

MUĞLA İLİ BAL ARILARININ (*Apis mellifera* L.) MİKROBİYAL VE PARAZİTER HASTALIKLAR YÖNÜNDEN İNCELENMESİ

Duygu ŞİMŞEK

ÖZ

Bal arıları (*Apis mellifera* L.), bal ve diğer bal arısı ürünlerini üretmelerinin yanında, nektar ve polen toplama sırasında yabancı bitkilerin ve pek çok tarım ürününün polinasyonunu sağlayarak doğada yaşamsal bir rol oynamaktadır. Bal arılarının değerli aktiviteleri, arıcıların bal arısı popülasyonunun sağlığını koruyabilmesi ile mümkündür çünkü, diğer böcek ve çiftlik hayvanlarında olduğu gibi bal arıları da yavru ya da ergin formlarıyla pek çok hastalık ve zararlı ile karşı karşıyadır. En yaygın bal arısı yavru hastalıkları Amerikan Yavru Çürüklüğü, Avrupa Yavru Çürüklüğü, Kireç Hastalığı, Tulumsu Yavru Çürüklüğü ve Taş hastalığıdır. Günümüzdeki başlıca ergin bal arısı hastalıkları ise Varroosis, Acarapiasis, Nosemosis ve Paraliz'dir. Bal arılarını etkileyen hastalıkların pek çoğu sadece sıkıntı vermekle kalmamaktadır; bir kısmı ciddi sorunlara yol açarken, bir kısmı da sadece birey bazında değil ülke çapında ölümcül bir etkiye sahiptir. Ayrıca *Galleria mellonella* gibi pek çok yağmacı ve zararlı da bal arısı kolonilerinde ciddi hasarlara yol açmaktadır. Diğer gelişmekte olan ülkelerdeki gibi, Türkiye'de de arıcılar balın kalitesini artırmak için çaba harcamakta ancak, arıcılığın en temel sorunları olan bal arısı hastalıklarını ve zararlılarını tespit ve kontrol gibi problemlerle sıklıkla karşılaşmaktadırlar.

Bu araştırmada, ilkbahar ve sonbahar arazi çalışmaları süresince Muğla ili ilçelerinden 104 yavrulu petek ve 4360 ergin bal arısı örneği toplanmış ve incelenmiştir. Bu çalışmanın sonuçlarına göre bütün ergin arı örneklerinde Varroosis ve Nosemosis tespit edilmiştir. Buna karşın hiçbir örnekte Acarapiasis ve Paraliz'e rastlanmamıştır. Yavru hastalıkları açısından; Kireç ve Taş hastalıklarına hiçbir örnekte rastlanmazken, neredeyse bütün ilçelerde Yavru Çürüklüğü hastalıkları tespit edilmiştir.

Sonuç olarak, Muğla İlindeki bal arısı hastalıklarının genel tablosu ortaya çıkarılmıştır. Bu tablonun oluşmasında hastalığı tetikleyen özel faktörler, iklimsel koşullar ve arıcıların uygulamalarının büyük bir rolü olduğu düşünölmektedir. Bu araştırmanın, arıcıların hastalıklar konusunda bilinçlenmesiyle, hastalıkların Muğla ili bal arılarının üzerindeki etkisini azaltmakta yardımcı olacağı umulmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Amerikan Yavru üröklüğü, Avrupa Yavru üröklüğü, Kireç Hastalığı, Tulumsu Yavru üröklüğü, Taş Hastalığı, Varroasis, Akarapiasis, Nosemosis , Paraliz, *Galleria mellonella*, *Apis mellifera* L., Muğla/Türkiye

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

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

Duygu ŞİMŞEK

ABSTRACT

Honey bees (*Apis mellifera* L.) play a vital role in the environment by pollinating both wild flowers and many agricultural crops as they forage for nectar and pollen, in addition to producing honey and other honey bee products. The essential and valuable activities of bees depend upon beekeepers maintaining a healthy population of honey bees, because like other insects and livestock, honey bees with both forms (brood and adult) are subject to many diseases and pests. Most common brood diseases are American foulbrood, European foulbrood, Chalkbrood, Sacbrood and Stonebrood. Recently the major diseases are those of the adult; Varroasiase, Acarapiasis, Nosemose and Paralyse. Most diseases that effect honey bees are little more than a nuisance, some are serious and a few are lethal not only to the individual bees but to the whole country. In addition, like *Galleria mellonella*, lots of predators and pests cause serious damage in honeybee colonies. Like in other developing countries, in Turkey beekeepers are trying to improve the quality of their honey products but they frequently encounter the main obstacle in apiculture; detecting and controlling of diseases and pests of honey bees.

In this research, 104 honey bee brood comb and 4360 adult honey bee were collected from the towns of Muğla during the spring and autumn field works, have been surveyed. According to the results of this study Varroasiase and Nosemose were determined in every adult bee sample. However, Acarapiasis and Paralyse were not seen in any sample. As for brood diseases, foulbrood diseases detected almost in every town of the city while Chalkbrood and Stonebrood diseases were not seen in any sample.

In conclusion, general view of the honey bee diseases in Muğla was demonstrated. It is thought that, specific factors that induce diseases, climatic conditions and beekeepers' applications have a big role in this formation. It is hoped that this research help to diminish the impact of disease in honey bees of Muğla by upgrading the consciousness of beekeepers.

Key Words: American foulbrood, European foulbrood, Chalkbrood, Sacbrood, Stonebrood, Varroasiase, Acarapiasis, Nosemose, Paralyse, *Galleria mellonella*, *Apis mellifera* L., Muğla/Turkey

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

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın belirlenmesi ve uygulanmasında desteğini ve yardımlarını esirgemeyen danışmanım, Prof. Dr. Nevin KESKİN'e saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Lisans eğitimim süresince danışmanım olarak önerileri ve paylaşımları ile desteğini hissettiğim, arıcılık dünyası ile tanışmama ve bu yolda ilerlememe vesile olan sevgili hocam Dr. Aslı ÖZKIRIM'a tüm kalbimle teşekkür ederim.

Tezimin arazi çalışmalarını birlikte yürüttüğümüz Muğla İli Arı Yetiştiricileri Birliği'ne destekleri için teşekkürlerimi sunarım.

Laboratuvar çalışmalarımda yardımlarını esirgemeyen, güler yüzleri ve enerjileri ile her zaman desteklerini hissettiğim çok sevgili arkadaşlarım, özel çalışma öğrencilerimiz Deniz ULUTÜRK ve Eda ÖNCÜL'e tüm kalbimle teşekkür ederim.

Deneylerim süresince birlikte çalıştığımız, Otoklav Odası sorumlusu Tekn. Vedat MUTLU'ya, biyokimyasal deneylerin yapımında yardımlarını ve desteğini esirgemeyen Tekn. Ümit CAN'a içtenlikle teşekkürlerimi sunarım.

Deney sonuçlarımın fotoğraf çekimlerinde sabırla ve titizlikle yardımcı olan sevgili arkadaşım Arş. Gör. Edibe ÖZMEN'e teşekkürü bir borç bilirim.

Çalışmalarımın istatistiksel olarak değerlendirmesini büyük bir titizlikle ve sabırla yapan Öğretim Görevlisi Dr. Serpil AKTAŞ'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Yüksek lisans eğitimim süresince aynı laboratuvarda çalıştığım, birlikte yol aldığım, sevgili arkadaşım Aygün YALÇINKAYA'ya güler yüzü ve arkadaşlığı ile verdiği destek için içtenlikle teşekkür ederim.

Çalışmalarım süresince her gün güler yüzleri ve yakınlıkları ile moral desteği veren sevgili arkadaşlarım Ayşegül Elif (Savcı) YORULMAZ'a, Başak ÖZ'e, İpek BAZMAN'a, İpek EKMEN'e ve Seçil KARAHİSAR'a çok teşekkür ederim.

Arazi çalışmalarım süresince ilgisiyle enerjimi yüksek tutan sevgili anneannem Semiha ALTUNBAŞ' a tüm kalbimle teşekkür ederim.

Gecesiyle gündüzüyle bu günlere gelmemde sonsuz emekleri olan sevgili aileme teşekkürü bir borç bilirim. Tez yazım çalışmalarım sırasındaki özverili davranışları için biricik kardeşim Elif ŞİMŞEK'e; gece geç vakitlere kadar süren laboratuvar çalışmalarımda yanımda olan ve her türlü yardıma hazır olduğunu hissettiren sevgili babam Ali ŞİMŞEK'e; hayatımın her döneminde olduğu gibi karşılaştığım tüm sorunlarda en büyük desteğim, fikirleriyle yoluma ışık tutan, ilgisiyle moral veren sevgili annem Yasemin ŞİMŞEK'e tüm kalbimle teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

| | <u>Sayfa</u> |
|---|--------------|
| ÖZ..... | I |
| ABSTRACT..... | III |
| TEŞEKKÜR..... | V |
| İÇİNDEKİLER DİZİNİ..... | VII |
| ŞEKİLLER DİZİNİ..... | VIII |
| ŞİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ..... | IX |
| ÇİZELGELER DİZİNİ..... | X |
| 1. GİRİŞ..... | 1 |
| 2. GENEL BİLGİLER..... | 4 |
| 2.1. Bal Arısı Yavru Hastalıkları..... | 7 |
| 2.1.1. Amerikan Yavru Çürüklüğü..... | 8 |
| 2.1.2. Avrupa Yavru Çürüklüğü..... | 13 |
| 2.1.4. Kireç Hastalığı..... | 18 |
| 2.1.3. Tulumsu Yavru Çürüklüğü..... | 23 |
| 2.1.5. Taş Hastalığı..... | 25 |
| 2.2. Bal Arısı Ergin Hastalıkları..... | 27 |
| 2.2.1. Varroasis..... | 27 |
| 2.2.2. Acarapiasis..... | 33 |
| 2.2.3. Nosemosis..... | 40 |
| 2.2.4. Paraliz..... | 46 |
| 2.3. Bal Arısı Zararlıları..... | 49 |
| 2.3.1. Büyük Balmumu Güvesi..... | 49 |
| 2.3.2. Küçük Balmumu Güvesi..... | 51 |
| 2.3.3. Arı Biti..... | 51 |
| 2.3.4. Yakı Böceği..... | 52 |
| 2.3.5. Diğer Zararlılar..... | 52 |
| 3. MATERYAL-METOD..... | 54 |
| 3.1. Örneklerin Toplanması..... | 54 |
| 3.2. Yavru Hastalıklarının Teşhisi..... | 56 |
| 3.2.1. Kullanılan Besiyerleri..... | 56 |
| 3.2.2. Biyokimyasal Testler..... | 57 |
| 3.3. Ergin Hastalıklarının Teşhisi..... | 58 |
| 3.3.1. Vücut Yüzeyinin İncelenmesi..... | 58 |
| 3.3.2. Toraksın İncelenmesi..... | 59 |
| 3.3.3. Guanin Tespiti..... | 59 |
| 3.3.4. Abdomenin İncelenmesi..... | 60 |
| 4. BULGULAR..... | 61 |
| 4.1. Yavru Hastalıkları Araştırması Sonuçları..... | 61 |
| 4.1.1. Besiyerlerindeki Mikrobiyal Üreme Sonuçları..... | 61 |
| 4.1.2. Biyokimyasal Test Sonuçları..... | 61 |
| 4.1.3. Gram Boyama Yöntemi Sonuçları..... | 62 |
| 4.2. Ergin Hastalıkları Araştırma Sonuçları..... | 67 |
| 5. TARTIŞMA..... | 75 |
| KAYNAKLAR..... | 99 |
| ÖZGEÇMİŞ..... | 100 |

ŞEKİLLER DİZİNİ

| | <u>Sayfa</u> |
|---|--------------|
| Şekil 2.1. <i>Paenibacillus larvae</i> ' nin vejetatif, sporovejetatif ve spor formları..... | 8 |
| Şekil 2.2. AFB enfeksiyonu sonucu larvanın görünümü | 10 |
| Şekil 2.3. EFB enfeksiyonunu takiben ortama yerleşebilen bakterilerin vejetatif veya spor formları..... | 15 |
| Şekil 2.4. Kireç hastalığı sonucu ölmüş bal arısı larvalarının görünümü..... | 19 |
| Şekil 2.5. Tulumsu Yavru Çürüklüğü enfeksiyonuna yakalanmış larvaların görünümü..... | 23 |
| Şekil 2.6. <i>Varroa destructor</i> ' in yaşam döngüsü..... | 30 |
| Şekil 2.7. <i>Acarapis woodi</i> erginleri..... | 34 |
| Şekil 2.8. <i>Acarapis woodi</i> ' nin yaşam döngüsü..... | 35 |
| Şekil 2.9. <i>Nosema apis</i> ' in yaşam döngüsü..... | 42 |
| Şekil 2.10. <i>Galleria mellonella</i> yerleştikten sonra kullanılamaz hale gelmiş bir petek..... | 50 |
| Şekil 3.1. Muğla il haritası..... | 55 |
| Şekil 4.1. <i>Paenibacillus larvae</i> ' nin sporovejetatif formu..... | 64 |
| Şekil 4.2. <i>Paenibacillus alvei</i> ' nin sporovejetatif formu..... | 64 |
| Şekil 4.3. Yavru çürüklüğü hastalıklarının Sonbahar mevsiminde ilçelere göre yüzde dağılımları..... | 65 |
| Şekil 4.4. Yavru çürüklüğü hastalıklarının İlkbahar mevsiminde ilçelere göre yüzde dağılımları..... | 66 |
| Şekil 4.5. Yavru hastalıklarının mevsimlere göre yüzde dağılımları..... | 67 |
| Şekil 4.6. <i>Varroa destructor</i> elektron mikroskobisi..... | 68 |
| Şekil 4.7. Bal arısı trakesinden bir kesit..... | 68 |
| Şekil 4.8. Neubauer lamı üzerindeki <i>Nosema apis</i> sporları..... | 69 |

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

| | |
|------------------|--|
| ABPV | Akut Arı Paralizi Virüsü |
| AFB | Amerikan Yavru Çürüklüğü |
| BQCV | Siyah Kraliçe Petek Gözü Virüsü |
| CBPV | Kronik Arı Felci Virüsü |
| DWV | Deforme Kanat Virüsü |
| EFB | Avrupa Yavru Çürüklüğü |
| ELISA | Enzyme-linked Immunosorbent Assay (Enzim bağlı immünosorbent esey) |
| ETO | Etilen oksit |
| HBTM | Bal Arısı Trake Akarı |
| KBV | Kaşmir Arı Virüsü |
| LT ₅₀ | Larvaların % 50' sinin ölmesi için gerekli doz |
| OTC | Oksitetrasiklin |
| PCR | Polymerase chain reaction (Polimeraz zincir reaksiyonu) |
| PDA | Potato Dextrose Agar |
| RT-PCR | Reverse Transcription –Polymerase Chain Reaction (Ters transkripsyon- polimeraz zincir reaksiyonu) |
| SBV | Tulumsu Yavru Çürüklüğü Virüsü |

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

| | |
|---|----|
| Çizelge 4.1. Biyokimyasal test sonuçları..... | 63 |
| Çizelge 4.2. Kovan başına ortalama Nosema apis sporu değerleri..... | 70 |
| Çizelge 4.3. Kovan başına ortalama Nosema apis sporu değerleri..... | 71 |
| Çizelge 4.4. Kovan başına düşen ortalama Nosema apis sporu sayısı..... | 72 |
| Çizelge 4.5. Nosema apis yoğunluğu açısından ilçelerin karşılaştırılması..... | 72 |
| Çizelge 4.6. Nosema apis yoğunluğu açısından ilçelerin mevsimlere göre karşılaştırılması..... | 73 |
| Çizelge 4.7. Nosema apis yoğunluğu açısından mevsimlerin karşılaştırılması.... | 73 |
| Çizelge 4.8. Yavru hastalıklarının mevsimlere göre yüzde (%) dağılımı..... | 74 |
| Çizelge 4.9. Ergin hastalıklarının mevsimlere göre yüzde (%) dağılımı..... | 74 |

1. GİRİŞ

Bal arıları ve insanlar arasındaki ilişki binlerce yıl öncesine dayanmaktadır. Başta bal olmak üzere, arı ürünleri tarih boyunca insanlar için önemli kaynaklar arasında yer almıştır. Arı hastalıkları da, o zamanlardan beri önemli bir sorun olarak karşımıza çıkmaktadır. Uzun zamandır tüm dünyada üzerinde önemle durulan ve geniş kapsamlı araştırmalar yapılan arı hastalıkları konusunda son yıllarda ülkemizde de gerek sağlık taramaları, bilimsel araştırmalar, gerekse arıcılarımızın bilinçlendirilmesi gibi konularda ciddi çalışmalar yürütülmektedir. Bu bağlamda yapılan en büyük adım “Türkiye Arı Yetiştiricileri Birliği” nin kurulmasıdır. Birliğin faaliyetleri sayesinde başta bal olmak üzere, arı sütü, arı zehiri, bal mumu, polen, propolis gibi arı ürünlerinin daha bilinçli ve sağlıklı koşullarda üretilmesi, üretimin ve dünya pazarındaki payın da artırılması konusunda arıcılarımız geçmiş yıllara oranla daha bilinçli çalışmaktadırlar.

Ülkemiz; coğrafik özellikleri, bunun getirdiği iklim çeşitliliği ve topografik yapısı sayesinde zengin bir bitki örtüsüne sahiptir. Narenciye ve badem gibi yaygın meyve türleri; ayçiçeği ve pamuk gibi endüstriyel bitkileri, yaygın çayır-mera ve yem bitkileri ve bakliyat sahaları, bal verimi yüksek; akasya, ıhlamur, iğde, kestane, okaliptüs gibi ağaçları ve koşnilli çam ormanları sebebiyle arıcılık için gerekli olan doğal kaynaklar yönünden son derece şanslı bir ülkedir (Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü, 2005). Ancak bu sektörün de bal ve diğer arı ürünlerinin kalitesini etkileyen bazı sorunları bulunmakta olduğundan dünya piyasasında hak ettiği yere gelememiştir.

Dünyanın en çok kovan varlığına (6.5 milyon) sahip ve bal üreten (211 bin ton) ülkesi olan Çin’ de kovan başına ortalama bal üretimi 33 kg iken; kovan varlığı bakımından ikinci sırada (4.2 milyon) yer alan ülkemizde ortalama bal üretimi 16 kg kadardır. Dünya bal üretiminde %5,7’lik pay ile dördüncü sırada yer alan ülkemiz, diğer arı ürünlerinin üretiminde de yeterli değildir (Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı, Strateji Geliştirme Başkanlığı, 2006). Tüm bu yetersizliklere neden olan problemlerin başında da arı hastalıkları gelmektedir (Shimanuki and Knox, 2000). Ülkemizde ve dünyada arı sağlığı ve hastalıklarıyla mücadele konusundaki sorunlar, canlı organizmalarla

çalışmanın verdiği zorluklar ve dinamik bir sistem olması nedeniyle çözülebilmiş değildir. Amerika'daki "Bee Research Laboratory", İngiltere'deki "Apiculture and Social Insects Laboratory", Çin'deki "Institute of Apicultural Research", Japonya'daki "Honeybee Research Centre" gibi dünyanın çeşitli bölgelerinde sadece bu konu ile ilgili araştırmalar yapan büyük araştırma birimleri bulunmaktadır. Ülkemizde ise benzer kapasitede bir birimin olmamasının yanısıra, arıcılık yapılan tüm bölgelerin sağlık taramasından geçmesi sonucu oluşturulmuş bir arı hastalıkları haritası da bulunmamaktadır. Dolayısı ile farklı çevresel koşullara sahip olan bölgelerimizde hangi dönemlerde, hangi hastalıkların ne yoğunlukta görüldüğünü belirten çalışmalar yoktur. Gezginci arıcılığın da yoğun olması, arı hastalıklarının ve parazitlerinin ülkemizde hızla yayılmasına neden olmaktadır. Hastalık etkenleri, farklı yörelerde iklimsel koşulların da değişmesi sebebiyle farklı bir yayılım sergilemektedirler. Bu da hem gezginci arıcılar hem de gittikleri yörenin yerleşik arıcıları açısından tehlikeyi artırmaktadır. Oysa illere göre oluşturulmuş bir arı hastalıkları haritası bu soruna büyük ölçüde çözüm getirecektir.

Muğla ili, iklim koşulları nedeniyle yılın 9 ayı arıcılık yapmak için elverişlidir. Ülkemizdeki arılı kovan sayısının % 17'si, bal üretiminin % 30'u ve ihraç edilen balın % 80–85'i Muğla ili tarafından karşılanmaktadır. 334 köyde 5800 aile 950 bin kovanla arıcılık yapmaktadır. Muğla Arı Yetiştiricileri Birliğinin 3300 üyesi ve bu üyelere ait 553924 kovan bulunmaktadır. Muğla'da bal üretimi uzun yıllar ortalaması 20–25 bin ton/yıl arasındadır. Bölgede balın yanısıra arısütü, bal mumu, polen, propolis gibi yan ürünlerin üretimi ve ana arı yetiştiriciliği de yapılmaktadır. Sahip olduğu koşnilli kızılçam ormanları ile de Muğla ülke arıcılığında önemli bir yere sahiptir. Türkiye çam balı üretiminin % 75–80'i Muğla'daki kızılçam ormanlarından karşılanmaktadır. Ülkemizin ihraç ettiği balın % 90–95'i çam balıdır. Bu balın da % 80–85'i Muğla'daki kızılçam ormanlarından karşılanmaktadır. Çam balı üretim dönemlerinde, diğer illerdeki arıcılar da çam balı üretmek amacıyla yöreye gelmektedir. Ayrıca, Muğlalı arıcılar gezginci (göçer) arıcılık yapmakta; Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarında ülkemizin yüksek yaylalarına çıkarak yayla balı üretmektedirler (Muğla İli Arı Yetiştiricileri Birliği, 2007).

Yapılan bu çalışmada ülkemiz arıcılığında oldukça önemli bir yere sahip olan Muğla ilinde arıcılarla bire bir konuşularak bölge arıcılığının hastalıklar konusunda yıllar içinde süregelen şikâyetleri öğrenilmiş, arıcılara arı hastalıkları konusunda bilgiler verilmiş, arazi çalışmasıyla toplanan örneklerin incelenmesi sonucu bölgedeki arı hastalıkları ve düzeyleri tespit edilmiştir. Bu çalışmanın hastalıklarla mücadelede, dolayısıyla arı sağlığını korumada ve başta bal olmak üzere arı ürünlerinin üretimini arttırmaya fayda sağlayacağı umulmaktadır.

2. GENEL BİLGİLER

Apis mellifera, *Hymenoptera* (Zar kanatlılar) ordosu, *Apidae* familyası, *Apis* cinsine dahil olan, 1758 yılında Carolus Linnaeus tarafından adlandırılmış bir böcektir. Literatür anlamı “bal taşıyan arı”dır. Daha tanımlayıcı bir ad olan *Apis mellifica*, yani “bal yapan arı”, 1761 yılında önerilmiş fakat bilimsel otoriteler tarafından daha önce verilen ismin kullanımına karar verilmiştir. Buna karşın, ender de olsa literatürde *Apis mellifica*’ya da rastlanmaktadır (Ericson et al., 1999).

Fosil şeklinde bulunan ilk bal arısına 40 milyon yıl önce Eosen devrinde rastlanmıştır (Koning, 1994). Bu, *Homo erectus*’un oluşumundan daha önceki bir devre denk gelmektedir (Rightmire, 1993). En eski kayıtlar olan mağaralardaki oymalar ve resimlerde, insanlar ve arılar arasındaki ilişkiye dair bilgiler mevcuttur (Swart, 2003). Primitif insanların yabani bal arılarının bal ve peteklerini tek tatlı kaynağı olarak toplamaları 7000 yıl öncesine kadar dayanmaktadır (Ericson et al., 1999). İnsanların yabani bal arılarının peteklerini topladıklarına dair tartışılmaz en eski kanıt 8000–2000 yıl öncesine işaret eden Doğu İspanya’daki kaya resimleridir. Ancak 30,000–9000 yıl öncesine işaret eden bazı resimler de tartışma konusudur (Swart, 2003).

2400 yıl öncesine dayanan Mısır’daki çizimlerin işaret ettiğine göre; arıların kovanlar içine alındığı arıcılık, muhtemelen diğer tarımsal metotlarla birlikte gelişmiştir. Bu arıcılar bal arısı hastalıklarını bilmeseler de, bal arısı zararlılarına ve predatörlerine karşı kovanların girişlerini kapatmışlardır (Crane, 1983).

Bal arılarının vücudu baş, toraks ve abdomen olmak üzere üç kısımdan meydana gelmiştir. Baş kısmında bir çift bileşik göz, 3 adet nokta göz, bir çift anten ve ağız parçaları bulunmaktadır. Kanatlar (2 çift) ve bacaklar (3 çift) toraksa bağlıdır. Arka bacakları polen ve propolis toplamak için özelleşmiştir. Abdomen 7 görünür segmentten oluşmaktadır ancak; işçi arılarda bir ucu zehir bezine bağlı olan ve kendilerini savunmak için kullandıkları iğnelerinin bulunduğu, erkek arılarda ve kraliçede ise üreme organlarının bulunduğu son bir segment daha vardır (Koning,

1994; Winston, 1991). Nokta gözlerin görevi diurnal aktiviteyi düzenlemek ve yön bulmak için ışığın şiddetini algılamaktır. İki bileşik göz ise ışığı algılama görevini yerine getirmektedir. Her biri yaklaşık 6900 altıgen fasetten oluşmaktadır. Bu fasetlerin her biri gelen ışık dalgalarını algılar ve fasetler; ışığın polarizasyonunu, şekilleri, renkleri ve başın dönüşünü algılamak üzere gruplara ayrılmışlardır. Ayrıca bileşik gözler, fasetlerin üzerinde bulunan tüy şeklindeki sensörleri ile hava akımını da algılamaktadır. Bu tüylerin eksikliğinde işçi arılar, rüzgârlı havalarda, uçuş sırasında rüzgârın hızını eşitleyemedikleri için yön bulma yeteneklerini kaybetmektedirler (Winston, 1991). Bal arıları kırmızı rengi algılayamazlar ancak, insanların göremedikleri UV ışınlarına karşı oldukça hassastırlar (Morse and Hooper, 1985).

Diğer özellikleri ise uçuş kasları fizyolojileri, öğrenme yetenekleri, hafızaları, dansları, kimyasal iletişim sistemleri ve üreme sistemleridir. Besinlerini stoklayabilmeleri ve hava akımı meydana getirip suyu buharlaştırarak soğutma, balı metabolize ederek ısı üretme (dakikada arı başına 1 kalori) ve salkım meydana getirerek bu ısıyı koruma gibi yuvalarının ısısını ayarlayabilme özellikleri, tropik bölgelerden subtropik bölgelere kadar yayılmalarını mümkün kılmıştır. Diğer böceklerden farklı olarak salkım meydana getirmeleri kışı atlatabilmeleri için önemlidir. Merkezi sinir sistemlerindeki plastisite özelliklerinden dolayı öğrenme ve hatırlama yetenekleri gelişmiştir. Uzaklık, mesafe, koku, dokunma ve tat gibi algıları öğrenebilirler. Bal arılarının baş, toraks ve abdomenleri üzerinde dağılmış olan pek çok özelleşmiş algı reseptörleri vardır. Baş kısmında görme, koku, tat ve dokunma reseptörleri vardır, ayrıca bacaklarında da tat ve dokunmaya özelleşmiş reseptörler bulunmaktadır. Toraksta uçuş, yürüme ve ses çıkarmaya yarayan gelişmiş kaslar vardır. Altıgen petek gözlerini inşa edebilmeleri de bacaklarındaki sensörlerle sağlanmaktadır. Abdomende ise bal mumu bezi ile birlikte sindirim, taşıma ve üreme organları bulunmaktadır. Sinir ve solunum sistemleri vücut boyunca uzanmaktadır. Bal arıları sert bir dış iskelet ile kaplı oldukları için, özelleşmiş dış algı alanlarının varlığı önemlidir. Çok sayıda dış algı reseptörü, merkezi sinir sistemini vücudun iç düzeni kadar dış çevre hakkında da haberdar etmektedir. Bal arıları kendi aralarında fonetik ve kinetik bir dil ile haberleşmektedir. Çıkarılan seslerin tonal kalitesinden anlaşıldığı kadarıyla, yaklaşık 14 tonda ses çıkarabilmektedirler.

Bilinen en iyi iletişim sistemleri ise nektar kaynakları hakkında bilgi edinmelerini sağlayan dans dilleridir. Bu bilgiler kaynağın uzaklık, yön, kalite ve miktarını içermektedir. Arılar ayrıca kovana getirdikleri ürünlerdeki aroma ve tatlarla veya sahip oldukları 31 çeşit feromonla (kimyasal bileşik) da iletişim kurmaktadır. Bal arılarının olağandışı besinsel gereksinimleri yoktur; sadece karbonhidratları, yağları, proteinleri, mineralleri, vitaminleri ve suyu içeren sınırlandırılmış bir diyetleri vardır. İşçi, kraliçe (ana) ve erkek arıların diyetleri farklıdır. Yumurta ve larvalar üzerinden kannibalizm, yiyecek eksikliğinde koloninin yaşamsal besinleri sağlama yoludur (Ericson et al., 1999).

Apis mellifera, *Drosophila* ve *Anopheles* cinsleri ile birlikte en çok incelenen böcekler arasındadır. Bal arıları sosyal canlılardır. Jenerasyonların çakışmasıyla birlikte, tek yıllık, yavru bakımında da yardımlaşan böceklerdir. Koloni içinde üreyebilen tek dişi kraliçedir. İşçiler, kolonideki her bireyin besin ihtiyacını sağlayan, üreme yetenekleri olmayan dişilerdir ve kovan içindeki sayıları 40,000–60,000 arasındadır. Erkek arılar haploittir ve dişi ile çiftleşmek dışında hiçbir görevleri yoktur. Dolayısı ile koloninin çoğalmasından kraliçe ve erkek arılar sorumludur. Ancak, oğul verme denilen olay ile koloni düzeyinde vejetatif üreme de mümkündür (Lindström, 2006) .

Bal arıları bal ve bal mumu üretimlerinin yanı sıra, nektar ve polen uçuşları esnasında, hem yabani bitkiler hem de tarımsal ürünlerin polinasyonu ile doğada yaşamsal bir rol oynamaktadırlar. Bal arılarının bu temel ve değerli aktiviteleri arıcıların sağlıklı popülasyonlar yetiştirebilmesine dayanmaktadır (FAO, 2006). Bütün yaşamsal organizmalar gibi bal arıları da; akarları, protozoonları, fungusları, virüsleri ve bakterileri içeren çok sayıda parazit ve patojene karşı hassastır (Calderone, 2005).

Bal arısı kolonilerinde, arıların birbirleri ile sıkça temas halinde olmaları ve trofilaksis (ağız yolu ile yiyecek paylaşımı) nedeniyle, koloni içinde patojen bir organizma varsa, büyük bir kolaylıkla yayılmaktadır (Sanford, 2003). Arıcılığın gelişmesi ile birlikte kolonilerin yerleşimi birbirine daha yakın bir hale gelmiştir. Bu da, yakın arılıklar arasındaki etkileşimle beraber hastalıkların yayılımını artırmıştır.

Bal arılarını hastalıklardan korumanın en iyi yolu; bilinçli, hastalıkları ve etkenlerini çok iyi tanıyan, tedavi yollarını bilen bir arıcının bakımudur. Bu nedenle arıcılar, hastalıkların kontrolü ve tedavisinde en büyük görevi üstlenmektedirler (Morse and Hooper, 1985).

Türkiye Cumhuriyeti'nin kuruluşundan sonraki yıllarda, bal arısı hastalık ve zararlılarına ait bilimsel içerikli kayıtlar yok denecek kadar azdır. O yıllarda hastalıkların etmenleri hakkında teşhis yapabilecek teknik eleman veya araştırmacılar yetiştirilemediği için sorunlar çözümsüz kalmıştır. Ziraat Vekâleti'nin 1931 yılında kurulmasından sonra, yurt çapında arıcılık çalışmaları organize edilmeye başlanmış ve tarım sayımı yapılarak gerçek koloni varlığımız tespit edilmiştir. Bu sayıma göre; 1937 yılında 45,000 modern, 1.088.000 adet yerli tip kovan olduğu belirlenmiştir. Ziraat Vekâleti tarafından "Türkiye Arıcılığı" hakkında ilk kapsamlı araştırma, 1942 yılında ülke genelinde yapılan bir anket çalışması, doküman toplanması ve tetkik gezilerinden sonra gerçekleştirilmiştir. Böylece günümüzden 60–70 yıl öncesine ait arıcılığımızın teknik ve pratik yöntemleri ile arı hastalıklarına ilişkin konular hakkında çok değerli verilere ulaşma şansı elde edilmiştir (Tutkun ve Boşgelmez, 2003).

2.1. Bal Arısı Yavru Hastalıkları

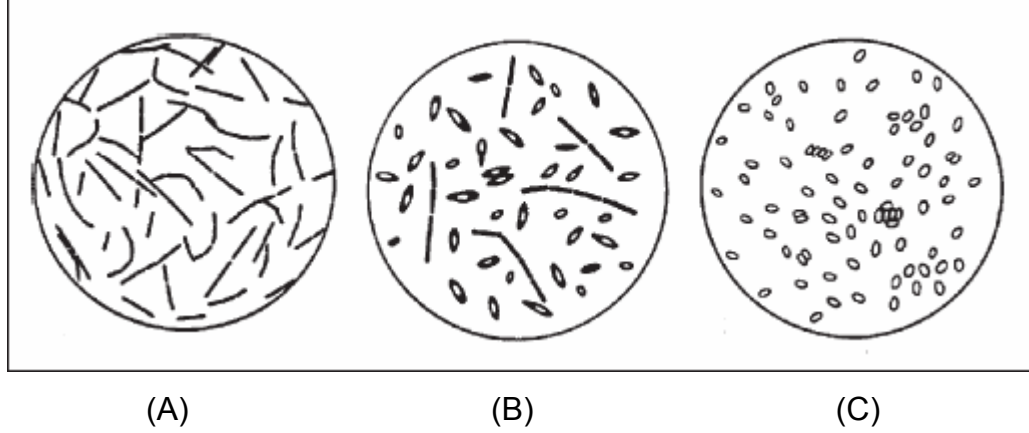
Bal arıları yavru ve ergin olmak üzere iki forma sahiptir. Hastalıklar da genellikle bu iki yaşam formundan birisine özgüdür. Yavru hastalıkları Amerikan Yavru Çürüklüğü (AFB) ve Avrupa Yavru Çürüklüğü (EFB), Kireç Hastalığı, Tulumsu Yavru Çürüklüğü ve Taş Hastalığı' dır (Sanford, 2003).

