalımsı koku AFB'ye özgü belirtilerdir. Hastalığın sonraki safhalarında larvanın yapışkan ve ipliğimsi bir hal alması ve 20–25 mm'ye kadar uzayabilmesi, AFB teşhisinde kullanılan en önemli semptomdur (Shimanuki and Knox, 2000).



Şekil 2.1.Hastalıklı petek görünümü (a) Delik kapaklı, içeri çökük yavru gözü; (b) İpliğimsi larval kalıntı  
(<http://informedfarmers.com/american-foulbrood-tracing/>)

Amerikan Yavru Çürüklüğü, yatay ve dikey bulaşım ile hem kovandan oğula, hem de kovanlar arasında ve aynı kolonilerdeki bireyler arasında yayılıma sahiptir. Ergin arılar, hastalığa açık olmamalarına rağmen hastalığın yayılımı açısından oldukça önemli role sahiptirler. Üzerlerinde taşıdıkları yoğun miktardaki spor ile bakteri bulaşımına yardımcı olurlar. Aynı koloni içindeki ergin arılar ile larvadan larvaya; bir koloniden diğerine ve ana koloniden oğul koloniye bulaşabilir (Fries and Camazine, 2001, Fries et al., 2006).

Kaynağı belli olmayan ballarla kolonileri besleyerek; hastalıklı bir kovandan diğerine yavrulu çerçeve ve/veya ballı petek aktararak; uygun koşullarda sterilize edilmemiş hazır petekleri kullanarak ve yağmacılığa fırsat vererek yapılan yanlış

arıcılık uygulamaları ile de hastalığın bulaşımına neden olunabilmektedir (Alippi, 1999b; Özkırım ve Keskin, 2005a).

Kuvvetli kolonilerde, yeni bulaşmış hastalığın farkına varmak oldukça zordur. Hastalığın ilerlemesiyle arı sayısında azalma meydana gelmektedir. (Shimanuki and Knox, 2000).

Amerikan Yavru Çürüklüğü'nü tedavi edebilmek için çok sayıda antibiyotik kullanılmıştır. Sülfatiazole ve Oxytetracycline (OTC) ilk kullanılan antibiyotikler; Lincomycin, Monensin ve Tylosin ise en etkin antibiyotiklerdir (Kochansky et al., 2001). Hastalık etkeninin sporlu bir bakteri olması nedeniyle; etkene karşı kullanılan birçok ilaç, bal ve arı ürünlerinde kalıntıya neden olmakta ve bakterilerde direnç oluşturmaktadır. Bu nedenle başta Avrupa birliği ülkelerinin olduğu ve Türkiye'nin de içinde bulunduğu birçok ülkede AFB tedavisinde antibiyotik kullanımı yasaklanmıştır (Miyagi, 2000; Kochansky et al., 2001; Bogdanov, 2006).

Kimyasal maddelerin kalıntı bırakmasından ve antibiyotik kullanımının yasak olmasından dolayı, AFB tedavisi için alternatif yollar aranmaya başlanmıştır. Bu arama çalışmaları sırasında ticari kekik, tıbbi kekik, biberiye, citrus, okaliptüs yağları gibi bitkisel yağların AFB üzerinde etkili olduğu tespit edilmiştir (Hammer et al., 1999; Özkırım, 2006; Fuselli et al., 2008). Arıların ürettiği ve kovan içinde petek gözlerinin sterilizasyonu için kullandığı propolisin de AFB üzerinde antibiyotik benzeri etkiye sahip olduğu saptanmıştır (Bastos, et al., 2008).

'Shock swarm' methodu olarak bilinen ve yaygın olarak kullanılan, hastalıklı kovanlardan alınan ergin arıların temiz kovanlara silkelenmesine dayalı uygulama, ne yazık ki hastalığın elimine edilmesini tam olarak sağlamamakta, ancak kolonideki spor yoğunluğunun azalmasına yardımcı olmaktadır (Lindström, 2006).

Amerikan Yavru Çürüklüğü tedavisinin bu kadar zor olmasından ve çoğu zaman kesin bir sonuç elde edilememesinden dolayı, tedaviden önce AFB' ye karşı nasıl önlem alınacağı daha çok önem taşımaktadır.

Arıcılık uygulamalarında kullanılan malzemelerin, özellikle kovandan kovana geçerken, yeterli dezenfeksiyonunu sağlamak; kolonileri sürekli güçlü tutmak; hastalıklı kolonileri diğer kolonilerden ayrı tutmak; AFB tespit edilen kolonileri,

yavrulu petekleri balıyla beraber yakarak diğer kolonilere bulaşımını engellemeye çalışmak AFB' ye karşı alınabilecek koruyucu önlemlerdendir.

### 2.1.2 Avrupa Yavru Çürüklüğü

Avrupa yavru çürüklüğü (European Foulbrood, EFB), bal arısı larvalarını etkileyen, etkeni *Melissococcus plutonius* olan bakteriyel bir bal arısı yavru hastalığıdır (Bailey,1974).

Avrupa yavru çürüklüğü adı, hastalığın ilk olarak tespit edildiği yerin Avrupa olmasından dolayı Phillips tarafından konulmuştur (Alippi,1999a).

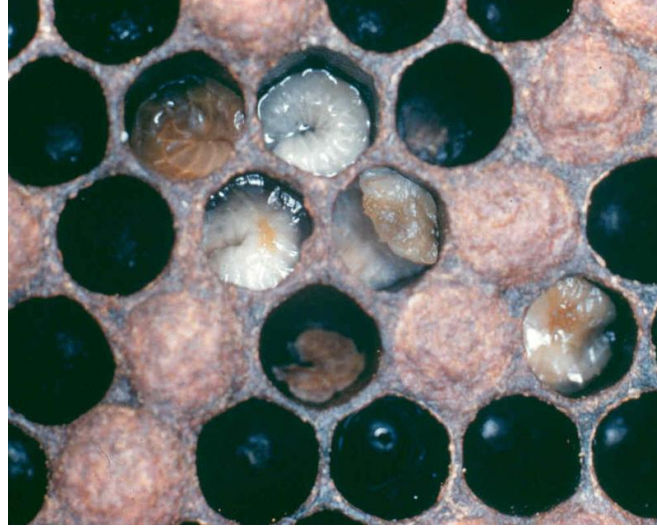
Hastalık etkeni olan *Melissococcus plutonius*, gram-pozitif bir bakteridir. *Paenibacillus larvae* 'nin aksine spor formu bulunmayan *M. plutonius*'un vejetatif hücreleri tek başına, çiftler halinde veya çeşitli boyutlarda zincir şeklinde bulunabilir (Genersch, 2010a).

Hastalık etkeninin ilk başlarda *Bacillus alvei* olduğu düşünülmüş (Cheshire and Cheyne, 1885) fakat daha sonraları Streptococcus cinsi içine dahil edilmiştir (Bailey, 1957). Streptococcus cinsine de dahil olmadığı anlaşılan (Bailey and Collins 1982a; Forsgreen 2010) etken için yeni bir monospesifik cins olan *Melissococcus* cinsi tanımlanmış ve etkenin ismi de *Melissococcus pluton* olarak değiştirilmiştir (Bailey and Collins, 1982 a,b; Allen and Ball,1993). Daha sonra ise Avrupa yavru çürüklüğü etkeninin ismi *Melissococcus plutonius* olarak düzenlenmiştir (Roetschi, 2008).

*Melissococcus plutonius*'un Avrupa yavru çürüklüğü etkeni olarak tanımlanmasının bu kadar uzun zaman almasının sebebi, *M. plutonius*'un, hastalıklı larvalardan elde edilen kültürlerde zor ve geç üremesi ve diğer bakterilerin, etkenin üremesini engellemesinden dolayı izolasyonunun zor olmasıdır.

Larvalar, etkeni kontamine besin yoluyla bakıcı işçi arılardan alırlar. Yaklaşık 100 bakteri hücresinin oral yolla alınımı enfeksiyon için yeterli olmaktadır (Bailey, 1961; Mckee et al., 2004). Yavru gözü kapanmadan önceki herhangi bir dönem, larvanın enfekte olması için uygundur ancak larval yaş ilerledikçe hastalığa karşı duyarlılık da azalmaktadır (Genersch, 2010a). Oral yolla larvaya giren *M. plutonius* larvanın

orta bağırsağında larval besini kullanarak çoğalmaya başlamakta ve larvanın beslenme yetersizliğine bağlı olarak açlıktan ölmesine neden olmaktadır (Bailey, 1983). Enfekte larva yavru gözünde hareket ederek normal pozisyonunu değiştirerek ya C şeklinde kıvrılmış ya da boylu boyunca uzanmış bir şekilde ölmektedir (Forsgren, 2010).



Şekil 2.2. Yavru gözü tabanında 'C' şeklinde kıvrılmış, ölü larvalar

([http://www.wncbees.org/pests/images/EFB\\_larvae\\_cell.jpg](http://www.wncbees.org/pests/images/EFB_larvae_cell.jpg))

Enfeksiyon, larvaların renginin inci beyazından (sağlıklı larva rengi) önce kirliliğe beyaza, enfeksiyonun ilerleyen evrelerinde ise sarımsı yeşile ve en son aşamada çürümeye bağlı olarak kahverengi veya siyahımsı kahverengine dönüşmesine neden olmaktadır (Bailey, 1961). Enfekte larvalar genellikle yavru gözü kapanmadan önce ölmektedir (Bailey, 1961). Bazen enfekte larvalar hastalığa karşı direnç göstererek pupa evresine geçebilmektedir. Bu durumda petek gözüne *M. plutonius* içeren dışkısını bırakan konak, EFB'nin kovan içi yayılımının devam etmesine yardımcı olmaktadır (Bailey and Ball, 1991). Larvaların daha sonra öldüğü durumlarda ise yavru göz kapakları delikli bir görünüm halini almaktadır. Belirtiler Amerikan Yavru Çürüklüğü hastalığına benzese de EFB'de tutkalımsı koku oluşmamaktadır (Doughty et al., 2004).

Larvanın ölümüyle beraber ortama saprofit bakteriler gelmektedir. Avrupa yavru çürüklüğünde görülen başlıca sekonder bakteriler; *Achromabacter evridice*, *Enterococcus faecalis* ve *Paenibacillus alvei* dir.



*Achromabacter evridice*, sağlıklı larvalarda da görülen ancak daha sıklıkla EFB enfeksiyonlu larvalarda gözlemlenen bir bakteridir (Djordevovic et al., 1998). Kaynağı, yetişkin arıların sindirim kanalında biriktirdikleri polenlerdir (Bailey, 1959).

Geniş bir yayılım habitatına sahip olan, toprakta, suda, bitkilerde bulunan aynı insan ve hayvan gastrointesitinal sisteminde de rastlanabilen *Enterococcus* cinsi (Franz et al., 1999) üyesi *Enterococcus faecalis*, EFB enfeksiyonlu larvalarda bol miktarda bulunmakta ve fırsat bulduğunda patojen olabilmektedir (Bailey, 1963).

Normal koşullarda larva bağırsağında üreyemeyen ancak hastalıklı kolonilerdeki larval kalıntılarda aerobik ortamda, saprofitik olarak üreyebilen *Penibacillus alvei*, sporlu bir mikroorganizmadır (Bailey, 1963). Sporlanabilmesi zor koşullarda hayatta kalmasını ve germinasyon ile ölü arı üzerinde kolayca üreyebilmesini sağlamaktadır (Shimanuki and Knox, 2000).

*Brevibacillus laterosporus*, *P. alvei* gibi sporlu bir bakteridir. Bundan dolayı *P. alvei* gibi yollarla larval kalıntılar üzerinde üreyebilen, ancak daha az rastlanılan bir mikroorganizmadır (Bailey and Ball, 1991).

*Melissococcus plutonius*'un, enfekte larva ve bakteri arasındaki besin rekabetinden dolayı larvanın besin yetersizliğinden ölmesine neden olduğu düşünülmüştür. Ancak yapılan in vitro enfeksiyon deneylerinde, enfekte larvanın fazla besin alması sağlandığı halde, hastalık semptomlarının görüldüğü ve ölümün gerçekleştiği saptanmıştır (McKee et al., 2004). Bu sonuca bağlı olarak, ölümün sadece açlık kaynaklı olmadığı, ikincil enfeksiyonlar tarafından peritrofik membranın işgal edilmesine ve doku penetrasyonuna bağlı hasarların da etkili olabileceği düşünülmektedir (McKee et al., 2004).

İkincil enfeksiyonların EFB'deki patogenezi ve rolü tam olarak anlaşılacak kadarıyla beraber (Shimanuki and Knox, 2000) EFB, peritrofik membrana yerleşen ve besinlerin emilimini engelleyen bir sindirim sistemi enfeksiyonu olarak tanımlanmaktadır (Bailey, 1983; Shimanuki and Knox, 2000)

Beslenme koşullarının yanı sıra; larval immün cevap (Evans, 2004), hijyenik davranış (Spivak and Reuter, 2001), ve *M. plutonius* ile arı larvasının intestinal mikroflorası arasındaki etkileşim de (Gilliam, 1997; Olofsson and Vasquez, 2008) hastalığın patojenitesini etkilemektedir.

Yapılan alışmalar sonucunda klinik hiçbir belirti göstermeyen larva ve pupalarda da *M. plutonius* saptanmıştır (Forsgren et al., 2005). Hastalıklı kolonilerde, yavru gözlerine yakın olan yetişkin arılarda, uçuş girişlerinden toplanan yetişkin arılardakine göre daha fazla *M.plutonius* olduğu bulunmuştur (Roetschi et al., 2008). Ergin işçi arılar, hem koloni içinde hem de koloniler ve arılıklar arasında taşıyıcı rolü görmektedir (McKee et al., 2003).

Diğer hastalık ve anormal durumların benzer semptomlar göstermesinden dolayı ve enfeksiyonun belli bir döneminden sonra ortamı ikincil enfeksiyonlara bırakmasından dolayı *M. plutonius*'in direkt teşhisi zor olmaktadır.

Grsel olarak EFB n tespiti, arazi çalışmalarında yavru gözlerinin kontrolü ile infekte larvaların bulunmasıyla yapılmaktadır. alışmalar sonucu elde edilen yavru örneklerinin mikroskopik incelenmesi sonucunda *M. plutonius*'un tesbiti mümkündür (Hornitzky and Wilson, 1989). İyi gözlem ve doğru örnek alımı, belirti göstermeyen larva gözlerinde de *M. plutonius* bulunabileceği için çok önemlidir (Forsgren et al., 2005).

Son 15-20 yıldır yapılan çalışmalarla EFB tanısı için geliştirilen PCR teknikleri bulunmaktadır (Djordjevic et al.,1998). DNA amplifikasyonu (PCR), EFB teşhisi için 1990 'lı yıllardan beri kullanılan bir yöntemdir (Govan et al.,1998). Yavrulardan hazırlanan preparatların (Hornitzky and Wilson,1989), immünoloji temelli testler (ELISA) (Pinnock and Featherstone, 1984), ve prob bazlı hibridizasyon analizleri (Dancer and Barnes,1995; Behr et al., 2000) *Melisococcus plutonius*'u tanımlamak ve tespit etmek için kullanılan diğer yöntemlerdir.

Başlangıç düzeyinde tespit edilen EFB enfeksiyonlarında AFB'de olduğu gibi 'shock swarm' yöntemi, enfeksiyon etkeninin sporlu bir mikroorganizma olmamasından dolayı, AFB'den daha etkili sonuçlar alınmasını sağlamaktadır (Thompson et al., 2006).

Bir çeşit bakteriyostatik antibiyotik olan ve *M. plutonius*'un çoğalmasını inhibe eden oxytetracycline'in, şuruba katılıp kovana verilmesi bir çok ülkede EFB'ye karşı kullanılan bir tedavi yöntemidir (Thompson and Brown, 2001). AFB tedavisinde de kullanılan ancak *P. larvae* üzerinde direnç oluşumuna sebep olduğu saptanan OTC'nin EFB üzerinde direnç oluşturduğuna dair henüz bir kanıt bulunmamıştır

(Waite et al., 2003). Ancak tedavi için kullanılan antibiyotiklerin, bal ve arı ürünlerinde kalıntı bıraktığı, insan sağlığına zarar verdiği, ve arıların zayıflamalarına neden olduğu için günümüzde tercih edilmemektedir.

### **2.1.3 Tulumsu yavru çürüklüğü (Sacbrood)**

Tulumsu yavru çürüklüğü, Sacbrood olarak da bilinen, tüm kıtalarda görülebilen, viral etkenli bir bal arısı yavru hastalığıdır (Nixon, 1982; Dall, 1985). Hastalık semptomlarına ilk kez 1913 yılında rastlanmasına rağmen, etkeninin ne olduğuna dair bir kanıt 1964 yılına kadar bulunamamıştır (Bailey, 1964).

Sadece yavruları etkileyen Tulumsu Yavru Çürüklüğü hastalığı, larvanın deri değiştirme düzenini bozmaktadır. Enfekte larva pupa evresine geçememektedir. Larva eski derisini atamadığı için, kütikula ile yeni deri arasında eksidial sıvı birikmeye başlar (Shen et al., 2005). Larva bir tulum gibi şişmeye başladığı için oluşan görüntüden dolayı hastalık torba hastalığı veya tulumsu yavru çürüklüğü olarak adlandırılmıştır (Tutkun ve İnci, 1992). Enfekte larvanın rengi başlangıçta beyazdır. Hastalık ilerledikçe larvanın rengi önce saman sarısına, sonra griye dönüşmekte ve larvaların başları yukarı doğru uzanmaktadır. Ölümle beraber gri-siyah renkteki larvanın vücudu kuruyup ve L harfi şeklinde gözün içinde sertleşmektedir. (Allen and Ball, 1996). Bu sertleşme, ölü larvaların, petek gözlerinden hijyenik davranış sonucunda rahatlıkla çıkarılmasını sağlamaktadır. Ancak işçi arılar tarafından ölmüş larvalar petek gözlerinden çıkarılırken virüsler işçi arılara geçer ve hipofarenjiyal bezlerine yerleşir. Ergin arılarda asemptomatik olarak çoğalan SBV, bakıcı arıların larvaları beslerken kullandığı hipofarenjiyal bez salgılarıyla larvalara bulaşır (Maramorosch and Shotkin, 2007).



Şekil 2.3. Tulumsu Yavru Çürüklüğü hastalığından ölen larva görünümü

(a)Yavru gözünde başı yukarı uzamış larva görünümü; (b)Hastalıklı larvada görülen renk değişimi

(<http://www.dpi.vic.gov.au/agriculture/pests-diseases-and-weeds/animal-diseases/bees/a-guide-to-the-field-diagnosis-of-honey-bee-brood-diseases> )

Yaşamlarının ilk 2-3 haftasını kovan içinde geçiren işçi arılar, bu sırada larvaları ve kraliçe arıyı besler. Bu dönemden sonra kovan dışı görevlerine başlayan işçi arılar bal ve diğer arı ürünlerinin yapımında görev almaktadır. Bakıcılık görevi sırasında almış oldukları ve hipofarenjiyal bezlerine yerleşen SacBrood virüsünü bu ürünlerin yapımı sırasında kullanılan hipofaringeal salgılarıyla bala, polene ve arı sütüne bulaşımına neden olarak, hastalığın kovan içi, kovanlar arası ve arılıklar arası yayılımında rol oynamaktadır.(Bailey, 1969; Bailey and Fernando, 1972; Frow and Delecan, 1999; FAO, 2006). Ayrıca, hastalığın kovanlar arası yayılımında kovanları şaşırın erkek arılar da pay sahibidir (Tutkun ve Boşgelmez, 2003).

Hastalık en çok ilkbahar ve yaz aylarında görülmektedir (Grabensteiner et al., 2001).

ELISA, westernblot (Allen et al., 1986), immunodifüzyon (Allen and Ball, 1996) ve RT-PCR (Benjeddou et al., 2001; Grabensteiner et al., 2001); SBV ve viral arı hastalıklarının tespitinde kullanılan duyarlı yöntemlerdir.

Etken, bal arısı ektoparaziti olan *Varroa destructor* üzerinde de tespit edilmiş ve bulaşımında bu parazitin de rol oynadığı saptanmıştır (Hung and Schumanuki, 1999, Hung and Evans, 2000).

Etkeninin virüs olmasından dolayı tedavisi zordur. Kesin tedavi için etkili bir kimyasal madde henüz bulunmamıştır. Hastalıklı kovandaki ana arıyı değiştirmek

ve kolonileri güçlü tutarak stres faktörlerini ortadan kaldırmak, hastalığı önlemek için yapılabilecek uygulamalardandır.

#### 2.1.4 Kireç hastalığı (Chalkbrood)

Etkeni *Ascospaera apis* olan ve Chalkbrood olarak da bilinen Kireç hastalığı, bal arısı larvalarını etkileyen, 1900'lü yıllarda tespit edilmiş olan fungal bir bal arısı yavru hastalığıdır (Maassen, 1913).

Tüm dünyada görülen Chalkbrood, Türkiye'de ilk olarak 1988 yılında Kazan'da saptanmıştır. (Klusser and Peduzzi, 2007).

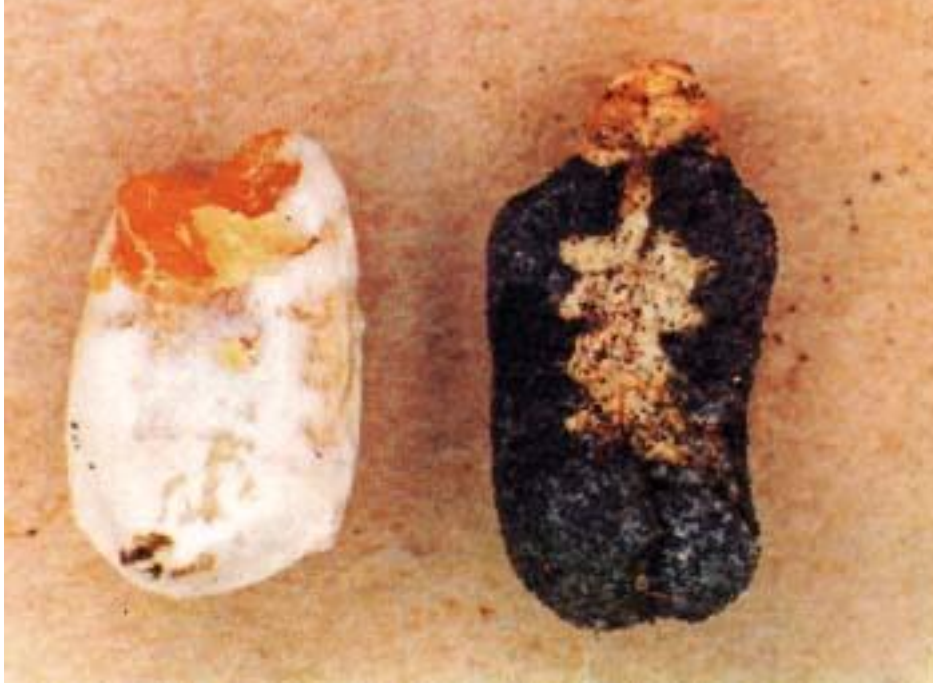
İlk olarak *Pericystis apis* olarak tanımlanan (Maassen, 1913) etkenin adı, Spiltoir tarafından yeniden düzenlenerek *Ascospaera apis* olarak adlandırılmıştır (Spiltoir, 1955). *A. apis*, genom sekansı yapılan ilk fungal entomopatojendir (Glinski and Buczek, 2003).

*Ascospaera apis*, ascus adı verilen spor keseleri ile üreyen Ascomycetes grubu üyelerindedir (Spiltoir, 1955; Morse, 1985). Eşeyli üremenin görüldüğü *A. apis* 3 alt türe sahiptir. Bunlar *Ascospaera apis majör*, *A. apis minör* ve *A. apis alvei*'dir. *Ascospaera apis majör* diğer iki alt türe oranla mumyalarda daha yoğun olarak bulunurken, *A. apis alvei* genellikle polende saptanmaktadır.

Tüm arı larvalarını (işçi,erkek,kraliçe ) enfekte edebilen *A.apis'* e karşı en hassas evre larvanın 3-4 günlük olduğu dönemdir (Bailey, 1963; Bailey and Ball,1991).

Tarlacı arıların taşıdığı ve kovana getirdiği fungal sporlar, bakıcı arılar tarafından beslenme sırasında kontamine besin vasıtasıyla larvalara bulaştırılır (Gilliam, 1997). Bağırsak lümenine geçen ve CO<sub>2</sub> ile aktive olan sporlar çimlenmeye başlar (Heath and Gaze, 1987; Bailey and Ball, 1991). Enfekte larva besin alımını azaltır ve bir süre sonra beslenmeyi tamamen durdurur. Çimlenen sporların sahip oldukları enzimler peritrofik membrana penetre olmasını sağlar. Penetrasyon sonrasında vücut boşluğuna doğru büyüyen fungal miçelyum, larvanın posterior ucundan dışarı çıkar (Maurizio, 1934). Posterior uçtan anterior uca doğru vejetatif büyümesini devam ettiren *A. apis*, larvayı baştan başa beyaz renkli miçel ile kaplar. Daha sonra siyah veya kahverengi sporla karışık büyüme başlar. Enfekte

larvaların; sarı renkte olması, larvaların tek tip spor ile (+ veya -), alaca renkte olması ise larvaların her iki tip spor (+ ve -) ile enfekte olduğunu göstermektedir (Chorbiński, 2004). Beyaz renkli enfekte larvalardaki miçeller, yeterli zaman verilip uygun koşullar sağlandığında kahverengileşip siyahlaştığı, yani üreyen fungusun renk değiştirdiği düşünülmektedir (Hornitzky, 2001).



