

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

**BAL ARILARINDA (*APIS MELLIFERA* L., 1758) NOSEMOSİS (NOSEMATOSİS)
HASTALIĞININ DOĞU KARADENİZ BÖLGESİ'NDE BULUNAN ARI
KOLONİLERİNDEKİ VARLIĞI, DAĞILIMI VE HASTALIK ETKENLERİNİN
KARAKTERİZASYONU**

DOKTORA TEZİ

Yüksek Biyolog Onur TOSUN

**TEMMUZ 2012
TRABZON**

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

**BAL ARILARINDA (*APIS MELLIFERA* L., 1758) NOSEMOSİS (NOSEMATOSİS)
HASTALIĞININ DOĞU KARADENİZ BÖLGESİ'NDE BULUNAN ARI
KOLONİLERİNDEKİ VARLIĞI, DAĞILIMI VE HASTALIK ETKENLERİNİN
KARAKTERİZASYONU**

Yüksek Biyolog Onur TOSUN

**Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde
"DOKTOR (BİYOLOJİ)"
Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.**

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 26 / 06 / 2012

Tezin Savunma Tarihi : 17 / 07 / 2012

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Mustafa YAMAN

Trabzon 2012

Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Biyoloji Ana Bilim Dalında

Onur TOSUN Tarafından Hazırlanan

**BAL ARILARINDA (*APIS MELLIFERA* L., 1758) NOSEMOSİS (NOSEMATOSİS)
HASTALIĞININ DOĞU KARADENİZ BÖLGESİNDE BULUNAN ARI
KOLONİLERİNDEKİ VARLIĞI, DAĞILIMI VE HASTALIK ETKENLERİNİN
KARAKTERİZASYONU**

başlıklı bu çalışma, Enstitü Yönetim Kurulunun 03 / 07 / 2012 gün ve 1464 sayılı
kararıyla oluşturulan jüri tarafından yapılan sınavda

DOKTORA TEZİ
olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Başkan : Prof. Dr. Mahmut EROĞLU

Üye : Prof. Dr. Mustafa YAMAN

Üye : Prof. Dr. Bayram GÖÇMEN

Üye : Prof. Dr. Bilal KUTRUP

Üye : Yrd. Doç. Dr. Ufuk BÜLBÜL

Prof. Dr. Sadettin KORKMAZ

Enstitü Müdürü

ÖNSÖZ

“Bal Arılarında (*Apis mellifera* L., 1758) Nosemosis (Nosematosis) Hastalığının Doğu Karadeniz Bölgesi’nde Bulunan Arı Kolonilerindeki Varlığı, Dağılımı ve Hastalık Etkenlerinin Karakterizasyonu” adlı bu tez, önemli bir hayvancılık dalı olan arıcılık sektöründe tehlikeli bir hastalık olan nosemosis hastalığının, Doğu Karadeniz Bölgesi’ndeki varlığı, dağılımı ve hastalık etkenlerinin karakterizasyonu üzerine önemli bilgiler sunmaktadır. Söz konusu bu doktora tez çalışmasının bu alanda çalışacak birçok bilim adamına bir örnek teşkil edeceğini ümit ediyorum.

Lisansüstü eğitimim süresince danışmanlığımı üstlenerek, gerek konu seçimi, gerekse çalışmaların yürütülmesi sırasında deneyim ve bilgilerini benimle paylaşan, yardım ve desteğini esirgemeyen sayın hocam Prof. Dr. Mustafa YAMAN’a, sonsuz teşekkürü borç bilirim.

Tez çalışması süresince yardımlarını esirgemeyen K.T.Ü. Zooloji laboratuvarı II çalışanları Çiçek ERDOĞAN, Kabire Funda ACAR, Hilal BAKİ ve Çağrı BEKİRCAN’a teşekkürler. Yardımlarını ve desteklerini hiçbir zaman eksik etmeyen sevgili arkadaşlarım; Ersan BEKTAŞ, Aykut SAĞLAM, Halil İbrahim GÜLER, Mehmet DEMİRALAY, Murat BAL, Mustafa CÜCE ve Mutlu GÜLTEPE’ye, ayrıca desteklerini esirgemeyen tüm dostlarım ve meslektaşlarıma teşekkür ederim.

Ayrıca desteklerinden dolayı arkadaşım Eda Seda SAĞLAM’a teşekkürler.

Tüm hayatım ve tez çalışmam süresince her türlü fedakârlıkla yanımda bulunan Sami TOSUN ve diğer aile bireylerime sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum.

Onur TOSUN

Trabzon 2012

TEZ BEYANNAMESİ

Doktora tezi olarak sunduğum “Bal Arılarında (*Apis mellifera* L., 1758) Nosemosis (Nosematosis) Hastalığının Doğu Karadeniz Bölgesi’nde Bulunan Arı Kolonilerindeki Varlığı, Dağılımı ve Hastalık Etkenlerinin Karakterizasyonu” başlıklı bu çalışmayı baştan sona kadar danışmanım Prof. Dr. Mustafa YAMAN’ın sorumluluğunda tamamladığımı, örnekleri kendim topladığımı, deneyleri/analizleri ilgili laboratuvarlarda yaptığımı/yaptırdığımı, başka kaynaklardan aldığım bilgileri metinde ve kaynakçada eksiksiz olarak gösterdiğimi, çalışma sürecinde bilimsel araştırma ve etik kurallara uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim. 26 / 06 / 2012

Onur TOSUN

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
ÖNSÖZ	III
TEZ BEYANNAMESİ.....	IV
İÇİNDEKİLER.....	V
ÖZET.....	VIII
SUMMARY	IX
ŞEKİLLER DİZİNİ	X
TABLolar DİZİNİ.....	XII
SEMBOLLER DİZİNİ	XIII
1. GENEL BİLGİLER	1
1.1. Giriş.....	1
1.2. Bal Arısı	3
1.2.1. Bal Arısı Irkları	3
1.2.2. Bal Arısı Morfolojisi, Fizyolojisi ve Biyolojisi	4
1.2.3. Bal Arısı Koloni Yaşamı.....	7
1.3. Arıcılık	9
1.3.1. Türkiye'de Arıcılık	10
1.3.1.1. Türkiye'de Arıcılığın Tarihi ve Gelişimi	10
1.3.1.2. Türkiye'de Arıcılığın Yapısı.....	11
1.3.1.3. Türkiye'de Arıcılığın Yerel ve Bölgesel Durumu	11
1.3.1.4. Türkiye'de Arıcılık Çeşitleri ve Arıcılık Ürünleri	12
1.3.2. Arıcılığın Tarım ve Ekonomideki Önemi	13
1.3.3. Arıcılığın Sorunları	14
1.3.3.1. Bal Arısı Zararlıları ve Hastalıkları	14
1.3.3.1.1. Bal Arısı Zararlıları	15
1.3.3.1.2. Bal Arısı Hastalıkları	16
1.3.3.1.2.1. Nosemosis Hastalığı.....	17
1.3.3.1.2.1.1. Nosemosis'in Hastalık Etkenleri.....	18
1.3.3.1.2.1.2. Nosemosis'in Tarihsel Gelişimi.....	18
1.3.3.1.2.1.3. Nosemosis'in Türkiye'deki Varlığı	20

1.3.3.1.2.1.4.	Nosemosis'in Bulaşma Yolu.....	21
1.4.	Mikrospor.....	21
1.4.1.	Mikrospor Patojeninin Biyolojisi, Fizyolojisi ve Sitolojisi	22
1.4.2.	Önemli Mikrosporidia Türleri.....	25
1.5.	Tezin Özgün Değeri.....	27
1.6.	Tezin Amacı.....	28
2.	YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	29
2.1.	Böceklerin Toplanması İçin Gerçekleştirilen Arazi Çalışmaları.....	29
2.1.1.	Çalışma Alanının Belirlenmesi	29
2.1.2.	Örneklerin Alınması.....	30
2.2.	Mikrospor Patojeninin Makroskobik Olarak Belirlenmesi.....	31
2.3.	Mikrospor Patojeninin Mikroskobik Olarak Belirlenmesi	31
2.3.1.	Işık Mikroskobu Çalışmaları.....	32
2.3.1.1.	Giemsa Boyası ile Patojenlerin Tespiti.....	32
2.3.2.	Elektron Mikroskobu Çalışmaları.....	33
2.3.2.1.	Resine Gömme İşlemi ve Elektron Mikroskobu Çalışması.....	33
2.4.	Moleküler Çalışmalar.....	34
2.4.1.	PZR İçin Örneklerin Hazırlanması	35
2.4.2.	DNA İzolasyonu	35
2.4.3.	Multipleks PZR.....	35
2.5.	İstatistik Analizler.....	36
3.	BULGULAR.....	37
3.1.	Nosemosis Enfeksiyonunun Belirlenmesi	37
3.1.1.	Nosemosis Enfeksiyonunun Makroskobik Görünümü	37
3.1.2.	Nosemosis Enfeksiyonunun Mikroskobik Görünümü.....	39
3.1.2.1.	Nosemosis Enfeksiyonunun Işık Mikroskobu ile Belirlenmesi.....	39
3.1.2.1.1.	Nosemosis Enfeksiyonunun Giemsa Boyama ile Belirlenmesi.....	42
3.1.2.1.2.	Nosemosis Enfeksiyonunun Giemsa Boyama ile Hayat Safhalarının Belirlenmesi	43
3.1.2.2.	Nosemosis Enfeksiyonunun TEM ile Belirlenmesi.....	46
3.1.3.	Nosemosis Enfeksiyonunun Moleküler Yöntemler ile Belirlenmesi.....	50
3.1.3.1.	Nosemosis Enfeksiyonunun Hastalık Etkenlerinin Enfeksiyonun PZR ve Agaroz jel ile Belirlenmesi	50

3.2.	Nosemosis Enfeksiyonunun Dağılımı.....	52
4.	TARTIŞMA	68
5.	SONUÇLAR.....	84
6.	ÖNERİLER.....	86
7.	KAYNAKLAR	87
ÖZGEÇMİŞ		

Doktora Tezi

ÖZET

BAL ARILARINDA (*APIS MELLIFERA* L., 1758) NOSEMOSİS (NOSEMATOSİS)
HASTALIĞININ DOĞU KARADENİZ BÖLGESİ'NDE BULUNAN ARI
KOLONİLERİNDEKİ VARLIĞI, DAĞILIMI VE HASTALIK ETKENLERİNİN
KARAKTERİZASYONU

Onur TOSUN

Karadeniz Teknik Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Biyoloji Anabilim Dalı
Danışman: Prof. Dr. Mustafa YAMAN
2012, 97 Sayfa,

Bu doktora tezinde Doğu Karadeniz Bölgesi'nde nosemosis (nosematosis) hastalığının varlığı, hastalık etkenleri, coğrafik dağılımı ve hastalığı etkileyen iklimsel faktörler Türkiye ve dünya literatürü için çalışılmıştır. Arazi çalışmaları Artvin, Rize, Trabzon, Giresun, Ordu, Gümüşhane ve Bayburt illerindeki 20 alanda, Nisan-Eylül ayları arasında 6 kez tekrarlandı. Tüm alanlarda nosemosis patojeni tespit edildi. Tez çalışması süresince toplamda 5893 ölü ergin arı örneği incelendi (5330 işçi, 559 erkek, 4 kraliçe arı). Enfeksiyon yalnızca işçi (dişi) arılarda tespit edildi. Tez süresince işçi arılarda enfeksiyon oranı toplamda % 20,2 olarak tespit edildi. 2009 yılında işçi arılarda enfeksiyon oranı % 4,72, 2010 yılında % 15,28, 2011 yılında % 21,23'tür. Moleküler çalışmalar ile hastalık etkeni tüm alanlarda *Nosema ceranae* olarak belirlendi. Taze preparatlarda *N. ceranae* sporları $4,89 \pm 0,43$ (3,19 – 7,42) (n= 100) µm boyunda ve $2,82 \pm 0,28$ (1,52 – 4,08) (n=100) µm eninde ölçüldü. Enfeksiyon konağın bağırsak dokusunda ve vücut boşluğunda tespit edildi. Elektron mikroskopu çalışmaları ile *N. ceranae*'nin spor safhasının ultrastrüktürel yapısı incelendi. *N. ceranae* sporları oval ve polar filament kıvrım sayısı 20-27 (n=10) olarak belirlendi. Diplokaryotik çekirdek gözlemlendi. Kovan etrafındaki sıcaklık ve nem verileri ölçülerek, *N. ceranae* enfeksiyon oranı artan sıcaklık ve nem etkenleri ile doğru orantılı olarak arttığı belirlendi. Nem etkeninin *N. ceranae*'nin oranı üzerinde sıcaklığa göre daha etkili olduğu belirlendi. *N. ceranae*'nin mevsimsel dağılımı çalışıldı, enfeksiyon oranı en yüksek Haziran ve Temmuz aylarında gözlemlendi. Alçak rakımda olan alanlarda *N. ceranae*'nin daha yoğun bulunduğu belirlendi.

Anahtar Kelimeler: Nosemosis, Nosematosis, *Nosema apis*, *Nosema ceranae*, *Apis mellifera*, Mikrosporidia, Türkiye, Doğu Karadeniz Bölgesi.

PhD. Thesis

SUMMARY

PRESENCE, DISTRIBUTION AND CHARACTERIZATION PATHOGENS OF NOSEMOSIS (NOSEMATOSIS) DISEASE IN HONEYBEES (*APIS MELLIFERA* L., 1758) COLONIES IN THE BLACK SEA REGION, TURKEY

Onur TOSUN

Karadeniz Technical University
The Graduate School of Natural and Applied Sciences
Biology Graduate Program
Supervisor: Assoc. Prof. Mustafa YAMAN
2012, 97 Pages

The prevalence and geographical distribution of the two disease factors and climatic factors that effect nose mosis (nosematosis) in Eastern Black Sea Region of Turkey have been investigated in this thesis.

Samples were collected from beekeepers from 20 localities in Artvin, Rize, Trabzon, Giresun, Ordu, Gümüşhane and Bayburt between April to September. Total of 5893 dead adult bees (5330 worker bees, 559 male bees and 4 queen bees) were dissected during the study. Infection was observed only in worker bees. Total infection rate in worker bees was 20.59%. Infection rate in worker bees were 4.72%, 15.28% and 21.23% in 2009, 2010 and 2011, respectively. *Nosema ceranae* was identified as the only factor in all localities with molecular techniques. *N. ceranae* spore sizes measured 4.89 ± 0.43 ($7.42 - 3.19$) (n= 100) μm height and 2.82 ± 0.28 ($4.08 - 1.52$) (n=100) μm weight. Infection was observed in gut and hemocoel of the host. Vegetative life stages of *N. ceranae* were also determined by light microscopy. Ultrastructural studies revealed that the polar filament has 20-27 (commonly 23) (n=10) coils. The spore has two closely associated nuclei. Temperature and humidity values were measured from around the beehives during field studies. The infection rate of *N. ceranae* increased proportionally with increasing temperature and humidity factors. Humidity was more effective than temperature on the infection rate of *N. ceranae*. The seasonal activity of *N. ceranae* was studied. The highest infection rates were observed in June and July. *N. ceranae* infection rate was higher in localities having low-altitude.

Key Words: Nosemosis, Nosematosis, *Nosema apis*, *Nosema ceranae*, *Apis mellifera*, Microsporidia, Turkey, Eastern Blacksea Region.

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 1.1. Bal arısı (<i>Apis mellifera</i>) (işçi arı) nın genel görünüşü	5
Şekil 1.2. Arıların sindirim sistemi	6
Şekil 1.3. Bal arısı (<i>Apis mellifera</i>) nın koloni bireyleri.....	7
Şekil 1.4. Türkiye’de arıcılık çeşitleri örnekleri	12
Şekil 1.5. Mikrosporidia spor safhası diyagramı	23
Şekil 1.6. Mikrospor bölünme şekilleri.....	24
Şekil 3.1. Bal arılarında noseiosis hastalığının makroskopik belirtileri	38
Şekil 3.2. Noseiosis hastalığının konak bağırsağındaki makroskopik görünümü	39
Şekil 3.3. Noseiosis enfeksiyonunun ışık mikroskopundaki görünümü	40
Şekil 3.4. Noseiosis enfeksiyonunun konak bağırsağındaki görünümü	41
Şekil 3.5. Noseiosis enfeksiyonunun konak vücut boşluğunda görünümü.....	41
Şekil 3.6. Noseiosis enfeksiyonunun giemsa boyalı görünümü	43
Şekil 3.7. Patojenin giemsa boyalı meront safhası	44
Şekil 3.8. Patojenin giemsa boyalı sporont safhası.....	44
Şekil 3.9. Patojenin giemsa boyalı sporoblast safhası	45
Şekil 3.10. Sporun elektron mikroskobu görünümü 1	46
Şekil 3.11. Sporun elektron mikroskobu görünümü 2	47
Şekil 3.12. Sporun elektron mikroskobu görünümü 3	48
Şekil 3.13. Sporun elektron mikroskobu görünümü 4	49
Şekil 3.14. Noseiosis enfeksiyonunu hastalık etkenlerinin agaroz jel elektroforezi.....	51
Şekil 3.15. 2010 yılı illere göre noseiosis enfeksiyonu dağılımı	54
Şekil 3.16. 2010 yılı aylara göre noseiosis enfeksiyonu dağılımı.....	55
Şekil 3.17. 2011 yılı illere göre noseiosis enfeksiyonu dağılımı	60
Şekil 3.18. 2011 yılı alanlara göre noseiosis enfeksiyonu dağılımı.....	62
Şekil 3.19. 2011 yılı aylara göre noseiosis enfeksiyonu dağılımı.....	63
Şekil 3.20. 2011 yılı sıcaklık değişimine göre noseiosis enfeksiyonu dağılımı	64

Şekil 3.21. 2011 yılı nem değişimine göre noseiosis enfeksiyonu dağılımı.....	65
Şekil 3.22. 2011 yılı illere göre rakım farkına göre noseiosis enfeksiyonu dağılımı	67

TABLULAR DİZİNİ

Sayfa No

Tablo 2.1. Arazi çalışması alanları.....	30
Tablo 2.2. PZR çalışmalarında kullanılan primerler.....	34
Tablo 3.1. 2009 yılı <i>A. mellifera</i> böceğinden tespit edilen noseiosis enfeksiyonu.....	52
Tablo 3.2. 2010 yılı <i>A. mellifera</i> böceğinden tespit edilen noseiosis enfeksiyonu.....	53
Tablo 3.3. 2011 yılı <i>A. mellifera</i> böceğinden tespit edilen noseiosis enfeksiyonu.....	56

SEMBOLLER DİZİNİ

AAFV	Akut Arı felci Virüsü
DKV	Deforme Kanat Virüsü
DNA	Deoksiribonükleik Asit
ERL	Epoxy resin
H ₂ O ₂	Hidrojenperoksit
KÇB	Koloni çökme Bozukluğu
KAFV	Kronik Arı Felci Virüsü
M	Molar
ml	mililitre
mm	milimetre
OsO ₄	Osmium tetroksit
OIE	Dünya Hayvan Sağlığı Örgütü
PZR	Polimeraz Zincir Reaksiyonu
rpm	Dakikadaki devir sayısı
TEM	Transmisyon (Geçirimli) Elektron Mikroskobu
UV	Ultra Violet
µl	Mikrolitre
µm	Mikrometre

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

İnsanlar tarih boyunca yerleşim gösterdikleri bölgelerde tarım alanları oluşturmuş ve hayvancılık yapmıştır. Tarım ve hayvancılık ile temel tüketim maddelerini elde etmişlerdir. Günümüzde gelişen teknoloji ve çeşitli teknikler bu ekonomik faaliyetleri kullanım bakımından çeşitlendirmiştir. Çiçeklerin tozlaşma yolu ile çoğalmasını sağlayan arılar, tarım alanında yoğun olarak kullanılmaktadır. Arılar ayrıca bal üretimleri ile hayvancılık alanında büyük önem kazanmıştır. Bu sebeple, arılar hem tarım hem de hayvancılıkta yoğun olarak kullanılan önemli canlılar haline gelmişlerdir (Özbek, 2003; Özçağiran, 2002).

Bitkiler ve arılar arasında mutualizmden bahsetmek mümkündür. Bitkiler tozlaşma için yoğun olarak arılara ihtiyaç duyarken, arılarda temel besin maddeleri olan nektar ve polen kaynağı olarak çiçekleri kullanmaktadır (Kuvancı, 2009; Özbek, 2002, 2003; Özçağiran, 2002).

Arı yetiştiriciliği insanlık tarihi kadar eskidir. Zaman içerisinde arıcılığın nasıl yapılacağı, kovanların nasıl yapılması gerektiğini ve arıcılıkta kullanılan alet ve malzemelerin esasları geliştirilmiştir (URL-1, 2011). Osmanlı döneminde ekonomik sektör haline gelmeye başlayan arıcılık, günümüzde ticari bir iş haline dönüşmüştür (Doğaroğlu, 2009; Sammataro ve Avitabile, 1998; Sıralı, 2009; URL 2 ve 3, 2011).

Ülkemizde arıcılık hızla gelişen bir hayvancılık kolu haline gelmiştir. Ülkemiz uygun ekolojisi ve zengin florası ile arıcılıkta söz sahibi ülkelerden biri durumundadır. Dünya’da belirlenmiş ballı bitki türlerinin % 75’i ülkemizde bulunmaktadır (Sıralı, 2009; Sorkun, 2008). Arıcılık bir hayvancılık kolu olmakla beraber özellikle Anadolu da birçok ailenin geçim kaynağını ve meslek grubunu oluşturmaktadır (URL-2, 2011). Türkiye kovan varlığı ve yıllık bal üretim miktarı ile dünyada 4. sırada yer alan önemli bir ülkedir (URL-3, 2011). Son yıllarda Türkiye’de arıcılık ile 581,000 ton civarı bal üretilmektedir (URL-2, 2011). Ülkemizin her bölgesinde arıcılıkla yoğun olarak uğraşılmaktadır. Özellikle Karadeniz Bölgesi coğrafik konumu sayesinde zengin biyolojik çeşitliliğe ev sahipliği yapması ile arıcılık sektöründe öne çıkmaktadır (Sıralı, 2009). Ayrıca Doğu Karadeniz Bölgesi gezginci ve sabit arıcılığa uygun olması, tarımsal amaçlı işlenmeyen alanların

fazlalığı ve tarımsal ilaçların kullanımının az olması gibi arıcılık sektörü açısından birçok avantaja sahiptir.

Arıcılık gelişmekte olan önemli bir hayvancılık sektörü olmakla beraber ana ürün olarak bal, balmumu, arı, arı sütü, çiçek tozu, arı zehri ve propolis gibi geniş ürün kapasitesi ile ekonomik açıdan büyük önem arz etmektedir (Doğaroğlu, 2009).

Önemli bir hayvancılık sektörü haline gelen arıcılık, arıcılıkla uğraşan deneyimsiz üreticilerin yanı sıra ekolojik ve coğrafik birçok abiyotik etmenler ile doğal hastalık etmenleri ve predatör canlılar gibi birçok biyotik etmenin tehdidi altındadır (Doğaroğlu, 2009; Kayral, 2010; Sammataro ve Avitabile, 1998). Biyotik etmenler içerisinde özellikle arı kolonilerinde doğal hastalık oluşturan etmenler büyük oranda arı bireyi ve koloni kayıplarına neden olmaktadır. Bu hastalılardan dolayı her geçen yıl ülkemizin yıllık bal üretimi düşmektedir (Kayral, 2010; Uygur ve Girişgin, 2008; URL-2, 2011). Ülkemiz bal üretiminde yeterli koloniye sahip olunmasına rağmen verimin düşük olmasının en önemli nedenlerinden biri arılarda görülen doğal hastalıklardır (Kayral, 2010; Uygur ve Girişgin, 2008). Bu hastalık etmenlerinin en önemlilerinden biri arı kolonilerinde yüksek oranda ölümlere neden olan noseiosis hastalığıdır. Bu önemli hastalık yaygın olarak iki önemli hastalık etmenine sahiptir. Bunlar Avrupa bal arısı *Apis mellifera*'da hastalık oluşturan türü *Nosema apis* ve Asya bal arısı *Apis ceranae*'da hastalık oluşturan türü *Nosema ceranae*'dir. *N. apis* ilk keşfedildiği 1909 yılından beri *A. mellifera*'da görülen tüm noseiosis hastalıklarının tek etkeni olarak kabul edilmekte idi (Paxton, 2010). Fries vd. (1996), Asya bal arısı *A. ceranae*'yi yeni bir mikrosporidium patojeninin enfekte ettiğini belirleyerek *N. ceranae*'yi tanımlamıştır. Bunu takiben *N. ceranae*'nin doğal ortamda Avrupa bal arısı *A. mellifera*'da da hastalık oluşturduğu rapor edilmiştir (Chen vd., 2009a; Higes vd., 2006; Huang vd., 2007). Chen vd. (2009b) ise Asya bal arısı *A. ceranae*'da Avrupa hastalığı olan *N. apis*'in varlığını rapor etmiştir.

Dünya literatüründe noseiosis'in Avrupa ve Asya'daki dağılımları hakkında birçok çalışma mevcuttur. Dünyada noseiosis hastalığının etkenleri üzerine geniş çalışmalar varken, ülkemizde yeterli çalışma mevcut değildir. İlave olarak *N. apis* olarak kaydedilen kayıtların gerçekten *N. apis* mi olduğu da kesin değildir. Asya ve Avrupa'da noseiosis hastalık etkenlerinin karşılıklı konak değişiminin gelişen ticaret ve globalleşmeyle alakalı olduğu düşünülmektedir (Chen vd., 2009b). Ülkemiz, coğrafik konumu itibari ile Asya ve Avrupa arasında bir köprü görevi görmektedir. Doğu Karadeniz Bölgesi de geçmiş

yıllardan beri önemli bir ticaret yolu konumundadır. Tez çalışmasının arazi bölgesi olan Doğu Karadeniz Bölgesi bu özellikleri ile öne çıkmaktadır.

Bu tez çalışması ile Doğu Karadeniz Bölgesi'nde yapılan çalışmalar sonucunda, nosemosis hastalığının coğrafik dağılımı ve varlığı, hastalığın sıcaklık, coğrafik koşullar, değişen iklim şartlarında gösterdiği farklılıklar farkları, mevsimsel dağılımı, nosemosis'in hastalık etkenlerinin araştırılması ve Türkiye literatürü için aydınlatılması amaçlanmıştır.

1.2. Bal Arısı

Böcekler, yaklaşık 400 milyon yıldan beri varlıklarını devam ettirmektedirler (Demirsoy, 2006). Bal arılarının ortaya çıkışı 200 milyon yıl öncesine kadar dayanmaktadır. Bal arıları, Hymenoptera takımında yer almaktadır. Bu takım, 10-11 aile ve yaklaşık 700 cins içerisinde 200,000 taksonu barındırmaktadır (Özbek, 2002; Sammataro ve Avitabile, 1998). Aşağıda bal arısının taksonomik durumu verilmektedir (Soysal vd., 2010).

Alem (Kingdom)	Hayvanlar (Animalia)
Şube (Phylum)	Eklembacaklılar (Arthropoda)
Sınıf (Classis)	Böcekler (Insecta)
Takım (Order)	Zar kanatlılar (Hymenoptera)
Aile (Family)	Arılar (Apidae)
Cins (Genus)	Bal arıları (<i>Apis</i>)
Tür (Species)	Bal arısı (<i>Apis mellifera</i>)

1.2.1. Bal Arısı Irkları

Apis cinsi içerisinde 83 tür ve alt türleri bulunmaktadır. Bunlardan 10 bal arısı türü hayvancılıkta kullanımı ile önem kazanmaktadır. *Micrapis* alt cinsinde *A. andreniformis* ve *A. florea* (Cüce bal arısı) türleri vardır. *Megapis* alt cinsinde de, üç alttürü ile birlikte *A. dorsata* (Dev bal arısı); *A. d. binghami*, *A. d. breviligula*, *A. dorsata* ssp. ve *A. laboriosa* (Himalaya bal arısı) dır. Son olarak *Apis* alt cinsinde, üç alttürü ile birlikte *A. cerana* (Asya bal arısı); *A. c. cerana*, *A. c. indica* ve *A. c. japonica*, *A. indica* (Hint arısı), *A.*

koschevnikovi, *A. nigrocincta*, *A. nuluensis* ve yirmi dört alttürü ile birlikte *A. mellifera* (Batı bal arısı); *A. m. anatoliaca* (Anadolu bal arısı), *A. m. carnica* (Karniyolbal arısı), *A. m. caucasica* (Kafkas bal arısı), *A. m. cypria*, *A. m. iberica*, *A. m. lamarckii*, *A. m. ligustica*, *A. m. mellifera*, *A. m. scutellata*, *A. m. syriaca*, *A. m. adami*, *A. m. adansonii*, *A. m. carpatica*, *A. m. cecropia*, *A. m. iberiensis*, *A. m. intermissa*, *A. m. jemenitica*, *A. m. litorea*, *A. m. macedonica*, *A. m. meda*, *A. m. pomonella*, *A. m. sahariensis*, *A. m. sicula*'dır. Dünya bal üretiminde *A. cerana*'dan kısmen yararlanılırken üretimin tamamına yakın kısmı *A. mellifera* Linnaeus, 1758 kullanılarak gerçekleştirilmektedir (Soysal vd., 2010).

Dünya üzerinde çok sayıda bal arısı ırkı bulunmaktadır. Bu ırklar buldukları çevre koşullarına uyum sağlamışlar, farklı morfolojik, davranış ve verim özellikleri ile çeşitlilik göstermişlerdir. Arı ırkları; büyüklük, renk, dil uzunluğu, vücudun kıl örtüsü, balmumu bezlerinin şekil ve büyüklüğü, kanat damar yapısı ve kanat büyüklüğü gibi morfolojik özelliklerle birbirlerinden ayrılırlar (Güler vd., 1999; Güler ve Toy, 2008). Ekonomik değer taşıyan arı ırkları içinde İtalyan, Kafkas ve Karniyol arı ırkları ilk sıralarda yer alırlar. Ülkemiz için önemli arı ırkı da yerli arı ırkı dediğimiz Anadolu arı ırkı (*A. m. anatoliaca*) dır (Doğaroğlu, 2009; Sammataro ve Avitabile, 1998). Yerli ırklarımız arasında, İç Anadolu Bölgemizde bulunan Anadolu arısının yanı sıra, Kars ve Erzurum yöresinde Kafkas ırkı (*A. m. caucasica*), Batı Anadolu'da İtalyan ırkı (*A. m. ligustica*), Karadeniz Bölgesi'nde Karniola ırkı (*A. m. carnica*), Orta Anadolu ve Elazığ'da Trans Kafkas arısı (*A. m. remipes*), Akdeniz Bölgesi'nde Kıbrıs ırkı (*A. m. cypriaca*) ve Doğu Akdeniz ve Güney Doğu Anadolu Bölgelerinde Suriye (*A. m. syriaca*) arılarına rastlamak mümkündür (Güler vd., 1999; Güler ve Toy, 2008; Kekeçoğlu, 2010; Muz, 2008; URL-1, 2011).

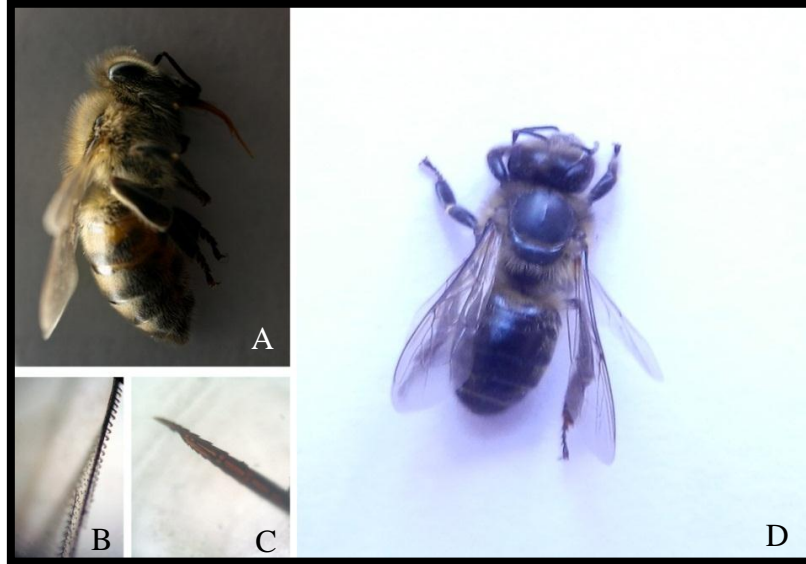
1.2.2. Bal Arısı Morfolojisi, Fizyolojisi ve Biyolojisi

Arı vücudu baş (Cephalo), göğüs (Thorax) ve karın (Abdomen) olmak üzere üç kısımdan meydana gelir (Şekil 1.1 A, D) (Demirsoy, 2006; Doğaroğlu, 2009).

Arılarda baş bölgesinde gözler, duyarga ve ağız parçaları bulunur. Gözler bir çift bileşik (petek) göz ile üç adet basit göz (Ocelli) den ibarettir. Bileşik göz ana arıda 3.000, işçi arıda 4.000 ve erkek arıda 8.000'den fazla facet ünitelerinin birleşmesinden meydana gelmiştir. Arılarda bir çift duyarga (Anten) bulunmaktadır. Duyargalar dişilerde 12,

erkeklerde ise 13 halkadan meydana gelmiştir. Arılar yalayıcı-emici ağız tipine sahiptirler. Ağız yapısı; üst dudak (Labrum), üst çene (Mandibul), alt çene (Maksilla) ve alt dudak (Labium) olmak üzere dört kısımdan meydana gelir. Üst dudak ve üst çene besin delme ve bal mumuna şekil vermede işlevseldir, alt dudağın dil (Glossum) kısımları birleşerek emme oluşu meydana getirirler (Şekil 1.1 A, D) (Demirsoy, 2006; Doğaroğlu, 2009). Arılarda göğüs üç segmentten meydana gelmiştir. Segmentlerin her birinden bir çift olmak üzere üç çift bacak ve ilk iki çift segmentte iki çift kanat bulunmaktadır. Arka kanatlar ön kanatlara hamuli denilen kancalar ile bağlıdır ve uçuş sırasında birlikte hareket ederler (Şekil 1.1 B). Bal arılarında ön bacaklar antenlerin temizlenmesinde orta bacaklar destek ve tutunmada arka bacaklar ise polen taşımada görevlidirler (Şekil 1.1 A, D) (Demirsoy, 2006; Doğaroğlu, 2009).

Arıların karın kısmında sindirim organları ve üreme organları gibi iç organlarla balmumu bezleri ve iğne bulunur. İşçi arılar ve ana arıda abdomenin sonunda iğne bulunmakta iken (Şekil 1.1 C), erkek arılarda ise iğne bulunmamaktadır (Demirsoy, 2006; Doğaroğlu, 2009; Sammataro ve Avitabile, 1998).



Şekil 1.1. Bal arısı (*Apis mellifera*) (işçi arı) nın genel görünüşü A, D: arının genel görünüşü, B: hamuli, C: iğne.

Arılarda sindirim sistemi ağızla başlar. Yemek borusu göğsü boydan boya geçer, kursaktan sonra “S” harfi şeklinde enine kıvrılmış olan silindirik uzun ve kalın bir kese gelir ki bu ventrikülüs denilen gerçek midedir, mideyi bağırsak takip eder ve bağırsaklar karın içinde kıvrımlar yaparak anüsle son bulur (Şekil 1.2).



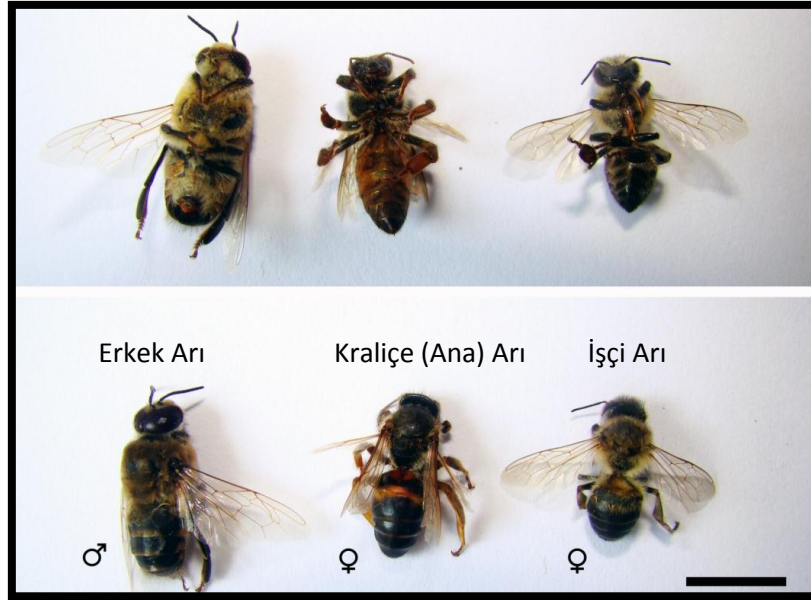
Şekil 1.2. Arıların sindirim sistemi

Böceklerde açık dolaşım görülmektedir. Böceklerde vücut boşluğu (hemosel), kan sıvısı (hemolenf) ile doldurulmuştur. Hemolenfte hemosit denilen birçok kan hücresi bulunur, dorsalde bir kalp ve atar damarı mevcuttur (Demirsoy, 2006; Doğaroğlu, 2009). Arılarda solunum, derinin dışarıdan içeri açılmasıyla oluşmuş trake sistemi ile yapılmaktadır. Sinir sistemi ip merdiven sinir sistemi olup, beyin, özefagusaltı ganglion ve ventral sinir kordonundan oluşmaktadır. Merkezi, viseral ve periferel sinir sistemi görülmektedir (Demirsoy, 2006; Doğaroğlu, 2009). Arılarda üreme hücreleri dişilerde yumurta, erkeklerde spermatozoa olarak gelişmektedir. Dişi olan işçi arılarda nadir durumlarda aktif hale gelen üreme organları bulunmaktadır. Bal arılarında eşeyli üreme ile partenogenez görülmektedir (Demirsoy, 2006; Doğaroğlu, 2009). Bal arılarının yaşam hikâyesi bir yumurta olarak başlar. Ana arının petek gözlerine dölllenmiş olarak bıraktığı yumurtalardan işçi arılar ve ana arılar, dölllenmemiş yumurtalardan ise erkek arılar meydana gelmektedir. Bal arıları tam başkalaşım gösteren canlılardır. Bir arının yaşamında

yumurta, larva, pupa ve ergin olmak üzere 4 farklı gelişme dönemi vardır (Demirsoy, 2006; Doğaroğlu, 2009; Sammataro ve Avitabile, 1998).