2.1.1. Amerikan Yavru Çürüklüğü

Amerikan Yavru Çürüklüğü, bal arısı *Apis mellifera*' nın larvasını etkileyen ciddi bir hastalıktır. Etkeni, ısıya ve kimyasal maddelere karşı oldukça dirençli spor oluşturan *Paenibacillus larvae larvae* olup; basil şeklinde gram pozitif bir bakteridir (Antúnez et al., 2004).

Hastalığın Amerikan Yavru Çürüklüğü olarak adlandırılmasının nedeni, Amerika'dan köken alması değil, etken ajanın Amerikalı bir bilim adamı tarafından tanımlanmasıdır (Lindström, 2006).

Etken organizma, ilk olarak 1906 yılında White tarafından *Bacillus larvae* olarak adlandırılmış, ardından 1950 yılında *Bacillus pulvifaciens* adı önerilmiştir (Katznelson, 1950). 1993 yılında ise *Paenibacillus* cinsine dahil edilmiştir (Ash et al., 1993).



Şekil 2.1. *Paenibacillus larvae*' nin vejetatif, sporovejetatif ve spor formları (Shimanuki and Knox, 2000).

Paenibacillus larvae 2.5–5 μm boyunda, 0.5–0.8 μm eninde bir bakteridir (Bailey and Ball, 1991). Spor formu ise 1.3 μm x 0.6 μm boyutlarındadır (Lindström, 2006) (Şekil 2.1). Karbol fuksin ile sporların duvarları kırmızımsı mor renkte boyanmaktadır ve spor merkezleri şeffaftır (Shimanuki and Knox, 2000).

Parazit, sadece *Apis* cinsine dahil arıların larvalarını enfekte etmektedir (Ash et al., 1993). Yaklaşık 24 saatlik bir larvada enfeksiyonun başlaması için 10 sporun larvaya bulaşmış olması yeterli olmaktadır (Brødsgaard et al., 1998). Daha ileriki dönemlerde ise enfeksiyon olabilmesi için çok daha fazla sayıda sporun bulunması gerekmektedir (Lindström, 2006). *Paenibacillus larvae*' nin farklı suşları arasında da enfektif doz açısından büyük çeşitlilik vardır ve bazı suşların enfeksiyon oluşturması için çok fazla miktarda spor bulunması gerekmektedir (Genersch et al., 2005).

Hastalık spor formu ile bulaşmakta olup, larvalar sporları besinleri vasıtasıyla almaktadır. Sporlar, sindirim sistemine girdikten yaklaşık bir gün sonra orta bağırsak lümeninde (pH: 6.6) çimlenmeye başlamaktadır. Vejetatif formdaki bakteri sayısının hızla çoğalmasını takiben, bu bakteriler peritrofik zara göç edip orta bağırsak epiteline tutunmaktadır. Epitel hücrelerine fagositik yolla giren bakterilerin bir kısmı fagositik vakuollerde yok edilse de büyük bir kısmı yaşamaya devam etmektedir. İstila ettikleri hücrenin lizisinin ardından, bakteriler larvanın hemosölüne geçip, burada hemolenf içinde hızla çoğalmakta ve sonrasında sporülasyona geçmektedirler. Larva sistemik bakteriyemi nedeniyle prepupa evresinde ölmektedir (Alippi, 1999).

Sporların etkisi genellikle prepupanın gelişimi sırasında gözlenebilir düzeye ulaşmaktadır ancak, bu safhada yavru gözler balmumu ile kapatılmış olduğundan gerek bal arılarının, gerekse arıcıların fark edip önlem alması gecikmektedir (Spivak and Reuter, 2001; Lindström, 2006). Ancak, yapılan son çalışmalarda LT_{50} (larvaların %50'sinin ölmesi için gerekli süre) düzeyinin çeşitlilik gösterdiği ve bazı bakteri suşlarının, yavru gözler kapatılmadan önceki evrelerde larvaların çoğunu öldürdüğü gözlemlenmiştir (Genersch et al., 2005). Böylece kapatılmamış gözlerdeki ölü ya da hasta olan larvaların tespit edilip koloniden atılmaları daha kolay olacak ve küçük boyuttaki larva daha az sayıda bakteri sporuna konaklık edebilecektir. Bu durumda, tek bir birey için en virülant suşların, koloni düzeyinde en az virülant olması gibi bir paradoks ortaya çıkmaktadır (Lindström, 2006).

Hastalığın ilerleyen safhalarında kapalı yavru gözlerin tipik bir görünümü vardır. Sağlıklı kolonilerdeki peteklerde katı ve sıkı bir yavru göz dizilimi görülmektedir. Peteğin merkezinden dışına doğru bütün gözlerde yumurta, larva ya da pupa bulunmaktadır. Bütün yavru gözlerin kapakları tek renkte ve konveks yapıdadırlar. Hastalıklı kolonilerde ise yavru göz kapakları tuzluk-biberlik gibi delikli ya da lekeli, renkleri koyulaşmış ve konkav bir yapıya sahiptir. Sağlıklı kolonilerde henüz tamamen kapatılmamış olan yavru gözlerde de delikli bir görünüm vardır ancak, bu delik merkezdedir ve düz hatları vardır. Hastalığın ilerleyen safhalarında larva kötü bir koku eşliğinde yapışkan ve sünen bir hal almaktadır (Şekil 2.2). Bazı peteklerde, larva ya da pupa, yavru gözün tabanında kurumuş halde bulunabilmektedir (Shimanuki and Knox, 2000).



Şekil 2.2. AFB enfeksiyonu sonucu larvanın görünümü

Kovan temizliğinden sorumlu arılar, bakteriler vejetatif formdayken, yani henüz hemosöl içinde sporülasyona başlamadıkları ve larvanın hala hayatta olduğu evrelerde, hastalıklı yavru gözlerin kapaklarını açıp larvayı çıkarıp atmaktadır (Spivak and Reuter, 2001).

Ölü larvanın temizlenemediği durumlarda, bir süre sonra larva kuruyup siyah bir kabuk halini almaktadır. Bu kalıntı hücrenin tabanına yapışmaktadır ve yavru gözün

duvarlarını tahrip etmeden onu oradan temizlemek neredeyse mümkün değildir (Lindström, 2006). Bu ölü larval kalıntıların her biri yaklaşık 2,5 milyar spor içermektedir. Bu sporların 70 yıl kadar uzun bir süre yaşayabildikleri rapor edilmiştir (Shimanuki and Knox, 1994).

Genç larvalar (36–48 günlük) AFB' ye karşı duyarlıdır fakat gün geçtikçe gelişimleriyle beraber dirençleri de artmaktadır. Son zamanlarda, bal arısı larvalarında bulunan bir bileşiğin *P. larvae*' nin gelişimini inhibe ettiği ve bu inhibisyonun etkisinin larvanın gelişimiyle birlikte arttığı düşünülmektedir (Wedenig et al., 2003). Arı sütünden elde edilen bir peptit fraksiyonunun da *P. larvae*' ye karşı inhibisyon etkisinin olduğu tespit edilmiştir (Bilikova et al., 2001).

Ergin arılar da sporları taşıyabilir ancak, asla enfekte olmazlar. Hastalığa karşı dirençli olmalarını, proventriküler kapakçıkların yapısının sağladığı düşünülmektedir (Spivak and Reuter, 2001; Lindström, 2006). Bu durumda herhangi bir klinik belirti göstermeksizin, kolonilerdeki ergin bireylerde patojen organizmanın bulunması mümkündür. Bu da sporların koloni içinde ve koloniler arasındaki yayılımını kolaylaştırmaktadır (Fries et al., 2005).

AFB' yi diğer bal arısı hastalıklarından ayıran bir özelliği de, diğer hastalıklar öncelikle vertikal olarak yayılırken, AFB' nin horizontal bir yayılım göstermesidir (Fries and Camazine, 2001). Horizontal bulaşım aynı neslin bireyleri içindeki bulaşımı, yani bal arısı kolonilerindeki koloniler arası bulaşımı ifade etmektedir. Vertikal bulaşım ise farklı nesiller arasındaki bulaşımı ifade etmekte ve bal arısı kolonilerinde de hastalığın kovan içinde bir sonraki nesle aktarımını belirtmektedir (Ewald, 1994; Fries and Camazine, 2001). Vertikal bulaşım konağın üremesine bağlı olduğu için, horizontal bulaşımın virülansının daha yüksek olduğu düşünülmektedir (Ewald, 1994).

Hastalığın tanısı şüpheli peteklerden alınan örneklerin laboratuvar ortamında kültürasyonu ile yapılmaktadır. Elde edilen kültürler üzerinde mikroskopik ve biyokimyasal testler uygulanılarak kesin teşhis konulmaktadır (Shimanuki and Knox,

2000). Son yıllarda PCR yöntemi ile de bal ve kovan materyalleri içinde kalan *P. larvae* sporlarının tespiti yapılabilmektedir. Böylece patojenik düzeyin altındaki konsantrasyonlarda da teşhis mümkün olmaktadır (Lauro et al., 2003).

AFB dünya çapında yaygın olan ve beş kıtada da pek çok bölgeden vakaların rapor edildiği bir hastalıktır (Antúnez et al., 2004). Ülkemizde yapılan çalışmalarda ülke çapında hızla yayılmakta olduğu görülmüştür (Kaftanoğlu, 1998; Özkırım, 2006).

Hastalığın, bal arısı popülasyonunu ve bal üretimini azaltmak gibi arıcılık sektörüne zarar veren ciddi etkileri vardır (Antúnez et al., 2004). Ayrıca, etken organizmanın sporlarının doğada uzun süre hayatta kalabilmesi nedeniyle, savaşılmaya zor bir hastalıktır (Fries et al., 2005).

Hastalıkla savaşta antibiyotik uygulaması, silkme, yakarak imha etme gibi çeşitli yöntemler kullanılmaktadır (Lindström, 2006). Antibiyotik uygulaması balda ve diğer arı ürünlerinde kalıntı bırakması nedeniyle Avrupa Birliği'nce yasaklanmıştır fakat Amerika' da hala kullanılan bir yöntemdir. Bununla birlikte her geçen gün arıların antibiyotiklere karşı direnci artmakta ve yeni antibiyotik arayışına gidilmektedir (Miyagi et al., 2000; Bogdanov, 2006). Silkme metodu ise yüzyıllardır kullanılan bir yöntemdir. Ergin arıların hastalık etkeni ile bulaşık olan kovan materyallerinden silkilerek ayrılması ve temiz bir kovana yerleştirilmelerine dayanır. Böylece bulaşım döngüsünün kırıldığı düşünülmektedir. Pek çok vakada bu yöntemin işe yaradığı rapor edilmişse de, pek çoğunda da hastalığın yeniden ortaya çıktığı belirtilmiştir (Del Hoyo et al., 2001; Hornitzky and White, 2001). Herhangi bir ilaç kullanımının yasak olduğu bölgelerde enfekte arıların kontamine ekipman ile birlikte yakılarak imhası da kullanılan bir diğer yöntemdir (Lindström, 2006).

Koloni düzeyinde AFB' ye karşı dirençte en önemli mekanizma, ergin bal arılarının enfekte larvalara karşı hijyen davranışlarıdır. İşçi arıların hızlı bir tespitle enfekte gözleri açıp, enfekte larvaları kovana dışına çıkarmaları oldukça önemlidir (Spivak and Reuter, 2001).

Balda kalıntı problemi ve patojen bakterilerin ilaçlara karşı dirençlerinin gittikçe artması nedeniyle son yıllarda tüm dünyada alternatif çözüm yolları aranmaktadır. Bu amaçla Kanada’ da yürütülen bir araştırmada, hem kalıntı bırakmayan hem de tedavide etkili olan “Hazar eriyiği” denilen bir madde elde edilmiştir. Bu madde arı sütü, feromon ve bazı doğal bileşenler içermekte olup, arı sütü üretimini arttırmak, arıların hijyen davranışını düzenlemek ve bağışıklık sistemlerini güçlendirmek yoluyla etki etmektedir (Yeganehrad et al., 2007a).

2.1.2. Avrupa Yavru Çürüklüğü

Avrupa Yavru Çürüklüğü, etkeni *Melissococcus pluton* (White) olan, bal arısının ciddi bir bakteriyel hastalığıdır. Hastalık bal arısı yavrularını etkilemekte ve koloni kayıplarına kadar varan ciddi vakalara neden olmaktadır (Waite et al., 2003).

Hastalık ilk kez 1885 yılında Cheshire ve Cheyne tarafından tespit edilmiş, etkeninin *Bacillus alvei* olduğu belirtilmiştir. Ancak, White bu bilginin yanlış olduğunu iddia etmiş, ardından hastalık etkenini *Bacillus pluton* olarak tanımlamıştır. 1956’ da Bailey, bazı morfolojik özellikleri nedeniyle bakterinin sınıflandırmasında bir değişiklik yaparak *Streptococcus pluton* olarak adlandırmış, 1982 yılında ise Bailey ve Colins yeni bir sınıflandırma yaparak EFB etkenine *Melissococcus pluton* adını vermişlerdir (Alippi, 1999).

M. pluton kısa, spor formu olmayan bir bakteridir. 0.5–0.7 x 0.1 µm boyutlarındadır ve mikroskop altında tek başına, çift ya da toplu halde gözlenebilmektedir. Karbol fuksin ile koyu mor boyanmaktadır (Shimanuki and Knox, 2000).

Hastalık, besinler vasıtasıyla bulaşmaktadır. Sindirim sistemine giren bakteri, orta bağırsakta hızla çoğalmakta ve larvanın besinine ortak olmaktadır. Larva henüz 2–3 günlükken ve hastalığın belirtileri ortaya çıkmadan önceki dönemde, bakteriler peritrofik zar ile besinlerin arasında kalan bölgeye yerleşmektedirler. Larva 5 günlük olduğunda orta bağırsağı besin artıkları ve bakterilerle dolu bir hal almaktadır. Daha

sonra, bakteriler peritrofik zarı parçalayıp bağırsak epiteline geçmektedirler. *Melissococcus pluton* larvanın besinini tükettiği için, larvanın besin gereksinimi karşılanmaz ve larva gelişemez. Dolayısı ile işçi arılar bu belirti ile larvaları tespit edip, kovan dışına atar. Bu bakımdan güçlü kolonilerde hastalığın erken teşhisi ve hafif atlatılması mümkündür (Alippi, 1999). Ancak beslenmenin yetersiz olduğu durumlarda tüm besin bakteri tarafından tüketildiğinden larva açlık nedeni ile ölmektedir (Waite et al., 2002).

Enfekte larvanın rengi erken safhalarda parlak beyazdan mat beyaza, daha sonra ise açık kahveye ve en sonunda koyu kahveye dönüşmektedir. Larvanın dokusu git gide yumuşamakta ve sonunda larva tortu halinde kurumaktadır (Goodman et al., 2002).

İşçi arı sayısının larva sayısına oranla yüksek olduğu kolonilerde, larvaların iyi beslenmesiyle ergin evreye ulaşmaları sağlanabilmektedir. Ancak bu durumda larval çıkartılarla yavru göz duvarlarına ve arının üzerine bulaşan bakteri de kovandaki varlığını sürdürmektedir (Bailey and Ball 1991; Waite et al., 2003).

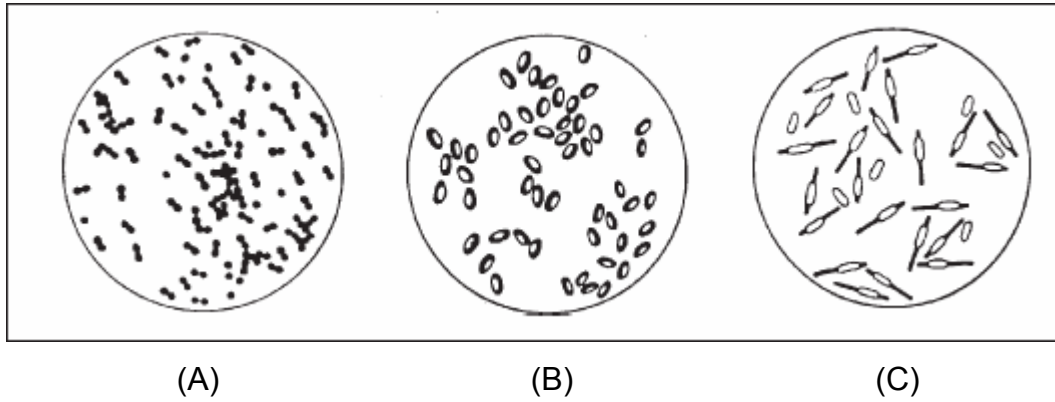
İşçi arılar, yavruları pH' sı 4.0 olan asidik bir besinle beslemektedirler. Buradaki amaç larvanın enzimlerinin çalışabilmesini sağlamaktır. Larvanın bağırsağındaki pH değişimi *M. pluton* üremesi üzerine de etki etmektedir. Toprak yapısı, pH ve nem gibi faktörler polenlerin pH' sını etkilemektedir ve bu da larva bağırsağındaki pH' ya etki ederek *M. pluton* üremesini kolaylaştırabilmektedir. Bağırsak pH' sının yükselmesi, bakterinin üremesi için ortamı daha ideal bir hale getirmektedir. (Goodman et al., 2002). Aynı şekilde bileşimleri ve pH' larının etkisiyle ya da antimikrobiyal aktiviteleriyle bazı polenlerin EFB oranını etkilediği söylenebilir (Wardall, 1982; Shimanuki et al., 1992b).

Hastalığın en çok gözleendiği zaman erken ilkbahardır. Çünkü *M. pluton* daha önceki evrelerde yeterli beslenme nedeniyle kovan içinde sessiz bir seyir izleyebilmektedir. Nektar uçuşları başladığıdaysa, ergin arıların bir kısmının kovan dışında görevli olması nedeniyle larvalar yeterince beslenememekte ve hastalık kendini belli

etmektedir. Üstelik larvalar ergin arılar tarafından tespit edilip kovana dışına atılmadan ölmektedirler (Alippi, 1999; Goodman et al., 2002).

Yetersiz beslenmenin bal arılarında stresi artırdığı ve bu durumda kolonilerin EFB gibi bazı hastalıklara karşı duyarlı hale geldiği belirtilmiştir (Herbert and Shimanuki, 1982; Hornitzky, 1990).

EFB hastalığında etken organizma dışında bazı bakterileri de görmek mümkündür. Hastalıkla ilişkili olan bu bakteriler *Paenibacillus alvei*, *Brevibacillus laterosporus*, *Enterococcus faecalis*, *Bacterium eurydice* ve *Paenibacillus apiarius*'tur (Şekil 2.3.). Bu bakteriler, ölü larva üzerinde üreyen ikincil saprofitlerdir (Waite et al., 2002).



Şekil 2.3. EFB enfeksiyonunu takiben ortama yerleşebilen bakterilerin vejetatif veya spor formları (A: *Enterococcus faecalis*, B: *Bacillus laterosporus*, C: *Paenibacillus alvei*) (Shimanuki and Knox, 2000)

Paenibacillus alvei, EFB enfeksiyonlarının hemen hepsinde ikincil saprofit olarak görülmektedir. Sporları $0.8 \times 1.8-2.2 \mu\text{m}$ çapındadır. Vejetatif formu ise $0.5-0.8 \mu\text{m}$ genişliğinde, $2.0-5.0 \mu\text{m}$ boyundadır. *P. alvei* sporları da *P. larvei*' de olduğu gibi kümeler halinde bulunabilmektedirler. Sporangiyumlarının sporlarına iliştirilmiş gibi bir görünümüleri vardır. Kültürasyonda ise Nutrient Agar üzerinde hızla üremekte ve üreme sırasında ekşimsi bir koku yaymaktadırlar (Shimanuki and Knox, 2000).

Brevibacillus laterosporus, sporu 1.0–1.3 x 1.2–1.5 µm çapında, vejetatif formu ise 0.5–0.8 x 2.0–5.0 µm boyutlarında olan bir bakteridir. Teşhisinde, sporun bir yanını ve iki ucunu kaplayan kano şeklindeki parasporal yapısından faydalanılmaktadır. Nutrient Agar üzerinde yavaş bir üreme gözlenmektedir. Kültürü mat ve opak bir görünüme sahiptir. Agar yüzeyi nemli olduğunda hızla yayılmaktadır. Ölü larvalar üzerinde sık rastlanan bakterilerden değildir (Shimanuki and Knox, 2000; Russenova and Parvanov; 2005).

Enterococcus faecalis 0.5–1.0 µm çapında oval bir yapıya sahiptir. Genellikle çift ya da kısa zincir halinde bulunmaktadır. Larva, öze ile çekildiğinde sünmesine neden olabilmektedir. Nutrient Agar besiyerinde 1 gün içinde üremektedir. Kolonilerinin boyutu genellikle 2 mm'den küçük olup, konveks yapıda ve sınırları keskindir (Shimanuki and Knox, 2000).

Bacterium eurydice için standart bir tanımlama yapılamamıştır. İnce, gram negatif, hareketsiz, 0.2–0.4 x 0.8–2.8 µm boyutlarında, spor formu olmayan bir bakteridir. Tekli ya da ikili halde bulunmaktadır. Ergin arıların sindirim sisteminde de yaşamakta fakat, sağlıklı yavrularda nadiren gözlemlenmektedir. Genellikle EFB enfeksiyonu ile birlikte görülmektedir (Russenova and Parvanov; 2005).

Paenibacillus apiarius EFB ile ilişkisi tam olarak belirlenememiş gram pozitif bir bakteridir. 0.6–0.8 µm çapındadır ve uçlarda daralmaktadır. Tipik bir yapısı olan kabarık, kalın, dikdörtgensel spor kılıfı, teşhisi için önemlidir. Sabouraud Dextrose ile kültürasyonu yapılabilmektedir (Shimanuki and Knox, 2000).

EFB'nin koloniler arasındaki yayılımı AFB' deki gibidir. Sağlıklı koloniler, enfekte kolonilerden yağma yaptıkları sırada ya da arıcının kontamine ekipmanları vasıtasıyla hastalık etkenini almaktadır. Koloni içinde ise işçi arıların besleme sırasında etkeni bulaştırmalarıyla veya yavru gözdeki bakterilerin bir sonraki yavru dönemine kadar hayatta kalmasıyla da enfeksiyon yayılabilmektedir (Alippi, 1999).

İkincil saprofit bakteriler hastalığının klinik tablosunu etkilemektedir (FAO, 2006) ve *M. pluton*' un tespiti oldukça zordur (Goodman et al., 2004).

Hastalığın ilerleyen safhalarında *P. alvei* üremesi nedeni ile AFB' deki gibi larvada kahverengi bir görünüm oluşmakta ve larva iplik gibi sünmektedir. Bu da iki hastalığın karıştırılmasına neden olmaktadır (Özkırım, 2006).

EFB, kolonilerin zayıflaması ve ürünlerin azalması nedeniyle arıcılık sektörüne önemli zararlar veren bir hastalıktır. Dünya üzerinde hemen hemen her bölgede görülmektedir ancak, en çok görüldüğü yerler Kuzey ve Güney Amerika, Avrupa, Japonya, Avustralya, Hindistan ve Güney Afrika'dır (Russenova and Parvanov; 2005). Resmi kaynaklara göre 1952 yılından bu yana hastalığın ülkemizdeki pek çok yörede de bulunduğu belirtilmektedir (Tutkun ve Boşgelmez, 2003). Son yıllarda Edirne'de (Yılmaz, 1999); Trakya bölgesinde (Sıralı, 1993); Güney Marmara bölgesinde (Aydın ve ark., 2003); Karadeniz bölgesinde (Yaşar ve ark., 2002); Ankara'da (Özkırım ve Keskin, 2002), Elazığ'da (Şimşek ve Özcan, 2001) ve Hatay yöresinde (Şahinler ve Gül, 2005) yapılan çalışmalarda yavru çürüklüğü vakaları rapor edilmiştir.

Hastalığın teşhisinde mikroskopik incelemeler (Hornitzky and Wilson, 1989), enfekte larvanın ya da balın inkübasyonu (Hornitzky and Smith, 1998), elektron mikroskopisi (Alippi, 1991), ELISA (Enzyme-linked immunosorbent assay) testi (Pinnock and Featherstone, 1984) ve PCR (Polymerase chain reaction) (Govan et al., 1998) yöntemlerinden faydalanılmaktadır.

Hastalığın tedavisinde, enfeksiyon düzeyi düşükse, kraliçe arının yenilenmesi yoluna gidilmektedir. Böylece koloniye yeni genetik materyal de katılmaktadır (Erickson et al., 1999).

OTC (oksitetrasiklin) ve eritromisin gibi antibiyotikler, tedavi amacıyla kullanılabilir (Thompson and Brown, 2001; Waite et al., 2003). Ancak, uzun yıllar AFB' ye karşı da kullanılmış olan bakteriyostatik antibiyotiklerden OTC' ye karşı

bakteriler tarafından direnç oluşturulduğu için günümüzde eritromisin tercih edilmeye başlanmıştır (Kochansky, 2000; Waite et al., 2003). Bununla birlikte ülkemizde Avrupa Birliği uyum süreci çerçevesinde, EFB için antibiyotik kullanımı yasaklanmıştır (T.C. Arıcılık Yönetmeliği, 2006).

2.2.3. Kireç Hastalığı

Kireç, etkeni *Ascosphaera apis* (Maassen ex Claussen) olan ve bal arısı yavrularında görülen fungal bir hastalıktır (FAO, 2006; James and Skinner, 2005). *Apis mellifera* larvalarında kistik mikozise neden olmaktadır (Chorbiński, 2004).

Ascosphaera apis heterotallik bir organizmadır ve farklı cinsten bir miselle temas ettiğinde, askokarp denilen, koyu kahve-yeşil karışımı renkte spor keseleri oluşturmaktadır. Spor keseleri 47–140 µm, kese içindeki askosporlar 9–19 µm çapında ve içlerindeki her bir spor ise 3.0–4.0 x 1.4–2.0 µm boyutlarındadır (Shimanuki and Knox, 2000).

Hastalık Kuzey Amerika, Asya, Avrupa ve Avustralya' da yaygındır (James, 2007). Hastalık etkeni *A. apis* Türkiye' de ilk kez 1988 yılında görülmüştür, iki yıl içerisinde kontamine olmuş balmumu aracılığı ile ülkeye bir bastan diğer başa kadar hızlı bir şekilde yayılmıştır. Ülke arıcılığının en önemli problemlerinden biri olmuş ve bu konuda 1986–1993 yılları arasında yoğun çalışmalar yapılmıştır (Yeninar, 1992; Kaftanoğlu, et al. 1992, 1995, 1997; Şahinler et al., 2003). Ayrıca, son yıllarda Ankara' da (Özkırım, 2000), Hatay' da (Şahinler ve Gül, 2005), Karadeniz (Yaşar ve ark., 2002) ve Güney Marmara (Aydın ve ark., 2003) bölgelerinde yapılan çalışmalarda da kireç hastalığı tespit edilmiştir.

Enfeksiyon genellikle 3–4 günlük larvalarda meydana gelmektedir. Larvalar sporları besin ya da vücut yüzeyinden temas yoluyla almaktadır (FAO, 2006). Kraliçe, erkek ve işçi arıların tümü enfeksiyondan etkilenmektedir (Witte, 2000). Beşinci dönem larvası ve ilk birkaç saatteki pupa daha hassastır (Flores et al., 2005).

Sporlar larvanın bağırsak lümeninde, muhtemelen dokulardaki CO₂' in etkisi ile aktive olup çimlenmeye başlamakta ve hifler de burada oluşmaktadır (Hornitzky, 2001). Enfeksiyonun ikinci gününün sonunda hifler peritrofik zar yüzeyinde görülebilmektedir. Bu aşamada sağlıklı ve enfekte larvaların orta bağırsak epitel hücrelerinde herhangi bir farklılık yoktur. Üçüncü günün sonunda hifler bağırsak duvarına penetre olmakta ve buradan da larvanın hemosölüne geçmektedir. Bu sırada orta bağırsak epitel hücrelerinde granül sayısında artış ve çekirdeğin büyümesi gibi değişiklikler görülmektedir. Dördüncü günün sonunda ise hifler, trofositlerde şekil bozukluklarına ve ayrışmalara neden oldukları yağ dokusuna yerleşmektedir. Enfeksiyon ilerledikçe larvanın tüm vücuduna yayılabilen hifler sadece trake dokusuna zarar verememektedirler. Larvanın bütün iç organlarında kolonize olduktan sonra, hifler kütikül dokusuna göç etmekte ve tüm vücut yüzeyini beyaz bir misel ile kaplamaktadır. *Ascospaera apis* kitinaz enzimine sahip değildir fakat yüksek oranda N-asetil-β glikozaminidaz içeren bir enzim sayesinde larvanın vücut bariyerlerini kırabilmekte ve bu enzim kitinaz aktivitesini de yerine getirmektedir (Chorbiński, 2004).



Şekil 2.4. Kireç hastalığı sonucu ölmüş bal arısı larvalarının görünümü

(http://photo.bees.net/gallery/photos/chalkbrood/chalkbrood_spore.sized.jpg)

Ascospaera apis vücut yüzeyinde hifler oluşturmaya başladıktan yaklaşık 6 gün sonra karakteristik fruktifikasyon oluşumu gözlemlenmektedir. Enfekte larva tüylü ve pamuğumsu bir miselle çevrilidir. Eğer bu miseller tek tip hiften (“+” ya da “-”) oluşuyorsa larva sert, büzüşmüş, beyaz ve kirecimsi bir görünüm almakta olup, bu görünüm hastalığa adını vermektedir. Hem “+” (dişi) hem de “-” (erkek) hifler larva

üzerinde bulunuyorsa, spor kisti oluşumu gözlemlenmekte ve bu durumda larvanın rengi beyaz üzerinde siyah alacalı ya da tamamen siyah olmaktadır (Flores et al., 2004; Shimanuki and Knox, 2000) (Şekil 2.4.).

Hastalığın erken safhalarında ölü larvalar yavru gözlerin şekline uygun biçimde şişkin bir görünüm almakta, ancak ileriki safhalarda kurumaları nedeniyle yavru göz duvarından ayrılmaktadır. Yavru göz kapaklarında hastalık nedeni ile herhangi bir değişim gözlemlenmemektedir. Ölü larvaları tespit etmek için işçi arıların kapakları açmaları gerekmektedir. Pek çok enfeksiyonda, petek sallanacak olursa, ölü larvaların tıkırtısı duyulmaktadır. Bazı vakalarda belirtiler arasında hoş olmayan bir koku da olabilmektedir (Witte, 2000).

A. apis için en uygun üreme sıcaklığı 30°C olduğundan, enfeksiyon daha çok üşümüş larvalarda gözlemlenmektedir. Kovan içi ısıyı ayarlamak için yeterli sayıda ergin arının bulunmadığı durumlarda, yavru gözlerin kapatılmasını takiben, ilk birkaç saat içinde yavruların üşümesi sıkça gerçekleşmektedir. Bu da genellikle erken ilkbahar dönemine denk gelmektedir (Hornitzky, 2001). Ancak, sıcaklığın tek faktör olmadığı, nemin de enfeksiyonun oluşması üzerinde sıcaklık kadar etkili bir faktör olduğu saptanmıştır (Flores et al., 1996).

Hastalığın çevre koşullarından bir ya da daha fazlasının olumsuz değişikliğinde ortaya çıkabilmesi, kirecin strese bağlı bir hastalık olduğunu göstermektedir (Yakobson et al., 2003).

Kireç hastalığı nedeniyle ölen larvaların üzerinde yaklaşık 10^8 – 10^9 *A. apis* sporu bulunmaktadır (Hornitzky, 2001). İşçi arıların ölü larvaları kovan dışına atmaları sırasında bu sporlar işçi arılara ve kovan içine bulaşmaktadır. Bal ve polen gibi arı ürünlerinin de bulaşık hale gelmesi nedeniyle, beslenme yolu ile sağlıklı larvaların da enfekte olması kolaylaşmaktadır (Chorbiński, 2004). Ölü larvaların işçi arılar tarafından kovan dışına atılmasının gecikmesi durumunda, kovan içindeki hava sirkülasyonu ile de sporlar yayılabilmektedir (FAO, 2006). Koloniler arasında bulaşım,

yağmacı arılar ve nektar uçuşları vasıtasıyla kontamine çiçekler üzerinden gerçekleşmektedir (Witte, 2000).

Fungusun, *A. apis major*, *A. apis minor* ve *A. apis alvei* olmak üzere 3 alt türü bulunmaktadır (Tutkun ve İnci, 1992). Farklı alt türlerin varlığı ve de “+” ya da “-“ misellerden sadece birinin koloni içinde bulunması, hastalığın yayılımını sınırlayan faktörlerdir (Hornitzky, 2001).

Pek çok sayıda enfekte larvanın olduğu kovanlarda, kovan girişinde ya da kovanın tabanında ölü larvaları görmek mümkündür. Petekleri katı bir yüzeye hafifçe vurma yoluyla da ölü larvaların dökülmesi sağlanabilmektedir (Shimanuki and Knox, 2000).