Şekil 2.4. Kireç Hastalığında larva görünümü; (a) Tek tip hifle çevrili larva, (b) İki tip hifle çevrili larva

(<http://www.kohala.net/bees/chalkbrood2.html>)

Hastalığın genel belirtileri arasında, kapanmamış gözlerin olması, kovan önünde veya gözler içinde beyaz, siyah ve/veya kahverengi mumyaların gözlemlenmesi bulunmaktadır (Gilliam et al., 1978; Shimanuki and Knox, 1991; Gilliam, 1997). Kireç hastalığı, hemolenf dolaşımının bozulmasına, genel toksikoza, mekanik ve enzimatik hasara neden olarak ölüme sebebiyet vermektedir (Glinski and Buczek, 2003).

Kireç hastalığı genellikle, fungal gelişimi arttırıcı ortam koşullarına sahip nemli ve ılık havanın hakim olduğu ilkbahar döneminde, iyi havalandırılmayan kovanlarda görülmektedir (Mehr et al., 1976; Gilliam et al., 1978; Borum und Ulgen, 2008). Mevsimin soğuk ve nem oranının yüksek olması, kovan içi stres faktörlerinin artması, aşırı antibiyotik kullanımı, Varroa ve EFB gibi diğer hastalık ve zararlıların

kolonileri zayıflatmış olması, kullanılmış hazır peteklerde bulunan bulaşık dışkı ve pupa kalıntılarının koloniye geçmesi, hijyenik davranışlarda oluşan bozulma gibi etmenler, hastalığa yakalanma olasılığını arttırmaktadır.

Sadece bal arısı larvalarını enfekte ederek ölümlerine neden olan Chalkbrood; kovani tamamiyle etkilememekte, ancak bazı enfeksiyonlarda ölüme neden olduğu larvaların sayısının fazla olmasından dolayı koloni üretkenliğinin ve veriminin düşmesine neden olmaktadır (Bailey,1963; Wood, 1998). Larva bağırsağındaki ısı ve PH, fungal büyüme için yaşam ve üremeyi etkileyen en önemli faktörlerdir (Bamford and Health,1989).

*Ascosphaera apis* sporları bal ve polende de bulunabilir. Her ölü siyah mumya  $10^8$ - $10^9$  ascospor içermektedir (Hornitzky, 2001).

Chalkbrood'dan korunmak için alınabilecek çeşitli önlemler vardır. Bu önlemlerin arasında;

- kovanların yerden 30-40 cm yüksekliğe yerleştirilmesi ve güneş gören yerlere konması;
- kışlatma sırasında kovan içi nemin kontrol altında tutulması, gerekli görüldüğü takdirde nem çekici örtü malzemelerinin kullanılması;
- çok yağışlı geçen aylarda yağmurdan sonra kovan uçuş deliğini biraz genişleterek kovan içi havalandırmaya yardımcı olunması ve kovan içi nemin engellenmesi;
- kullanılmış siyah peteklerin kademeli olarak değiştirilmesi, hastalıklı petekleri kovandan çıkararak arıların temiz kovanlara aktarılması; Bulaşık peteklerin  $110^0\text{C}$ 'de 12 saat tutarak sterilize edilmesi, süzülen balların arılara besleme balı olarak dahi kullanılmaması;
- hastalıklı koloninin ana arısının değiştirilmesi;
- hastalık nedeniyle zayıflamış kolonilere genç arılı çerçeve ilave ederek koloninin güçlenmesinin sağlanması;
- kovan içi strese neden olan açlık, aşırı antibiyotik kullanımından ve diğer hastalık ve zararlılardan koloninin uzak tutulması

bulunmaktadır (Tutkun, ve İnci, 1992; Tutkun ve Boşgelmez, 2003; Öder, 2006).

Son yıllarda kireç hastalığının tedavi ve kontrolü için birçok yöntem geliştirilmiştir. Bunlar arasında sentetik fungusitler ve doğal bileşikler bulunmaktadır (Winston, 1995; Hornitzky, 2001). Doğal bileşiklerden; citral, geraniol ve citronellal içerikli esansiyel yağların fungal gelişimi inhibe edici özellikleri in vitro olarak kanıtlanmıştır (Chorbiński, 2004).

Ayrıca bazı *Penicillium*, *Aspergillus* ve *Bacillus* türlerinin, ürettikleri biotoksinleri ile *A. apis* üzerinde inhibe edici etkileri bulunmaktadır (Gilliam et al., 1988; Wood, 1998).

Gamma ışınları (Baggio et al., 2005), mikrodalga ışınları, kızıl ötesi ışınları, ultrasonikasyon ve ultrafiltrasyon ile sterilizasyon ve ısı banyosuyla balın sterilize edilmesi (Anderson et al., 1997), bal ve polen kalitesini yüksek tutmak için kullanılan yöntemlerdendir (Subramanian et al., 2007).

### **2.1.5 Taş hastalığı (Stonebrood)**

*Aspergillus* cinsi fungusların neden olduğu bir bal arısı yavru hastalığı olan Stonebrood, enfekte arıların ölümünün ardından ezilemeyecek şekilde sertleşmesinden dolayı, Taş hastalığı olarak adlandırılmaktadır (Shimanuki and Knox, 2000). Hastalık her ne kadar bal arısı yavru hastalığı olarak biliniyorsa da, bal arısı pupa ve erginleri de bu hastalıktan etkilenmektedir (Shimanuki and Knox 2000). İlk defa 1906 yılında Almanya'da tespit edilen Stonebrood, daha sonra ise Danimarka, Fransa, İngiltere ve Kuzey Amerika'daki kolonilerde saptanmıştır.

*Aspergillus fumigatus*, *A. niger* ve *A. flavus* en çok bilinen Stonebrood etkenlerindedir (Shimanuki and Knox, 2000).

Larvaların aldığı mumya görünümü ile karakterize olan Stonebrood, başka etkenlerle zayıflamış olan kolonilerde daha çok görülmektedir. Ülkemizde genellikle Karadeniz bölgesinde rastlanmaktadır (Tutkun ve Boşgelmez, 2003).

27-35<sup>0</sup>C 'de üreyen hastalık etkenlerinden *A.fumigatus* gri; *A.niger* siyah ve *A. flavus* ise sarımsı yeşil renkli spor oluşturmaktadır (Shimanuki and Knox, 2000).



Enfekte larvalarda her dönemde ölüm gözlenebiliyorsa da genellikle yeni sırlanmış petek gözlerinde ölüm gerçekleşmektedir. Hastalığa yakalanmış ergin arılarda ilk belirtiler halsizlik, ayakta duramama, uçuş yeteneğini kaybetmedir. Bu belirtileri takip eden 1- 3 gün içinde ise ölüm gerçekleşir.

Nemli ve sıcak ortamda hızla üreyebilen Stonebrood etkenleri olan funguslardan korunmanın en etkili yolu, onların çoğalabilecekleri bir ortam oluşumuna izin vermemek için; kovanların iyi havalandırılması, yerden yükseğe konarak rutubetin engellenmesidir (Morse, 1985). Hastalığın ilerlemesini engellemek için başvurulacak en etkili uygulama, kovanlardaki hasta ve sürünen arıların yakılmasıdır. Tecritli strafor kovanlarda, ahşap kovanlara oranla bakteri ve mantar sporlarının üremesi için uygun ortamın bulunma olasılığının daha az olmasından dolayı *A. flavus* 'un bu kovanlara bulaşımı olsa bile gelişme imkanı bulamadığı saptanmıştır.

Hastalık etmenlerinin bala geçebilmelerinden dolayı hastalığın görüldüğü kovanların balları hasat edilmemeli ve kullanılmamalıdır. Çünkü, balla birlikte alınabilen hastalık etkeni, insanlarda ağız ve dişeti iltihaplarına, ishale, kronik gronülomotoz sinüzite, kornea iltihabına, deri aspergillozisine ve kemik iliği iltihabına neden olabilmektedir (Tutkun ve İnci, 1992).

Fransa'da bulaşık peteklerde 22<sup>0</sup>C'de 15 saat süreyle yapılan Etilen oksit fumigasyonunun ve antifungal etkisi yüksek olan Mycoslatin (Nyslatin) ve Thiabendazole uygulamalarının Stonebrood'a karşı olumlu etkilere sahip olduğu saptanmıştır. Ülkemizde EFB ve kireç hastalığı kadar yaygın görülmeyen taş hastalığına karşı herhangi bir kimyasal tedavi uygulanmamaktadır (Hornitzky, 2001; Flores et al., 2004).

## 2.2 Bal Arısı Ergin Hastalıkları

### 2.2.1 Varroasis

Avrupa bal arısı *Apis mellifera*'da görülen Varroasis, dünya üzerindeki en zarar verici bal arısı ergin hastalığıdır (Anderson and Trueman, 2000). Neden olduğu büyük koloni kayıplarından ve kovan verimindeki düşüşe bağlı olarak bitkilerin polinizasyonunun sağlanamamasından dolayı hastalık dünya çapında büyük önem taşımaktadır (Klein et al., 2007).

Ülkemizdeki Varroasis etkeni *Varroa destructor*'dur. Asıl konağı *Apis cerena* (*Asya bal arısı*) olan *V. destructor*, konak değiştirerek *A. mellifera*' da da enfestasyon oluşturmaya başlamış ve geçtiğimiz yıllarda dünya çapında büyük zararlara neden olmuştur ( Oldroyd, 1999; Villa et al., 2008; Rosenkranz et al., 2010).

Acarina ordosu, Varroidae familyası elemanı olan *V.destructor*, ilk kez 1957 yılında Çin' de görülmüş, daha sonra ise arı nakliyatları ve ithalatları aracılığıyla Almanya' ya kadar yayılmıştır (Anderson and Trueman, 2000; Zhou et al., 2004; Boecking and Genersch, 2008).

Hastalık etkeni, ilk olarak 1904 yılında Ouedemonas tarafından Endonezya' nın Java adasında görülen *Varroa jacobsoni* olarak tanımlanmıştır. Daha sonraları *Varroa jacobsoni*'nin *A. cerena*' nın doğal dış paraziti olduğu ve konak değişikliği ile *A. mellifera*' ya geçerek tüm dünyaya yayıldığı anlaşılmıştır (Zhou et al., 2004).

*Varroa jacobsoni* ve *V. destructor*, basit morfolojileri ve mitokondriyal DNA sekansları ile birbirinden ayrılmış ve tanımlamaları yapılmıştır (Anderson and Trueman, 2000). Yapılan bu tanımlama sonucunda *A. mellifera*' da bulunan tek parazit türünün *V. destructor* olduğu saptanmıştır (Anderson and Trueman, 2000).

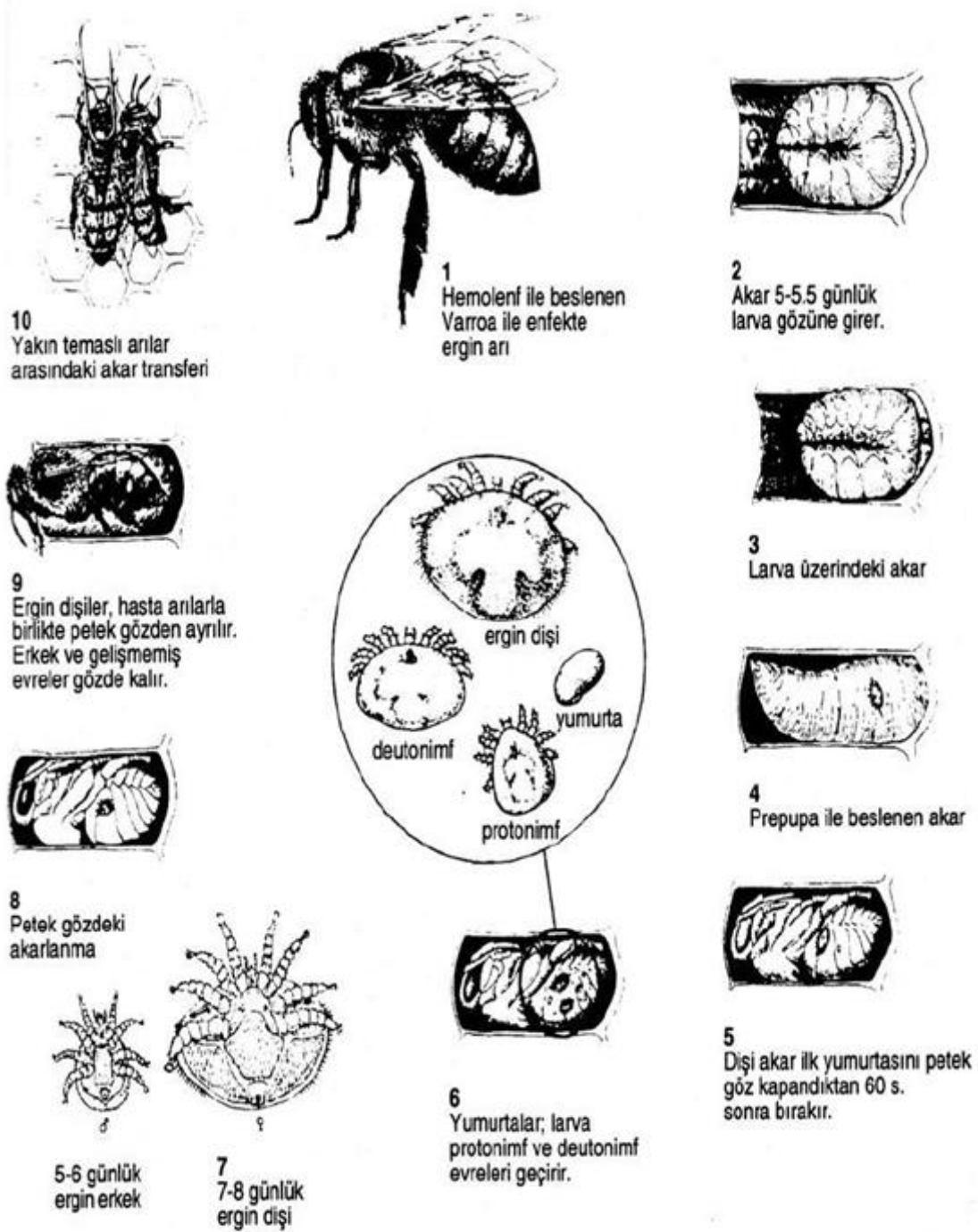
1970' li yıllarda Avrupa' ya giren *V.destructor*, 1987 yılında Amerika' da ve 1992 yılında da İngiltere' de rapor edilmiştir (De Jong et al., 1982 ; Delfinado and Houck, 1989; Walton, 1996; Martin, 1997) .

1977 yılında Trakya bölgesinden Türkiye' ye giriş yapan *V. destructor*, tüm Türkiye' ye yayılmış ve 600.000 koloninin ölümüne neden olmuştur (Tutkun ve İnci, 1985).

Aynı zamanda mikrobiyal ve viral patojenler için de vektör olan *V. destructor*, (Johnson et al., 2009; Highfield et al., 2009) arının hemolenfinden beslenerek zayıflamasına, kanat deformasyonlarına, yaşam süresinin kısalmasına ve ölümüne neden olmaktadır (Weinberg and Madel, 1985; Gregorc and Poklular, 2003).

Yumurta, nimf ve ergin olmak üzere üç biyolojik evreye sahip olan *V.destructor* oval yapıda ve kahverengimsi kırmızı renktedir (Sammataro and Avitabile,1998). Ergin arılar üzerinde sadece dişi Varroalar bulunmaktadır. Dişi Varroa, keliserleri ile larva, pupa ve ergin arının vücudunda kesikler açıp hemolenflerini emerek beslenmektedir (Boecking and Genersch, 2008; Rosenkranz et al., 2010).

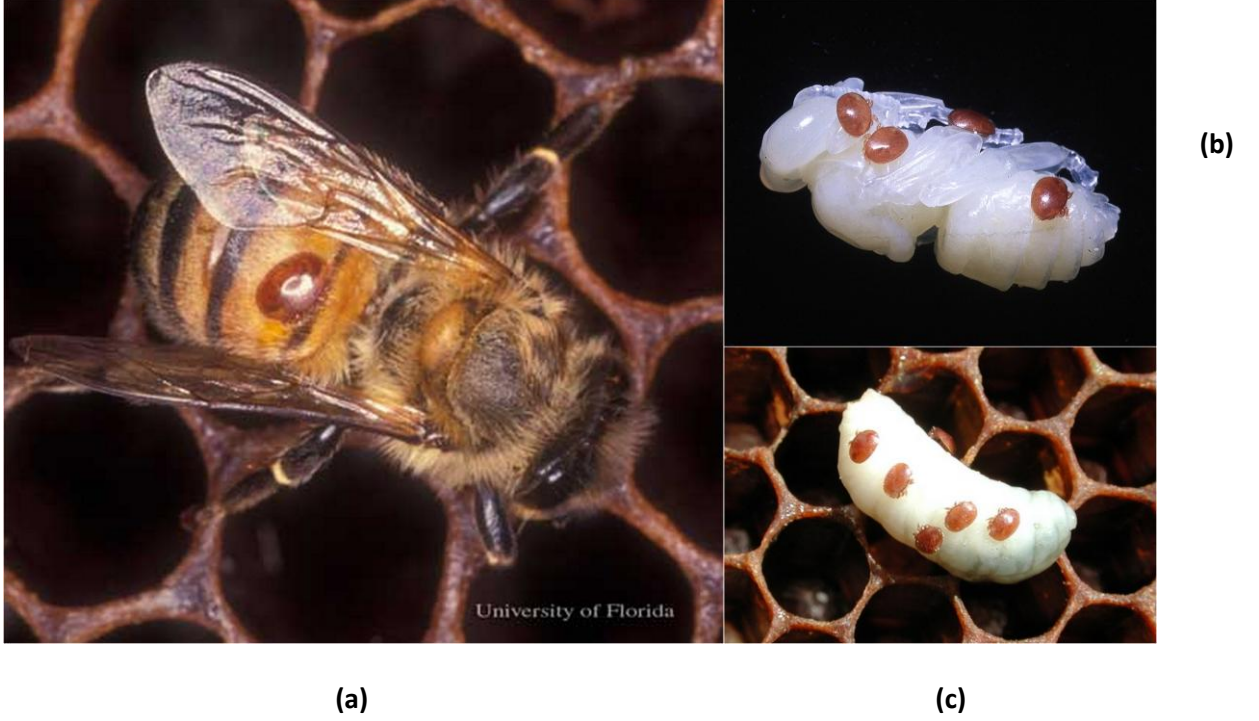
Yavru gözü kapanmadan hemen önce göze giren dişi Varroa, gözün alt kısmında saklanır (Sammataro and Avitabile, 1998). Yavru gözü kapandıktan 60 saat sonra dişi ilk olarak döllenmemiş olan yumurtasını, arı larvası gömlek değiştirirken en az zarar göreceği yer olan petek gözün tavana yakın bir kısmına bırakır. Dişi Varroa daha sonra 30 saat ara ile yaklaşık 5 döllenmiş yumurta bırakır (Donze et al., 1996; Boecking and Genersch, 2008). *Varroa destructor*, tıpkı bal arıları gibi partenogenetik üreme ile çoğalır. Döllenmemiş yumurtalardan erkek bireyler, döllenmiş yumurtalardan ise dişi bireyler çıkar (Shimanuki and Knox, 2000). 36 saat sonra yumurtadan çıkan erkek Varroa 190 saat içinde eşeysel olgunluğa ulaşır ve anne Varroanın oluşturduğu buluşma noktasında yumurtadan çıkıp gelen dişi Varroalar ile çiftleşir (Donze et al., 1996). Genç dişiler 6 günde olgunlaşır ve yavru gözündeki arının vücuduna tutunarak beslenmeye başlar (Sammataro et al., 2000). Erkek Varroa dişiden daha küçüktür ve kelisere sahip olmadığı için hemolenf ile beslenemeyip, çiftleşmeden sonra ölmektedir (Shimanuki and Knox, 2000; Boecking and Genersch, 2008).



Şekil 2.5. *Varroa destructor*'un hayat döngüsü (Shimanuki and Knox, 2000; Yalçinkaya, 2008).

Konaklarını hemen döllenmiş *Varroa* dişisi, ergin arı ile beraber gözden çıkararak yeni bir yavru gözüne girebilmektedir (Martin, 1997). Dişi *Varroa* yumurtalarını genellikle 5-7 günlük erkek arı gözlerini, yavru gözlerindeki erkek arıların işçi arılara göre 3 gün daha geç çıkması ve erkek arı gözlerinin işçi arı gözlerine göre

daha büyük olması tercih nedenidir. Ayrıca erkek arı gözlerinin peteğin dışı yakın kısımlarında bulunması, düşük sıcaklığın akar gelişimi için daha uygun olmasında tercih nedenlerindedir (Ritter and Ruttner, 1981; Ritter, 1981).



Şekil 2.6. Ergin arı (a), pupa (b) ve larva (c) üzerinde *V. destructor* erginleri

([http://entnemdept.ufl.edu/creatures/misc/bees/varroa\\_mite06.htm](http://entnemdept.ufl.edu/creatures/misc/bees/varroa_mite06.htm);

<http://beespotter.mste.illinois.edu/topics/ccd/>; <http://beeinformed.org/2012/04/long-term-or-short-term-lease/www-uni-illinois-edu-2/>)

Bal arısı kolonilerinde ciddi zararlara yol açan *V. destructor*'un erken teşhisi, kontrolü ve mücadelesi açısından büyük önem taşımaktadır (Özkırım, 2000).

Varroa enfestasyonu ergin arıların uçuş sürelerini ve kovana dönebilme yeteneklerini doğrudan etkilemektedir (Kralj et al., 2007). Ayrıca Varroa ile enfekte kolonilerin bal üretim veriminin azalmakta hatta bazı durumlarda hiç bal üretimi olmamaktadır (Ritter, 1981).

Bal arılarında DWV (Kıvrık Kanat Virüsü) 'nin yayılımını sağlayan bir numaralı patojen olan *Varroa destructor* (de Miranda and Genersch, 2010) aynı zamanda ABPV (Akut Arı Felci Virüsü), CBPV (Kronik Arı Felci Virüsü), SPV (Slow Paralysis Virus), BQCV (Black Queen Cell Virus), KBV (Kashmir Bee Virus), CWV (Cloudy

Wing Virus), SBV (Sacbrood Virus),DWV (Deforme Kanat Virüsü) gibi çok sayıda virüs bulaşımında da rol oynamaktadır (Chen et al., 2006).

Günümüzde Varroa tedavisinde, geçmişte kullanılan ancak bal ve bal mumunda kalıntı bırakarak insan sağlığına zarar veren ve direnç oluşumuna neden olan kimyasal ilaçların yerine esansiyel yağlar (Kekik yağı, lavanta yağı...) ve organik asitler (oksalik asit, formik asit, laktik asit..) kullanılmaktadır (Wallner, 1999; Kumava, 2003). Doğal akarisit olarak bilinen ve Varroa tedavisinde kullanılan Formik asit, oksalik asit ve Thymol (Kekik yağı) (Imdorf et al.,1999) çabuk buharlaştıkları ve bozdukları için bal mumunda birikime neden olmazken, bal ve bal ürünlerinde önemsenmeyecek düzeyde kalıntı bırakmaktadır (Gregorc and Poklular, 2003). Buharlaşıma özelliklerinden yararlanan organik asitlerin ve esansiyel yağların kullanımı sırasında dikkat edilmesi gereken en önemli faktörler dış ortam sıcaklığı ve nemdir (Özkırım, 2006).

Varroa tedavisinde Türkiye’de en yaygın kullanılan sentetik ilaçlar Amitraz (Vamitrat-VA, Rulamit-VA, Varamit ve Kenaz), Coumaphos (Perizin), Brompropylat (Folbex VA), Malathion (Varation-TKV) ve Fluvalinat (Apistan)’dır. Ancak yapılan araştırmalar sonucunda Varroa’nın Amitraz, Flumethrin, Fluvalinate ve Coumaphos’a karşı direnç kazandığı saptanmıştır (Lodesani, 1995; Colin et al., 1997; Elzen et al., 1999; Milani, 1999; Pettis, 2004).

Varroasis tedavisinde kullanılan, bitkilerde doğal olarak bulunan organik asitler, trake solunumu yapan *Varroa destructor*’ün, arı üzerinden bayılarak veya ölerik kovan dip tahtasına düşmelerini sağlayan maddelerdir (Girişgin ve Aydın, 2010).

Balın doğal bir bileşeni olan Oksalik asit ile yapılan kontrol çalışmalarında uygulama sonucunda Varroasis’de belirgin düşüş gözlenmiştir (Charriere and Imdorf, 2002). Etkisinin yanısıra kalıntı bırakmaması ve arılarda herhangi bir toksiteye neden olmaması kullanımını güvenli yapmaktadır (Mutinelli et al.,1997; Rademacher and Harz, 2006) .

Normal koşullarda balda iz miktarda bulunan Formik asit, kolay kullanımı,diğer kimyasallara oranla daha az kalıntı bırakması ve direnç oluşumuna neden olmamasından dolayı Varroa kontrolü için tercih edilen, etkili bir bileşiktir (Nelson et al.,1994; Delaplane, 1997) .

Varroa tedavisinde kullanılan diğerk bir organik asit olan laktik asit, uygulamasının zor olmasından ve Varroasis'e karşı diğerk organik asitlere göre daha düşük etkiye sahip olmasından dolayı daha az kullanılan bir yöntemdir (Girişgin ve Aydın, 2010).

Yüksek konsantrasyonda Thymol içeren kekik yağı ise Varroa üremesini inhibe edici ve kokusuyla Varroa'yı arı üstünden düşürücü özelliğe sahiptir (Chiesa, 1991; Damiani et al., 2009). Yapılan çalışmalar sonucunda Thymol'ün *V. destructor*'e karşı kullanılan en etkili esansiyel yağ olduğu saptanmıştır (Imdorf et al., 1999).

Ara bileşeni Linalool olan lavanta, lavendin ve defne yağları da Varroa kontrolü için kullanılan esansiyel yağlar arasındadır (Damiani et al., 2009). *Apis mellifera* üzerinde Varroa kovucu olarak etkili olduğu kanıtlanan bu yağlar doğru dozajda kullanıldıklarında bal ve bal ürünlerinde herhangi bir kalıntıya sebep olmamaktadır (Adamczyk et al., 2005; Damiani et al., 2009).