1.2.3. Bal Arısı Koloni Yaşanı

Arılar sosyal yaşayan canlılardır. Arılar, koloni olarak adlandırılan topluluklar halinde yaşarlar. Sosyal yaşayan canlılarda önemli olan koloniyi oluşturan bireyler değil, koloninin kendisi ve devamlılığıdır. Bir koloni, kovan başına 1 tane ana arı (dişi), 10-70 bin tane işçi arı (dişi) ve 500-2000 tane erkek arı bireylerinden oluşmaktadır (Şekil 1.3).



Şekil 1.3. Bal arısı (*Apis mellifera*) nın koloni bireyleri (Bar: 1 cm)

Kraliçe arı olarak da anılan ana arının en önemli görevi yumurtlamaktır. Dölllenmiş yumurtadan çıkan ve diploid olan ana arı kovandaki arıların en irisidir. Kanatları boyuna göre biraz kısadır ve arka ayaklarında polen sepeti bulunmaz. Eğri bir iğnesi vardır, Mum salgı bezleri yoktur. Genç işçi arılar tarafından beslenir ve korunur. Ana arının vücut uzunluğu 18-20 mm kadardır (Şekil 1.3) (Demirsoy, 2006; Doğaroğlu, 2009).

Kovan içerisinde iyi bir işbirliği vardır. Bu düzenin sağlanmasında ana arının rolü çok büyüktür. Ana arı ağız çevresindeki salgı bezlerinden feromon salgılayarak kovan içerisindeki işbirliğini ve kovanın düzenini sağlar. Ayrıca bu feromonlar, işçi arıları etkileyerek kovanın işlevlerini gerçekleştirmelerini, erkek arıyı etkileyerek çiftleşmenin

gerçekleşmesini sağlar. Ana arı tarafından petek gözlerine bırakılan her bir yumurta 0,1 mm kalınlığında ve 1,5 mm boyunda sosis ya da beyaz iplik parçası şeklindedir. Ana arı olacak yumurtalar 8. güne kadar arı sütüyle beslenmeye devam edilir. Yeterli arı sütü ile doldurulduktan sonra göz kapatılır. 16. günde ana arı çıkar (Demirsoy, 2006; Sammataro ve Avitabile, 1998).

Arı ailesinin en büyük topluluğunu teşkil eden işçi arılar döllenmiş yumurtalardan çıkarlar ve diploid kısır dişilerdir. Vücut uzunlukları 14-15 mm'dir (Şekil 3). Koloninin devamını sağlayan her türlü içgüdüsel ve yapısal yeteneklere sahiptirler. Arka bacaklarında çiçek tozlarını yükleyip kovana taşımalarını sağlayan etrafı kıllarla çevrili polen sepeti bulunur. İğnesi tırtıklıdır ve soktuğu yerden geri çıkaramaz. İğne iç organlarla birlikte girdiği yerde kalır ve bu da ölümüne sebep olur. İşçi arı haline gelecek olan larvalar yumurtadan çıktıktan sonra ilk üç gün arı sütü ile beslenir, 8. güne kadar bal ve polen karışımıyla beslenmesine devam edilir. 8. günde gözler kapatılır, 21. günde işçi arılar çıkar. İşçi arılar pupadan çıktıkları dönemden sonraki ilk 21 günlük sürede kovan içerisinde çeşitli işlevlerde görev alırlar, 21 günlük olduklarında kovan dışı görevlere başlarlar. Hayatlarının son iki haftasını da kovan dışı işlerle geçirirler. Mart ayında gözlerden çıkan işçi arılar 35-40 gün, Haziranda çıkanlar 25-30 gün, Eylül ve Ekim aylarında çıkanlar da 30-40 gün yaşayabilirler (Doğaroğlu, 2009; Sammataro ve Avitabile, 1998).

Petek gözlerine bırakılan döllenmemiş yumurtalardan erkek arılar gelişir. Erkek arılar gelişimlerini 24 günde tamamlarlar. İşçi arılar gibi beslenen larvaların bulunduğu petek gözleri 10. günde kapatılır. İşçi arılardan daha iri ve tombul, ana arıdan daha kısa ve kalındırlar (Şekil 3). Yazın ortalama 54-59 gün yaşarlar. İğneleri yoktur, antenleri ve petek gözleri iyi gelişmiştir, polen sepetleri yoktur, balmumu salgılayamaz ve petek yapamazlar. En önemli görevi çiftleşmektir. Çiftleşme işini en güçlü olan erkek arı yapar. 2. günden itibaren işçi arılar tarafından beslenirler, 5. günden sonra besleme işlemi azalır ve yaşlandıkça kendi kendilerine beslenirler. Bal mevsiminin sona ermesiyle birlikte kovan dışına atılırlar ve açlıktan ölürler (Demirsoy, 2006; Doğaroğlu, 2009; Sammataro ve Avitabile, 1998; URL 1, 3 ve 4, 2011).

1.3. Arıcılık

Arıcılığın tarihsel gelişimi insanlık tarihi kadar eskidir. Mısır'daki göçebe arıcılık sayesinde arıcılık Yunanistan, Filistin ve Kıbrıs'a yayılmıştır. Hindistan'da MÖ 3000-2000 yılları arasında arı ve bala ait bilgiler bulunmuştur. Yunanlılar ilk kez çeşitli malzemelerden kovan yapmışlardır. Boğazköy kazıları, MÖ 1300 yıllarında Hititler devrinde arıcılığın önemli bir zirai faaliyet olduğunu göstermiştir. Fatih Sultan Mehmet, Kanuni Sultan Süleyman ve Yavuz Sultan Selim devirlerinde çıkarılan Kanunnamelerde arıcılığa ait hükümler bulunmaktadır (URL 1, 3 ve 4, 2011).

Butler 1609 yılında, balmumunun arının vücudunda pulcuklar halinde meydana geldiğini bildirmiştir. Jan Swammerdam (1637-1680) arı biyolojisi üzerinde çalışmıştır. François Huber (1750-1831) arılara ait birçok araştırma ve gözlemler yapmış ve sonuçlarını "New Observations on the Bee" adlı kitapta toplamıştır (URL 1, 3 ve 4, 2011). Peter Prokopovyrch 1814'de çerçevesiz modern kovanı geliştirmiştir. Mehring 1857'de ilk temel petek kalıbını keşfetmiştir. Dzierzon çerçevesiz Langstroth kovanını geliştirmiş ve 1845 yılında arıların parthenogenesis teorisine göre çoğaldıklarını tespit etmiştir (URL 1, 3 ve 4, 2011). Modern kovanın babası sayılan Langstroth ve ticari arıcılığı ortaya atan Moses Guinby, arıcılık malzemeleri fabrikası kuran A. I. Root ve Charles Dadant arıcılığa önemli hizmetlerde bulunan kişilerdir (URL 1, 3 ve 4, 2011).

Günümüzde arıcılık, tüm dünyada yapılan en yaygın tarımsal faaliyetlerden birisidir. Dünyada 56 milyon dolayında arı kovanı bulunmakta ve bunlardan 1,2 milyon ton bal üretilmektedir. Dünyanın en çok kovan varlığına sahip ve bal üreten ülkesi Çin'dir. Kovan başına ortalama dünya bal üretimi 22 kg dolayında olup bu rakam ABD'de 50, Çin'de 41, Arjantin'de 40, Meksika'da 27, Kanada'da 64, Avustralya'da 55, Macaristan'da 40 ve Türkiye'de 17 kg dolayındadır. Dünyada en çok bal ithal eden ülkeler ise; Almanya, ABD, Japonya, İngiltere, İtalya, İsviçre, Fransa, Avusturya ve diğer Avrupa ülkeleridir (URL 2, 3 ve 4, 2011). Türkiye bal üretimi yapan ülkeler arasında dördüncü sırada yer almaktadır. Ayrıca Türkiye kovan başına bal üretiminde sekizinci sırada yer almaktadır (URL, 1, 2, 3 ve 4, 2011).

Bal yanında; propolis, arı sütü, polen ve balmumu gibi arı ürünleri de dünya ticaretinde yer almaktadır. Diğer yandan tarım sektörü gelişmiş ülkelerde arıcılık, bitkisel üretimde ürün miktarı ve kalitenin artırılması amacıyla kullanılmaktadır (Özbek, 2002, 2003). Diğer taraftan bal, propolis, arı zehri, arı sütü gibi arı ürünleri pek çok ülkede "Arı

Ürünleri ile Tedavi" anlamına gelen "Apiterapi"de kullanılmaktadır (Doğaroğlu, 2009; Sammataro ve Avitabile, 1998; URL 1, 3 ve 4, 2011).

1.3.1. Türkiye'de Arıcılık

Ülkemizde arıcılık ekonomik, ekolojik, sağlık ve sosyolojik açıdan katkı sağlayan tek tarımsal faaliyet alanıdır. Arıcılık yaş sınırı olmaksızın aile bireylerinin asıl gelir veya yan gelir kaynağı olarak iş imkânı kazandırır (Şahinler, 2000). Arılardan elde edilen bal, balmumu, arı, arı sütü, polen, arı zehri ve propolis gibi ürünler insan sağlığına olan katkıları ile sağlık sektöründe ve ürünlerin ticareti ile ülke ekonomisinde büyük öneme sahiptir (Özbek, 2002, 2003). Büyük oranda arılar tarafından sağlanan tozlaşma ile hem doğal ortamda bitkilerin nesillerinin devamının sağlanması, hem de tarımsal alanlarda tozlaşmayı sağlayarak ürün miktarındaki artışı sağlaması açısından önemli olan arıcılığın ülkemizdeki önemini, toplum içerisinde de gerek ekonomik anlamda gerekse hobi olarak insanlara uğraş alanı olması ile özetlemek mümkündür (Şahinler, 2000; URL 1, 2, 4 ve 5, 2011).

1.3.1.1. Türkiye’de Arıcılığın Tarihi ve Gelişimi

Arıcılık tarihi Anadolu’da yüzyıllar öncesine uzanmaktadır. Hitiler ve Romalılar milattan önce Anadolu’da arıcılık yapmışlardır. Türkler Anadolu’ya gelmeden arıcılık yapmış ve Anadolu’ya göç ettiklerinde arıcılığa yoğunluk vermişlerdir (URL 1, 2, 4 ve 5, 2011). Dünyada gelişmeye hızla devam eden arıcılık ve arıcılık teknikleri ülkemizde oldukça geç uygulanmaya başlamıştır. Ülkemizde ilk Türkçe arıcılık kitabı 329 sayfalık “Ameli ve nazari arıcılık” tır. Bu kitap Anadolu’da modern arıcılığın ilk temellerini atmıştır. İlerleyen zamanla ülkemizde arıcılık üzerine birçok yayın çıkmış ve bazı okullarda arıcılık kursları verilmeye başlanmıştır (Sammataro ve Avitabile, 1998; URL 1, 2, 4 ve 5, 2011).

1.3.1.2. Türkiye’de Arıcılığın Yapısı

Türkiye uygun ekolojisi, zengin bitki örtüsü, farklı iklim kuşaklarına sahip olması bakımından önemli bir arıcılık potansiyeline sahiptir. Koloni sayısı bakımından dünyanın sayılı ülkeleri arasında yer alan Türkiye’de kovan başına bal veriminin düşük olmasının birçok nedeni vardır. Sosyal, tarımsal ve ekolojik yapıdaki değişimler, piyasa koşulları, teknik bilgi ve eğitim yetersizliği, hastalık ve zararlılar bu nedenler arasında sayılabilir.

1.3.1.3. Türkiye’de Arıcılığın Yerel ve Bölgesel Durumu

Türkiye 2010 yılı itibari ile 5,465,669 kovan varlığı ve 81,115 ton yıllık bal üretim miktarı ile dünyada 4. sırada yer alan önemli bir ülkedir (URL-2, 2011). Türkiye’de kovan başına verim 17,28 kg olup ülkemizde bal arılarından diğer bal ürünlerinin elde edilmesi ve zirai tozlaşma maksadıyla kullanılması yaygın değildir.

Arıcılıkta Karadeniz ve Ege Bölgeleri yüzdelik dilimde bal üretimi ile % 25’lik oranlarla öne çıkan iki bölgedir. Karadeniz ve Ege Bölgelerinin toplam koloni varlığı, ülke genel toplamının yaklaşık % 47 ve bal üretiminin de % 52’sini oluşturmaktadır. Bu bölgelerde arıcılığın yaygınlaşmasında ekonomik nedenlerin yanında başta zengin flora yapısı olmak üzere diğer doğal şartlar da önemli rol oynamaktadır (Sıralı, 2009; URL-3, 2011).

Kayıtlı koloni sayısı bakımından Karadeniz Bölgesi ilk sırada yer almaktadır. Karadeniz Bölgesi 1,1 milyon kayıtlı koloni varlığı ile ülke içerisindeki payı % 23,9 iken, 20 bin ton bal üretimi ile % 24,3’lük paya sahiptir (Sıralı, 2009; URL-3, 2011).

Türkiye’de illere göre arıcılık potansiyeline baktığımızda Muğla ili birinci sırayı alırken, Ordu ili ikinci sırada yer almaktadır. Karadeniz Bölgesi’ndeki bal üretimi yapılan iller arasında çiçek ve yayla balları ile Ordu, Artvin, Rize, Gümüşhane, Bayburt ve Trabzon illeri ön sıralarda yer almakta, kestane balı ile Giresun ili öne çıkmaktadır (Sıralı, 2009; URL 2 ve 3, 2011).

1.3.1.4. Türkiye’de Arıcılık Çeşitleri ve Arıcılık Ürünleri

Ülkemizde arıcılık yapılış şekline ve tekniğine göre 2 ye ayrılır. Geçmişten beri yapılan yöntem geleneksel arıcılık ve 1850’li yıllarda uygulanmaya başlayan ve sürekli gelişen modern arıcılık. Halk arasında kara kovan olarak adlandırılan kovanlarda yapılan geleneksel arıcılık Karadeniz Bölgesi’nde yaygın olarak kullanılmaktadır (Şekil 1.4 A).

Oynar çerçevesi kovanların keşfedilmesiyle başlayan ve gelişmeye devam eden modern kovanlarla modern arıcılık yapılmaya başlanmıştır (Şekil 1.4 B). Modern arıcılık sabit arıcılık ya da gezginci arıcılık şeklinde yapılabilir. Sabit arıcılıkta kovanlar sürekli aynı yerde durur. Ürün verimi çevrenin florası ile sınırlıdır. Gezginci arıcılıkta ise flora takibi yapılır. Arılar nektar akımı olan yerlere taşınır (Doğaroğlu, 2009; Sammataro ve Avitabile, 1998).



Şekil 1.4. Türkiye’de arıcılık çeşitleri örnekleri, A: Kara kovan, B: Modern kovan.

Zengin bitki örtüsüne sahip olan ülkemizin tüm bölgeleri arıcılık yapmak için uygun ekolojik yapıya sahiptir. Arıcılıktan sağlanan bal, polen, arı sütü, propolis, arı zehri ve bal mumu insan yaşamı ve sağlığı açısından son derece önemlidir. Ayrıca bu ürünler besin ve ilaç olarak kullanılmaktadırlar. Arıcılık ürünlerinden bal, propolis ve arı sütünün bilimsel olarak kanıtlanmış mükemmel anti bakteriyel özelliklere sahip olduğu bilinmektedir. Arı zehrinin romatizmal, polenlerin ise immünolojik hastalıkların tedavisinde kullanıldığı bildirilmiştir (Şahinler, 2000).

1.3.2. Arıcılığın Tarım ve Ekonomideki Önemi

Arıcılık, çeşitli tarım kolları ile birlikte uyumlu bir şekilde yürütülebilen ve toprağa bağlı kalınmaksızın yapılabilen bir yetiştiricilik koludur. Bir çiftlik sahibi zirai faaliyetlerinin yanı sıra arıcılık ile de uğraşması sayesinde hem arının gelirinden hem de zirai üretim artışından ek fayda sağlayabilir (URL 1 ve 3, 2011).

Bitkiler kendi kendilerini tozlaştıramazlar, tozlaşmada en büyük payı biyotik etmenlerden biri olan böcekler doldurmaktadır. Arıların tozlaşma yoluyla sağladıkları ürünün değeri bal ve balmumu üreterek sağladıkları değerden kat kat fazladır. Bu nedenle meyve bahçesi sahipleri ile tohumluk bitki yetiştirenler tarla ve bahçelerinde bal arısı kovanları bulundurmamalıdır. Son yıllarda yaban arısı olan *Bombus* cinsi arılar da özellikle organik tarımda yaygın kullanılmaktadır.

Arıcılık, her yaştaki insanın yapabileceği hayvancılık alanlarından birisidir. Arıcılık diğer tarımsal faaliyetlere göre daha az sermaye ile yapılabilen ve kısa sürede kazanç sağlayan bir faaliyettir. Üreticinin asıl mesleği olabileceği gibi, yan gelir kaynağı olarak ta yapılabilir.

Kaliteli bir bal üretim bölgesine ve çeşidine bağlı olarak 2010 yılı için kilosu 15 TL den 400 TL ye kadar alıcı bulmaktadır (URL 1 ve 3, 2011). Kısaca, arıcılığın bir üretim dalı olarak bal ve balmumu üretimiyle ülke ekonomisine doğrudan katkısı 160 trilyon TL civarındadır. Arıcılığın tozlaşma yolu ile ekonomiye olan katkısının bal ve balmumu ile sağlanan katkının en az 10-15 katı olduğu dikkate alındığında arıcılık bu yolla ülke ekonomisine 1,6-2,4 milyar TL katkı sağlamaktadır (URL 1, 3 ve 4, 2011). Türkiye’de bal ve bal mumu üretiminden elde edilen gelir “Hayvansal Üretim” den elde edilen toplam gelirin % 5,33’lük kısmını oluşturmaktadır. Türkiye toplam bal üretiminin % 7,59’unu ihraç etmektedir (URL-3, 2011). İhracat yapılan ülkelerin başında, Almanya, İngiltere, Beyaz Rusya, Danimarka, Fransa, Hong-Kong, Kanada, KKTC, Arabistan, Yemen ve Yunanistan gelmektedir. Yapılan ihracat ile Türkiye dünya bal ihracatından sadece % 1,86’lık paya sahiptir (URL-3, 2011).

1.3.3. Arıcılığın Sorunları

Hayvancılık dallarının tümünde olduğu gibi arıcılık sektörü de birçok sorunu içerisinde barındırmaktadır. Arıcılıkta karşılaşılan problemler koloni başına birey ve ürün üretimini olumsuz etkilemektedir. Karşılaşılan bu problemler ve problemlerle mücadele çabaları ekonomik ve sağlık açısından birçok önemli olumsuzluğu beraberinde getirmektedir (Akyol vd., 2010; Fıratlı vd., 2005; Katı ve Onaran, 2010). Tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de önemli bir hayvancılık dalı olan arıcılık “Genel Yapısal Sorunlar” ve “Sektöre Yönelik Özel Sorunlar” olarak gruplayabileceğimiz problemler ile karşı karşıyadır. Genel yapısal sorunlar, hükümetlerin uyguladığı ekonomi politikalarının söz konusu sektöre olan etkileridir. Sektöre yönelik sorunlar ise adı üzerinde sadece o sektörde bulunan kendine has sorunlardır (URL-3, 2011).

Tüm bu problemler içerisinde arıcılık sektöründe ürün, birey üretimi ve verimliliği doğrudan ilgilendiren en önemli etmenlerden biri arıların sağlığıdır, dolayısı ile arıların sağlığını olumsuz yönde etkileyen doğal zararlı ve hastalıklarıdır (Doğaroğlu, 2009).

1.3.3.1. Bal Arısı Zararlıları ve Hastalıkları

Arıların sağlığını ve koloni devamlılığını dolaylı olarak ta arıcılık sektörünü tehdit eden en önemli etmen şüphesiz ki bal arısı zararlıları ve hastalıklarıdır. Arılarda hastalık ve zararlıların varlığı, önemli koloni ölümlerine neden olmakta ve hızlı bir şekilde yayılma göstermektedir. Bu hastalık ve zararlıların neden olduğu kayıplar ekonomik ve sağlık açısından birçok problemleri beraberinde getirmektedir (Kayral, 2010). Arıların yoğunluğu ülkemizde yaklaşık son 30 yıldan buyana hızlı bir şekilde düşüş gösterirken, kimi türler muhtemelen yok olmuş, yok olma durumunda veya yok olmanın eşiğindedir (Özbek, 2002). Arıcılıkta kovan içerisinde birey sayısının oldukça fazla olması, bal ve nektarın sıvı bir ortam oluşturması, arıların yayılış alanlarının geniş olması ve gezgin arıcılık, arılarda olumsuz etkileri olan zararlı ve hastalıkların yayılışını hızlandırmaktadır. Bilinçsiz olarak yapılan mücadele çalışmaları, hem birey kayıplarına neden olmakta hem de elde edilen ürünün verimini ve kalitesini olumsuz etkilemektedir. Özellikle bilinçsiz kullanılan kimyasallar balda ve diğer ürünlerde kalıntı olarak kalmakta bunun sonucu olarak da ekonomik ve sağlık açısından büyük sorunlar doğmaktadır (Doğaroğlu, 2009; Sammataro ve Avitabile, 1998).

1.3.3.1.1. Bal Arısı Zararlıları

Bal arılarının gelişme dönemleri ve ortamları pek çok hastalık etmeni ve zararlı için uygun bir ortam oluşturabilmektedir. Bal arılarının doğal yayılış alanları, arıcılık yapılan arazi ve gezginci arıcılık gibi etkenler, hastalık ve zararlıların ülke içindeki hızlı yayılışında önemlidir (Doğaroğlu, 2009; Kayral, 2010; Uygur ve Girişkin, 2008).

Bu zararlılardan kısaca bahsetmek gerekirse; İlk olarak dikkat çeken zararlı *Varroa*'dır. Bu akarlar içersinde, arı kolonilerinde hastalığa sebep olan 30 farklı akar türünden biri olan *Varroa destructor* türüdür. Bu tür son yıllarda Türkiye'de arı hastalıkları konusunda en çok sözü edilen zararlıdır. Bu zararlının hem ergin arılar üzerinde, hem de mühürlü yavru gözlerinde yaşaması, zararlının kontrolünü güçleştirmekte ve zararını arttırmaktadır (Kayral, 2010; Uygur ve Girişkin, 2008). Her kovanda sık sık rastlanan ve önemli yıkım yapan bir diğer zararlıda mum güvesidir, *Galleria melonella* olarak bilinen bu güvenin en zararlı dönemi yumurtadan çıktıktan sonra koza örene kadar olan dönemdir, bu dönemde sürekli olarak bal mumu ile beslenmektedir (Doğaroğlu, 2009; Kayral, 2010). Diğer bir önemli zararlı olan karıncalar, zayıf kovanlara teşkilatlı bir şekilde saldırır ve oradan bal yerler, nadiren de yavrulara saldırırlar. Aşırı istila durumunda arılar kovani terk ederler. Örümcekler temiz olmayan kovanlarda ve kovan yakınlarında ağ öreerek yakaladıkları sağlıklı erginlerle beslenirler. Trake akarları (akariyoz) arılarda bulunan tek iç parazitlerdir. *Acarpis* denilen bu parazitin halen resmi olarak Türkiye'de varlığı bildirilmemiştir. Arı kuşu, kırlangıç ve saksagan gibi türler arıları yakalayarak yerler. Bunlardan en tehlikelisi *Merops* cinsine ait türlerdir (Kayral, 2010; Uygur ve Girişkin, 2008). Önemli bir diğer zararlı da kurak dönemlerde kovanın tüm bireylerine saldıran ve kovanın sönmesine dahi neden olan *Vespa* cinsine ait türlerin olduğu yaban arılarıdır (Kayral, 2010; Sammataro ve Avitabile, 1998; Uygur ve Girişkin, 2008). Arılara zarar veren memeli hayvanlar da vardır, bunların içinde en önemli olanları; porsuk, fare, kirpi ve ayıdır. *Acherontia astropos* olarak bilinen kuru kafa kelebeği geceleri çıkardığı kanat sesi ile arıları korkutarak büyük miktarda bal emer ve zarar verir. Arı bitlerinden biri olan *Braula coeca* ise *Varroa* gibi kan emici değildir, ama arıların besinlerine ortak olur. Bazen arıların sırtına birkaç tane yerleşir ve uzun zaman kalırsa son derece rahatsız eder. Bu yüzden ana arının yumurtlaması üzerine kötü etki yapar (Kayral, 2010; Uygur ve Girişkin, 2008).

1.3.3.1.2. Bal Arısı Hastalıkları

Arı hastalıkları ülkemiz arıcılığında önemli kayıplara yol açmakta olup, bilinçli bir mücadele şekli bulunduğunu söylemek oldukça zordur (Aydın vd., 2003). Dünyadaki kıtalar ve ülkelerarası arı, arı ürünleri ve arıcılık malzemeleri ticareti arı hastalıklarının kısa sürede tüm ülkelere yayılmasına neden olmuştur. Benzer şekilde, gezginci arıcılık da hastalık ve zararlıların ülke içindeki hızlı yayılışında önemli bir etkidir (Kayral, 2010). Arı hastalıkları; konağa göre ve hastalığı oluşturan etmene göre sınıflandırılabilir. Hastalıklar, konağa göre ergin ve yavru arı hastalıkları olarak iki gruba ayrılır. Yavru arı hastalıkları Amerikan yavru çürüklüğü, Avrupa yavru çürüklüğü, kireç hastalığı, torba hastalığı ve taş hastalığı olarak sıralanabilir. Ergin arı hastalıkları, dizanteri, nosema ve paraliz olarak sıralanabilir. Hastalıklar; hastalığı oluşturan etmene göre ise bakteriyel, fungal, viral ve protistal olarak sıralanabilir (Kayral, 2010; Uygur ve Girişkin, 2008).

Bu hastalıklardan en önemlileri şunlardır. Amerikan Yavru Çürüklüğü, *Bacillus larvae* denilen bir bakteri tarafından oluşturulmaktadır. Gram (+), flagellalı bir bakteridir ve hem larva hem de pupa döneminde yıkım yapmak suretiyle korkunç bir salgın niteliğini taşımakta ve çok kere yavru vebası adını da almaktadır. Makroskobik belirtisi kötü koku yapışkan sıvı ve yavru gözlerinde ölü çürümüş yavrulardır, tam teşhisi laboratuvar ortamında incelenmesi ile mümkündür. Avrupa yavru çürüklüğü etmeni *Melissococcus pluton* adlı bakteridir. Bu hastalık oluştuğunda ortamda *Bacterium*, *Eurydice*, *Bacillus alvei* ve *Bacillus laterosropus* bakterileri de bulunabilir. Hastalık sadece larvalarda görülür (Doğaroğlu, 2009; Kayral, 2010; Sammataro ve Avitabile, 1998; Uygur ve Girişkin, 2008; Tuncer ve Yeşilbağ, 2009). Bir diğer bakterial hastalık septisemi hastalığıdır ve etmeni *Pseudomonas apiseptica*'dır. Hastalık kan zehirlenmesi olarak bilinir. Kireç Hastalığı, rutubetli bölgelerde mühürlenmiş yavru gözlerinin *Ascospaera apis* olarak bilinen fırsatçı bir mantar tarafından sarılması ve küflenmesi şeklinde kendini gösteren bir hastalıktır (Kayral, 2010; Uygur ve Girişkin, 2008). Bir diğer mantar hastalığı olan taş hastalığı, kendini yavrularda gösterir ve yavru gözleri yeşil renkte görülen *Aspergillus flavus* adlı mantar tarafından sarılır. Hastalığa yakalanmış kovanların balları yenirse insana da geçer ve tehlikeli olur. Torba hastalığı görünüş bakımından Avrupa yavru çürüklüğüne biraz benzer. Buna torba hastalığı denmesinin nedeni, çürümenin ileri safhalarında kurtçuğun içi boş bir torba şeklini almasıdır (Kayral, 2010; Uygur ve Girişkin, 2008). Larvalarda görülen viral hastalık, *Maratora itatulas* olarak bilinen tulumsu yavru çürüklüğüdür ve henüz

ülkemizde görülmemiştir (Doğaroğlu, 2009; Kayral, 2010; Uygur ve Girişkin, 2008). Ergin arılarda görülen hastalıklar şunlardır; Viral hastalıklar olarak paraliz arı felci hastalıkları bilinmektedir. Kronik arı felci (KAFV), ve akut arı felci (AAFV) arılarda hareketsizlik yuvarlanma gibi belirtilerle görülür ve hasta arıların kovana dışına atılması sonucu ölümle sonuçlanır. Yine erginlerde kanat yapı bozukluğuna neden olan deforme kanat virüsü (DKV) dır. Erginlerde görülen diğer bir hastalık olan dizanteri çoğunlukla kış mevsiminde görülür ve bahara çıkıncaya kadar devam eder. Hasta arılar koyu sarı, sulu ve yapışkan bir pislik çıkartır ve öteye beriye bulaşan bu pislik fena bir koku yapar (Forsgren, 2009; Kayral, 2010; Sammataro ve Avitabile, 1998; Shah vd., 2009; Tuncer ve Yeşilbağ, 2009).

En önemli ergin hastalıklarından biri de bir protista olan mikrospor patojeninin neden olduğu nosema hastalığıdır (Fries, 2010). Birçok bilim adamı tarafından korkunç ve tehlikeli bir arı hastalığı olarak tabir edilen bu nosema hastalığına nosemosis veya noseματοςis de denmektedir (Cox ve Pye, 1975; Doğaroğlu, 2009; Genersch, 2010; Hornitzky, 2010; Kayral, 2010; Sammataro ve Avitabile, 1998; Uygur ve Girişkin, 2008).

1.3.3.1.2.1. Nosemosis Hastalığı

Bal arılarında ölümcül sonuçlara neden olan hastalıklardan en tehlikelilerinden biri arı kolonilerinde yüksek oranda ölümlere neden olan nosema hastalığıdır ve oldukça tehlikeli bir arı hastalığı olarak tanımlanmaktadır. Halk arasında nosema hastalığı, sürünme hastalığı veya isal hastalığı olarak tabir edilir. Bu tehlikeli ve bulaşıcı hastalığa nosemosis veya noseματοςis denilmektedir (Cox ve Pye, 1975; Hornitzky, 2010; Kurt, 2007; OIE, 2008; Sammataro ve Avitabile, 1998). Birçok araştırmada nosema hastalığının koloni çökme bozukluğu (KÇB)'nun önemli nedenlerinden biri olabileceği rapor edilmiştir (Muz, 2008; Paxton, 2010; Uygur ve Girişkin, 2008). Orta Afrika dışında dünyanın hemen her yerine yayılmış durumdadır. Türkiye'de nosema enfeksiyonu hakkında ilk bilgiler 1950'li yıllarda verilmiş fakat ilk olarak 1986 yılında Türkiye Kalkınma Vakfı Arı Hastalıkları Laboratuvarında teşhis edilmiştir. Ülkemizde nosemosis hastalığı ve bu hastalığın etkenleri hakkında sınırlı sayıda çalışma mevcuttur (Başar, 1990; Doğaroğlu, 2009; Kandemir, 2007; Kayral, 2010; Kurt, 2007; Kutlu, 1988; Sammataro ve Avitabile, 1998; Uygur ve Girişkin, 2008; Ütük vd., 2010; Whitaker vd., 2010).

1.3.3.1.2.1.1. Nosemosis'in Hastalık Etkenleri

Nosemosis hastalığının etkeni güncel olarak patojen kabul edilen ve *Nosema* cinsi içinde yer alan iki türdür. Bunlardan *Apis mellifera*'da hastalık oluşturan türü *Nosema apis* (Paxton, 2010), *Apis cerana*'da hastalık oluşturan türü ise *Nosema ceranae*'dir (Fries vd., 1996). Bu iki nosema hastalığının uzun yıllar ani koloni ölümlerine neden olan patojenler olduğu bilinmektedir (Uygur ve Girişkin, 2008). Her iki hastalık etkenide enfeksiyonunu ergin arıların bağırsaklarında göstermekte, arı ömrünü azaltmakta ve arıların bal üretim kapasitelerini düşürmektedir. *N. apis*'in erginlerin yavru bakımı için üretilen salgıladıkları besinleri azaltarak doğrudan larva bakımını etkilediği bilinmektedir (Malone ve Gatehouse, 1998).

Yapılan çalışmalar *N. ceranae*'nin *N. apis*'ten farklı olarak en tipik özelliğinin ağır hastalık belirtileriyle birlikte yüksek oranda koloni kaybına neden olması ve kolonide kalan bireylerin sağlık yönünden çok zayıf düşmesi olduğunu göstermektedir (Paxton, 2010). Buna ilave olarak Martin-Hernandez vd. (2009) *N. ceranae*'nin enfekte ettiği arı bireylerinde uygun çevre şartlarında *N. apis*'ten çok daha baskın ve hızlı bir şekilde çoğalıp yayılabildiğini göstermiştir. Ayrıca *N. ceranae*'nin bireysel olarak arılarda beslenme stresi yaptığı ve kovandan polen toplamaya çıkan işçi arılarda daha fazla ölümlere neden olduğu tespit edilmiştir (Mayack ve Naug, 2009; Naug ve Gibbs, 2009; OIE, 2008). *N. ceranae*'nin daha öldürücü bir etken olduğunu gösteren çalışmaların yanı sıra, dağılımı ve çevre koşullarına olan dayanıklılığı ile ilgili çalışmalarda onun *N. apis*'ten ne kadar farklı olduğunu göstermektedir (Fries, 2010). *N. ceranae* değişen iklim şartlarına *N. apis*'ten daha toleranslıdır (Martin-Hernandez vd., 2009). *N. ceranae* daha sıcak bölgelerde enfeksiyon yaparken, *N. apis* daha soğuk bölgelerde enfeksiyon yapmaktadır. Ayrıca sıcaklık değişimlerinin de *N. ceranae*'nin dağılımını etkilediği bilinmektedir (Fries, 2010).

1.3.3.1.2.1.2. Nosemosis'in Tarihsel Gelişimi

N. apis ilk keşfedildiği 1909 (Zander, 1909) yılından 2000'li yıllara kadar yaklaşık yüzyıldır *A. mellifera*'da görülen tüm nosemosis hastalıklarının tek etkeni olarak kabul edilmekte idi (Paxton, 2010). *Nosema ceranae*'nin Asya bal arısı *A. cerana*'da enfeksiyon yaptığı ilk kez Çin'de tespit edilmiştir (Fries vd., 1996). Daha sonra çapraz enfeksiyon

denemeleri yapılmıştır. *N. ceranae*'nin *A. mellifera*'da daha patojenik olduğu üzerine çalışmalar rapor edilmiştir (Fries vd., 1996). Fries ve Feng (1995) ise deneysel olarak *N. ceranae*'nin Avrupa bal arısı *A. mellifera*'yı enfekte ettiğini kanıtlamıştır. Bunu takiben Huang vd. (2007) 2005 yılında *N. ceranae*'nin ilk kez doğal ortamda Avrupa bal arısı *A. mellifera*'da hastalık oluşturduğu gösterilmiştir. 2005 yılında ise Higes vd. (2006) *N. ceranae*'nin Avrupada *A. mellifera*'nın doğal kolonilerinde hastalık yaptığını göstermiştir. Bu sonuçlardan sonra, bilim adamları daha önceleri *A. mellifera*'daki noseosis hastalıklarının etkeni olarak *N. apis* olarak bilinen birçok kayıttın aslında *N. ceranae* olabileceğini ve geçmişte yanlış ya da eksik teşhisler yapıldığını önermişlerdir. (Chen vd., 2008; Invernizzi vd., 2009; Klee vd., 2007; Paxton vd., 2007). Bu andan itibaren birçok ülkede bal arısı *A. mellifera*'daki noseosis hastalıklarının etkeni olarak *N. apis*'in tespit edildiği ve stoklandığı örnekleri yeniden incelemeye başlanmıştır. Bunun sonucunda birçok örnekte geçmişte *N. apis* olarak bilinen etkenin aslında *N. ceranae* olduğu kanıtlanmıştır (Invernizzi vd., 2009; Klee vd., 2007; Paxton vd., 2007). Bunun sonucu olarak dünya bal üretiminde önemli paylara sahip birçok ülkede, kendi arı kolonilerinde hangi etkenin hastalık oluşturduğu belirlemek üzere çalışmalar yapılmış ve çoğu zaman geçmişte *N. apis* olarak kaydedilen ve o ana kadar hala *N. apis* kabul edilen etkenin aslında *N. ceranae* olduğu ortaya konulmuştur (Huang vd., 2007; Invernizzi vd., 2009; Klee vd., 2007; Paxton vd., 2007; Williams vd., 2008a). *N. ceranae* enfeksiyonunun zaman ile *N. apis* enfeksiyonunun yerini alacağı üzerine düşünceler fazladır (Klee vd., 2007; Martin-Hernandez vd., 2009; Paxton vd., 2007; Tapaszti vd., 2009). Bunun yanında *N. apis* enfeksiyonunun yerini bu kadar çabuk değiştirmeyeceği üzerine de tartışmalar mevcuttur (Gisder vd., 2010; Higes vd., 2010a). Chen vd. (2009b) Avrupa bal arısında hastalık yapan *N. apis*'in Asya bal arısı *A. cerana*'da hastalık oluşturduğunu rapor etmiştir. Aynı şekilde Chen vd. (2009b) Asya bal arısı *A. cerana*'da Avrupa hastalığı olan *N. apis*'in en az 1992 den beri varlık gösterdiğini rapor etmiştir.

1.3.3.1.2.1.3. Nosemosis'in Türkiye'deki Varlığı

Dünyada bal üreten ülkelerdeki arılarda nosemosis hastalığı ile ilgili çalışmalar bu kadar yoğun ve detaylı bir şekilde devam ederken, ülkemizde arı kolonilerindeki nosemosis hastalığı ile ilgili çalışmalar oldukça sınırlı kalmıştır. Bu zamana kadar yapılan çok sınırlı sayıdaki çalışmalarda bu hastalık etkeni çoğunlukla basit ışık mikroskobu ile sadece oluşturduğu spora bakılarak tespit edilmiş ve çoğu zaman varlığı çalışılmıştır (Aydın vd., 2003, 2005; Başar, 1990; Çağlar ve Öner, 2001; Çakmak vd., 2003; Kutlu, 1988; Kutlu ve Ekmen, 2003; Özkırım ve Keskin, 2001; Sıralı ve Çakmak, 2003; Sıralı ve Doğaroğlu, 2005; Şimşek, 2005; Şimşek vd., 2001; Topçu ve Arslan, 2004). Bu çalışmaların çoğunluğunda ya hastalık etkeni üzerine vurgu yapılmamış, sadece hastalık ismiyle nosemosis olarak nitelenmiş ya da sadece etken bir kaç çalışmada *N. apis* olarak kabul edilmiştir. Ülkemizin farklı bölgelerindeki arı kolonilerinde ortaya çıkan nosemosis hastalığının etkeninin *N. apis* mi, yoksa *N. ceranae* mı olduğu üzerine çok az çalışma vardır (Muz vd., 2010; Ütük vd., 2010; Whitaker vd., 2010). Ülkemizde yapılan çalışmalarda iklimsel etkenler araştırılmamış sıcaklık, nem ve rakım gibi coğrafik etkenlerin dağılımdaki varlığı karşılaştırılmamıştır. Ayrıca ülkemiz için bölgesel çapta geniş bir dağılım üzerine çalışmalar oldukça sınırlı sayıdadır (Başar, 1990; Kutlu, 1988).

