

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

**ORDU VE KASTAMONU (KÜRE) YÖRESİ BAL ARILARINDA NOSEMOSİS
ETKENLERİNİN VARLIĞI, DAĞILIMI, MOLEKÜLER VE
ULTRASTRÜKTÜREL YÖNDEN İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Beyza Gonca GÜNER

**ŞUBAT 2016
TRABZON**



KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

**ORDU VE KASTAMONU (KÜRE) YÖRESİ BAL ARILARINDA NOSEMOSİS
ETKENLERİNİN VARLIĞI, DAĞILIMI, MOLEKÜLER VE ULTRASTRÜKTÜREL
YÖNDEN İNCELENMESİ**

Beyza Gonca GÜNER

Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde
“YÜKSEK LİSANS (BİYOLOJİ)”
Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 19 / 01 / 2016

Tezin Savunma Tarihi : 03 / 02 / 2016

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Mustafa YAMAN

Trabzon 2016

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**Biyoloji Anabilim Dalında
Beyza Gonca GÜNER Tarafından Hazırlanan**

**ORDU VE KASTAMONU (KÜRE) YÖRESİ BAL ARILARINDA NOSEMOSİS
ETKENLERİNİN VARLIĞI, DAĞILIMI, MOLEKÜLER VE ULTRASTRÜKTÜREL
YÖNDEN İNCELENMESİ**

**başlıklı bu çalışma, Enstitü Yönetim Kurulunun 19 / 01 / 2016 gün ve 1636 sayılı
kararıyla oluşturulan jüri tarafından yapılan sınavda
YÜKSEK LİSANS TEZİ
olarak kabul edilmiştir.**

Jüri Üyeleri

Başkan : Prof. Dr. Mustafa YAMAN

.....

Üye : Prof. Dr. Bilal KUTRUP

.....

Üye : Yrd. Doç. Dr. Ömer ERTÜRK

.....

Prof. Dr. Sadettin KORKMAZ

Enstitü Müdürü

ÖNSÖZ

“Ordu ve Kastamonu (Küre) Yöresi Bal Arılarında Nosemosis Etkenlerinin Varlığı, Dağılımı, Moleküler ve Ultrastrüktürel Yönden İncelenmesi” adlı yüksek lisans teziyle birlikte Ordu ve Kastamonu ilimizden toplanan bal arılarındaki nosemosis hastalığının etkenleri morfometrik ve moleküler çalışmalara ilave olarak ultrastrüktürel yönden de incelenmiştir.

Lisansüstü eğitimim süresince hem konu seçimi hem de çalışmaların yürütülmesi sırasında deneyim ve bilgilerini benimle paylaşan, bana olan güvenini her fırsatta hissettirerek, desteğini esirgemeyen sayın hocam Prof. Dr. Mustafa YAMAN’a sonsuz teşekkürü borç bilirim.

Tez çalışması süresince arazi çalışmalarında yardımlarını esirgemeyen Doç. Dr. Sabri ÜNAL’a, Yrd. Doç. Dr. Ömer ERTÜRK’e, Emine Şeyma YARILGAÇ’a, Zooloji-II laboratuvarı çalışanlarına, desteklerini hiçbir zaman eksik etmeyen sevgili arkadaşlarım ve değerli hocalarıma teşekkür ederim. Lise eğitim hayatım boyunca biyoloji alanına olan sevgimin günden güne artmasına sebep olan ve bu alanı meslek olarak seçmemde büyük rolü olan hocam Mürsel DAŞTAN’a sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum.

Canlı bilimiyle beni tanıştıran ve onu sevmeme vesile olan, bilim insanı olmanın çok önemli bir şey olduğunu yaptığı çalışmalarla gösteren, her şeyden önce iyi bir insan olmamı öğütleyen 11 sene önce aramızdan ayrılmış olan sevgili babam Prof. Dr. Saadettin GÜNER’i rahmetle anıyorum.

Tüm hayatım ve tez çalışmam süresince her türlü fedakârlıkla yanımda bulunan sevgili annem Melek GÜNER, kardeşim Ahmet Faruk GÜNER ve diğer aile bireylerime bütün destekleri için teşekkür ederim.

Beyza Gonca GÜNER
Trabzon 2016

TEZ ETİK BEYANNAMESİ

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Ordu ve Kastamonu (Küre) Yöresi Bal Arılarında Nosemosis Etkenlerinin Varlığı, Dağılımı, Moleküler ve Ultrastrüktürel Yönünden İncelenmesi” 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. 03/02/ 2016

Beyza Gonca GÜNER

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ	III
TEZ ETİK BEYANNAMESİ.....	IV
İÇİNDEKİLER.....	V
ÖZET	VII
SUMMARY	VIII
ŞEKİLLER DİZİNİ	IX
TABLolar DİZİNİ.....	X
KISALTMALAR VE SEMBOLLER DİZİNİ	XI
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1 Giriş.....	1
1.2. Bal Arısı	2
1.3. Bal Arısı Irkları	2
1.4. Dünyada Arıcılık.....	3
1.5. Türkiye'de Arıcılık	6
1.5.1. Türkiye'de Arıcılığın Bölgesel Durumu	8
1.5.2. Ordu İlinde Arıcılık	10
1.5.3. Kastamonu İlinde Arıcılık.....	12
1.6. Arı Hastalıkları.....	13
1.6.1. Nosema Hastalığı	15
1.6.2. Nosema Hastalığının Etmenleri	16
1.6.3. Nosema Hastalığının Bulaşma Yolları.....	18
1.6.4. Nosemosis Etkenlerini Steril Etme Yöntemleri	18
1.6.5. Nosema Hastalığının Türkiye'deki Varlığı.....	19
1.7. Tezin Amacı	20
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR	22
2.1. Böceklerin Toplanması İçin Gerçekleştirilen Arazi Çalışmaları	22
2.1.1. Çalışma Alanının Belirlenmesi	22
2.1.2. Örneklerin Alınması.....	23

2.2.	Mikrospor Patojeninin Makroskopik ve Mikroskopik Olarak Belirlenmesi.....	23
2.3.	Işık Mikroskobu Çalışmaları	24
2.3.1.1.	Giemsa Boyası ile Patojenlerin Tespiti	24
2.3.2.	Elektron Mikroskobu Çalışmaları	25
2.3.2.1.	Resine Gömme İşlemi ve Elektron Mikroskobu Çalışması	25
2.4.	Moleküler Çalışmalar	26
2.4.1.	PZR İçin Örneklerin Hazırlanması.....	26
2.4.2.	DNA İzolasyonu.....	27
2.4.3.	Multipleks PZR	27
3.	BULGULAR	29
3.1.	Nosemosis Enfeksiyonunun Belirlenmesi.....	29
3.1.1.	Nosemosis Enfeksiyonunun Makroskopik Görünümü.....	29
3.1.2.	Nosemosis Enfeksiyonunun Mikroskopik Görünümü	30
3.1.2.1.	Nosemosis Enfeksiyonunun Işık Mikroskobu ile Belirlenmesi	30
3.1.2.2.	Nosemosis Enfeksiyonunun Giemsa Boyama ile Belirlenmesi	31
3.1.3.	Nosemosis Enfeksiyonunun Moleküler Yöntemler ile Belirlenmesi	36
3.1.3.1.	Nosemosis Enfeksiyonunun Hastalık Etkenlerinin Enfeksiyonun PZR ve Agaroz Jel ile Belirlemesi	36
3.2.	Nosemosis Enfeksiyonunun Lokalite Bazında Dağılımı.....	38
3.2.1.	Ordu İli Lokalitelerindeki Dağılımı	38
3.2.2.	Kastamonu İli Lokalitelerindeki Dağılımı	41
3.3.	Nosemosis Enfeksiyonunun TEM ile Belirlenmesi	44
4.	TARTIŞMA.....	52
5.	SONUÇLAR	58
6.	KAYNAKLAR.....	61
	ÖZGEÇMİŞ	

Yüksek Lisans Tezi

ÖZET

ORDU VE KASTAMONU (KÜRE) YÖRESİ BAL ARILARINDA NOSEMOSİS
ETKENLERİNİN VARLIĞI, DAĞILIMI, MOLEKÜLER VE ULTRASTRÜKTÜREL
YÖNDEN İNCELENMESİ

Beyza Gonca GÜNER

Karadeniz Teknik Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Biyoloji Anabilim Dalı
Danışman: Prof. Dr. Mustafa YAMAN
2016, 68 Sayfa,

Nosema hastalığı, bal arılarında ortaya çıkan ölümcül bir hastalık olup, bal üretiminde kayda değer oranda düşümlere neden olmaktadır. Nosema hastalığının etmeni, *Nosema* cinsi içinde yer alan iki farklı protist, *Nosema apis* ve *Nosema ceranae* türleridir. Bu çalışmada, Ordu ilçelerindeki ve Kastamonu Küre ilçesindeki nosema hastalığının varlığı, dağılımı ve hastalık etmenlerinin ultrastrüktürel ve moleküler açıdan incelenmesi amaçlanmıştır. Ordu Merkez ve 14 ilçesinden toplanan 731 örnek, Kastamonu ilimizin Küre ilçesinin 6 köyünden toplanan 237 örnek disekte edilerek nosema hastalığı için incelendi. Hastalık etmenlerine ait spor yapıları DP-25 dijital kameralı Olympus BX51 mikroskopu ve DP2-BSW Soft Imaging görüntüleme sistemi kullanılarak fotoğraflanıp ölçümleri gerçekleştirildi. Hastalık etkeninin tür seviyesinde karakterizasyonu amacıyla moleküler çalışmalar yapıldı ve Ordu iline ait 4 lokalitedeki nosemosis etkeninin *Nosema ceranae* olduğu belirlendi. Daha geniş kapsamlı olarak hem Ordu hem Kastamonuna ait sporlar elektron mikroskobunda ultrastrüktürel olarak çalışıldı. Ultrastrüktürel çalışmalar Ordu ili 4 lokalitesindeki *N. ceranae* patojenine ait sporların izofilar ancak değişik kıvrım sayılı polar filamente ve kalın bir spor duvarına sahip olduğunu göstermektedir. Bu çalışmayla birlikte Ordu ve Kastamonu ilimizden toplanan bal arılarındaki nosema hastalığının etkenleri morfolojik ve moleküler çalışmalara ilave olarak ultrastrüktürel yönden de incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Nosemosis, *Nosema apis*, *Nosema ceranae*, *Apis mellifera*, Ordu, Kastamonu.

Ms. Thesis

SUMMARY

INVESTIGATIONS ON PRESENCE, DISTRIBUTION, MOLECULAR AND
ULTRASTRUCTURAL CHARACTERIZATION OF NOSEMOSIS AGENTS IN ORDU
AND KASTAMONU PROVINCE

Beyza Gonca GÜNER

Karadeniz Technical University
The Graduate School of Natural and Applied Sciences
Biology Graduate Program
Supervisor: Prof. Mustafa YAMAN
2016, 68 Pages

Nosemosis is a fatal disease for honeybee. At the same time it gives rise to decrease production of honey. The disease is caused by two factors; *Nosema apis* and *Nosema ceranae*. This study aimed to compare these disease factors in the terms of morphological, molecular and ultrastructural characters in honey bees in Ordu and Kastamonu Province. 731 adult bees were collected from 14 localities in Ordu and 237 adult bees were collected from Küre, Kastamonu. Spores of the disease factors were measured and photographed using an Olympus BX51 microscope. Significant differences were detected between spore morphology of the disease factors. We also studied molecular and ultrastructure of *Nosema* spores in order to determine the differences of spores. Molecular studies were performed for the purpose of characterization in species level of the disease factors. It was determined that *Nosema ceranae* occurs in 4 different localities. *Nosema* spores determined from Küre, Kastamonu as well as Ordu were studied comprehensively in electron microscope. Ultrastructural studies show that *N. ceranae* in Ordu and Kastamonu has isofilar and different numbers of polar filament coils and thick spore wall. Thus, morphometric, molecular and ultrastructural study of *Nosema* spores isolated from honeybees in Ordu and Kastamonu province has been first studied extensively.

Key Words: Nosemosis, *Nosema apis*, *Nosema ceranae*, *Apis mellifera*, Ordu, Kastamonu

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 1. Çin, ABD ve Hindistan ülkelerinin kovan sayısı bakımından Türkiye ile karşılaştırılması	5
Şekil 2. Çin, ABD ve Hindistan ülkelerinin bal üretim miktarı bakımından Türkiye ile Karşılaştırılması	5
Şekil 3. Türkiye’de en fazla bal üretimi yapan 5 il	10
Şekil 4. Ordu Kabataş ilçesinden toplanan bal arısında tespit edilen noseiosis etkenine ait taze sporların görünümü (1000X)	30
Şekil 5. Kastamonu Küre ilçesinden toplanan bal arısında tespit edilen noseiosis etkenine ait taze sporların görünümü (1000X)	31
Şekil 6. Ordu Kabataş ilçesinden toplanan bal arısında tespit edilen noseiosis etkenine ait giemsa boyalı sporların görünümü (1000X)	32
Şekil 7. Kastamonu Küre ilçesinden toplanan bal arısında tespit edilen noseiosis etkenine ait giemsa boyalı sporların görünümü (1000X)	33
Şekil 8. Ordu ilinin ilçelerinde tespit edilen taze sporların boyutlarının karşılaştırılması	34
Şekil 9. Küre ilçesine ait köylerden tespit edilen taze sporların boyutlarının karşılaştırılması	36
Şekil 10. PZR ürünlerinin agaroz jelde yürütülmesinin ardından UV altında gözlemlenmesi	37
Şekil 11. 2014 yılındaki Ordu enfeksiyon oranları	40
Şekil 12. 2015 yılı Ordu arazi çalışmaları sonucunda çıkan enfeksiyon oranları	40
Şekil 13. Kastamonu iline ait lokalitelerdeki enfeksiyon oranı	42
Şekil 14. Ordu ilinde tespit edilen noseiosis etkenine ait sporun ultrastrüktürel yapısı ...	45
Şekil 15. Ordu ilinde tespit edilen noseiosis etkenine ait sporun ultrastrüktürel yapısı ...	46
Şekil 16. Küre yöresinde tespit edilen noseiosis etkenine ait bir sporoblastın ultrastrüktürel yapısı	47
Şekil 17. Küre yöresinde tespit edilen noseiosis etkenine ait bir diplokaryotik spor	48
Şekil 18. Küre yöresinde tespit edilen noseiosis etkenine ait bir sporun anterior bölgesi	49
Şekil 19. Küre yöresinde tespit edilen noseiosis etkenine ait bir sporun polar filamentleri	50
Şekil 20. Küre yöresinde tespit edilen noseiosis etkenine ait bir sporun posterior bölgesi	51

TABLULAR DİZİNİ

Sayfa No

Tablo 1. Yıllar itibariyle dünyadaki ve Türkiye’deki toplam kovan sayısı, bal üretimi ve verimlilik tablosu	4
Tablo 2. Kanada, Çin, ABD ve Türkiye’nin kovan başına düşen bal miktarı açısından karşılaştırılması	6
Tablo 3. Arıcılıkta bal üretimi bakımından ilk sıralarda yer alan illere ait veriler.....	9
Tablo 4. Ordu ilinin yıllara bağlı olarak koloni sayısındaki, bal üretimindeki ve koloni başına üretilen bal üretim miktarındaki değişimi.....	11
Tablo 5. Ordu ilçelerindeki kovan sayısı ve bal üretim miktarı.....	11
Tablo 6. Kastamonu ilindeki koloni sayısının, bal üretiminin ve koloni başına üretilen bal üretim miktarının yıllara bağlı değişimi	12
Tablo 7. Türkiye genelinde yapılan istatistik sonuçlarına göre bal üretimi yapan illerin sıralaması	13
Tablo 8. <i>N. ceranae</i> ve <i>N. apis</i> ’in gen bölgelerini çoğaltacak primerler	26
Tablo 9. Ordu ilçelerine ait taze sporların en ve boy ölçümleri	33
Tablo 10. Ordu ilçelerine ait Giemsa boyalı sporların en ve boy ölçümleri	34
Tablo 11. Küre ilçesine ait köylerde çıkan noseosis sporlarının taze ölçümleri	35
Tablo 12. Küre ilçesine ait köylerde çıkan noseosis sporlarının Giemsa boyalı ölçümleri	35
Tablo 13. 2014 yılındaki çalışma için yapılan arazi çalışmaları sonucunda Ordu ilindeki enfeksiyon oranları.....	39
Tablo 14. 2015 yılında Ordu ilinde yapılan arazi çalışmaları sonucu enfeksiyon oranları .	39
Tablo 15. Ordu ilçelerine ait enfeksiyon oranlarının yıllara göre karşılaştırılması.....	41
Tablo 16. Kastamonu iline ait lokalitelerdeki noseosis enfeksiyonunun dağılımı.....	42
Tablo 17. Türkiye’de noseosis üzerine yapılan çalışmalar sonucu elde edilen enfeksiyon oranları	43
Tablo 18. Nosema türlerinin ultrastrüktürel özellikler açısından literatür bilgileriyle karşılaştırılması	55

KISALTMALAR VE SEMBOLLER DİZİNİ

AAFV	Akut Arı felci Virüsü
DKV	Deforme Kanat Virüsü
DNA	Deoksiribonükleik Asit
ERL	Epoxy Resin
H ₂ O ₂	Hidrojen peroksit
KAFV	Kronik Arı Felci Virüsü
KÇB	Koloni Çökme Bozukluğu
M	Molar
ml	Mililitre
mm	Milimetre
OIE	Dünya Hayvan Sağlığı Örgütü
OsO ₄	Osmiyum tetroksit
OTB	Ordu Ticaret Borsası
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

İnsanoğlu, tarih boyunca yerleşik düzene geçme eğilimi göstermiş ve ihtiyaçlarını karşılamak üzere tarım ve hayvancılıkla uğraşmıştır. Çağlar boyunca değişen imkanlar sayesinde kullanım tekniklerini geliştirmiştir. Arıcılık kavramı, bu tekniklerden biri olmakla birlikte, gün geçtikçe gelişmekte ve ulusal gelirler üzerinde önemli rol oynamaktadır. Çiçeklerin tozlaşmasında oldukça büyük yeri olan arılar gıda ve tarım alanında yoğun bir şekilde kullanılmaktadır. Bunun yanı sıra, eşsiz bir besin olan balın üretilmesiyle hayvancılık alanında da popülaritesi ilk sıralarda yer almaktadır. Aynı zamanda sosyal yaşam içindeki iş bölümü gerçekleştirmeleri, öğrenme ve hafıza çalışmaları bakımından bilimsel anlamda önemli bir model organizma olmuş, bu sayede hem endüstriyel tarımın hem de floranın devamlılığını sağlayan önemli bir unsur haline gelmiştir (Tunca ve Çimrin, 2012).

Bitkilerde tozlaşma, çeşitli şekillerde gerçekleşebilir. Entomofili olarak bilinen tozlaşma şekli, böcekler aracılığıyla yapılır ve genellikle arılar tarafından gerçekleştirilir (Kuvancı ve ark., 2013). Çiçeklerin tozlaşması için arılara, arıların beslenmesi için çiçeklere ihtiyaç duyma durumu mutualizme gösterilebilecek en güzel örneklerden biridir (Free, 1993). Dünya üzerindeki bitkilerin %70'inin polinasyonu arılar tarafından sağlanmakta ve gerçekleşen polinasyonun %80'inden fazlası bal arıları sayesinde yapılmaktadır (Özbilgin, 1999).

Arıcılığın, çeşitli fosil kaynaklarına göre MÖ 7000'lere dayandığı ve geçmiş dönemlerde besin ve ilaç olarak kullanıldığı bilinmektedir. Ancak gerçek arıcılık, insanların ağaç kovukları içinde yuvalanan arıları öldürmeden bir miktar bal almaları ve bir miktar balı da arılara bırakmaları ile başlamıştır (URL-1). Arılardan elde edilen birçok ürün mevcuttur, bunlar arasında bal, balmumu, arı sütü, çiçek tozu, arı zehri ve propolis sayılabilir (URL-2). Osmanlı döneminde ekonomik sektör haline gelmeye başlayan arıcılık, günümüzde ticaret haline gelmiştir (Doğaroğlu, 2009; Sammataro ve Avitabile, 1998; Sıralı, 2009). Önceleri sadece bal ve balmumu üretmek amacıyla kurulan işletmeler son zamanlarda arı sütü, polen ve arı zehri gibi sağlık açısından önemli ürünlere yönelik faaliyetlerde de bulunmaktadır.

Günümüzde en önemli tarımsal ekonomi alanlarından biri olan arıcılıkta en önemli unsur bal üretimi yapan bal arısı (*Apis mellifera*)dır.

1.2. Bal Arısı (*Apis mellifera*)

Yeryüzünde 20.000'den fazla farklı familyalara ait arı türü bulunmakta ve Apidae familyasındaki *Apis* cinsine giren türlere bal arısı denmektedir (Özbek, 1979). Bal arıları insanoğluna bal, balmumu, arı zehiri, polen, arı sütü ve propolis üretimi ile büyük hizmet sunmaktadır (Free, 1970; McGregor, 1976).

Bal arılarının yaklaşık 200 milyon yıl öncesinde ortaya çıktığı düşünülmektedir. Bal arılarının yer aldığı Hymenoptera takımı, 10-11 aile ve 200.000 taksonu içeren yaklaşık 700 cins barındırmaktadır (Özbek, 2002; Sammataro ve Avitabile, 1998).

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>)

1.3. Bal Arısı Irkları

83 tür ve alttürü içeren *Apis* cinsi içinde arıcılıkta kullanılan yalnızca 10 bal arısı türü önem taşımaktadır. *Micrapis*, *Megapis* ve *Apis* olmak üzere 3 alt cinse ayrılmıştır. *Micrapis*, cüce bal arısı, *A. florea* ve *A. andreniformis* türlerini içerirken, *Megapis* adından da anlaşıldığı gibi dev bal arısı türlerini ihtiva etmektedir. Bunlar, *A. dorsata* (Dev bal arısı); *A. d. binghami*, *A. d. breviligula*, *A. dorsata* ssp. ve *A. laboriosa* (Himalaya bal arısı)'dır. *Apis* alt cinsi ise *A. cerana* (Asya bal arısı), *A. indica* (Hint arısı), *A. koschevnikovi*, *A. nigrocincta*, *A. nuluensis* ve *Apis mellifera* (Batı bal arısı) olmak üzere 6 tür bulundurmaktadır. *Apis cerana* kendi içerisinde 3 alttür bulundurur; *A. c. cerana*, *A. c. indica* ve *A. c. japonica*. *Apis* cinsinin en kalabalık grubu olan *Apis mellifera* ise 24 alt tür

içerir. Bu türler; *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 üretimi için *A. cerana* kullanılıyor olsa da üretimin tamamına yakın kısmı *A. mellifera* ile gerçekleştirilmektedir (Soysal vd., 2010).

Bütün canlılarda olduğu gibi arılar da yaşadıkları coğrafik ve iklim şartlarına göre uyum sağlamaya çalışırlar. Bu sebeple zamanla değişme uğrayarak farklı ırklar oluştururlar. Bu arı ırkları morfolojik, davranış ve verim özellikleri ile farklılık göstererek buldukları çevre şartlarına uyum sağlamışlar (URL-4).

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 ve ark., 1999; Güler ve Toy, 2008). Bugüne kadar yapılan çalışmalarda 24 arı ırkı tanımlanmıştır. Ancak bunlar arasındaki bazı ırklar, çevre şartlarına uyum yeteneklerinin fazla oluşu ve ekonomik değerinin yüksek olması sebebiyle daha çok önem arz etmektedir. 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 olarak bilinen Anadolu arı ırkı (*A. m. anatoliaca*) dır (Doğaroğlu, 2009; Sammataro ve Avitabile, 1998).