Bütün tedavi yöntemlerinden sonra tedavinin başarılı olup olmadığının belirlenmesi, ölen akar miktarının tespiti ile gerçekleşir. Başarılı bir sonuç için tedavi sırasında ve sonunda dip tahtasına düşen ölü ve baygın akarların ortamdaki uzaklaştırılması gerekmektedir (Boecking and Genersch, 2008).

Ayrıca, ana arının kafeslenerek yavru yetiştirmenin sınırlandırılıp, hasta gözlerin işçi arılar tarafından temizlenmesine fırsat verilmesine dayalı yöntem ile enfestasyonun gözlendiği kovanlara erkek arı gözlerinin verilmesine dayalı tuzaklama yöntemi de Varroasis tedavisinde ülkemizde kullanılan biyolojik uygulamalardandır (Aydın, 2005). Kovana polen gelmesinden önce kullanılan polen tuzaklarının da kovanda görülen Varroa sayısının azalmasında oldukça etkili bir uygulama olduğu kanıtlanmıştır (Çakmak vd., 2002).

### **2.2.3 Nosemosis**

Nosemosis, ergin bal arılarını (*Apis mellifera* ve *Apis cerena*) etkileyen ve etkeni *Nosema* spp. olan dünyada geniş yayılıma sahip parazitik bir hastalıktır.

Ökaryotik bir canlı olan *Nosema* spp., önceleri sporozoa sınıfı içinde yer alan parazitik bir protozoon olarak tanımlanmıştır (Morse, 1985). Ancak daha sonra

yapılan moleküler incelemeler sonucunda microsporidia alt sınıfının fungi alemine dahil edilmesiyle hif oluşturmamasına rağmen fungal bir parazit olarak sınıflandırılmıştır (Sina et al., 2005).

Doğada geniş yayılım gösteren Microsporidia alt sınıfı, özellikle böcekleri enfekte eden, intrasellüler parazitlerin bulunduğu bir gruptur (Higes et al., 2006).

Genelde kronik enfeksiyona neden olan ancak nadir olsa da akut enfeksiyona neden olduğu gözlenen *Nosema* spp.'nin, invertebrate grubundan 150 tür konağı bulunmaktadır (Higes et al., 2006). Çoğunlukla Lepidoptera ve Hymenoptera gruplarını enfekte eden *Nosema* spp.'nin en iyi bilinen örnekleri ipek böceklerinde Pebrin hastalığı etkeni olan *Nosema bombycis* ve *A. mellifera*'da dizanteriye sebep olan *Nosema apis*'tir (Wittner and Weiss, 1999; Chen et al., 2009).

Sıcak ve nemli ortamda daha iyi gelişebilmekte olan *Nosema* spp.'nin üreme formu spordur. Üreme amaçlı olan bu sporlar, bakteri sporları kadar dayanıklı değildir (Kilani, 1999).

İşçi, erkek ve kraliçe arıları etkileyen Nosemosis (Higes et al., 2008), arıların yaşam sürelerinin kısalmasına neden olmaktadır (Hassonein, 1953; Wang and Moeller, 1969).

*Nosema* spp. *A. mellifera*'da zorunlu parazit olarak hastalık etkeni olan 2 türe sahiptir. Bunlar; *Nosema apis* ve asıl konağı *A. cerana* olan *Nosama ceranae* 'dır (Fries and Feng, 1995; Paxton et al., 2007).

### **2.2.3.1 Nosema apis**

*Apis mellifera*'yı enfekte ettiği 100 yılı aşkın süredir bilinen *Nosema apis* ilk olarak 1907 yılında Alman bilim adamı Enoch Zander tarafından tanımlanmıştır (Kilani, 1999) .

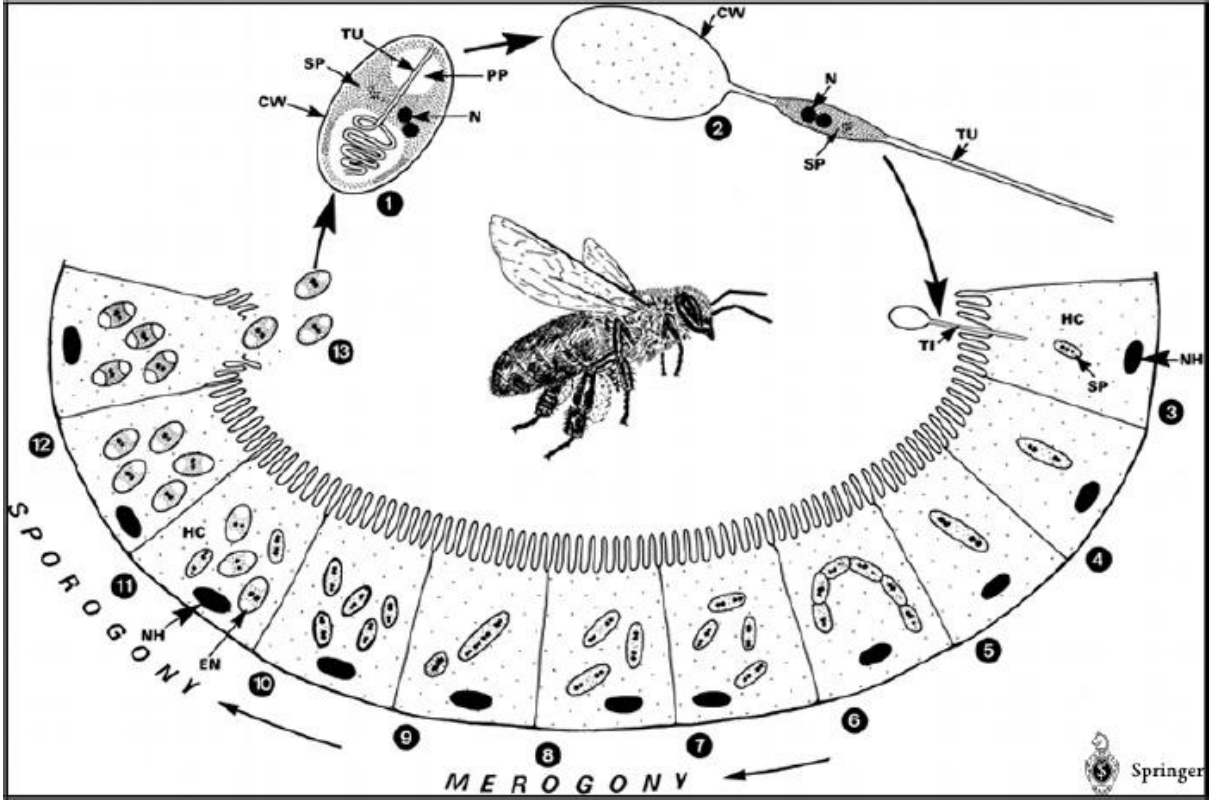
Microsporidia alt sınıfı üyesi olan ve spor ile üreyen *N. apis*, tek hücreli intrasellüler bir parazittir.

Avrupa bal arılarında Nosemosis etkeni olan *N. apis*, 4-6 µm uzunluğunda 2-4 µm genişliğinde düzgün oval yapıdadır. Hücrenin canlı kısmını oluşturan sporoplazma



içinde vakuol ve spiral biçimde kıvrılmış polar filamentler bulunur (Kilani, 1999; Hornitzky, 2005).

*Apis mellifera*, doğada her yerde bulunabilen *N. apis* sporunu kontamine besin yoluyla almaktadır. *Nosema apis* için enfeksiyöz dozu arı başına 20-100 spor olarak belirlenmiştir (Fries, 1988; Fries, 2010). Proventrikülünden rahatlıkla geçen sporlar 10 dakika içinde ventriküle ulaşmaktadır. Ventrikülde çimlenmeye başlayan sporlardan dışarı doğru çıkan polar filamentler ventrikül epitel hücrelerine penetrasyonu sağlamaktadır (Fries, 1993). Fiziksel kuvvet ile hücre içine giren polar filamentler enfektif olan *N. apis* protoplazmasının epitel hücrenin sitoplazmasına doğru aktarılmasını sağlar. Aktarım sonunda, merogoni ve sporogoni olmak üzere iki üreme evresi bulunan parazitin replikasyonu, konak sitoplazmasında başlamaktadır (Larsson, 1986; Fries, 2010). Epitel hücrelerine girdikten sonra hacmi artan sporlar merontu (meront 1) oluşturur. Meronttan, merogoni yoluyla merozoitler oluşur. 24 saat sonunda çekirdek sayısını ikiye katlamış olan merozoitler, tekrar bölünerek tek çekirdekli merontları (meront 2) oluşturmaya başlar. Bu olay kendi içinde devam ederken bazı merozoitler sporontlara dönüşür; bu sporontların da çoğalmasıyla sporoblastlar oluşur. Son olarak sporların diplokaryon haline geçmesi ve kalın bir hücre duvarı oluşturmasıyla olgun *Nosema apis* sporu oluşur (Fries et al., 1992).



Şekil 2.7. *Nosema apis*'in hayat döğüsü (Springer)

Uygun hava koşullarında aktif üreme gösteren *Nosema* sporları merogoni ve sporogoni dönemlerini sürekli olarak art arda geçirmektedir. Ancak hava koşullarının uygun olmadığı kış aylarında sporoblasttan ikinci bir tip spor meydana gelmektedir. İnce duvarlı olan bu spor, kış boyunca enfekte olmuş hücre çekirdeğine tutunmuş bir şekilde beklemektedir. İlkbahar geldiğinde bu sporlar hemen sporogoniye girerek yaşam döğüsüne buradan devam etmektedir (Kilani, 1999)

*Nosema apis* 'in etken olduğu bal arılarındaki nosemosisin genel belirtileri sindirim sistemi üzerinedir. Enfeksiyonun erken evrelerine spesifik belirtilerin olmaması erken teşhisi ve tedaviyi engellemektedir. Hastalığın ilerleyen günlerinde bir yandan enfekte arıların abdomenleri, dışkılayamamalarından dolayı şişerken, bir yandan da sulu ve kokulu dışkılama görülmektedir. Şişen abdomenleri nedeniyle uçmakta zorlanan arılar kovan önünde birikmekte ve abdomenlerini sürekli kasıp gevşeterek dışkılamaya çalışmaktadır. Çoklu arı ölümlerinin gözlemlendiği Nosemosis kovan nüfusunun azalmasına, uçma isteksizliğine ve bu isteksizliğe bağlı olarak

bal veriminin düşmesine ve polinasyon aktivitesinin azalmasına neden olmaktadır (Fries, 1997; Morse, 1997).

Tedavisi için birçok kimyasal ve fiziksel yöntemin denendiği Nosemosis için en etkili ilacın Fumagillin isimli bir ilaç olduğu saptanmıştır. Fumagillin *Aspergillus fumigatus* adlı bir fungus tarafından üretilen ve funguslar üzerinde reproduksiyonu inhibe edici özeliği olan bir antibiyotiktir (Katznelson and Jamieson, 1952; Liu, 1990; Fries, 2010). Fumagillin'in sporları doğrudan öldürme etkisi yoktur. Sadece sporların tekrar üreme döngüsüne girmesini engelleyerek çoğalmasını inhibe etmektedir (Webster et al., 2004). Fumagillin'in balda kalıntı bırakabilme ihtimali olmasından dolayı, bal akışından hemen önce ve bal akışı sırasında kullanılmaması gerekmektedir (Anon, 2010) .

Yapılan in vivo çalışmalar Fumagillin'in memeliler üzerinde genotoksik potansiyeli olduğunu göstermiştir (Stanimirovic et al., 2010). Ayrıca kültür ortamında insan lenfositleri üzerinde sitotoksik ve genotoksik etkiye sahip olduğu da saptanmıştır (Stevanovic et al., 2010).

Sahip olduğu yan etkilere rağmen Nosemosis tedavisinde kullanılacak daha efektif ve daha az yan etki gösteren bir antibiyotik veya kemoteropatik bileşik henüz bulunmadığından dolayı şu an için Nosemosis tedavisinde Fumagillin kullanımı kabul edilmektedir (Reybroeck et al., 2012).

### **2.2.3.2 Nosema ceranae**

İlk kez 1994 yılında Çin'in Beijing şehrinde Bee İnstitutue of the Chinese Academy of Agricultural Science'ta, *Apis cerana* örnekleri üzerinden izole edilen (Fries et al., 1996; Paxton et al., 2007) *Nosema ceranae*, microsporida alt sınıfına dahil olan intrasellüler bir parazitik fungustur (Fries and Feng, 1995; Higes et al., 2006).

Asıl konağı *Apis cerana* olan *N. ceranae*, yaklaşık 15 yıl önce 'cross infection' sonucu konakları arasına *A. mellifera*'yı da eklemiştir (Klee et al., 2007; Paxton et al., 2007; Chen et al., 2008). Avrupa, Asya, Amerika, Afrika ve Okyanusya'nın da dahil olduğu dünyanın birçok bölgesinde *A. mellifera* üzerinde *N. ceranae* saptanmıştır (Higes et al., 2006; Calderon et al., 2008; Giersch et al., 2009; Higes

et al., 2010; Williams et al., 2008). *Nosema ceranae*'nin *A. mellifera*'yı enfekte ettiği bilinmesine rağmen (Fries, 1997) Higes ve arkadaşlarının 2005 yılında *Nosema ceranae* identifikasyonu gerçekleştirmelerine kadar herhangi bir kayıt bulunmamasının (Higes et al., 2006) en büyük nedeni, *Nosema* tespiti için 90'lı yılların sonuna kadar sadece ışık mikroskopunun kullanılıyor olması ve morfolojik olarak *N. apis*' e çok benzeyen, ancak ondan biraz daha ufak ve protoplazmasında daha az polar filamente sahip olan *N. ceranae*'nin, *N. apis*'ten ışık mikroskopuyla ayırımının yapılmasının zor olmasıdır (Botias et al., 2012; Fries et al., 2006).

Günümüzde *N. ceranae*'nin tanımlanması ve *N. apis*'ten kesin ayırımının yapılabilmesi için 16S rRNA gen sekansına dayalı moleküler yöntemler kullanılmaktadır (Huang et al., 2007) .

Bulaşım şekilleri ve ventrikül epitel hücrelerindeki gelişim evreleri *Nosema apis* ile aynı olan *N. ceranae* enfeksiyonunun bulaşımı için gerekli spor sayısı *N. apis* 'ten biraz daha fazladır (Higes et al., 2007; Chen et al., 2009; Forsgreen and Fries, 2010).

*Nosema ceranae*'nin ventrikül epitel hücreleri dışında herhangi bir dokuyu enfekte edebildiği kanıtlanmamış olmasına rağmen (Fries et al., 1996; Higes et al., 2010), PCR kullanılarak yapılan çalışmalarda *N. ceranae*'ya ait nükleik asitlere ventrikül epitel hücrelerinin yanı sıra malpigi tüplerinde, hipofarenjyal bezlerde, tükrük bezlerinde ve yağ doku hücrelerinde rastlanmıştır (Chen et al., 2009). Bu veriler, *N. ceranae* 'nın *N. apis* gibi hücre spesifik olmayabileceğine ve farklı dokularda da yaşam döngüsünü sürdürebileceğine dair ipuçları oluşturmaktadır (Fries, 2010).

*Nosema apis*'ten farklı olarak belirtileri arasında abdomenin kasılıp gevşemesi, kovan önünde uçma isteksizliği gösteren arıların olması ve sık dışkılamasının olmadığı *Nosema ceranae* enfeksiyonu, *Apis mellifera* 'da yüksek virülansa sahiptir (Higes et al., 2007; Paxton et al., 2007) ve işçi arılarda besin stresine, yağ dokusunda azalmaya, aşamalı depopülasyona, yüksek açlığa bağlı ani kan şekeri düşmesi sonucunda bahar ve kış aylarında toplu ölümlere, giden arının geri gelmemesine ve bal üretim veriminin düşmesine neden olmaktadır (Higes et al., 2007; Higes et al., 2008; Mayack and Naug, 2009; Alaux et al., 2010).

Yapılan alışmalar *N. ceranae* ile enfekte arıların enfekte olmayanlara göre 6 kat fazla depoplasyon riski taşıdığını göstermiştir (Martin-Hernandez et al., 2007).

*Nosema ceranae* enfeksiyonlarının tedavisi için *N. apis*' te olduğu gibi Fumagillin kullanılmaktadır. Yapılan alışmalar sonucunda Fumagillin'in *N. ceranae* üzerinde de etkili olduğu saptanmıştır (Williams et al., 2008).

Yapılan alışmalar sonucunda, *N. ceranae* ve *N. apis* arasında konak 'cross infection' ı olmasına rağmen, *N. ceranae*'nin *A. mellifera* üzerindeki patojenitesinin, *N. apis*'in *A. ceranae* üzerindekiinden faha fazla olduğu tespit edilmiştir (Fries and Feng, 1995; Fries, 1997; Fries, 2010).

#### **2.2.4 Acarapiasis**

Ergin bal arıları solunum sistemini etkileyen Acarapiasis, ilk olarak 1906 yılında İngiltere'de Wight adasında tespit edilmiştir (Adam, 1968). Acarapiasis konağın ömrünün kısılmasına, ilkbaharda bal veriminde ve yavru sayısında azalmaya ve kiş ölümlerine neden olmaktadır (Otis,1992) .Avrupa, Asya, Afrika, Güney Amerika ve Kuzey Amerika'ya hızla yayılan bu hatalığın etkeni Arachnida ordosu Tarsonomidae familyası Acari alt takımı yesi olan *Acarapis woodi* olduğu saptanmıştır (Rennie et al., 1921) .

Ergin erkek, işçi ve ana arının toraksik trakesinde yaşayan *A. woodi*, nadir de olsa karın boşluğunda da bulunmaktadır (Baker, 2008).

Yoğun enfestasyonlarda arının trakesini hem varlığı ile hem de metabolik atıklarıyla mekanik olarak tıkayan *A. woodi*, havanın arı dokularına gitmesini engeller ve oluşan doku harabiyeti sonucu grlen ölümler ile kovandaki ergin birey sayısında düşüşe neden olur (Baker, 2008; Erickson et al., 1999).

Oval vcda ve parlak inci beyazı renge sahip olan *A.woodi*'nin dişileri 140-175 mm, erkekleri ise 125-136 mm boyutlarındadır (Denmark et al., 2011).

Yumurta, larva, nimf ve ergin olmak üzere 4 biyolojik evreye sahip olan *Acarapis woodi*'nin yumurtadan ergine ulaşması 19-21 gün sürmektedir. 3-4 günlük *Apis mellifera*'nın trakesine giren dişi *A. woodi*, buraya 5-7 tane yumurta bırakır. Bu

yumurtalardan 3-4 gün içinde hezapod larvalar çıkar ve larval evrenin ardından dişilerin ergin hale ulaşması 14-15 gün, erkeklerinki ise 11-12 gün sürer. (Fernandez,1999; Denmark et al., 2011). Oluşan ergin Acarapisler döllenir ve döllenmeden sonra 4 çift bacağının ucunda bulunan tarsal tırnakları sayesinde hareket edebilen dişi acarapisler (Morgenthaler, 1931), başka bir konağa geçmek üzere vücut kıllarına doğru göç eder (Mcmullan and Brown, 2005).

Konaktan ayrılan akarların dış ortamda birkaç saat boyunca hayatta kalabilmesi ortamın sıcaklığına ve nemine bağlıdır (Sammatora, 2006).

Hareket yeteneğine sadece ergin dişi Acarapislerin sahip olması nedeniyle, enfeste yaşlı arılardan genç arılara bulaşımın da sadece dişi Acarapisler ile olduğu düşünülmektedir (Morgenthaeleri, 1931;Bailey, 1958; Gory et al., 1989).

Acarapis enfestasyonu, trake dejenerasyonu ile arının uçuş kaslarını, sinir gangliyonlarını ve hipofarenjiyal bezlerini etkiler. Kış aylarında enfeste kolonilerde yayılımın artması (Otis and Scott-Dupree, 1992) yaşlı arıların ölmesine ve dolayısıyla koloninin sönmeye neden olur (McMullan, 2011).

*Apis mellifera*'da internal bir parazit olan *A. woodi*'den başka 2 Acarapis türüne; *Acarapis eksternus* ve *A. dorsalis*'e, de rastlanmaktadır (Baker, 2008) .

Yapılan çalışmalar sonucunda Acarapiasis enfestasyonunun, CBPV (Kronik Arı Felci Virüsü) bulaşımı için vektör olduğu kolonideki termoregülasyonu düşürdüğü ve ölüme sebep olduğu saptanmıştır (Bailey,1975; 1999; Bakonyi et al., 2002; McMullan and Brown, 2005; McMullan,2011).

Amerika'da ani koloni kaybı sendromu (CCD) görülen kolonilerin %44'ünde *A.woodi*'ye rastlanmıştır (Cox-Foster et al., 2007).

Türkiye'de ilk *A. woodi* vakasına, Doğu karadeniz ve Trakya bölgesinde yapılan moleküler çalışmalar ile 2001 yılında Trakya bölgesinde rastlanmıştır (Özkırım ve Keskin, 2005b).

Bal arısı trake genişliği, Acarapis enfestasyonuna yakalanma olasılığını doğrudan etkilediği için, dar trake genişliğine sahip olan Kafkas arısında (*A. mellifera caucasica*) internal arı paraziti olan *A. woodi*'ye rastlanmamaktadır (Özkırım ve Keskin, 2005b). Trake akarlarının tespiti için birçok yöntem bulunmaktadır

(Schimanuki and Knox, 1991). Bu yöntemlerin çoğunda önce arının diseksiyonu, sonrasında ise trakeal boşlukların mikroskopik incelenmesi gerekmektedir (Kojima et al., 2011). Ayrıca moleküler yöntemler ile tespit de mümkündür (Shimanuki and Knox, 1991). ELİSA, Kromatografik teknikler ve PCR ile *A. woodi*, *A. dorsalis* ve *A. eksternus* ayrımı ve virüs tespiti yapmak mümkündür (Gordon et al., 1993; Koch and Gerson, 1997; Sammatora, 2006; Runckell et al., 2011).

*Acarapis woodi* kontrolü için çeşitli kimyasal ve organik maddeler kullanılmaktadır. Organik maddelere göre daha etkili olan kimyasal maddeler, bal ve diğer arı ürünlerinde kalıntı bırakmaları nedeniyle sorun oluşturmaktadır (Fernández, 1999). Birçok ülkede kalıntı bırakmaları nedeniyle yasaklanmış olan ve akar enfestasyonlarında tamamen etkili olmayan ancak hala yaygın olarak kullanılan kimyasal maddeler Amitraz, Fluvalinate, Apitol 'dur (Otis and Scott-Dupree, 1992) .

*Acarapis woodi*' nin kontrolünde en yaygın olarak kullanılan organik maddeler ise Formik asit , Mentol ve Thymol'dür (Feldlaufer et al.,1997) .

#### **2.2.4 Viral hastalıklar**

Son yıllarda gelişen teknoloji sayesinde, arılarda hastalık yaparak ani koloni kayıplarına neden olan, ancak etkeninin ne olduğu anlaşılamayan viral hastalıkların tespit edilmesi sağlanmıştır. 1963 yılında CBPV (Kronik Arı Felci Virüsü) ve ABPV (Akut Arı Felci Virüsü)'nin bal arılarında ilk defa tanımlanmasından itibaren Apis cinsi üzerinde enfektif olan 18 virüs daha tanımlanmıştır (Allen and Ball, 1996; Ellis and Munn, 2005; Maori et al., 2007; Genersch and Aubert 2010). Bu virüslerin çoğu, arılarda ve kolonilerde herhangi bir klinik belirti göstermeden bulunmaktadır (Genersch and Aubert, 2010).

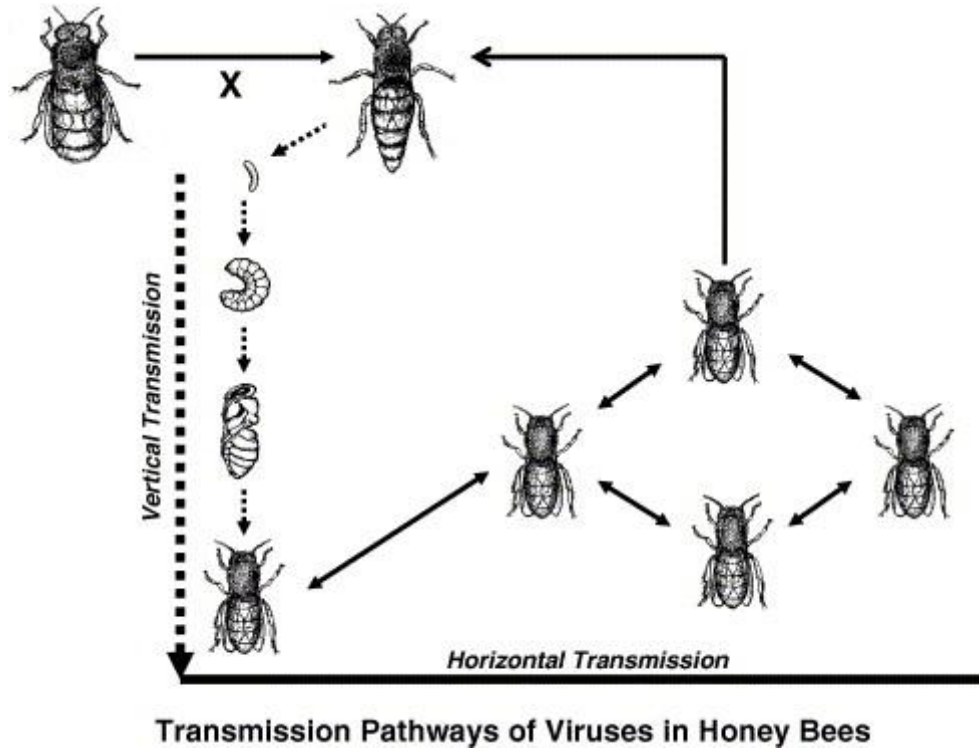
Bal arısı virüs enfeksiyonlarında görülen artışın nedeni ani koloni kayıpları (CCD) ile virüs enfeksiyonları arasındaki ilişki kurularak daha detaylı olarak yapılan araştırmaların sonucudur (Cox-Foster et al., 2007).