Tez çalışmasında çalışma alanı olarak seçilen Doğu Karadeniz Bölgesi, ülkemizin en çok bal üretimi yapılan iki bölgesinden biri olup, bu bölgede yer alan Ordu ili, yıllara göre ülkemizin en çok bal üretilen ikinci ili konumundadır (Aydın vd., 2005). Ayrıca nosemosis hastalığının Asya ve Avrupa'da konak geçişi yaptığı bilinmektedir (Chen vd., 2009b). Türkiye ve Doğu Karadeniz Bölgesi coğrafik konumu ile Asya ve Avrupa arasında köprü görevi gören önemli bir ticaret bölgesidir. Bal üretiminde ve arıcılıkta böylesine önemli bir bölgede, bal üretimini doğrudan etkileyen nosemosis hastalığının bu bölgedeki illere göre varlığı, mevsimsel, iklimsel ve coğrafik dağılımı ve özellikle bu illerde hangi hastalık etkeninin *N. apis* ya da *N. ceranae* olduğu ile ilgili detaylı bir çalışma mevcut değildir.

1.3.3.1.2.1.4. Nosemosis'in Bulaşma Yolu

Hastalıklı arılardan kaynaklanan kovan önündeki dışkılar ve yine hastalıklı arıların kovan yakınında ölmesinin, nosemosis hastalığının yayılmasında etken rol oynadığı bilinmektedir. Yapılan birçok çalışmada sağlıklı işçi arıların, kovan önünde bulunan uçma tahtasındaki dışkıların temizlenmesinde çalışırken nosema sporları ile birebir temas ettiklerini rapor edilmiştir. Ayrıca polen taşıyan arıların, kovan önündeki dışkı ve hasta arılarla teması sonrasında nosema sporlarının kovadaki diğer bireylere de taşındığı üzerine birçok rapor vardır. (Brenna vd., 2012; Chen ve Huang, 2010; Forsgren, 2009; Fries, 2010; Higes vd., 2008a). Fries (1993) *N. apis* enfeksiyonunun yayılımında beslenme ve dışkılamamanın etkili rol oynadığını rapor etmiş ve yine Fries (2010) *N. ceranae* nin kovanlar içerisindeki yayılımında etkenin ne olduğunun bilinmediğini rapor etmiştir. Fenoy vd. (2009) arıcılıkta kullanılan petek mumlarının eritilip yeni sezonda tekrar kullanıldıklarını belirtmiştir, patojen sporlarının bu mumlar içerisinde canlı kaldığını ve yeni bal sezonunda temiz kovanlara bulaştığını rapor etmiştir.

1.4. Mikrospor

Mikrosporidia patojeninin ilk karakterizasyon çalışmaları sonucunda, bu patojen ilk başlarda protozoa olarak kabul edilmiş, ilerleyen çalışmalar sonrasında protista alemine dahil edilen Mikrosporidia'lar birçok hayvan grubunda tespit edilmiştir (Andreadis, 2007; Higes vd., 2010b; Sokolova vd., 2010; Togebaye ve Marchand, 1988). Zorunlu hücre içi patojenlerdir ve konak dışında spor halinde bulunurlar (Didier, 2005; Simakova vd., 2008; Weiser vd., 1995).

Mikrosporadialar böceklerde patojenik etki oluşturan en önemli grubu oluştururlar. Zararlı böceklerde hastalık oluşturan Mikrosporidialar bu kapasitelerinden dolayı böceklerin mikrobiyal kontrolünde en çok ümit vadeden patojenlerdir. Aynı şekilde faydalı böceklerde Mikrosporidiaların varlığı istenmeyen bir durum olarak ortaya çıkmaktadır (Didier, 2005; Lipa, 1968; Takov vd., 2010; Yaman, 2008; Yaman vd., 2008, 2009a)

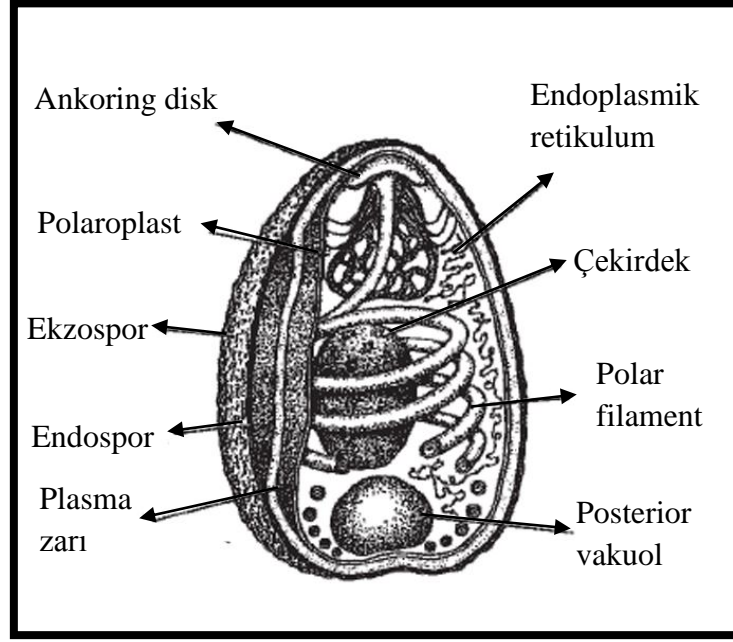
1.4.1. Mikrospor Patojeninin Biyolojisi, Fizyolojisi ve Sitolojisi

Mikrosporidia enfeksiyonunun karakteristik safhası spor safhasıdır. Spor safhası konak dışında veya içerisinde patojenin dış etmenlere direnç gösterdiği ve başka konakları enfekte etmesini sağladığı safhadır (Goertz vd., 2007; Yaman, 2008; Yaman vd., 2008, 2009a). Mikrospoidialar çoğunlukla iki tip spora sahiptirler. Biri hacimce büyük olan (External spor) çevresel spor, daha çok başka bir konağın enfeksiyonu için gereklidir. Diğeri hacimce daha küçük olup (İnternal spor) konak içindeki diğer dokuları enfeksiyonunda işlev görür. Mikrosporidia sporları çevre şartlarına dayanıklı bir spor duvarına sahiptirler. Spor duvarı protein yapılı ekzospor ve kitin yapılı endospordan oluşur, bunların önünde bir plazmalemma (plazma zarı) takip edip sitoplazma ile dış ortam arasında iyon ve diğer küçük yapılı moleküllerin geçişini sağlar. Spor yapısının anterior kısmında spor duvarı incelenerek anchoring disk yapısını oluşturur (Şekil 1.5) (Erickson ve Blanquet, 1969; Vávra, 1976).

Spor içerisinde polar filament, polaroplast, çekirdek ve posterior vakuol gibi yapıları bulundurur. Polaroplast spor içinde çekirdeğin üst kısmında kalan bölümü tamamen dolduran yapıdır ve sahip olduğu lamelli yapının dizilişine göre çoğu zaman iki farklı kısımdan oluşur. Anterior bölgede keseler yakın ve düzenli bir şekilde dizilmiş lameller halinde sıkışmıştır. Posteriorde ise daha az düzleşmişlerdir ve daha düzensiz yapıdadırlar. Bu iki bölgeye genellikle lamelli polaroplast ve süngersi veya vesiküler polaroplast isimleri verilir (Şekil 1.5) (Erickson ve Blanquet, 1969; Vávra, 1976; Weiser, 1977).

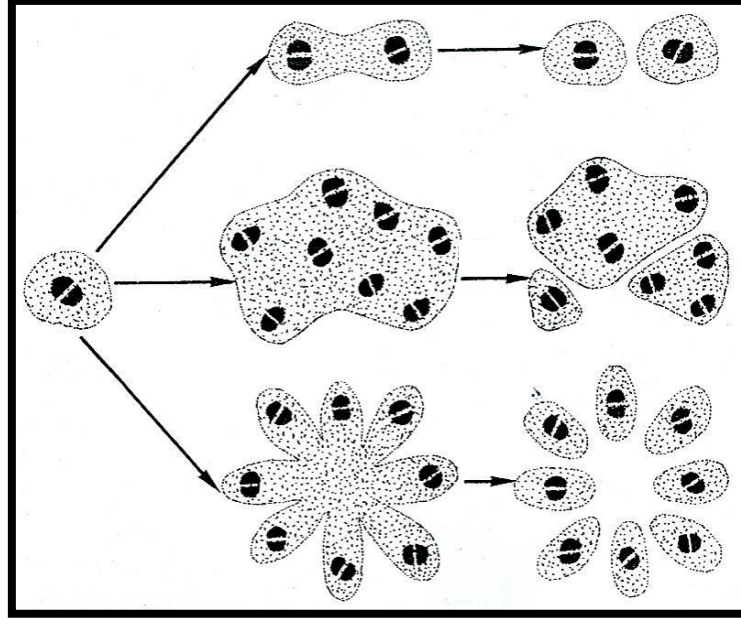
Spor içerisinde Mikrospoidialara özgü olan en karakteristik yapı polar filament yapısıdır. Polar filament sporun posterior kısmında birden fazla kıvrımlar yaparak sporun anterior bölümünde polaroplastı enine geçerek anchoring diske bağlanan hortum benzeri bir yapıdır. Polar filament baştan uca kadar aynı kalınlıkta ise izofilar ve bir noktada aniden daralarak proksimal kısımda geniş ve distal kısımda dar ise anizofilar adını alır. Polar filamentin kıvrım sayısı, kıvrım çapı ve anizofilar veya izofilar olması Mikrospoidiaların taksonomisinde kullanılmaktadır (Şekil 1.5) (Borges vd., 1974; Weiser, 1977). Sahip olduğu genetik materyali posterior bölgede tek veya çift çekirdekler içinde taşır. Çift çekirdekte çekirdekler birbirine temas halindedir. Çekirdek ökaryotik tipte, çift katlı zara sahip, küresel veya oval nadiren de at nalı şeklindedir (Şekil 1.5) (Larsson, 1986). Polaroplast serbest ribozomlara ve karakteristik bir şekilde konumlanmış endoplazmik retikuluma sahiptir. Mikrosporidian patojenleri sadece hücre içi parazitler

olduğundan tüm gelişimsel evreler mitokondriden yoksundur (Larsson, 1986; Vernick vd., 1977). Çoğu Mikrosporidian sporunun posterior kutbuna yakın bir konumda, zarla çevrili, posterior vakuol olarak adlandırılan yapı bulunur ve polar filamentin bu yapı tarafından meydana getirildiği bilinmektedir (Şekil 1.5) (Vernick vd., 1977).



Şekil 1.5. Mikrosporidia spor safhası diyagramı (Andreadis, 2007)

Mikrosporidia patojenlerinin gelişimi iki aşamadan oluşur. Bu aşamalar vejetatif çoğalmanın olduğu merogoni ve spor oluşumunun gerçekleştiği sporogoni safhalarıdır. Merogoni kısa süreli bir safhadır ve konak içerisinde enfeksiyonun yayılmasını sağlayan çoğalma safhasıdır. Merogoni safhasında sırası ile meront, sporont ve sporoblast aşamaları gözlemlenir. Sporogoni ise genellikle konağın ölümü veya merogoni safhası için uygun ortamın tükenmesi ile spor oluşumu ile sonuçlanan safhadır. Merogoni ve sporogoni şizogonial çoğalma olarak tanımlanmış olmasına rağmen, Mikrospora'da merogoni ve sporogoni ikili fizyon (her iki çekirdek oluşumunda stoplasma bölünmesi), plasmotomi (çok çekirdekli bir hücrenin arka arkaya bölünmesi) veya şizogoni (çoklu tomurcuklanma) şeklinde meydana gelebilir (Şekil 1.6) (Levine, 1971). Her iki gelişim safhası bazen konağın aynı dokusunda bazen farklı dokularında meydana gelir.



Şekil 1.6. Mikrospor bölünme şekilleri A-İkili fizyon, B-Plasmatomi, C-Schizogoni (Larsson, 1986)

Gelişim döngüleri; 1) tüm gelişim evrelerinin tek çekirdekli olduğu döngü (örn, *Unikaryon*, *Encephalitozoon* ve *Pleistophora*), 2) tüm gelişimsel evreler diplokaryonlar olarak çiftler halinde çekirdeklere sahip olduğu döngü (örn, *Nosema*, *Caudospora* ve *Octosporea*), 3) meront, sporont safhaları diplokaryotik sporoblast tek çekirdekli olduğu döngü (örn, *Thelohania*, *Systemostrema* ve *Trichoduboscqia*), 4) tüm evreler çiftler halinde, diplokaryotik çekirdeklere sahip seri veya merogonial evreler ve sporont diplokaryotiktir ve mayoz bölünmeden sonra monokaryotik sporoblastlar oluşturan seri olan ve iki farklı tip sporun üretildiği dimorfik gelişim olduğu döngü (örn, *Burenella*, *Amblyospora* ve *Culicosporella*) ve 5) iki konaklı yaşam döngüsü diplokaryotik evreler ve monokaryotik evreler birbirini izler (örn, *Amblyospora*) olmak üzere beş farklı şekildedir (Garcia, 2002; Larsson, 1986; Simakova vd., 2008; Wang ve Chen, 2007; Yaman ve Radek, 2005; Yaman vd., 2005).

1.4.2. Önemli Mikrosporidia Türleri

Mikrosporidia cinsi birçok canlı grubunda enfeksiyon yapmaktadır. Bunlar içerisinde birçok hayvan grubu ve insan da bulunmaktadır. En dikkat çeken örnekler böceklerde yaptığı enfeksiyonlardır (Didier, 2005; Lipa, 1968; Simakova vd., 2008; Streett vd., 1975; Weiser vd., 1995). Patojen genellikle konağın ölmesine neden olmakta bazen de hayatsal faaliyetlerini düşürerek konağın beslenme gibi kabiliyetlerini azaltmaktadır. Birçok mikrospor türü canlı içinde veya laboratuvar ortamında çoğaltılabilmekte ve biyoassay denemelerinde kullanılabilir (Andreadis, 1985; Didier, 2005; Higes vd., 2007). Bu özellikleri ile zararlı böceklerde potansiyel olarak kullanılabilir bir biyolojik kontrol ajanı olma kapasitesine sahiptirler. Zararlı böceklerle mücadelesinde kullanılmalarının yanında birçok faydalı böcekte de istenmeyen enfeksiyonlara neden olmaktadır. Bu durum istenmeyen bir durumdur ve faydalı böceklerle verdikleri zarar ile hem ekolojik hem de ekonomik açıdan büyük problemlere neden olmaktadır (Andreadis, 1985; Higes vd., 2007; Yaman vd., 2010).

Aşağıda faydalı ve zararlı böceklerde tespit edilen mikrosporidium patojeni örneklerinin birkaçı sunulmaktadır.

Faydalı böcekler içerisinde en dikkat çeken ürettiği ipek nedeniyle ticari öneme sahip olan ipek böceği *Bombyx mori* L.'dir. Bu faydalı böceğin en önemli hastalığı halka arasında karataban hastalığı olarak da bilinen *Nosema bombycis* türü Mikrosporidian patojenin sebep olduğu Pebrin hastalığıdır (Aydın vd., 2007). Mücadele çalışmalarında büyük emek harcanan pebrin hastalığı büyük ekonomik külfete neden olmaktadır. Bir diğer önemli hastalık, avcı böcek olan uğur böcekleri *Hippodamia convergens* üzerinde ölümlere neden olmaktadır. Yaprak bitleri ile beslenmeleri nedeniyle bahçelerde biyolojik mücadele ajanı olarak kullanılan uğur böcekleri, *H. convergens* de Güney Amerika'da sıklıkla bahçelerde biyolojik mücadele ajanı olarak kullanılan ve kışladıkları dağlardan her yıl özel olarak toplanıp ticari olarak satılmaktadır. Bu uğur böceklerinde, hastalık yapan ve türü belirlenememiş Mikrosporidian patojeni böceğin yaşamını tehlikeye atmaktadır (Joudrey ve Björnson, 2007). Son yıllarda ülkemizde yapılan çalışmada Orman ve Su İşleri bakanlığı tarafından üretimi yapılan *Rhizophagus grandis* avcı böceğinde de mikrosporidium patojeni tespit edilmiştir (Aydın, 2008; Yaman vd., 2010).

Mikrosporidium patojenleri faydalı böceklerde yaptığı enfeksiyonun yanında birçok zararlı böcekte de enfeksiyon yapmakta ve bu zararlıların biyolojik mücadelesinde

kullanılmaktadır. Birçok zararlıdaki enfeksiyonun biyolojik mücadele potansiyeli üzerine çalışmalar yapılmaktadır. Bunların içerisinde en göze çarpan ticari üretimi yapılan *Nosema lacustea* patojenidir (Henry, 1971). Çekirgelerle mücadelede kullanılan ve üretimi yapılan bu patojen birçok ülkede yaygın olarak kullanılmaktadır. Bunun yanı sıra patates bitkisinde büyük zarara neden olan patates böceği *Leptinotarsa deecemlineata* da enfeksiyon yapan mikrospor cinsi *Nosema leptinotarsa* (Lipa 1968), tanımlanmasından yaklaşık 40 yıl sonra, Türkiye’de ilk kez tespit edilmiştir (Yaman vd., 2011).

Arılarda hastalıkların varlığı ülke ekonomisine en fazla katkıyı sağlayan hayvancılık dallarından biri olan, ayrıca ekolojik olarak önemli bir rol üstlenen arıcılık üzerinde olumsuz etkilere sahiptir. Bu hastalıklardan biri olan nosema hastalığı ile nasıl mücadele edileceği, bu hastalığın yaygınlığı ve etkinliğinin bilinmesi arıcılık açısından büyük önem arz etmektedir.

1.5. Tezin Özgün Değeri

Ülkemizde arıcılık ve bal üretimi önemli bir sektör olup, beslenme, tarımsal ve iş imkânı açısından ülke ekonomisine önemli katkılar sağlamaktadır. Bal üretimini doğrudan etkileyen önemli faktörlerden biri bal arılarında görülen nosemosis hastalığıdır.

Son yıllarda bal arılarında nosemosis hastalığının etkenleri üzerine çalışmalar önem kazanmış ve birçok araştırmacı bu konu üzerine yoğunlaşmıştır. Nosemosis hastalığının *N. apis* ve *N. ceranae* olmak üzere iki farklı etkeni mevcuttur. *N. apis* 100 yıl önce bulunan ve ilk tanımlanan tür iken *N. ceranae* yeni kaydedilmiş bir türdür. Bunun yanı sıra dünyanın farklı yerinde *N. apis* olarak kaydedilen kayıtların yanlış olduğu, aslında *N. ceranae* olduğu üzerine çalışmalar mevcuttur. Ülkemizde nosemosis hastalığı ve bu hastalığın etkenleri üzerine oldukça sınırlı çalışmalar mevcuttur. Hastalıkla doğru ve başarılı bir şekilde mücadele etmek, arı kolonileri arasındaki yayılımını engellemek için, öncelikle nosemosis hastalığının varlığı, dağılımı, iklimsel, mevsimsel, dağılımı ve hastalık etkenlerinin doğru bir şekilde saptanması gerekmektedir.

Ülkemizde bu kapsamda oldukça sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır. Ayrıca *N. ceranae* ilk olarak Asya'da Asya bal arısında tanımlanmış sonra Avrupa'da gözlenmiştir. Aynı şekilde *N. apis*'in de Avrupa'dan Asya'ya geçtiği düşünülmektedir. Nosemosis hastalık etkenlerinin böylesi karşılıklı konak değişimi ve kıtalar arası geçişinin gelişen küreselleşme ve ticaret ile alakalı olduğu düşünülmektedir. Türkiye coğrafik konumu itibari ile Asya'yı Avrupa'ya bağlayan bir köprü vazifesi gören ve 7 farklı coğrafik bölgesinde değişik iklim koşullarına sahip bir ülkedir. Özellikle Doğu Karadeniz Bölgesi uzun yıllardır ticaret yolu olarak kullanılmaktadır. Dünyada en büyük 2. arı kolonisine sahip ülkemizde nosemosis hastalığının varlığı, dağılımı ve hastalık etkenleri ile ilgili geniş bir çalışmanın olmaması büyük bir eksikliktir. Bu tez çalışması sonucunda elde edilecek sonuçlar bu hastalık etkeninin Doğu Karadeniz Bölgesi'ndeki varlığı ve dağılımı ile ilgili ilk çalışmalardan biri olmuştur. Çalışma alanı olarak seçilen Doğu Karadeniz Bölgesi'ndeki arıcılık yapılan alanların yüksekliği ve farklı iklim koşulları da göz önüne alındığında, nosemosisin coğrafik ve iklimsel dağılımı ile ilgili yeni bilgiler sunulmuştur.

1.6. Tezin Amacı

Bu tez çalışmasında bal arılarında yüksek oranda koloni kayıplarına neden olarak doğrudan bal üretimini etkileyen nosemosis hastalığının Doğu Karadeniz Bölgesi'nde bulunan arı kolonilerindeki varlığının, dağılımının, mevsimsel değişiminin, iklimsel farklılıklarının belirlenmesi ve etkenleri olan *N. apis* ve *N. ceranae*'nin varlığının belirlenmesi amaçlanmaktadır. Ülkemizin en çok bal üretimi yapılan iki bölgesinden biri olan Doğu Karadeniz Bölgesi'ndeki arı kolonilerinde nosemosis varlığı, dağılımı ve hastalık etkenleri hakkında hiç bir çalışma yoktur. Bu tez çalışması sonucunda bu bölgede elde edilecek sonuçlar sayesinde bal üretiminde önemli bir azalmaya neden olan nosemosis hastalığının etkeni doğru ve kesin olarak ortaya çıkarılacak ve bölgedeki varlığı ve dağılımı aydınlatılacaktır. Bunun sonucunda da hastalık ile daha doğru mücadele etme imkânı doğacağından, koloni kayıplarının ve dolayısıyla da bal üretimindeki verim düşüklüğünün önüne geçilmesine katkı sağlanacaktır.

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

Tez çalışmasında gerek örneklerin toplanmasında, gerekse makroskobik, mikroskobik ve moleküler karakterizasyon çalışmalarında; literatürde en güncel olarak önerilen ve Dünya Hayvan Sağlığı Örgütü (OIE) tarafından kabul edilen şekilde, aşağıda detaylı olarak açıklanan yöntem ve prosedürler kullanıldı (Fries, 2010; Garcia, 2002; Higes vd., 2006; OIE, 2008).

2.1. Böceklerin Toplanması İçin Gerçekleştirilen Arazi Çalışmaları

Arazi çalışmaları, çalışma alanının belirlenmesi ve örneklerin alınması adlı iki başlık altında irdelenmiştir.

2.1.1. Çalışma Alanının Belirlenmesi

Araştırma kapsamında, ön çalışmalar Rize iline 3 aylık sürede yapılan 3 arazi çalışmasıyla 2009 yılında gerçekleştirildi. Sonrasında 2010 yılında 4 ilde 4 aylık sürede ve 2011 yılında 7 ilde ve 6 aylık sürede içerisinde gerçekleştirildi. 2009 yılında Rize (Merkez) ilinde belirlenen alanda Temmuz – Eylül ayları arasında bir alandan 3 arazi çalışması yapıldı. 2010 yılında Nisan - Ağustos ayları arasında Rize (Rize Merkez), Trabzon (Trabzon Merkez), Giresun (Espiyeye) ve Ordu (Perşembe) illeri olmak üzere 4 farklı ilde çalışıldı ve her ilden bir arazi alanı olmak üzere toplam 4 alanda arazi çalışmaları yapıldı. 2011 yılında ise tez çalışması kapsamında arazi çalışmaları; Nisan – Eylül ayları arasında Artvin, Rize, Trabzon, Giresun, Ordu, Gümüşhane ve Bayburt illeri olmak üzere 7 farklı ilde gerçekleştirildi. Artvin ilinde 2, Rize ilinde 4, Trabzon ilinde 5, Giresun ilinde 4, Ordu ilinde 3, Gümüşhane ilinde 1 ve Bayburt ilinde 1 alan olmak üzere toplam 20 alanda arazi çalışmaları gerçekleştirildi. 2011 yılı arazi çalışmalarında 9 alan 1000 m rakımın üstünde 11 alan da 1000 m rakımın altında olacak şekilde ayarlandı. Örneklerin temin edileceği alanlar 6 aylık süre içerisinde kolonilerinin yerini değiştirmeyecek olan arıcılardan rastgele seçildi. Toplamda 2009 yılında 3 arazi çalışması, 2010 yılında dört ilde beş aylık süre içerisinde toplam 13 arazi çalışması ve 2011 yılında

beş ilde 20 alanda 6 aylık süre içerisinde 104 arazi çalışması yapıldı. 2009 - 2011 yılları toplam yapılan arazi çalışması 120'dir.

Tez çalışması kapsamında arazi çalışmalarının düzenlendiği alanlar, yükseklik ve koordinatları ile beraber doğudan batıya sıralanmış olarak Tablo 2.1'de verilmiştir.

Tablo 2.1. Arazi çalışması alanları

Arazi yapılan alanlar		Enlem	Boylam	Yükseklik (m)
İl	Alan			
Artvin	Arhavi	41,3351	41,3028	76
	Hopa	41,4333	41,4702	185
Rize	Ayder	40,9514	41,1185	1385
	Pazar	41,1707	40,8800	199
	Rize Merkez	41,0279	40,4954	204
	Anzer	40,6262	40,5458	1991
	Uzungöl	40,6330	40,2851	1109
Trabzon	Of	40,8958	40,2709	201
	Trabzon Merkez	40,9796	39,7631	300
	Beşikdüzü	40,9710	39,2462	419
	Tonya	40,7991	39,2722	1257
Giresun	Alucra	40,3163	38,7684	1496
	Şebinkarahisar	40,3634	38,5824	1630
	Tirebolu	40,9982	38,8100	187
	Espiye	40,9553	38,9578	45
Ordu	Gürgentepe	40,7925	37,5199	1115
	Ulubey	40,8548	37,7831	497
	Perşembe	41,0857	37,6479	182
Gümüşhane	Gümüşhane Merkez	40,4865	39,5549	1744
Bayburt	Demirözü	40,2011	39,8585	1675

m: Metre

2.1.2. Örneklerin Alınması

Tez çalışmasında çalışılacak koloniler belirlendikten sonra, Nisan-Eylül ayları arasında her ilde belirlenen kolonilerden ayda bir kez olmak üzere yılda toplam altı kez örnek alındı ve laboratuvara getirilerek incelenmeye başlandı. Olası enfeksiyonların mevsimsel seyrini doğru bir şekilde takip edebilmek için her alandan 3-5 kovan tespit edildi. Örneklerin toplanması esnasında en az % 5 oranında gerçekleşen bir noseosis enfeksiyonunu % 95'lik bir doğrulukla tespit etmek için, kovan girişlerinden, en az 50 tane ölü ergin arı bireyi toplanmıştır (Fries, 1988).

Çalışmalar boyunca örnekler kontaminasyonu engellemek ve enfeksiyon dağılımını doğru bir şekilde tespit etmek için düzenli bir şekilde steril penslerle toplandı, tek kullanımlık steril kapalı ağızlı poşetlere konuldu ve laboratuvara getirildi.

Arazi çalışmalarında kovan yakınlarındaki sıcaklık ve nem verileri aylık olarak düzenli bir şekilde kayıt edildi.

Her alandan toplanan örneklerin, alındıkları alanların koordinatları, tarih ve ani ölümlerdeki artış gibi belirtiler ile toplama esnasında dikkat çeken önemli bulgu ve bilgiler düzenli olarak not alındı. Numuneler dikkatli ve hızlı bir biçimde laboratuvara getirildi ve hızlı biçimde çalışmalara başlandı.

2.2. Mikrospor Patojeninin Makroskopik Olarak Belirlenmesi

Sağlıklı bir böceğin biyoloji ve fizyolojisine uyan, hayat evresi, hayat evresinin süresi, vücut hacmi, davranış, görünüm gibi ölçütler makroskopik incelemede herhangi bir hastalığın varlığı veya hastalık tipinin belirlenmesinde büyük kolaylıklar sağlamaktadır.

Çoğu zaman nosemosis hastalığı herhangi bir belirgin dış belirti vermeden büyük ölümlere neden olsa bile, örneklerin toplanması esnasında bu hastalığın belirtilerinden kabul edilen, özellikle baharın ilk aylarında, kovan ve peteklerin önünde kahverengi dışkıların varlığı, kovan girişinde toplu hastalıklı ya da ölü erginlerin bulunması, kanatların ayrılması, karnın şişmesi, uçamama ve yerde sürünme gibi bulgulara dikkat edilerek bu bulguların sıklığı not edildi (Bailey, 1967; OIE, 2008; Uygur ve Girişkin, 2008). Makroskopik incelemeler sonucunda herhangi bir hastalık belirtisi gösteren böcekler derhal % 70'lik alkol içine konularak, alkol içerisinde laboratuvara getirildi.

2.3. Mikrospor Patojeninin Mikroskopik Olarak Belirlenmesi

Laboratuvara getirilen ergin arılardaki nosemosis etkeni hem ışık hem de geçirimli elektron mikroskobu (TEM) kullanılarak önce mikroskopik olarak tanımlandı. Mikroskopik çalışmalar ile önce ışık mikroskobu çalışmaları yapıldı ve sporların en-boy ölçümü ve hangi dokuları enfekte ettiği aydınlatıldı. Sonrasında geçirimli elektron mikroskobu (TEM) incelemeleri gerçekleştirildi ve cins seviyesinde enfeksiyonun etmeni

tespit edildi. Sonrasında da moleküler çalışmalar ile hastalık etkenlerinin kesin tür teşhisleri yapıldı

2.3.1. Işık Mikroskobu Çalışmaları

Arazi çalışmaları ile elde edilen ergin arılar çalışma süresince bekletilmeden, önceden hazırlanan Ringer's solüsyonu içerisinde diseksiyona tabi tutuldu. Diseksiyon sırasında patojenin hangi dokularda etkin olduğunun gözlemlenebilmesi için böcek dokularının dikkatli bir biçimde abdomen ve toraks bölgesinden steril bir forseple üçlü abdomen segmenti çıkartılarak, malpigi tüplerini, ince bağırsağı ve rektumu içeren karıncık bölgeleri ortaya çıkarıldı (OIE, 2008). Daha sonra lam üzerine 2-3 damla Ringer's solüsyonu eklenerek hazırlanan preparatlar ışık mikroskobu (Olympus CX41 ve CX31) altında 40x ile 1000x arasındaki büyütmelelerde incelendi. Sporları tespit edilen hastalık etkeninin orijinine bağlı olarak boy, en, spor şekli gibi morfolojik özellikleri DP-25 dijital kamera ve DP2-BSW resim sistemli aparatı mevcut olan Olympus BX51 mikroskobu aracılığıyla karakteristik ölçümleri yapıldı ve fotoğraflandı (Yaman vd., 2008, 2009b).

2.3.1.1. Giemsa Boyası ile Patojenlerin Tespiti

Özellikle böcek dokularında bulunan farklı maddelerin ışık mikroskobundaki morfolojisi, ön ve orta bağırsakta besin artıklarının morfolojik şekilleri ile bazen ölçüleri dahi birçok farklı patojenin spor yapılarına oldukça benzerlik gösterir. Bu tez çalışması sırasında tespit edilen patojen ve parazitleri besin artıkları ve organik olmayan kristallerden kesin olarak ayırmak için Giemsa boyama tekniği kullanıldı.

Boyama işlemi şu şekilde gerçekleştirildi; enfeksiyon tespit edilen preparat önce oda sıcaklığında açık havada kurutuldu. İstenmeyen kontaminasyonların oluşmaması için preparat % 100'lük metil alkolde 3 dakika fikse edildikten sonra tekrar oda sıcaklığında kurutuldu. Önceden saf su ile % 5'lik hazırlanan giemsa boyada ortalama 10 saat bekletildi, boyama sonrası steril su akıtılarak yıkandı ve kurumaya konuldu. Daha sonra immersiyeon yağı kullanılarak mikroskop altında 1000X büyütmede incelendi (Togebaye ve Marchand, 1988; Undeen ve Vavra, 1997; Yaman vd., 2009b).

2.3.2. Elektron Mikroskobu Çalışmaları

Elektron mikroskobu çalışmaları patojenlerin gerek dış yüzeyinin, gerekse içyapılarının incelenmesinde büyük önem arz etmekte olup, patojenlerin aydınlatılmasında değerli veriler sağlamaktadır. Bu nedenle bu tez kapsamında, izole edilen mikrospor patojenlerinin Geçirimli Elektron Mikroskobu (TEM) kullanılarak ayrıntılı yapısı çalışıldı. Elektron mikroskobu için hazırlanan kesitler Philips JM 208 marka elektron mikroskobunda Almanya’da incelendi ve fotoğrafları çekildi.

2.3.2.1. Resin’e Gömme İşlemi ve Elektron Mikroskobu Çalışması

Böcek doku parçalarının elektron mikroskobu çalışması için resine gömme işlemleri ve aşamaları aşağıda verilmiştir.

Fiksasyon;

Doku materyali pH’ı 7,2 olacak şekilde 0,1 M cacodylate buffer ile seyreltilen % 2,5’luk glutaraldehid içerisinde iki saat bekletildi.

0,1 M cacodylate buffer pH 7,2 içerisinde 10’ar dakika üç kez yıkandı.

Fiksasyon sonrası O_5O_4 ile 2 saat zayıflatıldı. Tekrar 0,1 M cacodylate buffer pH 7,2 içerisinde 10’ar dakika üç kez yıkandı.

Dehidrasyon;

Hazırlanan % 30, % 50 ve % 70’lik etanol ile sırası ile 15’er dakika muamele edildi.

Hazırlanan % 90, % 96 ve % 100’lük etanol ile üçer kez 10’ar dakika muamele edilerek dehidrasyon sağlandı.

Resin içine gömme;

1:1 oranında hazırlanan ERL: etanol karışımı ile 1 saat muamele edildi.

3:1 oranında hazırlanan ERL: etanol karışımı ile 4 saat muamele edilerek Epoxy resin numuneye emdirildi.

Saf ERL içerisinde bir gece boyu bekletildi. Taze saf ERL ile beem tüplerine aktarıldı ve ortalama 48 saat 70 °C’de etüv içerisinde sertleşmeye bırakıldı.

Resinlerden ultra mikrotom kullanılarak kesitler alındı bu kesitler uranil asetat ve kurşun sitrat ile boyandı (Radek ve Fabel, 2000; Yaman ve Radek, 2003; Yaman vd., 2009b, 2010).

2.4. Moleküler Çalışmalar

Nosemosis patojeninin iki hastalık etmeni olan *N. apis*'in ve *N. ceranae*'nin kesin teşhisi moleküler çalışmalar ile yapılmaktadır. Bunun için ışık ve elektron mikroskobu çalışmalarıyla karakterizasyonu yapılarak cins seviyesinde belirlenen patojenin moleküler analizleri yapılarak kesin tür teşhisi teyit edildi.

Bu işlem içinde, literatürde en güncel olarak önerilen ve Dünya Hayvan Sağlık Örgütü (OIE) tarafından kabul edilen yöntem (OIE, 2008) takip edildi. Moleküler çalışmalarda Polimeraz Zincir Reaksiyonu (PZR) metodu kullanılarak patojenlerinin kesin tür teşhisleri yapıldı. Literatürde nosemosis hastalığının moleküler teşhisi üzerine kabul görmüş yöntemler kullanıldı (Chen vd., 2009a,b; Higes vd., 2006; Müller vd., 1999; OIE, 2008).

PZR çalışmalarında her iki nosemosis hastalık etmenini ayırt edebilecek, hedef gen bölgesi olan 16S rDNA'yı çoğaltacak primerler Tablo 2.2'de verilmiştir.

Tablo 2.2. PZR çalışmalarında kullanılan primerler

Özgün etken	Primer	Sekans ^a	Ağırlık (bp) ^b	Kaynak
<i>N. ceranae</i>	218MITOC FOR 218MITOC REV	5'- <u>CGGCGACGATGTGATATGAAA-ATATTAA</u> -3' 5'- <u>CCCGGTCATTCTCAAACAAAA-AACCG</u> -3'	218–219 ^c	OIE, 2008
<i>N. apis</i>	321APIS FOR 321APIS REV	5'- <u>GGGGGCATGTCTTTGACGTA</u> CTATGTA-3' 5'- <u>GGGGGGCGTTTAAAATGTGAAACAACTATG</u> -3'	321	OIE, 2008
<i>N. apis</i>	NosA-F NosA-R	5'- <u>CCGACGATGTGATATGAGATG</u> -3' 5'- <u>CACTATTATCATCCTCAGATCATA</u> -3'	209	Webster vd., 2004
<i>N. apis</i>	NOSFOR NOS-REV	5'- <u>TGCCGACGATGTGATATGAG</u> -3' 5'- <u>CACAGCATCCATTGAAAACG</u> -3'	240	Higes vd., 2006

^a: Eklenen CG kuyruklarının altı çizilmiştir.

^b: PZR ürün büyüklüğü.

^c: Gen Banka'sında *N. ceranae*'nin kullanılması için, *N. ceranae*'nin sekansa bağlı çoğaltma boyutunda 1 bp'lik fark vardır (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov>).

2.4.1. PZR İçin rneklerin Hazırlanması

İncelenen örneklerden hastalık tespit edilen örneklerle ait doku sıvısı abdomen parçaları tek kullanımlık pipetler aracılığı ile toplandı ve her örnek için 1 ml steril su içerisinde endorf homojenizatörü ile birlikte ezilerek sporun dokudan ayrılması sağlandı. Steril suda ezilen örnekler ince bir kumaş ve pamuktan oluşan süzgeçten geçirilerek szld ve kalın doku parçaları spordan ayrıldı. 6 dakika 800 g'de santrifüj edildi ve süpernatant atılarak pellet steril su ile 1 ml ye tamamlandı. Saflaştırma işleminin sonunda sporlar hemositometre ile sayıldı ($2,5-5,8 \times 10^7/\text{ml}$). Saflaştırılan spor kullanılıncaya kadar -20°C de saklandı.

2.4.2. DNA İzolasyonu

Önceden saflaştırılmış Mikrosporidia sporlarından DNA izolasyonu ve Polimeraz Zincir Reaksiyonu (PZR) metodu kullanılarak rDNA çoğaltması gerçekleştirildi.