Ascosphaera apis' in Avrupa Yavru Çürüklüğü Hastalığı' nı engellediği ve *A. apis*' ten elde edilen yağlardan “laurik asit” ve “linoleik asit” in yüksek oranda antimikrobiyal aktivite gösterdikleri rapor edilmiştir (Shimanuki and Feldlaufer, 1998).

Bal arılarında kireç hastalığı etkeni olmasının yanısıra, *A. apis* insanlar için de alerjik sinüzit, rinit ya da astıma neden olan ciddi bir alerjendir (Rudeschko et al., 2004).

Hastalığın kesin teşhisi, ölü larvaların klasik (mikroskopik) ve moleküler teknikler (PCR) kullanılarak laboratuvar taramasından geçmesi ile konulmaktadır (Hornitzky and Anderson, 2001; Murray et al., 2005).

Trikloroizosiyanürik asit (Tanaka et al., 1984), propiyonik asit buharı (Kajikawa and Nakane, 1986) ve klotrimazol (Glinski and Chmielewski, 1996) uygulamalarının hastalığı kontrol altına aldığı rapor edilmiştir.

Ülkemizde ise 1990–1992 yılları arasında yapılan çalışmalarda “Ascospidin” isimli bir antibiyotik hastalığı % 82 oranında tedavi ettiği saptanmıştır. Ayrıca, iki organik asit karışımından oluşan “Kirecidin” toz preparatı ilaçlı tedavi için 1998 yılında ruhsat almıştır (Tutkun ve Boşgelmez, 2003).

Kontamine balın 65°C' de 8 saat ya da 70°C'de 2 saat süreyle su banyosunda tutulmasıyla içindeki sporların yok olduğu rapor edilmiştir (Anderson et al., 1997). Kovan materyallerinin ve ürünlerin sterilizasyonunda gama radyasyonu (Katznelson and Robb, 1962; Davis and Ward, 2003) ve etilen oksit fumigasyonu (Gochnauer and Margetts, 1980) etkili olmaktadır. Metil bromid uygulamasının da efektif olduğu ancak, kovan materyallerinde ve tahta aksamda kalıntı bıraktığı belirtilmiştir (Faucon et al., 1982).

Paenibacillus larvae, *Ascosphaera apis* ve *Paenibacillus alvei* üzerinde yapılan bir çalışmada tarçın yağının *A. apis* sporlarını tamamen yok ettiği saptanmıştır (Calderone et al., 1994).

Günümüze değin kireç hastalığı üzerinde etkili pek çok kimyasal madde bulunmuş ancak, bal arısı ürünlerinde kalıntı bırakmayan ve bal arıları üzerinde zararı olmayan bir kimyasal bulunamamıştır (Hornitzky, 2001; FAO, 2006). Bu nedenle hastalığı kontrol altına almanın en iyi yolu, yayılımını önlemek ve sağlıklı kolonilerin hastalığa yakalanmasını kolaylaştıran çevresel koşullardan kaçınmaktır (Flores et al., 2004). İşçi arı popülasyonunu yüksek tutma, kovani havalandırma ve nem oluşumunu önleme hastalığa karşı koloni direncini arttırmaktadır. Erken evrelerde genç işçi arı eklemek, şeker şurubu ile takviye besleme yapmak ta fayda sağlamaktadır (FAO, 2006).

Son yıllarda hastalıkla biyolojik yöntemlerle mücadele edilmesi yolunda araştırmalara yönelen bilim adamları bazı bakterilerin varlığında *A. apis*' in yaşayamadığını göstermişlerdir. Bu bakteriler *Bacillus cereus*, *Bacillus circulans*, *Bacillus megaterium*, *Bacillus pumilus*, *Bacillus subtilis* ve *Paenibacillus alvei*' dir (Reynaldi, 2004).

Yapılan son çalışmalarda, bal arılarının bağırsaklarında bulunan *Bacillus* spp., *Pseudomonas* spp., *Gluconobacter* spp. ve bazı enterik bakterilerin de *A. apis*' in üremesini engelleyici etkiye sahip oldukları belirtilmiştir (Khan et al., 2007).

Avustralya’da, topraktan izole edilen *Pseudomonas* spp. AN5 suşunun, ürettiği “D-gluconic acid” in *A. apis* üzerinde etkili bir antifungal madde olduğu tespit edilmiştir. Etken madde doğal şartlarda bal içinde %1 oranında bulunduğu için, kalıntı sorununa yol açmamaktadır (Nayudu et al., 2007).

Hastalığa dirençli koloniler yetiştirmek amacıyla 1990’ lardan beri çeşitli çalışmalar yürütülmektedir (Oldroyd, 1996; Yeganehrad et al., 2007b).

2.1.4. Tulumsu Yavru Çürüklüğü

Tulumsu Yavru Çürüklüğü (SBV), viral bir bal arısı yavru hastalığıdır (Sanford, 2003).

Hastalık ilk kez 1913 yılında White tarafından tespit edilmiş ancak, uzun yıllar taksonomide bir sınıfa dahil edilememiştir. 1964 yılında “picornalike” grubuna yerleştirilmiştir. Amerika Birleşik Devletleri, Avrupa, Güney Afrika, Hindistan ve Uzak Doğu ülkelerinde rapor edilmiştir (Grabensteiner et al., 2001).



Şekil 2.5. Tulumsu Yavru Çürüklüğü enfeksiyonuna yakalanmış larvaların görünümü

([http://www.dpi.vic.gov.au/CA25677D007DC87D/LUbyDesc/Ag0990l/\\$File/Ag0990l.jpg](http://www.dpi.vic.gov.au/CA25677D007DC87D/LUbyDesc/Ag0990l/$File/Ag0990l.jpg))

SBV öncelikle bal arısı larvalarını etkilemekte ve larval ölümlere neden olmaktadır. Enfekte larvanın pupaya giremeyişi ve deri etrafında ekdiziyal sıvı birikimi sonucu hastalığa adını veren tulum görünümü oluşmaktadır. Larvanın renginin parlak beyazdan mat sarıya dönmesini takiben, ölümün ardından larva kurmakta ve ölü

larvada rengi koyu kahve olan, gondol şeklinde muntazam bir kabuklaşma görülmektedir (Grabensteiner et al., 2001; Benecke, 2003) (Şekil 2.5.).

SBV'nin bir yavru hastalığı olmasına karşın, ergin arıların da enfekte olması mümkündür. Virüsler ergin bireylerde üreyip çoğalabilmekte ancak, bu arılar oldukça sağlıklı bir görünüm sergilemektedir (Anderson and Gibbs, 1989).

Ergin arılar, enfekte larvaları kovan dışına atma işlemi sırasında virüsü içeren ekdiziyal sıvı ile temas nedeniyle bulaşık hale gelmektedirler. Virüs genç işçi arıların yavru gıda bezlerinde çoğalmaktadır. Bu arılar tarafından beslenen sağlıklı larvalar da enfekte edilmektedir (Frow and Delecan, 1999; FAO, 2006).

SBV, koloninin hızla çoğalıp, çok sayıda larva ve genç erginin bulunduğu ilkbahar döneminde daha sık gözlemlenmektedir (Grabensteiner et al., 2001). Bu yüzden pek çok bilim adamı yetersiz beslenmenin hastalığı tetiklediğini düşünmektedir (Benecke, 2003). Bazı bilim adamları ise hastalığı tetikleyen faktörün stres olduğunu belirtmektedir (Report of Centre for International Economics, 2005).

AFB tedavisinde sterilizasyon amacıyla gama radyasyonunun kullanılması sonucunda SBV' nin ortaya çıktığı rapor edilmiştir (Liu et al., 1992).

Viral bir hastalık olması nedeniyle hastalığın tanısı moleküler tekniklerle yapılabilmektedir. ELISA ve RT-PCR yöntemleri tanıda kullanılan en yaygın yöntemlerdir (Grabensteiner et al., 2007).

Hastalığı önlemek ya da kontrol altına almak için herhangi bir ilaç bulunmamaktadır. Besin takviyesi, işçi arı popülasyonunu artırma ve kraliçe arıyı yenileme gibi doğal yöntemlerle hastalıkla mücadele edilmeye çalışılmaktadır (FAO, 2006).

2.1.5. Taş Hastalığı

Taş hastalığı, *Aspergillus* cinsine bağlı fungusların neden olduğu bir hastalıktır. *Aspergillus fumigatus*, *Aspergillus niger* ve diğer bazı *Aspergillus* türleri de hastalığa neden olsa da, asıl etken *Aspergillus flavus*' tur. Her üç tür de toprakta ve bitkilerde yaygın olarak bulunmaktadır (Shimanuki and Knox, 2000).

Hastalık Kuzey Amerika, Avrupa ve Venezuela' da rapor edilmiştir. Etken organizma bölgedeki doğal ortamlarda tespit edilmesine karşın, Avustralya' da bal arılarında herhangi bir bulguya rastlanmamıştır (Pearson, 2004). Ülkemizde, özellikle Karadeniz bölgesinde bal arılarında zaman zaman ölümlere neden olabilmektedir (Tutkun ve Boşgelmez, 2003).

Bu funguslar; ergin bal arıları, diğer böcekler, memeliler ve kuşlar üzerinde patojen olup, oldukça hızlı yayılmaktadır. *A. flavus* sarı-yeşil, *A. fumigatus* gri ve *A. niger* ise siyah spora sahiptir (Shimanuki and Knox, 2000).

Aspergillus flavus' un en uygun üreme sıcaklığı 27–35°C olmasına karşın, sıcaklık toleransının 12–48°C olması insanlar ve diğer sıcakkanlı canlılar üzerindeki patojenitesini arttırmaktadır (Jiujiang Yu et al., 2005).

Patojen, bal arılarının larva, pupa ve erginleri üzerinde etkilidir. Ergin bireylerin veya larvaların nemli kütükulaları üzerinde çimlenip gelişmektedir (Morse, 1997).

Aspergillus flavus oldukça hızlı gelişen ve yayılan bir fungustur. Sarı renkte, başın arka kısmını yaka gibi saran, karakteristik bir spor yapısı vardır. Bu renk sonraları sarı-yeşil bir hal alırken, olgunlaşmayla birlikte kahve-yeşil bir renge dönüşmektedir (Swift et al., 2000).

Ölümün ardından, enfekte larva ezilemeyecek biçimde sertleşmektedir. Hastalığın adı da bu formdan gelmektedir. Sonunda, fungusun larvayı integüment kısmından

patlatmasıyla bir yalancı deri oluşumu ortaya çıkmaktadır. Bu aşamada fungal sporlarla çevrilmiş olan larva daha çok yeşil renkte gözlenmektedir (Shimanuki and Knox, 2000).

Aspergillus flavus ve *A. fumigatus* insanlarda ve hayvanlarda vaziv veya invaziv aspergillosise neden olmaktadır. İnsanlarda neden oldukları hastalık “pulmoner aspergillosis” tir. Patojen, vücudun herhangi bir yerindeki deri ya da sinüsler yolu ile alındıktan sonra akciğer, böbrek ve kalbe yerleşmektedir. Etkili bir antifungal ilaç bulunmadığından hastalık genellikle ölümlle sonuçlanmaktadır. *Aspergillus flavus* un ikincil metabolitlerinden olan “aflatoksin” insanlar için son derece toksik ve karsinojenik bir maddedir ve neden olduğu hastalık “aflatoksikozis” olarak bilinmektedir. Hepatotoksik ve karsinojenik rahatsızlıklara neden olan aflatoksin maruz kalma süresi ve seviyesi hastalığın düzeyini etkilemektedir. Hastalık karaciğerde hasar, akut nekrozis veya karaciğerin tamamen işlevsizleşmesi nedeniyle ölümlere sebep olmaktadır. Besin yolu ile alınan aflatoksin, hepatit B virüsünün yaygın olduğu bölgelerde de hepatokarsinomanın birincil etkenleri arasındadır. Ayrıca tarım ürünleri üzerinde de etkili olan bu madde, büyük ekonomik kayıplara neden olmaktadır (Jiujiang Yu et al., 2005).

Bu fungus bala da geçtiği için hasta kovanlardaki ballar hasat edilmemelidir ve arılar da bu ballar ile beslenmemelidir. Bulaşık ballar, insanlarda ağız ve dişeti iltihaplanmalarına, ishallere, kronik granülomatoz sinüzite, kornea iltihabına, deri aspergillosisine ve osteomiyelite (kemik iliği iltihabı) neden olabilmektedir (Tutkun ve İnci, 1992; Hedeyati et al., 2007). İnsanlarda hücre sel bağışıklığı baskılaması nedeniyle, tedavisi zor bir fungustur (Stanzani et al., 2005).

Laboratuvar ortamında, kültürler üzerinde yapılan çalışmalarda *Euphorbia milli* (Yılbaşı minesi) ve *Euphorbia pulcherrima* (Atatürk çiçeği) bitkilerinde bulunan bir maddenin *A. flavus* sporlarını inhibe ettiği görülmüştür (Murugan et al., 2007).

Günümüz arıcılık sektöründe *Aspergillus* cinsine dahil olan funguslarla tek mücadele yöntemi onlara çoğalabilecekleri bir ortam yaratmamaktır. Bu amaçla kovanların havalandırılması ve kovan içinde nem oluşumunun önlenmesi gerekmektedir (Morse, 1997).

2.2. Bal Arısı Ergin Hastalıkları

Sağlıklı bir bal arısı kolonisinde ana arının ömrü 2 yıldır. Erkek bal arılarının ömrü bahar aylarında 25–32, yaz aylarında ise 90 gün iken kış aylarında kolonide erkek arı bulunmamaktadır. İşçi arılar ise 20–40 günlük bir ömre sahiptir. Ancak kışlayacak olan işçiler yaklaşık 140 gün kadar yaşamaktadır (Koning, 1994).

Kısa sayılabilecek yaşam süreleri içinde ergin bal arıların ömür uzunlukluklarını kısaltan ve yaşam kalitelerini azaltan bir takım hastalıklar mevcuttur (Shimanuki and Knox, 2000). Ergin bal arısı hastalıkları; Varroasis, Acarapiasis, Nosemosis ve Paraliz' dir. Bütün bu hastalıkların dışında bal arısı kolonilerinin yaşam kalitesini etkileyen pek çok zararlıları bulunmaktadır (Sanford, 2003).

2.2.1. Varroasis

Acariformes ordosunun Varroidae familyasına bağlı olan *Varroa destructor* bal arılarının hemolenfini emerek zarar veren bir akardır. İlk olarak 1963 yılında Hong Kong' ta ve ardından 1970' li yılların sonlarında da Avrupa' da görülmüştür (Martin et al., 2001). 2000 yılına kadar parazit *Varroa jacobsoni* Q. olarak sınıflandırmadaki yerini alırken, yapılan çalışma ile *Varroa destructor* ile *Varroa jacobsoni*' nin iki farklı tür oldukları ve *Apis mellifera* üzerinde parazitik yaşam süren türün *Varroa destructor* olduğu tespit edilmiştir (Anderson and Trueman, 2000).

Bal arısı kolonilerinde ciddi sorunlar yaratan ve etkeni *Varroa destructor* olan hastalığa Varroasis denilmektedir (Sammataro et al., 2000).

Varroa destructor; bal arılarının erginleri, yavruları ve kovan materyalleri içinde bulunabilmektedir. Ergin dişileri oval ve yassı bir vücuda sahiptir. 1.1 mm uzunluğunda ve 1.5 mm genişliğinde ve kırmızımsı-kahve renkte olmaları nedeniyle çıplak gözle görülebilmektedirler. Ancak akar, arının abdominal segmentleri ya da vücut bölümleri arasına tutunduğu için teşhisi kolay olmamaktadır. Buna karşın beyaz renkteki pupa yüzeyi üzerinde kolaylıkla fark edilebilmektedir. Erkek bireyler ise dişilere oranla daha küçük ve daha açık renklidirler. Bu bireylere dişilere oranla daha az rastlanmaktadır. Görünüm bakımından benzerlik gösterdiği *Braula coeca*' dan 8 adet bacağına olması ile rahatlıkla ayırd edilebilmektedir (Shimanuki and Knox, 2000).

Ergin dişiler, foretik faz olarak bilinen dönemde bal arılarının vücut yüzeyleri üzerine yerleşmekte ve bir arıdan diğerine geçmektedirler. Üreme evresinde ise kapatılmakta olan yavru gözlere girmektedirler (Sumpter and Martin, 2004).

Dişilerin keliserleri yapısal olarak modifiye olmuş ve sabit parçalarını kaybetmişlerdir. Hareketli parçaları ise testere şeklinde olup, konağın dokusunu delmeye ve yırtmaya özelleşmiştir. Akarın vücudu, dorsoventral olarak yassılaştırmıştır ve bu da arının abdominal segmentleri arasına girebilmesini sağlamaktadır. Ayrıca bu sayede terleme yoluyla su kaybı da azaltılmıştır. Konağın hareketleri esnasında vücut üzerinde kalabilmesi de yine bu vücut yapısı ve yerleşim yerinin avantajlarından kaynaklanmaktadır (Sammataro et al., 2000).

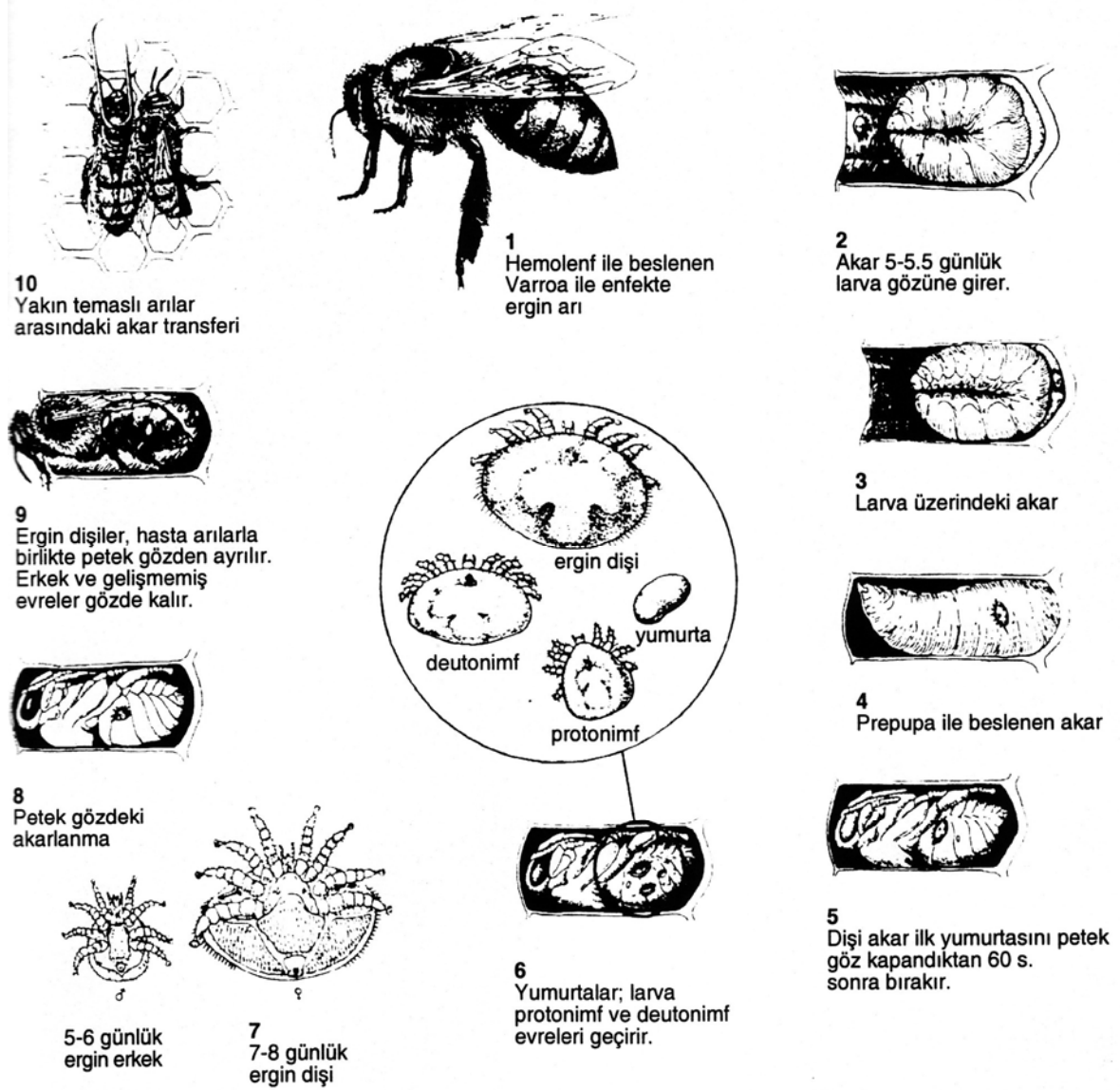
Yavru gözlere yerleştikleri dönemde ise işçi arı gözlerinden çok erkek arı gözlerini tercih ettikleri bilinmektedir. Bunun nedeni de erkek arı gözlerinin % 70 oranla daha büyük olmalarıdır. Böylece daha fazla sayıda akar yavru göz içinde ergin forma geçebilmektedir. Buna karşın, daha küçük gözlere sahip olan kullanılmış eski petekleri, yeni peteklere tercih etmektedirler. Bu davranışlarının sebebi henüz açıklanamamış değildir (Piccirillo and De Jong, 2004).

Akar, 18–70 saat kadar besin açısından uygun konağı bulmak için arıdan arıya geçmektedir. Bal arılarının Nasanov bezinden (bir çeşit koku bezi) salgıladıkları geraniol feromonunun rahatsız edici etkisi nedeniyle de, salgı miktarının daha az olduğu genç erişkinleri daha yaşlı olanlara tercih etmektedir. Uygun konağı bulan akar, arının abdomen bölgesindeki segmentler arası dokusunu ya da başının ard kısmını delerek hemolenfi ile beslenmeye başlamaktadır. Arı kolonisinde yeni yavruların geliştiği dönemde ise, akar ergin arıdan ayrılıp yavru gözlerle yönelmektedir. Bu durum larvaların üçüncü gömlek değişimi evresine denk gelmektedir. Erkek arı yavru gözlerini, larvaların salgıladıkları asit esterleri, alifatik alkoller ve aldehitlerin miktarının fazla olmasının etkisiyle işçi arılara oranla daha fazla tercih etmektedir. Yavru gözün kapatılmasını takiben, yaklaşık 60 saat kadar sonra dişi akar yumurtlamaya başlamaktadır. İlk yumurta genellikle haploid erkek bireye aittir. Sonraki 30 saat içinde ise dişi akarları oluşturacak olan yumurtalar bırakılmaktadır. Yumurtadan çıkan akar larvaları farat larva, hareketli protonimf, farat deutonimf, hareketli deutonimf ve farat ergin evrelerini geçirdikten sonra ergin forma ulaşmaktadır. Bu dönemlerde ana akar kendi larvalarının beslenebilmesi için yavru gözün beslenme deliğini açık tutmaktadır. Yaklaşık 6 günde genç dişiler olgun evreye geçmekte ve işçi arıların vücuduna tutunarak üzerinde beslenmeye başlamaktadır (Sammataro et al., 2000) (Şekil 2.6.).

Akar popülasyonu, bal arısının biyolojisine ve toleransına bağlı olarak gelişmektedir. İklimsel koşullar bal arısı kolonisinin gelişimini etkilemekte ve dolayısıyla akar popülasyonu da bu koşullardan etkilenmektedir. Sıcak iklimlerde neredeyse bütün yıl yavru üretimi olduğu için bu bölgelerde enfestasyon oranı daha fazla olmaktadır (Coline et al., 1999).

Ağır bulaşımelerde pupa, gelişimini tamamlayamadan ölmektedir. Gelişimini tamamlayabilen erginlerde de abdomenlerin kısa olması, kanatlarda ve bacaklarda deformasyon ve sağlıklı olanlara oranla kilo kaybı gibi anomaliler gözlenebilmektedir (Shimanuki and Knox, 2000).

Hastalığın belirtileri, solgun ya da koyu kırmızımsı-kahve renkteki akarların üzerinde görüldüğü pupalar, diğer yavru hastalıklarına özgü belirtiler olmaksızın kolonilerin zayıf olması, erkek ya da işçi arı gözlerinin delik olması, vücut bölgelerinde deformasyonlar olan ergin arıların görülmesidir (Sammataro et al., 2000).



Şekil 2.6. *Varroa destructor*' in yaşam döngüsü (Skimanuki and Knox, 2000)

Varroa enfeksiyonunun diğer bazı hastalıklarla ilişkisi olabileceği de bilim adamları tarafından tartışma konusudur. Pek çok bölgede kireç hastalığı ile birlikte seyrettiği

rapor edilmiştir. Ancak *A. apis* sporlarının gelişebilmesi için gerekli olan koşulların sadece bal arısı larvasının bağırsağında var olması nedeniyle, bulaşımında akarın direkt bir etkisi olmadığı ve varroasise bağlı olarak yetersiz beslenme sonucunda arıların kirece karşı daha hassas hale geldiği düşünülmektedir (Coline et al., 1999).

Varroasisin viral hastalıklarla ilişkisi de araştırılmış ve akarın virüslere vektörlük yaptığı tespit edilmiştir (Sumpter and Martin, 2004).

Pseudomonas apiseptica, *Pseudomonas aeruginosa* ve *Serratia marcescens* gibi bazı bakterilerin de *Varroa destructor* ile kovanlara bulaştığı ve bal arısı hastalıklarından olmasalar da, septisemiye yol açarak hem ergin hem de larva evresindeki arıları etkiledikleri rapor edilmiştir. Bulaşımın su ve topraktan olduğu düşünülmektedir. Akar ile taşınan ve bal arılarında hastalık etkeni olan bakterilerin ise akar populasyonunun artışıyla birlikte artış gösterdiği ancak, arının bağırsağındaki miktarlarında bu artışın bir etkisinin olmadığı görülmüştür (Coline et al., 1999).

Akarın eski petekleri tercih ediyor olması da, bu peteklerde bulunma olasılığı yüksek olan *Nosema apis* ve *Paenibacillus larvae larvae* sporlarını koloniden koloniye bulaştırmaları ihtimalini arttırmaktadır (Piccirillo and De Jong, 2004).

Hastalığın tespiti için farklı yöntemler kullanılmaktadır. Bazı yavru gözlerin açılıp, larvaların çıkartılması ve incelenmesiyle; bir miktar arının kavanoz içine alınıp eterle bayıltılmalarının ardından vücut yüzeylelerinin taranmasıyla veya peteklerin sıcak su, alkol ya da deterjanlı suya silkelenip, bu sıvıların içine düşen arıların incelenmesiyle teşhis konulabilmektedir. Ancak bütün bu yöntemlerde arıların öldürülmesi söz konusudur. Bunların dışında, arılara zarar vermeden uygulanabilecek yöntemler de bulunmaktadır. Bol şekerli ve jöle kıvamındaki bir sıvının kağıt üzerine ince bir tabaka olarak sürülmesinin ardından bir kavanoz içinde arıların kağıda sürtünmesini sağlayarak akarların dökülmesi; arıların 10–15 dakika süre ile 47°C' ye kadar ısıtılması veya kovan dip tahtası üzerine yapışkan bir tablanın konulmasıyla da tespit yapılabilmektedir (Shimanuki and Knox, 2000; Sammataro et al., 2000).

Tüm dünyada yaygın bir arı akarı olan *Varroa destructor*, 1976 yılında Bulgaristan üzerinden Trakya bölgesine ve ayçiçeği balı üretmek için bölgeye giden arıcıların arılıklarına bulaşmıştır. Bu vesileyle Anadolu'ya sıçrayan hastalık, çam balı üretmek amacıyla ülkenin tüm bölgelerinden arıcıların geldiği Muğla ilinde arılıklar arasında yayılmış ve bu arıcıların kendi bölgelerine dönmelerini takiben, 4–5 yıl içinde bütün ülkeye yayılmıştır (Akyol ve ark, 1997). İlk yıllarda 600.000 koloninin sönmesine ve 7000-7500 ton ürün kaybına neden olan parazit, son 20 yıl içinde ülke çapında ciddi problemlere yol açmıştır (Akyol ve ark, 1997; Warrit et al., 2004).

Akarın zararlarını önleyebilmek için tüm dünyada pek çok ilaç denenmiş ancak hastalığı tamamen ortadan kaldıran bir madde saptanamamıştır. Ülkemizde bu amaçla malation ve Folbex-Va üzerinde çalışmalar yapılmış, her iki maddenin de *Varroa destructor* üzerinde etkili olduğu ancak, hastalığı tamamen ortadan kaldırmadığı, hatta ilkbahar dönemindeki ilaçlamalardan daha az verim alındığı tespit edilmiştir (Özer ve Boşgelmez, 1987).

Dünya piyasasında, etken maddesi “fluvalinat” ya da “coumaphos” olan kimyasal ilaçlar uzun yıllar kullanılmış ancak, zaman içinde akar bu maddelere karşı direnç kazanmıştır. Formik asidin hastalık üzerinde etkili olduğu bilinmektedir fakat bu madde de insanlar için oldukça zararlıdır. Kullanımında oldukça dikkatli olmak gerekmektedir. Günümüzde pek çok arı hastalığında olduğu gibi bitkisel yağlardan yararlanma yoluna gidilmektedir (Çakmak et al., 2006; Sammataro 2000; Coline et al., 1999). *Hyssopus officinalis* (Çördük otu) yağı ile yapılan bir çalışmada, varoasisse karşı oldukça etkili olduğu görülmüştür (Nentchev, 2003). Polen tuzaklarının ceviz yaprağı tütsüsü ile birlikte kullanımı da akarla mücadelede etkili olmaktadır. Turunçgiller ya da okaliptüs gibi bitkilerden elde edilen aromatik yağların eklenmesi de etkiyi arttırmaktadır (Çakmak et al, 2002).

Bütün bu yöntemlerin dışında hastalığa karşı dirençli arı kolonileri üzerinde de araştırmalar yapılmaktadır (Sammataro et al., 2000; Guzman and Rinderer, 2007).

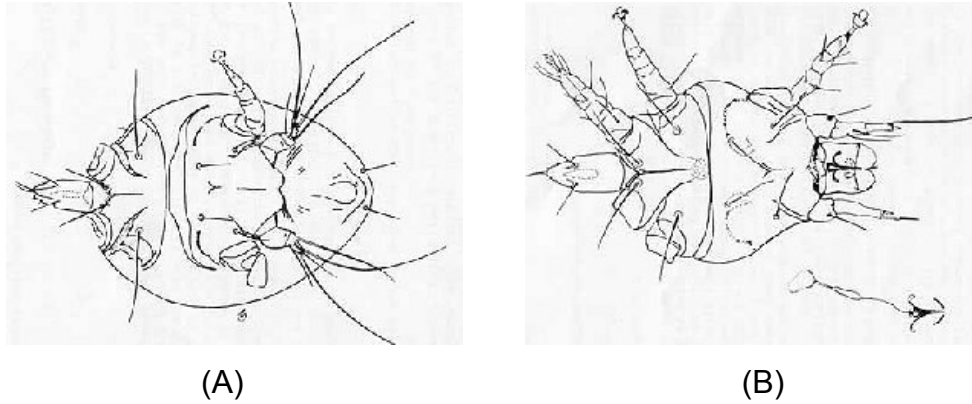
2.2.2. Acarapiasis

Ergin bal arılarının solunum sistemlerinde görülen ve *Acarapis woodi* (Rennie) adındaki parazitin neden olduğu hastalık “Acarapiasis” ya da “HBTM (Honey Bee Tracheal Mite)” olarak adlandırılmaktadır (Fernández, 1999; Loper, 1999).

Bal arısı trake akarının fark edilişi, bu yüzyılın başlarında İngiltere'nin güneyindeki Wight adasındaki bal arılarının kitlesel ölümleriyle olmuştur. Arıların peş peşe ölmesi 1904–1919 yılları arasında salgın hastalık düzeyine ulaşmıştır. Önceleri bu hastalığa, Zander tarafından tanımlanmış ve bal arılarının sindirim sisteminde yaşayan bir protozoon olan *Nosema apis*' in neden olduğu düşünülmüştür (Sammataro et al, 2000). Trake akarı ilk kez 1919 yılında, hastalık etkeninin araştırılmasına dair çalışmalar sırasında Rennie tarafından saptanmış ve akar *Tarsonemus woodi* olarak adlandırılmıştır (McMullan and Brown, 2005). Ardından hastalık “Acarin” ya da “Wight Adası Hastalığı” olarak adlandırılmıştır (Sammataro et al., 2000). Aynı yıl, Hirst (1921) bazı akar cinslerinin sınıflandırılışını gözden geçirmiş ve bu akarı *Acarapis* cinsine yerleştirerek, adını da *Acarapis woodi* olarak değiştirmiştir (Swart, 2003).

HBTM Wight adasından İngiltere' ye oradan da Avrupa' ya yayılmıştır (McMullan and Brown, 2005). Hastalık daha sonra Amerika' ya sıçramıştır. İlk olarak 1968 yılında Arjantin' de, 1980' de Kolombiya ve Meksika' da görülmüştür. 1984 yılında, bal arılarının, Avrupa bal arılarından daha duyarlı oldukları ispatlanmış olan Amerika Birleşik Devletleri' nde de hastalık etkeni akarlar saptanmıştır (Fernández, 1999). Son yıllarda Balkan ülkelerinde de hızla yayılmaya başlayan trake akarının ülkemizde de var olabileceği iddia edilmesine karşın, 1988–2003 yılları arasında Trakya bölgesi de dahil olmak üzere ülkemizin pek çok bölgesinde yapılan araştırmalar sonucunda herhangi bir *Acarapis woodi* bulgusuna rastlanmamıştır (Keskin ve Başar, 1996; Özkırım, 2000; Çakmak et al., 2003;). Ancak 2005 yılında moleküler yöntemlerle yapılan bir çalışma ile ülkemizin sınır bölgelerinde düşük düzeyde *Acarapis woodi* enfeksiyonu tespit edilmiştir (Özkırım and Keskin, 2005).