Genellikle bal arısı virüsleri Picornovirales takımı üyesidir. Filamentöz virüsler ve *Apis iridescent* virüsü hariç benzer özelliklere sahiptirler. Kapsit proteini ile kaplı kılıfları bulunan bal arısı virüslerinin genetik materyali tek zincirli RNA'dır (de

Miranda et al., 2012). Konak özgüllüğüne sahip olan bal arısı virüslerinin bu özelliği, konak genişliğini, dayanıklılığını ve virülansını etkilemektedir.

Yapılan çalışmalar hastalıklı bir kovanda 5 kadar virüsün aynı anda bulunabileceğini göstermektedir. Ancak PCR bazlı çalışmalar ile aynı anda 2 veya 3 virüsten fazlasının kesin tanımlanmasının yapılması zordur (Berenyi et al., 2002).

Virüs enfeksiyonlarının seyrini ve patojenitesini etkileyen esas değişken konağa bulaşım şeklidir. Virüs enfeksiyonlarında iki tip bulaşım şekli bulunmaktadır. Aynı nesildeki bireyler arasında bulaşımın gerçekleşmesine yatay (horizontal) bulaşım; ana kovandan oğula enfeksiyonun bulaşımına ise dikey (vertikal) bulaşım denmektedir. (Chen et al., 2006).



Şekil 2.8. Virüslerin bal arılarındaki bulaş yolları. Düz çizgiler yatay bulaşım, noktali çizgiler ise dikey bulaşım yollarını belirtmektedir (Chen et al., 2006).

Virüslerin bulaşımında en önemli rolü oynayan vektör, *V. destructor*'dur. Bal arısı zorunlu ektoparaziti olan *V. destructor* (Anderson and Truemann, 2000) ağız parçalarında bulunan virüsleri, arı hemolenfini emmek için vücut üzerinde açtığı yaralardan bulaştırmaktadır. Virüslerin hücre sitoplazmasında ve membranında



bulunmuş olması, *V. destructor* üzerinde kendini replike edebildiğini göstermektedir (Chen et al., 2004; Zhang et al., 2007).

Bal arısı virüslerinin tespiti günümüzde geleneksel PCR (Benjeddau et al., 2001; Grabensteiner et al., 2001) ve RT-PCR (Chantawannakul et al., 2006) yöntemleriyle yapılmaktadır.

Her geçen gün duyarlılığı artan moleküler yöntemlerle yapılan çalışmalar, bal arısı virüslerinin bazılarının çok yaygın ama bir o kadar da zararsız olduğunun saptanmasını sağlamıştır (Genersch and Aubert, 2010).

Günümüzde genom sekansı tanımlanan 7 bal arısı virüsü vardır. Bunlar;

- ABPV (Akut Arı Felci Virüsü),
- BQCV (Siyah Kraliçe Gözü Virüsü),
- CBPV (Kronik Arı Felci Virüsü),
- DWV (Deforme Kanat Virüsü)
- IAPV (İsrail Akut Arı Felci Virüsü),
- KBV (Kaşmir Arı Virüsü),
- SBV (Yavaş Arı Virüsü) 'dir

(Govan et al., 2000; Olivier et al., 2008; de Miranda et al., 2012). Bu virüsler, koloni besinlerinde, bal, polen ve arı sütünde bulunabilmektedir. Besin yoluyla bulaşımın görülmesi, virüslerin bağırsak dokusunda ve feçeste de bulunabildiğinin kanıtıdır (Chen et al., 2006).

Genom sekansı yapılan virüslerden; BQCV, KBV, IAPV ve ABPV Dicistroviridos familyasının (Nielsen, 2008), SBV ve DWV ise flaviridae familyasının üyeleridir (Chen et al., 2006).

Bal arısı virüslerinden biri olan DWV, genetik materyali tek zincirli RNA olan yumurta evresi hariç tüm bal arısı evreleri üzerinde enfektif olan bir patojendir (Mayo, 2002). Bazen asemptomatik olarak da seyreden DWV genellikle kanat yapısında şekil bozukluğuna, abdomende şişkinliğe, paralize, yaşam süresinin kısalmasına ve ani koloni kayıplarına neden olmaktadır (Tentcheva et al., 2004). Deformed Wing Virüsünün yayılımında rol oynadığı bilinen 3 vektör akar vardır.

Bunlardan biri olan *V. destructor* en büyük role sahiptir (Gregory et al., 2005; Shen et al., 2005; Yang and Cox-Foster, 2007; Yue and Genersch, 2005 ). *V. destructor*'un sebep olduğu düşünölen deforme kanat oluşumuna ve semptomlarına, bu virüsün sebep olduğunu, Ball 1989 yılında yaptığı çalışmalarla kanıtlamıştır (Ball, 1983; Bailey and Ball, 1991; Brown, 2008).

Bal arısı hemolenfi ile beslenen ektoparazitik akar olan *Tropilaelops mercedasae* (Yang and Cox-Foster, 2007; Dainat et al., 2009) ve küçük kovan böceği olarak da bilinen, leş yiyici parazit olan *Aethina tumida*, DWV yayılımında rol oynayan diğeri iki vektör akardır (Eyer et al., 2009; Genersch and Aubert, 2010). *V. destructor* Kuzey Amerika, Avrupa, Okyanusya, Asya, Afrika ve Orta Doğu'da görölen BQCV, arılara kontamine besin ile bulaşır ve orta barsak epitel hücre sitoplazmasında çoğalmaya başlar. Dicistirividae familyası Cripavirus genusu üyesi olan BCQV, enfekte kolonilerde petek gözlerinde kraliçe arıların pupa ve prepupaların ölümüne neden olmaktadır. Enfekte larvaların rengi inci beyazından soluk sarıya döner ve derileri yumuşamaya başlar. Pupalarda hızla çoğalan virüsün sebep olduğu enfeksiyonun en belirgin semptomu pupaların renginin koyulaşmasıdır. BQCV enfeksiyonu, ilkbahar ve yaz aylarında *N. apis* enfeksiyonun artmasıyla yoğunlaşmaktadır. Aynı zamanda işçi arılarda da saptanan virus, onlarda asemptomatik enfeksiyon oluşturmaktadır (Genersch and Aubert, 2010).

Diğeri bir bal arısı virüsü olan IAPV, bal arılarının kanat ve organlarının felç olarak 1-2 gün içinde ölmelerine neden olan letal bir virüstdür (Maori et al., 2007). 2004 yılında İsrail'de sağlıklı görölen bal arılarındaki ani ölümlerle ilgili çalışmalarda kullanılan ölü arılardan elde edilen homejanatta saptanan virüse IAPV ismi, arılarda görölen semptomlardan ve ilk bulunduğu yerin İsrail olmasından dolayı verilmiştir (Maori et al., 2007; Blanchard et al., 2008). İlk tespitinden sonra IAPV, Orta Doğu'da, Avustralya'da ve Amerika'da da saptanmıştır (Chen and Evans, 2007; Maori et al., 2007; Palacios et al., 2008). Bulaşımında, diğeri bal arısı virüslerinde olduğu gibi *V. destructor* büyük rol oynamaktadır (Cox-Foster et al., 2007).

Bal arılarında görölen ve paralize neden olan diğeri iki virus ise ABPV ve KBV'dir.

Henüz doğal arı ölümleriyle ve hastalıklarıyla doğrudan ilişkilendirilmemiş olan ve Dicistroviridae familyası üyesi olan ABPV, tek zincirli RNA virüsüdür (de Miranda

et al., 2010). ABPV, arılarda önce titremeye daha sonra ise kanat ve organların felç olmasına neden olmakta ve enfeksiyonun 3-6.gününde ise ölüme neden olmaktadır.Ergin arılarda ve pupalarda görülen ABPV'nin yayılımında büyük önem taşıyan *V. destructor* sadece mekanik vektör olarak rol oynar, bulaşımı ve yayılımı sırasında *V. destructor*'de virüsün herhangi bir latent evresi, replikasyonu olmamaktadır. ABPV'nin arıyı enfekte edebilmesi için gerekli partikül miktarı enfeksiyon yoluna bağlı olarak değişmektedir. Enjeksiyon ile gerçekleşen enfeksiyonlarda 100 partikül yeterli olurken oral yolla enfeksiyonun gerçekleşmesi için en az  $10^9$  partiküle ihtiyaç duyulmaktadır. Hastalıklı olmayan kolonilerde yapılan serolojik testler sonucunda ABPV'nin sağlıklı arılarda düşük konsantrasyonda olmak şartıyla, örtülü enfeksiyon olarak bulunabileceği saptanmıştır. Fransa, İtalya, Kanada, Çin, Amerika ve Yeni Zellanda'da da sağlıklı arılardan izole edilmiştir (Bailey and Ball, 1991; Sumpter and Martin, 2004; de Miranda et al., 2010; Genersch and Aubert, 2010).

Bal arılarında paralize neden olan diğer bir virus olan KBV, ilk kez 1977 yılında *Apis cerena*'dan izole edilmiştir (Ellis and Munn, 2005).

Genç arılarda opak, yaşlı arılarda ise tüysüz ve yağlı, görünümüne neden olan KBV'nin virülansı ve patolojisi tamamiyle bulaşım şekline bağlıdır. Oral yolla alınan KBV partikülleri etkisiz gibi gözükse de, enjeksiyon yoluyla bulaşan KBV partikülleri ergin arıların 6 gün içinde ölmelerine neden olmaktadır.Serolojik ve patolojik olarak ABPV ve IAPV ile yakın ilişkiye sahip olduğu düşünülen KBV'nin yapılan çalışmalar sonucunda iki virüsle %70 homolog nükleotid baz dizilimi içerdiği saptanmıştır (Shen et al.,2005; Todd et al., 2007).

*Apis cerena* ve *A. mellifera*'da enfektif olan KBV, aynı zamanda *Bombus* arılarında ve Avrupa vaspında (*Vespula german*) da görülmektedir.Kuzey Amerika ve Yeni Zellanda'da *A. mellifera*'da yaygın olarak görülen KBV'ye Avrupa'da ise daha az rastlanılmaktadır (Genersh and Aubert, 2010).

Erişkin arılarda paralize neden olan CBPV, arılardan izole edilen ilk virüstdür. Ülkemizde de görülen CBPV enfeksiyonu özellikle yaz aylarında büyük kayıplara neden olmaktadır (Bailey, 1963).

CBPV, bal arılarında farklı seyreden 2 enfeksiyona neden olmaktadır. Etkenin, bal arılarının beynine yerleşerek sinir sistemi tahribatına neden olduğu enfeksiyonda; titreyen, kanatları yerlerinden çıkmış, abdomenleri şiş arılar görülür ve ölüm 2-4 gün içinde gerçekleşir. 'Kılsız siyah arı sendromu' olarak da bilinen diğer enfeksiyon çeşidinde ise, etken arılarda vücut kıllarının kaybına neden olmaktadır. Kıllarını kaybeden arılar siyah, yağlı ve daha küçük görünmektedir. Uçamayan, titreyen ve sürünen arılar, enfeksiyon sonucunda ölmektedir. İlk olarak dışkıdan izole edilen ve bu yüzden arılar arasında besin alışverişi yoluyla yayıldığı düşünülen CBPV'nin belirtileri pestisit zehirlenmeleri ile karıştırılabilmektedir, ancak pestisit zehirlenmesinde görülen arıların huzursuz ve sinirli olma durumları ayırt etmeye yardımcı olan belirtilerdir (Bailey and Ball, 1991; Olivier et al., 2008; Ribière et al., 2008).

Bal arılarında görülen ve yüksek mortaliteye sahip olan diğer bir virüs ise Slow Bee Paralysis Virüsüdür. Ergin arıları *Varroa destructor* aracılığıyla enfekte ettiği düşünülen SBPV, hemolenfe inoküle olduktan 10 gün sonra anterior 2 çift bacağın paralize uğramasına, daha sonra ise ölüme sebep olmaktadır (de Miranda et al., 2012).

### 2.2.5 Septisemi

Septisemi, Gram (-) ve spor oluşturmeyen bir bakteri (Shimanuki and Knox, 2000) olan *Pseudomonas apiseptica*'nın neden olduğu bir bal arısı ergin hastalığıdır. (Shimanuki et al., 1993).

İlk defa 1928 yılında Burnside tarafından *Bacillus apisepticus* olarak tanımlanan etmen 1959 yılında yapılan sınıflandırma ile *P. apiseptica* olarak adlandırılmıştır. Nemli toprakta, durgun sularda, bitkilerde ve bataklıklarda bulunan etmen çeşitli yollarla arının solunum (trake) sistemine girerek buradan hemolenfe geçmektedir. Hemolenfe nasıl geçtiği hala bilinmeyen *P.apiseptica* , burada hızla çoğalarak konağın ölümüne sebep olmaktadır (Shimanuki and Knox, 2000; Genç ve Dodoloğlu, 2002). Ölümden önce hasta arılarda beslenme durmakta, uçuşa yeteneği kaybolmakta ve hastalıklı kovanlarda ekşi bir koku hissedilmektedir. 20-36 saat içinde gerçekleşen ölümden sonra arıların baş, göğüs, abdomen ve

bacakları kopar ve hemolenf rengi açık kahverengiden kireç beyazına dönüşür (Shimanuki and Knox, 2000; Tutkun ve Boşgelmez, 2003).

Septisemin tedavisi için henüz uygulanabilen bir ilaç olmamakla beraber koruma yöntemleri bulunmaktadır. Bu yöntemlerin arasında, kovanları nemden ve stres faktörlerinden uzak tutmak, kovanların havalandırılmasını sağlamak ve arılıkları yeterli güneş alabilecekleri yerlere kurmak bulunmaktadır (Öder, 1983; Tutkun ve Boşgelmez, 2003).

### **2.2.6 Mayıs Hastalığı**

Mayıs hastalığı, bulaşıcı olmayan ve polenlerin hazmedilememesinden dolayı, oluşan bir ergin arı hastalığıdır. İlkbaharda kovan önlerinde karınları şiş, uçuş yeteneklerini kaybetmiş yerde sürünen arıların görülmesi Mayıs hastalığının belirtileri arasındadır (Öncüer, 1998; Tutkun ve Boşgelmez, 2003).

Genellikle koloniye taze polenin geldiği günlerde 10 günlük genç arılarda daha yaygın görülen Mayıs hastalığı yaşlı arılarda görülmemektedir. Bu özelliğinden dolayı büyük salgınlara sebep olmayan Mayıs hastalığı, nektarın gelmesiyle kendiliğinden yok olmaktadır (Tutkun ve Boşgelmez, 2003; Suver, 2008).

### **2.2.7 *Galleria mellonella***

Dünyada arıcılık yapılan hemen her bölgeye yayılmış olan, büyük bal mumu güvesi olarak da bilinen *Galleria mellonella*, bal arısı *A. mellifera*'nın en önemli zararlılarından biridir (Cymborowski, 2000).

*Galleria mellonella*, özellikle zayıf, anasız kolonilerde görülen bal mumu güvelerinin en büyüğüdür (Garedew et al., 2004). Çalılık arazide yaşamını sürdüren ergin dişi *G. mellonella*, genellikle akşamüstü kovana girerek pembemsi krem renkli 100'e yakın yumurtayı, paketler halinde, yarı ve çatlaklara bırakır. Yumurtalardan 5-8 gün içinde larvalar çıkmaya başlamaktadır (Cymborowski, 2000). Yumurtadan çıkan larvalar kendilerine petek içinde ipeksi bir beslenme tüneli yapar ve petek gözlerinin içinden ilerleyerek bal mumu, polen, feçes, arı

larvalarının derileri ve kozaları ile beslenir. 7 gömlek değişiminin olduğu larval dönem, gelişim evrelerinin arasında en uzun olan, beslenmenin gerçekleştiği ve bal arıları üzerinde zararlı olabilen tek evredir. Yaşam evreleri arasında en uzun evre olan larval dönem genellikle 40 gün sürmektedir. Bu sürenin uzunluğu doğal koşullara bağlı olarak 30 ile 50 gün arasında değişebilmektedir. 30-35 °C'de en iyi gelişimi gösteren larvalar, 4-5 °C'de uyku haline geçmektedir (Korkmaz ve Öztürk 2003).

Larva evresini pupa dönemi takip etmektedir. Pupadan çıkan erginler 4-10 gün içinde çiftleşip yumurtalarını gözlerle bırakır. Yetişkin *G.mellonella*'lar ağız parçaları atrofiye uğradığı için beslenemez, bu yüzden çiftleşmeden sonra 7 gün içinde ölür (Öder, 2006).

Sağlıklı ve aktif kolonilerde *G. mellonella*'nın oluşturduğu zarar, işçi arılar tarafından etkili bir şekilde kontrol edilebilirken; pestisit veya hastalıklara maruz kalarak zayıflamış ve anasız kolonilerde büyük kayıplara neden olmaktadır (Çakmak vd., 2003).

Larvalar özellikle havalandırılması yetersiz olan sıcak depolardaki kovanlarda ballı veya süzölmüş çerçevelerde büyük ürün kayıplarına neden olur. En ağır kayıplar ise kış aylarında depolanmış petek gözlerinde gerçekleşir (Cymborowski, 2000).

*Galleria mellonella*'dan korunmak için fiziksel, kimyasal ve biyolojik yöntemler bulunmaktadır. Ancak bu yöntemlerden kimyasal ve biyolojik yöntemler küçük çaplı arıcılar için çok pahalı ve etkisi az olduğu için tercih edilmemektedir. En etkili tedavi ve korunma yöntemi; peteklere uygulanan ve *Galleria* yumurtalarının canlılıklarını kaybetmelerini sağlayan, petekler depoya kaldırılmadan ve/veya kovana takılmadan önce -20 °C'de 24 saat bekletilerek yapılan soğuk şoklama uygulamasıdır (Cyborowski, 2000; Gülpınar,2005).

Entomopatojen nematodların ya da *Bacillus thuringiensis*' in kovana yerleştirilmesi yoluyla biyolojik mücadele yöntemleriyle de savaşmak mümkündür (Morse, 1997). Petekler arasına yerleştirilen defne, ceviz yaprağı gibi aromatik yağ sahibi bitki yaprakları, *Galleria mellonella* erginlerinin kovanlara girmesini engellerken, yumurtaları üzerindeki etkileri tam olarak bilinmemektedir (DongWoon, 2009).

Güvelenmeye karşı bazı arıcıların kullandığı bir başka yöntem olan; naftalin, kükürt veya herhangi bir kimyasalla petekleri muamele etmek ise bal ve bal mumunda kanser yapıcı düzeyde kalıntıya neden olmaktadır. Bu nedenle Avrupa ülkelerinde kullanımı yasaklanmıştır (Bağçe, 2009).

### **2.2.8 *Achroia grisella***

Küçük balmumu güvesi olarak da bilinen, *Achroia grisella*, Lepidoptera ordosu, Pyralidae familyasına ait kozmopolit ve ekonomik yönden zararlı bir bal arısı zararlısıdır. Büyük bal mumu güvesi *Galleria mellonella*'dan daha az zarara neden olan *A. grisella*, daha küçük vücut ölçülerine sahip olması, rengi ve davranışıyla büyük bal mumu güvesinden ayrılmaktadır (Cyborowski, 2000).

Genellikle sıcak iklim kuşağı aralığındaki bölgelerde görülen *A. grisella* dişileri akşam karanlığında kovana girmekte, kovadaki yarık ve çatlaklara 250-300 yumurtayı kümeler halinde bırakmaktadır. Yumurtalardan çıkan ve çok hızlı hareket eden larvalar, bal mumu ve polen atıkları ile beslenmektedir. Olgun larvalar açtıkları tüneller içinde 16-20 mm uzunluğa kadar gelişebilmekte ve petekleri tahrip etmektedir (Nurulloğlu, 2006).

Mücadelesi için kullanılan yöntemler *G. mellonella* için kullanılan yöntemler ile aynıdır. Dondurucu soğuk güvenin bütün dönemleri için öldürücü olduğu için kullanılmayan petekler soğuk ortamda saklanmalıdırlar. Petekleri ballıklara seyrek yerleştirmek ve kovana alttan giren havanın üstten çıkması ile devamlı hava sirkülasyonunu sağlamak da güve gelişimini engelleyen önlemlerdendir (Cyborowski, 2000).

### **2.2.9 *Braula coeca* (Arı biti)**

*Braula coeca*, bal arılarının besinlerine ortak olarak, polen, bal ve arı sütü ile beslenen, Diptera takımının Braulidae familyası üyesi olan, bir bal arısı zararlısı sinektir (Morse, 1997).

3 çift bacağı ve uçlarında çengelli ayaklara sahip olan *B. coeca* erginleri 1,5 mm uzunluğunda 1 mm genişliğinde parlak kahverengimsi-kırmızı renktedir (Zeybek, 1991).

Arıların sırtına ve göğüslerine yapışarak onların ağızlarından çaldıkları ballarla beslenirler. Ayrıca bal arılarının besin alışverişini taklit ederek genç işçi arılardan, salgıladıkları arı sütünü çalarlar (Zeybek, 1991).

Dişi, yumurtalarını bal sırları içine bırakır. Larva aşamasına geçen *B. coeca*, peteklerde kanallar açarak tahribata neden olur (Öncüer ve Benlioğlu, 1998).

Ana arının yiyeceklerine ortak olarak, aç kalmaları sonucunda yumurtlamaya ara verilmesine; yavru arıların besinsiz kalmasına ve gözler içinde açıklıktan ölmelerine; kolonilerin açlığa bağlı olarak hızla zayıflamasına neden olan arı bitleri aynı zamanda açtıkları kanallar nedeniyle balın akmasına sebep olarak balın ticari amaçlı kullanımına engel olur (Morse, 1997).

Ülkemize 1977 yılında giren *Braula coeca* (Oğuz,1977)'ya, günümüzde çok nadir rastlanmaktadır. Varroosis kontrol ve tedavisinde kullanılan Bromopropylat ve formik asit gibi akarasitlerin *Braula coeca*'nın üzerinde de etkili olması, bu durumun en önemli nedenlerinden biridir (Uygur ve Girişgin, 2008).

### **2.2.10 *Tropilaelaps clareae***

İlk olarak 1961 yılında Filipinler'de *A. mellifera* üzerinde tespit edilen *Tropilaelaps clareae*, bir dış parazit akarıdır (Morse 1997).

Varroa kadar yayılma şansı bulamasa da dünya üzerinde Vietnam, Hindistan, Afganistan ve hatta Doğu İran'da da saptanan *Tropilaelaps clareae*, henüz ülkemizde tespit edilmemiştir (Tutkun ve Boşgelmez, 2003).

Ölü veya canlı larva, pupa ve ergin bal arıları üzerinden beslenen *T. clareae* 'nin ergin dişileri açık yavru gözlerine girerek larva vücudu üzerine yumurtalarını bırakırlar. Arı larvasının hemolenfi ile beslenen parazit akarlar, larvanın zayıf gelişimine neden olmaktadır. Ergin arılar üzerinde ise kanat deformasyonuna sebep olmaktadır (Sammataro et al., 2000).



En çok ılıman iklim kuşasını seven *T. clareae* tedavisi Folibex fumigasyonu şeritleri kullanılarak yapılmaktadır. Hastalığın sık görüldüğü alanlardan koloni veya ana arı ithalatının engellenmesi de *T. clareae* 'dan korunma yöntemlerindedir (Shimanuki and Knox, 2000; Tutkun ve Boşgelmez, 2003).

### 3. MATERYAL-METOD

Yapılan çalışmada, Artvin ili ve ilçelerinde bulunan bal arıları, paraziter ve mikrobiyal yavru ve ergin hastalıkları yönünden incelenmiştir. Gerekli örneklerin toplanması amacıyla Artvin il merkezi ile bu ile bağlı 7 ilçesine ve köyelerine, ilkbahar ve sonbahar mevsimlerinde arazi çalışmaları düzenlenmiştir. Artvin iline düzenlenen ilk arazi çalışması 17–25 Nisan 2012 tarihleri arasında Ardanuç, Arhavi, Borçka, Hopa, Merkez, Şavşat ve Yusufeli ilçelerinde yapılmıştır (Şekil 3.1). Örneklerin toplanacağı köyler, bölgeyi iyi tanıyan ve arıcılığın hangi köylerde yoğunlaştığı konusunda bilgi sahibi olan Artvin ili Arı Yetiştiriciler Birliği'nin yardımıyla, il genelinde homojen dağılım gösterecek şekilde belirlenmiştir. Yapılan ikinci arazi çalışması ise 8-15 Ekim 2012 tarihleri arasında yapılmış ve 2 arazi çalışmasında elde edilen sonuçların karşılaştırılabilmesi için aynı köyler ve aralıklar tercih edilmiştir. Yapılan arazi çalışmaları sonucunda, Artvin ilindeki aralıkların 64'ünden alınan 4520 adet ergin arı ve 15 adet yavrulu petek örneği , "Hacettepe Üniversitesi Arı Sağlığı Laboratuvarı'na getirilmiş ve hastalıkların teşhis edilmesi amacıyla incelenmiştir.