Spor germinasyonu % 0,3 hidrojen peroksit kullanılarak DNA elde edildi. Saflaştırılan spor örneklerinden 50 μl alınarak bir endorf tp içerisine aktarıldı, üzerine 50 μl % 0,3'lük H_2O_2 (Hidrojenperoksit) eklenip 15 dakika oda sıcaklığında bekletildi (Higes vd., 2006). 1 mm çapında 0,1 gramlık cam bilyeler endorf tüplerine eklendi ve karıştırıcıda 3000 rpm de 1 dakika bekletildi (Hylis vd., 2005). Ticari DNA izolasyon kiti (QIAGEN, No; 69504) kullanılarak üretici firmanın direktiflerine uygun şekilde DNA izole edildi (Higes vd., 2006; Martin-Hernandez vd., 2007; OIE, 2008).

2.4.3. Multipleks PZR

Dünya Hayvan Sağlığı rgt'nün (OIE, 2008) nerdiği bu teknikte, karışıklık olmadan spesifik primerler kullanılarak tek bir PZR ile hem *N. apis*'i hem de *N. ceranae*'yi ayırt etmek mümkündür. PZR reaksiyonları, Qiagen Multiplex PCR Kit, No: 206143 kullanılarak toplam hacim 50 μl olacak şekilde ayarlanarak gerçekleştirildi.

PZR uygulamasındaki döngüler, Dünya Hayvan Sağlığı rgtnn raporunda (OIE, 2008) belirtildiği gibi, şu şekilde gerçekleştirildi; 94°C 'de 15 sn, $61,8^\circ\text{C}$ 'de 30 sn, 72°C 'de 45 sn 10 döngü ve 94°C 'de 15 sn, $61,8^\circ\text{C}$ 'de 30 sn, 72°C 'de 50 sn 20 döngü

olacak şekilde, ilave olarak 5 sn uzama döngüsü ve son döngüyü takiben 72 °C’de 5 dk son bir uzama işlemi ile tamamlandı.

Elde edilen PZR ürünleri standart buffer içinde % 0,9’luk, etidyum bromür (EtBr) ilaveli agaroz jelde yürütülerek, UV transilliminatorde varlığı belirlendi. Bütün PZR reaksiyonlarında negatif kontrol kullanıldı. Elde edilen PZR ürününün büyüklüğü hesaplanırken, 100 baz çiftinden (bp) başlayıp 10 kilo baz çiftine (kb) varan 16 bantlı bir skala oluşturan DNA işaretleyici kullanıldı. (Chen vd., 2008; Higes vd., 2006, 2008; Klee vd., 2007; Martin-Hernández vd., 2007; OIE, 2008). Literatürdeki çalışmalara benzer olarak negatif kontrol kullanıldı (Chen vd., 2008; Higes vd., 2008a; Klee vd., 2007).

Multipleks PZR çalışmalarına ek olarak Tablo 2.2 de belirtilen primerler ayrı ayrı olarak PZR uygulamasına tabi tutuldu ve PZR ürünleri standart buffer içinde % 0,9’luk, etidyum bromür (EtBr) ilaveli agaroz jelde yürütülerek, UV transilliminatorde incelendi.

2.5. İstatistik Analizler

Sonuç olarak 2009 - 2011 yılları arasında toplam 120 kez arazi çalışması yapıldı. Arılarda nosema hastalığının yıllık varlığı, illere göre, arazilerin yükseklik farkına göre, sıcaklık değişimine göre, nem değişimine göre ve yıllık mevsimsel dağılımı verileri elde edildi ve gerekli istatistiksel analizlerle değerlendirildi. Çalışmalar sonucunda elde edilen veriler SPSS 11.0 programı kullanılarak Chi square (χ^2) analiziyle karşılaştırıldı (Aydın vd., 2005; Martin-Hernández vd., 2007).

3. BULGULAR

Arıcılık sektöründe istenmeyen bir durum olan ve bal arısı *Apis mellifera*'da ölümcül enfeksiyonlara neden olan noseosis hastalığının Doğu Karadeniz Bölgesi'ndeki varlığı, dağılımı, coğrafik ve iklimsel farklılıklara göre dağılımı ile hastalık etkenleri olan *N. apis* ve *N. cerenae*'nin varlığı araştırıldı. Tespit edilen mikrosporidium patojeni ilgili ayrıntılı bilgi aşağıda verilmektedir.

3.1. Noseosis Enfeksiyonunun Belirlenmesi

Bu doktora tezinde, 2009 yılında Rize ilinde yapılan çalışmalar ile noseosis enfeksiyonunun *A. mellifera*'daki varlığının ön tespiti yapılmıştır. 2010 yılında iller bazında dağılımı tespit edildi. 2011 yılında Doğu Karadeniz Bölgesi'ndeki çalışma bölgeleri coğrafik ve iklimsel farklılıklarına göre tesadüfî bölge belirlemeleri yapılarak, her ilde en az iki bölge olacak şekilde arazi çalışmaları yapıldı. Arazi çalışmaları ile elde edilen böcekler özellikle noseosis enfeksiyonunun nedeni olan mikrospor patojeni varlığı açısından araştırıldı.

3.1.1. Noseosis Enfeksiyonunun Makroskopik Görünümü

Çoğu zaman noseosis hastalığı herhangi bir dış belirti göstermeden büyük ölümlere neden olur. Bu hastalığın belirtileri olarak, özellikle baharın ilk aylarında, kovan ve peteklerin önünde kahverengi dışkıların varlığı, kovan girişinde hastalıklı ya da ölü erginlerin bulunması, kanatların ayrılması, karnın şişmesi, uçamama ve yerde sürünme gibi bulgular kabul edilmektedir (Bailey, 1967; Uygur ve Girişkin, 2008; OIE, 2008).

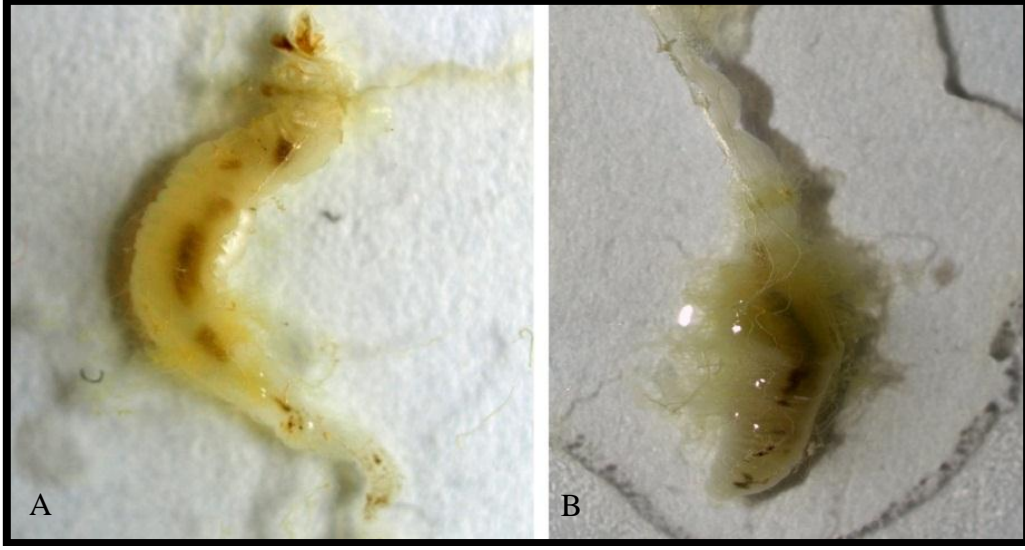
Arazi çalışmaları sırasında kovanların bazılarında kovan önlerindeki belirgin kahverengi dışkılar dikkat çekmiştir. Bu dışkılar çoğunlukla kovanın ağız bölgesinde ve kovanın uçuş tahtasında yoğunlaşmaktadır (Şekil 3.1 A). Bu dışkı örneklerinden alınan numuneler laboratuvar ortamında incelendi ve mikrospor patojenine ait sporlar ışık mikroskobu altında tespit edildi.

Aynı zamanda numuneler kovan önlerinden toplanırken bazı arıların uçamadığı gözlemlenmiştir. Kovan önlerinde uçamayan ve sürünerek hareket eden arıların kovan önlerinden fazla uzaklaşamayarak, kovanın yakınlarında öldükleri gözlemlendi. Yine kovan önlerinde bazı arılarda aşırı şişmiş karın varlığı dikkat çekmiştir. Sağlıklı arılara oranla belirgin olarak şişmiş ve gerilmiş abdomene sahip arılar tespit edildi (Şekil 3.1 B, C).



Şekil 3.1. Bal arılarında nosemosis hastalığının makroskobik belirtileri, A: Kovan önü dışkıları, B ve C: Şişmiş abdomene sahip sürünen arılar.

Diseksiyon sırasında sağlam olarak çıkarılan bağırsaklar makroskobik olarak incelendi. Sağlıklı bir konakta sarımtırak, yer yer beyaz ve açık kahve olan bağırsak lümeni ve epiteli, nosema sporunun neden olduğu nosemosis hastalığı ile hafif süt beyazı veya kirli beyaz renkte görülürken, sağlıklı bağırsağa göre daha şişmiş olduğu gözlemlendi (Şekil 3.2 A). Buna karşın nosemosis hastalığı olan arılarda, konak bağırsağının sağlıklı bir arının bağırsağına göre belirgin bir fark göstermemiş olduğu tespit edildi (Şekil 3.2 B).



Şekil 3.2. Nosemosis hastalığının konak bağırsağındaki makroskobik görünümü A: hastalıklı bağırsak, B: sağlıklı bağırsak.

3.1.2. Nosemosis Enfeksiyonunun Mikroskobik Görünümü

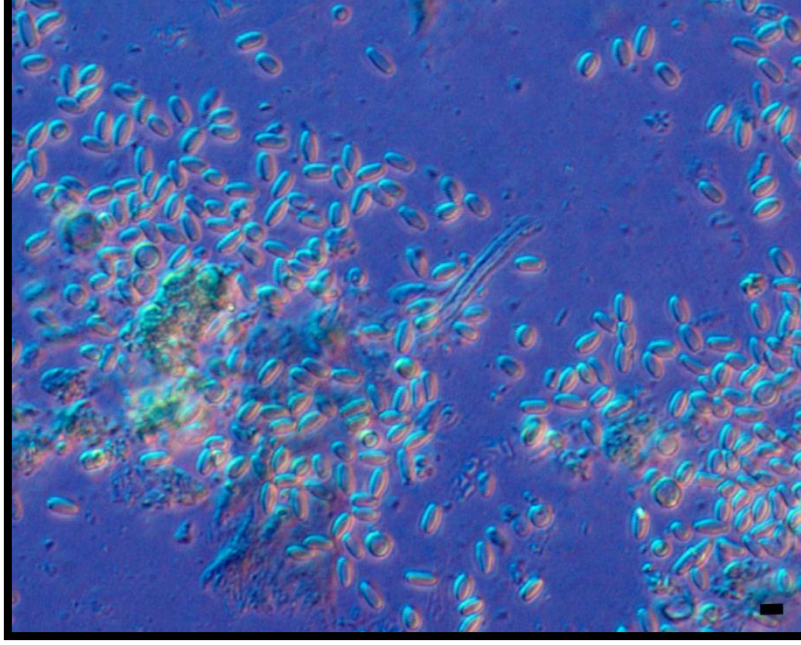
Bu tez çalışmasında, tespit edilen mikrospor patojeninin mikroskobik incelemeleri; taze preparatların ışık mikroskobu çalışmaları, Giemsa boyama teknikleri ve geçirimli elektron mikroskobu (TEM) incelemeleri şeklinde üç aşamada gerçekleştirilmiştir.

3.1.2.1. Nosemosis Enfeksiyonunun Işık Mikroskobu ile Belirlenmesi

Laboratuvara getirilen böceklerin ışık mikroskobu ile yapılan inceleme sonuçları aşağıda verilmiştir. Işık mikroskobu çalışmaları doğrudan diseksiyon yapılan taze dokuların incelenmesi ile enfeksiyonun bulunduğu dokulardaki morfolojik farklılıklar normal dokular ile karşılaştırılarak net bir şekilde ayırt edildi. Konakçının dokularında mikrospor patojeninin karakteristik hayat safhası olan spor yapıları tespit edildi. Gözlemlenen sporların Mikrosporidian patojenine ait spor evreleri olduğu spor yapılarının ışığı kendilerine has bir şekilde kırmaları, yaklaşık aynı şekil ve ebatlara sahip geniş oval yapıda olmaları sayesinde doğrulandı (Şekil 3.3).

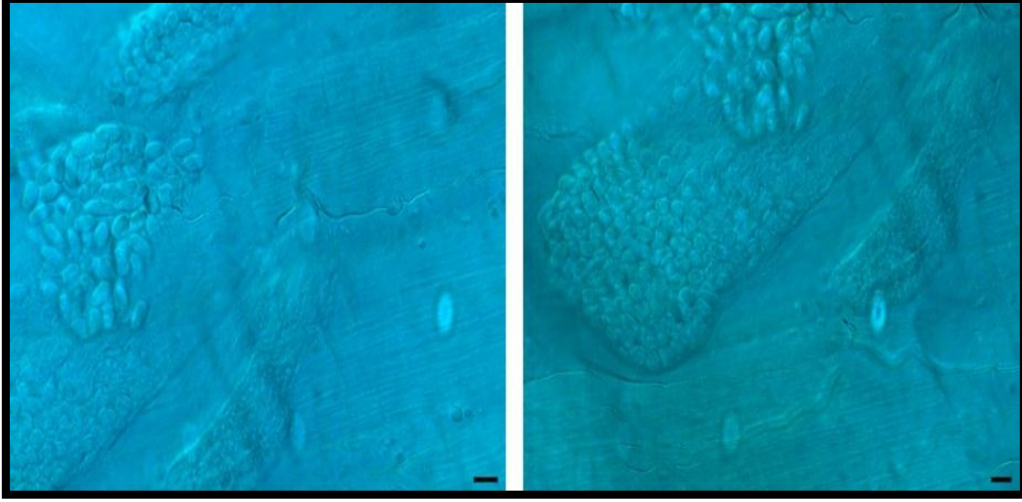
Nosemosis patojenine ait sporlar, morfolojik olarak ince oval şekilli küçük ve spor uçları keskin ve simetrisi az olarak tespit edildi. Taze preparatlarda ışık mikroskobu ile tespit edilen Nosemosis hastalığına ait mikrospor patojenin sporları $4,9 \pm 0,43$ (7,92 –

2,85) (n= 100) μm boyunda ve $2,83 \pm 0,29$ (4,56 – 1,47) (n=100) μm eninde ölçüldü. (Şekil 3.3).



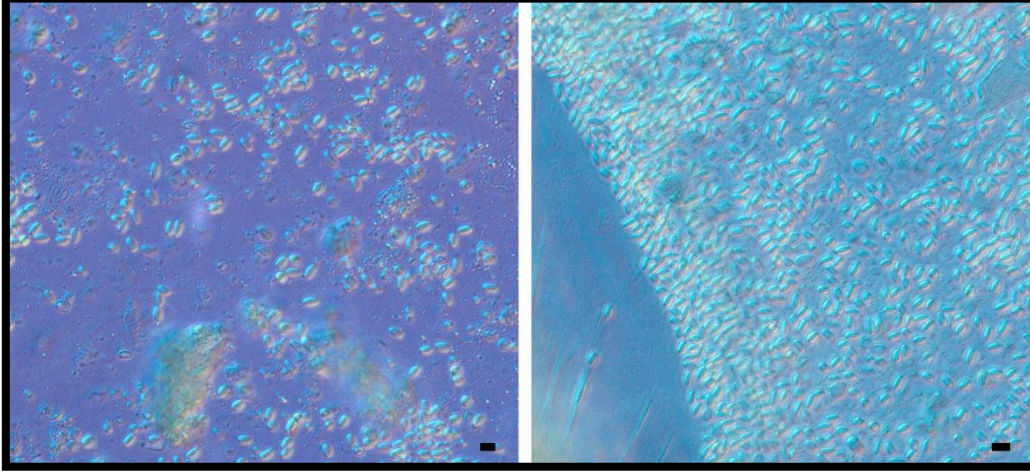
Şekil 3.3. Nosemosis enfeksiyonunun ışık mikroskopundaki görünümü (Bar: 5 μm)

Işık mikroskobu ile yapılan araştırmalarda, nosemosis enfeksiyonu konağın bağırsak dokusunda tespit edildi (Şekil 3.4). Enfeksiyon belli yoğunluğa ulaştığında bağırsak epitelini parçalayarak konağın hemosel kısmına bulaşmıştır. Enfeksiyon konağın tüm bağırsak yapısında görülmektedir, çoğunlukla konağın orta ve son bağırsak kısmında yoğunluk göstermektedir. Bağırsak epitelinde mikrosporidium sporları yer yer yoğunlaşmış olarak tüm bağırsak epiteline yayılmış olarak tespit edildi (Şekil 3.4).



Şekil 3.4. Nosemosis enfeksiyonunun konak bağırsağındaki görünümü (Bar: 5 μ m).

Işık mikroskobu çalışmalarında nosemosis enfeksiyonu konağın diğer bir dokusu olan hemolenfte gözlemlendi. Hemolenfteki enfeksiyon, bağımsız sporlar şeklinde gözlemlendi (Şekil 3.5).



Şekil 3.5. Nosemosis enfeksiyonunun konak vücut boşluğunda görünümü (Bar: 5 μ m).

3.1.2.1.1. Nosemosis Enfeksiyonunun Giemsa Boyama ile Belirlenmesi

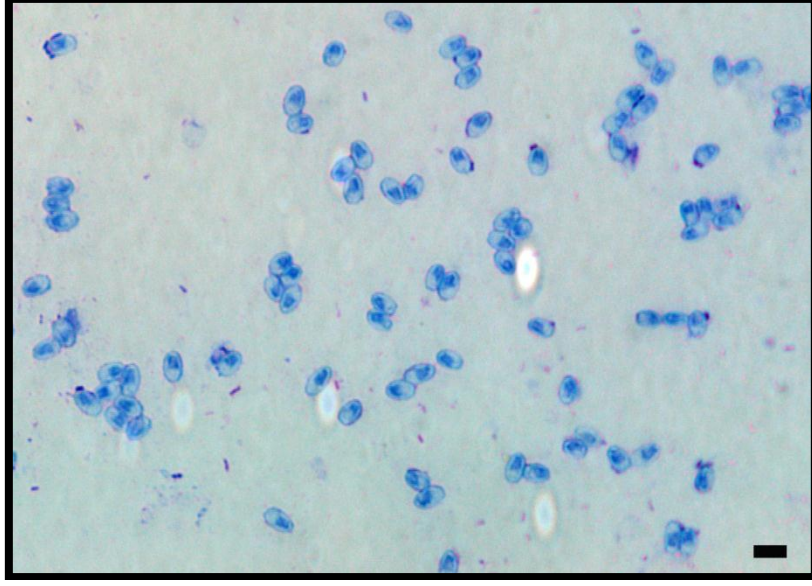
Böceklerde enfeksiyona neden olan entomopatojenler ışık mikroskobu altında morfolojik olarak birbirlerine benzemektedir. Özellikle birçok mantar türüne ait morfolojik yapılar ile mikrospor patojenine ait karakteristik spor safhasına benzerlik göstermektedir. Bu tür karışıklıkları engellemek, mikrospor patojenini ayırmak ve tespit etmek için, Giemsa boyama metotları kullanılmıştır. Giemsa boyası kullanılarak enfeksiyona yakalanmış böceklerde mikrospor patojeninin varlığı ayırt edilmiştir. Giemsa boyası nüklear ve sitoplazmik hücresel ayrıntıları boyayarak hücresel yapıları net olarak ayırabilen farklı bir boyadır.

Mikrosporidiumların spor safhası, kalın bir spor duvarına sahiptir. Giemsa boyama metodu uygulanan preparatlarda spor duvarı boyanmamakta ve saydam renkte görülmektedir. Spor duvarından geçen boya sitoplazma yapısını açık mavi renkte boyamaktadır.

Spor duvarı çok kalın olan numunelerde sitoplazma az boyanmış olarak gözlemlendi. Sporun merkezinde bulunan çekirdek yapısı koyu mavi renkte boyandı. Çekirdek yapısı özellikle vejetatif hayat safhaları olan meront ve sporont safhalarında net olarak ayırt edilebilmektedir. Olgun sporlarda çekirdek sporun merkezine yeterli oranda boyanın ulaşmamasından dolayı net olarak görülememektedir.

Giemsa boyamalarda olgun spor yapısında net bir şekilde boyanarak gözlemlenen yapı golgi aygıtına ait tanecikleridir. Sporun posterior kutbunda tanecikler şeklinde görünen golgi aygıtına ait kalıntıları, koyu mavi veya mor renkte boyanmıştır (Şekil 3.6).

N. apis sporlarının giemsa boyalı preparatlar altında incelendiğinde, sporlar oval yapıda, spor sonları keskin ve az simetrisi olarak gözlemlendi. Giemsa boya uygulanan numuneler ölçülerek spor boyu tekrar teyit edildi. Giemsa boyalı sporların boyu $4,41 \pm 0,39$ (6,75– 3,15) (n= 100) μm ve $2,47 \pm 0,23$ (3,73 – 1,37) (n=100) μm olarak ölçüldü (Şekil 3.6).

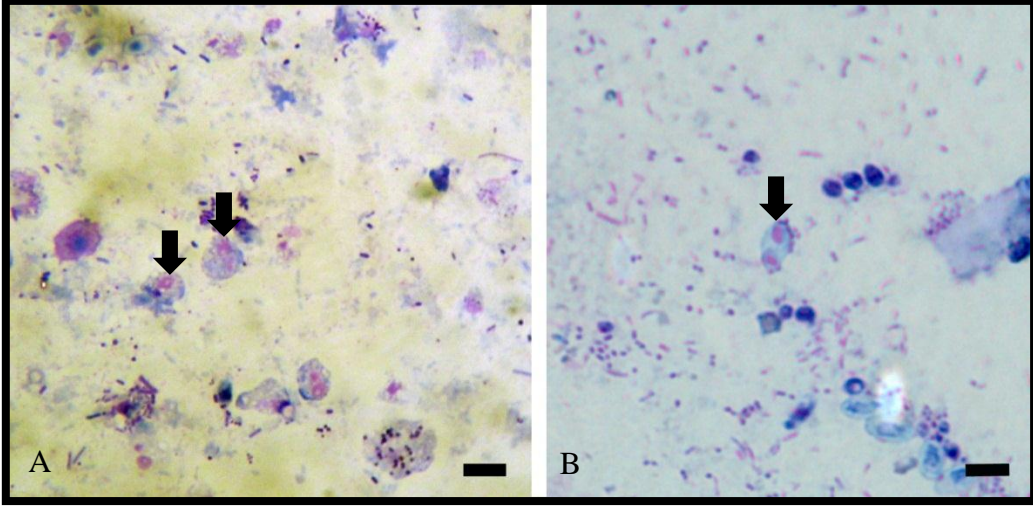


Şekil 3.6. Nosemosis enfeksiyonunun giemsa boyalı görünümü (Bar: 5 µm)

3.1.2.1.2. Nosemosis Enfeksiyonunun Giemsa Boyama ile Hayat Safhalarının Belirlenmesi

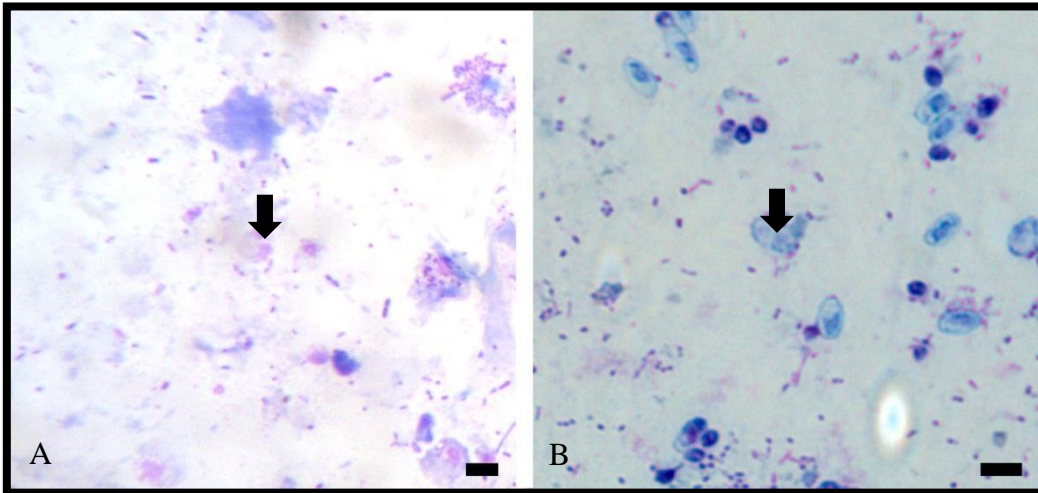
Vejetatif hücreler olgun sporlarda bulunan spor duvarına sahip değildirler. Dolayısı ile boya kolaylıkla hücre zarından geçebilir. Vejetatif hayat safhasındaki hücrelerde sitoplazma spor duvarının oluşma aşamasına göre kademeli olarak koyu maviden açık maviye boyanır. Nükleuslar belirgin bir şekilde mor renkte tespit edildi.

Vejetatif safhaların merogoni aşamasına ait olan meront safhası spor duvarının henüz oluşmaya başlamadığı bir safhadır. Dolayısı ile boya kolaylıkla stoplazmaya nüfus etmiştir. Nosemosis patojeninin diplokaryotik merontları çoğunlukla oval ve bazı örneklerde küresel şekilde gözlemlendi (Şekil 3.7). Giemsa boyalı preparatlarda merontların sitoplazmaları mavi renkte, çekirdekler ise belirgin mor renkte boyanmıştır. Çekirdekler belirgin şekilde büyük ve hücre içerisinde iki tane olarak tespit edildi (Şekil 3.7).



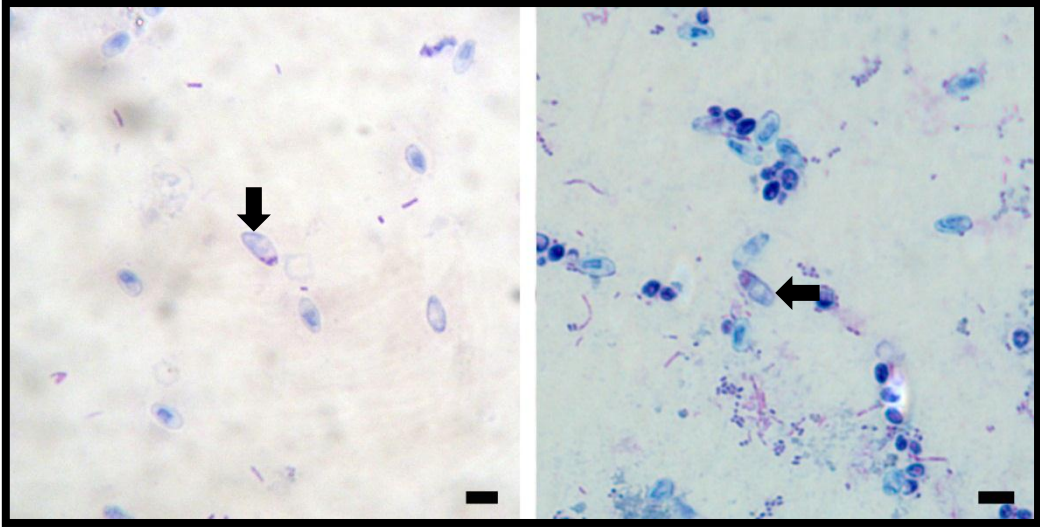
Şekil 3.7. Patojenin giemsa boyalı meront safhası, A: Küresel, B: Oval şekilli (Bar: 5 μ m).

Vejetatif hayat aşamasının diğer önemli safhası sporontlardır. Nosemosis sporontları çoğunlukla uzamış şekilde, bazı örneklerde ise küresel şekilde değişken yapıda gözlemlendi (Şekil 3.8). Sporontlar küresel şekilde ve uzamış şekli değişen yapıda tespit edildi. Sporont yapısında kısmen spor duvarı oluşmaya başlamıştır. Giemsa boyası uygulanan preparatlarda sporontların sitoplazmaları, merontlara oranla daha açık mavi renkte boyanmış olarak tespit edildi. Sporont safhasında hücreler diplokaryotik ve çekirdekler ise mor renkte boyanmış olarak gözlemlendi. Çekirdekler hücre içerisinde iki tanedir (Şekil 3.8).



Şekil 3.8. Patojenin giemsa boyalı sporont safhası, A: Küresel, B: Şekli değişen (Bar: 5 μ m).

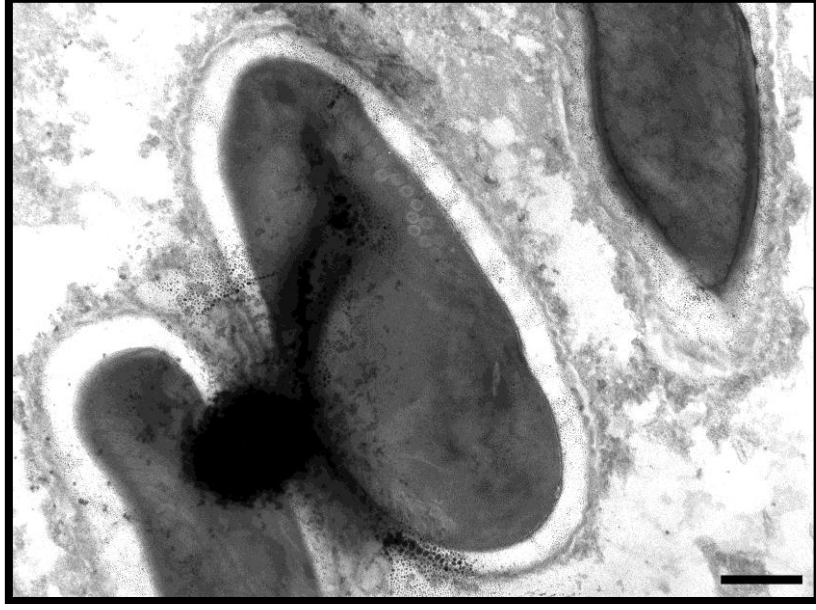
Spor oluşumu öncesi, vejetatif hayat safhasının son aşaması olan sporoblast safhasıdır. Nosemosis patojeninin sporoblastları oval yapıda ve artık olgun sporlara şeklen benzediği gözlemlendi (şekil 3.9). Sporoblast safhası spor duvarının oluşumu ile belirgin bir biçimde oval şekilli olarak tespit edildi. Nispeten spor duvarı diğer vejetatif safhalara oranla oluşmaya başladığından spor duvarı renksiz saydam, sitoplazmaları çok açık mavi renkte tespit edildi. Sporoblast hücrelerinin çekirdekleri belirsiz ve ya çok açık mor renkte gözlemlendi. (şekil 3.9).



şekil 3.9. Patojenin giemsa boyalı sporoblast safhası (Bar: 5 μ m).

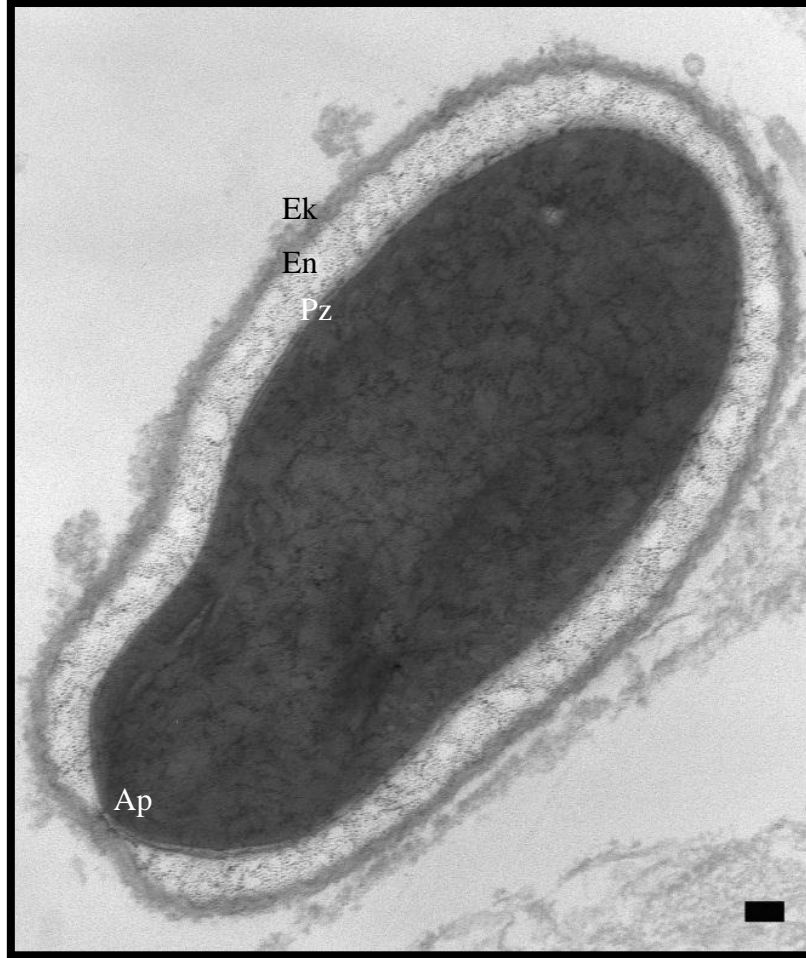
3.1.2.2. Nosemosis Enfeksiyonunun TEM ile Belirlenmesi

Elektron mikroskobu çalışmaları ile mikrospor patojeninin karakteristik safhası olan spor yapısı detaylı olarak gözlemlendi. İncelenen olgun spor örneklerinde sporlar konakçı dokusunda tek tek yer almakta olduğu tespit edildi (Şekil 3.10). Boyuna düzgün kesilen sporlarda, sporların uzun ve oval şekilleri net bir şekilde görülebildi (Şekil 3.10).



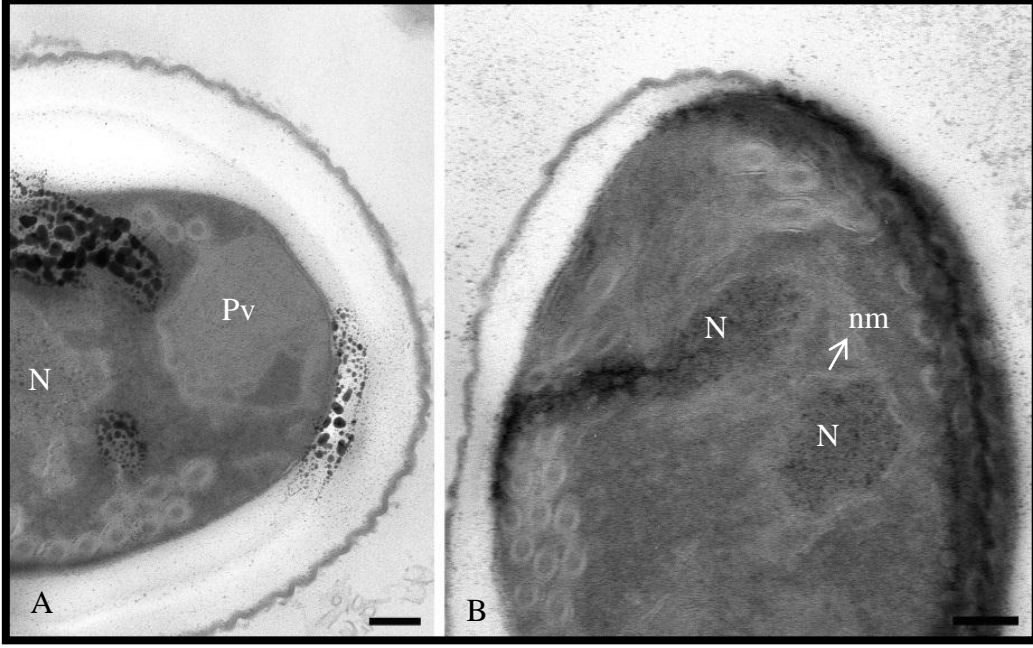
Şekil 3.10. Sporun elektron mikroskobu görünümü 1 (Bar: 500 nm)

Olgun bir spor yapısında spor duvarı gözlemlendi ve spor duvarı katmanları tespit edildi. Spor duvarı dışta elektronca yoğun ve dış yüzeyi pürüzlü ve dalgalı bir Ekzospor'a (Ek) sahiptir, ekzospor $48 \pm 10,9$ nm (n=9) kalınlığındadır (Şekil 3.11). Endospor (En) $175,3 \pm 29,3$ nm (n=9) kalınlığında, elektron yoğunluğu düşük ve pürüzsüz yapıdadır (Şekil 3.11). Sporun apikal ucunda (Ap) polar filamentin bağlandığı kısımda spor duvarı $33,5 \pm 6,7$ nm (n=8) ye kadar incelmektedir. Spor duvarının altında bir plazma zarı görülmektedir (Pz) (Şekil 3.11).



Şekil 3.11. Sporun elektron mikroskobu görünümü 2, Ek: Ekzospor, En: Endospor, Ap: sporun apikal ucu (Bar: 200 nm).

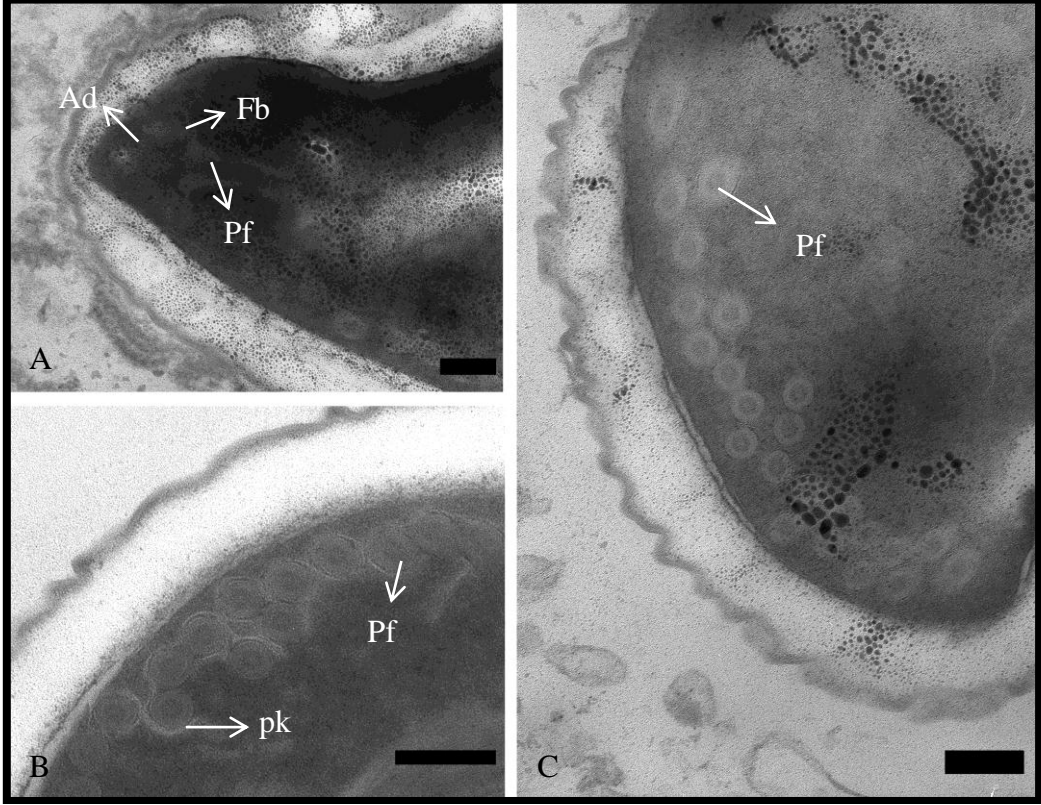
Spor çift çekirdeklidir (N) ve çekirdekler sporun orta kısmında bulunmaktadır (Şekil 3.12 A, B). Çekirdek küresel şekillidir ve sitoplazmadan çekirdek zarı ile ayrılmaktadır (nm) (Şekil 3.12 B). Posterior uçta posterior vakuolü (Pv) kese görünümündedir (Şekil 3.12 A).