1.4. Dünyada Arıcılık

Dünyadaki gıda maddelerinin %90'ı 82 bitki türünden elde edilmektedir. Bu bitki türlerinden 63 tanesi (%77) arı tarafından tozlaşmaya gereksinim duymaktadır. Özellikle 39 bitki türü için arı tozlaşması mutlaka gereklidir. İnsan gıdasının 1/3'ü doğrudan veya dolaylı olarak arı tozlaşmasına ihtiyaç duyan bitkilerden oluşur. Bu nedenle, yeterli düzeyde tozlaşma sağlamak için, çiçeklenme dönemlerinde arı kolonilerine ihtiyaç duyulmaktadır (Güler, 2006). ABD'de bal arılarının tozlaşmada kullanılması ile bitkisel üretimde ekonomik katkısı 1989 yılında 9,3 milyar dolar olarak belirtilirken, bu oran 2000 yılında 15 milyar dolar olarak hesaplanmıştır (Robinson ve ark. 1989; Delaplane ve Mayer, 2000). ABD'de 1980 yılında arı tozlaşması sonucu meydana gelen ürünün o yılki bal ve balmumu değerinin yaklaşık 143 katı olduğu ve bunun da 19 milyar dolar değerine ulaştığı vurgulanmaktadır (Levin, 1983). Diğer yandan Crane (1975), dünya genelinde arı

tozlaşması ile elde edilen ürünün o yıl üretilen balın değerinin 50 katından fazla olduğunu bildirmektedir.

Dünyanın hemen hemen her yerinde yapılan, tarımsal bir faaliyet olan, arıcılık sayesinde her yıl 1 milyon tondan fazla bal üretimi yapılmaktadır. 2011 yılı FAO verilerine göre dünyada toplam 37.863.019 arı kovana ile 1.636.398,98 ton bal üretilmektedir. Kovana başına bal verimi ise 43,21 kg'dır Bu üretimde Çin 1. sırayı alırken, Türkiye 6 milyondan fazla arılı kovana sahip olması nedeniyle dünyada 2. sırada yer almaktadır.

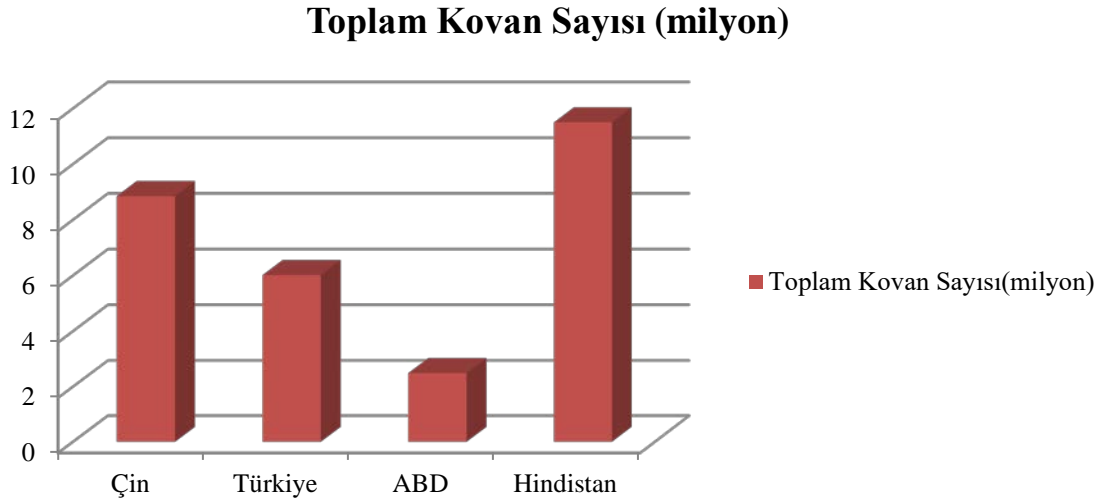
Dünya arıcılık verileri ile Türkiye verilerini karşılaştırdığımızda yıllara bağlı olarak kovana sayısında, bal üretim miktarında ve koloni başına düşen verim hakkında daha detaylı bilgi edinilebilir. Dünya arıcılık verilerine bakıldığında, 2003 yılından 2011 yılına kadar hem kovana sayısında hem de bal üretiminde yaklaşık % 19'luk bir artış söz konusudur. Türkiye'ye ait 2003 yılındaki veriler ile günümüzdeki veriler karşılaştırıldığında kovana sayısında %39'luk ve bal üretiminde %32'lik bir artış söz konusudur. Aynı zamanda Türkiye'nin koloni başına düşen bal miktarı incelendiğinde en yüksek verimin 2005 yılında alındığını ve 2014 yılına doğru azalmaya başladığı açıkça görülmektedir. 2014 yılındaki bal üretimi 2005 yılındakinden 20 bin ton fazla olmasına rağmen koloni başına düşen bal miktarı 15,94 kg'dan 14,61'e kadar düşmüştür.

Tablo 1. Yıllar itibariyle dünyadaki ve Türkiye'deki toplam kovana sayısı, bal üretimi ve verimlilik tablosu (URL-4, URL-5)

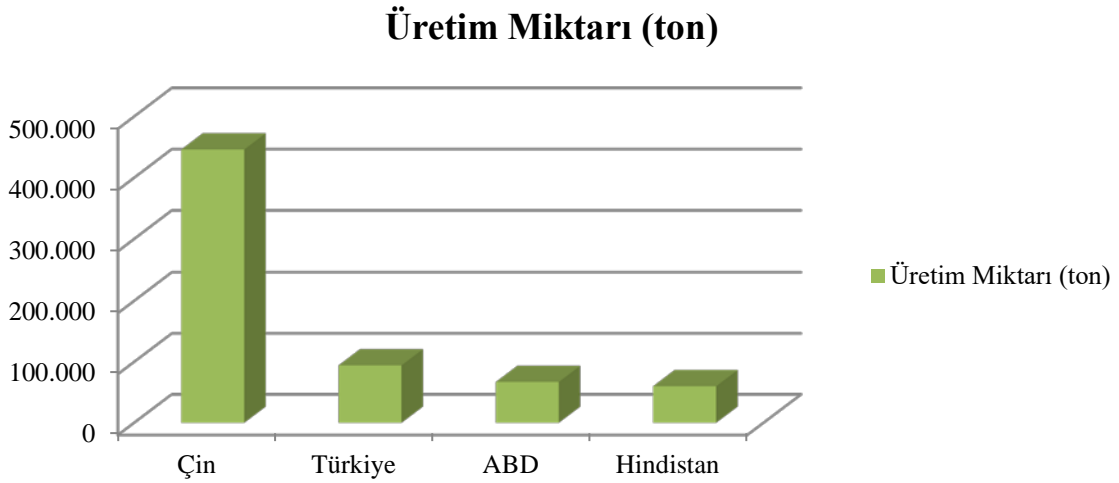
Yıllar	Dünyada Arıcılık			Türkiye'de Arıcılık		
	Kovana sayısı (adet)	Bal üretimi (ton)	Bal verimi (kg/Koloni)	Kovana sayısı (adet)	Bal üretimi (ton)	Bal verimi (kg/Koloni)
2003	30.544.525	1.321.825	43,27	4.288.853	69.540	16,21
2005	31.934.569	1.419.072	44,43	4.590.013	82.336	17,94
2007	34.531.736	1.477.709	42,79	4.825.596	73.935	15,32
2009	36.447.900	1.533.805	42,08	5.339.224	82.003	15,36
2011	37.863.019	1.636.398	43,21	6.011.332	94.245	15,68
2014	---	---	---	7.082.732	103.525	14,61

8.850.000 kovana ile 446.089 ton bal üretimi ile dünyada ilk sıraya yerleşen ülke Çin'dir. Koloni başına düşen bal üretiminde 50,40 kg ile dünya ortalamasının üzerindedir. 2011 yılındaki FAO verilerine göre, Hindistan 11.500.000 tane arı kovana ile dünyada en

çok kovan sahibi olmasına rağmen üretim miktarı bakımından çok daha alt sıralardadır. Bu açıdan bakıldığında Hindistan'ın bal üretimindeki verimliliği oldukça düşüktür (URL-5).



Şekil 1. Çin, ABD ve Hindistan ülkelerinin kovan sayısı bakımından Türkiye ile karşılaştırılması



Şekil 2. Çin, ABD ve Hindistan ülkelerinin bal üretim Miktarı bakımından Türkiye ile karşılaştırılması

Bal üretimindeki verimlilik, ülkeler arasında karşılaştırıldığında Kanada ve Çin'deki kovan başına üretilen bal miktarı göze çarpmaktadır. Türkiye ise toplam üretilen bal miktarı bakımından 2. sırada olmasına rağmen kovan başına 15,67 kg bal üretimi ile dünya ortalamasının çok altındadır.

Tablo 2. Kanada, Çin, ABD ve Türkiye'nin kovan başına düşen bal miktarı açısından karşılaştırılması (URL-5).

Ülkeler	Kovan Başına Ortalama Bal Üretimi (kg)
Kanada	57,74
Çin	50,40
ABD	26,89
Türkiye	15,67

Dünyadaki en çok bal üretimi yapan ülkelerin başında Çin ve Türkiye olsa da ithal edilen bal miktarı düşünüldüğünde en çok bal ithal eden üç ülke ABD, Almanya ve Japonya'dır. Bunlar arasında ABD'nin sadece ithalatı Türkiye'nin üretiminden fazladır (URL-5).

1.5. Türkiye'de Arıcılık

Arıcılık, Anadolu insanının bir geleneği olarak ülkemizde çok eski dönemlerden beri yapılmaktadır. Çok eski bir geçmişe sahip olmasına rağmen arıcılığın gelişmesi bilim ve teknolojideki ilerlemelere bağlı olarak son yüzyıllarda olmuştur. Diğer üretim dallarında da olduğu gibi arıcılıktaki amaç en az masrafla en yüksek gelirin sağlanmasıdır.

Türkiye, coğrafik konumu, farklı iklim tipleri ve üç farklı fitocoğrafik bölgeye sahip olması nedeniyle oldukça zengin biyolojik çeşitliliği taşıdığı düşünüldüğünde arı yetiştiriciliği için en avantajlı konumdadır (Kekeçoğlu ve ark., 2007; Tunca ve Çimrin, 2012). Mevcut bitkisel çeşitliliğin zenginliği göz önüne alındığında, Türkiye arıcılığının verim düzeyinin oldukça yüksek olması beklenmektedir. Ancak, arı yetiştiriciliği yapan işletmelerin genel yapısı ve üretim kapasiteleri dikkate alındığında, ülkenin mevcut potansiyelinin etkin bir şekilde kullanılmadığı görülmektedir. Son yıllarda ilgili kurumların, kovan başına verdiği destek ile kovan sayısında artış olmasına rağmen ürün miktarındaki artış aynı düzeyde olmamıştır (Rega, 2011).

Arıcılık, gelir durumu düşük ve toprak verimi yüksek olmayan köylere gelir sağlama açısından önemli bir tarımsal faaliyettir. Fazla sermaye gerektirmediği gibi iş gücüne de çok ihtiyaç duyulmaması ve kısa zamanda gelir getirmesi bakımından sosyo-ekonomik önem taşımaktadır. Bütün bu avantajlarından dolayı bal üretiminin artırılması için yapılan destekler sonucunda dünya genelinde bal üretim miktarı 1,5 milyon ton

civarına çıkarılmıştır. Bu üretimde Çin ilk sırada yer alırken, Türkiye 7 milyon kovan sayısı ile ikinci sırada yer almaktadır (Büyük ve ark., 2014). Bu da oldukça olumlu bir gelişmedir. Ancak kovan başına bal üretim sıralamasında bakıldığında 13. sırada bulunmaktadır. Ülkemizdeki biyolojik çeşitlilik oldukça zengin olmasına rağmen yüksek miktardaki düşüşün ortaya çıkması, arıcılıkta doğru koloni yönetiminin ve hastalıklarla mücadelenin yeterince yapılmadığını bizlere göstermektedir (Büyük ve ark., 2014; Muz ve ark., 2012). Kovan başına bal üretimi 2-3 kat artırılabilir. Arıcılığın bitkisel üretime olan katkıları da dikkate alındığında bu faaliyetin ulusal ekonomiye olan toplam katkısının 500 katriyon civarında olduğu tahmin edilmektedir (URL-1).

2011 yılındaki veriler incelendiğinde dünyada 65,4 milyon koloni ile 1,5 milyon ton civarında bal üretilmektedir. Bu üretim içerisinde Türkiye 6 milyon kovan sayısı ile Hindistan (11.500.000) ve Çin (8.850.000)'den sonra yer alırken, 94.245 ton bal üretimi ile Çin ve Arjantin'den sonra üçüncü sırada yer almaktadır. Koloni başına düşen verim sıralamasında ise Çin (46,4 kg) birinci sırada iken, Türkiye (17,8 kg) altıncı sıradadır. 2014 yılındaki TÜİK verileri incelendiğinde ise Türkiye'de yaklaşık 7 milyon kovan ile 103.525 ton bal üretimi gerçekleşmiştir (URL-3, URL-4, URL-5).

Yapılan araştırmalar sonucunda Türkiye'de beş farklı arı ırkı olduğu tespit edilmiştir. Bunlar; *A. m. anatolica*, *A. m. caucasica*, *A. m. carnica*, *A. m. syriaca* ve *A. m. meda*'dır. Bal verimi yüksek olan ülkelerle karşılaştırıldığında, ülkemizdeki çeşitliliğin çok daha fazla olduğu görülmektedir. Buna rağmen ülkemizdeki koloni başına düşen bal miktarı, dünya ortalamasının altındadır. Bundan dolayı dünya bal ticaretinde henüz yeteri kadar söz sahibi değildir.

Arıcık, ülke ekonomisine hem doğrudan tarımsal bir faaliyet olarak hem de dolaylı olarak bitkisel üretime katkısı bulunmaktadır. Arıcılık toprağa bağımlı bir sektör olmadığı için, toprak sahibi olmayan aileler için tek başına bir geçim kaynağı olabilmektedir. Aynı zamanda diğer tarımsal faaliyetlerle karşılaştırıldığında çok daha az sermaye ile yapılabilen ve kısa sürede kazanç sağlanabilen kolay bir faaliyettir (URL-5).

Türkiye, 2012 TÜİK verilerine göre üretilen 89.162 ton balın 1.263 tonunu ihraç etmektedir. 1 kg balın 10 lira olduğu düşünülürse ülke içi tüketimden yaklaşık 879 milyon lira ülke ekonomisine kazandırılmaktadır. 1.263 tonluk balın ihracat edilmesi sonucunda yaklaşık olarak 10.798.351 TL gelir elde edilmektedir. Böylece ülke ekonomisine doğrudan 890 milyon TL civarında maddi katkı sağlanmaktadır (URL-5). Bu ekonomik katkı sadece bal üretimi sonucunda elde edilen katkıdır. Ancak bilinir ki, arıcılık sektöründe

bal üretiminin yanı sıra polen, balmumu, arı sütü gibi ürünlerin sağladığı ekonomik değerler de dahil edildiğinde, bu sektörden elde edilecek toplam gelir yaklaşık olarak 1,5 milyar liraya ulaşabilir.

Son yıllarda arıcılık sektörünün ilerlemesiyle birlikte bal ihracatı da önemli oranda artış gösterdi (URL-4). Dünya bal ihracatında 2010 yılında 37'nci sırada olan Türkiye, 2014'te 24'üncü sıraya yükseldi. Bal ihracatından 2011'de 5 milyon 206 bin'lik gelir, yıldan yıla artarak 2014'te 18 milyon 919 bin dolara ulaştı. 4 senede 3,6 kat artarak yıllık yaklaşık 19 milyon dolara ulaşan bal ihracatı sayesinde Türkiye, dünyanın en büyük ikinci bal üreticisi konumuna geldi (URL-5).

Arıcılık, ihmal edilmemesi ve desteklenmesi gereken tarımsal bir faaliyettir. Bu sebeple, kaliteli şekilde ve yeterli düzeyde arı üretimi, bölgelere uygun arı tiplerinin tespiti ve gerekli araştırmaların yapılması, AR-GE çalışmalarına önem gösterilmesi, bu alanla ilgili araştırmacıların ve teknik elemanların yetiştirilmesi gereken ve gelişen bir sektördür.

1.5.1. Türkiye'de Arıcılığın Bölgesel Durumu

Türkiye 2014 yılı itibari ile 7.082.732 kovan varlığı ve 103.525 ton yıllık bal üretim miktarı ile dünyada 2. sırada yer alan önemli bir ülkedir (URL-4).

Arıcılıkta Karadeniz ve Ege Bölgeleri yüzdalık dilimde bal üretimi ile öne çıkan iki bölgedir. Karadeniz ve Ege Bölgelerinin toplam bal üretimi ülke genelindeki üretimin yarısından daha fazlasını oluşturmaktadır. Bu bölgelerde arıcılığın yaygınlaşmasında ekonomik nedenlerin yanında başta zengin flora yapısı olmak üzere diğer doğal şartlar da önemli rol oynamaktadır (Sıralı, 2009; Tosun, 2012).

Kayıtlı koloni sayısı bakımından Karadeniz Bölgesi ilk sırada yer almaktadır. Doğu Karadeniz Bölgesi 976.479 kovan sayısı ile 19.794 ton bal üretimi ve 349 ton bal mumu üretimi yapmaktadır (URL-4).

Türkiye'de illere göre arıcılık potansiyeline baktığımızda Muğla ili 757.542 koloni varlığı ile birinci sırayı alırken, Ordu ili 519.836 koloni ile ikinci sırada yer almaktadır. Buna karşın en fazla koloniye sahip olan Muğla ilimiz 10.901 ton bal üretimi ile 2. sırada yer alırken koloni başına bal üretimi 14,4 kg görülmektedir. Bal üretiminde Ordu ili 12.864 ton üretimiyle birinci sırayı almaktadır (Tablo 1, URL-3). Karadeniz Bölgesi'ndeki bal üretimi yapılan iller arasında çiçek ve yayla balları ile Ordu, Artvin, Rize, Gümüşhane, Bayburt ve Trabzon illeri üst sıralarda yer almaktadır (Sıralı, 2009;

Tosun, 2012). Ülkemizin florasının zengin olması sebebiyle üretilen bal çeşitliliği de fazla olmaktadır. Bunlardan biri de nadir olarak üretilen çam balıdır. Çam balı, bazı çam ağacı türlerinin gövdesinde yaşayan aracı bir böceğin salgısıyla ortaya çıkan farklı bir baldır. Dünyada sadece Yunanistan ve Türkiye 'de bulunur. Türkiye yaklaşık 20 bin ton çam balı üretimi ile dünya çam balı üretiminin %90'ından fazlasını karşılamaktadır. Çam balının en önemli özelliklerinden biri de yapısının bozulmadan ya da donmadan yıllarca saklanabilmesidir. Bu nedenle pazarlaması da kolaydır (URL-5).

Arıcılığı etkileyen birçok sebep vardır. Bu sebeplerin başında yanlış arıcılık uygulamaları, hastalıklar ve değişen iklim koşulları görülmektedir. 2007 yılında ülkemizde kitlesel arı ölümleri gerçekleşmiştir. Bu durumun sonucu olarak da 2006 yılında 83.842 ton olan bal üretimimiz, 2007 de yaklaşık 73.935 tona düşmüştür. Yani yaklaşık 10.000 ton azalarak oldukça fazla miktarda düşüşe sebep olmuştur.

2014 yılındaki TÜİK verilerine bakıldığında üretimimiz 103.525 ton olarak görülmektedir. Kovan sayısına bakıldığında ise her geçen yıl artış görülmektedir. Kovan başına düşen bal miktarı ve üretim verimliliği incelendiğinde kovan sayısındaki artış, bal üretiminden fazla olduğu ve bundan dolayı verimin düştüğü görülmektedir. 2005 yılında bir kovandan elde edilen bal 17,9 kg iken 2014 yılında yaklaşık 3-3,5 kg azalarak 14,6 kg'a indiği ifade edilmiştir (URL-4; URL-5).

Tablo 3. Arıcılıkta bal üretimi bakımından ilk sıralarda yer alan illere ait veriler (URL-4)

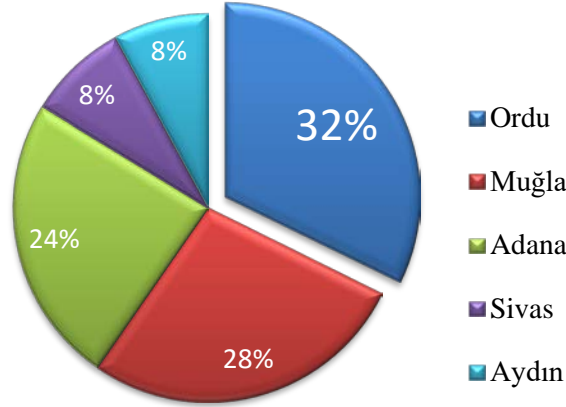
	İl	Koloni Sayısı	Toplam Bal Üretimi (Ton)	Toplam Bal / Koloni (Kg)
1	Ordu	519.836	12.864,551	24,8
2	Muğla	757.542	10.901,059	14,4
3	Adana	440.119	9.601,302	21,8
4	Sivas	190.290	3.309,451	17,4
5	Aydın	219.551	3.162,176	14,4
...
53	Kastamonu	58.177	417,792	7,2

Arıcılık, ülkemizin hemen hemen her bölgesinde büyük ilgi görmektedir. Özellikle Karadeniz ve Ege Bölgesi, bulunduğu coğrafyanın getirdiği zengin biyolojik çeşitlilik ile arıcılık sektörüne uygun ortam sağlamaktadır (Sıralı, 2009). Aynı zamanda Doğu Karadeniz Bölgesi, hem sabit hem de gezginci arıcılığa olanak sağlaması, tarım

yapılamayacak toprak alanların fazla olması ve tarımsal ilaçların kullanımının az olması gibi arıcılık sektörü açısından birçok avantaja sahiptir (Tosun, 2012).

1.5.2. Ordu İlinde Arıcılık

Ordu ilinde ailelerin kendi ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla ilkel kovanlarla yapılan arıcılık, 1960 yılından sonra modern kovanlarla, gezginci olarak yapılmaya başlanmıştır. Ordu ilinde fındıktan sonra en çok gelir getiren tarımsal kökenli sektör arıcılıktır. Aslında Ordu'nun florasına bakılacak olursa arıcılık açısından pek zengin olmadığı görülmektedir. Ancak Ordu'dan yola çıkan gezginci arıcılar, Türkiye florasını değerlendirerek, arıcılığı ikinci sırada gelir getiren tarımsal bir faaliyet olarak yapmaya başlamışlardır. Bu sayede Ordu ilimiz, Türkiye'de bal üretiminde 1. sıraya yerleşmiştir.



Şekil 3. Türkiye'de en fazla bal üretimi yapan 5 il

Gezginci (seyyar) arıcılar, daha fazla ürün alabilmek için kovanları bir yerden başka bir yere taşıyarak bal üretim miktarını artırabilirler. Bal üretiminin tamamına yakını gezginci arıcılar sayesinde yapılmaktadır. Gezginci arıcılık ile birlikte farklı zamanlarda farklı bitkilerden faydalanılarak daha fazla ürün almak mümkün hale gelmektedir. Kovanlar, ilkbahar sonu ile yaz başlangıcında yüksek yaylalara; yaz sonu ile sonbaharda ise çam ve sahil bölgelere taşınır. Böylece farklı çiçeklenme dönemindeki çiçeklere ulaşılarak daha fazla polen ve nektar toplama imkanı elde edilmiş olur.

Tablo 4. Ordu ilinin yıllara bağlı olarak koloni sayısındaki, bal üretimindeki ve koloni başına üretilen bal üretim miktarındaki değişimi

Yıllar	Koloni Sayısı	Toplam Bal Üretimi (ton)	Toplam Bal / Koloni (kg)
2010	436.282	10.380,340	23,8
2011	458.273	11.820,233	25,8
2012	487.214	11.457,647	23,5
2013	519.836	12.864,551	24,7
2014	527.078	15.038,897	28,5

Ordu ilinde toplam 527.078 adet kovanla arıcılık yapılmakta olup bu faaliyetten 15.038,897 ton bal üretilmektedir. Kovan sayısı bakımından Muğla, 757.542 kovan ile kovan sayısı bakımından Türkiye’de birinci sırada iken Ordu 519.836 kovana sahip olmasına rağmen Türkiye üretiminde 1. sıradadır.

