

T.C.
HATAY MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
PARAZİTOLOJİ (VET) ANABİLİM DALI



**HATAY YÖRESİ BAL ARILARINDA (*APIS MELLIFERA* L., 1758)
NOSEMOSİSİN YAYGINLIĞI**

DOKTORA TEZİ
Aykut ZEREK

Danışman

Prof. Dr. Mehmet YAMAN

Ortak Danışman

Prof. Dr. Bilal DİK

HATAY-2020

T.C.
HATAY MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
PARAZİTOLOJİ (VET) ANABİLİM DALI

**HATAY YÖRESİ BAL ARILARINDA (*APIS MELLIFERA* L., 1758)
NOSEMOSİSİN YAYGINLIĞI**

DOKTORA TEZİ

Aykut ZEREK

Danışman

Prof. Dr. Mehmet YAMAN

Ortak Danışman

Prof. Dr. Bilal DİK

Bu tez, Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından
19.D.002 no'lu proje olarak desteklenmiştir.

HATAY-2020

Kabul ve Onay
T.C.
HATAY MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
PARAZİTOLOJİ (VET) ANABİLİM DALI

**HATAY YÖRESİ BAL ARILARINDA (*APIS MELLIFERA* L., 1758)
NOSEMOSİSİN YAYGINLIĞI**

Doktora Tezi
Aykut ZEREK

Bu tez aşağıda isimleri yazılı tez jürisi tarafından 30/06/2020 günü sözlü olarak yapılan tez savunma sınavında oybirliği ile kabul edilmiştir.

Tez Jürisi: Jüri Başkanı : Prof. Dr. Bilal DİK
Üye : Prof. Dr. Mehmet YAMAN
Üye : Prof. Dr. Muhammed Enes ALTUĞ
Üye : Prof. Dr. Erol AYZAZ
Üye : Prof. Dr. Cem Ecmel ŞAKİ

Bu tez, Enstitümüz Parazitoloji (VET) Anabilim Dalında hazırlanmıştır.

30/06/2020
Prof. Dr. İbrahim Halil ÇERÇİ
Enstitü Müdürü

TEŞEKKÜR

Doktora eğitimim süresince her zaman desteğini gördüğüm, bilgi ve tecrübeleri ile bana yol gösteren tez danışmanım Prof. Dr. Mehmet YAMAN'a,

Tez çalışması süresince yardımlarını esirgemeyen, bilgi ve tecrübelerini paylaşan; Prof. Dr. Bilal DİK, Prof. Dr. Özlem Makbule KAYA, Prof. Dr. Cem Ecmel Şaki, Doç. Dr. Aziz GÜL ve Doç. Dr. Mehmet Ferit CAN'a;

Laboratuvar çalışmalarım süresince yardımlarını esirgemeyen Doç. Dr. Zafer CANTEKİN, Dr. Öğr. Üyesi Fırat DOĞAN ve Arş. Gör. Erhan TEK'e,

Arıcılık işletmelerinin seçimine katkıda bulunan Hatay İli Arı Yetiştiricileri Birliği'ne,

Hayatım boyunca maddi ve manevi desteklerini devamlı üzerimde hissettiğim aileme,

Varlığı ile hayatıma her daim anlam katan değerli eşim Serap ZEREK'e,

Sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca tez çalışmasını 19.D.002 no'lu proje ile destekleyen Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Rektörlüğü Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi'ne teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

Kabul ve Onay	II
TEŞEKKÜR.....	III
İÇİNDEKİLER	IV
ŞEKİLLER DİZİNİ	VII
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	VIII
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	IX
ÖZET	X
ABSTRACT.....	XI
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2. 1. Bal Arısı Tür ve Alt Türleri (Irkı).....	3
2. 1. 1. Türkiye’deki Bal Arısı Alt Türleri (Irkı)	5
2. 1. 1. 1. Karniyol Arısı (<i>Apis m. carnica</i>).....	6
2. 1. 1. 2. Suriye Arısı (<i>Apis m. syriaca</i>).....	7
2. 1. 1. 3. Kafkas Arısı (<i>Apis m. caucasica</i>).....	7
2. 1. 1. 4. İran Arısı (<i>Apis m. meda</i>).....	8
2. 1. 1. 5. Anadolu Arısı (<i>Apis m. anatoliaca</i>)	8
2. 2. Bal Arısı Morfolojisi, Fizyolojisi ve Biyolojisi	9
2. 3. Bal Arısı Koloni Bireyleri.....	10
2. 4. Arıcılık ve Önemi.....	12
2. 4. 1. Dünya’da ve Türkiye’de Arıcılık	12
2. 5. Bal Arısı Hastalık ve Zararlıları	14
2. 5. 1. Bal Arısı Koloni Kayıpları	15
2. 5. 1. 1. Nosemosis	16
2. 5. 1. 1. 1. Taksonomisi	17
2. 5. 1. 1. 2. Tarihsel Gelişimi	17
2. 5. 1. 1. 3. Dünya’daki ve Türkiye’deki Varlığı	18
2. 5. 1. 1. 4. Morfoloji	20
2. 5. 1. 1. 5. Bulaşma.....	20
2. 5. 1. 1. 6. Yaşam Döngüsü	21

2. 5. 1. 1. 7. Klinik Belirtiler	22
2. 5. 1. 1. 8. Patojenite.....	23
2. 5. 1. 1. 8. 1. Diğer Patojenlerle İlişkisi.....	24
2. 5. 1. 1. 9. Tanı	24
2. 5. 1. 1. 9. 1. Makroskopik Tanı	24
2. 5. 1. 1. 9. 2. Mikroskopik Tanı.....	25
2. 5. 1. 1. 9. 2. 1. <i>Nosema</i> Sporlarının Sayımı.....	27
2. 5. 1. 1. 9. 3. Serolojik Tanı.....	28
2. 5. 1. 1. 9. 4. Moleküler Tanı.....	28
2. 5. 1. 1. 9. 5. Hücre Kültürü ile Hibridizasyon.....	28
2. 5. 1. 1. 10. Koruma ve Kontrol	29
2. 5. 1. 1. 11. Tedavi.....	30
2. 6. Tezin Kapsamı ve Yaygın Etki / Katma Değer.....	31
3. GEREÇ VE YÖNTEM.....	32
3. 1. Gereçler	32
3. 1. 1. Çalışma Alanlarının Özellikleri	32
3. 1. 2. Çalışma Alanlarının Belirlenmesi	33
3. 1. 3. Arazi Çalışmaları ve Örneklerin Toplanması	34
3. 2. Yöntem.....	35
3. 2. 1. Arazi Çalışmasında Makroskopik İncelemeler	35
3. 2. 2. Anket Çalışması	35
3. 2. 3. Mikroskopik Yöntem	37
3. 2. 3. 1. Safranin Boyama Yöntemi.....	38
3. 2. 3. 2. Giemsa Boyama Yöntemi	38
3. 2. 2. Moleküler Yöntem	39
3. 2. 2. 1. DNA İzolasyonu.....	39
3. 2. 2. 2. Oligonükleotid Primerler	39
3. 2. 2. 3. Multipleks Polimeraz Zincir Reaksiyonu (PZR)	40
3. 2. 2. 4. PZR Amplifikasyon Ürünlerinin Görüntülenmesi	41
3. 2. 5. Verilerin Değerlendirilmesi	41
4. BULGULAR.....	42
4. 1. Makroskopik Bulgular	42
4. 1. 1. Arazi Çalışmalarındaki Makroskopik Bulgular	42
4. 1. 2. Laboratuvar Çalışmalarında Makroskopik Bulgular.....	43

4. 2. Mikroskopik Yöntem Sonuçları	44
4. 3. Multipleks Polimeraz Zincir Reaksiyonu (PZR) Sonuçları	46
4. 4. Anket Çalışması Sonuçları	47
4. 4. 1. İstatistik Sonuçları	47
4. 4. 1. 1. Nosemosis Varlığı ile İlişkili Olmayan Faktörler	47
4. 4. 1. 1. 1. Arıcı ve İşletmeye Yönelik Özel Bilgiler	47
4. 4. 1. 1. 1. 1. Öğrenim Durumu	47
4. 4. 1. 1. 1. 2. Arıcının Tecrübesi	48
4. 4. 1. 1. 1. 3. Arıcılığı Öğrenme Yöntemi	48
4. 4. 1. 1. 1. 4. Arıcılık Yapma Şekli	49
4. 4. 1. 1. 1. 5. İşletmenin Kullandığı Kovan (Koloni) Sayısı	49
4. 4. 1. 1. 1. 6. Örnek Alınan Kovanların Ana Arı Değişim Zamanı (Ana Arı Yaşı)	49
4. 4. 1. 1. 1. 7. Arı Nakil Belgesi Talep Edildiğinde Arıların Kontrol Edilme Durumu.	50
4. 4. 1. 1. 2. Hastalık ve Zararlılardan Korunma Yöntemleri ile İlgili Arıcının Tutum ve Davranışları	50
4. 4. 1. 1. 2. 1. Hastalık ve Zararlılarla Mücadelede Müracaat Yeri	50
4. 4. 1. 1. 2. 2. Yavru Çürüklüğü Hastalığına Karşı Kullanılan İlaçlar	50
4. 4. 1. 1. 2. 3. Varroosis Hastalığına Karşı Kullanılan İlaçlar	51
4. 4. 1. 1. 2. 4. Nosemosis Hastalığına Karşı Kullanılan İlaçlar	51
4. 4. 1. 1. 2. 5. Kışa Girerken Kovanlarda Nem Önleyici Tedbirler Alma Durumu	52
4. 4. 1. 1. 2. 6. Kış Kayıplarının Sebepleri	52
4. 4. 1. 1. 2. 7. Kışa Girerken Yaklaşık Olarak Her Kovanda Bırakılan Bal Miktarı	52
4. 4. 1. 1. 2. 8. Zayıf ve Güçlü Koloniler Arasında Çerçeve Değişimi Yapılması Durumu	53
4. 4. 1. 1. 2. 9. Kovanların ve Kullanılan Malzemelerin Sezon Öncesi ve Sonrası Dezenfeksiyonunun (asetik asit) Yapılması Durumu	53
4. 4. 1. 2. Nosemosis Varlığı Üzerinde Etkili Olan Faktörler	54
4. 4. 1. 2. 1. Kullanılan Arı Irkı	54
4. 4. 1. 2. 2. Farklı Kovanlara Ait Malzemelerin Ortak Kullanımı	55
5. TARTIŞMA	57
6. SONUÇ	63
KAYNAKLAR	64
EKLER	71
ÖZGEÇMİŞ	73

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa No
Şekil 2.1. Türkiye’deki bal arısı alt türlerinin (ırk, ekotip) coğrafik dağılımı.....	5
Şekil 2.2. Bazı bal arısı alt türleri ve özellikleri	6
Şekil 2.3. Bal arısı morfolojisi	9
Şekil 2.4. Bal arısı (<i>A. mellifera</i>) koloni bireyleri	11
Şekil 2.5. <i>Nosema ceranae</i> (A) ve <i>N. apis</i> (B) sporlarının mikroskopik görüntüsü.....	20
Şekil 2.6. <i>Nosema apis</i> ’in yaşam döngüsü	22
Şekil 2.7. Nosemosisin makroskopik tanısı	25
Şekil 2.8. Bal arısı sindirim sistemi; a) Sağlıklı bağırsak, orta bağırsak kahverengimsi renkte b) <i>Nosema</i> ile enfekte bağırsak, orta bağırsak solgun beyaz renkte	25
Şekil 2.9. Transmisyon Elektron Mikroskopunda; A) <i>N. ceranae</i> , B) <i>N. apis</i> sporları, PF: Polar filament halkaları, D: Çift çekirdek (Diplokarya).....	27
Şekil 2.10. a) Nebauer lamının sayım alanları, b) Nebauer lamında sıvının konulduğu hazne	27
Şekil 3.1. Hatay il haritası	32
Şekil 3.2. a) Arazi çalışmasında örnek alınan işletme, b) Laboratuvara getirilen örneklerin çalışılması	35
Şekil 3.3. a) <i>Nosema</i> sporları (40x), b) <i>Nosema</i> sporlarıyla enfekte arının sindirim sistemi (solgun beyaz renkte, boğumlar belirsiz).....	37
Şekil 3.4. Safranin ile boyanmış <i>Nosema</i> sporları.....	38
Şekil 3.5. Giemsa ile boyanmış <i>Nosema</i> sporları.....	39
Şekil 4.1. a) Kanatların ayrılması, uçamama b) Şişmiş abdomen, c) Kovan girişinde ölmüş arılar.....	43
Şekil 4.2. a) Dışarı çıkartılmış sindirim sistemleri, b) Homojenizasyon sıvılarında <i>Nosema</i> spor yoğunluğu fazla olan örnekler (kırmızı çerçevede), <i>Nosema</i> spor yoğunluğu az olan veya hiç spor olmayan örnekler (sarı çerçevede).....	44
Şekil 4.3. İşletmelerin <i>Nosema</i> açısından mikroskopik analiz sonuçları.....	45
Şekil 4.4. İşletmelerdeki kovanların <i>Nosema</i> açısından mikroskopik analiz sonuçları	45
Şekil 4.5. Hatay yöresinde <i>Nosema</i> ile enfekte toplam işletme ve kovan sayıları.....	46
Şekil 4.6. <i>N. ceranae</i> ’ya özgü 218-219 bp’lik bantların agaroz jelde görüntülenmesi	46

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa No
Çizelge 2.1. Önemli <i>A. mellifera</i> tür ve alt türlerinin sistematigi. Bold işaretlenenler Türkiye’de mevcuttur.....	4
Çizelge 2.2. Dünya’da 2013 yılı itibarıyla bal üretimi en fazla olan ilk beş ülkenin bal üretim miktarı, kovan sayısı ve bal verimi.....	13
Çizelge 2.3. Bal arılarında görülen önemli hastalıklar, hastalık etkenleri ve etki ettikleri gelişme dönemleri.....	14
Çizelge 2.4. Bal arılarını enfekte eden <i>Nosema</i> türlerinin güncel taksonomisi.....	17
Çizelge 2.5. Dünya’nın farklı yerlerinde nosemosis etkenlerinin yaygınlığı üzerine yapılmış çalışmalar.....	18
Çizelge 2.6. Türkiye’de nosemosis yaygınlığı üzerine yapılmış çalışmalar.....	19
Çizelge 3.1. Hatay yöresinde çalışma alanı olarak belirlenen ilçeler.....	33
Çizelge 3.2. Multipleks PZR’da kullanılan primerlerin özellikleri.....	40
Çizelge 3.3. PZR reaksiyon bileşenleri.....	40
Çizelge 3.4. <i>Nosema ceranae</i> ve <i>N. apis</i> primerleri için kullanılan PZR programı..	41
Çizelge 4.1. Öğrenim durumu.....	48
Çizelge 4.2. Arıcının tecrübesi.....	48
Çizelge 4.3. Arıcılığı öğrenme yöntemi.....	48
Çizelge 4.4. Arıcılık yapma şekli.....	49
Çizelge 4.5. İşletmenin kullandığı kovan (koloni) sayısı.....	49
Çizelge 4.6. Örnek alınan kovanların ana arı değişim zamanı (ana arı yaşı)	49
Çizelge 4.7. Arı nakil belgesi talep edildiğinde arıların kontrol edilme durumu.....	50
Çizelge 4.8. Hastalık ve zararlılarla mücadelede müracaat yeri.....	50
Çizelge 4.9. Yavru çürüklüğü hastalığına karşı kullanılan ilaçlar	51
Çizelge 4.10. Varroosis hastalığına karşı kullanılan ilaçlar	51
Çizelge 4.11. Nosemosis hastalığına karşı kullanılan ilaçlar.....	51
Çizelge 4.12. Kışa girerken kovanlarda nem önleyici tebirler alma durumu	52
Çizelge 4.13. Kış kayıplarının sebepleri.....	52
Çizelge 4.14. Kışa girerken yaklaşık olarak her kovanda bırakılan bal miktarı.....	53
Çizelge 4.15. Zayıf ve güçlü koloniler arasında çerçeve değişimi yapılması durumu	53
Çizelge 4.16. Kovanların ve kullanılan malzemelerin sezon öncesi ve sonrası dezenfeksiyonunun (asetik asit) yapılması durumu.....	53
Çizelge 4.17. Kullanılan arı ırkının <i>Nosema</i> varlığına etkisinin rakamsal ve oransal dağılımı	54
Çizelge 4.18. Kullanılan arı ırkının <i>Nosema</i> varlığına istatistikî etkisi	55
Çizelge 4.19. Farklı kovanlara ait malzemelerin ortak kullanımının <i>Nosema</i> varlığına etkisinin rakamsal ve oransal dağılımı	55
Çizelge 4.20. Farklı kovanlara ait malzemelerin ortak kullanımının <i>Nosema</i> varlığına istatistikî etkisi	56

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

CCD	: Colony Collapse Disorder
DNA	: Deoksiribonükleik asit
ELISA	: Enzyme Linked Immunosorbent Assay
FAOSTAT	: The Food and Agriculture Organization Corporate Statistical Database
HBDS	: Honeybee Depopulation Syndrome
HCCD	: Honeybee Colony Collapse Disorder
PZR	: Polimeraz Zincir Reaksiyonu
PZR-RFLP	: PZR-Restriction Fragment Length Polimorphism
qRT-PCR	: quantitative Real-Time PCR
rRNA	: Ribozomal RNA
TBE	: Tris-Borat EDTA
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
UV	: Ultra Viyole Işık

ÖZET

Hatay Yöresi Bal Arılarında (*Apis mellifera* L., 1758) Nosemosisin

Yaygınlığı

Nosemosis, *Nosema apis* (Zander 1909) ve *Nosema ceranae* (Fries ve ark. 1996) microsporidia türlerinin neden olduğu ergin bal arılarının sindirim sistemini etkileyen son derece tehlikeli ve bulaşıcı bir bal arısı hastalığıdır. Hastalık, Dünya’da ve Türkiye’de zaman zaman önemli arı kayıplarına neden olan en yaygın arı hastalıklarından birisidir. Erişkin arılar besin paylaşımı veya kovan temizliği esnasında sporlarla temas ettiklerinde, kontamine su, bal, polen, arıcılık malzemesi ile hastalığa yakalanırlar. Çalışmamızda Hatay yöresi bal arılarında mikroskopi ve moleküler (Polimeraz Zincir Reaksiyonu (PZR)) yöntemler kullanılarak nosemosisin yaygınlığını belirlemek, işletme şartlarının ve arıcıların tutum ve davranışlarının hastalığın varlığı üzerindeki etkilerini anket çalışması ile araştırmak amaçlanmıştır.

Çalışmada, 2019 Mart-Mayıs ayları arasında Hatay yöresinin 6 ilçesindeki 75 arıcılık işletmesinde 450 kovandan yetişkin arı örnekleri toplandı. Ayrıca arıcılara anket uygulaması yapıldı. Çalışma boyunca her işletmeyi temsilen 6 kovandan 100 adet örnek olmak üzere toplamda 7500 arı örneği incelendi. Laboratuvara getirilen örnekler hazırlandıktan sonra *Nosema* spp. sporları yönünden mikroskopta incelendi. Daha sonra pozitif örneklerde *Nosema* spp. etkenlerini tür düzeyinde tespit etmek için multipleks PZR yöntemi uygulandı.

Mikroskobik inceleme sonuçlarına göre ilçelerdeki işletmelerde *Nosema* spp. enfeksiyonu; Samandağ %75, Dört Yol %56, Yayladağı %50, Antakya %29, Kırıkhan %20 ve Arsuz %14 oranlarında tespit edildi. Bu işletmelerdeki kovanlarda enfeksiyon oranları ise, Samandağ %29, Dört Yol %22, Antakya %21, Yayladağı %17, Arsuz %7 ve Kırıkhan %7 olarak belirlendi. Moleküler inceleme sonuçlarına göre bütün numunelerde sadece *N. ceranae* tespit edilmiş olup *N. apis* türüne rastlanmadı. İşletme şartlarının ve arıcıların tutum ve davranışlarının hastalığın varlığı üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla yapılan anket çalışmasının istatistiki değerlendirmesinde, kullanılan arı ırkının ve farklı kovanlara ait malzemelerin ortak kullanımının hastalığın varlığı üzerinde etkili olduğu belirlendi ($p<0,05$).

Sonuç olarak, Hatay yöresindeki işletmelerin %45’inde, kovanların ise %20’sinde *N. ceranae* enfeksiyonu tespit edilmiştir. Kafkas (Melez) arı ırklarında enfeksiyon oranı (%53,7), yerli (Hatay) arı ırklarına göre (%23,8) anlamlı derecede yüksek bulunmuştur ($p<0,05$). Ayrıca, farklı kovanlara ait malzemeleri ortak kullanan işletmelerdeki hastalık oranının (%50,0), ortak kullanımda bulunmayan işletmelerden (%18,2) anlamlı derecede yüksek olduğu saptanmıştır ($p<0,05$).

Anahtar kelimeler: *Apis mellifera*, nosemosis, *Nosema ceranae*, *Nosema apis*, Hatay yöresi, Türkiye.

ABSTRACT

Prevalence of Nosemosis in Honey Bees (*Apis mellifera* L., 1758) in Hatay Province

Nosemosis is an extremely dangerous and infectious honey bee disease caused by *Nosema apis* (Zander 1909) and *Nosema ceranae* (Fries et al. 1996) microsporidia species that affect the digestive system of adult honey bees. The disease is one of the most prevalent bee diseases that cause significant bee losses from time to time worldwide and in Turkey. Adult bees get disease via contaminated water, honey, pollen, beekeeping material, trophallaxis, or when they come into contact with spores while they are cleaning the hives. The aim of our study is to determine the prevalence of nosemosis by using microscopic and molecular (Polymerase Chain Reaction (PCR)) methods in honey bees of Hatay province, and to investigate the effects of beekeepers' attitudes and behaviors and apiary conditions on the presence of disease through questionnaire study.

In the study, adult bee samples were collected from 450 hives in 75 apiaries in 6 districts of Hatay region between months March and May 2019. In addition, the questionnaire was applied to beekeepers. During the study, a total of 7500 bee samples were examined, including 100 samples from 6 hives representing each apiary. After preparing the samples brought to the laboratory, they were examined under the microscope for *Nosema* spp. spores. Then, in positive samples, multiplex PCR method was applied to detect *Nosema* spp. agents at the species level.

According to the results of the microscopic examination, *Nosema* spp. infection rate in apiaries in the districts; Samandağ 75%, Dörtöyl 56%, Yayladağı 50%, Antakya 29%, Kırıkhan 20% and Arsuz 14%. Infection rates in hives in these apiaries; Samandağ 29%, Dörtöyl 22%, Antakya 21%, Yayladağı 17%, Arsuz 7% and Kırıkhan 7%. According to the molecular examination results from all investigated samples, only *N. ceranae* was detected, and *N. apis* was not detected. In the statistical evaluation of the questionnaire study that determines the effects of apiary conditions and beekeepers' attitudes and behaviors on the presence of the disease, it was determined that the variables “used bee race” and “common use of materials belonging to different hives” were statistically effective on the presence of the disease ($p<0.05$).

As a result, the infection levels of *N. ceranae* in apiaries and hives in the Hatay province were determined to be rates of 45% and 20%, respectively. Infection rate in Caucasian (Hybrid) bee breeds (53.7%) was found to be significantly higher than that in native (Hatay) bee breeds (23.8%) ($p<0.05$). In addition, the rate of disease (50.0%) in apiaries that makes common use of materials belonging to different hives was found to be significantly higher than that in those that do not make common use (18.2%) ($p<0.05$).

Keywords: *Apis mellifera*, nosemosis, *Nosema ceranae*, *Nosema apis*, Hatay province, Turkey.

1. GİRİŞ

Tarih boyunca insanlar, yerleştikleri bölgelerde tarım alanları oluşturarak ve hayvancılıkla uğraşarak temel tüketim maddelerini elde etmişlerdir. Günümüzde teknolojinin gelişmesi ve yeni tekniklerle beraber bu ekonomik faaliyetler çeşitlenmiştir (Özçağırın 2002, Özbek 2003). Dünya nüfusunun hızla artması beraberinde besin ihtiyacını da artırmış, dolayısıyla da daha fazla tarım alanına gereksinim doğmuştur. Tarıma uygun alanların sınırlı olması nedeniyle birim alandan daha fazla ürün elde edebilmek için entansif tarıma geçilmiştir. Bu tarım modelinin uygulanması üretim şeklinin değişmesine, kimyasal uygulamaların artmasına ve buna bağlı ekolojik dengenin korunmasında önemli rol oynayan böcek türlerinin azalmasına hatta yok olmasına neden olmuştur. Böcek popülasyonlarının azalması bal arılarının önemini daha da artırmıştır. Bölgeye ve bitkiye uyumlu olması, istenilen bölgeye taşınabilmesi ve çalışma potansiyellerinin fazla olması bal arılarını hem bitkisel üretimde hem de ekolojik dengenin korunmasında önemli bir konuma getirmiştir (Akyol ve Korkmaz 2005).

Çiçeklerin tozlaşmasında önemli rol oynaması nedeniyle tarım alanında yoğun kullanılan bal arıları, bal başta olmak üzere ürünleri yönüyle de büyük öneme sahiplerdir (Özçağırın 2002, Özbek 2003). Bal arılardan elde edilen bal, polen, propolis, arı sütü, bal mumu, apilarnil ve arı zehiri gibi ürünler insanların beslenmesinde ve birçok hastalığın tedavisinde ilaç veya ilaç hammaddesi olarak kullanılmaktadır (Kaftanoğlu ve ark. 1992, Özüiçli ve Aydın 2018). Ekonomik açıdan düşünüldüğünde bal arılarının tozlaşmaya sağladıkları katkı, bal ve diğer ürünlerinden sağladıkları katkıdan çok daha fazladır (Muz 2008). Dünya’da insan gıdasının 1/3’ünün doğrudan veya dolaylı olarak bal arılarının polinasyonunun sonucunda gerçekleştiği bilinmektedir (Mc Gregor 1976, Delaplane ve Mayer 2000).

Tozlaştırma fonksiyonları ile biyolojik çeşitliliğin devamını sağlayan arılar, erozyonun önlenmesi gibi hayati öneme sahip bir işleve de dolaylı olarak katkıda bulunurlar (Özbek 2002).

Bahsedilen bu önemli özelliklerinden dolayı bal arılarının görevlerini daha iyi ve etkin bir şekilde yapabilmeleri için bakım ve besleme yöntemlerinin iyi bir şekilde yapılması gerekmektedir (Akyol ve Korkmaz 2005). Bununla birlikte bal arılarının etkin şekilde

alışmasını sınırlayan çeşitli abiyotik ve biyotik etmenler bulunmaktadır. Biyotik etmenlerden başta parazitler olmak üzere virüs, bakteri ve mantar gibi çeşitli patojen etkenler arı sağlığını ciddi derecede tehdit ederek koloni sağlığı sorunlarına ve hatta koloni kayıplarına neden olabilmektedirler. Bal arısı koloni sağlığı sorunları son yıllarda Dünya’da ve Türkiye’de gittikçe artan öneme sahip olmuştur (Uygur ve Girişgin 2008, Muz ve Muz 2017). Zengin bitki örtüsü, iklim koşulları gibi avantajlara sahip olmasına rağmen (Kaygın ve Yıldız 2006) Türkiye’de arıcılık faaliyetlerinde istenilen düzeye ulaşılamamasının başında arı hastalık ve zararlıları gelmektedir (Uygur ve Girişgin 2008). Bal arılarının geleişme dönemlerini etkileyen en yaygın arı hastalık ve zararlıları arasında; varrosis, Amerikan yavru rrklğ, nosemosis, acariosis, galleriosis, amoebiasis, arı felci (paraliz), Avrupa yavru rrklğ, torba rrklğ, adi yavru rrklğ, para rrklğ, septisemi, paratifs, tropilaelapsosis, arı biti, kireç ve taş hastalıkları yer almaktadır (Aydın ve ark. 2017).

Son yıllarda Dünya’nın birçok yerinde ve Türkiye’de diğer hastalık etkenleri ile birlikte koloni kayıplarının nedenlerinden birisi olarak gösterilen nosemosis önemli bal arısı hastalıklarından bir tanesidir. Mikrosporodial entomopatojenler arasında yer alan *Nosema apis* ve *Nosema ceranae* etkenlerinin neden olduğu bu hastalık, bal arılarında sindirim sistemi bozukluklarına, ortalama mrn ve koloni sayısının azalmasına neden olur. Bu hastalığa yakalanmış kolonilerde bal üretimi ve polen toplamada azalma, zaman zaman da önemli kış kayıpları gözlemlenir (zili ve Aydın 2018).

Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurulu (HMK HADYEK) yönergesi tarafından onaylanan bu çalışmada, Hatay’ın Drtyol, Antakya, Samandağ, Arsuz, Kırıkhan ve Yayladağı ilçelerinde önceden belirlenen arıcılık işletmeleri ziyaret edilerek toplanan bal arısı örneklerinde; mikroskobik ve Polimeraz Zincir Reaksiyonu (PZR) yöntemlerini kullanarak nosemosisin yaygınlığını belirlemek, işletme şartlarının ve arıcıların tutum ve davranışlarının hastalığın varlığı üzerindeki etkilerini anket çalışması ile araştırmak amaçlanmıştır.

2. GENEL BİLGİLER

2. 1. Bal Arısı Tür ve Alt Türleri (İrkları)

Bal arılarının da içerisinde bulunduğu Hymenoptera (Zar kanatlılar) takımında 10-11 aile ve yaklaşık 700 cins içeren 200 bin takson bulunmaktadır. Tür kavramı; türler arasındaki gen akışının azalması veya yok olması, çiftleşmenin aynı türün bireyleri arasında olması, farklı türler arasında çiftleşme eğiliminin olmamasını ifade etmektedir. Bal arılarını ifade eden *Apis* cinsi içerisinde 83 tür bulunmaktadır. Bu türlerden; *Apis mellifera*, *A. koschevnikovi*, *A. nuluensis*, *A. nigrocincta* ve *A. cerana* önemli türlerdir. Dünya’da yaygın yetiştiriciliği yapılan, bal üretiminde en fazla yararlanılan ve bal arısı denildiğinde akla gelen tür “Batı” bal arısı olarak da adlandırılan *A. mellifera*’dır. Yunancada melli (bal), fere (bal taşıyan) anlamına gelir (Ruttner 1988, Sammatora ve Avitabile 1998, Sosyal ve ark. 2010).