Şekil 3.12. Sporun elektron mikroskobu görünümü 3, N: çekirdek, nm: çekirdek zarı, Pv: Posterior vakuol (Bar: 200 nm)

Polar filament (Pf) sporun anterior ucuna anchoring disk yapısı ile bağlıdır. Anchoring disk ince bir zar ile çevrelenmiş hacimli bir kâseye benzetilebilir (Şekil 3.13 A). Polar filament bazal, manubrial kısmında soğan benzeri bir yapı ile anchoring diske (Ad) bağlanır. Polar filamentin anchoring diske bağlandığı bölgede 170 - 200 nm çapında ve bir boru şeklinde görülmektedir (Şekil 3.13 A). Polar filament anterior kısmındaki başlangıç ucundan sporun posterior ucuna kadar uzanan yapısında aynı kalınlıkta kalmaktadır, yani isofilar yapıdadır. Apikal uçta fibriller çift katlı sıkı bir bulbustan oluşmuştur (Fb) (Şekil 3.13 A). Polar filament, duvarı içinde parlak fibrillere sahiptir. Polar filament Golgi sistemiyle bağlantılı bir polar kese (pk) içerisinde meydana gelmektedir (Şekil 3.13 B). Genç sporlarda polar filament polar kese ile vakuoller içinde oluşmakta, sonrasında polar kese kıvrım yapan polar filamentte yapışık halde kalmaktadır.

Polar filament sporun posterior kısmına ilerler, orada derin bir açığı ile bükülerek kıvrımlar yapmaya başlar. Polar filamentin kıvrım sayısı tür teşhisinde önemli karakterlerden birisidir. Nosema sporları için polar filament spor içerisinde ortalama 20-27 sayıda kıvrılma yapmaktadır (Şekil 3.13 C). Polar filamentin kalınlığı $97,6 \pm 7,7$ nm ($n=25$) dir. Polar filamentin lümen çapı $45,6 \pm 9,8$ nm dir ($n=25$) (Şekil 3.13 C)



Şekil 3.13. Sporun elektron mikroskobu görünümü 4. Pf: Polar filament, Ad: Anchoring disk, Fb, Polar filament tutunma bölgesi, pk: polar kese (Bar: 200 nm).

3.1.3. Nosemosis Enfeksiyonunun Moleküler Yöntemler ile Belirlenmesi

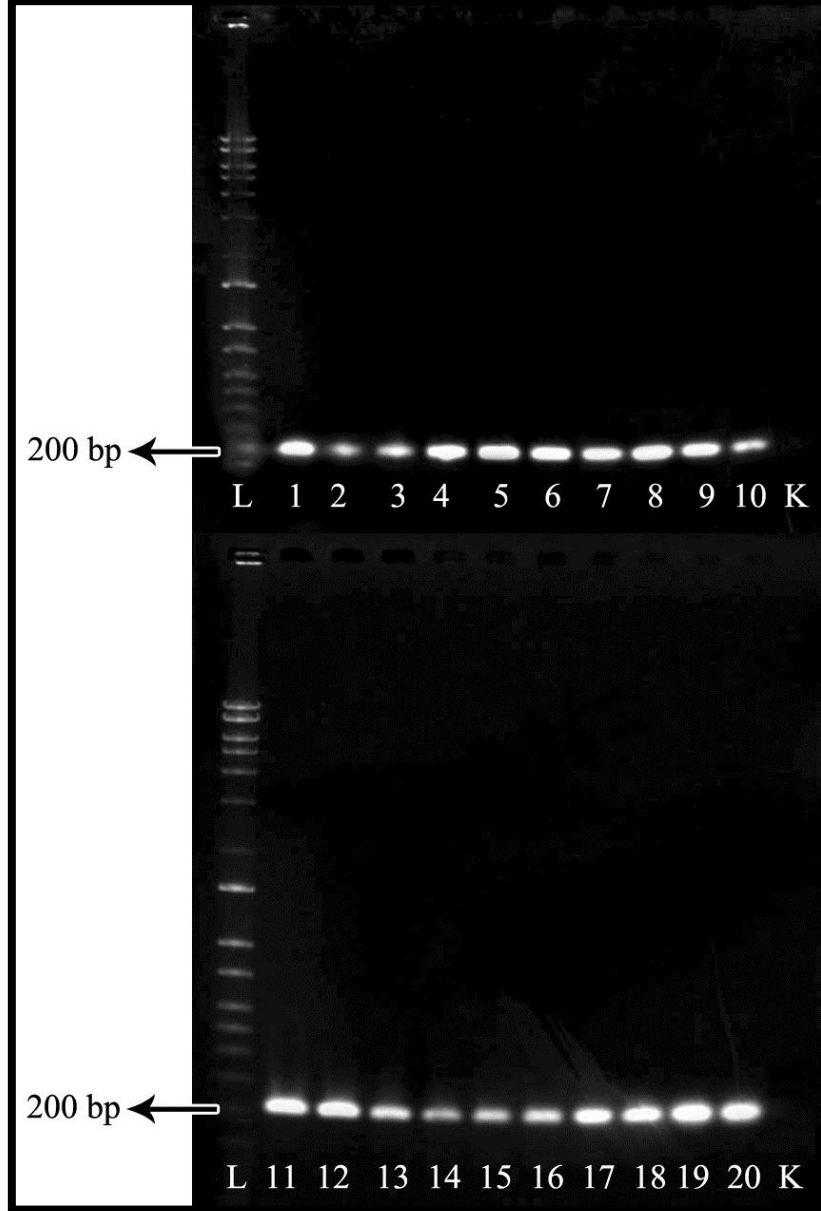
Nosemosis enfeksiyonunun literatürde kabul gören iki etmeni *N. apis* ve *N. ceranae*'nin varlığı moleküler çalışmalar ile belirlendi. Moleküler çalışmalar literatürde en güncel olarak önerilen ve Dünya Hayvan Sağlığı Örgütü (OIE, 2008), tarafından kabul edilen metodoloji başta olmak üzere literatürde bulunan en güncel yayınlardaki metodoloji takip edilerek yapıldı (Chen vd., 2009a,b; Higes vd., 2006; Müller vd., 1999).

3.1.3.1. Nosemosis Enfeksiyonunun Hastalık Etkenlerinin PZR ve Agaroz Jel ile Belirlenmesi

Tez konusu olan mikrospor patojeninin her iki etkeni de aynı multiple PZR tekniğiyle çoğaltıldı ve PZR ürünü olan 16S rDNA'sı UV transillüminatör ile görüntülendi. Kullanılan primerlerin çoğalttığı spesifik baz çifti büyüklüğü bilinmektedir. *N. ceranae* için 218-219 bp'lik bir bölgeyi, *N. apis* için ise 321 bp'lik 16S rDNA bölgesini çoğaltan primerler kullanıldı (Tablo 2.2). Nosemosis hastalığının hangi hastalık etkeninden kaynaklandığının anlaşılması için bilim çevresinde jel elektroforezi yöntemi birçok çalışmada kullanılmaktadır. Bu yöntemde *N. ceranae* ve *N. apis* patojene ait 16S rDNA bantlarının, kullanılan primerin çoğalttığı baz büyüklüğüne göre agaroz jel de ayrı ayrı görülmesi gerekmektedir. Birçok kez tekrarı yapılan PZR uygulaması ve jel elektroforezi sonucunda, tüm alanlarda 218-219 bp lik bölge aralığını çoğaltan *N. ceranae* ya ait 16S rDNA bantları tespit edildi. *N. apis* etkeninin belirlenmesinde kullanılan primerlerin çoğalttığı DNA bölgesinde 16S rDNA bantı tespit edilmedi (Şekil 3.14). Literatürdeki çalışmalara benzer olarak negatif kontrol kullanıldı ve negatif kontrolde bant gözlemlenmedi (Chen vd., 2008; Higes vd., 2008a; Klee vd., 2007) (Şekil 3.14).

Ayrıca tez çalışmasında multipleks PZR tekniğinin yanında, her iki hastalık etkeninin tespiti için kullanılan primer çiftleri (Tablo 2.2) ayrı ayrı kullanılarak, 16S rDNA bölgesi PZR ile çoğaltıldı ve Jel Elektroforezinde yürütülerek UV transillüminatör altında incelendi. Dünya Hayvan Sağlığı Örgütü (OIE, 2008) önerilen sadece *N. apis* patojenine ait primer çifti (Tablo 2.2) kullanılarak yapılan PZR ve Jel Elektroforez çalışmalarında UV transillüminatör altında hiçbir arazi alanında PZR ürünü 16S rDNA bantı görülmedi. Bunun yanında *N. apis* enfeksiyonunun bulunmadığını teyit etmek amacıyla, *N. apis*'in tanımlanması için Higes vd. (2006) ve Webster vd. (2004) ün kullandığı primerler (Tablo 2.2) ayrı ayrı kullanılarak yapılan PZR ve Jel Elektroforez çalışmalarında

hiç bir alanda *N. apis* etkeni bulunmadı. Bunun yanında *N. ceranae* etkenine ait primer çifti (Tablo 2.2), PZR ve Jel Elektroforez çalışmaları ile UV transillüminatör altında tüm alanlarda, PZR ürünü 16S rDNA bantı tespit edildi.



Şekil 3.14. Nosemosis enfeksiyonunun hastalık etkenlerinin agaroz jel elektroforezi 1: Artvin Hopa, 2: Artvin Arhavi, 3: Rize Ayder, 4: Rize Pazar, 5: Rize Merkez, 6: Rize Anzer, 7: Trabzon Uzungöl, 8: Trabzon Of, 9: Trabzon Merkez, 10: Trabzon Beşikdüzü, 11: Trabzon Tonya, 12: Giresun Espiye, 13: Giresun Tirebolu, 14: Giresun Şebinkarahisar, 15: Giresun Alucra, 16:Ordu Perşembe, 17: Ordu Ulubey, 18: Ordu Gürgentepe, 19:Gümüşhane Merkez, 20: Bayburt Demirözü, K: Negatif Kontrol, L: İşaretleyici (Ladder).

3.2. Nosemosis Enfeksiyonunun Dağılımı

“Bal Arılarında (*Apis mellifera* L., 1758) Nosemosis (Nosematosis) Hastalığının Doğu Karadeniz Bölgesi’nde Bulunan Arı Kolonilerindeki Varlığı, Dağılımı ve Hastalık Etkenlerinin Karakterizasyonu” adlı bu doktora tezinde, 2009 - 2011 yılları arasında Doğu Karadeniz Bölgesi’nde çalışılan toplam 5893 arı (erkek, işçi ve kraliçe) örneği incelendi. Toplam incelenen ergin örneklerin 1077 tanesinde nosemosis enfeksiyonu tespit edildi, enfeksiyon oranı toplamda % 18,27’dir. 2009 – 2011 yılları arasında incelenen erkek ve kraliçe arılarda enfeksiyon tespit edilmedi, yalnızca işçi arılarda enfeksiyon tespit edildi. Tez süresince incelenen 5330 işçi (dişi) örnekte nosemosis enfeksiyon oranı % 20,2’dir.

Çalışılan tez konusunun ön çalışması olarak 2009 yılında Rize ilinden elde edilen örnekler incelendi. Enfeksiyonun varlığının araştırılması kapsamındaki bu ön çalışmada Temmuz - Eylül ayları arasında 3 arazi çalışması yapıldı. 127 işçi (dişi) arı örneği incelenmiş ve % 4,72 (Tablo 3.1) oranında nosemosis enfeksiyonu, taze preparatların ve giemsa boyalı numunelerin ışık mikroskobu ile incelenmesi ile tespit edildi. 2009 yılında enfeksiyon Temmuz ayında % 2,38 olarak tespit edildi. Ağustos ayında enfeksiyon bariz olarak diğer aylara oranla yüksek seviyede, % 18,75 olarak tespit edildi. Eylül ayında enfeksiyon yine düşük seviyede % 2,89 olarak tespit edildi (Tablo 3.1).

Tablo 3.1. 2009 yılı *A. mellifera* böceğinden tespit edilen nosemosis enfeksiyonu

MEVKİ	TARİH	ÖRNEK SAYISI	İşçi arılar	
			Enfeksiyon	%
RİZE	12.07.2009	42	1	2,38
	25.08.2009	16	3	18,75
	31.09.2009	69	2	2,89
TOPLAM		127	6	4,72

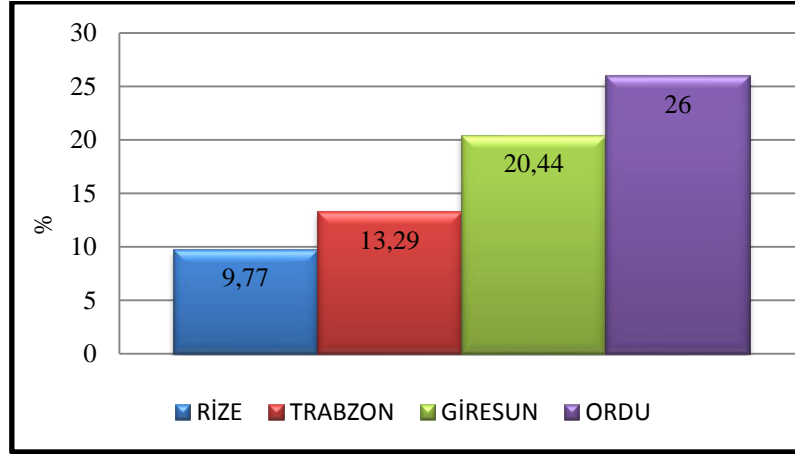
2010 yılında Doğu Karadeniz Bölgesi'nde 4 ildeki 4 alanda Nisan – Ağustos ayları arasında toplamda 13 arazi çalışması yapıldı. 2010 yılı çalışmalarında toplamda 563 işçi arı örneği incelendi. İncelenen örneklerin 86 tanesinde noseimosis enfeksiyonu tespit edildi. 2010 yılı enfeksiyon oranı % 15,28'dir (Tablo 3.2).

2010 yılında incelenen alanların tümünde noseimosis enfeksiyonu tespit edildi. Noseimosis enfeksiyonu 2010 yılı için Giresun ilinde Haziran ayında % 41,9 gibi oldukça yüksek seviyelere kadar çıkmıştır. Aynı yıl en düşük enfeksiyon ise Rize ilinde Nisan ayında % 1,89 olarak tespit edildi (Tablo 3.2).

Tablo 3.2. 2010 yılı *A. mellifera* böceğinden tespit edilen noseimosis enfeksiyonu

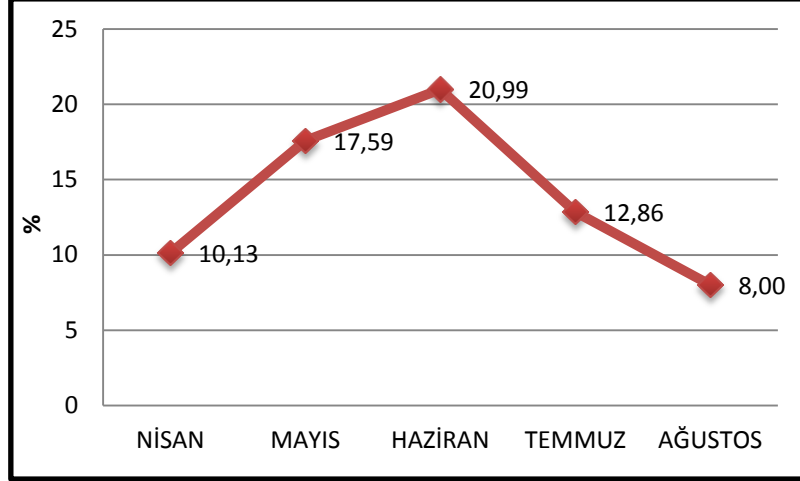
MEVKİ	TARİH	ÖRNEK SAYISI	İşçi arılar	
			Enfeksiyon	%
RİZE	12.04.2010	53	1	1,89
	10.05.2010	40	4	10,00
	03.06.2010	31	2	6,45
	06.07.2010	50	10	20,00
TRABZON	25.04.2010	50	10	20,00
	12.05.2010	18	1	5,56
	19.06.2010	50	6	12,00
	06.07.2010	40	2	5,00
GİRESUN	11.05.2010	50	14	28,00
	02.06.2010	31	13	41,94
	27.07.2010	50	6	12,00
	20.08.2010	50	4	8,00
ORDU	02.06.2010	50	13	26,00
TOPLAM		563	86	15,28

Enfeksiyon oranlarına iller bazında incelendiğinde, tüm illerde noseimosis enfeksiyonu tespit edildi. 2010 yılında Rize ilinde enfeksiyon oranı % 9,78 oranındadır. Aynı yıl Trabzon ilinde ise enfeksiyon oranı % 13,29 olarak tespit edildi. 2010 yılı için Giresun ilinde noseimosis enfeksiyonu % 20,44 oranındadır. 2010 yılında son arazisi yapılan il olan, Ordu ilinde enfeksiyon oranı % 26'dır. 2010 yılında en düşük enfeksiyon Rize ilinde, en yüksek enfeksiyon Ordu ilinde tespit edildi (Tablo 3.2, Şekil 3.15).



Şekil 3.15. 2010 yılı illere göre noseimosis enfeksiyonu dağılımı

2010 yılında noseimosis enfeksiyonu aylara göre irdelenerek mevsimsel dağılımı çalışıldı. 2010 yılında yapılan arazi çalışmalarının tüm aylarında noseimosis enfeksiyonu tespit edildi. Noseimosis enfeksiyonu en yüksek Haziran ayında tespit edildi ve enfeksiyonun en düşük olduğu ay Ağustos olarak kayıt edildi (Tablo 3.2, Şekil 3.16). 2010 yılında çalışılan tüm alanlar için, Nisan ayında enfeksiyon % 10,13, Mayıs ayında % 17,59, Haziran ayında % 20,99, Temmuz ayında % 12,86 ve son ay olan Ağustos ayında ise % 8 oranında kayıt edildi (Tablo 3.2, Şekil 3.16).



Şekil 3.16. 2010 yılı aylara göre noseosis enfeksiyonu dağılımı

2011 yılında 7 ilde gerçekleştirilen arazi çalışmalarında rastgele 20 alan belirlendi. Bu 20 alanda 6 aylık süre ile arazi çalışmaları gerçekleştirildi ve toplamda 104 arazi çalışması yapıldı. 2011 yılında 4640 işçi (dişi), 4 kraliçe (dişi) ve 559 erkek arı olacak şekilde toplam 5203 arı örneği incelendi. İncelenen 599 erkek ve 4 kraliçe arıdan hiçbirinde noseosis enfeksiyonuna rastlanmadı. Bunun yanında incelenen 4640 işçi arının 985 tanesinde noseosis enfeksiyonuna tespit edildi. İncelenen işçi arılarda toplam enfeksiyon oranı % 21,23'tür.

2011 yılında örnekleme yapılan tüm alanlarda noseosis enfeksiyonuna rastlandı. En yüksek enfeksiyon % 80 gibi oldukça yüksek seviyede Ayder alanından Mayıs ayında tespit edildi. Ayrıca Espiye alanında Mayıs ayında enfeksiyon % 62 gibi yüksek bir orandadır. Bunun yanında 11 arazi çalışmasından elde edilen örneklerde noseosis enfeksiyonuna rastlanmadı (Tablo 3.3).

Tablo 3.3. 2011 yılı *A. mellifera* böceğinden tespit edilen noseosis enfeksiyonu

MEVKİ	KOORDİNAT	TARİH	SICAKLIK °C	NEM %	İşçi Arılar (Dişi)			Erkek arı			
					Örnek sayısı	Enfeksiyon	%	Örnek sayısı	Enfeksiyon	%	
ARTVİN	HOPA	E. 41,4333	11.04.2011	13,1	61	50	10	20,00	-	-	-
			26.05.2011	23,6	38	18	3	16,67	4	0	0,00
		B. 41,4702	27.06.2011	20,3	74	50	24	48,00	2	0	0,00
			25.07.2011	28,2	64	50	26	52,00	23	0	0,00
		Y. 185	22.08.2011	28,5	54	43	20	46,51	-	-	-
			24.09.2011	22,4	53	26	0	0,00	-	-	-
	ARHAVİ	E. 41,3351	11.04.2011	12,9	59	60	4	6,67	1	0	0,00
			26.05.2011	22,8	40	36	17	47,22	3	0	0,00
		B. 41,3028	27.06.2011	21,7	71	50	28	56,00	-	-	-
			25.07.2011	29	67	50	23	46,00	1	0	0,00
		Y. 76	22.08.2011	25,6	68	50	14	28,00	-	-	-
			24.09.2011	23,2	52	24	0	0,00	-	-	-
RİZE	AYDER	E. 40,9514	11.04.2011	-	-	-	-	-	-	-	-
			23.05.2011	15,4	72	55	44	80,00	-	-	-
		B. 41,1185	27.06.2011	25,6	59	50	25	50,00	1	0	0,00
			28.07.2011	26,3	43	50	5	10,00	31	0	0,00
		Y. 1385	22.08.2011	17,8	60	50	8	16,00	1	0	0,00
			24.09.2011	19,9	70	50	4	8,00	2	0	0,00
	PAZAR	E. 41,1707	11.04.2011	13,1	51	26	0	0,00	-	-	-
			23.05.2011	20,5	67	52	11	21,15	1	0	0,00
		B. 40,88	27.06.2011	20,1	75	50	15	30,00	3	0	0,00
			25.07.2011	32,6	45	26	10	38,46	-	-	-
		Y. 199	22.08.2011	30,1	43	12	1	8,33	-	-	-
			29.09.2011	18,1	52	30	1	3,33	-	-	-
MERKEZ	E. 41,0279	11.04.2011	14	58	25	2	8,00	-	-	-	
		23.05.2011	20,2	67	50	19	38,00	2	0	0,00	
	B. 40,4954	27.06.2011	19,2	70	50	9	18,00	15	0	0,00	
		25.07.2011	27,7	65	50	12	24,00	1	0	0,00	
	Y. 204	22.08.2011	27,9	55	43	8	18,60	2	0	0,00	
		29.09.2011	17,6	51	25	2	8,00	-	-	-	
ANZER	E. 40,6262	11.04.2011	-	-	-	-	-	-	-	-	
		23.05.2011	16,7	40	38	6	15,79	-	-	-	
	B. 40,5458	27.06.2011	12,3	59	50	14	28,00	7	0	0,00	
		25.07.2011	23,2	60	50	7	14,00	12	0	0,00	
	Y. 1991	23.08.2011	23,2	40	50	14	28,00	32	0	0,00	
		29.09.2011	20,2	35	50	4	8,00	-	-	-	

Tablo 3.3'ün devamı

MEVKİ	KOORDİNAT	TARİH	SICAKLIK °C	NEM %	İşçi Arılar (Dişi)			Erkek arı		
					Örnek sayısı	Enfeksiyon	%	Örnek sayısı	Enfeksiyon	%
UZUNGÖL	E. 40,633	11.04.2011	-	-	-	-	-	-	-	-
		27.05.2011	21,8	58	22	1	4,55	-	-	-
	B. 40,2851	30.06.2011	20,7	52	50	11	22,00	-	-	-
		28.07.2011	25	55	50	1	2,00	2	0	0,00
	Y. 1109	23.08.2011	15,5	78	50	0	0,00	4	0	0,00
		30.09.2011	18,1	44	50	1	2,00	11	0	0,00
OF	E. 40,8958	11.04.2011	-	-	-	-	-	-	-	-
		27.05.2011	20,1	64	50	13	26,00	1	0	0,00
	B. 40,2709	30.06.2011	22,8	63	50	9	18,00	6	0	0,00
		28.07.2011	38,9	38	50	26	52,00	7	0	0,00
	Y. 201	23.08.2011	21,8	73	50	9	18,00	12	0	0,00
		30.09.2011	21,4	59	50	2	4,00	-	-	-
TRABZON MERKEZ	E. 40,9796	11.04.2011	-	-	-	-	-	-	-	-
		27.05.2011	17,2	72	50	6	12,00	-	-	-
	B. 39,7631	27.06.2011	23,2	76	20	2	10,00	1	0	0,00
		28.07.2011	28,1	43	50	0	0,00	-	-	-
	Y. 300	27.08.2011	25,8	55	50	7	14,00	11	0	0,00
		30.09.2011	16,3	51	30	0	0,00	-	-	-
BEŞİKDÜZÜ	E. 40,971	11.04.2011	-	-	-	-	-	-	-	-
		27.05.2011	21,6	70	44	3	6,82	2	0	0,00
	B. 39,2462	30.06.2011	23	59	34	7	20,59	3	0	0,00
		28.07.2011	35,1	34	20	4	20,00	-	-	-
	Y. 419	24.08.2011	25,3	55	40	3	7,50	7	0	0,00
		30.09.2011	23,6	53	46	0	0,00	-	-	-
TONYA	E. 40,7991	11.04.2011	-	-	-	-	-	-	-	-
		27.05.2011	23,8	46	50	27	54,00	-	-	-
	B. 39,2722	30.06.2011	21,3	71	50	29	58,00	33	0	0,00
		29.07.2011	30,5	55	50	18	36,00	45	0	0,00
	Y. 1257	24.08.2011	21,2	60	50	6	12,00	50	0	0,00
		30.09.2011	18,3	56	50	1	2,00	9	0	0,00

Tablo 3.3'ün devamı

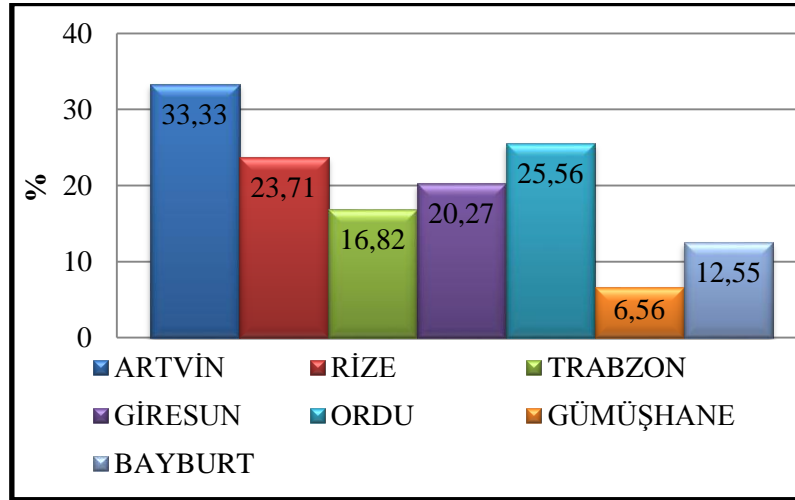
MEVKİ	KOORDİNAT	TARİH	SICAKLIK °C	NEM %	İşçi Arılar (Dişi)			Erkek arı			
					Örnek sayısı	Enfeksiyon	%	Örnek sayısı	Enfeksiyon	%	
GİRESUN	ESPIYE	E. 40,9553	11.04.2011	-	-	-	-	-	-	-	
			24.05.2011	28,1	61	50	31	62,00	-	-	-
		B. 38,6578	28.06.2011	24,9	73	50	15	30,00	10	0	0,00
			26.07.2011	33,5	46	50	20	40,00	12	0	0,00
		24.08.2011	26,2	51	45	17	37,78	-	-	-	
		27.09.2011	20,7	65	50	3	6,00	-	-	-	
	TİREBOLU	E. 40,9982	11.04.2011	-	-	-	-	-	-	-	-
			24.05.2011	24,9	63	28	10	35,71	1	0	0,00
		B. 38,81	28.06.2011	23,8	72	54	19	35,19	-	-	-
			26.07.2011	29,5	61	50	18	36,00	-	-	-
		24.08.2011	25,2	47	50	0	0,00	49	0	0,00	
		27.09.2011	20,7	68	50	4	8,00	-	-	-	
ALUCRA	E. 40,3163	11.04.2011	-	-	-	-	-	-	-	-	
		24.05.2011	18,2	51	50	22	44,00	-	-	-	
	B. 38,7684	23.06.2011	25	21	50	18	36,00	42	0	0,00	
		27.07.2011	36	13	50	1	2,00	25	0	0,00	
	20.08.2011	28,2	18	50	4	8,00	-	-	-		
	26.09.2011	18	28	50	1	2,00	-	-	-		
ŞEBİN KARAHISAR	E. 40,3634	11.04.2011	-	-	-	-	-	-	-	-	
		24.05.2011	19,8	54	44	1	2,27	3	0	0,00	
	B. 38,5824	23.06.2011	24,2	30	50	1	2,00	-	-	-	
		27.07.2011	26,9	31	50	5	10,00	2	0	0,00	
	20.08.2011	25,8	28	50	2	4,00	9	0	0,00		
	26.09.2011	16	31	26	0	0,00	-	-	-		

Tablo 3.3'ün devamı

MEVKİ	KOORDİNAT	TARİH	SICAKLIK °C	NEM %	İşçi Arılar (Dişi)			Erkek arı		
					Örnek sayısı	Enfeksiyon	%	Örnek sayısı	Enfeksiyon	%
ULUBEY	E. 40,8548	11.04.2011	-	-	-	-	-	-	-	-
		25.05.2011	22	56	52	18	34,62	2	0	0,00
	B. 37,7831	29.06.2011	19,2	82	50	28	56,00	-	-	-
		26.07.2011	32,5	43	50	21	42,00	-	-	-
	Y. 497	27.08.2011	23,2	47	20	3	15,00	-	-	-
		27.09.2011	24	50	50	6	12,00	3	0	0,00
ORDU	E. 40,7925	11.04.2011	-	-	-	-	-	-	-	-
		25.05.2011	18,2	48	24	9	37,50	-	-	-
	B. 37,5199	29.06.2011	19,3	69	50	6	12,00	3	0	0,00
		26.07.2011	32,5	42	49	10	20,41	13	0	0,00
	Y. 1115	27.08.2011	25,1	45	48	8	16,67	-	-	-
		27.09.2011	23,2	48	30	5	16,67	-	-	-
PERŞEMBE	E. 41,0857	11.04.2011	-	-	-	-	-	-	-	-
		25.05.2011	24	46	50	20	40,00	7	0	0,00
	B. 37,6479	29.06.2011	22,5	71	50	13	26,00	-	-	-
		26.07.2011	32,8	45	50	20	40,00	1	0	0,00
	Y. 182	27.08.2011	23,3	48	50	3	6,00	-	-	-
		27.09.2011	20,9	63	50	2	4,00	6	0	0,00
GÜMÜŞHANE	E. 40,4865	11.04.2011	-	-	-	-	-	-	-	-
		28.05.2011	11,7	34	50	6	12,00	-	-	-
	B. 39,5549	23.06.2011	25,2	22	44	8	18,18	-	-	-
		27.07.2011	28,6	23	50	1	2,00	5	0	0,00
	Y. 1744	20.08.2011	23,6	22	50	1	2,00	1	0	0,00
		28.09.2011	13,4	44	50	0	0,00	-	-	-
BAYBURT	E. 40,2011	11.04.2011	-	-	-	-	-	-	-	-
		28.05.2011	15,7	34	50	17	34,00	-	-	-
	B. 39,8585	30.06.2011	16,3	36	50	9	18,00	-	-	-
		27.07.2011	27,2	39	50	2	4,00	17	0	0,00
	Y. 1675	20.08.2011	21,3	30	50	1	2,00	-	-	-
		28.09.2011	12,1	43	31	0	0,00	-	-	-
TOPLAM					4640	985	21,23	559	0	0,00

E: Enlem, B: Boylam, Y: Yükseklik

2011 yılında yapılan arazi çalışması iller bazında incelendiğinde, arazi çalışması yapılan tüm illerde noseimosis enfeksiyonu tespit edildi. Tez çalışmasının yapıldığı Doğu Karadeniz Bölgesi'nde, arazi çalışmaları doğuda Artvin ile başlamıştır. Artvin ili için noseimosis enfeksiyon oranı % 33,33'dür. Artvin ilinden sonra çalışılan diğer il Rize ilidir. Rize ili genelinde noseimosis enfeksiyonu % 23,71 oranındadır. Rize ilinden sonra batıya doğru çalışılan diğer il Trabzon'dur ve Trabzon ilinde noseimosis enfeksiyon oranı % 16,81'dir. Trabzon ilinden sonra çalışılan il Giresun ilidir. Giresun ilinde tespit edilen noseimosis enfeksiyon oranı % 20,27'dir. Sahil kesiminde ki son il olan, Ordu ili için noseimosis enfeksiyon oranı % 25,55'dir. 2011 yılında çalışılan ve sahile bağlantısı olmayan ilk il Gümüşhane'dir. Gümüşhane ilinde noseimosis enfeksiyon oranı % 6,55'dir. Sahil kesiminde olmayan diğer il Bayburt ilidir. Bayburt ili için noseimosis enfeksiyon oranı % 12,55'dir. 2011 yılında iller bazında en yüksek enfeksiyon Artvin ilinde tespit edildi. Aynı yıl iller bazında en düşük enfeksiyon Gümüşhane ilindedir (Tablo 3.3, Şekil 3.17).



Şekil 3.17. 2011 yılı illere göre noseimosis enfeksiyonu dağılımı

Tez çalışmasının yapıldığı 2011 yılında, arazi çalışmaları alansal olarak incelendiğinde, arazi çalışması yapılan 20 alanın tümünde *N. ceranae* enfeksiyonunun varlık gösterdiği belirlendi, hiçbir alanda *N. apis* enfeksiyonu rastlanmadı.

Artvin ilinde çalışma alanı olarak Hopa ve Arhavi ilçelerinden rastgele iki alan seçildi. Artvin iline bağlı Hopa alanında 2011 yılında tespit edilen noseimosis enfeksiyonu

% 35,02'dir. Artvin iline bağlı diğer alan olan Arhavi alanında enfeksiyon % 31,85 oranındadır (Tablo 3.3, Şekil 3.18).

2011 yılında yapılan çalışmalarda, Rize ilinde 4 ilçede rastgele 4 alan seçildi. Rize iline bağlı Ayder alanında noseimosis enfeksiyonu % 33,72'dir. Rize ilindeki alanlar arasında en yüksek enfeksiyon Ayder alanında tespit edildi. Rize ilinde diğer bir alan Anzer alanıdır. Anzer alanında noseimosis enfeksiyon oranı % 18,9'dur. Anzer alanı noseimosis enfeksiyonunun Rize ili içerisinde en düşük olduğu alandır. Rize ilinde sahil kısmında ilk alan Pazar alanıdır ve enfeksiyon oranı % 19,38'dir. Son alan olan Rize Merkez alanında enfeksiyon oranı % 21,39 olarak tespit edildi (Tablo 3.3, Şekil 3.18).

Trabzon ilinde 5 ile tespit edildi ve bu beş ilçeden rastgele 5 alan tespit edildi. Trabzon ilinde doğudan batıya ilk alan Uzungöl alanıdır ve Uzungöl alanında noseimosis enfeksiyon oranı % 6,3'dr. 2011 yılı içinde Trabzon ilinde en düşük noseimosis enfeksiyonu Uzungöl alanında tespit edildi. Trabzon ilinde Tonya alanında enfeksiyon oranı % 32,4'dr. Trabzon ilinde en yüksek enfeksiyon oranı Tonya alanında tespit edildi. Trabzon ilinde sahil kesimde doğuda Of alanı bulunmaktadır. Of alanında enfeksiyon oranı % 23,6 oranındadır. Trabzon ilinde sahildeki alanlardan bir diğer Trabzon Merkez alanıdır ve enfeksiyon oranı % 7,5'dir. Trabzon ilindeki son alan Beşikdüzü alanıdır ve Beşikdüzü alanında noseimosis enfeksiyon oranı % 9,23 olarak tespit edildi (Tablo 3.3, Şekil 3.18).

2011 yılında Giresun ilinde 4 ile tespit edildi ve her ilçeden birer tane olmak üzere rastgele 4 alan belirlendi. Giresun ilinde sahilde bulunan alanlardan biri olan Espiye alanında noseimosis enfeksiyon oranı % 35,1'dir. Espiye alanı, Giresun ili içerisinde en yüksek enfeksiyona sahip olan alandır. Giresun ilinde sahilde bulunan diğer alan Tirebolu alanıdır. 2011 yılında Tirebolu alanında noseimosis enfeksiyonu % 21,98 oranındadır. Giresun ilinde Şebinkarahisar alanında enfeksiyon oranı % 4,09'dur. 2011 yılında Şebinkarahisar alanı, Giresun ili için en düşük enfeksiyon oranına sahip olan alandır. Giresun ilinde son alan Alucra alanıdır. Alucra alanında tespit edilen noseimosis enfeksiyonu % 18,4 oranındadır (Tablo 3.3, Şekil 3.18).