Tablo 5. Ordu ilçelerindeki kovan sayısı ve bal üretim miktarı (URL-4)

Ordu ilçeleri	Toplam kovan	Bal üretimi (ton)
Merkez	92.351	2.867,00
Akkuş	820	11,48
Aybastı	2.950	78,954
Çamaş	8.954	179,08
Çatalpınar	36.052	830
Çaybaşı	950	11,4
Fatsa	29.125	364,062
Gölköy	49.766	1.470,00
Gülyalı	3.350	73,7
Gürgentepe	65.000	1.625,00
İkizce	2.261	25
Kabadüz	5.033	90
Kabataş	34.408	688,16
Korgan	470	4,7
Kumru	6.380	119
Mesudiye	2.516	36,5
Perşembe	59.431	1.664,04
Ulubey	78.604	2.105,25

1.5.3. Kastamonu İlinde Arıcılık

Kastamonu ili, kuzeyde Karadeniz sahiline paralel olarak yükselen Küre Dağları, güneyde güneybatı-kuzey doğu yönünde uzanan Ilgaz Dağları ile dağlık bir bölge konumundadır. Vadiler, ormanlık alanlar, dağlar, deniz-akarsu kenarları ve tarım alanları gibi farklı doğal yapısı nedeniyle birçok hayvan türü için doğal yaşam alanlarını içeren biyolojik çeşitlilik yönünden zengin bir bölgedir. %65 'i ormanlarla kaplı olan ilimizin tarımla uğraşılan yerlerinde elma, armut, kiraz, vişne ve ceviz gibi meyveler yetişmektedir. Küre ilçesi ise coğrafi yapısı sebebiyle tarımsal üretimin yapılamadığı bir coğrafyaya sahiptir. 157 endemik bitki türünün yetiştiği Küre Dağları, doğal bal üretimi için bulunmaz bir coğrafyadır. Yıllardır köylüler tarafından üretilen küre balı, şeker ilaveli olmayıp arıların organik olarak ürettikleri ve piyasada önemli yeri olan bir bal türüdür.

Türkiye’de toplam bal üretiminin % 0,4’ü Kastamonu ilimizden sağlanmaktadır. 2013 yılından itibaren 1673 arıcılık işletmesiyle birlikte Kastamonu ilimiz, kovan sayısı bakımından 38. sırada iken bal üretimi bakımından 418 ton bal üretimiyle 53. sıraya kadar inmektedir.

Tablo 6. Kastamonu ilindeki koloni sayısının, bal üretiminin ve koloni başına üretilen bal üretim miktarının yıllara bağlı değişimi

Yıllar	Koloni Sayısı	Toplam Bal Üretimi (ton)	Toplam Bal / Koloni (kg)
2010	49.456	473,545	9,6
2011	54.001	523,356	9,7
2012	56.419	482,849	8,6
2013	58.177	417,792	7,1
2014	74.608	449,894	6,0

Hem Ordu hem Kastamonu ilimizdeki bal üretim verimliliği incelendiğinde, dünya ortalamasından çok düşük olduğu açık bir şekilde görülmektedir. Bu yönüyle ele alındığında verimlilik konusunda sorun yaşadığımız aşikârdır. 2014 yılındaki veriler incelendiğinde Türkiye’de koloni başına verim 14,6 kg’dır. Ancak 2005 yılından bu yana koloni başına düşen bal miktarı incelendiğinde 2005 yılındaki verim 17,59 kg iken son yıllarda düşüşe geçtiği ve 14,6 kg’a kadar düştüğü göze çarpmıştır. Aynı şekilde Kastamonu ilimizdeki bal veriminin en yüksek 2011 yılında olduğu ve 2014 yılına kadar

düşüş gerçekleştirdiği görülmektedir. Bal üretimindeki kayıpların nedenlerinin başında arı hastalıkları ve zararlıları gelmektedir. Dünyada noseosis (protozoa kaynaklı arı hastalığı) ile ilgili birçok çalışma yapılmış olmasına rağmen Türkiye’de bu hastalığa pek ilgi gösterilmemiştir. Bu nedenle önlemler alınamamış ve verim yıllara bağlı olarak düşüşe geçmiştir (Tablo 6).

Tablo 7. Türkiye genelinde yapılan istatistik sonuçlarına göre bal üretimi yapan illerin sıralaması (URL-4)

İl	Toplam kovan	Bal üretimi (ton)	Balmumu üretimi (ton)
Ordu	519.836	12.864,55	199,523
Muğla	757.542	10.901,06	606,49
Adana	440.119	9.601,30	448,336
Sivas	190.290	3.309,45	277,186
Aydın	219.551	3.162,18	113,065
Kastamonu	58.177	417,792	7,2

1.6. Arı Hastalıkları

Arıcılık, bal üretiminin yanı sıra hem bitkilerin tozlaştırarak yabani floranın devamlılığını sağlar hem de endüstriyel tarıma kayda değer miktarda ekonomik katkı sağlar. (Tunca ve Çimrin, 2012). Ancak bal arıları da bütün canlılar gibi hastalık ve zararlıların etkisi altında yaşamlarını sürdürmektedir (Tutkun, 1999). Üretim miktarını en çok kısıtlayan faktörlerden biri olarak arı hastalıkları ve zararlıları görülmektedir (Rangber ve ark, 2012). Bu sebeple arı hastalıkları ve zararlıları üretim miktarını oldukça düşük seviyelere indirmektedir.

Arılar gelişme döneminde hastalık etmenlerine karşı uygun ortam oluşturduğundan dolayı çok miktarda enfeksiyon görülmektedir. Bununla birlikte, dünyadaki hızlı ulaşım, kıtalar ve ülkelerarası arı, arı ürünleri ve arıcılık malzemeleri ticareti arı hastalıklarının kısa sürede tüm ülkelere yayılmasına neden olmaktadır (Kayral, 2010). Arı hastalıkları ve zararlılarına bağlı olarak gerçekleşen koloni ve verim düşüklüğü, yetiştiricilerin hastalık ve zararlılarla ilgili sorunların ortaya konulması ve çözüm üretilmesini zorunlu hale getirmiştir (Sıralı ve Doğaroğlu, 2005). Bu nedenle, gelişmiş ülkelerde olduğu gibi yapılan anket çalışmaları, problemlerin çözümlerinin ortaya konmasında etkin rol oynamaktadır

(Çakmak ve ark., 2003; Sıralı ve Doğaroğlu, 2005). Yapılacak bilimsel proje ve çalışmalardan elde edilecek veriler ile birlikte sorunlar belirlenerek çözümler bulunacaktır. Bu sayede, üretim kapasitesinin artırılması ülke arıcılığının geliştirilmesine ilişkin çalışmalar daha da anlamlı hale gelecektir (Aydın ve ark., 2003; Sıralı ve Doğaroğlu, 2005).

Arı hastalıkları genellikle ilkbahar aylarında görülür. İlkbahar aylarında yavru yetiştirmeye başlayan arılar, beklenmeyen soğuk ve yağışlı havalardan olumsuz şekilde etkilenmesiyle birlikte hastalıklara karşı oldukça hassas hale gelirler (Kayral, 2010). Bu nedenle vücutlarında çoğalabilecek mikroorganizmalara ortam hazırlanmış olur ve yüksek oranda enfeksiyon ortaya çıkar. Arı hastalıkları, hastalığı oluşturan etmene göre; bakteriyel (Amerikan ve Avrupa Yavru Çürüklüğü, Septisemi), fungal (Kireç ve Taş hastalığı), viral (Kronik ve Akut Arı Felci), paraziter (*Varroa jacobsoni* ve *Acarapis voodi*) ve protozoan (*Nosema* ve *Amoeba*) ya da hastalığın oluştuğu konukçuya göre; ergin ve yavru arı hastalıkları olarak sınıflandırılabilir. Pek çok patojen, arıların gerek gelişme gerekse yetişkin dönemlerinde hastalık oluşturabilir (Kayral, 2010).

Bakteriyel arı hastalığına (Amerikan Yavru Çürüklüğü) sebep olan en önemli etken *Bacillus larvae* isimli bir bakteridir. Flagella taşıyan bu bakteri gram (+) özelliği gösterir. Amerikan Yavru Çürüklüğü hastalığı, kovandaki kötü koku ve yapışkan sıvı varlığıyla ayırt edilebilir, ancak kesin olarak laboratuvar ortamında teşhis edilebilir. *B. larvae*, hem larva hem de pupa üzerinde etkili olarak büyük salgınlara sebep olabilecek bir bakteri türüdür. *Melissococcus pluton* adlı bakterinin sebep olduğu Avrupa Yavru Çürüklüğü hastalığı ise sadece larvalar üzerinde etkilidir (Doğaroğlu, 2009; Kayral, 2010). Kireç hastalığı, nemli bölgelerde yetiştirilen arıların gözlerinin *Ascospaera apis* olarak bilinen bir mantar tarafından sarılmasıyla ortaya çıkar. Taş hastalığı ise etkeninin *Aspergillus flavus* olduğu ve yavru gözlerinin yeşil görünmesiyle diğer mantar hastalıklarından ayırt edilebilir. Viral hastalıklar arılarda kronik ve akut olmak üzere iki farklı şekilde görülebilir. Larvalarda görülen viral hastalık etmeni, *Maratora itatulas*'un sebep olduğu Tulumsu Yavru Çürüklüğü henüz ülkemizde görülmemiştir (Doğaroğlu, 2009; Kayral, 2010; Uygur ve Girişkin, 2008). Erginlerde görülen viral hastalıklar olarak bilinen yaklaşık 20 çeşit paraliz arı felci hastalığı vardır. Bunlardan üç tanesini özetleyecek olursak; deforme kanat virüsü (DKV) ergin kanatlarında yapı bozukluğuna sebep olurken kronik arı felci (KAFV) ve akut arı felci (AAFV) hastalıkları, arılarda hareketsizlik ve yuvarlanma gibi belirtiler ortaya çıkarak ölümlerle sonuçlanabilir. Diğer bir arı hastalığı olan dizanteri genellikle kiş

mevsiminde erginlerde görülür ve bahara kadar devam eder. Dizanteriye yakalanan arılar sulu, yapışkan ve kötü kokan bir pislik çıkarır (Sammataro ve Avitabile, 1998).

Arı hastalıkları arasında en önemlilerinden biri de protist olan mikrospor patojeninin sebep olduğu nosema hastalığıdır (Fries, 2010). Halk arasında nosemosis, ishal hastalığı ya da sürünme hastalığı olarak bilinir. Birçok bilim adamı tarafından da tehlikeli bir arı hastalığı olarak tabir edilir (Cox ve Pye, 1975).

1.6.1. Nosema Hastalığı

1909 yılında ilk kez bal arılarının orta bağırsağında Alman bilim adamı Enoch Zander tarafından keşfedilen hastalık etkenleri mikrosporidium olarak sınıflandırılmış ve *Nosema apis* ismini almıştır. Zander, bu bulgularını aynı zamanda birkaç arı dergisinde yayınlamıştır. Parazit, seuche (salgın, veba) terimiyle tanımlanmıştır. 1857 yılında ilk kez Dönhoff ve Leuckart tarafından, parazit henüz isimlendirilmeden ve sınıflandırılmadan önce, ergin bal arılarında *N. apis*' ten ileri gelen şiddetli hastalık olarak bildirilmiştir. 1919 yılında bal arılarında *N. apis*'in etkilerini çalışmış ve White (1919), bu hastalığı nosema hastalığı olarak adlandırmıştır.

N. apis, bal arılarının ventrikulus epitel hücrelerinde enfeksiyona neden olmaktadır. Mikrospora sınıfının tüm üyeleri gibi *N. apis* de hücre içi parazittir. Canlı hücreler içinde çoğalarak hayat döngüsünü devam ettirir. Mikrosporidia üyeleri içinde böceklerde patojen olan birçok önemli protozoon vardır ve bu patojenler ekonomik değeri olan böceklerin yetiştiriciliğinde büyük kayıplara sebep olur.

Mikrosporidia'nın en dikkat çekici özelliği enfeksiyon mekanizmasıdır. Sporun çoğalması için sporun içindeki polar filament (kutup ince iplikçığı) parazitin uç (kutup) kısmındaki delikten dışarı çıkarak konakçı hücrelerine girer ve üzerinde çoğalmaya başlar.

Koloniler arasında fekal-oral yolla yayılan bu hastalık (Bailey ve Ball, 1991), sporların vücuda girmesi sonrasında orta bağırsakta çimlenmesiyle ortaya çıkar. Enfeksiyondan birkaç hafta sonra milyonlarca spor oluşur ve dışkıyla birlikte dışarı atılır (Fries, 1997; Somerville ve Hornitzky, 2007; Ütük ve ark., 2010).

Enfekte kolonilerde birçok sindirim sistemi bozuklukları görülmeye başlar. Bu bozuklukların yanı sıra yaşam sürelerinde kısalma, uçamama, kirli beyaz ve mat renk alan bağırsaklar, koloni girişlerinde ölü arıların birikmesi gibi belirtiler, enfekte kolonilerde gözlenebilir (Bailey ve Ball, 1991, Fries, 1997). Ayrıca enfekte kolonilerdeki koloni

popülasyonunda ve bal üretiminde ciddi düşüşler gerçekleşebilir (Somerville ve Hornitzky, 2007). Enfekte kolonilerde arı popülasyonlarında kış kayıplarının yüksek olduğu görülür. Buna rağmen kış mevsiminde gerçekleşen koloni ölümlerinin başlıca nedenleri arasında sayılmamaktadır. Aynı zamanda Sammataro ve Yoder (2012), kış mevsiminde akut nosemaya bağlı ishal belirtisi gösteren arıların, bağırsaklarında biriken dışkının toplam vücut ağırlığının yarısını aşması durumunda kovandan ayrıldığını ve sıcaklık sebebiyle geri dönemeyip öldüklerini belirtmiştir.

Enfekte ana arıların supersedure olması halinde parazit, ekonomik kayba neden olur. Bu yüzden nosema hastalığı, verimli bir arıcılık için bir tehdit olarak algılanmalıdır. Hastalığın teşhisi kadar kontrol önlemleri de önemlidir. Bu sebeple kontrol önlemleri ile arıcılık düzenlemeleri birleştirilmelidir (Kurt, 2007).

Hastalık ile mücadelede şeker şurubu içinde antibiyotik, fumagillin, kullanıldığı bilinmektedir. En yaygın kullanılanlardan biri *Aspergillus fumigatus* kültüründen elde edilmiş Fumagillindir. Ancak son yıllarda Avrupa Birliğinde ve birçok ülkede arı hastalıklarına karşı antibiyotik kullanımı yasaklanmıştır (OIE, 2013; Büyük ve ark., 2014). Bu yüzden arı hastalıklarına ve zararlılarına karşı biyolojik mücadele gündeme gelmiştir. Hastalıkla biyolojik mücadelede, çeşitli bitkilerden elde edilen esansiyel yağlar, hidroalkolik ekstraksiyonlar ve asetik asit fumigasyonu gibi uygulamalar kullanılmaktadır (Mert ve ark., 2007).

1.6.2. Nosema Hastalığının Etkenleri

Arılarda enfeksiyona sebep olan iki farklı mikrosporida türü bilinir. Bunlardan biri 1909 yılında Zander tarafından tanımlanan *N. apis*, diğeri de 1996 yılında Fries ve arkadaşlarının tanımladığı *N. ceranae* türleridir. *N. apis*'in *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae)'da (Bailey and Ball, 1991) yaygın bir şekilde enfeksiyon yaptığı biliniyorken, son zamanlarda *A. mellifera* popülasyonunu ciddi şekilde tehdit eden *N. ceranae* adlı başka bir tür tanımlanmıştır (Higes ve ark., 2008, 2010; Martín-Hernandez ve ark., 2007; Martín-Hernández ve ark., 2012). Yaklaşık on yıl öncesine kadar, *N. apis*'in nosema hastalığına sebep olduğu ve tüm dünyada yayılım gösterdiği, *N. ceranae*'nın ise sadece Asya balarılarını (*Apis ceranae*) enfekte ettiği düşünülüyordu (Somerville ve Hornitzky, 2007; Higes ve ark., 2010). Ancak daha sonraki araştırmalar, *N. ceranae*'nın ana konak olarak *Apis mellifera*'yı da kullandığını göstermiş (Vidau ve ark., 2014) ve

Taiwan'dan tüm Avrupa, Kuzey Amerika ve Avustralya'ya kadar yayıldığı belirlenmiştir (Higes ve ark., 2006, Huang ve ark., 2007; Whithaker ve ark., 2010). *Apis mellifera*'daki *N. ceranae*'nin patolojisi hakkındaki bilgiler hala tam olarak bilinmemektedir. Her iki parazit tür birbirine çok benzemektedir. Fakat *N. ceranae*'nin düşük sıcaklıklara karşı daha hassas olduğu ve yüksek sıcaklıklarda daha iyi üreyebildiği tespit edilmiştir (OIE, 2013). Ayrıca *N. apis* ve *N. ceranae*'nin yaşam döngüleri birbirlerine çok benzese de *N. ceranae*'nin entomopatojenik özelliğinin çok daha fazla olduğu, yapılan araştırmalarla bildirilmiştir (Somerville ve Hornitzky, 2007; Higes ve ark., 2010; Ütük ve ark., 2010).

Hem *N. apis* hem *N. ceranae*, ergin arıların bağırsaklarındaki epitel hücrelerinde görülmektedir. Ancak *N. ceranae*, *N. apis*'e göre biraz daha yüksek sıcaklıkta daha iyi gelişme gösterir (OIE, 2013). Arıların sonbahar ve kış mevsimindeki soğuk hava durumları gibi zor şartlara karşı hassasiyetleri fazladır. Bu yüzden nosema hastalığının bu mevsimlerde daha yüksek seviyelere çıktığı gözlenebilir (OIE, 2013).

Bir parazite karşı doğal kazanılmış bir bağışıklık, iklim koşullarına bağlı olduğu gibi koloni boyutlarına göre de değişiklik gösterebilir (Steche, 1985). Eğer bu koşullar herhangi bir şekilde istenmeyen hale dönüşmüşse, tahmini yaşam süresinde kısalma gözlenebilir. Bu yüzden sonbahar ve kış mevsimleri süresince, bal arıları ölümlerinde artış gerçekleşebilir (OIE, 2013).

Bal arısı dışkısına bulaşmış olan *N. apis*'e ait sporların canlılığı 1 yıldan fazla sürebilirken (Bailey, 1962), bal içerisine bulaşmış olan sporların varlığı 4 aya kadar devam edebilmektedir (White, 1919). Ayrıca enfekte olmuş ölü arılardaki sporlar yaklaşık 4,5 yıl boyunca varlığını sürdürebilmektedir (Steche, 1985).

Nosema hastalığının ülke ve dünya genelinde yayılmasının sebepleri olarak enfekte olan arıcılık materyalleri (Klee ve ark., 2007), taşıyıcı olan kolonilerin ve kraliçe arının da dahil edilmesi ve gezgin arıcılık faaliyetleri (Giersch ve ark., 2009; Whitker ve ark., 2010) düşünülmelidir (Büyük ve ark., 2014).

Enfeksiyonun teşhisi, ergin arılarda yapılan diseksiyon sonucu incelenen bağırsaktaki nosema sporlarının varlığına göre yapılır. Sporlar yaklaşık olarak 5-7 µm boyunda ve 3-4 µm genişliğindedir. *Nosema ceranae*, *N. apis*'e göre biraz daha küçüktür. Belirsiz uçları olan nosema sporları, oval şekillidir. Spor içerisindeki nükleus, sporoplasm, polar tüpler mikroskop altında görülemeyebilir. Ancak *Nosema* spp.'ye ait sporların mantar sporlarından, yağ hücrelerinden, kalsiyum içerikli yapılardan ve *M. mellifacae* kistlerinden ayırt edebilmesi için boyama yapılması gerekir (OIE, 2013).

N. apis veya *N. ceranae* türlerinin mikroskop altında ayırt edilmesi pek mümkün değildir. Bu yüzden iki tür arasındaki ayrımı yapabilmek için PZR (Polimer Zincir Reaksiyonu) olarak adlandırılan moleküler çalışmalardan yararlanılmaktadır (Paxton ve ark., 2007).

1.6.3. Nosema Hastalığının Bulaşma Yolları

Her iki parazit türü de konak türler arasında çapraz enfeksiyon yeteneğine sahiptir (OIE, 2013). Enfekte olmuş kovan parçaları ve sıvıların arılar arasındaki geçişiyle birlikte ve ağızdan ağıza beslenme sebebiyle hastalık yayılmış olur. Aynı zamanda hastalık etmeninin bulaştığı bal depoları ya da ölmüş arının ezilmesi hastalığın bulaşmasında büyük etkindir. Bunların yanı sıra, kovan etrafındaki ölü arılar ve kovan önünde bulunan dışkıları da sağlıklı arılara enfeksiyonun bulaşmasında oldukça önemli olduğu bilinmektedir (OIE, 2013). Ayrıca polen taşıyan arıların, enfeksiyonun bulaştığı dışkı ve arılarla temasının ardından nosemosis etkenlerinin kovandaki diğer bireylere de taşındığı üzerine birçok bilgi vardır (Forsgren, 2009, Fries, 2010; Brenna ve ark., 2012).

Bal arısı dışkısında yapılan incelemelerde nosema sporlarının canlılığının 1 yıldan fazla sürebildiği tespit edilmiştir (Bailey, 1962). Bal içerisine bulaşmış olan sporların varlığı ise White'in 1919 yılında yaptığı araştırmalara göre 4 aya kadar devam edebildiğini göstermektedir. Ayrıca enfekte olmuş ölü arılardaki sporlar yaklaşık 4,5 yıl boyunca varlığını sürdürebilmektedir (Steche, 1985). Dışkıyla kirlenmiş bal mumu, *N. apis*'in arıların bir sonraki neslinde yeteri kadar gelişebilmesine olanak sağlar (Bailey, 1955). Her iki nosema türüne ait sporlar düşük sıcaklıklarda hassasiyet gösterirken, *N. ceranae* sporları yüksek sıcaklığa ve kuruluğa karşı *N. apis*'e göre daha dayanıklıdır (Fenoy ve ark., 2009 Fries, 2010).

1.6.4. Nosemosis Etkenlerini Steril Etme Yöntemleri

N. apis sporları, kovana ait parçaların 15 dakika boyunca 60°C'de ısıtılmasıyla öldürülebilir. Ancak peteğin 24 saat boyunca 49°C'de steril edilmesi gerekir (Cantwell ve Shimanuki, 1970). Bu yöntemler *N. ceranae* için geçerli değildir. Çünkü *N. ceranae*'nin 60°C'de yaşayabildiği Fenoy ve arkadaşları (2009) tarafından tespit edilmiştir. Isıl

işlemlerin yanı sıra asetik asit ile muamele sonrasında da nosema sporlarının arındırıldığı gözlenmiştir. Bütün bu bilgilere karşılık *N. ceranae* için yeteri kadar bilgi bulunmamaktadır. Ayrıca mücadeleyle ilgili bu prosedürler ülkeden ülkeye değişmekle birlikte ulusal mücadele kurallarına göre gerçekleştirilmektedir (OIE, 2013). Enfeksiyonun ortaya çıktığı tespit edilen kovanlar öncelikle çok iyi havalandırılmalıdır. Aynı zamanda nosema hastalığını baskılamak için koloni şeker şurubu içerisinde antibiyotik, fumagillin ile besleme şekli uygulanabilir (Cantwell ve Shimanuki, 1970). Ancak arılar üzerindeki bu antibiyotik uygulaması, Avrupa Birliğinde ve birçok ülkede yasaklanmıştır (OIE, 2013).

1.6.5. Nosema Hastalığının Türkiye'deki Varlığı

Nosema hastalığı tüm dünyada etkili olduğu gibi ülkemizde de önemli kayıplara neden olmaktadır. Dünya'daki bal üretiminde ikinci sırada yer alan Türkiye, kovan başına düşen bal üretimi hesaplandığında 13. sıraya kadar düşmektedir (Büyük ve ark., 2014). Bu iki sıralama, ülkemizdeki arıcılık sektöründeki bilimsel araştırmaların ve buna bağlı olarak yapılan mücadelelerin yetersiz kaldığını bizlere göstermektedir. Gerekli olan mücadelenin yapılabilmesi için, bal üretimi yapan illerimiz öncelikli olmak üzere tüm yurt çapındaki nosema hastalığının varlığı belirlenmelidir.