Acarapis woodi dişileri 120–190 µm boyunda, 77–80 µm eninde olup, ağırlıkları 5.5×10^{-4} mg'dır. Erkekleri ise 125–136 µm boyunda, 60–77 µm enindedir ve ağırlıkları 2.61×10^{-4} mg'dır (Sammataro et al., 2000). Vücut ovaldır, en geniş kısım ise ikinci ve üçüncü çift bacaklar arasında kalan kısımdır. Vücut yüzeyi beyazımsı, parlak, düz bir kütikül ile kaplıdır. Beslenme için; bıçak benzeri stiletleri olan, uzun, gaga benzeri gnathosomaları bulunmaktadır (Swart, 2003). Vücudunda ve bacaklarında az sayıda uzun tüyler mevcuttur (Shimanuki-Knox, 2000) (Şekil 2.7.).

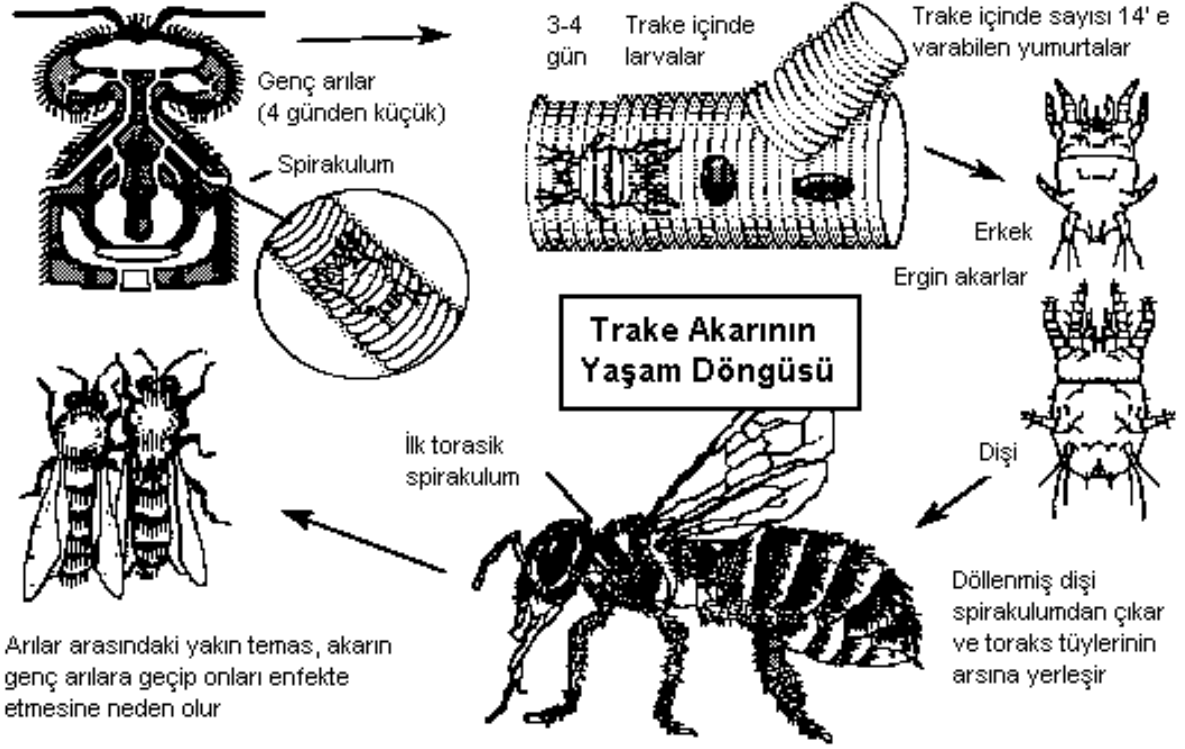


Şekil 2.7. *Acarapis woodi* erginleri (A: Dişi birey, B: Erkek birey)
(<http://www.delange.org/Bees4/miteMale.jpg>)

Diğer prostigmatik Heterostigmata üyeleri gibi, *A. woodi* yumurta, larva ve ergin olarak adlandırılan sadece üç belirgin fazdan oluşan kısalmış bir yaşam döngüsüne sahiptir. Ancak akar, larval derinin içinde gerçekleşen apodal nimfal bir faza daha sahiptir. Erkek bireyler gelişimlerini 11–12 günde, dişi bireyler ise 14–15 günde tamamlamaktadır. Bir neslin bu şekilde iki hafta içinde gelişmesi, HBTM popülasyonunun hızla büyümesini açıklamaktadır (Sammataro et al., 2000).

Uygun konak bulunduğu -tercihen bir işçi arı- dişi akar, arının solunum açıklığından girip trakeye yerleşmektedir (Sammataro et al., 2000). Dişinin nereye yerleşeceği konusunda bir tercihi yoktur (Giordini, 1977; Swart, 2003). Kendisini rahat hissettiği ilk yerde trake duvarını delip arının hemolenfi ile beslenmeye, bir günden daha kısa süre içinde yumurtalarını bırakmaya başlamaktadır (Gary et al, 1989,

Swart, 2003). Trake akarları ve onların yumurtaları nadiren arının hava keselerinde, abdomeninde, başında ve de kanat bağlantılarının dış tarafında görülmektedir. Bu alternatif yerleşim bölgelerinde arıya olan etkileri ya da kendilerinin nasıl etkilendiği henüz bilinmemektedir (Sammataro et al., 2000).



Şekil 2.8. *Acarapis woodi* nin yaşam döngüsü

Dişi akarlar 3–4 günlük bir periyot içinde 5–7 yumurta bırakmakta ve bu yumurtalar üç dört gün içinde açılmaktadır. Çıkan 6 bacaklı larva önce 8 bacaklı nimfe dönüşmektedir. Bu nimf erkek bireylerde 11–12, dişi bireylerde 14–15 gün içinde ergin forma geçmektedir (Henderson and Morse, 1990) (Şekil 2.8.).

Acarapis woodi arının trakesi içinde çiftleşmektedir. Çiftleşmiş dişi, göğüs tüyleri vasıtası ile yeni bir konak bulmak için arıdan arıya geçmektedir (McMullan and Brown, 2005). Genç arıların protorasik açıklığından atılan hava, henüz tüylenmemiş (4 günlükten daha küçük) arılara özgü hidrokarbonlar içerdiğinden, bu dişiler için

çekicidir. Yaşlı arılar HBTM' nin yaşam döngüsünü tamamlamasına yetecek kadar uzun bir süre yaşayamayabileceğinden, akarların bu bireylere olan ilgileri daha azdır (Sammataro et al., 2000).

Yapılan pek çok çalışmanın sonucunda, akarın genç arıları kütikular kimyasının farklı olmasından dolayı tercih ettiği anlaşılmıştır. Dallanmış ve doymuş hidrokarbon oranı, arının yaşamında tahminen ilk birkaç gün içinde hızla düşmektedir. Akarlar bu hidrokarbonları genç/yaşlı arı ayırımında kullanmaktadır. Ayrıca hidrokarbon yapıda olmayan kütiküler yağların miktarı arının yaşamının ilk 12 günü boyunca artmaktadır. Bunun da genç ve yaşlı konak ayırımında kullanıldığı düşünülmektedir. Genç arıların kokusuna karışan ya da kokularını gizleyen bazı bileşikler de, trakelerin akarlar tarafından istila edilme oranını azaltmaktadır (Engelsdorp and Otis, 2001).

Akarlar, arının hemolenfi ile beslenmektedir. Trake bir kez delindiğinde, akarın stiletlerin hemen altında yer alan ağız yaranın üzerine baskı yapmakta ve akar farinksteki kısa tüpten hemolenfi bu yolla emmektedir (Sammataro et al., 2000).

Acarapis woodi bir arıdan diğerine geçerken, arılar birbiri ile yakın temas halindeyse sadece trakeden trakeye geçmektedir (Royce et al., 1988). Fakat çoğunlukla bir arıdan diğerinin toraks tüyelerine, oradan da protorasik spirakulumlarına geçerek trakeye ulaşmaktadır (Engelsdorp and Otis, 2001).

Kraliçe, işçi ve erkek arıların hepsinin *A. woodi* enfeksiyonuna karşı duyarlı oldukları bilinmektedir. Ancak, akarın tercihi işçi arılardan yanadır. Bu durum diğer kolonilere yayılmasını ve koloni içinde çoğalmasını kolaylaştırmaktadır (Fernández, 1999).

Acarapis woodi, konak dışında geçirdiği süre içinde kurumaya ve açlığa karşı duyarlıdır. Yaşamını sürdürebilmesi, beslenme durumu kadar çevre sıcaklığına ve nem oranına da bağlıdır. Yeni bir konak içine giremezse, birkaç saat içinde ölmektedir. Aynı zamanda akar, uçuş ve temizlik sırasında vücut yüzeyinden atılma riski altındadır (Sammataro et al., 2000).

Ağır HBTM enfestasyonu yavru göz alanının azalmasına, arı popölasyonunun küçölmesine, daha gevşek kış kümelerine, bal tüketiminin artmasına, bal üretiminin azalmasına ve sonunda koloninin ölümüne neden olmaktadır. İliman kuşaklarda akar popölasyonu, arıların kovanda bir arada tutulduğu kış ayları boyunca artmaktadır ve arı popölasyonunun en fazla olduğu yaz aylarında ise düşmektedir. Subtropikal iklimlerde arıların böylesine bir arada tutulduğu dönemler olmasa da, döngü benzer seyre sahiptir. Ancak HBTM ile enfekte arılarda varroasis enfestasyonunun başlamasıyla HBTM' nin arılar üzerindeki etkisi gölgelenmekte ve varroasis baskın hale geçmektedir (Sammataro et al., 2000).

Akarın ekonomik etkisine dair çelişkili raporlar vardır. Bazı yazarlar bal üretiminde (Eischen et al., 1989, Guzman-Nova and Zozaya-Rubia, 1984) ve Otis (1990) polinasyonda azalma olduğunu söylerken, Giordini (1977) ağır enfeste kolonilerden normal düzeyde ya da bundan daha fazla bal ürünü elde edildiğini belirtmiştir. Gary ve Page (1989) enfeste olan ve olmayan arıların nektar uçuşu davranışında bir fark olmadığını gözlemlemişlerdir. Aynı zamanda arıların yaşam süresinde de bir fark olmadığını belirtmişlerdir. Bazı bilim adamları ise enfeste arıların solunum güçlüğü çektiğine ya da uçuş yeteneklerinin azaldığına dair bir bulguya rastlamamıştır (Harrison et al., 2001).

Acarapis woodi enfestasyonu nedeni ile kolonilerdeki hızlı çöküş yavru göz sıcaklığının azalması ve enfeksiyona karşı duyarlılığın artması ile kısmen açıklanabilmektedir. Enfeste olan bal arılarının, akarlar ve onların protorasik trakeyi tıkayan çıkartılarından dolayı uçuş kaslarını kullanabilme kapasiteleri azalmaktadır. Bu da gerekli torasik sıcaklığı sağlamalarını engellemektedir (Komeili and Ambrosse, 1991). Sıcaklığın düşmesi ile birlikte akar enfestasyonuna karşı duyarlılık artmaktadır. Bu durum arıların kışlaması üzerinde akarların kritik faktör olmasına yol açmaktadır. Kış ve erken ilkbahardaki yavru alanları akar enfestasyonu ile ters orantılıdır. Bu kritik periyot süresince koloni hayatta kalabilmek için çok sayıda sağlıklı genç bireylere ihtiyaç duymaktadır. Kuluçka sıcaklığının azalması henüz tüylenmemiş genç arıların trake akarı enfestasyonuna karşı hassasiyetini arttırmakta ve eski kış arılarının yerini

alacak olan yavru gelişimi kısıtlanmaktadır. Arı sayısının azalması kuluçka sıcaklığının düşmesine ve duyarlılığın artmasına katkı sağlamakta ve koloninin yaşayabilirlik grafiği, dalgalı şekilde azalmaktadır (McMullan and Brown, 2005).

Acarapis woodi' ye karşı kullanılan kontrol metotları akarlar karşı kullanılan klasik yöntemlerdir. Buna karşın bu ürünlerin kullanılmasının maliyet, balın kontaminasyon riski, arılar üzerindeki risk, akarın ilaca karşı dirençlilik geliştirmesi gibi dezavantajları da vardır (Fernández, 1999).

Kullanılacak kimyasallar hedef üzerinde etkili olmalı ve arılara zarar vermemelidir. Ayrıca kovan ürünlerinde de birikim yapmamalıdır. Çünkü hem bal arısı hem de akar pek çok temel fizyolojik prosesleri benzer olan eklembacaklılardır. Bu da uygun toksik maddeyi bulmayı zorlaştırmaktadır. HBTM kontrolünde kullanılacak materyal uçucu bileşikler aracılığıyla arının trakesine ulaşmalı, arı tarafından alınmalı ve sadece parazit için öldürücü olmalıdır. Amerika Birleşik Devletleri' nde kabul gören tek ilaç *Mentha arvensis*' ten ekstrakte edilen saf "mentol kristalleri" dir. Her koloniye iki haftada bir 50 gr ya da 1 paket şeklinde uygulanmaktadır. Ancak, soğuk havalarda mentolün etkinliği, kristallerdeki buharlaşmanın yetersiz miktarda olmasından dolayı azalmaktadır. Buna karşın yüksek sıcaklıklarda da fazla buharlaşma nedeni ile arılar kovanı terk edebilmektedir (Sammataro et al., 2000).

Etkili pestisit Miticur (Amitraz olarak satılmaktadır), Amerika Birleşik Devletleri' nde piyasadan kaldırılmıştır. Formik asit, insanlar üzerinde yakıcı bir etkisi olmakla birlikte, etkili bir ajandır (Sammataro et al, 2000).

Kimyasal madde kullanımında en iyi sonuç ilkbahar uygulamasında, 50 gr ilacın gözenekli plastik kafeslerin içinde, peteklerin üzerine konulmasıyla alınmıştır. Bu metot 1989' da ABD Çevresel Koruma Acentası tarafından, 1992' de de Kanada Tarım Bakanlığı tarafından kabul görmüştür (Delaplane, 1996).

Avrupa’ da 1930–1940 yılları arasında yararı ve güvenliği tartışılana kadar “nitrobenzen” fumigasyonu kullanılmıştır. 1960’ ta pek çok akarid ile çalışılmış olup, bunların içinden en etkili ajanın, arılara karşı oldukça zararsız bir ürün olan ve balı kontamine etmediği için de ayrıca avantaj sağlayan mentol olduğu gözlenmiştir (Fernández, 1999).

Varroa destructor’ a karşı kullanılan alternatif ürünlerden formik asit ve mentol (Nelson, 1994; Nelson et al., 1994) veya bitkisel yağlar ve mentol (Delaplane, 1992) uygulamaları da *Acarapis woodi*’ ye karşı başarılı sonuçlar vermiştir. Formik asit kullanımında tavsiye edilen formül, %65’lik asitten 30 ml olarak haftada 1 kez, 3 hafta boyunca ilkbahar mevsiminde uygulamaktır (Nelson et al., 1994).

Bir diğer alternatif yöntem ise akar popülasyonu çok yoğun olduğunda, bitkisel yağ ve şeker parçacıkları uygulamasıdır. 113 gr parçacık, yavru gözlerin arılarla en çok temas halinde oldukları üst kısımlarına sürülerek, en fazla tehdit altında olan genç arıların enfestasyondan korunması sağlanmaktadır. Yağın, yeni bir konak aramaktaki dişi akarı rahatsız ettiği gözlenmiştir. Sürekli bir genç nesil oluşumu nedeniyle, parçacıklar da uzun süreli periyotlarla bulundurulmalıdır. İdeal uygulama mevsimi ise, akar popülasyonunun arttığı sonbahar ve erken ilkbahardır (Sammataro et al., 2000).

Mısır, pamuk, ayçiçeği, soya, zeytin ve hurma yağları ile yapılan çalışmada, bütün yağların enfeksiyon düzeyini düşürdüğü tespit edilmiştir (Mohamed, 2007).

Bir dizi çalışma ile *Acarapis woodi*’ ye dirençli bal arısı ırklarının varlığı ortaya çıkarılmıştır. “Buckfast” ve “ARS-Y-C-1” ırkları trake akarına önemli derecede dirençlilik göstermişlerdir. Buna karşın bu ırkların ikisi de, bir dış parazit olan *Varroa destructor*’ a direnç göstermemişlerdir. Ayrıca, Rusya’ nın Primorsky bölgesindeki arılar, 1997 yılında Amerika Birleşik Devletleri tarafından ithal edilmiştir ve *Varroa destructor*’ a karşı yüksek düzeyde dirençli olmaları nedeni ile arıcılık endüstrisinde piyasaya sürülmüştür. Primorsky bal arıları deneysel periyot süresince ağır dozda enfeste olan yerli bal arısı kolonileri ile temas halinde olmalarına rağmen, neredeyse

akarsız bir koloni sağlayarak *A. woodi*' ye karşı yüksek dirençlilik göstermişlerdir. Araştırmacılar ayrıca, Primorsky bal arılarının tamamına yakınının kışı düşük düzeyde bir enfestasyon ile geçirdiklerini belirtmişlerdir. Bu direncin yabancı bal arısı kolonilerine karşı durmalarından veya akarlardaki kendi içinde çiftleşme davranışlarından kaynaklandığı düşünülmektedir (Guzman et al., 2002).

2.2.3. Nosemosis

Nosema hastalığı ergin bal arılarındaki en önemli hastalıklardan biridir fakat, belirgin karakteristik belirtileri olmadığı için arıcılar tarafından genellikle gözden kaçırılmaktadır. Bu yüzden nosema hastalığından “sessiz katil” olarak bahsedilmektedir. Bu enfeksiyonun, daha kolay teşhis edilebilen yavru hastalıkları da dahil, diğer bütün hastalıklardan kaynaklanan ölümlere eşit düzeyde ya da onlardan daha fazla ölüme neden olduğu düşünülmektedir (Furgala ve Mussen, 1990; Hornitzky, 2005).

Nosema hastalığının etkeni *Nosema apis* (Zander) olarak adlandırılan bir mikrosporidia üyesidir (Hornitzky, 2005). *Nosema apis* (Zander) bal arılarının ventrikulus hücrelerini enfekte eden, spor formunda bir hücre içi parazittir (Fries et al., 1992).

Nosema apis (Zander) ilk kez 1909 yılında Alman araştırmacı Enoch Zander tarafından tanımlanmıştır fakat, bal arılarında hastalık etkeni bir endoparazit olduğu 1919' da White tarafından belirtilmiştir (Swart, 2003).

Yapılan son çalışmalarda bu mikrosporidianın farklı gruplara ayrılacağı söylenmektedir. Mikrosatellit kullanımı gibi moleküler çalışmalar, suşların tanımlanmasında, virulant ve avirulant suşların var olup olmadığının belirlenmesinde faydalı olacaktır (Rice, 2001).

Serin ve özellikle de ılıman iklimsel kuşaklarda nosemosis, koloni kayıplarının en sık gözlenen nedenidir. Hemen hemen bütün kolonileri etkilemektedir (Ottens and Ritter,

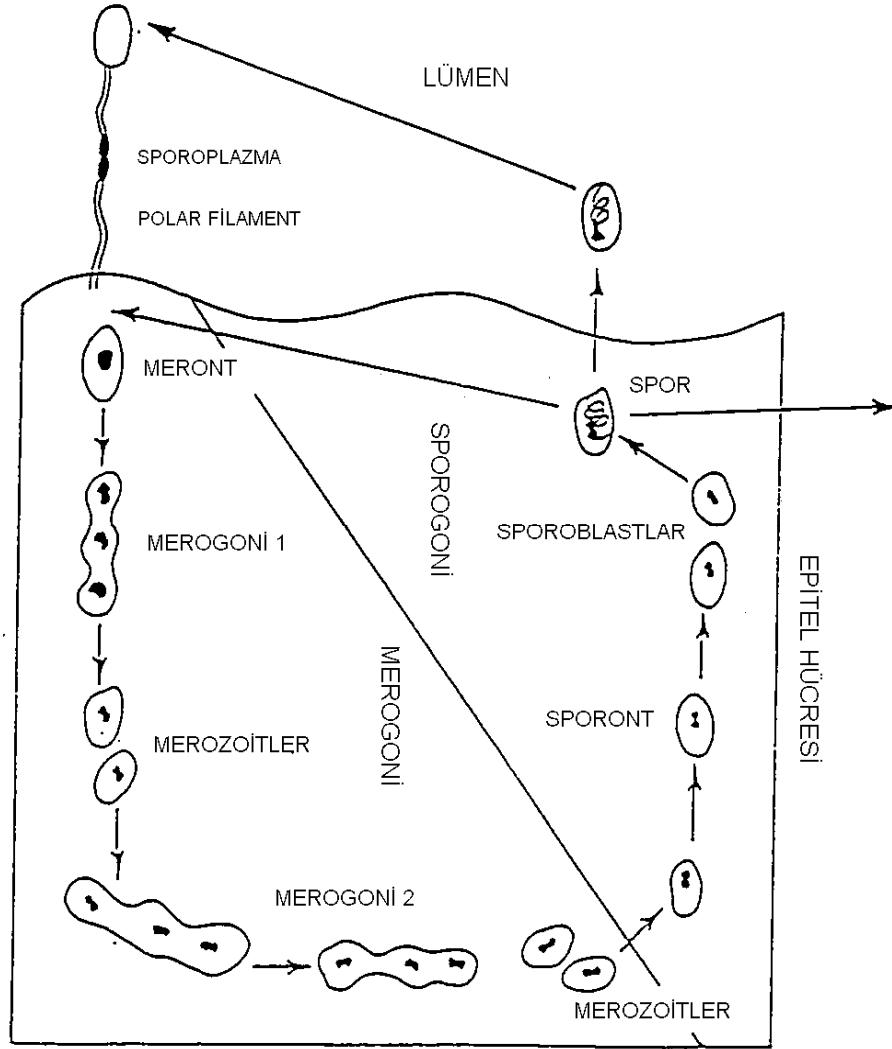
2004). Subtropikal ve tropikal kuşaklarda bile, bu alanlarda daha az ölümlere neden olmasına rağmen nosema tespit edilebilmektedir (Matheson, 1993, 1995; Nixon, 1982; Otteni and Ritter, 2004).

Nosema apis sporları 4–6 µm boyunda ve 2–4 µm eninde iri, muntazam, oval şekillidir (Swart, 2003). Sporlar sadece ergin bal arılarının ventrikulus epitel hücrelerinde gelişmektedir. Hastalık kendini daha çok, kapalı alanlarda kalan arılarda göstermektedir. Bu nedenle en ağır enfeksiyonlar kış arılarında, paket arılarında, polinasyon amacı ile kovanlarda tutulan sera arılarında görülmektedir (Shimanuki and Knox, 2000). Paket arısı kolonileri yaklaşık 3 hafta boyunca kapalı kaldıklarından, özellikle de bu tür koloniler nosema için karşı hassastırlar (Hornitzky, 2005).

Nosema apis sporları kontamine su veya yiyecekler, diğer arılarla yiyecek değişimi ya da kontamine olmuş kovanlardaki çıkartıları temizleyen arılar tarafından ağız yoluyla alınmaktadır. Enfektif doz, arı başına 20–90 spor olarak rapor edilmiş olmasına rağmen, tek bir spor bile enfeksiyona neden olabilmektedir. İşçi, kraliçe ve erkek arıların hepsi hastalığa karşı duyarlıdır (Hornitzky, 2005).

Mikrosporidia' da farklı yaşam döngüleri olsa da; *N. apis* dokuya özgüdür ve sadece bal arılarının orta bağırsak epitel hücrelerinde üremektedir (Liu, 1984). Besin kanalı ile alınan sporlar, katı partiküllerin ayrıldığı proventrikulustan rahatça geçerek 10 dk. içinde ventrikulusa ulaşmaktadır (Fries, 1993). Ventriküler lümene geldiklerinde 12 saatten kısa bir sürede çimlenme meydana gelmektedir (Bailey, 1955; Fries et al., 1992). Protozoon, sporunu enjekte edeceği epitel hücreye girmek için polar filamentini kullanmaktadır (De Graaf et al., 1994). Epitel hücreye girdikten sonra sporun hacmi artmakta ve meront adını almaktadır. Meronttan merogoni yoluyla önce çekirdek, sonra hücre bölünmesi ile merozoitler oluşmaktadır. Bütün bu olaylar 24 saat içinde tamamlanmaktadır. 24' üncü saatte ise sitokinez başlamakta ve çift çekirdekli merozoitlerden tek çekirdekli merontlar oluşmaktadır. Aynı zamanda merozoitlerden meydana gelen bir diğer oluşum da sporontlardır. Sporontların bölünüp çoğalmasıyla da sporoblastlar oluşmaktadır. Bu sporoblastların olgunlaşması sonucu *N. apis*

sporları meydana gelmektedir. Böylelikle *N. apis* sporları sporogoni ve merogoni olmak üzere iki aseksüel döngüye katılmış olmaktadır (Fries et al., 1992) (Şekil 2.9.).



Şekil 2.8. *Nosema apis*' in yaşam döngüsü

Başlangıç dozu ne olursa olsun, sporların sindirim sistemine girişinden iki hafta sonra bütün ventrikulus enfekte hale gelmektedir (Fries, 1988). Enfekte ventrikulus hücreleri bağırsak lümenine döküldüğünden, yeni oluşan sporların serbest kalıp çimlenmesi ile enfeksiyon bağırsağın diğer kısımlarına yayılmaktadır (Bailey, 1981; Steche and Held, 1981). Aynı zamanda, sporlar üredikleri hücre içinde çimlenmeye

devam edip, ardından sporoplasmalarını bitişik hücrelere enjekte etmeleriyle oto enfeksiyon yoluyla da yayılım göstermektedir (Fries, 1989). Ağır dozda enfekte arıların bağırsakları 500 milyona kadar spor içerebilmektedir (Chioveanu et al., 2004).

Sonunda sporlar feçes içinde atılmaktadır. Eğer bu durum koloni içinde olursa, arılar kovani temizlerken, reenfeksiyon gerçekleşebilmektedir. Bazı sporlar da kovani içinde ve yuvalarda kalmaktadır. Bu sporlar fekal artıklar içinde, durgun fazda, ertesi yıla kadar yaşamlarını sürdürebilmektedir (Swart, 2003).

Yazın sonlarına doğru geç nektar uçuşlarında avantaj sağlaması için kovani konulan petekler, eğer *N. apis* sporları ile enfekte ise, arıların sonbahara kadar gerekli temizliği yapamayacakları bir enfeksiyonun oluşmasına neden olmaktadır (Bailey and Ball, 1991).

Zaman, sıcaklık ve bal *N. apis* sporlarının yaşayabilirliğini etkileyen önemli faktörlerdir. Yapılan deneyler, *N. apis* sporlarının kovani ısısındaki bal içinde tutulduklarında, sadece 3 gün sonra, yaşayabilirliklerinin azalabildiğini göstermiştir. Buna karşın, oda sıcaklığındaki bal içinde saklanan *N. apis* sporlarının 2–4 ay süresince enfektivitelerini sürdürdüğü gözlemlenmiştir. Balın etkisinde yalnızca yüksek ozmolaritesinin değil, testlerde kullanılan bal örneklerinin yüksek pH' sının veya peroksit aktivitesinin de rolü olduğu tespit edilmiştir (Malone et.al., 2001). Parazitin gelişimi +30°C' nin altında ve +35°C' nin üzerinde engellenmektedir (Fries, 1993).

Hastalığın tipik bir mevsimsel seyri vardır. Enfeksiyon düzeyi yaz boyunca düşüktür, sonbaharda küçük bir artış yapmakta ve kış boyunca yavaş bir artış gözlenmektedir. İlkbaharda, yavru bakımının başlaması ve uçuşların sınırlandırılması ile enfeksiyon düzeyi hızla artmaktadır (Fries, 1993).

Enfekte arılar, tam olarak *N. apis* enfeksiyonuna özgü olan herhangi bir belirti göstermemekte ve enfekte orta bağırsakta az bir hasar gözlemlenmektedir. Buna

karşın, enfeksiyonun kolaylıkla göze çarpmayan fakat kovan aktivitesi üzerinde etkisi olan pek çok işareti bulunmaktadır (Hornitzky, 2005).

Nosema apis enfeksiyonu koloni düzeyinde bal üretimini düşürmekte, polinasyon etkisini azaltmakta ve sıcak iklimlerde kışlama arılarının ömürlerini kısaltmaktadır (Fries, 1993). Bir diğer belirgin etkisi ise hipofarengal bezlerden salınan jöle benzeri bir madde (yavru besini) ile kolonideki larvaların beslenmedeki kapasitelerini azaltmasıdır. Yeni gelişmekteki ergin bal arıları *N. apis* sporları ile enfekte edildiğinde, hipofarengal bezlerinin gelişimi durmakta ve sonunda atrofiye uğramaktadır. Oysaki sağlıklı olanların hipofarengal bezleri ergin yaşamın ilk iki haftası süresince hacim olarak büyümektedir. Bu da erken yaz kolonilerinde, %15 e varan oranlarda larval gelişimin tamamlanamaması ile sonuçlanmaktadır. *N. apis* ile enfekte ve hipofarengal bezleri atrofiye olmuş arılar, yavru bakımı fazını kısaltabilmekte ve nektar uçuşuna sağlıklı arılardan daha erken başlayabilmektedirler (Malone and Gatehouse, 1998).

Enfekte olan ilkbahar ve yaz arılarının ömürleri sağlıklı olanlara oranla yarı yarıya kısalmaktadır (Kang et al.,1976). Bunun nedeni, bağırsak epitelyumunda meydana gelen patolojik değişiklikler sonucunda sindirim sisteminin düzeninin bozulmasıyla ortaya çıkan yetersiz beslenme ve erken ölümlerdir (Morse and Nowogrodzki,1990). Bir diğer çalışmaya göre ise, *Nosema apis*' in salgıladığı toksinler farinks bezlerinin hücrelerini tahrip etmektedir. Bu da arı sütü üretimini düşürerek, kraliçe arının ve larvaların yeterince beslenememesine neden olmaktadır (Sokól et al., 2007).

Kraliçeler, ana arı bankalarındaki kraliçe kafeslerinde ve paketlerde enfekte işçi arılar ile beraber tutulduklarında enfekte olmaktadır (Lehnert et al., 1973; Foote,1971). Enfekte olan kraliçenin de yumurtlama kapasitesi düşmekte ve enfekte kolonilerde sağlıklı olanlara oranla yavru üretiminde %12 oranında azalma görülmektedir (Moeller, 1962).

Nosema apis enfeksiyonu, yağ ve protein yapımı üzerinde de olumsuz etkiye sahiptir (Bailey and Ball, 1991).

Nosema apis ile enfekte olan arı kolonileri sağlıklı olanlara göre belirgin oranda daha az polen toplamaktadır (Anderson and Giacon, 1992).

Yoğun bal uçuşlarının yapıldığı ilk günlerde sürünen ve titreyen arılar; pestisit zehirlenmesi ya da viral enfeksiyonlar durumunda da görülebilmesine karşın, hastalığın tek karakteristik belirtisidir. Bu arılarda; arka kanatlar, ön kanatlara kancalı olmayabilir ve açıları olağan dışı olup, nektar toplamak amacıyla uzun uçuşlara çıkmak için uygun değildir (Moeller, 1962). Ayrıca, bu arılar yağlı görünümlü bir abdomene ve hasta bir görünüme sahip olabilmektedir (Somerville, 2002).

Nosema, geç kış ve erken ilkbaharda ergin arı popülasyonlarında azalmalara neden olmaktadır. Ağır enfeksiyonlarda, ölüm oranı, doğum oranını aşmaktadır. Popülasyondaki azalmalar yavru gözlerin sıcaklığını ayarlamayı da zorlaştırmaktadır. Enfeksiyon iyice ağırlaştığında ise, nosemosis tüm koloninin çökmesine neden olmaktadır (Hornitzky, 2005).

Peteklerdeki ve diğer kovan ekipmanı üzerindeki *N. apis* sporları ısıyla muamele yoluyla öldürülebilmektedir. Bu muamele, ekipmanı 24 saat süre ile 49°C' de ısıtmayı gerektirir. Bunu sağlamanın en iyi yolu sıcaklığın sabit olduğu ve termostatik olarak kontrol edildiği odaları kullanmaktır. Daha yüksek sıcaklıklar petekleri eritebileceğinden ya da şekillerini bozacağından, yüksek projeksiyon ışınlarından kaçınılmalıdır (Morse and Shimanuki, 1990).

Asetik asit ile fumigasyon, özellikle arılar kontamine ekipmandan fumige edilmiş ekipmana mevsiminde mümkün olduğunca erken transfer edildiğinde etki göstermektedir. Etkili metot; absorbent materyallerin, petekler de dâhil olmak üzere kovanın tahta aksamının arasına serpiştirilmesidir. Etilen oksit (ETO) ile fumigasyonun da peteklerdeki sporları öldürdüğü gözlemlenmiştir (100mg ETO/ l,

37.8 °C'de, 24 saat). Ancak, ETO' nun kullanımı ile ilgili bir dizi güvenlik sorunu söz konusudur (Shimanuki et al., 1992a).

Nosema apis' e karşı etkili olduğu bilinen tek ilaç "fumagillin" dir. Fumagillin, konak hücrenin DNA' sını etkilemeden, mikrosporidianın DNA replikasyonunu inhibe etmektedir. Liyofilizasyon yöntemi ile sağlıklı ve enfekte hücreler üzerinde yapılan çalışmalar bu bilgiyi doğrulamıştır. 4°C' de saklanan balda fumagillin aktivitesi, yıllarca yüksek oranda; 30°C' de en az 30 gün kalmaktadır (Hornitzky, 2005). Kekik ve diğer birçok bitkiden elde edilen bitkisel yağ bileşenlerinden timol (3-Hydroxy-p-cymene), laboratuvar koşullarında, *Helicoverpa armigera* tırtıllarındaki *Nosema vespula* enfeksiyonunu bastırmada etkilidir (Rice, 2003).