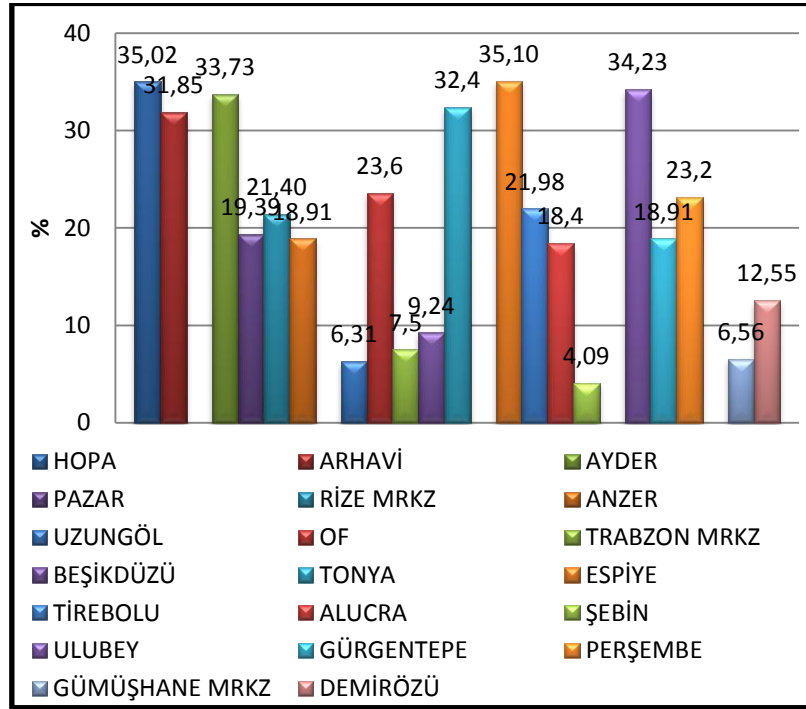
2011 yılında sahil kesiminde çalışılan son il Ordu ilidir. Ordu ilinde 3 ile tespit edildi ve her ilçeden birer tane olmak üzere rastgele 3 alan belirlendi. Gürgentepe alanında noseimosis enfeksiyon oranı % 18,9'dur. Gürgentepe alanı, 2011 yılında Ordu ilinde en düşük enfeksiyon oranına sahip olan alandır. Ordu ilinde bulunan diğer bir alan Ulubey alanıdır ve enfeksiyon oranı % 34,23'dr. Ulubey alanı ordu ili için en yüksek enfeksiyona

sahip alandır. Ordu ilinde bulunan son alan Perşembe alanıdır. Perşembe alanında noseimosisi enfeksiyonu % 23,2 oranındadır (Tablo 3.3, Şekil 3.18).

Gümüşhane ilinde tek alan, rastgele seçilmiş olan Gümüşhane Merkez alanıdır. Gümüşhane Merkez alanında 2011 yılı için enfeksiyon oranı % 6,55'dir (Tablo 3.3, Şekil 3.18).

Son alan Bayburt ili içerisinde rastgele seçilmiş olan Demirözü alanıdır. Demirözü alanında noseimosisi enfeksiyonu % 12,55 oranındadır (Tablo 3.3, Şekil 3.18).

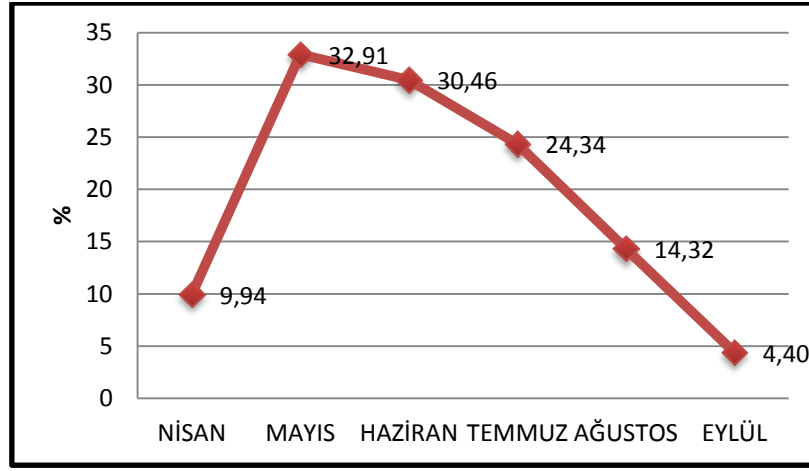
2011 yılında arazi yapılan 20 alandan, en yüksek enfeksiyon Espiye alanında, en düşük enfeksiyon ise Şebinkarahisar alanında tespit edildi (Tablo 3.3, Şekil 3.18).



Şekil 3.18. 2011 yılı alanlara göre noseimosisi enfeksiyonu dağılımı

2011 yılında yapılan arazi çalışmalarında elde edilen verilere aylara göre değerlendirildiğinde, arazi çalışmaları Nisan-Eylül ayları arasında 6 kez tekrarlandı. Elverişsiz hava şartlarından dolayı Nisan ayında Artvin ve Rize ilinden yalnızca 4 alandan örnekler temin edildi, diğer alanlardan arazi yapılamadı. Sonraki aylarda her alandan düzenli olarak arazi çalışması yapıldı. Altı aylık sürecin her ayında noseimosisi enfeksiyonuna rastlandı. Tüm alanların toplamında Nisan ayında noseimosisi enfeksiyon oranı % 9,93'dür. Mayıs ayında enfeksiyon % 32,91 oranına yükselmiştir. 2011 yılı

boyunca nosemosis enfeksiyonunun en yüksek olduğu ay Mayıs ayıdır. Mayıs ayından sonra düşüşe geçen enfeksiyon oranı Haziran ayında % 30,46 oranında tespit edildi. Temmuz ayında nosemosis enfeksiyonu % 24,34 oranındadır. Ağustos ayında enfeksiyon oranı düşmeye devam etmiş ve % 14,32 oranında tespit edildi. Arazi çalışmalarının son ayı olan Eylül ayında nosemosis enfeksiyonu % 4,4 oranına kadar düşmüştür. 2011 yılında çalışılan arazi çalışmasında en düşük nosemosis enfeksiyonu Eylül ayında tespit edildi (Tablo 3.3, Şekil 3.19).



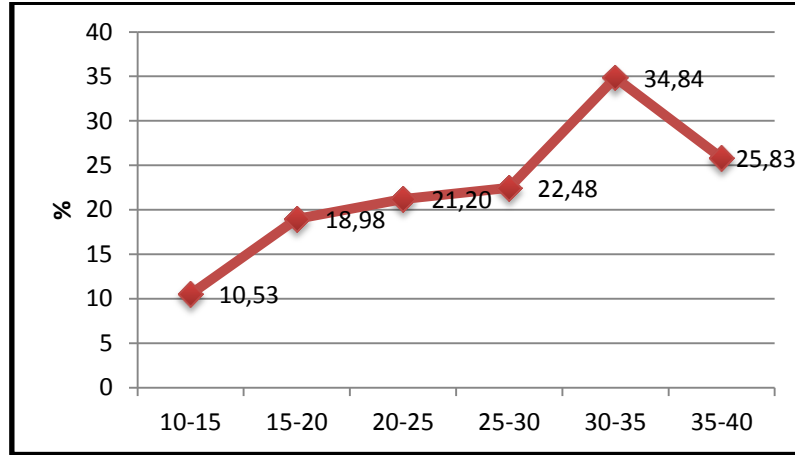
Şekil 3.19. 2011 yılı aylara göre nosemosis enfeksiyonu dağılımı

2011 yılı çalışmalarında sıcaklık ve nem verileri her arazi çalışması için ayrı ayrı tespit edildi. Sıcaklık en düşük Gümüşhane Merkez alanında 11,7 °C ile Mayıs ayında tespit edildi. Sıcaklığın en düşük olduğu Mayıs ayında Gümüşhane Merkez alanındaki enfeksiyon oranı % 12 olarak tespit edildi. En yüksek sıcaklık verisi, Of alanında 38,9 °C olarak Temmuz ayında tespit edildi. Temmuz ayında Of alanında en yüksek sıcaklıkta tespit edilen enfeksiyon % 52 oranındadır. 2011 yılında en yüksek enfeksiyon Mayıs ayında Ayder alanında tespit edildi. Enfeksiyonun en yüksek olduğu Ayder alanında Mayıs ayında sıcaklık 15,4 °C olarak tespit edildi (Tablo 3.3).

Doğal ortamında sıcaklık değişiminin nosemosis enfeksiyonuna olan etkisinin tespiti için her alanında düzenli olarak kayıt edilen sıcaklık verileri, en düşük olan 11,7 °C'den en yüksek olan 38,9 °C'ye göre 10 – 40 °C arasında 5 °C'lik aralıklarla gruplandırılarak, sıcaklık etkeninin enfeksiyon dağılımına olan etkisi tespit edildi. 2011 yılı nosemosis enfeksiyonu dağılımına sıcaklık etkeni açısından genel olarak bakıldığında, 10 – 15 °C aralığından, 35 – 40 °C aralığına artan sıcaklık ile orantılı olarak nosemosis enfeksiyonu

artış gösterdiği tespit edildi. Enfeksiyon verilerine bakıldığında en yüksek enfeksiyon 30 – 35 °C aralığında tespit edildi, aynı şekilde en düşük enfeksiyonun tespit edildiği sıcaklık aralığı 10 – 15 °C aralığındadır (Tablo 3.3, Şekil 3.20).

Sıcaklık değişim aralığının en düşük olduğu 10 – 15 °C aralığında noseiosis enfeksiyon oranı % 10,53 oranında tespit edildi. Artan sıcaklıkla beraber 15 – 20 °C aralığında enfeksiyon da artış göstermiş ve % 18,98 oranına yükselmiştir. Sıcaklık verilerinin 20 – 25 °C aralığında enfeksiyon 10 – 20 °C aralığına oranla, bariz bir artış göstermedi ve % 21,2 oranında tespit edildi. Sıcaklık verileri arttığı 25 – 30 °C aralığında enfeksiyon oranı önceki iki sıcaklık aralığına göre belirgin bir artış yapmadı ve % 22,48 oranında tespit edildi. 30 – 35 °C aralığında noseiosis enfeksiyonu yükselişe geçmiş ve % 34,84 oranına yükselmiştir. Sıcaklık değişiminin son aralığı olan 35 – 40 °C aralığında, diğer sıcaklık veri aralıklarından farklı olarak bir düşüş göstermiş ve % 25,83 oranına inmiştir (Şekil 3.20).



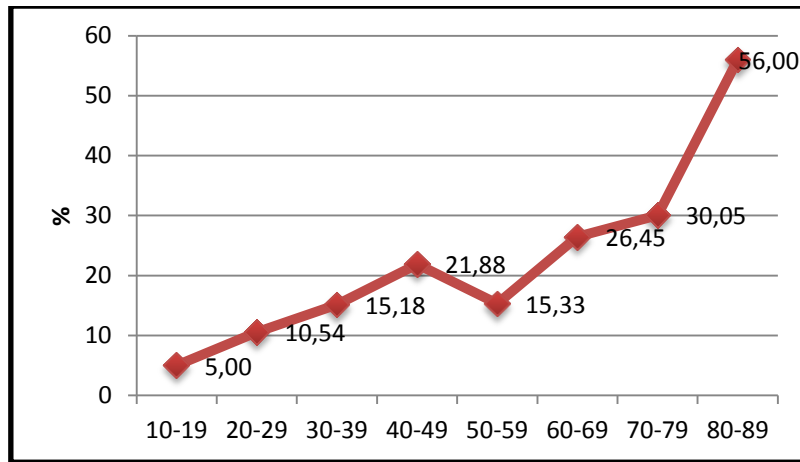
Şekil 3.20. 2011 yılı sıcaklık değişimine göre noseiosis enfeksiyonu dağılımı

Sıcaklık değişiminin yanında nem etkeninin doğal ortamında noseiosis enfeksiyonu dağılımına olan etkileri de araştırıldı. Nem ölçümlerine göre, nem en düşük olarak % 13 oranında Alucra alanında Temmuz ayında tespit edildi. Nemin en düşük olarak tespit edildiği Temmuz ayında Alucra alanında noseiosis enfeksiyonu % 2 oranında tespit edildi. Nem etkeninin en yüksek ölçüldüğü veri % 82 oranında Ulubey alanında Haziran ayında kayıt edildi ve noseiosis enfeksiyonu % 56 olarak tespit edildi. 2011 yılı arazi

çalışmalarında nosemosis enfeksiyonunun en yüksek oranda tespit edildiği Ayder alanında Mayıs ayındaki nem oranı % 72'dir (Tablo 3.3).

Nem verileri de sıcaklık verileri gibi en düşük nem olan % 13 oranından en yüksek nem oranı olan % 82 oranına, % 10 – 90 arasında % 10 luk aralıklarla gruplandırılarak değerlendirildi. 2011 yılı nosemosis enfeksiyonu dağılımına nem etkeni açısından toplam olarak bakıldığında, % 10 – 19 aralığından, % 80 – 89 aralığına artan nem ile orantılı olarak nosemosis enfeksiyonunun artış gösterdiği tespit edildi. Enfeksiyon verilerine bakıldığında en yüksek enfeksiyon % 80 – 89 nem aralığında tespit edildi. En düşük enfeksiyon ise % 10 – 19 nem aralığında tespit edildi (Tablo 3.3, Şekil 3.21).

Nem değişim aralığının ilk grubu olan % 10 – 19 aralığında nosemosis enfeksiyonu % 5 oranında tespit edildi. Bir sonraki nem % 20 – 29 aralığında nosemosis enfeksiyonu artış göstermiş ve % 10,54 oranına çıkmıştır. Artan nem ile enfeksiyon artmaya devam etmiş ve % 30 – 39 aralığında nosemosis enfeksiyonu % 15,18 oranına çıkmıştır. Nem aralığının % 40 – 49 olduğu aralıkta enfeksiyon artışını devam ettirmiş ve % 21,28 oranına yükselmiştir. Nosemosis enfeksiyonu, nem aralığının % 50 – 59 olduğu aralıkta bir düşüş göstererek % 15,33 oranına düşmüştür. % 60 – 69 nem aralığında nosemosis enfeksiyonu tekrar artış göstermiş ve % 26,45 oranına yükselmiştir. Artan nem ile nosemosis enfeksiyon oranı artmaya devam etmiş ve nem aralığının % 70- 79 olduğu grupta enfeksiyon oranı % 30,05 oranına yükselmiştir. Nem değişiminin son aralığı olan % 80 – 89 aralığında nosemosis enfeksiyonunun en yüksek seviyesine çıktığı ve % 56 olduğu tespit edildi (Tablo 3.3, Şekil 3.21).



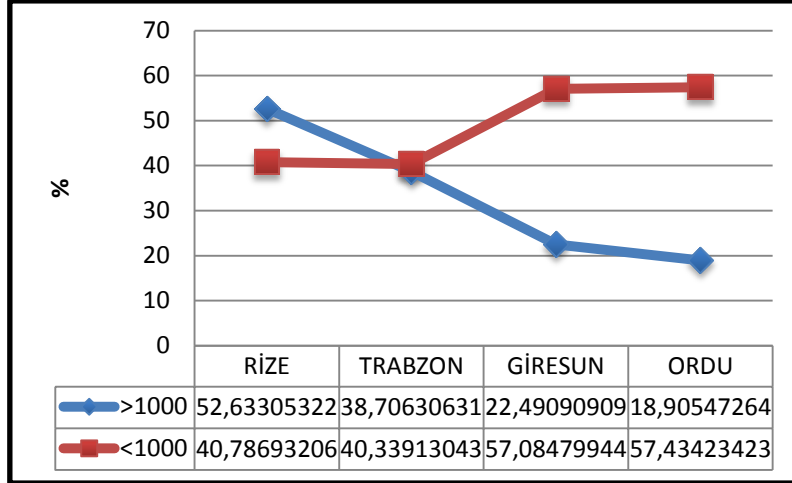
Şekil 3.21. 2011 yılı nem değişimine göre nosemosis enfeksiyonu dağılımı

Alanlardaki enfeksiyon rakım farkı açısından araştırıldı. Doğu Karadeniz Bölgesi'nin coğrafyasına bağlı olarak arıcılık yapan kişilerin yoğunluk gösterdiği yükseklik dikkate alınarak rakım farkı açısından 0-1000 metre ve 1000-2000 metre yükseklik temel alınmıştır. Tez çalışmasında arazilerin belirlenmesinde 1000 m. rakımın altında rastgele 11 alan ve 1000 m rakımın üstünde rastgele 9 alan belirlendi.

Artvin ilinde seçilen her iki alanda 1000 m. rakımın altındadır. Rize ilinde 4 alandan ikisi alçak rakımda ikisi yüksek rakımda bulunur, bu alanlardan Ayder ve Anzer alanları 1000 m. rakımın üstünde, Rize Merkez ve Pazar alanları 1000 m. rakımın altındaki alanlardır. Trabzon ilinde tespit edilen 5 alandan ikisi yüksek rakımlı alanlar, diğer üç alan alçak rakımda bulunan alanlardır. Yüksek rakımda bulunan alanlar Uzungöl ve Tonya alanları, alçak rakımda bulunan alanlar ise Of, Merkez ve Beşikdüzü dür. Giresun ilinde tespit edilen 4 alandan ikisi yüksek rakımda, diğer ikisi alçak rakımda bulunan alanlardır. Tirebolu ve Espiye alanları sahilde bulunan alçak rakımda bulunan alanlar ve Alucra ve Şebinkarahisar alanları ise yüksek rakım da bulunan alanlardır. Ordu ilinde çalışılan alanlardan yalnızca Gürgentepe alanı yüksek rakımda bulunan alandır. Gümüşhane ilinde tek alan Gümüşhane Merkez alanı 1000 m. rakımın üstündedir. Bayburt ilindeki tek alan Demirözü alanıdır. Demirözü alanı 1000 m. rakımın üstündedir (Tablo 1.1).

Her iki rakım farkında da enfeksiyon tespit edildi. Enfeksiyonun rakım farkı açısından coğrafik dağılımına bakılmış ve yüksek rakımda bulunan alanlarda enfeksiyon toplamı % 17,23 olarak tespit edildi. Alçak rakımda bulunan alanlarda enfeksiyon oranı yüksek rakımda bulunan alanlara oranla daha yüksek seviyededir ve % 24,55 oranındadır (Tablo 3.3).

Artvin hariç her ilde, alanların belirlenmesinde rakım farkına dikkat edildi. Gümüşhane ve Bayburt illeri direk 1000 m'nin üstünde alanlardır. Rize ilinden Ordu iline kadar olan alanlar rakım farkı açısından irdelendiğinde, Rize ilinde yüksek rakımda bulunan alanların enfeksiyon oranı ile alçak rakımda bulunan alanların enfeksiyon oranı arasında % 30 luk bir fark bulunmaktadır ve yüksek rakımdaki enfeksiyon alçak rakımdaki enfeksiyon oranına göre fazladır. Trabzon ilinde ise rakım farkı açısından enfeksiyon oranında bir eşitlik görülmektedir. Giresun ilinde alçak rakımda bulunan alanlardaki enfeksiyon yüksek rakımda bulunan alanlardaki enfeksiyona oranla iki kattan daha fazladır. Ordu ilinde Giresun ilindeki gibi, alçak rakımda bulunan alanlardaki enfeksiyon yüksek rakımda bulunan alanlardaki enfeksiyon oranından 3 kat daha fazladır. (Tablo 3.3, Şekil 3.22).



Şekil 3.22. 2011 yılı illere göre rakım farkına göre nosemosis enfeksiyonu dağılımı

4. TARTIŞMA

Arıcılık, çeşitli tarım kolları ile birlikte uyumlu bir şekilde yapılabilen ve toprağa bağlı kalınmaksızın birçok arazide gerçekleştirilebilen bir yetiştiricilik koludur. Koloni sayısı bakımından, Türkiye dünyanın sayılı ülkeleri arasında yer almasına rağmen kovan başına bal verimin de düşük seviyelerdedir (URL 2, 3 ve 4, 2011). Bunun en büyük nedenlerinden biri, arıların sağlığını doğrudan etkileyen hastalıklardır (Doğaroğlu, 2009).

Türkiye Asya'yı Avrupa'ya bağlayan coğrafik bir konuma sahiptir, ayrıca Doğu Karadeniz Bölgesi yıllardır kullanılan bir ticaret yoludur. Bu nedenlerden dolayı tez çalışmasının yapıldığı Doğu Karadeniz Bölgesi Türkiye'de nosemosis hastalığının literatürü için önemli bir konuma sahiptir. Chen vd. (2009b) Asya ve Avrupa'da nosemosis enfeksiyonunun konak değişiminin en büyük nedenleri içerisinde, gelişen küreselleşme ve ticaretin artması olduğunu söylemiştir. Nosemosis hastalığı dünyada hem kuzey hem güney yarım kürede hızla yayılmaya devam eden, koloni çökme sorununun en önemli nedenlerinden biri olarak sayılan tehlikeli bir hastalıktır (Fries, 2010). Nosemosis hastalığı, dünyanın hemen hemen her yerinde yayılımını tamamlamış, birçok ülkede her iki hastalık etkeni, her iki konaktada tespit edilmiştir (Chen vd., 2008; Fries vd., 1996; Fries ve Forsgen, 2008; Giersch vd., 2009; Invernizzi vd., 2009; Klee vd., 2007; Paxton vd., 2007).

Asya ve Avrupa arasında geçiş gösterdiği bilinen nosemosis hastalığının Türkiye ve özellikle Doğu Karadeniz Bölgesi'ndeki varlığının ve dağılımının aydınlatılması önem kazanmaktadır. Bu nedenlerden dolayı tez çalışmasının arazi bölgesi olarak seçilen Doğu Karadeniz Bölgesi stratejik öneme sahiptir. Yukarıda bahsedilen nedenler çerçevesinde tez çalışması için Doğu Karadeniz Bölgesi seçilmiştir. Arazi çalışmasının yapılacağı 20 alanın belirlenmesinde her ildeki arıcılar rastgele olarak seçilmiştir. Tez çalışmasında yeterli sayıda örnekleme yapılmış, yeterli sayıda tekrarlama ile arazi çalışması gerçekleştirilmiş, iklimsel ve coğrafik etkenler çerçevesinde hastalığın dağılımı çalışılmıştır. Ülkemizde sınırlı sayıda yapılan çalışmalarda genellikle her ilden bir arıcıdan bir kereye mahsus olmak şartı ile arazi çalışmaları yapılmıştır. Bu çalışmaların çoğunda toplanan ve irdelenen örnek sayıları düşük seviyelerdedir. Ayrıca bir çok raporda dağılım çalışmaları çoğunlukla bir il ile sınırlandırılmıştır (Aydın vd., 2003, 2005; Çağlar ve Öner, 2001; Çakmak vd., 2003; Fries, 2010; Kutlu ve Ekmen, 2003; Özkırım ve Keskin, 2001; Sıralı ve Çakmak,

2003; Sıralı ve Doğaroğlu, 2005; Şimşek, 2005; Şimşek vd., 2001; Topçu ve Arslan, 2004).

Birçok hastalık, oluŐturdukları dış belirtiler ile familya seviyesinde nadir olarakta cins seviyesinde tespit edilebilmektedir (Kayral, 2010; Yaman 2003). Nosemosis hastalığı az sayıda dış belirtilere sahiptir (Bailey, 1967; Uygur ve Girişkin, 2008; OIE, 2008; Whitaker vd., 2010). Tespiti g¼c¼ olan tek dış belirti davranıŐsal deđiŐikliklerdir. Campbell (2010) alıŐmasında enfekte genç arıların olgun arılara ait davranıŐlar sergilediğini rapor etmiştir. Çalışılan bu doktora tezinde, açık bir Şekilde tespit edilen kovan ¼n¼nde arı dışkıları, yine kovan ¼n¼nde uçamayan arılar ve abdomeni Şişmiş arıların g¼r¼lmesi, nosemosis hastalığına ait hastalık dış belirtileri ile uyuoŐmaktadır (Chen vd., 2008; Fries, 2010; Higes vd., 2008b; Huang, 2012). Nosemosis hastalığının iki etmeni olan *N. apis* ve *N. ceranae* patojenlerinin konak ¼zerinde oluşturduğu dış belirtiler birbirinden çok farklı değildir (Huang, 2012). Nosemosis enfeksiyonu taşıyan arılarda g¼r¼len bağırsak ve abdomen değişimleri, hastalığın hangi etkenden kaynaklandığını tespit etmede belirleyici ¼lt¼te değildir. Bu dış belirtiler ile nosema hastalığının varlığından s¼z etmek yeterli değildir. Ama bir ¼n bulgu olarak değerlendirilerek hastalığın varlığı hakkında bize bir fikir vermektedir.

Aynı konakta hastalık oluŐturan farklı patojenlerin, konak doku enfeksiyonları farklı olabilir (Chen ve Huang, 2010). Tez çalıŐmasında kovan ¼n¼nden toplanan bazı ¼rneklerin ¼l¼m¼ yeni gerçekleŐmiŐ ve i sistem dokuları sağlam halde diseksiyon edilmiŐtir. Tez s¼resince nosemosis enfeksiyonu konağın bağırsak ve hemolenf dokularında tespit edilmiŐtir. Nosemosis enfeksiyonunun g¼zlemlendiđi konak dokuları literat¼rde verilen konak dokuları ile uyuoŐmaktadır (Chen vd., 2009a; Fries, 2010; Higes vd., 2010b; Rice, 2001). Huang (2012) nosemosis hastalık etkenlerinin konak içerisinde enfekte ettiği dokular açısından benzer olduğunu rapor etmiŐtir. Nosemosis enfeksiyonunun bal arılarında bağırsak dokusunda yoğun olarak enfeksiyon gerçekleŐtirdiđi ve mikrospor patojeninin vejetatif safhalarının bağırsak dokusunda gerçekleŐtiđi bilinmektedir (Fries, 2010; Higes vd., 2006; Webster, 2012). Chen vd. (2009a) yaptığı çalıŐmada bu tez çalıŐmasına benzer Őekilde nosemosis enfeksiyonunun yoğun olarak bağırsak ve v¼cut boŐluđunda enfeksiyon yaptığını rapor etmiŐtir. Martin-Hernańdez vd. (2009) alıŐmasında malpigi t¼p¼ ve kas dokusunda her iki hastalık etkeninin enfeksiyon yapmadığını rapor etmiŐtir. *N. ceranae* sporları *N. apis* sporlarına oranla konak dokularında daha hızlı yayılmaktadır (Higes vd., 2008b, Paxton vd., 2007; Martin-Hernańdez vd., 2009). Bu

bilgilerin yanında, literatürde, bal arılarının tükürük bezi ve salgı hücreleri ile malpigi tüplerinde, yağ dokusunda ve kas dokusunda nosema sporlarının çeşitli yöntemlerle tespit edildiği üzerine raporlar mevcuttur (Chen vd., 2009a; Higes vd., 2010; Klee vd., 2007; Somerville ve Hornitzky, 2007).

Tez çalışmasında, vejetatif üreme safhasının temel aşamaları olan meront, sporont ve sporoblast safhaları ile olgun sporlar tespit edilmiştir. Vejetatif safhaların giemsa boyalı numunelerde gösterdiği tipik özellikler ile morfolojik boyutları, olgun sporların boyalı numunelerinin morfolojik boyutları ve şekli, literatürde kabul görmüş birçok çalışma ile karşılaştırılmıştır ve tespit edilen patojenin tipik bir mikrospor olduğu kanıtlanmıştır (Chen ve Huang 2010; Higes vd 2007). *N. apis* ve *N. ceranae* patojenlerinin konak dokularındaki gelişim aşamaları birbirinin aynıdır (Fries, 2010; Higes vd., 2007; Chen vd., 2009a). Bu durumdan farklı olarak, Huang (2012) çalışmasında vejetatif safhaları arasında morfolojik farklar olabileceğini rapor etmiştir. *N. apis* ve *N. ceranae* hastalık etkenlerinin vejetatif safhalarına ait olası farkların belirlenmesi, nosemosis hastalığının hangi hastalık etkeninden kaynaklandığı sonucuna varmak için yeterli değildir (Chen ve Huang, 2010; Huang, 2012; Fries, 2010).

Tez çalışmasında belirlenen sporların morfolojileri literatüre benzerlik göstermektedir (Chen vd., 2009a; Chen ve Huang, 2010; Higes vd., 2007; Huang, 2012; Fries, 2010; Fries vd., 2006). Tez çalışmasında taze preparatlarda 4,9 x 2,83 µm, ve boyalı numunelerde 4,41 x 2,47 µm olarak ölçümü yapılan nosemosis sporlarının morfolojik boyutları literatürde tespit edilen nosemosis enfeksiyonları ile uyuşmaktadır (Chen vd., 2009a; Chen ve Huang, 2010; Fries vd., 1996; Higes vd., 2007). Huang vd. (2007) *N. ceranae* sporlarının boyunu 4,5 x 2,4 µm olarak ölçmüştür. Chen vd. (2009a) *N. ceranae* sporlarının, 3,9 – 5,3 µm boyunda ve 2,0 – 2,5 µm eninde olduğunu rapor etmiştir. Dünya Hayvan Sağlığı Örgütü OIE (2008) raporunda; *N. apis* sporlarının 5 - 7 µm boyunda, 3 – 4 µm eninde olduğunu ve *N. ceranae*'nin *N. apis*'ten bir nebze ufak sporlara sahip olduğunu rapor etmiştir. Literatürde bu iki hastalık etkeninin spor morfolojisi olarak *N. ceranae* sporlarının *N. apis* sporlarına oranla daha ufak olduğu üzerine kayıtlar olsa da bu iki hastalık etkeninin morfolojik olarak gösterdiği farklılıklar tür seviyesinde karakterizasyon yapmak için yeterli değildir (Chen ve Huang, 2010; Higes vd., 2006, 2007; Fries, 2010).

Tez çalışmasında yapılan geçirimli elektron mikroskopu (TEM) çalışmaları sonucunda, polar filamentin spor içerisinde 20 – 27 sarmal oluşturması, sporların çift çekirdekli olması, ekzospor kalınlığının 48 nm ve endospor kalınlığının 175 nm olması

gibi nosema cinsine ait karakteristik özellikler tespit edilmiştir. Bu veriler ışığında, tez çalışmasında belirlenen mikrospor patojenlerinin nosema cinsine ait olduğu TEM çalışmaları ile kanıtlanmıştır. Huang vd. (2007) nosemosis enfeksiyonunun TEM çalışmalarında, sporların içerisinde polar filamentin 20 – 23 tane sarmal oluşturduğunu ve polar filamentin 4 katmandan oluştuğunu rapor etmiş diğer karakteristik etkenlerin tipik bir nosema sporuna ait olduğunu rapor etmiştir. Tez çalışmasında tespit edilen mikrospor patojeninde çekirdeklerin diplokaryotik olması, polar filamentin oluşturduğu halka sayısı, spor duvarı kalınlığı ve polar filamentin katman sayısı gibi birçok özellik tespit edilen sporun nosema sporu olduğunun kanıtıdır (Chen ve Huang, 2010; Higes vd., 2007, 2008; Huang vd., 2007; Larsson, 2005; Suwannapong vd., 2010). Nosemosis enfeksiyonunun her iki etkeninin spor içyapıları birbirine benzemektedir (Chen ve Huang, 2010; de Graaf vd., 1994; Huang, 2012). Chen ve Huang, (2010) *N. apis* ve *N. ceranae* arasındaki farklar, spor boyları ve polar filament halka sayısı ile sınırlıdır demiştir. Aynı şekilde Huang (2012) ve Brenna vd. (2012) yaptıkları çalışmalarda, nosemosis hastalık etkenlerinin spor içyapılarının polar filament sayısı haricinde benzer olduğunu rapor etmişlerdir. Chen vd. (2009a) ve Huang (2012) *N. cereneae*'nin 18 – 21 polar filament sarmalı oluşturduğunu rapor etmiştir. Huang (2012) çalışmasında, *N. apis* sporlarında polar filamentin halka sayısının 27-30 olduğunu; Higes vd. (2006) ve Fries vd. (1996) *N. apis* sporlarının 30 polar filament halkası oluşturduğunu, *N. ceranae* sporlarının 20-23 polar filament halkası oluşturduğunu rapor etmişlerdir. Suwannapong vd. (2010) spor duvarında ekzospor kalınlığını 25 – 50 nm olarak rapor etmiştir. Keza hastalık etkenleri arasında tespit edilen bu spor içyapısına ait olan farklılıklar, daha önce ışık mikroskobu seviyesinde belirlenen farklar gibi hastalık etkenlerinin tam olarak tür seviyesinde karakterizasyon ayırımının yapılabilmesi için yeterli olmayabilir.

Bal arılarında nosemosis enfeksiyonunun etkeni olan nosema mikrosporidiumunun cins seviyesinde tespiti için, ışık ve elektron mikroskobu çalışmaları yeterli olmaktadır (Chen vd., 2009a; Fries, 2010; Higes vd., 2007; Huang vd, 2007). Uzun yıllar boyunca Avrupa'da ve Asya'da bal arılarında nosema hastalığının tek etmeninin *N. apis* olduğunun düşünülmesinin en önemli nedeni de budur. Son yıllarda yapılan çalışmalar moleküler tekniklerle gerçekleştirilmiş ve ikinci bir hastalık etmeninin varlığı tespit edilmiştir. Çalışılan bu doktora tezinde, nosemosis hastalığının hangi etkenden kaynaklandığı tespit edilmesi için moleküler teknikler kullanılmıştır. Geliştirilen moleküler tekniklerle eskiden ışık ve elektron mikroskobu ile tanımlanan *N. apis* kayıtlarının aslında *N. ceranae*

olduğunu gösteren birçok kayıt mevcuttur. Bal arılarında noseosis hastalığının bu iki hastalık etmeninden hangisinden kaynaklandığının belirlenmesi için moleküler karakterizasyon gerekmektedir (Bourgeois vd., 2010; Chen vd., 2008; Higes vd., 2006, 2007; Huang vd., 2007; Klee vd., 2007; OIE, 2008). Türkiye’de tespit edilen noseosis enfeksiyonları üzerine yapılan çalışmaların tamamına yakını ışık mikroskobu seviyesindedir (Aydın vd., 2003, 2005; ; Başar, 1990; Çağlar ve Öner, 2001; Çakmak vd., 2003; Kutlu, 1988; Kutlu ve Ekmen, 2003; Özkırım ve Keskin, 2001; Sıralı ve Çakmak, 2003; Sıralı ve Doğaroğlu, 2005; Şimşek, 2005; Şimşek vd., 2001; Topçu ve Arslan, 2004). Bunun yanı sıra ülkemizde yapılan araştırmalarda hastalık etkenlerinin moleküler karakterizasyonları üzerine çalışmalar son yıllarda hız kazanmıştır (Muz vd., 2010; Ütük vd., 2010; Whitaker vd., 2010). Tüm bu verilere dayanarak ülkemizdeki çalışmalar için ışık mikroskobu ile *N. apis* olarak tespit edilen kayıtların *N. ceranae* olma olasılığı yüksektir diyebiliriz.

Tez çalışmasında noseosis hastalığına ait hangi etkenlerin varlık gösterdiğinin belirlenmesi için yapılan moleküler karakterizasyon çalışmalarında; tüm alanlarda *N. ceranae* enfeksiyonunun varlık gösterdiği, *N. apis* enfeksiyonunun bulunmadığı görülmüştür (Şekil 3.14). Ülkemizde yapılan sınırlı sayıdaki çalışmalardan biri olan, Whitaker vd. (2010) un çalışmasında Karadeniz Bölgesi için yalnızca Artvin ilinde *N. ceranae* enfeksiyonu görüldüğünü, *N. apis* enfeksiyonunun ise bulunmadığını belirtmiştir. Türkiye’de yapılan birçok çalışmada ise tür teşhisinde moleküler çalışmalar yapılmamış ve ışık mikroskobu ile tanımlanan hastalıklar *N. apis* veya nosema hastalığı olarak kaydedilmiştir. Aynı şekilde Ütük vd. (2010) çalışmasında Giresun ilinde *N. ceranae* enfeksiyonunun varlığından söz etmiştir. Dünya literatüründeki birçok kayıta bu tez çalışmasının sonuçlarına benzer sonuçlar mevcuttur. Tüm dünyada *N. ceranae* enfeksiyonu *N. apis* enfeksiyonundan çok daha hızlı ve geniş bir yayılıma sahiptir. Brenna vd. (2012) tüm lokalitelerde *N. ceranae* enfeksiyonunun tespit edildiğini rapor etmiştir. Chen ve Huang (2010) birleşik devletlerde yaptığı çalışmada 12 eyaletin tümünde *N. ceranae* enfeksiyonunun varlık gösterdiğini, *N. apis* patojeninin ise enfeksiyon yapmadığını rapor etmiştir. Liu vd. (2008) Çin’de yaptığı çalışmada *A. mellifera*’da *N. ceranae* enfeksiyonunun 12 alanın tümünde varlık gösterdiğini, *N. apis* enfeksiyonunun ise bulunmadığını rapor etmiştir. Asya ve Amerika’dan farklı olarak Avustralya’da *N. apis* patojeninin enfeksiyon oranı % 46 iken, *N. ceranae*’nin % 15 civarında olduğu ve yalnızca iki alanda her iki patojenin beraber görüldüğü, yoğun olarak *N. apis* enfeksiyonunun varlık gösterdiği rapor edilmiştir.

(Giersch vd., 2009). Fenoy vd. (2009) ve Higes vd. (2007) *N. ceranae* enfeksiyonunun *N. apis* enfeksiyonuna oranla daha hızlı yayılım gösterdiğini belirtmiştir. *N. ceranae* enfeksiyonunun ilerleyen zamanlarda *N. apis* enfeksiyonunun yerini alacağı üzerine düşünceler fazladır (Klee vd., 2007; Martin-Hernandez vd., 2009; Paxton vd., 2007; Tapaszti vd., 2009). Ayrıca Malone vd. (2001) çeşitli nedenler çerçevesinde *N. ceranae*'nin zaman içerisinde *N. apis*'in yerine tamamen geçeceğini savunmuştur. Bunun yanında *N. apis* enfeksiyonunun yerini bu kadar hızlı değiştirmeyeceği üzerine de tartışmalar mevcuttur (Gisder vd., 2010; Higes vd., 2010b).

Çalışılan bu doktora tezinde noseosis enfeksiyonu yalnızca dişi işçi arılarda tespit edilmiştir. Türkiye'de yapılan çalışmalarda enfeksiyonun hangi koloni bireylerinde gerçekleştiği bildirilmemiştir. Yalnızca Kutlu ve Ekmen (2003) yaptığı çalışmada işçi arıları incelediğini rapor etmiştir. Chen vd. (2009a) ve Somerville ve Hornitzky (2007) noseosis enfeksiyonunun dişi olan işçi ve kraliçe arının yanında erkek arılarda da enfeksiyon yapabileceğini söylemiştir, fakat her iki çalışmada da koloni bireylerindeki enfeksiyon varlığı verilmemiştir. Bunun yanı sıra Webster vd. (2004) enfeksiyonu yalnızca dişi bireyler olan işçi ve kraliçe arılarda tespit etmiştir. Czekońska (2000) noseosis enfeksiyonunu yalnızca dişi bireylerde tespit etmiştir. Yine Czekońska (2000) yaptığı deneysel çalışmada enfeksiyonun kraliçe arılardan işçi arılara bulaştığını kanıtlamıştır. Webster vd. (2008) deneysel diğer bir çalışmada noseosis sporlarının diğer mikrosporlar gibi vertikal taşınımının olmadığını; enfekte kraliçelerde gelişen yumurta, larva ve pupalarda noseosise rastlanmadığını rapor etmiştir. Webster vd. (2004) deneysel olarak yaptığı çalışmada kraliçe ve işçi arıların aynı oranda enfeksiyona yakalandığını rapor etmiştir. Martin-Hernández vd. (2009) *N. ceranae* enfeksiyonunun işçi arılarda *N. apis* enfeksiyonundan daha ölümcül olduğunu rapor etmiştir. Malone vd. (2001) kovan içi arılar ve polen toplamada görevli arılarda, nosema hastalığının spor sayısı açısından varlığını araştırmış ve noseosis enfeksiyonunun farklı olduğunu belirtmiştir. Bunun yanında Brenna vd. (2012) belirgin bir fark göstermediğini söylemiştir. Literatürdeki birçok diğer çalışma, arıların hangi bireylerinde enfeksiyonun var olduğunu bildirmemiştir (Invernizzi vd., 2009; Klee vd., 2007).

