

**ISPARTA VE BURDUR İLLERİ BAL ARILARINDA
(*Apis mellifera* L.) KIŞ SONU KAYIPLARININ
MİKROBİYAL VE PARAZİTER HASTALIKLAR YÖNÜNDEN
İNCELENMESİ**

**THE INVESTIGATION OF HONEYBEES WINTER LOSSES
(*Apis mellifera* L.) FOR MICROBIAL AND PARASITIC
DISEASES IN ISPARTA AND BURDUR**

ERKAY ÖZGÖR

Hacettepe Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim – Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin

BİYOLOJİ Anabilim Dalı İçin Öngördüğü

YÜKSEK LİSANS TEZİ

olarak hazırlanmıştır.

2012

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü'ne,

Bu çalışma jürimiz tarafından **BİYOLOJİ ANABİLİM DALI 'nda YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Başkan :.....
Prof. Dr. Nurdan ÖZER

Üye (Danışman) :.....
Prof. Dr. Nevin KESKİN

Üye :.....
Prof. Dr. Güven URAZ

Üye :.....
Prof. Dr. Figen ERKOÇ

Üye :.....
Yrd. Doç. Dr. Aslı ÖZKIRIM

ONAY

Bu tez Hacettepe Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliği'nin ilgili maddeleri uyarınca yukarıdaki jüri üyeleri tarafından/...../..... tarihinde uygun görülmüş ve Enstitü Yönetim Kurulunca/...../..... tarihinde kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Fatma SEVİN DÜZ
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

ISPARTA VE BURDUR İLLERİ BAL ARILARINDA (*Apis mellifera* L.) KIŞ SONU KAYIPLARININ MİKROBİYAL VE PARAZİTER HASTALIKLAR YÖNÜNDEN İNCELENMESİ

Erkay ÖZGÖR

ÖZ

2006 yılından beri dünyanın birçok yerinde kış sonunda görülen toplu arı ölümleri kaydedilmiştir. Bal arısı (*Apis mellifera* L.), polinasyon ve arı ürünlerinin üretimi açısından önemli bir böcektir. Bu nedenle, bilim adamları bal arılarındaki koloni kayıplarının sebeplerini bulmak ve bu kayıpları önlemek için çalışmalar yapmaktadır. Bal arısı kayıplarının, bal arısı patojen ve zararlıları (*Nosema ceranae*, bal arısı virüsleri, *Varroa destructor*), tarımsal ve kovan içi pestisitler, açlık, iklimsel faktörler, arıcı uygulamaları ve bu faktörler arasındaki birçok olası etkileşimler gibi çeşitli nedenleri vardır. Ayrıca, olası birçok ihtimal üzerinde de durulmaktadır.

Bu araştırmada, Isparta ve Burdur illerinin kış sonu arı kayıpları incelenmiş ve bu amaçla, Isparta ilindeki 50 arılıktan 1500 adet ergin arı ile 10 adet yavrulu petek, Burdur ilindeki 38 arılıktan 1140 adet ergin arı ile 7 adet yavrulu petek toplanmıştır. Ayrıca, arazi çalışmaları sırasında arıcıların uygulamalarının değerlendirilmesi açısından arıcılara anket düzenlenmiştir. Anket sırasında elde edilen verilere göre; Burdur ili genelinde %35.6, Isparta ili genelinde ise %27.1 oranında arı ölümü kaydedilmiştir. Yapılan laboratuvar analizleri sonucunda, Isparta ve Burdur illerinden toplanan yavrulu petek örneklerinde herhangi bir yavru hastalığı belirtisine rastlanmamıştır. Seksen sekiz arılığın 32'sinde *Varroa destructor* tespit edilmiştir. Arılıkların 76'sında *Nosema* spp. teşhis edilirken 12'sinde herhangi bir *Nosema* sporu bulunamamıştır.

Sonuç olarak, Isparta ve Burdur illerinden toplanan örneklerin incelenmesi ve arıcılara düzenlenen anketlerden elde edilen veriler ile, bu iki ilde görülen arı ölümlerinin olası nedenleri tespit edilmiştir. Patojenler, genetik faktörler ve çevresel

faktörler gibi arıları etkileyen faktörlerin etkileşimleri ile arı ölümlerinin arttığı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Arı ölümleri, *Varroa destructor*, Bal arısı virüsleri, *Nosema ceranae*, *Apis mellifera* L., Koloni kayıpları, Isparta, Burdur

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

THE INVESTIGATION OF HONEYBEES WINTER LOSSES (*Apis mellifera* L.) FOR MICROBIAL AND PARASITIC DISEASES IN ISPARTA AND BURDUR

Erkay ÖZGÖR

ABSTRACT

The heavy winter losses of honeybees have been recorded in many parts of the world since 2006. Honey bee (*Apis mellifera* L.) is a significant insect for pollination and production of bee products. Therefore, scientists have been studied to find out the causes of honeybee colony losses and try to prevent the losses. There are several causes of honey bee losses such as honey bee pathogens and pests (*Nosema ceranae*, honey bee viruses, *Varroa destructor*), agricultural and hive pesticides, hunger, climatic factors, beekeeper practices and many possible interactions between these factors. In addition, scientists focuses on the many possible contingencies.

In this research, winter losses in Isparta and Burdur provinces were examined and to this aim, 1500 adult bees and 10 combs with larvae collected from 50 apiaries in Isparta and 1140 adult bees and 7 combs with larvae collected from 38 apiaries in Burdur. In addition, the survey was held to beekeepers to assess the beekeeper practices during the fieldwork. According the data obtained during the survey, 35.6 % colony mortality in Burdur, 27.1 % colony mortality in Isparta was recorded. As a result of the laboratory analysis, there was no evidence of brood diseases in comb samples that collected in Isparta and Burdur provinces. *Varroa destructor* were identified in 32 samples of collected from 88 apiaries. While *Nosema* spp. was diagnosed in 76 apiaries, in 12 apiaries no *Nosema* spores were found.

As a result, causes of bee deaths were determined in Isparta and Burdur provinces with the help of the examination of specimens collected from the provinces and data obtained from surveys that was held to beekeepers possible. Bee losses is thought to increase with interactions of factors such as pathogens, genetic factors and environmental factors that affecting bees.

Keywords: Bee deaths, *Varroa destructor*, Honey Bee Viruses, *Nosema ceranae*, *Apis mellifera* L., Colony losses, Isparta, Burdur

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

TEŞEKKÜR

Bu çalışma kapsamında ilgi ve yardımlarını hiçbir zaman esirgemeyen ve her adımımı destekleyen danışmanım; Prof. Dr. Nevin KESKİN'e saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Yıllar önce arı ile tanışmamı sağlayıp beni bu konuda çalışmak için teşvik eden ve her zaman desteğini arkamda hissettiğim değerli hocam; Yrd. Doç. Dr. Aslı ÖZKIRIM'a minnet duyar, bundan sonraki yıllarda da hedefim olarak onun yürüdüğü yolu gördüğüm için tüm kalbimle teşekkür ederim.

Arı ile ilgilendiğim zamandan beri bize ekip ruhunu yaşatan ve arı konusunda çalışmamızı her zaman destekleyen sevgili hocam; Prof. Dr. Kadriye SORKUN'a teşekkürlerimi sunarım.

Tezimin arazi çalışması kapsamında yardımlarını esirgemeyen Türkiye Arı Yetiştiricileri Merkez birliği ile arazi çalışmalarını birlikte yürüttüğümüz Burdur İli Arı Yetiştiricileri birliği ve Isparta İli Arı Yetiştiricileri Birliği'ne destekleri için teşekkür ederim.

Gerek laboratuvar çalışması gerekse tez yazımı sırasında benden yardım ve desteğini esirgemeyen, hayatımda önemli bir yeri olan çok sevdiğim hocam; Arş. Gör. Aygün YALÇINKAYA'ya çok teşekkür ederim.

Lisans döneminden beri aynı laboratuvar da beraber çalıştığım ve akademik hayatta birlikte aynı yolda yürüdüğüm sevgili arkadaşım Elif GÜZERİN'e destek ve samimiyeti için çok teşekkür ederim.

Tez çalışmamda kullandığım fotoğrafların çekimlerinde zamanını ayırarak yardım eden değerli hocam; Arş. Gör. Dr. Edibe ÖZMEN'e teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmamın sonuçlarının istatistiksel açıdan yorumlanmasında yardımcı olan hocam; Prof. Dr. Hülya ÇINGİ'ye teşekkürlerimi sunarım.

Laboratuvar malzemelerimizin sterilizasyonunda yardımcı olan Teknisyen Vedat MUTLU'ya çok teşekkür ederim.

Çalışmalarım süresinde beni motive eden ve her an destekleriyle enerjimi yüksek tutan sevgili arkadaşlarım Kübra ERKAN'a, Mehmet Kürşat ŞAHİN'e, Özgecan ERDEM'e, Gözde KOŞARSOY'a ve Seray KENAR'a çok teşekkür ederim.

Hayatım boyunca her zaman yaptıklarımı destekleyen ve beni bugünlere getiren annem Fatma ÖZGÖR'e ve babam Fuat ÖZGÖR'e; ilgilerini eksik etmeyen ikinci annem ve babam Zeyde YALINER ve Türkay YALINER'e teşekkürü bir borç bilirim. Tez yazım aşamasında iyi dilekleriyle beni motive eden büyük abim Özkay ÖZGÖR'e ve eşi Hanife ÖZGÖR'e, diğer abim Akay ÖZGÖR'e ve eşi Bilge Gökçe ÖZGÖR'e teşekkür ederim. Ayrıca, ailemize yeni katılan ve onu gördüğümde bana enerji veren yeğenim Asya Akay ÖZGÖR'e de teşekkür ederim.

Altı yıldır birlikte olduğum ve bir yıldır aynı yastığa baş koyduğum değerli eşim Fatoş ÖZGÖR'e tez çalışmam sırasında gösterdiği sabır, ilgi ve yardımları için 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.....	x
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	xi
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL BİLGİLER.....	3
2.1. Bal Arılarında Görülen Kış Sonu Ölümlerinde Etkili Faktörler.....	8
2.2. Bal Arılarında Görülen Kış Sonu Ölümünün Olası Nedenleri.....	9
2.2.1. Bal Arısı Patojen ve Zararlıları.....	9
2.2.1.1. <i>Varroa destructor</i>	10
2.2.1.2. Bal Arısı Virüsleri.....	17
2.2.1.3. Nosemosis.....	21
2.2.2. Pestisitler.....	26
2.2.3. Bal Arısı Beslenmesi.....	32
2.2.4. Arıcılığa İlişkin Yanlış Uygulamalar.....	35
2.2.5. İklimsel Faktörler.....	37
2.2.6. Diğer Nedenler.....	38
2.2.7. Bal Arısı Koloni Kayıplarına Neden Olduğu Düşünülen Etkileşimler.....	39
3. MATERYAL-METOT.....	42
3.1. Örneklerin Toplanması.....	42
3.2. Arıcılara Anket Uygulaması.....	46
3.3. Örneklerin İncelenmesi.....	49
3.3.1. Petek Örneklerinin İncelenmesi.....	49
3.3.2. Ergin Arı Örneklerinin İncelenmesi.....	49
3.3.2.1. Vücut Yüzeyinin İncelenmesi.....	49
3.3.2.2. Bal Arılarının Disseksiyonu.....	49
3.4. İstatistiksel Yöntemler.....	51
4. BULGULAR.....	52
4.1. Petek Örneklerinden Elde Edilen Bulgular.....	52
4.2. Ergin Arı Örneklerinden Elde Edilen Bulgular.....	54
4.2.1. Vücut Yüzeyi İncelemesinden Elde Edilen Bulgular.....	54
4.2.2. Disseksiyon incelemesinden Elde Edilen Bulgular.....	54
4.3. Düzenlenen Anket Uygulamasından Elde Edilen Verilerin Değerlendirilmesi.....	60
4.4. İstatistiksel Değerlendirme Sonuçları.....	68
5. TARTIŞMA.....	76
KAYNAKLAR.....	88
ÖZGEÇMİŞ	114

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 2.1. Bir arı kolonisinde bulunan işçi arı, erkek arı ve kraliçe (ana) arının morfolojik görünümü.....	4
Şekil 2.2. <i>Varroa destructor</i> 'un hayat döngüsü	12
Şekil 2.3. (A) <i>Nosema apis</i> ve (B) <i>Nosema ceranae</i> sporlarının transmisyon elektron mikrofileri.....	22
Şekil 2.4. <i>Nosema ceranae</i> 'nin yaşam döngüsünün ilk aşamalarının şematik görünümü.....	24
Şekil 2.5. Türkiye'de arıların göç yolları ve kışlatma yapılan alanlar.....	37
Şekil 2.6. <i>Varroa</i> popülasyonu ve bal arısı sağlığı üzerinde farklı stresörlerin potansiyel etkileşimleri.....	41
Şekil 3.1. Burdur İl Haritası.....	44
Şekil 3.2. Isparta İl Haritası.....	45
Şekil 3.3. Arazi çalışmaları sırasında arıcılara uygulanan anket.....	47
Şekil 3.4. Neubauer lamı sayım alanı.....	50
Şekil 4.1. Isparta ve Burdur illerinde bal arısı kayıpları gözlenen kovanlardan alınan petek ve üzerinde kümeleşmiş şekilde ölen ergin arıların genel görünümü.....	52
Şekil 4.2. İşçi arının toraksında foretik dişi <i>Varroa destructor</i> görüntüsü.....	54
Şekil 4.3. <i>Nosema apis</i> 'in mikroskopik görünümü.....	55
Şekil 4.4. <i>Nosema ceranae</i> 'nin mikroskopik görünümü.....	56
Şekil 4.5. Isparta ili ilçelerinin koloni kaybı yüzde oranları.....	66
Şekil 4.6. Burdur ili ilçelerinin koloni kaybı yüzde oranları.....	67
Şekil 4.7. Burdur iline ait <i>Nosema</i> spp. spor sayısı ile koloni kayıpları oranı arasındaki ilişkinin serpilme (saçılma) grafiği ile gösterilmesi.....	68
Şekil 4.8. Isparta iline ait <i>Nosema</i> spp. spor sayısı ile koloni kayıpları oranı arasındaki ilişkinin serpilme (saçılma) grafiği ile gösterilmesi.....	69
Şekil 4.9. Burdur iline ait kolonilerin yer değiştirme sayısı ile koloni kayıpları oranı arasındaki ilişkinin serpilme (saçılma) grafiği ile gösterilmesi.....	72
Şekil 4.10. Isparta iline ait kolonilerin yer değiştirme sayısı ile koloni kayıpları oranı arasındaki ilişkinin serpilme (saçılma) grafiği ile gösterilmesi.....	73

ŞEKİLLER DİZİNİ (Devam ediyor)

Sayfa

Şekil 4.11. Burdur iline ait aralıkların rakımı ile koloni kayıpları oranı arasındaki ilişkinin serpilme (saçılma) grafiği ile gösterilmesi.....	74
Şekil 4.12. Isparta iline ait aralıkların rakımı ile koloni kayıpları oranı arasındaki ilişkinin serpilme (saçılma) grafiği ile gösterilmesi.....	75

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

ABPV	Akut Arı Felci Virüsü
AFB	Amerikan Yavru Çürüklüğü
BQCV	Siyah Kraliçe Petek Gözü Virüsü
CBPV	Kronik Arı Felci Virüsü
CCD	Koloni Çöküş Sendromu
CDS	Koloni Depopulasyon Sendromu
CWV	Dumanlı Kanat Virüsü
DWV	Deforme Kanat Virüsü
EFB	Avrupa Yavru Çürüklüğü
IAPV	İsrail Akut Arı Felci Virüsü
KBV	Kaşmir Arı Virüsü
r	Korelasyon katsayısı
SPV	Yavaş Arı Felci Virüsü
SBV	Tulumsu Yavru Çürüklüğü Virüsü

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 2.1. Bal arılarında DDT ile kıyaslanan bazı pestisitlerin toksik etkisinin gösterilmesi.....	30
Çizelge 4.1. Burdur ilinden toplanan yavrulu petek örneklerinin durumu.....	53
Çizelge 4.2. Isparta ilinden toplanan yavrulu petek örneklerinin durumu.....	53
Çizelge 4.3. Burdur ili ergin arı örneklerine ait <i>Nosema</i> türlerinin spor sayısı verileri.....	57
Çizelge 4.4. Isparta ili ergin arı örneklerine ait <i>Nosema</i> türlerinin spor sayısı verileri.....	58
Çizelge 4.5. Burdur ve Isparta illerine bağlı ilçelerde arı başına düşen ortalama spor sayıları.....	59
Çizelge 4.6. Burdur ve Isparta illerinin <i>Nosema</i> spp.'ye ait spor yoğunluğunun incelenmesi.....	60
Çizelge 4.7. Burdur iline ait Ekim 2011/ Nisan 2012 yılı koloni kaybı verileri.....	61
Çizelge 4.8. Isparta iline ait Ekim 2011/ Nisan 2012 yılı koloni kaybı verileri.....	62
Çizelge 4.9. Burdur ve Isparta illerinin Ekim 2011/ Nisan 2012 yılı koloni kayıplarına göre karşılaştırılması.....	63
Çizelge 4.10. Burdur ve Isparta illerindeki arılıkların koloni sayısına göre kış sonu ölüm oranlarının karşılaştırılması.....	63
Çizelge 4.11. Anket verilerine göre Burdur ve Isparta illerindeki arılıklarda bulunan arı ırklarının durumu.....	63
Çizelge 4.12. Anket verilerine göre Burdur ilindeki kış sonu arı ölümlerinin arı ırkları yönünden karşılaştırılması.....	64
Çizelge 4.13. Anket verilerine göre Isparta ilindeki kış sonu arı ölümlerinin arı ırkları yönünden karşılaştırılması.....	64
Çizelge 4.14. Isparta ve Burdur illerinde arıcıların kullandığı kovan içi kimyasal maddeler ve kullanılan arılık sayısı.....	65
Çizelge 4.15. Burdur ve Isparta illerinde görülen arı ölümlerinin laboratuvar çalışması ve düzenlenen anket ile belirlenen olası nedenleri.....	65

ÇİZELGELER DİZİNİ (Devam ediyor)

	<u>Sayfa</u>
Çizelge 4.16. Isparta ilinde örnek toplanan ilçeler arasındaki koloni kaybı verilerinin karşılaştırılması.....	66
Çizelge 4.17. Burdur ilinde örnek toplanan ilçeler arasındaki koloni kaybı verilerinin karşılaştırılması.....	67
Çizelge 4.18. Isparta ve Burdur illerinde meydana gelen arı ölümlerinin sayısı ile <i>Nosema</i> türlerinin spor sayısı arasındaki ilişkisinin karşılaştırılması.....	69
Çizelge 4.19. Burdur ve Isparta illerinin <i>Nosema</i> türlerinin spor yoğunluğu açısından karşılaştırılması.....	70
Çizelge 4.20. Burdur ili ilçelerinin <i>Nosema</i> spor sayısı açısından karşılaştırılması.....	70
Çizelge 4.21. Isparta ili ilçelerinin <i>Nosema</i> spor sayısı açısından karşılaştırılması.....	70
Çizelge 4.22. Burdur ve Isparta illerinin arı ölümleri açısından karşılaştırılması.....	71
Çizelge 4.23. Burdur ili ilçelerinin koloni kayıpları açısından karşılaştırılması.....	71
Çizelge 4.24. Isparta ili ilçelerinin koloni kayıpları açısından karşılaştırılması	71
Çizelge 4.25. Isparta ve Burdur illerinde meydana gelen arı ölümlerinin sayısının kolonilerin yer değiştirme sıklığına göre ilişkisi.....	73
Çizelge 4.26. Isparta ve Burdur illerinde meydana gelen arı ölümlerinin, arılıkların bulunduğu yükseklik (rakım) ile ilişkisinin karşılaştırılması.....	75

1. GİRİŞ

Bal arısı; bal, arı sütü, arı zehiri, polen, propolis ve bal mumu gibi arı ürünlerini ürettiğinden dolayı değerli bir canlı konumundadır. Bu öneminin dışında polinasyona da yardımcı olmaktadır. 2006 yılından beri arı ölümlerinde gözlenen ciddi artıştan dolayı bilim insanlarının arılara olan ilgisi artmış ve ölüm nedenlerinin bulunması için uluslararası düzeyde çalışmalar yapılmaya başlanmıştır. Bu kapsamda dünyanın her yerinde gerçekleşen koloni kayıplarının nedenlerini bulmak ve bu kayıpları önlemek için 55 ülkeden 268 bilim adamı, uluslararası COLOSS (Prevention of honey bee COlony LOSSes) ağı altında toplanmıştır (van der Zee et al., 2012). Bilim adamları tarafından arılarda gözlenen toplu ölümlerin en önemli nedenlerinden biri olarak arı hastalıkları düşünülmüş, bunun yanı sıra arı hastalıkları dışında olası birçok faktör üzerinde de durulmaya başlanmıştır.

Türkiye, dünya üzerinde bulunduğu konum ve evrimsel süreçte geçmişten günümüze kadar geçirdiği coğrafik değişiklikler nedeniyle benzersiz bir ülkedir. Üç farklı fitocoğrafik bölge (Avrupa-Sibiry, İran-Turan ve Mediterrenean)'nin Türkiye üzerinde kesişmesinden dolayı yüksek oranda bitki çeşitliliği söz konusudur (Davis, 1965-2000). Endemik ballı bitkilerin de fazla olması nedeniyle arıcılığın en verimli şekilde yapılabileceği bir ülke konumundadır. Ancak birçok arıcının yetiştiricilik konusunda bilinçsiz olması ve arı hastalıklarının yayılımının artması, arı kayıplarını etkileyerek Türkiye'de arıcılık sektöründe ciddi kayıplara neden olmaktadır.

Arıcıların ve kolonilerin kayıt altında tutarak Türkiye'nin koloni varlığı açısından durumu, üretim ve verimliliğin belirlenmesi amacıyla 2006 yılında Arıcılık Kayıt Sistemi (AKS) kurulmuştur (Türkiye Arı Yetiştiricileri Merkez Birliği, 2012). AKS'den elde edilen verilere göre; günümüzde 295.000 arıcının bulunduğu Türkiye'de koloni sayısı altı milyona yaklaşmıştır (Türkiye Arı Yetiştiricileri Merkez Birliği, 2011). Bu koloni sayısı ile Dünya sıralamasında 2. sırada bulunup Çin'e yaklaşan Türkiye, bal üretimi açısından yeterli verimlilikte olmayıp 82.000 ton bal ile 4. sıradadır (TÜİK, 2011). Diğer arı ürünlerinin üretimi de arıcıların bu konuda yeterince bilgi sahibi olmaması nedeniyle yeterli düzeyde olamamaktadır. Ancak arı ürünlerinin verimliliğinin düşük olmasındaki esas neden; arıların çalışma

gücünü etkileyen ve ölümlerine sebep olan arı hastalıkları ile arıları etkileyen biyotik ve abiyotik faktörlerdir.

Isparta ve Burdur illeri, Akdeniz Bölgesinin karasal iç kesimlerinde yer alıp hem Karasal iklimin hem de Akdeniz ikliminin hüküm sürmesinden dolayı kış mevsimi soğuk, yaz mevsimi ise sıcak ve kurak geçmektedir. Coğrafi olarak da göller bölgesinde bulunan bu illerde hem dağlık hem de düz alanlar bulunmaktadır. Bu nedenlerle Burdur ve Isparta illerinde hem arıcılık hem de arı hastalıkları üzerinde önemle durulmalıdır. Ayrıca bu bölge arıcılarının çoğu gezginci arıcılık yapmaktadır. Bu durum arı hastalıklarının yayılımını daha da arttırıp arılarda stres oluşumuna neden olmakta ve arı kayıplarının görülme oranını yükseltmektedir (Ratia, 2012).

Yapılan bu çalışmada Isparta ve Burdur illerindeki arılıklardan örnekleme kuralları çerçevesinde gerekli örnekler toplanmış, kış sonunda gözlenen arı ölümleri, arı hastalıkları ve arı ölümlerine neden olabilecek diğer etkenler yönünden incelenmiştir. İncelemeler sonucu elde edilen sonuçlara göre, bu illerde kış sonunda görülen arı ölümlerinin engellenmesi için, gerek il Arı Yetiştiricileri Birlikleri ile, gerekse bu illerdeki arıcılarla diyalog kurularak arıcılara tavsiyelerde bulunulmuştur. Bu çalışmanın, arıcıların alacakları önlemler sayesinde kış sonu arı ölümlerini minimum düzeye indirmeye, arı hastalıklarıyla mücadeleye, bal ve diğer arı ürünlerinin verimini arttırmaya yarar sağlayacağı düşünülmektedir.

2. GENEL BİLGİLER

Apis mellifera L., Binomial Nomenclature (İkili İsimlendirme) sistemini oluşturan Carolus Linnaeus tarafından 1758 yılında adlandırılmıştır. *Apis mellifera* L. adını alan Avrupa bal arısı; Hymenoptera (Zar kanatlılar) ordosu, Apoidea üst familyasına, Apidae familyası ve *Apis* cinsine dahildir (Ericson et al., 1999).

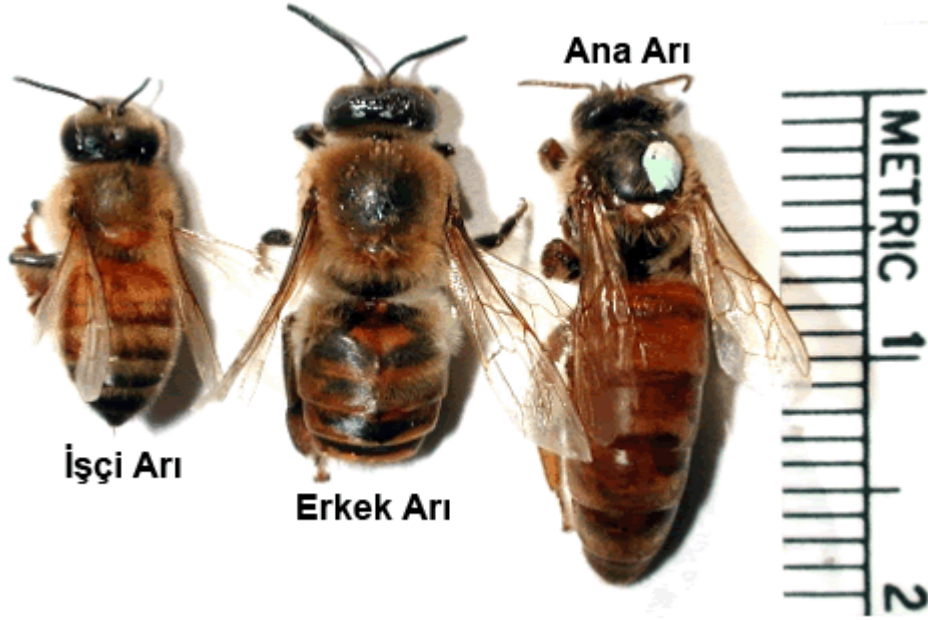
Arıların kretase döneminin sonlarına doğru çiçekli bitkilerin ortaya çıkması ile gelişmeye başladığı bilinmektedir. Çiçekli bitkilerin tozlaşmasına yardımcı en aktif canlı grubunun bal arıları olmasından dolayı çiçekli bitkilerin ve bal arılarının paralel şekilde evrimleşmesi söz konusudur (Krebs, 1979; Sammataro and Avitabile, 1998; Demirsoy, 2007).

Apis mellifera L., Avrupa bal arısı, dünyada en yaygın olarak bulunan bal arısı olarak bilinmektedir. İskandinavya'nın güney bölgesinden Orta Asya ve Afrika boyunca uzanan geniş bir aralığa sahip olup bulunduğu ortama son derece adapte olabilen bir türdür. Dolayısıyla farklı iklimsel ve coğrafik koşullarda birçok alttür ve ekotip oluşturmuştur. Bu kadar geniş alana yayılması, insanların gittiği yerlere arılarını da götürmesinden kaynaklanmaktadır (vanEngelsdorp and Meixner, 2010).

Bal arıları, topluluk yaşamı sürdüren sosyal böcekler olarak herhangi bir yuvada koloni oluştururlar. İlkbahar ve yaz döneminde bal arısı kolonisi; bir kraliçe (ana), birkaç yüz erkek ve 10-80 bin arasında değişen işçi arıdan oluşmaktadır. Sonbahar ve kış döneminde erkek arılar ölür, işçi arıların sayısı azalır ve genç işçi arılarla kış geçirilir (Seeley, 1995; Sorkun ve ark, 2011).

İşçi arılar, kolonideki diğer arıların yaklaşık yarısı ağırlığına sahip olup kolonideki en küçük arılardır. İşçi arılar dişi cinsiyete sahip olmasına rağmen üreme organları körelmiştir. Steril işçi arılar; tüm nektar ve polen toplama, savunma, balmumu sekresyonu ve petek yapımı, yavruları koruma ve besleme, fiziksel çevrenin regülasyonu ve ayrıca oğul verme sırasında yeni yer bulma görevini gerçekleştirmektedir. Aktif olarak nektar ve polen toplama mevsimlerinde işçi arılar yaklaşık 5-6 hafta yaşamaktadır. Ancak sonbahar ve kışlama aylarında altı ay

veya daha fazla süre yaşamlarını sürdürmektedir (Daly et al., 1998). Kraliçe arı kolonide aktif olarak üreyebilen dişi bireydir. Kraliçe arı işçi arıdan biraz daha büyük olup uzun bir abdomene sahiptir. Üç arı çeşidi içinde en uzun olan kraliçe arının kanatları, abdomenin yalnızca yarısına kadar uzanmaktadır. Kraliçe arı koloninin devamlılığını sağladığından dolayı, kolonide yer alan en önemli bireydir. Kraliçe arı gerek kolonideki birey sayısı, gerekse koloni yönetimi üzerinde etkilidir (Hooper, 1997). Erkek arılar ağırlık olarak kraliçe arılar ile hemen hemen aynı ağırlığa sahiptir. Erkek arıların amacı kraliçe arıyı dölleyerek sperm transferi yapmaktır. Bu amaçla kraliçe arı ile çiftleşmek için kovan dışına çıkıp, havada kraliçe arıyla çiftleşmeye çalışırlar (Şekil 2.1.) (Daly et al., 1998).



Şekil 2.1. Bir arı kolonisinde bulunan işçi arı, erkek arı ve kraliçe arının morfolojik görünümü

(<http://balarisi.wordpress.com/2008/07/04/bal-arisi-kolonisi/>)

Bir kovan içinde bal arısı kolonisinin düzeni ve bu kolonideki arıların hayat evreleri diğer canlılardan çok farklı şekilde yürümektedir. Bir kolonide kraliçe arı yumurtlayan canlı konumundadır. Kraliçe ve işçi arılar döllenmiş yumurtadan çıkarken erkek arılar döllenmemiş yumurtalardan çıkmaktadır. Yumurtalar petekte yavruların gelişeceği gözlerde kuluçkaya bırakılmakta ve orada yumurta, larva, pupa evrelerini geçirip ergin arı olarak petek gözden ayrılmaktadır. Bu gelişme şekline metamorfoz adı verilmektedir (Sammataro and Avitabile, 1998).

Bal arısı birçok önemli bitkinin tozlaşması ile bal ve diğer arı ürünlerinin üretimi için değerli bir canlıdır. Arıcılık; küresel tarım ekonomisinin en önemli parçalarından birini oluşturmaktadır. Tarımsal ürünlerin (meyve, sebze ve tohumlar) kalitatif ve kantitatif özellikleri arı aktiviteleri ile geliştirilmekte ve arılar floral biyoçeşitliliğe geniş çapta katkıda bulunarak ekosistem dengesine yardımcı olmaktadır. Bu önemlerinden dolayı bal arılarının ölümleri istenmeyen bir durumdur (Bacandritsos et al., 2010; vanEngelsdorp and Meixner, 2010).

Her ne kadar bal arısı popülasyonlarında küresel bir artış var gibi görünmekteyse de, bu artış dünyanın her yerine homojen olarak yansımamaktadır. Örneğin; Avrupa ve Kuzey Amerika'da arı popülasyonlarında bir azalma söz konusudur. Bu azalma nedeni de kış sonu toplu bal arısı kayıplarından kaynaklanmaktadır (vanEngelsdorp and Meixner, 2010).

İlk olarak bal arısı kayıpları; 1906 yılında İngiltere'nin güney kıyısı açıklarında küçük bir ada olan Wight adasında görülmüştür. Arılıklarda uçamayan, kovanda sürünen çok sayıda arı ile bal arısı kolonilerinin ölmekte olduğu fark edilmiştir. İlk etapta arıların paraliz (felç) olduğu düşünülse de bu durumun nedeninin yeni ve çok bulaşıcı bir hastalık olduğu kanısına varılmıştır. Birkaç yıl içinde İngiltere'nin her yerinde görülmeye başlanan arı kayıpları her ne sebepten olursa olsun 'Wight Adası Hastalığı' adını almıştır. Bu hastalığın nedeni olarak birçok bilim adamı önerilerde bulunup ilk önce microsporidium *Nosema apis*'i, ardından ise bal arısı trake akarı olan *Acarapis woodi*'yi etken olarak göstermiştir. Daha sonra yapılan çalışmalarda ise trake akarı bulunan arılarda sürünme ve ölüm görülmediği tespit edilmiştir. Wight Adası Hastalığının yeniden değerlendirilmesi ile birçok faktörün kombinasyonu ile bu durumun gerçekleştiği sonucuna varılmıştır. Özellikle arıların uçuşunu engelleyen hava koşulları ile birlikte Kronik Arı Felci Virüsü ve kovanda bulunan yem miktarına göre arı sayısının fazla olması üzerine durulmuştur (Neumann and Carreck, 2010).

Son yıllarda ise açıklanamayan yoğun bal arısı koloni kayıpları olmuştur. 2006 yılında gerçekleştiği gibi büyük ölçekli kayıplar, arıcılık endüstrisinde yeni bir durum değildir. 1869'dan beri uluslararası olarak 18 ayrı yoğun koloni kaybı olayı

belgelenmiştir. Bu arı kayıplarının nedeni tam olarak bilinmediğinden bazı bilim adamları arı kayıplarının durumuna göre tanımlama yapmıştır. Amerika Birleşik Devletleri (ABD)'ndeki bilim adamları, kendi ülkelerinde gözlenen esas özelliği ergin işçi arıların ani kayıpları olan duruma “Koloni Çöküş Sendromu” (Colony Collapse Disorder-CCD) adını vermişlerdir (vanEngelsdorp et al., 2009).

Koloni Çöküş Sendromu (CCD)'nin tanımlanması için ABD'de bulunan bilim adamları, klinik belirtiler (symptom) kullanmaya çalışmıştır. Buna göre; Yok olan (sönen) kolonilerdeki CCD semptomları ile zayıf (sönmekte olan) kolonilerdeki CCD semptomları arasında farklılıklar belirlenmiştir. Kovan içinde ve çevresinde az ya da hiç ölü arının bulunmaması, kovadaki ergin işçi arıların tamamen yok olması, kovadaki yavru peteklerde bulunan arı gözlerinin tamamen veya büyük çoğunluğunun kapalı olması ve diğer arılar veya tipik koloni zararlıları tarafından yağmalanmamış kovanlar ile kovanda az ya da çok miktarda depolanmış gıda varlığı, sönen kolonilerde gözlenen belirtilerdir. Kolonideki yavru miktarını korumak için yetersiz ergin arı bulunması, büyük ölçüde genç ergin arılardan oluşan işgücü varlığı¹, kovanda kraliçe arının varlığı ve arıcı tarafından kendilerine sağlanan besinleri tüketmek için arı kümelerinin isteksiz olması ise sönmekte olan kolonilerde gözlenen CCD belirtileridir. Sönen ve sönmekte olan kolonilerde bu belirtiler görüldüğü takdirde CCD tanısı konulabilmektedir (vanEngelsdorp et al., 2009; Ellis et al., 2010).

Koloni Çöküş Sendromunun Wight Adası Hastalığı ile tarihsel olarak pek çok ortak yanı bulunmaktadır. İlk olarak Amerika Birleşik Devletleri'ndeki koloni kayıpları tüm dünyanın dikkatini çekmiştir. Kendiliğinden olmayan koloni kayıplarını ve belirtileri tanımlamak için yeni ortaya atılan bir terim olan CCD, dünyada da koloni kayıplarının sebeplerinden biri olarak görülmektedir. Aslında bal arısı kolonileri birçok şekilde ölebilir ve CCD, bu ölüm şekillerinden sadece biri olarak nitelendirilir (Neumann and Carreck, 2010).

¹ Kovandan gidip geri gelmeyen arılar olduğundan, yavru gözden yeni çıkan ergin arılar koloniyi oluşturmaktadır.

Avrupa’da ve diğ er bazı kıtalarda bulunan ülkelerde gözlenen arı kayıpları için ise yapılan çalışmalar ve incelemeler sonucunda “Koloni Depopulasyon Sendromu” (Colony Depopulation Syndrome – CDS) tanımı uygun görülmüştür. Koloni Depopulasyon sendromu tanısı konulan kovanlardaki belirtiler Koloni   k ş Sendromu’ndaki belirtilerden farklıdır. Kovanda hiç arının olmaması ya da çok az miktarda arının kümeleşmiş biçimde olması, bu arıların bir süre sonra kovan sıcaklığını gerekli düzeyde tutamamasından dolayı petek üzerinde kümeleşmiş şekilde ölmesi, kovanda arılar için yeterli miktarda bal ve polen varlığı ve kovandaki petek gözlerin yavrulu olmaması veya çok az kapalı yavru göz bulunması CDS’nin belirtileridir (van der Zee et al., 2012).