Türkiye'de ilk olarak 1952 yılında *Nosema apis* enfeksiyonu hakkında bilgi verilmiştir. Ancak hastalık ilk kez Türkiye Kalkınma Vakfı Arı Hastalıkları Laboratuvarında tespit edilmiştir (Tutkun ve İnci, 1992; Uygur ve Girişgin, 2008). *Nosema* varlığıyla alakalı ilk kapsamlı çalışma 1990 yılında Kutlu ve Kaftanoğlu tarafından ortaya koyulmuştur. 2001 yılında Aydın ve ark. yaptığı araştırmalarda Çanakkale, Balıkesir ve arıcılığın daha çok yapıldığı Bursa illeri ele alınmıştır. Aynı araştırmacılar Güney Marmara bölgesinde de araştırma yaparak iki bölgede de %30 civarında enfeksiyona rastlandığını belirtmişlerdir. 2013 yılında, Dümen ve ark. kovanlardan bal numuneleri alarak farklı parazitlerin varlığını incelemiş ve %7.8 oranında nosemosis olduğunu gözlemlemiştir. Elazığ, Kars, Bingöl gibi doğu Anadolu bölgesindeki illerimizde ilçe bazında araştırmalar yapılmış ve Kars'ın Sarıkamış ilçesi hariç inceleme yapılan bütün ilçelerde *Nosema* etkenine rastlanmıştır (Şimşek ve ark., 2001; Topçu ve Arslan, 2004; Kutlu ve Gazioğlu, 2008; Büyük ve ark., 2014). Ütük ve arkadaşlarının 2011 yılında yapmış olduğu çalışmada *Nosema* ve *Varroa* etkenleri incelenmiştir ve %56,42 *Varroa*, %4,28 *Nosema*, %2,85 karışık enfeksiyon olduğu tespit edilmiştir. Adana ve Hatay'daki ani ölümlerin ortaya

çıkmasının ardından yapılan çalışmada %12,7 oranında nosemosise rastlanmıştır (Yalçinkaya ve Keskin, 2010). 2006 yılında Özkırım ve arkadaşlarının Türkiye'nin farklı bölgelerinden bal numuneleri alarak nosemosis varlığı üzerine yaptığı çalışmada % 96 oranında oldukça yüksek enfeksiyon tespit edilmiştir. Başka bir çalışmada nosema hastalığının, bilinenin aksine çok daha yaygın olduğu bildirilmiştir. Karadeniz bölgesinde yapılan araştırmalarda ise moleküler düzeyde teşhis temel alınmıştır. Ütük ve ark., 2010 yılında Samsun ve Giresun illerine ait kolonilerden örnek almış ve bu sayede Türkiye'de ilk kez nosema hastalığının tür bazındaki teşhisi moleküler düzeyde yapılmıştır. Böylece 16s rRNA ile türler arası farklılıklar incelenmiştir (Büyük ve ark., 2014). Aynı çalışmada yapılan genotip analiziyle birlikte Avrupa, Avustralya ve Amerika Birleşik Devletlerinde bulunan *N. ceranae* genotipleriyle aynı olduğu ve atalarının da ortak olduğunu ortaya koymuştur. Bu çalışma tür içi farklılıkların tespiti açısından ülkemizdeki ilk çalışma olma özelliği taşımaktadır (Whitaker ve ark., 2010).

Bu çalışmaların çoğunluğunda hastalık etkeni üzerine vurgu yapılmamış, sadece hastalık ismiyle nosemosis olarak nitelendirilmiştir (Tosun, 2012). Tüm Türkiye çapında arı kolonilerini enfekte eden nosemosis etkeninin *N. apis* mi *N. ceranae* mi olduğu üzerindeki çalışmalar oldukça kısıtlıdır (Muz vd., 2010; Ütük vd., 2010; Whitaker vd., 2010).

Ülkemizde bal üretimi yapan illerindeki bal arıları üzerinde yapılan çalışmalarda nosemosis etkeninin varlığı çalışılmış, ancak bu türlerin moleküler, morfometrik ve ultrastrüktürel karşılaştırmaları yapılmamıştır. Tez çalışmasında çalışma bölgesi olarak seçilen Ordu ili, ülkemizin en çok bal üretilen ili konumundadır (URL-4). Ayrıca nosema hastalığının Asya ve Avrupa'da konak geçişi olarak kullanması (Chen vd., 2009b) ve Türkiye'nin coğrafik konumu itibariyle köprü görevi görmesi, araştırmaların artırılması için oldukça geçerli bir sebeptir. Ancak Türkiye'de en çok bal üretimi yapan Ordu ilindeki bal arılarını enfekte eden türün *N. apis* ya da *N. ceranae* olduğu ile ilgili ayrıntılı çalışma sayısı oldukça sınırlıdır.

1.7. Tezin Amacı

Bu tez çalışmasında bal arılarında yüksek oranda koloni kayıplarına neden olarak doğrudan bal üretimini etkileyen nosema hastalığının Ordu'ya ait 14 ilçede ve Kastamonu'nun Küre ilçesine ait köylerde bulunan arı kolonilerindeki varlığının ve

dağılımının belirlenmesinin yanında etkenleri olan *N. apis* ve *N. ceranae*'nin varlığının da belirlenmesi amaçlanmaktadır. Ülkemizin en çok bal üretimi yapılan Ordu iline ait ve farklı arı ırkının olduğu düşünülen Kastamonu'nun Küre ilçesinde noseosis varlığı, dağılımı ve hastalık etkenleri hakkında yeterli sayıda çalışma yoktur. Bu tez çalışması sonucunda bu lokalitelerde elde edilecek sonuçlar sayesinde bal üretiminde önemli bir azalmaya neden olan nosema hastalığının etkeni hem moleküler hem ultrastrüktürel olarak ortaya çıkarılacaktır. Böylece bal arılarında ciddi kayıplara neden olan hastalık ile daha doğru mücadele etme imkanı elde edilebilecek, bu sayede bal üretimindeki verim düşüklüğünün önüne geçilmesine katkı sağlanacaktır.

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

Tez çalışması süresince örneklerin araziden toplanmasında, mikroskopik ve makroskopik incelemelerde, moleküler karakterizasyon çalışmalarında OIE (Dünya Hayvan Sağlığı Örgütü) tarafından kabul edilen kurallar çerçevesindeki yöntemler ve prosedürler uygulandı (Fries, 2010; Garcia, 2002; Higes vd., 2006; OIE, 2008).

2.1. Böceklerin Toplanması İçin Gerçekleştirilen Arazi Çalışmaları

Arazi çalışmalarıyla örneklerin alınması ve laboratuvar çalışmaları olarak gerçekleştirildi

2.1.1. Çalışma Alanının Belirlenmesi

Tez çalışma alanı olarak Ordu ve Kastamonu olmak üzere iki ilimiz belirlendi. Ordu ilinin florası arıcılık açısından pek zengin değildir. Ancak gezginci arıcılar, Ordu'dan başlayıp tüm Türkiye çapında yaptıkları arıcılık faaliyetleri ile Ordu ilini en çok bal üretimi yapan il konumuna getirmiştir. Bal üretiminde ilk sırada olan Ordu ili koloni başına düşen bal üretim miktarı açısından daha alt sıralardadır. Bu verimin artırılması ve önlemlerin alınması amacıyla Ordu iline ait merkez ve 14 ilçesi (Gülyalı, Ünye, Gököy, Gürgentepe, Fatsa, Kabadüz, Mesudiye, Ulubey, Çatalpınar, Kabataş, Aybastı, Perşembe, İkize) seçildi. Yapılan arazi çalışmaları ile Ordu merkez ve bu 14 ilçede kullanılacak ergin arı örneklerinin temin edileceği arı kolonileri, birbirinden uzak olacak şekilde belirlendi ve koloni sahipleriyle tez süresince belirlenen zamanlarda ölü arı temini hakkında anlaşma sağlandı. Tez çalışması boyunca, Yaman ve ark. (2015) tarafından stoklanmış arı örnekleri ile iki farklı zamanda iki farklı lokaliteden elde edilen arı örnekleri kullanıldı.

Biyolojik çeşitlilik bakımından zengin olan Kastamonu'nun Küre ilçesi arıcılık için uygun bir coğrafyaya sahiptir. Çok sayıda endemik bitki türünün yetiştiği Küre Dağları'nın varlığı üretilen bal kalitesini artırmaktadır. Piyasada önemli yeri olan Küre balının verimini artırabilmek amacıyla çalışma alanı için Küre ilçesinin 6 farklı köyü (Camili, Karadonu, Cambaz, İkizciler, Uzunöz, Koyunkırtık) seçildi. Kastamonu iline ait arazi çalışmaları

Haziran-Temmuz 2015 yılında yapıldı. Arıcılık camiasında Küre arısının özel bir arı ırkı olarak kabul edilmesi de buranın örnekleme alanı olarak seçilmesinde etkili olmuştur.

2.1.2. Örneklerin Alınması

Nosema hastalığı herhangi bir belirgin dış semptom vermeden büyük ölümlere neden olsa bile, örneklerin toplanması esnasında bu hastalığın semptomlarından kabul edilen, özellikle baharın ilk aylarında, kovan ve peteklerin önünde kahverengi dışkıların varlığı, kovan girişinde toplu hastalıklı ya da ölü erginlerin bulunması, kanatların ayrılması, karın bölgesinin şişmesi, uçamama ve yerde sürünme gibi bulgulara dikkat edilerek bu bulguların sıklığı not edildi (Uygur ve Girişkin, 2008; OIE, 2008). Bu sebeplerden dolayı arazi çalışmalarının Kasım-Mart arasında yapılması uygun görüldü. Örneklerin toplanması sırasında en az % 5 oranında gerçekleşen bir nosemosis enfeksiyonunu yüksek doğrulukla tespit etmek için, kovan girişlerinden en az 50 tane ölü ergin arı toplandı (Fries, 1988).

Çalışma süresince kontaminasyonu engellemek ve enfeksiyon dağılımını doğru bir şekilde tespit etmek için örnekler dikkatli ve düzenli bir şekilde toplandı, kapalı ağızlı tüplere koyuldu ve laboratuvara getirilip incelenmeye başlandı.

2.2. Mikrospor Patojeninin Makroskobik ve Mikroskobik Olarak Belirlenmesi

Herhangi bir hastalığın varlığı veya hastalık tipinin belirlenmesinde makroskobik incelemede büyük kolaylıklar sağlamaktadır. Nosema hastalığı genelde herhangi bir belirgin dış belirti vermeden ölüme yol açabilir. Ancak yine de örnekler toplanırken bu hastalığın belirtileri olarak kabul edilen, kovan girişinde toplu hastalıklı ya da ölü erginlerin bulunması, kovan ve peteklerin önünde kahverengi dışkıların varlığı, karın bölgesinin şişmesi, kanatların ayrılması, uçamama ve yerde sürünme gibi bulgulara dikkat edildi (OIE, 2008; Uygur ve Girişkin, 2008).

Laboratuvara getirilen ergin arılarda enfeksiyonun var olup olmadığı öncelikle ışık mikroskobu kullanılarak belirlendi. Mikroskobik çalışmalar ile boyama öncesi ve sonrasında sporların en-boy ölçümü yapıldı ve hangi dokularda enfeksiyon olduğu belirlendi. Sonrasında geçirimli elektron mikroskobu (TEM) incelemeleri gerçekleştirilerek enfeksiyon etmeni, cins seviyesinde tespit edildi.

2.3. Işık Mikroskobu Çalışmaları

Arazi çalışmaları ile toplanan ergin arılar çalışma süresince, önceden hazırlanan Ringer's solüsyonu içerisinde disekte edildi. 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 en, boy, 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 ve ark., 2008, 2009b).

2.3.1.1. Giemsa Boyası ile Patojenlerin Tespiti

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 içi çeşitli aşamalar uygulandı. Öncelikle enfeksiyon tespit edilen preparat önce oda sıcaklığında açık havada kurutuldu. Kontaminasyonların oluşmaması için preparat % 100'lük metil alkolde 3 dakika fikse edildikten sonra tekrar oda sıcaklığında kurutuldu. Daha sonra saf su ile % 5'lik hazırlanmış olan giemsa boyasında ortalama 10 saat bekletildi, boyama sonrası steril su akıtılarak yıkandı ve kurumaya konuldu. Giemsa boyasıyla boyanmış preparat ölçüm yapılmak üzere immersiyon yağıyla birlikte mikroskop altında 1000X büyütmede incelendi (Toguebaye ve Marchand, 1988; Undeen ve Vavra, 1997; Yaman ve ark., 2009b).

2.3.2. Elektron Mikroskobu Çalışmaları

Elektron mikroskobu çalışmaları, incelenecek organizmaların hem dış yüzeyinin hem de iç yapısının incelenmesinde çok büyük öneme sahiptir. Bu nedenle bu tez kapsamında, izole edilen mikrospor patojenlerinin ayrıntılı yapısı Geçirimli Elektron Mikroskobu (TEM) kullanılarak çalışıldı. Elektron mikroskobu için hazırlanan kesitler Philips JM 208 marka elektron mikroskobunda Almanya'da Berlin Üniversitesi'nde incelendi ve bu kesitlerin ölçümleri yapılarak fotoğrafları çekildi.

2.3.2.1. Resine Gömme İşlemi ve Elektron Mikroskobu Çalışması

Böcek doku parçalarının elektron mikroskobunda incelenebilmesi için resine gömülmesi gerekir. Resine gömme işlemi 3 temel aşamada gerçekleşir.

Öncelikle doku materyali pH'ı 7,2 olacak şekilde 0,1 M cacodylate buffer ile seyreltilen % 2,5'lük glutaraldehid içerisinde iki saat bekletilerek fikse edildi. 0,1 M cacodylate buffer pH 7,2 içerisinde 10'ar dakika üç kez yıkandı. Fiksasyon sonrası OSO_4 ile iki saat zayıflatıldı. Tekrar 0,1 M cacodylate buffer pH 7,2 içerisinde 10'ar dakika üç kez yıkandı.

Fikse edilen dokular dehidrasyon için sırasıyla % 30, % 50 ve % 70'lik etanol ile 15'er dakika muamele edildi. Daha sonra hazırlanan % 90, % 96 ve % 100'lük etanol ile üçer kez 10'ar dakika muamele edilerek dehidrasyon sağlandı.

Hazır hale gelmiş dokular öncelikle 1:1 oranında hazırlanan ERL: etanol karışımı ile 1 saat muamele edildi, sonrasında 3:1 oranında hazırlanan ERL: etanol karışımı ile 4 saat muamele edildi. Daha sonra Epoxy resin numuneye emdirildi. Saf ERL içerisinde bir gece boyunca bekletildi. Taze saf ERL ile beem tüplerine aktarıldı ve ortalama 48 saat 70° C'de etüv içerisinde sertleşmeye bırakıldı.

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

2.4. Moleküler Çalışmalar

Nosemosise sebep olan *N. apis* ve *N. ceranae* türlerinin kesin olarak teşhis edilebilmesi için moleküler çalışmaların yapılması gerekir. Bu yüzden ışık ve elektron mikroskobu çalışmalarıyla cins seviyesinde karakterizasyonu yapılan patojenlerin tür teşhisi için moleküler analizleri yapıldı.

Moleküler analizler yapılırken, literatürdeki en güncel ve Dünya Hayvan Sağlık Örgütü (OIE) tarafından kabul edilen yöntem (OIE, 2013) takip edildi. Bu çalışmalarda Polimeraz Zincir Reaksiyonu (PZR) metodu kullanılarak patojenlerinin kesin tür teşhisleri yapıldı. Literatürde nosema hastalığının moleküler teşhisi üzerine kabul görmüş yöntemler kullanıldı (Chen ve ark., 2009a,b; Higes ve ark., 2006; Müller ve ark., 1999; OIE, 2013). PZR çalışmalarında her iki nosemosis etmenini ayırt edebilecek, hedef gen bölgesi olan 16S rDNA'yı çoğaltacak primerler Tablo 8'de verilmiştir.

Tablo 8. *N. ceranae* ve *N. apis*'in gen bölgelerini çoğaltacak primerler

Hastalık Etkeni	Primerler	Sekans	Ağırlık (bp)	Kaynak
<i>N. ceranae</i>	218MITOC FOR	5'CGGCGACGATGTGATATGAAAATATTAA-3'	218-219	OIE, 2008
	218MITOC REW	5'CCCGGTCATTCTCAAACAAAAA CCG-3'		
<i>N. apis</i>	321APIS FOR	5'-GGGGGCATGTCTTTGACGTACTAT GTA-3'	321	OIE, 2008
	321APIS REW	5'-GGGGGGCGTTTAAATGTGAAA CAACTATG-3'		
<i>N. apis</i>	NosA-F	5'-CCGACGATGTGATATGAGATG-3'	209	Webster ve ark., 2004
	NosA-R	5'-CACTATTATCATCCTCAGATCATA-3'		

2.4.1. PZR İçin Örneklerin Hazırlanması

İncelenen örneklerden hastalık tespit edilen örneklere ait doku sıvısı abdomen parçaları tek kullanımlık pipetler aracılığı ile toplandı ve her örnek için 1 ml steril su içerisinde ependorf homojenizatörü ile birlikte ezilerek sporun dokudan ayrılması sağlandı. Steril suda ezilen örnekler ince bir kumaş ve pamuktan oluşan süzgeçten geçirilerek

süzüldü ve kalın doku parçaları sporlardan ayrıldı. 6 dakika 800 g'de santrifüj edildi ve süpernatant atılarak pellet steril su ile 1 ml'ye tamamlandı. 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. Saflaştırılan spor örneklerinden 50 µl alınarak bir ependorf tüp içerisine aktarıldı, 1 mm çapında 0,1 gramlık cam bilyeler eklenerek karıştırıcıda 3000 rpm'de 1 dakika bekletildi (Hylis vd., 2005). Ticari DNA izolasyon kiti (QIAGEN, No; 69504) kullanılarak üretici firmanın belirlediği kurallara uygun şekilde DNA izole edildi (Higes ve ark., 2006; Martin-Hernández ve ark., 2007; OIE, 2013).

2.4.3. Multipleks PZR

OIE'nin 2013 yılında Multipleks PZR olarak bildirdiği bu teknik ile birlikte hiçbir karışıklık olmadan spesifik primerler kullanılarak tek bir PZR ile hem *N. apis*'i hem de *N. ceranae*'yi ayırt etme imkanı elde edildi. PZR reaksiyonları, 5 ml Buffer (5x), 2,5 ml MgCl₂, 0,5 ml dNTP, 0,5 ml forward + 0,5 ml reverse primerleri, 1 ml DNA, 15 ml H₂O, 0,15 ml Taq polimeraz enzimiyle toplam hacim 25 µl olacak şekilde hazırlandı.

PZR uygulamasındaki döngüler şu şekilde gerçekleştirildi; 95 °C'de 2 dk, 95°C'de 1dk-50°C'de 1 dk - 72°C'de 1dk olmak üzere 35 döngü, ilave olarak 72°C'de 5 dk uzama işlemi ile tamamlandı.

Elde edilen PZR ürünleri standart buffer içinde % 0,9'luk etidyum bromür (EtBr) ilaveli %1,5'luk agaroz jelde yürütülerek, UV transilluminatörde varlığı belirlendi. Bütün PZR reaksiyonlarında negatif kontrol kullanıldı (Chen ve ark., 2008; Higes ve ark., 2008a; Klee ve ark., 2007). 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 ve ark., 2008; Higes ve ark., 2006, 2008; Klee ve ark., 2007; Martin-Hernández ve ark., 2007; OIE, 2008).

Multipleks PZR çalışmalarına ek olarak Tablo 8'de belirtilen primerler ayrı ayrı olarak PZR uygulamasına tabi tutuldu ve PZR rnleri standart buffer içinde % 0,9'luk, etidyum bromür (EtBr) ilaveli agaroz jelde yürütülerek, UV transilliminatorde incelendi.

3. BULGULAR

Arıcılık sektöründe istenmeyen bir durum olan ve bal arısı *Apis mellifera*'da ölümcül enfeksiyonlara neden olan nosema hastalığının 2015 yılında Ordu ilindeki ve Kastamonu'nun Küre ilçesindeki dağılımı ve hastalık etkenleri olan *N. apis* ve *N. cerenae*'nin varlığı araştırıldı.

3.1. Nosemosis Enfeksiyonunun Belirlenmesi

Bu tezde, 2015 yılında Ordu iline ait 14 farklı ilçede arazi çalışmaları yapıldı. Aynı zamanda 2015 yılında Kastamonu iline ait Küre ilçesindeki 6 farklı köyden numuneler alındı. Arazi çalışmaları ile toplanan böcekler nosemosis enfeksiyonunun nedeni olan mikrospor patojeni varlığı açısından araştırıldı.

3.1.1. Nosemosis Enfeksiyonunun Makroskopik Görünümü

Genellikle nosema hastalığı dış belirti göstermeden büyük ölümlere neden olabilir. Bu hastalığının 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 (Uygun ve Girişkin, 2008; OIE, 2013). Önlerindeki belirgin kahverengi dışkılar kovanlardan toplanan örnekler laboratuvar ortamında incelendi ve mikrospor patojenine ait sporlar ışık mikroskobu altında tespit edildi.

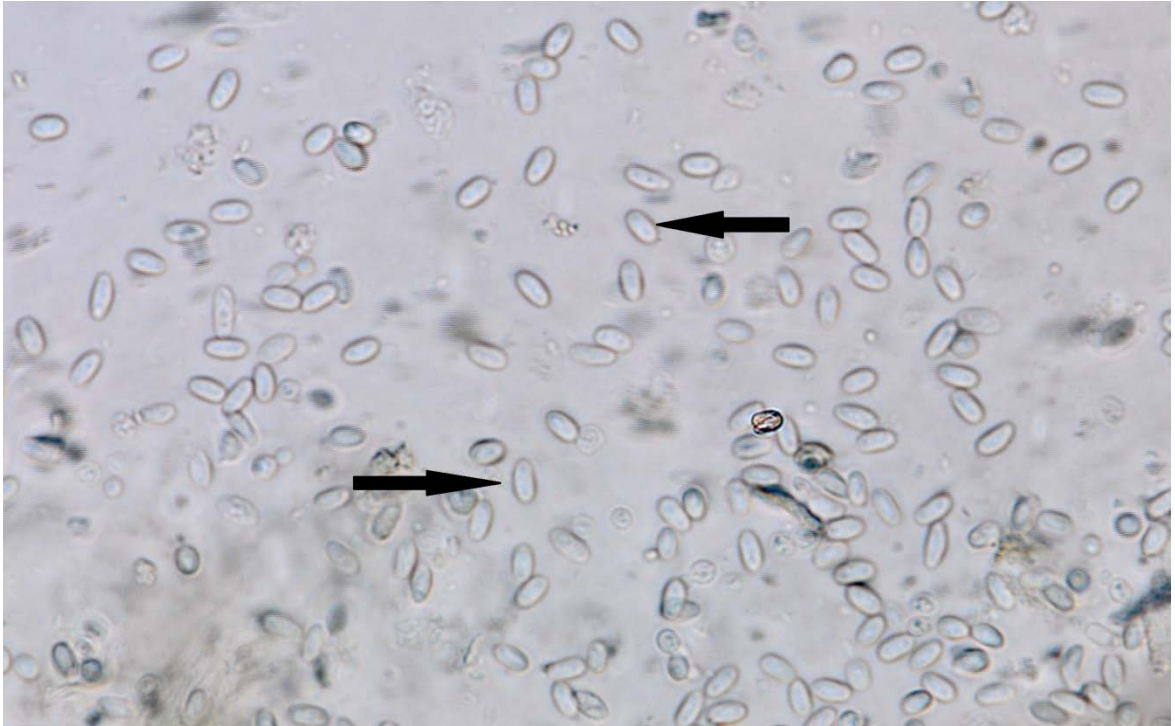
Aynı zamanda numuneler kovan önlerinden toplanırken bazı arıların uçamadığı gözlemlenmiştir. Kovan önlerinde uçamayan ve sürünerek hareket eden arıların kovan önlerinden fazla uzaklaşamayarak, kovanın yakınlarında öldükleri gözlemlendi. Yine kovan önlerinde bazı arılarda aşırı şişmiş karın varlığı dikkat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

3.1.2. Nosemosis Enfeksiyonunun Mikroskopik Görünümü

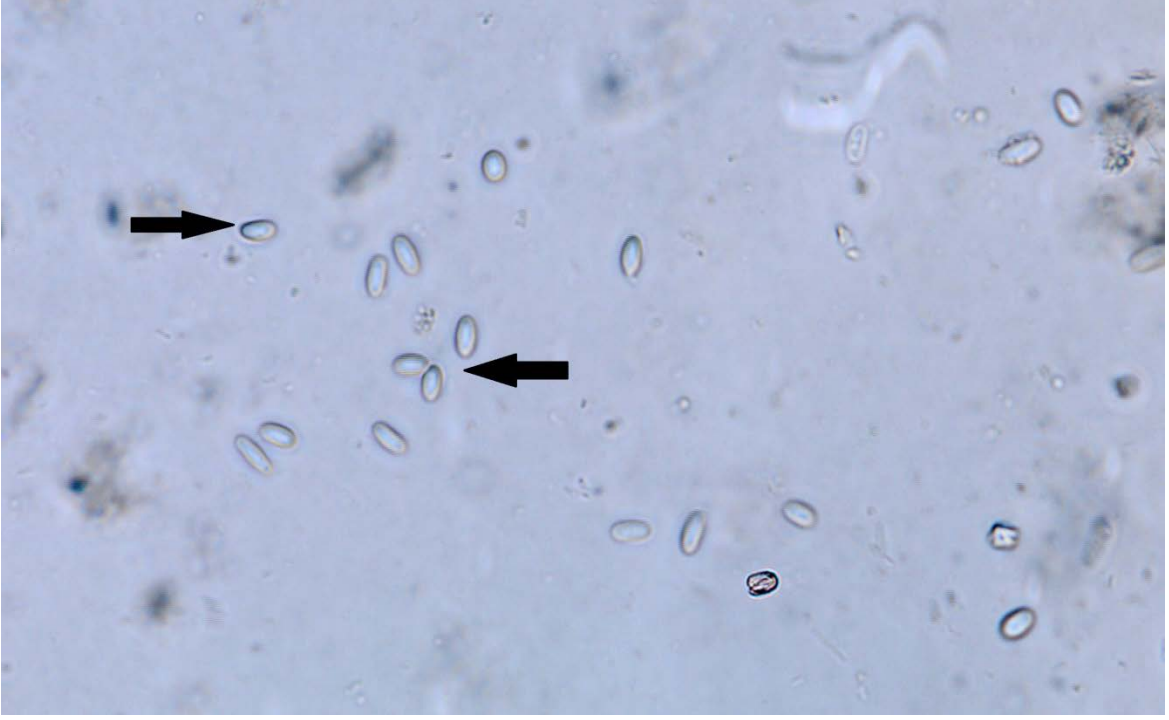
Bu tez çalışmasında, tespit edilen mikrospor patojeninin mikroskopik incelemeleri; taze preparatların ışık mikroskobu çalışmaları, Giemsa boyama teknikleri ve geçirimli elektron mikroskobu (TEM) incelemeleri şeklinde üç aşamada gerçekleştirilmiştir.