Alt tür ise en az bir morfolojik karakter bakımından farklılık gösteren coğrafi olarak belli yerlerde sınırlandırılmış popülasyonlar olarak tanımlanabilir. Bazı araştırmacılar da alt türlerin kalıtımla ilgili olduğu kanaatindedirler. Alt türler arasında üreme engeli yoktur. Ancak aralarına giren dağ, deniz gibi coğrafi engeller nedeniyle döllenme gerçekleşmediğinden kapalı bir sistem içerisinde yaşarlar. Alt tür kavramına zooteknide ırk adı da verilmekte, belli bir bölgeyle sınırlı kalmış ve o bölgeye uyum sağlamış bu popülasyonlar ekotip olarak da ifade edilmektedir (Mayr 1942, Ruttner 1988, Berlocher 1998). Dünya üzerindeki bal arısı alttürleri (ırkları, ekotipleri) bulundukları çevre koşullarına uyum sağlamış olup morfolojik, fizyolojik, davranış ve verim özellikleriyle farklılıklar göstermektedirler. Arı alt türlerinin morfolojik ayrımında; büyüklük, renk, dil uzunluğu, vücudun kıl örtüsü, bal mumu bezlerinin şekil ve büyüklüğü, kanat damar yapısı ve kanat büyüklüğü gibi özelliklerden yararlanılır (Güler ve ark. 1999, Güler ve Toy 2008). Bununla birlikte değişik alt türler arasında veya aynı alt tür içerisinde melezlenebilen hibrid arılarda bulunmaktadır. Bazı ticari hibrid arıları; Starline (İtalyan’a yakın akraba neslidir) ve Buckfast’dır (Sammatora ve Avitabile 1998).

“Batı” bal arısı türleri Ruttner (1988) tarafından sınıflandırılmıştır. Farklı coğrafyalardan yapılan yeni ilavelerle günümüzde kabul gören alt türlerin sayısı 27’yi bulmuştur. Alt türler kökenleri itibariyle 4 kola ayrılmaktadır. Kuzeydoğu Akdeniz ve Ortadoğu alt türleri O kolunda, Afrika (Tropik) alt türleri A kolunda, Orta ve Doğu Avrupa alt türleri C kolunda, Batı ve Kuzey Avrupa ile Kuzey Afrika alt türleri ise M kolunda

toplanmıştır (Kambur ve Kekeçoğlu 2018). Bal arılarının önemli *A. mellifera* tür ve alt türlerinin sistematigi Çizelge 2.1’de listelenmiştir (Ruttner 1988, Sammatara ve Avitabile 1998, Sosyal ve ark. 2010). Türkiye’deki alt türlerin coğrafi dağılımları ise Şekil 2.1’de (Tozkar ve ark. 2015) verilmiştir.

Çizelge 2. 1. Önemli *A. mellifera* tür ve alt türlerinin sistematigi. Bold işaretlenenler Türkiye’de mevcuttur.

Alem: Hayvanlar (Animalia)	
Şube: Eklembacaklılar (Arthropoda)	
Sınıf: Böcekler (Insecta)	
Takım: Zar kanatlılar (Hymenoptera)	
Aile: Arılar (Apidae)	
Cins: Bal arıları (Apis)	
1-Alt cins: Micrapis	Tür: <i>A. florea</i> (Cüce bal arısı)
	Tür: <i>A. andreniformis</i>
2-Alt cins: Megapis	Tür: <i>A. dorsata</i> (Dev bal arısı)
	Tür: <i>A. laboriosa</i>
3-Alt cins: Apis	Tür: <i>A. koschevnikovi</i>
	Tür: <i>A. nuluensis</i>
	Tür: <i>A. nigrocincta</i>
	Tür: <i>A. cerana</i> (Doğu bal arısı)
	Tür: <i>A. mellifera</i> (Batı bal arısı)
I. Kuzeydoğu Akdeniz ve Ortadoğu (O)	<i>Apis m. anatoliaca</i> Maa (1953)
	<i>Apis m. meda</i> Skorikov (1929)
	<i>Apis m. caucasica</i> Gorbachev (1916)
	<i>Apis m. syriaca</i> Buttel-Reepen (1906)
	<i>Apis m. armeniaca</i> Skorikov (1929)
	<i>Apis m. adami</i> Ruttner (1975)
	<i>Apis m. cypria</i> Pollmann (1879)
	<i>Apis m. pomonella</i> Sheppard ve Meixner (2003)
II. Tropik Afrika (A)	<i>Apis m. lamarckii</i> Cockerell (1906)
	<i>Apis m. yemenitica</i> Ruttner (1975)
	<i>Apis m. litorea</i> Smith (1961)
	<i>Apis m. scutellata</i> Lepeletier (1836)
	<i>Apis m. adansonii</i> Latreille (1804)
	<i>Apis m. monticola</i> Smith (1961)
	<i>Apis m. capensis</i> Escholtz (1821)
	<i>Apis m. unicolor</i> Latreille (1804)
III. Orta ve Doğu Avrupa (C)	<i>Apis m. carnica</i> Pollmann (1879)
	<i>Apis m. sicula</i> Montagano (1911)
	<i>Apis m. ligustica</i> Spinola (1806)
	<i>Apis m. cecropia</i> Kiesenwetter (1860)
	<i>Apis m. macedonica</i> Ruttner (1988)
	<i>Apis m. ruttneri</i> Sheppard ve ark. (1997)

Çizelge 2. 1. devam	IV. Batı ve Kuzey Avrupa, Kuzey Afrika (M)	<i>Apis m. sahariensis</i> Baldensperger (1924)
		<i>Apis m. intermissa</i> Buttel-Reepen (1906)
		<i>Apis m. iberica</i> Goetze (1964)
		<i>Apis m. mellifera</i> Linnaeus (1758)
		<i>Apis m. major</i> Ruttner (1978)



Şekil 2. 1. Türkiye’deki bal arısı alt türlerinin (ırk, ekotip) coğrafik dağılımı.

2. 1. 1. Türkiye’deki Bal Arısı Alt Türleri (Irkları)

Avrupa, Orta Doğu ve Asya kıtalarını birbirine bağlayan bir köprü durumunda olan Türkiye’de arıcılık faaliyetleri yaklaşık 9.000 yıl öncesine kadar uzanmaktadır. Sahip olduğu çeşitli bal arısı alt türleriyle Türkiye *A. mellifera*’nın gen merkezi durumundadır. Türkiye’deki alt türler; Trakya Bölgesi’nde *A. m. carnica*, güneyde Suriye sınırında *A. m. syriaca*, Kuzey Doğu Anadolu Bölgesi’nde *A. m. caucasica*, Güney Doğu Anadolu Bölgesi’nde *A. m. meda*, diğer bölgelerde *A. m. anatoliaca* olarak belirlenmiştir (Şekil 2. 1) (Ruttner 1988, Güler ve Toy 2008, Çakmak ve Seven Çakmak 2016, Kambur ve Kekeçoğlu 2018). Ayrıca coğrafi bölgelerin geçiş noktalarında ekotip olarak da adlandırılan (örn. Muğla ve Yığılca ekotipleri) alt türlerde bulunmaktadır (Tozkar ve ark. 2015).

Morfolojik, fizyolojik, davranış ve verim gibi birçok açıdan farklılıklar gösteren alt türlerin hastalık ve zararlılardan korunabilme potansiyelleri de değişiklik göstermektedir.

Bazı alt türler hastalık ve zararlılardan korunmada zayıf beceriye sahipken, bazıları da yüksek beceriye sahiptir. Alt türlerin beceri özelliklerine örnek olarak, hijyenik davranma özelliği fazla olan Afrika katil arısı *A. m. scutellata*'nın *Varroa* dahil birçok hastalık ve zararlıdan korunabilme potansiyeline sahip olması gösterilebilir. Ayrıca Kafkas arısı, Karniyol arısına göre nosemosise daha duyarlıdır (Şekil 2. 2) (Aydın ve ark. 2017).

							
ÖZELLİK	AFRICAN	BUCKFAST	CARNIOL	KAFKAS	CORDOVAN	ITALIAN	RUSSIAN
PETEKTE SAKINLIK	1	10	8	10	7	5	5
SAVUNMA DAVRANIŞI	10	1	1	1	1	2	7
ERKEN GELİŞİM	10	8	10	6	5	8	10
İŞ BAŞI	5	10	10	1	5	5	10
BAL TOPLAMA	10	10	10	10	10	10	10
BAL DEPOLAMA	1	10	10	8	8	10	5
NOSEMA'YA DAYANIKLILIK	10	5	6	1	5	5	5
POLEN TOPLAMA	5	5	10	5	5	5	5
PROPOLİS TOPLAMA	5	5	2	10	5	5	5
OĞULA YATKINLIK	10	2	5	2	5	2	7
TRACHEAL MITE DAYANIKLILIK	8	10	8	3	5	5	9
VARROA'YA DAYANIKLILIK	10	3	4	3	3	3	5
KIŞI ATLATMA	1	10	10	10	5	10	10
	1 (Zayıf Beceri)			10 (Yüksek Beceri)			

Şekil 2. 2. Bazı bal arısı alt türleri ve özellikleri.

2. 1. 1. 1. Karniyol Arısı (*Apis m. carnica*)

Türkiye’de Trakya Bölgesi’nde yayılım gösteren Dünya’da İtalyan arısından sonra en yaygın alt tür olan Karniyol arısının anavatanı Slovenya’dır. Hırvatistan, Avusturya, Bosna Hersek ve Bulgaristan başta olmak üzere Dünya’nın birçok bölgesinde yaygındır (Ruttner 1988). Morfolojik olarak koyu renkli, kısa ve sık kıl örtüsüne sahip olduğundan esmer arı alt türleri arasında yer almaktadır. Abdomendeki bantlar işçi arılarda gri ve siyah görünürken, ana arılarda siyah yerine kahverengi bant hâkimiyeti dikkati çekmektedir. Morfolojik görüntüsü İtalyan arısına benzemekle birlikte, bu alt türden daha küçük olması ve dil uzunluğunun daha fazla olmasıyla ayırt edilebilmektedir. Bu alt türün bazı özellikleri şunlardır;

- Uyum yetenekleri fazladır ve arı alt türleri arasında en uysal olanıdır.
- Bal üretme yetenekleri çok iyidir.
- Kışa az bir popülasyon ile girip az bal tüketebilen bu arıların kışlama yeteneği fazladır.
- Yağmacılık ve propolis toplama eğilimleri azdır.
- Oğul verme olayına eğilimlidirler.
- *Nosema* ve Yavru çürüklüğü hastalığına karşı daha dayanıklıdır (Ruttner 1988, Aydın ve ark. 2017).

2. 1. 1. 2. Suriye Arısı (*Apis m. syriaca*)

Suriye, Lübnan, Ürdün ve İsrail’de yayılım gösteren bu alt tür, Türkiye’de güney kesimlerde özellikle de Suriye sınırına komşu Hatay yöresinde görülmektedir. Anadolu arısı ile İran arısının görüldüğü dar bir coğrafi alanda bulunması nedeniyle bu alt türün doğudaki sınırı tam olarak belirlenememiştir (Ruttner 1988). Avrupa ve Asya arılarının en küçüğüdür. Abdomeni narin yapılı olup kısa kıllarla kaplıdır. Dorsal ilk üç segmentinde sarı renklemeler görünür ve scutellumu parlak sarı renklidir. Savunma mekanizması son derece gelişmiştir. Nektar toplama kabiliyeti ve aşırı yaz sıcaklarına uyumu iyidir. Ancak hırçın oluşu ve bal veriminin düşük olması gibi nedenlerden Türkiye arıcıları tarafından tercih edilmediğinden yok olma tehlikesiyle de karşı karşıyadır (Ruttner 1988, Kekeçoğlu 2007). Bilinen en tipik özellikleri, çiftleşme periyodu esnasında ana arılardan biri çiftleşip kuluçkaya yatıncaya kadar kolonide birkaç düzine genç ana arı bulundurmalarıdır. Bu alt türün çiftleşme periyodunda kısa süreliğine monogomi (tek eşlilik) alışkanlığını bırakması özellikle ana arı yetiştiriciliğinde önemli bir avantaj sağlamaktadır (Buttel-Reepen 1906, Kekeçoğlu 2007).

2. 1. 1. 3. Kafkas Arısı (*Apis m. caucasica*)

Kafkas arısı Orta kafkasya kökenlidir. Gürcistan, Ermenistan, Azerbaycan ve Türkiye gibi ülkelerde dağılım göstermektedir. Yüksek rakım ve soğuk iklimlerde yaşamaya uyum sağladığından Türkiye’nin Kuzey Doğu Anadolu Bölgesi’nde, Gürcistan sınırı yakınlarında özellikle de Ardahan ve Artvin yörelerinde yaygındır (Kandemir ve ark. 2000). Subtropik bölgelerde, Akdeniz ikliminde bal üretimi, hayatta kalma ve koloni gelişimleri düşüktür (Akyol ve ark. 2014). Boyut ve şekil olarak Karniyol arısına benzemektedir.

Esmer renkli kitin tabakasının üzeri açık gri renkli kıllar ile örtülüdür (Ruttner 1988). Bu alt türün bazı özellikleri şunlardır;

- Akar ve *Nosema* enfeksiyonlarına duyarlıdır (Adam 1987).
- *A. mellifera* türleri içerisinde en uzun hortuma sahiptir (7.2 mm'ye kadar).
- Uysal, çalışkan ve şiddetli soğuğa dayanıklıdır.
- Oğul verme eğilimleri düşüktür.
- Yavru verimleri yüksek olduğundan güçlü koloniler meydana getirebilirler.
- Sakin olmalarına rağmen, dışarıdan gelecek tehditlere karşı kolonilerini savunma potansiyelleri fazladır.

En önemli kusurları kovana aşırı miktarda propolis getirerek sağa sola bulaştırmalarıdır (Ruttner 1988, Aydın ve ark. 2017).

2. 1. 1. 4. İran Arısı (*Apis m. meda*)

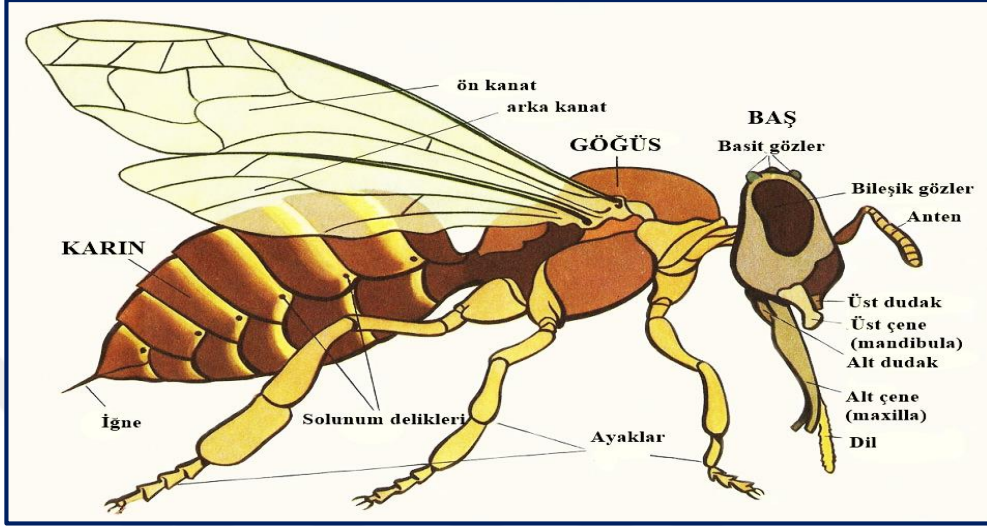
Genel zoocoğrafik kurallara uymayan farklı iklim ve coğrafik özellikteki alanlara yayılım gösteren İran arısının; İran, Irak ve Güneydoğu Anadolu'dakileri bir grup, Lübnan, İsrail, Kıbrıs ve Suriye'de olanları ayrı bir grup olarak bildirilmiştir. Türkiye'de Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde; Van gölünden Antakya'ya uzanmaktadır. Morfolojik olarak küçük olması, metatarsilerinin geniş olması, uzun dil yapısına sahip olması nedeniyle Kıbrıs arısına benzerlik göstermektedir (Skorikov 1929).

2. 1. 1. 5. Anadolu Arısı (*Apis m. anatoliaca*)

Türkiye'nin kuzeyinden güneyine, doğusundan batısına geniş yayılım alanı gösteren Anadolu arısı Anadolu'nun Muğla, Giresun, Yığılca gibi birçok bölgesine uyum sağlamıştır (Bouga ve ark. 2011). Bu alt tür İngiltere ve ABD gibi ülkelere götürülerek ıslah çalışmalarında kullanılmıştır. Turuncudan kahverengiye değişen esmer renk geçişine, geniş abdomen ve tarsusa, kısa bacak ve kanat yapısına sahiptir. Nektar toplama kabiliyeti zayıf, yavru ve bal üretim kabiliyeti fazladır. Çeşitli iklim koşullarına adaptasyonu, yaşama ve üreme gücü, kışlama yeteneği yüksektir. En önemli kusurları kovan içerisine petek örme ve aşırı propolis kullanmalarıdır (Ruttner 1988, Aydın ve ark. 2017).

2. 2. Bal Arısı Morfolojisi, Fizyolojisi ve Biyolojisi

Vücut yapıları itibarıyla arthropoda kökünün genel özelliklerini taşıyan bal arılarının vücutları; baş (caput), göğüs (thoraks) ve karın (abdomen) olmak üzere 3 kısımdan oluşmaktadır (Şekil 2. 3) (Aydın ve ark. 2017).



Şekil 2. 3. Bal arısı morfolojisi.

Baş bölgesinde gözler, anten ve ağız parçaları yer almaktadır. Başın iki yanında bir çift iri bileşik (petek) göz ile üst kısmında oselli adı verilen üç adet basit göz bulunmaktadır. Bileşik gözler ommatidium adı verilen çok sayıda altıgen prizmadan oluşmuştur. Her biri çok sayıda fotoreseptöre sahip olan ommatidiumlar ana arıda 3-4 bin, işçi arıda 4-6 bin ve erkek arıda 8 binden fazladır. Antenler bir çift olup ana ve işçi arılarda 12, erkeklerde 13 halkadan meydana gelmiştir. Yalayıcı emici tipte olan ağız yapısı yukarıdan aşağıya doğru; üst dudak (Labrum), bir çift üst çene (Mandibul), bir çift alt çene (Maksilla) ve alt dudak (Labium) olmak üzere dört kısımdan oluşmaktadır. Üst dudak ve üst çene besinleri delme ve bal mumuna şekil vermede kullanılırken, alt dudak ve alt çenenin birleşerek oluşturduğu hortum şeklinde olan dil ise çiçekten bal özü ve sıvı maddelerin emilmesinde kullanılmaktadır (Demirsoy 2006, Doğaroğlu 2009, Aydın ve ark. 2017).

Göğüs üç segmentten meydana gelmiş olup ikinci ve üçüncü segmentlerden birer çift kanat ve her bir göğüs segmentinden birer çift bacak çıkmaktadır. Arka kanatlar ile ön kanatlar uçuş esnasında hamuli adı verilen kancalarla bağlanarak birlikte hareket ederler. Ön bacaklar antenlerin, baş, göz ve ağzın temizlenmesinde, orta bacaklar göğüs, kanat ve hava deliklerinin temizlenmesinde; polenlerin arka bacaklara iletilmesinde ve karında

üretilen balmumu plakalarının yerinden çıkarılmasında, arka bacaklar ise polen taşımada görevlidirler (Demirsoy 2006, Doğaroğlu 2009, Aydın ve ark. 2017).

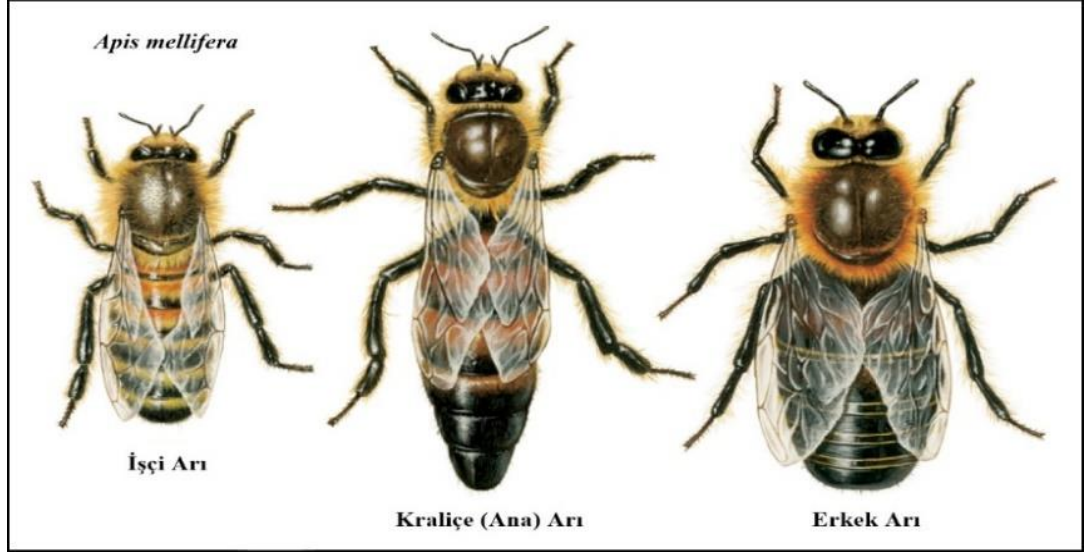
Karın kısmında sindirim ve üreme organları gibi içi organlarla bal mumu bezleri, koku bezleri ve iğne bulunmaktadır. İşçi arılar ve ana arıda abdomenin sonunda iğne bulunurken, erkek arılarda iğne bulunmamaktadır.

Sindirim sistemi ağızla başlayıp sırasıyla, yemek borusu, bal midesi (kursak), ön mide (proventrikulus), “S” harfi şeklinde kıvrılmış olan esas mide (ventrikulus), ince bağırsak ve rektum ile devam edip anüs ile son bulmaktadır. Dolaşım sistemi açık kan dolaşımı şeklinde olup, vücut boşluğu (hemosel) kan sıvısı (hemolenf) ile dolmuştur. Hemolenfte hemosit denilen birçok kan hücresi bulunmaktadır. Dorsalde bir kalp ve atardamarı mevcuttur. Solunum derinin dışarıdan içeriye açılmasıyla oluşan trake sistemi ile gerçekleşmektedir. Sinir sistemi merkezi ganglionla başlayıp, subözofağal ganglionla devam eden ve alt kısımda ventral sinir kordonuyla sonlanan ip merdiveni şeklinde bir oluşumdur (Sammatora ve Avitabile 1998, Demirsoy 2006, Doğaroğlu 2009).

Üreme hücreleri dişilerde yumurta erkeklerde spermatozoa oluştururlar. Dişi olan işçi arılarda çok özel durumlarda aktif hale gelen üreme organları bulunmaktadır. Bal arılarında eşeyli üreme ile partenogenez görülür. Ana arının petek gözlerine bıraktığı döllenmiş yumurtalardan işçi arılar ve ana arılar, döllenmemiş yumurtalardan ise erkek arılar meydana gelir. Tam başkalaşım (holometabol) gösteren bal arılarının yaşamlarında larva, pupa ve ergin olmak üzere 3 farklı gelişim safhası vardır. Yumurtadan ergine biyolojik gelişim süresi ana arıda 16 gün, işçi arıda 21 gün, erkek arıda ise 24 gündür (Yadav ve ark. 2017).

2. 3. Bal Arısı Koloni Bireyleri

Sosyal yaşayan canlılardan olan arılar koloni olarak adlandırılan topluluklar halinde yaşarlar. Mevsime ve çeşitli şartlara bağlı olarak değişmekle beraber normal ve sağlıklı bir koloni; bir ana arı, 8-80 bin civarında işçi arı ve 100-500 kadar da erkek arıdan oluşmaktadır (Aydın ve ark. 2017) (Şekil 2. 4).



Şekil 2. 4. Bal arısı (*A. mellifera*) koloni bireyleri (Yadav ve ark. 2017).

Döllenmiş yumurtadan çıkan ve diploid olan ana arının en önemli görevi yumurtlamak ve ağız çevresindeki salgı bezlerinden salgıladığı feromonlar ile kovan içerisindeki işbirliği ve düzeni sağlamaktır. Ana arı feromonları aynı zamanda işçi arıları çalışmaya ve erkek arıları çiftleşmeye teşvik etmektedir. Ana arı 18-22 mm olan uzunluğuyla kovadaki arıların en irisidir. Sadece alternatif ana arılara karşı kullanabildiği eğri iğnesi dışında, işçi arılarda bulunan koku (nasonov) ve mum salgı bezlerinden, polen sepetinden yoksundurlar (Yadav ve ark. 2017, Aydın ve ark. 2017).

Koloninin neredeyse tamamını (%98) oluşturan işçi arılar diploid kısırlaştırılmış dişilerdir. Vücut uzunlukları 12-15 mm olup boyları erkek ve ana arıdan küçüktür. Arka bacaklarında çiçek tozlarını taşımakta kullanılan etrafı kıllarla çevrili olan polen sepeti bulunmaktadır. Bal kursakları, yavru gıda bezleri, mum salgı bezleri, koku bezleri iyi gelişmiştir. Tırtıklı iğnelerini soktukları yerden çıkaramadıklarından ölmektedirler. Fiziksel ve içgüdüsel yetenekleriyle koloninin devamını sağlamaktadırlar. Salgı bezlerinin fizyolojik gelişimine bağlı olarak petek gözünden çıkan ergin işçi arıların görevi hemen başlamakta, ilk 21 günleri kovan içerisinde geçmektedir. İlk 1-3 gün arası petek gözü temizlemek ve propolis ile petekleri sıvamak, 3-6 gün arası, 3-6 günlük yaşlı larvaları bal ve polen karışımıyla beslemek, 6-12 gün arası arısütü salgılayarak 1-3 günlük genç larvaları ve bütün gelişme dönemlerinde ana arıları beslemek, 12-18 gün arası balmumu salgılayarak petek gözleri örme, 18-21 gün arası, kovan bekçiliği, kovan sıcaklığını ayarlama, polen ve nektarın tarlacı arılardan alınarak depolanması, balın olgunlaştırılması gibi görevleri üstlenmektedirler.

Ayrıca bütün arıların temizlik, kış salkımı yaparak sıcaklığı 34-35 derecede sabit tutmak (kış salkımı) gibi görevleri vardır. Sonraki 21 günlük ömürlerinde tarlacı arılar olarak kovana su, nektar, polen ve propolis taşımaktadırlar (Yadav ve ark. 2017, Aydın ve ark. 2017).

Döllenmemiş yumurtalardan oluşan erkek arıların en önemli görevleri çiftleşme zamanı ana arıyı dölemektir. Antenleri ve petek gözleri iyi gelişmiş olup, bal mumu salgı bezleri ile polen sepetleri yoktur. Koloninin tombul bireyleri olan erkek arıların vücut uzunlukları 15-17 mm olduğundan ana arı ve işçi arılara göre daha geniş ve iri yapıdadırlar. Bal mevsiminin sona ermesiyle işçi arılar tarafından kovan dışına atılırlar ve açlıktan ölürlər (Yadav ve ark. 2017, Aydın ve ark. 2017).

2. 4. Arıcılık ve Önemi

Flora ve iklim koşullarına bağlı olarak bal arısı kolonilerinden başta bal olmak üzere, balmumu, polen, propolis, arı sütü ve arı zehiri gibi diğer arı ürünlerini elde etmeye yönelik arı yetiştiriciliği faaliyetlerine **arıcılık** adı verilmektedir (Fıratlı ve Genç 1994). Bitkilerin nektarından bal üreterek hayvansal üretime, tozlaşmada etkin rol oynayarak da bitkisel üretime katkıda bulunan arıcılık, doğal dengenin ve tarımsal üretimin devamlılığını sağlamak suretiyle çevreye ve insana hizmet eden önemli bir sektördür (Sarıözkan ve ark. 2009, Burucu ve Gülse Bal 2017).

Dünya'daki insan gıdasının %90'ını oluşturan 82 bitki türünden 63 tanesinin (%77) polinasyonu arılar tarafından gerçekleştirildiğinden arıcılığın insanlar için değerini ortaya koymaktadır (Delaplane ve Mayer 2000). Polinasyonun ülke ekonomisine katkısı ABD'de 115 milyar dolar, Avrupa'da 42 milyar dolar civarındadır (Özüoğlu ve Aydın 2018). Toprağa (araziye) bağlı kalmadan bitkisel ve hayvansal faaliyetlerle birlikte az sermaye ve işgücüyle yapılabilmesi, bal arısı ürünlerinin kolayca saklanabilmeleri, rahatça satılabilmeleri, gıda değeri ve sağlığa katkıları nedeniyle Dünya'da ve Türkiye'de arıcılığın önemi her geçen gün artmaktadır (Sarıözkan ve ark. 2009, Burucu ve Gülse Bal 2017).

2. 4. 1. Dünya'da ve Türkiye'de Arıcılık

Dünya'da yapılan en yaygın tarımsal faaliyetlerden birisi olan arıcılık, ekonomik getirisinin yüksek ve ürün çeşitliğinin fazla olması gibi özelliklerinden dolayı günümüzde hızla büyüyen önemli bir sektör konumundadır. Arıcılık sektörünün bilinen en önemli ürünü balın üretimi ülkelerin arıcılıkta ne kadar geliştiğinin temel göstergesidir (Çevrimli 2018).

Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Organizasyonu 2013 yılı verilerine göre Dünya’da en çok bal üreten ilk beş ülke sırasıyla Çin, Türkiye, Arjantin, Ukrayna ve Rusya’dır. Bu ülkelerin toplam bal üretim miktarı, kovan sayısı ve bal verimi Çizelge 2.2’de gösterilmiştir (FAOSTAT 2013).

Çizelge 2. 2. Dünya’da 2013 yılı itibarıyla bal üretimi en fazla olan ilk beş ülkenin bal üretim miktarı, kovan sayısı ve bal verimi.

Ülkeler	Bal Üretim Miktarı (ton)	Dünya Bal Üretimindeki Payı	Kovan Sayısı	Dünya Kovan Sayısı Payı (%)	Bal Verimi (kg)
Çin	450 300	27.1	8 900 000	11.0	50.6
Türkiye	94 694	5.7	6 641 348	8.2	14.3
Arjantin	80 000	4.8	2 970 000	3.7	26.9
Ukrayna	73 713	4.4	2 936 000	3.6	25.1
Rusya	68 446	4.1	3 284 176	4.1	20.8

Dünya’daki 37 fitocoğrafya bölgelerinden üçüne sahip olan ve 3506’sı endemik yaklaşık 10,000 bitki türünü barındıran Türkiye oldukça zengin floraya sahiptir (Çakmak ve Seven Çakmak 2016). Çizelge incelendiğinde bal üretimi bakımından Çin’in diğer ülkelere göre açık ara önde olduğu, Türkiye’nin ise en çok bal üreten ikinci ülke konumunda olduğu görülmektedir. Türkiye’yi sırasıyla Arjantin, Ukrayna ve Rusya takip etmektedir. Türkiye koloni sayısı ve bal üretimi bakımından arıcılıkta Dünya’nın en yüksek potansiyeline sahip ülkelerinden biri olmasına rağmen koloni başına bal üretiminde gerilerde yer almaktadır. Bal verimliliğine göre Türkiye 14,3 kg bal üretimiyle bu ülkeler arasında Dünya bal üretimi ortalaması 20,5 kg’ın altında olan tek ülkedir (FAOSTAT 2013, Çevrimli 2018).

Sonuç olarak doğal koşulları, coğrafi konumu, uygun iklim şartları ve zengin bitki örtüsü ile her türlü arıcılık faaliyetine elverişli olan Türkiye’nin yüksek arıcılık potansiyelini tam olarak kullanamadığı bir gerçektir (Fıratlı ve ark. 2005, Çakmak ve Seven Çakmak 2016). Sahip olduğu bu zenginliklere rağmen Türkiye’nin koloni başına bal veriminin düşük olmasının birtakım sebepleri vardır. Bunlar; koruyucu hekimlik ve teknik bilgi, koloni bakım ve besleme ile ana arı üretimi yetersizliği, kışlatma bilgisizliği, yeni nesil tarım ilaçları, uzun mesafeli gezginci arıcılık ve en önemlisi hastalık ve zararlılarla etkin ve doğru bir mücadelenin yapılamaması olarak sıralanabilmektedir (Şimşek 2005, Çakmak ve Seven Çakmak 2016).

2. 5. Bal Arısı Hastalık ve Zararlıları

Tüm memeli canlılarda olduğu gibi bal arılarının da gelişme dönemleri birçok hastalık etkeni ve zararlıının tehdidi altındadır. Hızlı ulaşımına paralel olarak ülkeler arası arı, arı ürünleri ve arıcılık malzemelerinin ticareti yoluyla arı hastalık ve zararlıları Dünya genelinde yayılmaktadır (Öztürk 2001). Ülke içerisinde bu durum daha çok gezginci arıcılık faaliyetlerinden kaynaklanmaktadır. Hastalık ve zararlıların yaygınlaşması kolonilerde; bal ve yavru üretiminin azalmasına, ilkbaharda kolonilerin gelişmesinin yavaşlamasına, kış kayıplarına ve dolayısıyla ekonomik zararlara yol açmaktadır. Bu sebeplerden dolayı bal arılarının hastalık ve zararlıları Dünya’da olduğu gibi Türkiye’de de arıcılığın gelişmesini ve üretimini sınırlandıran en önemli faktörlerdendir (Uygur ve Girişgin 2008).

Bal arılarının hastalık etkenleri daha çok bakteri, mantar, virüs, protozoon ve artropodalardan ileri gelmektedir. Arı hastalıkları etkenlerine göre; bakteriyel, fungal, viral, protozoon ve artropoda olarak sınıflandırılabilir gibi, gelişme dönemlerine göre de yavru ve ergin arı hastalıkları olarak sınıflandırılmaktadır. Bal arılarında görülen önemli hastalıklar, hastalık etkenleri ve etki ettikleri gelişme dönemleri Çizelge 2.3’te verilmiştir (Uygur ve Girişgin 2008).

Çizelge 2. 3. Bal arılarında görülen önemli hastalıklar, hastalık etkenleri ve etki ettikleri gelişme dönemleri.

Hastalık Adı	Etken	Etken Grubu	Gelişme Dönemi
Amerikan yavru çürüklüğü	<i>Paenibacillus larvea</i>	Bakteri	Yavru
Avrupa yavru çürüklüğü	<i>Melisococcus plutonius</i> ve çok sayıda sekonder etken	Bakteri	Yavru
Septisemi	<i>Pseudomonas apiseptica</i> (<i>Pseudomonas aeruginosa</i>)	Bakteri	Ergin
Nosemosis	<i>Nosema apis</i> , <i>Nosema ceranae</i> , <i>Nosema neumannii</i>	Mantar	Ergin
Kireç Hastalığı	<i>Ascosphaera apis</i>	Mantar	Yavru
Taş Hastalığı	<i>Aspergillus flavus</i> , <i>Aspergillus fumigatus</i> , <i>Aspergillus niger</i>	Mantar	Ergin/Yavru
Paraliz (arı felci)	20 civarında virüs	Virüs	Ergin
Tulumsu yavru çürüklüğü	Sacbrood virüs	Virüs	Yavru
Amoebiasis	<i>Malpighamoeba mellificae</i>	Protozoon	Ergin
Acariosis	<i>Acarapis woodi</i>	Artropod	Ergin
Varroosis	<i>Varroa destructor</i>	Artropod	Ergin/Yavru
Galleriosis	<i>Galleria mellonella</i> , <i>Achroia grisella</i>	Artropod	Petek güvesi
Arı Biti	<i>Braula coeca</i>	Artropod	Ergin
Küçük kovan kurdu	<i>Aethina tumida</i>	Artropod	Kovan bal zararlısı

Türkiye’de varroosis (%6,2-100), nosemosis (%3,02-100) ve Amerikan yavru çürüklüğü (%0-100) fazla görülür ve viral hastalıklarla birlikte seyrederek koloni kayıplarına neden olur. Bu hastalıkları sırasıyla; kireç hastalığı (%0-79,59), Avrupa yavru çürüklüğü (%0-28), galleriosis (%3-14,7) ve taş hastalığı (%0-5.86) takip etmektedir (Balkaya ve ark. 2016, Muz ve Muz 2017).

2. 5. 1. Bal Arısı Koloni Kayıpları

Koloni kayıpları; bal arılarının koloni sağlığını belirleyen unsurlarla, arıların kuluçka döneminde ve sonrasında karşılaştığı sorunlara bağlı oluşmaktadır. Bu unsurlar ve sorunlar şunlardır;

- Ana arının genetik kapasitesi.
- Arıların bağışıklık sistemi.
- Koloni içinde yavruların beslendiği arı sütü, polen ve balın kalitesi.
- Kovanda kimyasal kalıntıların varlığı.
- Coğrafi ve ekolojik faktörler.
- Arı yetiştirme yöntemleri.
- Yavru gözlerinde arı larvasının maruz kaldığı *Varroa* enfestasyonu.
- Diğer hastalık ve zararlılar.

Bahsi geçen bu faktörlerin tümü olumlu ise genellikle kolonilerde önemli sağlık sorunlarına rastlanmamaktadır. Bu faktörler arasında olumsuzluk durumunda ise kolonilerde sağlık sorunları ortaya çıkmaktadır (Aydın ve ark. 2017).

Dünya’da olduğu gibi Türkiye’de de son on yıllık süreçte dikkat çeken bal arısı koloni kayıpları farklı etken ve faktörlerin etkileşimi ile ortaya çıkan arı sağlığı problemidir. Kış sezonlarında %10-15 seviyelerinde normal kabul edilen koloni kayıpları, bazı yıllarda %100 seviyelerine ulaşarak ciddi ekonomik kayıplara neden olmuştur. Koloni Çökme Bozukluğu (CCD, Colony Collapse Disorder) olarak da adlandırılan koloni kayıpları aynı zamanda sendrom olarak da tanımlanmıştır (Kavak ve ark. 2015, Muz ve Muz 2017). İlk olarak Avrupa’da *A. mellifera*’yı etkilediği bildirilen bu sendrom Amerika’da Honeybee Colony Collapse Disorder (HCCD), Avrupa’da Honeybee Depopulation Syndrome (HBDS)

olarak tanımlanmıştır. Dünya'nın birçok yerinde ekolojik ve ekonomik kayıplara yol açan ve güçlü kolonilerin aniden ölümüyle sonuçlanan bu olayın sebebini bulmak için birçok hipotez ortaya atılmasına, çok sayıda çalışma yapılmasına rağmen henüz kesin bir kanıya varılamamıştır (Faucon ve ark. 2002, Stokstad 2007, Kavak ve ark. 2015, Muz ve Muz 2017). Bu sendromun tarım alanlarının eksikliği, çevre şartlarının değişmesi, pestisit uygulamaları, küresel ısınma, cep telefonu radyasyonu, besin eksikliği, bitkilerin gutasyon sıvısı, arı patojen ve zararlıları ile stres gibi birçok faktöre bağlı olabileceği düşünülmektedir (Naug 2009, Williams ve ark. 2010, Yalçın ve Turgut 2016, Muz ve Muz 2017).

Bal arısı koloni kayıpları klinik bulgularla seyreden arı patojen ve zararlılarına bağlı kayıplarla karşılaştırıldığında sebebini bilinmemesi, klinik bulgu göstermemesi, koloniden ayrılan arıların geri dönmemesi, çok ani ve yüksek düzeylerde seyretmesi gibi farklılıklar göstermektedir. Kolonilerde ana arının yanında kalan az miktarda ergin arı dışındakiler yavruları bırakarak ortadan kaybolmaktadırlar. Böyle koloniler ana arı ve yüksek yavru sayısına rağmen yeterince beslenemediğinden ve güçsüz kaldığından yok olmaktadır (vanEngelsdorp ve ark. 2006, Kandemir 2007).

Koloni kayıplarının yaşandığı kolonilerde virüs, *Nosema* ve *Varroa* enfeksiyonlarına rastlanması koloni kayıplarında arı patojen ve zararlılarının da rolü olduğunu düşündürmektedir (Muz ve Muz 2017). *Varroa* paraziti kendi zararının dışında, bal arısı kolonilerini zayıf ve güçsüz düşürerek çeşitli bakteri, protozoon, mantar ve virüs enfeksiyonlarına neden olmaktadır (Çakmak ve ark. 2003, Muz ve Muz 2017). Koloni kayıplarından sorumluluğu kanıtlanmış hastalık bulunmamasına rağmen, bal arılarındaki koloni kayıplarının nedenlerinden birisi nosemosis olarak gösterilmektedir (Özüoğlu ve Aydın 2018).

2. 5. 1. 1. Nosemosis

Nosemosis ergin bal arılarının sindirim sistemini etkileyen *Nosema* türü mikrosporidiaların neden olduğu son derece tehlikeli ve bulaşıcı bir bal arısı hastalığıdır. Hastalık Dünya'nın birçok yerinde etkili olduğu gibi Türkiye'de de geniş yayılım alanına sahip olup zaman zaman önemli kayıplara neden olmaktadır (Ütük ve ark. 2010, Whitaker ve ark. 2011).

2. 5. 1. 1. 1. Taksonomisi

Nosemosis etkenleri zorunlu hücre içi mantarlar olan mikrosporidial entomopatojenler arasında yer almaktadırlar. Bu patojenlerin çoğu Hymenoptera takımı başta olmak üzere neredeyse böcek gruplarının tamamına yakınında enfeksiyona neden olan 150’den fazla *Nosema* türünden oluşmaktadır (Chen ve ark. 2009). *Nosema* cinsi çok fazla sayıda tür içermesi, zararlı böceklerle birlikte ekonomik yararı olan böceklerde de hastalık oluşturması nedeniyle üzerinde en fazla çalışılan patojenlerdendir (Solter ve ark. 2012, Yaman 2018). Bu cins içerisinde bal arılarını enfekte eden *Nosema apis* ve *Nosema ceranae* ile ipek böceklerini enfekte eden *Nosema bombycis* ekonomik açıdan önemli türlerdir (Aydın ve ark. 2007, Özüçü ve Aydın 2018). Son zamanlarda yapılan moleküler çalışmalarda Uganda’da *N. apis*’e filogenetik yakınlığı olan *Nosema neumanni* adında yeni bir tür daha tanımlanmıştır (Chemurot ve ark. 2017).

Mikrosporidia türleri önceleri Archezoa alemine yerleştirilerek protozoonlarla birlikte sınıflandırılırken 1993 yılında moleküler çalışmalara bağlı mantarlar (Fungi) alemiyle ilişkilendirilmiştir (Cavalier-Smith 1993, Edlind ve ark. 1996, Tanabe ve ark. 2002). Buna bağlı olarak önceleri yaşam döngülerinin benzerliğinden protozooloji bilim dalı altında incelenen *Nosema* türleri günümüzde mantarlar alemine dâhil edilmişlerdir (Tanabe ve ark. 2002, James ve ark. 2006, Özüçü ve Aydın 2018). *Nosema* türlerinin güncel taksonomisi Çizelge 2.4’te verilmiştir (Chemurot ve ark. 2017, Özüçü ve Aydın 2018).

Çizelge 2. 4. Bal arılarını enfekte eden *Nosema* türlerinin güncel taksonomisi.

Alem	Mantarlar (Fungi)
Şube	Mikrosporidia
Sınıf	Dihaplophasea
Dizi	Dissociodihaplophasida
Aile	Nosematidae
Cins	<i>Nosema</i>
Tür	<i>N. apis</i> , <i>N. ceranae</i> , <i>N. neumanni</i>

2. 5. 1. 1. 2. Tarihsel Gelişimi

Nosema cinsi içerisinde yer alan ve uzun yıllar ani koloni kayıplarına neden oldukları bilinen iki tür vardır. Bunlardan ilki *N. apis* (Zander 1909), 1900-2000 yılları arasında Batı bal arılarında (*A. mellifera*) görülen tüm nosemosis vakalarının tek etkeni olarak bilinmekteydi (Paxton 2010). İlk kez 1994 yılında Çin’in Pekin şehrinde Doğu bal arılarında

(*A. cerana*) yeni bir mikrosporidia türü *N. ceranae* (Fries ve ark. 1996) tespit edildi. Sonradan yapılan deneysel (Fries 2010) ve saha (Higes ve ark. 2006, Huang ve ark. 2007) çalışmalarıyla *A. mellifera*'da hem *N. apis*'in hem de *N. ceranae*'nin hastalık oluşturduğu ispatlandı. Bu sonuçlardan hareketle, Avrupa'da stoklanan örnekler üzerinde yeniden yapılan incelemelerde, önceleri *N. apis*'ten kaynaklandığı düşünülen noseiosis vakalarının çoğunun *N. ceranae*'dan kaynaklandığı anlaşıldı (Klee ve ark. 2007, Paxton ve ark. 2007, Invernizzi ve ark. 2009). Bu tespitler Asya kıtasıyla sınırlı kalmayıp Tayvan'dan, Türkiye'nin de içinde olduğu tüm Avrupa, Kuzey Amerika ve Güney Amerika'daki noseiosis vakaları için de doğrulanmıştır (Higes ve ark. 2006, Huang ve ark. 2007, Ütük ve ark. 2010). Uganda bal arılarında tespit edilen *N. neumannii* (Chemurot ve ark. 2017) yaygınlığı ve spesifik klinik bulgularıyla ilgili çalışmalar yapılmamıştır.

2. 5. 1. 1. 3. Dünya'daki ve Türkiye'deki Varlığı

Dünya'nın farklı yerlerinde yapılan çalışmalarla Afrika, Avrupa, Avustralya ve Kuzey Amerika'dan yaygın olarak bildirilen noseiosis türlerinin (Aydın ve ark. 2017) tek başlarına veya birlikte enfeksiyon oluşturabilecekleri bildirilmiştir. Bu çalışmalardan bazıları Çizelge 2.5'te verilmiştir.

Çizelge 2. 5. Dünya'nın farklı yerlerinde noseiosis etkenlerinin yaygınlığı üzerine yapılmış çalışmalar.

Ülke	<i>N. apis</i>	<i>N. ceranae</i>	Miks	Kaynak
Bulgaristan	-	%52,8	-	Shumkova ve ark. 2018
Suudi Arabistan	-	%58	-	Ansari ve ark. 2017
Ürdün	-	%23,9	-	Haddad 2014
İskoçya	-	-	%70,4	Bollan ve ark. 2013
İran	-	%67,1	-	Razmaraii ve ark. 2013
Balkan Ülkeleri	%0,30	%83,7	-	Stevanovic ve ark. 2011
Yunanistan	-	%73	-	Bacandritsos ve ark. 2010
Avusturya	%4,68	%14,04	%28,08	Derakhshifar ve ark. 2010
İtalya	-	%58,12	%0,43	Granato ve ark. 2010
Bulgaristan	%2	%50	-	Gurgulova ve ark. 2010
Avustralya	%46,25	%15,30	%0,65	Giersch ve ark. 2009

Türkiye'de *Nosema* enfeksiyonları ile ilgili ilk bilgiler 1950'li yıllarda verilmiş olup, hastalığın ilk detaylı tanımlaması 1992 yılında yapılmıştır (Uygur ve Girişgin 2008). Çalışmalar uzun yıllar ışık mikroskopuyla yapıldığından etkenin tür düzeyinde teşhisi yapılamamıştır. 2010 yılında ışık mikroskobu ve moleküler metodun birlikte kullanılarak tür düzeyinde ilk ayrımın yapıldığı çalışmanın materyalini, 2007 ve 2008 yıllarında Samsun ve Giresun illerinde iki koloniden alınan arı örnekleri oluşturmuştur. *N. apis* ve *N. ceranae*'nin

tür düzeyinde teşhisinin yapıldığı bu çalışma ile Türkiye’de *N. ceranae*’nin varlığı ilk kez bildirilmiştir (Ütük ve ark. 2010). Whitaker ve ark (2011) 2005 ve 2006 yıllarında Türkiye’nin 20 ilinden toplanmış 84 bal arısı örneğinde *N. apis* ve *N. ceranae*’nin tür düzeyinde teşhisini yapmışlardır. Hatay ili ve Güney Marmara Bölgesi’nde 2007 ve 2009 yıllarında farklı arılıklardan temin edilen örneklerde nosemosis etkenlerinin tür düzeyinde belirlendiği başka bir çalışma daha yapılmıştır (Muz ve ark. 2010). Bu araştırmacıların yaptıkları çalışmalarla ile beraber Türkiye’de artık diğer bir mikrospor patojeni *N. ceranae*’nin varlığından da söz edilmiştir.

Türkiye’de yaklaşık olarak son 20 yıllık süreçte önceleri ışık mikroskobu sonra buna ilaveten yapılan moleküler çalışmalarla nosemosisin yaygınlığı %3,02-100 arasında tespit edilmiş olup (Balkaya ve ark. 2016), her iki türün de görülmesine karşın %90’nın üzerinde dominant görülen türün *N. ceranae* olduğu belirlenmiştir (Muz ve ark. 2010, Ütük ve ark. 2010, Whitaker ve ark. 2011, Ütük ve ark. 2016). Türkiye’de nosemosis yaygınlığı Çizelge 2.6’da verilmiştir.

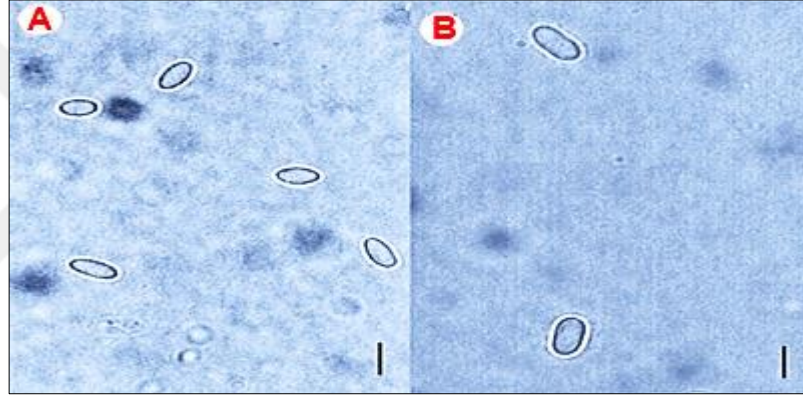
Çizelge 2. 6. Türkiye’de nosemosis yaygınlığı üzerine yapılmış çalışmalar.

Yıl	Makale / Tez Adı	Yaygınlık	Bölge
2019	Muğla Yöresinde Bulunan Bal Arılarında (<i>Apis mellifera</i> L.) <i>Nosema</i> Hastalığının Moleküler ve Mikroskobik Yönden İncelenmesi	% 72,37	Muğla
2016	Microscopic and molecular detection of <i>Nosema</i> spp. in honeybees of Turkey	% 16,8	Türkiye’nin farklı illeri
2016	Kırşehir İlindeki Arılıklarda <i>Nosema</i> Hastalık Düzeyinin Tespiti	% 21,56	Kırşehir
2014	Türkiye'deki Bal Arılarında Görülen Nosemosis Üzerine Bir Çalışma	% 3,02	Türkiye’nin farklı illeri
2012	Bal Arılarında (<i>Apis mellifera</i> L., 1758) Nosemosis (Nosematosis) Hastalığının Doğu Karadeniz Bölgesi’nde Bulunan Arı Kolonilerindeki Varlığı, Dağılımı Ve Hastalık Etkenlerinin Karakterizasyonu	% 20,2	Doğu Karadeniz Bölgesi
2012	Kış Salkımı Erken Bozulan Arı Kolonilerinde Paraziter ve Bakteriyel Patojenler	%10	Hatay
2010	The Investigation of Honey Bee Diseases after Colony Losses in Hatay and Adana Provinces of Turkey	%12,97	Hatay ve Adana
2007	Muğla ili bal arılarının (<i>Apis mellifera</i>) mikrobiyal ve paraziter hastalıklar yönünden incelenmesi	%100	Muğla
2006	Relation between <i>Nosema</i> and Chalkbrood diseases, and its mplication for an apiary management model	% 23,8	Bursa, Balıkesir ve Çanakkale
2005	Elazığ yöresi bal arılarında bazı parazit ve mantar hastalıklarının araştırılması	% 8,77	Elazığ
2004	The prevalence of Nosemosis in honey bee in the province of Kars	%15,74	Kars
2001	Prevalence of <i>Nosema apis</i> in Southern Marmara Region in Turkey	% 26,25	Güney Marmara Bölgesi

Çizelge 2. 6. devam			
1988	Ergin balarısı (<i>Apis mellifera</i> L.) hastalığı <i>Nosema apis</i> 'in dağılımı ve enfeksiyon oranı üzerine bir araştırma	%26,4	Adana ve Muğla

2. 5. 1. 1. 4. Morfoloji

Nosema türlerinin spor büyüklükleri birbirine yakın olduğu ve çok az farklılıklar gösterdiği için ışık mikroskopunda ayırt etmek oldukça zordur (Fries ve ark. 2013). *Nosema apis*'in taze olgun sporları yaklaşık olarak 4-6 µm uzunluğunda ve 2-4 µm genişliğinde iken, *N. ceranae* sporları ise daha küçük olup 3,3-5,5 µm uzunluğunda ve 2,3-3 µm genişliğindedir (Ptaszyńska ve ark. 2014). Bununla birlikte bal arılarında yeni tespit edilen *N. neumannii* türünün sporları bunlardan daha küçüktür (Chemurot ve ark. 2017). *Nosema ceranae* ve *N. apis* sporlarının mikroskopik görünümü (40x objektif; ölçek çubuğu: 5 µm) Şekil 2. 5'te verilmiştir (Fries ve ark. 2006).



Şekil 2. 5. *Nosema ceranae* (A) ve *N. apis* (B) sporlarının mikroskopik görüntüsü.

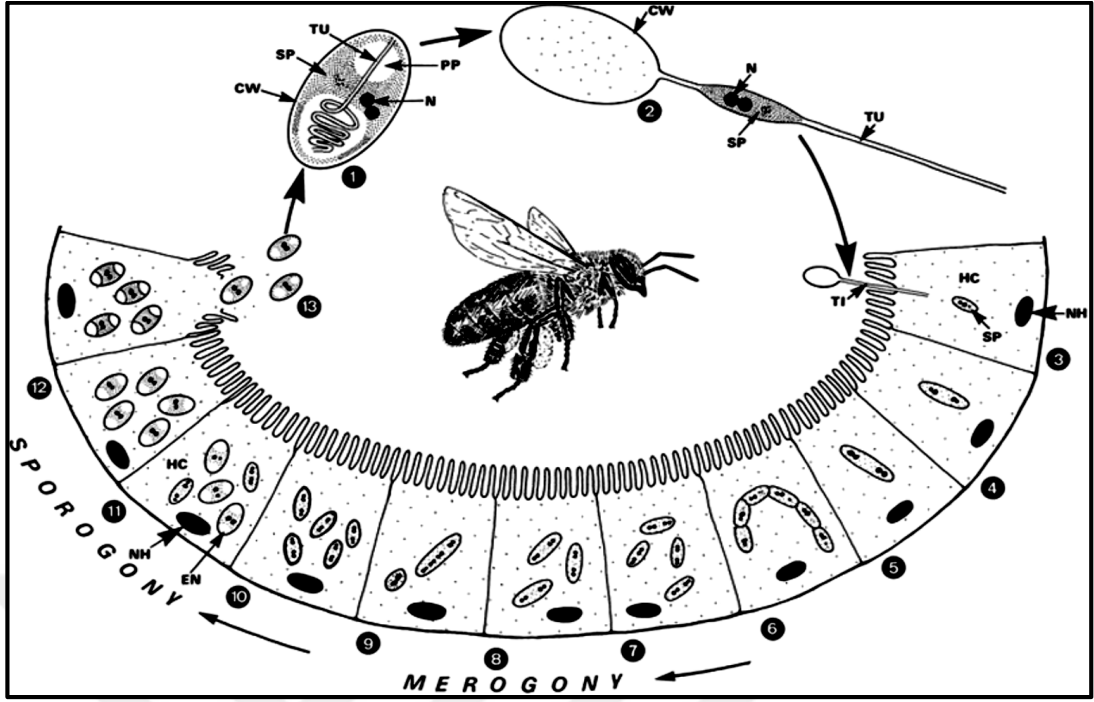
2. 5. 1. 1. 5. Bulaşma

Erişkin arılar hastalığa sporlarla kontamine su, bal, polen, arıcılık malzemeleri, besin paylaşımı veya kovan temizliği esnasında kontamine dışkıyı uzaklaştırırken fekal-oral yolla yakalanmaktadır. Ayrıca sporların konak hücre içinde yeniden çoğalmalarıyla otoenfeksiyonda meydana gelebilmektedir (Somerville ve Hornitzky 2007, Higes ve ark. 2007). Nosemosis etkenlerinden *N. apis* bal arılarının sadece ventrikül epitellerinde bulunurken, *N. ceranae* ventrikül epitellerinin yanı sıra malpigi tüpleri, hipofaringeal bezler, tükürük bezleri, yağ dokuda ayrıca arı sütünde de bulunabilmektedir (Cox-Foster ve ark. 2007, Chen ve ark. 2009). Kovan içerisinde veya çevresinde *N. apis*, enfekte arılarda dışkılama isteğinde artmaya bağlı fekal-oral yolla yayılma eğilimi gösterirken, enfekte arılarda dışkılama özelliğinde artışa neden olmayan *N. ceranae*'da fekal bulaşmaya ilaveten besin değişimi esansında ağızdan ağıza yatay bulaşma da söz konusudur (Traver ve Fell

2012, Smith 2012). Nitekim işçi arılarda ana arının ve larvaların besin kaynağı olan arı sütünün salgılandığı hipofaringeal ve tükürük bezlerinde *N. ceranae* tespit edilmiştir (Chen ve ark. 2009). Ana arı ovaryum ve spermatekasında *N. apis* etkenine rastlanılmadığı halde düşük seviyede *N. ceranae*'ya rastlanması etkenin vertikal yolla da bulaşabileceğini göstermiştir. Elde edilen bu veriler fekal bulaşmaya ilaveten yatay ve dikey bulaşma şansına da sahip olan *N. ceranae*'nın neden daha yaygın görüldüğünü de açıklamaktadır (Traver ve Fell 2012).