“Mary Celeste” (MC) tipi koloni kayıpları, özellikle İngiltere olmak üzere, Avrupa’da kullanılan bir diğ er koloni kaybı terimidir. Mary Celeste tipi koloni kayıpları, görünüşte gelişen kovanlarda ani arı kayıpları ile peteklerde yeterince besin varlığının bulunduğu durumu ifade etmek için kullanılmaktadır. Her ne kadar bu arı kaybı çeşitlerinin belirtileri kesin bir şekilde verilse de arı kaybı  eşitleri birbirlerine benzediğinden dolayı kolayca birbirinden ayrılmamaktadır. Tüm bu koloni kaybı çeşitlerinin belirtileri genel olarak birbirine benzediğinden herhangi birisini tanı olarak belirtmek oldukça zordur (Gray et al., 2010).

Her ne şekilde olursa olsun son yıllarda görülen bal arısı kayıplarının kesin nedenini, patojenlerin virulanslarının farklılığı, farklı bölgelerde hastalıklara duyarlılığın değişmesi ve bilim adamlarının farklı çalışmaları nedeniyle saptamak oldukça zordur. Bundan dolayı bu konu ile çalışan bilim adamlarının uyguladıkları metotların standart hale getirilmesi gerekmektedir. Ayrıca; koloni ölümlerindeki tek bir nedeni ve nedenler arasındaki etkileşimleri çalışmak, ne tek bir laboratuvar ne de ülkelerin kendi araştırma tesislerinin gerçekleştirebileceği bir durum değildir. Bu yüzden 55 ülkeden 268 bilim adamı, dünyanın her yerinde gerçekleşen koloni kayıplarının nedenini ve etkileşen faktörleri bulmak ve bu kayıpları önlemek için uluslararası COLOSS ağı altında toplanmıştır (Neumann and Carreck, 2010).

Yönetim kurulunu oluşturan altı ülkeden biri olan Türkiye’nin de içinde bulunduğu COLOSS grubu, COST tarafından desteklenip kurulduğu günden bugüne kadar farklı ülkelerde ortak laboratuvar çalışmaları yapmaktadır. Ayrıca arı kayıplarının

belirtilerini 'sendrom' olarak tanımlamak suretiyle de sınıflandırmaya çalışmıştır (Özkırım, 2012a).

Tüm dünyada olduğu gibi Türkiye'de de 2006 yılında yüksek oranda koloni kayıpları gözlenmiştir. Yaklaşık %30 oranında görülen kayıplar sonrasında, Türkiye'deki bilim adamları tarafından her sene koloni kayıpları oranları tespit edilmekte ve bu kayıplar üzerinde etkili olası nedenler üstünde çalışmalar yapılmaktadır (Özkırım et al., 2011).

Arı ölümlerinin oranı mevsimsel dönemlere göre değişmektedir. Özellikle 2006 yılından bu yana arı ölümlerinin büyük bir çoğunluğu kış sonunda görülmektedir. Yaz aylarında arı kayıpları yok denecek kadar azdır. Kış boyunca koloni ölümü olursa, arıcı fark edene kadar uzun bir zaman geçebilir ve arı ölümlerinin nedeni hakkında ipuçları genellikle kaybolur. Bu ölümlerin nedenlerini tam olarak belirleyebilmek için öncelikli bir örnekleme ve ardından iyi bir analiz gerekir. Bu çalışmalar uzun bir zaman alsa da mortalite ve hesaplanabilir risk faktörlerinin anlaşılabilir nedenlerini belirlemektedir (Gray et al., 2010; vanEngelsdorp and Meixner, 2010).

2.1. Bal Arılarında Görülen Kış Sonu Ölümlerinde Etkili Faktörler

Yoğun olarak gerçekleşen bal arısı koloni ölümlerinin nedeni tam olarak bilinmese de, birçok faktör neden olarak gösterilmekte ve bilim adamları bu nedenler üzerine araştırmalarını sürdürmektedir. Birçok bal arısı hastalığı (bakteriyel, fungal, viral, mikrosporidial), parazitleri (*Varroa*, *Acarapis*), kontamine sular, yanlış arıcılık uygulamaları, antibiyotik kullanımı, kovan içi ve çevresel kaynaklardan pestisit zehirlenmeleri ve besinsel stres gibi nedenler, arı ölümleri etkeni olarak ortaya çıkmaktadır. Bu nedenler üzerinde birçok çalışma yapılmaktadır. Zayıf beslenme, kuraklık, ani mevsimsel değişiklikler ve gezginci arıcılık gibi potansiyel stres faktörleri bal arısı direncinin zayıflamasına ve kolonilerin hastalıklara karşı daha duyarlı olmasına neden olmaktadır. Ayrıca mobil telefonlar, genetiği değiştirilmiş ürünler ve nanoteknolojik ürünler gibi arı kayıplarının nedeni olabilecek durumlar tartışma konusudur (Bacandritsos et al., 2010; Neumann and Carreck, 2010; vanEngelsdorp and Meixner, 2010).

Koloni kayıpları hakkında son zamanlarda bilim adamları tarafından yapılan çalışmalara rağmen henüz kesin bir neden bulunamamıştır. Arı ölümlerinde tek bir nedenin de rol alabileceği düşünülse de bu durumu tek bir etkenle bağdaştırmak zordur. Birçok etken ayrı ayrı arı kayıplarına neden olabileceği gibi, çoklu faktörlerin birlikte etkileşimi de söz konusudur. Wight Adası Hastalığının sonucuna da benzer şekilde yoğun kış sonu ölümleri için en olası açıklama olarak, birçok faktörün birlikte etkileşimi olduğu düşünülmektedir (Bromenshenk et al, 2010; Neumann and Carreck, 2010; Potts et al., 2010).

2.2. Bal Arılarında Görülen Kış Sonu Ölümlerinin Olası Nedenleri

2.2.1. Bal Arısı Patojen ve Zararlıları

Bal arılarının gelişme dönemi, pek çok hastalık etmeni ve zararlı için uygun bir ortam oluşturabilmektedir. Bu sebeple çok sayıda patojen ve zararlı, bal arılarında hastalık meydana getirmektedir. Bal arısı hastalıkları tüm dünyada olduğu gibi, ülkemizde de üretim etkinliğini sınırlandıran en önemli faktörlerden biridir. Arı hastalıkları dünya arıcılığında önemli kayıplara yol açmakta olduğundan hastalıkların ilerleyişi ve tedavisi üzerine çalışmalar yapılmaktadır.

Dünyanın hemen hemen her yerinde arı ölümleri ile bağlantısı olabilecek bal arısı patojen ve parazitleri ile ilgili çalışmalar yapılmaktadır. Ektoparazitik bir akar olan *Varroa destructor*, mikrosporidium *Nosema ceranae* ve virüsler gibi ergin bal arılarında görülen patojen ve parazitler üzerinde durulmaktadır. Birçok bilim adamı arı ölümlerinin temelini bu patojen ve parazitler olduğu kanısına varmış, bunu kanıtlamak için çeşitli araştırmalar yapmış ve halen yapmaktadır. Ancak halen arı ölümlerinin tüm dünyada kesin bir nedeni bulunamamıştır (Gisder et al., 2010a).

Dünyanın her yerinde arı kayıpları üzerine yapılan çalışmalarda bal arısı larvalarında görülen hastalıkların bu durumla ilişkisi saptanamamıştır (Cox-Foster et al., 2007). Bal arısı larvalarında görülen hastalıklar bal arılarının ergin hale geçmeden önce bal arılarının yavru gözlerinde meydana geldiğinden ve genellikle larvaların ölümü ile sonuçlandığından dolayı ergin arıların kayıplarında etkisi

olmamaktadır. Ayrıca larval hastalıklara sebep olan patojenler ergin bal arılarında hastalık oluşturmamaktadır. Dolayısıyla bal arısı ölümlerine larval hastalıkların etkisi olmayıp ergin arılarda görülen patojen ve zararlıların etkisi üzerine durulmaktadır. Nitekim koloni kayıpları, gözlenen kolonilerden alınan örneklerle yapılan mikrobiyolojik analizlerde bal arılarının normal mikrofloral bakterileri tespit edilmesine karşın Amerikan yavru çürüklüğü etkeni *Paenibacillus larvae* ve Avrupa yavru çürüklüğü etkeni *Melissococcus plutonius* saptanmamıştır. Ancak bal arısı larvalarında görülen hastalıklar larval ölümlere neden olduğundan, ergin arı oluşumu ve dolayısı ile ergin arı popülasyonunda azalma ve koloninin yok olması gerçekleşebilmektedir (Oldroyd, 2007).

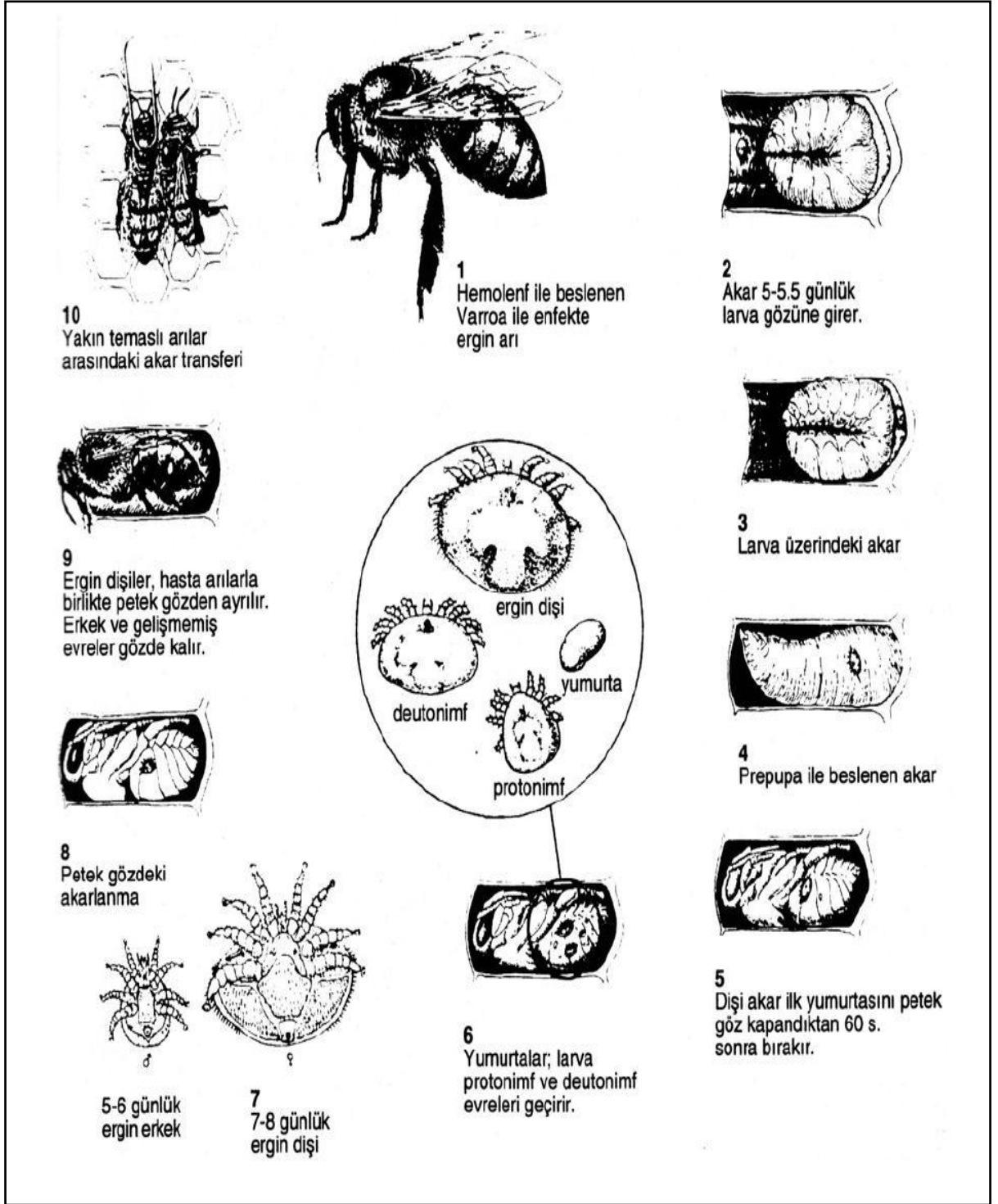
Kolonideki işçi arılarda gözlenen hastalık yoğunluğu koloni kayıpları ve arı ölümleri üzerinde oldukça etkili olabilmektedir. Ancak koloninin devamlılığını sağlamak için esas gerekli olan birey kraliçe arıdır. Kraliçe arının sağlığını koruduğu durumlarda koloni yenilenirken, kraliçe arıda gözlenen hastalık kraliçe arının yaşamsal aktivitesini etkileyerek kolonide depopülasyon ve yok olma görülebilmektedir. Bu yüzden kraliçe arı, arı ölümlerindeki en etkin birey olarak karşımıza çıkmaktadır. Gerek hastalıklar gerekse başka nedenlerden dolayı kolonilerde görülen ana arı kayıpları, koloni sürekliliğinin durmasına yol açmakta ve yerine yeni bir kraliçe arı getirilmediği takdirde koloni ölümlerine neden olmaktadır (Karsai and Wenzel, 1998; Higes et al., 2008).

2.2.1.1. *Varroa destructor*

Apis mellifera'daki 'Varroosis' denilen hastalığın klinik belirtilerinin sorumlusu olarak *Varroa jacobsoni* bilinirken 2000 yılında aslında bu belirtilere *Varroa jacobsoni* değil, farklı bir tür olan *Varroa destructor*'un neden olduğu ortaya çıkmıştır. Böylece 2000 yılına kadar *Apis mellifera* kolonilerinde *Varroa jacobsoni* olarak tanımlanan türün *Varroa destructor* olduğu anlaşılmıştır. Doğu bal arısı olan *Apis cerana*'da hem *Varroa jacobsoni* hem de *Varroa destructor* bulunurken *Apis mellifera*'da yalnızca *Varroa destructor* bulunmaktadır (Anderson and Trueman, 2000).

Varroa destructor, *A. mellifera*'nın çok önemli bir paraziti olup, kısa bir sürede çok geniş alanlara yayılarak, periyodik tedavi uygulanmamış kolonileri depopulasyona uğratması nedeniyle, diğer patojenlere ve zararlılara göre daha fazla tehlike teşkil etmektedir (Rosenkranz et al., 2010).

Varroa destructor, üzerinde yaşadığı konağı olan bal arısına bağımlıdır ve serbest halde yaşayabildiği bir evreden yoksundur. *V. destructor* dişisinin yaşam döngüsünde, ergin arıların üzerinde yaşadığı foretik faz ile kapalı erkek ve işçi arı yavru gözlerinde bulunduğu üreme fazı olmak üzere iki farklı faz vardır. Erkek akarlar ve akarların nimf dönemleri (Protonimf ve Deutonimf) daha kısa ömürlü olup, yalnızca kapalı yavru gözlerde bulunabilir. Ergin bal arıları üzerinde bulunan dişi *Varroa* akarları, üreme için yavru gözlerle aktarılmaktadır. Dişi *Varroa* akarları genellikle ergin bal arılarının sternitlerinin altına gizlenmektedir. Akarlar, hem ergin arılardan hem de kapalı yavru gözden henüz çıkmamış genç ergin arılardan önemli miktarda hemolenf emmektedir (Şekil 2.2.) (Shimanuki and Knox, 2000; Garedew et al., 2004; Rosenkranz et al., 2010).



Şekil 2.2. *Varroa destructor*'un hayat döngüsü (Shimanuki and Knox, 2000; Yalçinkaya, 2008)

Serbest yaşayabilen formu olmayan Varroa akarı, ya bir yavru göz içinde kalmakta ya da ergin arılar üzerine yapışarak hayatını devam ettirmektedir. Dişi akarların

üreme başarısında konağın iki farklı gelişim evresi büyük önem taşımaktadır: Akarı diğer arılara ve petek gözle taşıyabilecek uygun ergin arı ve petek gözlerin kapanmadan kısa bir süre önceki 5. larva evresi. Genç arı yavru gözden ayrıldıktan sonra, Varroa akarları yavru gözle geçmek için tercihen bakıcı arıları enfeste etmektedir. Kolonilerde en çok enfeste edilen ergin arı grubu, orta yaşlardaki bakıcı arılardır. Bu durum üretim başarısını artırmak için dişi akarların geliştirdiği bir uyum stratejisi olabilir. Bakıcı arı seçiminde olduğu gibi dişi akarlar larva seçimi de yapmaktadır. Dişi akarlar işçi arı larvalarının bulunduğu gözle göre erkek arı larvalarının bulunduğu yavru gözleri 8-10 kat daha fazla tercih etmektedir. Bunun nedenlerinden biri, erkek arı larvalarının bulunduğu petek gözlerin daha uzun zaman sonra kapanmasıdır (İşçi arı petek gözleri 15-20 saatte kapanırken, erkek arı petek gözleri 40-50 saatte kapanmaktadır). Erkek arı larvalarının yüksek istilasının diğer bir nedeni de, erkek arı larvaları daha sık ve yoğun bir bakımdan geçtiklerinden, bakıcı arılar üzerindeki Varroa akarları erkek arı gözüne girme fırsatı bulmaktadır. Üçüncü bir neden ise; erkek arı gözlerinin işçi arı gözlerine göre daha geniş ve yüksek olmasıdır (Kraus et al., 1986; Fuchs, 1990; Boot et al., 1992; Shimanuki and Knox, 2000; Calderone and Kuenen, 2001, 2003; Rosenkranz et al., 2010).

Bal arıları en hassas evreleri olan larva ve pupa evreleri ile farklı şekillerde zarar görmektedir. Petek gözler içinde gelişim süresince hemolenf kaybı ve hemolenf içeriğindeki protein miktarının azalması, gözden yeni çıkacak arılarda vücut ağırlığının azalmasına neden olmaktadır. Arı ağırlığının azalması ana akarların sayısı ve akar üretiminin miktarına bağlıdır. Tek bir enfestasyon petek gözden yeni çıkan arının vücut ağırlığının yaklaşık %7'sini kaybetmesine sebep olmaktadır. Vücut ağırlığının azalması ile uçuş performansı arasında doğrusal bir ilişki bulunmaktadır. Ayrıca işçi arıların gelişim evresinde Varroa'nın parazitliği söz konusu olduğu zaman, yem aramak için uçuşa erken çıkmakta ve yaşam süreleri önemli ölçüde azalmaktadır. Varroa taşıyan tarlacı arılarda öğrenme ve yön bulma yeteneğinde azalma görüldüğünden dolayı, uçuşa çıkan arıların koloniye geri dönüşlerinde de azalmalar olmaktadır. Enfestasyon seviyesinin yüksek olduğu durumlarda ise pupa, gelişimini tamamlayamadan ölmektedir. Hayatta kalan erginlerde ise normalden daha kısa ve zayıf abdomen, kısa kanatlı ya da kanatsızlık hali ve bacaklarda deformasyon gibi durumlarla normal bireylere göre

daha zayıf bir yapıya sahip olma gibi anormallikler gözlenebilmektedir (Duay et al., 2003; Kralj and Fuchs, 2006; Kralj et al., 2007).

Bal arısı kolonisi, Varroa akarları ile orta derecede bir yoğunlukla istila edildiği zaman iki şekilde azalma göstermektedir: gelişim süresi boyunca parazit ile enfeste olmuş erkek arılarda çiftleşme şansının düşmesi ve enfeste kolonilerin daha az oğul vermesi. Bu iki durumda da sayı bakımından azalmasından dolayı, koloninin yok olma olasılığı yüksektir (Fries et al., 2003; Villa et al., 2008).

Konak-parazit ilişkisinde Varroa popülasyonunun büyümesinin kontrolü ve enfeste olmuş kolonilerde gözle görülebilen zararları önlemek için konak faktörleri bulunmaktadır. İşçi arı gözlerinde akarın üremesini önlemeye çalışması, yüksek miktarda enfeste olmuş erkek arı larvalarının kendilerini yavru gözlerde ölüme terk etmesi, etkili tımar ve hijyenik davranış gibi faktörler koloninin kendi başına Varroa ile mücadelesinde geliştirdiği stratejilerdir. Adı geçen stratejilerin çoğu genellikle *Apis cerana* ile Varroa akarları arasında görülürken, *A. mellifera*'da aktif konak stratejilerinden tımar ve hijyenik davranış sergilenmektedir (Rosenkranz et al., 1993; Rath, 1999; Garrido, 2004).

Tımar ve hijyenik davranış gibi konak faktörlerinin yanında *V. destructor*'e karşı çevresel durumlar da etkilidir. Bu kovan içi çevresel durumlar gerek bal arıları tarafından kontrol edilmekte, gerekse doğal olarak gerçekleşmektedir. Yine de koloni içindeki mikroklimatik durum sıcaklık, nem, polen ve nektar durumu gibi dış faktörlerce oluşturulmaktadır. Bu durum, akarların kovan içindeki miktarını ve üreme başarısını etkilemektedir (Kraus and Velthuis, 1997; Moretto et al., 1997).

Varroa ile mücadelede konak faktörleri ve çevresel faktörlerin yanında insan kaynaklı müdahaleler de söz konusudur. Varroa akarlarının bal arısı kolonisinde erken teşhisi, bu akarlarla mücadele etmek ve kontrol altına almak için büyük önem taşımaktadır (Özkırım, 2000; Rosenkranz et al., 2010).

Varroa akar popülasyonları kontrol edilebilir olsa da kolonilerde hala Varroa enfestasyonuna bağlı kayıplar olduğu bilinmektedir. Bunun potansiyel nedenleri

Varroa ve bal arısındaki populasyon dinamiğindeki değişimleri, Varroa'nın akarısıyla kontrol edilmeye çalışılması gibi faktörler olabilir (Le conte et al., 2010).

Varroa destructor'un konak bulma ve üreme davranışı, arıcılık uygulamaları için öneme sahip olmasının yanı sıra parazitin populasyon dinamiklerini anlamak için de önemlidir. Belirlenmiş feromonların yardımı ile tuzak, kovucu ve çiftleşme engelleyicileri gibi bilinen bazı biyolojik kontrol yöntemlerinin geliştirilmesi için kullanılabilir. Parazit-konak ilişkisinin istikrarı için çok önemli bir nokta olan parazitin üreme kontrolü, bal arısı-Varroa arasındaki durumda da aynı şekildedir. Bu nedenle, akarların üremesini tetikleyecek faktörler hakkındaki bilgi tolerans gösteren bal arılarının seçimi ve üretimi için yardımcı olabilmektedir (Walter and Procter, 1999; Rosenkranz et al., 2010).

Varroa akarları ile mücadelede kullanılan kimyasal maddelerin çoğu ağır akarisitlerdir. Türkiye'de ve dünyada Varroa'ya karşı en çok kullanılan akarisitler; organofosfat kumafoz (Checkmite, Asuntol, Perizin, ABvarC), piretroit fluvalinatlar (Apistan, Klartan, Mavrik), flumethrin (Bayvarol, Varostop), malathion (Varation-TKV) ve formamidin amitraz (Vamitrat-VA, Rulamit-VA, Varroset, Varamit ve Kenaz)'dır (Milani and Barbattini, 1988; Ritter, 1988; Şimşek, 2008; Yalçinkaya, 2008).

Akarisitler ekonomik olarak uygun ve kullanımı kolay kimyasal maddeler olduğundan arıcılar tarafından tercih edilmektedir. Ancak birçok akaritin kullanımı arıların ölümüne de neden olup, bal ve diğer arı ürünlerinde kalıntı bıraktığı için birçok ülkede yasaklanmıştır (Bogdanow, 2006; Lodesani et al., 2008; Chauzat et al., 2009; Johnson et al., 2009).

Varroa kontrolünde kullanılan akarisitlerin çoğu bilinçsiz uygulama ve miktar ve doz ayarının dikkatsiz yapılması nedeniyle Varroa direnç kazanıp kolonide ölümlere neden olmaktadır. Yaklaşık 40 yıllık süreçte ilk olarak bir piretroit olan fluvalinat'a karşı direnç geliştiren Varroa akarı birçok akarite karşı dirençli hale gelmiştir. Bu durumun Varroa akarının koloni kayıpları üzerindeki etkisini dolaylı yoldan etkilediği düşünülmektedir (Milani, 1995; Le conte et al., 2010).

Varroa destructor, koloni kayıplarının nedenlerinden biri olduğu düşünölen bir parazittir. Yapılan çalışmalarda da *V. destructor*'un yayılış alanı ile koloni kayıplarının göröldüğü kıtalar birbirleri ile örtüşmektedir. Afrika bal arılarının *V. destructor* açısından ilaç uygulaması yapılmadan hayatta kalması ve Avustralya'da bu akarın henüz bulunmaması mevcut koloni kayıplarında *Varroa destructor*'un rolü olduğu görüşünü desteklemektedir (Neumann and Carreck, 2010).

Varroa destructor'un genetik çeşitliliğinden dolayı farklı haplotipleri bulunmaktadır. Bu haplotiplerin virulans derecelerine göre konak-parazit arasındaki dengenin değışmesine öncölük edip koloni kayıplarına neden oldukları düşünölmektedir. *V. destructor*'un iki yeni haplotipinin Güney Asya'da koloni kayıplarının olduğu *A. mellifera* kolonilerinde tanımlanması ve bu haplotiplerin Asya kıtası haricindeki arılardaki virulansının henüz bilinmemesi, potansiyel neden olarak görölmesini sağlamıştır (Navajas et al., 2009; Le conte et al., 2010).

Son yıllarda *V. destructor*'e olan ilgi, taşıdığı virüsler nedeniyle artmıştır. *Varroa* akarlarının neden olduğu bazı deformasyonların aslında *Varroa*'nın bal arılarına aktardığı virüsler nedeniyle meydana geldiği ortaya çıkmıştır (Rosenkranz et al., 2010).

Varroa destructor birçok bal arısı virüsü için vektör konumundadır. Özellikle koloniler arası virüslerin taşınması açısından son derece etkili bir canlıdır. Kashmir Bee Virus (KBV), Sacbrood Virus (SBV), Acute Bee Paralysis Virus (ABPV), Israeli Acute Paralysis Virus (IAPV) ve Deformed Wing Virus (DWV) gibi bal arısı virüslerinin *Varroa* akarları ile taşındığı yapılan çalışmalarla kanıtlanmıştır (Shimanuki et al., 1994; Boecking and Genersch, 2008).

Son yıllarda da yapılan çalışmalarda kolonilerde *V. destructor* ile beraber başka hastalıklara neden olan virüslerin birlikte bulunarak koloniye daha fazla zarar verdiği tespit edilmiştir. *V. destructor* kolonide bulunmadığı zaman bal arısı virüsleri, arı sağlığı açısından çok problem teşkil etmemektedir. Akarın varlığı ile bal arılarında hemolenf hacminin azalmasına bağılı olarak defans proteinlerinin

azalmasından dolayı latent fazda bulunan virüsler aktif hale geçmektedir (Yang and Cox-Foster, 2007).

2.2.1.2. Bal Arısı Virüsleri

Virüsler; metabolizmalarındaki eksikliklerden dolayı canlı konak hücresi içinde yaşayıp gelişimlerini tamamlamak zorundadır. Gelişimleri sırasında içinde bulundukları konak hücrenin metabolizmasını kendi lehlerine kullandıklarından konağa zarar vererek hastalık ve ölüme sebep olabilmektedir (Chen et al., 2006).

Yaşayan tüm canlılarda olduğu gibi bal arılarında da çeşitli virüsler bulunmaktadır. Bu virüslerden bazıları bal arılarında önemli sorunlara neden olmazken bazıları ise ölüme sebebiyet vermektedir (de Miranda et al., 2012).

Bal arılarındaki ilk virüs enfeksiyonu 1913 yılında hastalıklı bal arısı larvalarından elde edilen ajanların gözlenmesi ile tanımlanmıştır. O tarihten günümüze kadar teknolojinin gelişmesiyle beraber birçok bal arısı virüsü tanımlanıp bal arılarıyla olan ilişkileri aydınlatılmaya çalışılmıştır (White, 1913; Forsgren, 2009).

Çeşitli çalışmalarla bal arılarında en az 18 bal arısı virüsü bulunduğu tespit edilmiştir. CBPV (Chronic Bee Paralysis Virus=Kronik Arı Felci Virüsü), IAPV (Israeli Acute Paralysis Virus= İsrail Akut Arı Felci Virüsü), DWV (Deformed Wing Virus=Deforme Kanat Virüsü), CWV (Cloudy Wing Virus=Dumanlı Kanat Virüsü), ABPV(Acute Bee Paralysis Virus=Akut Arı Felci Virüsü), BQCV (Black Queen Cell Virus= Siyah Kraliçe Petek Gözü Virüsü), KBV (Kashmir Bee Virus=Kaşmir Arı Virüsü), SPV (Slow Paralysis Virus=Yavaş Arı Felci Virüsü), SBV (Sacbrood Virus=Tulumsu Yavru Çürüklüğü Virüsü) bunlardan bazılarıdır (Allen and Ball, 1996; de Miranda et al., 2012).

Bir kolonide tek tip virüs olabildiği gibi aynı anda birden fazla virüs de bulunabilmektedir. Son zamanlarda yapılan çalışmalarda hastalıklı kovanlarda beşten fazla virüs bulunduğu saptanmıştır. Hem işçi hem de kraliçe arılarda çoklu enfeksiyon görülebilmektedir (Chen et al., 2004; Berényi et al., 2006).

Bal arısı virüslerinin iki bal arısı arasında aktarımı genel olarak horizontal ve vertikal olmak üzere iki yolla gerçekleşmektedir. Horizontal bulaşım virüsler aynı nesildeki arı bireyleri arasında bulaşırken; vertikal bulaşım ana kovandan oğula geçmektedir. Yatay bulaşım direkt ve indirekt olmak üzere iki şekilde gerçekleşmektedir. Direkt yolda virüs, besin, hava ve seksüel yollarla bulaşırken; indirekt yolda Varroa akar aracılığıyla bulaşmaktadır. Dikey bulaşım ise virüsler, yumurta üzerinde ya da yumurta içinde yeni nesillere geçmektedir. Virüslerin bulaşım yolu, virulansı direkt olarak etkilemektedir. Bazı durumlarda yatay bulaşım enfeksiyon oranının artmasına neden olurken; dikey bulaşım virüsün uzun süreli olarak kovanda hafif belirtilerle seyretmesine neden olabilmektedir (Chen et al., 2006; de Miranda and Fries, 2008).

Parazitik akar *Varroa destructor*'un bal arılarında "parazitik akar sendromu" (Parasitic mite syndrome) olarak tanımlanan kompleks bir hastalık ile sonuçlanan viral hastalıkların ortaya çıkması ve yayılımında önemli rol oynadığı görülmektedir. Akarlar, bal arılarının zayıf düşmesine neden olarak bünyelerinde barındırdıkları virüsleri oluşturdıkları yaralar ile yaymaktadır. Akar, koloniler arasında virüslerin yayılımından da sorumludur (Ball, 1989; Hung et al., 1996; Forgách et al., 2008).

Bal arısı virüslerini kontrol altına almak için tam bir yöntem bulunmamakla birlikte bu konuda çalışmalar devam etmektedir. Özellikle arı ölümlerinde etkili olabileceği düşünülen virüslerin kontrolü için RNA interferens teknolojisi (RNAi) denemesi yapılmıştır. Gerek laboratuvar gerekse alan testleri ile denemesi yapılan bu yöntemin hastalık kontrolü için etkili olduğu düşünülse de çalışmalar devam etmektedir (Hunter et al., 2010).

Virüsler ile enfekte olan bal arısı kolonilerinde ciddi ölümler görülmektedir. Ancak yapılan çalışmalarda bir virüsün tek başına etkili olduğu koloni kayıplarına rastlanmamıştır. Sönen ve zayıflamış kolonilerde bu virüslerin kombinasyonu veya virüs ile beraber başka bir faktörün etkili olduğu düşünülmektedir. Özellikle hava kirliliği ve insektisitlerin kullanımı, virüslere koloni ölümlerinde yardımcı olmaktadır (Berényi et al., 2006; Al-Abbadi et al., 2010; Haddad, 2011).

Akut Arı Felci Virüsü (ABPV), Kaşmir Arı Virüsü (KBV) ve İsrail Akut Arı Felci Virüsü (IAPV), *Dicistroviridae* familyasına ait virüsler olup bal arılarında aynı yaşam döngüsünü etkileyerek benzer aktarım karakteristiğine sahiptirler. Bu virüsler sıklıkla bal arısı koloni kayıplarından sorumlu tutulmaktadır (Bailey and Ball, 1991; de Miranda et al., 2010). ABPV, bal arılarının hem larval hem de ergin aşamalarında gelişmektedir. Sadece ABPV nedeniyle ölümlerin nadir olduğu, ancak Varroa ile aktarıldığında koloni ölümlerine önemli olduğu düşünülmektedir. Birçok virüsün de yaptığı gibi, ABPV işçi arıların beyin bölgesi ve tükürük bezlerinde toplanmakta, genç larvaların arı sütü ile beslenmesi sırasında larvalara geçerek koloniye yayılmaktadır. Ergin ve pupa halindeki bal arılarının ölümüne neden olmaktadır (Bailey and Ball, 1991; Sumpter and Martin, 2004; de Miranda et al., 2010; Genersch et al., 2010).

Kaşmir Arı Virüsü dünya çapında yayılım gösteren bir virüstür. Laboratuvar koşulları altında virülansı en yüksek bal arısı virüsü olarak göz önünde bulundurulmaktadır. Virüsün Varroa ile hemolenfe aktarımından üç gün sonra arılarda ölüm görülebilmektedir. Virüs, arıların tüm yaşam evrelerinde görülmektedir. ABPV gibi, KBV de Varroa enfestasyonu ile birlikte koloni ölümlerine neden olabilmektedir (Ellis and Munn, 2005; Shen et al., 2005; Todd et al., 2007).

İsrail Akut Arı Felci Virüsü ile koloni kayıpları arasındaki ilişki ilk defa 2004'de İsrail'de tanımlanmıştır (Maori et al., 2007). IAPV ile enfekte olan arılarda kanatlarda titreme, paraliz ve kovan dışında ölümler gözlenmektedir. IAPV, İsrail'de bazı kolonilerde ağır şekilde gözlenen ölümlerle ilişkilendirilmiştir. Özellikle Amerika Birleşik Devletleri'nde koloni kayıpları gözlenen kovanlarda yapılan araştırmalarda IAPV varlığı saptanmış, arı kayıpları ile arasında güçlü bir korelasyon olduğu düşünülmüştür. Ancak bu hipotez henüz kanıtlanmamıştır. Hatta diğer ülkelerde koloni kayıpları gözlenen kolonilerin analizlerinde IAPV ile kış sonu ölümleri arasında bir bağ kurulmasının mümkün olmadığı gösterilmiştir (Cox-Foster et al., 2007; Maori et al., 2007; Blanchard et al., 2008).

Arı felcine neden olan diğer bir virüs ise CBPV'dir. Bu virüs halen bir familyaya yerleştirilemeyip tek zincirli RNA virüsü olarak tanımlanmaktadır. CBPV ciddi

koloni kayıplarına neden olmaktadır. Hastalık etkeni olan virüs ilk kez 1963 yılında izole edilmiştir (Bailey et al., 1963). Ergin işçi arıların vücutları ve kanatlarının sürekli titremesi, uçuş yeteneğinin kaybolması, kovan girişinde arıların sürünmesi ile karakterize edilen hastalığa sebep olmaktadır. CBPV'nin bal arılarında CCD benzeri semptomlara neden olması, kolonilerin çökmesinde etkili olduğunu göstermiştir. Ancak CBPV bu durumun açıklanmasında yeterli bir sebep değildir (Bailey and Ball, 1991; Olivier et al., 2008; Ribi  re et al., 2010).

Deforme Kanat Virüsü olarak bilinen bal arısı virüsünün de kış sonu   l  mlerinde etkili olabileceğı d  ş  n  lmektedir. DWV, Picornavirales takımına bağlı Iflovirus cinsinde yer almaktadır. Hastalık etkeni, tek zincirli RNA virüsüdür. Arıların tüm yaşam evrelerinde görülmektedir. İşçi ve erkek arılarda bulunmakla birlikte son yıllarda DWV semptomlarının g  zlendiğ  kraliçe arı rapor edilmiştir. DWV bazen kovanda asemptomatik olarak bulunabildiğ  gibi; bazen de kanat yapısında bozukluklarına, abdomende şişkinliğ e, paralize, kısa yaşam süresine ve ani koloni çökmelerine neden olabilmektedir. DWV' nin *Varroa destructor* ile bir arada bulunması koloni için oldukça ciddi sorunlara yol a  maktadır. Hatta bazı ülkelerde koloni kayıplarının esas nedeni olarak görülmektedir (Tentcheva et al., 2006; Kuki  lka et al., 2008; Highfield et al., 2009; Williams et al., 2009).