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 evresi olan spor yapıları tespit edildi. Gözlemlenen sporların Mikrosporidian patojenine ait spor evreleri olduğu spor yapılarının ışığı kendilerine özgü bir şekilde kırmaları, yaklaşık aynı şekil ve ebatlara sahip geniş oval yapıda olmaları sayesinde doğrulandı (Şekil 4-5).



Şekil 4. Ordu Kabataş ilçesinden toplanan bal arısında tespit edilen nosemosis etkenine ait taze sporların görünümü (1000X)



Şekil 5. Kastamonu Küre ilçesinden toplanan bal arısında tespit edilen nosemosis etkenine ait taze sporların görünümü (1000X)

Nosemosis patojenine ait sporlar, morfolojik olarak ince oval şekilli küçük ve spor uçları keskin ve simetrisi az olarak tespit edildi. Işık mikroskobu ile yapılan araştırmalarda, nosemosis enfeksiyonu konağın bağırsak dokusunda tespit edildi. 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.

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

3.1.2.2. Nosemosis Enfeksiyonunun Giemsa Boyama ile Belirlenmesi

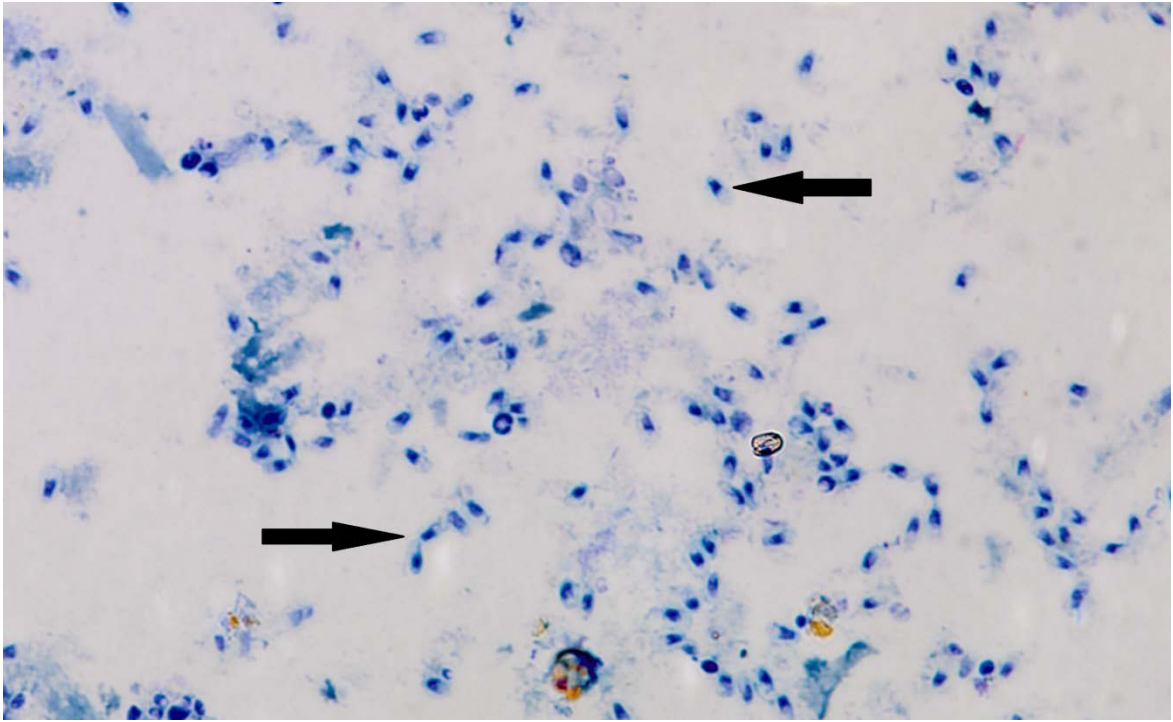
Böceklerde enfeksiyona neden olan entomopatojenler ışık mikroskobu altında morfolojik olarak birbirlerine benzemektedir. Özellikle birçok mantar türüne ait morfolojik

yapılar ile mikrospor patojenine ait karakteristik spor safhasına benzerlik göstermektedir. Bu tür karışıklıkları engellemek, mikrospor patojenini ayırmak ve tespit etmek için, Giemsa boyama metotları kullanıldı.

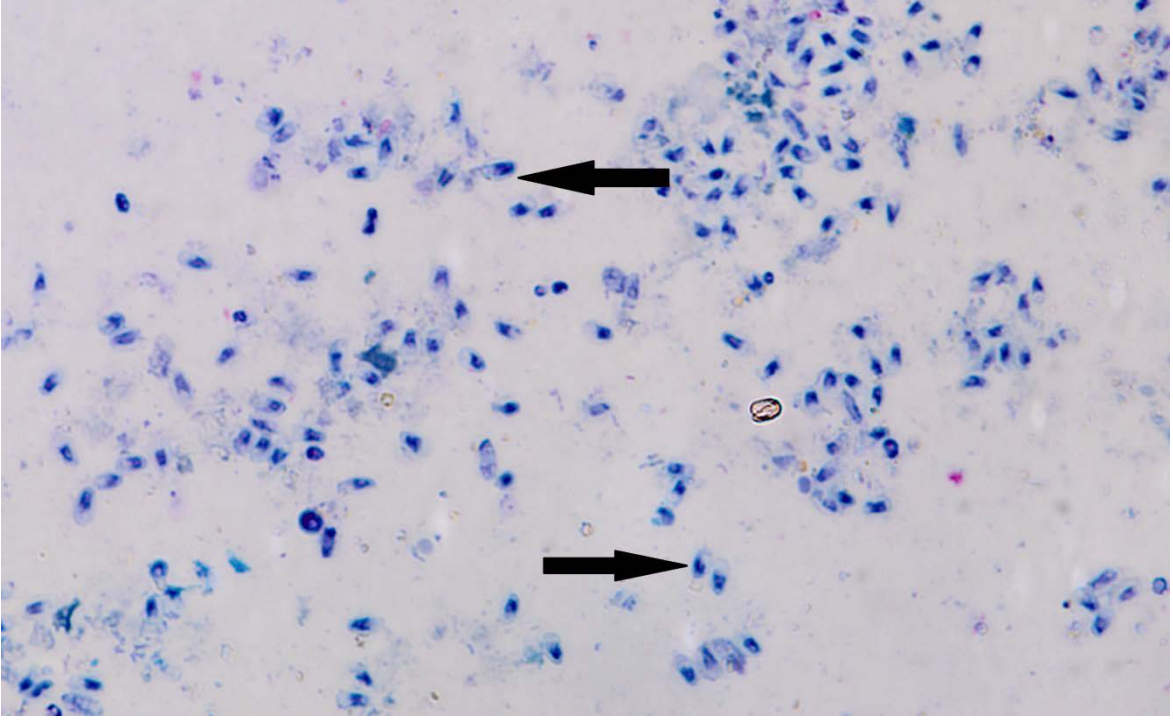
Giemsa boyası nüklear ve sitoplazmik hücresel ayrıntıları boyayarak hücresel yapıları net olarak ayırabilen bir boyadır. Mikrosporidiumların spor safhası, kalın bir spor duvarına sahiptir. Giemsa boyama metodu uygulanan preparatlarda spor duvarı boyanmamakta ve saydam renkte görülmektedir. Spor duvarından 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 kalıntılardır. Sporun posterior kutbunda tanecikler şeklinde görünen golgi aygıtına ait kalıntılar, koyu mavi veya mor renkte boyanmıştır (Şekil 6-7).



Şekil 6. Ordu Kabataş ilçesinden toplanan bal arısında tespit edilen nosemosis etkenine ait Giemsa boyalı sporların görünümü (1000X)



Şekil 7. Kastamonu Küre ilçesinden toplanan bal arısında tespit edilen nosemosis etkenine ait Giemsa boyalı sporların görünümü (1000X)

Tespit edilen patojene ait spor ebatları hem taze preparatlarda hem de Giemsa boyalı preparatlarda her bölge için en boy ölçümleri yapılmış ve bu ölçümlere ait ortalama ve standart sapmalar hesaplanarak kaydedilmiştir (Tablo 9).

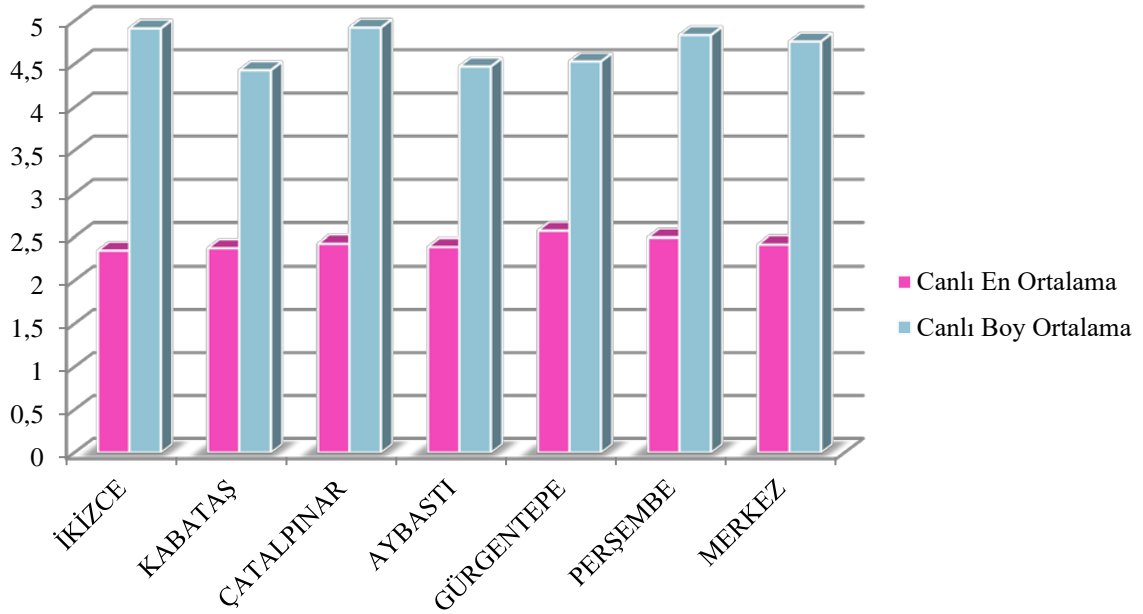
Tablo 9. Ordu ilçelerine ait taze sporların en ve boy ölçümleri (μm)

Lokalite	Canlı-En Ortalama	Canlı-En Standart Sapma	Canlı-Boy Ortalama	Canlı-Boy Standart Sapma
İkizce	2,3464	0,19365	4,9128	0,43209
Kabataş	2,3754	0,14832	4,4288	0,41474
Çatalpınar	2,4252	0,34364	4,9219	0,52370
Aybastı	2,3881	0,23999	4,4712	0,46026
Gürgentepe	2,5713	0,36757	4,5292	0,61297
Perşembe	2,4952	0,22245	4,8350	0,41851
Merkez	2,4164	0,27782	4,7606	0,40351

Spor ebatları birbirine nispeten yakın iken en küçük spor ebatı $4.42 \times 2.37 \mu\text{m}$ ile Kabataş ilçesinde belirlenirken, en büyük spor ebatı $4.92 \times 2.42 \mu\text{m}$ ile Çatalpınar ilçesinde belirlenmiştir (Şekil 8).

Tablo 10. Ordu ilçelerine ait Giemsa boyalı sporların en ve boy ölçümleri (μm)

Lokalite	Giemsa-En Ortalama	Giemsa-En Standart Sapma	Giemsa-Boy Ortalama	Giemsa-Boy Standart Sapma
İkizce	2,4341	0,34414	4,8385	0,43110
Kabataş	2,3754	0,14832	4,34507	0,39154
Çatalpınar	2,7123	0,40580	4,6208	0,51261
Aybastı	2,4981	0,35288	4,5205	0,45465
Gürgentepe	2,6013	0,39596	4,4120	0,60066
Perşembe	2,4268	0,34026	4,6390	0,39518
Merkez	2,4981	0,35288	4,5205	0,45465



Şekil 8. Ordu ilinin ilçelerinde tespit edilen taze sporların boyutlarının karşılaştırılması

Kastamonu Küre ilçesine ait köylerde çıkan nosemosis sporlarının taze ölçümleri ve Giemsa boyalı ölçümleri aşağıdaki tablodaki gibidir (Tablo 11-12). Taze sporların ölçümleri karşılaştırıldığında Cambaz köyü 2,7 μm enindeki sporlar ile en geniş sporlara sahiptir. Sporların boyları kıyaslandığında ise 4,8 μm ile Karadonu köyü en uzun sporlara sahiptir.

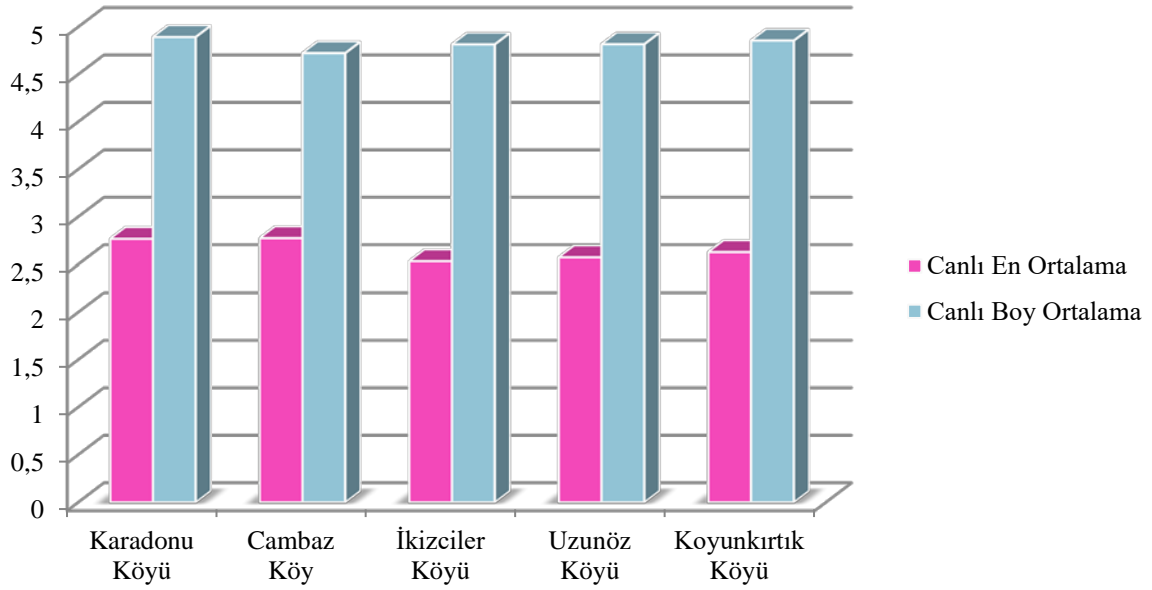
Tablo 11. Küre ilçesine ait köylerde çıkan nosemosis sporlarının taze ölçümleri (μm)

Lokalite	Taze-En Ortalama	Taze-En Standart Sapma	Taze-Boy Ortalama	Taze-Boy Standart Sapma
Karadonu Köyü	2,7667	0,24563	4,8933	0,42322
Cambaz Köyü	2,7739	0,24458	4,7232	0,45015
İkizciler Köyü	2,5315	0,24112	4,8154	0,26890
Uzunöz Köyü	2,5724	0,28055	4,8174	0,43596
Koyunkırtık Köyü	2,6269	0,20277	4,8552	0,45441

Tablo 12. Küre ilçesine ait köylerde çıkan nosemosis sporlarının Giemsa boyalı ölçümleri (μm)

Lokalite	Giemsa-En Ortalama	Giemsa-En Standart Sapma	Giemsa-Boy Ortalama	Giemsa-Boy Standart Sapma
Karadonu Köyü	2,4662	0,22316	4,3747	0,32108
Cambaz Köy	2,4734	0,22138	4,1353	0,32732
İkizciler Köyü	2,3556	0,35957	4,3408	0,43559
Uzunöz Köyü	2,2703	0,26101	4,2383	0,31644
Koyunkırtık Köyü	2,0578	0,24457	4,7824	0,55510

Küre ilçesindeki örneklerde taze spor ebatları birbirine nispeten yakın iken en küçük spor ebatı $4.72 \times 2.77 \mu\text{m}$ ile Cambaz Köyünde belirlenirken, en büyük spor ebatı $4.89 \times 2.76 \mu\text{m}$ ile Karadonu köyünde belirlenmiştir (Şekil 9).



Şekil 9. Küre ilçesine ait köylerden tespit edilen taze sporların boyutlarının karşılaştırılması

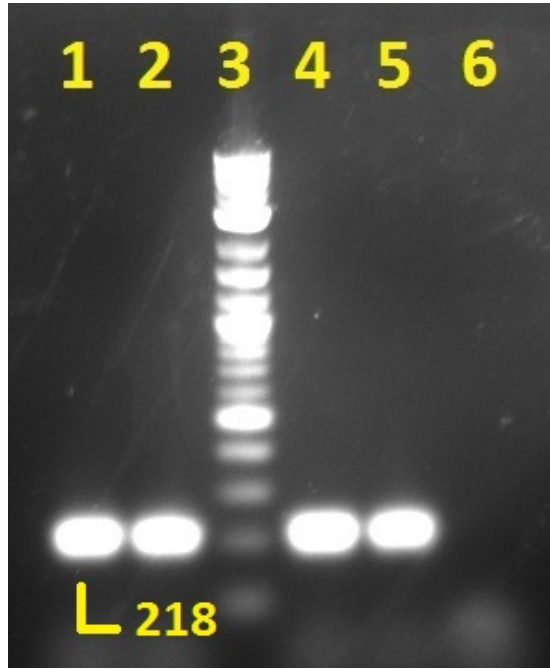
3.1.3. Nosemosis Enfeksiyonunun Moleküler Yöntemler ile Belirlenmesi

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

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

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 8). Nosema 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 jelde 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 10). Literatürdeki çalışmalara benzer olarak negatif kontrol kullanıldı ve negatif kontrolde bant gözlemlenmedi (Chen ve ark., 2008; Higes ve ark., 2008a; Klee ve ark., 2007) (Şekil 10).



Şekil 10. PZR ürünlerinin agaroz jelde yürütülmesinin ardından UV altında gözlemlenmesi; 1- Kabadüz, 2- Gurgentepe, 3- DNA MARKER, 4- Gölköy, 5- Mesudiye, 6- Kör (Negatif Kontrol)

Ayrıca tez çalışmasında multipleks PZR tekniğinin yanında, her iki hastalık etkeninin tespiti için kullanılan primer çiftleri (Tablo 8) ayrı ayrı kullanılarak, 16S rDNA bölgesi PZR ile çoğaltıldı ve jel elektroforezinde yürütülerek UV transillüminatör altında incelendi. Dünya Hayvan Sağlığı Örgütüncü (OIE, 2008) önerilen sadece *N. apis* patojenine ait primer çifti (Tablo 8) 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 ve ark. (2006) ve Webster vd. (2004) ün kullandığı primerler (Tablo 8) ayrı ayrı kullanılarak yapılan PZR ve Jel Elektroforez çalışmalarında

hiçbir alanda *N. apis* etkeni bulunmadı. Bunun yanında *N. ceranae* etkenine ait primer çifti (Tablo 8), PZR ve jel elektroforez çalışmaları ile UV transillüminatör altında tüm alanlarda, PZR ürünü 16S rDNA bantı tespit edildi.

3.2. Nosemosis Enfeksiyonunun Lokalite Bazında Dağılımı

“Ordu Yöresi ve Kastamonu (Küre) Yöresi Bal Arılarında Nosemosis Etkenlerinin Varlığı, Dağılımı, Moleküler ve Ultrastrüktürel Yönden İncelenmesi” adlı bu yüksek lisans tezinde toplamda 968 örnek incelendi. 2015 yılındaki çalışmalar sonucunda Ordu ilinde yapılan arazi çalışmalarıyla toplam 731 ergin arı, Kastamonu ilindeki arazi çalışmalarıyla 237 ergin arı örneği incelendi. 2015 yılında Ordu’ya ait ilçelerden toplanan ergin örneklerin 24 tanesinde nosemosis enfeksiyonu tespit edildi, enfeksiyon oranı toplamda %3,28 olarak tespit edildi. Kastamonu Küre ilçesinden toplanan örneklerin 36’sında nosemosis etkenine rastlandı ve enfeksiyon oranı % 15,6 olarak tespit edildi.

3.2.1. Ordu İli Lokalitelerindeki Dağılımı

Yaman ve ark. (2015) tarafından Ordu ilinde 2014 yılında yapılan çalışmada Nisan-Mayıs ayları arasında 200 arı örneği incelendi ve % 44,72 oranında nosemosis enfeksiyonu, taze preparatların ve giemsa boyalı numunelerin ışık mikroskobu ile incelenmesi ile tespit edildi.

2014 yılındaki enfeksiyon oranları incelendiğinde enfeksiyon oranlarının; Ünye ilçesinde % 40, Gülyalı’da % 70, Gököy’de % 35, Gürgentepe’de %40, Fatsa’da %85, Kabadüz’de %35, Perşembe’de % 35, Mesudiye’de %25, Ulubey’de %45 olarak tespit edildiği görüldü (Yaman ve ark., 2015).