Limon suyuna katılarak uygulanan "Caspian eriyiği" nin de nosema enfeksiyonunu tedavi ettiği rapor edilmiştir (Yeganehrad et al., 2007a).

Gama radyasyonunun sporları öldürmede etkili olduğu rapor edilmiştir (Liu, 1990).

Yeterli havalandırma ile kuvvetli rüzgârlardan korunma ve serin, nemli, gölgeli bölgelerde yerleşimden kaçınarak, koloni popülasyonunun mümkün olduğunca yüksek tutulması da enfeksiyona karşı koruma yöntemlerinden biridir (Hornitzky, 2005).

2.2.4. Paraliz

Bal arısı, *Apis mellifera* L., pek çok viral enfeksiyonla karşı karşıyadır ve bu konuda tanımlanıp, karakterize edilmiş toplam 15 tür vardır. En yaygın ve en iyi bilinen bal arısı virüsleri; tek zincirli, pozitif RNA içeren 30 nm boyutundaki izometrik partiküllerdir (Tentcheva et al., 2004).

Son yıllarda bilim adamlarının bal arısı viral hastalıklarına karşı ilgisi oldukça artmıştır. Şimdiye kadar, bal arılarında 18 farklı virüs tespit edilmiştir. Hastalıkların genellikle

linik belirtilerden uzak bir seyirleri olsa da, virüsler koloni içinde ciddi ya da ölümcül hastalıklara veya koloninin çökmesine neden olabilmektedir (Berényi et al, 2006).

Deneysel çalışmalar sonucunda, altı virüsün bal arılarında ciddi hastalıklara neden oldukları ve bu yüzden arıcılık için en önemli virüsler oldukları düşünülmektedir (Berényi et al., 2006). Bu virüsler içinde Iflavirus cinsine dahil deforme kanat virüsü (DWV); Cripavirus cinsine dahil olan Kaşmir arı virüsü (KBV), Akut arı paralizi virüsü (ABPV) ve Siyah kraliçe petek gözü virüsü (BQCV) bulunmaktadır. Kronik arı felci virüsünün (CBPV) ise taksonomideki yeri henüz belli değildir. Epidemiyolojik verilere göre bu virüslerin bal arısı kolonilerindeki yayılımları dünya çapındadır ve genellikle bal arısı ırklarının dünya çapındaki yoğun değişiminden kaynaklanmaktadır (Tentcheva, et al, 2004).

BQCV, yaygın olarak ergin arılarda görülen bir virüsse de, esasen özellikle ilkbahar ve erken yaz dönemlerinde kraliçe arının prepupa ve pupa evrelerini etkilemektedir. Belirtileri SBV ile benzerdir. Enfekte kraliçe pupasının ölümünün ardından rengi koyulaşmakta ve yavru gözün duvarları kararmaktadır (Berényi et al., 2006).

DWV genellikle *Varroa* ile enfekte olan arılarda görülmektedir (Bowen-Walker et al., 1999). Virüsün bulaşımı yavaştır ve pupa beyaz göz evresinde enfekte olduğunda kanat gelişiminin tamamlanamaması söz konusudur. Enfekte arıların büyük bir kısmında herhangi bir belirti gözlenmemektedir (Berényi et al., 2006).

ABPV, sağlıklı arılarda da görülen, bal arılarının yaygın enfektif viral ajanlarından (Antúnez et al., 2005). Buna karşın *Varroa destructor* ile enfekte olan kolonilerdeki ölümlerin ana nedeni olarak rapor edilmiştir (Faucon et al., 1992; Nordstrom et al., 1999). Eğer virüsü taşıyan *Varroa destructor*, arının pupasını enfekte edecek olursa, pupa ergin evreye geçmeden, enfekte erginleri ise enfeksiyonun beşinci gününe kadar ölmektedir. ABPV enfeksiyonundaki ölümler DWV enfeksiyonundakilere göre daha çabuk olmaktadır. DWV ve ABPW, genotiplerinde bilinen bir değişiklik

olmaksızın, fenotip olarak virülant olmayan virüsler virülant hale geçerek evrimleşmişlerdir (Sumpter and Martin, 2004).

KBV hem ergin hem de yavru bal arılarını etkilemektedir. Enfekte ergin arılar genellikle enfeksiyonu takip eden birkaç gün içinde ölmekte ancak larva hayatına devam edebilmektedir, hatta bazıları enfekte olduğuna dair bir belirti göstermeyen ergin evreye ulaşmaktadır. KBV, ABPV ile yakın ilişkilidir fakat bu durum Avrupa' da nadiren rapor edilmiştir (Allenand Ball, 1996; Bowen-Walker et al., 1999).

CBPV, besin ya da yaralanmalar yoluyla bulaşmaktadır. Enfeksiyon halinde 2 farklı durum söz konusu olabilmektedir. İlkinde arıların uçamadıkları, titredikleri, süründükleri ve kanatlarının asimetrik olarak açıldığı gözlenmektedir. Arıcılar sık sık dizanteriden şikayet etmekte ve arılar birkaç gün içinde ölmektedir. İkinci durumda ise arılar vücut tüyleri döküldüğünden siyah renkte görünmektedirler. Kovan muhafızı olan arılar onları tanıyamamakta ve bu yabancı görünümülerinden dolayı hasta arıları kovan dışına atmaktadır. Bazı vakalarda kovanın yaklaşık %30' u enfekte olmasına rağmen, hastalık belirtisiz seyredebilmekte ve koloni kendini spontan olarak tedavi edebilmektedir. CBPV ile enfekte olan ergin arılar genellikle peteklerin üst kısımlarında bulunmaktadırlar (Berényi et al., 2006). Avrupa'nın bazı bölgelerinde arılar nektar uçuşu için ormanlık alanlara götürüldüklerinde hastalığın ortaya çıktığı görülmüştür. Yapılan çalışmalarla, orman koşullarında yayılımın daha kolay olduğu kanısına varılmıştır (Ball, 1999).

Son çalışmalar, bal arılarında salgın hastalık etkeni olmayan ve düşük düzeyde bulunan bir grup virüsün, artık salgın hastalık etkeni olduğu ve yeni bir bulaşımın yolunun ortaya çıktığını göstermektedir (Sumpter and Martin, 2004). *Apis mellifera* L. kolonilerinin çöküşü Avrupa'nın pek çok ülkesinde, özellikle Fransa'da, 1995' ten bu yana giderek artmış ve bal arısı toksikolojisi ve patolojisi üzerinde büyük bir ilgi oluşmasına neden olmuştur. Bu koloni çöküşlerinin iki nedeni olduğu düşünülmektedir. Bunlardan biri ektoparazitik akar *Varroa destructor*'ın *Apis mellifera*

L. kolonilerinde hızla yayılmasıdır. İkincisi ise, arıların deneysel inokülasyonlarında virüs reaktivasyonlarının gerçekleştiği yönündedir (Tentcheva, D. , et al; 2004).

Hastalığın teşhisinde serolojik testlerin uygulanması en sağlıklı yöntem olsa da, laboratuvarların bu konuda yetersiz olması nedeniyle arıların genel görünümünden ve davranışlarından yola çıkarak teşhis yöntemlerine başvurulmaktadır (Shimanuki and Knox, 2000).

Viral bir hastalık olması nedeni ile tedavi amaçlı kullanılacak ilaçların hastalık üzerinde pek bir etkisi olmamaktadır (Faucon et al., 1992).

2.3. Bal Arısı Zararlıları

2.3.1. Büyük Balmumu Güvesi

Büyük Balmumu Güvesi, *Galleria mellonella*, Lepidoptera takımından Pyralidae familyasına bağlıdır ve bal arılarının önemli zararlıları arasında yer almaktadır. Zararı, bal, polen ve balmumu ile beslenen larvaları yapmaktadır (Lebedeva et al., 2002). Tahribatı petekler üzerinde olduğundan ve de bunu larval dönemde yaptığından dolayı mum kurdu olarak da bilinmektedir (Doğaroğlu, 2004).

Döllenmiş dişiler, akşam saatlerinde kovana girmekte ve yumurtalarını bırakmaktadır (Hamida, 1999). Dişi mum güvesi yumurtalarını peteklere, kovadaki çatlaklara ve petek çerçevelerine bırakabilmektedir. Yumurtalardan 5–9 gün içinde larvalar çıkmaktadır. Larvaların gömlekleri, ipeğimsi koza salgıları ve çıkartıları petekleri kirletmekte ve kullanılamaz hale getirmektedir (Mangum, 2000) (Şekil 2.10.).

Galleria mellonella, havalandırmanın yetersiz ve havanın ılık olduğu koşullarda, özellikle siyah peteklerde hızla çoğalmaktadır. Kolonilerin zayıflamasıyla bütün koloniyi istila ederek arılara barınma şansı bırakmamaktadır. Bu şekilde koloninin tamamen kaybedilmesine neden olabilmektedir (Doğaroğlu, 2004).



Şekil 2.10. *Galleria mellonella* yerleştikten sonra kullanılamaz hale gelmiş bir petek

(<http://www.vita-europe.com/es/images/disease/Wmeffectoncomb3.jpg>)

Tropikal ve subtropikal kuşaklarda, yani sıcak iklimlerin görüldüğü bölgelerde daha sık rastlanmaktadır (Shimanuki and Knox, 2000). Ülkemizde, deniz seviyesinden 600 m' ye kadar olan yüksekliklerdeki sahil şeridi bölgelerinde mum güvesi vakalarıyla sıklıkla karşılaşılmasına karşın, Orta ve Doğu Anadolu bölgelerinde daha seyrek görülmekte ve bu bölgelerde zararı da daha az olmaktadır (Kaygın ve Yıldız, 2006).

Kolonilerin güçlü olması halinde, zararlıya karşı kendi kendilerine mücadele edebildikleri ve zararlıyı kovanda barındırmadıkları, ancak zayıf kolonilerde ciddi hasarların oluştuğu belirtilmiştir (Doğaroğlu, 2004). En ağır kayıplar ise kış ayları süresince depolanmış peteklerde görülmektedir (Kaygın ve Yıldız, 2006). Yeni peteklere oranla eski peteklerde daha sık gözlenmektedir (Shimanuki and Knox, 2000).

Kovan içi sıcaklığı arttırma ya da düşürme gibi fiziksel mücadele yöntemlerinin yanı sıra, fumigant ilaçlar da *G. mellonella* ile savaşta etkili olmaktadır. Entomopatojen nematodların ya da *Bacillus thuringiensis*' in kovana yerleştirilmesi yoluyla biyolojik mücadele yöntemleriyle de savaşmak mümkündür (Morse, 1997). Yapılan bir çalışmada, *B. thuringiensis* kovanlara püskürtme yoluyla uygulandığında %85, ıslatma yoluyla uygulandığında ise %100 etkili olmuştur (Brighenti et al., 2005). Biyolojik

mücadelede kullanılan *Bacillus thuringiensis*' in toksinleri mum güvesinin bağırsak duvarın tahrip ederek ölümüne neden olmaktadır. Ancak, yüksek dozda uygulanacak olursa bal arılarının da ölümüne neden olmaktadır (Brighenti et al., 2007).

Galleria mellonella ile mücadelede kullanılan bir diğer yöntem ise, son yıllarda üzerinde çalışılmakta olan feromon tuzaklarıdır. Erkek bireylerin ürettiği ve iki aldehitin karışımından oluşan seks feromonu dişiler için çekici özellik taşımaktadır. Mücadelede bu feromondan da faydalanılabileceği düşünülmektedir (Lebedeva et al., 2002).

2.3.2. Küçük Balmumu Güvesi

Küçük Balmumu Güvesi, *Achroia grisella*, Lepidoptera takımından Pyralidae familyasına bağlıdır (Zacarin et al., 2004). Boyut olarak *G. mellonella*' dan küçük olan *A. grisella* vücut rengi, görünüşü ve davranışları ile de ayrılmaktadır (Chandel et al., 2003).

Larvaları peteklerde depolanmış polen, bal, balmumu ve kovan içine ya da yakınına dökülmüş olan artıklarla beslenmektedir (Jia and Greenfield, 1997). Zayıf veya ölü arı popülasyonunun bulunduğu ve depolanmış boş peteklere yumurta bırakmaktadır. Peteklerde tüneller açarak ve ağ oluşturarak peteğe zarar vermekte, kalitesini düşürmektedir (Nurulloğlu, 2003).

2.3.3. Arı biti

Arı biti, *Braula coeca* (Nitzsch), Diptera takımında, Braulidae familyasına ait bir tür sinektir (Frank and Thomas, 2004).

Ergin formu arının vücudu üzerine yerleşip, ağzından yiyecek çalarak beslenmektedir. İşçi, erkek ve kraliçe arıların hepsinde bulunabilmektedir. Larval formu ise peteklere yerleşmekte ve peteğin sırlı yapısını bozarak değerini düşürmektedir. Bazı bilim

adamları arı bitinin koloniye verdiği zararın önemsiz olduğunu söylese de, pek çok bilim adamı ciddi hasarlara yol açtığını belirtmektedir. Amerika Birleşik Devletleri'nden Avrupa'ya geçerek yayıldığı düşünülmektedir. Arı bitine karşı etkin bir savaş metodu bulunmamaktadır (Weems et al., 2006).

2.3.4. Yakı Böceği

Coleoptera takımından Meloide familyasına bağlı bir tür olan *Meloe variegatus*, arıcılık sektörüne zarar veren böcekler arasındadır. 1. dönem larvaları arıların hemolenfi ile beslenmekte; 2. dönem larvaları ise besin olarak bal, polen, arı yumurtası ve arı larvalarını tüketmektedir. Erginleri ise bal arılarına zarar vermemektedir (Hamida, B.B., 1999).

2.3.5. Diğer zararlılar

Bal arılarının diğer böcekleri, eklembacaklıları, akarları, kuşları, amfibileri (iki yaşamlılar) ve memelileri içeren pek çok zararlısı bulunmaktadır. Böceklerden Diptera takımına dahil predatör sineklerden olan *Nusa atra*, *Laphria atra* ve *Asillus afer* bal arısı erginlerine saldırmaktadır. Miyaz sineklerinden *Senotainia tricuspis* bal arısı larvalarına miyaz etkenidir. Hymenoptera takımına dahil olan *Vespula germanica* ve *Vespula vulgaris* kovandan bal çalmakta ve nektar uçuşuna çıkan arıları avlamaktadır. Formicidae takımından (karıncalar) bazı türler ise arılıktaki ölü veya ölmekte olan arıları ortadan kaldırmalarıyla faydalı olsalar da, bal arılarının ergin, larva ve yumurta formlarının üçünün de pradatörü olmalarıyla ve birkaç saat içinde bütün arılığı tahrip edebilmeleriyle de zararlılar arasında yer almaktadırlar. Bal ya da polen çalmak için arılıklara zarar veren başlıca türleri ise *Formica rufa*, *Formica sanguinea*, *Formica fusca*, *Lasius niger* ve *Crematogaster jherinil'* dir. Eklembacaklılardan *Achaearamea tepidariorur*, *Aranaeus quadratus*, *Aranaeus diademafus*, *Araneus marmoraeu* ile *Latrodectus* ve *Thornisius* cinslerine dahil bazı örümcekler de bal arılarının önemli zararlıları arasındadır. Akarlardan bazı *Pediculoides* türleri de zaman zaman bal arılarını konak olarak kullanmaktadır.

Kuşlardan *Parus major* (Büyük baştankara), *Merops apiaster* (Arıkuşu), *Pernis apivorus* (Bal akbabası) ile bazı Picinae (Ağağkakanlar) ve Hirundinidae (Kırlanığlar) türlerinin besinleri arasında bal arıları da bulunmaktadır. Amfibilerden Bufonidae ve Ranidae familyalarının yeleri, popülasyon yoğunlukları artınca arılıklar için zararlı hale gelmektedir. Memelilerin en zararlıları ise polen, bal ve arılar ile beslenen *Mus musculus* (Ev faresi), *Apodemus sylvaticus* (Ağaç faresi) ve *Ursus arctos* (Boz ayı) türleridir. Ayrıca, akallar, kokarcalar, gelincikler, porsuklar ve babunlar da dünyanın çeşitli bölgelerinde bal arılarına ya da ürünlerini çalarken kovanlara zarar veren canlılardır (Ericson, 1999; Hamida, 1999).

3. MATERYAL - METOT

Yapılan çalışmada Muğla ili ve çevresindeki bal arıları erginleri ve yavruları, paraziter ve mikrobiyal hastalıklar yönünden incelenmiştir. Bu kapsamda Muğla il merkezi ve ilçelerine ilkbahar ve sonbahar mevsimlerinde arazi çalışmaları düzenlenmiştir. Arılıkların seçimi konusunda “Muğla İli Arı yetiştiricileri Birliği” ile iş birliği yapılmış ve il genelinde homojen bir dağılım sağlayacak şekilde arılıklar belirlenmiştir. Bu amaçla Muğla ili’nde arıcılık yapılan bölgelerdeki 108 kovandan alınan 4320 adet ergin arı ve 108 adet yavrulu petek örnekleri toplanarak “Hacettepe Üniversitesi Arı Sağlığı Laboratuvarı”na getirilmiş ve hastalıklar yönünden incelemeye alınmıştır.

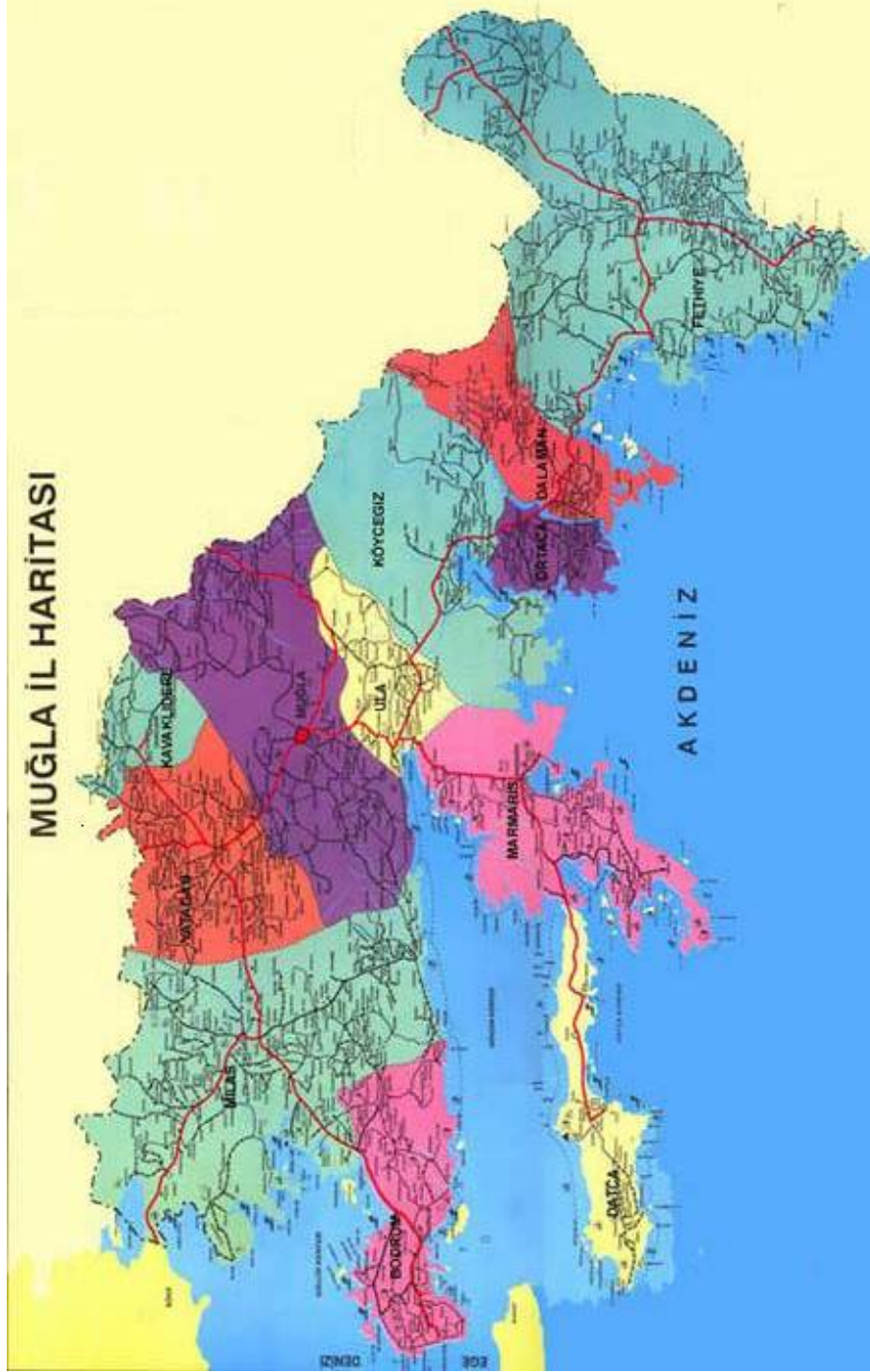
3.1. Örneklerin Toplanması

13–15 Kasım 2006 tarihleri arasında yapılan ilk arazi çalışması ile Muğla ilinin **Bodrum, Datça, Fethiye, Köyceğiz, Marmaris, Milas, Ula, Yatağan** ilçelerine ve **il merkezine** düzenlenen arazi çalışmalarında toplam 44 kovandan 1760 arı örneği toplanmıştır (Şekil 3.1.).

Muğla ili arıcılık açısından Türkiye’nin en yoğun illerinden biri olması ve de her ilçede pek çok köy bulunması nedeni ile pilot köyler seçilmiştir. Köylerin seçiminde coğrafik açıdan birbirlerinden mümkün olduğunca uzak olmalarına ve o bölgede arıcılıkla yoğun olarak ilgileniliyor olmasına dikkat edilmiştir.

Örnek toplama sırasında kovan önündeki ve içindeki arıların morfolojileri ve davranışları gözlemlenmiştir. Bu sırada kovan içindeki peteklerdeki yavru gözlerin üşütülmemesine özen gösterilmiştir. Ergin arıların toplanmasında hastalık belirtisi gösteren, kovan önünde sürünen, pasif ve diğer arılar tarafından kovan önüne atılan bireyler tercih edilmiştir. Herhangi bir hastalık belirtisi gözlenmeyen kovanlarda ise kovan içindeki ergin arılardan örnekler alınmıştır. Ayrıca kovan önündeki ölü arı örnekleri de toplanıp, onlardan da faydalanılmıştır. Alınan örnekler hastalık etmenleri açısından bir kayıp yaşamamak adına, alkol v.b. sıvıların içine değil de, ağzı delikli-kapaklı 200 ml’lik boş cam kavanozlara konulup, arazi çalışması sırasında bu şekilde muhafaza edilmişlerdir. Arazi süresinin kısa olması nedeniyle arılar canlı olarak

laboratuvar ortamına taşınabilmiştir. Yavru hastalığı şüphesi taşıyan ya da görüntü ve renk açısından olağan dışı bir görünümü olan petekler ise yazı veya resim içermeyen, beyaz kâğıtlar ile paketlenerek laboratuvara taşınmıştır.



Şekil 3.1. Muğla il haritası

Aynı yöntemlerle yapılan ikinci arazi çalışması ise, 9–11 Nisan 2007 tarihleri arasında düzenlenmiştir. Bulgular arasında karşılaştırma yapılabilmesi amacıyla pilot köylerde değişiklik yapılmamasına özen gösterilmiştir. Fakat yıl içinde il genelinde çeşitli bölgelerde çıkan yangınlar ve gezginci arıcılığın çok yoğun olması nedeniyle bazı bölgelerdeki örnek sayılarında ve yerlerinde değişiklikler yapılmak zorunda kalmıştır.

Toplanan ergin arı ve petek örnekleri çalışma süresince çürüme, kontaminasyon ya da herhangi bir bozulmayı önlemek amacıyla +4°C’ deki buzdolaplarında tutulmuşlardır.

3.2. Yavru Hastalıklarının Teşhisi

Hastalık şüphesi ile alınan 32 adet yavrulu petek örneği incelemeye alınmıştır. Şüphelenilen yavru gözlerden bir öze yardımı ile larval örnekler alınmış ve genel besiyerinde kültürasyonları yapılmıştır. Elde edilen kültürlerin farklı besiyerlerindeki üremeleri ve biyokimyasal testlere verdikleri cevapların yanı sıra, Gram boyama yöntemi ile bakterilerin vejetatif ve sporo-vejetatif fazdaki morfolojik özelliklerinden faydalanılarak kesin tür teşhisleri yapılmıştır.

3.2.1. Kullanılan Besiyerleri

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.

Nutrient Agar (Merck): Tüm bakterilerin üremesi için genel besiyeri olarak kullanılmıştır. Hazırlanan besiyeri (g/l); 5.0 etten elde edilen pepton, 3.0 et özütü ve 2.0 agar agar içermektedir.

Brain-Heart Infusion Agar (BHI) (Acumedia): Gram (+) Paenibacillus spp. üremesi için kullanılmıştır. Hazırlanan besiyeri (g/l); 8.0 Beyin-kalp karışımı (katı), 5.0 hayvan

dokularının peptik parçaları, 16.0 kazeinin pankreatik parçaları, 5.0 sodyum klorit, 2.0 dekstroz, 2.5 disodyum fosfat, 13.5 agar içermektedir. Hazır besiyerinde pH= 7.4' tür.

BHI-N: Paenibacillus larvae için seçici besiyeri olarak kullanılmıştır. BHI' ya 3µg/ml Nalidiksik asit (Sigma; 8878) ilave edilmesi ile elde edilen bir besiyeridir.

Triptofanlı besiyeri: Biyokimyasal testlerde kullanılmıştır. Hazırlanan besiyeri (g/l); 5.0 Lab lemco, 10.0 pepton, 5.0 NaCl, 1.0 triptofan içermektedir.

Glukoz fosfatlı besiyeri: Biyokimyasal testlerde kullanılmıştır. Hazırlanan besiyeri (g/l); 7.0 pepton, 5.0 glukoz, 5.0 K₂HPO₄ içermektedir.

Hazırlanan besiyerleri 120 °C' de, 1atm basınç altında 15 dk steril edildikten sonra kullanım amacına göre petri plaklarına ve deney tüplerine dökülmüştür.

3.2.2. Biyokimyasal Testler

Katalaz Testi: Bir damla %3' lük hidrojen peroksit, üremekteki kültür üzerine damlatılır. Çoğu aerobik bakteri, peroksiti su ve oksijene parçalayarak köpük oluşumuna neden olur, fakat *P. larvae* bu teste daima negatif reaksiyon vermektedir (Shimanuki and Knox, 2000).

İndol Testi: Triptofan bulunan bir besiyerinde üretilen bakterilerin, triptofanı hidrolize uğratarak indol oluşturup oluşturmadıklarını belirlemek amacıyla yapılan bir testtir. Besiyerine inokülasyon yapıldıktan sonra 72 saat süresince inkübasyona bırakılır. İnkübasyon sonrası 0.2-0.3 ml jovaks ayırıcı ilave edilir. Üst kısımda kırmızı renk oluşumu pozitif reaksiyonun, sarı-kahverengi ise negatif reaksiyonun göstergesidir (Madigon et al., 1997).

Metil Red Testi: Glukozun karışık asit fermantasyonu ile kullanılıp kullanılmadığını tespit etmek amacıyla uygulanmaktadır. Glukoz fosfatlı sıvı besiyerine ekim yapılmasının ardından, kültüre metil red ayırıcı damlatılır ve oluşan rengin kırmızı ya da sarı olmasına göre sonuç belirlenir. Renk kırmızı ise bakteri fermantasyon sonucu

organik asitler oluşturmuş demektir ve test pozitifdir. Rengin sarı olması hainde ise sonuç negatifdir (Madigan et al., 1997).

Voges-Proskauer Testi: 37°C' de 24 saatlik kültürden alınan bakteri rneği üzerine 0,6 ml %5' lik α -naftol ve 0,2 ml %40' lık KOH damlatılıp tp çalkalanarak oksijenle temas sağlanarak ve 10-15 dakika sonunda kırmızı rengin (+) oluşup oluşmadığı incelenir (Benson, 1998).

Nişastanın Hidrolizi Testi: Nişastalı besiyerinde 37°C' de 1-2 günlük inkübasyon sonucu nişasta hidrolizinin oluşumu besiyeri üzerine iyodür damlatılarak anlaşılmaktadır. Nişastanın amilaz enzimine sahip bakterilerce parçalanması sonucu iyodür besiyerinde mavi renk oluşurmamaktadır (Benson, 1998).

Tüm biyokimyasal testlerde 37°C'deki 48 saatlik kültürler kullanılmıştır. Biyokimyasal testler; patojen olan *P. larvae* ile saprofitik bir bakteri olan *P. alvei'* nin ayırımında kullanılmıştır (Özkırım, 2000).

Tulumsu Yavru rklğ ve Paraliz gibi virütik hastalıkların teşhisleri moleküler teknikler ile yapılılabildiğinden ve gerekli kitler elimizde olmadığından, bu hastalıkların teşhisleri için arıların genel görünümlerinden faydalanılmıştır.

3.3. Ergin Hastalıklarının Teşhisi

Ergin arıların teşhisinde hastalık etkeninin yerleşim yerine göre arının vücudunun farklı bölgeleri, değişik yöntemler kullanılarak ayrı ayrı incelenmiştir.

3.3.1. Vücut Yüzeyinin İncelenmesi

Arının dış parazitleri olan *Varroa destructor* Q., *Acarapis externus* ve *Acarapis dorsalis'* in tespiti için kullanılan bir yöntemdir. İşlem, disseksiyon mikroskobu altında bir pens yardımıyla arının vücudu ve tüylerinin taranması şeklinde uygulanmıştır. *Varroa destructor* Q. taramasında kovan önüne, kovan tahtasına veya kovanın tabanına düşmüş olan akarların tespitinden de faydalanılmıştır. Ayrıca, yavru

hastalıkları teşhisi için alınan peteklerdeki yavru gözlerin bir kısmında da *Varroa destructor* Q. tespit edilmiştir.

3.3.2. Toraksın İncelenmesi

Acarapis woodi taraması için torakstan kesitler alınıp incelenmiştir. Burada da Shimanuki-Knox' ta verilen yol izlenmiştir (Shimanuki and Knox, 2000). Bu yöntemde arı, dorsal kısmı yere gelecek şekilde zemine sabitlenir. Başı ve birinci çift bacakları bisturi yardımı ile ileri geri hareketlerle vücuttan ayrılır. Diseksiyon mikroskobu altında, birinci torasik segment (protoraks) halkası bir lam üzerine alınır. Kas dokusuyla trakeleri ayırt etmek ve görüntüyü netleştirmek için birkaç damla %85'lik laktik asit damlatılır. Daha sonra üzerine lamel kapatılıp 40x büyütmede ışık mikroskobu altında trakeler incelenir. Kontras sağlamak amacıyla preparat lugol çözeltisi ile boyanabilir.

3.3.3. Guanin Tespiti

Acarapis woodi enfeksiyonu eğer düşük düzeyde seyrediyorsa, klasik tekniklerle akarın kendisi görülmeyebilir. Enfeksiyonun var olup olmadığını anlamamanın en emin yollarından birisi de Koch-Gerson tarafından önerilen "guanin" tespitidir (Koch and Gerson, 1997). Bu yöntem, bal arılarının trakelerinde bulunmayan, ancak *A. woodi*' nin nitrojen metabolizmasının son ana ürünü olan guanin maddesinin taranmasına dayanır. Her bir kovandan alınan 5'er arının toraksı 0.1 M' lık NaOH çözeltisi içinde bekletilir. Ardından 2 dakika boyunca doku homojenizatörü ile homojenize edilir. Homojenize edilen örneklerin 16.000 rpm' de 20 dakika boyunca santrifügasyonunu takiben, süpernatantları alınıp 2'şer dakika daha santrifüj edilir. Süpernatant örneklerinden 10'ar µl alınarak, tabandan 3'er cm yükseklikte olacak şekilde, 2'şer cm aralıklarla kromatografi kâğıdına yüklenir. Aynı kâğıt üzerine yüklenen guanin standardı ile yürütme sonundaki verileri UV altında karşılaştırılır. Yürütme tamponu ise; % 5'lik amonyum sülfat, 13 M' lık amonyak ve 1-propanolün 60:30:10 oranındaki karışımından oluşmaktadır.

3.3.4. Abdomenin İncelenmesi

Arıların bağırsaklarına yerleşen *Nosema apis* taraması için, abdominal incelemeler yapılmıştır. Bu amaçla Cantwell (1970) tarafından önerilen, *N. apis* sporlarının sayımına dayanan metot kullanılmıştır.

Aynı arılıktan alınmış olan örneklerin hepsinin bağırsakları çıkarılıp, havan vazifesi göreceğ bir kap içinde toplanmıştır. Bunun için, arılar dorsal kısımları zemine gelecek şekilde bir pens yardımıyla toraks kısmından tutulup, abdomenin terminal segmentinin uç kısmından ince uçlu bir pens yardımı ile bağırsaklar yavaşça dışarı çekilmektedir. Havadaki arıların üzerine, arı başına 1 ml olmak üzere distile su eklenerek iyice ezilmeleri ve bağırsak içeriğinin homojen bir şekilde dağılması sağlanmıştır.

Hazırlanan süspansiyondan 0.1 ml alınıp, Neubauer lamı ile sayımı yapılmıştır. Böylelikle *N. apis*' in varlığının yanında enfeksiyonun yoğunluğunun saptanması da mümkün olmuştur.