Siyah Kraliçe Arı Gözü Virüsü (BQCV) ilk olarak koyu kahverengi-siyah renge dönen kraliçe arı gözünde bulunan ölmüş kraliçe arı larvasından izole edilmiştir (Bailey and Woods, 1977). BQCV, Dicistroviridae familyasının *Cripavirus* cinsi içinde sınıflandırılmaktadır. Tüm dünyada yayılım gösteren bu virüsü, işçi arıları ve larvaları asemptomatik olarak etkilemektedir. Ergin arılar arasında en çok ilkbahar ve erken yaz dönemlerinde yaygınlaşmaktadır. Ayrıca kraliçe ve diğ er arıların pupalarında ölüme neden olmaktadır. BQCV, arı   l  mleri gözlenen kolonilerin bir kısmında saptanırken diğ er bir kısmında ise saptanamamıştır (Mayo, 2002; Berenyi et al., 2006; Soroker et al., 2010).

Türkiye'de ise son yıllarda virüs ile arı   l  mleri arasında herhangi bir bağın olup olmadığı araştırılmaya başlanmıştır. Bugüne kadar yapılan moleküler çalışmalarla bazı virüsler Türkiye'de de tespit edilmiştir. BQCV, CBPV ve *Varroa destructor*'e bağlı ani bal arısı   l  mleri olduğ u d  ş  n  lmektedir. Ancak bu hastalık etkenlerinin

varlığı bazı kolonilerde gözlenmiştir (Gülmez et al., 2009; Muz and Muz, 2009; Gümüşova et al., 2010).

2.2.1.3. Nosemosis

Yakın zamana kadar Microsporidia takımı sporozoa grubunun içinde incelenirken, moleküler düzeyde gerçekleştirilen taksonomik çalışmalar ile fungus olarak sınıflandırılmıştır (Sina et al., 2005; Higes et al., 2006).

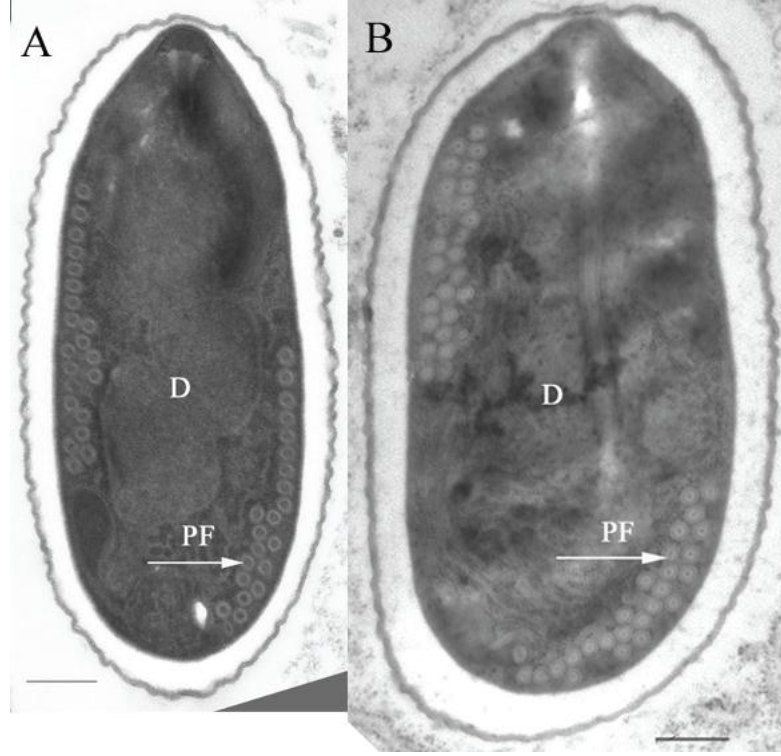
Entomopatojen mikrosporidia'ların çoğu özellikle Hymenoptera takımı olmak üzere neredeyse tüm böcek gruplarını enfekte eden ve 150'den fazla türü tanımlanan *Nosema* cinsine dahildir (Wittner and Weiss, 1999; Chen et al., 2009).

Nosemosis, *Nosema* türlerinin neden olduğu ergin bal arısı hastalıklarından biridir ve koloniler sıklıkla *Nosema* türleri ile enfekte olmaktadır. kraliçe arı, işçi arı ve erkek arıdan oluşan koloni üyelerinin tümü bu türler ile enfekte olabilmektedir (Chen et al., 2009).

Mikrosporidia'ya dahil iki tür olan *Nosema apis* ve *Nosema ceranae*, farklı şekillerde etki göstermektedir. *Nosema apis*'e bağılı olarak gelişen Nosemosis, *A. mellifera*'nın en yaygın ve ekonomik olarak en çok zarar veren hastalıklarından biridir. *N. apis* yaklaşık 100 yıl önce tanımlanan ve *N. ceranae* ortaya çıkana kadar bal arılarında gözlenen Nosemosis'in tek etkeni olarak bilinen bir parazitti (Zander, 1909). *N. apis* hastalıklı ve zayıf kolonilerin ölümüne sebep olabilen, ancak genellikle tek başına ölüme neden olmayan bir hastalık etkenidir. Bu tür, yüksek virulansa sahip olmamasının yanı sıra pandemik bir parazit olup, işçi arıların ömürlerini kısaltarak yüksek oranlarda enfekte olan kolonilerde zayıflamaya neden olmaktadır. Ayrıca yerleştiğı sindirim sisteminde de bozukluklara sebep olmaktadır. (Fries et al., 1984; Ritter, 2001; Klee et al., 2007).

1994 yılında Beijing, Çin'de yeni bir tür olan *Nosema ceranae* türü keşfedilip tanımlanarak doğu bal arısı *Apis cerana*'yı enfekte ettiğı tespit edilmiştir. *N. apis* ve *N. ceranae*'nin ışık mikroskobu altında morfolojileri benzer olsa da *N. ceranae*, *N. apis*'e göre biraz daha küçüktür. Bu iki türün esas farklılıkları elektron

mikroskobik yapıları ve küçük alt birim (16S) rRNA gen sekansları ile belirlenmektedir. Hatta, rRNA gen sekanslama yöntemi ile, hem bu iki tür hem de diğer mikrosporidiumlar arasında ayırım yapılabilmektedir. Elektron mikroskopunda ise *N. ceranae*'da 20-23 polar filament halkası olduğu, *N. apis*'te ise 30 polar filament olduğu tespit edilmiştir (Şekil 2.3.) (Fries et al., 1996; Fries et al., 2006; Fries, 2010).



Şekil 2.3. (A) *Nosema ceranae* ve (B) *Nosema apis* sporlarının transmisyon elektron mikrogramları. PF: polar filament halkaları, D: Diplokarya; Bir çift çekirdek. Fotoğraf 0,5 µm ölçeklidir (Fries et al., 2006)

Tayvan'da 2005 yılında SSU rRNA gen sekanslama yöntemiyle yapılan çalışmalar ile *Nosema ceranae*'nin doğal olarak enfekte ettiği *A. mellifera* kolonileri tespit edilmiştir. Bu çalışma *N. ceranae*'nin *A. mellifera*'daki ilk keşfidir. Uruguay'da 1990 yılı öncesine ait izolatlarla yapılan çalışmalarda *A. mellifera*'da *N. ceranae* saptanmasına rağmen 1994 öncesi Asya dışında bu parazitin varlığı hakkında çok az kanıt bulunmaktadır. Yine aynı yöntemle 2005 yılında İspanya'daki *A. mellifera* kolonilerinde *N. ceranae* türüne rastlanmıştır, Avrupa'da ilk kez rapor edilmiştir. Bu durum *N. ceranae*'nin *A. cerana* ve *A. mellifera* arasında transfer olabildiği ve bu parazit açısından *A. mellifera*'da herhangi bir bariyer olmadığını göstermektedir.

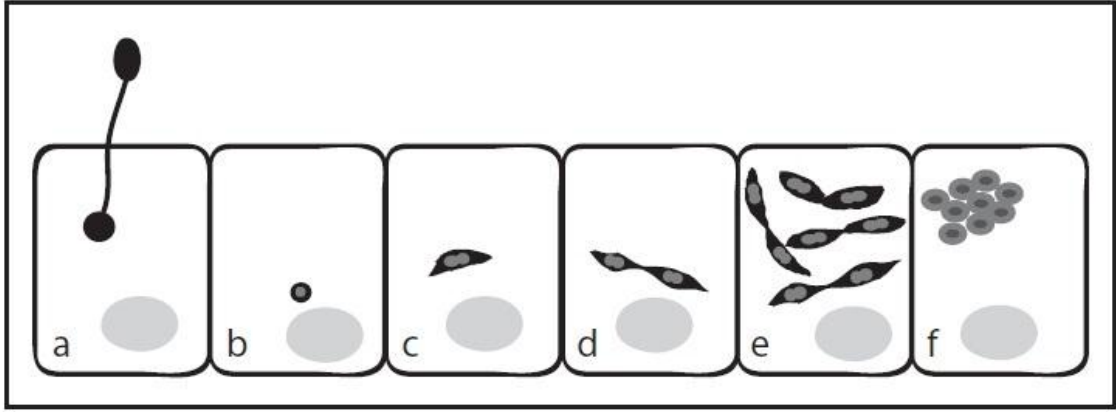
Bu geçişin uluslararası ticaret ile gerçekleştiği düşünölmektedir. *N. ceranae*, Çin’de ilk keşfinden bugüne kadar küresel olarak yayılmaya devam etmektedir. Günümüzde bu parazit, Avrupa (İrlanda ve İngiltere dahil), Kuzey ve Güney Amerika, Kuzey Afrika ve Avustralya’daki *A. mellifera* kolonilerinde de rastlanmaktadır (Higes et al., 2006; Huang et al., 2007; Klee et al., 2007; Invernizzi et al., 2009; Paxton, 2010).

Türkiye’de yapılan moleküler çalışmalar ise 2007 ve 2008 yılına ait örneklerde *Nosema* teşhisi konulan örnekler, gen sekanslama yöntemiyle tür düzeyinde saptanmıştır. Bu alışma ile Türkiye’de ilk defa moleküler olarak *A. mellifera*’da *N. ceranae* belirlenmiştir (Ütök ve ark., 2010).

Nosema ceranae’nın dünya genelinde *Nosema apis*’in yerini almaya başladığı görölmektedir. Batı Avrupa ve Avustralya’da *N. apis*’in görölme sıklığının azalmaya başlaması bu durumu yansıtmaktadır. Bu durum *N. ceranae*’nın virulansı yüksek bir parazit olduğunu göstermektedir (Klee et al., 2007; Paxton et al., 2007).

Nosema ceranae, *A. mellifera* için tehlikeli bir patojendir ve *N. apis*’ten daha ölümcöl etki göstermektedir. Özellikle güçlü kolonilerde toplu ölümlere ve kayıplara neden olduğu bilinmektedir (Martin-Hernandez et al., 2007; Higes et al., 2010).

Nosema türleri zorunlu hücre içi patojeni olup, hücre dışında yalnızca metabolik olarak inaktif sporlar şeklinde bulunmaktadır. *Nosema* türlerinin üremesi yalnızca hücre içinde gerçekleşmektedir. Hedef hücreyi enfekte etme işlemi; sporda polar töpün oluşup, hücrede delik açması şeklinde gerçekleşen spor germinasyonu ile başlar ve ardından sporoplazmanın hedef hücreye enjeksiyonu ile devam eder. Hücre içi yaşam döngüsü, hücreye giren sporoplazmanın iğ şeklinde meront oluşturup çoğalması ile gerçekleşen proliferatif faz (merogoni) ve meront çiftlerin ayrılıp sporontlar oluşturma süreci olan sporogonik faz (sporogoni) olmak üzere, iki fazdan sonra sporların oluşumu ile sona erer. *N. ceranae*’da merontlar iğ şeklindeyken, *N. apis* merontları pleomorfiktir. *N. apis* enfeksiyonu ergin arıların mide ve orta bağırsak epiteli ile sınırlı iken, *N. ceranae*’nın diğer dokulara da enfekte olabileceği gösterilmiştir (Şekil 2.4.) (de Graaf and Jacobs, 1991; Cali and Takvorian, 1999; Chen et al., 2009; Gisder et al., 2010a,b).



Şekil 2.4. *Nosema ceranae*'nin yaşam döngüsünün ilk aşamalarının şematik görünümü. a) Sporum polar tüpünü oluşturmasını takiben hedef hücreye sporoplazma enjeksiyonu, b) hedef hücrede sporoplazmanın küresel yapı oluşturması, c) iğ şeklinde meront, d) meront çifti, e) meront çiftleri, f) oval sporontlar (Gisder et al., 2010a).

İklimsel koşulların *N. apis* ve *N. ceranae* türlerinin enfeksiyon düzeyini değiştirdiği saptanmıştır. Hem Kuzey Amerika hem de Avrupa'da *N. ceranae* enfeksiyon oranı, sıcak iklimlerde daha baskın olmaktadır. Ilıman iklimlerde sıcaklığın artması nedeniyle *N. ceranae*'nin kolay yayılımı gerçekleştiği ve enfeksiyon oranının arttığı düşünülmektedir. *N. apis*'in ise soğuk iklimlerde prevalansı yüksektir. Ilıman iklimlerde ise *N. apis*'in yaz ayları düşük, kış aylarında ise yüksek düzeyde olduğu bilinmektedir. Son yıllarda gerçekleşen iklimsel değişiklikler ile *Nosema* türlerinde ile enfeksiyonda bir artış gözlenmiştir. (Martin-Fernandez et al., 2007; Williams et al., 2008; Fries, 2010).

Nosema spp. sporları, kontamine petek materyali, besin, su ve trophallaxis (gıda ve diğer sıvıların arılar arasında ağızdan ağıza transferi) yolu ile bal arılarına bulaşmaktadır. Dışkı yolu ile dışarı atılan sporlar bir yıldan fazla canlılıklarını koruyabilmektedir. Sporlar asetik asitle muamele edildiğinde veya 60°C'de 15 dakika ısıtıldığında inaktif hale gelmektedir (OIE, 2008a).

Sadece bir *Nosema* türü ile enfeksiyon çok nadir görülmekte iken, genellikle çoklu enfeksiyonlar söz konusudur. *N. ceranae*'nin *A. mellifera*'ya geçişi ile *N. apis* ve *N.*

ceranae ile gerçekleşen karışık enfeksiyonlar yaygın görülmeye başlanmıştır. Bu iki parazit arasındaki etkileşimler, hastalık düzeyi ve epidemiyolojiyi belirlemektedir. Yapılan çalışmalarda *N. ceranae*'nin *N. apis*'e göre öldürme oranı çok fazla olmakla birlikte, çoğalma hızları ve enfeksiyon düzeyleri arasında önemli bir fark saptanamamıştır (Paxton et al., 2007; Forsgren and Fries, 2010).

Nosema ceranae, kraliçe ve işçi arıların ömür uzunluğunu ve aktivitelerini etkilemektedir. *Nosema* türleri ile enfekte olan işçi arılarda faringeal tükürük bezleri gelişiminin gecikmesi ya da inhibe olması genç larvaların beslenmesini de etkilemektedir. Ayrıca koloninin *Nosema* ile enfekte olması durumunda kış başlangıcında kraliçe arı koloniyi kurtarmak isteğiyle yüksek oranda yumurtlamaktadır (Martin-Hernandez et al., 2007).

Nosema apis ile yapılan çalışmalarda CO₂ uygulamalarının *N. apis* sporlarının çoğalmasını hızlandırarak enfekte işçi arıların ölümüne neden olduğu saptanmıştır. Dolayısıyla doğal olarak kolonilerde, oksijen azalması durumunda *Nosema* sporlarının artmasından kaynaklanan arı ölümleri görülmektedir (Czekonska, 2007).

Higes et al. (2008), bal arılarının enfeksiyondan ölmeden önce doğal *N. ceranae* enfeksiyonu için dört faz tanımlamıştır; Faz I: Enfekte koloniler ilkbahardan erken sonbahara kadar hiçbir hastalık belirtisi göstermeksizin enfekte olmayan kovanlara benzemektedir. Tarlacı arıların %60'ından daha azı enfekte durumda olup spor sayısı arı başına bir milyonun üstüne çıkmamaktadır. Bu aşama Aseptomatik olarak tanımlanmaktadır. Faz II: Yerine geçme olarak bilinen bu aşamada olağan dışı koloni davranışları görülmekte ve kraliçe arı yumurtlamaya devam etmektedir. Ancak, kış boyunca yavru gözden yeni çıkan arıların sayısı az olduğundan Faz I'e göre tarlacı arıların enfekte olma yüzdesi ve arı başına düşen spor sayısı daha fazladır. Faz III: İlkbaharda koloniler hızlıca yapılır ve kraliçe neredeyse tüm petekleri yavru ile doldurur. Klinik parametreler Faz I'e benzediğinden ve arı sayısı arttığından suni iyileştirme fazı olarak anılır. Faz IV: Sonbaharda yumurta bırakma devam ederken ani kayıplar görülür ve yavru sayısı çok azalır. Bu aşama Depopulasyon olarak adlandırılır. Bu aşamada iki ay içinde kraliçe arı ölür ve kovanda sadece genç arılar bulunur (Higes et al., 2008).

Son zamanlarda *N. ceranae*'nin *A. mellifera*'da ortaya çıkmasıyla birlikte koloni kayıpları da görülmeye başlanmıştır. Artan kış sonu ölümleri ile *N. ceranae*'nin enfektif olduğu zamanlar aynı anda olduğu için özellikle İspanya ve diğer Akdeniz ülkelerinde olmak üzere bu iki durum arasında ilişki olduğu düşünülmektedir. *N. ceranae* deneysel olarak *Apis mellifera*'ya inoküle edildiğinde çok patojenik etkide bulunmaktadır. Doğal enfeksiyonlarda dereceli depopulasyon sendromu, sonbahar ve kış sonu toplu koloni ölümleri ve zayıf bal üretimine neden olmaktadır. Hatta koloni depopulasyon riski *N. ceranae* ile enfekte kolonilerde enfekte olmayanlara göre altı kat daha fazladır (Higes et al., 2005; Higes et al., 2008; vanEngelsdorp and Meixner, 2010).

Nosema ceranae konak içinde geniş aralıktaki çevresel sıcaklıklarda yüksek miktarlarda çoğalmaktadır. Bu duruma ek olarak hızla çoğalan *N. ceranae* ile besinsel stres nedeniyle kovandan çıkan tarlacı arılarda yüksek miktarda ölüm görülebilir. Vücut içi besin kaynaklarının azalması ile birlikte arılarda gerçekleşen besinsel stres arıların kovandan uçuşla birlikte geri dönememelerini açıklayabilir. Ama bu durumun koloni kayıplarının kesin nedeni olup olmadığı hakkında sonuca ulaşılmamıştır (Mayack and Naug, 2009; Paxton, 2010).

2.2.2. Pestisitler

Arı ölümlerinin nedenlerinden biri olarak gösterilen pestisitler, temel olarak tarımsal ürünlere zarar veren canlılar için kullanılan kimyasal ilaçlardır. Bu ilaçlar bahçe, tarla ve büyük tarım alanlarında kaybı önlemek için belirli kurallara uyularak uygun miktarlarda kullanılmaktadır. Ancak bu kurallara uygun olmayarak, arılıklara yakın bölgelerde fazla miktarlarda pestisit kullanımı arıları zehirleyip ölümlerine yol açabilmektedir (Johansen and Mayer, 1990).

Bir tarım ülkesi olan yurdumuzda; arıcılık, oldukça önemli bir geçim kaynağı olduğu gibi arı tozlaşmasına gereksinim duyan bitkilerin sayısı da fazladır. Bal arıları ve yaban arı faunasının tarımla uğraşan kişilerin bitkilere uyguladıkları pestisitler yüzünden zarar gördüğü bilinmektedir (Özbek, 1992).

Bal arıları, çiçeklerden nektar ve polen toplarken bitkiler üzerindeki pestisitlerle temas ederler. Bazen de ilaç damlacıklarının hedef alınmayan çiçekli bitkilere ya da su kaynaklarına sürüklenerek, ilaçla bulaşık nektar ve polenin kovana taşınmasıyla, ilaçlarla karşı karşıya gelirler. Pestisit zehirlenmesinin ilk işareti arılıkta kovan girişlerinde aniden ortaya çıkan toplu ölümlerdir. Birçok arı tarlada ve ilaçlanan saha ile kovan arasında kaybolmaktadır. Pestisitlerin nektar ve polenle kovana taşınmasıyla, larva ve ergin işçi arılar ile kraliçe arı da etkilenmektedir. Bu durumda tüm koloni yok olabilmektedir (Özbek, 1983; Öncüler and Benlioğlu, 1998; Porrini et al., 2003).

Pestisitlerin uygulama yer ve zamanları etki şekilleri için önemlidir. Yanlış yer ve zamanda uygulandıkları zaman bal arılarının ölümlerine neden olmaktadır. Ayrıca uygulama şekilleri de bal arılarında ölümler üzerine etkilidir (Johansen and Mayer, 1990; Daş ve Kaya, 2004).

Pestisit, bir kez arı vücuduna alındığında çeşitli etki şekilleri söz konusudur. Bazı pestisitler sindirim sistemini etkileyebilir. Bu durumda, sindirim sistemi fonksiyonunu yitirir ve arının kendini beslemesi imkansızlaşır, abdomen şişkinleşerek arı açlıktan ve susuzluktan ölür. Günümüzde kullanılan organik pestisitler daha çok sinir sistemini etkiler. Sinir sisteminde kolin esteraz enziminin faaliyetini engelleyerek zehir etkisini gösterir. Bu tip zehirlerde bacaklar, kanatlar, sindirim sistemi fonksiyonunu yitirir, arı besinini bulamaz, sonuçta yine su ve besin yetersizliğinden ölür. Arıların besin almaksızın 3-4 saat sonra fonksiyonları zayıfladığı, 6-8 saat sonra da açlıktan öldüğü saptanmıştır (Özbek, 1982; Pham-Delegue et al., 2002).

Arı zehirlenmesinin en genel belirtisi; arı kovanları önünde bol miktarda ölü arıların görülmesidir. Bir kovan önünde günde 100 ölü arıya rastlanmasını normal ölüm, 200-400'ü düşük seviyede ölüm, 500-900 orta derecede ve 1000 ve fazlasını da yüksek düzeyde ölüm olarak kabul edilmektedir (Johansen, 1977; FAO, 2012).

Pestisitlerin bal arılarına zehirlilik durumları dikkate alındığında, zehirlilik açısından birinci sırada insektisitler, daha sonra da akarisitler gelmektedir. Fungisitler, herbisitler ve bitki büyüme düzenleyicilerinin ise hemen hemen büyük bir

çoğunluğu daha az toksik sınıfına girmektedir (Johansen and Mayer, 1990; Daş ve Kaya, 2004).

Pestisitlerin bal arılarına toksisiteleri, etken madde yanı sıra formülasyon durumlarına göre de değişebilmektedir. Bal arılarına en çok toksik etki gösteren maddeler toz şeklindeyken, granül şeklindeki pestisitler en az etkiyi göstermektedir (Öncüer ve Benlioğlu, 1998).

Pestisitlerin balarılarına etkilerinde önemli faktörlerden biri de ilaçların kimyasal stabilitesi, yani kararlılığıdır. Özellikle kontakt etkisi yüksek, ancak kimyasal stabilitesi düşük olan bazı grup ilaçlar, doğada süratle dekompoze olur ve etkileri ortadan kalkar (Özbek, 1982; Daş ve Kaya, 2004).

Kovanın içerisinde pestisitlerle bulaşması genel olarak araziden işçi arıların getirdiği ilaçlı polenlerle olmaktadır. Bu yüzden toz formülasyonlar sıvı olanlara oranla daha tehlikeli olmaktadır. Kovanda yeni çıkmış olan işçi arılarda ölüm görülmesi, polenlerin ilaçlı olduğuna dair en güzel kanıttır. Yeni çıkan işçi arılar, kovan içerisinde polenle beslenir ve bir kaç gün sonra ana arının en önemli gıdası olan arı sütü meydana getirirler. İşte, kraliçe arıya arı sütü hazırlayan bu işçi arılardaki ölüm; kraliçe arının yeterince arı sütü almasını engeller ve kraliçe arının yetersiz beslenmesi de, yumurta veriminin düşmesine, düzensiz yumurta koymasına ve kraliçe arı feromonlarının azalmalarına neden olmaktadır. Kraliçe arı direkt olarak da ilaçlardan etkilenebilmektedir. Bu etki, yumurta üretiminde düzensizlikler şeklinde kendisini gösterdiği gibi, daha da ileri giderek ölümle sonuçlanabilmektedir (Öncüer ve Benlioğlu, 1998; Porrini et al., 2003; FAO, 2012).

Arılara zehirli insektisit grupları başlıca 4 grupta toplanmaktadır. Bunlardan ilki organik fosforlardır. En tipik belirtiler; arılarda kusma, nemli ıslak bir halde olmaları, yön bulma yeteneklerinin kaybolması, uyuşukluktur. Etkilenen arılar paralize olmuş bir şekilde kovanda bekler ve ölür. Abdomen şişkindir, kendilerini temizlemek için anormal hareketler yaparak yuvarlanırlar. Kanatlar vücuttan uzakta ayrılmış şekildedir. Ancak iki kanat da aynı oranda iki yana açılmış kanca gibi tutulmaktadır. Zehirlenen arıların büyük bir çoğunluğu da ölmektedir (Johansen and Mayer, 1990; Öncüer ve Benlioğlu, 1998; Doğan et al., 1999).

İkinci insektisit grubu klorlandırılmış hidrokarbonlardır. Tipik etkileri; yönü belli olmayan anormal hareketler, titreme, felç olmuş gibi arka ayakları sürüyerek yürümedir. Kanatlar organik fosforlulardaki gibi açık olarak tutulur. Bu ağır belirtilere rağmen arılar can çekişme başlayıncaya değin uçuş yapabilecek durumdadır. Bu nedenle ölen arıların büyük çoğunluğu tarlada ya da koloni ile pestisitten etkilendikleri yer arasındaki alanlarda bulunur (Öncüler ve Benlioğlu, 1998; Pelosi et al., 2002).

Üçüncü grup karbamatlardır. Saldırganlık, yönü belli olmayan hareketler, uçma yeteneğini kaybetme, sersemleme en belirgin zehirlenme belirtileridir. Etkilenen kraliçe arılar yumurta bırakmayı keserler. Kovanda arılar yumurta bırakma başlamadan önce, kraliçe arı hücrelerini değiştirmek için yeni kraliçe arı gözü oluştururlar (Öncüler ve Benlioğlu, 1998; Coşkun et al., 2010).

Insektisitlerin son grubu ise piretroitlerdir. Bu grup bitki orijinli piretrum, alletrin ve sentetik piretroitleri içine alır. Anormal hareketlerle birlikte başlayan kusma tipik belirtileridir. Daha sonra uçma yetenekleri kaybolur ve çok kısa zamanda sersemleyip ölürlər. Arılar çoğunlukla beslenme alanları ile koloni arasında ölürlər. Bu grup içinde bulunan pek çok insektisitler laboratuvar koşullarında çok zehirli olmakla birlikte tarla koşullarında bal arılarına etkileri azdır (Öncüler ve Benlioğlu, 1998; Pelosi et al., 2002).

Bu grupların dışında dinitrofenoller de arılarda kusma ve ıslak görünüme neden olmaktadır. Bu pestisit ile muamele olmuş arıların çoğunda kovan içi ölüm gözlenmektedir (Öncüler ve Benlioğlu, 1998).

Son zamanlarda tarım alanında neonikotinoidler ve fenilpirazol adında sistemik pestisitlerin iki yeni nesil sınıfın üretimine gidilmiş, diğer pestisitlerin yerini almıştır. Bu pestisitler özellikle ABD’de yaygın olarak kullanılmıştır. Tohum, toprak ve bitkilerin üzerine direkt olarak uygulamalar yapılmış ve bu durumun arıları da etkilediği gözlemlenmiştir (Quarles, 2008).

Neonikotinoidler ve fenilpirazollar, klasik insektisitlerden farklı olarak bitkide sistemik hale gelmekte ve çiçeklenme dönemi boyunca polen ve nektarda tespit edilmektedir. Bu durumda arıların çiçeklerde geçirdiği süre göz önüne alınacak olursa bal arılarının bu pestisitlere uzun süre maruz kalması söz konusudur (Cutler and Scott-Dupree, 2007; Johnson et al., 2010).

Neonikotinoidler içinde yer alan imidaklopridin son yıllarda yaygın olarak kullanılmasıyla bal arılarında toksisitesinin yüksek olduğu gözlenmiştir. Özellikle DDT ile kıyaslandığı zaman bal arıları için 7297 kat daha toksik bir madde olduğu ortaya çıkmıştır (Çizelge 2.1.). Kontak ve mide zehri etkili sistemik bir insektisit olan imidaklopridin yaygın olarak kullanıldığı bilinmektedir. Bunun yanı sıra fipronil ve diğer neonikotinoidlerin de bal arılarında toksisitesinin yüksek olduğu bulunmuştur (Ratia, 2012).

Çizelge 2.1. Bal arılarında DDT ile kıyaslanan bazı pestisitlerin toksik etkisinin gösterilmesi (Ratia, 2012).

Pestisit Adı	Pestisit Grubu	Toksosite/DDT
DDT	İnsektisit	1
Amitraz	İnsektisit/Akarisit	2
Kumafos	İnsektisit/Akarisit	9
tau-fluvalinat	İnsektisit/Akarisit	13.5
Metiokarp	İnsektisit	117
Karbofuran	İnsektisit	169
γ-cyhalothrin	İnsektisit	711
Deltametrin	İnsektisit	2 700
Tiametoksam	İnsektisit	5 400
Fipronil	İnsektisit	6 475
Klotianidin	İnsektisit	6 750
İmidakloprid	İnsektisit	7 297

Neonikotinoidler, asetilkolini taklit edip nikotinik asetilkolin reseptörleri gibi davranır. Neonikotinoidler, kolinerjik reseptörlerin kalıcı aktivasyonuna neden olarak sürekli sinirsel uyarılma ve ölüme neden olmaktadır (Jeschke and Nauen, 2008).

Fipronil'in dahil olduğu fenilpirazol grubu ise γ amino bütirik asit (GABA) –bağımlı klorid iyon kanalını bağlar ve endojen GABA ile aktivasyonunu engelleyerek sürekli sinirsel uyarılma ile ölüme neden olur (Gunasekara et al., 2007).

Neonikotinoidler ve fenilpirazolların etkileri üzerine yapılan çalışmalarda bal arılarında öğrenme bozuklukları, çeşitli davranış bozuklukları ve akut doz etkisinin yanı sıra kronik toksik etki gözlenmiştir (Decourtye and Pham-Delegue, 2002; Thompson, 2003; Ailouane et al., 2009).

Tarımsal alanda kullanılan pestisitlerin yanı sıra kovan içinde bulunan bal arısı parazitlerine karşı kullanılan pestisitler de arılar üzerinde toksik etki yapmaktadır. Özellikle *Varroa destructor*'un kontrol altına alınması için birçok pestisit kullanılmaktadır (Atkins, 1992).

Varroa akarlarının ölümüne neden olan fluvalinatın izomeri olan tau-fluvalinat bal arılarının sağlığını çok etkilememektedir. Ancak bazı durumlarda yüksek dozda kullanıldığı zaman kraliçe ve erkek arıların üreme fonksiyonlarında bozukluk meydana gelmektedir. Günümüzde *Varroa* akarları tau-fluvalinata karşı direnç geliştirmiştir (Haarmann et al., 2002; Johnson et al., 2010).

Bal arısı parazit ve zararlılarına karşı bir çok sentetik pestisit üretilmiştir. Kumafos ve amitraz bunlardan en çok kullanılanlardır. Normal koşullarda bal arılarında herhangi bir soruna neden olmazken yüksek dozlarda kullanıldığında tau-fluvalinatın sebep olduğu gibi kraliçe ve erkek arıların üreme fonksiyonlarında bozukluk meydana getirmektedir. Ayrıca amitraz, akut toksisiteye de neden olabilmektedir (Gregorc and Bowen, 2000; Burley et al., 2008; Johnson et al., 2010).

Kovan içine uygulanan doğal ürünler ve organik asitler bazı durumlarda bal arıları için zararlı olabilmektedir. Varroa kontrolü için kullanılan mentol ve timolün, gaz şeklinde uygulandığında diğer terpenoidlere göre çok toksik oldukları bulunmuştur. Ayrıca timolün kraliçe ölümlerini arttırdığı da tespit edilmiştir (Ellis and Baxendale, 1997; Whittington et al., 2000).

Organik asitlerden ise formik asidin, bal arılarının ömrünü kısalttığı ve larvalara zarar verdiği bulunmuştur. Ayrıca oksalik asit ile sürekli maruz kalan kolonilerde kraliçe arılarda ölüm ve kapalı yavru gözlerde azalma meydana gelmektedir (Higes et al., 1999; Underwood and Currie, 2003).

Türkiye’de son yıllarda yapılan çalışmalarda arı ölümleri gözlenen kovanlarda ve kovan etrafından toplanan bitkisel materyallerde gerek tarımsal ilaçlar gerekse kovan içinde kullanılan ilaçlar tespit edilmiştir. Bu ilaçlar değişik düzeylerde bulunmuş ve ölümler üzerinde etkili olabileceği düşünülmüştür (Kolankaya et al., 2002; Ünal et al., 2010).

2.2.3. Bal Arısı Beslenmesi

Yeterli miktarda beslenme, bal arılarının büyüme ve gelişmesi ve bal arısı kolonilerinin devamlılığı için esastır. Bal arılarının büyüme ve gelişmesi için belirli oranlarda karbonhidrat, protein ve diğer besinlerin bal arısı bünyesine alınması gerekmektedir. Tarımsal alanlarda tek tip tarımın yapılmaya başlanması ile bal arıları için gerekli olan besinlerin vücuda alınımı zorlanmış, metabolik fonksiyonlarda aksaklıklar ortaya çıkmıştır. Çevresel kaynakların zenginliği ve çeşitliliği, bal arılarının sağlığına doğrudan etkiye sahiptir (Naug, 2009; Alaux et al., 2010a; Brodschneider and Crailsheim, 2010).

Bal arılarının doğal karbonhidrat kaynakları, tarlacı arılar tarafından toplanan nektar ve bal çiği¹ olup, bal arılarının enzimleri ile işlenerek kovana taşınmakta ve bal olarak petek gözlemlere depolanmaktadır. Karbonhidratlar bal arılarının enerji

¹ Çam ağacı üzerinde yaşayan ve çam’ın özsuğu ile beslenen *Marchalina hellenica*’nın mineral içeriği yüksek ve şekerli sindirim artışı

ihtiyaçlarını karşılamaktadır (Nicolson and Human, 2008).

Bal arıları için tek doğal protein kaynağı polendir. Bitki türleri ve değişik bölgelerdeki polenlerin protein içeriği farklı olduğundan tek bir bitki türünden toplanan polen, protein ihtiyacını karşılamayabilir. Bal arılarının vücut yapısının büyük bir çoğunluğunu protein oluşturduğundan düzenli bir şekilde protein alımı gerekmektedir. Ayrıca besinsel protein eksikliği ömür uzunluğu ve hipofaringeal bezlerin gelişimini etkilemekte ve hastalıklara karşı organizmada yatkınlık meydana getirmektedir (Roulston et al., 2000; Hrassnigg and Crailsheim, 2005; Alaux et al., 2010a).

Ergin işçi arılar, kolonide var olan besin deposuna bağımlıdır ve vücutlarındaki karbonhidrat, protein ve lipit rezervleri azaldığında, beslenmeden uzun süre yaşayamazlar (Kunert and Crailsheim, 1988).

Bal hasat edildikten sonra, uzun süren uçuş öncesi dönem ile yetersiz ve zamansız beslenmenin açlığa neden olması kiş sonu ölümlerinin en yaygın nedenlerinden biridir. Ancak bu durum koloni yönetimi konusunda yaygın ve iyi bilinen bir durumdur ve bunu engellemek arıların sorumluluğundadır (Brodschneider et al., 2010; vanEngelsdorp et al., 2010).

Açlık bal arılarının davranış gelişimini etkilemektedir. Gıda sıkıntısı genç işçi arıların yem aramak için uçuşa erken çıkmasına neden olarak tarlacı arı popülasyonunu ve koloni nüfusunu etkilemektedir (Schulz et al., 1998).

Bal arıları karakteristik olarak birçok farklı bitki türünden polen toplayarak, vücudu için farklı bir diyet ve denge sağlamaktadır. Günümüzde tarımsal alanlarda tozlaşma için kullanılan bal arısı kolonileri tarım alanlarında tek bir tip bitkinin yetiştirilmeye başlanması (Monokltr) nedeniyle daha az çeşitli polen içerikli diyetle karşı karşıya bırakmakta ve bu diyet bal arılarının tüm besin ihtiyacını karşılamamaktadır. Genel olarak tek tip polenli, diyetler karışık diyetlere göre yetersiz görülmektedir. Bal arıları temel bir besin maddesinden yoksun tek tip polen ile beslenecek olursa, bu düşük kalitede polenden daha çok tketerек eksik olan maddeyi telafi edememektedir. Dolayısıyla bu besinsel stresin yüksek koloni

ölümlerine neden olabileceği düşünülmektedir. Ayrıca karışık diyetle beslenmek bazı immün sistem özelliklerini arttırmakta ve bal arısı vücudunun dış etkenlere karşı daha dayanıklı olmasını sağlamaktadır (Dimou and Thrasyvoulou, 2009; Naug, 2009; Alaux et al., 2010a).