Bu doktora çalışmasında, arazi çalışmasında elde edilen dişi işçi arılarda noseosis enfeksiyonunun varlığı, mevsimsel, coğrafik dağılımı ve etmenlerin varlığı aşağıda detaylı bir şekilde irdelenmiştir.

Bu doktora çalışmasında incelenen örnek sayısı altı bine yakındır. İncelenen örnek sayısı literatürde kabul görmüş birçok diğer çalışmalara göre oldukça yüksek seviyededir. Türkiye’de yapılan çalışmalarda sadece Başar (1990) ve Kutlu (1988) yaptıkları tez çalışmalarında ve Aydın vd. (2005) yaptıkları makale çalışmasında yüksek sayıda örnek irdelemiştir. Bu çalışmaların dışında ülkemizde yapılan diğer çalışmalarda incelenen örnek sayısı oldukça düşük seviyelerdedir. Keza Whitaker vd. (2010), *N. ceranae*’nın Türkiye dağılımı çalışmasında 84 örnek gibi oldukça düşük seviyelerde bir dağılım çalışması yapmıştır. Aynı şekilde dünya literatüründeki birçok çalışmada düşük seviyede örnekleme yapılmıştır, Keza Invernizzi vd. (2009) yaptığı bir yıllık çalışmada 29 örnek incelemiştir. Aynı şekilde Chen vd. (2008) 1995-2007 yılları arasında 12 eyaletten toplam 180 örnek incelemiştir. Williams vd. (2008a) çalışmasında 460 örnekleme yapmıştır.

Tez süresince incelenen örneklerde noseiosis enfeksiyonu % 80’e kadar çıkan oranlarda tespit edilmiştir. Yıllar itibarı ile tespit edilen enfeksiyon oranlarına bakıldığında 2011 yılında enfeksiyon 2010 yılına göre bariz bir artış göstermiştir. Aynı şekilde 2009 yılına oranla 2010 yılında enfeksiyon artış göstermiştir. Her üç yılda da elde edilen enfeksiyon oranları literatürdeki birçok kayıta göre oldukça yüksek bir seviyededir. Invernizzi vd. (2009) Uruguay da yaptığı çalışmada noseiosis enfeksiyonunun yalnızca 1966 yılında % 60 gibi yüksek seviyelere çıktığını; 1979-1986 yılları arasında % 20 nin altında olduğunu rapor etmiştir, Invernizzi vd. (2009) aynı çalışmasında enfeksiyonun genellikle % 20-30 oranında seyrettiğini, 1964 yılından 1984 yılına doğru enfeksiyonun düşüş gösterdiğini, 1984-2002 yılları arasında tekrar arttığını fakat 2006 yılına geldikçe enfeksiyonun azaldığını rapor etmiştir. Chen vd. (2008) 1995-2007 yılları arasında *N. ceranae* enfeksiyon yüzdesini Birleşik Devletlerde % 18 olarak rapor etmiştir. Whitaker vd. (2010) Türkiye’de noseiosis enfeksiyon yüzdesini % 8,3 olarak tespit etmiştir. Whitaker vd. (2010) *N. apis*’den kaynaklanan enfeksiyon yüzdesini % 4,7, *N. ceranae*’den kaynaklanan enfeksiyon yüzdesini ise % 3,5 olarak rapor etmiştir. Yine ülkemizde yapılan sınırlı çalışmada Çakmak vd. (2003) Güney Marmara Bölgesi’nde noseiosis enfeksiyon yüzdesini % 24 olarak rapor etmiş, Şimşek (2005) enfeksiyon yüzdesini Elazığ’da % 8,77 olarak rapor etmiştir. Sıralı ve Doğaroğlu (2005) çalışmasında, Trakya bölgesinde noseiosis enfeksiyon ortalamasını % 6,5 olarak rapor etmiştir. Kutlu (1988) Adana ve Muğla’da noseiosis enfeksiyon oranını % 26,4 olarak rapor etmiştir. Kutlu ve Gazioğlu (2008) Bingöl ilinde noseiosis enfeksiyonunu 2001 yılında % 23,5 ve 2007 yılında % 42,25 olarak açıklamıştır. Chen vd. (2009b) *N. apis* enfeksiyon oranını % 31, *N. ceranae*

enfeksiyon oranını % 71 ve her iki etkenin beraber enfeksiyon oranını % 19 olarak rapor etmiştir. Chen vd. (2009b) Çin'de *N. apis* enfeksiyon oranının % 28, *N. ceranae* enfeksiyon oranının % 61 olduğunu, Tayvan'da *N. apis* enfeksiyonunun % 33, *N. ceranae* enfeksiyonunun % 73 olduğunu, Japonya'da *N. apis* ve *N. ceranae* enfeksiyon oranlarının sırasıyla % 25 ve % 75 olduğunu rapor etmiştir. Bu tez çalışmasında tespit edilen *N. ceranae* enfeksiyon yüzdesi literatürdeki birçok kayıta göre yüksek seviyededir. Chen ve Huang (2010) koloni kaybı görülen kovanlar ve kontrol grubu olan kovanlarda yaptıkları çalışmada, *N. ceranae* enfeksiyonunun koloni kaybı olan kovanlarda % 55 gibi bir oranda varlık gösterdiğini kontrol grubunda bulunmadığını, farklı bir durum olarak, *N. apis* patojenin ise koloni kaybı olan kovanlarda % 29 iken kontrol grubunda % 18 oranında olduğunu rapor etmiştir.

Tez çalışmasının 2009 yılında elde edilen bulgularında, noseiosis enfeksiyonu Ağustos ayında % 18 seviyesinde tespit edilmiştir. Elde edilen bu oran dünya literatüründe kabul görmüş birçok noseiosis enfeksiyon oranına göre yüksek bir seviyedir.

2010 yılında incelenen alanların tümünde noseiosis enfeksiyonu tespit edilmiştir. Genel ortalama % 15 civarındadır. 2010 yılında belli alanlarda enfeksiyon % 40 gibi oldukça yüksek seviyelere çıkmıştır. Rize ilinden Ordu iline kadar yapılan arazi çalışmasında; enfeksiyon iller bazında irdelendiğinde, illerdeki enfeksiyon oranları doğudan batıya doğru gidildikçe doğrusal bir artış göstermektedir (Chi – Square testi, $p < 0,05$, $\chi^2 = 12,411$, $df = 3$) (Şekil 3.15). 2010 yılında noseiosis enfeksiyonunun mevsimsel dağılımı irdelendiğinde, araştırmanın yapıldığı her ayda enfeksiyona rastlanmış ve enfeksiyon aylara göre sabit bir oranda artan veya azalan bir dağılım göstermemiştir (Chi – Square testi, $p > 0,05$, $\chi^2 = 10,420$, $df = 5$) (Şekil 3.16). Noseiosis enfeksiyonu, Nisan ayından Haziran ayına kadar düzenli bir artış göstermiş, Ağustos ayına doğru ise düşüşe geçmiştir. Enfeksiyon; Mart, Nisan ve Ağustos aylarında düşük seviyelerde iken Mayıs ve Haziran aylarında oldukça yüksek seviyelere çıkmıştır (Şekil 3.16). Bunun en büyük nedenlerinden biri olarak Haziran ayından sonra değişime başlayan iklim şartları ve yeni arı bireylerinin kovan dışında görülmeye başlaması olduğu düşünülmektedir.

Tez çalışmasının 2011 yılında yapılan arazi örneklemelerinde noseiosis enfeksiyonu her alanda tespit edilmiştir. Genel enfeksiyon ortalaması % 20 civarındadır ve kimi arazilerde enfeksiyon tespit edilmemiştir. Buna rağmen Ayder alanında Mayıs ayında yapılan arazi çalışmasında enfeksiyon % 80 gibi oldukça yüksek seviyelere çıkmıştır. 2011 yılında elde edilen veriler iller bazında değerlendirildiğinde, Artvin ilinden Ordu iline

kadar yapılan arazi çalışmasında enfeksiyon 2010 yılından farklı olarak Trabzon iline doğru önce düşüş, sonrasında bir yükseliş göstermektedir. Aynı şekilde 2010 yılında gözlenen durumdan farklı olarak, 2011 yılında nosemosis enfeksiyonunun illere göre dağılımı doğudan batıya doğrusal bir azalış veya artış göstermemiştir (Chi – Square testi, $p < 0,05$, $\chi^2 = 110,593$, $df = 6$) (Şekil 3.17). Nosemosis enfeksiyonu 2010 yılında olduğu gibi Ordu ilinde diğer illere nazaran yüksek seviyededir. Rize ilinde 2010 yılından farklı olarak enfeksiyon düşük seviyelerde seyretmemiştir. 2011 yılında arazi çalışmalarına eklenen Artvin ilinde, enfeksiyon diğer illere göre oldukça yüksek seviyededir (Şekil 3.17). 2011 yılında iller bazında enfeksiyonun bu şekilde farklılık göstermesinde her bir il için, il seviyesinde sıcaklık ve nem etkenlerinin önemli rol oynadığı düşünülmektedir. Türkiye’de yapılan sınırlı sayıdaki çalışmada Whitaker vd. (2010) Doğu Karadeniz Bölgesi’nden Giresun ve Artvin illerinden örnekleme yapmıştır. Whitaker vd. (2010) yalnızca Artvin ilinden aldığı 8 örnekten 1 tanesinde *N. ceranae* enfeksiyonuna rastlamıştır. Whitaker vd. (2010) Doğu Karadeniz Bölgesi’nde bulunan diğer illerde hiçbir nosemosis enfeksiyonuna rastlamamıştır. Tamamlanan bu doktora tezinde Doğu Karadeniz Bölgesi’ndeki tüm illerde *N. ceranae* enfeksiyonu tespit edilmiştir. Bu doktora tezinde Artvin ilinde tespit edilen *N. ceranae* enfeksiyonu (% 33,33), Whitaker vd. (2010)’un Artvin ilinde tespit ettiği *N. ceranae* enfeksiyonundan (% 12,1) oldukça yüksektir. Aynı şekilde bu doktora tezinde Giresun ilinde *N. ceranae* enfeksiyonu % 20,27 oranında tespit edilmiştir. Whitaker vd. (2010) Giresun ilinde enfeksiyon bulunmadığını rapor etmiş, Ütük vd., (2010) ise Giresun ilindeki *N. ceranae* enfeksiyon oranını bildirmemiş sadece varlığından bahsetmiştir. Whitaker vd. (2010) aynı çalışmada *N. ceranae* enfeksiyonunu Hatay ve Muğla illerinde de tespit etmiş, *N. apis* enfeksiyonunu ise Sivas, İzmir, Bitlis ve Gaziantep illerinde rapor etmişlerdir. Ütük vd. (2010) ise Giresun ve Sivas illerinde *N. ceranae* enfeksiyonunun varlığını rapor etmiştir. Sıralı ve Doğaroğlu (2005) çalışmasında Trakya ve Marmara Bölgesi’nde olan Edirne, Tekirdağ, Kırklareli, İstanbul ve Çanakkale illerinde tür belirtmeden nosemosis hastalığının varlığını rapor etmiştir. Kutlu ve Gazioğlu (2008) Bingöl ilinde nosemosis enfeksiyonunun varlığını rapor etmiştir. Aydın vd. (2003) Güney Marmara Bölgesi’ndeki illerde nosemosis enfeksiyonunun varlığından bahsetmiştir. Topcu ve Aslan (2004) Kars ilinde nosemosis enfeksiyonunu rapor etmiştir. Çakmak ve Aydın (2006) ve Aydın vd. (2005) nosemosis enfeksiyonunun yoğun olarak Doğu Karadeniz ve Marmara Bölgesi’nde görüldüğünü rapor etmişlerdir.

2011 yılında 20 alan tespit edilmiş ve arazi çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Arazi yapılan tüm alanlarda enfeksiyon tespit edilmiştir. Whitaker vd. (2010) ise Türkiye için yaptığı çalışmada 20 alanın yalnızca 3 tanesinde enfeksiyona rastlamıştır. Ülkemizde yapılan birçok çalışma ise tek bir alanda yada ilde sınırlı kalarak yapılmıştır. Özkırım ve Keskin (2001) Anzer alanında noseosis enfeksiyonundan bahsetmiş ve enfeksiyonu *N. apis* olarak tanımlamıştır. Ütük vd. (2010) Giresun ilinde *N.ceranae* enfeksiyonunu rapor etmiş, Whitaker vd. (2010) Artvin ilinde enfeksiyondan bahsetmiştir. Türkiye literatüründe hiçbir çalışmada, Doğu Karadeniz Bölgesi iller bazında çalışılmadığından, enfeksiyonun Doğu Karadeniz Bölgesi için karşılaştırması yapılamamıştır. Bunun yanında Aydın vd. (2005) noseosis enfeksiyonunun Doğu Karadeniz Bölgesi'nde diğer bölgelere oranla daha yüksek oranda olduğunu rapor etmiştir.

2011 yılı noseosis enfeksiyon sonuçları aylara göre değerlendirildiğinde çalışmanın yapıldığı 6 aylık sürecin hepsinde noseosis enfeksiyonuna rastlanmıştır. Enfeksiyon Nisan ayında diğer aylara nazaran oldukça düşük seviyelerdedir. Bunun en büyük nedenlerinden biri olarak arı kolonilerinin kış şartlarından çıkmamış olması söylenebilir. Ayrıca 2011 yılında Nisan ayında Doğu Karadeniz Bölgesi'nde hava şartlarının elverişsiz olması dolayısıyla, işçi arıların kovan dışına çıkmadan çalışmasından kaynaklanmaktadır. Mayıs ayı itibarı ile oldukça yüksek seviyelerde olan enfeksiyon oranı Ağustos ayına doğru gittikçe doğrusal bir azalma göstermektedir (Chi – Square testi, $p < 0,05$, $\chi^2 = 300,939$, $df = 5$) (Şekil 3.19). Noseosis enfeksiyonunun aylara göre bu şekilde değişken sonuçlar göstermesinde, sıcaklık ve nem etkenlerinin önemli rol oynadığı düşünülmektedir. Sıcaklık ve nem etkenlerinin enfeksiyonun mevsimsel (aylık) olarak dağılımında etkili olduğunu söyleyebiliriz. Dünya literatüründe birçok çalışmada, sıcaklık ve nem faktörlerinin noseosis enfeksiyonu üzerinde oldukça etkili olduğunu rapor edilmiştir. (Aydın vd., 2005; Fries, 2010; Malone vd., 2001; Martín-Hernández vd., 2009). Brenna vd. (2012) yaptığı çalışmada *N.ceranae* enfeksiyonunun Nisan - Haziran aylarında yüksek, Eylül – Mart ayları arasında ise düşük seviyede seyrettiğini rapor etmiştir. Aynı şekilde *N. apis* enfeksiyonunun bahar aylarında bir yükselme, yaza doğru düşüş, kış öncesi tekrar bir yükselme gösterdiği birçok çalışmada rapor edilmiştir (Brenna vd., 2012; Dyess, 1978; Pickard ve El-Shemy, 1989). Traver ve Fell (2011) Virjinya'da, Gisber vd. (2010) ise Almanya'da yaptıkları çalışmalarda *N. ceranae* enfeksiyonunun geç bahar ve erken yaz aylarında oldukça yüksek seviyede seyrettiğini fakat kış sezonunda düşük seviyede olduğunu rapor etmiştir. Farklı bir durum olarak Martín-Hernandez vd. (2006) İspanya'da

yaptığı çalışmasında, *N. ceranae* enfeksiyonunun mevsimsel bir aktivite göstermediğini rapor etmiştir. *N. ceranae* yaz aylarında, *N. apis* enfeksiyonunun da kış aylarında aktivite göstermesinde; *N. ceranae*'nin sıcaklığa *N. apis*'ten daha toleranslı olmasının etkisi vardır (Brenna vd., 2012; Huang, 2012). Higes vd. (2008b) *N. ceranae*'nin mevsimsel olarak tüm sezonlarda aktif görüldüğünü, özellikle yaz aylarında yüksek seviyelere çıktığını söylemiştir. Farklı bir durum olarak *N. apis* enfeksiyonunun ilkbahar ve sonbaharda yükselme gösterip, kış aylarda yayılma gösterdiğini söylemiştir (Higes vd., 2008b; Martin-Hernández vd., 2009; OIE 2008). Martin-Hernández vd. (2009) *N. ceranae*'nin *N. apis*'e oranla daha iyi bir adaptasyon gösterdiğini belirtmiştir. *N. ceranae* sıcaklık ve nem toleransı geniş bir patojen olduğundan tüm sezonlarda yayılma gösterirken, *N. apis* sporları ise uygun ortam olarak soğuk kış aylarını ve kovan içi sıcaklığı tercih etmektedir. Yaz aylarında uygun nem miktarında, arı kadvraları ve dışkı içerisinde bir yıl kadar, kışın düşük sıcaklıkta veya soğuk iklim bölgelerinde ise 4 yıldan fazla dayanarak yayılımını devam ettirmektedir (Malone vd., 2001; Martin-Hernández vd., 2009). Brenna vd. (2012) çalışmasında yaz aylarında *N. ceranae*'nin *N. apis*'e göre daha yoğun enfeksiyon yapmasının, *N. ceranae*'nin hızlı bir şekilde *N. apis* enfeksiyonunun yerini almasında önemli bir etken olduğunu açıklamıştır. Brenna vd. (2012) bir yıllık süreçte mevsimsel çalışmanın yeterli olduğunu söylemiştir. Fries (2010) ise mevsimsel dağılımların bölgesel olarak uzun süreli çalışılması gerektiğini vurgulamıştır. Türkiye literatüründe yayınlanan raporların hemen hemen hiç birinde noseosis enfeksiyonunun aylara göre dağılımı verilmemiş ve enfeksiyonun mevsimsel karşılaştırması yapılmamıştır (Aydın vd., 2003, 2005; Başar, 1990; Kutlu, 1988; Ütük vd., 2010; Whitaker vd., 2010).

Doğal ortamında sıcaklık değişiminin noseosis enfeksiyonuna olan etkisinin tespiti için elde edilen sıcaklık verileri 10 – 40 °C arasında 5 °C lik aralıklarla değerlendirilmiştir. Noseosis enfeksiyonunun sıcaklık artışı ile belirgin şekilde ilişkisi olduğu söylenebilir. Artan sıcaklıkla doğru orantılı olarak enfeksiyon artmaktadır (Chi – Square testi, $p < 0,05$, $\chi^2 = 59,304$, $df = 5$) (Şekil 3.20). Aydın vd. (2005) sıcaklığın noseosis hastalığının varlığında belirgin bir etken olduğunu belirtmiştir. Ayrıca Huang vd. (2007) bal arılarında nosema hastalığının sıcak iklimleri sevdiğini ve yoğun görüldüğünü rapor etmiştir. Literatürde, sıcaklığın *N. ceranae* enfeksiyonu üzerine etkisini rapor eden birçok çalışma vardır. *N. ceranae*, *N. apis* patojenine oranla sıcaklığa daha toleranslıdır (Campbell vd., 2010; Martin-Hernandez vd., 2009, Huang, 2012). Aynı şekilde *N. ceranae* kuru hava ve soğuk etkenlere karşı *N. apis*'e oranla daha dirençlidir (Huang, 2012; Martin-Hernández

vd., 2007). Fenoy vd. (2009) laboratuvar ortamında nosema spor solüsyonlarına farklı süreler ve farklı sıcaklıklar uygulamış, *N. ceranae* sporlarının enfeksiyon özelliklerinin 4 °C'den 60 °C'ye kadar enfeksiyon aktivitesini kaybetmediğini, fakat *N. apis* sporlarının daha dar bir sıcaklık toleransına sahip olduğunu rapor etmiştir. Fenoy vd. (2009) aynı çalışmada, dondurulan yada kuru hava da bekletilen *N. ceranae* sporlarının yine *N. apis* sporlarından daha dirençli olduğunu rapor etmiş ve 3 haftaya kadar canlılıklarını % 80 oranında tuttuklarını rapor etmiştir. Higes vd. (2007) nosemosis hastalığının her iki etkeninin de 33 °C'de % 99 canlılık gösterdiğini, 25 °C ve 37 °C'de *N. ceranae*'nin *N. apis*'e oranla daha dayanıklı olduğunu ve *N. apis* sporlarının canlılığının azaldığını rapor etmiştir. Böcek patojenlerinin konak seçiminde konağın vücut ısısı önemli bir etkidir. Konak vücut sıcaklığını arttırarak hastalığa karşı bir savunma gerçekleştirmektedir (Campbell vd., 2010). Enfeksiyon sonrası bal arılarının vücut ısısı 30 °C'yi bulmaktadır, bu sıcaklıkta *N. apis* sporlarının canlılığı azalırken, *N. ceranae* sporları etkilenmemektedir. Malone vd. (2001) *N. apis* patojeninin, 33 °C sıcaklık altında bal içerisinde aktifliğini 1-6 ay da kaybettiğini, şurup ve su içerisinde ise 21 günde kaybettiğini söylemiştir. Martín-Hernández vd. (2009) *N. apis* enfeksiyonu için en uygun sıcaklığın 37 °C olduğunu rapor etmiştir. Kovan içi sıcaklık 35 °C civarındadır ve bu sıcaklık her iki hastalık etkeninin varlığını sürdürmesi için idealdir (Fenoy vd., 2009). Malone vd. (2001) *N. apis* enfeksiyonunun çoğalması için en uygun sıcaklığın 20–25 °C olduğunu ve 4 °C'de yıllarca canlı kalabildiğini rapor etmiştir. Malone vd. (2001) nosemosis hastalığının nedeni olan nosema sporlarının, kovan önündeki dışkı ve arı kadavraları içerisinde canlılıklarının devam ettirdiğini, sporların diğer kovanlara yayılımında da sıcaklık ve nem etkenlerinin önemli olduğunu rapor etmiştir. Arıcılık yapılan bölgelerde kovan etrafındaki iklimsel değişimlerin nosemosis hastalığının varlığına olan etkileri üzerine herhangi bir çalışma mevcut değildir, bu doktora tezinde arıcılık yapılan bölgelerde; sıcaklık, nem ve rakım farkı gibi etkenlerin arıların doğal yaşam alanlarında, nosemosis hastalığının varlığı ve dağılımına olan etkileri çalışılmıştır.

Sıcaklık değişiminin yanında nem etkeninin doğal ortamında nosemosis enfeksiyonuna olan etkilerine bakılmıştır. Nem etkeninin de sıcaklık etkeni gibi enfeksiyonun artışı ile doğru orantılı olduğu söylenebilir. Artan nem miktarının enfeksiyonu direk etkilediği söylenebilir (Chi – Square testi, $p < 0,05$, $\chi^2 = 153,928$, $df = 7$) (Şekil 3.21). Aydın vd. (2005) yağışların nosema enfeksiyonunda etken olduğunu vurgulamıştır. Artan yağışlar nemin etkinliğini arttırmaktadır. Aydın vd. (2005)'in rapor

ettiği gibi sıcaklık ve nem etkenleri birbirleri ile doğrudan bağlantılı olarak artmakta veya azalmaktadır. Huang vd. (2007) sıcak iklim koşullarında nosemosisin varlığının arttığını rapor etmiştir. Malone vd. (2001) *N. apis* patojeninin kuru havalarda 40- 49 °C’de 3 ila 45 gün sürede canlılığını kaybettiğini rapor etmiştir. Aynı şekilde Aydın vd. (2005) yağış etkeninin *N. ceranae* enfeksiyonunun yayılımını arttırdığını rapor etmiştir. Keza *N. apis* sporlarının kovan içindeki bal, nektar, su ve kovan etrafında dışkı ve arı kadavralarında bulunan nosema hastalığının etken sporları kuru havalarda 35- 37 °C’de 3 ay kadar canlılığını devam ettirebilmektedir. 20 °C’de ise dışkı içerisinde 1 yıldan fazla, ölü arı içerisinde ise 20-25 °C’de 4,5 yıl canlı kalabildiği bilinmektedir (Malone vd., 2001). Sıcaklık ve kuruluk etkeni sporların canlılığı üzerinde bu kadar etkili iken nem etkeninin nosemosis sporlarının canlılığının devam ettirebilmesinin yanında sporların yayılımını ve diğer konak arılara enfeksiyon bulaştırma kapasitesini arttırdığı düşünülmektedir (Aydın vd., 2005; Malone vd., 2001; Martin-Hernández vd., 2009). Nosemosis enfeksiyonunun sıcaklık ve nem etkenine olan cevabı üzerine birçok araştırma laboratuvar ortamında deneysel olarak yapılmıştır, bu tez çalışmasında doğal ortamında nem faktörünün nosemosis hastalığının varlığını ve dağılımını nedenli etkilediği ilkeze çalışılmıştır.

Çalışılan bu doktora tezinde bazı alanlarda düşük sıcaklıkta fakat yüksek nemde veriler kaydedilmiş, bu alanlarda enfeksiyon yüksek oranlarda tespit edilmiştir. Buna örnek olarak Ayder alanı Mayıs ayı arazisi verilebilir. Sıcaklığın 15,4 °C ve nemin % 72 olduğu durumda enfeksiyon % 80 gibi yüksek seviyelerdedir. Buna zıt olarak, sıcaklığın yüksek, nemin düşük olduğu alanlarda enfeksiyon düşük seviyelerdedir. Örnek olarak Alucra alanında Temmuz ayı arazisinde sıcaklık 36 °C nem ise % 13 oranındadır ve enfeksiyon oranı % 2 gibi oldukça düşük bir seviyededir. Bu ve benzeri veriler (Tablo 3.3) çerçevesinde nem etkeninin sıcaklığa oranla nosemosisin yayılımında ve varlığın da çok daha büyük bir etken olduğu söylenebilir. İklim değişimleri böceklerde hastalık yapan organizmaların dağılımını, yayılımını ve varlığını etkilemektedir, keza nosemosis hastalığı da iklim değişimlerinden etkilenmektedir (De la Rocque vd., 2008; Martin-Hernández vd., 2009). Sıcaklık ve kuruluk değişimleri bal, bal nektarı, arıcılıkta kullanılan şurup, su, ayrıca kovan etrafındaki arı pisliği ve ölü arı kadavraları içerisinde bulunan *N. ceranae* ve *N. apis* sporlarının canlılığının devamı üzerinde önemli etkenlerdir (Malone vd., 2001). *N. ceranae* *N. apis*’e oranla iklim değişimlerine daha toleranslıdır. *N. ceranae* sıcak iklim ülkelerinde yaygınlık gösterirken *N. apis* daha soğuk iklim kuşağında olan ülkelerde daha yaygın durumdadır (Martin-Hernández vd., 2007; Fries ve Forsgen, 2007; Williams vd.,

2008b). Yağış ve nem etkenleri, noseosis enfeksiyonu üzerinde sıcaklıktan daha etkili faktörlerdir. (Aydın vd., 2005). Literatürde birçok çalışmada noseosis hastalığının varlığı ve yayılımında, sıcaklığa oranla nemin daha etkili olduğu söylenmesine rağmen, bazı çalışmalarda iklimsel değişimlerin *N. ceranae*'nin varlığı üzerinde etkili olmadığını söyleyen çalışmalar mevcuttur. İklim koşullarının çok benzer olmasına rağmen *N. ceranae*'nin; Finlandiya'da İsveç ve Norveç ten daha yoğun olduğu rapor edilmiştir (Fries ve Forsgen, 2007; Paxton vd., 2007). İklimsel etkenler noseosis hastalığının dağılımı ve yayılma hızını açıklamada yeterli olmamaktadır (Fries, 2010; Fries ve Forsgen, 2007).

Bal arılarında noseosis hastalığının tespiti ve mücadelesinde bölgesel olarak iklimsel değişimlerin tespiti önemli rol oynamaktadır (Fries, 2010). Bu nedenle sıcaklık ve nem değişimlerinin yanında alansal olarak rakım farkı tez çalışmasında araştırılmıştır. Enfeksiyonun rakım farkı açısından coğrafik dağılımına bakıldığında, yüksek rakımda bulunan alanlarda genel enfeksiyon ortalamasının, alçak rakımda bulunan alanlarda genel enfeksiyon ortalamasına oranla oldukça düşük seviyede olduğu görülmektedir. Bunun nedeni rakım farkı olan alanlarda sıcaklık ve nem verilerinin değişken olmasıdır. Sıcaklık ve nem etkenlerinin beraber bir şekilde, rakım farkı açısından noseosis enfeksiyonunun coğrafik dağılımını etkileyen en önemli etkenlerden ikisi olduğu kesindir. Keza yüksek rakımda bulunan alanlarda nem ve sıcaklığın düşük olduğu, bunun aksine alçak rakımda bulunan alanlarda nem ve sıcaklığın yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Doğu Karadeniz Bölgesi'nde yüksek ve alçak rakım da bulunan alanların enfeksiyon oranları değişkenlik göstermektedir. Alçak rakımda bulunan alanlardaki enfeksiyon oranı (% 24,45), yüksek rakımda bulunan alanlardaki enfeksiyon oranından (% 17,23) daha yüksektir (Tablo 3.3). Rize ilinden Ordu iline kadar olan bölge rakım farkı açısından irdelendiğinde, yüksek rakımdaki enfeksiyon Ordu iline doğru doğrusal bir azalış göstermekte, alçak rakımdaki enfeksiyon ise aksine Ordu iline doğru bir artış göstermektedir (Şekil 3.22). Yüksek rakımda bulunan alanlarda sıcaklık ortalaması 17,8 °C, nem ortalaması ise % 36 iken; alçak rakımlı alanlarda ise sıcaklık ortalaması 21 °C, nem ortalaması ise % 51'dir (Tablo 3.3). Rakım farkı yüksek olan alanlarda, nemin düşük olması, enfeksiyonunda düşük olmasının en önemli nedenlerinden biridir. Giresun ve Ordu illerinde, rakım farkı açısından incelenen alanlarda, sıcaklık ortalamaları birbirine yakın iken alçak rakımdaki alanlarda nemin bariz bir şekilde, yüksek rakımdaki alanlara göre yüksek seviyede olmasının hastalığın alçak rakımdaki alanlarda yoğun olmasına neden olduğu düşünülmektedir. Trabzon ilinde her iki rakım farkında da nem ve sıcaklık

değerleri birbirine yakın olmasından dolayı, nosemosis enfeksiyonunun rakım farkı göstermediği söylenebilir. Rize ilinde farklı bir durum oluşmaktadır. Rize ili için her iki rakım farkında da sıcaklıklar yakın iken alçak rakımdaki alanlarda nem fazla olduğu halde enfeksiyon oranı, yüksek rakımdaki alanlara göre düşük seviyede kalmıştır. Oysaki diğer alanlarda olduğu gibi yüksek nem olan alanlarda enfeksiyonunda yüksek olması beklenmektedir. Keza bu sonuç Rize ilinin rakım farkı karşılaştırması dışında tüm alanlarda bu şekildedir. Dünya literatüründe nosemosis enfeksiyonunun ve hastalık etkenlerinin bal arılarında yaptığı enfeksiyonun, mevsimsel, sıcaklık ve kuruluk etkileri altındaki dağılımı üzerine birçok çalışma varken, rakımsal olarak arı kolonilerinin farklı yüksekliklerde bulunmasının nosemosis enfeksiyonuna olan etkisi üzerine herhangi bir çalışma mevcut değildir.

Dünyada bal üreten ve bizimde rekabet etmeye çalıştığımız ülkelerdeki arılardaki nosemosis hastalığı ile ilgili çalışmalar bu kadar yoğun ve detaylı bir şekilde devam ederken, ülkemizde arı kolonilerindeki nosemosis hastalığı ile ilgili çalışmalar oldukça sınırlı kalmıştır. Ülkemizde Başar (1990) ve Kutlu (1988) yeterli sayıda örnek incelemiş ve yeterli sayılabilecek bir dağılım çalışması yapmıştır. Fakat bu çalışmalar oldukça eski kayıtlardır ve sadece ışık mikroskobu seviyesinde çalışmalardır. Ayrıca Kutlu (1988) Adana ve Muğla ilini çalışmıştır. Başar (1990) ise Trakya, Muğla ve İstanbul alanlarını çalışmıştır. Aydın vd. (2005) ile Çakmak ve Aydın (2006) benzer sonuç olarak, *N. apis* patojeninin Türkiye genelini çalışarak yeterli sayıda örnekleme yapmıştır. Ege ve Karadeniz Bölgesi'nde enfeksiyonun diğer bölgelere göre yoğun olduğunu rapor etmiştir. Whitaker vd. (2010) 20 alan incelemiş ve örnekleme sayısını 84 arı olarak belirtmiştir. Whitaker vd. (2010) yaptığı bu çalışmada; ne arazi yapılan alan sayısı, nede incelenen örnek sayısı Türkiye genelini temsil etmek için yeterli seviyede değildir. Whitaker vd. (2010) Giresun ilindeki örneklerinde nosemosis enfeksiyonuna rastlamamış olmasına rağmen Ütük vd. (2010) Whitaker vd. (2010) ile aynı yıl yaptığı çalışmada Giresun ilinde *N. cerenae* bulunduğunu rapor etmiştir. Ütük vd. (2010) 20 örnek, Whitaker vd. (2010) 84 örnek incelemiş ve her iki araştırmada da arazi çalışmaları tekrarlanmayarak bir kereye mahsus yapılmıştır. Ayrıca her iki çalışmada düşük enfeksiyon oranları rapor edilmiştir. Bu veriler sağlıklı sonuçlar elde etmek için yeterli seviyede değildir. Yukarıda bahsi geçen çalışmalar dışında, Doğu Karadeniz Bölgesi'ndeki illerdeki nosemosis enfeksiyonunun varlığı veya dağılımını rapor eden bir çalışma yoktur. Yalnızca Özkırım ve Keskin (2001) Anzer alanında ışık mikroskobu seviyesinde *N. apis* enfeksiyonundan bahsetmiştir. Doğu

Karadeniz Bölgesi'nde bulunan iller içerisinde yapılan bu çalışmaların dışında Türkiye genelinde birçok ilde anket ve araştırma çalışmaları yapılmıştır. Bunların içerisinde Elazığ, Trakya bölgesi, Bingöl, Güney Marmara, Kars ve Hatay çalışmaları dikkat çekmektedir. Bu çalışmaların tamamı ışık mikroskobu seviyesinde kalmış, elektron mikroskobu veya moleküler çalışmaları yapılmamıştır (Aydın vd., 2003, 2005; Çağlar ve Öner, 2001; Çakmak vd., 2003; Çakmak ve Aydın, 2006; Kutlu ve Ekmen, 2003; Kutlu ve Gazioğlu, 2008; Özkırım ve Keskin, 2001; Sıralı ve Çakmak, 2003; Sıralı ve Doğaroğlu, 2005; Şimşek, 2005; Şimşek vd., 2001; Topçu ve Arslan, 2004).

Çalışılan bu doktora tezinde seçilen arazi, alan sayısı, arazi çalışmalarının tekrarlanma sayısı, incelenen örnek sayısı, ayrıca çalışmalar sırasındaki sıcaklık ve nem verilerinin kayıt edilmesi, noseosis enfeksiyonunun varlık, dağılım, mevsimsel ve de iklimsel farklılıkların çalışılması için yeterli olmuştur.

Noseosis enfeksiyonu kontrol edilmezse kolonilerin çökmesine neden olabilir, özellikle kraliçe arının enfeksiyon kapması oldukça tehlikeli bir durum olarak ortaya çıkmaktadır (Higes vd., 2008, 2009; Martin-Hernández vd., 2007). Noseosis enfeksiyonunun mücadelesinde yoğun olarak Fumagilin-B® (Medivet Pharmaceuticals Ltd.) kullanılmaktadır (Williams vd., 2008a,b; Bourgeois vd., 2010; Fries, 2010). Yaygın olarak kullanılan bu kimyasalın dışında arıcıları kendi deneyimleri ile aldığı tedbirlerde noseosis enfeksiyonunun varlığını düşürmekte etkilidir. Bunların içerisinde kovan içerisindeki nem oranını düşürmek için kullanılan yöntemler başta gelir. Ayrıca kovan önlerindeki ölümlerin toplanması ve kovan önlerindeki dışkıların temizlenmesinde olası bir noseosis enfeksiyonunun yayılmasını engellemektedir. Kovan içerisinde bahar temizliği için yapılan alevle temizleme işleminde veya depolama sürecinde sterilizasyon amaçlı sıcakta bekletme yöntemi ile nosema sporlarının varlığı düşürülebilir. Kovan malzemelerine 49 °C'de 24 saat sıcaklık uygulaması *N. apis* enfeksiyonunun tamamen yok olmasını sağlamaktadır (Malone vd., 2001).

Türkiye'de önemli bir coğrafik konuma sahip olan Doğu Karadeniz Bölgesi'nde bulunan arı kolonilerinde arazisi yapılan bu doktora tez çalışması sonucunda elde edilen veriler ile bal arılarında ölümcül etkilere neden olan noseosis hastalığının varlığı, dağılımı, iklimsel ve coğrafik dağılımı ve hastalık etkenleri üzerine değerli bilgiler elde edilmiştir.

5. SONUÇLAR

Bu doktora tezi süresince elde edilen sonuçlar aşağıda maddeler halinde verilmiştir.