2. 5. 1. 1. 6. Yaşam Döngüsü

Yetişkin arılar doğada her yerde bulunabilen *Nosema* sporlarını oral yolla alarak enfekte olmaktadır. Sporlar orta bağırsağa geldikten sonra ortamdaki kimyasal bileşenlerin etkisiyle çimlenip polar filamentleri ile bağırsak hücrelerine tutunarak hücrelere girmektedirler. Hücreye girerken sporun protoplazması da epitel hücrenin sitoplazmasına doğru aktarılmaktadır (Fries 1993). Protoplazma aktarımından sonra epitel hücrenin stoplazmasında merogoni ve sporogoni olarak adlandırılan aseksüel üreme safhaları başlamaktadır. Burada sırasıyla; hacmi artan sporlardan merontlar, merontlardan merogoni yoluyla merezoitler, merozoitlerden sporontlar, sporontlardan sporoblastlar, sporoblastlardan da diplokaryona dönüşen ve kalın hücre duvarına sahip olgun sporlar oluşmaktadır (Larsson 1986, Fries 2010). Neticede epitel hücrelerinde çok sayıda spor meydana gelmekte ve bunlarda epitel hücrelerini patlatarak dışkı ile dış ortama atılmaktadırlar. Enfekte arıların bağırsaklarında birkaç hafta sonra milyonlarca spor meydana gelmektedir (Somerville ve Hornitzky 2007). Gelişim süresi *N. apis*'te beş gün, *N.ceranae*'da ise üç gündür (Özüüçli ve Aydın 2018). Ayrıca *N. apis* etkeni yaşam döngüsünü sadece ventrikül epitel hücrelerinde sürdürürken, *N. ceranae* etkeni ventrikül epitelinin yanı sıra malpigi tüpleri, hipofaringeal bezler, tükürük bezleri ve yağ doku gibi farklı dokularda da gelişebilmektedir (Cox-Foster ve ark. 2007, Chen ve ark. 2009). Sporlar dışkıda, ölü arıda ve balda bir yıl, toprakta 2-3 ay enfektif olarak kalabilmektedirler (Forsgren ve Fries 2010). *Nosema apis*'in yaşam döngüsü Şekil 2.6'da verilmiştir (URL-1).



Şekil 2. 6. *Nosema apis*'in yaşam döngüsü.

2. 5. 1. 1. 7. Klinik Belirtiler

Hastalık etkenleri başta sindirim sistemi epitel hücrelerinde çoğalarak gıda emiliminin bozulmasına ve bağırsakların kirli beyaz ve mat bir renk almasına neden olmaktadır. Arıların yaşam sürelerinde kısalma, hareket yeteneklerinde kayıplar, uçmada güçlükler görülmektedir. Kovan girişinde ölü arılara rastlanmaktadır. Koloni popülasyonunda ve bal üretiminde azalma, hatta kolonilerde sönme görülebilir (Bailey ve Ball 1991, Fries 1997, Somerville ve Hornitzky 2007, Higes ve ark. 2008). Hastalığın belirtileri tek tip olmayıp akut fazda belirti göstermeyebilir. Kronik fazda ise enfekte arılar strese girerler. Bunun sonucunda da genel temizlik, yavru bakımı, besin depolama gibi işler giderek yavaşlamaya başlar (Aydın ve ark. 2017).

Bununla birlikte hastalıkta gözlemlenen semptomlar etkenlere göre farklılıklar gösterebilir. Klinik bulgular A ve C tipi olmak üzere iki gruba ayrılır. A tipinden *N. apis*, C tipinden ise *N. ceranae* sorumlu tutulmaktadır. *Nosema apis*'in neden olduğu A tipinde; kovanın içinde ve dışında sürünen zayıf arılar ve dışkı lekeleri, bal veriminde azalma, kış ölümlerinde artma ve kışı atlatıp ilkbahara çıkan kolonilerde zayıflama gibi daha kronik belirtiler gözlenmektedir (Fries 1993). *Nosema ceranae*'dan kaynaklanan C tipinde ise dışkı lekeleri pek görülmemektedir. Bal veriminde azalma ve kolonide zayıflamaya ilaveten koloni mortalitesinde ciddi artışlar görülmektedir (Botías ve ark. 2013). *Nosema apis*

enfeksiyonlarında arılarda görülen sindirim bozukluğu ve ishale bağlı kovan içerisine dışkılama eğilimi *N. ceranae*'nin oluşturduğu hastalık tablosunda görülmemektedir. Bu nedenle bal arılarında *N. ceranae* enfeksiyonları ishalsiz ya da kuru *Nosema* olarak tabir edilmektedir (Aydın ve ark. 2017). Aslında bunun sebebi *N. ceranae* enfeksiyonlarında hızlı gelişen patolojik bozukluklar nedeniyle arıların kış salkımı yapamadan abdomenlerinde biriken dışkının basıncına dayanamayarak bağırsaklarındaki dışkıyı boşaltmak amacıyla kovan dışına çıkmaları ve düşük sıcaklık sebebiyle de geri dönemeyerek ölmeleridir (Muz ve ark. 2012). Kolonide arıların ishal benzeri herhangi bir klinik semptom göstermeden kovan dışında ölmeleri nedeniyle *N. ceranae* enfeksiyonlarına kara ölüm adı da verilmektedir (Higes ve ark. 2007, Paxton ve ark. 2007, Chen ve ark. 2009, Forsgren ve Fries 2010).

Uganda bal arılarında tespit edilen *N. neumannii* (Chemurot ve ark. 2017) türünün spesifik klinik bulgularıyla ilgili çalışmalar yapılmamıştır.

2. 5. 1. 1. 8. Patojenite

Nosema ceranae yıl boyunca yaygın görülürken ve asemptomatik seyrederken, *N. apis* enfeksiyonları daha çok sıcak aylarda ve bal hasadının başında gözlemlenmektedir (Martín-Hernández ve ark. 2007, Özüçü ve Aydın 2018). Hayat döngüleri benzer olmasına karşın *N. ceranae* her türlü çevresel koşulda bal arılarında daha iyi gelişebilmesi, beslenme stresi oluşturabilmesi (Martín-Hernández ve ark. 2007, Mayack ve Naug 2009, Naug ve Gibbs 2009) ve daha patojen olması (Somerville ve Hornitzky 2007, Ütük ve ark. 2010, Higes ve ark. 2010) gibi nedenlerle *N. apis*'ten daha yüksek virülansa sahiptir (Higes ve ark. 2007, Paxton ve ark. 2007). Bağırsak dışı dokularda da gelişebilmesi, bağırsaklarda hızlı gelişmesi ve fazla sayıda hücreyi enfekte ederek aşırı sayıda spor oluşturması (Mayack ve Naug 2009), homeostazis işlemini sürdüren genleri baskılayarak bağırsaklarda rutin rejenerasyon işleminin gerçekleşmesine izin vermemesi (Dussaubat ve ark. 2012), bal arılarında aşırı enerji stresi oluşturması ve sekiz gün gibi kısa bir süre içinde ölümlerine yol açması (Higes ve ark. 2007, Mayack ve Naug 2009) gibi nedenlerle *N. ceranae* daha patojen kabul edilmektedir. Bu etken ayrıca arıların oksidatif strese karşı direncini artıran, besinlerin depolanmasını sağlayan, antioksidan özellikte bir glikoprotein olan vitellogen üretimini önemli ölçüde azaltmaktadır (Seehuus ve ark. 2006, Nelson ve ark. 2007, Antúnez ve ark. 2009). *Nosema ceranae* patojenitesiyle ilgili belirtilmesi gereken bir başka husus arı kolonilerinde ani ve aşırı kayıplarla seyreden, belirgin bir hastalık belirtisi olmaksızın koloni

çökmesiyle sonuçlanan koloni kaybı sendromuyla ilişkilendirilmesidir (Higes ve ark. 2006, Muz ve Muz 2017). Bal arılarında *N. ceranae* enfeksiyonlarına bağlı koloni çökmelerinde **dört aşama** tespit edilmiştir. Asemptomatik seyreden ve ilkbahardan erken sonbahara kadar süren **ilk aşamada** arı başına düşen ortalama spor sayısı bir milyonun altında seyreder. Sonbahar ilkbahar arası seyreden **ikinci aşamada** arılar sıcaklığın düşmesine bağlı enerji stresine girerek ölmeye başlarlar. Ana arının açığı kapatabilmek için yumurtlama çabası koloni sağlığındaki kötüye gidişi görmeyi engeller. **Üçüncü aşamada** koloni popülasyonu fazla olmasına rağmen arılar salkım oluşturmazlar. Buna rağmen koloni sağlığı iyi değerlendirilir. Sonbaharda gözlenen **dördüncü ve son aşamada** ise ana arıyla birlikte ve ani olarak tüm koloninin çökmesi gözlemlenir (Higes ve ark. 2008).

2. 5. 1. 1. 8. 1. Diğer Patojenlerle İlişkisi

Malpighamoeba mellificae, *Cryptococcus neoformans*, *Crithidia mellificae*, *Varroa*, kireç hastalığı, kronik arı felç virüsü, siyah ana gözü virüsü ve bağırsak florasında bulunan diğer fırsatçı patojenlerin birlikte seyrettikleri zaman nosemosisin virülensini ve mortalitesini artırdıkları görülmektedir (Santiago ve Lange 2010, Aydın ve ark. 2017, Özüçü ve Aydın 2018). Epitel hücrelerine girme çabaları yüzünden birbirlerini olumsuz etkilemelerine karşın *N. ceranae* oluşturduğu spor miktarı ve polenle beslenme yetersizliği nedeniyle Deforme Kanat Virüsü'nün yerleşmesini ve üremesini artırmaktadır (Costa ve ark. 2011). Ayrıca olumsuz mevsim ve kovan koşulları ile pestisit maruziyeti de nosemosisin şiddetini artıran faktörlerdendir (Aydın ve ark. 2017).

2. 5. 1. 1. 9. Tanı

2. 5. 1. 1. 9. 1. Makroskobik Tanı

Makroskobik tanıda bal arısı bir parmak yardımıyla toraks kısmından tutulmakta, işaret parmağıyla hafifçe abdomenine bastırılarak arının iğnesinin de bulunduğu son abdominal halka, altıncı tergite, parmakla veya bir penset yardımıyla çekilerek sindirim sistemi dışarı çıkarılarak muayene edilmektedir (Şekil 2. 7). Teşhiste taze arı kullanılması önemlidir. Sağlıklı arıların sindirim sisteminde dairesel boğumlar rahatlıkla görülebilmektedir. Orta bağırsağın rengi doğal kahverengimsi tondadır. *Nosema* ile enfekte arıların sindirim sisteminde dairesel boğumlar belirsiz, bağırsak şişkin ve orta bağırsak solgun beyaz renkte görülmektedir (Şekil 2. 8, URL-2). Makroskobik tanının güvenilirliği

düşük olup sadece hastalıkla ilgili fikir vermede yardımcı olmaktadır. Bu nedenle teşhis için mutlaka mikroskopik tanı gereklidir (Özüoğlu ve Aydın 2018).



Şekil 2. 7. Nosemosisin makroskopik tanısı.



Şekil 2. 8. Bal arısı sindirim sistemi; a) Sağlıklı bağırsak, orta bağırsak kahverengimsi renkte b) *Nosema* ile enfekte bağırsak, orta bağırsak solgun beyaz renkte.

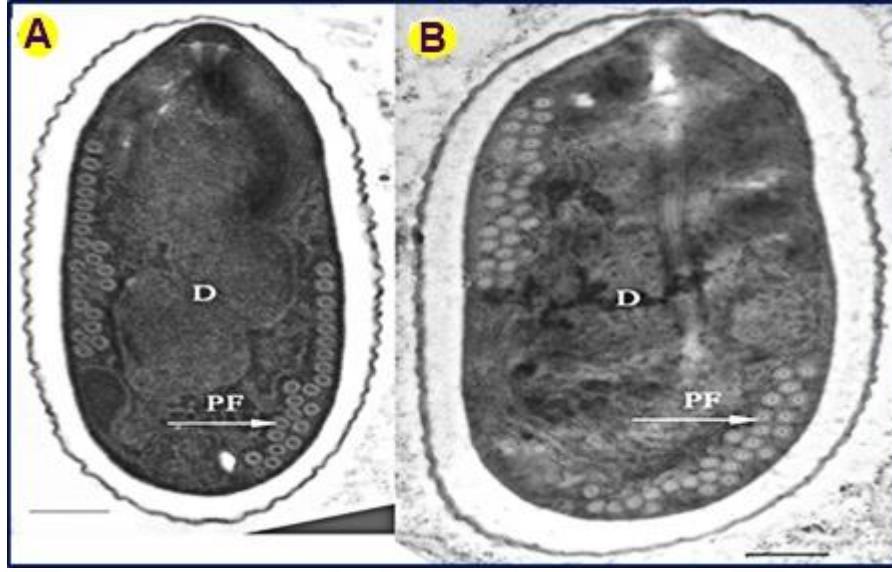
2. 5. 1. 1. 9. 2. Mikroskopik Tanı

Nosema etkenlerinin mikroskopik tespiti için en uygun zaman ilkbaharın başlangıcı veya kış sonudur. Teşhiste hastalığa az duyarlılık gösterdikleri için pupadan yeni çıkmış 15 günden küçük arılar tercih edilmemektedir. Mikroskopik teşhis amacıyla kullanılacak arılar 15 günden büyük canlı veya ölü ergin arılardır (Tozkar 2015). Laboratuvara getirilen en az

10-20 adet arının göğüs kısımları kesilerek ayırtdilen abdomenleri distile su içerisinde ezilerek yapılabilirse de görüntü netliği açısından en uygun yöntem; sindirim sisteminin dışarı alınıp 3-5 ml distile su içerisinde ezilerek ve lam-lamel arasına alınarak hazırlanan karışımın *Nosema* sporları yönünden 40'lık objektif altında incelenmesidir (Martín-Hernández ve ark. 2007). Aynı işlem bir kolonideki enfeksiyon yüzdesini belirlemek amacıyla her bir arı için tek tek de uygulanabilmektedir (Shimanuki ve Knox 2000).

Mikroskopik muayenede hareket yeteneği olmayan *Nosema* sporları mermi şeklinde görülmektedirler (Özüüçli ve Aydın 2018). Safranin ve nigrosin boylarıyla boyanarak sporların mikroskop altında görünmesi kolaylaştırılabilir. Safranin boyamada sporlar kırmızıya, diğer mantar ve mayalar ise maviye boyanır. Nigrosin boyası ise zemini siyaha boyayarak sporların parlamasını ve daha kolay görünmesini sağlar (Aydın ve ark. 2017, Özüüçli ve Aydın 2018). Mikrosporidia'ların teşhisinde standart yöntem kabul edilen Giemsa boyası spor duvarı, stoplazma ve çekirdek yapılarının farklı derecelerde boyanmasını sağlar (Fries ve ark. 2013).

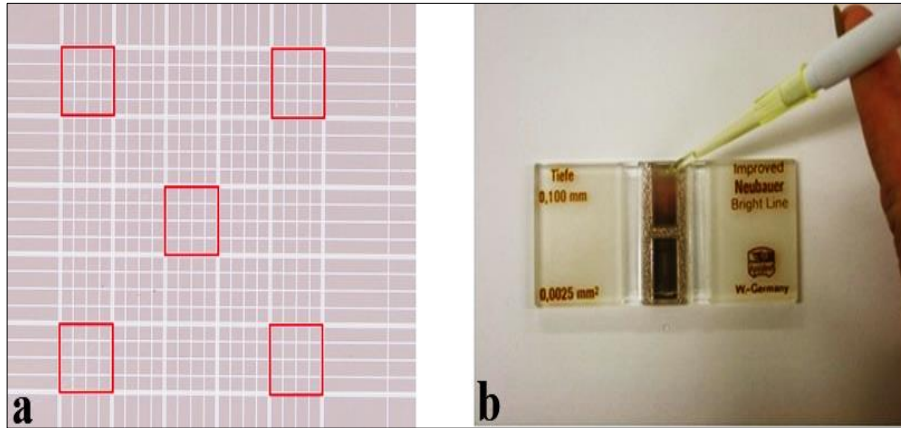
Nosema apis sporları, *N. ceranae* sporlarından biraz daha büyük olmasına rağmen iki türü ışık mikroskobu altında ayırmak zordur (Şekil 2.5). Transmisyon Elektron Mikroskobuyla bakıldığında sporlardaki polar filament halka sayıları iki türün ayırımında kullanılan önemli bir kriterdir. Bu mikroskopta *N. neumannii*'de 10-12 adet (Chemurot ve ark. 2017), *N. ceranae*'da 20-23 adet, *N. apis*'te ise 30'dan fazla polar filament halkası görülmektedir (Fries ve ark. 1996) (Şekil 2. 9, Paxton 2010).



Şekil 2. 9. Transmisyon Elektron Mikroskopunda; A) *N. ceranae*, B) *N. apis* sporları, PF: Polar filament halkaları, D: Çift çekirdek (Diplokarya), ölçek çubuğu:0,5 µm.

2. 5. 1. 1. 9. 2. 1. *Nosema* Sporlarının Sayımı

Nosema sporlarının sayısını ölçmekte insanlardaki kan hücrelerinin sayımında kullanılan hemosimetre (Neubauer lamı) kullanılmaktadır. Sayma prensibine dayanan Nebauer lamı hücreleri lazerle çizilmiş her birinin içinde 16 adet küçük kare olan 5 büyük kareden ve sıvı koyma haznesinden oluşan bir lamdır (Şekil 2. 10a). *Nosema* sporlarını saymak için Nebauer laminın sıvı koyma haznesine homojenize sıvıdan pipet yardımıyla ilave edilmektedir (Şekil 2. 10b). Daha sonra mikroskopta 40x objektifte sayım alanındaki 5 büyük karedeki sporlar sayılmaktadır (5 büyük x 16 küçük kare; toplam 80 kare). Bu yöntemle her bir arı veya bir grup arı için arı başına düşen spor sayısı tespit edilmektedir. Arı başına düşen spor sayısı N, toplam spor sayısı S olmak üzere hesaplama şu şekilde yapılmaktadır: $N = S \times 4 \times 10^6 / \text{Sayılan toplam kare sayısı (80)}$ (Hornitzky 2008).



Şekil 2. 10. a) Neubauer laminın sayım alanları, b) Neubauer lamında sıvının konulduğu hazne.

Yapılan bazı çalışmalarda *Nosema* enfeksiyonlarında arı başına düşen spor sayısı arı beslenmesine bağlı değişebileceğinden spor miktarı ile hastalığın şiddeti ve mortalitesi arasında doğrudan bir ilişki olmadığı gösterilmiştir (Zheng ve ark. 2014, Flemming ve ark. 2015). Bu nedenle sadece spor sayısına bakarak bal arılarında nosemosis enfeksiyonunun virölansı hakkında fikir sahibi olunamamaktadır. Spor sayısı ancak beslenme, direnç, epidemiyolojik faktörler gibi diğer parametrelerle ilişkilendirildiğinde anlamlı olabilecektir.

2. 5. 1. 1. 9. 3. Serolojik Tanı

Nosema ceranae SWP-32 spor antijenine spesik antikor kullanılarak geliştirilmiş ve moleküler testlerden daha hızlı, ucuz ve kullanışlı olan bir ELISA testi vardır (Aronstein ve ark. 2011). Sahada arıcılar tarafından kolayca yapılabilen bu test sayesinde nosemosis teşhisi yapılarak gereksiz yere ilaç kullanılmasının önüne geçilebilmektedir (Aronstein ve ark. 2013).

2. 5. 1. 1. 9. 4. Moleküler Tanı

Nosemosis etkenlerinin tür düzeyinde ayırımında elektron mikroskobu haricinde çeşitli moleküler yöntemler kullanılmaktadır. Bunlardan multipleks PZR yöntemi, her iki patojeni aynı anda tespit edebilmesi ile PZR'den, tek aşamalı, ekonomik ve kolay olması yönü ile de PZR-RFLP ve DNA dizileme tekniklerinden daha fazla tercih edilmektedir. Multipleks PZR yönteminde, etkenlerin 16S rRNA bölgeleri spesifik primerler ile çoğaltılarak hangi tür oldukları tespit edilebilmektedir (Ütük ve ark. 2010).

2. 5. 1. 1. 9. 5. Hücre Kültürü ile Hibridizasyon

Nosema türlerinin vejatatif formu, Lepidoptera takımındaki bir güve türünün, *Lymantria dispar*'ın yumurtalıklarından elde edilen IPL-LD-65Y heterolog hücre hatlarında (Goodwin ve ark. 1978), Floresan in-situ hibridizasyon tekniği ile türe özgü olarak üretilebilmektedir. Hibridizasyon işleminde floresan işaretli özgün oligonükleotitler ile floresan mikroskobu kullanılmaktadır. Bu teknikte merogoni evresinde klasik iğ şeklindeki merontların yanı sıra yuvarlak, oval veya pleomorfik şekillerinde merontlarda görülebilmektedir. *Nosema ceranae*'nın farklı doku ve hücrelerde üreyebilmesi özgün hücre hattına olan bağımlılığı azalttığından hücre kültüründe daha kolay üretilebilmesine olanak sağlamaktadır (Visvesvara 2002, Gisder ve ark. 2011).

2. 5. 1. 1. 10. Koruma ve Kontrol

Bal arılarının önemli hastalıkları arasında yer alan nosemosis tüm Dünya’da koruma, kontrol ve tedavi metotları geliştirilmesi gereken ciddi bir bal arısı hastalığıdır (Özüüçli ve Aydın 2018).

Kış aylarında kapalı kovan ortamında oluşan yüksek CO₂ gazı sporlarının hızlı üremesine neden olduğundan nosemosis kışlamadan sonraki ilkbahar başlangıcında daha fazla görüldüğünden bu dönemde alınacak kontrol önlemleri önem taşımaktadır (Czekońska 2007). Kontrol amacıyla arı kolonilerinin yerleştirildiği bölgenin dikkatli bir şekilde incelenmesi, kovan döküntülerin kontrol edilerek hastalık şüpheli kolonilerin tespit edilerek sağlıklı kolonilere bulaşmanın önlenmesi oldukça önemlidir (Tozkar 2015). Bakım ve beslemeleri iyi yapılan kolonilerin diğer arı hastalıklarında olduğu gibi nosemosisten korunmada etkili olacağı unutulmamalıdır (Aydın ve ark. 2017).

Nosema ile enfekte bal 30 dakika boyunca 60 °C'ye ısıtılarak, enfekte kovan ve malzemeler ise asetik asit (sirke) buharı ile fumigasyonla dezenfekte edilebilmektedir (Bailey 1957, Cantwell ve Shimanuki 1969, Fries 1988, Tozkar 2015, Özüüçli ve Aydın 2018).

Hastalığın önlenmesinde hijyen kurallarına riayet edilmesi de önem taşımaktadır (Tozkar 2015, Aydın ve ark. 2017, Özüüçli ve Aydın 2018). Bu amaçla;

- Farklı kovanlara ait malzemeler ortak kullanılmamalı.
- Zayıf ve güçlü koloniler arasında çerçeve değişimi yapılmamalı.
- Hastalık kontrolü yapılmadan koloniler arasında taraklar değiştirilmemeli.
- Mümkünse her kovana ait bir adet el demiri kullanılmalı.
- Şiddetli enfeksiyonlarda hastalıktan zarar görmüş koloniler ve enfekte ekipmanlar yakılarak yok edilmeli.
- Kovanlar ıslak ve nemli bölgeler yerine iyi bir havalandırmaya sahip güneşli alanlara yerleştirilmeli.
- Kışın kovan içinde fazla nem oluşumu engellenmeli.
- Kötü hava koşullarında kolonilere yeterli miktarda bal ve polen tedarik edilmeli.

- Enfekte olmuş kraliçe arıların yerine sağlıklı ve hastalıklara dirençli kolonilerden yenisi konulmalı.

- Arılıklar mümkünse yoğun zirai ilaçlamanın yapılmadığı alanlara kurulmalıdır.

2. 5. 1. 1. 11. Tedavi

Nosemosis tedavisinde uzun yıllar boyunca Fumagillin (Fumidil-B) adı verilen antibiyotik kullanılmıştır. *Aspergillus fumigatus* mantarından elde edilen doğal bir mikotoksin olan bu antibiyotik, *Nosema* sporlarının aktif formlarına etkili olduğu halde spor formuna karşı etkili değildir. İlkbahar başlangıcında ve sonbaharda şeker şurubu ile beraber kolonilere verildiğinde arı bağırsağında spor üremesini engellemektedir. Kışın Fumagillin tedavisi yapılan nosemosisli kolonilerin bahar ayında hastalık ihtimallerinin azaldığı bildirilmiştir (Higes ve ark. 2008, Williams ve ark. 2008). Son zamanlarda *N. ceranae*'da direnç gelişimine bağlı spor üremesini baskılayamaması ve balda kalıntı bırakması gibi nedenlerle (Williams ve ark. 2011, Huang ve ark. 2013, Aydın ve ark. 2017) ilacın kullanımı Avrupa ülkelerinde ve Türkiye'de önce sınırlandırılmış daha sonra da yasaklanmıştır (Fries 2010, Özüçü ve Aydın 2018).

Antibiyotik kullanımının yasaklanması, organik arıcılığın teşvik edilmesi tedavide bitkisel kökenli preparatların kullanımını daha da önemli hale getirmiştir. Organik asitlerden okzalik asit (Nanetti ve ark. 2015) ve kabuklu deniz hayvanlarında bulunan kitosanin (Saltykova ve ark. 2018) arı bağırsağındaki *Nosema* sporlarında belirgin derecede azaltma sağladığı bildirilmiştir.

Farklı bitki yağlarıyla vitaminlerin karışımından hazırlanan Noseba isimli ilacın nosemosis üzerinde yüksek etkili bulunduğu bildirilmiştir. Sarımsak, nane, şalgam veya kekik ekstresi ticari veya elde hazırlanarak nosemosis tedavisinde etkili sonuçlar alınabilmektedir (Aydın ve ark. 2019). Üzüm, erik, dut gibi bitkilerde bulunan resveratrol maddesi de aynı etkilere sahip bulunmuştur (Maistrello ve ark. 2008). Bunlardan kekik bitkisinin etkili maddelerinden biri olan timol bileşiği, arı bağırsağındaki patojen mikroorganizmaların gelişimini engellemesi, balda kalıntı bırakmaması, arıya zarar vermemesi, arıların ömrünü uzatması, ekonomik ve kolay uygulanabilir olması gibi özelliklerinden dolayı nosemosis tedavisinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Yücel ve Doğaroğlu 2005, Maistrello ve ark. 2008, Costa ve ark. 2010, Wiese ve ark. 2018). Bu amaçla 1 litre kekik suyu (kara kekik-zahter, *Tymbra spicata*), 2 kısım şeker, 1 kısım sudan

hazırlanan karışım 8 lt şeker şurubuna katılarak kovan başına 0,5 lt olacak şekilde birer hafta arayla iki kez, ilkbahar başında ve sonbahar sonunda şerbetliğe konarak uygulanabilmektedir (Özüüçli ve Aydın 2018).

2. 6. Tezin Kapsamı ve Yaygın Etki / Katma Değer

Bu tez çalışmasının materyalini Hatay yöresi Dört Yol, Antakya, Samandağ, Arsuz, Kırıkhan ve Yayladağı ilçelerindeki arıcılık işletmelerinde kovanlardan alınan bal arısı örnekleri oluşturmaktadır. Hatay yöresi gezginci arıcıların çok kullandıkları bir bölge olması sebebiyle koloni kayıpları açısından önemlidir. Nosemosis tüm Dünya’da ve Türkiye’de koloni kayıplarının en önemli nedenleri arasında gösterilmektedir. Hatay yöresinde yapılan bu çalışma sonucunda nosemosisin bölgedeki prevalansı aydınlatılarak hastalığın koruma, kontrol ve tedavisine, dolayısıyla da arı kolonilerinin sağlık ve verimlerinin artırılmasına katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

3. GEREÇ VE YÖNTEM

3. 1. Gereçler

3. 1. 1. Çalışma Alanlarının Özellikleri

Akdeniz'in doğu ucunda yer alan ve bir sınır ili olan Hatay, 5403 km²'lik yüzölçümü ile 35° 52' ve 37° 04' kuzey enlemleriyle, 35° 40' ve 36° 35' doğu boylamları arasında yer almaktadır. İl, güney ve doğuda Suriye, kuzeydoğuda Gaziantep ve Kilis, kuzey ve kuzeybatıda Osmaniye ve Adana illeri, batıda da Akdeniz ile çevrilidir (Şekil 3. 1, URL-3).

Yazlar sıcak ve kurak, kışlar ılık ve yağışlı geçen ve Akdeniz iklimin hüküm sürdüğü Hatay ili, Asi nehrinin içinde yer aldığı Amik ovası, Amanos ve Kızıl Dağlar ile kuşatılmıştır (Muz ve ark. 2012). Endüstri bitkileri, bahçe bitkileri ve yem bitkileri tarımının yoğun bir şekilde yapıldığı bu yöre oldukça zengin bir flora ve vejetasyona sahiptir (Şahinler ve Gül 2005). Ayrıca iklim ve bitki örtüsü göz önünde bulundurulduğunda büyük bir arıcılık potansiyeline de sahip olan bu bölge, ağır kış şartlarında gezginci arıcıların önemli kışlatma alanlarından bir tanesidir (Muz 2008).



Şekil 3. 1. Hatay il haritası.

3. 1. 2. Çalışma Alanlarının Belirlenmesi

Hatay yöresi arıcılık işletmeleriyle ilgili popülasyon hacmi olarak 2015 yılı TÜİK verilerine ait rakamlar (750 adet) esas alınmış ve formül yardımıyla çalışılacak ilçeler ve arıcılık işletmeleri belirlenmiştir (URL-4).

$$n = \frac{N t^2 p (1 - p)}{d^2 (N - 1) + t^2 p (1 - p)}$$

Formülde; N ildeki arıcılık yapan işletme toplamı olan 750 rakamıdır. Prevalans değeri p, literatürde aralığı oldukça geniş verildiğinden 0,5 olarak hesaba katılmıştır. Yine formülde d² örneklem hata payı olarak alınan 0.1'in karesi ve t² bu düze karşılık gelen tablo değeri 1,64'ün karesi olarak alınmıştır (Israel 1992, Rodríguez ve González-Ramírez 2014, Can ve Yalçın 2015). Sonuç olarak formüle göre ziyaret edilmesi gerekli görülen 62 işletme sayısı, örnekleme esnasındaki olası problemler göz önüne alınarak %20 fazlasıyla 75 olarak belirlenmiştir. Bu sayı Hatay'da en fazla işletme ve kovan sayısına sahip olan ve bunun yanında deniz seviyesine yakın ve uzaklık gibi coğrafi farklılıkları da temsil edebilen ve işletmeler yönünden Hatay'ın %73'ünü kapsayan Antakya, Dört Yol, Samandağ, Arsuz, Kırıkhan ve Yayladağı ilçeleri seçilerek, arıcılık işletme sayıları ile orantılı olarak dağıtılmıştır (Çizelge 3. 1). Bir başka deyişle tabakaların oransal büyüklüğü göz önüne alınmıştır. Örnek alınacak işletme sayılarının dağılımında arıcılığın yoğunlaştığı Dört Yol ve Antakya ilçelerinin ön plana çıktığı görülmüştür. Sonuçta örnek alınacak ilçelerdeki işletme sayıları; Dört Yol (36), Antakya (17), Samandağ (8), Arsuz (7), Kırıkhan (5) ve Yayladağı (2) olarak belirlenmiştir.