Bal arılarındaki yem arama davranışı kovanda depolanmış gıda miktarından bağımsız olarak büyük ölçüde bireysel beslenme durumuna göre şekillenmektedir. Enfeksiyonlu bireylerde dahi, besinsel stres oluşumu, yeterli gıdanın bulunduğu kovanlarda arıların ortadan kaybolması için olası bir mekanizma olarak görülmektedir (Toth et al., 2005; Naug, 2009).

Kovanlarda az miktarda besinsel stok bulunması durumunda ise larva beslenme davranışı azalmakta ve genç ergin arılar uçuşa çıkmaktadır. Genç işçi arıların kovan içi görevlerini yerine getirmeden erken uçuşa çıkması ile ömür uzunlukları kısalmaktadır. Bu durum kış sonunda gözlenen ölümlerin nedeni olarak görülmektedir (Rueppell et al., 2007; DeGrandi-Hoffman et al., 2008; DeGrandi-Hoffman et al., 2010).

Bal arılarında beslenme şekli kış sonu ölümlerinde önemli bir faktör olarak bilinmektedir. Gerekli besinlerin bal arıları tarafından vücuda alınmadığı zaman vücut içi protein konsantrasyonu ve immün cevap oluşumunun da etkilendiği görülmüş ve bu stresin koloni kayıplarında etkili olabileceği düşünülmüştür. Bu durumun da ek olarak protein takviyesi ile azaltılabileceği varsayılmaktadır (DeGrandi-Hoffman et al., 2010).

Arıcılar tarafından yapay yollarla hazırlanan veya arıcılık sektörü için firmalar tarafından yapılan şurup ve arı keklerinin miktarı da bal arılarının yaşamı için önemlidir. Bu hazır gıdaların bazıları vitamin ve bazı gerekli besinleri içerse de hiçbir hazır gıdanın arının kendi balı ve poleninin yerini tutmadığı bilimsel çalışmalarla kanıtlanmıştır. Kovan içinde yeterince bal ve polen bırakarak bal arılarını kışlatmak, koloninin mevcudiyetini koruması için gereklidir. Hazır gıdaların kullanım miktarının artması ve kovanda bal ve polen miktarının azalması durumunda koloninin devamlılığı tehlikeye düşmekte ve gerekli gıdaların alımı engellendiğinden ölümler gözlenmektedir. Bal ve polenin yapay yollarla yapılması

imkansız olduğundan bal arılarına beslenmeleri için yeterince bal ve polen bırakılmalı ve gerekli olduğu durumlarda besin takviyesi yapılmalıdır. Özellikle kış bitiminde kovandaki bal ve polenin tüketilmesi, dışarıdan yeterince besin takviyesi yapılmasını gerektirmektedir (Standifer,1980; Bocquet, 1994; Bodla et al., 2009).

Transgenik ürünler ve besinlerde pestisit kalıntılarının varlığı da koloni kayıplarının etkenleri olarak düşünülmektedir. *Bacillus thuringiensis* (Bt) toksin ve proteaz inhibitörlerini içeren bitkilerin oluşturulması ile böceklerin bitkilere zarar vermesi engellenmiş, ancak bal arılarının bu bitkilerden polen toplaması arılarda toksik etkiye neden olmuştur. Yine polen ve nektarlarda bulunan pestisitlerin bu gıdaların toplanması sırasında vücuda alınması ve kovana taşınması ile koloni bu maddelere maruz kalmıştır. Ancak bu iki durumun koloni kayıplarına neden olacak kadar etkili olduğu gösterilmemiştir (Brodschneider and Krailsheim, 2010; Johnson et al., 2010).

Bazı bitkilerin ise kendi nektar ve polenlerinde bulunan maddeler belli miktarların üzerinde toksik etki yaratmaktadır. Toksik etki eden nektarlar hakkında birçok rapor bulunmaktadır. Ranunculaceae familyasına ait bazı türlerin çiçeklerinde ve *Aesculus* türlerinin polen ve nektarlarında bulunan toksik maddeler bal arılarında ölümlere neden olabilmektedir (Brodschneider and Krailsheim, 2010).

Türkiye’de ise bazı *Rhododendron* türlerinin nektarlarında bulunan allelokimyasallar belli düzeyin üstünde bal arılarına toksik etki yapmaktadır. Özellikle Türkiye’nin karadeniz bölgesindeki *Rhododendron ponticum* türünün nektarında bulunan grayanatoksin, yerli arı ırklarında etki göstermese de gezginci arıcılık ile bu bitkiye ulaşan diğer arı ırklarının ölümlerinde etkili olabileceği düşünülmektedir (Yalçınkaya et al., 2011).

2.2.4. Arıcılığa İlişkin Yanlış Uygulamalar

Bal arısı kolonilerinin yaşamlarını sağlıklı bir şekilde sürdürebilmeleri için bal arılarının kendileri kadar arıcıların da koloni bakım ve beslenmesinde dikkatli olması gerekmektedir. Bal arısı hastalıklarıyla ve bal arılarının yaşamlarını

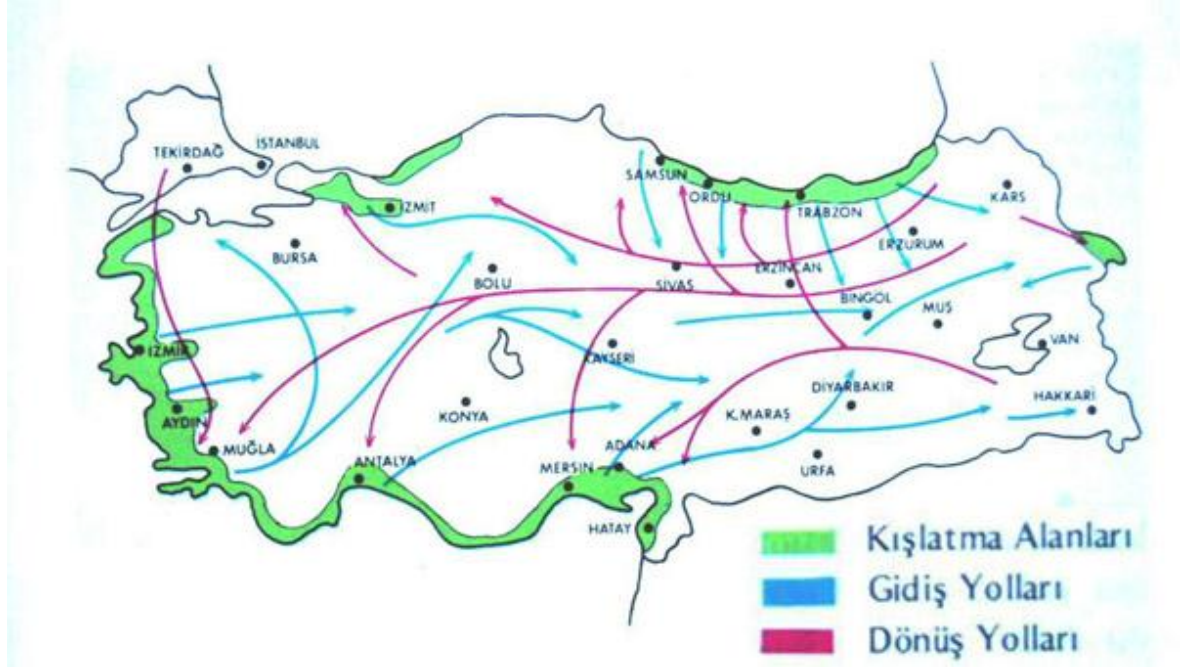
etkileyebilecek tüm iç ve dış etkenlerle mücadelede arıcı aktiviteleri önem taşımaktadır.

Son yıllarda bal arılarında gözlenen hastalıkları tedavi etmek ve kolonileri sağlıklı tutmak için arıcılar antibiyotik ve akarisit gibi çeşitli ilaçlar kullanmaktadır. Ancak bu ilaçlar gerek uygun doz ve zamanda kullanılmadığında, gerekse birden fazla ilaç aynı anda uygulandığında, koloniler için yarardan çok zarara neden olmaktadır. Ayrıca bu ilaçlar uygun dozda kullanılmadığında hastalık etkenlerinde direnç oluşturmaktadır. Arı hastalıkları ile mücadelede antibiyotiğin kullanımı birçok ülkede yasaklanmasına rağmen, bu konuda yeterince özen göstermeyen arıcılar, antibiyotik kullanımına devam etmekte ve bal arısı mikroflorasını tahrip etmektedir. Mikroflora tahribi sonucu *Candida* cinsi mayalar gibi antibiyotiğe hassas olmayan diğer organizmalar, boş alanlara yerleşerek hızla çoğalmaktadır. Mikrofloranın yeni istilası, süperenfeksiyon olarak adlandırılmaktadır. Bu enfeksiyonların tedavisi antibiyotiklere cevap vermediği için çok zor olmaktadır. Bu durumda bal arılarında hem immün sistemin baskılanması hem de mikrofloranın tahrip olması ile besinsel fonksiyonların bozulması gibi problemler ortaya çıkmaktadır. İlerleyen zamanlarda ise koloni düzeyinde ölümlere varan sonuçlar ortaya çıkmaktadır (Black, 2008; Madigan et al., 2009; UNEP, 2010; Özkırım, 2012b).

Bal arılarında kış sonunda meydana gelen en önemli sorunlardan biri de açlıktır. Arıcıların sonbaharda bal hasatı sonrasında kovanda yeterli miktarda bal ve polen bırakmaması ve ilkbaharda yeterince besin takviyesi yapmaması arılarda açlığa bağlı besinsel strese neden olmaktadır. Bu durum kış sonunda bal arılarında toplu şekilde arı ölümlerinin gözlenmesinin nedenlerinden biri olarak düşünülmektedir (Brodschneider et al., 2010; UNEP, 2010).

Bazı arıcılar kış aylarında arılarda soğuğa bağlı olarak gerçekleşebilecek ölümleri engellemek için gezginci arıcılığı tercih etmektedir. Ancak yıl içinde arıların birden fazla yere götürülmesi arılarda stres oluşumuna neden olmaktadır. Özellikle Türkiye’de, bal arısı kolonilerine yıl içinde binlerce km yol kat ettiren arıcılar mevcuttur. Ayrıca sürekli farklı iklimsel ve çevresel koşullara maruz kalan bal

arılarında strese bağılı davranış bozukluğu ve yön kaybı görülüp koloni düzeyinde kayıplar görülebilmektedir (Şekil 2.5.) (UNEP, 2010; Ratia, 2012).



Şekil 2.5. Türkiye’de arıların göç yolları ve kışlatma yapılan alanlar (http://www.inciari.com/ana_ari_uretimi_2012.html).

2.2.5. İklimsel Faktörler

Son yıllarda dünyanın bazı bölgelerinde çöllerin genişlemesi, buzulların küçülmesi, karların erimeye başlaması ve yoğun olarak aşırı iklim olaylarının görülmesi nedeniyle iklim değişikliği gerçekleştiği kanısına varılmaktadır. İklim koşullarının değişmesi bal arısı türlerinin yaşamları üzerinde etkili olan bir durum olarak görülmektedir. Bu durum bal arılarının yaşamlarını sürdürebilecekleri bir yere gitmeleri için zorlamaktadır. Bu stres oluşturan durum karşısında bal arılarında kayıplar meydana gelmektedir (Le Conte and Navajas, 2008).

İklim değışikliği bal arılarını değışik düzeylerde etkilemektedir. Direkt olarak bal arılarının davranış ve fizyolojisi üzerine etkide bulunabilmektedir. Floral çevrenin kalitesini değıştirerek koloninin yem toplama kapasitesini ve gelişimini arttırıp azaltabilmektedir. Bal arılarının yeni yayılım alanlarına yönelmesini sağlayıp o bölgedeki türler arasında rekabet ilişkisi yaratmaktadır. Ayrıca arıcıların iklime göre arıcılık metotlarını değıştirmesine ve arıların dolaylı yoldan etkilenmesine neden olmaktadır (Le Conte and Navajas, 2008).

İklimde meydana gelen değışiklikler birçok bitkinin çiçeklenme periyodunu etkilemektedir. Bitkilerde görülen çiçeklenme zamanının değışikliği polinatörleri olan bal arılarının yaşamlarını da etkilemektedir. Bu durum uzun vadede ekolojik dengenin bozulmasına ve tarımsal ekonominin zarara uğramasına neden olmaktadır (Thuiller et al., 2005).

Kış aylarında hava soğuk olduğu zaman bal arıları, kovanda kümeleşir ve ilkbahara kadar yaşamlarını sürdürmeleri için enerji kaynağı olarak kendi bal depolarını kullanır. İlkbaharda ise hava ısınmaya başladığı zaman kraliçe arı petek gözlerle yumurta bırakmaya başlar ve koloni gelişip işçi arı popölasyonu artar. Ancak iklimsel değışiklikler nedeniyle kış aylarının daha soğuk ve uzun geçtiği senelerde bal arıları yem aramak için uçuşa çıkamadığından kovan içi besin stoklarını tüketir ve koloni açlıkla yüz yüze kalıp ölüme sürüklenir. Hava ısınmaya başladığı zaman ise uçuşa çıkan arılar arazide hayatını kaybeder. Bu durum koloni kayıplarının nedeni olarak düşünölmektedir (Le Conte and Navajas, 2008).

2.2.6. Diğer Nedenler

Son yıllarda gözlenen bal arısı ölümleri için birçok neden öne sürölmektedir. Hastalıklar, kimyasal ilaçlar, iklim, arıcı aktiviteleri ve besinsel stres gibi bazı olası nedenler dışında da birçok neden üzerinde durulmaktadır. Bu nedenler arasında ozon tabakasının delinmesi, uçak uçuşlarının artması, solar patlamalar, radyoaktif maddeler, yüksek gerilim hatları ve baz istasyonlarının sayısının artması gibi nedenler bulunmaktadır. Ancak bu nedenlerin çoğunun bal arılarında gözlenen kış sonu ölümlerini etkilemesi uzak bir ihtimal olarak görölmektedir (Ratia, 2012).

2.2.7. Bal Arısı Ölümüne Neden Olduğu Düşünülen Etkileşimler

Son yıllarda özellikle ABD ve Avrupa ülkelerinde görülen koloni sayılarındaki düşüşün nedeni olarak bir çok biyotik ve abiyotik faktör gösterilse de tek başına bir faktörün bu ölümlerde etkili olmadığı görülmüştür. Bunun yerine birden fazla faktörün kombinasyonu ile bu ölümlerin meydana geldiği düşünülmektedir. Bu yüzden son zamanlarda yapılan çalışmalarda bal arılarında gözlenen ölümler üzerinde etkili olabilecek faktörler arasındaki etkileşimler incelenmektedir (Oldroyd, 2007; Stokstad, 2007; Anderson and East, 2008; Moritz et al., 2010).

Bugüne kadar subletal etkilerinin yanında tek başına bir pestisit koloni ölümlerinde etkili olmadığı görülmüştür. Bu yüzden pestisitler arasındaki etkileşimlerin koloni ölümlerinde önemli bir etkiye sahip olduğu düşünülmektedir. Farklı tip pestisitler arasındaki etkileşimler, ölümler üzerinde etkili bir durum olarak karşımıza çıkmaktadır. Farklı kimyasal yapıya sahip pestisit gruplarının etkileşimi, bal arılarında farklı hedef noktalarını etkileyeceğinden koloni ölümlerini tetikleyebileceği düşünülmektedir. Ayrıca bal arısı akarlarını önlemek için kullanılan farklı kimyasal yapıdaki kovan içi ilaçların etkileşimi de bal arılarında toksik etkiye neden olabilmektedir (Colin and Belzunces, 1992; Iwasa et al., 2004; Hardstone and Scott, 2010; Johnson et al., 2010).

Pestisitlerin kendi içindeki etkileşimlerinin yanı sıra patojenlerle olan etkileşimlerinin de arı ölümlerinde etkili olduğu düşünülmektedir. Ladas (1972)'ın çalışmasına göre *Nosema apis* ile enfekte olmuş bal arılarının bazı organoklorlu ve organofosfatlı pestisitlere daha duyarlı hale geldiği görülmüştür.

Son yıllarda yapılan etkileşim çalışmalarında ise enfektif organizma ile pestisitlerin birlikte arı sağlığına etkili olabileceği bulunmuştur. Enfektif mikroorganizma olarak *Nosema* sporları ve pestisit olarak neonikotinoid (imidakloprid) kullanılan bu çalışmada sinerjistik etki ile bal arılarının önemli derecede zayıfladığı ve glukoz oksidaz aktivitesinin azaldığı gözlenmiştir. Kısa sürede bu iki ajanın kombinasyonu yüksek bireysel arı ölümlerine ve enerji stresine neden olmaktadır. Uzun sürede ise *Nosema* ve imidakloprid'in sinerjistik etkisi ile yüksek koloni duyarlılığına ve

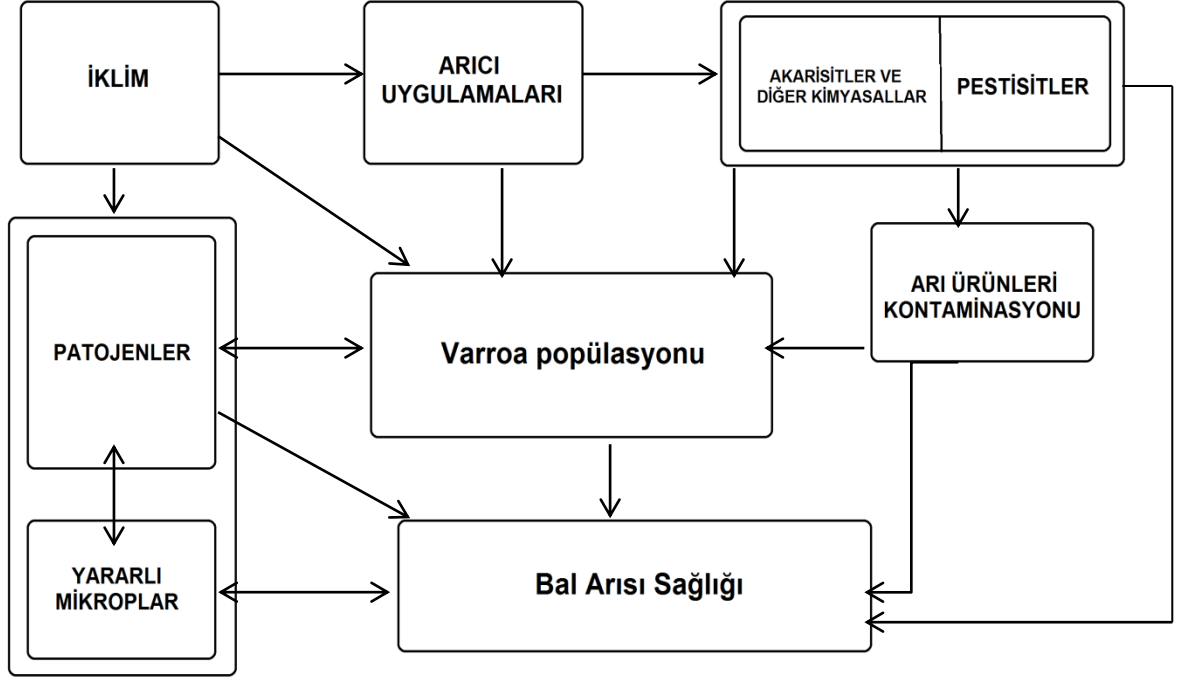
ölümlere neden olabileceği düşünülmektedir. Bu çalışma kimyasal bir madde ile enfektif mikroorganizmanın etkileştiğini gösteren ilk kanıttır (Alaux et al., 2010b).

Tek bir patojenin bal arılarında yarattığı zararlara göre, birden çok patojenin aynı anda arılarda bulunması ve bu patojenlerin etkileşimleri ile bal arılarını etkilemesi, dramatik bir durum olmaktadır. Bu durum ya bir patojenin başka bir patojeni arıya aktarması ya da iki patojenin ayrı yollarla arıya geçişi ile meydana gelmektedir (Le Conte et al., 2010).

Arı ölümleri gözlenen bazı kovanlarda *N. ceranae* ile İridovirüslerin aynı anda bulunduğu ve bu hastalık etkenlerinin ayrı ayrı oluşturdukları enfeksiyona göre birlikte gerçekleştirdikleri enfeksiyonun daha etkili olduğu saptanmıştır (Bromenshenk et al., 2010).

Varroa destructor'un taşıdığı virüsleri bal arılarına aktarması sırasında arıya mekanik olarak zarar vermesinin yanında arıya aktarılan virüslerin de etkileri ile arılarda ölümlerin arttığı gözlenmiştir. Virüslerin bal arılarında tek başına etkisi daha az olduğundan, Varroa-virüs etkileşimi, arıların yaşamları boyunca etkin bir rol oynamaktadır (Todd et al., 2007).

Koloni kayıplarının gözlemlendiği kovanlarda kapalı yavru gözler içinde düşük seviyede Varroa akarının bulunması, koloni kayıplarında Varroa ile birlikte etki gösteren patojen ve diğer stresörler neden olabilmektedir. *Varroa destructor*'un bal arılarının trakelerine yerleşip solunum sistemi bozukluklarına neden olan *Acarapis woodi* adı verilen trake akarı ile beraber bal arısı kolonilerinde ayrı ayrı yaptıkları zarardan daha fazla zarar verdikleri bilinmektedir. Varroa akarları ile patojen, pestisit ve çevresel faktörlerin birlikte etkileşimleri, bal arısı sağlığını tehlikeye düşüren faktörlerdir (Şekil 2.6.) (Downey et al., 2000; vanEngelsdorp et al., 2009; Le Conte et al., 2010).



Şekil 2.6. Varroa popülasyonu ve bal arısı sağlığı üzerinde farklı stresörlerin potansiyel etkileşimleri (Le Conte et al., 2010).

Arılar üzerinde etkili olabilecek ve arılarda stres oluşturabilecek etkenlerin, birbirleri ile etkileşerek arı ölümlerine neden olduğu düşünülmektedir. Özellikle iklimsel değişiklikler, besin yetersizliği ile parazitler arasındaki etkileşimler üzerinde durulmaktadır (Naug and Gibbs, 2009; Paxton, 2010).

3. MATERYAL- METOD

Yapılan çalışmada, Isparta ve Burdur illerindeki arılıklarda bulunan ergin işçi bal arıları ile kış sonu ölümü gözlenen kovanlardan alınan yavrulu petekler, kış sonu ölümlerinde etkili olabilecek hastalık etkenleri yönünden incelenmiştir. Gerekli örneklerin toplanması amacıyla Isparta ve Burdur il merkezleri ile bu illere bağlı ilçelere, kış mevsiminin bitmesini takiben arazi çalışması düzenlenmiştir. Örneklerin toplanacağı yerler, il genelinde homojen dağılım gösterecek şekilde belirlenmiş ve arılıkların seçimi “Isparta İli Arı Yetiştiricileri Birliği” ve “Burdur İli Arı Yetiştiricileri Birliği” ile iş birliği içinde yapılmıştır. Bu amaçla Isparta ilindeki 50 arılıktan alınan 1500 adet ergin arı ve 10 adet petek örneği ile Burdur ilindeki 38 arılıktan alınan 1140 adet ergin arı ve 7 adet petek örneği, “Hacettepe Üniversitesi Arı Sağlığı Laboratuvarı” na getirilmiş ve kış sonu arı ölüm nedenlerinin tespit edilmesi amacıyla incelenmiştir.

Sabit arıcıların ve kış sonunda arılarını bölgeye getiren arıcıların seçimine gidilmiş, yoğun olarak arıcılığın yapıldığı yerler belirlenmiştir. Bu yerlerin belirlenmesi sırasında arıcılığın yoğun olarak yapıldığı, ancak birbirinden uzak yerler belirlenip homojen bir çalışma gerçekleştirilmiştir.

3.1. Örneklerin Toplanması

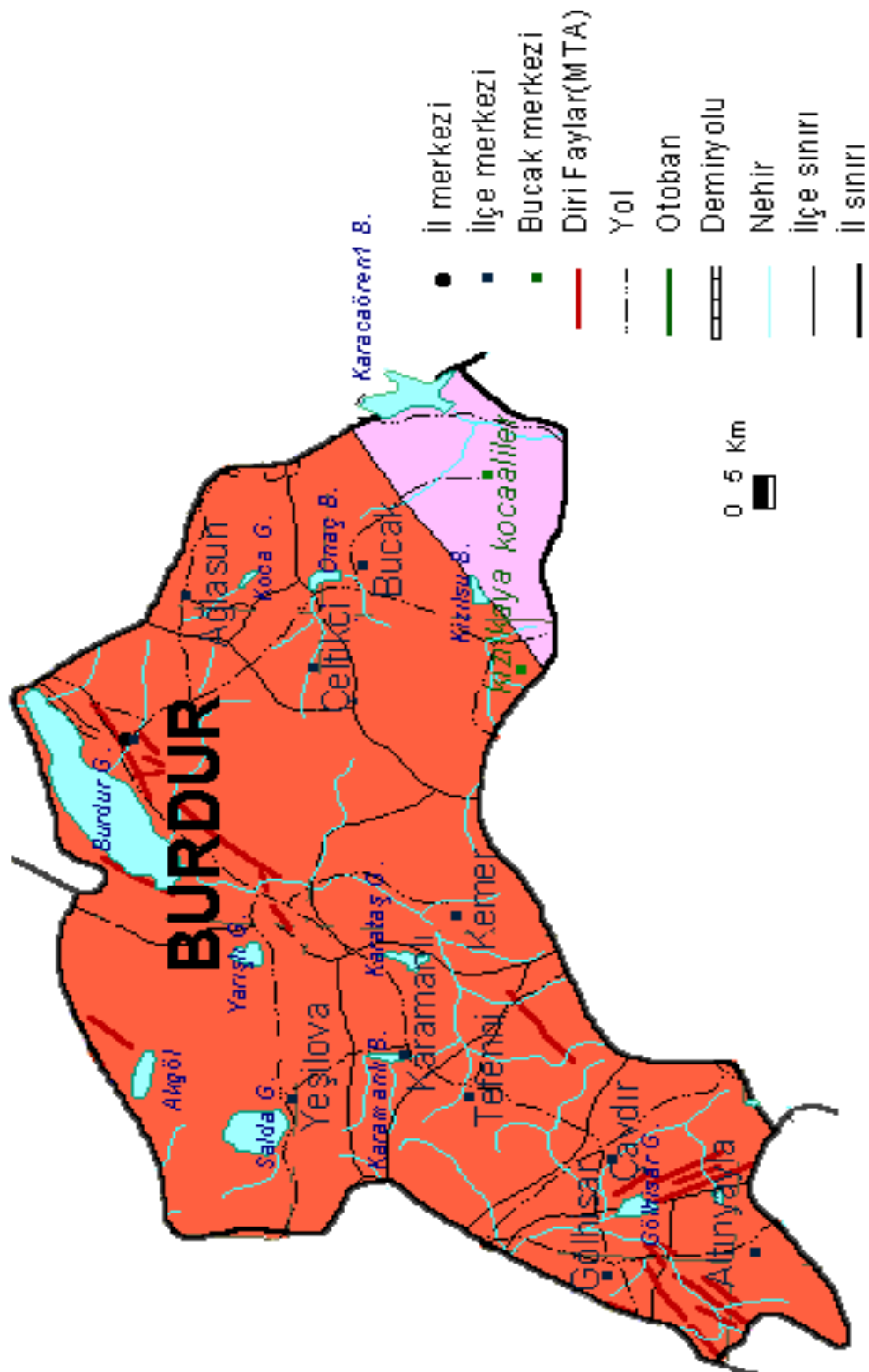
Arı ölümlerinin gözlemlendiği kovanlar, içinde ölü arıların varlığı, arılar için yeterli besin varlığı ve yavrulu petek varlığı açısından incelenip gerekli notlar alınmıştır. Arı ölümlerinin görüldüğü kovanların etrafındaki kovanlar örnek alımı için belirlenip arıların kovan önündeki ve içindeki görünüşleri ve davranışları gözlemlenmiştir. Arı ölümlerinin gözlemlendiği kovanlara en yakın kovanlardaki canlı ergin arılar ile ölü ergin arılar ve kovan önünde sürünen, hareketsiz duran, halsiz canlı ergin arılar toplanarak ayrı saklama kaplarına alınmıştır. Tüm örnekler kapakları delikli plastik saklama kaplarına konularak tüm saklama kapları numaralandırılmıştır.

Arı kayıplarının gözlemlendiği kovanlarda petekler bütün olarak alınmıştır. Petek örnekleri temiz kağıtlara sarılarak etiketlenmiştir.

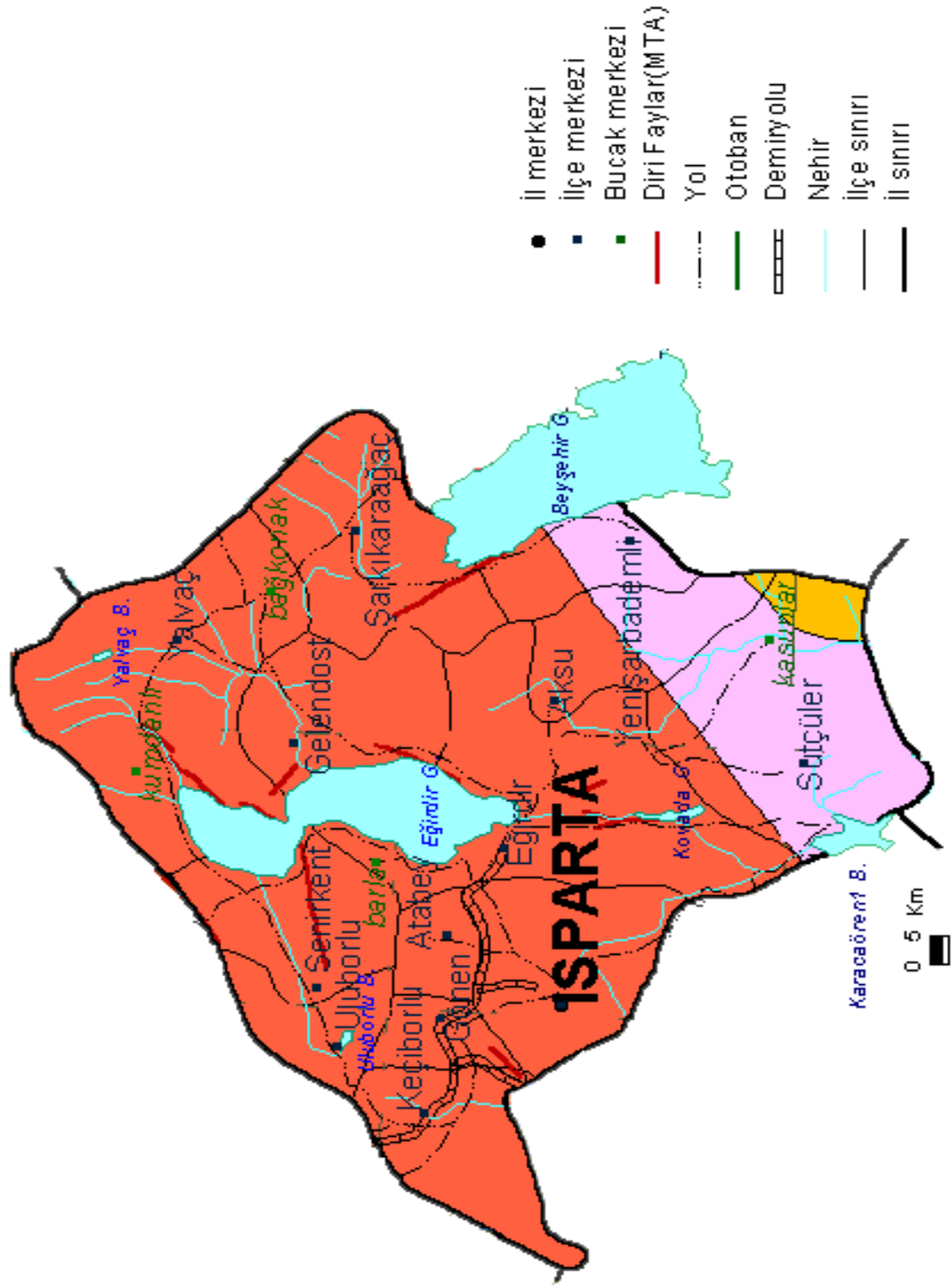
Tüm örnekler bozulmadan, kısa süre içerisinde laboratuvarımıza ulaştırılmış ve çalışma süresince kontamine olmalarını ve çürümelerini engellemek amacıyla ergin arı örnekleri -20°C'da, petek örnekleri ise +4°C'deki dolaplarda saklanmıştır.

Burdur iline düzenlenen arazi çalışması 9–12 Nisan 2012 tarihleri arasında **Altınyayla, Bucak, Çeltikçi, Gölhisar, Kemer, Merkez, Tefenni ve Yeşilova** ilçelerinde yapılmıştır. Her ilçede önceden belirlenen istasyon yerlerdeki 38 arılığın her birinden yaklaşık 30 adet ergin arı ve toplamda 7 adet yavrulu petek örneği toplanmıştır.

Isparta iline düzenlenen arazi çalışması ise 13-16 Nisan 2012 tarihleri arasında **Aksu, Atabey, Eğirdir, Gönen, Gelendost, Keçiborlu, Merkez, Senirkent, Sütçüler, Şarkikaraağaç, Uluborlu, Yenişarbademli ve Yalvaç** ilçelerinde yapılmıştır. Her ilçede belirlenen istasyon yerlerdeki 50 arılığın her birinden yaklaşık 30 adet ergin arı ve toplamda 10 adet yavrulu petek örneği toplanmıştır.



Şekil 3.1. Burdur İl Haritası



Şekil 3.2. Isparta İl Haritası

3.2. Arıcılara Anket Uygulaması

Arazi alışmaları sırasında, ergin arı ve petek örneklerinin toplandığı arılıkların sahibi olan arıcılarla birebir anket uygulanmıştır. Uygulanan bu anket, uluslararası COLOSS ağının WG1 alışma grubu tarafından hazırlanmıştır. Bu anket sırasında arıcının isim ve adres bilgileri, kış öncesi ve kış sonu koloni varlığı, kış sonunda ölüm gözlenen kovan sayısı, bu kovanlardaki ölüm şekilleri, kışlatmaya başlanan ay, arıların ilk uçuşa çıktığı ay ve arıcıların hastalıklarla mücadele için kullandıkları ilaçlar gibi bilgiler toplanmıştır (şekil 3.3., şekil 3.4.). Ayrıca örneklerin toplandığı her arılığın rakımı ve lokalitesi GPS cihazıyla tespit edilmiştir. Anket sırasında elde edilen veriler ile örneklerin incelenmesi sırasında elde edilen bulgular istatistiksel yöntemlerle karşılaştırılmış, her arılık için olası nedenler tespit edilmiştir.



09 1 Nisan 2011 tarihine kadar kaç tane üretim koloniniz vardı?	
010 2011 yılı için ortalama bal üretiminiz kovan başına kaç kilogramdı?	
011 2011 yılında kolonilerinizin yerini kaç kez değiştirdiniz?	
012 1 Nisan 2011 ile 1 Ekim 2011 tarihleri arasında hangi ayda en çok koloni kaybı (eğer olduysa) yaşadınız?	
<i>Aşağıdaki soruyu birden fazla arılığınız varsa cevaplayınız.</i>	
013 1 Nisan 2011 ile 1 Ekim 2011 tarihleri arasında aralıklarınızda koloni kayıplarının şeklinde sayısında belirgin bir farklılık gördünüz mü?	
Bilmiyorum	
Evet	<input checked="" type="text"/>
Hayır	
<i>Aşağıdaki soruda size en uygun cevabı veriniz.</i>	
014 Kolonilerinizdeki ölümün en önemli sebebinin ne olduğunu düşünüyorsunuz?	
Bilmiyorum	<input checked="" type="text"/>
Açlık	
Zayıf ana arı	<input checked="" type="text"/>
Varroa	
Nosema	<input checked="" type="text"/>
Sonbaharda Zayıf koloniler	
Diğer (en fazla 5 kelime ile açıklayınız)	<input checked="" type="text"/>
<i>Aşağıdaki iki soruyu, farklı iklim koşullarında bulunan birden fazla arılığınız varsa cevaplamayınız.</i>	
015 2011 yılı kışlatmasına hangi ayda başladınız?	
016 2012 yılında kolonileriniz ilk hangi ayda uçuşa çıkmıştır?	
<i>Lütfen aşağıdaki soruyu dikkatlice okuyunuz. Bu soruda size beklenen değil doğal kabul edilebilecek koloni kaybı oranı sorulmaktadır.</i>	
017 1 Ekim 2011'den şu ana kadar normal kabul edilebilecek kaybı yüzde kaç oranında bekliyorsunuz?	
Kendi arılarınızda?	
Bulunduğunuz bölgede?	<input checked="" type="text"/>
018 Aralıklarınızda rutin olarak kullanmakta olduğunuz ilaçlar var mı? Varsa aşağıdaki boşluğa yazınız.	

Şekil 3.3. Arazi çalışmaları sırasında arıcılara uygulanan anket (devamı)

3.3. Örneklerin İncelenmesi

3.3.1. Petek Örneklerinin İncelenmesi

Kış sonu arı ölümlerinin gözlemlendiği kovanlardan alınan petek örneklerinin durumu incelenmiştir. Peteklerde bal ve polen varlığı, kapalı yavru gözlerin durumu ve bu kapalı gözlerin dağılımı incelenmiştir.