Şekil 3.1. Arazi çalışmaları kapsamında örnek alınan ilçeleri gösteren Artvin İl Haritası

(<http://www.artvinafad.gov.tr/>)



Şekil 3.2. Artvin ilinin coğrafik konumunu gösteren Türkiye İl Haritası

(<http://www.yerbilgisi.com/wp-content/uploads/2011/03/iller-haritasi-bos.jpg%26imgrefurl>)

### 3.1. Örneklerin Toplanması

Artvin ili ve çevresi, sahip olduğu coğrafik konum nedeniyle farklı iklim özelliklerini birlikte gösteren, bol yağış alan, sınırlarının büyük çoğunluğunu ormanların oluşturduğu ve bol miktarda endemik bitki türünün bulunduğu, saf Kafkas arı ırkının gen bölgesi olan, arıcılığın yoğun olarak yapıldığı ve gezginci arıların yoğun olarak tercih ettiği bir bölgedir. Bölgede arıcılığın yoğun olarak yapıldığı birçok köy bulunması nedeniyle her ilçeye bağlı istasyon köyler önceden belirlenmiştir. İstasyonların belirlenmesinde, köylerin birbirlerine uzak mesafelerde olmasına ve il genelinde homojen dağılım göstermesine dikkat edilmiştir. Arılıklarda hastalık belirtisi gösteren zayıf kovanlar belirlenerek arıların kovan önündeki ve içindeki görünüşleri ve davranışları gözlemlenmiştir. Kovan önünde sürünen, hareketsiz duran, halsiz canlı ergin arılar ile ölü ergin arılar toplanarak ayrı kavanozlara konulmuştur. Tüm örnekler kapakları delikli 400 ml'lik boş kavanozlara konularak tüm kavanozlar numaralandırılmıştır. Kovan içi incelemelerde yavru hastalığı şüphesi taşıyan, bozuk, çökük, delikli petek gözleri bulunan, fungus üremesi görülen, içinde hastalıklı, ölü larva bulunduran veya anormal rengi ve kokusu olan petekler bütün olarak alınmıştır. Petek örnekleri temiz beyaz kağıtlara sarılarak etiketlenmiştir. Arazi çalışmaları yavrulama döneminde yapıldığı için inceleme sırasında yavru gözlerin üşütülmemesine dikkat edilmiştir.

Tüm örnekler bozulmadan, kısa süre içerisinde "Hacettepe Üniversitesi Arı Sağlığı Laboratuvarı"na ulaştırılmış ve çalışma süresince kontamine olmalarını ve kokuşmalarını engellemek amacıyla +4<sup>0</sup>C'deki dolaplarda saklanmıştır.

### **3.2 Yavru Arı Hastalıklarının Teşhisi**

Yapılan arazi çalışmasında toplanan yavrulu petek örneklerinden yavru hastalığı şüphesi taşıyanlar mikrobiyolojik ve biyokimyasal yöntemler kullanılarak incelenmiştir. Düzensiz, içe çökük veya delikli görünüme sahip olan petek gözlerinden steril öze yardımıyla alınan larva örneklerinden Nutrient Broth ve BHI (Brain-Heart Infusion) Broth besiyerlerine ekim yapılmıştır. Üreyen bakteri kültürleri Gram boyama yöntemi ile boyanarak mikroskopik olarak incelenmiştir (Benson and Brown, 2006)

Yavru hastalıkları teşhisinde kullanılan besiyerlerinin genel özellikleri aşağıdaki gibidir:

- Nutrient Broth (Merck): Tüm bakterilerin üremesi için genel besiyeri olarak kullanılmıştır. Hazırlanan besiyeri (g/l); 5.0 etten elde edilen pepton ve 3.0 et özütü içermektedir.
- Brain-Heart Infusion Broth (Acumedia): Gram (+) Paenibacillus spp. üremesi için kullanılmıştır.

Hazırlanan besiyerleri 120 °C'de, 1 atm basınç altında 15 dakika sterilize edildikten sonra kullanım amacına göre önceden otoklavda sterilize edilmiş erlenmayerlere dökülmüştür.

### **3.3 Ergin Arı Hastalıklarının Teşhisi**

Arazi çalışmasında toplanan ergin arı örnekleri Varroasis ve Nosemosis varlığı yönünden incelenmiştir. Örneklerin incelenmesi sırasında kullanılan yöntemler hastalık etmeninin yerleşim yerine göre değişiklik göstermektedir.

#### **3.3.1 Vücut yüzeyinin incelenmesi**

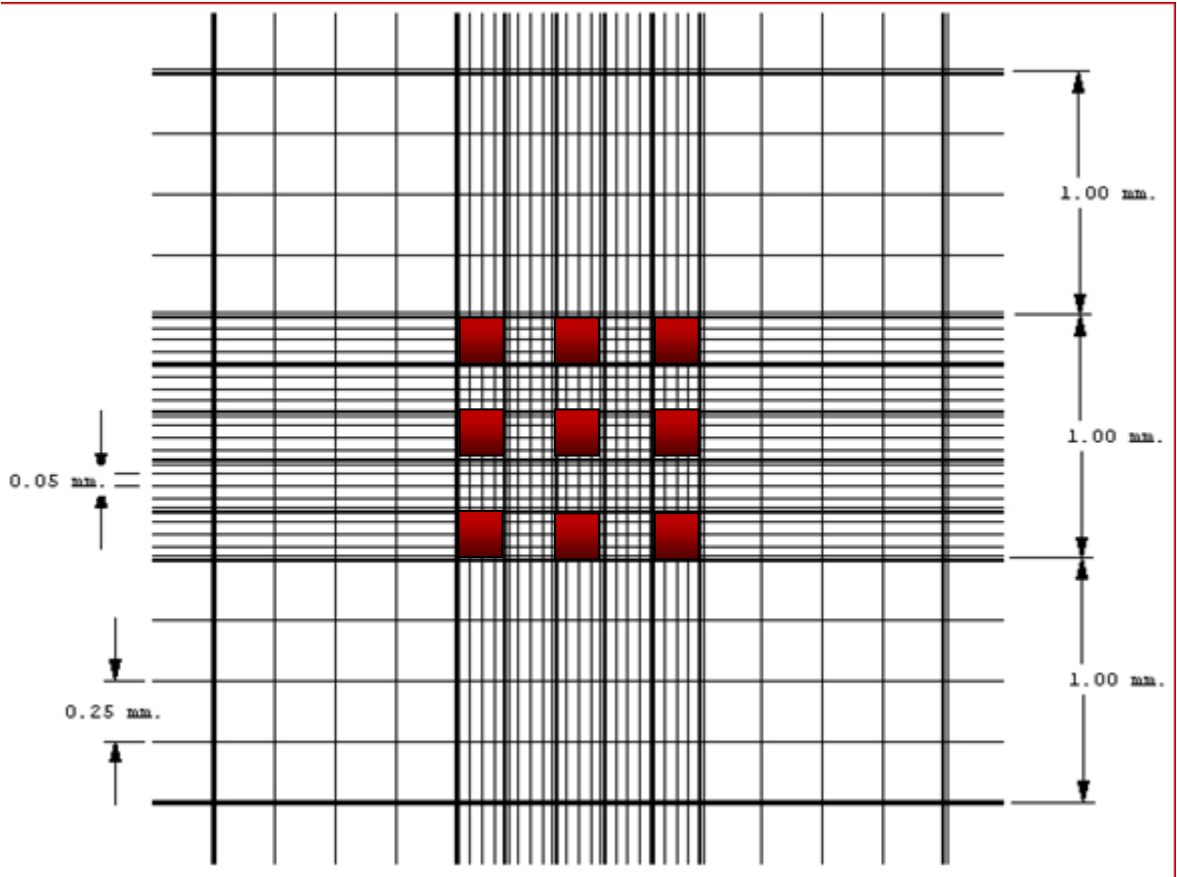
Toplanan ergin arı örneklerinin vücutları öncelikle ektoparaziter açıdan ve genel durum incelemesi için makroskopik olarak incelenmiştir. Ergin arılarda Varroasis etkeni olan *Varroa destructor* tespiti için diseksiyon mikroskobu altında pens yardımıyla vücut kılları taranarak inceleme yapılmıştır.

#### **3.3.2 Abdomenin incelenmesi**

Ergin arılarda nosemosis etkeni olan *Nosema apis* ve *Nosema ceranae*'nin tespiti amacıyla, abdominal bölge incelenmiş, enfeksiyon düzeyinin belirlenmesi için spor sayımı yapılmıştır (Shimanuki and Knox, 2000; Hornitzky, 2009).

Spor sayımı için aynı arılıktan alınan arılar kullanılmıştır. Dorsal kısımları zemine gelecek şekilde pens ile sabitlenen arının abdomeni bir başka pens yardımıyla vücudundan ayrılmış ve bir kaptan toplanmıştır. Elde edilen verilerin güvenilirliği için en az 10 arı kullanılmıştır. Kaptan toplanan abdomen parçaları ezilerek bağırsak içeriklerinin dışarı çıkması sağlanmıştır. Daha sonra üzerlerine 10 ml distile su

eklenmiş ve ezme işlemine devam ederek homejen bir karışım elde edilmiştir. Elde edilen homejenattan vücut parçaları 3 kat gazlı bez ile süzülerek ayrılmıştır. Elde edilen karışım 15 ml lik santrifüj tüplerine konarak 10 dakika 5000-6000 rpm de santrifüj edilmiştir. Santrifüj sonrasında oluşan süpernatant dökülmüş ve tüpün dibine çöken peletin üzerine kullanılan arı adeti başına 1 ml distile su eklenip vorteks ile peletin sıvıya karışması sağlanmış, pelet kısmı homojen bir şekilde sıvıya karıştıktan sonra Nosema sporu incelemesine geçilmiştir (Cantwell, 1970; OIE, 2008).



Şekil 3.3. Neubauer lamı sayım alanı

Ergin arıların abdomen incelemesi için bir hemositometre çeşidi olan Neubauer lamı kullanılmıştır. Neubauer lamı üzerinde farklı boyutlarda küçük kareler içeren alanlar bulunmaktadır. Nosema sporu sayım için Neubauer lamının ortasında bulunan içinde 16 karenin bulunduğu  $0.004 \text{ mm}^3$  hacimli alanlardan 9 tanesinde sayım yapılmaktadır

Hazırlanan örnekten mikropipet ile 100 µl alınıp neubauer lamı üzerine boşaltılmıştır. Bir lamel ile lamın üzeri kapatıldıktan sonra binoküler mikroskop altında sayım yapılmıştır.

Bulunan spor sayısı, sayım yapılan 9 karenin toplam hacmi olan 0.036 ile bölünerek 1 µl' deki spor sayısına ulaşılır. Elde edilen sonuçtan 1 ml'deki spor sayısını hesaplamak için bulunan spor sayısı 1000 ile çarpılır. Böylece bir arı başına düşen Nosema sporu sayısı (spor/arı) hesaplanmış olur (Şekil 3.3.).

$$1 \text{ ml' deki Nosema sporu sayısı} = \frac{9 \text{ karedeki toplam spor sayısı}}{0.036} \times 1000$$

### 3.4. İstatistiksel Yöntemler

Yapılan 2 arazi çalışmasında toplanan örneklerin laboratuvarında incelenmesi ile elde edilen verilerin değerlendirilmesi için istatistiksel yöntemler kullanılmıştır. Buna göre Artvin ilinde tespit edilen Nosema spp. spor yoğunluklarının mevsimler göre karşılaştırılması için bağımlı t testi; tespit edilen olası Nosemosis etkenlerinin ilkbaharda ve sonbahardaki yoğunluklarını ve ilçelerde tespit edilen Nosema spp. spor yoğunluklarını karşılaştırmak için non parametrik test olan Kruskal Wallis testi ve tespit edilen olası Nosemosis etkenlerinin yoğunluklarını mevsimlere göre karşılaştırılması için de Mann-Whitney U testi kullanılmıştır.

## 4.BULGULAR

Yapılan deneysel çalışmaların sonuçları ve istatistiksel incelemeler sonucunda elde edilen veriler değerlendirilerek izelge ve grafikler halinde sunulmuştur

### 4.1 Yavru Hastalıkları Teşhis Sonuçları

Yapılan analizler sonucunda hiçbir örnekte Amerikan Yavru ürüklüğüne, Avrupa Yavru ürüklüğüne, Tulumsu Yavru ürüklüğüne, Kireç hastalığına ve Taş hastalığına rastlanmamıştır.

Toplanan petek örneklerinden BHI (Brain-Heart Infusion) broth ve Nutrient broth besiyerlerine ekim yapılmış. Ancak kültürlerde herhangi bir patojen mikroorganizma üremesi tespit edilmemiştir.

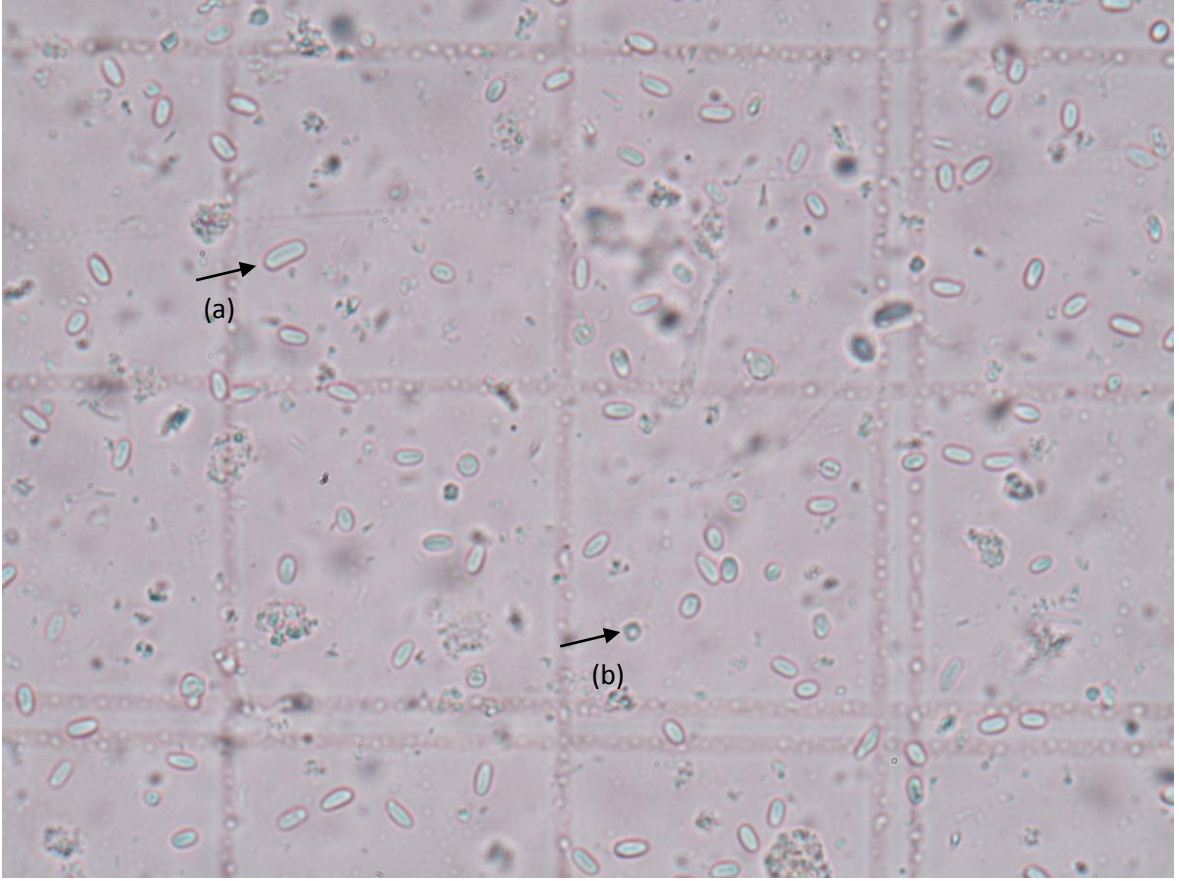
### 4.2 Ergin Hastalıkları Teşhis Sonuçları

Ergin bal arılarında ektoparazit olarak bulunan *Varroa destructor* tespiti için hem arazi sırasında hem de toplanan örnekler laboratuvarında incelenmiştir. Yapılan incelemeler sonucunda 44 ilkbahar örneğinin 2'sinde, 37 sonbahar örneğinin ise 8'inde *Varroa destructor* tespit edilmiştir.

Yapılan iki arazi çalışması sonucunda toplanan ergin arı örneklerinin hiç birinde *Acarapis woodi*'ye rastlanılmamıştır.

Ergin arılara uygulanan abdominal inceleme sonucunda, ilkbahar ve sonbaharda toplanan 81 örnekten 75'inde Nosemosis enfeksiyonu tespit edilmiştir. Saptanan Nosemosis enfeksiyonlarının, 26'sında *N. apis*, 34'ünde *N. ceranae* sporuna rastlanırken 15'inde ise *N. apis* ve *N. ceranae* sporlarına birlikte rastlanmıştır (şekil 4.1.).





Şekil 4.1. Nosema spp. sporlarının mikroskopik görünümü (x100)

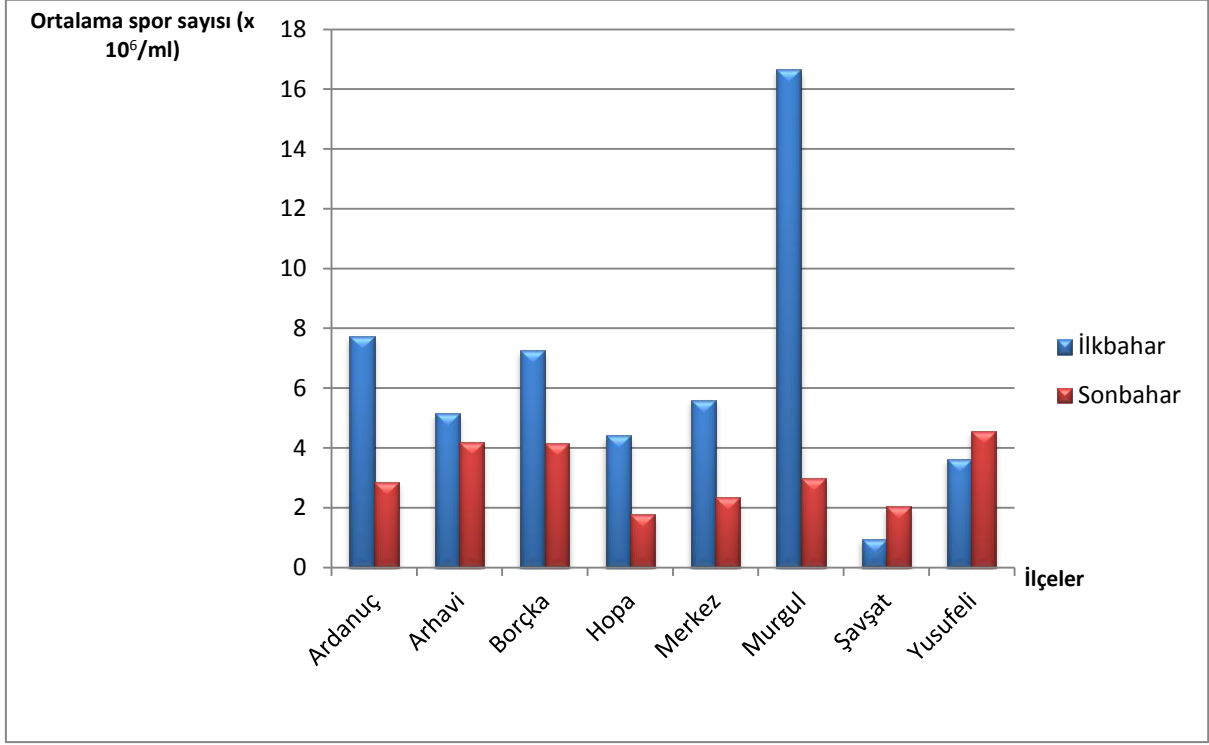
(a) *N. apis*, (b) *N. ceranae* (Fotoğraf: Elif Güzerin-Edibe Özmen)

Yapılan incelemeler sonucunda elde edilen veriler çizelgeler halinde düzenlenerek sunulmuştur.

İlkbahar ve sonbahar arazi örneklerinde tespit edilen, ortalama Nosema spp. sporları birbirleriyle mevsimlere göre karşılaştırılmış ve spor sayıları hesaplanmıştır (Çizelge 4.1.; Çizelge 4.2.).

Çizelge 4.1. Arazi örneklerinde tespit edilen arı başına düşen ortalama Nosema spp. spor sayılarının mevsimlere göre karşılaştırılması ( $\times 10^6$  spor/ml)

Örnek No:	İlkbahar	Sonbahar	Örnek No:	İlkbahar	Sonbahar
1	4,5	0,7	38	2,4	1,2
2	1,6	1,2	39	3,1	1,4
3	8,6	3,1	40	4,1	11,9
4	7,2	6,3	41	5,9	8,2
5	3,9	6,2	42	2,9	3,9
6	2,3	1,6	45	6	0,9
7	5,6	4,7	46	1,3	4,3
8	7,9	1,5	47	12,8	1,2
15	3,2	3,7	48	0,16	1,6
16	5,2	4,5	49	0	0,5
18	6	4,2	50	1,5	0,7
19	8,6	4,7	51	1,4	3,1
23	25	5,3	52	0,5	1
27	8,3	0,7	53	0,6	0,9
33	4,6	0,5	55	24,	1,9
34	2,4	0,4	60	0	1,9
37	3,3	4,7			
Ortalama	İlkbahar		5,31		
	Sonbahar		3,05		



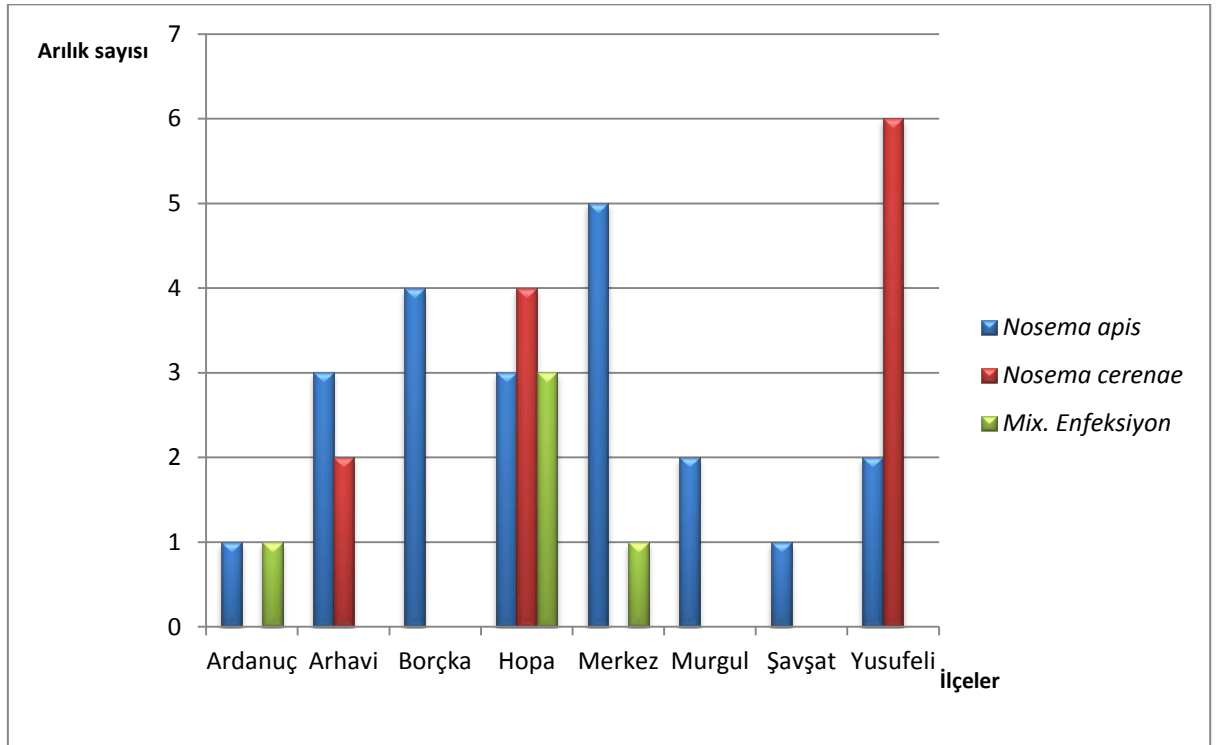
Şekil 4.2. Artvin İli ve İlçelerinde tespit edilen ortalama *Nosema* spp. spor sayısının mevsimlere göre dağılımı

İlkbahar arazisi çalışmasında toplanan ergin arı örneklerinin, abdominal incelenmesi sonucunda ilçelerde tespit edilen *Nosemosis* enfeksiyon etkenlerinin kaç arılıkta bulunduğu dair dağılımı, çizelge ve grafik halinde sunulmuştur (Çizelge 4.2.; Şekil 4.3.).