Neubauer lamı üzerinde 16' şar kareden oluşan, 4 alan vardır ve her bir alanın hacmi 0.1 µl' dir. Bu alanların her birindeki spor miktarı sayılır, toplamları alınıp 4' e bölünür. Böylece 0.1 µl' deki spor sayısı hesaplanmış olur. 1 ml' deki spor sayısına ulaşmak içinse bu rakam "sulandırma faktörüx10⁴" ile çarpılır.

1 ml' deki spor sayısı= $\frac{4 \text{ büyük alandaki toplam spor sayısı}}{4} \times \text{sulandırma faktörü} \times 10^4$

4. BULGULAR

Yapılan alışmalar sonucu elde edilen bulgular değerlendirilmiş, veriler istatistikî olarak incelenmiş ve tablolar halinde sunulmuştur.

4.1. Yavru Hastalıkları Araştırması Sonuçları

Yavru hastalıkları araştırması sonucunda elde edilen veriler mikrobiyal teknikler, biyokimyasal testler ve gram boyama yöntemi olmak üzere 3 grupta toplanmıştır.

4.1.1. Besiyerlerindeki Mikrobiyal Üreme Sonuçları

Yavru ürüklüğü hastalıkları olan AFB ve EFB' nin ayırt edilmelerinde yaşanılan zorluklar, seçici ve ayırt edici besiyerlerinin kullanımı ile aşılmaya çalışılmıştır. İlk olarak hastalık şüphesi taşıyan larvalardan alınan örnekler hiçbir işleme tabii tutulmadan Nutrient Broth besiyerine ekilmişlerdir. Üreme görülen örneklerden Nutrient Agar besiyerine ekim yapılmıştır. Nutrient Agar üzerinde üreyenlerden AFB' nin varlığını tespit amacı ile seçici BHI ve BHI-N besiyerlerine ekimler yapılmıştır. *Paenibacillus larvae* ve *Paenibacillus alvei*' nin Nutrient Agar besiyerinde zayıf bir üreme gösterdikleri, buna karşın BHI besiyerinde her iki bakterinin de rahatça ürediği tespit edilmiştir. BHI-N besiyerinde ise sadece *Paenibacillus larvae*' nin üreyebildiği gözlemlenmiştir. Bu da teşhiste iki hastalığın ayırt edilmesini kolaylaştırmıştır.

Fungal hastalık belirtisi gösteren hiçbir örnek bulunmadığından, bu konuda herhangi bir işlem uygulanmamıştır.

4.1.2. Biyokimyasal Test Sonuçları

Larvalardan alınan örneklerin farkı besiyerlerinde üretilmeleri sonucu izole edilen bakteriler üzerinde bir takım biyokimyasal testler de uygulanmıştır. *Paenibacillus alvei*

ve *Paenibacillus larvae*' nin farklı sonuçlar verdiği testlerin uygulanması ile iki bakterinin ayrımı oldukça kolaylaşmıştır.

Testlerin seçiminde ve sonuçlarının yorumlanmasında Alippi ve Shimanuki-Knox' un tablolarından faydalanılmıştır (Alippi, 1991; Shimanuki and Knox, 2000). Uygulanılan testler sonucu örneklerin ilkbahar mevsiminde 15, sonbahar mevsiminde 8 olmak üzere 23' üne AFB; ilkbahar mevsiminde 7, sonbahar mevsiminde 3 olmak üzere 10 tanesine EFB teşhisi konulmuştur (Çizelge 4.1.).

4.1.3. Gram Boyama Yöntemi Sonuçları

Larvalardan alınan örneklerin besiyerlerinde üretilmesi sonucu elde edilen kültürlerin kesin teşhislerinin konulabilmesi için Gram boyama yönteminden faydalanılmıştır.

BHI-N besiyerinden alınan kültürlerin Gram boyama yöntemi ile Gram(+), sporlu basiller olduğunun gözlenmesi ile *P. larvae* oldukları kesinleşmiştir.

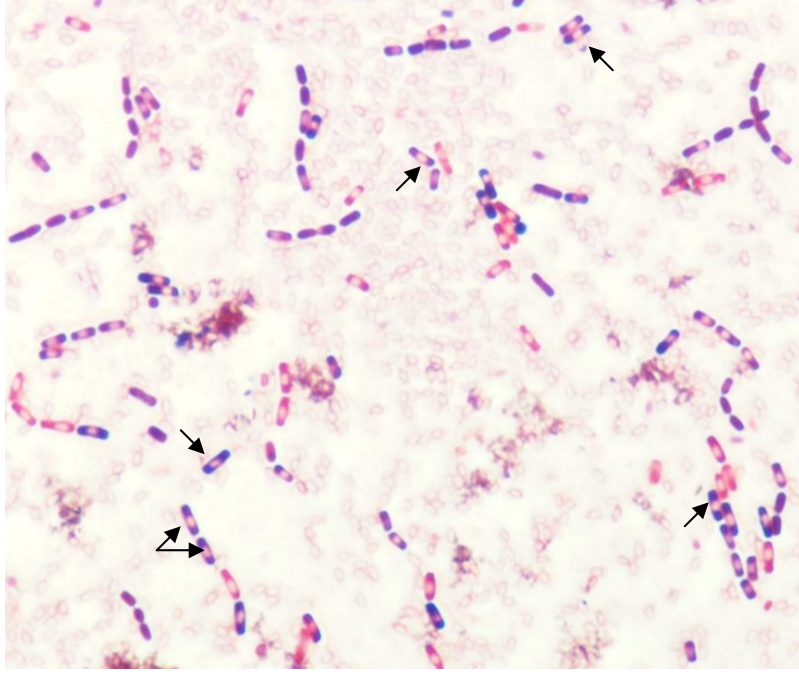
EFB etkeni olan *Melissococcus pluton*' a hiçbir örnekte rastlanamamış ancak, genellikle EFB enfeksiyonlarında larvanın üzerinde saprofitik olarak yaşayan Gram (+), sporlu bir basil olan *P. alvei* tespit edilmiştir.

P. alvei ile *P. larvae*' nin ayrımı ise sporo-vegetatif formlarının gözlemlenmesi ile yapılmıştır. *P. alvei* de spor oluşumu subterminalken, *P. larvae*' de sentral bir spor oluşumu gözlenmektedir (Şekil 4.1 ve Şekil 4.2). Bu özellikten faydalanılarak EFB tanıları da konulabilmektedir.

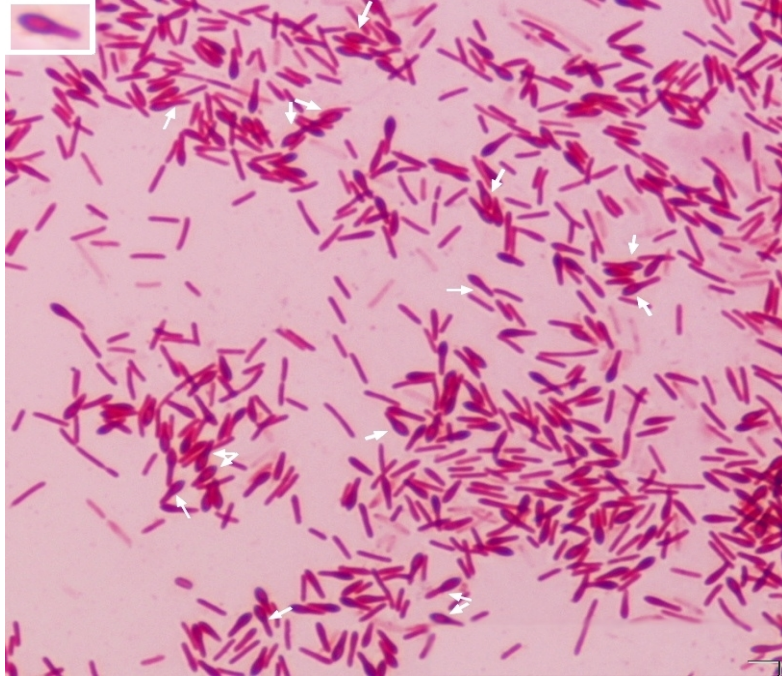
Hiçbir örnekte Tulumsu Yavru Çürüklüğü, Taş ve Kireç hastalıklarına rastlanmamıştır. Yavru hastalıklarından sadece AFB ve EFB hastalıklarının varlığı tespit edilmiştir. Hastalıkların ilkbahar ve sonbahar mevsimlerinde ilçelere göre yüzde dağılımları grafikler halinde sunulmuştur (Şekil 4.3. ve Şekil 4.4.).

| | Örnek no | Katalaz | İndol | Metil Red | Voges Proskauer | Nişastanın hidrolizi | Gram özelliği | Bakteri türü |
|----------|----------|---------|-------|-----------|-----------------|----------------------|------------------|------------------|
| SONBAHAR | 8 | + | - | - | + | + | + | <i>P. alvei</i> |
| | 10 | - | + | + | - | - | + | <i>P. larvae</i> |
| | 11 | - | + | + | - | - | + | <i>P. larvae</i> |
| | 12 | - | + | + | - | - | + | <i>P. larvae</i> |
| | 18 | + | - | - | + | + | + | <i>P. alvei</i> |
| | 22 | + | - | - | + | + | + | <i>P. alvei</i> |
| | 33 | - | + | + | - | - | + | <i>P. larvae</i> |
| | 34 | - | + | + | - | - | + | <i>P. larvae</i> |
| | 39 | - | + | + | - | - | + | <i>P. larvae</i> |
| | 41 | - | + | + | - | - | + | <i>P. larvae</i> |
| İLKBAHAR | 7 | + | - | - | + | + | + | <i>P. alvei</i> |
| | 11 | - | + | + | - | - | + | <i>P. larvae</i> |
| | 23 | - | + | + | - | - | + | <i>P. larvae</i> |
| | 24 | - | + | + | - | - | + | <i>P. larvae</i> |
| | 25 | - | + | + | - | - | + | <i>P. larvae</i> |
| | 27 | + | - | - | + | + | + | <i>P. alvei</i> |
| | 28 | + | - | - | + | + | + | <i>P. alvei</i> |
| | 31 | + | - | - | + | + | + | <i>P. alvei</i> |
| | 32 | + | - | - | + | + | + | <i>P. alvei</i> |
| | 34 | - | + | + | - | - | + | <i>P. larvae</i> |
| | 35 | + | - | - | + | + | + | <i>P. alvei</i> |
| | 37 | - | + | + | - | - | + | <i>P. larvae</i> |
| | 39 | - | + | + | - | - | + | <i>P. larvae</i> |
| | 41 | - | + | + | - | - | + | <i>P. larvae</i> |
| | 43 | - | + | + | - | - | + | <i>P. larvae</i> |
| | 44 | - | + | + | - | - | + | <i>P. larvae</i> |
| | 49 | - | + | + | - | - | + | <i>P. larvae</i> |
| 53 | - | + | + | - | - | + | <i>P. larvae</i> | |
| 55 | - | + | + | - | - | + | <i>P. larvae</i> | |

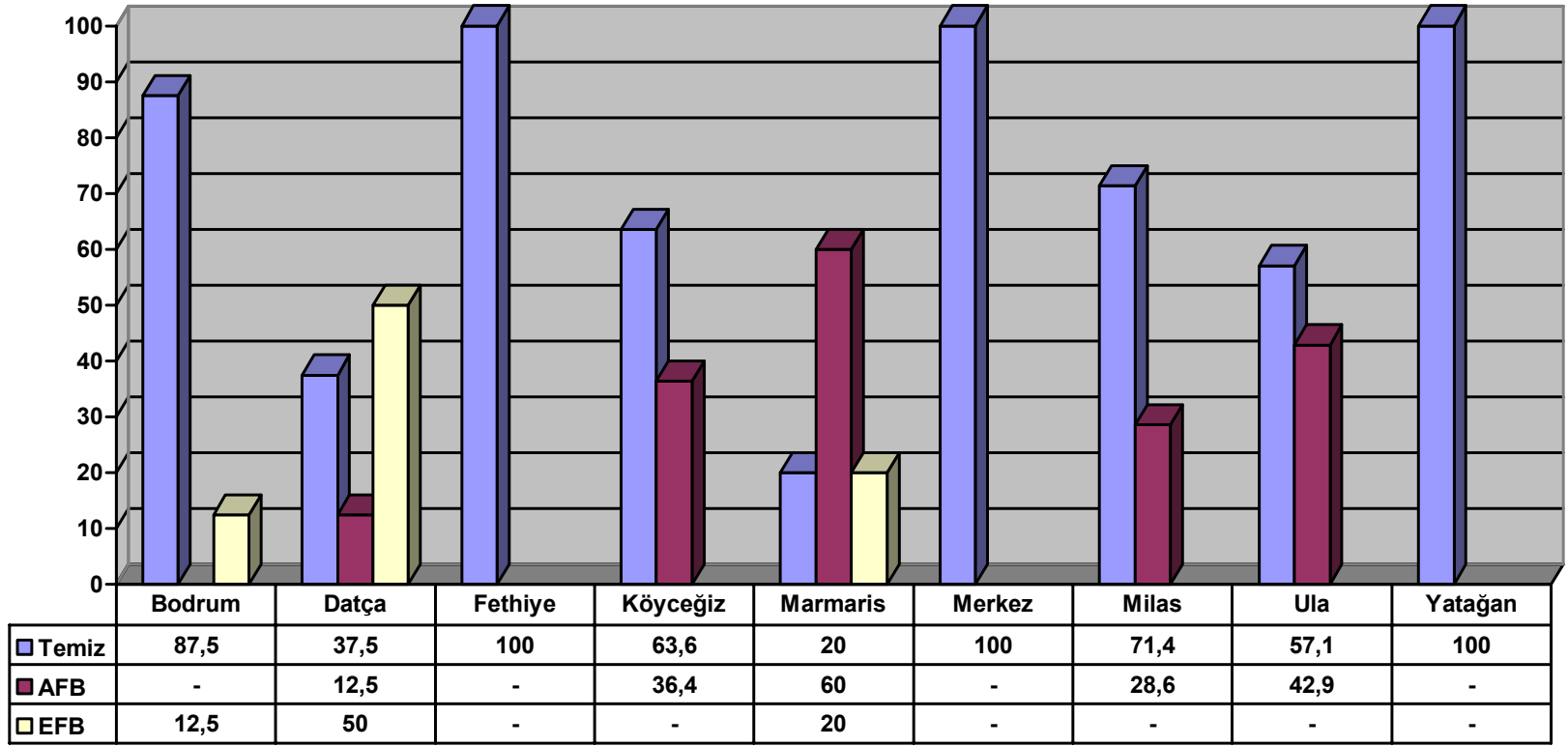
Çizelge 4.1. Biyokimyasal Test Sonuçları



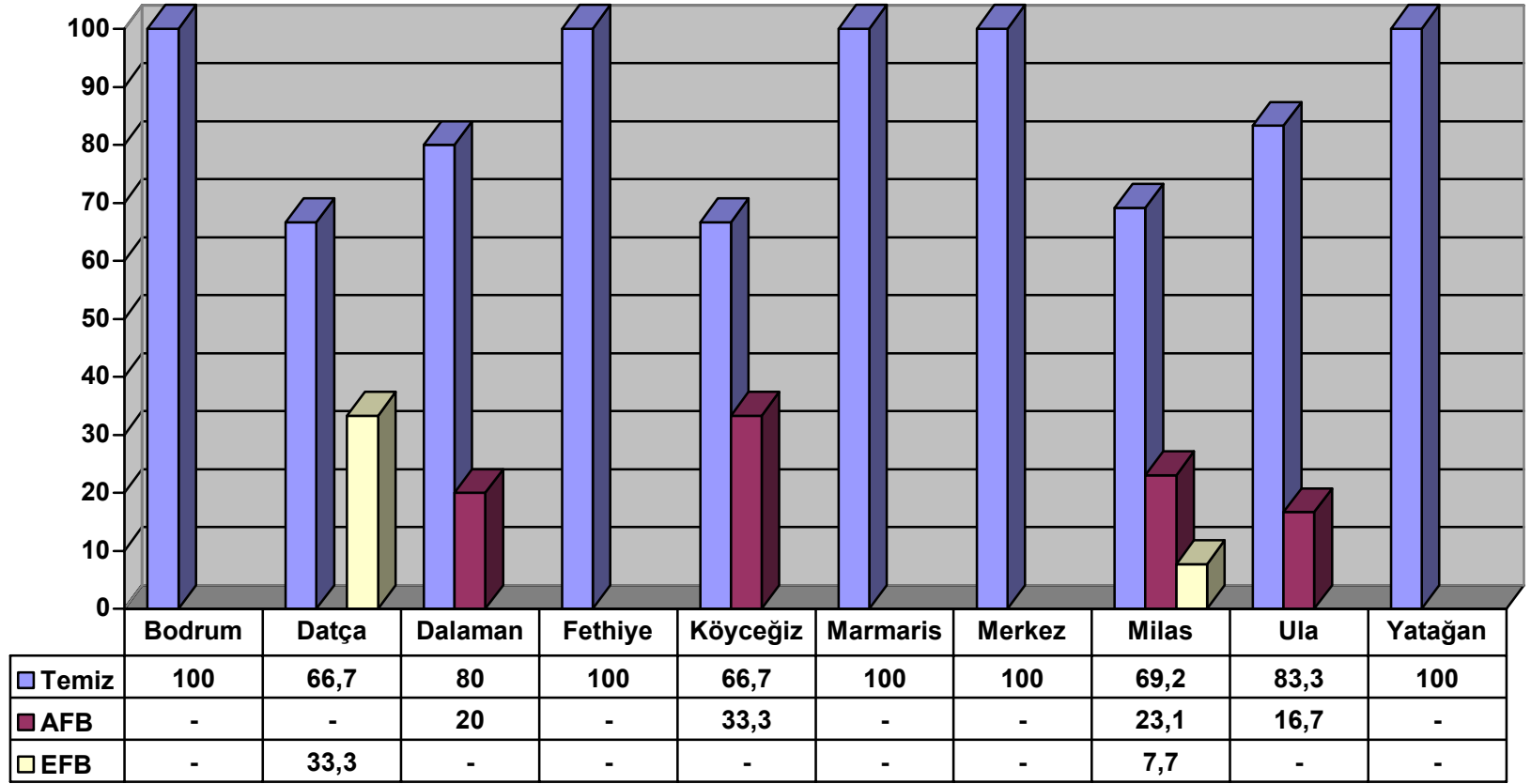
Şekil 4.1. *Paenibacillus larvae*' nin sporo-vegetatif formu (Duygu ŞİMŞEK)



Şekil 4.2. *Paenibacillus alvei*' nin sporo-vegetatif formu (Duygu ŞİMŞEK)

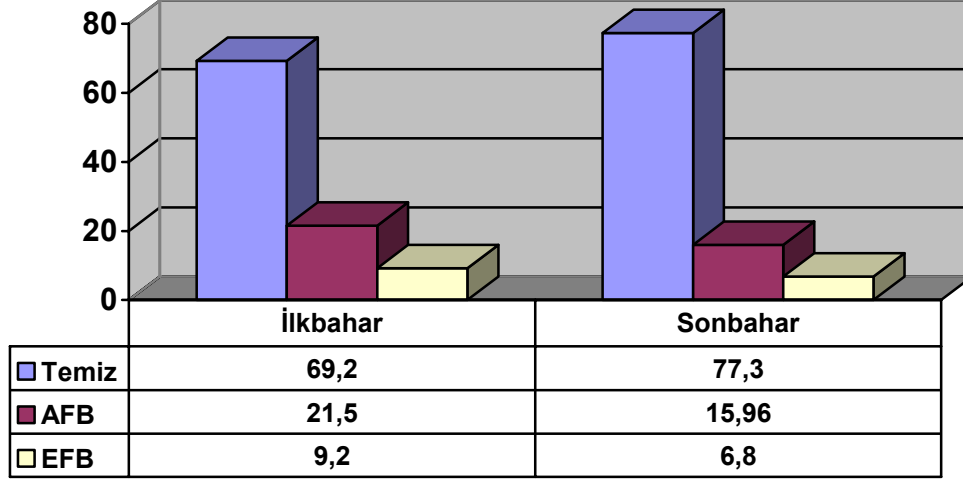


Şekil 4.3. Yavru çürüklüğü hastalıklarının Sonbahar mevsiminde ilçelere göre yüzde (%) dağılımı



Şekil 4.4. Yavru çürüklüğü hastalıklarının ilkbahar mevsiminde ilçelere göre yüzde (%) dağılımı

Yavru hastalıklarına dair elde edilen tüm bulgular istatistiki olarak değerlendirilmiş, ilçeler arasında fark olmadığı tespit edilmiştir. Mevsimsel farklılıkların değerlendirilmesinde ise Ki-kare testi uygulanmıştır (Şekil 4.5.).



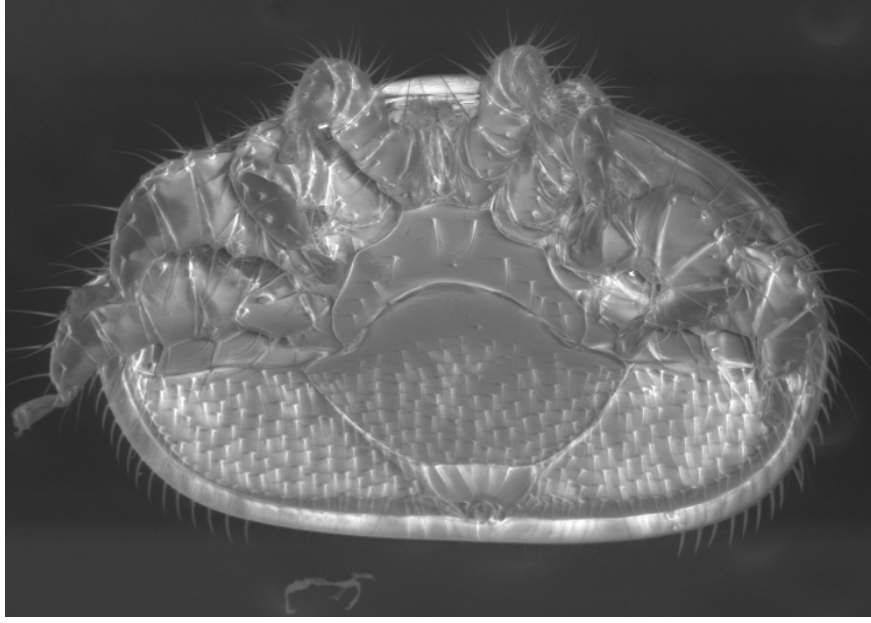
Şekil 4.5. Yavru hastalıklarının mevsimlere göre yüzde dağılımları

Mevsimlere göre hastalık yüzdeleri karşılaştırıldığında, istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı görülmüştür (Ki-kare = 0,815; P-değeri = 0,654).

4.2. Ergin Hastalıkları Araştırma Sonuçları

Ergin arılar öncelikle ektoparazit *Varroa destructor* tespiti için incelemeye alınmışlardır. Bu konudaki incelemeler arazi çalışması sırasında kovan dip tahtasının ve peteklerin incelenmesi başlamıştır. Daha sonra laboratuvar ortamında arıların dış yüzeyi diseksiyon mikroskobu altında incelenmiştir. Örneklerin tamamında *Varroa destructor* tespit edilmiştir (Şekil 4.6).

Ergin arıların trakelerine yerleşen *Acarapis woodi* taramasında ise mikrobiyolojik ve moleküler incelemeler sonucu akarın varlığına dair hiçbir bulguya rastlanmamıştır (Şekil 4.7.).



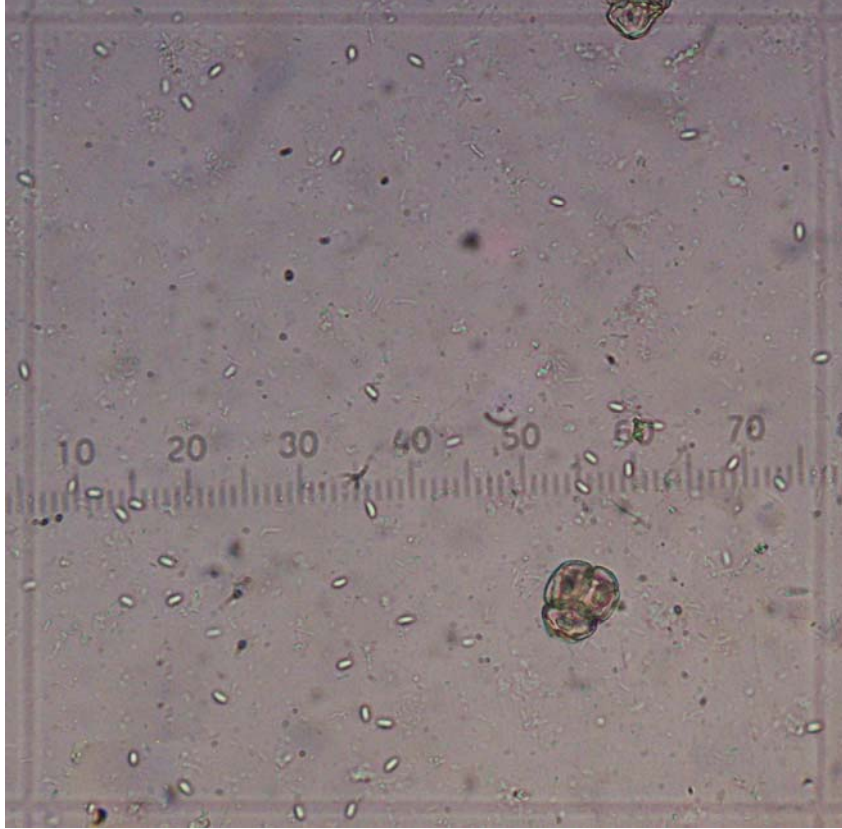
Şekil 4.6. *Varroa destructor* elektron mikroskobisi (Duygu ŞİMŞEK)



Şekil 4.7. Bal arısı trakesinden bir kesit (Duygu ŞİMŞEK)

Abdomen incelemesi ile hem sonbahar hem de ilkbahar örneklerinde arıların bağırsaklarında *Nosema apis* sporu saptanmıştır (Şekil 4.8). Çizelge 4.2' de ilkbahar mevsiminde ve 4.3' te sonbahar mevsiminde kovan başına düşen ortalama *N. apis* sporu değerleri belirtilmiştir. Arıların hemen hemen hepsi *N. apis* ile enfekte durumdadır.

Nosema verilerinin istatistiki açıdan değerlendirmelerin sonucunda ilçeler arasında bir fark bulunmadığı (Çizelge 4.4 ve Çizelge 4.5) ancak, mevsimler arasındaki farkın anlamlı olduğu ve ilkbahar mevsiminde hastalık düzeyinin düştüğü görülmüştür (Çizelge 4.6. ve Çizelge 4.7.).



Şekil 4.8. Neubauer lamı üzerindeki *Nosema apis* sporları (Duygu ŞİMŞEK)

| İLKBAHAR | | | | | |
|----------|--|----------|--|----------|--|
| Kovan no | Ortalama spor sayısı (Spor/arı) x 10 ⁴ | Kovan no | Ortalama spor sayısı (Spor/arı) x 10 ⁴ | Kovan no | Ortalama spor sayısı (Spor/arı) x 10 ⁴ |
| 1 | 14 | 23 | 14,5 | 45 | 18,5 |
| 2 | 10,5 | 24 | 9 | 46 | 29 |
| 3 | 96 | 25 | 41 | 47 | 16 |
| 4 | 60,5 | 26 | 409 | 48 | 58,5 |
| 5 | 60,5 | 27 | 3 | 49 | 26,5 |
| 6 | 11,5 | 28 | 3,5 | 50 | 30 |
| 7 | 50,5 | 29 | 90 | 51 | 173 |
| 8 | 13 | 30 | 90 | 52 | 155 |
| 9 | 41,5 | 31 | 38 | 53 | 14,5 |
| 10 | 30,5 | 32 | 23 | 54 | 0,5 |
| 11 | 16 | 33 | 42 | 55 | 83,5 |
| 12 | 36,5 | 34 | 15 | 56 | 1 |
| 13 | 24 | 35 | 20 | 57 | 2 |
| 14 | 29,5 | 36 | 18 | 58 | 11 |
| 15 | 98,5 | 37 | 17,5 | 59 | 127,5 |
| 16 | 387 | 38 | 25 | 60 | 13,5 |
| 17 | 156,5 | 39 | 46,5 | 61 | 15,5 |
| 18 | 49,5 | 40 | 30 | 62 | 12 |
| 19 | 232,5 | 41 | 27 | 63 | 13 |
| 20 | 29 | 42 | 32,5 | 64 | 7,5 |
| 21 | 10,5 | 43 | 14,5 | 65 | 45,5 |
| 22 | 143 | 44 | 9,5 | | |

Çizelge 4.2. Kovan başına ortalama *Nosema apis* sporu değerleri

| SONBAHAR | | | | | |
|----------|--|----------|--|----------|--|
| Kovan no | Ortalama spor sayısı (Spor/arı) x 10 ⁴ | Kovan no | Ortalama spor sayısı (Spor/arı) x 10 ⁴ | Kovan no | Ortalama spor sayısı (Spor/arı) x 10 ⁴ |
| 1 | 6 | 16 | 27,5 | 31 | 68 |
| 2 | 23 | 17 | 44 | 32 | 9 |
| 3 | 37,5 | 18 | 45,5 | 33 | 35,5 |
| 4 | 34,5 | 19 | 139,5 | 34 | 44,5 |
| 5 | 38 | 20 | 46,5 | 35 | 25,5 |
| 6 | 35,5 | 21 | 22 | 36 | 42 |
| 7 | 43 | 22 | 24 | 37 | 269,5 |
| 8 | 15 | 23 | 14,5 | 38 | 9,5 |
| 9 | 504,5 | 24 | 187,5 | 39 | 10,5 |
| 10 | 16,5 | 25 | 567,5 | 40 | 5 |
| 11 | 34 | 26 | 27 | 41 | 241,5 |
| 12 | 6,5 | 27 | 438 | 42 | 32 |
| 13 | 19 | 28 | 8 | 43 | 30 |
| 14 | 34 | 29 | 24,5 | 44 | 13 |
| 15 | 65,5 | 30 | 54 | | |

Çizelge 4.2. Kovan başına ortalama *Nosema apis* sporu değerleri

| Mevsim | İlçe | Kovan sayısı | Ortalama spor sayısı | Standart sapma |
|----------|----------|--------------|----------------------|---------------------|
| İlkbahar | Bodrum | 8 | $4,3 \times 10^5$ | $3,03 \times 10^5$ |
| | Datça | 8 | $3,0 \times 10^5$ | $2,75 \times 10^5$ |
| | Dalaman | 4 | $5,31 \times 10^5$ | $6,3 \times 10^5$ |
| | Fethiye | 5 | $2,58 \times 10^5$ | $2,75 \times 10^5$ |
| | Köyceğiz | 11 | $4,95 \times 10^5$ | $5,82 \times 10^5$ |
| | Marmaris | 5 | $9,53 \times 10^5$ | $17,5 \times 10^5$ |
| | Merkez | 9 | $11,3 \times 10^5$ | $13,06 \times 10^5$ |
| | Milas | 7 | $3,37 \times 10^5$ | $3,07 \times 10^5$ |
| | Ula | 7 | $2,07 \times 10^5$ | $1,56 \times 10^5$ |
| Sonbahar | Bodrum | 2 | $12,6 \times 10^5$ | $16,3 \times 10^5$ |
| | Datça | 8 | $4,86 \times 10^5$ | $4,63 \times 10^5$ |
| | Fethiye | 4 | $8,66 \times 10^5$ | $12,2 \times 10^5$ |
| | Köyceğiz | 3 | $3,75 \times 10^5$ | $2,95 \times 10^5$ |
| | Marmaris | 5 | $17,84 \times 10^5$ | $22,6 \times 10^5$ |
| | Merkez | 3 | $2,5 \times 10^5$ | $1,04 \times 10^5$ |
| | Milas | 13 | $6,14 \times 10^5$ | $13,38 \times 10^5$ |
| | Ula | 6 | $9,93 \times 10^5$ | $16,6 \times 10^5$ |
| | Yatağan | 2 | $2,65 \times 10^5$ | $1,06 \times 10^5$ |

Çizelge 4.4. Kovan başına düşen ortalama *Nosema apis* sporu sayısı

| Mevsim | | KT | df | KO | F | P - değeri |
|----------|---------|---------|----|-------|-------|------------|
| İlkbahar | İlçeler | 11,310 | 8 | 1,414 | 0,757 | 0,641 |
| | Hata | 93,339 | 50 | 1,867 | | |
| | Toplam | 104,649 | 58 | - | | |
| Sonbahar | İlçeler | 8,080 | 8 | 1,010 | 0,730 | 0,644 |
| | Hata | 48,407 | 35 | 1,838 | | |
| | Toplam | 56,487 | 43 | - | | |

$p > 0,05$ olduğu için ilçeler arasındaki farklılık önemli değildir.

Çizelge 4.5. *Nosema apis* yoğunluğu açısından ilçelerin karşılaştırılması

| İlçe | Mevsim | Kovan sayısı | Ortalama spor sayısı | t | P - değeri |
|----------|----------|--------------|----------------------|--------|------------|
| Bodrum | İlkbahar | 8 | $4,3 \times 10^5$ | -0,280 | 0,824 |
| | Sonbahar | 2 | $12,6 \times 10^5$ | | |
| Datça | İlkbahar | 8 | $3,0 \times 10^5$ | -1,144 | 0,275 |
| | Sonbahar | 8 | $4,86 \times 10^5$ | | |
| Fethiye | İlkbahar | 5 | $2,58 \times 10^5$ | -1,045 | 0,331 |
| | Sonbahar | 4 | $8,66 \times 10^5$ | | |
| Köyceğiz | İlkbahar | 11 | $4,95 \times 10^5$ | 0,141 | 0,890 |
| | Sonbahar | 3 | $3,75 \times 10^5$ | | |
| Marmaris | İlkbahar | 5 | $9,53 \times 10^5$ | -1,439 | 0,188 |
| | Sonbahar | 5 | $17,84 \times 10^5$ | | |
| Merkez | İlkbahar | 9 | $11,3 \times 10^5$ | 0,618 | 0,555 |
| | Sonbahar | 3 | $2,5 \times 10^5$ | | |
| Milas | İlkbahar | 7 | $3,37 \times 10^5$ | -0,296 | 0,773 |
| | Sonbahar | 13 | $6,14 \times 10^5$ | | |
| Ula | İlkbahar | 7 | $2,07 \times 10^5$ | -1,614 | 0,138 |
| | Sonbahar | 6 | $9,93 \times 10^5$ | | |

$p > 0.10$ olduğu için fark anlamlı değildir.