3.3.2. Ergin Arı Örneklerinin İncelenmesi

Ergin arıların hastalıklar açısından incelenmesi, hastalık etkeninin yerleşebileceği vücut bölgeleri ve bu etkenlerin teşhis metotlarına göre gerçekleştirilmiştir.

3.3.2.1. Vücut Yüzeyinin İncelenmesi

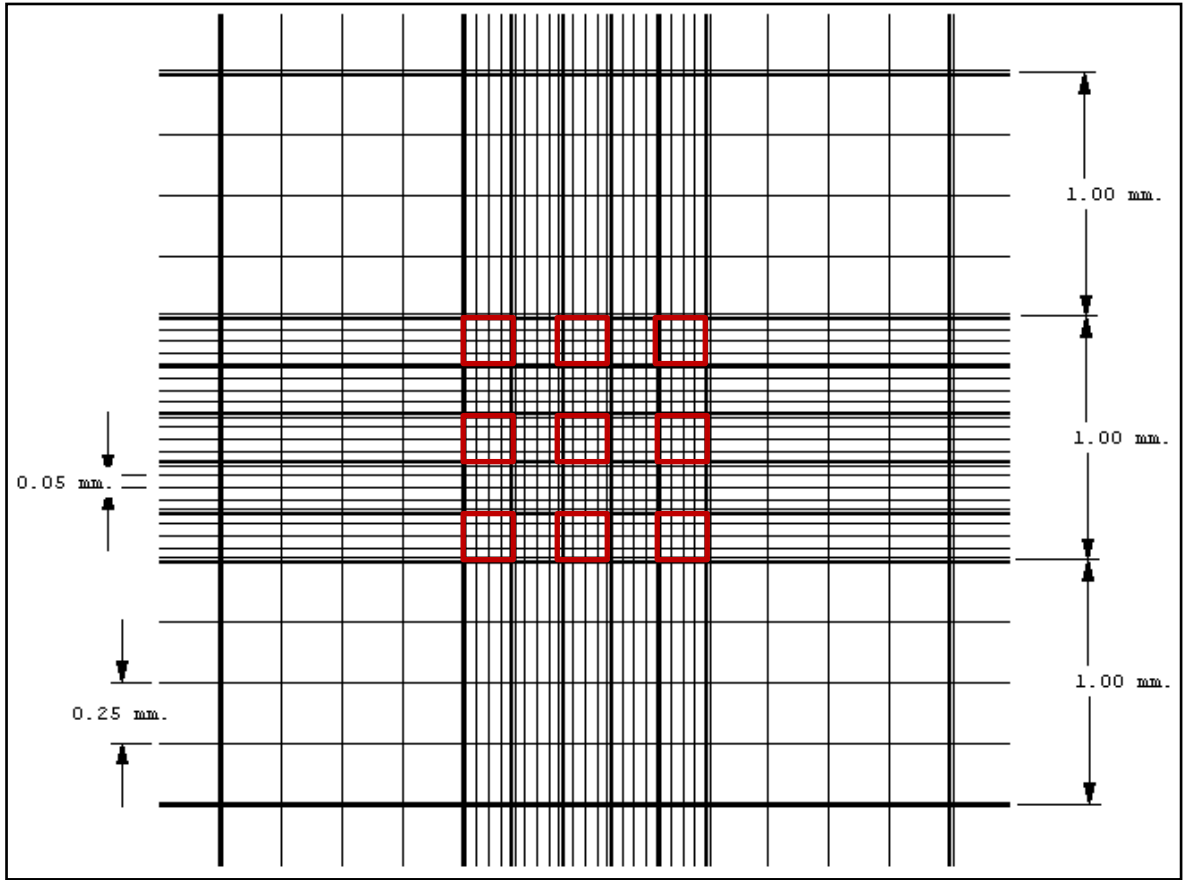
Ergin arılar öncelikle morfolojik olarak incelenmiştir. Genel vücut yapısının durumu, ekstremitelerin (bacaklar, kanatlar ve antenler) normal olup olmadığı ve diğer hastalık belirtilerinin var olup olmadığı kontrol edilmiştir. Daha sonra bal arılarının dış paraziti olan *Varroa destructor*'un varlığının tespit edilmesi amacıyla ergin arılar, ayrıntılı bir incelemeye tabi tutulmuştur. Disseksiyon mikroskobu altında arıların tüm vücut bölgeleri ve tüyleri bir pens aracılığıyla incelenmiştir.

3.3.2.2. Bal Arılarının Disseksiyonu

Ergin arıların abdomen bölgesinde bulunan bağırsaklarına yerleşen *Nosema* spp. sporlarının tespiti ve enfeksiyon düzeyinin belirlenmesi için bu sporların sayımı gerçekleştirilmiştir (Hornitzky, 2009).

Arazi sırasında aynı arılıktan toplanan ergin arıların abdomenleri vücudun diğer segmentlerinden ve ekstremitelerden bir pens yardımı ile ayrılarak bir kap içerisinde toplanmıştır. Bu işlem sırasında doğru bir sonuç elde etmek için en az 10, en çok 30 adet ergin arı kullanılması gerekmektedir (Hornitzky, 2009). Bağırsaklarda bulunan *Nosema* sporlarının elde edilebilmesi için ayrılan abdomenler iyice homojenize edilmiş, homojenatın üzerine 10 ml distile su

eklenerek homojenizasyona devam edilmiştir. Abdomen parçalarını ortamdan uzaklaştırmak için 3 katlı temiz gazlı bez kullanılarak hazırlanan örnek başka bir kaba süzölmüştür. Süzülen bu örnek 15 ml hacmindeki plastik santrifüj tüpüne aktarılıp 10 dakika boyunca 5000-6000 rpm arasında santrifüj edilmiştir. Santrifüj işleminden sonra iki faza ayrılan örneğin üst kısmı olan süpernatant dökülerek alt kısmı olan pelet, sayımda kullanılmıştır. Pelet kısmın üzerine, kullanılan ergin arı adeti başına 1 ml distile su eklenip vorteks ile peletin sıvıya karışması sağlanmış, pelet kısmı homojen bir şekilde sıvıya karıştıktan sonra Nosema sporu incelemesine geçilmiştir (Cantwell, 1970; OIE, 2008; Yalçınkaya et al., 2009).



Şekil 3.4. Neubauer lamı sayım alanı

Bu inceleme esnasında Neubauer lamı kullanılmıştır (Şekil 3.5.). Hazırlanan örnekten 100 µl neubauer lamı üzerine boşaltılmış, bir lamel ile lamın üzeri kapatılıp binoküler mikroskop altında inceleme yapılmıştır.

Neubauer lamı ergin arıların bağırsağında bulunabilecek *Nosema* sporlarının sayılması için kullanılmıştır. *Nosema* sporlarının sayımı ile koloninin enfeksiyon düzeyi hakkında fikir elde edilebilmektedir. Neubauer lamı üzerinde farklı boyutlarda alanlar bulunmaktadır. *Nosema* sporu sayım için Neubauer laminin ortasında bulunan içinde 16 karenin bulunduğu 0.004 mm³ hacimli alanlardan 9 tanesinde sayım yapılmaktadır. Bulunan spor sayısı 0.036 ile bölünerek 1 µl' deki spor sayısı bulunur. 1 ml'deki spor sayısına ulaşmak için ise bulunan sonuç 1000 ile çarpılır. Böylece 1 arı başına düşen *Nosema* sporu sayısı (spor/arı) hesaplanmış olur (Şekil 3.5.).

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

3.4. İstatistiksel Yöntemler

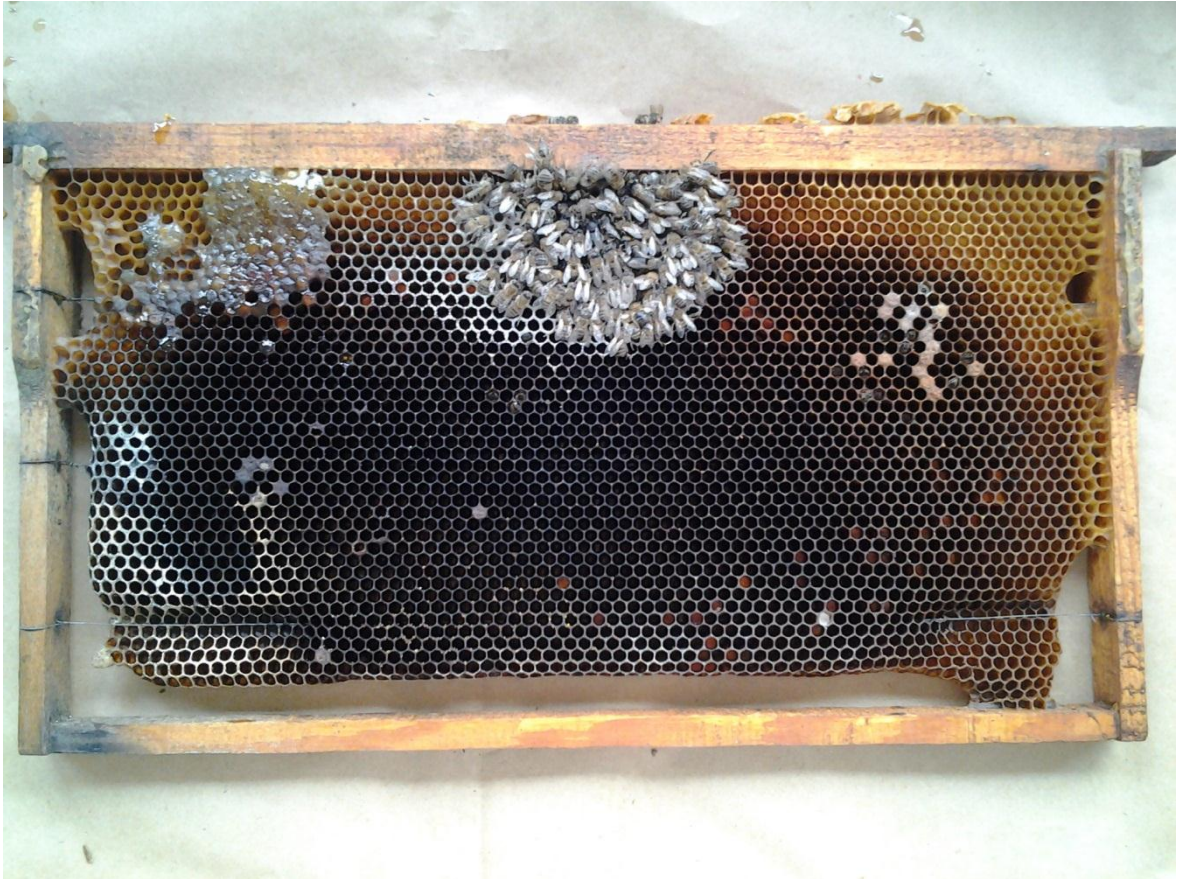
Laboratuvar çalışmaları ve anket sırasında elde edilen verilerin değerlendirilmesi için istatistiksel yöntemler kullanılmıştır. Buna göre; Isparta ve Burdur illeri arasındaki kış sonu ölüm oranları ve *Nosema* spor sayılarının karşılaştırılması için bağımsız t-testi, ilçeler arası *Nosema* spor sayılarının karşılaştırılması için Pearson Ki-kare testi, ilçeler arası kış sonu ölüm oranlarının karşılaştırılması için de tek yönlü Anova testi uygulanmıştır. Bunun dışında *Nosema* spp. spor sayısı, Rakım değeri, koloni yer değiştirme sayısı gibi faktörlerin kaybolan koloni sayısı ile ilişkisi olup olmadığını saptamak için Pearson korelasyon testi uygulanarak serpilme grafikleri ile sonuçlar desteklenmiştir.

4. BULGULAR

Yapılan deneysel çalışmaların sonuçları ve anket sırasında elde edilen bilgiler değerlendirilerek tablolar halinde sunulmuştur.

4.1. Petek rneklerinden Elde Edilen Bulgular

Burdur ve Isparta illerine yapılan arazi çalışması sırasında koloni kayıpları gözlenen kovanların içindeki yavrulu petekler gerek arazi sırasında gerekse paketlenip laboratuvar ortamında incelenmiştir. Laboratuvara getirilen her bir petek örneğinin durumuna bakılmıştır (şekil 4.1.).



şekil 4.1. Isparta ve Burdur illerinde bal arısı kayıpları gözlenen kovanlardan alınan petek ve üzerinde kümeleşmiş şekilde ölen ergin arıların genel görünümü (Fotoğraf: ErKay ZGR – Aygün YALÇINKAYA)

Laboratuvara getirilip incelenen petek örneklerinden elde edilen veriler tablolar halinde gösterilmiştir (izelge 4.1., izelge 4.2.).

Çizelge 4.1. Burdur ilinden toplanan yavrulu petek örneklerinin durumu

Örnek Numarası	Erkek Arı Gözü Varlığı	İşçi Arı Gözü Varlığı	Bal Varlığı	Polen Varlığı	Fungus Varlığı	Larval Hastalık Belirtisi	Renk Durumu
1	-	-	+	+	-	-	Koyu
2	-	-	-	-	-	-	Koyu
3	-	-	+	-	-	-	Koyu
4	-	+	-	-	+	-	Koyu
5	-	-	-	-	+	-	Koyu
6	-	+	+	-	-	-	Normal
7	-	+	+	-	-	-	Normal

Çizelge 4.2. Isparta ilinden toplanan yavrulu petek örneklerinin durumu

Örnek Numarası	Erkek Arı Gözü Varlığı	İşçi Arı Gözü Varlığı	Bal Varlığı	Polen Varlığı	Fungus Varlığı	Larval Hastalık Belirtisi	Renk Durumu
1	+	+	+	-	-	-	Normal
2	-	+	+	-	-	-	Koyu
3	-	+	+	+	-	-	Koyu
4	-	-	+	-	-	-	Koyu
5	-	-	+	-	-	-	Normal
6	-	-	-	-	+	-	Koyu
7	-	-	-	-	+	-	Koyu
8	-	+	+	-	+	-	Koyu
9	-	-	-	-	+	-	Koyu
10	-	-	+	-	+	-	Normal

4.2. Ergin Arı Örneklerinden Elde Edilen Bulgular

4.2.1. Vücut Yüzeyi İncelemesinden Elde Edilen Bulgular

Arazi sırasında toplanan ergin arılar laboratuvar ortamında incelenmiştir. Ergin arıların bacak ve kanatlarında herhangi bir deformasyona rastlanmamıştır. *Varroa destructor*'un varlığı açısından incelenen ergin arıların bazılarının vücut yüzeyinde akar tespiti yapılmıştır. Burdur ilindeki 38 arılıktan toplanan örneklerin 13'ünde, Isparta ilindeki 50 arılıktan toplanan örneklerin 19'unda *Varroa destructor* tespit edilmiştir (Şekil 4.2.).

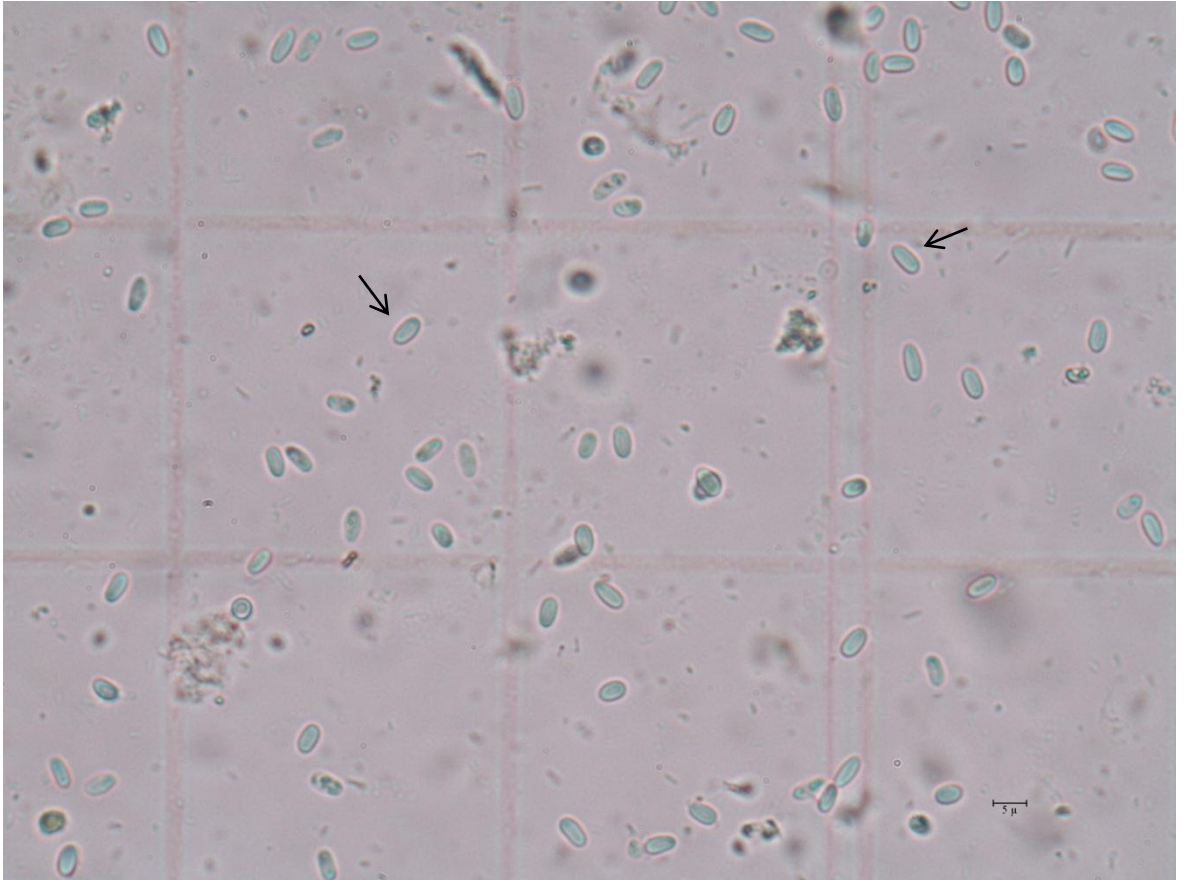


Şekil 4.2. İşçi arının toraksında foretik dişi *Varroa destructor* görüntüsü (Fotoğraf: Erkey ÖZGÖR)

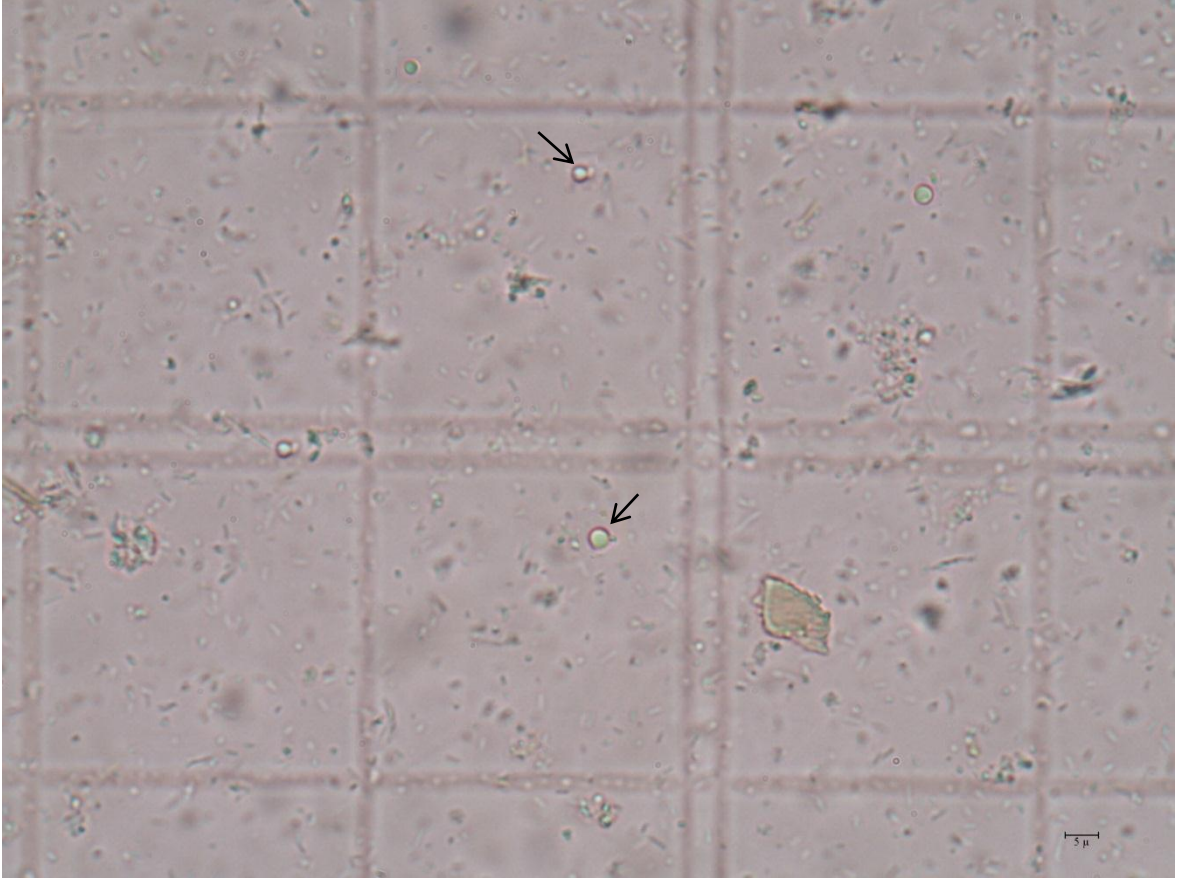
4.2.2. Disseksiyon İncelemesinden Elde Edilen Bulgular

Bal arılarının bağırsaklarının incelenmesi sırasında gerek *Nosema apis* gerekse *Nosema ceranae* tespiti yapılmıştır. Mikroskopik olarak iki tür de net bir şekilde ayrılmasına karşın moleküler düzeyde bir çalışma yapılmadığından olası olarak tür

teşhisi yapılmıştır. Ancak yine de iki tür arasında morfolojik olarak fark olduğundan teşhis yapılabilmektedir (Fries et al., 2006). Buna göre; Burdur ilindeki 38 arılıktan toplanan ergin arı örneklerinin 9'unda *Nosema apis*, 23'ünde ise *Nosema ceranae* tespit edilmiştir. Bir arılıkta her iki tür de bulunmuş, 5 arılıkta ise *Nosema* sporuna rastlanmamıştır. Isparta ilindeki 50 arılığın 18'inde *Nosema apis*, 22'sinde *Nosema ceranae* tespit edilmiştir. Arılıkların 3'ünde her iki tür de bulunmuş, 7'sinde ise hiçbir *Nosema* sporuna rastlanmamıştır (Şekil 4.3., Şekil 4.4.). *Nosema* türleri ve spor sayısı açısından elde edilen bulgular, tablolar halinde verilmiştir (Çizelge 4.3., Çizelge 4.4., Çizelge 4.5., Çizelge 4.6.).



Şekil 4.3. *Nosema apis*'in mikroskopik görünümü. Fotoğraf 5 µm ölçeklidir (Fotoğraf: Erkey ÖZGÖR- Edibe ÖZMEN)



Şekil 4.4. *Nosema ceranae*'nin mikroskopik görünümü. Fotoğraf 5 μm ölçeklidir
(Fotoğraf: Erkay Özgör- Edibe ÖZMEN)

Çizelge 4.3. Burdur ili ergin arı örneklerine ait Nosema türlerinin spor sayısı verileri

Arılık numarası	Olası Nosema Türü	Ortalama Nosema spor sayısı (Spor/arı)	Arılık numarası	Olası Nosema Türü	Ortalama Nosema spor sayısı (Spor/arı)
1	<i>N. apis</i>	21.5×10^6	20	<i>N. ceranae</i>	0.3×10^6
2	-	-	21	<i>N. ceranae</i>	0.6×10^6
3	<i>N. ceranae</i>	25.6×10^6	22	<i>N. ceranae</i>	0.8×10^6
4	-	-	23	<i>N. ceranae</i>	0.5×10^6
5	<i>N. apis</i>	3.6×10^6	24	<i>N. ceranae</i>	0.3×10^6
6	<i>N. apis</i>	2.9×10^6	25	<i>N. apis</i>	1.9×10^6
7	<i>N. apis</i>	5.8×10^6	26	<i>N. ceranae</i>	0.5×10^6
8	<i>N. apis- N. ceranae</i>	4.7×10^6	27	<i>N. ceranae</i>	0.7×10^6
9	<i>N. apis</i>	3.4×10^6	28	<i>N. ceranae</i>	1.0×10^6
10	<i>N. ceranae</i>	0.3×10^6	29	<i>N. ceranae</i>	1.4×10^6
11	-	-	30	<i>N. ceranae</i>	0.6×10^6
12	-	-	31	<i>N. ceranae</i>	0.5×10^6
13	<i>N. ceranae</i>	0.5×10^6	32	-	-
14	<i>N. ceranae</i>	1.0×10^6	33	<i>N. ceranae</i>	1.2×10^6
15	<i>N. ceranae</i>	0.3×10^6	34	<i>N. ceranae</i>	4.0×10^6
16	<i>N. apis</i>	1.9×10^6	35	<i>N. ceranae</i>	2.8×10^6
17	<i>N. apis</i>	1.7×10^6	36	<i>N. ceranae</i>	1.3×10^6
18	<i>N. ceranae</i>	0.4×10^6	37	<i>N. apis</i>	0.3×10^6
19	<i>N. ceranae</i>	3.1×10^6	38	<i>N. ceranae</i>	0.8×10^6

Çizelge 4.4. Isparta ili ergin arı örneklerine ait Nosema türlerinin spor sayısı verileri

Arılık numarası	Olası Nosema Türü	Ortalama Nosema spor sayısı (Spor/arı)	Arılık numarası	Olası Nosema Türü	Ortalama Nosema spor sayısı (Spor/arı)
1	<i>N. ceranae</i>	1.6×10^6	26	-	-
2	<i>N. ceranae</i>	4.7×10^6	27	<i>N. apis</i>	1.3×10^6
3	<i>N. apis</i>	22.3×10^6	28	-	-
4	<i>N. ceranae</i>	0.5×10^6	29	<i>N. apis</i>	2.8×10^6
5	<i>N. apis- N. ceranae</i>	7.6×10^6	30	-	-
6	<i>N. apis</i>	0.4×10^6	31	<i>N. apis</i>	4.3×10^6
7	<i>N. ceranae</i>	1.4×10^6	32	<i>N. ceranae</i>	0.6×10^6
8	<i>N. apis</i>	10.0×10^6	33	<i>N. apis</i>	1.9×10^6
9	<i>N. ceranae</i>	0.9×10^6	34	<i>N. ceranae</i>	0.5×10^6
10	<i>N. ceranae</i>	0.3×10^6	35	-	-
11	<i>N. ceranae</i>	0.6×10^6	36	<i>N. apis</i>	0.8×10^6
12	<i>N. apis</i>	8.7×10^6	37	<i>N. apis</i>	14.3×10^6
13	<i>N. ceranae</i>	0.3×10^6	38	<i>N. apis- N. ceranae</i>	2.8×10^6
14	<i>N. apis</i>	2.2×10^6	39	<i>N. apis</i>	15.6×10^6
15	<i>N. ceranae</i>	0.3×10^6	40	<i>N. ceranae</i>	5.2×10^6
16	<i>N. ceranae</i>	1.4×10^6	41	<i>N. apis</i>	14.6×10^6
17	<i>N. ceranae</i>	2.5×10^6	42	<i>N. apis</i>	35.0×10^6
18	<i>N. apis</i>	20.8×10^6	43	<i>N. ceranae</i>	2.5×10^6
19	<i>N. ceranae</i>	0.2×10^6	44	-	-
20	<i>N. apis</i>	0.3×10^6	45	<i>N. ceranae</i>	0.6×10^6
21	<i>N. ceranae</i>	1.3×10^6	46	<i>N. apis</i>	0.6×10^6
22	<i>N. ceranae</i>	0.3×10^6	47	<i>N. ceranae</i>	0.7×10^6
23	<i>N. ceranae</i>	0.4×10^6	48	<i>N. apis</i>	1.9×10^6
24	<i>N. ceranae</i>	1.4×10^6	49	-	-
25	<i>N. apis- N. ceranae</i>	2.8×10^6	50	-	-

Çizelge 4.5. Burdur ve Isparta illerine bağlı ilçelerde arı başına düşen ortalama spor sayıları

İl	İlçe	Ortalama Spor Sayısı	Standart Sapma
Burdur	Altınyayla	0.3×10^6	0
	Bucak	1.1×10^6	1.0×10^6
	Burdur (Merkez)	7.5×10^6	9.4×10^6
	Çeltikçi	1.3×10^6	0
	Göhlisar	1.0×10^6	1.1×10^6
	Kemer	1.4×10^6	2.0×10^6
	Tefenni	0.8×10^6	0
	Yeşilova	0.3×10^6	0
	Toplam	2.5×10^6	5.2×10^6
Isparta	Aksu	0.4×10^6	0.8×10^6
	Atabey	2.5×10^6	2.6×10^6
	Eğirdir	3.2×10^6	7.2×10^6
	Gelendost	0.8×10^6	0.8×10^6
	Gönen	7.3×10^6	10.2×10^6
	Isparta (Merkez)	0.7×10^6	0.5×10^6
	Keçiborlu	4.1×10^6	4.4×10^6
	Senirkent	2.1×10^6	0.2×10^6
	Sütçüler	1.2×10^6	1.2×10^6
	Şarkikaraağaç	10.9×10^6	7.0×10^6
	Uluborlu	2.5×10^6	3.6×10^6
	Yalvaç	14.3×10^6	14.7×10^6
	Yenişarbademli	0	0
	Toplam	4.0×10^6	7.0×10^6

Çizelge 4.6. Burdur ve Isparta illerinin *Nosema* spp.'ye ait spor yoğunluğunun incelenmesi

İl	Kovan Sayısı	Ortalama Spor Sayısı	Standart Sapma	Standart Hata	Minimum Değer	Maksimum Değer
Burdur	38	2.5×10^6	5.2×10^6	0.8×10^6	0	25.6×10^6
Isparta	50	4.0×10^6	7.0×10^6	1.0×10^6	0	35×10^6

4.3. Düzenlenen Anket Uygulamasından Elde Edilen Verilerin Değerlendirilmesi

Arazi çalışması esnasında Isparta ve Burdur illerindeki arıcılara düzenlenen anketteki sorulara göre veriler elde edilmiştir. Bu verilere göre il ve ilçelerde gözlenen arı ölümlerinin oranları, arılıkların arı ırkları ve kullanılan ilaçlar yönünden durumu ile iller ve arılıklar arasındaki ölüm oranlarının ilişkisi, gerekli karşılaştırmalar yapılarak tablolar ve grafikler halinde hazırlanmıştır (Çizelge 4.7., Çizelge 4.8., Çizelge 4.9., Çizelge 4.10., Çizelge 4.11., Çizelge 4.12., Çizelge 4.13., Çizelge 4.14., Çizelge 4.15., Çizelge 4.16., Çizelge 4.17) (Şekil 4.5., Şekil 4.6.).

Bunun dışında kolonilerin kışlatma ve uçuş ayları hakkındaki bilgiler anket ile belirlenmiştir. Buna göre Isparta ve Burdur illerinde bulunan 88 arılıktan 19'u ekim, 47'si kasım, 22'si ise aralık ayında kışlatmaya başlamış olduğu not edilmiştir. Kışlatmadan sonra ilk uçuş ayı olarak ise 20 aralık şubat, 58 aralık mart, 10 aralık nisan olarak belirtilmiştir.