Çizelge 4.2. Artvin İli İlkbahar Örneklerinde tespit edilen Nosemosis etkenlerinin ilçelere göre dağılımı

İlçeler	<i>N. apis</i>	<i>N.ceranae</i>	Mix. enfeksiyon
Ardanuç	1*		1*
Arhavi	3*	2*	
Borçka	4*		
Hopa	3*	4*	3*
Merkez	5*		1*
Murgul	2*		
Şavşat	1*		
Yusufeli	2*	6*	

\*Etkenin tespit edildiği aralık sayısı



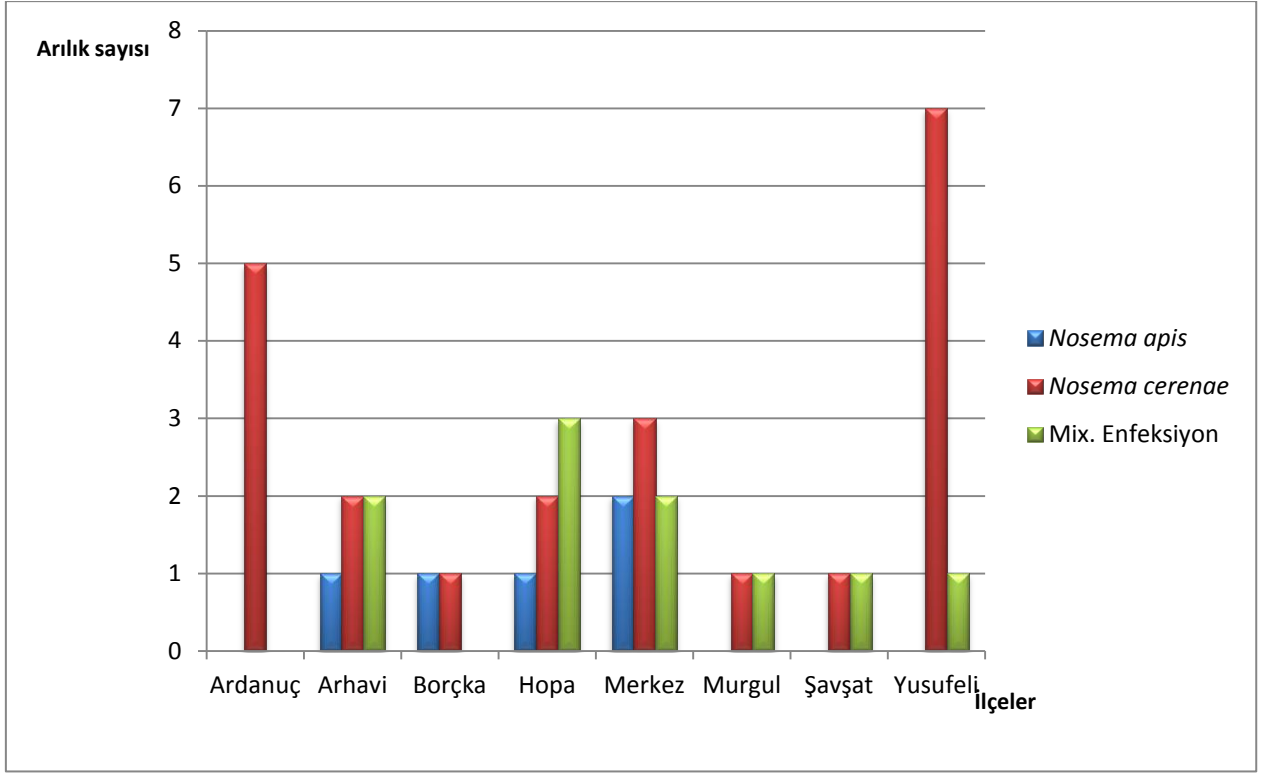
Şekil 4.3. İlkbahar örneklerinde tespit edilen Nosemosis etkenlerinin ilçelere göre dağılımı

Sonbahar arazisi laişmasında toplanan ergin arı örneklerinin, abdominal incelenmesi sonucunda tespit edilen Nosemosis enfeksiyon etkenlerinin kaç arılıktaki bulunduğuna dair dağılımları, izelge ve grafik halinde sunulmuştur (izelge 4.3.; Şekil 4.4.).

Çizelge 4.3. Artvin İli sonbahar örneklerinde tespit edilen Nosemosis etkenlerinin ilçelere göre dağılımları

İlçeler	N. apis	N.ceranae	Mix. enfeksiyon
Ardanuç		5*	
Arhavi	1*	2*	2*
Borçka	1*	1*	
Hopa	1*	2*	3*
Merkez	2*	3*	2*
Murgul		1*	1*
Şavşat		1*	1*
Yusufeli		7*	1*

\*Etkenin tespit edildiği arılık sayısı



Şekil 4.4. Sonbahar örneklerinde tespit edilen Nosemosis etkenlerinin ilçelere göre dağılımı

İlkbahar ve sonbahar arzilerinde toplanan ergin arı örneklerinin abdominal incelenmesi sonucunda elde edilen Nosema spp. spor yoğunlukları, mevsimler göre bağımlı t-testi ile istatistiki olarak değerlendirilmiştir. Yapılan istatistiki çalışmalar sonucunda elde edilen veriler çizelge halinde sunulmuştur (Çizelge 4.4.).

Çizelge 4.4. Nosema spp.'ye ait ortalama spor yoğunluğunun ilkbahar ve sonbahara göre incelenmesi

Mevsimler	Ortalama	Sd*	Se**	t	P
İlkbahar	5,3139	5,84164	1,01690	2,069	0,047
Sonbahar	2,9879	2,60321	0,45316		

\*Standart Sapma; \*\*Standart Hata

$P < 0,05$  olduğu için mevsimler arasındaki fark anlamlıdır.

İlkbahar örneklerinde tespit edilen Nosemosis enfeksiyon etkenlerinin aralarında fark olup olmadığı, Kruskal Wallis testi ile istatistiki açıdan incelenmiş, elde edilen sonuçlar çizelge halinde sunulmuştur (Çizelge 4.5).

Çizelge 4.5. İlkbahar örneklerinde tespit edilen Nosemosis etkenlerinin incelenmesi

Etken	N*	Ortalama	Sd**	P
<i>N. apis</i>	14	16,64x 10 <sup>6</sup>	5,90255	0,098
<i>N. ceranae</i>	11	10,45 x10 <sup>6</sup>		
Mix enfeksiyon	3	19,33 x10 <sup>6</sup>		

\*Örnek sayısı; \*\*Standart sapma

P>0,05 olduğu için etkenler arasındaki fark önemli değildir.

Sonbahar örneklerinde tespit edilen Nosemosis enfeksiyon etkenlerinin aralarında fark olup olmadığı, Kruskal Wallis testi ile istatistiki açıdan incelenmiş, elde edilen sonuçlar çizelge halinde sunulmuştur (Çizelge 4.6).

Çizelge 4.6. Sonbahar örneklerinde tespit edilen Nosemosis etkenlerinin incelenmesi

Etken	N*	Ortalama	Sd**	P
<i>N. apis</i>	5	21,30x 10 <sup>6</sup>	2,60321	0,544
<i>N. ceranae</i>	18	16,53 x10 <sup>6</sup>		
Mix enfeksiyon	10	15,70 x10 <sup>6</sup>		

\*Örnek sayısı; \*\*Standart sapma

P>0,05 olduğu için etkenler arasındaki fark önemli değildir.

İlkbahar ve sonbahar arazilerinde toplanan ergin arılarda tespit edilen *Nosema* spp. spor yoğunluklarının ilçelere göre dağılımı Kruskal Wallis testi ile istatistiki olarak değerlendirilmiş, elde edilen sonuçlar çizelge halinde sunulmuştur (Çizelge 4.7.).

Çizelge 4.7. Artvin ili ve ilçelerinde tespit edilen ortalama *Nosema* spp. spor yoğunluklarının incelenmesi

İlçeler	N*	Ortalama(x10 <sup>6</sup> )	Sd**	P
Ardanuç	4	28,00	4,63784	0,180
Arhavi	10	39,45		
Borçka	2	54,25		
Hopa	12	28,50		
Merkez	14	28,93		
Murgul	4	46,50		
Şavşat	4	18,13		
Yusufeli	16	36,91		

\*Örnek sayısı; \*\*Standart hata

P>0,05 olduğundan ilçeler arasında anlamlı farklılık yoktur.

İlkbahar ve sonbahar örneklerinde tespit edilen *N. apis* spor yoğunluğunun mevsimlere göre istatistiki karşılaştırılması, Mann-Whitney U testi ile yapılmış, elde edilen sonuçlar çizelge halinde verilmiştir (Çizelge 4.8.).

Çizelge 4.8. Artvin ilinde tespit edilen *N. apis* ortalama spor yoğunluğunun mevsimlere göre karşılaştırılması

Mevsimler	N*	Ortalama	Sd**	P
İlkbahar	14	10,96 x10 <sup>6</sup>	6,75808	0,229
Sonbahar	5	7,30 x10 <sup>6</sup>		

\*Örnek sayısı; \*\*Standart sapma

P>0,05 olduğundan *N.apis* spor yoğunluğu açısından mevsimler arasında farklılık yoktur.



İlkbahar ve sonbahar örneklerinde tespit edilen ortalama *N. ceranae* spor yoğunluğunun mevsimlere göre istatistiki karşılaştırılması, Mann-Whitney U testi ile yapılmış, elde edilen sonuçlar çizelge halinde verilmiştir (Çizelge 4.9.).

Çizelge 4.9. Artvin ilinde tespit edilen *N. ceranae* ortalama spor yoğunluğunun mevsimlere göre karşılaştırılması

Mevsimler	N*	Ortalama	Sd**	P
İlkbahar	11	17,95 x10 <sup>6</sup>	2,15043	0,149
Sonbahar	18	13,19 x10 <sup>6</sup>		

\*Örnek sayısı; \*\*Standart sapma

P>0,05 olduğundan *N.ceranae* spor yoğunluğu açısından mevsimler arasında farklılık yoktur.

İlkbahar ve sonbahar örneklerinde tespit edilen mix enfeksiyonlardaki *Nosema apis* ve *N. ceranae* ortalama spor yoğunluklarının mevsimlere göre istatistiki karşılaştırılması, Mann-Whitney U testi ile yapılmış, elde edilen sonuçlar çizelge halinde verilmiştir (Çizelge 4.10.).

Çizelge 4.10. Artvin ilinde tespit edilen mix enfeksiyonlardaki ortalama spor yoğunluğunun mevsimlere göre karşılaştırılması

Mevsimler	N*	Ortalama	Sd**	P
İlkbahar	3	11,33 x10 <sup>6</sup>	4,01957	0,024
Sonbahar	10	5,70 x10 <sup>6</sup>		

\*Örnek sayısı; \*\*Standart sapma

P<0,05 olduğundan *mix enfeksiyon* ortalama spor yoğunluğu açısından mevsimler arasındaki fark anlamlıdır.

## 5.TARTIŞMA

Bal arısı sağlığı için yapılan çalışmalar, en az hastalıkların teşhis ve tedavisine yönelik yapılan çalışmalar kadar önemlidir. Bu bilincin dünya çapında gelişmesi ile hastalıklardan korunmak için alınacak önlemler ve hastalıkların teşhis ve tedavisi için yapılan çalışmalar her geçen gün artmaktadır.

Kafkas arı ırkının gen bölgesi içinde bulunma özelliği gösteren Artvin ili (ilçe ve köyleri ile beraber)'nde grlen bal arısı hastalıklarının genel durumu ve yoğunluğunu belirlemek amacıyla yapılan bu çalışmada, ergin ve yavru bal arıları; mikrobiyal, paraziter ve fungal hastalıklar ile bal arısı zararlıları yönünden incelenmiştir.

Bal arısı yavru hastalıkları arasında en büyük letal etkiye sahip olan Amerikan Yavru rklğ, bildirilmesi zorunlu olan bir hastalıktır. Artvin ili ve ilçelerine ilkbahar ve sonbaharda yapılan iki arazi çalışması sonucunda toplanan örneklerin hiç birinde Amerikan Yavru rklğne rastlanılmamıştır. Etkenin (*P. larvae*) sporlu bir bakteri olmasına ve yıllarca kovan ve balmumunda canlılığını sürdürebilmesine rağmen, Artvin ilinde hastalığa rastlanmaması sevindiricidir. Bu sonuca, bölge arıcılarının gerekli kovan bakımlarını zamanında ve doğru bir Şekilde yapmasının ve bölgede nemli ve düşük sıcaklığa sahip iklimin hüküm sürmesi sonucunda kovan içi sıcaklığının, bakteri üremesi için gerekli olan düzeye erişememesinin etkili olduğu düşünülmektedir. Ayrıca, rnek alınan kovanların hiç birinde antibiyotik kullanımına rastlanılmaması da AFB'nin Artvin ilinde tespit edilmemesinin nedenlerinden biri olabilir. Çünkü, uzun yıllar boyunca bilinçsizce kullanılan antibiyotikler, *P. larvae*'yi, sporlu bir bakteri olması nedeniyle etkilemezken, bakterilerin direnç kazanmasına, aynı zamanda larvaların direncini düşürerek bakterinin larva üzerinde üremesini kolaylaştırmaktadır (Shimanuki and Knox, 2000). AFB yayılımında etkili olan bir diğer faktör ise *P. larvae* bulunan hazır peteklerdir (Özkırım ve Keskin, 2005a). Kullanılmış peteklerin toplanıp yeniden işlenmesi sonucunda yeni hazır petekler yapılmaktadır. Ancak eski peteklerden yeni petek yapılan firmalarda gerekli sterilizasyonun yapılmaması, sporlu bir bakteri olan etkenin hazır petekler ile tüm Türkiye'ye yayılmasına neden olmaktadır. Artvin İli Arıcılar Birliği'nin hazır petek sterilizasyonuna gösterdiği önem

ve kullanılan hazır petekleri imal eden firmaları sürekli denetim altında tutmaları da Artvin ilinde AFB yayılımını engelleyen olası faktörlerden biridir.

Bir çok yönden AFB ile benzer özellik gösteren ve ülkemizde görülen diğer bir yavru çürüklüğü hastalığı olan Avrupa Yavru Çürüklüğü (EFB)'nin etkeni sporsuz bir bakteri olan *M. plutonius*'tur. Yapılan arazi çalışmaları sonucunda Artvin ili ve ilçelerinden toplanan petek örneklerinin hiç birinde EFB'ye rastlanmamıştır. Örneklerde Avrupa Yavru Çürüklüğü hastalığına rastlanmamasının nedenleri arasında, Amerikan Yavru Çürüklüğü hastalığına rastlanmamasında olduğu gibi, bölge arıcılarının bilinçli arıcılık yapmalarının, bölge ikliminin nemli ve sıcaklığın düşük olmasının etkisi büyüktür. Etkenin sporsuz olması nedeniyle ilaç kullanmadan, koloni bakımının iyi yapılması ve yeterli besin desteğinin sağlanmasıyla EFB'nin tedavi edilebileceği bilinmektedir. Bölge arıcıları, yapmış oldukları düzenli ve doğru kovan bakımları ve besin desteği ile arı sağlığını korurken aynı zamanda EFB'ye karşı önlem almış olmaktadır (Kochansky et al., 2001, Miyagi, 2000, Waite et al., 2003)

Arazi çalışması sırasında yapılan gözlemler ve toplanan örneklerin incelenmesi sonucunda Artvin ili, ilçe ve köylerinde ülkemizde görülen diğer yavru hastalıkları olan; Tulumsu Yavru Çürüklüğü, Taş hastalığı ve Kireç hastalığına da rastlanmamıştır. Arıcıların kovanlarını yerden en az 30 cm yüksekte bulundurmaları, kovan havalandırmasını yeterli olmasına dikkat etmeleri ve kolonilerini güçlü tutmaları, fungal etkenli hastalıkların gelişmesi için gerekli olan ortamın oluşmasını engellemektedir. Ayrıca viral hastalıkların bulaşımında büyük rol oynadığı bilinen *Varroa destructor* için yapılan doğru ilaçlama ile viral bir yavru hastalığı olan Tulumsu Yavru Çürüklüğünün kolonilerde yayılımının önüne geçilmiştir.

Ergin bal arısı ektoparaziti olan ve aynı zamanda birçok fungal, mikrobiyal ve viral hastalık için vektör olduğu saptanan *Varroa destructor*'un tespiti için ergin arıların vücut yüzeyi ve örneklerin toplandığı kavanozlar incelenmiştir. İncelemeler sonucunda 44 ilkbahar örneğinden 2'sinde; 37 sonbahar örneğinden 8'inde *Varroa destructor* tespit edilmiştir. OIE (2008)'nin de arı hastalık etkenlerini belirlemek için oluşturduğu standartlara göre; *Varroa* akarının teşhisi için, kovan dibi ve yavru göz kontrolü yapılmasından sonra, ergin arı vücut yüzeyi taramalı ve teşhis için

200-250 ergin arı örneği toplanmalıdır. Bu çalışmadaki örneklerin toplanma şekli göz önüne alındığında; her bir kovandan alınan 30 ergin arı örneğinin vücut yüzeyinde ve örneklerin toplandığı kavonazlarda tespit edilen *V. destructor* sayısının düşük olması, normal bir sonuç olarak kabul edilebilir. Örneklem zamanının Varroasis ilaçlaması sonrasına denk gelmesi detespit edilen *Varroa destructor* sayısının azlığını açıklamaktadır.

Bu tez çalışmasında, viral hastalıkları teşhis amaçlı incelenmesi için herhangi bir moleküler tanı yöntemi kullanılmadığından; viral etkenli bal arısı hastalıkları sadece belirtilerine göre tespit edilmeye çalışılmıştır. İki arazi çalışmasında toplanan ergin arı örneklerinin vücutları morfolojik olarak incelenmiş, ancak örneklerin ekstremitelerinde herhangi bir deformasyon görülmemiştir. Ayrıca yapılan morfolojik gözlemler sonucunda viral bal arısı hastalıklarının belirtilerinden olan gelişmeyen kanat, tüysüz ve yağlı görünümlü vücut, dokununca kopan ekstremiteler gibi bulgulara rastlanmamıştır. Her ne kadar viral hastalıkların spesifik belirtilerinin bulunmamasına dayalı olarak Artvin ilinden toplanan örneklerde viral hastalık bulunmadığını söylesek de, viral bal arısı hastalıklarının klinik belirti göstermeden de bulunabileceği veya yeni gerçekleşen bir virus bulaşımının belirtilerinin gözlemlenebilmesi için belirli bir sürenin geçmesi gerektiği ve viral etkenli hastalıklara kesin tanı konulabilmesi için moleküler tanı yöntemlerine başvurulması gerektiği unutulmamalıdır.

Yapılan çalışmalar, arı hastalıklarının viral hastalıklarla beraber bulunmasının koloni için daha ölümcül olduğunu göstermektedir. Özellikle birden fazla viral hastalığın aynı kovanda bulunması, Varroasis ve Nosemosis enfeksiyonlu kovanlarda virüslerin bulunması ve viral hastalıkların ilaçla tedavi edilememesi durumu koloniler için daha tehlikeli hale getirmektedir. Viral hastalıkların hızlı yayılımında *Varroa destructor*'un büyük rol oynadığı bu yönde yapılan bilimsel çalışmalar ile ortaya konulmuştur (Anderson et al., 1997; Chen et al., 2004; FAO, 2006; Zhang et al., 2007). Her geçen gün yaygınlaşan viral bal arısı hastalıkları üzerine dünya genelinde yapılan çalışmalar hızla çoğalmaktadır.

Yapılan iki arazi çalışmasında toplanan ergin arı örneklerinden hiç birinde, bal arısı trake kanallarına yerleşen ve trake akarı olarak da bilinen *Acarapis woodi*'ye rastlanılmamıştır. Ülkemizdeki varlığı, ince tabaka kromatografi incelemeleri

sonucunda tespit edilen (Özkırım ve Keskin, 2005b) internal akara, arazi örneklerinde rastlanılmamasının en önemli nedeni olarak, Kafkas bal arılarının anatomik olarak diğer arı ırklarına kıyasla dar trake kanallarına sahip olmaları ve *Varroa destructor*'e karşı kullanılan ilaçların *A. woodi* üzerinde de etki göstermesi olduğu düşünülmektedir.

Arazi çalışmalarında toplanan ergin arılarda, abdominal inceleme yapılmıştır. Yapılan incelemeler sonucunda; 44 ilkbahar örneğinin 21'inde *Nosema apis*, 12'sinde *Nosema ceranae* sporu saptanmıştır. 5 örnekte hem *Nosema ceranae* hem de *Nosema apis* sporuna rastlanırken 6 örnekte ise hiç bir *Nosema* spp. sporu bulunamamıştır (Çizelge 4.2.).

İlkbahar ve sonbahar örnekleri Nosemosis enfeksiyonu için incelendiğinde, il genelinde arı başına düşen *Nosema* spp. sporu ortalaması ilkbaharda  $5,31 \times 10^6$  iken sonbaharda  $3,05 \times 10^6$  olarak bulunmuştur. En yoğun enfeksiyonun saptandığı örnekte  $25 \times 10^6$  spor sayılmışken bazı örneklerde ise *Nosema* spp. sporuna rastlanmamıştır (Çizelge 4.1.).

*Nosema* spor sayısı ve mevsimler arasında ilişki varlığı olup olmadığının tespiti için, %95 güven oranıyla yapılan 2 yönlü bağımlı t testi sonucunda mevsimler arasında fark olduğu saptanmıştır. Normal şartlarda kovandaki genç neslin azalması nedeniyle Nosemosis enfeksiyon yoğunluğunun sonbahar mevsiminde artması beklenmektedir. Ancak ilkbahar arazisi sonucunda Nosemosis enfeksiyonu tespit edilen arıcılara önerilen Nosemosis tedavisinin arıcılar tarafından doğru bir şekilde uygulanmasının ve kovan bakımlarını düzenli yapmalarının elde edilen sonuca neden olduğu düşünülmektedir (Çizelge 4.1.).

Sonbaharda yapılan arazisi çalışmasında toplanan 37 ergin arı örneğinin abdominal incelenmesi sonucunda; örneklerin 5'inde *N.apis*, 22'sinde *N.ceranae* sporuna rastlanırken; 10 örnekte ise *N. apis* ve *N. ceranae* sporları birlikte saptanmıştır (Çizelge 4.3.).

Normal şartlarda sonbahar ile birlikte kovanlarda görülen *N. apis* etkenli Nosemosis enfeksiyonunun artması beklenmektedir. Mevsim sonunda düşen sıcaklığın ve kovandaki genç neslin azalması sonucunda sıcaklık değişimlerinden etkilenmeyen *N. ceranae*'nin, sıcaklık değişimlerine karşı daha duyarlı olan

*Nosema apis*'e karşı üstün gelmesi beklenmektedir. Ancak, örneklem zamanının ilkbahar ve sonbahar mevsimlerinde olması ve Artvin ilinin ilkbahar ve sonbahar sıcaklık ortalamalarının birbirine çok yakın olması nedeniyle yapılan istatistiki değerlendirmeler sonucunda ilkbahar ve sonbaharda gözlenen *N. apis* ve *Nosema ceranae* enfeksiyon yoğunluğunun arasında fark olmadığı saptanmıştır (Çizelge 4.5.; Çizelge 4.6.).

Toplanan örneklerde tespit edilen *Nosema* spp. spor sayısı ile Artvin ili ve ilçeleri arasında korelasyon varlığının tespiti için %95 güven oranıyla yapılan non parametrik istatistiki çalışma (Kruskall-Wallis testi) sonucunda ilçeler arasında spor yoğunluğu açısından herhangi bir korelasyon varlığı tespit edilmemiştir. İlçelerin benzer iklimsel ve coğrafik koşullara sahip olmaları bu sonucun ortaya çıkmasında etkili olmuştur (Çizelge 4.7.).

Arazi çalışması örneklerinde tespit edilen ortalama *Nosema* spp. yoğunluğunun mevsimsel açıdan farka sahip olup olmadığının istatistiki olarak incelendiği bağımlı t-testinde ilkbahar ve sonbahar mevsimlerindeki ortalama *Nosema* spp. spor yoğunluğu arasındaki fark,  $P < 0,05$  olduğu için anlamlı bulunmuştur (Çizelge 4.4.). Anlamlı bulunan parametreler arasındaki ilişkinin anlaşılması için yapılan Mann-Whitney U testinde, ilkbahar ve sonbahar örneklerinde tespit edilen *N. apis* ve *N. ceranae* ortalama spor yoğunluklarının mevsimsel olarak anlamlı farka sahip olmadığı (Çizelge 4.8.; 4.9.) ancak mix enfeksiyonda tespit edilen ortalama spor yoğunluğunun mevsimler arasında anlamlı farka sahip olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.10.).

Nosemosis'e karşı yapılacak uygulamalarda, ilaçlamanın nektar gelmeden önce, doğru zamanda ve doğru miktarda yapılmasına dikkat edilmelidir. Nosemosis tedavisinde, etken maddesi Fumagillin olan ilaçlar kullanılmaktadır. Bu ilaçların profilaktik amaçlı da kullanılması, kullanılacak ilaç dozunun enfeksiyon düzeyine göre değişmesi ve yanlış kullanımı sonucunda ökaryotik organizmaları da etkileyen bir ilaç olmasından dolayı kolonilerin direncini düşürerek hastalığın yayılımını arttırması, tedavi uygulaması öncesinde spor sayısının tespitini zorunlu kılmaktadır (FAO, 2006; Fries,1993) Ayrıca bilinçsiz ilaç kullanımının etkenlerde ilaçlara karşı direnç oluşturabileceği düşünülmektedir. Ökaryotik organizmalarda

etkili olan ilaç, direnç oluşumunun yanı sıra bal arılarının direncini de düşürerek diğer hastalıklara açık hale gelmelerine neden olmaktadır.

Hemen hemen tüm örneklerde Nosemosis'e rastlanması, Nosema spp. sporlarının oldukça enfektif olduğunun en önemli göstergesidir. Bazı durumlarda bal arısı ergini tarafından alınan 20 Nosema spp. sporunun bile Nosemosis oluşumunda yeterli olması ve sporların belirli bir süre kovan içinde canlı kalabilmesi, enfeksiyonun virülansını arttıran etmenlerdendir (Hornitzky, 2005).

Sonuç olarak, mevsimsel, coğrafik faktörler ile bölgede kullanılan arı ırkının anatomik özelliklerinin, Artvin ilinde, ülkemizde sıklıkla karşılaştığımız bir çok arı hastalığına rastlanmamasının nedenlerinden olabileceği düşünülmektedir. Ayrıca Artvin ili Arı Yetiştiricileri Birliği'nin, bölge arıcılarını, modern arıcılık uygulamaları, arı hastalıkları ve arı sağlığı konularında bilinçlendirmek amacıyla yapmış olduğu çalışmaların da bu sonucu etkilediği tahmin edilmektedir. Sahip olduğu coğrafik ve iklimsel özellikleri ve floral zenginliği ile Türkiye'nin önemli arıcılık merkezlerinden biri olan Artvin ilinde yapılan ve yapılacak olan bilimsel çalışma sonuçlarının sahada uygulanması ile kolonilerin daha sağlıklı olması ve dolayısıyla daha çok bal ve arı ürünü elde edilmesi sağlanabilecektir.