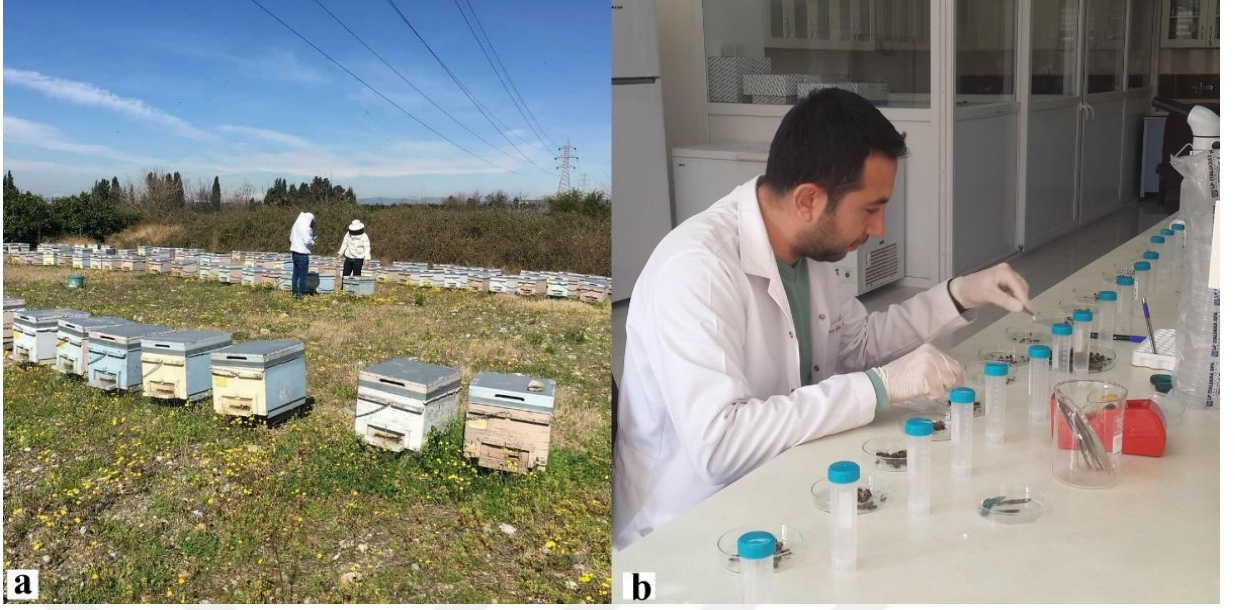
Çizelge 3. 1. Hatay yöresinde çalışma alanı olarak belirlenen ilçeler.

Çalışma Alanı Olarak Belirlenen İlçeler	Arıcılık Yapan İşletme Sayısı	Tabakaların Oransal Büyüklüğü	Örnekleme Dahil Edilen İşletme Sayısı
Dört Yol	262	%48,8	36
Antakya	128	%23,0	17
Samandağ	55	%10,0	8
Arsuz	54	%9,5	7
Kırıkhan	37	%6,7	5
Yayladağı	12	%2,0	2
TOPLAM	548	%100	75

3. 1. 3. Arazi Çalışmaları ve Örneklerin Toplanması

Bu çalışma, Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurulu yönergesine göre uygun bulunan (2018/9-5 numaralı) kurul kararı ile 25.10.2018'de onaylanmıştır.

Arazi çalışmasına başlamadan önce, ilçelerde örnek alınacak arıların seçiminde Hatay İli Arı Yetiştiricileri Birliği ile işbirliğiyle yapılmıştır. Bu bağlamda gerek arazi çalışmasında örneklerin alınmasında gerekse de uygulanacak anket çalışması göz önünde bulundurularak, birliğe kayıtlı ve özellikle bilinçli olan arıcılara ait işletmeler ziyaret edilmiştir (Şekil 3. 2a). Bal arısı örnekleri, 2019 yılında arıların kışlamadan sonra serbest bırakıldığı Mart, Nisan, Mayıs aylarında Dört Yol, Antakya, Samandağ, Arsuz, Kırıkhan ve Yayladağı ilçelerindeki sabit ve gezginci arıcılık yapan işletmelerden toplanmıştır. Çalışmamızda özellikle ilkbahar aylarının tercih edilme sebebi *Nosema* sporlarının CO₂ gazının yüksek seviyede olduğu kapalı ortamda kışı geçiren arılarda daha fazla üremesidir (Czekońska 2007). Söz konusu ilçelerde ziyaret edilecek işletmelerin seçimi basit tesadüfi örnekleme yöntemiyle gerçekleştirilmiştir. Arazi çalışmaları esnasında örnek alma veya anket çalışması hususunda sıkıntı çıkaran az sayıda (5/75) işletme olduğunda önceden belirlenen listeden rastgele seçimle çalışmaya devam edilmiştir. İşletmelerde örneklerin alınacağı kovanların seçimi de basit tesadüfi olarak gerçekleştirilmiştir. Her bir işletmede 6 kovanın her birinden 15-20 arası canlı veya ölü ergin işçi arı örneği olmak üzere toplamda 100 adet örnek alınmış, böylelikle örnekleme dahil edilen 75 işletmedeki 450 kovandan toplamda 7500 örnek toplanmıştır. Örnekler kovan girişlerinden işletmelere ait protokol numaraları verilmiş ağzı kapaklı 15 ml'lik steril falkon tüplerine toplanmıştır. Steril falkon tüplerine alınan örnekler bozulmayı önlemek amacıyla laboratuvara getirilene kadar soğuk zincirde muhafaza edilmiştir. Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Veteriner Fakültesi Parazitoloji Anabilim Dalı Laboratuvarı'na getirilen örnekler zaman kaybetmeden çalışılmıştır (Şekil 3. 2b). Hemen çalışma fırsatı olmayan örnekler ise birkaç gün içinde çalışılana kadar +4 °C'de saklanmıştır.



Şekil 3. 2. a) Arazi çalışmasında örnek alınan işletme, b) Laboratuvara getirilen örneklerin çalışılması.

3. 2. Yöntem

3. 2. 1. Arazi Çalışmasında Makroskobik İncelemeler

Arazi çalışmaları esnasında noserosis hastalığının tipik belirtileri arasında sayılan belirtiler araştırılmıştır. Kovanların üst kapağında, uçuş tahtasında, çerçeve yüzeylerinde ve hatta kovanın tamamında ishelli dışkı olup olmadığı, klinik olarak şişmiş abdomene sahip, uçamayan, yürüyen, kanatları ayrılmış, kovan girişinde ölmüş arılar gibi bulguların varlığı not edilmiştir (Bailey ve Ball 1991, Fries 1997, Somerville ve Hornitzky 2007, Higes ve ark. 2008).

3. 2. 2. Anket Çalışması

İşletme şartlarının ve arıcıların tutum ve davranışlarının hastalığın varlığı üzerindeki etkilerini belirlemek için anket çalışması yapılmıştır. Anketin araştırma amacıyla yapıldığı ve arı yetiştiricilerine herhangi bir sorumluluk yüklemeyeceği belirtilmiştir. Anket formu zaman kaybına ve sıkılmaya olanak vermeyecek şekilde (Sıralı ve Doğaroğlu 2005, Zobar 2017) iki ana başlık altında toplanan 18 sorudan oluşturulmuştur. Anketin ana başlıkları ve soruları şu şekildedir.

Birinci Bölüm: Arıcı ve işletmeye yönelik özel bilgiler.

- Öğrenim durumu.
- Arıcılık deneyimi.
- Arıcılığı öğrenme şekli.
- Arıcılık yapma şekli.
- İşletmedeki kovan sayısı.
- İşletmenin kullandığı arı ırkı.
- Ana arı değişim zamanı (ana arı yaşı).
- Arı nakil belgesinde arıların kontrol edilmesi.

İkinci Bölüm: Hastalık ve zararlılardan korunma yöntemleri ile ilgili arıcının tutum ve davranışları.

- Hastalık ve zararlılarla mücadelede müracaat yeri.
- Yavru çürüklüğü hastalığına karşı kullanılan ilaçlar.
- Varroosis hastalığına karşı kullanılan ilaçlar.
- Nosemosis hastalığına karşı kullanılan ilaçlar.
- Kışa girerken kovanda nem önleyici tedbirler alınması.
- Kış kayıplarının sebepleri.
- Kışa girerken kolonilerde bırakılan bal miktarı.
- Zayıf ve güçlü koloniler arasında çerçeve değişimi yapılması.
- Farklı kovanlara ait malzemelerin ortak kullanılması.
- Kovanların ve kullanılan malzemelerin asetik asit ile (sirke) dezenfeksiyonunun sezon öncesi ve sonrası yapılması.

Ayrıca ana arının değişim zamanının (ana arı yaşının) nosemosise etkisini belirlemek amacıyla her bir işletmede aynı ana arı yaşına sahip altı kovandan örnek alınarak standardizasyon sağlanmıştır. Çalışmada kullanılan anket formu EK-1’de sunulmuştur.

3. 2. 3. Mikroskopik Yöntem

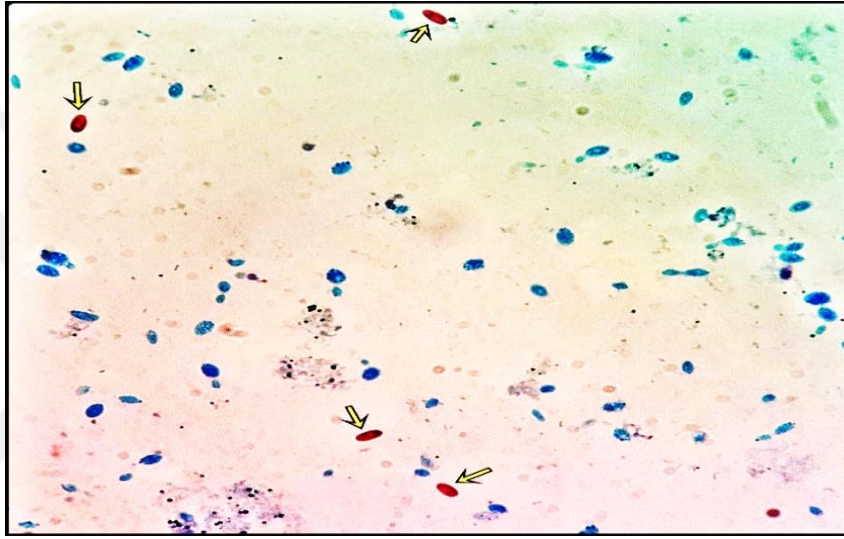
Her bir işletmeyi temsilen altı kovanının her birinden 15-20 adet canlı veya işçi arı örnekleri olmak üzere toplamda 100 adet örnek parazitoloji laboratuvarına getirilmiştir. Protokol numaraları verilmiş işletmelere ait steril falkon tüplerindeki altı farklı kovan örneklerinin her biri ayrı ayrı incelenmiştir. Bu amaçla arılar bir parmak yardımıyla toraks kısmından tutularak işaret parmağıyla hafifçe abdomenine bastırılıp iğnelerinin de bulunduğu son abdominal halkaları bir penset yardımıyla çekilerek sindirim sistemleri dışarı alınıp makroskopik muayeneleri yapılmıştır (Şekil 3. 3b). Daha sonra sindirim sistemleri 3-5 ml steril distile su içerisinde ezilerek lam-lamel arasına alınmıştır. Hazırlanan karışım *Nosema* sporları yönünden 40'lık objektif altında incelenmiştir (Şekil 3. 3a). Karışım ayrıca Safranin ve Giemsa boyalarıyla boyanarak hazırlanan kalıcı preparatlar incelenmiştir. *Nosema* sporları yönünden pozitif bulunan örnekler PZR için kullanılıncaya kadar -20°C'de muhafaza edilmiştir.



Şekil 3. 3. a) *Nosema* sporları (40x), b) *Nosema* sporlarıyla enfekte arının sindirim sistemi (solgun beyaz renkte, boğumlar belirsiz).

3. 2. 3. 1. Safranin Boyama Yöntemi

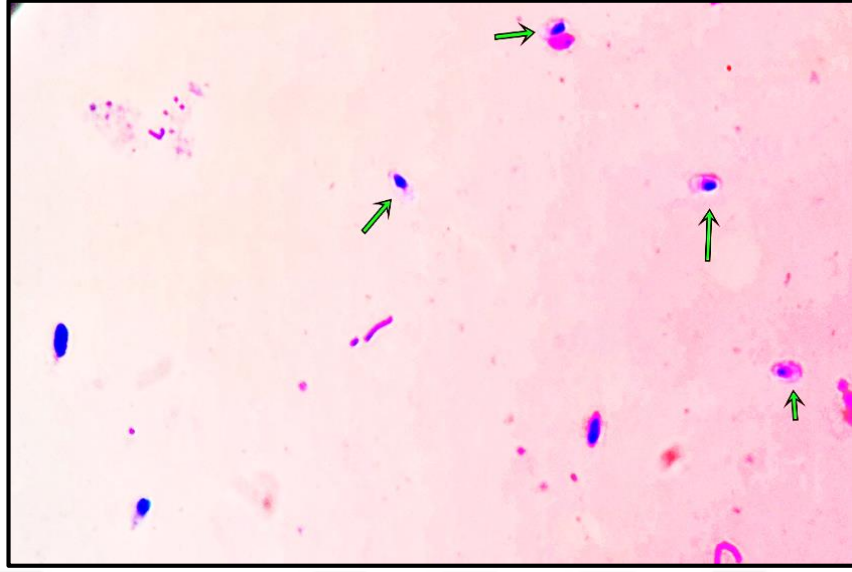
Homojenizasyon sıvısından lam üzerine bir öze yardımı ile alınan sıvı alevden geçirilerek tespit edildikten sonra 2-3 damla %1'lik safranin boyası damlatılarak alev yardımıyla kaynatılmıştır. Lam soğuduktan sonra distile su ile yıkanıp üzerine 1-2 damla metilen mavisi damlatılarak 20 dk süre ile boyanmıştır. Yıkanıp kurutulduktan sonra mikroskopta sırasıyla 40x ve 100x objektiflerde *Nosema* sporları yönünden incelenmiştir (Topçu ve Arslan 2004, Aydın ve ark. 2017). İncelemede *Nosema* sporlarının kırmızıya, diğer mantar ve mayaların maviye boyandığı görülmüştür (Şekil 3. 4).



Şekil 3. 4. Safranin ile boyanmış *Nosema* sporları.

3. 2. 3. 2. Giemsa Boyama Yöntemi

Homojenizasyon sıvısı lamlar üzerine ince bir tabaka halinde yayıldıktan sonra oda sıcaklığında kurumaya bırakılmıştır. Lamlar kuruduktan sonra Giemsa boyası ile prosedürüne uygun bir şekilde boyanarak immersiyon objektifte (100x) incelenmiştir. *Nosema* sporlarının spor duvarı, stoplazma ve nükleus kısımlarının bu boyama yönteminde farklı derecelerde boyanarak sırasıyla; şeffaf, açık mavi ve koyu mavi renklerinde boyandığı görülmüştür (Şekil 3. 5).



Şekil 3. 5. Giemsa ile boyanmış *Nosema* sporları.

3. 2. 2. Moleküler Yöntem

Hatay yöresindeki bal arılarında nosemosis enfeksiyonunun *N. ceranae* ve *N. apis* yönünden tür düzeyinde tespiti amacıyla sırasıyla DNA izolasyonu ve multiplex PZR işlemleri yapılmıştır.

3. 2. 2. 1. DNA İzolasyonu

DNA izolasyonu için *Nosema* sporları yönünden incelenen ve -20 °C’de muhafaza edilen 75 işletmenin her birine ait altı farklı kovan örnekleri birleştirilerek toplamda 75 örnek kullanılmıştır. Örneklerden 1 ml alınarak 1.5 ml’lik steril tüplere aktarılmış ve 800 x g’de 5 dk santrifüj edilmiştir (Martín-Hernández ve ark. 2007, Ütük ve ark. 2010). Tüplerdeki süpernatant kısımlar atılarak geriye kalan pellet kısımlarından 100’er µl alınarak 1,5 ml’lik steril tüplere aktarılmıştır. Aktarılan bu sıvıdan Macherey-Nagel (Germany) üretici firmasına ait NucleoSpin® Tissue kitinin protokolü kullanılarak DNA izolasyonu yapılmıştır. Elde edilen DNA’lar PZR’nda kullanılıncaya kadar -20 °C’de muhafaza edilmiştir.

3. 2. 2. 2. Oligonükleotid Primerler

Polimeraz zincir reaksiyonunda, Martín-Hernández ve ark. (2007) tarafından Multipleks PZR için dizayn edilen *N. ceranae* ve *N. apis*’in 16S rRNA genine spesifik primer çiftleri kullanılmıştır. Kullanılan primerlerin özellikleri Çizelge 3.2’de belirtilmiştir.

Çizelge 3. 2. Multipleks PZR’da kullanılan primerlerin özellikleri.

Nosemosis Etkenleri	Primerler	Primerler Dizini (5’-3’)	Hedef gen bölgesi	PCR Ürünü (bp)
<i>N. ceranae</i>	218MITOC-FOR	CGGCGACGATGTGATATGAAAATATTAA	16S rRNA	218-219
	218MITOC-REV	CCCGGTCATTCTCAAACAAAAAACCG		
<i>N. apis</i>	321APIS-FOR	GGGGGCATGTCTTTGACGTACTATGTA	16S rRNA	321
	321APIS-REV	GGGGGGCGTTTAAAATGTGAAACAACATG		

3. 2. 2. 3. Multipleks Polimeraz Zincir Reaksiyonu (PZR)

Nosema sporları yönünden pozitif bulunan örnekler tür tayini (*N. ceranae*, *N. apis*) yapılabilmesi için multipleks PZR yöntemi uygulanmıştır. Multipleks PZR’nda kullanılmak üzere pozitif kontrol amacıyla *N. ceranae* ve *N. apis* türlerine ait DNA örnekleri Fırat Üniversitesi Parazitoloji Anabilim Dalı öğretim üyesi Prof. Dr. Cem Ecmel Şaki’den temin edilmiştir.

PZR için 0,2 ml’lik mikrosantrifüj tüpüne Çizelge 3. 3’te belirtilen bileşenler eklenerek PZR reaksiyonu hazırlanmıştır (Martín-Hernández ve ark. 2007).

Çizelge 3. 3. PZR reaksiyon bileşenleri.

Bileşenler	Hacim
Taq 2x Master Mix (Biolabs, New England, USA)	12,5 µl
218 MITOC Reverse Primer	0,2 µl
218 MITOC Forward Primer	0,2 µl
321 APIS Reverse Primer	0,2 µl
321 APIS Forward Primer	0,2 µl
DNA	3 µl
Su (PCR grade)	8,7 µl
Toplam Hacim	25 µl

Bu çalışmada *N. ceranae* (218MITOC) ve *N. apis* (321APIS) primerleri ile yapılan PZR protokolündeki amplifikasyon sıcaklığı, süre ve döngü sayıları Çizelge 3.4’te gösterilmiştir (Ütük ve ark. 2010).

Çizelge 3. 4. *Nosema ceranae* ve *N. apis* primerleri için kullanılan PZR programı.

PZR Aşamaları	Sıcaklık	Süre	Döngü
Ön Denatürasyon	95°C	2 dk	—
Denatürasyon	95°C	1 dk	x35
Bağlanma	50°C	1 dk	
Uzama	72°C	1 dk	
Son Uzama	72°C	5 dk	—
Saklama	4 °C	∞	∞

3. 2. 2. 4. PZR Amplifikasyon Ürünlerinin Görüntülenmesi

Amplifiye edilen PZR ürünlerinin görüntülenmesi amacıyla %1,5'lik agaroz jel hazırlandı. Agaroz jelin hazırlanması ve running buffer için Tris-Borik Asit EDTA (TBE) tamponu kullanıldı. Jel elektroforezi yatay tipte jel elektroforez sistemi kullanılarak yapıldı. Ultraviyole ışığında PZR bantlarını görüntülemek için SafeView™Classic boyası kullanıldı. Örnekler jelin kuyucuklarına 6x yükleme boyası kullanılarak 10 µl hacminde yüklendi. DNA'lar kuyucuklara yüklenirken, beklenen bantların büyüklüğünün belirlenebilmesi için 100 bp'lik DNA markerleri (Biolabs, New England, USA) jele yüklendi. Elektroforez işlemi için oda sıcaklığında 90 V ve 500 mAmp doğru akım uygulandı. 60 dakikalık elektroforez sonrasında jeller UV ışık altında spesifik bantların varlığı açısından değerlendirilerek fotoğraflandı.

3. 2. 5. Verilerin Değerlendirilmesi

İşletme şartlarının, arıcıların tutum ve davranışlarının nosemosis varlığı üzerindeki etkilerini belirlemek için yapılan anket çalışmasına ait veri girişleri ve kodlamalarda Microsoft Excel 2013, istatistiksel değerlendirmelerde ise IBM SPSS 23.0 programları kullanıldı. Kategorik değişkenler arasındaki ilişkileri belirlerken Ki Kare (Chi-Square) testinden yararlanıldı. Sonuçların değerlendirilmesinde $p < 0,05$ düzeyindeki farklılıklar anlamlı kabul edildi.

4. BULGULAR

Hatay yöresinde belirlenen ilçelerde 75 arıcılık işletmesinde toplam 450 kovandan alınan bal arısı örneklerinde mikroskopik ve multipleks PZR yöntemleriyle noseimosisin yaygınlığı, anket çalışmasında ise işletme şartlarının ve arıcıların tutum ve davranışlarının hastalığın varlığı üzerindeki etkileri araştırıldı. Ayrıca gerek arazi çalışmaları esnasında olsun gerekse laboratuvarda yapılan gözlemlerde olsun hastalık belirtileri açısından da incelendi.

4. 1. Makroskopik Bulgular

4. 1. 1. Arazi Çalışmalarındaki Makroskopik Bulgular

Nosemosis hastalığında hastalığın belirtileri tek tip olmasa da hastalık etkenlerinde gözlemlenen bazı klinik semptomlar farklılıklar gösterebilmektedir. Bu klinik semptomların en önemlisi *N. apis*'i *N. ceranae*'dan ayıran ishal olgusudur. Bal arısının normal dışkısı genellikle ince, uzun ipliksi görünümde iken ishalleri bal arısı dışkısı ise düştüğü yere yayılan sulu ve yuvarlak bir görünümündedir. Bu yönden arazide örnek alınan işletmelerdeki kovanların üst kapakları, uçuş tahtaları ve çerçeve yüzeyleri dikkatli bir şekilde incelendi. Çalışma kapsamında örnek alınan kovanlarda normal dışkı lekelerine rastlanırken, *N. apis* kaynaklı sindirim bozukluğuna bağlı ishalleri dışkı olgusuna hiçbir kovanda rastlanmadı. Ayrıca incelemeler esnasında noseimosis hastalığının klinik belirtileri arasında yer alan ve her iki etkende de görülebilen şişmiş abdomen, uçamama, yürüme, kovan girişinde ölmüş arılar gibi klinik bulgulara sahip arılar olduğu tespit edildi (Şekil 4. 1). Bu klinik semptomlardan herhangi birini gösteren arıların sindirim sistemleri dışarı çıkartılıp incelendi. Bunlardan bazılarının sindirim sistemlerinin solgun beyaz renkte olduğu, boğumlarının ise belirgin olmadığı, bazılarının ise sağlıklı ve normal olduğu gözlemlendi. Güvenilirliği düşük olduğu bilinen bu yöntem *Nosema* enfeksiyonunun olup olmadığına dair ön fikir verdi.



Şekil 4. 1. a) Kanatların ayrılması, uçamama b) Şişmiş abdomen, c) Kovan girişinde ölmüş arılar.

4. 1. 2. Laboratuvar Çalışmalarında Makroskobik Bulgular

Araziden getirilen örneklerin sindirim sistemleri dışarı çıkartılıp laboratuvarda incelendiğinde; sindirim sistemleri belirgin derecede solgun renk alarak boğumları belirsiz olan arıların mikroskobik bakılarında yoğun *Nosema* sporlarıyla enfekte oldukları görüldü. Sindirim sistemleri normal kahverengimsi renkte veya sağlıklı görünenlerin mikroskobik muayenelerinde ise spor yoğunluğunun daha az olduğu veya hiç spor olmadığı tespit edildi (Şekil 4. 2a). Ayrıca mikroskobik bakı için hazırlanan homojenizasyon sıvılarının da tıpkı sindirim sisteminin incelemesinde olduğu gibi yoğun *Nosema* sporu ile enfekte arıların sindirim sistemlerinin bağırsak doku bütünlüğünün bozulmasına bağlı olarak kirli mat bir renk aldığı, spor yoğunluğu az olan veya hiç spor olmayan homojenizasyon sıvılarının ise normal kahverengimsi renkte olduğu gözlemlendi (Şekil 4. 2b).



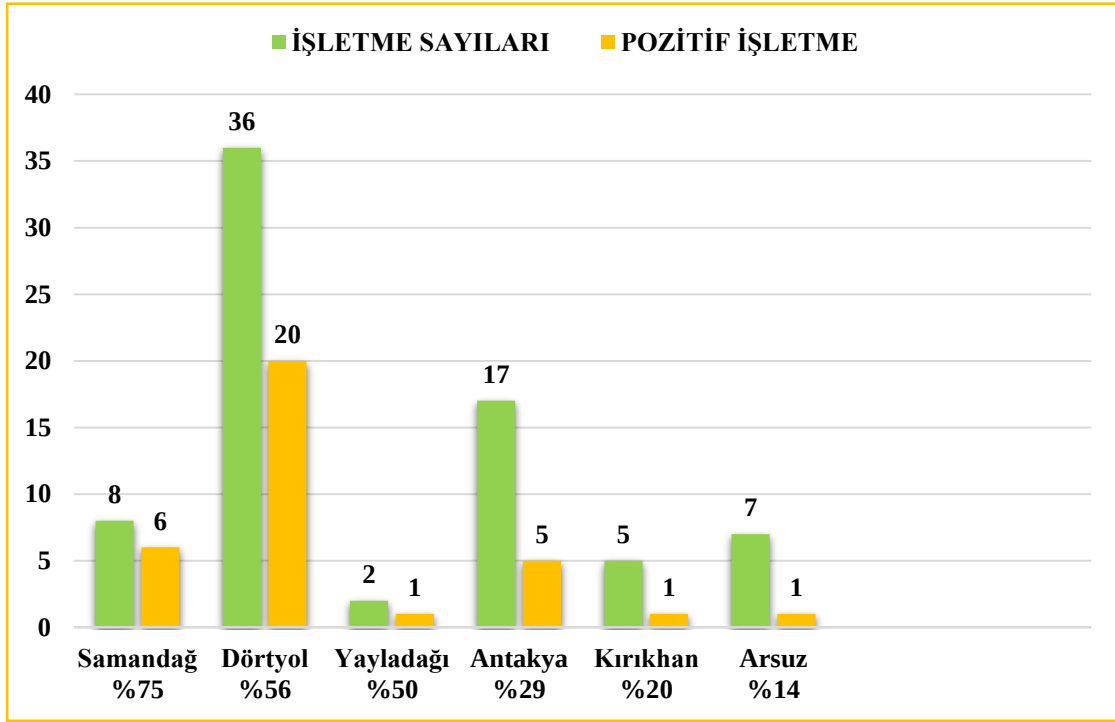
Şekil 4. 2. a) Dışarı çıkartılmış sindirim sistemleri, b) Homojenizasyon sıvılarında *Nosema* spor yoğunluğu fazla olan örnekler (kırmızı çerçevede), *Nosema* spor yoğunluğu az olan veya hiç spor olmayan örnekler (sarı çerçevede).