Çizelge 4.7. Burdur iline ait Ekim 2011/ Nisan 2012 yılı koloni kaybı verileri

Arılık Numarası	2011 yılı kış başlangıcı koloni sayısı	2012 kış sonunda var olan Koloni		2012 kış sonuna kadar yok olan koloni		Arılık Numarası	2011 yılı kış başlangıcı koloni sayısı	2012 kış sonunda var olan Koloni		2012 kış sonuna kadar yok olan koloni	
		Sayısı	Oranı (%)	Sayısı	Oranı (%)			Sayısı	Oranı (%)	Sayısı	Oranı (%)
1	150	60	40	90	60	20	108	94	87	14	13
2	55	18	32.8	37	67.2	21	48	25	52.1	23	47.9
3	200	160	80	40	20	22	85	60	70.6	25	29.4
4	70	35	50	35	50	23	200	140	70	60	30
5	25	5	20	20	80	24	41	26	63.5	15	36.5
6	51	36	70.6	15	29.4	25	43	36	83.7	7	16.3
7	110	88	80	22	20	26	145	75	51.8	70	48.2
8	110	95	86.4	15	13.6	27	52	50	96.2	2	3.8
9	72	36	50	36	50	28	22	9	41	13	59
10	51	21	41.2	30	58.8	29	27	25	92.6	2	7.4
11	76	60	78.9	16	21.1	30	64	32	50	32	50
12	15	11	73.3	4	26.7	31	31	16	51.6	15	48.4
13	110	88	80	22	20	32	88	63	71.6	25	28.4
14	20	4	20	16	80	33	16	1	6.3	15	93.7
15	29	1	3.5	28	96.5	34	65	55	84.7	10	15.3
16	10	10	100	-	-	35	51	26	51	25	49
17	12	5	41.7	7	58.3	36	60	25	41.7	35	58.3
18	16	1	6.2	15	93.8	37	36	30	83.3	6	16.7
19	150	98	65.3	52	34.7	38	29	18	62.1	11	37.9

Çizelge 4.8. Isparta iline ait Ekim 2011/ Nisan 2012 yılı koloni kaybı verileri

Arılık Numarası	2011 yılı kış başlangıcı koloni sayısı	2012 kış sonunda var olan Koloni		2012 kış sonuna kadar yok olan koloni		Arılık Numarası	2011 yılı kış başlangıcı koloni sayısı	2012 kış sonunda var olan Koloni		2012 kış sonuna kadar yok olan koloni	
		Sayısı	Oranı (%)	Sayısı	Oranı (%)			Sayısı	Oranı (%)	Sayısı	Oranı (%)
1	180	160	88.9	20	11.1	26	30	28	93.3	2	6.7
2	52	49	94.2	3	5.8	27	100	70	70	30	30
3	48	25	87.3	23	12.7	28	53	15	28.4	38	71.6
4	40	36	90	4	10	29	80	60	75	20	25
5	130	17	13.1	113	86.9	30	53	46	86.8	7	13.2
6	128	80	62.5	48	37.5	31	40	1	2.5	39	97.5
7	41	34	83	7	17	32	64	40	62.5	24	37.5
8	100	70	70	30	30	33	195	170	87.2	25	12.8
9	45	5	11.1	40	88.9	34	22	1	4.6	21	95.4
10	25	10	40	15	60	35	25	5	20	20	80
11	130	100	76.9	30	23.1	36	15	2	13.4	13	86.6
12	165	125	75.8	40	24.2	37	130	85	65.4	45	34.6
13	140	125	89.3	15	10.7	38	70	42	60	28	40
14	140	100	71.4	40	28.6	39	140	130	92.9	10	7.1
15	100	75	75	25	25	40	140	136	97.1	4	2.9
16	85	63	74.1	22	25.9	41	25	14	56	11	44
17	45	30	66.7	15	33.3	42	41	39	95.2	2	4.8
18	101	80	79.3	21	20.7	43	90	80	88.9	10	11.1
19	85	60	70.6	25	29.4	44	100	94	94	6	6
20	31	16	51.7	15	48.3	45	70	70	100	-	-
21	16	5	31.3	11	68.7	46	42	38	90.5	4	9.5
22	60	45	75	15	25	47	45	37	82.2	8	17.8
23	105	65	61.9	40	38.1	48	75	69	92	6	8
24	150	130	86.7	20	13.3	49	60	35	58.3	25	41.7
25	25	20	80	5	20	50	65	40	61.6	25	38.4

Çizelge 4.9. Burdur ve Isparta illerinin Ekim 2011/ Nisan 2012 yılı koloni kayıplarına göre karşılaştırılması

Örneklerin toplandığı İl	Arılık Sayısı	2011 yılı kış başlangıcı koloni sayısı	2012 kış sonunda ölüm gözlenen koloni sayısı	Ortalama kış sonu ölüm oranı (%)
Burdur	38	2543	905	35.6
Isparta	50	3937	1065	27.1

Çizelge 4.10. Burdur ve Isparta illerindeki arılıkların koloni sayısına göre kış sonu ölüm oranlarının karşılaştırılması

İl	1-50 koloni			51-500 koloni		
	Arılık sayısı	2011 yılı kış girişi koloni sayısı	Ortalama koloni kaybı (%)	Arılık sayısı	2011 yılı kış girişi koloni sayısı	Ortalama koloni kaybı (%)
Burdur	16	420	49.9	22	2123	35.0
Isparta	18	601	44.5	32	3336	25.5

Çizelge 4.11. Anket verilerine göre Burdur ve Isparta illerindeki arılıklarda bulunan arı ırklarının durumu

İl	<i>Apis mellifera anatoliaca</i>	Yerli ırk (Muğla)	Melez ırk (Kafkas)
Burdur	4	4	30
Isparta	2	5	43
Toplam	6	9	73

Çizelge 4.12. Anket verilerine göre Burdur ilindeki kış sonu arı ölümlerinin arı ırkları yönünden karşılaştırılması

Burdur	2011 yılı kış girişi koloni sayısı	2012 kış sonunda ölüm gözlenen koloni sayısı	Ortalama koloni kaybı (%)
<i>Apis mellifera anatoliaca</i>	346	113	32.7
Yerli ırk (Muğla)	258	53	20.5
Melez ırk (Kafkas)	1939	739	38.1

Çizelge 4.13. Anket verilerine göre Isparta ilindeki kış sonu arı ölümlerinin arı ırkları yönünden karşılaştırılması

Isparta	2011 yılı kış girişi koloni sayısı	2012 kış sonunda ölüm gözlenen koloni sayısı	Ortalama koloni kaybı (%)
<i>Apis mellifera anatoliaca</i>	182	48	26.4
Yerli ırk (Muğla)	505	78	15.4
Melez ırk (Kafkas)	3250	939	28.9

Çizelge 4.14. Isparta ve Burdur illerinde arıcıların kullandığı kovan içi kimyasal maddeler ve kullanılan arılık sayısı

Kimyasal Maddeler	Isparta	Burdur	Toplam
Flumetrin	7	2	9
Amitraz	36	18	54
Organofosfat Kumafoz	6	3	9
Piretroit Fluvalinat	-	1	1
Organik Asitler	5	8	13
Fumagillin	3	3	6
Antibiyotik	3	1	4

Çizelge 4.15. Burdur ve Isparta illerinde görülen arı ölümlerinin laboratuvar çalışması ve düzenlenen anket ile belirlenen olası nedenleri

Olası Ölüm Nedeni	Burdur (%)	Isparta (%)
Nosema	34.1	32
Varroa	5.2	4
Arıcı Aktiviteleri	10.5	8
Açlık	2.6	6
Yoğun ilaç Kullanımı	2.6	8
İklim	-	2
Ana Arı Kaybı	2.6	-
Birlikte Etkileşimler	42.4	40

Çizelge 4.16. Isparta ilinde örnek toplanan ilçeler arasındaki koloni kaybı verilerinin karşılaştırılması

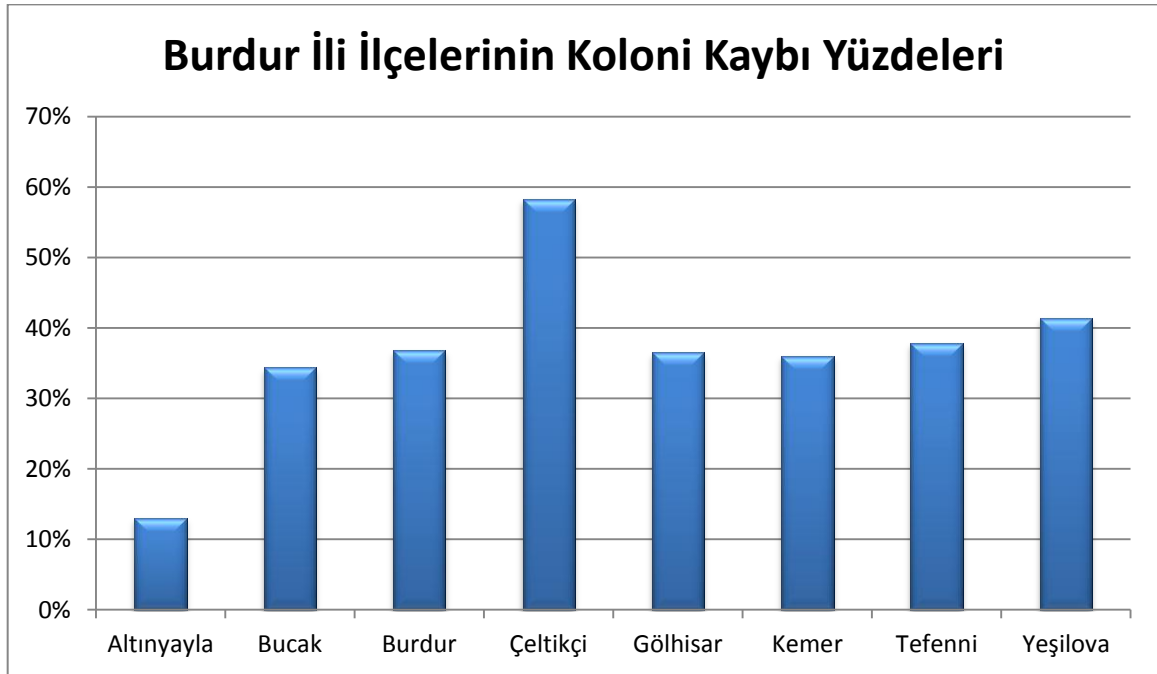
İlçe	2011 yılı kış başlangıcı koloni sayısı	2012 kış sonunda var olan koloni sayısı	2012 kış sonunda ölüm gözlenen koloni sayısı	Ortalama kış sonu ölüm oranı (%)
Aksu	225	145	80	35.6
Atabey	104	41	63	60.6
Eğirdir	515	374	141	27.4
Gelendost	257	178	79	30.7
Gönen	320	270	50	15.6
Isparta (Merkez)	340	284	56	16.5
Keçiborlu	444	206	238	53.6
Senirkent	215	169	46	21.4
Sütçüler	311	231	80	25.7
Şarkikaraağaç	340	257	83	24.4
Uluborlu	540	420	120	22.2
Yalvaç	296	269	27	9.1
Yenişarbademli	30	28	2	6.7



Şekil 4.5. Isparta ili ilçelerinin koloni kaybı yüzde oranları

Çizelge 4.17. Burdur ilinde örnek toplanan ilçeler arasındaki koloni kaybı verilerinin karşılaştırılması

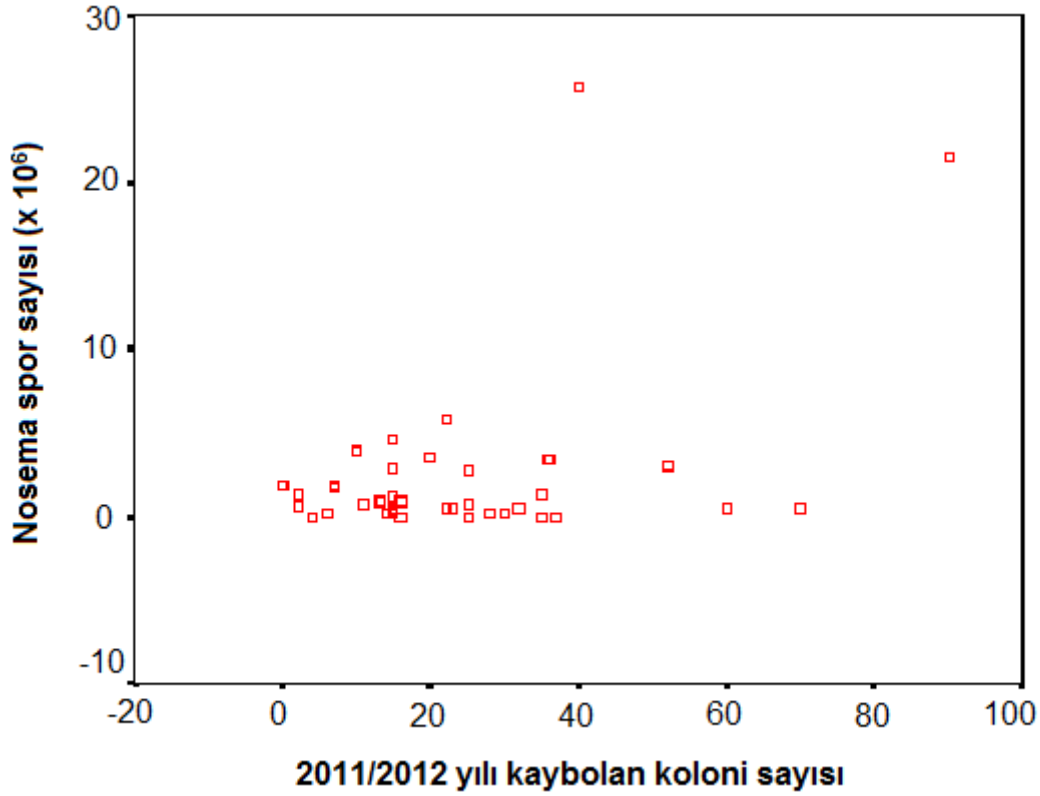
İlçe	2011 yılı kış başlangıcı koloni sayısı	2012 kış sonunda var olan koloni sayısı	2012 kış sonunda ölüm gözlenen koloni sayısı	Ortalama kış sonu ölüm oranı (%)
Altınyayla	108	94	14	13.0
Bucak	839	550	289	34.4
Burdur (Merkez)	843	533	310	36.8
Çeltikçi	60	25	35	58.3
Göhlhisar	438	278	160	36.5
Kemer	139	89	50	36.0
Tefenni	29	18	11	37.9
Yeşilova	87	51	36	41.4



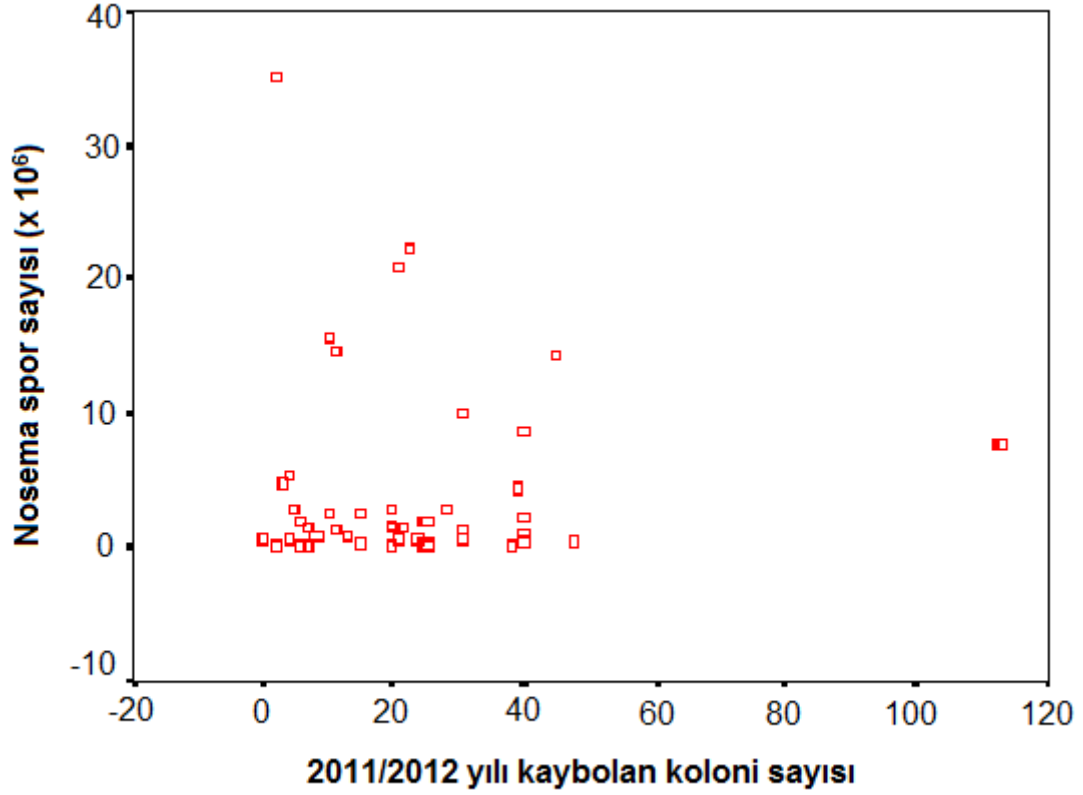
Şekil 4.6. Burdur ili ilçelerinin koloni kaybı yüzde oranları

4.4. İstatistiksel Değerlendirme Sonuçları

Laboratuvar çalışmaları ve anket uygulamasından elde edilen tüm bulgular istatistiksel olarak incelenmiş ve çıkan sonuçlara göre değerlendirmeleri yapılmıştır. İstatistiksel çalışmalarda, arı ölümleri ile bazı etkenler arasında herhangi bir ilişki olup olmadığı korelasyon analizleri ile belirlenmiş, iller ve ilçeler arası benzerlik ve farklılıklar istatistiksel testler ile saptanmıştır (Çizelge 4.18., Çizelge 4.19., Çizelge 4.20., Çizelge 4.21., Çizelge 4.22., Çizelge 4.23., Çizelge 4.24., Çizelge 4.25., Çizelge 4.26.) (Şekil 4.7., Şekil 4.8., Şekil 4.9., Şekil 4.10, Şekil 4.11., Şekil 4.12.) (Sümbüloğlu ve Sümbüloğlu, 2005).



Şekil 4.7. Burdur iline ait *Nosema* spp. spor sayısı ile koloni kayıpları oranı arasındaki ilişkinin serpilme (saçılma) grafiği ile gösterilmesi



Şekil 4.8. Isparta iline ait *Nosema* spp. spor sayısı ile koloni kayıpları oranı arasındaki ilişkinin serpilme (saçılma) grafiği ile gösterilmesi

Çizelge 4.18. Isparta ve Burdur illerinde meydana gelen arı ölümlerinin sayısı ile *Nosema* türlerinin spor sayısı arasındaki ilişkisinin karşılaştırılması

İl	Pearson Korelasyonu	
Isparta	Korelasyon katsayısı	0.020
	p	0.893
	n	50
Burdur	Korelasyon katsayısı	0.177
	p	0.289
	n	38

Isparta ilinde arı ölümleri ile *Nosema* spp. spor sayısı arasında herhangi bir doğrusal ilişki yoktur ($r=0.020$).

Burdur ilinde arı ölümleri ile *Nosema* spp. spor sayısı arasında herhangi bir doğrusal ilişki yoktur ($r=0.177$).

Çizelge 4.19. Burdur ve Isparta illerinin *Nosema* türlerinin spor yoğunluğu açısından karşılaştırılması (bağımsız t-testi)

İl	Arılık Sayısı	t	ss	p
Burdur	38	-1.072	86	0.29
Isparta	50			

$p > 0.05$ olduğu için *Nosema* spor sayısı açısından Burdur ve Isparta illeri arası fark önemli değildir.

Çizelge 4.20. Burdur ili ilçelerinin *Nosema* spor sayısı açısından karşılaştırılması (Tek yönlü Anova testi)

	KT*	Sd**	KO***	F	p
İlçeler	293.110	7	41.873	1.734	0.139
Hata	724.372	30	24.146		
Toplam	1017.482	37			

*Kareler Toplamı ** Serbestlik Derecesi ***Kareler Ortalaması

Burdur ili ilçeleri ile *Nosema* spor sayısı arasındaki ilişki $p > 0.05$ düzeyinde anlamsızdır.

Çizelge 4.21. Isparta ili ilçelerinin *Nosema* spor sayısı açısından karşılaştırılması (Tek yönlü Anova testi)

	KT*	Sd**	KO***	F	p
İlçeler	820.076	12	68.340	1.613	0.130
Hata	1567.911	37	42.376		
Toplam	2387.987	49			

*Kareler Toplamı ** Serbestlik Derecesi ***Kareler Ortalaması

Isparta ili ilçeleri ile *Nosema* spor sayısı arasındaki ilişki $p > 0.05$ düzeyinde anlamsızdır.

Çizelge 4.22. Burdur ve Isparta illerinin arı ölümleri açısından karşılaştırılması (Bağımsız t-testi)

İl	Arılık Sayısı	t	ss	p
Burdur	38	1.621	86	0.109
Isparta	50			

Isparta ve Burdur illeri arasında $p > 0.05$ düzeyinde koloni kayıplarının oranı bakımından fark önemli değildir.

Çizelge 4.23. Burdur ili ilçelerinin koloni kayıpları açısından karşılaştırılması (Pearson Ki-kare)

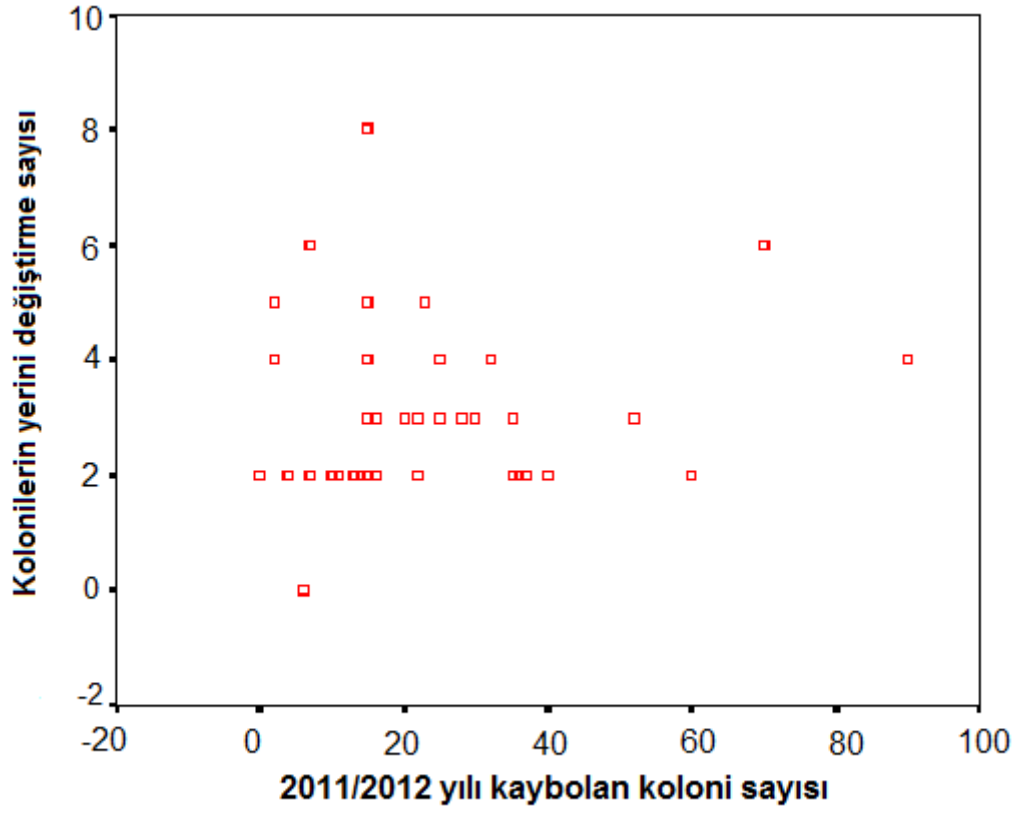
Burdur	n	Pearson Ki-Kare	ss	p
İlçeler	2643	45.538	7	0.000

$p < 0,05$ olduğu için ilçeler arasındaki farklılık önemli düzeydedir.

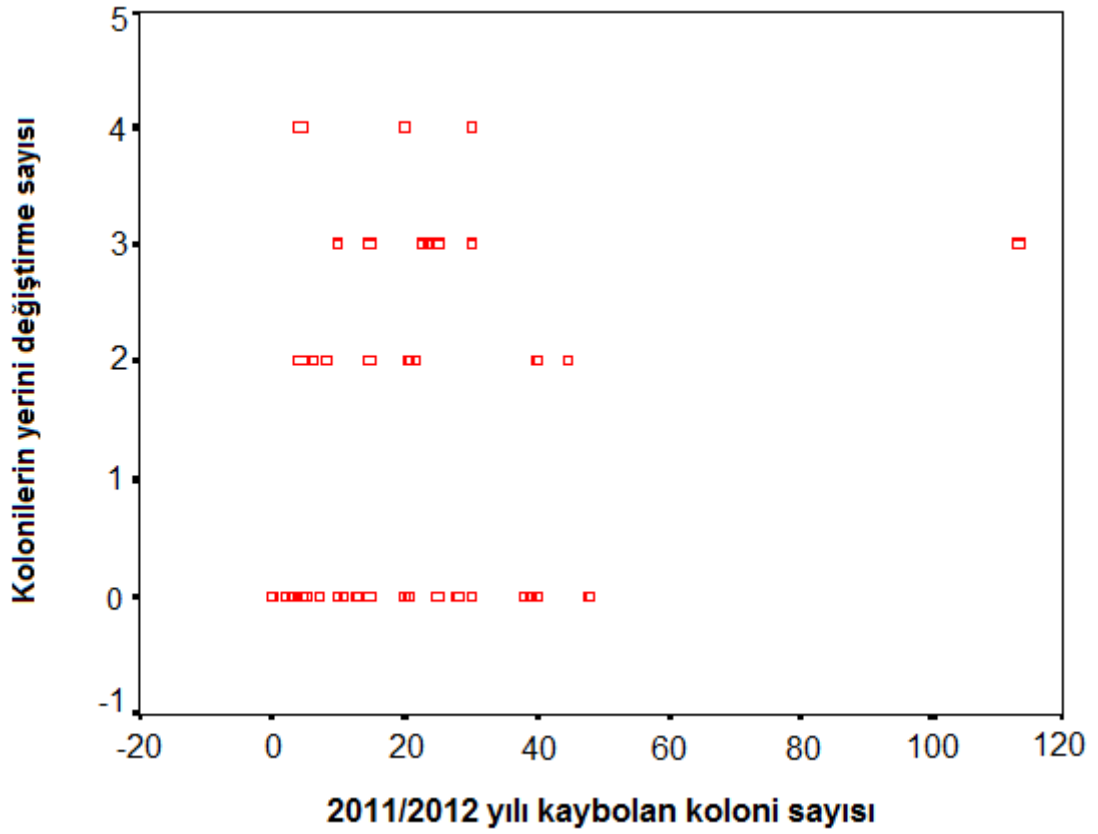
Çizelge 4.24. Isparta ili ilçelerinin koloni kayıpları açısından karşılaştırılması (Pearson Ki-kare)

Isparta	n	Pearson Ki-Kare	ss	p
İlçeler	3937	334.254	12	0.000

$p < 0,05$ olduğu için ilçeler arasındaki farklılık önemli düzeydedir.



Şekil 4.9. Burdur iline ait kolonilerin yer değiştirme sayısı ile koloni kayıpları oranı arasındaki ilişkinin serpilme (saçılma) grafiği ile gösterilmesi



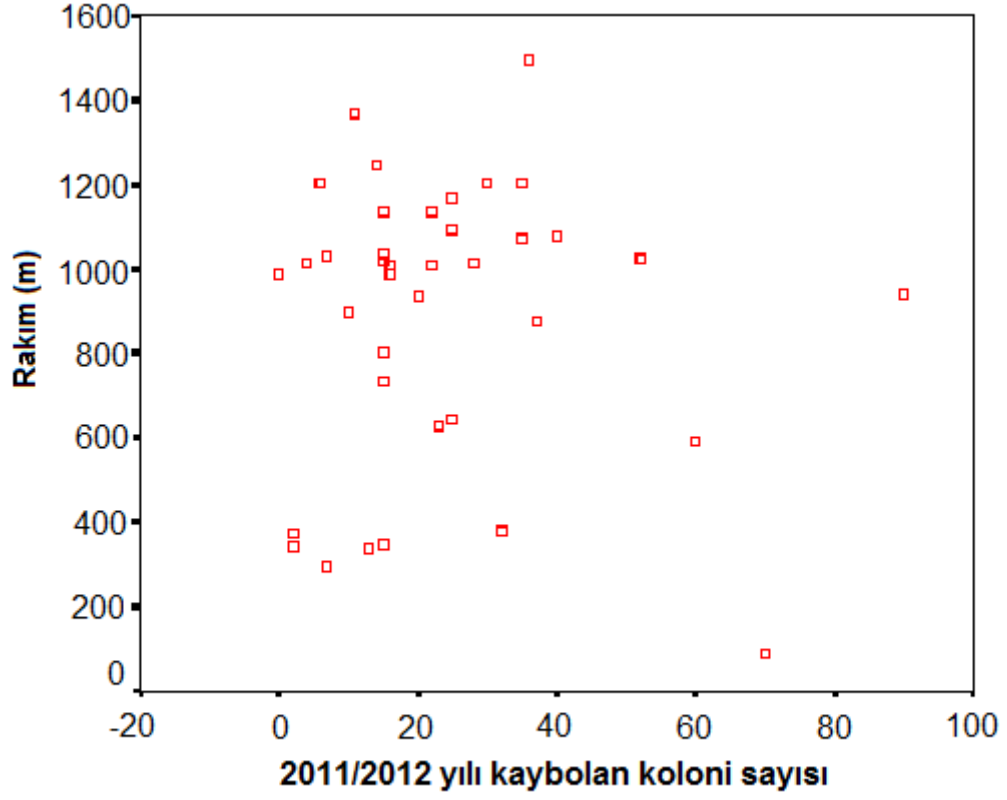
Şekil 4.10. Isparta iline ait kolonilerin yer değiştirme sayısı ile koloni kayıpları oranı arasındaki ilişkinin serpilme (saçılma) grafiği ile gösterilmesi

Çizelge 4.25. Isparta ve Burdur illerinde meydana gelen arı ölümlerinin sayısının kolonilerin yer değiştirme sıklığına göre ilişkisi

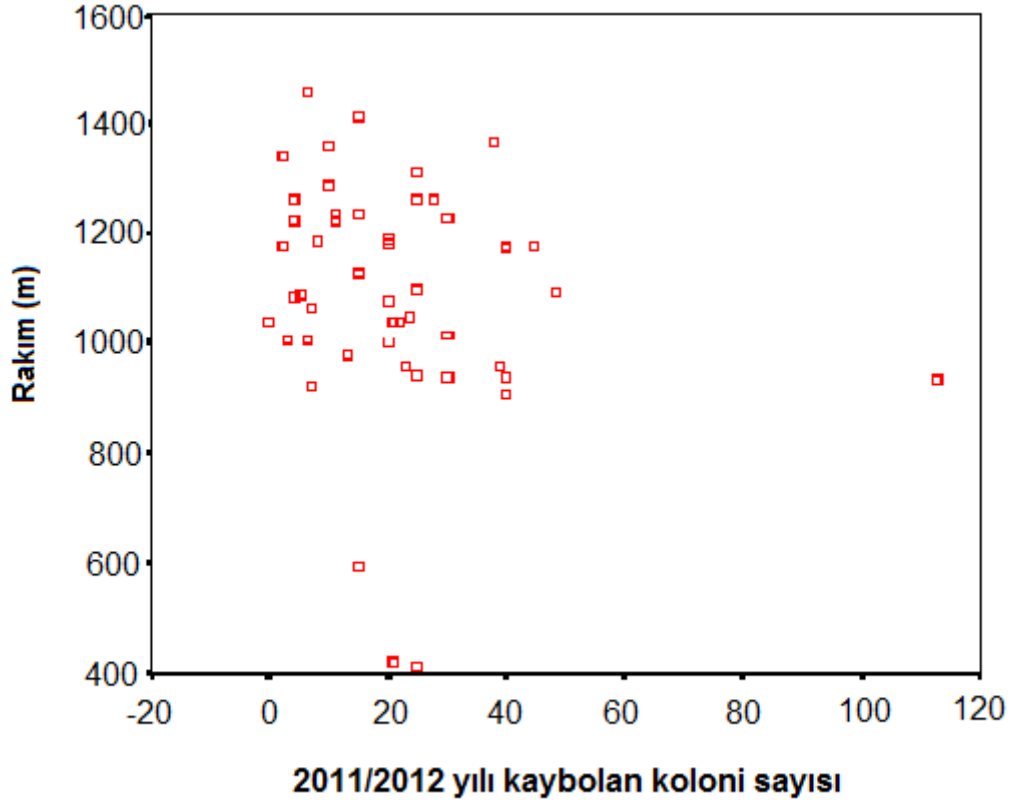
İl	Pearson Korelasyonu	
Isparta	Korelasyon katsayısı	0.167
	p	0.247
	n	50
Burdur	Korelasyon katsayısı	0.110
	p	0.510
	n	38

Isparta ilinde arı ölümleri ile koloni yer değiştirme sıklığı arasında herhangi bir doğrusal ilişki yoktur ($r=0.167$).

Burdur ilinde arı ölümleri ile koloni yer değiştirme sıklığı arasında herhangi bir doğrusal ilişki yoktur ($r=0.110$).



Şekil 4.11. Burdur iline ait arılıkların rakımı ile koloni kayıpları oranı arasındaki ilişkinin serpilme (saçılma) grafiği ile gösterilmesi



Şekil 4.12. Isparta iline ait arılıkların rakımı ile koloni kayıpları oranı arasındaki ilişkinin serpilme (saçılma) grafiği ile gösterilmesi

Çizelge 4.26. Isparta ve Burdur illerinde meydana gelen arı ölümlerinin, arılıkların bulunduğu yükseklik (rakım) ile ilişkisinin karşılaştırılması

İl	Pearson Korelasyonu	
Isparta	Korelasyon katsayısı	-0.178
	p	0.216
	n	50
Burdur	Korelasyon katsayısı	-0.041
	p	0.808
	n	38

Isparta ilinde arı ölümleri ile rakım arasında herhangi bir doğrusal ilişki yoktur ($r=-0.178$).

Burdur ilinde arı ölümleri ile rakım arasında herhangi bir doğrusal ilişki yoktur ($r=-0.041$).

5. TARTIŞMA

Bal arıları ile insanlar arasındaki ilişki uzun yıllar önce başlamış, günümüze kadar teknolojinin gelişmesi ve olanakların artmasıyla gelir düzeyi yüksek bir uğraş alanı haline gelmiştir. İnsanlar tarafından en çok yetiştirilen ve en fazla ekonomik öneme sahip böcek olan bal arılarına, bitkilerin tozlaşmasındaki görevinden dolayı geleceğin garantisi olarak bakılmaktadır. Ancak son yıllarda birçok ülkede olduğu gibi Türkiye’de de yoğun olarak arı ölümlerinin görüldüğü rapor edilmiştir (Özkırım, 2012a). Türkiye genelinin coğrafik ve mevsimsel farklılığı ile bitki kaynaklarının çeşitliliği arıcılık sektörü için avantaj olarak görülse de coğrafik ve mevsimsel değişiklikler arı hastalıkları için uygun bir ortam oluşturabilmekte ve arılarda stres yaratacak her türlü çevresel faktöre neden olabilmektedir. Yüksek oranlarda gözlenen arı ölümleri ve olası nedenleri, başta bilim adamları olmak üzere arı ile uğraşan tüm insanların ilgisini çekmiş ve bu durum üzerinde araştırmalar yapmaya yönlendirmiştir.

Isparta ve Burdur illeri, Türkiye’deki birçok ile kıyasla, coğrafik ve mevsimsel olarak çeşitlilik göstermektedir. Bu illerin; Akdeniz, Ege ve İç Anadolu bölgelerinin birleştiği yerde bulunması, her üç bölgeye ait iklimsel ve coğrafik yapıya sahip olmasına neden olmuştur. Bu nedenle yöredeki her bir arılık diğer arılıklardan farklı bir ortamda bulunmaktadır. Dolayısıyla bu illerde arıcılık, bilinçli ve dikkatli yapılması gereken bir uğraş alanı olmaktadır.

Isparta ve Burdur illerinde arı ölümlerinin oranını belirlemek ve bu ölümlerde etkili olası nedenleri tespit etmek amacıyla yapılan bu çalışmada, arazi çalışması sırasında arıcılara düzenlenen anket ile gerekli veriler kaydedilmiş ve arazi sırasında toplanan yavrulu peteklerin durumu kontrol edilip ergin arı örnekleri hastalıklar açısından incelenmiştir.

Burdur ilinde bulunan arılıklardaki arı kaybı meydana gelen kovanlardan alınan 7 adet yavrulu petek örneğinin incelenmesi sonucunda; peteklerin 3’ünde işçi arı gözü bulunurken erkek arı gözü tespit edilmemiştir (Çizelge 4.1.). Aynı şekilde Isparta ilindeki arılıklardan alınan 10 adet çıtalı petek örneğinin incelenmesinde; peteklerin 1’inde erkek arı gözü bulunurken 4’ünde işçi arı gözü tespit edilmiştir

(Çizelge 4.2.). Ayrıca Burdur ilinden alınan peteklerin 4'ünde bal, 1'inde ise polen bulunurken, Isparta ilinden alınan peteklerin 7'sinde bal, 1'inde polen tespit edilmiştir. İşçi arı gözünün bulunduğu peteklerde kapalı göz sayısı oldukça az bulunmuştur. Bal arılarının uzun bir süre besin olarak kullanacağı nektar ve poleni topladığı ve bal yaptığı mevsim olan ilkbahara güçlü bir şekilde girmesi gerekmektedir. Kış sonunda içinde ergin arı bulunmayan kovanlardaki çıtalı peteklerde az sayıda işçi arı gözü bulunması; "ana arının kovana terk etmesi ve koloninin devamlılığının engellenerek koloninin yok olması" ile açıklanabilmektedir.

Burdur ve Isparta ilinden toplanan petek örnekleri makroskobik olarak fungus varlığı açısından incelendiğinde; Burdur örneklerinin 2'sinde, Isparta örneklerinin ise 5'inde fungus bulunmuştur. Nemli ortamlarda kolayca üreyebilen ve her ortama adapte olabilen fungusların bulunduğu petek örneklerinin hepsi, arazi sırasında nehir kenarında bulunan ve birçok materyal ile sıkıca sarılan kovanlardan alınmıştır. Bu kovanlarda nemin yüksek olduğu ve kovanların içinin ıslak görünümlü olduğu arazi sırasında gözlemlenmiştir. Ancak fungusların bal arısı larvalarını enfekte edip ölümlerinde etkili olduğu bilindiğinden, topladığımız fungus bulunan petek örneklerinde yavru gözü olmaması veya çok az sayıda olması nedeniyle bu durum arı ölümleri ile ilişkilendirilmemektedir (Vojvodic et al., 2011).

Peteklerde yavru gözlerin heterojen bir halde dağılması ve yavru gözlerin üzerinin delikli bir görünüm alması, yavru gözlerin içe çökük ve bu gözlerle özenin batırılıp çekilmesiyle larvanın uzaması gibi belirtiler Amerikan Yavru Çürüklüğü (American Foulbrood-AFB) ve Avrupa Yavru Çürüklüğü (European Foulbrood-EFB)'nin belirtileridir (Genersch, 2010). Hem Isparta hem de Burdur illerinden alınan petek örneklerinde herhangi bir yavru çürüklüğü belirtisine rastlanmamıştır. Bu belirtilerin aksine yavru gözler incelendiğinde herhangi bir bulguya rastlanmamış ve kapalı gözlerdeki bal arılarının pupa evresinde olduğu görülmüştür. Bu durum peteklerde herhangi bir yavru çürüklüğü hastalığı olmadığını göstermiştir.

Yavrulu petek örneklerinin birçoğunun koyu renkli ve eski olması bu illerde arıcılığın yeteri kadar bilinçli bir şekilde yapılmadığını göstermektedir. Bakteri sporları yıllarca petek içinde canlılığını koruyabilmektedir. Ayrıca birçok bakteri ve kimyasal ilaç da petekte kalıntı oluşturabilmektedir. Yavru hastalıkları gelişiminin

engellenmesi ve bal, polen gibi arı ürünlerinde kirliliğin önlenmesi için, arıcıların hijyen kurallarına sıkı biçimde uymaları, sterilize edilmemiş hazır petekler ve arıcılık malzemelerini kullanmamaları gerekmektedir (T.C. Arıcılık Yönetmeliği, 2011).

Arazi çalışması sırasında Burdur ve Isparta illerinden toplanan ergin arı örnekleri laboratuvar ortamında hastalıklar açısından incelenmiştir. İncelenen ergin arı örneklerinin ekstremitelerinde herhangi bir deformasyon görülmemiştir. Özellikle viral hastalıklarda görülen; kanatların gelişmemesi ve tüylerin dökülmesi gibi belirtiler gözlenmemiştir. Her ne kadar semptomatik olarak virüs olmadığı söylenebilse de, bu çalışmada virüslerin teşhisi için gereken moleküler yöntemler kullanılmadığından kesin bir tanı konmamıştır. Ayrıca, toplanan ergin arı örneklerine olası virüs bulaşımı yeni gerçekleştiyse, belirtilerin görülmesi zaman almaktadır. Ergin arı örneklerinde virüsün olmadığını söylemek için daha detaylı çalışmalara gereksinim vardır. Nitekim yapılan çalışmalarda, herhangi bir morfolojik belirti görülmeden, birçok virüsün moleküler teşhisi yapılmıştır (Blanchard et al., 2008; Topolska et al., 2008; Glover et al., 2011).

Ergin arı örneklerinin vücut yüzeyinin taranması sonucunda Burdur ilinden toplanan 38 örnekten 13'ünde, Isparta ilinden toplanan 50 örnekten 19'unda *Varroa destructor* tespiti yapılmıştır (Şekil 4.2.). *Varroa destructor*, ergin arıların vücut yüzeyinde bulunmasının yanı sıra yavru gözlerde üremesi ve kullanılan ilaçlar nedeniyle ergin arı üzerinden kovana düşmesi nedeniyle, petek gözlerde ve kovan dibinde daha çok bulunmaktadır. OIE (2008b)'nin de arı hastalık etkenlerini belirlemek için oluşturduğu standartlara göre; *Varroa* akarının teşhisi için, kovan dibi ve yavru göz kontrolünden sonra, ergin arı vücut yüzeyi taranmakta ve 200-250 ergin arıya gereksinim duyulmaktadır. Bu çalışmadaki örneklerin toplanma şekli gözönünde bulundurulduğunda; her bir kovandan 30 adet olarak alınan ergin arıların vücut yüzeylerinde *V. destructor*'un bulunma olasılığı düşük olduğundan, *V. destructor*'un az sayıda örnekte tespit edilmesi, normal bir sonuç olarak kabul edilebilir. Bu örnekleme ile elde edilen sonuçlara göre de Burdur ve Isparta illerindeki arılıklarda önemli miktarda *Varroa* akarının bulunduğu söylenebilir. Burdur ve Isparta ilindeki arıcılarla yapılan ankete göre; tüm arılıklarda *V. destructor*'a karşı farklı etken maddeleri içeren ilaçlar kullanıldığı anlaşılmıştır.