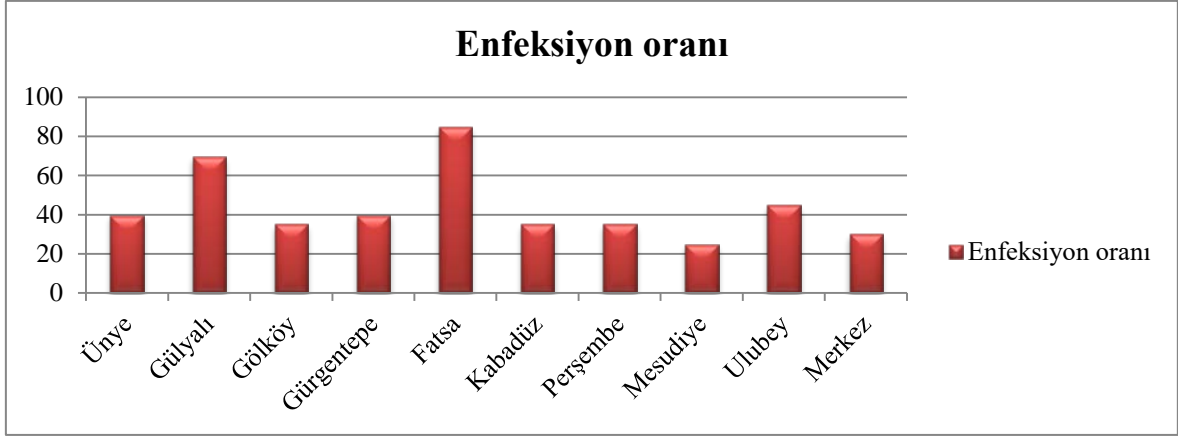
Tablo 13. 2014 yılındaki çalışma için yapılan arazi çalışmaları sonucunda Ordu ilindeki enfeksiyon oranları (Yaman ve ark., 2015)

Lokalite	İncelenen Örnek Sayısı	Enfekte Örnek Sayısı	Enfeksiyon oranı (%)
Ünye	20	8	40
Gülyalı	20	14	70
Gölköy	20	7	35
Gürgentepe	20	8	40
Fatsa	20	17	85
Kabadüz	20	7	35
Perşembe	20	7	35
Mesudiye	20	5	25
Ulubey	20	9	45
Merkez	20	6	30
Toplam	200	88	44

Bu tez kapsamında ise, 2015 yılında Ordu ilinde Kasım-Mart ayları arasında arazi çalışmalarıyla toplamda 731 işçi arı örneği incelendi. İncelenen örneklerin 24 tanesinde nosemosis enfeksiyonu tespit edildi. 2015 yılı enfeksiyon oranı % 3,28'dir. En yüksek enfeksiyon oranı % 10,37 ile Aybastı ilçesindeyken, en düşük enfeksiyon oranı % 1,09 ile İkizce ilçesindedir. 2015 yılında yapılan arazi çalışmaları sonucunda Gölköy ve Fatsa ilçelerinde herhangi bir enfeksiyona rastlanmamıştır (Tablo 14).

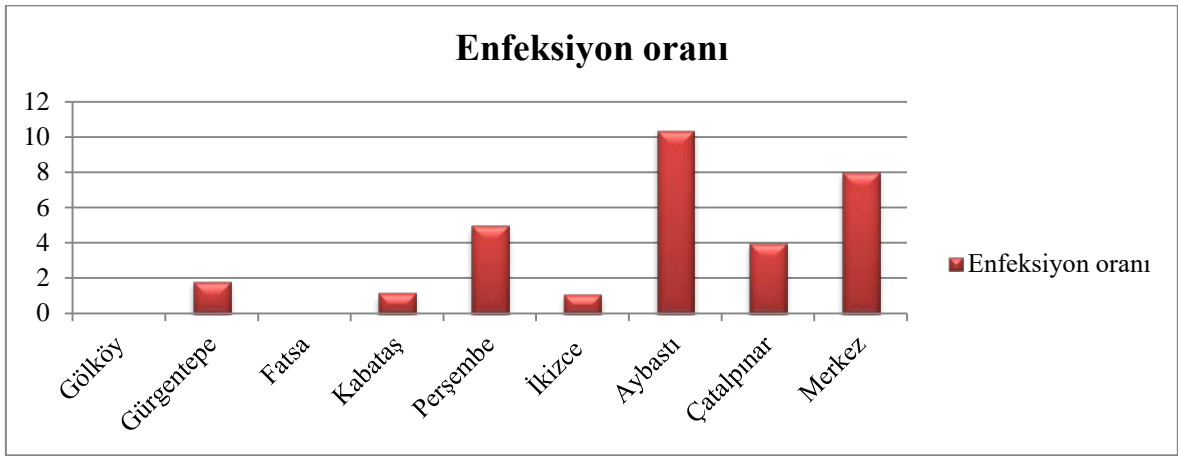
Tablo 14. 2015 yılında Ordu ilinde yapılan arazi çalışmaları sonucu enfeksiyon oranları

Lokalite	İncelenen Örnek Sayısı	Enfekte Örnek Sayısı	Enfeksiyon oranı (%)
Gölköy	100	0	0,00
Fatsa	100	0	0,00
Çatalpınar	100	4	4,00
Kabataş	88	1	1,13
Aybastı	106	11	10,37
Gürgentepe	56	1	1,78
Perşembe	40	2	5,00
İkizce	91	1	1,09
Merkez	50	4	8,00
Toplam	731	24	3,28



Şekil 11. 2014 yılındaki Ordu enfeksiyon oranları (Yaman ve ark., 2015)

2015 yılındaki enfeksiyon oranları incelendiğinde enfeksiyon oranları; Gökçöy'de % 0,00, Gürgentepe'de % 1,78, Fatsa'da % 0,00, Kabataş'ta % 1,13, Perşembe'de % 5, İkizce'de % 1,09, Aybastı'da % 10,37, Çatalpınar'da % 4, Merkez'de % 8 olarak tespit edildi.



Şekil 12. 2015 yılı Ordu arazi çalışmaları sonucunda çıkan enfeksiyon oranları

Ordu iline ait belirli lokalitelerden elde edilmiş nosemosis enfeksiyon oranları geçmiş yıllardaki çalışmalarda da ortaya koyulmuştur. 2011 yılının Nisan-Eylül ayları yapılan arazi çalışmalarıyla birlikte Gürgentepe'de %18,9, Ulubey'de %34,2 ve Perşembe'de %23,2 oranında enfeksiyon tespit edilmiştir (Tosun, 2012). Yaman ve ark. (2015) tarafından 2014 yılının Nisan-Mayıs ayları arasında yapılan arazi çalışmalarında; Gürgentepe'de %40, Ulubey'de %45 ve Perşembe'de %35, Ünye'de %40, Gülyalı'da %70, Kabadüz'de %35, Mesudiye'de %25, Gökçöy'de %35, Fatsa'da %85 ve Merkez'de

%30 oranında enfeksiyon tespit edilmiştir. Bu tez içerisinde, 2015 yılında Kasım-Mart arasında yapılan arazi çalışmalarında ise; Gürgentepe’de % 1,78, Perşembe’de %5, Çatalpınar’da %4, Kabataş’ta %1,13, Aybastı’da % 10,37, İkizce’de 1,09 ve Merkez’de %8 oranında enfeksiyon görüldü. Aynı zamanda 2014 yılında Gököy ve Fatsa bölgelerinde yüksek oranda tespit edilen enfeksiyon oranı (Yaman ve ark., 2015), 2014 yılında yapılan arazi çalışmaları sonucu tespit edilmedi (Tablo 15).

Tablo 15. Ordu ilçelerine ait enfeksiyon oranlarının yıllara göre karşılaştırılması

Lokalite		Enfeksiyon oranı (%)		
		2011 (Nisan-Eylül) (Tosun, 2012)	2014 (Nisan-Mayıs) (Yaman ve ark., 2015)	2015 (Kasım-Mart) (bu çalışmada)
Ordu	Gürgentepe	18.9	40	1.78
	Ulubey	34.2	45	-
	Perşembe	23.2	35	5
	Ünye	-	40	-
	Gülyalı	-	70	-
	Kabadüz	-	35	-
	Mesudiye	-	25	-
	Gököy	-	35	0
	Fatsa	-	85	0
	Merkez	-	30	8
	Çatalpınar	-	-	4
	Kabataş	-	-	1.13
	Aybastı	-	-	10.37
	İkizce	-	-	1.09

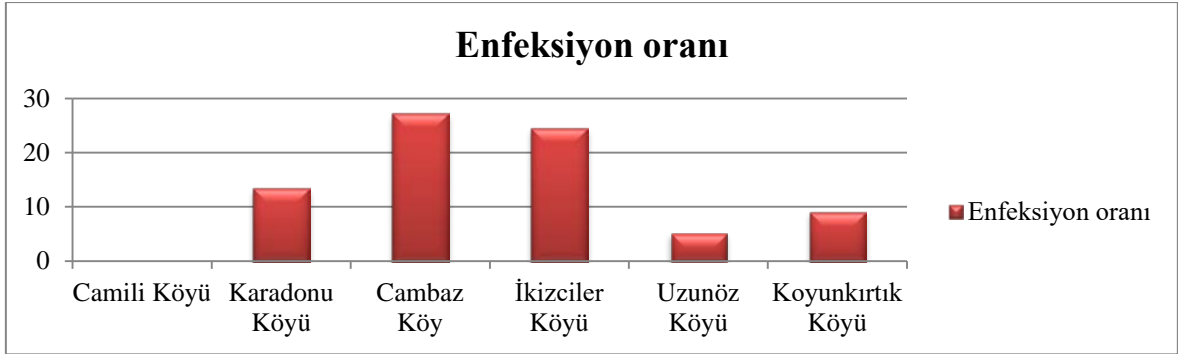
3.2.2. Kastamonu İli Lokalitelerindeki Dağılımı

2015 yılında Kastamonu ilinde Haziran-Temmuz ayları arasında arazi çalışmalarıyla toplamda 237 işçi arı örneği incelendi. İncelenen örneklerin 36 tanesinde noseosis enfeksiyonu tespit edildi. 2015 yılı enfeksiyon oranı % 15,2’dir. En yüksek enfeksiyon oranı % 27,2 ile Cambaz köyündeyken, en düşük enfeksiyon oranı % 5,2 ile Uzunöz köyündedir (Tablo 16).

Tablo 16. Kastamonu iline ait lokalitelerdeki nosemosis enfeksiyonunun dağılımı

Lokalite	İncelenen Örnek Sayısı	Enfekte Örnek Sayısı	Enfeksiyon oranı (%)
Camili Köyü	9	0	0,0
Karadonu Köyü	59	8	13,5
Cambaz Köyü	11	3	27,2
İkizciler Köyü	73	18	24,6
Uzunöz Köyü	19	1	5,2
Koyunkırtık Köyü	66	6	9,1
TOPLAM	237	36	15,2

2015 yılındaki Küre ilçesinden toplanan örneklerdeki enfeksiyon oranları incelendiğinde; Enfeksiyon oranları; Karadonu köyünde % 13,5, Cambaz köyünde % 27,2, İkizciler köyünde % 24,6, Uzunöz köyünde % 5,2 ve Koyunkırtık köyünde % 9,1 olarak tespit edildi. Camili köyünde ise herhangi bir enfeksiyona rastlanmamıştır.



Şekil 13. Kastamonu iline ait lokalitelerdeki enfeksiyon oranı

Ülkemizde 2001 yılında Aydın ve ark. yaptığı çalışmalarda Çanakkale, Balıkesir ve arıcılığın daha çok yapıldığı Bursa illerinde *Nosema* varlığı araştırılmıştır. Aynı araştırmacılar Güney Marmara bölgesinde de araştırma yaparak iki bölgede de %30 civarında enfeksiyona rastlandığını belirtmişlerdir. 2013 yılında, Dümen ve ark. kovanlardan bal numuneleri olarak farklı parazitlerin varlığını incelemiş ve %7.8 oranında nosemosis olduğunu gözlemlemiştir. Elazığ, Kars, Bingöl gibi doğu Anadolu bölgesindeki illerimizde ilçe bazında araştırmalar yapılmış ve Kars'ın Sarıkamış ilçesi hariç inceleme yapılan bütün ilçelerde *Nosema* etkenine rastlanmıştır (Şimşek ve ark., 2001; Topçu ve Arslan, 2004; Kutlu ve Gazioğlu, 2008; Büyük ve ark., 2014). Yalçınkaya ve Kesin'in

2010 yılında Adana ve Hatay’da yaptığı çalışmada %12,7 oranında enfeksiyon tespit edilmiştir. 2011 yılında Ütük ve arkadaşlarının 36 farklı il üzerinde yapılan %4,28 nosemosis enfeksiyonu tespit edilmiştir. 2012 yılında Kırşehir’de % 5,1 enfeksiyon tespit edilirken (Tunca ve Çimrin), Muz ve arkadaşları 6 farklı bölgeden aldıkları bal arısı örneklerinde % 10 oranında enfeksiyon olduğunu belirtmiştir. Bu tez çalışmasında ise ülkemizde en çok bal üretimi yapan Ordu ilinden iki farklı zamanda örnekler toplanmış, 2014 yılında % 44 ve 2015 yılında % 3,28 oranında enfeksiyon olduğu görülmüştür. Tez çalışması dahilinde arazi çalışması yapılmış olan Kastamonu’nun Küre ilçesinde tespit edilen toplam enfeksiyon oranı ise % 15,2 olarak belirlenmiştir (Tablo 17).

Tablo 17. Türkiye’de nosemosis üzerine yapılan çalışmalar sonucu elde edilen enfeksiyon oranları

Lokalite	Enfeksiyon oranı (%)	Kaynak	
Bursa	25.8	Aydın ve ark., 2001	
Balıkesir	30		
Çanakkale	25		
Güney Marmara Bölgesi	24	Çakmak ve ark., 2003	
Tekirdağ	10	Soysal ve Gürcan, 2005	
İstanbul ve çevresi	7.8	Dümen ve ark., 2013	
Elazığ	Merkez	4	Şimşek ve ark., 2001
	Baskil	4	
	Sivrice	10	
Kars	40	Topçu ve Arslan, 2004	
Bingöl	38	Kutlu ve Gazioğlu, 2008	
36 farklı il	4.28	Ütük ve ark., 2011	
Adana ve Hatay	12.7	Yalçınkaya ve Keskin, 2010	
Kırşehir	5.1	Tunca ve Çimrin, 2012	
6 farklı bölge	10	Muz ve ark., 2012	
Ordu	2014	44	Yaman ve ark., 2015
	2015	3.28	
Kastamonu (Küre)	2015	15.2	

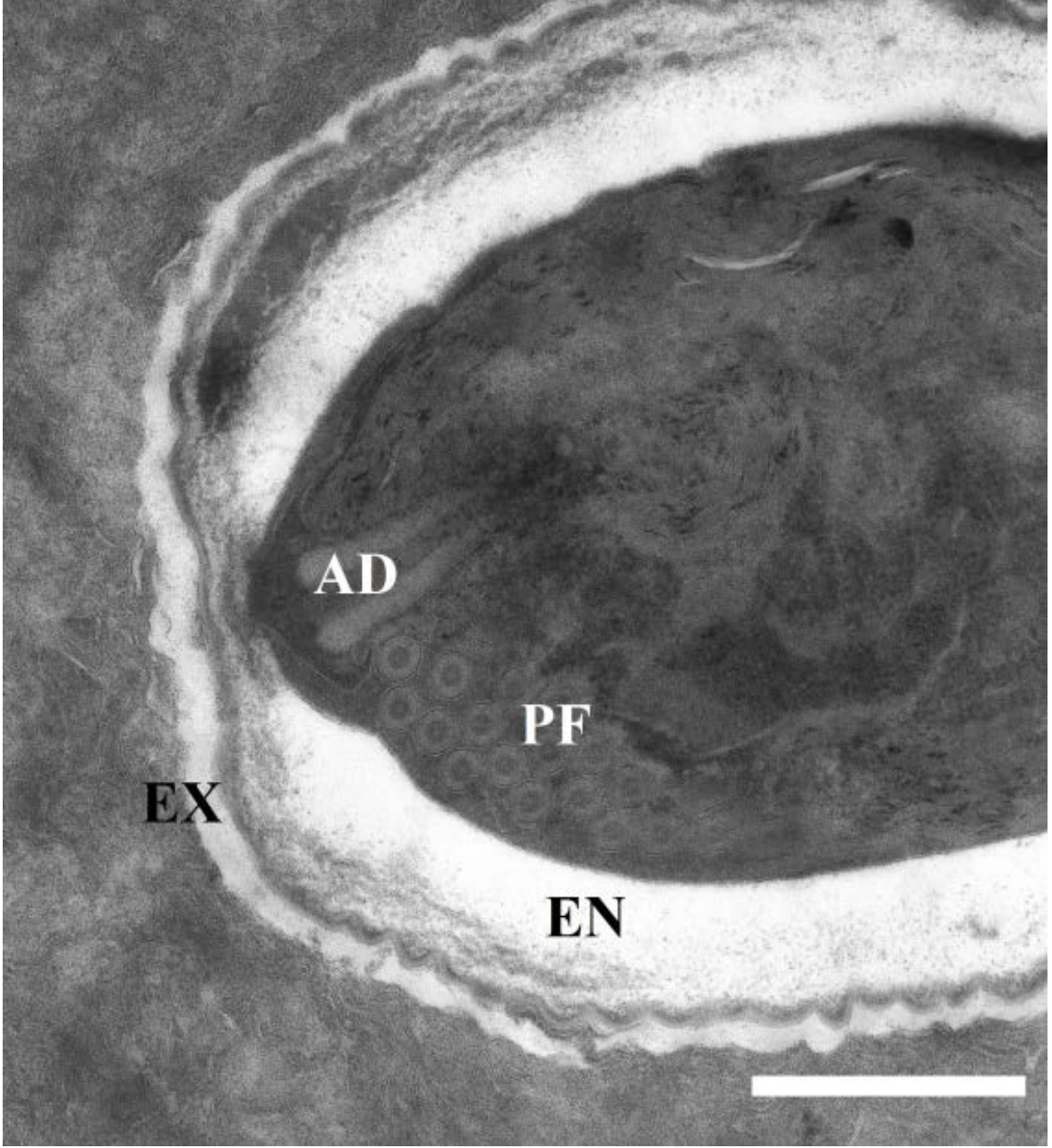
3.3. Nosemosis Enfeksiyonunun TEM ile Belirlenmesi

TEM (Geçirimli elektron mikroskobu), biyolojinin birçok alanında olduğu gibi böcek patolojisinde de büyük rol oynamaktadır. Patojenlerin hücrel yapılarının ayrıntılı olarak incelenmesiyle birlikte yakın türlerin ayırt edilebilmesine imkan sağlamıştır. Mikrosporida için en karakteristik özellik, sporlarında mitokondirinin bulunmayışı ve anchoring diske bağlı polar filament halkalarına sahip olmalarıdır. Bu yapılar TEM ile belirlenip tür teşhisi rahatlıkla yapılabilmektedir.

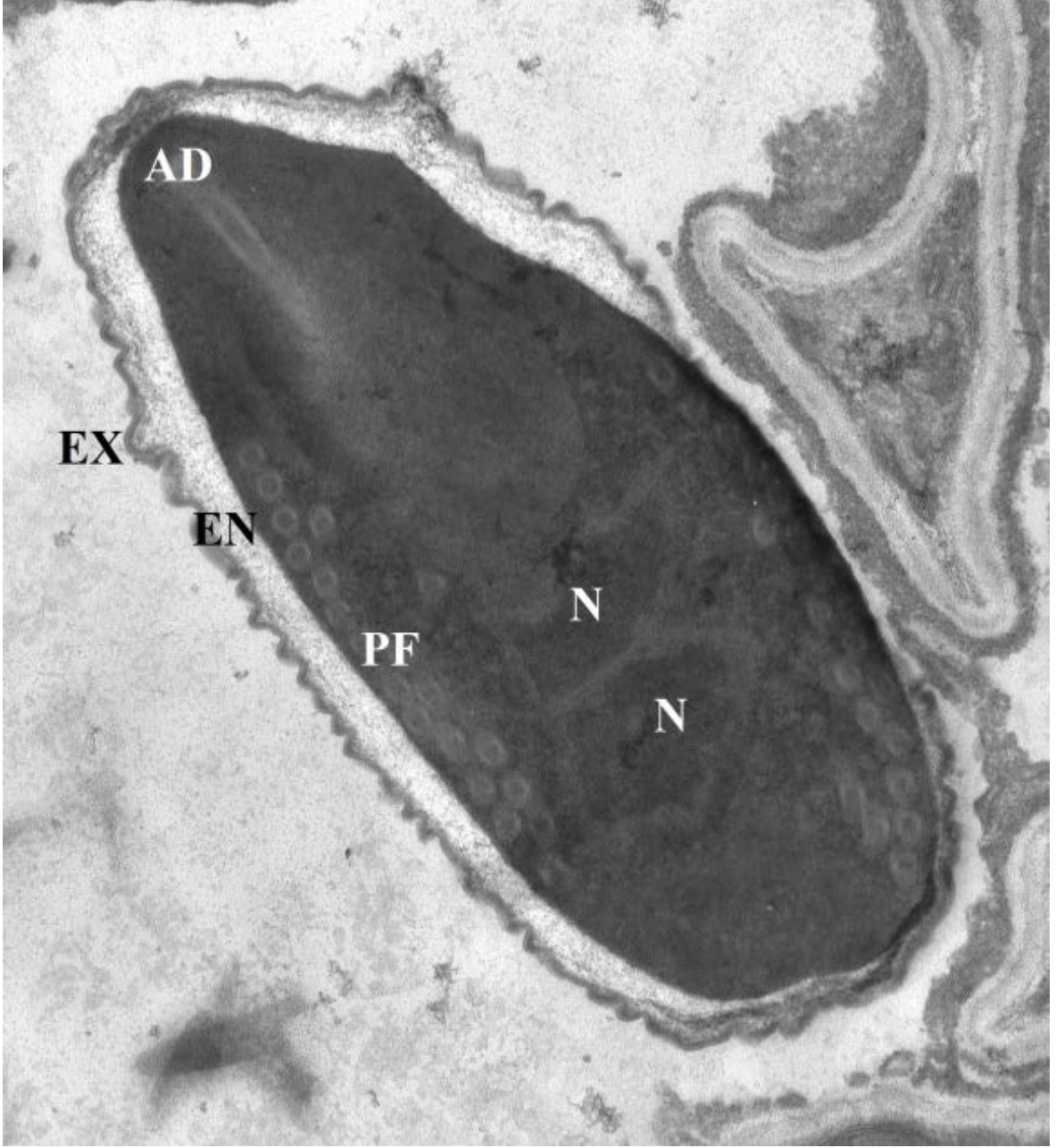
Bu tez çalışmasının ultrastrüktürel aşamasında mikrospor patojeninin karakteristik safhası olan spor yapısı TEM sayesinde detaylı olarak gözlemlendi.

Ordu iline ait örneklerde boyuna düzgün kesilen sporlarda, sporların uzun ve oval şekilleri net bir şekilde görülebildi (Şekil 13-14). Olgun bir spor yapısında spor duvarı gözlemlendi ve spor duvarı katmanları tespit edildi. TEM mikroskobu ile yapılan incelemelerde, serbest oval sporların iki çekirdekli, diplokaryotik olduğu, spor duvarının nispeten kalın ve 135-160 nm olduğu tespit edildi. Spor duvarı ekzospore ve endospore olmak üzere iki tabakadan oluşur.

Elektron yoğunluğu düşük ve pürüzsüz yapıda olan endospore 115-140 nm olarak ölçülürken, ekzospore ise 15-30 nm olarak belirlendi (Şekil 14). Mikrosporidyum patojeninin polar filamentleri 22-23 kıvrımlı ve izofilar polar filament tipinde olduğu belirlendi (Şekil 14-15). Polar filament çapı 85-90 nm olarak belirlendi.