1. 2009 yılında 1 alandan 3 aylık süre içerisinde toplam 127 işçi (dişi) arı örneği incelenmiştir. 2010 yılında 4 alandan toplamda 13 arazi çalışması yapılmış 563 işçi arı (dişi) incelenmiştir. 2011 yılında 20 alanda toplam 104 arazi çalışması yapılmış ve 4640 işçi arı (dişi), 559 erkek ve 4 kraliçe (dişi) incelenmiştir. Tez çalışması süresince toplamda 5893 örnek araştırılmıştır.
2. Taze preparatlarda ışık mikroskobu ile tespit edilen patojenin sporları $4,89 \pm 0,43$ ($7,42 - 3,19$) ($n= 100$) μm boyunda ve $2,82 \pm 0,28$ ($4,08 - 1,52$) ($n=100$) μm eninde ölçülmüştür. Giemsa boyalı sporların boyu $4,41 \pm 0,39$ ($6,75- 3,15$) ($n= 100$) μm ve $2,47 \pm 0,23$ ($3,73 - 1,37$) ($n=100$) μm olarak ölçülmüştür.
3. Enfeksiyon konağın bağırsak dokusunda ve vücut boşluğunda tespit edilmiştir.
4. Patojenin vejetatif safhaları olan meront, sporont ve sporoblast safhaları tespit edilmiş, olgun sporlar gözlemlenmiş enfeksiyonun mikrospor cinsi olduğu belirlenmiştir.
5. Elektron mikroskobu çalışmaları ile mikrospor patojeninin karakteristik safhası olan spor yapısı incelenmiş ve enfeksiyonun noseosis olduğu teyit edilmiştir.
6. Noseosis enfeksiyonunun literatürde kabul gören iki etkeni *N. apis* ve *N. ceranae*'nin varlığı moleküler çalışmalar ile belirlenmiştir. Tüm alanlarda *N. ceranae* enfeksiyonu tespit edilmiştir. *N. apis* enfeksiyonuna rastlanmamıştır.
7. Arazisi yapılan tüm alanlarda noseosis enfeksiyonuna rastlanmıştır.
8. Enfeksiyon işçi arılar (dişi) da tespit edilmiş erkek ve kraliçe arılarda enfeksiyon tespit edilmemiştir.
9. 2009 ve 2011 yıllarında tez süresince çalışılan toplam 5893 ergin arının (işçi, kraliçe ve erkek) % 18,27 sinde nosema hastalığı tespit edilmiştir. 5330 işçi (dişi) arının 1071 tanesinde noseosis enfeksiyonu tespit edilmiştir. Enfeksiyon oranı işçi (dişi) arılarda toplam % 20,59 olarak tespit edilmiştir.
10. 2009 yılında toplam 127 ergin işçi arı örneği örnek incelenmiş ve enfeksiyon oranı % 4,72 olarak tespit edilmiştir. 2010 yılında toplamda 563 işçi arı örneği incelenmiştir. İncelenen örneklerin 86 tanesinde noseosis enfeksiyonu tespit edilmiştir,

enfeksiyon oranı % 15,28'dir. 2011 yılında toplam 4640 işçi arı incelenmiştir. İncelenen 4640 işçi arının 985 tanesinde noseiosis enfeksiyonuna rastlanmıştır, enfeksiyon oranı % 21,23'tür.

11. Doğal ortamında noseiosis enfeksiyonunun aylara göre mevsimsel dağılımı tespit edilmiştir. Enfeksiyon özellikle Haziran ve Temmuz aylarında yüksek seviyededir.
12. Doğal ortamında noseiosis enfeksiyonunun rakım farkına göre coğrafik dağılımı tespit edilmiştir. 1000 m rakımın üstünde enfeksiyon % 17,24 ve 1000 m rakımın altında % 24,55 olarak tespit edilmiştir.
13. Doğal ortamında noseiosis enfeksiyonunun sıcaklık ve nem farkına göre iklimsel dağılımı tespit edilmiştir. Sıcaklık ve nem artışıyla enfeksiyon artmaktadır. Enfeksiyon sıcaklıktan çok nemden etkilenmektedir.
14. Doğu Karadeniz Bölgesi'nde noseiosis hastalığının varlığı, dağılımı, iklimsel ve coğrafik dağılımı ve hastalık etkenleri Türkiye ve dünya literatürü için ilk kez rapor edilmiştir.

6. ÖNERİLER

Arıcılıktan elde edilen ürünlerin insan sağlığına ve ülke ekonomisine katkıları oldukça yüksek seviyelerdedir. Türkiye uygun ekolojisi, zengin bitki örtüsü, farklı iklim kuşaklarına sahip olması bakımından önemli bir arıcılık potansiyeline sahiptir. Bal arılarında büyük oranda birey kayıplarına neden olan, önemli arı hastalıklarından biri nosemosis veya nosematosis olarakta bilinen nosema hastalığıdır.

Bu doktora tezinde nosemosis hastalığının Doğu Karadeniz Bölgesi'ndeki varlığı araştırılmıştır. Türkiye'nin hemen her bölgesinde arıcılık yoğun olarak yapılmaktadır. Ülkemizde yapılan çalışmalar il seviyesinde sınırlıdır. Türkiye'deki tüm bölgeler için bölgesel seviyede çalışmalar yapılmalı ve tüm Türkiye'deki dağılım tespit edilmelidir. Nosemosis hastalığının varlığı Türkiye'de çoğunlukla ışık mikroskobu seviyesinde çalışılmıştır. Moleküler seviyede çalışmalar oldukça sınırlıdır. Çalışmalar moleküler seviyede yapılmalı ve Asya ve Avrupa'da detaylı biçimde çalışılan nosemosis hastalığı dağılımı ve etkenleri, Türkiye için de aydınlatılmalıdır. Avrupa ve Asya'daki birçok ülke nosemosis hastalığının tam dağılımının yanında, enfeksiyonun tarihsel olarak gelişim sürecini tekrar irdeleyerek nosemosis hastalığının gelişimini detaylı olarak incelemiştir. Böylesi bir konu Asya ve Avrupa arasında bir köprü konumundaki Türkiye için de araştırılması gereken bir durumdur. Dünyada birçok çalışmada nosemosis hastalığının bal arılarında farklı konaklarda tespiti yapılmış hatta deneysel olarak uygulanmıştır. Ülkemizdeki farklı konaklarda tespiti ve deneysel olarak uygulaması yapılmalıdır. Ülkemizde bal arısının birçok ırkı kullanılmaktadır. Bu yüzden ırk seviyesinde nosemosis hastalığın varlığı çalışılmalıdır.

Nosemosis hastalığı dış belirtilerle bir nebze kendisini belli eder. Bu belirtilerin en önemlisi kovan önündeki dışkıların varlığıdır. Arıcıların bu dış belirtileri tespit ettikleri zaman gerekli önlemleri alarak hastalığın varlığı kontrol altına alınabilir. Hastalık özellikle nem ile enfeksiyon miktarını arttırmaktadır. Arıcıların kovanlarda nemi kontrol altına alması hastalığın varlık göstermesini etkileyecek ve hastalık kontrol altına alınabilecektir. Ayrıca uygun zamanda kullanılan ilaçlama enfeksiyonu büyük oranda düşürmektedir.

Sıcaklık ve nem etkenleri Nosemosis enfeksiyonunun yayılımını ve varlığını etkilemektedir. Arıcılık yapacak bölgeler belirlenirken bu etkelere dikkat etmesi gereklidir.

7. KAYNAKLAR

- Akyol, E., Yeninar, H., Öztürk, C. ve Ceylan, D. A., 2010. IV. Uluslararası Katılımlı Marmara Arıcılık Kongresi, Aralık, Çanakkale, Bildiri Özetleri, 35.
- Andreadis, T., G., 1985. Experimental transmission of a microsporidian pathogen from mosquitoes to an alternate copepod host, Proc. Natl. Acad. Sci., 82, 5574-5577.
- Andreadis, T., G., 2007. Microsporidian Parasites of Mosquitoes. Amca Bulletin No. 7, 23, Supplement to no. 2.
- Aydın, Ç., 2008. *Rhizophagus grandis* (Coleoptera, Rhizophagidae)'ten Bir Entomopatojenik Microsporidium'un İlk Kaydı ve Tanımlanması, Yüksek Lisans Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Aydın, L., Çakmak, İ., Güleğen, E. ve Korkut, M., 2003. Güney Marmara Bölgesi Arı Hastalıkları ve Zararlıları Anket Sonuçları, Uludağ Arıcılık Dergisi, 1, 37-40.
- Aydın, L., Çakmak, İ., Güleğen, E. ve Wells, H., 2005. Honeybee Nosema disease in the Republic of Turkey, Journal of Apicultural Research, 44, 4, 196-197.
- Aydın, L., Güleğen, E., Girişgin, O. ve Kurtaraner, L., 2007. Türkiye ipek böceklerinde *Nosema bombycis* (Naegeli, 1857) Olgusu, Türkiye Parazitoloji Dergisi, 31, 1, 72-74.
- Bailey, L., 1967 *Nosema apis* and dysentery of the honey bee, J. Apic. Res., 6, 121-125.
- Başar, E., 1990. Ülkemizdeki bal arılarında (*Apis mellifera*) acarapis woodi ve nosema apis parazitlerinin araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Burges, H., D., Canning, E. U. ve Hulls, I. K., 1974. Ultrastructure of *Nosema oryzaephili* and the taxonomic value of the polar filament, Journal Invertebrate Pathology, 23, 135-139.
- Bourgeois, A., L., Rinderer, T., E., Beaman, L., D. ve Danka, R., G., 2010. Genetic detection and quantification of *Nosema apis* and *N. ceranae* in the honey bee, Journal of Invertebrate Pathology, 103, 53-58.
- Brenna E., Traver, B., E., Matthew R. Williams, M., R., Richard D. ve Fell, R., D., 2012. Comparison of within hive sampling and seasonal activity of *Nosema ceranae* in honey bee colonies, Journal of Invertebrate Pathology, 109, 187-193.
- Campbell, J., Kessler, B., Mayack, C. ve Naug D., 2010. Behavioural fever in infected honeybees: parasitic manipulation or coincidental benefit?, Parasitology, 137, 1487-1491.

- Chen, Y., P. ve Huang, Z., Y., 2010. *Nosema ceranae*, a newly identified pathogen of *Apis mellifera* in the USA and Asia, Apidologie, 41, 364–374.
- Chen, Y., Evans, J., D., Smith, I., B. ve Pettis, J., S., 2008. *Nosema ceranae* is a long-present and wide-spread microsporidian infection of the European honey bee (*Apis mellifera*) in the United States, Journal of Invertebrate Pathology, 97, 186–188.
- Chen, Y., P., Evans, J., D., Murphy, C., Gutell, R., Zuker, M., Gundensen-Rindal, D. ve Pettis, J., S., 2009a. Morphological, Molecular, and Phylogenetic Characterization of *Nosema ceranae*, a Microsporidian Parasite Isolated from the European Honey Bee, *Apis mellifera*, J. Eukaryot. Microbiol., 56, 2, 142–147.
- Chen, Y., Evans, J., D., Zhou, L., Boncristiani, H., Kimura, K., Xiao, T., Litkowski, A., M. ve Pettis, J., S., 2009b. Asymmetrical coexistence of *Nosema ceranae* and *Nosema apis* in honey bees, Journal of Invertebrate Pathology, 101, 204–209.
- Cox, J., C. ve Pye, D., 1975. Serodiagnosis of Nosematosis By Immunofluorescence Using Cell-Culture-Grown Organisms, Laboratory Animals, 9, 297-304.
- Czakońska, K., 2000. The influence of *Nosema apis* on young honeybee queens and transmission of the disease from queens to workers. Apidologie, 31, 701–706.
- Çakmak, İ. ve Aydın, L., 2006. The Incidence of Honeybee Parasites and Diseases in Turkey, Second European Conference of Apidology, Prag.
- Çakmak, İ., Aydın, L., Seven, S. ve Korkut, M., 2003. Güney Marmara bölgesinde arıcılık anket sonuçları, Uludağ Arıcılık Dergisi, 3, 1, 31-36.
- Çağlar, Y., S. ve Öner, L., 2001. TKV araştırması ülkemizde arıcılığın durumuna ışık tutuyor, Teknik Arıcılık, 74, 2-8.
- de Graaf, D., C., Raes, H., Sabbe, G., de Rycke, P., H. ve Jacobs, F., J., 1994. Early development of *Nosema apis* (Microspora : *Nosematidae*) in the midgut epithelium of the honey bee (*Apis mellifera*), J. Invertebr. Pathol., 63, 74–81.
- De la Rocque, S., J., Rioux, A. ve Slingenbergh, J., 2008. Climate change: effects on animal disease systems and implications for surveillance and control, Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epizoot. 27, 339–354.
- Demirsoy, A., 2006. Yaşamın Temel Kuralları, Omurgasızlar / Böcekler / Entomoloji, cilt II kısım II, dokuzuncu baskı, Ankara.
- Didier, E., S., 2005. Microsporidiosis: An emerging and opportunistic infection in humans and animals, Acta Tropica, 94, 61–76.
- Doğaroğlu, M., 2009. Modern Arıcılık Teknikleri, 4. Basım, Türkmenler Matbaacılık, Tekirdağ.

- Dyess, E., 1978. A study of the seasonal variations of *Nosema apis* Zander of honey bees in Mississippi. Am. Bee J. 118, 33-35.
- Erickson, B., W., Jr. ve Blanquet, R., S., 1969. The occurrence of chitin in the spore wall of *Glugea weissenbergi*, Journal Invertebrate Pathology, 14, 358-364.
- Fenoy, S., Rueda, C., Higes, M., Martín-Hernandez, M. ve del Aguila, C., 2009. High-Level Resistance of *Nosema ceranae*, a Parasite of the Honeybee, to Temperature and Desiccation. Applied And Environmental Microbiology, 75, 21, 6886–6889.
- Fıratlı, Ç., Gençer, H., V., Karacaoğlu, M. ve Koç, A., 2005. Türkiye Arıcılığına İlişkin Değerlendirmeler ve Öneriler, Türkiye Ziraat Mühendisliği VI. Teknik Kongresi, Ocak, Ankara, Bildiriler Kitabı: 743–752.
- Forsgren, E., Molecular Diagnosis and Characterization of Honey Bee Pathogens, Doctoral Thesis, Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala 2009.
- Fries, I., 1993. *Nosema apis* - A parasite in the honey bee colony, Bee World, 74, 5–19.
- Fries, I., 1988. Contribution to the study of *Nosema* disease (*Nosema apis* Z.) in honey bee (*Apis mellifera* L.) colonies. Rapport 166, Sveriges Landbruksuniversitet, Institutionen för husdjurens utfodring och vård, Uppsala, Sweden.
- Fries, I., 2010. *Nosema ceranae* in European honey bees (*Apis mellifera*), Journal of Invertebrate Pathology, 103, 73–79.
- Fries, I. ve Feng, F., 1995. Cross-infectivity of *Nosema ceranae* in *Apis mellifera* and *Apis cerana*, In Proceedings of the 34th International Apicultural Congress, 151-155. Apimondia; Bucharest, Romania.
- Fries, I. ve Forsgen, E., 2008. Undersökning av spridningen av *Nosema ceranae* i Sverige. Investigation of the distribution of *Nosema ceranae* in Sweden Bitidningen 107, januari/februari, 26–27. (in Swedish).
- Fries, I., Feng, F., Silva, A., D., Slemenda, S., B. ve Pieniazek, N., J., 1996. *Nosema ceranae* n. sp. (Microspora, Nosematidae), morphological and molecular characterization of a microsporidian parasite of the Asian honey bee *Apis cerana* (Hymenoptera, Apidae), European Journal of Protistology, 32, 356-365.
- Fries, I., Martín, R., Meana, A., García-Palencia, P. ve Higes, M., 2006. Natural infections of *Nosema ceranae* in European honey bees, J. Apic. Res., 45, 230-233.
- Garcia, L. S., 2002. Laboratory Identification of the Microsporidia, Journal Of Clinical Microbiology, June, 1892–1901.
- Genersch, E., 2010. Honey bee pathology: current threats to honey bees and beekeeping, Appl Microbiol Biotechnol, 87, 87–97.

- Giersch, T., Berg, T., Galea, F. ve Hornitzky, M., 2009. *Nosema ceranae* infects honey bees (*Apis mellifera*) and contaminates honey in Australia, *Apidologie*, 40, 117-123.
- Gisder, S., Hedtke, K., Mockel, N., Frielitz, M., C., Linde, A. ve Genersch, E., 2010. Five-year Cohort study of *Nosema* spp. in Germany: does climate shape virulence and assertiveness of *Nosema ceranae*?, *Appl. Environ. Microbiol.*, 76, 3032-3038.
- Goertz, D., Solter, L., F. ve Linde, A., 2007. Horizontal and vertical transmission of a *Nosema* sp. (Microsporidia) from *Lymantria dispar* (L.) (Lepidoptera: *Lymantriidae*), *Journal of Invertebrate Pathology*, 95, 9-16.
- Güler, A. ve Toy, H., 2008. Sinop İli Türkeli Yöresi Balarıları (*Apis mellifera* L.)' I Morfolojik Özellikleri, *O.M.Ü. Zir. Fak. Dergisi*, 23, 3, 190-197.
- Güler, A., Kaftanoğlu, O., Bek, Y. ve Yeninar, H., 1999. Türkiye'deki Önemli Balarısı (*Apis mellifera* L.) Irk ve Ekotiplerinin Morfolojik Karakterler Açısından İlişkilerinin Diskriminant Analiz Yöntemiyle Saptanması, *Turk Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 23, 337-343.
- Henry, J., E., 1971. Experimental application of *Nosema locustae* for control of grasshoppers, *Journal of Invertebrate Pathology*, 18, 3, 389-394.
- Higes, M., Martin, R. ve Meana, A., 2006. *Nosema ceranae*, a new microsporidian parasite in honey bees in Europe, *Journal of Invertebrate Pathology*, 92, 93-95.
- Higes, M., Garcia-Palencia, P., Martin-Hernández, R. ve Meana, A., 2007. Experimental infection of *Apis mellifera* honeybees with *Nosema ceranae* (Microsporidia), *Journal of Invertebrate Pathology*, 94, 211-217.
- Higes, M., Martin-Hernández, R., Garrido-Bailón, E., García-Palencia, P. ve Meana, A., 2008a. Detection of infective *Nosema ceranae* (Microsporidia) spores in corbicular pollen of forager honeybees, *Journal of Invertebrate Pathology*, 97, 76-78.
- Higes, M., Martín-Hernández, R., Botías, C., Bailón, E., G., González-Porto, A., V., Barrios, L., Nozal, M., J. Bernal, J., L., Jiménez, J., J., Palencia, P., G. ve Meana, A., 2008b. How natural infection by *Nosema ceranae* causes honeybee colony collapse, *Environmental Microbiology*, 10, 10, 2659-2669.
- Higes, M., Martín-Hernández, R. ve Meana, A., 2010a. *Nosema ceranae* in Europe: an emergent type C nosemosis, *Apidologie*, 41, 375-392.
- Higes, M., García-Palencia, P., Botías, C., Meana, A. ve Martín-Hernández, R., M., 2010b. The differential development of microsporidia infecting worker honey bee (*Apis mellifera*) at increasing incubation temperature, *Environmental Microbiology Reports*, 2, 6, 745-748.
- Hornitzky, M., A., 2010. Honey bee diseases, Australia and New Zealand Standard Diagnostic Procedure, July, 1-20.

- Huang, W., F., Jiang, J., H., Chen, Y., W. ve Wang, C., H., 2007. A *Nosema ceranae* isolate from the honey bee *Apis mellifera*, *Apidologie*, 38, 30-37.
- Huang, Z. Effects of *Nosema* on Honey Bee Behavior and Physiology.
<http://www.extension.org/pages/60674/effects-of-nosema-on-honey-bee-behavior-and-physiology>. 20 03 2012.
- Hylis, M., Weiser, J., Oborník, M. ve Vávra, J. 2005. DNA isolation from museum and type collection slides of microsporidia, *Journal of Invertebrate Pathology*, 88, 257–260.
- Invernizzi, C., Abud, C., Tomasco, I., Harriet, J., Ramallo, G., Campa, J., Katz, H., Gardiol, G. ve Mendoza, Y., 2009. Presence of *Nosema ceranae* in honey bees (*Apis mellifera*) in Uruguay, *Journal of Invertebrate Pathology*, 101, 150-153.
- Joudrey, P. ve Bjørnson, S., 2007. Effects of an unidentified microsporidium on the convergent lady beetle, *Hippodamia convergens* Guérin-Méneville (Coleoptera: *Coccinellidae*), used for biological control, *Journal Invertebrate Pathology*, 94, 140-143.
- Kandemir, İ., 2007. Amerika Birleşik Devletleri'nde Toplu Arı Ölümleri ve Koloni Çökme Bozukluğu (KÇB) Üzerine Bir Derleme, *Uludağ Arıcılık Dergisi*, Mayıs, 63-69.
- Katı, M. ve Onaran, M., A., IV. 2010. Uluslararası Katılımlı Marmara Arıcılık Kongresi, 2-4 Aralık, Çanakkale, Bildiri Özetleri, 24-25.
- Kayral, G., 2010. Bal Arısı Hastalıkları ve Zararlıları, Zafer Matbaası, İstanbul.
- Kekeçoğlu, M., 2010. Türkiye'deki Bal Arısı Çeşitliliği, *Ordu arıcılık Dergisi*, 4, 5-8
- Klee, J., Besana, A., M., Genersch, E., Gisder, S., Nanetti, A., Tam, D., Q., Chinh, T., X., Puerta, F., Ruz, J. M., Kryger, P., Message, D., Hatjina, F., Korpella, S., Fries, I. ve Paxton, R. J., 2007. Widespread dispersal of the microsporidian *Nosema ceranae*, an emergent pathogen of the western honey bee, *Apis mellifera*, *Journal of Invertebrate Pathology*, 96, 1-10.
- Kurt, M., 2007. Nosemosis, Samsun Veteriner Kontrol ve Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, 1-14.
- Kutlu, M., A., 1988. Ayrıntı 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.
- Kutlu, M., A. ve Ekmen, F., 2003. Bingöl yöresi bal arılarında (*Apis mellifera* L.) *Nosema* hastalığının varlığı ve enfeksiyon oranı, *Teknik Arıcılık*, 79, 24-26.
- Kutlu, M., A. ve Gazioğlu, A., 2008. Bingöl İli Bal Arılarında (*Apis mellifera* L.) *Nosema* (*Nosematosis*) Hastalığının Yaygınlığı, 2.Bingöl sempozyumu, Temmuz, Bingöl. Bildiriler kitabı, 239.

- Kuvancı, A., 2009. Bal Arılarının Polinasyona (Tozlaşma) Olan Etkisi, Ordu arıcılık Dergisi, 2, 12-15.
- Larsson, J., I., R., 1986. Ultrastructure, Function and Classification of Microsporidia, Progress in Protistology, 1, 325-390.
- Larsson, J., I., R., 2005. Fixation of microsporidian spores for electron microscopy, Journal of Invertebrate Pathology, 90, 47–50.
- Levine, N., D., 1971. Uniform terminology for the protozoan subphylum Apicomplexa, J. Protozool., 18, 352-355.
- Lipa, J., J., 1968. *Nosema leptinotarsae* sp. n., a Microsporidian Parasite of the Colorado Potato Beetle, *Leptinotera decemlineata* (Say)., Journal of Webtebrate Pathology, 10, 111-115.
- Liu, F., Wang, Q., Dai, P., L., Wu, Y., Y., Song, H., K. ve Zhou, T., 2008. Natural stripe of Microsporidia of honeybee in China, Chinese Bull. Entomol., 45, 963–966.
- Malone, L., A. ve Gatehouse, H., S., 1998. Effects of *Nosema apis* Infection on Honey Bee (*Apis mellifera*) Digestive Proteolytic Enzyme Activity, Journal of Invertebrate Pathology, 71, 169–174.
- Malone, L., A., Gatehouse, H., S., ve Tregidga, E., 2001. Effects of Time, Temperature, and Honey on *Nosema apis* (Microsporidia: *Nosematidae*), a Parasite of the Honeybee, *Apis mellifera* (Hymenoptera: *Apidae*), Journal of Invertebrate Pathology, 77, 258–268.
- Martin-Hernández, R., Meana, A., Prieto, L., Salvador, A., M., Garrido-Bailón, E., Higes, M., 2007. Outcome of Colonization of *Apis mellifera* by *Nosema ceranae*, Applied and Environmental Microbiology, 73, 20, 6331–6338.
- Martín-Hernández, R., Meana, A., García-Palencia, P., Marín, P., Botías, C., Garrido-Bailón, E., Barrios, L. ve Higes, M., 2009. Effect of temperature on the biotic potential of honey bee microsporidia, Applied and Environmental Microbiology, 75, 2554-2557.
- Mayack, C. ve Naug, D., 2009. Energetic stress in the honey bee *Apis mellifera* from *Nosema ceranae* infection, Journal of Invertebrate Pathology, 100, 185-188.
- Muz, M., N., 2008. Bal Arılarında Ani Koloni Sönmesi, Türkiye Parazitoloji Dergisi, 32, 3, 271 – 275.
- Muz, M., N., Girişgin, A., O., Muz, D. ve Aydın, L., 2010. Molecular Detection Of *Nosema ceranae* And *Nosema apis* Infections In Turkish Apiaries With Collapsed Colonies, Journal Of Apicultural Research, 49, 4, 342-342.

- Müller, A., Stellermann, K., Hartmann, P., Schrappe, M., Fätkenheuer, G., Salzberger, B., Diehl, V. ve Franzen C., 1999. A Powerful DNA Extraction Method And PCR for Detection of Microsporidia in Clinical Stool Specimens, Clinical and Diagnostic Laboratory Immunology, 243–246.
- Naug, D. ve Gibbs, A., 2009. Behavioural changes mediated by hunger in honey bees infected with *Nosema ceranae*, Apidologie, 40, 595-599.
- OIE, Manual Of Diagnostic Tests And Vaccines For Terrestrial Animals, Chapter 2.2.4., Nosemosis of honey bees, Volume 1, 410-414. 2008.
- Özbek, H., 2002. Arılar ve Doğa, Uludağ Arıcılık Dergisi, 3, 22-25.
- Özbek, H., 2003. Türkiye’de Arılar ve Tozlaşma sorunu, Uludağ Arıcılık Dergisi, 3, 41-44.
- Özçağırın, R., 2002. Çiçekli Bitkilerde Tozlanma ve Çiçektozu Taşıyıcıları, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Dergisi, 39, 2, 151-158.
- Özkırım, A. ve Keskin, N., 2001. A survey of *Nosema apis* of honey bees (*Apis mellifera* L.) producing the famous Anzer honey in Turkey, Z. Naturforsch. 56, 918-919.
- Paxton, R., J., 2010. Does infection by *Nosema ceranae* cause “Colony Collapse Disorder” in honey bees (*Apis mellifera*)?, Journal of Apicultural Research, 49, 1, 80-84.
- Paxton, R., J., Klee, J., Korpella, S. ve Fries, I., 2007. *Nosema ceranae* has infected *Apis mellifera* in Europe since at least 1998 and may be more virulent than *Nosema apis*, Apidologie, 38, 558-565.
- Pickard, R., S. ve El-Shemy, A., A., M., 1989. Seasonal variation in the infection of honeybee colonies with *Nosema apis* Zander, J. Apic. Res., 28, 93-100.
- Radek, R. ve Fabel, P., 2000. A new entomopoxvirus from a Cockroach: Light and electron microscopy, J. Invert. Pathol., 75, 19-27.
- Rice, R., 2001. *Nosema* Diseases in Honeybees. Genetic Variation and Control, RIRDC 1/46. Rural Industries Research and Development Corporation, Kingston, Australia.
- Shah, K., S., Evans, E., C. ve Pizzorno, M., C., 2009. Localization of deformed wing virus (DWV) in the brains of the honeybee, *Apis mellifera* Linnaeus, Virology Journal, 6, 182, 1-7.
- Sammatora, D. ve Avitabile, A., 1998. The Beekeeper’s Handbook, Third Edition, (Tercüme: Vatansever, H., 2004. Arı Yetiştiriciliği ve Hastalıkları), Cornell University Press.
- Sıralı, R., 2009. Türkiye’nin Önemli Bal Üretim Bölgeleri, Arıcılık Araştırma Dergisi, 1, 16-20.

- Sıralı, R. ve Çakmak , İ., 2003. Marmara Bölgesi Arılarının Koloni Performansı Üzerine Bir Değerlendirme, Uludağ Arıcılık Dergisi, Mayıs 2003, 36-42.
- Sıralı, R. ve Doğaroğlu, M., 2005. Trakya Bölgesi Arı Hastalıkları ve Zararlıları Üzerine Anket Sonuçları, Uludağ Arıcılık Dergisi, 5, 71-78.
- Simakova, A., V., Vossbrinck, C., R. ve Andreadis, T., G. 2008. Molecular and ultrastructural characterization of *Andreanna caspii* n. gen., n. sp. (Microsporidia: *Amblyosporidae*), a parasite of *Ochlerotatus caspius* (Diptera: *Culicidae*), Journal of Invertebrate Pathology, 99, 302–311.
- Sokolova, Y., Y., Sokolov, I., M. ve Carlton, C., E., 2010. Identification of *Nosema bombi* Fantham and Porter 1914 (Microsporidia) in *Bombus impatiens* and *Bombus sandersoni* from Great Smoky Mountains National Park (USA), Journal of Invertebrate Pathology, 103, 71–73.
- Somerville, D. ve Hornitzky, M., Nosema disease, September 2007. http://www.dpi.nsw.gov.au_dataassetspdf_file0003177519nosema-disease.pdf. 24 Şubat 2011.
- Sorkun, K., 2008. Türkiyenin Nektarlı Bitkileri, Polenleri ve balları, Palme Yayınları, Ankara.
- Soysal, M., İ., Konak, F. ve Kekeçoğlu, M., 2010. Bal Arısının Taksonomisi ve Arı Irkları, Ordu Arıcılık Dergisi, 3, 1-6.
- Streett, D., A., Sprague, V. ve Harman, D., M., 1975. Brief Study of Microsporidian Pathogens in the White Pine Weevil *Pksodes strobi*, Chesapeake Science, 16, 1, 32-38.
- Suwannapong, G., Maksong, S., Seanbualuang, P. ve Benbow, M., E., 2010. Experimental infection of red dwarf honeybee, *Apis florea*, with *Nosema ceranae*, Journal of Asia-Pacific Entomology, 13, 361–364.
- Şahinler, N., 2000. Arı Ürünleri ve İnsan Sağlığı Açısından Önemi, MKÜ Ziraat Fakültesi Dergisi, 5, 1-2, 139-148.
- Şimşek, H., 2005. Elazığ yöresi bal arılarında bazı parazit ve mantar hastalıklarının araştırılması, Ankara Üniv Vet Fak Derg, 52, 123-126.
- Şimşek, H., Dilgin, N. ve Gültekin, İ., 2001. Elazığ yöresinde bulunan arı işletmelerinde nosematosisin yaygınlığı, Etlık Vet Mikrobiyol Derg, 12, 49-51.
- Takov, D., Pilarska, D. ve Wegensteiner, R., 2010. List of Protozoan and Microsporidian Pathogens of Economically Important Bark Beetle Species (Coleoptera: *Curculionidae: Scolytinae*) in Europa, Acta Zoologica Bulgaria, 62, 1, 201-209.

- Tapaszti, Z., Forgách, P., Kővágó, C., Békési, L., Bakonyi, T. ve Rusvai, M., 2009. First detection and dominance of *Nosema ceranae* in Hungarian honeybee colonies, Acta Veterinaria Hungarica, 57, 383-388.
- Topçu, B. ve Arslan, M., Ö., 2004. Kars yöresindeki bal arılarında nosemosis'in yaygınlığı, Uludağ Arıcılık Dergisi, Kasım 2004, 164-170.
- Toguebaye, B., S. ve Marchand, B., 1988. Microsporidia of Chrysomelidae, In: Petitpierre E, Hsiao TH, Jolivet PH (eds) *Biology of Chrysomelidae*. Kluwer Academic Publishers, Boston, 399-416.
- Traver, B., E. ve Fell, R., D., 2011. Prevalence and infection intensity of *Nosema* in honey bee (*Apis mellifera* L.) colonies in Virginia, J. Invertebr. Pathol., 107, 43-49.
- Tuncer, P. ve Yeşilbağ, K., 2009. Bal Arılarının Viral Hastalıkları, Uludağ Arıcılık Dergisi, 9, 4, 149-161.
- Undeen, A. ve Vavra, J., 1997. Research methods for entomopathogenic protozoa, p. 117-151 in: Lacey, L., (ed), *Manual of Techniques in Insect Pathology*, Academic Press, San Diego.
- URL-1, <http://www.tarimsal.com/ariyetistiriciligi.htm>. 10 Temmuz 2011-08-13
- URL-2, http://www.tuik.gov.tr/VeriBilgi.do?tb_id=46&ust_id=13. Hayvancılık istatistikleri. 13 Ağustos 2011.
- URL-3, www.ordutb.org.tr. Arıcılık ve Bal Üretimi, Şubat 2008, 13 Ağustos 2011.
- URL-4, <http://www.aricilik.gov.tr/>. 18 Ağustos 2011
- URL-5, http://www.inhs.uiuc.edu/research/biocontrol/pathogens/typesofpathogens/photos/1M_schematic.html Microsporidia. 15 Ağustos 2011.
- Uygur, S., Ö. ve Girişgin, A., O., 2008. Bal Arısı Hastalık Ve Zararlıları, Uludağ Arıcılık Dergisi, 8, 4, 130-142.
- Ütük, A., E., Pişkin, F., Ç. ve Kurt, M., 2010. Türkiye'de *Nosema ceranae*'nin ilk moleküler tanısı, Ankara Üniv. Vet Fak Derg., 57, 275-278.
- Vávra, J., 1976. Structure of the microsporidia. In: Bulla, L.A. Jr. ve Cheng, T.C, eds., *Comparative Pathobiology*. Plenum Press, New York and London, 1, 1-85.
- Vernick, S., H., Sprague, V. ve Krause, D., 1977. Some ultrastructural and functional aspects of the Golgi apparatus of *Thelohania* sp. (Microsporida) in the shrimp *Pandalus jordani* Rathbun, Journal Protozool., 24, 94-99.

- Wang, W. ve Chen, J., 2007. Ultrastructural study on a novel microsporidian, *Endoreticulatus eriocheir* sp. nov. (Microsporidia, *Encephalitozoonidae*), parasite of Chinese mitten crab, *Eriocheir sinensis* (Crustacea, Decapoda), Journal of Invertebrate Pathology, 94, 77-83.
- Webster, T., C., Pomper, K., W., Hunt, G., Thacker, E., M. ve Jones, S., C., 2004. *Nosema apis* infection in worker and queen *Apis mellifera*, Apidologie, 35, 49–54.
- Webster, T., C., Thacker, E., M., Pomper, K., Lowe, J. ve Hunt, G., 2008. *Nosema apis* infection in honey bee (*Apis mellifera*) queens, Journal of Apicultural Research, 47, 1, 53-57.
- Webster, T., *Nosema ceranae* The Inside Story. <http://www.extension.org/pages/60674/effects-of-nosema-on-honey-bee-behavior-and-physiology>, 22 03 2012.
- Weiser, J., 1977. Contribution to the classification of microsporidia, Vest. Cs. spol. zool., 41, 308-320.
- Weiser, J., Wegensteiner, R. ve Žižka, Z., 1995. *Canningia spinidentis* gen. Et sp. n. (Protista: Microspora), a new pathogen of the fir bark beetle *Pityokteines spinidens*, Folia microbiologica, 42, 1-10.
- Whitaker, J., Szalanski, A., L. ve Kence, M., 2010. Molecular detection of *Nosema ceranae* and *N. apis* from Turkish honey bees, Apidologie. Available online at: c INRA/DIB-AGIB/EDP Sciences.
- Williams, G., R., Shafer, A., B., A., Rogers, R., E., L., Shutler, D. ve Stewart, D., T., 2008a. First detection of *Nosema ceranae*, a microsporidian parasite of European honey bees (*Apis mellifera*), in Canada and central USA., Journal of Invertebrate Pathology, 97, 189–192.
- Williams, G., R., Sampson, M., A., Shutler, D. ve Rogers, R., E., L., 2008b. Does fumagillin control the recently detected invasive parasite *Nosema ceranae* in western honey bees (*Apis mellifera*)?, Journal of Invertebrate Pathology, 99, 342–344.
- Yaman, M., 2003. *Malacosoma neustria* (Lepidoptera: *Lasiocampidae*)’dan virus izolasyonu, karakterizasyonu ve mikrobiyal mücadelede kullanılma Potansiyeli, Doktora Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Yaman, M., 2008. First Results on the Distribution of *Nosema chaetocnema* Yaman et Radek, 2003 (Microspora) in the Populations of *Chaetocnema tibialis* Illiger, 1807 (Coleoptera: *Chrysomelidae*). Türkiye Parazitoloji Dergisi, 32, 1, 94-98.
- Yaman, M. ve Radek R., 2003. *Nosema chaetocnema* sp. n., a microsporidian (Microspora; Nosematidae) parasite of *Chaetocnema tibialis* (Chrysomelidae, Coleoptera), Acta Protozool., 42, 231-237.

- Yaman, M. ve Radek, R., 2005. A New Microsporidian Parasite Record of *Phyllotreta undulata* (Chrysomelidae, Coleoptera), Turk Journal of Zoology, 29, 67-69.
- Yaman, M., Radek, R., Aslan, İ. ve Ertürk, Ö., 2005. Characteristic Features of *Nosema phyllotretae* Weiser 1961, a Microsporidian Parasite of *Phyllotreta atra* (Coleoptera: Chrysomelidae) in Turkey, Zoological Studies, 44, 3, 368-372.
- Yaman, M., Radek, R. ve Toguebaye, B., S., 2008. A New Microsporidian of the Genus *Nosema*, Parasite of *Chaetocnema tibialis* (Coleoptera: Chrysomelidae) from Turkey, Acta Protozool, 47, 279–285.
- Yaman, M., Tosun, O. ve Aydın, Ç., 2009a. Occurrence of the Pathogens and Parasites of *Phyllotreta undulata* (Coleoptera: Chrysomelidae) in Turkey, Turkish Journal of Zoology, 33, 139-146.
- Yaman, M., Radek, R., Tosun, O. ve Ünal, S. 2009b..*Nosema raphidia* sp.n. (Microsporida, *Nosematidae*): A microsporidian pathogen of the predatory snake-fly *Raphidia ophiopsis* (Raphidioptera: *Raphidiidae*), Acta Protozoologica, 48, 353–358.
- Yaman, M., Radek, R., Weiser, J. ve Aydın, Ç., 2010. A microsporidian pathogen of the predatory beetle *Rhizophagus grandis* (Coleoptera: *Rhizophagidae*), Folia Parasitologica, 57, 233-236.
- Yaman, M., Özcan, N., Radek, R., Linde, A. ve Lipa, J., J., 2011. Ultrastructure, characteristic features and occurrence of *Nosema leptinotarsae* Lipa, 1968, a microsporidian pathogen of *Leptinotarsa decemlineata* (Coleoptera, *Chrysomelidae*), Acta Parasitologica, 56, 1, 1–7.
- Zander, E., 1909. Tierische Parasiten als Krankheitserreger bei der Biene, Münchener Bienenzeitung, 31, 196–204.

ÖZGEÇMİŞ

1982 yılında Trabzon'da doğdu. İlkokulu 24 Şubat İlkokul'unda, Ortaokulu Cumhuriyet Ortaokul'unda ve Lise öğrenimini Trabzon Lisesi'nde tamamladı. 1999–2000 öğretim yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümünde Lisans öğrenimine başladı. 2004 yılında Biyolog ünvanı ile aynı bölümden mezun oldu. 2006 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü'ne bağlı olarak Biyoloji Bölümünde Tezli Yüksek Lisans eğitime başladı. 2008 yılında Tezli Yüksek Lisans eğitimini tamamladı. 2009 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü'ne bağlı olarak Biyoloji Bölümünde Doktora eğitime başladı. 2006 – 2008 yılları arasında TÜBİTAK destekli 107T166 nolu projede çalıştı. İyi seviyede İngilizce bilmektedir.