4. 2. Mikroskopik Yöntem Sonuçları

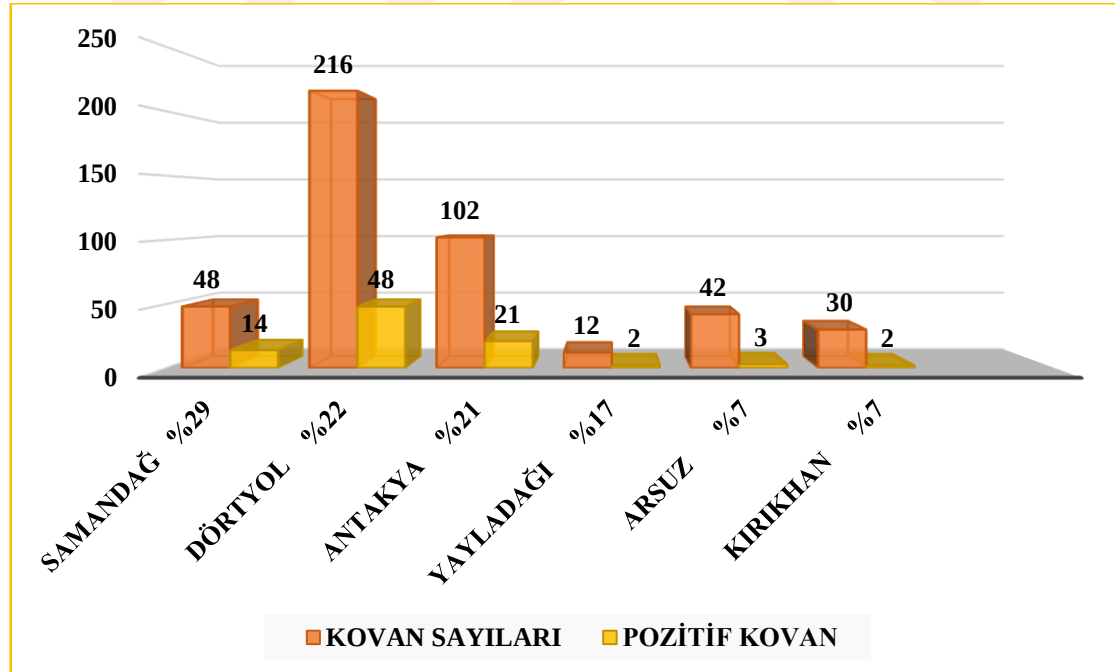
İşletmelerden alınan bal arısı örneklerinde yapılan mikroskopik incelemeler neticesinde; Samandağ (%75), Dört Yol (%56), Yayladağı (%50), Antakya (%29), Kırıkhan (%20) ve Arsuz (%14) nosemosis yönünden pozitif bulunmuştur (Şekil 4. 3).

İşletmelerdeki örnek alınan kovanların pozitiflik yüzdeleri ise; Samandağ (%29), Dört Yol (%22), Antakya (%21), Yayladağı (%17), Arsuz (%7) ve Kırıkhan (%7) şeklinde tespit edilmiştir (Şekil 4. 4).

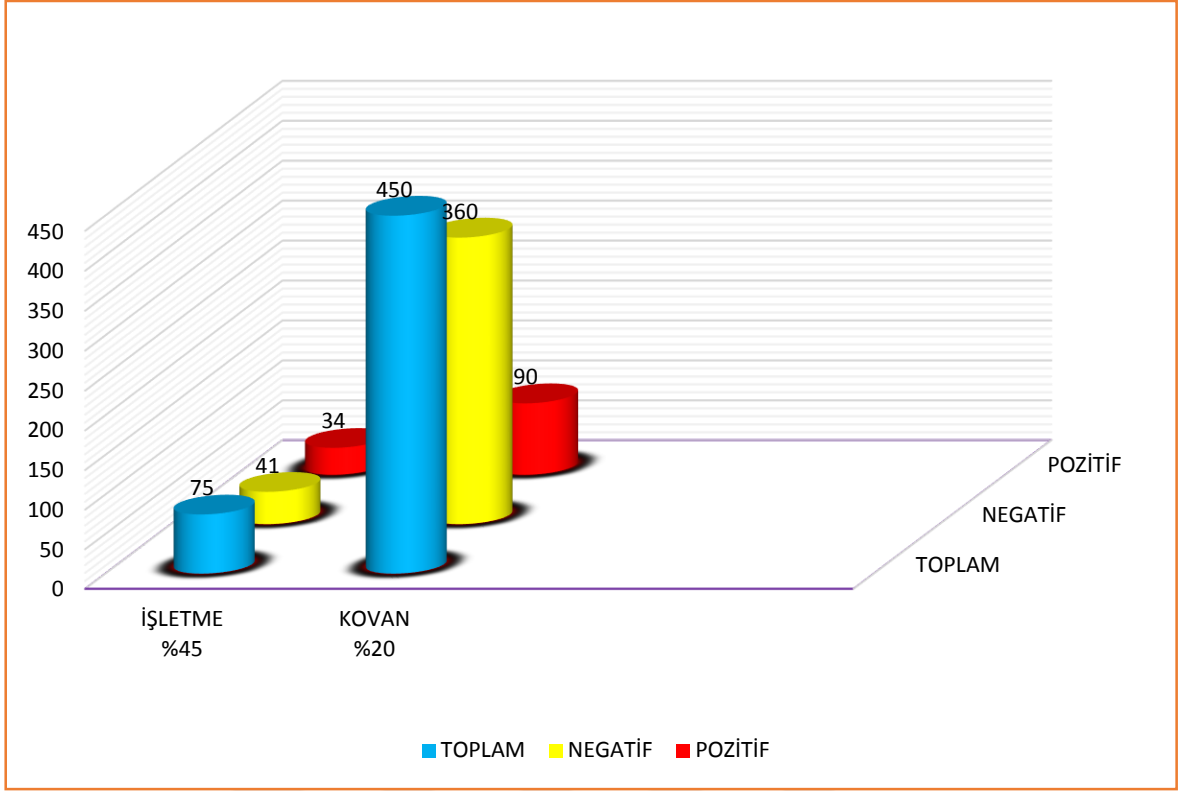
Sonuç olarak, Hatay yöresindeki 75 işletmenin 34'ünde (%45) ve 450 kovanın 90'nında (%20) *Nosema* enfeksiyonunun bulunduğu belirlenmiştir (Şekil 4. 5).



Şekil 4. 3. İşletmelerin *Nosema* açısından mikroskopik analiz sonuçları.



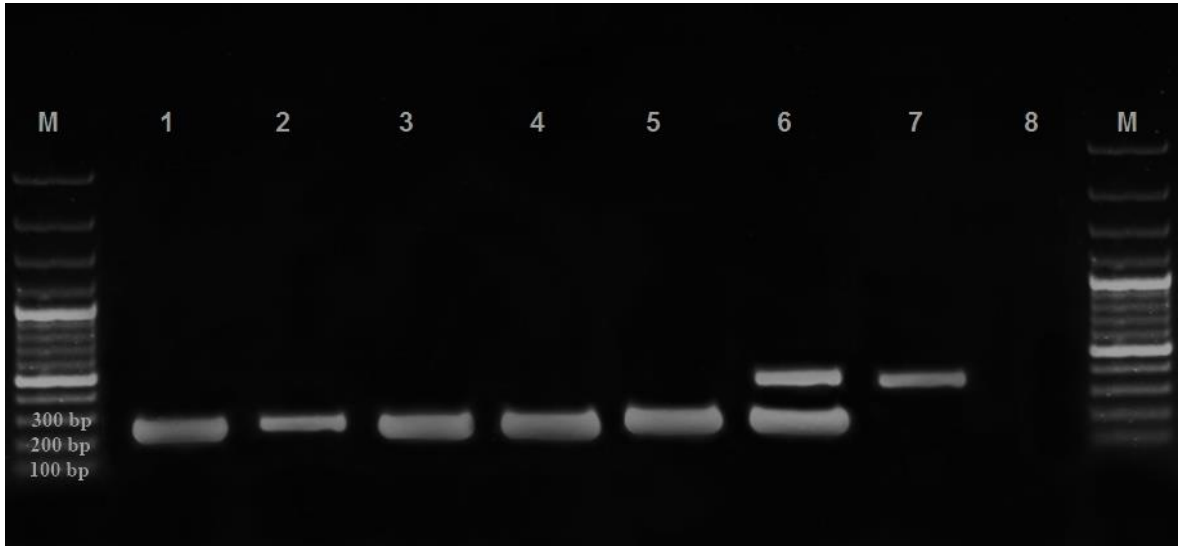
Şekil 4. 4. İşletmelerdeki kovanların *Nosema* açısından mikroskopik analiz sonuçları.



Şekil 4. 5. Hatay yöresinde *Nosema* ile enfekte toplam işletme ve kovan sayıları.

4. 3. Multipleks Polimeraz Zincir Reaksiyonu (PZR) Sonuçları

Multipleks PZR sonucunda agaroz jel elektroforezinde *N. ceranae*'ye özgü 218-219 bp uzunluğundaki ürünü gösteren PZR bantları gözlemlendi (Şekil 4. 6).



Şekil 4. 6. *Nosema ceranae*'ye özgü 218-219 bp'lık bantların agaroz jelde görüntülenmesi (M; Marker 100 bp, 1-5; *N. ceranae*'ye özgül bantlar (218-219 bp), 6; *N. ceranae* ve *N. apis* pozitif kontrol (miks), 7; *N. apis* pozitif kontrol, 8; Negatif kontrol (distile su).

İzolasyonu yapılan genomik DNA'larda *N. ceranae* ve *N. apis*'in spesifik primerlerinin kullanıldığı PZR analizleri sonucunda örnekleme yapılan 75 arıcılık işletmesinin mikroskopik incelemelerinde pozitif çıkan 34 (%45) işletmenin tamamında *N. ceranae* tespit edilirken *N. apis*'e rastlanılmadı.

4. 4. Anket Çalışması Sonuçları

Anket çalışmasında işletmelerin tamamında aynı şekilde cevaplanan bazı sorular EK-1'de verilen anket formuna dahil edilmemiştir. Bu bağlamda işletmelerdeki arıcıların tamamı; bölgedeki kuluçka (ana arının yumurtlaması) faaliyetleri, kovanlara polen gelişi ve yemleme olayının Şubat ayında gerçekleştiğini, kuluçka faaliyetlerinin Kasım ayında sona erdiğini, önemli arı hastalık ve zararlıları ile yalancı ananın ne demek olduğunu bildiklerini, ana arı ihtiyaçlarını kendileri doğal üreterek hallettiklerini, bal hasadını Temmuz ayının ortaları ile sonu arasında yaptıklarını, kovan tipi olarak Langstroth tipinde bölgeye özel kovan tipi kullandıklarını, ilkbaharda kolonilerin beslemelerini ve genel temizliğini yaptıklarını, ilaçlamaları ilkbahar ve sonbahar döneminde yaptıklarını, arıları taşıyacakları zaman arı nakil belgesi aldıklarını, arıları nektar kaynağı olarak narenciye ve yayla balına götürdüklerini, arıların götürüldüğü yörelerde yoğun olarak tarım ilaçlaması yapıldığını ve bu ilaçlamalardan arıların zarar gördüklerini beyan etmişlerdir.

4. 4. 1. İstatistik Sonuçları

4. 4. 1. 1. Nosemosis Varlığı ile İlişkili Olmayan Faktörler

Kategorik değişkenler arasında yapılan istatistiksel analizlerde arıcılık işletmelerinde nosemosis varlığının anket formunun birinci ve ikinci bölümlerinde bulunan faktörlerden 16 tanesi ile ilişkisinin olmadığı saptanmıştır ($p > 0,05$). Nosemosis varlığı ile ilişkisi olmayan bu faktörler bölümlere göre aşağıda tablolarda belirtilerek, genel bilgi amaçlı sayı (n) ve yüzde (%) olarak verilmiştir.

4. 4. 1. 1. 1. Arıcı ve İşletmeye Yönelik Özel Bilgiler

4. 4. 1. 1. 1. 1. Öğrenim Durumu

İşletmelerdeki arıcıların %64'ünün ilköğretim, %28'inin lise ve %8'inin lisans mezunu olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4. 1).

Çizelge 4. 1. Öğrenim durumu.

Öğrenim	n (sayı)	%
Okur Yazar	-	-
İlköğretim	48	64
Lise	21	28
Lisans	6	8
Yüksek Lisans veya Doktora	-	-
Toplam	75	100

4. 4. 1. 1. 1. 2. Arıcının Tecrübesi

İşletmelerdeki arıcıların %17'sinin 6-10 yıl arası, %35'inin 11-20 yıl arası ve %48'inin 21 yıl ve yukarısında tecrübeye sahip olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4. 2).

Çizelge 4. 2. Arıcının tecrübesi.

Tecrübe	n (sayı)	%
0-5	-	-
6-10	13	17
11-20	26	35
21 ve yukarısı	36	48
Toplam	75	100

4. 4. 1. 1. 1. 3. Arıcılığı Öğrenme Yöntemi

İşletme sahiplerinin %34'ü babadan, %7'si kurs görerek, %44'ü başka bir arıcıdan ve %4'ü de kendi kendine deneyerek arıcılığı öğrenmiştir (Çizelge 4. 3).

Çizelge 4. 3. Arıcılığı öğrenme yöntemi.

Öğrenme Yöntemi	n (sayı)	%
Babadan	34	45
Kurs görerek	5	7
Bir başka arıcıdan	33	44
Okuyup deneyerek, kendi kendime	3	4
Diğer	-	-
Toplam	75	100

4. 4. 1. 1. 1. 4. Arıcılık Yapma Şekli

Hatay yöresinde örnek alınan işletmelerin %28'inin sabit, %72'sinin ise gezginci arıcılık yaptığı belirlenmiştir (Çizelge 4. 4).

Çizelge 4. 4. Arıcılık yapma şekli.

Arıcılık şekli	n (sayı)	%
Sabit arıcılık	21	28
Gezginci arıcılık	54	72
Toplam	75	100

4. 4. 1. 1. 1. 5. İşletmenin Kullandığı Kovan (Koloni) Sayısı

İşletmelerin %15'inin 51-100 arası, %33'ünün 100-150 arası ve %52'sinin 151 ve yukarısı kovan ile arıcılık yaptığı tespit edilmiştir (Çizelge 4. 5).

Çizelge 4. 5. İşletmenin kullandığı kovan (koloni) sayısı.

Kovan sayısı	n (sayı)	%
5-20	-	-
21-50	-	-
51-100	11	15
100-150	25	33
151 ve yukarısı	39	52
Toplam	75	100

4. 4. 1. 1. 1. 6. Örnek Alınan Kovanların Ana Arı Değişim Zamanı (Ana Arı Yaşı)

İşletmelerin %65'inden ana arısı bir yaşında, %35'inden ise iki yaşında olan kovanlardan örnek alınmıştır (Çizelge 4. 6).

Çizelge 4. 6. Örnek alınan kovanların ana arı değişim zamanı (ana arı yaşı).

Ana arı değişim zamanı	n (sayı)	%
Değiştirmiyorum	-	-
1 yıl	49	65
2 yıl	26	35
3 yıl ve yukarısı	-	-
Toplam	75	100

4. 4. 1. 1. 1. 7. Arı Nakil Belgesi Talep Edildiğinde Arıların Kontrol Edilme Durumu

Nakil belgesi talep edildiğinde, işletmelerin %76'sı arılarının kontrol edilmediğini, %24'ü ise kontrol edildiğini bildirmişlerdir (Çizelge 4. 7).

Çizelge 4. 7. Arı nakil belgesi talep edildiğinde arıların kontrol edilme durumu.

Kontrol durumu	n (sayı)	%
Evet	57	76
Hayır	18	24
Toplam	75	100

4. 4. 1. 1. 2. Hastalık ve Zararlılardan Korunma Yöntemleri ile İlgili Arıcının Tutum ve Davranışları

4. 4. 1. 1. 2. 1. Hastalık ve Zararlılarla Mücadelede Müracaat Yeri

İşletmelerin arı hastalık ve zararlıları ile mücadelede %28'inin tecrübeli arıcılara, %31'inin tarım il-ilçe müdürlüklerine, %12'sinin üniversitelere müracaat ettikleri, %29'unun ise hiçbir yere başvurmadıkları tespit edilmiştir (Çizelge 4. 8).

Çizelge 4. 8. Hastalık ve zararlılarla mücadelede müracaat yeri.

Müracaat yeri	n (sayı)	%
Tecrübeli arıcılar	21	28
Tarım il-ilçe müdürlükleri	23	31
Üniversiteler	9	12
Hiçbir yer	22	29
Toplam	75	100

4. 4. 1. 1. 2. 2. Yavru Çürüklüğü Hastalığına Karşı Kullanılan İlaçlar

İşletmelerin %37'si Yavru çürüklüğü hastalığına karşı hiç ilaç kullanmadığını, %63'ü ise Terramycin-Neo Terramycin kullandıklarını bildirmişlerdir (Çizelge 4. 9).

Çizelge 4. 9. Yavru çürüklüğü hastalığına karşı kullanılan ilaçlar.

İlaçlar	n (sayı)	%
Hiç ilaç kullanmıyorum	28	37
Terramycin-Neo Terramycin	47	63
Apimycin-apivecin	-	-
Diğer ilaçlar	-	-
Toplam	75	100

4. 4. 1. 1. 2. 3. Varroosis Hastalığına Karşı Kullanılan İlaçlar

İşletmelerin %89'u varroosis hastalığına karşı Rulamit-VA, %11'i ise Perizin kullandıklarını belirtmişlerdir (Çizelge 4. 10).

Çizelge 4. 10. Varroosis hastalığına karşı kullanılan ilaçlar.

İlaçlar	n (sayı)	%
Rulamit-VA	67	89
Perizin	8	11
Flumevar	-	-
Diğer ilaçlar	-	-
Toplam	75	100

4. 4. 1. 1. 2. 4. Nosemosis Hastalığına Karşı Kullanılan İlaçlar

Nosemosis hastalığına karşı işletmelerin %44'ünün bitkisel ürün (turunç, limon, kekik vb), %8'inin sirke ve %15'inin Fumidil-B kullandığı, %33'ünün ise hiç ilaç kullanmadığı tespit edilmiştir (Çizelge 4. 11).

Çizelge 4. 11. Nosemosis hastalığına karşı kullanılan ilaçlar.

İlaçlar	n (sayı)	%
Hiç ilaç kullanmıyorum	25	33
Bitkisel ürün (turunç, limon, kekik vb)	33	44
Sirke	6	8
Fumidil-B	11	15
Toplam	75	100

4. 4. 1. 1. 2. 5. Kışa Girerken Kovanlarda Nem Önleyici Tedbirler Alma Durumu

İşletmelerin %25'i kışa girerken kovanda nem önleyici tedbir aldıklarını, %75'i ise bu anlamda tedbir almadıklarını beyan etmişlerdir (Çizelge 4. 12).

Çizelge 4. 12. Kışa girerken kovanlarda nem önleyici tedbirler alma durumu.

Nem önleyici tedbir	n (sayı)	%
Evet	19	25
Hayır	56	75
Toplam	75	100

4. 4. 1. 1. 2. 6. Kış Kayıplarının Sebepleri

İşletmelerin %56'sı koloninin anasız kalması, %32'si hastalık ve zararlıların etkisi, %12'si ise diğer sebeplerden kış kayıpları yaşandığını beyan etmişlerdir (Çizelge 4. 13).

Çizelge 4. 13. Kış kayıplarının sebepleri.

Kış kayıplarının sebepleri	n (sayı)	%
Koloninin anasız kalması	42	56
Hastalık ve zararlıların etkisiyle	24	32
Açlıktan	-	-
Soğuktan	-	-
Diğer sebepler	9	12
Toplam	75	100

4. 4. 1. 1. 2. 7. Kışa Girerken Yaklaşık Olarak Her Kovanda Bırakılan Bal Miktarı

Kışa girerken kovanlarda yaklaşık olarak bıraktıkları bal miktarları işletmelerin %29'unda 6-10 kg arası, %60'ında 11-15 kg arası ve %11'inde 16-20 kg arasındadır (Çizelge 4. 14).

Çizelge 4. 14. Kışa girerken yaklaşık olarak her kovanda bırakılan bal miktarı.

Bal miktarı	n (sayı)	%
3-5 kg	-	-
6-10 kg	22	29
11-15 kg	45	60
16-20 kg	8	11
21 kg ve yukarısı	-	-
Toplam	75	100

4. 4. 1. 1. 2. 8. Zayıf ve Güçlü Koloniler Arasında Çerçeve Değişimi Yapılması

Durumu

Zayıf ve güçlü koloniler arasında çerçeve değişimi yapan işletmelerin oranı %48, yapmayanların %52'dir (Çizelge 4. 15).

Çizelge 4. 15. Zayıf ve güçlü koloniler arasında çerçeve değişimi yapılması durumu.

Çerçeve değişimi yapılması	n (sayı)	%
Evet	36	48
Hayır	39	52
Toplam	75	100

4. 4. 1. 1. 2. 9. Kovanların ve Kullanılan Malzemelerin Sezon Öncesi ve Sonrası

Dezenfeksiyonunun (asetik asit) Yapılması Durumu

Kovanların ve kullanılan malzemelerin sezon öncesi ve sonrası dezenfeksiyonunu (asetik asit) yapan işletmelerin oranı %51, yapmayanların %49'dur (Çizelge 4. 16).

Çizelge 4. 16. Kovanların ve kullanılan malzemelerin sezon öncesi ve sonrası dezenfeksiyonunun (asetik asit) yapılması durumu.

Dezenfeksiyon (asetik asit) yapılması	n (sayı)	%
Evet	38	51
Hayır	37	49
Toplam	75	100

4. 4. 1. 2. Nosemosis Varlığı Üzerinde Etkili Olan Faktörler

Kategorik değişkenler arasında yapılan istatistiksel analizlerde anket formunun birinci bölümünde yer alan işletmenin kullandığı “arı ırkı” ve ikinci bölümünde bulunan “farklı kovanlara ait malzemelerin ortak kullanımı” değişkenlerinin hastalığın varlığı üzerinde etkili olduğu belirlenmiştir ($p<0,05$). “Kullanılan arı ırkı” ve “farklı kovanlara ait malzemelerin ortak kullanımı” değişkenlerine göre anlamlı bulunan farklılıklar aşağıda tablolar halinde verilmiş ve açıklanmıştır.

4. 4. 1. 2. 1. Kullanılan Arı Irkı

İşletmelerin 21’i (%28) Yerli (Hatay) ırk kullanırken, 54’ü (%72) Kafkas (Melez) ırkı kullanmaktadır. Ayrıca işletmelerde nosemosis varlığının ırk değişkenine bağımlı olup olmadığını belirlemek amacıyla yapılan Ki Kare testi sonucunda değişkenler arasındaki bağımlılık istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Pearson Ki Kare test sonucuna göre Kafkas (Melez) ırkında hastalığın görülme oranı (%53,7), Yerli (Hatay) ırk arılardakinden (%23,8) anlamlı biçimde daha yüksektir ($X^2=5,452$; $p<0,05$). Sonuçlar Çizelge 4. 17 ve Çizelge 4. 18’de sunulmuştur.

Çizelge 4. 17. Kullanılan arı ırkının *Nosema* varlığına etkisinin rakamsal ve oransal dağılımı.

			İrk		Total
			Yerli (Hatay)	Kafkas (Melez)	
Nosema_Varlığı	VAR	Count	5	29	34
		Expected Count	9,5	24,5	34,0
		% within Nosema_VarYok	14,7%	85,3%	100,0%
		% within Irk	23,8%	53,7%	45,3%
	YOK	Count	16	25	41
		Expected Count	11,5	29,5	41,0
		% within Nosema_VarYok	39,0%	61,0%	100,0%
		% within Irk	76,2%	46,3%	54,7%
	Total	Count	21	54	75
		Expected Count	21,0	54,0	75,0
		% within Nosema_VarYok	28,0%	72,0%	100,0%
		% within Irk	100,0%	100,0%	100,0%

Çizelge 4. 18. Kullanılan arı ırkının *Nosema* varlığına istatistiki etkisi.

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	5,452(b)	1	,020		
Continuity Correction(a)	4,313	1	,038		
Likelihood Ratio	5,702	1	,017		
Fisher's Exact Test				,022	,018
Linear-by-Linear Association	5,380	1	,020		
N of Valid Cases	75				

a Computed only for a 2x2 table

b 0 cells (,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 9,52.

4. 4. 1. 2. 2. Farklı Kovanlara Ait Malzemelerin Ortak Kullanımı

Farklı kovanlara ait malzemelerin ortak kullanımı sorusuna işletmelerin 64'ü (%85,3) evet, 11'i (%14,7) ise hayır yanıtını vermiştir. Bununla birlikte işletmelerde nosema varlığının kovanlar arasında ortak malzeme kullanımına bağımlı olup olmadığını belirlemek amacıyla yapılan Ki Kare testi sonucunda değişkenler arasındaki bağımlılık istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Fisher's Exact test sonucuna göre ortak malzeme kullanımda bulunmayan işletmelerdeki hastalık oranı (%18,2), ortak kullanımı gerçekleştirenlerden (%50,0) anlamlı biçimde daha düşüktür ($X^2=3,835$; $p<0,05$). Sonuçlar Çizelge 4. 19 ve Çizelge 4. 20'de sunulmuştur.

Çizelge 4. 19. Farklı kovanlara ait malzemelerin ortak kullanımının *Nosema* varlığına etkisinin rakamsal ve oransal dağılımı.

			Ortak Kullanım		Total
			Evet	Hayır	
Nosema_Varlığı	VAR	Count	32	2	34
		Expected Count	29,0	5,0	34,0
		% within Nosema_VarYok	94,1%	5,9%	100,0%
		% within OrtakKull	50,0%	18,2%	45,3%
	YOK	Count	32	9	41
		Expected Count	35,0	6,0	41,0
		% within Nosema_VarYok	78,0%	22,0%	100,0%
		% within OrtakKull	50,0%	81,8%	54,7%
Total	Count		64	11	75
	Expected Count		64,0	11,0	75,0
	% within Nosema_VarYok		85,3%	14,7%	100,0%
	% within OrtakKull		100,0%	100,0%	100,0%

Çizelge 4. 20. Farklı kovanlara ait malzemelerin ortak kullanımının *Nosema* varlığına istatistiki etkisi.

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	3,835(b)	1	,050		
Continuity Correction(a)	2,658	1	,103		
Likelihood Ratio	4,164	1	,041		
Fisher's Exact Test				,098	,049
Linear-by-Linear Association	3,783	1	,052		
N of Valid Cases	75				

a Computed only for a 2x2 table

b 1 cells (25,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 4,99.
(Fisher's Exact test kullanıldı).

5. TARTIşMA

Bilim adamları ve üreticileri, dolayısıyla da arıcılık sektörünü yoğun şekilde meşgul eden bal arısı koloni kayıpları son yıllarda Dünya’da olduğu gibi Türkiye’de de üzerinde durulan önemli konulardan birisidir. Koloni Çökme Bozukluğu olarak da adlandırılan koloni kayıpları aynı zamanda sendrom olarak da tanımlanmıştır (Michalczyk ve Sokół 2014, Muz ve Muz 2017). Bu sendrom; kovanlarda gözlerden yeni çıkan genç arıların ve ana arıların bulunduğu, ancak işçi arıların ölü veya canlı olarak kovanda bulunmadığı sıra dışı, ani kayıplar olarak tanımlanmaktadır. İlk olarak Amerika Birleşik Devletleri’nde ortaya çıkan bu durum, daha sonra Avrupa ve diğer ülkelerde de bildirilmiştir. Türkiye’de ise ilk olarak 2006-2007 yıllarında Hatay bölgesinde rastlanmış ve resmi kayıtlara göre yaklaşık olarak 35.000 kolonide beklenmeyen ani koloni kayıpları görülmüştür. Bu kayıplara zaman zaman Türkiye’nin diğer bölgelerinde de rastlanılmıştır (Muz 2008, Muz ve Muz 2017).

Bal arıları sıradışı olaylar haricinde geçmişten günümüze kadar değişik iklim koşulları ve farklı coğrafi bölgelere adapte olmuş canlılardır. Bu süre zarfında ve genetik yapıları (ırk ve genotipler) sayesinde yaşadıkları tüm olumsuz koşullarda strese neden olabilecek her türlü faktör ile baş edebilecek anatomik, morfolojik, davranış ve fizyolojik özellikler geliştirmişlerdir. Ancak son 50 yıllık süre zarfında çoğu insan kaynaklı olmak üzere çok sayıda stres faktörüyle karşı karşıya kalan bal arıları bunların üstesinden gelmekte zorlanmışlardır. Bu sebeplerden ötürü yaşanan koloni kayıplarını tek bir nedene bağlamak zordur. Çünkü çok sayıda stres faktörüne aynı anda maruz kalan bal arıları birden fazla faktörün yarattığı sinerjik etkiden ciddi derecelerde etkilenmektedirler. Arı biyolojisi ve koloni dinamiğinin yeterince bilinmemesi, yetiştirici uygulamasındaki hatalar, genetik varyasyonun azalması, mevsim değişimleri, aşırı endüstriyel şeker kullanımı, cezbedici nitelikteki deterjanlar, aşırı akarisit ve antibiyotik kullanımı, tarımsal amaçlı kimyasalların ve pestisitlerin usulsüz kullanımı bal arılarında stres oluşturarak koloni kayıplarına zemin oluşturan faktörler arasında gösterilmektedir (Kavak ve ark. 2015). Bal arılarında enfeksiyöz hastalıklara neden olan parazit, virüs, bakteri, mantar ve diğer patojenler ise koloni kayıplarının başlıca nedenleri arasında gösterilmektedir. Bu patojenler koloni kayıplarına zemin hazırlayan stres faktörleri ile sinerjizma oluşturarak koloni sağlığını ciddi oranda etkilemektedirler. Bu sebeplerden dolayı bal arılarında patojenlerin sebep olduğu hastalıkların araştırılması son derece önemlidir (Muz ve Muz 2017).

Bal arılarının bağırsaklarına yerleşen *Nosema* cinsinde yer alan *N. apis* ve *N. ceranae* patojenlerinin neden olduğu nosemosis Dünya genelinde önemli arı kayıplarına neden olan en yaygın bal arısı hastalıklarından birisidir (Özüüçli ve Aydın 2018).

Hatay yöresi ılıman iklimin yanı sıra narenciye bahçeleri ve pamuk başta olmak üzere farklı türdeki kültür bitkileriyle arıcılık için oldukça elverişli bir bölgedir. Bu özellikleri yöreyi gezginci arıların ağır kış şartlarında yoğun tercih ettikleri bir yer haline getirmiştir (Muz 2008). Ancak bölgeye sonbaharda giren ve ilkbaharda çıkan gezginci arılar aynı zamanda yoğun koloni giriş ve çıkışına da yol açmaktadır. Yaşanan bu yoğunluk enfeksiyöz birçok hastalığın koloniler arasında yayılmasına ve dolayısıyla da bulaşıcı hastalıkların bölgedeki prevalansının artmasına neden olmaktadır. Bu sebeplerden ötürü bölgesel ve ulusal bazda yaşanan koloni kayıpları açısından önem arz eden Hatay yöresinde (Muz ve ark. 2012) nosemosis hastalığının prevalansının aydınlatılması önemlidir.