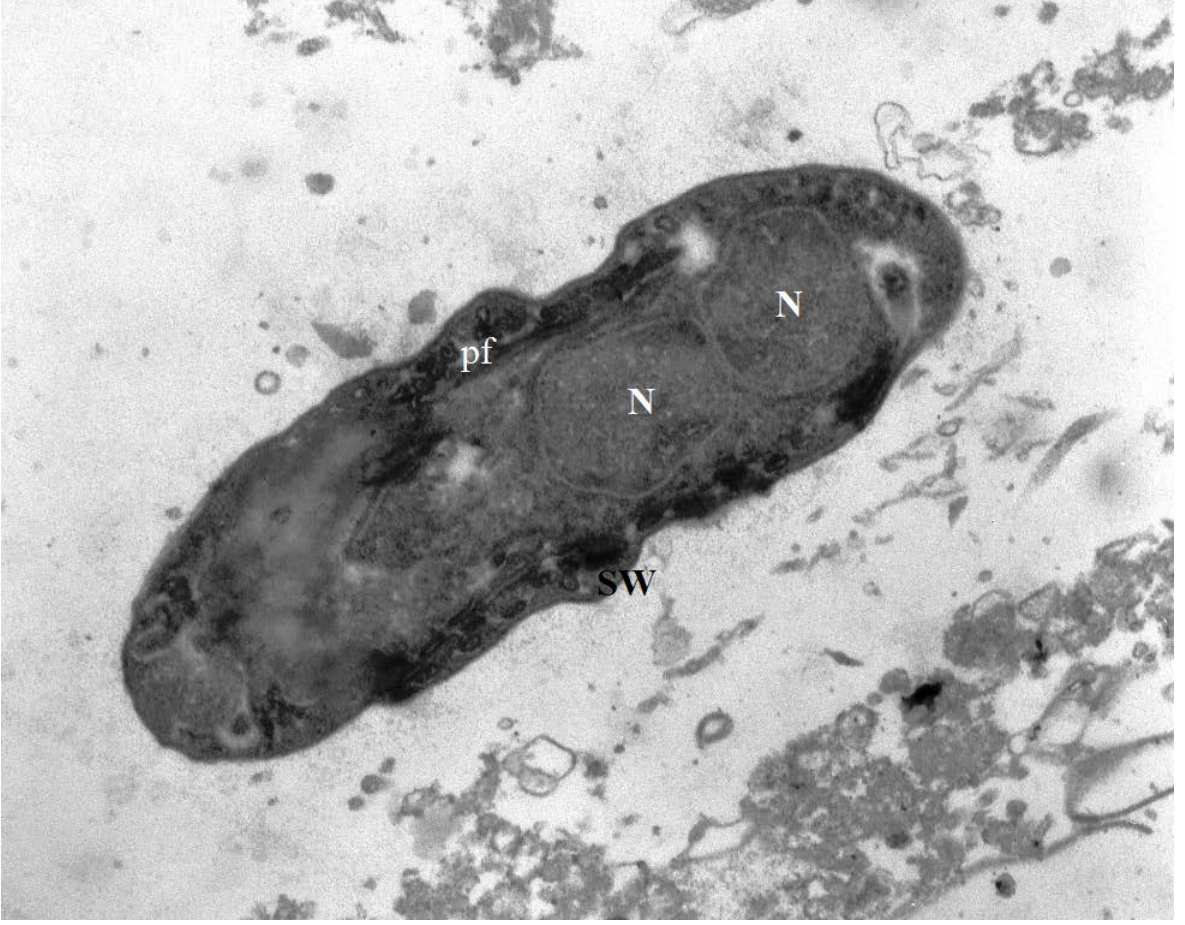


Şekil 14. Ordu ilinde tespit edilen nosemosis etkenine ait sporun ultrastrüktürel yapısı; ex: ekzospor, en: endospor, pf: polar filament, an: ankorik disk, n: nukleus. (36.000X)



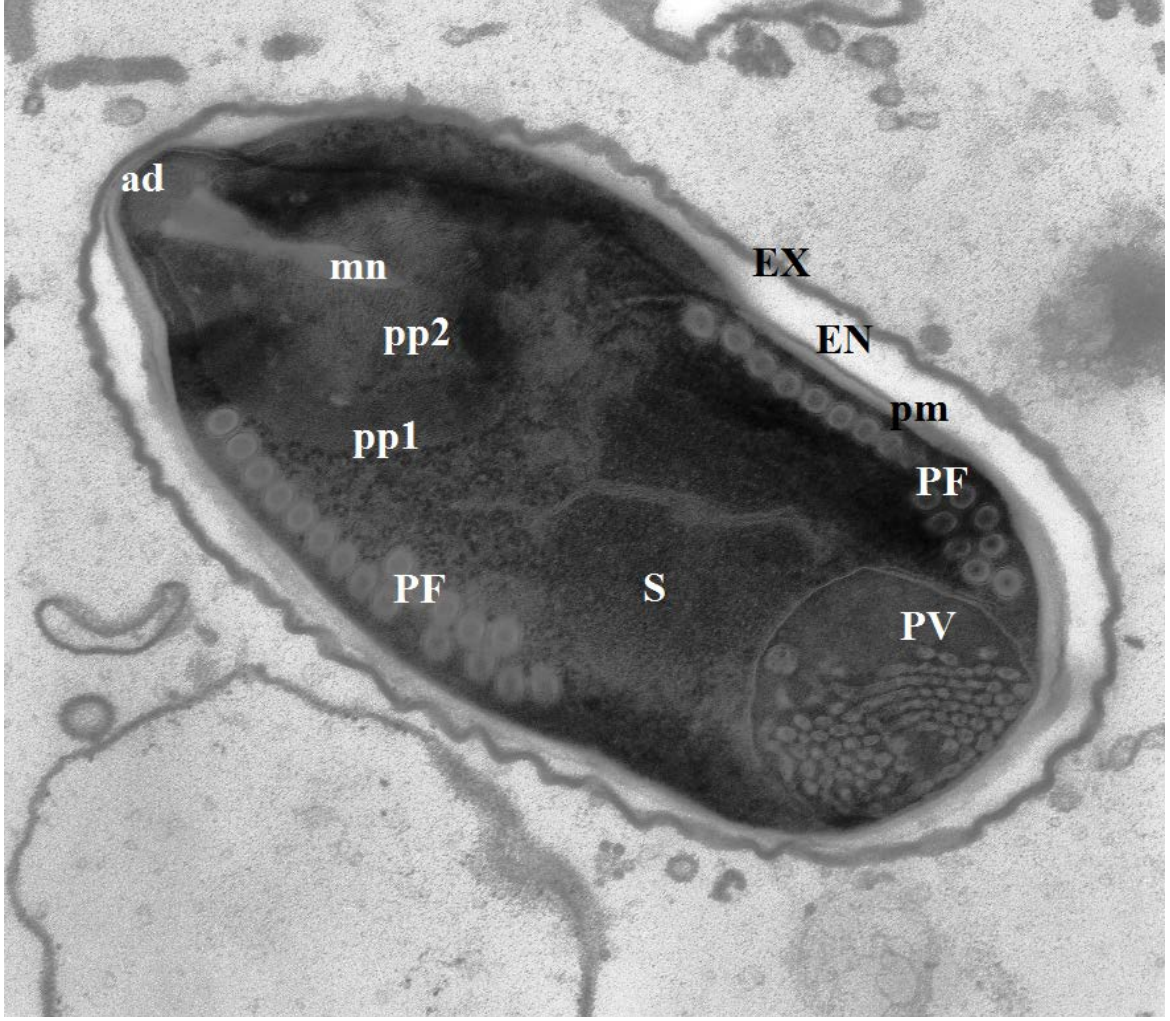
Şekil 15. Ordu ilinde tespit edilen nosemosis etkenine ait sporun ultrastrüktürel yapısı; ex: ekzospor, en: endospor, pf: polar filament, an: ankorik disk, n: nukleus. (16.000X)

Kastamonu Küre ilçesinde bulunan nosema hastalığının etkenine ait elektron mikroskobu çalışmaları nosemosis etkeninin hem sporoblast hem de olgun spor safhaları gözlenebilmiştir. Sporoblastlar diplokaryotik olup, polar filament ve spor duvarı gelişimi yeni yeni başlamış halde tespit edildi (Şekil 16). Ekzospor ve endospordan oluşan bir spor duvarı gözlenmedi.



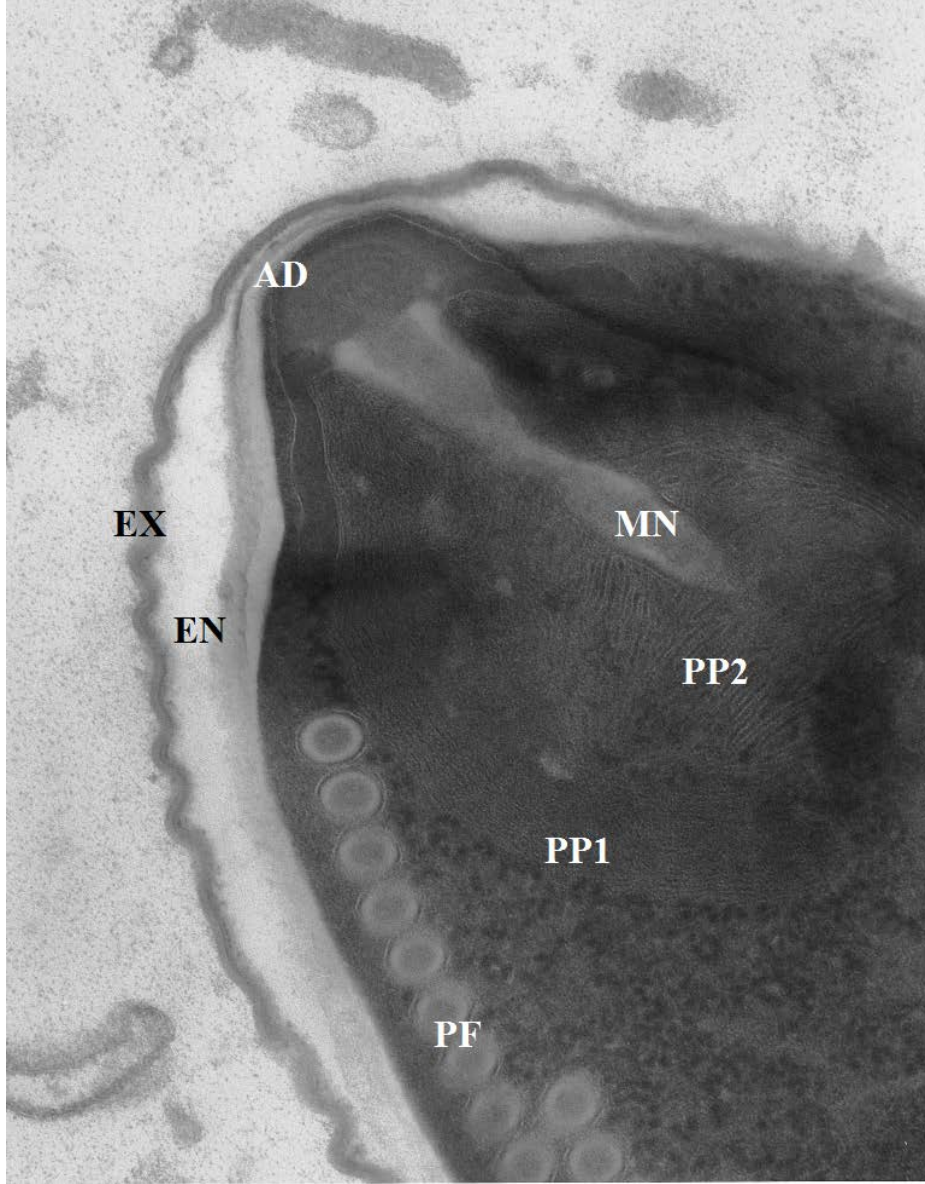
Şekil 16. Küre yöresinde tespit edilen nosemosis etkenine ait bir sporoblastın ultrastrüktürel yapısı. SW; spor duvarı, pf; Polar filament, N; çekirdek (13.000X).

Olgun sporun hücre sitoplazmasıyla doğrudan temas halinde olduğunu bir spor kesesi içerisinde yer almadığını göstermektedir. TEM çalışmalarında olgun spora ait tüm yapılar net olarak tespit edilmiştir (Şekil 17).



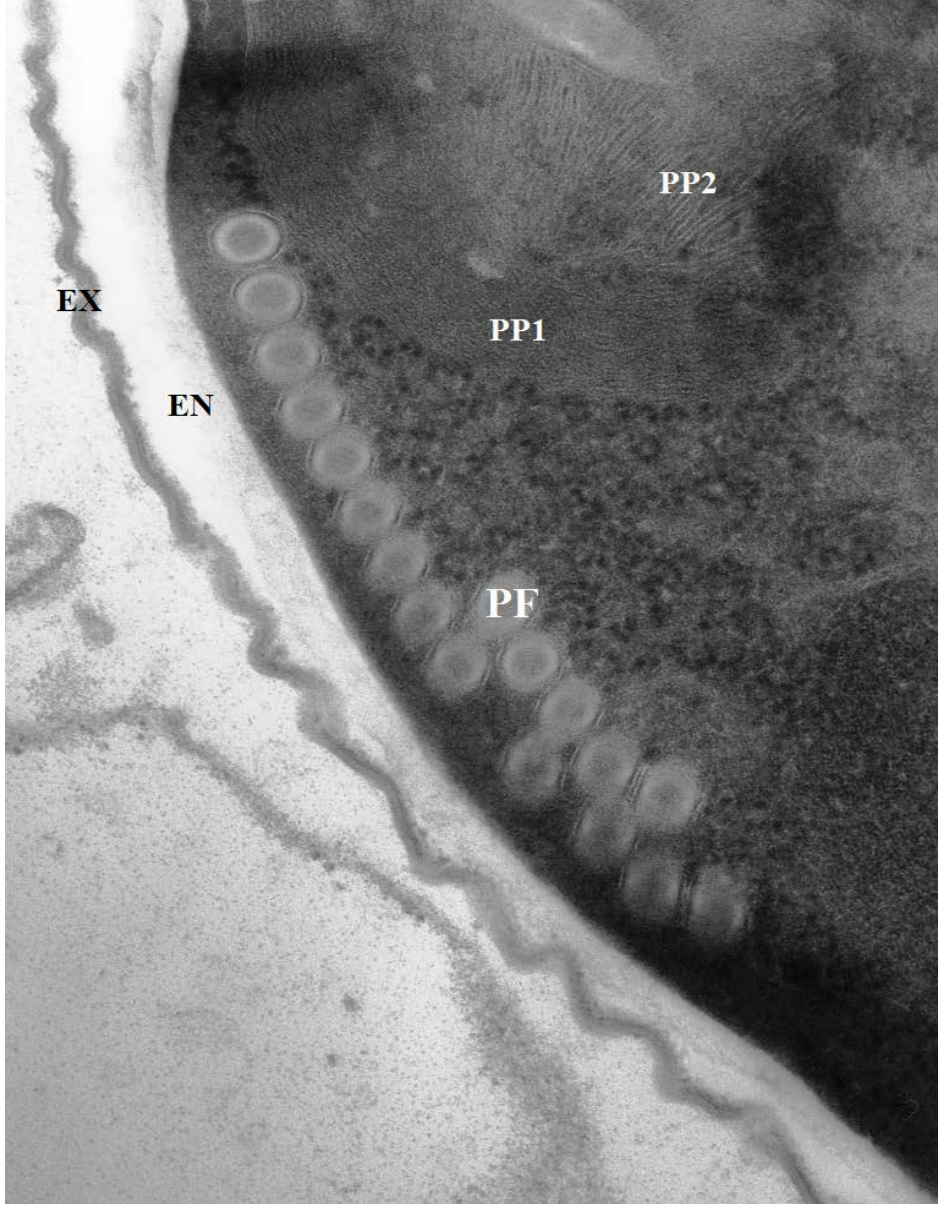
Şekil 17. Küre yöresinde tespit edilen nosemosis etkenine ait bir diplokaryotik spor. EX; Ekzospore, EN; Endospore, PM; Plazma membranı, PF; Polar filament, PV; Posteriör vakuol, N; çekirdek, (16.000X).

Sporun anterior kısmında mikrosporlar için standart hücresel yapılar olan anchoring disk, onun devamı olan manubrium ve bu yapının çevreleyen polaroplast gözlemlendi. Polaroplastın dışta ince lamelli ve içte kalın lamelli olmak üzere 2 kısımdan oluştuğu gözlemlendi (Şekil 18).



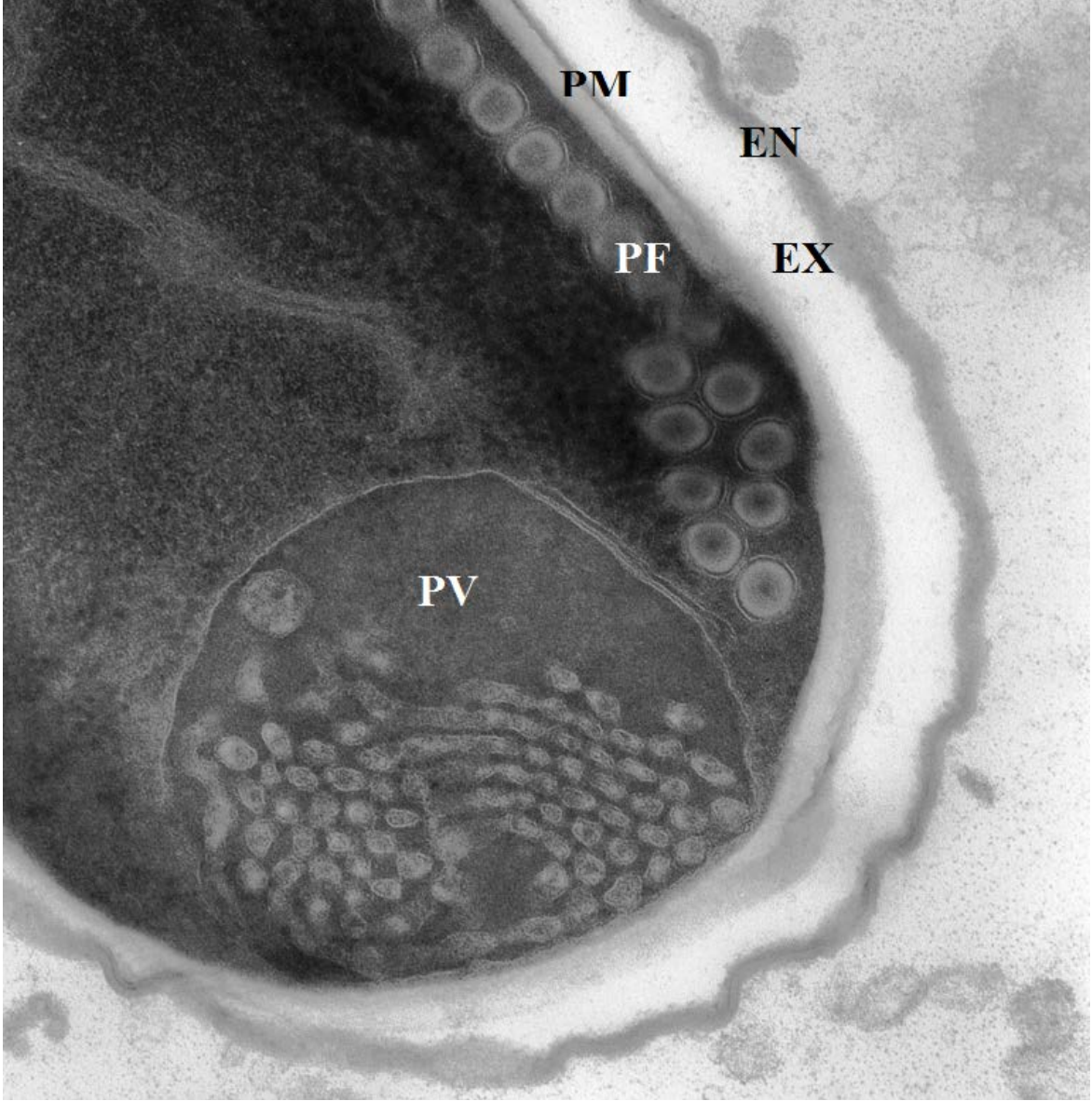
Şekil 18. Küre yöresinde tespit edilen nosemosis etkenine ait bir sporun anterior bölgesi. EX; Ekzospor, EN; Endospor, PF; Polar filament, AD; anchoring disk, MN; Manubrium, PP1; ince lamelli polaroplast bölgesi, PP2; kalın lamelli polaroplast bölgesi (50.000X).

Spora ait polar filament izofilar olup 18-22 halkalıdır. Olgun polar halkaların çapı 100 nm olarak ölçüldü (Şekil 19).



Şekil 19. Küre yöresinde tespit edilen noseosis etkenine ait bir sporun polar filamentleri. EX; Ekzospore, EN; Endospore, PF; Polar filament, PP1; ince lamelli polaroplast bölgesi, PP2; kalın lamelli polaroplast bölgesi (50.000X).

Olgun sporun posterior kısmında posteriör vakuol belirgin bir şekilde gözlendi. Posterior vakuolün çapı yaklaşık 800 nm olup, içerisi Golgi kalıntılarıyla dolu olarak belirlendi (Şekil 20).



Şekil 20. Küre yöresinde tespit edilen nosemosis etkenine ait bir sporun posterior bölgesi. EX; Ekzospor, EN; Endospor, PF; Polar filament, PV; Posteriör vakuol, PM; plazma membranı (50.000X).

4. TARTIŞMA

Türkiye; bal veriminin yüksekliği, zengin florası, yıl boyunca çiçeklenme için uygun mevsimleri, toprak yapısı, yüksek yaylaları, ekonomik değeri yüksek olan birçok bitkinin yaşamına ortam sağlamasının yanında kestane, akasya, ıhlamur, orman gülü gibi değişik türde ağaç ve çam ormanlarının da bulunması nedeniyle arıcılık sektörü için oldukça uygun bir ortam sağlar. Bir bölgedeki floranın zengin olması o bölgede üretilen bal miktarını, çeşidini ve kalitesini artırır. Bu özelliklerden dolayı arıcılık; Anadolu'nun en eski sektörlerinden biridir (URL-5).

2003-2014 yılları arasındaki veriler incelendiğinde Türkiye'deki kovan sayısında yaklaşık %39'luk ve bal üretiminde %32'lik bir artış söz konusuysen bal üretimindeki verim için aynı durum söylenemez. Koloni başına düşen bal miktarı incelendiğinde 4,5 milyon kovan sayısı ile en yüksek verimin 2005 yılında alındığını fakat 2014 yılındaki verimin 7 milyon kovan sayısına rağmen çok daha düşük miktarda olduğu açıkça görülmektedir (URL-4, URL-5).

Ancak istatistiki bilgiler incelendiğinde, bal üretimi bakımından Türkiye dünyadaki ikinci ülke olmasına rağmen kovan başına bal veriminde çok daha düşük seviyelerdedir (URL-4). Bunun en büyük nedenlerinden biri, arı hastalıkları ve zararlılarıdır (Doğaroğlu, 2009).

Türkiye Asya ve Avrupa kıtası arasında köprü görevi gördüğü için önemli bir jeopolitik konuma sahiptir. Yıllardır ticari yol olarak kullanılan Doğu Karadeniz Bölgesi arıcılık sektöründe de büyük rol oynamaktadır. Bu sebeplerden dolayı ülkemizde en çok bal üretimi yapan Ordu ili ve Kastamonu ilinde gözlenen arı hastalıklarının incelenmesi ve detaylı olarak araştırılması literatür açısından büyük önem taşımaktadır.

Nosema hastalığı dünyada hızla yayılmaktadır ve koloni sayılarındaki büyük kayıplara neden olduğu büyük bir sorun haline gelmiştir (Fries, 2010). Son yıllara kadar *Nosema apis*'in Avrupa bal arılarında (*Apis mellifera*), *Nosema ceranae*'nin ise sadece Asya bal arılarında (*Apis ceranae*) patojen özellik gösterdiği biliniyordu. Ancak gelişen küreselleşme ve artan ticaretle birlikte bu patojenlerin konak değişimi yaptığı düşünülmektedir. Nosemosis, dünyanın neredeyse her yerinde tespit edilmiş ve birçok ülkede her iki nosemosis etkeni her iki konakta da rastlanmıştır (Fries ve ark., 1996; Paxton ve ark., 2007; Chen ve ark., 2008; Fries ve Forsgen, 2008; Giersch ve ark., 2009).

Nosema hastalığını konu alan araştırmalar, dünya çapında fazla ilgi görmesine karşın ülkemizde yeteri kadar önemsenmemektedir. Ülkemizde yapılan çalışmalarda yetersiz sayıda örnek toplandığı ve olması gerekenden daha az arazi çalışmaları yapıldığı göze çarpmaktadır. Bu nedenle çalışmaların çoğunda, hesaplanan enfeksiyon oranları yüksek doğruluk sağlamamaktadır. 2001-2011 yılları arasında yapılan çalışmalarda nosemosis enfeksiyonunun % 4-30 arasında rastlandığı bildirilmiştir (Aydın ve ark., 2001; şimşek ve ark., 2001; Topçu ve Arslan, 2004; Kutlu ve Gazioğlu, 2008; tk ve ark., 2010). Ancak 2006 yılında zkırım ve arkadaşları tarafından yapılan çalışmada, bal örnekleri içerisinde %96 oranında oldukça yüksek enfeksiyon olduğu belirlenmiştir ve başka bir çalışmada nosemosisin bilinenden çok daha yaygın olduğu bildirilmiştir.