## KAYNAKLAR

- Adamczyk, S., Lázaro, R., Pérez-Arquillué, C., Conchello, P., Herrera, A., 2005, Evaluation of residues of essential oil components in honey after different anti-*Varroa* treatments, *J. Agric. Food Chem.* 53, 10085-10090.
- Alaux, C., Brunet, J.L., Dussaubat, C., Mondet, F., Tchamitchan, S. et al., 2010, Interactions between *Nosema* microspores and a neonicotinoid weaken honeybees (*Apis mellifera*), *Environ. Microbiol.* 12, 774-782.
- Alippi, A.M., 1999, Bacterial diseases. In Colin, M.E., Ball, B.V., Kilani, M., (Eds) *Bee disease diagnosis. Options Méditerranéennes. Serie B, Etudes Et Recherches*, pp. 31-59.
- Alippi, A.M., Albo, G.N., Leniz, D., Rivera, I., Roca, A., 1999, Comparative study of tylosin, erythromycin and oxytetracycline to control American Foulbrood of honeybees *J. Apic. Res.*, 38, 149–158
- Alippi, A.M., 1991, A comparison of laboratory techniques for the detection of significant bacteria of the honey bee, *Apis mellifera*, in Argentina, *J. Apicult. Res.* 30, 75–80.
- Allen, M.F., Ball, B.V., 1993, The cultural characteristics and serological relationships of isolates of *Melissococcus pluton*, *J. Apicult. Res.* 32, 80-88.
- Allen, M., Ball, B., 1996, The incidence and world distribution of honeybee viruses. *Bee World* 77, 141-162.
- Allen, M.F., Ball, B.V., White, R.F., Antoniw, J.F., 1986, The detection of acute paralysis virus in *Varroa jacobsoni* by the use of a simple indirect ELISA, *J. Apic. Res.* 25, 100-105.
- Anderson, D.L., Trueman, J.W.H., 2000, *Varroa jacobsoni* (Acari: Varroidae) is more than one species, *Exp. Appl. Acarol.* 24, 165-189.
- Anderson, D.L., Giacon, H., Gibson, N., 1997. Detection and thermal destruction of the chalkbrood fungus (*Ascosphaera apis*) in honey, *J. Apicult. Res.* 36, 163-168.
- Anon., 2010, Testing for oxytetracycline residues in honey following treatment of bees for a European foulbrood outbreak in Scotland, March 19, 2010. *Foods Standards Agency, London, United Kingdom.*
- Ashiralieva, A., Genersch, E., 2006, Reclassification, genotypes, and virulence of *Paenibacillus larvae*, the etiological agent of American foulbrood in honeybees a review, *Apidologie* 37, 411-420.
- Aydın, L., 2005, *Varroa* destructor'un kontrolünde yeni stratejiler, *Uludag Bee Journal* (5), 59-62.



- Bağçe, A., 2009, Arıcılıkta kullanılan temel peteklerdenaftalin kalıntısının belirlenmesi üzerinde bir araştırma, Yüksek Lisans Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi, 1-51
- Bailey, L., 1999, The century of *Acarapis woodi*, Am. Bee J. 139, 541-542.
- Bailey, L., Ball, B.V., 1991, Honey bee pathology, Academic Press, London, UK., 193 pp.
- Bailey, L., 1983, *Melissococcus pluton*, the cause of European foulbrood of honey bees (*Apis* spp.), J. Appl. Bacteriol. 55, 65-69.
- Bailey, L., Collins, M.D., 1982, Reclassification of '*Streptococcus pluton*' (White) in a new genus *Melissococcus*, as *Melissococcus pluton* nom. rev. comb. nov. J. Appl. Bacteriol. 53, 215-217.
- Bailey, L., 1975, Honey bee pathology: the end of the beginning, The Cent Assoc of Beekeepers, Ilford
- Bailey, L., 1974, An unusual type of *Streptococcus pluton* from the Eastern Hive bee, J. Invertebr. Pathol. 23, 246-247.
- Bailey, L., Fernando, E.F.W., 1972, Effects of sacbrood virus on adult honeybees, Ann. Appl. Biol. 72, 27-35.
- Bailey, L., 1969, The multiplication and spread of sacbrood virus of bees, Ann. Appl. Biol. 63, 483-491.
- Bailey, L., 1964, The Isle of Wight Disease: the origin and significance of the myth, Bee World 45, 32-37.
- Bailey, L., 1963, The pathogenicity for honey-bee larvae of microorganisms associated with European foulbrood, J. Insect. Pathol. 5, 198-205.
- Bailey, L., 1961, European foulbrood, Am. Bee J. 101, 89-92.
- Bailey, L., 1959, Recent research on the natural history of European foulbrood, Bee World 40, 66-70.
- Bailey, L., 1958, The epidemiology of the infestation of the honeybee. *Apis mellifera* L., by the mite *Acarapis woodi* Rennie and the mortality of infested bees, Parasitology 48, 493-506
- Bailey, L., 1957, The isolation and cultural characteristics of *Streptococcus pluton* and further observations on "Bacterium eurydice", J. Gen. Microbiol. 17, 39-48.
- Ball, B.V., 1983, The association of *Varroa jacobsoni* with virus diseases of honey bees, Exp. Appl. Acarol. 19, 607-613..

- Baker, R.A., 2008, The parasitic mites of Honeybees-past, present and future, *Journal of Entomological Research*, vol. 1, iss. 4, 1-7
- Bakonyi, T., Farkas, R., Szendroi, A., Dobos-Kovacs, M., Rusvai, M., 2002, Detection of acute bee paralysis virus by RT-PCR in honey bee and *Varroa destructor* field samples: rapid screening of representative Hungarian apiaries, *Apidologie* 33, 63-74.
- Bamford, S., Heath, L.A.F., 1989, The effects of temperature and pH on the germination of spores of the chalkbrood fungus, *Ascosphaera apis*. *J. Apicult. Res.* 28 (1), 36-40.
- Bamrick, J.F., 1967, Resistance to American foulbrood in honey bees. VI. Spore germination in larvae of different ages, *J. Invertebr. Pathol.* 9, 30-34.
- Bastos, E., Simone, M., Jorge, D. M., Soares, A.E., Spivak, M., 2008, In vitro study of the antimicrobial activity of Brazilian propolis against *Paenibacillus larvae*, *Journal of Invertebrate Pathology*, 97, 273–281.
- Behr, T., Koob, C., Schedl, M., Mehlen, A., Meier, H., Knopp, D., Frahm, E., Orst, U., Schleifer, K.-H., Niessner, R., Ludwig, W., 2000, A nested array of r-RNA targeted probes for the detection and identification of Enterococci by reverse hybridization, *Syst. Appl. Microbiol.* 23, 563-572.
- Benjeddou, M., Leat, N., Allsopp, M., Davison, S., 2001, Detection of acute paralysis virus and black queen cell virus from honeybees by reverse transcriptase PCR, *Appl. and Environ. Microbio.* 67, 2384-2387.
- Benson, H. J., Brown A. E . 2006, *Benson's Microbiological Applications: A Laboratory Manual in General Microbiology*, McGraw-Hill Boston.
- Berenyi, O., Bakonyi, T., Derakhshifar, I., Koglbberger, H., Nowotny, N., 2002, Occurrence of six honey bee viruses in diseased Austrian apiaries, *Appl. Environ. Microbiol.* 72, 2414-2420.
- Blanchard, P., Schurr, F., Celle, O., Cougoule, N., Drajnudel, P., Thiéry, R., Faucon, J.P., Ribière, M., 2008, First detection of Israeli acute paralysis virus (IAPV) in France, a dicistrovirus affecting honeybees (*Apis mellifera*), *Journal of Invertebrate Pathology* 99, 348-350.
- Boecking, O., Genersch, E., 2008, Varroosis - The ongoing crisis in bee keeping. *Journal für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit* 3, 221-228.
- Bogdanov, S., 2006, Contaminants of bee products, *Apidologie* 38 (1), 1–18.
- Borum, A.E., Ulgen, M., 2008, Chalkbrood (*Ascosphaera apis*) infection and fungal agents of honey bees in north-west Turkey, *J. Apicult. Res.* 47 (2), 170-171.
- Botias, C. et al., 2012, Further evidence of an oriental origin for *Nosema ceranae* (Microsporidia: Nosematidae).

- Brodsgaard, C.J., Ritter, W., Hansen, H., 1998, Response of in vitro reared honey bee larvae to various doses of *Paenibacillus larvae larvae* spores Apidologie 29, 569–578
- Brown, M., 2008, Overview of the regulatory framework for apiculture, in: Aubert, M., Ball, B.V., Fries, I., Moritz, R.F.A., Milani, N., Bernardinelli, I. (Eds.), 2008, Virology and the honey bee, European Communities, Luxembourg, 371-420.
- Calderón, R.A., Sánchez, L.A., Yáñez, O., Fallas, N., 2008, Presence of *Nosema ceranae* in Africanized honey bee colonies in Costa Rica, J. Apicult. Res. 47, 328-329.
- Chantawannakul, P., Ward, L., Boonham, N., Brown, M., 2006, A scientific note on the detection of honeybee viruses using real-time PCR (TaqMan) in Varroa mites collected from a Tai honeybee (*Apis mellifera*) apiary, J. Invertebr. Pathol. 91, 69-73.
- Chantawanakul, P., Dancer, B.N., 2001, American foulbrood in honey bees, *Bee World* 83, 168–180.
- Charrière, J.D., Imdorf, A., 2002, Oxalic acid treatment by trickling against *Varroa destructor*: recommendations for use in central Europe and under temperate climate conditions, *Bee World*. 83(2), 51-60.
- Chen, P.Y., Evans, J.D., Murphy, C., Gutell, R., Zuker, M., Gundensen-Rindal, D., Pettis, J.S., 2009, Morphological, molecular and phylogenetic characterization of *Nosema ceranae*, a microsporidian parasite isolated from the European honey bee, *Apis mellifera*, *Journal of Eukaryotic Microbiology*, 56(2), 142-147.
- Chen, Y., Evans, J.D., Smith, I.B., Pettis, J.S., 2008, *Nosema ceranae* is a long-present and wide spread microsporidean infection of the European honey bee (*Apis mellifera*) in the United States, *J. Invertebr. Pathol.* 97, 186-188.
- Chen Y.P., Evans J.D., 2007, Historical presence of Israeli acute paralysis virus in the United States, *Am.Bee J.* 147, 1027–1028.
- Chen, Y., Evans, J., Feldlaufer, M., 2006, Horizontal and vertical transmission of viruses in the honey bee (*Apis mellifera*), *Journal of Invertebrate Pathology*, 92, 152–159.
- Chen Y.P., Pettis J.S., Evans J., Kramer M., Feldlaufer M.F., 2004, Transmission of Kashmir bee virus by the ectoparasitic mite *Varroa destructor*, *Apidologie* 35, 441-448.
- Cheshire, F.R., Cheyne, W.W., 1885, The pathogenic history and the history under cultivation of a new bacillus (*B. alvei*), the cause of a disease of the hive bee hitherto known as foul brood, *J. Roy. Microsc. Soc.*, 5, 581–601.
- Chiesa, F., 1991, Effective control of Varroaosis using powdered thymol, *Apidologie* 22 (2), 135-145.

- Chorbiński, P., 2004, The development of the infection of *Apis mellifera* larvae by *Ascospaera apis*, *Veterinary Medicine*, 7(2).
- Colin, M. E., Vandame, R., Jourdan, P., Di Pasquale, S., 1997, Fluvalinate resistance of *Varroa jacobsoni* Oudemans (Acari: Varroidae) in Mediterranean apiaries of France, *Apidologie*, 28, 375-384.
- Cox-Foster, D.L., Conlan, S., Holmes, E.C., Palacios, G., Evans, J.D., Moran, N.A., Quan, P.L., Briese, T., Hornig, M., Geiser, D.M., Martinson, V., van Engelsdorp, D., Kalkstein, A.L., Drysdale, A., Hui, J., Zhai, J., Cui, L., Hutchison, S.K., Simons, J.F., Egholm, M., Pettis, J.S., Lipkin, W.I., 2007, A metagenomic survey of microbes in honey bee colony collapse disorder, *Science* 318, 283-287.
- Cox-Foster, D.L., Yang, X., 2007, Effects of parasitization by *Varroa destructor* on survivorship and physiological traits of *Apis mellifera* in correlation with viral incidence and microbial challenge, *Parasitology*, 134, 405-412.
- Cymborowski, B. 2000, Temperature-dependent regulatory mechanism of larval development of the wax moth (*Galleria mellonella*), *Acta Biochimica Polonica*. 47(1), 215-221.
- Çakmak, D., Aydın, L., Güleğen, A.E., 2003., Güney Marmara Bölgesinde balarısı zararlı ve hastalıkları, *Uludağ Arıcılık Dergisi*, 3(2), 33-35.
- Çakmak, İ., Aydın, L., Camazine, S., Wells, H., 2002, Pollen Traps and Walnut-Leaf Smoke for *Varroa* Control, *American Bee Journal* 142, 367–370
- Dall, D.J., 1985, Inapparent infection of honey bee pupae by Kashmir and sacbrood bee viruses in Australia, *Ann Appl Biol* 106, 461-468.
- Daly, H.V., Doyen, J.T., Purcell III, A.H., 1998, *Introduction to Insect Biology and Diversity*, Oxford University Press, New York, 680p.
- Damiani, N., Maggi, M.D., et al., 2009, First detection of *Varroa destructor* resistance to coumaphos in Argentina, *Experimental and Applied Acarology*, 47 (4), 317-320.
- Dancer, B., Barnes, M., 1995, *Detection of European Foulbrood by DNA Hybridization Analysis*, Published by The Central Association of Bee-Keepers, Hadleigh, Essex.
- Delaplane, K.S., 1997, *Varroa* how and when to treat, *Bee World* 76, 31-39.
- Delfinado-Baker, M., Houck, M.A., 1989, Geographic variation in *Varroa jacobsoni* (Acarina, Varro-idae): application of multivariate morphometric techniques, *Apidologie* 20, 345-358.
- de Miranda, J.R., Gauthier, L., Ribière, M., Chen, Y.P., 2012, Honey bee viruses and their effect on bee and colony health, *Challenges and sustainable solutions*, Taylor & Francis group, CRC press, FL, U.S.A., 71-102.

- de Miranda, J.R., Cordoni, G., Budge, G., 2010, The acute bee paralysis virus-Kashmir bee virus-Israeli acute paralysis virus complex, *Journal of Invertebrate Pathology* 103, 30-47.
- Demirsoy, A., 2007, Genel Zoocoğrafya ve Türkiye Zoocoğrafyası 'Hayvan Coğrafyası', 6. Baskı, Meteksan A.Ş., Maltepe, Ankara, 1007
- Denmark, H.A., Cromroy, H.L., Sanford, M.T., 2011, Honey Bee Tracheal Mite, *Acarapis woodi* (Rennie), DPI Entomology Circular, 267.
- Djordjevic, S.P., Noone, K., Smith, L., Hornitzky, M.A.Z., 1998, Development of a hemi-nested PCR assay for the specific detection of *Melissococcus pluton*, *J. Apicult. Res.* 37, 165-174.
- DongWoon, L., HyeonCheol, C., TaeSu, K., JongKyun P., JungChan, P., HwangBin, Y., SangMyoung, L., HoYul, C., 2009, Effect of some herbal extracts on entomopathogenic nematodes, silkworm and ground beetles, *Korean Journal of Applied Entomology* 48 (3), 335-345.
- Donzé, G., Herrmann, M., Bachofen, B., Guerin, P.M., 1996, Effect of mating frequency and brood cell infestation rate on the reproductive success of the honey bee parasite *Varroa jacobsoni*, *Ecol. Entomol.* 21, 17-26.
- Doughty, S., Knoxfield, P., Bag, P., 2004, Evaluating alternative antibiotics for control of European Foulbrood disease, A report for the Rural Industries Research and Development Corporation, 1-43
- Ellis, J.D., Munn, P.A., 2005, The World wide health status of honey bees, *Bee World* 86, 88-101.
- Elzen, P.J., Eischen, F.A., Baxter, J.R., Elez, W., Wilson, W.T., 1999, Detection of resistance in U.S *Varroa jacobsoni* Oud. (Mesostigmata: Varroidae) to the acaricide Fluvalinate, *Apidologie* 30 (1), 13-17.
- Erickson, E. H., Stanley, Jr. D., Martin, C. and Garment, B., 1999, *Bee Book*, 1-326 pp., Iowa University Press, USA.
- Eyer, M., Chen, Y.P., Schäfer, M.O., Pettis, J., Neumann, P., 2009, Small hive beetle, *Aethina tumida*, as a potential biological vector of honey bee viruses, *Apidologie* 40, 419-428.
- FAO, 2006, Honeybee diseases and pests: a practical guide, Agricultural And Food Engineering Technical Report, Rome, 102p.
- Feldlaufer, M. F., Pettis, J.S., Kochansky, J.P., Shimanuki, H., 1997, A gelformulation of formic acid for the control of parasitic mites of honey bees, *Am. Bee J.* 137, 661-663.
- Fernández, G.P., 1999, Acarapidosis or tracheal acariosis, *CIHEAM Options Méditerranéennes, Série B: Etudes et Recherches*, 107-115.

- Flores, J. M., Gutiérrez, I., Puerta, F., 2004, Oxytetracycline as a predisposing condition for chalkbrood in honeybee, *Veterinary Microbiology*, 103, 195-199.
- Forsgren, E., 2010, European foulbrood in honey bees, *J. Invert. Pathol.* 103 (Suppl.1), 5-9.
- Forsgren, E., Lundhagen, A.C., Imdorf, A., Fries, I., 2005, Distribution of *Melissococcus plutonius* in honeybee colonies with and without symptoms of European foulbrood, *Microbial Ecol.* 50, 369-374.
- Forsgren, E., Fries, I., 2010, Comparative virulence of *Nosema ceranae* and *Nosema apis* in individual European honey bees, *Veterinary Parasitology*, 170, 212-217.
- Franz, C.M., Holzapfel, W.H., Stiles, M.E., 1999, Enterococci at the crossroads of food safety?, *Int. J. Food Microbiol.* 47, 1-24.
- Fries, I., 2010, *Nosema ceranae* in European honey bees (*Apis mellifera*), *Journal of Invertebrate Pathology*, 103, 573-579.
- Fries, I., Martin, R., Meana, A., García-Palencia, P., Higes, M., 2006, Natural infections of *Nosema ceranae* in European honey bees, *Journal of Apicultural Research*, 45, 230-233.
- Fries, I., Camazine, S., 2001, Implications of horizontal and vertical pathogen transmission for honey bee epidemiology *Apidologie*, 32, 199–214.
- Fries, I., 1997, Protozoa, 3rd ed., in: Morse, R.A., Flottum, K. (Eds.), *Honey bee pests, predators, and diseases*, A.I. Root, Medina, OH.
- Fries, I., Feng, F., 1995, Cross-infectivity of *Nosema apis* in *Apis mellifera* and *Apis cerana*, In *Proc. Apimondia 34th Int. Apic. Congress*, Bucharest, Romania, 151–155.
- Fries, I., 1993, *Nosema apis* - A parasite in the honey bee colony, *Bee World* 74, 5–19.
- Fries, I., Granados, Morse, R. A., 1992, Intracellular germination of spores of *Nosema apis* Z, *Apidologie* 23, 61-70.
- Fries, I., 1988, Comb replacement and nosema disease (*Nosema apis* Z.) in honey bee colonies, *Apidologie* 19, 343-354.
- Frow, J., Delecan, S.H., 1999, Bee diseases diagnosis, 53-58, *Bee Research Laboratory Bldg.476, BARC-East Beltsville, MD 20705*.
- Garedew, A., Schmolz, E., Lamprecht, I., 2004, Effect of the bee glue (propolis) on the calorimetrically measured metabolic rate and metamorphosis of the greater wax moth *Galleria mellonella*, *Elsevier* 413, 63-72.

- Genç, F., Dodoloğlu, A. 2002. Arıcılığın Temel Esasları. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Ders Yayınları. No: 166, Erzurum.
- Genersch, E., 2010a, American Foulbrood in honeybees and its causative agent, *Paenibacillus larvae*, Journal of Invertebrate Pathology, 103, 10-19.
- Genersch, E., Aubert, M., 2010b, Emerging and re-emerging viruses of the honey bee (*Apis mellifera* L.) , Vet Res., 41, 54.
- Genersch, E., Evans, J.D., Fries, I., 2010c, Honey bee disease over-view, J. Invert. Pathol. 103, 2-4.
- Genersch, E., 2008, *Paenibacillus larvae* and American foulbrood—long since known and still surprising, J. Verbr. Lebensm. 3, 429–434.
- Genersch, E., Forsgren, E., Pentikäinen, J., Ashiralieva, A., Rauch, S., Kilwinski, J., Fries, I., 2006, Reclassification of *Paenibacillus larvae* subsp. *Pulvificiens* and *Paenibacillus larvae* subsp. *larvae* as *Paenibacillus larvae* without subspecies differentiation, Int. J. Syst. Evol. Microbiol. 56, 501–511.
- Giersch, T., Berg, T., Galea, F., Hornitzky, M., 2009, *Nosema ceranae* infects honey bees (*Apis mellifera*) and contaminates honey in Australia, Apidologie 40, 117-123.
- Glinski, Z., Buczek, K., 2003, Response of the Apoidea to fungal infections, Apiacta 38, 183-189.
- Gilliam, M., 1997, Identification and roles of non-pathogenic microflora associated with honey bees, FEMS Microbiol. Lett. 155, 1-10.
- Gilliam, M., Taber, S., Lorenz, B.J., Prest, D.B., 1988b., Factors affecting development of chalkbrood disease in colonies of honey bee, *Apis mellifera*, fed pollen contaminated with *Ascosphaera apis*. J. Invertebr.
- Gilliam, M., Taber, S., Rose, J.B., 1978, Chalkbrood of honeybees, *Apis mellifera* L., a progress report, Apidologie 9 (1), 75-89.
- Girişkin, A., O., Aydın, L., 2010, Efficacies of Formic, Oxalic and Lactic Acids Against *Varroa destructor* in Naturally Infested Honeybee (*Apis mellifera* L.) Colonies in Turkey, Kafkas Univ Vet Fak Derg., 16 (6), 941-945.
- Gordon, A. G., Nelson, D. L., Olsen, P. E., Rice, W. A., 1993, The ELISA detection of tracheal mites in whole honey bee samples, American Bee Journal, 133, 652–655.
- Govan, V.A., Leat, N., Allsopp, M., Davison, S., 2000, Analysis of the Complete Genome Sequence of Acute Bee Paralysis Virus Shows That It Belongs to the Novel Group of Insect-Infecting RNA Viruses, Virology, 277, 457-463.

- Govan, V.A., Brozel, V., Allsopp, M.H., Davison, S., 1998, A PCR detection method for rapid identification of *Melissococcus pluton* in honeybee larvae, *Appl. Environ. Microbiol.* 64, 1983-1985.
- Grabensteiner, E., Ritter, W., Carter, M.J., Davison, S., Pech-hacker, H., Kolodziejek, J., et al., 2001, Sacbrood virus of the honeybee (*Apis mellifera*): rapid identification and phylogenetic analysis using reverse transcription-PCR, *Clin Diagn Lab Immunol* 8, 93-104.
- Gregorc, A., Poklular, J., 2003, Rotenone and oxalic acid as alternative acaricidal treatments for *Varroa destructor* in honeybee colonies, *Vet Parasit.* 111, 351-360.
- Gregory, P.G., Evans, J.D., Rinderer, T.E., de Guzman, L., 2005, Conditional immune gene suppression of honeybees parasitized by varroa mites, *J. Insect Sci.* 5, 1-5.
- Gülpınar, V., 2005, Bal arısı hastalık ve zararlıları, *Teknik Arıcılık*, 87, 2-7.
- Hammer, K. A., Carson, C. F., Riley, T. V., 1999, Antimicrobial activity of essential oils and other plant extracts, *Journal of Applied Microbiology*, 86, 985-990.
- Hassanein, M.H., 1953, The influence of infection with *Nosema apis* on the activities and longevity of worker honey bee, *Ann. Appl. Biol.* 40, 418-423.
- Heath, L.A.F., Gaze, B.M., 1987, Carbon dioxide activation of spores of the chalkbrood fungus *Ascospaera apis*, *J. Apicult. Res.* 26 (4), 243-246.
- Higes, M., Martín-Hernández, R., Meana, A., 2010, *Nosema ceranae* in Europe: an emergent type C Nosemosis, *Apidologie*, 41, 375-392.
- Higes, M., Martín-Hernandez, H., Botias, C., Bailon, E.G., Gonzalez-Porto, A.V., Barrios, L., Nozal, M.J.D., Bernal, J.L., Jimenez, J.J., Palencia, P.G., Meana, A., 2008, How natural infection by *Nosema ceranae* causes honeybee colony collapse, *Environmental Microbiology*, 10(10), 2659-2669.
- Higes, M., Garcia-Palencia, P., Martín-Hernández, R., Meana, A., 2007, Experimental infection of *Apis mellifera* honeybees, with the Microsporidia *Nosema ceranae*, *J. Invertebr. Pathol.* 94, 211-217.
- Higes, M., Martin, R., Meana, A., 2006, *Nosema ceranae*, a new microsporidian parasite in honeybees in Europe, *Journal of Invertebrate Pathology*, 92, 93-95.
- Highfield, A.C., El Nagar, A., Mackinder, L.C., Noel, L.M., Hall, M.J., Martin, S.J., Schroeder, D.C., 2009, Deformed wing virus implicated in overwintering honeybee colony losses, *.Appl. Environ. Microbiol.*, 75, 7212-7220.
- Hitchcock, J.D., Stoner, A., Wilson, W.T., Menapace, D.M., 1979, Pathogenicity of *Bacillus pulvifaciens* to honeybee larvae of various ages (Hymenoptera: Apidae), *J. Kansas Entomol. Soc.* 52, 238-246.