Dünya’da nosemosisin yaygınlığı ile ilgili çok sayıda çalışma yapılmıştır. Bu çalışmaların bir kısmında *N. apis* ve *N. ceranae* miks enfeksiyon şeklinde bir arada tespit edilmişken, bir kısmında da ayrı ayrı sadece *N. apis* veya sadece *N. ceranae* olarak tespit edilmiştir. Ayrıca Uganda’da yapılan bir araştırmada bal arılarında bu iki etken ile beraber *N. neumannii* adında yeni bir tür daha tespit edilerek üç etkende aynı çalışmada birlikte bildirilmiştir. Her ne kadar bu çalışmada yeni tespit edilen türün Uganda’da enfeksiyon oranının *N. apis* ve *N. ceranae*’dan daha yüksek olduğu gösterilse de diğer ülkelerde yaygınlığı ile bilgiler henüz mevcut değildir (Chemurot ve ark. 2017).

Dünya’da nosemosis yaygınlığı

Arı işletmelerinde mikroskopik ve PZR yöntemleriyle yapılan bazı çalışmalara göre Dünya’da nosemosisin yaygınlığı %23,9-70,4 arasındadır. Avustralya’da nosemosis yaygınlığı %62,20 oranında bulunmuş olup, %15,30’u *N. ceranae* ve %46,25’i *N. apis* %0,65’i miks enfeksiyon şeklinde bildirilmiştir (Giersch ve ark. 2009). Avusturya’da nosemosis yaygınlığı %46,80 oranında bulunmuş olup, bunların %14,04’u *N. ceranae*, %4,68’i *N. apis* ve %28,08’i miks enfeksiyon şeklinde belirlenmiştir (Derakhshifar ve ark. 2010). Granato ve ark. (2010) İtalya’da arılıklarda nosemosis yaygınlığını %58,55 oranında tespit etmiş, bu arılıkların %58,12’sinde *N. ceranae*, %0,43’ünde *N. apis* enfeksiyonu olduğunu bildirmiştir. Bulgaristan’da incelenen arılıklarda %52 oranında nosemosis tespit edilmiş olup, bunların %50’sinin *N. ceranae*, %2’sinin ise *N. apis* olduğu bildirilmiştir

(Gurgulova ve ark. 2010). Yunanistan'da incelenen arılıklarda sadece *N. ceranae* kaynaklı noseiosis oranı %73 olarak tespit edilmiştir (Bacandritsos ve ark. 2010). İran'da tespit edilen noseiosis vakalarının tamamının, %67,1 oranında *N. ceranae* kaynaklı olduğu bildirilmiştir (Razmaraii ve ark. 2013). Balkan ülkelerinden Sırbistan, Bosna Hersek, Karadağ ve Makedonya'yı kapsayan bir çalışmada %84 oranında tespit edilen noseiosis vakalarının %83,7'sinin *N. ceranae* ve %0,30'unun *N. apis* kaynaklı olduğu belirlenmiştir (Stevanovic ve ark. 2011). İskoçya'da kolonilerin %70,4'ünde miks enfeksiyon tespit edilmiştir (Bollan ve ark. 2013). Ürdünde incelenen arılıkların %23,9'unun *N. ceranae* ile enfekte olduğu bildirilmiştir (Haddad 2014). Kanada'da %39-60 arasında *N. apis* ve *N. ceranae* kaynaklı miks noseiosis vakaları tespit edilmiştir (Emsen ve ark. 2016). Ansari ve ark. (2017) Suudi Arabistan'da arılıkların %58'inin *N. ceranae* ile enfekte olduğunu rapor etmişlerdir. Bulgaristan'da tespit edilen noseiosis vakalarının %52,8 oranında ve *N. ceranae* kaynaklı olduğu bildirilmiştir (Shumkova ve ark. 2018). Dünya'da 11 farklı ülkede yapılan çalışmalar dikkate alındığında sadece Avustralya'da yüksek oranda rastlanan *N. apis* (%46,25) ve miks vaka bildirilen İskoçya ve Avusturya gibi ülkeler ile az oran verilen Ürdün ve Avusturya haricinde (%14,04-%23,9) yüksek oranlarda (%50-83,7) seyreden *N. ceranae*'nin, *N. apis*'ten (%0,30-4,68) çok daha baskın ve yüksek bir oranda ve 5 ülkede tek etken olarak bulunduğu görülmüştür (Çizelge 2. 5). Çalışmamızda Hatay yöresindeki incelenen 75 işletmenin %45'inde sadece *N. ceranae* enfeksiyonu tespit edilmiştir. Bu oran Dünya'daki yaygınlığına paralel ve yüksek oranda görüldüğünü destekler niteliktedir.

Türkiye'de noseiosis yaygınlığı

Kırşehir ilinde 51 arılıkta %21,56 oranında *N. ceranae* tespit edilmiştir (Büyük ve ark. 2017). Muğla'da 152 arılıkta %72,37 oranında *N. ceranae* bildirmiştir (Kartal 2019). Çalışmamızda 75 işletmenin %45'inde *N. ceranae* bildirilmiştir. Diğer çalışmalarla karşılaştırıldığında oranlarda görülen farklılığın, işletme sayıları arttığında enfeksiyon oranlarının da orantılı olarak artışına bağlı oluşabileceği kanaatindeyiz.

Arı işletmeleri ve kolonilerde etkenin belirlenmesindeki farklılıklar

Türkiye'de noseiosis yaygınlığıyla ilgili 2010 yılına kadar yapılan çalışmalar çoğunlukla ışık mikroskopunda sporlara bakılarak elde edilen sonuçlar *Nosema* spp. şeklinde cins düzeyinde veya o zamana kadar varlığı bilinen tek tür olan *N. apis* olarak açıklanmıştır (Ütük ve ark. 2010). Bu nedenle yapılan çalışmaları 2010 öncesi ve sonrası

olarak sınıflandırmakta fayda vardır. İçerisinde Hatay ilinin de bulunduğu anket (Sıralı ve Doğaroğlu 2005, şahinler ve Gül 2005, Tunca ve çimrin 2012) ve bal örneklerinde noseimosis yaygınlığı gibi çalışmalar (Özkırım ve ark. 2006) farklı kategoride oldukları için tartışılmamıştır. 2010 yılı öncesi yapılan çalışmalarda Adana ve Muğla yöresindeki kovanlarda %26,4 (Kutlu 1988), Kars yöresindeki arılıkların %40'ında, kovanların %15,74'ünde (Topçu ve Arslan 2004), çanakkale, Bursa ve Balıkesir illerinde yapılan iki farklı çalışmada arılıkların %55, kolonilerin %25'i civarında *N. apis* sporları tespit edildiği iddia edilmiştir (Aydın ve ark. 2001, Aydın ve ark. 2006). Çalışmamızda Hatay yöresindeki işletmelerin %45'inde, kovanların %20'sinde *N. ceranae* sporları tespit edilmiştir. Çalışmamızdaki sonuçlar başka illerde yapılan çalışmalara benzer oranda bulunmuştur. Etkene göre düşünöldüğünde ise sadece mikroskobi yöntemiyle bulunduğu iddia edilen türlerin *N. ceranae* olma ihtimali fazladır. Türkiye'nin Ardahan, Hakkâri, Mersin, Muğla, Kırklareli, Yalova, Edirne, Sivas, Artvin, Balıkesir, İzmir, Niğde illerinde oldukça düşük seviyede %3,02 oranında *N. apis* tespit edildiği bildirilen 2014 tarihli tez çalışmasında, muhtemelen çok az sayıdaki örnekle çalışılmasına bağlı (960 ergin arı) *N. ceranae*'nın iskananmış olabileceği belirtilmektedir (Yoloğlu 2014).

Moleküler ve ışık mikroskobun birlikte kullanıldığı ve tür düzeyinde ilk ayrımın yapıldığı çalışma 2010 yılında Samsun ve Giresun'da yapılmış, *N. apis* yanında *N. ceranae* varlığı ilk kez bildirilmiştir (Ütök ve ark. 2010). Artvin, Rize, Trabzon, Giresun, Ordu, Gümüşhane ve Bayburt illerindeki arı kolonilerinin %20,2'sinde *N. ceranae*'ya bağlı enfeksiyon tespit edilmiştir (Tosun 2012). Whitaker ve ark. (2011) Türkiye'nin 20 ilinden 4'ünde *N. apis*, Hatay ilinin de dahil olduğu 3 ilinde ise *N. ceranae* tespit etmişlerdir. Hatay ilinde 2007-2009 yılları arasında 85 kolonin %89'unda *N. ceranae*, %11'inde *N. apis* enfeksiyonu rapor edilmiştir (Muz ve ark. 2010). Çalışmamızda *N. apis* etkenine rastlanılmamasının sebebi çalışmaların farklı yıllarda yapılması, ayrıca yörede *N. ceranae*'nın gittikçe baskın hale gelmesiyle açıklanabilir. Bu çalışmada arı kolonilerinin %20'sinde belirlenen noseimosis yaygınlığı, %15-25 oranında bildirilen Türkiye ortalamasıdır ve diğer çalışmalara paralellik göstermiştir. Genel olarak Türkiye'de yapılan az sayıda çalışmalara bakıldığında Dünya'da yapılan çalışmalara benzer şekilde Hatay yöresinde bulunan tek tür olan *N. ceranae*'nın Dünya'da olduğu gibi Türkiye içinde baskın tür olduğu söylenebilir. Bu sonuç Whitaker ve ark. (2011)'nın bulgusunu da doğrulamaktadır.

Doğu Karadeniz Bölgesi'nde yapılan tez çalışmasında nosemosis oranının 2009, 2010 ve 2011 yıllarında katlanarak arttığı tespit edilmiştir (Tosun 2012). Hatay yöresinde yapılan bu tez çalışmasında 450 kovanın 90'unda (%20) nosemosis enfeksiyonu tespit edilmiştir. Muz ve ark. (2012) tarafından aynı yörede yapılan bir başka çalışmada 900 kovanın 90'ında (%10) *Nosema* sporuna rastlanmıştır. Çalışmamızla karşılaştırıldığında geçen yaklaşık 10 yıllık süre zarfında enfeksiyon oranının kovan düzeyinde iki kat bir artış gösterdiği söylenebilir.

Nosemosis etkenleri ve iklim ilişkisi

Dünya'da nosemosis etkenlerinin dağılımları incelendiğinde çok sayıda hipotez ortaya atılmış, enfeksiyonlarının zaman, iklim, coğrafya ve mevsim gibi faktörlerden etkilendiği sonucu çıkarılmıştır. Buna göre düşük sıcaklıklara daha hassas olması nedeniyle sıcak iklime sahip ülkelerde *N. ceranae*'nin, soğuk iklime sahip yerlerde *N. apis*'in fazla görüldüğü ileri sürülmüştür (Forsgren ve Fries 2013, Blažytė-Čereškienė ve ark. 2016). Bazı araştırmacılar ilerleyen zamanlarda bal arılarında *N. ceranae* enfeksiyonlarının *N. apis* enfeksiyonlarının yerini alacağını iddia ederken (Klee ve ark. 2007, Martín-Hernández ve ark. 2007, Paxton ve ark. 2007, Yoshiyama ve Kimura 2011), bazı araştırmacılar da (Giersch ve ark. 2009, Gisder ve ark. 2010) çeşitli ülkelerde bal arılarındaki *N. ceranae* artışını sıcak ülkelerle yapılan arı ticaretine bağlamaktadırlar (Forsgren ve Fries 2013). Yazlar sıcak ve kurak, kışlar ılık ve yağışlı geçen ve Akdeniz ikliminin hüküm sürdüğü ve ikliminin elverişli olması nedeniyle ağır kış şartlarında gezginci arıcıların önemli kışlatma alanlarından bir tanesi olarak bildirilen Hatay ilinin (Muz 2008) ilçelerinde yapılan bu çalışmada tek tür olarak *N. ceranae* tespit edilmiştir. On yıl öncesinde Hatay'da bildirilen %11'lik *N. apis*, %89'luk *N. ceranae* oranlarına bakılarak (Muz ve ark. 2010), her iki yorumunda doğru olabileceği çıkarımında bulunabiliriz.

Anket çalışmasıyla belirlenen nosemosis varlığı üzerinde etkili faktörler

Bu tez çalışmasında, işletme şartlarının ve arıcıların tutum ve davranışlarının hastalığın varlığı üzerindeki etkilerini belirlemek için anket çalışması da yapılmıştır. Kategorik değişkenler arasında yapılan istatistiksel analizlerde işletmelerde kullanılan “**arı ırkı**” ve “**farklı kovanlara ait malzemelerin ortak kullanımı**” değişkenlerinin hastalığın varlığı üzerinde etkili olduğu belirlenmiştir ($p<0,05$).

Oluştuğu coğrafik bölgesindeki her türlü olumsuzluğa adapte olmuş bal arısı ırkları bölgede başından beri bulundukları için karşılaştıkları patojen etkenlere, hastalıklara ve diğer tüm olumsuz koşullara karşı farklı karakterler sergilemektedirler (Güler ve ark. 2012). *Nosema ceranae* enfeksiyonlarına Afrika arısının (*A. m. scutellata*), İtalyan arısından (*A. m. ligustica*) daha dirençli olduğu bildirilmiştir (Mendoza ve ark. 2013). Kafkas arısının ise *Nosema* hastalığına son derece duyarlı olduğu belirtilmiştir (Ruttner 1988). Bu çalışmada anket uygulaması yapılan 75 işletmenin 21'inde (%28) Yerli (Hatay) arı ırkı, 54'ünde (%72) ise Kafkas (Melez) ırkı kullanıldığı belirlenmiştir. Kafkas ırkında hastalığın görülme oranı (%53,7), Yerli (Hatay) ırk arılardan (%23,8) anlamlı biçimde daha yüksek bulunması Ruttner'in (1988) bildirişiyle paralellik göstermiştir. Yerli arı ırkında nosemosis oranının düşük olmasının bir başka nedeni Muğla arılarında görüldüğü gibi (Tunca ve ark. 2017) bu arıların Kafkas arılarına göre daha hırçın ve temizlenme konusunda hassas olmalarına bağlanabilir. Bu nedenle *Nosema*'ya dayanıklı bal arısı türlerinin ıslahının yapılması (Kurze ve ark. 2015) halinde nosemosis yaygınlığının kontrol altına alınabileceğini söyleyebiliriz.

Bal arılarının diğer mantar, bakteriyel ve viral hastalıklarında olduğu gibi nosemosis enfeksiyonlarının yayılmasında koloniler arasında hastalıkla bulaşık tarakların, diğer malzemelerin kullanılması, kraliçe arının kontrol edilmeden değiştirilmesi gibi uygulamalar çok etkili olmaktadır. Hijyen kurallarının ihlali neticesinde *Nosema* enfeksiyonlarının yayılması kaçınılmaz olmaktadır. Bununla birlikte koruyucu tedbirlerin alınması durumunda ise hastalığın yayılmasının önemli derecede engellenebildiği veya asgari seviyeye indirilebileceği ifade edilmektedir (Loskotova ve ark. 1980, Fries 1988, Soklič ve Gregorc 2016). Bu tez çalışmasında farklı kovanlara ait malzemelerin ortak kullanımı sorusuna 75 işletmenin 64'ü (%85,3) evet, 11'i (%14,7) hayır yanıtını vermiştir. Farklı kovanlara ait malzemelerin ortak kullanımını yapmadığını beyan eden işletmelerdeki hastalık oranı (%18,2), ortak kullanım yaptığını bildirenlere göre (%50,0) anlamlı bir biçimde daha düşük çıkmıştır. Elde edilen bu sonuç hastalıkla bulaşık kovan malzemelerinin hijyen kurallarına uyulmadan kovanlar arasında ortak kullanılmasının hastalığın yayılmasını artırabileceğini, ayrıca nosemosis mücadelesinde koruyucu önlemlerin bahsi geçen çalışmalarda olduğu gibi ne kadar önemli olduğunu göstermiştir.

6. SONUÇ

Sonuç olarak gezginci arıcıların kışlatma alanı olarak kullandıkları önemli bir bölge olan Hatay yöresinin farklı ilçelerinden alınan 7500 bal arısı örneğinde bal arılarının önemli mikrospor patojeni olan *N. ceranae*'nin bulaşıklık seviyesi yöredeki arılıklarda %45, kovanlarda %20 oranlarda tespit edilmiştir. Ayrıca anket çalışmasında “kullanılan arı ırkı” ve “farklı kovanlara ait malzemelerin ortak kullanımı” değişkenlerinin hastalığın varlığı üzerinde etkili olduğu istatistiksel olarak belirlenmiştir. Bu çalışma Hatay yöresinde işletme şartlarının, arıcıların tutum ve davranışlarının nosemosisin varlığı üzerindeki etkilerinin belirlendiği ilk çalışma olma niteliğini taşımaktadır. Bu tez çalışmasında, son yıllarda Dünya'nın birçok bölgesinde olduğu gibi Türkiye'de de bal arılarında nedeni tam olarak anlaşılamayan koloni çökmelerine sebebiyet veren *N. ceranae*'nin küresel olarak yayıldığı bir kez daha doğrulanmıştır. Ayrıca yöreye Kafkas (Melez) arısına göre daha iyi uyum sağlamış olan Yerli (Hatay) arıda daha az *N. ceranae* enfeksiyonuna rastlanması, kovanlar arası malzemelerin ortak kullanımında hastalığın daha fazla çıkması anketten çıkarılan önemli bulgulardır.

Bu verilerden yola çıkarak halen etkili bir ilacı olmayan nosemosis mücadelesinde önemli olacağını düşündüğümüz hususlar şunlardır;

- *N. ceranae*'dan kaynaklı enfeksiyonların epidemiyolojik ve klinik semptomlar açısından daha detaylı araştırılması.
- Farklı arı ırklarındaki nosemosis enfeksiyonlarının karşılaştırmalı olarak detaylı çalışılması.
- Nosemosise dayanıklı arı ıslah çalışmalarının yapılması.
- Arıcılık uygulamalarında profilaksi uygulamalara daha fazla önem gösterilmesi.

KAYNAKLAR

1. **Adam B.** Breeding the honeybee: a contribution to the science of bee breeding. UK. Northern Bee Books., **1987**.
2. **Akyol E, Korkmaz A.** Bal Arısı (*Apis mellifera*) Zararlısı *Varroa destructor*'un Biyolojisi. *U. Bee J*, **2005**, s. 5: 122-127.
3. **Akyol E, Unalan A, Yeninar H, Ozkok D, Ozturk C.** Comparison of Colony Performances of Anatolian, Caucasian and Carniolan Honeybee (*Apis mellifera* L.) Genotypes in Temperate Climate Conditions. *Ital. J. Anim. Sci*, **2014**, s. 13 (3): 3409.
4. **Ansari MJ, Al-Ghamdi A, Adgaba N, Ali Khan K, Alattal Y.** Geographical distribution and molecular detection of *Nosema ceranae* from indigenous honey bees of Saudi Arabia. *Saudi J. Biol. Sci*, **2017**, s. 24: 983–991.
5. **Antúnez K, Martín- Hernández R, Prieto L, Meana A, Zunino P ve ark.** Immune suppression in the honey bee (*Apis mellifera*) following infection by *Nosema ceranae* (Microsporidia). *Environ. Microbiol*, **2009**, s. 11(9): 2284-2290.
6. **Aronstein KA, Saldivar E, Webster TC.** Evaluation of *Nosema ceranae* spore-specific polyclonal antibodies. *J Apic Res*, **2011**, s. 50 (2): 145-151.
7. **Aronstein KA, Webster TC, Saldivar E.** A serological method for detection of *Nosema ceranae*. *J. Appl. Microbiol.*, **2013**, s. 114 (3): 621-625.
8. **Aydın L, Doğanay A, Oruç HH, Yeşilbaş K, Bakırcı S, ve ark.** Bal Arısı Yetiştiriciliği, Ürünleri, Hastalıkları 1. Baskı, Editörler: Doğanay A, Aydın L., Dora Basım-Yayın Dağıtım Ltd. Şti, Bursa, **2017**, 470s.
9. **Aydın L, Güleğen E, Çakmak İ, Girişgin AO, Wells H.** Relation between *Nosema* and Chalkbrood diseases, and its implication for an apiary management model. *Bull Vet Inst Pulawy.*, **2006**, s. 50: 471-475.
10. **Aydın L, Güleğen E, Çetinbaş H.** Prevalence of *Nosema apis* in Southern Marmara Region in Turkey. *Apimondia*, **2001**, ISBN: 0-620-27768-8.
11. **Aydın L, Güleğen E, Girişgin O, Kurtaraner L.** Türkiye İpekböceklerinde *Nosema bombycis* (Naegeli, 1857) Olgusu. *Türkiye Parazitol. Derg.*, **2007**, s. 31 (1): 72-74.
12. **Aydın L, Özüüçü M, Girişgin AO, Altay Y, Saygın B, ve ark.** *Nosema ceranae* ile Doğal Enfekte Bal Arısı Kolonilerinde *Nosema*'nın Etkinliğinin Araştırılması, 21. Parazitoloji Kongresi, 28 Eylül – 3 Ekim **2019**, Çeşme, İzmir, SB30.
13. **Bacandritsos N, Granato A, Budge G, Papanastasiou I, Roinioti E, ve ark.** Sudden deaths and colony population decline in Greek honey bee colonies. *J. Invertebr. Pathol.*, **2010**, s. 105(3): 335-340.
14. **Bailey L.** Comb fumigation for *Nosema* disease, *Am. Bee J.*, **1957**, s. 97: 24–26.
15. **Bailey L, Ball BV.** Honey Bee Pathology. 2nd ed. Academic Press, London, **1991**.
16. **Balkaya İ, Gülbaz H, Avcıoğlu H, Güven E.** Türkiye’de Görülen Bal Arısı (*Apis mellifera*) Hastalıkları, *Ataturk Univ. Vet. Bilim. Derg.*, **2016**, s. 11(3): 339-347.
17. **Berlocher SH.** Origins: A brief history of research on speciation, pp.3-18. In Howard DJ, Berlocher SH (eds), *Endless forms: species and speciation*, Oxford University Press, Oxford, England, **1998**.
18. **Blažytė-Čereškienė L, Skrodenytė-Arbačiauskienė V, Radžiūtė S, Nedveckytė I, Būda V.** Honey bee infection caused by *Nosema* spp. in Lithuania. *J Apic Sci*, **2016**, s. 60 (2).
19. **Bollan KA, Hothersall JD, Moffat C, Durkacz J, Saranzewa N, ve ark.** The microsporidian parasites *Nosema ceranae* and *Nosema apis* are widespread in honeybee (*Apis mellifera*) colonies across Scotland. *Parasitol. Res.*, **2013**, s. 112: 751-759.
20. **Botías C, Martín-Hernández R, Barrios L, Meana A, Higes M.** *Nosema* spp. infection and its negative effects on honey bees (*Apis mellifera iberiensis*) at the colony level. *Vet. Res.*, **2013**, s. 44:25.
21. **Bouga M, Alaux C, Bienkowska M, Büchler R, Carreck NL, ve ark.** A review of methods for discrimination of honey bee populations as applied to European beekeeping. *J. Apic. Res.*, **2011**, s. 50 (1): 51-84.
22. **Burucu V, Gülse Bal HS.** Türkiye’de Arıcılığın Mevcut Durumu ve Bal Üretim Öngörüsü. **2017**, s. 3 (1): 28-37.
23. **Buttel-Reepen H.** Apistica. Beitrage zur Systematic, Biologie, sowie zur geschichtlichen und Geographischen Verbreitung der Honigbiene (*Apis mellifera* L.), ihrer Varietaten und der übrigen Apis-Arten. Veroff Zool Mus Berlin, **1906**, s. 118-120.

24. **Büyük M, Tunca Rİ, Taşkın A.** Kırşehir İlindeki Arılıklarda *Nosema* Hastalığının Belirlenmesi. **2017**, s. 5(1): 1-5.
25. **Can MF, Yalçın C.** Investigation of organizational responsibility and satisfaction level of the cattle producers in Turkey. *Kafkas Univ Vet Fak Derg*, **2015**, s. 21: 711-717.
26. **Cantwell GE, Shimanuki H.** Heat treatment as a means of eliminating *Nosema* and increasing production. *Am. Bee J*, **1969**, s. 109: 52-54.
27. **Cavalier-Smith T.** Kingdom Protozoa and Its 18 phyla. *Microbiol. Rev*, **1993**, s. 57 (4): 953-994.
28. **Chemurot M, De Smet L, Brunain M, De Rycke R, de Graaf DC.** *Nosema neumannii* n. sp.(Microsporidia, Nosematidae), a new microsporidian parasite of honeybees, *Apis mellifera* in Uganda. *Eur. J. Protistol*, **2017**, s. 61: 13-19.
29. **Chen YP, Evans JD, Murphy C, Gutell R, Zuker M, ve ark.** Morphological, molecular and phylogenetic characterization of *Nosema ceranae*, a microsporidian parasite isolated from the European honey bee, *Apis mellifera*. *J Eukaryot Microbiol*, **2009**, s. 56 (2): 142-147.
30. **Costa C, Lodesani M, Maistrello L.** Effect of thymol and resveratrol administered with candy or syrup on the development of *Nosema ceranae* and on the longevity of honeybees (*Apis mellifera* L.) in laboratory conditions. *Apidologie*, **2010**, s. 41(2): 141-150.
31. **Costa C, Tanner G, Lodesani M, Maistrello L, Neumann P.** Negative correlation between *Nosema ceranae* spore loads and deformed wing virus infection levels in adult honey bee workers. *J Invertebr Pathol*, **2011**, s. 108(3): 224-225.
32. **Cox-Foster DL, Conlan S, Holmes EC, Palacios G, Evans JD, ve ark.** A metagenomic survey of microbes in honey bee colony collapse disorder. *Science*, **2007**, s. 318: 283-287.
33. **Czekońska K.** Influence of carbon dioxide on *Nosema apis* infection of honeybees (*Apis mellifera*). *J. Invertebr. Pathol.*, **2007**, s. 95(2): 84-86.
34. **Çakmak İ, Aydın L, Güleğen E, Wells H.** Varroa (*Varroa destructor*) and tracheal mite (*Acarapis woodi*) incidence in the Republic of Turkey. *J. Apic. Res.*, **2003**, s. 42 (4): 57- 60.
35. **Çakmak İ, Seven Çakmak S.** Türkiye’de Arıcılık ve Güncel Koloni Kayıpları. *U. Bee J.*, Mayıs **2016**, s. 16 (1): 31-48.
36. **Çevrimli MB.** Türkiye arıcılık sektöründe mevcut durum, sorunlar ve çözüm önerileri. *Erciyes Üniv Vet Fak Derg.*, **2018**, s. 15(1): 58-67.
37. **Delaplane KS, Mayer DF.** Crop Pollination by Bees. CABI Publishing, **2000**.
38. **Demirsoy A.** Yaşamın Temel Kuralları, Omurgasızlar / Böcekler / Entomoloji, cilt II kısım II, dokuzuncu baskı, Ankara, **2006**.
39. **Derakhshifar I, Köglberger H, Oberlerchner J, Moosbeckhofer R.** Incidence of *Nosema* spp. and colony performance in Austria 2006–2008. COST Action FA0803 Prevention of honeybee Colony Losses, *Nosema* disease: lack of knowledge and work standardization, **2010**.
40. **Doğaroğlu M.** Modern Arıcılık Teknikleri, 4. Basım, Türkmenler Matbaacılık, Tekirdağ, **2009**.
41. **Dussaubat C, Brunet JL, Higes M, Colbourne JK, Lopez J, ve ark.** Gut pathology and responses to the microsporidium *Nosema ceranae* in the honey bee *Apis mellifera*. *PLoS One*, **2012**, s. 7(5): e37017.
42. **Edlind TD, Li J, Visvesvara GS, Vodkin MH, McLaughlin GL, ve ark.** Phylogenetic analysis of b-tubulin sequences from amitochondrial protozoa. *Mol Phylogenet. Evol.*, **1996**, s. 5 (2): 359-367.
43. **Emsen B, Guzman-Novoa E, Hamiduzzaman MMd, Eccles L, Lacey B, ve ark.** Higher prevalence and levels of *Nosema ceranae* than *Nosema apis* infections in Canadian honey bee colonies. *Parasitol Res*, **2016**, s. 115:175–181.
44. **FAOSTAT.** Food and Agriculture Organization of The United Nations Statistics Division. Statistics Division. Erişim: <http://faostat3.fao.org/download/Q/QC/E>. **2013**. Erişim tarihi: 20.12.2019.
45. **Faucon JP, Mathieu L, Ribière M, Martel AC, Drajnudel P, ve ark.** Honey bee winter mortality in France in 1999 and 2000. *Bee World*, **2002**, s. 83 (1): 14-23.
46. **Fıratlı Ç, Gençer HV.** Dünya arıcılığı ve Türkiye'nin yeri, Türkiye II. Teknik Arıcılık Kongresi, 8-9 Şubat Ankara, **1994**.
47. **Fıratlı Ç, Karacaoğlu M, Gençer HV, Koç A.** Türkiye arıcılığına ilişkin değerlendirmeler ve öneriler. TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası, Türkiye Ziraat Mühendisliği VI. Teknik Kongresi, **2005**, Ocak, 03-07, Ankara.
48. **Fleming JC, Schmehl DR, Ellis JD.** Characterizing the impact of commercial pollen substitute diets on the level of *Nosema* spp. in honey bees (*Apis mellifera* L.). *PLoS One*, **2015**, 10(7): e0132014. doi: <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0132014>.
49. **Forsgren E, Fries I.** Comparative virulence of *Nosema ceranae* and *Nosema apis* in individual European honey bees. *Vet Parasitol*, **2010**, s. 170: 212-217.