Çizelge 4.6. *Nosema apis* yoğunluğu açısından ilçelerin mevsimlere göre karşılaştırılması

| Mevsim | Kovan Sayısı | Ortalama Spor Sayısı | Standart Sapma | t | P - değeri |
|----------|--------------|----------------------|--------------------|--------|------------|
| İlkbahar | 65 | $5,22 \times 10^5$ | $7,79 \times 10^5$ | -1,757 | 0,082 |
| Sonbahar | 44 | $7,76 \times 10^5$ | $1,30 \times 10^5$ | | |

$p < 0,10$ olduğu için mevsimler arasındaki farklılık anlamlıdır.

Çizelge 4.7. *Nosema apis* yoğunluğu açısından mevsimlerin karşılaştırılması

Virütik bir hastalık olan Paraliz' in taramasında ise arıların dış görünüşleri ve davranışlarından faydalanılmış, herhangi bir Paraliz vakasına rastlanmamıştır.

Ergin ve yavru hastalıklarının kendi içlerinde mevsimlere göre yüzdeleri çizelgeler halinde sunulmuştur (Çizelge 4.8 ve Çizelge 4.9).

| Mevsim | Hastalık | | | | | | |
|----------|----------|------|-----|-----------------|---------------|-----|------------|
| | Temiz | AFB | EFB | Kireç Hastalığı | Taş Hastalığı | SBV | Toplam |
| Sonbahar | 77,3 | 15,9 | 6,8 | - | - | - | 100 |
| İlkbahar | 69,2 | 21,5 | 9,2 | - | - | - | 100 |

Çizelge 4.8. Yavru hastalıklarının mevsimlere göre yüzde dağılımı

| Mevsim | Hastalık | | | | | |
|----------|----------|-----------|-------------|-----------|---------|------------|
| | Temiz | Varroasis | Acarapiasis | Nosemosis | Paraliz | Toplam |
| Sonbahar | - | 100 | - | 100 | - | 100 |
| İlkbahar | - | 100 | - | 100 | - | 100 |

Çizelge 4.9. Ergin hastalıklarının mevsimlere göre yüzde dağılımı

5. TARTIŞMA

Bal arısı hastalıkları, arıcılık sektörünün sağlık, gıda ve ekonomi alanlarında önemli bir yere sahip olması nedeniyle bütün dünyada üzerinde önemle durulan bir konudur. Ülkemizin arıcılıkla en yoğun biçimde uğraşan, ülke çapında arı ürünlerinin üretiminde en büyük paya sahip ve gezginci arıcılığın da en yoğun bölgelerinden birisi olan Muğla ilindeki arı hastalıklarının genel durumunun anlaşılması ve hastalıkların il içinde yörelere ve mevsimlere göre dağılımı hakkında bilgi edinilmesi amacıyla yapılan bu çalışmada yavru ve ergin hastalıkları kendi içlerinde de gruplara ayrılarak incelenmiştir.

Yavru hastalıkları araştırmaları sonucunda sadece yavru çürüklüğü vakalarına rastlanmış (ilkbahar mevsiminde 15, sonbahar mevsiminde 8 olmak üzere 23 AFB; ilkbahar mevsiminde 7, sonbahar mevsiminde 3 olmak üzere 10 EFB; Çizelge 4.1), diğer hastalıkların bölgede bulunmadığı tespit edilmiştir (Çizelge 4.8). Ancak, yavru çürüklüğü hastalıklarından AFB ihbarı zorunlu hastalıklar arasında olduğundan ve de mücadelesinde etkin bir çözüm yolu bulunmadığından, ortaya çıkan tablo iç açıcı değildir (Şekil 4.3, 4.4, 4.5). Hastalığın etkeni *Paenibacillus larvae larvae* oldukça dayanıklı spor forma sahip bir bakteridir (Antúnez et al., 2004). Bu bakterinin spor formunun uzun yıllar varlığını sürdürebilmesi ve kovan materyallerinden temizlenmesinin son derece zor olması hastalıkla mücadeleyi oldukça güçleştirmektedir (Lindström, 2006).

Hastalıklı bireylerin kovan dışına atılması ve kovan içi materyallerin temizlenmesi sırasında işçi arıların bakterinin sporları ile bulaşık hale gelmesi de hastalığın kovan içinde yayılımını kolaylaştırmaktadır (Fries et al., 2005). Diğer bal arısı hastalıklarından farklı olarak birincil yayılım yolunun horizontal yayılım olması hastalığın virülansını daha da artırmaktadır (Ewald 1994; Fries and Camazine 2001). Arıcılarımızın karşı karşıya oldukları patojeni yeterince tanımamaları ve ona karşı gereken önlemleri almamaları da bu yayılımda oldukça etkilidir. Giysilerinin temizliğine ve kovan ekipmanlarının steril olmasına özen göstermeleri gerekmektedir.

Ancak, kovanların bakımı sırasında, bir kovandan diğerine geçerken kullanılan malzemelerin herhangi bir işleme tabi tutulmaması, kovanlar arasındaki yayılımı kolaylaştırmaktadır.

Bakterinin oldukça dayanıklı bir spor forma sahip olması ilaç yoluyla tam bir tedavi sağlanamamasına neden olmakta ve hastalığın ancak kontrol altına alınabilmesine imkan vermektedir (Del Hoyo et al., 2001; Hornitzky, 2001). Hastalıkla mücadelede bilinçsizce kullanılan ilaçlar da hem bakterinin direncini artırmakta hem de arıya ve arı ürünlerine zarar vermektedir (Miyagi et al, 2000, Bogdanov, 2006). Ayrıca Avrupa Birliği uyum sürecinde, balda kalıntı bırakması nedeniyle arı hastalıklarının tedavisinde antibiyotik kullanımı yasaklanmış ve enfekte kovan materyallerinin arısıyla birlikte yakılması uygun görülmüştür (T.C. Arıcılık Yönetmeliği, 2005). Yapılan arazi çalışmalarında arıcıların yavru çürüklüğünün iki tipi olduğunu bildiğini görmek sevindiricidir. Ancak, bu iki hastalığın ayrımını koku, renk ya da larvanın sünüp sünmemesi gibi yöntemlerle belirlemeye çalışmaları da son derece yanıltıcıdır. Çünkü AFB ve EFB hastalıklarının tam ve güvenilir biçimde ayrımının yapılabilmesi ancak laboratuvar koşulları altında mümkün olmaktadır (Shimanuki and Knox, 2000).

Arıcılarla yapılan sohbetlerde ise büyük çoğunluğunun, AFB ile bulaşık kovanlarını kolonileri ile birlikte yakma metodunu tercih etmedikleri anlaşılmıştır. Yakacakları arılı kovanların yerine yenilerini koyamayacaklarından, bal veriminin ve dolayısıyla ekonomik gelirlerinin düşeceğinden şikâyet etmektedirler. Ancak, AFB' ye karşı gerekli önlemlerin alınmaması nedeniyle hastalık hızla yayılmakta ve telafisi çok daha zor sorunlara yol açmaktadır.

Eski peteklerin uygun olarak sterilize edilmeden temel petek yapımında kullanılmaları da hastalığın sonraki nesillere yayılmasını kolaylaştırmaktadır. Eski petekler üzerinde yapılmış bir çalışmada insan sağlığı açısından risk oluşturan mikroorganizmalar tespit edilmiştir (Özakın et al., 2003). Bu peteklerin bal hasadında kullanılması hem arılar hem de insanlar açısından tehlike oluşturmaktadır. Bu nedenle eski petekler mümkünse her yıl atılmalı, yeniden kullanılacaksa da sterilize edildiğinden emin olunmalıdır. Gerekli birimlerce hazır petek imalathanelerinin ve buralarda üretilen

peteklerin rutin olarak kontrol edilmelerinin de bu konuda yardımcı olacağı düşünülmektedir.

AFB hastalığının EFB zannedilerek gereken önlemlerin alınmaması, hem EFB' ye göre daha tehlikeli olan bu hastalığın yayılımını hızlandırması yönünden hem de hukuki sorunlar yaratabileceğinden arıcılarımız açısından son derece tehlikeli bir durumdur. Bu nedenle yavru çürüklüğü şüphesi olan peteklerin bir an önce konuyla ilgili laboratuvarlara gönderilmesi ve alınacak olan sonuca göre gereğinin yapılması hastalıkla mücadelede şarttır.

Bir diğer yavru çürüklüğü hastalığı olan EFB ile mücadele AFB' ye oranla daha kolaydır. Çünkü etken organizma olan *Melissococcus pluton'* un olumsuz koşullara dayanmasını sağlayacak bir spor formu yoktur (Shimanuki and Knox, 2000).

EFB enfeksiyonu ile mücadele daha kolay olsa da, bu hastalığın da tespitinde zorluklar yaşanmaktadır. Etken organizmanın spor formunun bulunmayışı ve ikincil saprofitlerin ortamı ele geçirmeleri sonucu teşhis zorlaşmaktadır (Waite et al., 2002; Hornitzky, 2001). Hastalığın ilerleyen dönemlerinde ortama yerleşen *Paenibacillus alvei'* nin etkisi ile klinik tablo AFB' ye benzemektedir, bu da iki hastalığın karıştırılmasına neden olmaktadır (FAO, 2006; Shimanuki and Knox, 2000). Yapılan testlerde *Melissococcus pluton'* a hiç rastlanmaması şaşırtıcıdır. Ancak, kültür ortamlarında *Paenibacillus larvae'* ye rastlanmaması ve EFB enfeksiyonun en yaygın ikincil saprofit organizması olan *Paenibacillus alvei'* nin ortamda yoğun miktarda bulunması ile hastalığın teşhisi konulabilmiştir. Bu durum, çalışmaya alınan örneklerde EFB enfeksiyonun yeni olmadığını, hastalığın son aşamalarına kadar ilerlediğini göstermektedir. Arıcılarımızın kovanlarını daha sık kontrol etmeleri, şüphelendikleri durumlarda ise ilgili laboratuvarlara örnek göndererek hastalığı erken dönemde tespit etmeleri fayda sağlayacaktır. Ancak, Avrupa Birliği uyum sürecinde EFB enfeksiyonuna karşı antibiyotik kullanımı kovan ürünlerinde kalıntı bırakması nedeni ile yasaklandığı ve herhangi bir alternatif ilaç bulunmadığı için hastalıkla mücadele yolları da oldukça sınırlanmıştır (T.C. Arıcılık yönetmeliği, 2006). EFB' ye

karşı uygulanabilecek en etkin yöntem koloni direncini yüksek tutmaktır. Böylece arıların hastalığı kendi kendilerine atlatmaları sağlanabilecektir. Ülkemizde ve tüm dünyada hastalığın tedavisinde bitkisel yağların etkisi araştırılmaktadır.

Yavru hastalıklarına dair elde edilen bulguların istatistiki olarak değerlendirilmesi sonucu mevsimler arasında hastalık düzeyi bakımından bir fark olmadığı görülmüştür. İlçelerin karşılaştırılmasında ise çeşitli farklılıklar ortaya çıkmıştır. İl çapında AFB enfeksiyonunun EFB enfeksiyonuna göre çok daha yaygın olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 4.5).

EFB enfeksiyonunun il genelinde yaygın olmaması sevindiricidir. Tedavisinde yasalarca uygun görülen bir ilacın bulunmadığı bu dönemde arıcılarımızın kovanlarına gereken ilgiyi göstermeleri sonucu hastalığın hızlı bir yayılım göstermemesi umulmaktadır. Buna karşın AFB enfeksiyonunun görüldüğü bölgelerde ciddi önlemler alınmalı ve kovanların arılarıyla birlikte yakılması sağlanmalıdır. İlkbahar döneminde Fethiye, Marmaris ve Yatağan ilçeleri ile Merkez' de; sonbahar mevsiminde ise Fethiye, Yatağan ilçeleriyle Merkez' de herhangi bir yavru çürüklüğü vakasına rastlanmaması arıcılık sektöründe önemli bir yeri olan Muğla ili için olumlu bir tablo çizmektedir (Şekil 4.3). Fakat Marmaris ilçesinde ilkbahar mevsiminde herhangi bir vakaya rastlanmamışken, sonbahar mevsiminde hem AFB, hem de EFB enfeksiyonlarına rastlanması hastalıkların hızla yayılım gösterdiği konusuna işaret etmektedir (Şekil 4.4).

Bir diğer yavru hastalığı olan Kireç Hastalığı' na dair bir bulguya rastlanılmamasında bölgenin iklimsel koşullarının büyük rolünün olduğu düşünülmektedir. Serin ve rutubetli bölgelerde hastalığın daha çok görüldüğü bilinmektedir (Puerta et al., 1996). Ancak *Ascospaera apis* sporlarının yüksek sıcaklıklara karşı dayanıklı olması nedeniyle, larvalarda hastalığın görülmemesi kovanda sporların bulunmadığı anlamına gelmemektedir. Arıcılarla yapılan sohbetlerde bazı arılıklarda birkaç sene öncesinde kireç vakalarına rastlandığı öğrenilmiştir. Bu da koşulların uygun hale gelmesi durumunda hastalığın yeniden ortaya çıkabileceğini göstermektedir.

Paenibacillus alvei' nin varlığında, ortama *Ascosphaera apis*' in yerleşemediği de bilinmektedir (Reynaldi, 2004). Bölgede AFB ve EFB enfeksiyonlarının varlığının da Kireç Hastalığı' nın görülmemesinde etkili olabileceği düşünülmektedir.

Viral bir yavru hastalığı olan Tulumsu Yavru Çürüklüğü ve fungal bir hastalık olan Taş Hastalığı' na bölgede rastlanmamış olması da bölge arıcılığı için büyük bir şanstır. Ülkemizin bazı bölgelerinde Taş Hastalığı görülmekte ve gezginci arıcılık nedeniyle bölgeye de bulaşma ihtimali bulunmaktadır. *A. flavus*' un ürettiği aflatoksin maddesinin insan sağlığını ciddi ölçüde tehdit etmesi nedeniyle hastalığın oluşumu için uygun ortamların yaratılmaması arıcılarımız açısından da faydalı olacaktır. Hastalığın bölgede gözlemlenmemesi nedeni tam olarak bilinmemekte ancak, zengin bir bitki örtüsüne sahip olan ilde, antimikrobiyal ve antiparaziter özellikleri olan bitkilerin varlığının bunda etkili olabileceği düşünülmektedir. Bal arısı hastalıkları üzerinde de bu bitkilerin bir etkisi olabileceği düşünülmektedir. Zengin bir bitki örtüsüne sahip olan ülkemizde bu konuda yapılacak çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

Ergin bal arısı hastalıkları taraması sonucu elde edilen bulgular incelendiklerinde Varroasis dışındaki hastalıkların tehlike oluşturan bir seviyede olmadıkları görülmüştür.

Ülkemizde ilk olarak 1976 yılında Trakya bölgesinde tespit edilmiş olan Varroasis (Tutkun ve İnci, 1992), günümüze kadar arıcılık sektörüne ciddi boyutlarda zarar vermiştir. Yaptığımız çalışma sonucunda bütün arılıklarda enfeksiyonun var olduğu tespit edilmiştir. *Varroa destructor* hem kendi aktiviteleriyle doğrudan, hem de fungal, viral, bakteriyel hastalıkların yayılımına aracılık yaparak dolaylı olarak bal arısı kolonilerine dünya çapında büyük zararlar vermektedir (Shimanuki and Knox, 2000; Coline et al. 1999; Sumpter and Martin, 2004; Piccirillo and De Jong, 2004). Makroskobik boyutu sayesinde de arıcılar tarafından tespit edilmesi oldukça kolaydır. Ancak, uzun yıllar bilinçsizce yapılan ilaçlamalar sonucunda hastalık etmeni çoğu

ilaca karşı direnç oluşturmuştur (Sammataro et al., 2000). Piyasada kullanım şekli ve miktarı birbirinden çok farkı olan pek çok ilaç bulunmaktadır. Arıcılarımız bu ilaçların kullanımını hakkında bilinçlendirilmelidir.

Ergin arılarda hastalığa neden olan bir diğer akar ise *Acarapis woodi*' dir. Akarın ekonomik etkisine dair çok çeşitli söylemler mevcuttur. Ciddi sorunlara yol açmadığını iddia edenlerin yanı sıra kolonilerin çöküşüne neden olduğunu belirten çeşitli söylemler de söz konusudur (Swart, 2003).

Son yıllarda Balkan ülkelerinde iyice yayılmış olan akarın 1988-2003 yılları arasında farklı dönemlerde yapılan çalışmalarda herhangi bir bulguya rastlanmamıştır (Keskin ve Başar, 1996; Çakmak et al., 2003). Ancak 2005 yılında Hacettepe Üniversitesi Arı Hastalıkları Laboratuvarı' nda moleküler teknikler ile yapılan ve yurt genelini kapsayan bir çalışmada akarın ülkemizde de var olduğu tespit edilmiştir (Özkırım and Keskin, 2005). Ülkemizdeki bal arılarının *A. woodi*' ye karşı duyarlılık dereceleri bilinmemektedir. Bu nedenle hastalığın ülkede ne şekilde bir yayılım göstereceği tahmin edilememektedir. Hastalığın kış aylarında görülmesi ve bu dönemde arıcıların kendi bölgelerinde kışlatmaya çekilmiş olmalarına karşın, ülkemizin gezginci arıcılar tarafından en çok ziyaret edilen ili olan Muğla da birincil derecede risk bölgelerindedir. Arıcılarımızın yabancı olduğu bu hastalığın ülkemizde yayılımını önlemek ya da en azından yavaşlatabilmek için ülke çapında düzenli taramalar yapılması faydalı olacaktır.

Bal arılarında yaygın olarak görülen bir diğer hastalık ise Nosemosis' tir. Karakteristik belirtileri olmadığı için arıcılar tarafından sessiz katil olarak ta anılan *N. apis*, serin ve özellikle de ılıman kuşlarda arı ölümlerinin başlıca nedenleri arasında yer almaktadır (Ritter, 1996; Hornitzky, 2005).

Muğla ilinde yaptığımız taramada ise örneklerin tamamında *Nosema apis* sporu tespit edilmiştir (Çizelge 4.9). Örnekler için elde edilen değerler oldukça değişkendir. Arı başına düşen spor sayısı 10.000 ile 5.675.000 arasında değişmektedir (Çizelge 4.2, 4.3). Kovanda arı ölümlerine neden olacak spor sayısının arı başına 1.000.000' un

üzerinde olması gerekmektedir (Koning, 1994). Örneklerin birçoğunda hastalık düzeyi bu rakamların çok altındadır. Fakat bu durumun hastalığın hafif düzeyde seyrettiğini belirtmeyeceği, arıcılar tarafından yapılan ilaçlamalar sonucu bu tablonun ortaya çıktığı düşünülmektedir. İlaçlama tarihlerinin belirli olmaması ve her arıcının bu tarihi kendi kendine belirlemesi sonucu örnekler arasında büyük rakamsal farklılıklar oluşmuş, ilaçlama yapılmış olan örneklerde hastalık düzeyi düşük çıkmıştır. İlaçlama öncesindeki duruma dair tahmin yürütmek sağlıklı olmayacağı için bu konu hakkında bilgi verilemeyecektir.

Nosemosis verilerinin ilçelere ve mevsimlere göre istatistiki olarak karşılaştırması yapılmış, ilçeler arasında herhangi bir fark olmadığı ancak sonbahar mevsiminde hastalık düzeyinin il ortalamasının daha yüksek olduğu sonucu ortaya çıkmıştır (Çizelge 4.4, 4.5). Bunun nedeni ise, arıcılarımızın erken ilkbaharda, baldan yüksek verim alabilmek için hastalıklara karşı kontrollerini daha dikkatli yapmaları ve ilaçlamalara daha fazla özen göstermeleridir. Sonbahar döneminde ise bal hasadı yapıldıktan sonra, kışlamaya çekilecek olan arıların sağlık kontrolleri ve bakımları ilkbahar mevsimindeki kadar özenli yapılmamaktadır. Bailey ve Ball tarafından yapılan bir araştırmada da belirtildiği üzere, geç nektar uçuşlarından da avantaj sağlamak için yazın sonunda bal hasadını takiben kovanlara konulan peteklerin sporlarla enfekte olması durumunda, arıların gerekli temizliğe yeterince zamanları olmaması nedeniyle enfeksiyon oranı artmaktadır (Bailey and Ball, 1991).

Ergin bal arılarının virütik hastalığı olan Paraliz'e ise hiçbir örnekte rastlanmamıştır. Bu hastalığın kesin teşhisi ancak moleküler tekniklerle konulabilmektedir, fakat laboratuvar koşullarının yetersizliği nedeni ile tespitite arıların dış görünümünden faydalanılmıştır. Örneklerde, virütik hastalıklar sonucu oluşan morfolojik anomaliler görülmemiştir.

Bal arılarında hastalıklara neden olan canlılar dışında zararlıları da bulunmaktadır. Bunların başında *Galleria mellonella* gelmektedir. Ancak bölgedeki örneklerin hiçbirinde *G. mellonella'* ya rastlanmamıştır. Diğer hastalıklar veya açlık gibi nedenlerle zayıflamış olan kovanları istila eden bu fırsatçı organizmanın (Shimanuki

and Knox, 2000), bölgedeki kovanlarda görülmemesi sevindiricidir. Arılıklarda gözlemediğimiz bu canlı, mevsim sonunda steril edilmesi için toplanan petekler arasında mevcuttur. Dolayısı ile pek çok arılıktan gelen peteklerin toplandığı bu ortak merkezlerde sterilizasyon işlemleri özenle yapılmalıdır. Aksi takdirde arılıklar arasında pek çok hastalığın yayılımı hız kazanacaktır.

Arazi çalışmaları sırasında, il genelindeki arıcıların ortak şikâyetlerinden birisi de yaban arısı saldırıları olmuştur. Ayrıca, yaban arısı saldırılarının arılarda strese neden olduğu gözlemlenmiştir. Marmaris ilçesinde ise boz ayıların zaman zaman arılıklara saldırdığı, kovanları kullanılamaz hale getirdiği belirtilmiştir.

Hastalıkların yayılımda il içindeki ve ülke genelindeki gezginci arıcılığın etkisinin büyük olduğu düşünülmektedir. Arazi çalışmaları sırasında arıcılarla yapılan sohbetlerde yaz aylarında Muğlalı arıcıların yayla balı elde etmek için Anadolu'nun pek çok bölgesini gezdikleri, aynı şekilde de Anadolu'nun pek çok bölgesindeki arıcının da çam balı elde etmek için Muğla'ya geldiği belirtilmiştir. Gezginci arılıkla, gidilen yerlerde arılıklar için koşulların uygun olduğu sağlıklı ortamların çoğu zaman sağlanamayışı da, hastalık etmenlerinin yayılımını kolaylaştırmaktadır.

Yaptığımız çalışma sonunda bazı hastalıkların Muğla ilindeki arılıklarda görülmediği tespit edilmiştir. İleriki dönemlerde bunun nedenlerinin daha detaylı olarak araştırılmasında fayda vardır. Bölgenin floral zenginliğinin etkisinin yanı sıra, tüm dünyada hız kazanan "hastalıklara karşı dirençli koloni yetiştirilmesi" konusunda olumlu bulgulara ulaşılması da mümkündür. Hastalıklara karşı genetik dirençlilik tespit edilmesi halinde, arı ürünlerine ek olarak genetik materyal ihracatı da yapılabilecektir. Aynı şekilde, bölgeye endemik bitki türlerinin hastalıklara karşı korunmada etkili olduğu saptanacak olursa, bu bitkilerden elde edilecek bileşenlerle üretilen ilaçlar da, yöreye ekonomik açıdan katkı sağlayacaktır.

2006–2007 yıllarında Muğla ilinde çıkan geniş çapta yangınlar nedeniyle çam balı üretim sahaları daralmış, çam balı üretimi de düşmüştür (Muğla İli Arı Yetiştiricileri

Birliği, 2007). Küresel ısınmanın etkisiyle hava Őartları da zaman zaman arıları etkilemektedir. Geç sonbahardan kış ve kıştan erken ilkbahar dönemlerine geçiŐte havaların normalin üzerinde bir sıcaklıkta seyretmesi nedeniyle arılar nektar uçuşuna çıkmakta, ancak çiçeklenmenin ve nektarın yetersiz olması nedeniyle kovana dönmeden açlıktan ölmektedirler. Bütün bu olumsuzluklar hastalıklarla mücadeleyi arıcılarımız açısından daha da önemli kılmaktadır. Çünkü hastalıklar nedeniyle güçsüz kalmıŐ kolonilerin, diğer olumsuzluklara karşı dayanıklılıkları azalmakta ve koloni kaybı riski artmaktadır. Bu da arıcılarımızı ekonomik açıdan daha da zorlayacaktır.

Arazi çalıŐmamız süresince, son yıllarda Muğla İli Arı Yetiştiricileri Birliği' nin yaptığı yoğun çalışmalar sonucunda, arıcılarımızın hastalıklara karşı eskiye oranla çok daha bilinçli oldukları, arılıklarında sağlıklı koşulların sağlanmasına özen gösterdikleri ve hastalıklarla mücadelede, deneme yanılma yöntemiyle doğal ürünlerden faydalanma yoluna gittikleri gözlemlenmiştir. Türkiye' nin önemli arıcılık merkezlerinden biri olması nedeniyle arı hastalıkları konusunda günden güne bilincin artması oldukça önemli ve mutluluk vericidir. 2006 yılında 83.842 ton bal üretimi yapılan ülkemizde, 12.072 ton ile birinci sırada yer alan (Türkiye İstatistik Kurumu, 2006) Muğla ilinde gerek elde edilen ürün miktarı gerekse hastalıklar konusunda bilinçli uygulamalar günden güne artmaktadır. Ancak, hala arzu edilen düzeye ulaŐılabilmıŐ değildir. Arıcılarımız ve bilim dünyasının iç içe olacağı çalışmalar sonucu Muğla İli ve ülkemiz arıcılığının dünya piyasasında hak ettiği yere gelmesi umulmaktadır.

KAYNAKLAR

- Akyol, E., Kaftanoglu, O. ve Özkök, D., 1997, KKTC'li arıcılara bal arısı hastalık ve zararlıları kurs notları
- Alippi, A. M., 1999, Bacterial diseases, In: Bee disease diagnosis: Zaragoza: CIHEAM-IAMZ, edited by Coline M. E., Ball, B. V. and Kilani, M., 182 pp.
- Alippi A. M., 1991, A comparison of laboratory techniques for the detection of significant bacteria of the honey bee, *Apis mellifera*, in Argentina, Journal of Apicultural Research, 30 (2), 75-80 pp.
- Anderson, D. L. and Trueman J. W. H., 2000, *Varroa jacobsoni* (Acari: Varroidae) is more than one species, Experimental and Applied Acarology, 24 (3), 165-189 pp.
- Anderson D. L., Giaccon H. and Gibson N. L., 1997, Culture, detection and thermal destruction of the chalkbrood fungus, *Ascosphaera apis*, Journal of Apicultural Research, 36, 163-168 pp.
- Anderson, D.L. and Giaccon, H., 1992, Reduced pollen collection by honey bee (Hymenoptera: Apidae) colonies infected with *Nosema apis* and sacbrood virus, Journal of Economic Entomology, 85 (1), 47-51 pp.
- Anderson, D. L. and Gibbs, A. J., 1989, Transuparial transmission of Kashmir bee virus and sacbrood virus in the honey bee (*Apis mellifera*), Annual Applied Biology 114, 1-7 pp.
- Antúnez, K., Alessandro, B. D., Corbella, E. and Zunino, P., 2005, Detection of Chronic bee paralysis virus and Acute bee paralysis virus in Uruguayan honeybees, Journal of Invertebrate Pathology, 90, 69-72 pp.
- Antúnez, K., Alessandro, B. D., Piccini, C., Corbella, E. and Zunino, P., 2004, *Paenibacillus larvae larvae* spores in honey samples from Uruguay: a nationwide survey, Journal of Invertebrate Pathology, 86, 56-58 pp.
- Ash, C., Priest, F. G. and Collins, M. D., 1993, Molecular identification of rRNA group 3 bacilli (Ash, Farrow, Wallbanks and Collins) using a PCR probe test, Antonie van Leeuwenhoek, 64, 253-260 pp.
- Aydın, L., Çakmak, İ., Gülegen, E. ve Korkut, M. 2003, Güney Marmara bölgesi arı hastalıkları ve zararlıları anket sonuçları, Uludağ Arıcılık Dergisi, 3(1), 37-40 pp.
- Bailey, L. and Ball, B., 1991, Honey bee pathology, Second Edition, Academic Press 64-72; 141-143 pp.

- Bailey, L., 1981, Honey Bee Pathology, Chapter 6 – Protozoa, Academic Press, London
- Bailey, L., 1955, The Infection of the Ventriculus of the Adult Honey Bee by *Nosema apis* (Zander), *Parasitology*, 45, 86-94 pp.
- Ball, B. V., 1999, Paralysis, In: Bee disease diagnosis: Zaragoza: CIHEAM-IAMZ, edited by Coline M. E., Ball, B. V. and Kilani, M., 182 pp.
- Benecke, F. S., 2003, Commercial Beekeeping in Australia, RIRDC Report, 91 pp.
- Benson, H.J., 1998, Microbiological applications laboratory manual in general microbiology, 1-789 pp., 7th. Ed., The McGraw-Hill Companies, Inc. USA.
- Berényi, O., Bakony, T., Derakhshifar, I., Hemma, K. and Nowotny, N., 2006, Occurrence of six honeybee viruses in diseased Austrian apiaries, *Applied and Environmental Microbiology*, 2414-2420 pp.
- Bíliková, K., Wu G. and Simúth J., 2001, Isolation of a peptide fraction from honeybee royal jelly as a potential antifoulbrood factor, *Apidologie*, 37, 275-283 pp.
- Bogdanov, S., 2006, Contaminants of bee products, *Apidologie*, 37, 1-18 pp.
- Bowen-Walker, P., L, Martin, S. J. and Gunn, A., 1999, The transmission of deformed wing virus between honeybees (*Apis mellifera* L.) by the ectoparasitic mite *Varroa jacobsoni* Q., *Journal of Invertebrate Pathology* 73, 101-106 pp.
- Brighenti D. M., Carvalho¹, C. F., Carvalho, G. A., Brighenti, C. R. G., Carvalho, S. M., 2007, Bioactivity of *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* (Berliner, 1915) to adults of *Apis mellifera* Linnaeus, 1758 (Hymenoptera: Apidae), *Ciência e Agrotecnologia*, 31 (2), 279-289 pp.
- Brighenti, D. M., Carvalho, C. F., Carvalho, G. A. and Brighenti, C. R. G., 2005, Efficiency of *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* (Berliner, 1915) for control of the greater wax moth *Galleria mellonella* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Pyralidae), *Ciência e Agrotecnologia*, 29 (1), 60-68 pp.
- Brødsgaard, C., Ritter, W. and Hansen, H. 1998, Response of in vitro reared honey bee larvae to various doses of *Paenibacillus larvae larvae* spores. *Apidologie*, 29, 1-10 pp.
- Calderone, N. W., 2005, Evaluation of drone brood removal for the management of *Varroa destructor* (Acari: Varroidae) in colonies of the honeybee *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae) in the Northeastern USA, *Journal of Economic Entomology*, 98, 645-650 pp.