- Holst, E.C., 1946, Newer knowledge of American foulbrood, *Glean, Bee Cult.* 74, 138.
- Hornitzky, M., 2005, Nosema disease, Nosema disease literature review and survey of beekeepers, RIRDC Publication 05-005,18.
- Hornitzky, M., 2001, Literature review of chalkbrood-A fungal disease of honeybees, RIRDC Report.
- Hornitzky, M.A.Z., Wilson, S., 1989, A system for the diagnosis of the major bacterial brood diseases, *Journal of Apicultural Research*, 28, 191-195.
- Huang, W.F., Jiang, J.H., Chen, Y.W., Wang, C.H., 2007, A *Nosema ceranae* isolate from the honeybee *Apis mellifera*, *Apidologie*, 38, 1-8.
- Hung, A.C., Evans, J.D., 2000, Molecular phylogenetics and the classification of honey bee viruses, *Archives of Virology*, 145 (10), 2015-2026.
- Hung, A.C., Shimanuki, H., 1999, A scientific note on the detection of Kashmir bee virus in individual honeybees and *Varroa jacobsoni* mites, *Apidologie* 30, 353-354.
- Imdorf, A., Bogdanov, S., Ibáñez Ochoa, R., Calderone, N., 1999, Use of essential oils for the control of *Varroa Jacobsoni* Oud. in honey bee colonies, *Apidologie* 30, 209-228.
- Johansen, A., Mayer, D.F., 1990, Pollinator protection: a bee and pesticide handbook, Cheshire, Wicwas.
- Johnson, R.M., Evans, J.D., Robinson, G.E., Berenbaum, M.R., 2009, Changes in transcript abundance relating to colony collapse disorder in honey bees (*Apis mellifera*), *Proc Natl Acad Sci USA*, 106, 14790-14795.
- Katznelson, H., Jamieson, C.A., 1952, Control of Nosema disease of honeybees with fumagillin, *Science* 115, 70-71.
- Kilani, M., 1999, Nosemosis, CIHEAM Options Méditerranéennes, Série B: Etudes et Recherches, 99–106.
- Klee, J., Besana, A.M., Genersch, E., Gisder, S., Nanetti, A., Tam, D.Q., Chinh, T.X., Puerta, F., Ruzi J.M., Kryger, P., Message, D., Hadjina, F., Korpela, S., Fries, I., Paxton, R.J., 2007, Widespread dispersal of the microsporidian *Nosema ceranae*, an emergent pathogen of the western honey bee, *Apis mellifera*, *Journal of Invertebrate Pathology*, 96, 1-10.
- Klein, A-M, Vaissière, B.E., Cane, J.H., Steffan-Dewenter, I., Cunningham, S.A., Kremen, C., Tscharntke, T., 2007, Importance of pollinators in changing landscapes for world crops, *Proceedings of the Royal Society of London*, B. 274, 303-313.

- Klusser, S., Peduzzi, P., 2007, Global Pollinator Decline: A Literature Review, UNEP/DEWA/GRID-Europe, 11, Ch. Des Anémones 1219 Châtelaine Geneva – Switzerland.
- Koch, R., Gerson, U., 1997, Guanine visualization: a new method for diagnosing tracheal mite infestation of honey bees, *Apidologie*, 28,3–9.
- Kochansky, J.P., Knox, D.A., Feldlaufer, M.F., Pettis, J.S., 2001, Screening alternative antibiotics against oxytetracycline-susceptible and -resistant *Paenibacillus larvae*. *Apidologie* . 32, 215–222.
- Kojima, Y., Yoshiyama, M., Kimura, K., Kadawoki, T., 2011, PCR-based detection of a tracheal mite of the honey bee *Acarapis woodi*, *Journal of Invertebrate Pathology* 108, 135-137 p.
- Korkmaz, A., Öztürk, C., 2003, Arıcılıkta büyük mum güvesi (*Galleria mellonella* L.) ile mücadele yöntemleri, TAYEK/ TÜYAP 2003 Yılı Hayvancılık Grubu Bilgi Alışveriş Toplantısı Bildirileri, 06-08 Mayıs 2003. Menemen-İzmir.
- Kralj, J., Brockmann, A., Fuchs, S., Tautz, J., 2007, The parasitic mite *Varroa destructor* affects non-associative learning in honey bee foragers, *Apis mellifera* L, *Journal of Comparative Physiology A: Neuroethology, Sensory, Neural, and Behavioral Physiology*, 193, 363–370.
- Krebs, J.R., 1979, Coevolution bees and flowers, *Nature*, 278, p689.
- Larsson, R.,1986, Ultrastructure, function and classification of Microsporida, *Prog. Protistol* 1, 325-390.
- Lindstrom, A., 2007, Distribution of *Paenibacillus larvae* Spores Among Adult Honey Bees (*Apis mellifera*) and the Relationship with Clinical Symptoms of American Foulbrood, *Microbial. Ecology*, 1-7.
- Lindström, A., 2006, Distribution and Transmission of American Foulbrood in HoneyBees, Doctoral thesis, Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala,28.
- Liu, T.P., 1990, Ultrastructural changes in the secretion granules of the hyofaringeal glands of the honeybee infected by *Nosema apis* and after treatment with fumagillin, *Tissue Cell* 22, 523-531.
- Lodesani, M., Colombo, M., Spreafico, M., 1995, Ineffectiveness of Apistan treatment against the mite *Varroa jacobsoni* Oud in several districts of Lombardy [Fluvalinate], *Apidologie*, 26, 67-72.
- Maassen, A., 1913, Mitteilungen der Kaiserlichen Biologischen Anstalt für Land und Forstwirtschaft 16, 51–58.
- Maori, E., Lavi, S., Mozes-Koch, R., Gantman, Y., Peretz, Y., Edelbaum, O., Tanne, E., Sela, I., 2007, Isolation and characterization of Israeli acute paralysis virüs, a dicistrovirus affecting honeybees in Israel: Evidence for

- diversity due to intra- and inter-species recombination, *Journal of General Virology*, 88, 3428-3438.
- Maramorosch, K., Shatkin, A., 2007, Honey bee viruses, *Advances in Virus Research*, Academic Press. 33-80.
- Martín-Hernández, R., Meana, A., Prieto, L., Martínez Salvador, A., Garrido-Bailón, E., Higes, M., 2007, Outcome of colonization of *Apis mellifera* by *Nosema ceranae*, *Applied and Environmental Microbiology*, 73, 6331-6338.
- Martin, S.J., 1997, The life and death of Varroa, in *Varroa: Fight the Mite* (Munn, P. & Jones, R., Eds), International Bee Research Association, Cardiff, UK, pp. 3-10.
- Maori E., Lavi S., Mozes-Koch R., Gantman Y., Edelbaum O., Tanne E., Sela I., 2007, Isolation and characterization of IAPV, a dicistrovirus affecting honeybees in Israel: evidence for intra- and inter-species recombination, *J. Gen. Virol.* 88, 3428–3438.
- Maurizio, A., 1934, Über die Kaltbrut (Pericystis-Mykose) der Bienen, *Archiv Bienenkunde* 15, 165-193.
- Mayack, C., Naug, D., 2009, Energetic stress in the honeybee *Apis mellifera* from *Nosema ceranae* infection, *Journal of Invertebrate Pathology*, 100, 185-188.
- Mayo M.A., 2002, A summary of taxonomic changes recently approved by ICTV, *Arch. Virol.* 147, 1655-1663.
- McKee, B.A., Goodman, R.D., Hornitzky, M.A.Z., 2004, The transmission of European foulbrood (*Melissococcus plutonius*) to artificially reared honey bee larvae (*Apis mellifera*), *J. Apicult. Res.* 43, 93-100.
- McKee, B.A., Djordjevic, S.P., Goodman, R.D., Hornitzky, M.A.Z., 2003, The detection of *Melissococcus pluton* in honey bees (*Apis mellifera*) and their products using a hemi-nested PCR, *Apidologie* 34, 19-27.
- McMullan, J.B., 2011, A scientific note: migration of tracheal mites (*Acarapis woodi*) to old winter honey bees, *Apidologie* 42, 577-578.
- McMullan, J.B., Brown, M.J.F., 2005, Brood pupation temperature affects the susceptibility of honeybees (*Apis mellifera*) to infestation by tracheal mites (*Acarapis woodi*), *Apidologie (Celle)* 36, 97-105.
- Mehr, Z., Menapace, D.M., Wilson, W.T., Sackett, R.R., 1976, Studies on the initiation and spread of chalkbrood within an apiary. *Am. Bee J.* 116, 266-268.
- Milani, N., 1999, The resistance of *Varroa jacobsoni* Oud. to acaricides, *Apidologie* 30, 229-234.

- Miyagi, T., 2000, Verification of Oxytetracycline-Resistant American Foulbrood Pathogen *Paenibacillus larvae* in the United States; *Journal of Invertebrate Pathology* [J. Invertebr. Pathol.] 75 (1), 95-96.
- Morgenthaler, O., 1931, An acarine disease experimental apiary in the Bernese lake district and some of the results obtained there, *Bee World* 12, 8-10.
- Morse, R.A., 1997, *Honeybee Pests, Predators and Diseases*, 1-56 pp., Mediwa, A.I. Root Co.
- Morse, R.A., Hooper, T., 1985, *Encyclopedia of Beekeeping*, 180-183 pp., Blandford Press, Link House, U.K.
- Mutinelli, F., Baggio, A., Capolongo, F., Piro, R., Prandin, L., Biasion, L., 1997, A scientific note on oxalic acid by topical application for the control of varroosis, *Apidologie* 28(6), 461-462.
- Nelson, D., Mills, P., Sporns, P., Quraikul, S., Male, D., 1994, Formic acid application methods for the control of honey bee tracheal mites, *Bee Science*, 3(3), 128-134 p.
- Nielsen, S.L., Nicolaisen, M., Kryger, P., 2008, Incidence of acute bee paralysis virus, black queen cell virus, chronic bee paralysis virus, deformed wing virus, Kashmir bee virus and sacbrood virus in honey bees (*Apis mellifera*) in Denmark, *Apidologie* 39, 310-314.
- Nixon, M., 1982, Preliminary world maps of honey bee diseases and parasites, *Bee World* 63, 23-42.
- Nurullahoğlu, Z. Ü., 2006, Besinin *Achroia grisella*' nın Larval Ağırlığına ve Üzerinde Üretilen Parazitoid *Pimpla turionellae*' nın Erginleşmesine Etkileri. *S.Ü. Fen-Edebiyat Fak. Fen Dergisi* 27, 49-54.
- Oğuz, T., 1977, Yurdumuz arılarında tesbit ettiğimiz *Braula Schmitzi* Örösi-Pal (Diptera, Braulidae), *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi* 23 (3-4), 345-351.
- OIE, 2008, *Nosemosis of Honey Bees, Manual of Standards for Diagnostic Tests and Vaccines: Bee Diseases*, OIE, Paris, France.
- OIE, 2004, *World Organisation of Animal Health Reference Laboratory Terrestrial Manual*, American Foulbrood, Chapter 2. 9. 2., 970-978.
- Oldroyd, B., 1999, Coevolution while you wait: *Varroa jacobsoni*, a new parasite of western honeybees, *Trends in Ecology and Evolution* 14, 312-315.
- Olivier, V., Massou, I., Celle, O., Blanchard, P., Schurr, F., Ribière, M., Gauthier, M., 2008, In situ hybridization assays for localization of the chronic bee paralysis virus in the honey bee (*Apis mellifera*) brain, *Journal of Virological methods*, 153, 232-237.

- Olofsson, T.C., Vasquez, A., 2008, Detection and identification of a novel lactic acid bacterial flora within the honey stomach of the honeybee *Apis mellifera*, *Curr. Microbiol.* 57, 356-363.
- Otis, G.W., Scott-Dupree, C.D., 1992, Effects of *Acarapis woodi* on overwintering colonies of honey bees (Hymenoptera: Apidae) in New York. *J. Econ. Entomol.* 85, 40-46.
- Öder, E., 1983, Balarısı Hastalıkları, Atatürk Üniversitesi Basımevi, Erzurum
- Öder, E., 2006, Uygulamalı Arıcılık, Meta Basım Matbaacılık Hizmetleri, Bornova-İzmir.
- Öncüer, C., Benlioğlu, K. 1998, Balarısı Zararlıları, Hastalıkları ve Zehirlenmeleri, Adnan Menderes Üniversitesi Yayınları, no: 3. Aydın.
- Özkırım, A., 2006, Bazı Sentetik Antibiyotikler Ve Bitkisel Yağların Bal Arısı (*Apis Mellifera* L.) Yavru Çürüklüğü Hastalıklarındaki (Amerikan Ve Avrupa YavruÇürüklüğü) Antibakteriyel Etkilerinin Saptanması, Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi, 1-107 Sf.
- Özkırım, A., Keskin, N., 2005a, The culture of *Bacillus* spp. from comb foundation. *Hacettepe Journal of Biology and Chemistry* 34, 37-41.
- Özkırım, A., Keskin, N., 2005b, Tracheal Mite *Acarapis woodi* in the Republic of Turkey, Diagnosis of Honey Bee Diseases Symposium, 19-21 August 2005, Dublin-IRELAND.
- Özkırım, A., 2000, Ankara ili ve çevresindeki bal arılarının (*Apis mellifera* L.) paraziter hastalıklar yönünden incelenmesi, Bilim uzmanlığı tezi, Hacettepe Üniversitesi, 1-109 sf.
- Palacios G., Hui J., Quan P.L., Kalkstein A., Honkavuori K.S., Bussetti A.V., et al., 2008, Genetic analysis of Israel Acute Paralysis Virus: distinct clusters are circulating in the United States, *J. Virol.* 82, 6209–6217.
- Paxton, R.J., Klee, J., Korpela, S., Fries, I., 2007, *Nosema ceranae* has infected *Apis mellifera* in Europe since at least 1998 and may be more virulent than *Nosema apis*, *Apidologie*, 38, 558-565.
- Pettis, J.S., 2004, A scientific note on *Varroa destructor* resistance to coumaphos in the United States. *Apidologie* 35, 91-92.
- Pinnock, D.E., Featherstone, N.E., 1984, Detection and quantification of *Melissococcus pluton* infection in honeybee colonies by means of enzyme-linked immunosorbent assay, *J. Apicult. Res.* 23, 168-170.
- Rademacher, E., Harz, M., 2006, Oxalic acid for the control of varroosis in honey bee colonies – a review, *Apidologie* 37, 98-120.
- Ratia, G., 2012, Possible factors of colony losses; Their synergism and hierarchy within different biotopes and diverse agricultural/beekeeping practices.

- Rennie, J., White, P.B., Harvey, E.J., 1921, Isle of Wight disease in hive bees, The etiology of the disease, *Trans. Roy. Soc. Edinb.* 52, 737-755.
- Reybroeck, W., Daeseleire, E., Brabander, H., Herman, L., 2012, Antimicrobials in beekeeping, *Veterinary Microbiology* 158 (1-2), 1-11 p.
- Ribière, M., Ball, B.V., Aubert, M., 2008, Natural history and geographic distribution of honey bee viruses, in: Aubert, M., Ball, B.V., Fries, I., Moritz, R.F.A., Milani, N., Bernardinelli, I. (Eds.), *Virology and the honey bee*, European Communities, Luxembourg, 15-84p.
- Ritter, W., 1981, Varroa disease of honeybee *Apis mellifera*, *Bee World* 62(4), 141-153.
- Ritter, W., Ruttner, F., 1981, Development of a Varroa infection reservoir in Hesse, *Apidologie* 12(1), 73-75.
- Roetschi, A., Berthoud, H., Kuhn, R., Imdorf, A., 2008, Infection rate based on quantitative real-time PCR of *Melissococcus plutonius*, the causal agent of European foulbrood, in honeybee colonies before and after apiary sanitation. *Apidologie* 39, 362-371.
- Rosenkranz, P., Aumeier, P., Ziegelmann, B., 2010, Biology and control of *Varroa destructor*, *Journal of Invertebrate Pathology* 103, 96-119.
- Runckel, C., Flenniken, M.L., Engel, J.C., Ruby, J.G., Ganem, D., Andino, R., Derisi, J.L., 2011, Temporal analysis of the honey bee microbiome reveals four novel viruses and seasonal prevalence of known viruses, Nosema, and Crithidia, *PLoS One* 6, e20656.
- Sammataro, D., 2006, An Easy Dissection Technique for Find in the Tracheal Mite, *Acarapis woodi* (Rennie) (Acari: Tarsonomidae), in *Honey Bees*, with Video Link, *International Journal of Acarology*, 32, 1–5.
- Sammataro, D., Gerson, U., Needham, G., 2000, Parasitic mites of honey bees: life history, implications, and impact, *Annual Review of Entomology* 45, 519-548.
- Sammataro, D., Avitabile, A., 1998, *The Beekeeper's Handbook*, Cornell University Press.
- Schirach, G.A., 1769. *Histoire des Abeilles*. p. 56 (Chapter 3).
- Shen, M., Yang, X., Cox-Foster, D., Cui, L., 2005, The role of varroa mites in infections of Kashmir bee virus (KBV) and deformed wing virus (DWV) in honey bees, *Virology* 342, 141-149.
- Shimanuki, H.; Knox, D.A., 2000, Diagnosis of honey bee diseases, *Agriculture Handbook (Washington) 2000 No. 690 rev.*, 57.

- Shimanuki, H., 1997, Bacteria. In: Flottum, K. (Ed.), Honey Bee Pests, Predators, and Disease, third ed., 33–54, Medina, Ohio
- Shimanuki, H., Knox, D.A., Furgala, B., Caron, D.M., Williams, J.L., 1993, Diseases and pests of honey bees, The Hive and The Honey Bee, Dadant and Sons, Hamilton, Chapter 25, 1083-1151.
- Shimanuki, H., Knox, D.A., 1991, Diagnosis of Honey Bee Diseases, Agriculture Handbook AH-690, US Department of Agriculture.
- Sina, M., Alastair, G., Farmer, M., Andersen, R., Anderson, O., Barta, J., Bowser, S., Brugerolle, G., Fensome, R., Fredericq, S., James, T., Karpov, S., Kugrens, P., Krug, J., Lane, C., Lewis, L., Lodge, J., Lynn, D., Mann, D., Maccourt, R., Mendoza, L., Moestrup, O., Mozley, S., Nerat, T., Shearer, C., Smirnov, A., Spiegel, F., Taylor, M., 2005, The new higher level classification of Eukaryotes with emphasis on the taxonomy of Protists, Journal of Eukaryotic Microbiology 52, 399-451.
- Spivak, M. and Reuter G. S., 2001, Resistance to American foulbrood disease by honey bee colonies *Apis mellifera* bred for hygienic behaviour, Apidologie 32,555-565 pp.
- Spiltoir, C.F., 1955, Life cycle of *Ascosphaera apis*, Am. J. Bot. 42, 501-518.
- Spivak, M., Reuter, G.S., 2001, Resistance to American foulbrood diseases by honey bee colonies *Apis mellifera* bred for hygienic behavior, Apidologie 32, 555–565
- Stanimirovic, Z., Stevanovic, J., Bajic, V., Radovic, I., 2007, Evaluation of genotoxic effects of fumagillin by cytogenetic tests in vivo, Mutat. Res. 628, 1-10.
- Stevanovic, J., Stanimirovic, Z., Genersch, E., Kovacevic, S.R., Ljubenkovic, J., Radakovic, M., Aleksic, N., 2010, Dominance of *Nosema ceranae* in honey bees in the Balkan countries in the absence of symptoms of colony collapse disorder, Apidologie 42, 49-58.
- Subramanian, R., Hebbar, U.H., Rastogi, N.K., 2007, Processing of honey, A review. Int. J. Food Prop. 10, 127-143.
- Suver, M., 2008, Arıcılık ve organik bal üretimi el kitabı: işletme kurma-pazarlama, Marmara grubu Stratejik ve Sosyal Araştırmalar Vakfı.
- Sumpter, D.J.T., Martin, S.J., 2004, The dynamics of virus epidemics in Varroa-infested honey bee colonies, Journal of Animal Ecology, 73, 51-63.
- Tentcheva D., Gauthier L., Jouve S., Canady-Rochelle L., Dainat B., Cousserans F., et al., 2004, Polymerase chain reaction detection of deformed wing virus (DWV) in *Apis mellifera* and *Varroa destructor*, Apidologie 35, 431-439.
- Thompson, H. M., Waite, R. J., Wilkins, S., Brown, M. A., Bigwood, T., Shaw, M., Ridgway, C., Sharman, M., 2006, Effects of shook swarm and

supplementary feeding on oxytetracycline levels in honey extracted from treated colonies, *Apidologie* 37, 51–57.

- Todd, J., de Miranda, J., Ball, B.V., 2007, Incidence and molecular characterization of viruses found in dying New Zealand honey bee (*Apis mellifera*) colonies infested with *Varroa destructor*, *Apidologie* 38, 354-367.
- Tutkun, E., Boşgelmez, A. 2003. Bal arısı zararlıları ve hastalıkları teşhis ve tedavi yöntemleri. Bizim Büro Basımevi, Ankara.
- Tutkun, E., İnci, A., 1992, Bal Arısı Zararlıları Hastalıkları ve Tedavi Yöntemleri, Demircioğlu Matbaacılık. Ankara.
- Tutkun, E., İnci, A., 1985, Balarılarında Zarar Yapan Arı Akarı (*Varroa jacobsoni* Oudemans)'nın Tanınması, Yayılışı, Biyolojisi ve Mücadelesi. Türkiye Kalkınma Vakfı Entegre Arıcılık Projesi Yayın No. 1, Yenigün Matbaası, Ankara.
- TÜİK, 2011, T.C. Başbakanlık Türkiye İstatistik Kurumu Hayvancılık İstatistikleri Veri Tabanı Raporu, <http://www.tuik.gov.tr/hayvancilikapp/hayvancilik.zul>
- Türkiye Arı Yetiştiricileri Merkez Birliği, 2012, Arıcılık kayıt sistemi, [http://www.tab.org.tr/index.php?option=com\\_docman&task=cat\\_view&gid=29&Itemid=42](http://www.tab.org.tr/index.php?option=com_docman&task=cat_view&gid=29&Itemid=42).
- Uygur, Ö. Ş., Girişgin, A.O., 2008, Bal Arısı Hastalıkları ve Zararlıları, *Uludağ Arıcılık Dergisi* 8 (4), 130-142.
- Villa, J.D., Bustamante, D.M., Dunkley, J.P., Escobar, L.A., 2008, Changes in honey bee (Hymenoptera: Apidae) colony swarming and survival pre- and postarrival of *Varroa destructor* (Mesostigmata: Varroidae) in Louisiana, *Annals of the Entomological Society of America*, 101(5), 867-871.
- Waite, R., Thompson, H., Brown, M., Watkins, M., Bew, M., 2003, Preliminary studies into novel detection methods for honeybee pathogens, XXXVIII Congress Apimondi.
- Wallner, K., 1999, *Varroa* and their residues in bee products, *Apidologie*, 30, 235–248.
- Walton, S., 1996, SOS for British bees, *The Grower*, 26 September 1996, 11 12.
- Wang, D.I., Moeller, F.E., 1969, Histological comparisons of the development of hypopharyngeal glands in healthy and *Nosema*-infected worker honey bees, *J. Invertebr. Pathol.* 14, 135-142.
- Webster, T. C., Pomper, K. W., Hunt, G., Thacker, E. M., Jones, S. C., 2004, *Nosema apis* infection in worker and queen *Apis mellifera*, *Apidologie*, 35, 49-54.



- Weinberg, K.P., G. Madel. 1985. The influence of the mite *Varroa jacobsoni* Oud on the protein concentration and the hemolymph volume of the brood of worker bees and drones of the honey bee *Apis mellifera* L. *Apidologie* 16: 421-435.
- Williams, G.R., Sampson, M.A., Shutler, D., Rogers, R.E.L., 2008, Does Fumagillin control the recently detected invasive parasite *Nosema ceranae* in western honey bees (*Apis mellifera*)?, *Journal of Invertebrate Pathology* 99, 342-344.
- Wilson, W.T., 1971, Resistance to American foulbrood in honey bees XI. Fate of *Bacillus larvae* spores ingested by adults, *J. Invertebr. Pathol.* 17, 247–255.
- Winston, M., 1995, We need alternatives, Pesticide resistance, *Bee Culture* 123 (7), 389-390.
- Wittner, M., Weiss, L.M., 1999, *The Microsporidia and Microsporidiosis*, ASM Press, Washington, U.S.A., 553 p.
- Wood, M., 1998, Microbes help bees battle chalkbrood. *J. Econ. Entomol.* 46 (8), 16-17.
- Yalçinkaya, A., 2008, Hatay ve Adana yöresindeki bal arılarının (*Apis mellifera* L.) mikrobiyal ve paraziter hastalıklar yönünden incelenmesi, Bilim Uzmanlığı Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Hacettepe Üniversitesi, 104 s.
- Yang, X., Cox-Foster, D., 2007, Effects of parasitization by *Varroa destructor* on survivorship and physiological traits of *Apis mellifera* in correlation with viral incidence and microbial challenge, *Parasitology* 134, 405-412.
- Yue, C., Genersch, E., 2005, RT-PCR analysis of Deformed wing virus in honeybees (*Apis mellifera*) and mites (*Varroa destructor*), *J. Gen. Virol.* 86, 3419-3424.
- Zeybek, H., 1991, Arı Hastalıkları ve Zararlıları, Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Hayvan Hastalıkları Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Etlik-Ankara.
- Zhang, Q.S., Ongus, J.R., Boot, W.J., Calls, J., Bonmatin, J.M., Bengsch, E., Peters, D., 2007, Detection and localisation of picorna-like virus particles in tissues of *Varroa destructor*, an ectoparasite of the honey bee, *Apis mellifera*, *J. Invertebr. Pathol.* 96, 97-105.
- Zhou, T., Anderson, D. L.Huang, Z. Y.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, 645–65.

## ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Elif GÜZERİN

Doğum Yeri : İstanbul

Doğum Yılı : 1987

Medeni Hali : Bekar

Eğitim ve Akademik Durumu:

Lise 2001-2005 : Ankara Anadolu Lisesi /ANKARA

Lisans 2005-2010 :Hacettepe Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji  
Bölümü

Yabancı Dil: İngilizce, Almanca

İş Tecrübesi: -