Ancak yoğun şekilde kullanılan ilaçlara rağmen, illerden toplanan 88 örneğin 1/3'ünde *Varroa* akarının tespit edilmesi, ilaçların bilinçsiz ve prospektüsüne uygun şekilde kullanılmadığını, dolayısı ile bu ilaçların etken maddelerine karşı direnç geliştirilmiş olabileceğini göstermektedir. Kanada'da yapılan çalışmalarda farklı seviyelerdeki *Varroa* enfestasyonuna sahip kolonilerde, azalan koloni popülasyonlarının ve kış sonu ölümlerinin esas nedeni olarak, *Varroa destructor* bulunmuştur. Aynı şekilde Norveç'teki kış sonu ölümleri için *Varroa* akarlarının anahtar rol oynadığı kabul edilmektedir (Dahle, 2010; Guzman-Novoa et al., 2010). *V. destructor*'un son yıllarda özellikle bal arısı virüsleri olmak üzere birçok patojeni, koloniden koloniye taşıdığının tespit edilmesi, *V. destructor*'un önemini bir kat daha arttırmıştır. *Varroa*-virüs etkileşiminin ölümleri arttırabileceği bilindiğinden *V. destructor* ile mücadele bilinçli bir şekilde yapılmalıdır (Boecking and Genersch, 2008).

Ergin arı örneklerinin *Nosema* spp. mikroskopik incelenmesi ile elde edilen sonuçlara göre; Burdur ilinden alınan 38 örnekten 9'unda *Nosema apis*, 23'ünde *Nosema ceranae*, 1 tanesinde ise hem *N. apis* hem de *N. ceranae* türüne rastlanmıştır. Beş örnekte ise hiçbir *Nosema* türüne rastlanmamıştır (Çizelge 4.3.). Isparta ilinden alınan 50 örnekten 18'inde *Nosema apis*, 22'sinde *Nosema ceranae*, 3 tanesinde ise hem *Nosema apis* hem de *Nosema ceranae* türüne rastlanmıştır. 7 örnekte ise hiçbir *Nosema* türüne rastlanmamıştır (Çizelge 4.4.). *Nosema ceranae*'nin *N. apis*'e göre her iki ilde de daha fazla görülmesi *N. ceranae*'nin daha baskın hale geçtiğini göstermiştir. *N. ceranae*'nin *Apis mellifera* türüne geçmesiyle beraber *N. apis*'in yerini almaya başlaması, rekabette daha üstün bir tür olduğunu göstermektedir. Virulansı yüksek bir parazit olması da bu durumu açıklamaktadır (Klee et al., 2007; Paxton et al., 2007).

Burdur iline ait ergin arı örnekleri *Nosema* spp. sporları açısından incelendiğinde, il genelinin arı başına düşen *Nosema* sporu ortalaması 2.5×10^6 olarak bulunmuştur. Maksimum değer olarak 25.6×10^6 spor sayımı yapılırken bazı örneklerde hiçbir *Nosema* türü bulunmamıştır (Çizelge 4.6.). Yüksek miktarda bulunan *Nosema* spor sayısının arıları etkileyebilecek düzeyde olduğu görülmektedir. *Nosema* spor sayısı ile kış sonu arı kayıpları arasında herhangi bir korelasyon varlığının testi için yapılan istatistiki çalışmalarda, r (korelasyon

katsayısı) değerinin 0.177 olarak bulunması Burdur ilindeki arı kayıpları ile *Nosema* spor sayısı arasında doğrusal bir ilişki olmadığını göstermektedir (Çizelge 4.18) (Şekil 4.7.). İstatistiksel karşılaştırmaya ait serpilme grafiğinde de herhangi bir ilişki bulunmadığı görülmektedir. Burdur ilinde görülen arı kayıplarına tek neden olarak *Nosema* türlerinin gösterilemeyeceği anlaşılmaktadır.

Isparta iline ait ergin arı örnekleri *Nosema* türleri açısından incelendiğinde, ilin genelinde arı başına düşen *Nosema* spor sayısının ortalaması 4.0×10^6 olarak bulunmuştur. Maksimum spor sayısı olarak 35×10^6 bulunurken bazı örneklerde hiçbir *Nosema* türü saptanmamıştır (Çizelge 4.6.). Isparta ilindeki spor yoğunluğunun Burdur iline göre fazla olmasında hem bilinçsiz arıcı uygulamalarının hem de çevresel faktörlerin etkili olabileceği düşünülmektedir. *Nosema* spor sayısı ile kış sonu arı kayıplarının oranı arasındaki ilişkiyi belirlemek için yapılan istatistiksel çalışmada r değerin 0.020 olarak bulunmuştur (Çizelge 4.18) (Şekil 4.8.). Bu değer ve serpilme grafiğine göre Isparta ilinde de arı kayıpları ile *Nosema* spor sayısı arasında doğrusal bir ilişki olmadığını görülmektedir. Isparta ilinde de koloni kayıplarının oranı, *Nosema* spor sayısı ile ilişkili olmadığından arı ölümlerinin tek nedeni olarak görülmemektedir. Nitekim, yapılan çalışmalarda *N. ceranae*'nin hem sağlıklı hem de arı kaybı görülen kolonilerde aynı düzeyde bulunması, arı ölümlerinde doğrudan bir etkisi olmadığı gösterilmiştir (CCD working group, 2006). Ancak bazı arı kayıplarında yüksek oranda varlığı ise koloni kayıplarına katkıda bulunduğunu göstermektedir (Cox-Foster et al., 2007; vanEngelsdorp et al., 2009).

Burdur ve Isparta illeri arasında *Nosema* spor sayısı açısından herhangi bir fark olup olmadığı istatistiksel çalışmalarla incelenmiş ve iller arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır (Bağımsız T-testi) (Çizelge 4.19.). İklimsel yapının *Nosema* aktivitesini etkilediği bilindiğinden aynı iklime sahip iki ilde *Nosema* spor sayısı bakımından fark bulunmaması beklenen bir durumdur.

Burdur ve Isparta ili İlçelerinin kendi içinde *Nosema* spor sayısı arasındaki ilişkisi incelendiğinde; her iki il içinde $p > 0.05$ düzeyinde anlamsız bulunmuştur (Çizelge 4.20, Çizelge 4.21.). Hem Burdur hem de Isparta ilinin ilçeleri arasında *Nosema*

spor sayısının değişken olması, ilçelerde görülen farklı çevresel koşulların etkili olabileceğini göstermektedir.

Nosema türleri ile mücadelede dikkat edilmesi gereken en önemli olay ilaçlamanın doğru dozda ve doğru zamanda yapılmasıdır. Hastalığa karşı kullanılan tek ilaç Fumagillin etken maddesi içeren ilaçlardır. Ancak enfeksiyon düzeyine göre ilaç dozu gerektiğinden, bilinçli bir uygulama için, spor sayısının bilinmesi gerekmektedir (FAO, 2006).

Arıcılara düzenlenen anket sırasında elde edilen verilere göre; Ekim 2011/Nisan 2012 yılı kış döneminin ardından meydana gelen arı ölümlerinin oranı Burdur ili genelinde %35.6, Isparta ili genelinde ise %27.1 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.9.). Her iki ile ait oranlar kış sonu arı ölümlerinin yüksek olduğunu göstermektedir. 2006 yılından beri Türkiye’de de görülen yoğun arı kayıpları, 2011 yılında Türkiye genelinde %11.2 değerlerine kadar düşmüştür (Özkırım et al., 2011). Ancak 2012 yılında Isparta ve Burdur illerinde görülen yoğun arı ölümleri, Türkiye genelinde de bir artışın olabileceğini işaret etmektedir.

Isparta ve Burdur illerinin arı ölümleri açısından karşılaştırılması için yapılan istatistiksel çalışmalarda; iki il arasında herhangi bir fark olmadığı saptanmıştır (Çizelge 4.22.). Her ne kadar Burdur ilinde görülen arı kayıplarının oranı Isparta’ya göre fazla olsa da istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır ($p>0.05$).

Burdur ve Isparta illerinin kendi ilçeleri arasında arı ölümleri açısından yapılan istatistiki çalışmalarda; hem Isparta hem de Burdur ilçelerinin kendi içlerinde anlamlı olduğu ($p<0.05$) belirlenmiştir (Çizelge 4.23., Çizelge 4.24.). Bu durum, her ilin kendi içinde, ilçeleri arasında farklı arı ölümleri oranlarına sahip olduğunu göstermektedir. Özellikle aynı ilin bazı ilçeleri arasında, coğrafik yapılarda keskin farklar olmasından dolayı, ilçeler arasında farklı ölüm oranları bulunması normal bir durumdur.

Kış sonu arı ölüm oranları koloni sayısı bakımından incelendiğinde; Burdur iline ait 1-50 arasında koloni bulunan arılıklarda arı ölümleri %49.9, 51-500 arasında koloni bulunan arılıklarda ise %35 bulunmuştur (Çizelge 4.10.). Isparta iline ait 1-

50 arasında koloni bulunan arılıklarda arı ölümleri %44.5, 51-500 arasında koloni bulunan arılıklarda ise %25.5 bulunmuştur. Elde edilen bu sonuçlar, hobi olarak arıcılık yapan insanların profesyonel arıcılara göre daha bilinçsiz ve yetersiz olduğunu göstermektedir. van der Zee et al. (2012)'a göre; birçok ülkede yapılan anketlerden elde edilen sonuçlar, arı ölümlerinin görüldüğü arılıkların çoğunun 1-50 koloniye sahip olduğunu göstermiştir. Bu durum, hobi arıcılıkla uğraşanların dünya genelinde de daha çok kayba uğradığını ortaya koymuştur.

Burdur ve Isparta illerindeki 88 arıcıyla düzenlenen anket ile, arı ırklarının durumu belirlenmiştir (Çizelge 4.11). 73 arılıkta melez arı ırkı, 9 arılıkta yerli arı ırkı, 6 arılıkta ise *Apis mellifera anatoliaca* kullanıldığı kaydedilmiştir. Melez ırk olarak Kafkas melezi kullanıldığından arıcıların daha fazla verim alabilmek için melez ırk seçimine gittiği görülmektedir. Kafkas arısı olan *Apis mellifera caucasica*'nın uzun dili ile birçok çiçekten nektar toplayabilmesi, arıcıların Kafkas ırkına karşı yönelmesini sağlamıştır. (Kence, 2006). Anket sırasında arıcılardan elde ettiğimiz verilere göre; Burdur ilindeki arılıklarda kullanılan arı ırkları ile arı ölümlerinin oranları karşılaştırıldığında melez ırkın olduğu kolonilerde %38.1 koloni kaybı tespit edilmiştir (Çizelge 4.12.). En düşük değer, %20.1 koloni kaybı yüzdesi ile yerli ırkın bulunduğu kolonilerde görülmektedir. Arı ırklarının normal yaşam bölgelerinin dışında kullanılması, o bölgeye yeterince uyum sağlayamayarak ölümlere neden olabilmektedir. Yerli arı ırkının, bulunduğu bölgeye en iyi adapte olabilen ırk olmasından dolayı en düşük koloni kaybı oranının yerli kolonilerde görülmesi normal bir durumdur. Isparta ilindeki arılıklarda kullanılan arı ırkları ile arı ölümlerinin oranları karşılaştırıldığında melez ırkın olduğu kolonilerde %28.9 koloni kaybı tespit edilmiştir (Çizelge 4.13.). En düşük değer ise Burdur ilindeki kolonilerde olduğu gibi %15.4 koloni kaybı yüzdesi ile yerli ırkın bulunduğu kolonilerde görülmektedir. Burdur ilinin sonucuna benzer şekilde yerli ırk dışında farklı ırkların bölgede kullanımı, uyum sorunu oluşturacağından ölümlerin artışına sebep olmaktadır. Nitekim, Giray et al. (2007)'un Türkiye'de görülen arı kayıpları araştırmasında, yöresi dışında kullanılan arı ırklarında daha fazla kayıp tespit edilmiş ve yerli ırk seçimine gidilmesi ile arı ölümlerinin azaltılabileceği sonucuna varılmıştır.

Arıcıların bal arısı patojen ve zararlıları ile mücadele etmek için kullandıkları kovan içi ilaçların durumu incelendiğinde; özellikle *Varroa destructor*'a karşı etken maddesi farklı birçok ilaç kullanıldığı saptanmıştır (Çizelge 4.14.). Arılıklarda; amitraz flumethrin, organofosfat kumafoz, piretroit fluvalinat gibi etken maddelere sahip ilaçlar kullanılmıştır. Ancak bunlar içinde en fazla tercih edilen amitrazdır. Bu durum arıcıların amitraz içerikli ilaçları *Varroa* kontrolü için etkili olarak gördüğünü göstermektedir. Burdur ilinde örnek toplanan 38 arılıktan 18'inde amitraz içerikli ilaçlar kullanılmasına rağmen 8 arılıkta organik asit kullanıldığı tespit edilmiştir. Bu durum arıcıların balda kalıntı bırakmayan ilaçlara yönelmeye başladığını göstermektedir. Ancak farklı etken maddelere sahip ilaçları kullanan arıcıların olması bölgenin *Varroa* mücadelesinde yetersiz olduğunu ortaya koymaktadır. Bazı arılıklarda amitraz içerikli ilaçlar ile flumethrin ve piretroit fluvalinat etken maddeli ilaçlar aynı anda kullanılmaktadır. Bu arılıklarda *Varroa destructor* ile *Nosema* spp. bulunmaması, iki farklı gruba ait ilaçların etkileşimi ile kolonilerde ölümlerin görüldüğünü düşündürmektedir. Isparta ili genelinde örnek toplanan 50 arılıktan 36'sında amitraz içerikli ilaçlar, 5'inde ise organik asitler kullanılmaktadır. Isparta ilinde arıcıların amitraz kullanımını tercih ettikleri, organik asitleri ise yeterince kullanmadıkları görülmüştür. Oysa, *Varroa* ile mücadelede organik asitler tercih edilmesi gereken bir yöntemdir. Ancak bölge arıcılarının organik asitlerin etkileri ve kullanımı hakkında yeterince bilgi sahibi olmadığı anlaşılmaktadır. Burdur ilinde de görüldüğü gibi, bazı arılıklarda amitraz, flumethrin ve piretroit fluvalinat etken maddeli ilaçların aynı anda kullanılması, bazı kolonilerdeki ölümlerin nedeni olabilir. Farklı gruptaki kimyasallar ile yapılan çalışmalardan biri olan deltamethrin (piretroit) ve prochloraz (fungisit) etkileşimi ile arı ölümlerinin arttığı gösterilmiştir (Colin and Belzunces, 1992). Aynı şekilde nikotinoidler (acetamiprid ve thiacloprid) ve fungisitlerin etkileşiminin bal arılarında toksisiteyi artıran bir durum olduğu saptanmıştır (Iwasa et al., 2004).

Kovanlarda bakteriyel hastalıklara karşı antibiyotik kullanımı yasak olmakla beraber, az sayıda da olsa, antibiyotik kullanan arıcıya rastlanmıştır. Hem arılardaki hastalık etkeni bakterilerin direnç kazanmalarına hem de bal arısı mikroflorasının tahrip olmasına neden olduklarından, antibiyotiklerin kullanımı sakıncalıdır.

Bahçe ve tarımsal alanlarda kullanılan pestisitlerin, son yıllarda gözlenen koloni kayıpları ile ilişkisi kesin olarak kanıtlanamamıştır. Sentetik ve organik pestisitlerin bal arılarında neden olduğu zararlar, koloni kayıplarında gözlenen durumdan farklı olduğundan, pestisitlerin koloni kayıpları üzerine doğrudan bir etkisinin olmadığı düşünülmektedir. Hatta koloni kaybı gözlenen kovanlarda yapılan incelemelerde imidakloprid ve fipronile bağlı olarak meydana gelen koloni ölümlerine rastlanmamıştır (vanEngelsdorp et al., 2009; Garrido-Bailón et al., 2010).

Her ne kadar tek başına bir pestisit koloni çöküşüne neden olmadığı gösterilmiş ise de pestisitlerin bu ölümlere katkısı ve birçok pestisit biraradaki etkileşimi kış sonu ölümlerinde etkili olabilmektedir (Johnson et al., 2010). Johansen (1979), bitkilerin çiçeklenme devresinde ilaçlanmasının çok yüksek düzeyde arı ölümlerine neden olduğunu saptamıştır. Araştırmacı, özellikle meyve ağaçları gibi çiçeklenme devresi kısa süren bitkilerde bu durumun göz önünde tutulmasının, arıların ilaçlardan etkilenmesini ve arı ölümlerini önemli derecede azaltacağını öne sürmüştür.

Gezginci arıcılığın birçok arıcı tarafından yapıldığı Burdur ve Isparta illerinde sabit arıcı sayısı oldukça azdır. Gezginci arıcılık yapan arıcıların birçoğu ise bir sene içinde iki kereden fazla kolonilerinin yerini değiştirmektedir. Burdur ilinde koloni yer değiştirme sayısı ile arı kayıpları arasında herhangi bir korelasyon olup olmadığını anlamak için yapılan istatistiki çalışmalarda, r değeri 0.110 olarak bulunmuştur (Çizelge 4.25.) (Şekil 4.9.). Burdur ilindeki arı kayıpları ile koloni yer değiştirme sayısı arasında doğrusal bir ilişki olmadığını görülmektedir. Isparta ilinde koloni yer değiştirme sayısı ile arı kayıplarının oranı arasındaki ilişki araştırıldığında, Burdur ilinin sonucuna benzer şekilde r değeri 0.167 olarak bulunmuş ve herhangi bir ilişki saptanmamıştır (Çizelge 4.25.) (Şekil 4.10.). Fakat birçok kez kolonilerin yerini değiştirmenin bal arılarında stres oluşturabilecek bir durum olduğu da bilinen bir gerçektir (UNEP, 2010). Kolonilerin farklı iklime ve coğrafik yapıya sahip yerler arasında gezdirilmesi, arılarda doğrudan ölümlere neden olmamaktadır. Ancak arılarda stres oluşturarak, başka faktörlerin arı ölümlerine neden olmasını tetiklemektedir. Ratia (2012)'ya göre; arı kayıpları üzerinde etkili birçok faktör bulunmakta ve gezginci arıcılığa bağlı stres oluşumu da, bu faktörlerden biri olarak görülmektedir.

Türkiye'deki bazı illerin rakımı il genelinde de benzer değerlerde görülse de Isparta ve Burdur illerinde arılıkların bulunduğu rakımlar çok farklı değerler alabilmektedir. Arazi çalışması sırasında Burdur ilindeki arılıkların bulunduğu rakım ile arı ölümlerinin oranı korelasyon analizi ile karşılaştırıldığında; r değerinin -0.178 olarak bulunması ve korelasyona bağlı serpilme grafiğinin doğrusal olmaması, rakım değeri ile arı ölümlerinin oranı arasında ilişkinin olmadığını göstermektedir (Çizelge 4.26.) (Şekil 4.11.). Aşırı yüksek rakımlarda olmadığı sürece farklı rakımlarda yapılan arıcılığın arı ölümlerinde etkisi olmadığı görülmüştür. Isparta ilindeki arılıkların bulunduğu rakım ile arı ölümlerinin oranı korelasyon analizi ile karşılaştırıldığında; r değerinin -0.041 olarak bulunması Burdur ilinin sonucundaki gibi rakım değeri ile arı ölümlerinin oranı arasında ilişkinin olmadığı sonucunu vermektedir (Çizelge 4.26.) (Şekil 4.12.). Isparta ilinde de rakım değeri ile ölümler arasında ilişki bulunmaması rakım değerine bağlı ölümlerin gerçekleşmesinin düşük bir ihtimal olduğunu göstermektedir.

Arazi sırasında arıcılardan elde edilen bilgiler ve laboratuvarında incelenen örneklerden elde edilen verilere göre; Burdur ve Isparta illerinde görülen arı ölümlerinin olası nedenleri tespit edilmiştir (Çizelge 4.15.). Burdur ilindeki arılıkların %42.4'ünde birden fazla faktörün arı ölümlerinde etkili olduğu düşünülmektedir. Hem *Nosema* spp. varlığı hem de yanlış teknik uygulamalar, arılarda açlık meydana getirmekte, bu durum arıların kış sonunda ölümlerini arttırmaktadır. Ekim 2011/ Nisan 2012 kış mevsiminin geçen senelere göre daha soğuk ve daha uzun geçmesi nedeniyle, arıların yetersiz gıda alımının ölümlere sürüklediği yorumu yapılabilir. Burdur ilindeki arılıkların %34.1'inde diğer olası faktörlerin bulunmayıp yoğun miktarda *Nosema* spp. sporunun bulunması, bu arılıklardaki ölümlerde baskın olduğunu ve Nosemosis ile mücadelede yetersiz olduğunu göstermektedir. Bunun yanı sıra bazı arılıklarda arıcı aktiviteleri, Varroa varlığı, açlık, Varroa'ya karşı yoğun ilaç kullanımı ve kraliçe arı kaybı gibi nedenler arı ölümlerinde etkili olmuştur. Ancak bu faktörler bazı arılıklarda etkili olduğundan tüm arı ölümlerini temsil etmemektedir.

Isparta ili arılıkları kış sonu arı ölümlerinin olası nedenleri açısından incelendiğinde; arılıklarındaki ölümlerin %40'ında Burdur ilindeki gibi birden fazla

faktörün etkili olduğu görülmüştür. Arılarda stres oluşturabilecek faktörlerin ve *Nosema* spp. gibi bazı hastalık etkenlerinin bir arada bulunması, ölümleri tetikleyen bir durum olarak karşımıza çıkmaktadır. Arılıklardaki ölümlerin %32'sinde ise yoğun *Nosema* spp. sporunun tespit edilmesi, özellikle *Nosema ceranae*'ya bağlı arı ölümlerin olduğunu göstermektedir. Bu kovanlardaki arı ölümlerinin *N. ceranae*'ya bağlı hastalık belirtileri ile örtüştüğünden ölümleri azaltmak için Nosemosis ile mücadele etmek gerektiği sonucuna varılmaktadır. Bunun yanı sıra arıcı aktiviteleri, Varroa varlığı, açlık, Varroa'ya karşı yoğun ilaç kullanımı ve iklimsel etkiler gibi olası nedenlerin, bazı arılıklardaki ölümlerde etkili olduğu düşünülmüş, ancak bu nedenlerin görülme sıklığının az olması, yüksek oranlarda arı ölümlerine sebep olmadığı sonucunu ortaya koymuştur.

Küresel ısınma ile *N. ceranae*'nın *A. mellifera*'da görülmeye başlaması, koloni kayıplarının nedeni olarak *N. ceranae* ile etkileşen bazı faktörler olabileceğini düşündürmektedir. *N. ceranae*'nın enfeksiyon düzeyi ile sıcaklık arasında doğrusal bir ilişki bulunduğundan, enfeksiyona bağlı ölümler artmaktadır. Bunun yanı sıra, floral kaynakların eksikliği ve habitat kaybı, arıların ölümleri üzerinde etkili olurken, ek olarak *N. ceranae* varlığı ile bal arılarında ölümlerin arttığı ve tek başına etkili olabilen faktörlerin, birlikte daha fazla etki gösterebileceği düşünülmüştür (Paxton, 2010).

Bal arıları üzerinde besinsel strese neden olan parazitler açlık etkisini arttırabilmektedir. Açlık çeken kolonilerde parazitlere bağlı olarak besinsel stres yükselmektedir. *N. ceranae* ile enfekte olan işçi arılar yüksek bir açlık düzeyi sergilemektedir. Parazitin neden olduğu düşük enerji durumunun, açlık çeken kolonilerde arıların ömrünü azaltıp, arıların kaybına katkıda bulunduğu saptanmıştır (Mayack and Naug, 2009; Naug and Gibbs, 2009). Diğer bir parazit olan *Varroa destructor* ise enfeste ettiği işçi arıda vitellojenin depolama kapasitesini azaltıp, kışlatma yeteneğini etkilemektedir. Bu durumda da besinsel strese bağlı olarak kış sonu ölümleri artışı görülmektedir (Amdam et al., 2004).

Sonuç olarak; birçok olumsuz faktör etkileşiminin, hem Burdur hem de Isparta ili arı kayıplarına neden olduğu düşünülmektedir. Ayrıca geçen senelere göre kış mevsiminin daha sert ve uzun geçmesi de arı kayıplarını etkilemiş olabilir. Ne

yazık ki, Isparta ve Burdur illerinde arıcılık ile uğraşan insanların, arı hastalıkları ve arıcılık konusunda eğitimsiz ve yetersiz olduğu saptanmıştır. Bu durum, arıları etkileyerek kolonilerin zayıflamasına ve arı ölümlerinin artmasına neden olmaktadır. Arıcılık konusunda arıcılarımızın ileriki yıllarda daha bilinçli olması ile arı ölümlerinin görülme oranının azalacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Ailouane ,Y., Lambin, M., Armengaud, C., El Hassani, A., Gary, V., 2009, Subchronic exposure of honeybees to sublethal doses of pesticides: effects on behavior, *Environmental Toxicology and Chemistry*, 28, 113-122.
- Al-Abbadi, A.A., Hassawi, D.S., Abu-Mallouh, S.A., Al-Mazra'awi, M.S., 2010, Novel detection of Israeli acute paralysis virus and Kashmir bee virus from honeybees *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae) of Jordan using reverse transcriptase PCR technique, *Applied Entomology and Zoology*, 45(1), 183-190.
- Alaux, C., Ducloz, F., Crauser, D., Le Conte, Y., 2010a, Diet effects on honeybee immunocompetence, *Biology Letters*, 6, 562-565.
- Alaux, C., Brunet, J.L., Dussaubat, C., Mondet, F., Tchamitchan, S., Cousin, M., Brillard, J., Baldy, A., Belzunces, L.P., Le Conte, Y, 2010b, Interactions between *Nosema* microspores and a neonicotinoid weaken honeybees (*Apis mellifera*), *Environmental Microbiology*, 12, 774-782.
- Allen, M., Ball, B.V., 1996, The incidence and world distribution of honey bee viruses, *Bee World*, 77, 141-162.
- Amdam, G.V., Simões, Z.L.P., Hagen, A., Norberg, K., Schrøder, K., Mikkelsen, Ø., Kirkwood, T.B.L., Omholt, S.W., 2004, Hormonal control of the yolk precursor vitellogenin regulates immune function and longevity in honeybees, *Experimental Gerontology*, 39, 767-773.
- Anderson, D., East, L.J., 2008, The latest buzz about colony collapse disorder, *Science*, 319, pp 724-725, doi:10.1126/Science.319.5864.724c.
- Anderson, D. L., Trueman, J.W.H., 2000, *Varroa jacobsoni* (Acari: Varroidae) is more than one species. *Experimental and Applied Acarology*, 24, 165-189.

- Atkins, E.L., 1992, Injury to honey bees by poisoning. In: J.M. Graham (ed.), *The Hive and the Honey Bee*, Rev. Dadant and Sons, Hamilton, IL., 1324 p.
- Bacandritsos, N., Granato, A., Budge, G., Papanastasiou, I., Roinitoli, E., Caldon, M., Falcaro, C., Gallina, A., Mutinelli, F., 2010, Sudden deaths and colony population decline in Greek honey bee colonies, *Journal of Invertebrate Pathology*, 105, 335-340.
- Bailey, L., Ball, B. V., 1991, *Honey bee pathology*, Academic Press, London, United Kingdom.
- Bailey, L., Woods, R.D., 1977, Two more small RNA viruses from honey bees and further observations on sacbrood and acute bee-paralysis viruses, *Journal of General Virology*, 37, 175-182.
- Bailey, L., Gibbs, A.J., Woods, R.D., 1963, Two viruses from adult honey bee (*Apis mellifera* Linnaeus), *Virology*, 21, 390-395.
- Ball, B.V., 1989, *Varroa jacobsoni* as a virus vector. In: Cavalloro, R. (Ed.), *Present status of Varroosis in Europe and progress in Varroa mite control*, Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg, pp.241-244.
- Barnes, G., 1972, Beekeeper continue to suffer pesticide losses, *A. Dept. Com. Apiary Bd. Bul.*, 9(1), 1-2.
- 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.
- Black, J.G., 2008, *Microbiology: Principles and Exploration*, Seventh edition, Wiley & Sons, New Jersey, U.S.

- Blanchard, P., Schurr, F., Celle, O., Cougoule, N., Drainudel, P., Thiéry, R., Faucon, J.P., Ribière, M., 2008, First detection of Israeli acute paralysis virüs (IAPV) in France, a dicistrovirus affecting honeybees (*Apis Mellifera*), Journal of Invertebrate Pathology, 99, 348-350.
- Bocquet, M., 1994, Feeding (Honey Bees), ISBN: 2-905851-07-4, 158 p.
- Bodla, R., Kumar, Y., Sharma, S.K., 2009, Effect of sugar feeding on *Apis mellifera* L. colonies build up and storage during dearth period, Annals of Plant Protection Sciences, 17, 103-106.
- Boecking, O., Genersch, E., 2008, Varroosis – the ongoing crisis in bee keeping, Journal für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit, 3, 221–228.
- Bogdanov, S., 2006, Contaminants of bee products, Apidologie, 37(1), 1-18.
- Boot, W.J., Calis, J.N.M., Beetsma, J., 1992, Differential periods of Varroa mite invasion into worker and drone cells of honey bees, Experimental and Applied Acarology, 16, 295-301.
- Brodschneider, R., Crailsheim, K., 2010, Nutrition and health in honey bees, Apidologie, 41, 278-294.
- Brodschneider, R., Moosbeckhofer, R., Crailsheim, K., 2010, Surveys as a tool to record winter losses of honey bee colonies – a 2-year case study in Austria and South Tyrol, Tyrol, Journal of Apicultural Research, 49, 23-30.
- Bromenshenk, J.J., Henderson, C.B., Wick, C.H., Stanford, M.F., Zulich, A.W., Jabbour, R.E., Deshpande, S.V., McCubbin, P.E., Seccomb, R.A., Welch, P.M., Williams, T., Firth, D.R., Skowronski, E., Lehmann, M.M., Bilimoria, S.L., Gress, J., Wanner, K.W., Cramer Jr, R.A., 2010, Iridovirus and Microsporidian linked to Honey Bee Colony Decline, PLoS ONE 5(10): e13181.

- Burley, L., Fell, R., Saacke, R., 2008, Survival of honey bee (Hymenoptera: Apidae) spermatozoa incubated at room temperature from drones exposed to miticides, *Journal of Economic Entomology*, 101, 1081-1087.
- Calderone, N.W., Kuenen, L.P.S., 2003, Differential tending of worker and drone larvae of the honey bee, *Apis mellifera*, during the 60 hours prior to cell capping, *Apidologie*, 34, 543-552.
- Calderone, N.W., Kuenen, L.P.S., 2001, Effects of western honey bee (Hymenoptera: Apidae) colony, cell, type, and larval sex on host acquisition by female *Varroa destructor* (Acari: Varroidae), *Journal of Economic Entomology*, 94, 1022-1030.
- Cali, A., Takvorian, P.M., 1999, Developmental morphology and life cycle of the microsporidia. In the *Microsporidia and Microsporidiosis*, Wittner, M., and Weiss, L.M.(eds), Washington, DC, USA: ASM Press, pp 85-128.
- Cantwell, G.E., 1970, Standart methods for counting *Nosema* spores, *American Bee Journal*, 110, 222-223.
- CCD Working Group, 2006, Colony Collapse disorder (CCD), <http://maarec.cas.psu.edu/pressReleases/FallDwindleUpdate107.pdf>.
- Chauzat, M.P., Carpentier, P., Martel, A.C., Bougeard, S., Cougoule, N., Porta, P., Lachaize, J., Madec, F., Aubert, M., Faucon, J.P., 2009, Influence of pesticide residues on honey bee (Hymenoptera: Apidae) colony health in France, *Environmental Entomology*, 38, 514–523.
- Chen, P.Y., Evans, J.D., Murphy, C., Gutell, R., Zuker, M., Gundensen-Rindal, D., Pettis, J.S., 2009, Morphological, molecular and phylogenetic characterization of *Nosema ceranae*, a microsporidian parasite isolated from the European honey bee, *Apis mellifera*, *Journal of Eukaryotic Microbiology*, 56(2), 142-147.

- Chen, Y., Evans, J., Feldlaufer, M., 2006, Horizontal and vertical transmission of viruses in the honey bee (*Apis mellifera*), Journal of Invertebrate Pathology, 92, 152–159.
- Chen, Y., Zhao, Y., Hammond, J., Hsu, H., Evans, J., Feldlaufer, M., 2004, Multiple virus infections in the honey bee and genome divergence of honey bee viruses, Journal of Invertebrate Pathology, 87, 84-93.
- Colin, M.E., Belzunces, L.P., 1992, Evidence of synergy between prochloraz and deltamethrin: A convenient biological approach, Pesticide Science, 36, 115-119.
- Coşkun, Y., Erdoğan, A.T., Yabancı, M., Öz, B., 2010, Arılarda bir karbamat pestisit olan karbarilin sebep olduğu zehirlenme olgusu, Bornova Veteriner Kontrol ve Araştırma Enstitüsü Dergisi, 32(46), 47-50.
- Cox-Foster, D.L., Conlan, S., Holmes, E.C., Palacios, G., Evans, J.D., Moran, N.A., Quan, P.L., Briese, T., Hornig, M., Geiser, D.M., Martinson, V., vanEngelsdorp, D., Kalkstein, A.L., Drysdale, A., Hui, J., Zhai, J., Cui, L., Hutchison, S.K., Simons, J.F., Egholm, M., Pettis, J.S., Lipkin, W.I., 2007, A metagenomic survey of microbes in honey bee colony collapse disorder, science 318, 283-287; Doi:10.1126/science.1146498
- Cutler, G.C., Scott-Dupree, C.D., 2007, Exposure to clothianidin seed-treated canola has no long-term impact on honey bees, Journal of Economic Entomology, 100, 765-772.
- Czekońska, K., 2007, Influence of CO₂ on *Nosema apis* infection of honey bees (*Apis mellifera*), Journal of Invertebrate Pathology, 95, 84-86.
- Dahle, B., 2010, The role of *Varroa destructor* for honey bee colony losses in Norway, Journal of Apicultural Research, 49, 124–125.

- Daly, H.V., Doyen, J.T., Purcell III, A.H., 1998, Introduction to Insect Biology and Diversity, Oxford University Press, New York, 680p
- Daş, Y.K., Kaya, S., 2004, Türkiye’de üretilen ballarda bazı sentetik piretroid insektisid kalıntılarının incelenmesi, Etlik Veteriner Mikrobiyoloji Dergisi, 15 (1-2), 15-28.
- Davis, P.H., 1965-2000, Flora of Turkey and East Aegean Islands, Edinburgh University Press, Edinburgh, Scotland.
- Decourtye, A., Pham-Delegue, M.H., 2002, The proboscis extension response: assessing the sublethal effects of pesticides on the honey bee. In Honey Bees: Estimating the Environmental Impact of Chemicals, in: Devillers J., Pham-Delegue M.H. (Eds.), Taylor and Francis, London, 336 p.
- De Graaf, D., Jacobs, F.J., 1991, Tissue specificity of *Nosema apis*, Journal of Invertebrate Pathology, 58, 277-278.
- DeGrandi-Hoffman, G., Chen, Y., Huang, E., Huang, M.H., 2010, The effect of diet on protein concentration, hypopharyngeal gland development and virüs load in worker honey bees (*Apis mellifera* L.), Journal of Insect Physiology, 56, 1184-1191.
- DeGrandi-Hoffman, G., Wardell, G., Ahumada-Secura, F., Rinderer, T.E., Danka, R., Pettis, J., 2008, Comparisons of pollen substitute diets for honeybees: consumption rates by colonies and effects on brood and adult populations, Journal of Apicultural Research, 47, 265-270.
- de Miranda, J.R., Gauthier, L., Ribière, M., Chen, Y.P., 2012, Honey bee viruses and their effect on bee and colony health, Challenges and sustainable solutions, Taylor & Francis group, CRC press, FL, U.S.A., 71-102 pp.