50. **Forsgren E, Fries I.** Temporal study of *Nosema* spp. in a cold climate. *Environ Microbiol Rep.*, **2013**, s. 5 (1): 78–82.
51. **Fries I, Chauzat MP, Chen YP, Doublet V, Genersch E, ve ark.** Standard Methods for *Nosema* Research. *J. Apic. Res.*, **2013**, s. 52 (1): 1-28.
52. **Fries I, Feng F, Silva AD, Slemenda SB, Pieniazek NJ.** *Nosema ceranae* n. sp. (Microspora, Nosematidae), morphological and molecular characterization of a microsporidian parasite of the Asian honey bee *Apis cerana* (Hymenoptera, Apidae). *Eur. J. Protistol.*, **1996**, s. 32: 356-365.
53. **Fries I, Martin R, Meana A, Garcia-Palencia P, Higes M.** Natural infections of *Nosema ceranae* in European honey bees. *J. Apic. Res.*, **2006**, s. 45(3): 230-233.
54. **Fries I.** Infectivity and multiplication of *Nosema apis* Z. in the ventriculus of the honey bee. *Apidologie*, **1988**, s. 19 (3): 319–328.
55. **Fries I.** *Nosema apis* - A parasite in the honey bee colony. *Bee World*, **1993**, s. 74 (1): 5–19.
56. **Fries I.** Protozoa. In: Morse RA, Flottum K (Ed), Honey Bee Pests, Predators, Diseases. A.I. Root Company, USA, **1997**, s. 59-76.
57. **Fries I.** *Nosema ceranae* in European honey bees (*Apis mellifera*). *J. Invertebr. Pathol.*, **2010**, s. 103: 73-79.
58. **Giersch T, Berg T, Galea F, Hornitzky M.** *Nosema ceranae* infects honey bees (*Apis mellifera*) and contaminates honey in Australia. *Apidologie*, **2009**, s. 40 (2): 117-123.
59. **Gisder S, Hedtke K, Möckel N, Frielitz MC, Linde A, ve ark.** Five-year Cohort study of *Nosema* spp. in Germany: does climate shape virulence and assertiveness of *Nosema ceranae*? *Appl. Environ. Microbiol.*, **2010**, s. 76 (9): 3032–3038.
60. **Gisder S, Möckel N, Linde A, Genersch E.** A cell culture model for *Nosema ceranae* and *Nosema apis* allows new insights into the life cycle of these important honey bee- pathogenic microsporidia. *Environ. Microbiol.*, **2011**, s. 13 (2): 404-413.
61. **Goodwin RH, Tompkins GJ, McCawley P.** Gypsy moth cell lines divergent in viral susceptibility. *In vitro*, **1978**, s. 14 (6): 485-494.
62. **Granato A, Caldon M, Falcato C, Mutinelli F.** Presence of *Nosema apis* and *Nosema ceranae* in Italian apiaries. COST Action FA0803 - Prevention of honeybee colony losses, *Nosema* disease: lack of knowledge and work standardization, **2010**.
63. **Gurgulova K, Valchovski R, Petrov P, Ivanova E.** Distribution of *Nosema apis* and *Nosema ceranae* in Bulgaria. Diagnostic in honeybees. From sampling to data analyses. Beedoc – Cost Action. Ghent University, Belgium, **2010**.
64. **Güler A, Arslan S, Alpay H, Bıyık S.** Muğla Arısının Türkiye ve Dünyadaki Ticari Bazı Arı (*Apis mellifera* L.) Irkları İle Morfolojik, Davranış, Performans ve Üreme Özellikleri Yönünden Karşılaştırılması. 3. Uluslararası Muğla Arıcılık ve Çam Balı Kongresi, 01-04 Kasım Muğla, **2012**, s. 101-112.
65. **Güler A, Kaftanoğlu O, Bek Y, Yeninar H.** Türkiye’deki Önemli Balarısı (*Apis mellifera* L.) Irk ve Ekotiplerinin Morfolojik Karakterler Açısından İlişkilerinin Diskriminant Analiz Yöntemiyle Saptanması. *Turk J Vet Anim Sci*, **1999**, s. 23: 337-343.
66. **Güler A, Toy H.** Sinop İli Türkeli Yöresi Balarıları (*Apis mellifera* L.)’nın Morfolojik Özellikleri. *O.M.Ü. Zir. Fak. Dergisi*, **2008**, s. 23 (3): 190-197.
67. **Haddad NJ.** First detection of *Nosema ceranae* in Jordan. *Eur. Sci. J*, **2014**, s. 10 (33): 91–96.
68. **Higes M, Garcia-Palencia P, Martín-Hernández R, Meana A.** Experimental infection of *Apis mellifera* honeybees with *Nosema ceranae* (Microsporidia). *J Invertebr Pathol*, **2007**, s. 94: 211–217.
69. **Higes M, Hernández RM, Botías C, Bailón EG, González-Porto AV, ve ark.** How natural infection by *Nosema ceranae* causes honeybee colony collapse. *Env Microbiol*, **2008**, s. 10 (10): 2659–2669.
70. **Higes M, Martín-Hernández R, Meana A.** *Nosema ceranae*, a New Microsporidian Parasite in Honeybees in Europe. *J. Invertebr Pathol*, **2006**, s. 92: 81-83.
71. **Higes M, Martín-Hernández R, Meana A.** *Nosema ceranae* in Europe: an emergent type C nosemosis. *Apidologie*, **2010**, s. 41 (3): 375- 392.
72. **Hornitzky M.** *Nosema* Disease: Literature Review and Three Year Survey of Beekeeper,. Part 2. Rural Ind. Res. Dev. Corp. Kingston, Aust, **2008**.
73. **Huang WF, Jiang JH, Chen YW, Wang CH.** A *Nosema ceranae* isolate from the honey bee *Apis mellifera*. *Apidologie*, **2007**, s. 38 (1): 30-37.
74. **Huang WF, Solter LF, Yau PM, Imai BS.** *Nosema ceranae* escapes fumagillin control in honey bees. *PLoS pathogens*, **2013**, s. 9 (3): e1003185.
75. **Invernizzi C, Abud C, Tomasco IH, Harriet J, Ramallo G, ve ark.** Presence of *Nosema ceranae* in honey bees (*Apis mellifera*) in Uruguay, *J. Invertebr. Pathol.*, **2009**, s. 101: 150-153.

76. **Israel GD.** Determining sample size. Fact Sheet PEOD-6, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida, US. November **1992**.
77. **James TY, Kauff F, Schoch CL, Matheny PB, Hofstetter V, ve ark.** Reconstructing the early evolution of Fungi using a six-gene phylogeny. *Nature*, **2006**, s. 443: 818-822.
78. **Kaftanoğlu O, Kumova U, Yeninar H.** *Varroa* mücadelesinde son gelişmeler. Doğu Anadolu Bölgesi I. Arıcılık Semineri, Erzurum, 3-4 Haziran **1992**, s. 127-137.
79. **Kambur M, Kekeçoğlu M.** Türkiye bal arısı (*Apis mellifera* L.) alttürlerinde genetik çeşitlilik kaybı. *Anadolu J Agr Sci*, **2018**, s. 33: 73-84.
80. **Kandemir İ.** Amerika Birleşik Devletleri'nde Toplu Arı Ölümleri ve Koloni Çökme Bozukluğu (KÇB) Üzerine Bir Derleme. *U. Bee J.*, Mayıs **2007**.
81. **Kandemir İ, Kence M, Kence A.** Genetic and morphometric variation in honeybee (*Apis mellifera*) populations of Turkey. *Apidologie*, **2000**, s. 31: 343-356.
82. **Kartal S.** Muğla Yöresinde Bulunan Bal Arılarında (*Apis Mellifera* L.) Nosema Hastalığının Moleküler ve Mikroskopik Yönden İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Muğla, **2019**.
83. **Kavak G, Bıyık S, Güler A.** Son Yıllarda Görülen Koloni Kayıpları ve Muhtemel Sebepleri. *U. Bee J.*, **2015**, s. 15 (1): 33-40.
84. **Kaygın AT, Yıldız Y.** Bartın Yöresi Bal Arısı (*Apis mellifera* L.) (Hymenoptera, Apidae) Zararlıları, *ZKÜ Journal of Bartın Faculty of Forestry*, **2006**, s. 8 (10): 64-73.
85. **Kekeçoğlu M.** Türkiye bal Arılarının mtDNA ve bazı morfolojik özellikleri bakımından karşılaştırılmasına yönelik bir araştırma. Doktora Tezi, Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ, **2007**.
86. **Klee J, Besana AM, Genersch E, Gisder S, Nanetti A, ve ark.** Widespread dispersal of the microsporidian *Nosema ceranae*, an emergent pathogen of the western honey bee, *Apis mellifera*, *J. Invertebr. Pathol.*, **2007**, s. 96: 1-10.
87. **Kurze C, Le Conte Y, Dussaubat C, Erler S, Kryger P, ve ark.** Nosema tolerant honeybees (*Apis mellifera*) escape parasitic manipulation of apoptosis. *PLoS One*, **2015**, s. 10 (10).
88. **Kutlu MA.** Ergin Balarısı (*Apis mellifera* L.) Hastalığı *Nosema apis*'in Dağılımı ve Enfeksiyon Oranı Üzerine Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, **1988**.
89. **Larsson R.** Ultrastructure, function, and classification of Microsporidia. *Progr. Protistol*, **1986**, s. 1: 325-390.
90. **Loskotova J, Peroutka M, Vesely V.** Nosema disease of honeybee queens (*Apis mellifica* L.), *Apidologie*, **1980**, s. 11(2): 153-161.
91. **Maistrello L, Lodesani M, Costa C, Leonardi F, Marani G, ve ark.** Screening of natural compounds for the control of nosema disease in honey bees (*Apis mellifera*). *Apidologie*, **2008**, s. 39: 436-445.
92. **Martín-Hernández R, Meana A, Prieto L, Salvador AM, Garrido- Bailon E, ve ark.** Outcome of colonization of *Apis mellifera* by *Nosema ceranae*. *Appl Environ Microbiol*, **2007**, s. 73 (20): 6331-6338.
93. **Mayack C, Naug D.** Energetic stress in the honeybee *Apis mellifera* from *Nosema ceranae* infection. *J Invert Pathol*, **2009**, s. 100: 185-188.
94. **Mayr E.** Systematics and origin of species. Columbia University Pres, New York. **1942**.
95. **Mc Gregor SE.** Insect Pollination of Cultivated Crop Plants. Agriculture Handbook 496, United States Department of Agriculture, Washington DC, **1976**.
96. **Mendoza Y, Antúnez K, Branchiccela B, Anido M, Santos E, ve ark.** *Nosema ceranae* and RNA viruses in European and Africanized honeybee colonies (*Apis mellifera*) in Uruguay. *Apidologie*, **2013**, s. 45 (2): 224-234.
97. **Michalczyk M, Sokół R.** Nosemosis in honey bees. *Pol J Nat Sci*, **2014**, s. 29 (1): 91-99.
98. **Muz MN.** Bal Arılarında Ani Koloni Sönmesi. *Türkiye Parazit Derg*, **2008**, s. 32 (3): 271 - 275.
99. **Muz D, Muz MN.** Tekirdağ'da "Koloni Kaybı Sendromu" Benzeri Kayıp Görülen Arılıklarda Bazı Patojenlerinin Araştırılması. *Kocatepe Vet J*, **2017**, s. 10 (1): 21-28.
100. **Muz MN, Girişgin AO, Muz D, Aydın L.** Molecular detection of *Nosema ceranae* and *Nosema apis* infections in Turkish apiaries with collapsed colonies. *J. Apic. Res.*, **2010**, s. 49 (4): 342.
101. **Muz MN, Solmaz H, Yaman M, Karakavuk M.** Kış Salkımı Erken Bozulan Arı Kolonilerinde Paraziter ve Bakteriyel Patojenler. *YYU Vet Fak Derg.*, **2012**, s. 23 (3): 147-150.
102. **Nanetti A, Rodriguez-García C, Meana A, Martín-Hernández R, Higes M.** Effect of oxalic acid on *Nosema ceranae* infection. *Res. Vet. Sci*, **2015**, s. 102: 167-172.

103. **Naug D.** Nutritional stress due to habitat loss may explain recent honey bee colony collapses. *Biol Conserv*, **2009**, s. 142: 2369-2372.
104. **Naug D, Gibbs A.** Behavioural changes mediated by hunger in honey bees infected with *Nosema ceranae*. *Apidologie*, **2009**, s. 40: 595-599.
105. **Nelson CM, Ihle KE, Fondrk MK, Page Jr RE, Amdam GV.** The gene vitellogenin has multiple coordinating effects on social organization. *PLoS biology*, **2007**, s. 5 (3): e62.
106. **Özbek H.** Arılar ve Doğa. *U. Bee J.*, Ağustos **2002**, s. 22-25.
107. **Özbek H.** Türkiye’de Arılar ve Tozlaşma sorunu. *U. Bee J.*, **2003**, s. 3: 41-44.
108. **Özçağırın R.** Çiçekli Bitkilerde Tozlanma ve Çiçektozu Taşıyıcıları. *Ege Üniv. Ziraat Fak., Derg*, **2002**, s. 39 (2): 151-158.
109. **Özkırım A, Keskin N, Sorkun K.** The determination of a parasite of honey bee (*Apis mellifera* L.) “*Nosema apis* Z.” in honey. *Mellifera*, **2006**, s. 6 (10-12): 2-6.
110. **Öztürk Aİ.** Balarısı hastalıkları. Muğla’da Tarım. **2001**, s. 1(5): 57-59.
111. **Özüüçli M, Aydın L.** Türkiye Bal Arılarında Ciddi Tehlike; Nosemosis. *Uludag Univ Vet Fak Derg.*, **2018**, s. 37 (2): 151-157.
112. **Paxton RJ.** Does infection by *Nosema ceranae* cause “Colony Collapse Disorder” in honey bees (*Apis mellifera*)?. *J. Apic. Res.*, **2010**, s. 49 (1): 80-84.
113. **Paxton RJ, Klee J, Korpela S, Fries I.** *Nosema ceranae* has infected *Apis mellifera* in Europe since at least 1998 and may be more virulent than *Nosema apis*. *Apidologie*, **2007**, s. 38 (6): 558-565.
114. **Ptaszyńska AA, Borsuk G, Mullen W, Demetraki-Paleolog J.** Differentiation of *Nosema apis* and *Nosema ceranae* spores under Scanning Electron Microscopy (SEM). *J. Apic. Res.*, **2014**, s. 53 (5): 537-544.
115. **Razmaraii N, Sadegh-Eteghad S, Babaei H, Paykari H, Esmaeilnia K, ve ark.** Molecular identification of *Nosema* species in East Azerbaijan province, Iran. *Arch. Razi Inst.*, **2013**, s. 68 (1): 23-27.
116. **Rodriguez del Águila, González-Ramírez AR.** Sample size calculation. *Allergol Immunopathol.*, **2014**, s. 42(5): 485-492.
117. **Ruttner F.** Biogeography and Taxonomy of Honeybees. Springer- Verlag Berlin Heidelberg, **1988**.
118. **Saltykova ES, Gaifullina LR, Kaskinova MD, Gataullin AR, Matniyazov RT, ve ark.** Effect of chitosan on development of *Nosema apis* microsporidia in honey bees. *Microbiology*, **2018**, s. 87 (5): 738-743.
119. **Sammatora D, Avitabile A.** The Beekeeper’s Handbook, Third Edition, Cornell University Press. 396 p, **1998**.
120. **Santiago P, Lange CE.** Detection of *Malpighamoeba mellificae* (Protista: Amoebozoa) in *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) of Argentina. *Rev. Soc. Entomol. Argent*, **2010**, s. 69 (3-4): 299-303.
121. **Sariozkan S, İnci A, Yıldırım A, Düzlü Ö.** Kapadokya’da Arıcılık. *Erciyes Üniv Vet Fak Derg.*, **2009**, s. 6 (2): 143-155.
122. **Seehuus SC, Norberg K, Gimsa U, Krekling T, Amdam GV.** Reproductive protein protects functionally sterile honey bee workers from oxidative stress. *Proc. Natl. Acad. Sci.*, **2006**, s. 103 (4): 962-967.
123. **Shimanuki H, Knox DA.** Diagnosis of Honey Bee Diseases. U.S. Department of Agriculture, Agriculture Handbook No. AH-690, **2000**, s. 61 pp.
124. **Shumkova R, Georgieva A, Radoslavov G, Sirakova D, Dzhebir G, ve ark.** The first report of the prevalence of *Nosema ceranae* in Bulgaria. *PeerJ* 6, **2018**, e4252; DOI 10.7717/peerj.4252.
125. **Sıralı R, Doğaroğlu M.** Trakya Bölgesi Arı Hastalıkları ve Zararlıları Üzerine Anket Sonuçları. *U. Bee J.*, **2005**, s. 5(2): 71-78.
126. **Skorikov AS.** Eine neue Basis für eine Revision der Gattung *Apis* L. *Rep Appl Entomology*, **1929**, s. 4: 249-264.
127. **Smith ML.** The honey bee parasite *Nosema ceranae*: transmissible via food exchange? *PLoS One*, **2012**, s. 7 (8): e43319.
128. **Soklič M, Gregorc A.** Comparison of the two microsporidia that infect honey bees—a review. *Agricultura*, **2016**, s. 13(1-2): 49-56.
129. **Solter LF, Becnel JJ, Oi DH.** Microsporidian entomopathogens. *Insect pathology*, **2012**, s. 221-263.
130. **Somerville D, Hornitzky M.** *Nosema* Disease. **2007**, Primefact 699.
131. **Soysal Mİ, Konak F, Kekeçoğlu M.** Bal Arısının Taksonomisi ve Arı ırkları. *Ordu Arıcılık Dergisi*, **2010**, s. 3: 1-6.

132. **Stevanovic J, Stanimirovic Z, Genersch E, Kovacevic RS, Ljubenkov J, ve ark.** Dominance of *Nosema ceranae* in honey bees in the Balkan countries in the absence of symptoms of colony collapse disorder. *Apidologie*, **2011**, 42: 49–58.
133. **Stokstad E.** Genomics: Puzzling decline of U.S. bees linked to virüs from Australia. *Science*, **2007**, s. 317: 1304-1305.
134. **Şahinler N, Gül A.** Hatay Yöresinde Bulunan Arıcılık İşletmelerinde Arı Hastalıklarının Araştırılması, *Uludag Bee Journal*, **2005**, s. 5: 27.
135. **Şimşek H.** Elazığ yöresi bal arılarında bazı parazit ve mantar hastalıklarının araştırılması, *Ankara Üniv Vet Fak Derg.*, **2005**, s. 52: 123-126.
136. **Tanabe Y, Watanabe MM, Sugiyama J.** Are Microsporidia really related to Fungi?: a reappraisal based on additional gene sequences from basal fungi. *Mycol. Res*, **2002**, s. 106 (12): 1380-1391.
137. **Topçu B, Arslan MÖ.** Kars Yöresindeki Balarılarında Nosemosis'in Yaygınlığı. *U. Bee J.*, **2004**, s. 164-170.
138. **Tosun O.** Bal Arılarında (*Apis Mellifera* L., 1758) Nosemosis (Nosematosis) Hastalığının Doğu Karadeniz Bölgesi'nde Bulunan Arı Kolonilerindeki Varlığı, Dağılımı ve Hastalık Etkenlerinin Karakterizasyonu. Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, **2012**.
139. **Tozkar CÖ.** Türiyede'ki Arı Irklarında Patojen ve İlgili Mikroorganizmaların Yaygınlığı ve *Nosema ceranae* Enfeksiyonuna Karşı Gösterdikleri Farklı Tepkiler. Doktora Tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, **2015**.
140. **Tozkar CÖ, Kence M, Kence A, Huang Q, Evans JD.** Metatranscriptomic analyses of honey bee colonies. *Front. Genet.*, **2015**, s. 6:100.
141. **Traver BE, Fell RD.** Low natural levels of *Nosema ceranae* in *Apis mellifera* queens. *J Invertebr Pathol*, **2012**, s. 110, 408–410.
142. **Tunca RI, Oskay D, Erginoglu S.** Monitoring of Nosema Infections Levels During Hygienic Honey Bee Breeding Programs in Turkey. *Kafkas Univ Vet Fak Derg*, **2017**, s. 23(4): 521-526.
143. **Tunca Rİ, Çimrin T.** Kırşehir ilinde bal arısı yetiştiricilik aktiviteleri üzerine anket çalışması. *Iğdır Üni. Fen Bilimleri Enst. Der*, **2012**, s. 2 (2): 99-108.
144. **URL-1.** Erişim: <http://scientificbeekeeping.com/the-nosema-twins-part-1/>. Erişim tarihi: 20.01.2020.
145. **URL-2.** Erişim: http://windowbee.com/nosema-ceranae_en/. Erişim tarihi: 20.01.2020.
146. **URL-3.** Erişim: http://cografyaharita.com/turkiye_mulki_idare_haritalari3.html. Erişim tarihi: 20.01.2020.
147. **URL-4.** Erişim: <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=101&locale=tr>. Erişim tarihi: 20.01.2020.
148. **Uygur SÖ, Girişgin AO.** Bal Arısı Hastalık ve Zararlıları. *U. Bee J.*, **2008**, 8 (4): 130-142.
149. **Ütük AE, Pişkin FÇ, Kurt M.** Türkiye'de *Nosema ceranae*'nin ilk moleküler tanısı. *Ankara Üniv Vet Fak Derg*, **2010**, s. 57: 275-278.
150. **Ütük AE, Piskin FC, Girişgin AO, Selcuk Ö, Aydın L.** Microscopic and molecular detection of *Nosema* spp. in honey bees of Turkey. *Apidologie*, **2016**, s. 47: 267-271.
151. **vanEngelsdorp D, CowFoster D, Frazier M, Ostiguy N, Hayes J.** Fall dwindle Disease: Investigations into the causes of sudden and alarming colony losses experienced by beekeepers in the fall of 2006, Dec 15, **2006**.
152. **Visvesvara GS.** In vitro cultivation of microsporidia of clinical importance. *Clin Microbiol Rev*, **2002**, s. 15 (3): 401-413.
153. **Whitaker J, Szalanski AL, Kence M.** Molecular detection of *Nosema ceranae* and *N. apis* from Turkish honey bees. *Apidologie*, **2011**, s. 42 (2): 174-180.
154. **Wiese N, Fischer J, Heidler J, Lewkowski O, Degenhardt J, ve ark.** The terpenes of leaves, pollen, and nectar of thyme (*Thymus vulgaris*) inhibit growth of bee disease-associated microbes. *Scientific reports*, **2018**, s. 8:14634, DOI:10.1038/s41598-018-32849-6.
155. **Williams GR, Shafer ABA, Rogers REL, Shutler D, Stewart DT.** First detection of *Nosema ceranae*, a microsporidian parasite of European honey bees (*Apis mellifera*), in Canada and central USA. *J Invertebr Pathol*, **2008**, 97: 189–192.
156. **Williams GR, Shutler D, Little CM, Burgher-MacLellan KL, Rogers RE.** The microsporidian *Nosema ceranae*, the antibiotic Fumagilin-B®, and western honey bee (*Apis mellifera*) colony strength. *Apidologie*, **2011**, s. 42 (1): 15-22.
157. **Williams GR, Tarpy DR, vanEngelsdorp D, Chauzat MP, Cox-Foster DL, ve ark.** Colony collapse disorder in context. *BioEssays*, **2010**, s. 32: 845–846.
158. **Yadav S, Kumar Y, Jat BL.** Honeybee: Diversity, Castes and Life Cycle. *Industrial Entomology*, Springer, Singapore, **2017**, s. 5-34.

159. **Yalçın M, Turgut C.** Bal Arılarında Koloni Kaybı, *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, **2016**, s. 13 (1): 151-157.
160. **Yaman M.** Türkiye’de Zararlı ve Yararlı Böceklerde Hastalık Oluşturan *Nosema* Türleri. *Arıcılık Araştırma Dergisi*, **2018**, s. 10 (1): 15-19.
161. **Yoloğlu N.** Türkiye’deki Bal Arılarında Görülen Nosemosis Üzerine Bir Çalışma. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ordu, **2014**.
162. **Yoshiyama M, Kimura K.** Distribution of *Nosema ceranae* in the European honey bee, *Apis mellifera* in Japan. *J. Invertebr. Pathol.*, **2011**, s. 106, 263–267.
163. **Yücel B, Doğaroğlu M.** The impact of *Nosema apis* Z. infestation of honey bee (*Apis mellifera* L.) colonies after using different treatment methods and their effects on the population levels of workers and honey production on consecutive years. *Pak J Biol Sci*, **2005**, s. 8 (8): 1142-1145.
164. **Zander E.** Tierische Parasiten als Krankheitserreger bei der Biene, *Münchener Bienenzeitung*, **1909**, s. 31: 196–204.
165. **Zheng HQ, Lin ZG, Huang SK, Sohr A, Wu L, ve ark.** Spore loads may not be used alone as a direct indicator of the severity of *Nosema ceranae* infection in honey bees *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae). *J. Econ. Entomol.*, **2014**, s. 107 (6): 2037-2044. doi: 10.1603/EC13520.
166. **Zobar H.** Hatay İli ve İlçelerinde Arı Yetiştiricilerinin Sosyo-Ekonomik Durumu ve Arıcılığın Teknik, Yapısal Özelliklerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Hatay, **2017**.

EKLER

EK-1

Anket Tarihi:

İşletmenin Yeri:

İşletmenin Telefonu:

I- ARICI VE İŞLETMEYE YÖNELİK ÖZEL BİLGİLER

Adı-Soyadı:

Cinsiyeti:

Yaşı:

1. Öğrenim durumunuz nedir?

a) Okur Yazar b) İlköğretim c) Lise d) Lisans e)Yüksek Lisans veya Doktora

2. Kaç yıldır arıcılık yapıyorsunuz?

a) 0-5 b) 6-10 c) 11-20 d) 21 ve yukarısı

3. Arıcılığı nasıl öğrendiniz?

a) Babadan b) Kurs görerek c) Bir başka arıcıdan d) Okuyup deneyerek, kendi kendime
e) Diğer:.....

4. Hangi şekilde arıcılık yapmaktasınız?

a) Sabit arıcılık b) Gezginci arıcılık

5. Kaç adet kovan (koloni) ile arıcılık yapmaktasınız?

a) 5-20 b) 21-50 c) 51-100 d) 101-150 e) 151 ve yukarısı

6. Çalışmakta olduğunuz arılarınızın ırkı nedir?

a) Yerli (Hatay) b) Kafkas Melezi c) Belfast d) Diğer ırklar

7. Kovanların ana arı değişim zamanı (ana arı yaşı) ?

a) Değiştirmiyorum b) 1 yıl c) 2 yıl d) 3 yıl ve yukarısı

8. Ari nakil belgesi talep ettiğinizde arılarınız kontrol ediliyor mu?

a) Evet b) Hayır

II- HASTALIK VE ZARARLILARDAN KORUNMA YÖNTEMLERİ İLE İLGİLİ ARICININ TUTUM VE DAVRANIŞLARI

1. Hastalık ve zararlılarla mücadelede nereye müracaat ediyorsunuz?
a) Tecrübeli arıcılara b) Tarım İl- İlçe Müdürlüklerine c) Üniversitelere d) Hiçbir yere
2. Yavru çürüklüğü hastalığına karşı hangi ilaçları kullanıyorsunuz?
a) Hiç ilaç kullanmıyorum b) Terramycin-Neo Terramycin c) Apimycin-apivecin d) Diğer ilaçlar
3. Varroosis hastalığına karşı hangi ilaçları kullanıyorsunuz?
a) Rulamit-VA b) Perizin c) Flumevar d) Diğer ilaçlar
4. Nosemosis hastalığına karşı hangi ilaçları kullanıyorsunuz?
a) Hiç ilaç kullanmıyorum b) Bitkisel ürün (turunç, limon, kekik vb) c) Sirke d) Fumidil-B
5. Kışa girerken kovanda nem önleyici tedbirler alıyor musunuz?
a) Evet b) Hayır
6. Kış kayıplarının sebepleri genellikle neden kaynaklanmaktadır?
a) Koloninin anasız kalması b) Hastalık ve zararlıların etkisiyle c) Açlıktan d) Soğuktan e) Diğer sebepler
7. Kışa girerken her kolonide yaklaşık olarak ne kadar bal bırakıyorsunuz?
a) 3-5 kg b) 6-10 kg c) 11-15 kg d) 16-20 kg e) 21 kg ve yukarısı
8. Zayıf ve güçlü koloniler arasında çerçeve değişimi yapıyor musunuz?
a) Evet b) Hayır
9. Farklı kovanlara ait malzemeleri ortak kullanılıyor musunuz?
a) Evet b) Hayır
10. Kovanların ve kullanılan malzemelerin asetik asit ile (sirke) dezenfeksiyonunu sezon öncesi ve sonrası yapıyor musunuz?
a) Evet b) Hayır

TEŞEKKÜRLER

ÖZGEÇMİŞ

Aykut ZEREK 1987 yılında Elazığ'da doğdu. Orta öğrenimini Elazığ Yücel İlköğretim Okulu'nda, lise öğrenimini Elazığ Korgeneral Hulusi Sayın Lisesi'nde tamamladı. 2005 yılında Fırat Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü'nde lisans eğitimine başladı ve 2009 yılında mezun oldu. 2010 yılında Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Moleküler Biyoloji Anabilim Dalı'nda yüksek lisans eğitimine başladı ve 2012 yılında mezun oldu. 2014 yılında Mustafa Kemal Üniversitesi Veteriner Fakültesi Parazitoloji (Vet) Anabilim Dalı'na Araştırma Görevlisi olarak atandı. Aynı yıl Mustafa Kemal Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Parazitoloji (Vet) Anabilim Dalı'nda yüksek lisans eğitimine başladı ve 2016 yılında mezun oldu. Aynı yıl Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Parazitoloji (Vet) Anabilim Dalı'nda doktora eğitimine başladı ve 2020 yılında mezun oldu.