- Calderone, N. W., Shimanuki, H. and Allen-Wardell, G., 1994, An in vitro evaluation of botanical compounds for the control of the honeybee pathogens *Bacillus larvae* and *Ascosphaera apis*, and the secondary invader *Bacillus alvei*, *Journal of Essential Oils Research*, 6, 279-287 pp.
- Cantwell, G. E., 1970, Standard methods for counting nosema spores, *American Bee Journal*, 110, 222-223 pp.
- Chandel, Y. S., Sharma, S., Verma, K. S. , 2003, Comparative biology of the greater wax moth, *Galleria mellonella* L., and lesser wax moth, *Achroia grisella* F., *Pest Management and Economic Zoology*, 11 (1), 69-74 pp.
- Chioveanu, G., Ionescu, D. and Mardare, A., 2004, Control of nosemosis- the treatment with "protofil", *Apiacta*, 39, 31-38 pp.
- Chorbiński, P., 2004, The development of the infection of *Apis mellifera* larvae by *Ascosphaera Apis*, *Veterinary Medicine*, 7 (2)
- Coline, M. E., Fernández, P. G. and Hamida, B. B., 1999, Varroosis, In: *Bee disease diagnosis: Zaragoza: CIHEAM-IAMZ*, edited by Coline M. E., Ball, B. V. and Kilani, M., 182 pp.
- Crane, E., 1983, *Archaeology of Beekeeping*. Duckworth, London.
- Çakmak, İ., Aydın, L. and Wells, H., 2006, Walnut leaf smoke versus mint leaves in conjunction with pollen traps for control of *Varroa destructor*, *Bulletin of The Veterinary Institute In Pulawy*, 50, 477-479 pp.
- Çakmak, İ., Aydın, L., Güleğen, E. and Wells, H., 2003, *Varroa (Varroa destructor)* and tracheal mite (*Acarapis woodi*) incidence in the Republic of Turkey, *Journal of Apicultural Research*, 42, 57-60 pp.
- Çakmak, İ., Aydın, L., Camazine, S. and Wells, H., 2002, Polen traps and walnut-leaf smoke for varroa control, *American Bee Journal*, 142 (5), 367-370 pp.
- Davis, C. and Ward, W., 2003, Control of chalkbrood disease with natural products, Report summary, RIRDC Publication, 03/107.
- Delaplane, K. S., 1996, Practical Science-Research helping beekeepers: I. Tracheal mites, *Bee World*, 77, 71 -81 pp.
- Delaplane, K.S., 1992, Controlling tracheal mites (Acari: Tarsonemidae) in colonies of honey bees (Hymenoptera: Apidae) with vegetable oil and menthol, *Journal of Economic Entomology*, 85 (6), 2118-2124 pp.
- De Graaf, D.C.; Raes, H.; Sabbe, G.; De Rycke, P.H. and Jacobs, F.J., 1994, Early development of *Nosema apis* (Microspora: Nosematidae) in the midgut

- epithelium of the honeybee (*Apis mellifera*), Journal of Invertebrate Pathology, 63, 74-81 pp.
- Del Hoyo, M. L., Basualdo, M., Lorenzo, A., Palacio, M.A., Rodriguez E.M. and Bedascarrasbure, E., 2001, Effect of shaking honey bee colonies affected by American foulbrood on *Paenibacillus larvae larvae* spore loads, Journal of Apicultural Research, 40, 65–69 pp.
- Doğaroğlu, M., 2004, Modern arıcılık teknikleri, 1-296 sf., Doğa arıcılık tic., Tekirdağ.
- Eischen, F. A., Cardozo-Tamez, D., Wilson, W. T. and Dietz, A., 1989, Honey production of honey bee colonies infested with *Acarapis woodi* (Rennie), Apidology, 20, 1-8 pp.
- Engelsdorp, D. V. and Otis, G. W., 2001, The role of cuticular compounds in the resistance of honeybees (*Apis mellifera*) to tracheal mites (*Acarapis woodi*), Experimental and Applied Acarology, 25, 593-603 pp.
- Erickson, E. H., Stanley, Jr. D., Martin, C. and Garment, B., 1999, Bee Book, 1-326 pp., Jawa University Pres, USA.
- Ewald, P.W. 1994, Evolution of infectious disease, Oxford University Press, Oxford, NewYork, USA. 298 pp.
- FAO, 2006, Honeybee diseases and pests: a practical guide, Agricultural And Food Engineering Technical Report, Rome, 102 pp.
- Faucon , J. P., Vitu, C. Russo, P. and Vignoni, M., 1992, Diagnosis of acute paralysis application to the epidemiology of honeybee viral disease in France, Apidologie, 23 (2), 139-146 pp.
- Faucon, J. P., Arvieu, J. C. and Collin, M. E., 1982, Possibility of utilizing methyl bromide for disinfection of apicultura, material, Medecine Veterinaire, 133, 207-210 pp.
- Fernández, P. G., 1999, Acarapidosis or tracheal acariosis, In: Bee disease diagnosis: Zaragoza: CIHEAM-IAMZ, edited by Coline M. E., Ball, B. V. and Kilani, M., 182 pp.
- Flores, J. M., Spivak, M. and Gutiérrez, I., 2005, Spores of *Ascosphaera apis* contained in wax foundation can infect honeybee brood, Veterinary Microbiology, 108, 141-144 pp.
- Flores, J. M., Gutiérrez, I., Puerta, F., 2004, Oxytetracycline as a predisposing condition for chalkbrood in honeybee, Veterinary Microbiology, 103, 195-199 pp.

- Flores, J. M., Ruiz J. A., Ruz, J. M., Puerta, F., Bustos, M., Padilla, F. and Campano, F., 1996, Effect of temperature and humidity of sealed brood on chalkbrood development under controlled conditions, *Apidologie* 27, 185-192 pp.
- Foot, L., 1971, California nosema survey, 1969-1970, *American Bee Journal*, 111, 17 pp.
- Frank J. H. and Thomas M. C., 2004, Invasive Insects (Adventive Pest Insects) in Florida¹, ENY-827, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida
- Fries, I., Lindström A. and Korpela, S., 2005, Vertical Transmission of American Foulbrood (*Paenibacillus larvae*) in Honey Bees (*Apis mellifera*), *Veterinary Microbiology*, 114 (3-4), 269-274 pp.
- Fries, I. and Camazine, S., 2001, Implications of horizontal and vertical pathogen transmission on honey bee epidemiology, *Apidologie*, 32, 199-214 pp.
- Fries, I. 1993, *Nosema apis*—A parasite in the honey bee colony, *Bee World*, 74, 5–19 pp.
- Fries, I., Granados, Morse, R. A., 1992, Intracellular germination of spores of *Nosema apis* Z, *Apidologie*, 23, 61-70 pp.
- Fries, I., 1989, Observations on the development and transmission of *Nosema apis* Z in the ventriculus of the honey bee. *Journal of Apicultural Research*, 28, 107-117 pp.
- Fries I., 1988, Comb replacement and nosema disease (*Nosema apis* Z.) in honey bee colonies, *Apidologie*, 19, 343–354 pp.
- Frow, J. and Delecan, S. H., 1999, Bee diseases diagnosis, 53-58 pp, Bee Research Laboratory Bldg.476, BARC-East Beltsville, MD 20705
- Furgala, B and Mussen, E.C., 1990, Protozoa *In: Honey bee pests, predators, and diseases*, Second Edition, Roger A. Morse and Richard Nowogrodzki., eds. Cornell University Press, Ithica and London, 48-58 pp.
- Gary, N. E. and Page, R. E., 1989, Tracheal mite (Acari: Tarsonemidae) infestation effects on foraging and survivorship of honey bees (Hymenoptera: Apidae), *Journal of Economic Entomology*, 82: 734-739 pp.
- Gary, N. E., Page, R. E. and Lorenzen, K., 1989, Effect of age of worker honeybees (*Apis mellifera*) on tracheal mites (*Acarapis woodi*) infestation, *Experimental Applied Acarology*, 7, 153-160 pp.

- Genersch, E., Ashiralieva, A. and Fries, I. 2005, Strain- and genotype-specific differences in virulence of *Paenibacillus larvae* subsp. *larvae*, a bacterial pathogen causing American foulbrood disease in honeybees, *Applied and Environmental Microbiology*, 71, 7551-7555.
- Giordini, G., 1977, Facts about acarine mites, in: Proc. Int. Congr. Apic. XXVI, Adelaide, Australia, 459-467 pp.
- Glinski, Z and Chmielewski, M., 1996, Imidazole derivatives in control of the honey bee brood mycoses, *Pszczelnicze Zeszyty Naukowe*, 40(2), 165-173 pp.
- Gochnauer, T. A. and Margetts, V.J., 1980, Decontaminating effect of ethylene oxide on honeybee larvae previously killed by chalkbrood disease. *Journal of Apicultural Research*, 19, 261-264 pp.
- Goodman, R., McKee, B. and Kaczynski, P., 2004, European Foulbrood- investigation control measures, RIRDC Publications, 1-122 pp.
- Goodman, R., McKee, B. and Kaczynski, P., 2002, European foulbrood-investigation control measures, RIRDC Report, 1-108 pp.
- Govan V.A., Brozel V., Allsopp M.H. and Davison, S., 1998, A PCR method for the rapid identification of *Melissococcus pluton*, *Applied Environmentally Microbiology*, 64 (5), 1983-1985 pp.
- Grabensteiner, E., Bakonyi, T., Ritter, W., Pechhacker, H. and Nowotny, N., 2007, Development of a multiplex RT-PCR for the simultaneous detection of three viruses of the honeybee (*Apis mellifera* L.): Acute bee paralysis virus, Black queen cell virus and Sacbrood virus, *Journal of Invertebrate Pathology*, 94 (3), 222-225 pp.
- Grabensteiner, E., Ritter, W., Carter, M. J., Davison, S., Pechhacker, H., Kolodziejek, J., Boecking, O., Derakhshifar, I., Moosbeckhofer, R., Licek, E. and Nowotny N., 2001, Sacbrood virus of the honeybee (*Apis mellifera*): Rapid identification and phylogenetic analysis using reverse transcription-PCR, *Clinical and Diagnostic Laboratory Immunology*, 8 (1), 93-104 pp.
- Guzman, L. I. and Rinderer, T., 2007, Finding and selecting Russian honeybees to be resistant to *Varroa destructor*, Oral presentation, Apimondia
- Guzman, L. I., Rinderer T. E., Delatte, G. T., Stelzer, J. A., Beaman, L. and Kuznetsov, V., 2002, Resistance to *Acarapis woodi* by honey bees from far-eastern Russia, *Apidologie*, 33, 411-415 pp.
- Guzman-Novoa, E and Zozaya-Rubio, A., 1984, The effects of chemotherapy on the level of infestation and production of honey in colonies of honey bees with acariosis, *American Bee Journal*, 124, 669-672 pp.

- Hamida, B.B., 1999, Enemies of bees, In: Bee disease diagnosis: Zaragoza: CIHEAM-IAMZ, edited by Coline M. E., Ball, B. V. and Kilani, M., 182 pp.
- Harrison, J. F., Camazine, S., Marden, J. H., Kirkton, S. D., Rozo, A. and Yang, X., 2001, Mite not make it home: Tracheal mites reduce the safety margin for oxygen delivery of flying honeybees, *Journal of Experimental Biology*, 204, 805-814 pp.
- Henderson, C. E. and Morse R. A., 1990, Tracheal Mites- Honey Bee Pests, Predators, and Diseases, Cornell University Press: Ithaca and London, 219-234 pp.
- Herbert EW and Shimanuki H., 1982, Influence of pollen and a pollen substitute on the development of European foulbrood, *American Bee Journal*, 122 (12), 814-816 pp.
- Hedayati, M. T., Pasqualotto, A. C., Warn, P. A., Bowyer P. and Denning D. W., 2007, *Aspergillus flavus*: human pathogen, allergen and mycotoxin producer, *Microbiology* 153, 1677-1692 pp.
- Hornitzky, M. A. Z., 2005, Nosema disease literature review and survey of beekeepers, RIRDC Publication 05-005, 18 pp.
- Hornitzky, M. A. Z., 2001, Literature review of chalkbrood, a fungal disease of honeybees, RIRDC Report, 1-22pp.
- Hornitzky, M. A. Z. and White, B., 2001. Controlling American foulbrood – Assessing effectiveness of shaking bees and antibiotic therapy strategies, RIRDC publication No.01/048.
- Hornitzky, M. A. Z. and Anderson, D., 2001, Australian and New Zealand standard diagnostic techniques for animal diseases, Honey bee diseases, Standing Committee on Agriculture and Resource Management, CSIRO Publications
- Hornitzky, M. A. Z. and Smith, L., 1998, Procedures for the culture of *Melissococcus pluton* from diseased brood and bulk honey samples. *Journal of Apicultural Research*, 37 (4), 293-294 pp.
- Hornitzky, M. A. Z., 1990, Honeybee diseases workshop, A report for the Australian honey research Council
- Hornitzky, M. A. Z. and Wilson S., 1989 A system for the diagnosis of the major bacterial brood diseases. *Journal of Apicultural Research*, 28, 191-195 pp.
- James, R.R., 2007, Chalkbrood, In: Shimanuki, H., Flottum, K., Harman, A., editors, ABC & XYZ of Bee Culture, 41st edition, Medina, OH: A.I. Root Company, 201pp.

- James, R. R., and Skinner, J. S., 2005, PCR diagnostic methods for *Ascosphaera* infections in bees, *Journal of Invertebrate Pathology*, 90 (2), 988-103 pp.
- Jia, F.Y. and Greenfield, M. D., 1997, When are good genes good? Variable outcomes of female choice in wax moths, *Proceedings The Royal Society B*, 264 (1384), 1057-1063 pp.
- Jiujiang Yu, Cleveland, T. E., Nierman, W. C., and Bennett J. W., 2005, *Aspergillus flavus* genomics: gateway to human and animal health, food safety, and crop resistance to diseases, *Revista Iberoamericana de Micología*, 22, 194-202 pp.
- Kaftanoglu, O., 1998, National Beekeeping Development Project, Cukurova University, Agricultural Faculty, Department of Animal Sciences, Adana
- Kaftanoglu, O., Yeninar, H., Kumova U., Ozkok, D., 1997, Epidemiology and control of honeybee (*Apis mellifera* L.) diseases in Turkey, Final Report, 93 pp. TUB_TAK Project No: VHAG-925, TUB_TAK Publication No: 92-0054, Ankara
- Kaftanoglu, O. Yeninar, H. and Ozkok, D., 1995, Controlling chalkbrood disease (*Ascosphaera apis*) in honeybee colonies by using nystatine. *Proceedings of Apimondia XXXIVth International Apicultural Congress*, . 180-181 pp, Lousanne Switzerland.
- Kaftanoglu, O., Bicici, M., Yeninar, H., Toker, S. and Guler, A., 1992, The effects of formic acid on *Varroa jacobsoni* and chalkbrood (*Ascosphaera apis*) disease in honeybee (*Apis mellifera* L) colonies, *Doga-Tr.J.of Veterinary and Animal Science*, 16, 415-425 pp.
- Kajikawa, K. and Nakane, T., 1986, Preventative measures for chalk brood: selection of the most effective drug and its application to diseased colonies, *Honeybee Science*, 7, 69-74 pp.
- Kang, Y.B., Kim, D.S. and Jang, D.H., 1976, Experimental studies on the pathogenicity and developmental stages of *Nosema apis*, *Korean Journal of Veterinary Research* 16, 180-184 pp.
- Katznelson, H., 1950, *Bacillus pulvifaciens* (n. sp.), an organism associated with powderscale of honeybee larvae, *Journal of Bacteriology*, 59, 153-155 pp.
- Katznelson, H; Robb, J.A., 1962, The use of gamma radiation from Cobalt 60 in the control of diseases of the honeybee and the sterilisation of honey. *Canadian Journal of Microbiology*, 8, 175-179 pp.
- Kaygın, A. T. ve Yıldız, Y., 2006, Bartın yöresi bal arısı (*Apis mellifera* L.) (Hymenoptera, Apidae) zararlıları, *ZKÜ Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 8 (10), 62-71 pp.

- Keskin, N. ve Başar, E., 1996, Türkiye'nin bazı yörelerindeki bal arılarında (*Apis mellifera* L.) *Acarapis woodi*, Rennie (Acarina) araştırılması, Hacettepe Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 17, 15-24 pp.
- Khan, S., Somerville, D. and Nayudu, M., 2007, Bacterial diversity in the Australian honeybee gut, Oral presentation, Apimondia
- Kochansky, J., 2000, Analysis of oxytetracycline in extender parties, Apidologie, 31, 517-524 pp.
- Komeili, A. B. and Ambrose, J. T., 1991, Electron microscope studies of the tracheae and flight muscles of noninfested, *Acarapis woodi* infested, and crawling honey bees (*Apis mellifera*), American Bee Journal, 131, 253-257 pp.
- Koning, R. E., 1994, The Biology of the honeybee, 12 pp., Harvard University Press, Cambridge, MA.
- Lauro, F. M., Favaretto, M., Covolo, L., Rassu, M. and Bertoloni, G., 2003, Rapid detection of *Paenibacillus larvae* from honey and hive samples with a novel nested PCR protocol, International Journal of Food Microbiology, 81 (3), 195-201 pp.
- Lebedeva, K. V., Vendilo, N. V., Ponomarev, V. L., Pletnev, V. A., Mitroshin, D. B., 2002, Identification of pheromone of the greater wax moth *Galleria mellonella* from the different regions of Russia, IOBC/wprs Bulletin, 25, 1-5 pp.
- Lehnert, T., Shimanuki, H. and Knox, D., 1973 Transmission of nosema disease from infected workers of the honey bee to queens in mailing cages, American Bee Journal, 113, 413-414 pp.
- Lindström, A., 2006, Distribution and transmission of american foulbrood in honey bees, Doctoral thesis, Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala, 28 pp.
- Liu, T. P., McKenna, D., Farrish, S., Mc Rory, D. and Scott-Dupree, C., 1992, The sterilization of American foulbrood by gamma irradiation, Canadian Beekeeping, 16 (6), 141-143 pp.
- Liu, T.P., 1990, The release of *Nosema apis* spores from the epithelium of the honeybee midgut, Journal of Apicultural Research, 29 (4), 221-229 pp.
- Liu, T.P., 1984, Ultrastructure of the midgut of the worker honey bee *Apis mellifera* heavily infected with *Nosema apis*, Journal of Invertebrate Pathology, 44, 282-291 pp.
- Loper, G.M., 1999, Honeybee keeping and tracheal mite, American Bee Journal, 132, 603-606 pp.

- Madigan, M. T., Marinko, J. M. and Parker, J., 1997, Biology of microorganism, 1-986 pp., Prentice Hall International, USA
- Malone, H., Gatehouse, H. S. and Tregidga, E. L., 2001, Effects of time, temperature, and honey on *Nosema apis* (Microsporidia: Nosematidae), a parasite of the honeybee, *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae), Journal of Invertebrate Pathology 77, 258–268 pp.
- Malone, L. A. and Gatehouse, H. S., 1998, Effects of *Nosema apis* infection on honeybee (*Apis mellifera*) digestive proteolytic enzyme activity, Journal of Invertebrate Pathology, 71, 169-174 pp.
- Mangum, W.A., 2000, Honey bee biology, American Bee Journal, 140 (6), 431-433 pp.
- Martin, C., Provost, E., Roux, M., Bruchou, C., Crauser, D., Clement J. L. and Le Conte, Y., 2001, Resistance to the honey bee, *Apis mellifera* to the acarian parasite *Varroa destructor*: behavioral and electroantennographic data, Physiological Entomology, 26, 362-370 pp.
- Matheson, A., 1995, World bee health report, Bee World, 76, 31-39 pp.
- Matheson, A., 1993, World bee health report, Bee World, 74, 176-212 pp.
- McMullan, J. B. and Brown, M. J. F., 2005, Brood pupation temperature effects the susceptibility of honeybees (*Apis mellifera*) to infestation by tracheal mites (*Acarapis woodi*), Apidologie, 36, 97-105 pp.
- Miyagi, T., Peng, C.Y.S., Chuang, R.Y., Mussen, E.C., Spivak, M.S. and Doi, R.H., 2000, Verification of oxytetracycline-resistant American Foulbrood pathogen *Paenibacillus larvae* in the United States, Journal of Invertebrate Pathology 75, 95-96 pp.
- Moeller, F.E., 1962, Nosema disease control in package bees, American Bee Journal, 102, 390-392 pp.
- Mohamed, A., 2007, Field evaluation of some botanical oils for controlling the honeybee tracheal mite *Acarapis woodi* (Rennie), Oral presentation, Apimondia
- Morse, R. A., 1997, Honeybee Pests, Predators and Diseases, 1-56 pp., Mediwa, A. I. Root Co.
- Morse, R. A. and Nowogrodzki, R., 1990, Honey bee pests, predators, and diseases, 474 pp, Cornell University Press, Ithica and London

- Morse, R.A. and Shimanuki, H., 1990, Summary of control methods *In: Honey bee pests, predators, and diseases*, Second Edition, Roger A. Morse and Richard Nowogrodzki.,eds. Cornell University Press, Ithica and London, 341-354 pp.
- Morse, R. A. and Hooper, T., 1985, *Encyclopedia of Beekeeping*, 180-183 pp., Blandford Press, Link House, U.K.
- Muğla İli Arı Yetiştiricileri Birliği, 2007, web: <http://www.maybir.org.tr>
- Murray, K. D., Aronstein, K. A. and Jones, W.A., 2005, A molecular diagnostic method for selected *Ascosphaera* species using PCR amplification of internal transcribed spacer regions of rDNA, *Journal of Apicultural Research*, 44, (2), 61-64 pp.
- Murugan, S., Anand, R., Uma Devi, P., Vidhya, N. and Rajesh, K. A., 2007, Efficacy of *Euphorbia milli* and *Euphorbia pulcherrima* on aflatoxin producing fungi (*Aspergillus flavus* and *Aspergillus parasiticus*), *African Journal of Biotechnology* 6 (2), 718-719 pp.
- Nayudu, M., Somerville, D. and Khan, S., 2007, Mechanisms of inhibition of the fungal chalkbrood pathogen by *Pseudomonas* bacteria, Oral Presentation, Apimondia
- Nelson, D.L., 1994, Control of the honey bee tracheal mite with menthol and formic acid, IX International Acarology Congress, Reprint in *Canadian Beekeeping*, 18, 136-137 pp.
- 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), 128-133 pp.
- Nentchev, P., 2003, *Hyssopus officinalis* (Çözdük otu) eterik yağının *Varroa destructor*' a karşı kullanımı üzerine gözlemler, *Uludağ Bee Journal*, 2, 43-44 pp.
- Nixon, M., 1982, Preliminary world maps of honey bee diseases and parasites. *Bee World*, 63, 23-24 pp.
- Nordstrom, S., Fries, I., Aarhus, A., Hansen, H. and Korpela, S, 1999, Virus infection in Nordic honeybee colonies with no, low or severe *Varroa jacobsoni* infestations, *Apidologie*, 30, 475-484 pp.
- Nurullahoğlu, Z. Ü., 2003, *Achroia grisella* (Lepidoptera: Pyralidae) Larva ve Pupanın Yağ Asidi Bileşimi, S.Ü. Fen-Edebiyat Fakültesi Fen Dergisi, 21, 75-78 pp.

- Oldroyd, B.P., 1996, Evaluation of Australian commercial honey bees for hygienic behaviour, a critical character for tolerance to chalkbrood, *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 36 (6), 625-629 pp.
- Otis, G.W., 1990, Results of a survey on the economic impact of tracheal mites, *American Bee Journal*, 130, 28-31 pp.
- Otteni, M. and Ritter, W., 2004, Effects of acute paralysis virus on honey bees (*Apis mellifera* L.) infested by *Nosema apis* Z, *Apiacta*, 39, 91-97 pp.
- Özakın, C., Aydın, L., Çakmak, İ. Ve Güleğen, E., 2003, Hazır ve eski peteklerin bakteriyolojik ve mikolojik yönden incelenmesi, *Uludağ Bee Journal*, 27-30 pp.
- Özer, N. ve Boşgelmez, A., 1987, Bal arılarında zarar yapan *Varroa jacobsoni* Q. üzerine folbex-va isopropyl-4,42 dibromobenzilate etkisi, *Hacettepe Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 8, 1-9 pp.
- Özkırım, A., 2006, Bal arılarındaki (*Apis mellifera* L.) Amerikan ve Avrupa yavru çürüklüğü hastalıklarında kullanılan antibiyotiklere karşı oluşan direncin saptanması, Doktora tezi, Hacettepe Üniversitesi, 1-107 sf.
- Özkırım, A. and Keskin, N., 2005, The determination of tracheal mite *Acarapis woodi* incidence in the Republic of Turkey, Oral Presentation, Apimondia.
- Özkırım, A. ve Keskin, N., 2002, Ankara ili ve çevresindeki arılarda teşhis edilen başlıca yavru hastalıklarının dağılımı, *Mellifera*, 2 (4), 8-12 pp.
- Özkırım, A., 2000, Ankara ili ve çevresindeki bal arılarının (*Apis mellifera* L.) paraziter hastalıklar yönünden incelenmesi, Bilim uzmanlığı tezi, Hacettepe Üniversitesi, 1-109 sf.
- Pearson, D., 2004, Biosecurity report, Import risk analysis: Honeybee products, 182 pp, Ministry of Agriculture and Forestry, New Zealand
- Piccirillo, G. A. and De Jong, D., 2004, Old honeybee brood combs are more infested by the mite *Varroa destructor* than are new brood combs, *Apidologie*, 35, 359-364 pp.
- Pinnock, D. E. and Featherstone N. E., 1984, Detection and quantification of *Melissococcus pluton* infection in honeybee colonies by means of enzyme-linked immunosorbent assay, *Journal of Apicultural Research*, 23 (3), 168-170 pp.
- Report of Centre for International Economics, 2005, Future directions for the Australian honeybee industry, 1-180 pp., CIE Canberra and Sydney

- Reynaldi, F. J., De Giusti, M. R., Alippi, A. M., 2004, Inhibition of the growth of *Ascosphaera apis* by *Bacillus* and *Paenibacillus* strains isolated from honey, *Revista Argentina de Microbiologia* 36, 52-55 pp.
- Rice, R., 2001, Nosema disease in honeybees – Genetic variation and control. RIRDC NO 01/46.
- Rightmire, G. P., 1993, The evolution of *Homo erectus*: comparative anatomical studies on an extinct human species, Cambridge University Press, 272 pp.
- Royce, L. A., Krantz, G. W., Ibay, L. A. and Burgett, D. M., 1988, Some observations on the biology and behavior of *Acarapis woodi* and *Acarapis dorsalis* in Oregon, 498-505 pp, In: *Africanized honey bees and bee mites*. Eds. Needham, G. R., Page, R. E. (Jr.), Dalfinado-Baker, M. and Bowman, C. E. Ellis Horwood, Chichester, UK
- Rudeschko, O., Machnik, A., Dörfelt, H., Kaatz, H. H., Schlott, B. and Kinne R. W., 2004, A novel inhalation allergen present in the working environment of beekeepers, *Allergy*, 59, 332–337 pp.
- Russenova, N. and Parvanov, P., 2005, European foulbrood disease –aetiology,
- Sammataro, D., Gerson, U. and Needham, G., 2000, Parasitic mites of honey bees: life history, implications, and impact, *Annual Review of Entomology*, 45, 519–548 pp.
- Sanford, M. T., 2003, Diseases and Pests of The Honey Bee, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida Press, 13 pp.
- Shimanuki, H. and Knox, D.A., 2000, Diagnosis of Honeybee Diseases, 1-56 pp, Department of Agriculture, Agriculture Handbook No AH.690, USDA
- Shimanuki, H. and Feldlaufer, M. F., 1998, Antimicrobial extracted from honeybee larvae with Chalkbrood, Agricultural Research Service, United States Department of Agriculture, USDA., 96-98 pp.
- Shimanuki, H. and Knox, D.A., 1994, Susceptibility of *Bacillus larvae* to terramycin, *American Bee Journal*, 134 (2), 125-126 pp.
- Shimanuki, H., Knox, D. A., Furgala, B., Caron, D. M. and Williams, J. L., 1992a, In: *The hive and the honey bee*, Tenth edition, Joe Grham and Dadant and Sons, eds, Dadant and Sons Inc, Hamilton, Illinois
- Shimanuki, H., Knox, D.A., Furgala, B., Caron, D.M. and Williams J.L., 1992b, Diseases and pests of honeybees, 1083-1151 pp,

- Sıralı, R., 1993, Trakya Bölgesi Arıcılığı, Sorunları ve Çözüm Yolları Üzerine Araştırmalar, Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Edirne.
- Somerville, D., 2002, Nosema disease in bees, Agnote DAI-124
- Sokól, R., Molska, D., Siuda, M., 2007, The influence of the invasion of *Nosema apis* on the number of pollen seeds in bees' intestines, Polish Journal of Natural Sciences, 22 (1), 150-156 pp.
- 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.
- Stanzani, M., Orciuolo, E., Lewis, R., Kontoyiannis, D. P., Martins, S. L. R. St. John L. S. and Komanduri, K. V., 2005, *Aspergillus fumigatus* suppresses the human cellular immune response via gliotoxin-mediated apoptosis of monocytes, Blood, 105, 2258-2265 pp.
- Steche, W. And Held, T., 1981, Scanning electron microscope studies of the ootogenesis of *Nosema apis* Zander, Apidologie, 12, 185-207 pp.
- Sumpter D., J., T. and Martin, S., J., 2004, The dynamics of virus epidemics in Varroa-infested honeybee colonies, Journal of Animal Ecology 73, 51-63 pp.
- Swart, D. J., 2003, The Occurrence of *Nosema apis* (Zander), *Acarapis woodi* (Rennie) and the cape problem bee in the summer rainfall region of South Africa, Master Thesis, Rhodes University Press, 1-43 pp.
- Swift, J. R., Craif, S. H., Wiebe, G. D., 2000, Evolution of *Aspergillus* spp., Mycological Research, 104 (3), 333-337 pp.
- Şahinler, N. ve Gül, A., 2005, Hatay yöresinde bulunan arıcılık işletmelerinde arı hastalıklarının araştırılması, Uludağ Bee Journal, 5, 27-31 pp.
- Şahinler, N., Kurt, Ş. ve Kaftanoğlu, O., 2003, Propolisin Kireç Hastalığı Üzerine Etkileri, Uludag Bee Journal, 3(4), 37-39 sf.
- Şimsek, H. ve Özcan, C. 2001, Elazığ ve yöresinde bulunan Arı işletmelerinde Avrupa yavru çürüklüğü hastalığının araştırılması, Turkish Journal of Veterinary and Animal Science, 25, 929-932 pp.
- Tanaka, M., Watanabe, T., Tawara Hanaki, K., Uchiyama, K., Tominaga, M., Inaji, R., 1984, An experiment to protect honeybees from chalkbrood disease, Honeybee Science, 5, 117-120 pp.

T.C. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı, 13.08.2006 tarihli Arıcılık Yönetmeliği

Tentcheva, D., Gauthier, L., Zappula, N., Dainat, B., Cousserans, F., Colin, M. E., Bergoin, M., 2004, Prevalance and seasonal variations of six bee viruses in *Apis mellifera* L. and *Varroa destructor* mite populations in France, Applied Environmental Microbiology, 70, 7185-7191 pp.

Thompson H.M., Brown M.A., 2001 Is contact colony treatment with antibiotics an effective control for European foulbrood, Bee World, 82, 130–138 pp.

Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı, Strateji Geliştirme Başkanlığı, 2006, Ortak piyasa düzenleri alt çalışma grup raporları, 257-270 sf.

Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü, Tarımsal araştırma master plan revizyonu, 2005, Araştırma fırsat alanları veri değerlendirme raporları ve matriksler, 1-172 sf.

Tutkun, E. ve Boşgelmez, A., 2003, Bal arısı zararlıları ve hastalıkları teşhis ve tedavi yöntemleri, 1-365 sf., Bizim Büro Basımevi, Ankara.

Tutkun, E., ve İnci, A., 1992, Bal Arısı Zararlıları, Hastalıkları ve Tedavi Yöntemleri, 1-162 sf., Demircioğlu Matbaası, Ankara.

Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), 2006, Veri bankası, Hayvancılık İstatistikleri (Arıcılık) raporları

Waite, R. J., Brown, M. A., Thompson, H. M. and Bew, M. H., 2003, Controlling European foulbrood with the shook swarm method and oxytetracycline in the UK, Apidologie, 34, 569-575 pp.

Waite, R., Jackson, S. And Thompson H., 2002, Preliminary investigations into posible resistance to oxytetracycline in *Melissococcus plutonius*, a pathojen of honeybee larvae, Applied Microbiology 36, 20-24 pp.

Wardall, G.I., 1982, European foulbrood: Association with Michigan blueberry pollination, and control. A PhD Thesis submitted to Michigan State University.

Warrit, N., Hagen, T. A. R., Smith, D. R. and Çakmak, İ., 2004, A survey of *Varroa destructor* strains on *Apis mellifera* in Turkey, Journal of Apicultural Research, 43 (4), 190-191 pp.

Wedenig, M., Riessberger-Gallé, U., Crailsheim, K., 2003, A substance in honey bee larvae inhibits the growth of *Paenibacillus larvae larvae*, Apidologie, 34, 43-51 pp.

- Weems, H.V. Jr. and Sanford M. T., 2006, Beelouse, *Braula coeca* (Nitzsch) (Insecta: Diptera: Braulidae), DPI Entomology Circular 252, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida
- Winston, M. L., 1991, The biology of the honeybee, 294 pp, Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, London, England, ISBN 0-674-07409-2
- Witte, K., 2000, Chalkbrood Disease of Honeybees, Agnote, 578.
- Yakobson B. A., Elad, D., Ritter, W., Rath, W. and Rimeicans, J., 2003, Pathological and epidemiological study of chalkbrood disease in Israel, Germany and Thailand, Morphological days in Ceske Budejovica, Proceedings of the International Scientific Conference, Ceske Budejovica, 21-26 pp.
- Yaşar, N., Güler, A., Yeşiltaş, H. B., Bulut, G. ve Gökçe, M., 2002, Karadeniz Bölgesi Arıcılığının Genel Yapısının Belirlenmesi, Mellifera, 2 (3), 15-24 pp.
- Yeganehrad, H., Mehdi, M., Pourpasha, B., Pourpasha, P. and Mohammadian, M., 2007a, Control of American foulbrood disease and *Nosema apis* disease with no risk of residue, Oral Presentation, Apimondia.
- Yeganehrad, H., Saddatmand, Pourpasha, B. and Pourpasha, P., 2007b, Chalkbrood control: a new method, Oral Presentation, Apimondia.
- Yeninar, H., 1992, The effects of some chemicals on the development of chalkbrood disease (*Ascosphaera apis*) and the possible control methods. Ms Thesis, 53 pp., Ç.U. Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, Turkey.
- Yılmaz, H., 1999, Edirne Bölgesi Arıcılığı Sorunları ve Çözüm Yolları Üzerine Araştırmalar, Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Edirne
- Zacarin, G. G., Gobbi, N. and Chaud-Netto, J., 2004, Host preference of *Apanteles galleriae* Wilkinson (Hymenoptera: Braconidae) for *Galleria mellonella* (L.) or *Achroia grisella* (Fabricius) (Lepidoptera: Pyralidae)

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Duygu ŞİMŞEK

Doğum Yeri : Sivas

Doğum Yılı : 1983

Medeni Hali : Bekâr

Eğitim ve Akademik Durumu:

Lise 1996-2000 : Sivas (Süper) Lisesi

Lisans 2001-2005 : Hacettepe Üniversitesi, Fen Fakültesi,
Biyoloji Bölümü

Yabancı Dil: İngilizce

İş Tecrübesi: -