- de Miranda, J.R., Cordoni, G., Budge, G., 2010, The acute bee paralysis virus-Kashmire bee virus-Israeli acute paralysis virus complex, *Journal of Invertebrate Pathology*, 103, 30-47.
- de Miranda, J.R., Fries, I., 2008, Venereal and vertical transmission of deformed wing virüs in honeybees (*Apis mellifera* L.), *Journal of Invertebrate Pathology*, 98, 184-189.
- Demirsoy, A., 2007, Genel Zoocoğrafya ve Türkiye Zoocoğrafyası 'Hayvan Coğrafyası', 6. Baskı, Meteksan A.Ş., Maltepe, Ankara,1007s
- Dimou, M., Thrasyvoulou, A., 2009, Pollen analysis of honeybee rectum as a method to record the bee pollen flora of an area, *Apidologie*, 40, 124-133.
- Doğan, A., Topçu, B., Bilgili, A., 1999, Arılarda organik fosforlu insektisid (kaumafos) zehirlenmesi, *Kafkas Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Dergisi*, 5 (2), 125-127.
- Downey, D.L., Higo, T.T., Winston, M.L., 2000, Single and dual parasitic mite infestations on the honey bee, *Apis mellifera*, *Insectes Sociaux*, 47, 171-176.
- Duay, P., de Jong, D., Engels, W., 2003, Weight loss in drone pupae (*Apis mellifera*) multiply infested by *Varroa destructor* mites, *Apidologie*, 34, 61-65.
- Ellis, J.D., Evans, J.D., Pettis, J., 2010, Colony losses, managed colony population decline, and Colony Collapse Disorder in the United States, *Journal of Apicultural Research*, 49(1); 134-136.
- Ellis, J.D., Munn, P.A., 2005, The worldwide health status of honey bees, *Bee World*, 86, 88-101.

- Ellis, M.D., Baxendale, F.P., 1997, Toxicity of seven monoterpenoids to tracheal mites (Acari: Tarsonemidae) and their honey bee (Hymenoptera: Apidae) hosts when applied as fumigants, *Journal of Economic Entomology*, 90, 1087-1091.
- Erickson, E. H., Stanley, Jr. D., Martin, C. and Garment, B., 1999, *Bee Book*, 1-326 pp., Jawa University Press, USA.
- FAO, 2012, Pesticides and beekeeping, *Beekeeping in Asia*, Agricultural services Bulletin 68/4, Rome, <http://www.fao.org/docrep/x0083e/X0083E09.htm#Chapter7> Pesticides and beekeeping
- FAO, 2006, Honeybee diseases and pests: a practical guide, *Agricultural And Food Engineering Technical Report*, Rome, 102p.
- Forgách, P., Bakonyi, T., Tapaszt, Z., Nowotny, N., Rusvai, M., 2008, Prevalence of pathogenic bee viruses in Hungarian apiaries: Situation before joining the European Union, *Journal of Invertebrate Pathology*, 98, 235-238.
- Forsgren, E., Fries, I., 2010, Comparative virulence of *Nosema ceranae* and *Nosema apis* in individual European honey bees, *Veterinary Parasitology*, 170, 212-217.
- Forsgren, E., 2009, Molecular diagnosis and characterization of honey bee pathogens, *Doctoral thesis of Swedish University of Agricultural Sciences*, Uppsala, 58 pp.
- Fries, I., 2010, *Nosema ceranae* in European honey bees (*Apis mellifera*), *Journal of Invertebrate Pathology*, 103, 573-579.
- Fries, I., Martin, R., Meana, A., García-Palencia, P., Higes, M., 2006, Natural infections of *Nosema ceranae* in European honey bees, *Journal of Apicultural Research*, 45, 230-233.

- Fries, I., Hansen, H., Imdorf, A., Rosenkranz, P., 2003, Swarming in honey bees (*Apis mellifera*) and *Varroa destructor* population development in Sweden, *Apidologie*, 34, 389-398.
- Fries, I., Feng, F., DaSilva, A., Slemenda, S.B., Pieniazek, N.J., 1996, *Nosema ceranae* n. sp. (Microspora, Nosematidae), morphological and molecular characterization of a microsporidian parasite of the Asian honey bee *Apis cerana* (Hymenoptera: Apidae), *European Journal of Protistology*, 32, 356-365.
- Fries, I., Ekbohm, G., Villumstad, E., 1984, *Nosema apis* sampling techniques and honey yield, *Journal of Apicultural Research*, 23, 102-105.
- Fuchs, S., 1990, Preference for drone brood cells by *Varroa jacobsoni* Oud. in colonies of *Apis mellifera carnica*, *Apidologie*, 21, 193-196.
- Garedew, A., Schmolz, E., Lamprecht, I., 2004, The energy and nutritional demand of the parasitic life of the mite *Varroa destructor*, *Apidologie*, 35, 419-430.
- Garrido-Bailón, E., Martín-Hernández, R., Bernal, J., Bernal, J.L., Martíne-Salvador, A., Barrios, L., Meana, A., Higes, M., 2010, The detection of Israeli acute paralysis virüs (IAPV), fipronil and imidacloprid in Professional apiaries are not related with massive honey bee colony loss in Spain, *Spanish Journal of Agricultural Research*, 8(3), 658-661.
- Garrido, C., 2004, Reproduktionssteuerung bei der parasitischen Bienenmilbe *Varroa destructor* Anderson & Trueman (ehamals *Varroa jacobsoni*), Ph.D. Thesis at the Faculty of Biology at the University of Hohenheim, 82 pp.
- Genersch, E., 2010, American Foulbrood in honeybees and its causative agent, *Paenibacillus larvae*, *Journal of Invertebrate Pathology*, 103, 10-19.

- Genersch, E., von der Ohe, W., Kaatz, H., Schroeder, A., Otten, C., B  chler, R., Berg, S., Ritter, W., M  hlen, W., Gisder, S., Meixner, M., Liebig, G., Rosenkranz, P., 2010, The German bee monitoring Project: a long term study to understand periodically high winter losses of honey bee colonies, *Apidologie*, 41, 332-352.
- Giray, T.,   akmak,   ., Aydın, L., Kandemir,   .,   nci, A., Oskay, D., D  ke, M.A., Kence, M., Kence, A., 2007, Preliminary survey results on 2006-2007 colony losses in Turkey, *Uludag Bee Journal*, August 2007, 101-107.
- Gisder, S., M  ckel, N., Linde, A., Genersch, E., 2010a, A cell culture model for *Nosema ceranae* and *Nosema apis* allows new insights into the life cycle of these important honey bee-pathogenic microsporidia, *Environmental Microbiology*, 13(2), 404-413, doi:10.1111/j.1462-2920.2010.02346.x
- Gisder, S., Hedtke, K., M  ckel, N., Frielitz, M.C., Linde, A., Genersch, E., 2010b, Five-year cohort study of *Nosema* spp. in Germany: Does climate shape virulence and assertiveness of *Nosema ceranae*?, *Applied and Environmental Microbiology*, 76, 3032-3038.
- Glover, R.H., Adams, I.P., Budge, G., Wilkins, S., Boonham, N., 2011, Detection of honey bee (*Apis mellifera*) viruses with an oligonucleotide microarray, *Journal of Invertebrate Pathology*, 107, 216-219.
- Gray, A., Peterson, M., Teale, A., 2010, An update on recent colony losses in Scotland from a sample survey covering 2006-2008, *Journal of Apicultural Research and Bee World* 49 (1): 129-131. ISSN 1751- 2891
- Gregorc, A., Bowen, I., 2000, Histochemical characterization of cell death in honeybee larvae midgut after treatment with *Paenibacillus larvae*, amitraz and oxytetracycline, *Cell Biology International*, 24, 319-324.

- Gunasekara, A., Truong, T., Goh, K., Spurlock, F., Tjeerdema, R., 2007, Environmental fate and toxicology of fipronil, *Journal of Pesticide Science*, 32, 189-199.
- Guzman-Novoa, E., Eccles, L., Calvete, Y., McGowan, J., Kelly, P.G., Correa, A., 2010, *Varroa destructor* is the main culprit for the death and reduced populations of overwintered honey bee (*Apis mellifera*) colonies in Ontario, Canada, *Apidologie*, 41(4), 443-450, doi: 10.1051/apido/2009076.
- Gülmez, Y., Bursalı, A., Tekin, Ş., 2009, First molecular detection and characterization of deformed wing virüs (DWV) in honeybees (*Apis mellifera* L.) and mite (*Varroa destructor*) in Turkey, *African Journal of Biotechnology*, 8(16), 3698-3702.
- Gümüşova, S.O., Albayrak, H., Kurt, M., Yazıcı, Z., 2010, Prevalence of three honey bee viruses in Turkey, *Veterinarski Arhiv*, 80(6), 779-785.
- Haarmann, T., Spivak, M., Weaver, D., Weaver, B., Glenn, T., 2002, Effects of fluvalinate and coumaphos on queen honey bees (Hymenoptera: Apidae) in two commercial queen rearing operations, *Journal of Economic Entomology*, 95, 28-35.
- Haddad, N., 2011, Honey bee viruses, disease and hive management in the middle east and their relation to the colony collapse disorder and bee losses, *Uludag Bee Journal*, 11(1), 17-24.
- Hardstone, M.C., Scott, J.G., 2010, Is *Apis mellifera* more sensitive to insecticides than other insects?, *Pest Management Science*, 11, 1171-1180.
- Higes, M., Martín-Hernández, R., Meana, A., 2010, *Nosema ceranae* in Europe: an emergent type C Nosemosis, *Apidologie*, 41, 375-392.
- Higes, M., Martin-Hernandez, H., Botias, C., Bailon, E.G., Gonzalez-Porto, A.V., Barrios, L., Nozal, M.J.D., Bernal, J.L., Jimenez, J.J., Palencia, P.G.,

- Meana, A., 2008, How natural infection by *Nosema ceranae* causes honeybee colony collapse, *Environmental Microbiology*, 10(10), 2659-2669.
- Higes, M., Martín, R., Meana, A., 2006, *Nosema ceranae*, a new microsporidian parasite in honeybees in Europe, *Journal of Invertebrate Pathology*, 92, 93-95.
- Higes, M., Martín, R., Sanz, A., Alvarez, N., Sanz, A., Garcia, M.P., Meana, A., 2005, El síndrome de despoblamiento de las colmenas en España. Consideraciones sobre su origen, *Vida Apícola*, 133, 15-21.
- Higes, M., Meana, A., Suarez, M., Llorente, J., 1999, Negative long-term effects on bee colonies treated with oxalic acid against *Varroa jacobsoni* Oud., *Apidologie*, 30, 289-292.
- Highfield, A.C., El Nagar, A., Mackinder, L.C.M., Noel, L.M.L.J., Hall, M.J., Martin, S.J., Schroeder, D.C., 2009, Deformed wing virus implicated in overwintering honeybee colony losses, *Applied and Environmental Microbiology*, 75, 7212-7220., doi:10.1128/AEM.02227-09.
- Hooper, T., 1997, *Guide to Bees and Honey*, Marston House, Yeovil, U.K., 272 p.
- Hornitzky, M., 2009, *Nosema* diagnosis, State of New South Wales, NSW Department of Primary Industries, Job number 9270, www.dpi.nsw.gov.au/primefacts.
- Grassnigg, N., Crailsheim, K., 2005, Differences in drone and worker physiology in honeybees (*Apis mellifera* L.), *Apidologie*, 36, 255-277.
- Huang, W.F., Jiang, J.H., Chen, Y.W., Wang, C.H., 2007, A *Nosema ceranae* isolate from the honeybee *Apis mellifera*, *Apidologie*, 38, 1-8.
- Hung, A.C.F., Shimanuki, H., Knox, D.A., 1996, The role of viruses in bee parasitic mite syndrome, *American Bee Journal*, 136, 731-732.

- Hunter, W., Ellis, J., vanEngelsdorp, D., Hayes, J., Westervelt, D., Glick, E., Williams, M., Sela, I., Maori, E., Pettis, J., Cox-Foster, D., Paldi, N., 2010, Large-scale field application of RNAi technology reducing Israeli Acute Paralysis Virus disease in honey bees (*Apis mellifera*, Hymenoptera: Apidae), PLoS Pathogens 6(12): e1001160, doi: 10.1371/journal.ppat.1001160.
- Invernizzi, C., Abud, C., Tomasco, I., Harriet, J., Ramallo, G., Campá, J., Katz, H., Gardiol, G., Mendoza, Y., 2009, Presence of *Nosema ceranae* in honey bees (*Apis mellifera*) in Uruguay, Journal of Invertebrate Pathology, 101, 150-153.
- Iwasa, T., Motoyama, N., Ambrose, J.T., Roe, R.M., 2004, Mechanism for the differential toxicity of neonicotinoid insecticides in the honey bee, *Apis mellifera*, Crop Protection, 23, 371-378.
- Jeschke, P., Nauen, R., 2008, Neonicotinoids - from zero to hero in insecticide chemistry, Pest Management Science, 64, 1084-1098.
- Johansen, C.A. , Mayer, D.F., 1990, Pollinator protection: a bee & pesticide handbook, Cheshire, Wicwas.
- Johansen, C.A., 1979, Honeybee poisoning by chemicals: signs, contributing factors, current problems and prevention, Bee World, 60(3), 109-127.
- Johansen, C.A., 1977, Pesticides and pollinators, Annual Review of Entomology, 22, 177-192.
- Johnson, R.M., Ellis, M.D., Mullin, C.A., Frazier, M., 2010, Pesticides and honey bee toxicity-USA, Apidologie, 41, 312-331.

- Johnson, R.M., Pollock, H.S., Berenbaum, M.R., 2009, Synergistic interactions between in-hive miticides in *Apis mellifera*, *Journal of Economical Entomology*, 102 (2), 474-479.
- Karsai, I., Wenzel, J.W., 1998, Productivity, individual-level and colony-level flexibility, and organisation of work as consequences of colony size. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 95, 8665-8669.
- Kence, A., 2006, Türkiye balarılarında genetik çeşitlilik ve korunmasının önemi, *Uludağ Arıcılık Dergisi*, 25-32.
- Klee, J., Besana, A.M., Genersch, E., Gisder, S., Nanetti, A., Tam, D.Q., Chinh, T.X., Puerta, F., Ruzi J.M., Kryger, P., Message, D., Hadjina, F., Korpela, S., Fries, I., Paxton, R.J., 2007, Widespread dispersal of the microsporidian *Nosema ceranae*, an emergent pathogen of the western honey bee, *Apis mellifera*, *Journal of Invertebrate Pathology*, 96, 1-10.
- Kolankaya, D., Erkmen, B., Sorkun, K., Koçak, O., 2002, Pesticide residues in honeybees and some honeybee products in Turkey, *Pesticides*, 17, 73-84.
- Kralj, J., Brockmann, A., Fuchs, S., Tautz, J., 2007, The parasitic mite *Varroa destructor* affects non-associative learning in honey bee foragers, *Apis mellifera* L., *The Journal of Comparative Physiology A: Neuroethology, Sensory, Neural, and Behavioral Physiology*, 193(3), 363-370.
- Kralj, J., Fuchs, S., 2006, Parasitic *Varroa destructor* mites influence flight duration and homing ability of infested *Apis mellifera* foragers, *Apidologie*, 37(5), 577-587.
- Kraus, B., Velthuis, H.H.W., 1997, High humidity in the honey bee (*Apis mellifera* L.) brood nest limits reproduction of the parasitic mite *Varroa jacobsoni* Oud., *Naturwissenschaften*, 84, 217–218.

- Kraus, B., Koeniger, N., Fuchs, S., 1986, Unterscheidung zwischen Bienen verschiedenen Alters durch *Varroa jacobsoni* Oud., und Bevorzugung von Ammenbienen im Sommerbienenenvolk, *Apidologie*, 17, 257-266.
- Krebs, J.R., 1979, Coevolution bees and flowers, *Nature*, 278, p 689, doi: 10.1038/278689a0.
- Kukielka, D., Esperón, F., Higes, M., Sánchez-Vizcaíno, J. M., 2008, A sensitive one-step real-time RT-PCR method for detection of deformed wing virus and black queen cell virus in honeybee *Apis mellifera*, *Journal of Virological Methods*, 147, 275–281.
- Kunert, K., Crailsheim, K., 1988, Seasonal changes in carbohydrate, lipid and protein content in emerging worker honeybees and their mortality, *Journal Apicultural Research*, 27, 13-21.
- Ladas, A., 1972, The influence of some internal and external factors upon the insecticide resistance of honeybee, *Apidologie*, 3, 55-78.
- Le Conte, Y., Ellis, M., Ritter, W., 2010, Varroa mites and honey bee health: can Varroa explain part of the colony losses?, *Apidologie*, 41, 353-363.
- Le Conte, Y., Navajas, M., 2008, Climate change: impact on honey bee populations and diseases, *Revue Scientifique et technique de l'office international des epizooties*, 27(2), 499-510.
- Levin, M.D., 1970, Effects of pesticides on beekeeping in the USA, *American Bee Journal*, 110, 8-9.
- Lodesani, M., Costa, C., Serra, G., Colombo, R., Sabatini, A.G., 2008, Acaricide residues in beeswax after conversion to organic beekeeping methods, *Apidologie*, 39 (3), 324–333.

- Madigan, M.T., Martinko, J.M., Dunlap, P.V., Clarck, D.P., 2009, *Brock Biology of Microorganisms* (12th ed.), Pearson Benjamin Cummings, New Jersey, U.S.A.
- Maori, E., Lavi, S., Mozes-Koch, R., Gantman, Y., Peretz, Y., Edelbaum, O., Tanne, E., Sela, I., 2007, Isolation and characterization of Israeli acute paralysis virüs, a dicistrovirus affecting honeybees in Israel: Evidence for diversity due to intra- and inter-species recombination, *Journal of General Virology*, 88, 3428-3438.
- Martín-Hernández, R., Meana, A., Prieto, L., Martínez Salvador, A., Garrido-Bailón, E., Higes, M., 2007, Outcome of colonization of *Apis mellifera* by *Nosema Ceranae*, *Applied and Environmental Microbiology*, 73, 6331-6338.
- Mayack, C., Naug, D., 2009, Energetic stress in the honeybee *Apis mellifera* from *Nosema ceranae* infection, *Journal of Invertebrate Pathology*, 100, 185-188.
- Mayo, M.A., 2002, Virus taxonomy—Houston, 2002, *Archives of Virology*, 147, 1071–1076.
- Milani, N., 1995, The resistance of *Varroa jacobsoni* Oud. to pyrethroids: A laboratory assay, *Apidologie*, 26, 415-429.
- Milani, N., Barbattini, R., 1988, Effectiveness of Apistan (Fluvalinate) in the control of *Varroa jacobsoni* Oudemans and its tolerance by *Apis mellifera* Linnaeus, *Apicoltura*, 4, 39–58.
- Moretto, G., Goncalves, L.S., De Jong, D., 1997, Relationship between food availability and the reproductive ability of the mite *Varroa jacobsoni* in Africanized bee colonies, *American Bee Journal*, 137, 67–69.
- Moritz, R.F.A., de Miranda, J., Fries, I., Le Conte, Y., Neumann, P., Paxton, R.J., 2010, Research strategies to improve honeybee health in Europe, *Apidologie*, 41(3), 227-242.

- Muz, D., Muz, M.N., 2009, Survey on the occurrence of Deformed Wing Virus with multiple parasites of queens (*Apis mellifera* L.) in colony collapsed apiaries of Hatay, Turkey, *Journal of Apicultural Research*, 48(3), 204-208.
- Naug, D., 2009, Nutritional stress due to habitat loss may explain recent honeybee colony collapses, *Biological Conservation*, 142, 2369-2372.
- Naug, D., Gibbs, A., 2009, Behavioral changes mediated by hunger in honeybees infected with *Nosema ceranae*, *Apidologie*, 40, 595-599.
- Navajas, M., Anderson, D.L., L.I., D.G., Huang, Z.-Y., J.C., Zhou, T., Le Conte, Y., 2009, New Asian types of *Varroa destructor*: a potential new threat for world apiculture, *Apidologie*, 41(2), 181-193, DOI: 10.1051/apido/2009068.
- Neumann, P., Carreck, N.L., 2010, Honey bee colony losses, *Journal of Apicultural Research*, 49(1), 1-6.
- Nicolson, S.W., Human, H., 2008, Bees get a head start on honey production, *Biology Letters*, 4, 299-301.
- OIE, 2008a, Nosemosis of Honey Bees, *Manual of Standards for Diagnostic Tests and Vaccines: Bee Diseases*, OIE, Paris, France.
- OIE, 2008b, Varroosis of Honey Bees, *Manual of Standards for Diagnostic Tests and Vaccines: Bee Diseases*, OIE, Paris, France.
- Oldroyd, B.P., 2007, What's killing American honey bees?, *PLoS Biology* 5 (6): e168. doi: 10.1371/journal.pbio.0050168
- Olivier, V., Massou, I., Celle, O., Blanchard, P., Schurr, F., Ribière, M., Gauthier, M., 2008, In situ hybridization assays for localization of the chronic bee paralysis virus in the honey bee (*Apis mellifera*) brain, *Journal of Virological methods*, 153, 232-237.

- Öncüer, C., Benlioğlu, K., 1998, Balarısı zararlıları, hastalıkları ve zehirlenmeleri, Adnan Menderes Üniversitesi yayınları, Yayın no: 3, Aydın.
- Özbek, H., 1992, Balarısı (*Apis mellifera* L.)'nın bitkilerin tozlaşmasında kullanılması, Doğu Anadolu I. Arıcılık semineri, 3-4 Haziran 1992, Erzurum, s 48-60.
- Özbek, H., 1983, Arıların zirai mücadele ilaçlarından etkilenmeleri ve alınacak önlemler, Zirai Mücadele ve Zirai Karantina Genel Müdürlüğü, Ankara, 46 s.
- Özbek, H., 1982, Pestisitlerin arılara olumsuz etkileri, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ziraat Dergisi, 13(1-2), s 145-152.
- Özkırım, A., 2012a, Arılar yok mu oluyor?, Standard, Ekonomik ve teknik dergi, Sayı:601, Korza Yayıncılık, ISSN: 1300-8366, Ankara, s 105-107.
- Özkırım, A., 2012b, Seasonal Microflora, Especially winter and spring, Honey bee colony health: Challenges and sustainable solutions, Taylor & Francis group, CRC press, FL, U.S.A., 13-20 pp.
- Özkırım, A., Yalçınkaya, A., Özgör, E.F., Güzerin, E., Yılmaz, B., 2011, Colony losses in Turkey 2010-2011, 7th COLOSS Conference, "Prevention of honey bee COLony LOSSes", 27-28 August 2011, Belgrade, Serbia, p.30.
- Özkırım, A., 2000, Ankara ili ve çevresindeki bal arılarının (*Apis mellifera* L.) paraziter hastalıklar yönünden incelenmesi, Bilim Uzmanlığı Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Hacettepe Üniversitesi, 109 s.
- Paxton, R.J., 2010, Does infection by *Nosema ceranae* cause 'Colony Collapse Disorder' in honey bees (*Apis mellifera*)?, Journal of Apicultural Research, 49, 80-84.

- Paxton, R.J., Klee, J., Korpela, S., Fries, I., 2007, *Nosema ceranae* has infected *Apis mellifera* in Europe since at least 1998 and may be more virulent than *Nosema apis*, *Apidologie*, 38, 558-565.
- Pelosi, P., Stefanelli, P., Attard Barbini, D., Generali, T., Amendola, G., Girolimetti, S., Vanni, F., Di Muccio, A., 2002, Methods for organochlorine, organophosphorus, pyrethroid and carbamate pesticide residues in foods of animal origin, The Italian National Reference Laboratory (Pesticide Residues Section of the ISS-Istituto Superiore di Sanita (National Institute of Health)- Roma.
- Pham-Delègue, M.H.; Decourtye, A., Kaiser, L., Devillers, J., 2002, Behavioral methods to assess the effects of pesticides on honey bees, *Apidologie*, 33, 425-432.
- Porrini, C., Sabatini, A.G., Girotti, S., Ghini, S., Medrzycki, P., Grillenzoni, F., Bortolotti, L., Gattavecchia, E., Celli, G., 2003, Honey bees and bee products as monitors of the environmental contamination, *Apiacta*, 38, 63-70.
- Potts, S.G., Roberts, S.P.M., Dean, R., Marris, G., Brown, M.A., Jones, R., Neumann, P., Settele, J., 2010, Declines of managed honey bees and beekeepers in Europe, *Journal of Apicultural Research* 49(1): 15-22.
- Quarles, W., 2008, Pesticides and honey bee colony collapse disorder, *International Pest Management Practitioner*, 30, 1-10.
- Rath, W., 1999, Co-adaptation of *Apis cerana Fabr.* and *Varroa jacobsoni Oud.*, *Apidologie*, 30, 97-110.
- Ratia, G., 2012, Possible factors of colony losses; Their synergism and hierarchy within different biotopes and diverse agricultural/beekeeping practices, http://www.apiservices.com/articles/us/possible_factors_bee_losses_gilles_ratia.pdf

- Ribière, M., Olivier, V., Blanchard, P., 2010, Chronic bee paralysis virus. A disease and a virus like no other?, *Journal of Invertebrate Pathology*, 103, 120-131.
- Ritter, W., 2001, In: Acribia S.A. (Ed), *Enfermedades de las abejas*, Zaragoza, Spain.
- Ritter, W., 1988, Medications registered in Western Europe for Varroa control, *Apidologie*, 19: 113-116.
- Rosenkranz, P., Aumeier, P., Ziegelmann, B., 2010, Biology and control of *Varroa destructor*, *Journal of Invertebrate Pathology*, 103, 96-119.
- Rosenkranz, P., Tewarson, N.C., Singh, A., Engels, W., 1993, Differential hygienic behaviour towards *Varroa jacobsoni* in capped worker brood of *Apis cerana* depends on alien scent adhering to the mites, *Journal of Apicultural Research*, 32, 89-93.
- Roulston, T.H., Cane, J.H., Buchmann, S.L., 2000, What governs protein content of pollen: pollinator preferences, pollen–pistil interactions, or phylogeny? *Ecological Monographs*, 70, 617-643.
- Rueppell, O., Bachelier, C., Fondrk, M.K., Page Jr., R.E., 2007, Regulation of life history determines lifespan of worker honeybees (*Apis mellifera* L.), *Experimental Gerontology*, 42, 1020-1032.
- Sammataro, D., Avitabile, A., 1998, *The Beekeeper's Handbook*, Cornell University Press, U.S.A., 414p
- Schulz, D.J., Huang, Z.-Y., Robinson, G.E., 1998, Effect of colony food shortage on the behavioral development of the honey bee, *Apis mellifera*, *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 42, 295-303.

- Seeley, T.D., 1995, The wisdom of the hive: the social physiology of honey bee colonies, President and Fellows of Harvard College, U.S.A., 295 p.
- Shen, M., Yang, X., Cox-Foster, D., Cui, L., 2005, The role of varroa mites in infections of Kashmir bee virus (KBV) and deformed wing virus (DWV) in honey bees, *Virology*, 342, 141–149.
- Shimanuki, H., Knox, D. A., 2000, Diagnosis of honey bee diseases, AU.S. Department of Agriculture, Agriculture Handbook No, AH–690, 61 pp.
- Shimanuki, H., Calderone, N.W., Knox, D.A., 1994, Parasitic mite syndrome: The symptoms, *American Bee Journal*, 134, 827-828.
- Sina, M., Alastair, G., Farmer, M., Andersen, R., Anderson, O., Barta, J., Bowser, S., Brugerolle, G., Fensome, R., Fredericq, S., James, T., Karpov, S., Kugrens, P., Krug, J., Lane, C., Lewis, L., Lodge, J., Lynn, D., Mann, D., Maccourt, R., Mendoza, L., Moestrup, O., Mozley, S., Nerat, T., Shearer, C., Smirnov, A., Spiegel, F., Taylor, M., 2005, The new higher level classification of EuKaryotes with emphasis on the taxonomy of Protists, *Journal of Eukaryotic Microbiology*, 52, 399-451.
- Sorkun, K., Yılmaz, B., Özkırım, A., Özkök, A., Gencay, Ö., 2011, Yaşam için arılar, Önder matbaacılık, İzmir caddesi 34/2-3, Kızılay, Ankara, 135s
- Soroker, V., Hetzroni, A., Yakobson, B., David, D., David, A., Voet, H., Slabezki, Y., Efrat, H., Levski, S., Kamer, Y., Klinberg, E., Zioni, N., Inbar, S., Chejanovsky, N., 2010, Evaluation of colony losses in Israel in relation to the incidence of pathogens and pests, *Apidologie*, 42(2), 192-199, doi:10.1051/apido/2010047.
- Standifer, L.N., 1980, Honey bee nutrition and supplemental feeding, *Beekeeping in the United States*, Agriculture handbook number 335, U.S., pp 39-45.
- Stokstad, E., 2007, The case of the empty hives, *Science*, 316, pp 970-972.

- Sumpter, D.J.T., Martin, S.J., 2004, The dynamics of virüs epidemics in *Varroa*-infested honey bee colonies, *Journal of Animal Ecology*, 73, 51-63.
- Sümbüloğlu, K., Sümbüloğlu, V., 2005, Biyoistatistik, Hatiboğlu Yayınları, 53, Beşevler 06500, Ankara, 270s
- Şimşek, D., 2008, Muğla ili bal arılarının (*Apis mellifera* L.) mikrobiyal ve paraziter hastalıklar yönünden incelenmesi, Bilim Uzmanlığı Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Hacettepe Üniversitesi, 100 s.
- T.C. Arıcılık Yönetmeliği, Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, 30 Aralık 2011.
- Tentcheva, D., Gauthier, L., Bagny, L., Fievet, J., Dainat, B., Cousserans, F., Colin, M.E., Bergoin, M., 2006, Comparative analysis of deformed wing virüs (DWV) RNA in *Apis mellifera* and *Varroa destructor*, *Apidologie*, 37, 41-50.
- Thompson, H.M., 2003, Behavioral effects of pesticides in bees: their potential for use in risk assessment, *Exotoxicology*, 12, 317-330.
- Thuiller, W., Lavorel, S., Araujo, M.B., Sykes, M.T., Prentice, I.C., 2005, Climate change threats to plant diversity in Europe, *Proceedings of the National Academy of Sciences, U.S.A.*, 102 (23), 8245-8250.
- Todd, J.H., de Miranda, J.R., Ball, B.V., 2007, Incidence and molecular characterization of viruses found in dying New Zealand honey bee (*Apis mellifera*) colonies infested with *Varroa destructor*, *Apidologie*, 38, 354-367.
- Todd, F.E., McGregor, S.E., 1952, Insecticides and bees, *US Department of Agricultural Yearbook*, 247-250.
- Topolska, G., Gajda, A., Hartwig, A., 2008, Polish honey bee colony-loss during the winter of 2007/2008, *Journal of Apicultural Science*, 52(2), 95-104.

- Toth, A.L., Kantarovich, S., Meisel, A.F., Robinson, G.E., 2005, Nutritional status influences socially regulated foraging ontogeny in honey bees, *Journal of Experimental Biology*, 208, 4641-4649.
- TÜİK, 2011, T.C. Başbakanlık Türkiye İstatistik Kurumu Hayvancılık İstatistikleri Veri Tabanı Raporu, <http://www.tuik.gov.tr/hayvancilikapp/hayvancilik.zul>
- Türkiye Arı Yetiştiricileri Merkez Birliği, 2012, Arıcılık kayıt sistemi, http://www.tab.org.tr/index.php?option=com_docman&task=cat_view&gid=29&Itemid=42.
- Türkiye Arı Yetiştiricileri Merkez Birliği, 2011, Arıcılık kayıt sistemi 2011 genel veri raporu, yazılı görüşme, İzmir-2 caddesi, No:42/7, Kızılay, Ankara, merkez@tab.org.tr
- Underwood, R., Currie, R., 2003, The effects of temperature and dose of formic acid on treatment efficacy against *Varroa destructor* (Acari: Varroidae), a parasite of *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae), *Experimental and Applied Acarology*, 29, 303-313.
- UNEP, 2010, UNEP emerging issues: Global honey bee colony disorder and other threats to insect pollinators, United Nations Environment Programme, Nairobi, 12 p.
- Ünal, H.H., Oruç, H.H., Sezgin, A., Kabil, E., 2010, Türkiye’de 2006-2010 yılları arasında, bal arılarında görülen ölümler sonrasında tespit edilen pestisitler, *Uludağ Bee Journal*, 10(4), 119-125.
- Ütük, A.E., Pişkin, F.Ç., Kurt, M., 2010, Türkiye’de *Nosema ceranae*’nin ilk moleküler tanısı, *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 57, 275-278.

- van der Zee, R., Pisa, L., Andonov, S., Brodschneider, R., Charrière, J-D., Chlebo R., Coffey, M.F., Crailsheim, K., Dahle, B., Gajda, A., Gray, A., Drazic, M.M., Higes, M., Kauko, L., Kence, A., Kence, M., Kezic, N., Kiprijanovska, H., Kralj, J., Kristiansen, P., Martin-Hernandez, R., Mutinelli, F., Nyugen, B.K., Otten, C., Özkırım, A., Pernal, S.F., Peterson, M., Ramsay, G., Santrac, V., Soroker, V., Topolska, G., Uzunov, A., Vejsnæs, F., Wei, S., Wilkins, S., 2012, Managed honey bee colony losses in Canada, China, Europe, Israel and Turkey, for the winters of 2008-9 and 2009-10, *Journal of Apicultural Research*, 51(1), 100-114
- vanEngelsdorp, D., Hayes, J., Underwood, R.M., Pettis, J.S., 2010, A survey of honey bee colony losses in the United States, fall 2008 to spring 2009, *Journal of Apicultural Research*, 49, 7-14.
- vanEngelsdorp, D., Meixner, M.D., 2010, A historical review of managed honey bee populations in Europe and the United States and the factors that may affect them, *Journal of Invertebrate Pathology*, 103, 80-95.
- vanEngelsdorp, D., Evans, J.D., Saegerman, C., Mullin, C., Haubruge, E., Nyugen, B.K., Frazier, M., Frazier, J., Cox-Foster, D., Chen, Y., Underwood, R., Tarpy, D.R., Pettis, J.S., 2009, Colony Collapse Disorder: A Descriptive Study, *PLoS ONE* 4(8): e6481.
- Villa, J.D., Bustamante, D.M., Dunkley, J.P., Escobar, L.A., 2008, Changes in honey bee (Hymenoptera: Apidae) colony swarming and survival pre- and postarrival of *Varroa destructor* (Mesostigmata: Varroidae) in Louisiana, *Annals of the Entomological Society of America*, 101(5), 867-871.
- Vojvodic, S., Jensen, A.B., James, R.R., Boomsma, J.J., Eilenberg, J., 2011, Temperature dependent virulence of obligate and facultative fungal pathogens of honeybee brood, *Veterinary Microbiology*, 149, 200-205.
- Walter, D., Procter, H., 1999, *Mites: Ecology, Evolution and Behaviour*, CABI publishing, Wallingford, Oxfordshire, U.K., 2321p.

- White, G.F., 1913, Sacbrood, a disease of bees, Bulletin, US Department of Agriculture, No. 169.
- Whittington, R., Winston, M.L., Melathopoulos, A.P., Higo, H.A., 2000, Evaluation of the botanical oils neem, thymol, and canola sprayed to control *Varroa jacobsoni* Oud. (Acari: Varroidae) and *Acarapsis woodi* (Acari: Tarsonemidae) in colonies of honey bees (*Apis mellifera* L., Hymenoptera: Apidae), American Bee Journal, 140, 565-572.
- Williams, G.R., Rogers, R.E.L., Kalkstein, A.L., Taylor, B.A., Shutler, D., Ostiguy, N., 2009, Deformed wing virus in western honey bees (*Apis mellifera*) from Atlantic Canada and the first description of an overtly-infected emerging queen, Journal of Invertebrate Pathology, 101, 77-79.
- Williams, G.R., Sampson, M.A., Shutler, D., Rogers, R.E.L., 2008, Does Fumagillin control the recently detected invasive parasite *Nosema ceranae* in western honey bees (*Apis mellifera*)?, Journal of Invertebrate Pathology, 99, 342-344.
- Wittner, M., Weiss, L.M., 1999, The Microsporidia and Microsporidiosis, ASM Press, Washington, U.S.A., 553 p.
- Yalçinkaya, A., Güzerin, E., Özgör, E.F., Özkırım, A., 2011, The effect of herbal toxicity of rhododendron plants on colony losses, 7th COLOSS Conference, 'Prevention of honey bee COlony LOSSes', 27-28 August 2011, Belgrade, Serbia, p.29.
- Yalçinkaya, A., Keskin, N., Özkırım, A., 2009, Two diagnostic methods of Nosemosis in Turkey, Nosema disease: lack of knowledge and work standartization, Action FA0803 COLOSS Workshop, 19-22 October 2009, Spain, 9 p.

- Yalçınkaya, A., 2008, Hatay ve Adana yöresindeki bal arılarının (*Apis mellifera* L.) mikrobiyal ve paraziter hastalıklar yönünden incelenmesi, Bilim Uzmanlığı Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Hacettepe Üniversitesi, 104 s.
- Yang, X., Cox-Foster, D., 2007, Effects of parasitization by *Varroa destructor* on survivorship and physiological traits of *Apis mellifera* in correlation with viral incidence and microbial challenge, *Parasitology*, 134, 405–412.
- Zander, E., 1909, Tierische Parasiten als Krankheitserreger bei der Biene, *Münchener Bienenzeitung*, 31, 196-204.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Erkay ÖZGÖR

Doğum Yeri : Londra

Doğum Yılı : 1988

Medeni Hali : Evli

Eğitim ve Akademik Durumu:

Lise 2002-2005 : 20 Temmuz Fen Lisesi/LEFKOŞA-K.K.T.C.

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

Yabancı Dil: İngilizce

İş Tecrübesi: -