Karadeniz bölgesinde yapılan araştırmalar ise belirli illerle sınırlı kalmıştır. tk ve ark. 2010 yılında Samsun ve Giresun illerine ait kovanlardan aldıkları örnekler üzerinde moleküler düzeyde çalışmalar yapmıştır. Böylece Türkiye’de ilk kez nosemosisin tür bazındaki teşhisi moleküler düzeyde yapılmıştır (Büyük ve ark., 2014). Ancak Türkiye’deki en çok bal üretimi yapan Ordu ili olmasına rağmen, Ordu ilçelerindeki nosemosis etkenleri üzerinde çok az çalışma yapılmıştır (Tosun, 2012).

Türkiye çapında arı kolonilerini enfekte eden nosema hastalığının etkeninin *N. apis* mi, yoksa *N. ceranae* mı olduğu üzerindeki çalışmalar oldukça kısıtlıdır (Muz ve ark., 2010; tk ve ark., 2010; Whitaker ve ark., 2010, Tosun, 2012). Ülkemizde bal üretimi yapan illerindeki bal arıları üzerinde yapılan çalışmalarda daha çok nosemosis etkeninin varlığı çalışılmıştır. Ancak bu türlerin moleküler, morfometrik ve ultrastrüktürel karşılaştırmaları bakımından araştırmalar yetersiz kalmaktadır.

Arı hastalıklarının çoğu dış belirtiler vererek erken teşhise ve tedaviye olanak sağlar. Ancak ciddi arı hastalıklarından biri olan nosema hastalığı az sayıda belirgin dış belirti vermektedir. Bu yüzden hastalığın tedavi edilmesi ve yayılmasına karşı önlem alınması g hale gelmektedir. Bu tez çalışmasında, uçamayan arı varlığı ve abdomeni şişmiş arıların görülmesi, bağırsakların mat ve beyaz renk alması gibi belirtiler nosema hastalığına ait dış belirtileri ile uyum göstermektedir (Fries, 2010). Ancak hastalığın teşhisi için yeterli olmayan bu belirtiler, sadece hastalığın varlığına dair tahmini bilgi vermektedir.

Nosemosis enfeksiyonunun bal arılarının bağırsak dokusunda yoğun enfeksiyona sebep olduğu mikrospor patojeninin vejetatif safhalarının bağırsak dokusunda gerçekleştiği bilinmektedir (Fries, 2010; Higes vd., 2006; Webster, 2012). Tez süresince incelenen ergin

arı örneklerinde, noseosis enfeksiyonunun konağın bağırsak ve hemolenf dokularında geliştiği tespit edilmiştir.

Işık mikroskopuyla tespit edilen patojenlerin diğer organizmalardan kesin olarak ayırt edilmesi için Giemsa ile boyama gerçekleştirilmiştir. Hem taze hem de giemsa boyalı dokulardaki patojenlerin morfolojik şekilleri ve boyutları birçok çalışma ile karşılaştırılmıştır ve tespit edilen patojenin bir mikrospor olduğu kanıtlanmıştır (Chen ve Huang 2010; Higes ve ark., 2007; Tosun, 2012). Ancak *N. apis* ve *N. ceranae* hastalık etkenlerinin ışık mikroskopuyla ayırt edilmesi pek mümkün değildir (Fries, 2010). Bu yüzden nosema hastalığının hangi patojene bağlı olduğunu anlamak üzere moleküler ve ultrastrüktürel çalışmalar tez içerisine dahil edilmiştir.

Tez çalışmasında belirlenen sporların morfolojileri ve ölçümleri gerek literatüre (Chen ve Huang, 2010; Higes vd., 2007; Fries, 2010) gerekse Ordu yöresinden daha önce yapılan çalışmalardaki verilere (Tosun, 2012) benzerlik göstermektedir. Tez çalışmasında taze preparatlarda ve boyalı numunelerde ölçümü yapılan noseosis sporlarının morfolojik boyutları literatürde tespit edilen noseosis enfeksiyonları ile uyumaktadır. 2013 yılında OIE tarafından *N. ceranae* sporlarının *N. apis* sporlarına göre daha küçük olduğu bildirilmiştir. Ancak bu iki mikrospor türünün morfolojik olarak gösterdiği farklılıklar tür seviyesinde karakterizasyon yapmak için yeterli değildir (Higes ve ark., 2007; Fries, 2010).

Bu tez çalışmasında hem Ordu ili hem de Kastamonu ili örneklerindeki noseosis etkenleri elektron mikroskobu ile detaylı bir şekilde ilk kez bu tez süresince çalışılmıştır. Bu çalışmalar ülkemiz için de ilk çalışmalardır. Ordu ilinde TEM mikroskobu ile yapılan çalışmalarda, serbest oval sporların iki çekirdekli, diplokaryotik olduğu, spor duvarının nispeten kalın ve 135-160 nm olduğu belirlendi. Endospor 115-140 nm olarak ölçülürken, ekzospor ise 15-30 nm olarak belirlendi. Tablo 18'de görüldüğü gibi Fries ve ark. (1996) *N. ceranae* için bu değeri bizim sonuçlarımıza yakın 137-183 nm olarak bulmuştur. Spor duvarı açısından ülkemizdeki patojen Çin'deki patojenden nispeten ince bir duvar yapısına sahiptir. Mikrosporidyum patojeninin polar filamentinin Ordu'daki patojenler için 22-23 kıvrım, Kastamonu'ndaki patojenler için 18-22 kıvrım ve izofilar polar filament tipinde olduğu tespit edildi. Polar filament çapı Ordu patojeni için 85-90 nm ve Kastamonu patojeni için 100 nm olarak belirlendi. Fries ve ark. (1996) Çin orjinli *N. ceranae* için 20-23 kıvrımlı ve izofilar, polar filament çapını ise 96-102 nm olarak belirtmiştir. Bu sonuçlar tez süresince elde edilen hem moleküler hem de ultrastrüktürel çalışmaları desteklemekte ve tespit edilen patojenin *N. ceranae* olduğunu teyit etmektedir.

Tablo 18. Nosema türlerinin ultrastrüktürel özellikler açısından literatür bilgileriyle karşılaştırılması

Nosema türleri	Konak organizma	Spor ölçümleri (µm)	Ultrastrüktürel Özellikler			Kaynak
			Polaroplast	Spor duvarı (nm)	Polar filament	
<i>Nosema apis</i>	<i>Apis mellifera</i>	---	Lamelli	---	26-32 halkalı	Fries, 1989; Liu, 1984
<i>Nosema apis</i>	<i>Apis mellifera</i>	6 x 3	Lamelli	---	27-30 halkalı	Huang, 2012
<i>Nosema ceranae</i>	<i>Apis mellifera</i>	---	Lamelli	---	20-23 halkalı	Higes ve ark., 2006
<i>Nosema ceranae</i>	<i>Apis ceranae</i>	4.7 x 2.7	Lamelli	137-183	20-23 halkalı	Fries ve ark., 1996
<i>Nosema ceranae</i>	<i>Apis mellifera</i>	---	Lamelli	---	20-23 halkalı	Huang ve ark., 2007
<i>Nosema ceranae</i>	<i>Apis mellifera</i>	4.4 x 2.2	Lamelli	Ex; 48-53	18-21 halkalı	Chen ve ark., 2009
<i>Nosema ceranae</i>	<i>Apis mellifera</i> (Ordu)	4.5 x 2.5	Lamelli	135-160	22-23 halkalı	Bu Çalışmada
	<i>Apis mellifera</i> (Kastamonu)	4.8 x 2.6	Lamelli	120-150	18-22 halkalı	

Nosemosis etkenlerinin hangi türe ait olduğunu belirlemek için ışık ve elektron mikroskoplarıyla çalışılması tam anlamıyla yeterli olmamaktadır. Hastalığın tür seviyesindeki karakterizasyonu için moleküler çalışmalarla desteklenmesi gerekir. Moleküler çalışmalarla birlikte *N. apis* olarak bilinen birçok patojenin aslında *N. ceranae* olduğunu gösteren birçok çalışma bulunmaktadır. Ancak Türkiye’de tespit edilen nosemosis enfeksiyonları üzerine yapılan çalışmaların neredeyse tamamı sadece ışık mikroskobuyla yapılmış ve moleküler düzeyde aydınlatılmamıştır (Kutlu, 1988; Başar, 1990; Çağlar ve Öner, 2001; Özkırım ve Keskin, 2001; Şimşek vd., 2001; Aydın ve ark., 2003, 2005; Çakmak ve ark., 2003; Kutlu ve Ekmen, 2003; Sıralı ve Çakmak, 2003; Sıralı ve Doğaroğlu, 2005; Şimşek, 2005; Topçu ve Arslan, 2004). Son yıllarda arı hastalıklarına karşı ilginin artmasıyla, 2010 yılında Muz ve ark., Ütük ve ark., Whitaker ve ark., yaptıkları araştırmaları moleküler çalışmalarla desteklemiş ve Türkiye’de nosemosis etkenlerini ilk kez moleküler düzeyde çalışan isimler olmuşlardır .

Tez çalışmasında moleküler olarak araştırılan lokalitelerdeki enfeksiyon etmeninin *N. ceranae* olduğu belirlenmiş ve hiçbir lokalitede *N. apis*’e rastlanmadığı tespit edilmiştir (Ütük ve ark., 2010; Whitaker ve ark., 2010; Tosun, 2012) . Önceki yıllarda çalışma alanına benzer lokalitelerden alınan örnekler üzerine yapılan çalışmalarda da benzer sonuçlar elde edilmiştir (Tosun, 2012). Bu durum bu yörede *N. ceranae* etkeninin en

azından son 5 yıldır varlığını sürdürdüğünü, bölgeye herhangi bir *N. apis* enfeksiyonunun gelmediğini teyit etmektedir. Bu sonuç Ordu yöresinde nosema hastalığı ile mücadelede önemli katkı sağlayacaktır. Tez bulgularına benzer şekilde, Whitaker ve arkadaşlarının 2010 yılında yaptığı çalışmada *N. ceranae* enfeksiyonunun Karadeniz Bölgesi'ndeki iller arasından sadece Artvin ilinde görüldüğü belirtilmiştir. Ülkemizde yapılan çalışmalarda ise ışık mikroskobu seviyesinde tespit edilen hastalık etmeni, *N. apis* olarak kayıtlara geçmiştir. Bunun yanı sıra yine 2010 yılında yapılan farklı bir çalışmada *N. ceranae* enfeksiyonunun Giresun ilinden toplanan arı örneklerinde bulunduğu bildirilmiştir (Ütük ve ark., 2010).

Dünya çapında yapılan araştırmalara bakıldığında; ABD'nin 12 eyaletinde *N. ceranae* varlığından söz ediliyorken *N. apis* enfeksiyonuna ait hiçbir tespit yapılamamıştır.

Türkiye'de yapılan birkaç çalışma dışında (Başar, 1990; Kutlu, 1988; Aydın, 2005) incelenen örnek sayısı çok düşük seviyededir. Bu yüksek lisans tezinde incelenen toplam örnek sayısı 1000 civarındadır ve bu sayı birçok çalışmaya göre oldukça yüksek seviyededir.

2014 yılında Ordu ilçelerinden toplanan ergin arılardaki nosema enfeksiyonu %44 oranında tespit edilmiştir (Yaman ve ark, 2015). Elde edilen bu oran, literatüründeki enfeksiyon oranlarıyla karşılaştırıldığında ciddi bir boyutta olduğu görülmüştür. Ancak Ordu ilinde 2015 yılındaki arazi çalışmaları sonucunda enfeksiyon oranının % 3,74'lere kadar düştüğü görülmüştür. 2014 yılındaki arazi çalışmaları ilkbaharda yapılırken, 2015 yılındaki çalışmalar kışın yapılmıştır. Arıların sonbahar ve kış mevsimindeki soğuk hava durumları gibi zor şartlara karşı hassasiyetlerinin fazla olduğunun ve bu yüzden nosema hastalığının bu mevsimlerde daha yüksek seviyelere çıkabildiği OIE tarafından bildirilmiştir (OIE, 2013). İlkbahar mevsiminde genel enfeksiyonun oranının %44 olduğu bölgeden kışın örnekler alındığında çok daha yüksek enfeksiyon oranı beklenmekteydi. Ancak ortaya çıkan tablo, Sammataro ve Yoder (2012)'in de belirttiği gibi, kış mevsiminde akut nosemaya bağlı ishal belirtisi gösteren arıların bağırsaklarında biriken dışkının toplam vücut ağırlığının yarısını aşması durumunda kovandan ayrıldığını ve düşük sıcaklıklardan dolayı geri dönemeyip öldüklerini göstermektedir. Kovanda kalan arılar, geri dönemeyen arılara göre daha sağlıklı olduğu için ortaya çıkan enfeksiyon oranını yanlış bir şekilde etkilemekte ve yüksek beklenen enfeksiyon oranını düşürmektedir.

Kastamonu iline ait istatistikler incelendiğinde, 2010 yılında 49 bin kovanla kovan başına düşen bal üretim miktarı 9,6 kg iken 2014 yılında 74 bin kovanla yapılan üretim

sonucunda kovan başına düşen üretim miktarı 6 kg'a kadar düşmüştür. Bu düşüşün sebepleri olarak arıcıların bilinçsiz koloni yönetimi ve ilaç kullanımı, arı hastalıkları ve zararlıları düşünülebilir.

Arıcıların bilimsel esaslarla ve bilinçli olarak üretim yapmaları sağlanmalıdır. Eğitim verilmeden, hastalık, parazit ve zararlılar ile mücadelede etkin bir sonuç beklemek yanlış olur. Bal üretiminde dünyada 2. sırada yer alan Türkiye, bu seviyesini çeşitli AR-GE çalışmaları ile dünya standartlarına çıkarmalıdır. Böylece dünya bal ticaretinde söz sahibi konumuna gelecektir.

Arıcılık, Ordu ili için sağladığı gelir nedeniyle özel bir öneme sahiptir. Ordu ülkemizde bal üretiminde ilk sıradadır. Kovan başına verim oranları dikkate alındığında Türkiye ortalamasından yüksek fakat dünya ortalamasından düşük olduğu açıkça görülmektedir. Kovan sayısı dikkate alındığında Ordu'da üretilen balın verimi çok daha üst sıralarda yer almalıdır.

5. SONUÇLAR

1. Bu tez çalışmasında 2015 yılında Ordu merkez ve 14 ilçede arazi çalışması yapılmış ve toplamda 731 işçi arı (dişi) incelenmiştir. 2015 yılında Kastamonu'da yapılan arazi çalışmalarında ise 6 farklı köyden örnek alınmış ve 237 ergin arı örneği incelenmiştir. Tez çalışması süresince toplamda 968 örnek üzerinde araştırma yapılmıştır.
2. Ordu ilinden alınan örneklerdeki enfeksiyonlar incelendiğinde;
 - Taze preparatlarda ışık mikroskobu ile tespit edilen patojenin sporları; İkizce'de $2,34 \times 4,9 \mu\text{m}$, Çatalpınar'da $2,43 \times 4,69 \mu\text{m}$, Aybastı'da $2,38 \times 4,47 \mu\text{m}$, Gürgentepe'de $2,57 \times 4,5 \mu\text{m}$, Kabataş'ta $2,37 \times 4,42 \mu\text{m}$, Perşembe'de $2,49 \times 4,8 \mu\text{m}$, ve Merkezde $2,13 \times 4,64 \mu\text{m}$ olarak ölçülmüştür.
 - Giemsa boyalı patojenlerin sporları; İkizce'de $2,43 \times 4,83 \mu\text{m}$, Çatalpınar'da $2,71 \times 4,62 \mu\text{m}$, Aybastı'da $2,49 \times 4,52 \mu\text{m}$, Gürgentepe'de $2,60 \times 4,41 \mu\text{m}$, Kabataş'ta $2,37 \times 4,34 \mu\text{m}$, Perşembe'de $2,42 \times 4,63 \mu\text{m}$, ve Merkezde $2,49 \times 4,52 \mu\text{m}$ olarak ölçülmüştür.
3. Kastamonu ilinin küre ilçesine ait köylerden alınan örneklerdeki enfeksiyonlar incelendiğinde;
 - Taze preparatlarda ışık mikroskobu ile tespit edilen patojenin sporları; Karadonu köyünde $2,76 \times 4,89 \mu\text{m}$, Cambaz köyünde $2,77 \times 4,72 \mu\text{m}$, İkizciler köyünde $2,53 \times 4,81 \mu\text{m}$, Uzunöz köyünde $2,57 \times 4,81 \mu\text{m}$ ve Koyunkırtık köyünde $2,62 \times 4,85 \mu\text{m}$ olarak ölçülmüştür.
 - Giemsa boyalı patojenlerin sporları; Karadonu köyünde $2,46 \times 4,37 \mu\text{m}$, Cambaz köyünde $2,47 \times 4,13 \mu\text{m}$, İkizciler köyünde $2,35 \times 4,34 \mu\text{m}$, Uzunöz köyünde $2,27 \times 4,23 \mu\text{m}$ ve Koyunkırtık köyünde $2,05 \times 4,78 \mu\text{m}$ olarak ölçülmüştür.
4. Enfeksiyon konağın bağırsak dokusunda ve vücut boşluğunda tespit edilmiştir.
5. Patojenin olgun sporlar safhası tespit edilmiş ve enfeksiyonun mikrospor cinsi olduğu belirlenmiştir.
6. Microsporida'ya özgü olan spor yapısı üzerinde elektron mikroskobu çalışmaları yapılmış ve enfeksiyonun nosemosis olduğu teyit edilmiştir.

7. Nosemosis enfeksiyonunun literatürde kabul gören iki etkenden biri olan *N. ceranae*'nin varlığı moleküler çalışmalar ile belirlenmiştir. Toplamda 4 ilçede *N. ceranae* enfeksiyonu tespit edilmiştir ancak *N. apis* enfeksiyonuna rastlanmamıştır.
8. Ordu ilinde TEM mikroskobu ile yapılan çalışmalarda, serbest oval sporların iki çekirdekli, diplokaryotik olduğu, spor duvarının nispeten kalın ve 135-160 nm olduğu belirlendi. Endospor 115-140 nm olarak ölçülürken, ekzospor ise 15-30 nm olarak belirlendi. Mikrosporidyum patojeninin polar filamenti 22-23 kıvrımlı ve izofilar polar filament tipinde olduğu tespit edildi. Polar filament çapı 85-90 nm olarak belirlendi.
9. Kastamonu Küre ilçesinde bulunan nosemosis etkenine ait elektron mikroskobu çalışmalarında nosemosis etkeninin hem sporoblast hem de olgun spor safhaları gözlenebildi. Sporoblastlar diplokaryotik olup, polar filament ve spor duvarı gelişimi henüz yeni başlamış halde olduğu tespit edildi. Ekospor ve endospordan oluşan bir spor duvarı gözlenmedi. Spora ait polar filament izofilar olup 18-22 halkalıdır. Olgun polar halkaların çapı 100 nm olarak ölçüldü. Posterior vakuolün çapı yaklaşık 800 nm olup, içerisi Golgi kalıntılarıyla dolu olarak belirlendi.
10. 2015 yılında Fatsa ve Gököy'den toplanan örnekler haricinde, arazisi yapılan tüm alanlarda nosemosis enfeksiyonuna rastlanmıştır.
11. Enfeksiyon ergin işçi arılarda tespit edilmiştir.
12. 2015 yılında Ordu ilinden toplanan 731 işçi arı örneği incelenmiş ve incelenen örneklerin 24 tanesinde nosemosis enfeksiyonu tespit edilmiştir.
13. Ordu ilinde yapılan incelemede % 3,28 oranında nosema hastalığına rastlanmıştır.
14. Kastamonu ilinde 2015 yılında yapılan arazi çalışmalarıyla toplam 237 ergin işçi arı örneği örnek incelenmiş ve incelenen örneklerin 36 tanesinde nosemosis enfeksiyonu tespit edilmiştir.
15. Kastamonu'nun Küre ilçesine ait köylerden toplanan arılarda toplam enfeksiyon oranı % 15,2 olarak tespit edilmiştir.
16. Arazi çalışmalarının 2015 yılının kış döneminde yapılmasıyla birlikte nosemosis enfeksiyonunun kış mevsimindeki enfeksiyon dağılımı tespit edilmiştir.

17. Bu tez çalışmasında Ordu'nun 14 ilçesindeki ve Kastamonu'nun Küre ilçesinin 6 köyündeki nosemosis etkenlerinin elektron mikroskopuyla araştırılması ve karşılaştırılmasıyla birlikte nosema hastalığının etkenleri hem moleküler hem ultrastrüktürel olarak çalışılmıştır. Bu lokalitelerde elde edilecek sonuçlar sonucunda bal üretiminde önemli bir azalmaya neden olan hastalık ile daha doğru mücadele etme imkanı elde edilebilecektir. Bu sayede bal üretimindeki verim düşüklüğünün önüne geçilmesine katkı sağlanacaktır.

6. KAYNAKLAR

- Aydın, L., Güleğen, E. ve Çetinbaş H., 2001. Prevalence of *Nosema apis* in Southern Marmara Region in Turkey. Apimondia, ISBN: 0-620-27768-8.
- 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.
- Bailey, L., 1955. The epidemiology and control of Nosema disease of honeybee. Ann App Biol, 43, 379-389.
- Bailey, L., 1957. Comb fumigation of Nosema disease. American Bee Journal, 97, 24-26.
- Bailey, L., 1962. Bee diseases. In: Report of Rothamsted Experimental Station for 1961, Harpenden, UK, 160-161.
- Bailey, L. ve Ball, B.V., 1991. Honey Bee Pathology, second ed. Academic Press, London, UK.
- Başar, E., 1990. Ülkemizdeki bal arılarında (*Apis mellifera*) *Acarapis woodi* ve *Nosema apis* parazitlerinin araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Büyük ve ark., 2014. Türkiye’de *Nosema* spp. Varlığına Yönelik Yapılmış Çalışmalar, Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi 1, 2, 234-238.
- 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.
- Cantwell G. E. ve Shimanuki H., 1970. The use of heat to control *Nosema* and increase production for the commercial beekeeper. American Bee Journal, 110, 263.
- 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.

- 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.
- Çağlar, Y., S. ve Öner, L., 2001. TKV araştırması ülkemizde arıcılığın durumuna ışık tutuyor, Teknik Arıcılık, 74, 2-8.
- Çakmak, İ., Aydın, L., Seven, S. ve Korkut, M., 2003. Güney Marmara bölgesinde arıcılık anket sonuçları, Uludağ Arıcılık Dergisi, 3, 1, 31-36.
- Cox, J., C. ve Pye, D., 1975. Serodiagnosis of Nosematosis By Immunofluorescence Using Cell-Culture-Grown Organisms, Laboratory Animals, 9, 297-304.
- Crane, E., 1975. *Honey A Comprehensive Survey*, Heinemann, London.
- Delaplane, K. S. ve Mayer, D. F., 2000. *Crop Pollination by Bees*, CABI Publishing.
- Doğaroğlu, M., 2009. *Modern Arıcılık Teknikleri*, 4. Basım, Türkmenler Matbaacılık, Tekirdağ.
- Dümen, E., Akkaya, H., Öz, G.M. ve Sezgin, F.H., 2013. Microbiological and Parasitological Quality of Honey Produced in İstanbul. Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences, 37, 602-607.
- Forsgren, E., 2009. *Molecular Diagnosis and Characterization of Honey Bee Pathogens*, Doctoral Thesis, Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala.
- 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.
- Free, J. B., 1970. *Insect Pollination of Field Crops*. Academic Pres, London and New York, 544.
- Free, J.B., 1993. *Insect pollination of crops*. 2. Edition, Academic Press, London.
- 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., 1997. *Honey Bee Pests, Predators, Diseases*. Protozoa. Morse RA, Flottum K (Ed) A I Root Company, USA, 59-76.
- 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 värd, Uppsala, Sweden.
- 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., 2010. *Nosema ceranae* in European honey bees (*Apis mellifera*), Journal of Invertebrate Pathology, 103, 73–79.
- Garcia, L. S., 2002. Laboratory Identification of the Microsporidia, Journal Of Clinical Microbiology, June, 1892–1901.
- 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.
- Güler, A., Kaftanoglu, 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.
- Güler, A. 2006. Bal arıları (*Apis mellifera* l.)’nda Yapay Tohumlama ve Türkiye İçin Önemi, J. of Fac. of Agric., OMU 21, 3, 370-378.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.

- Kayral, G., 2010. Bal Arısı Hastalıkları ve Zararlıları, Zafer Matbaası, İstanbul.
- Kekeçoğlu, M., Gürcan, E. K. ve Soysal, M. İ., 2007. Türkiye Arı Yetiştiriciliğinin Bal Üretimi Bakımından Durumu, Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, 4, 2, 227-236.
- 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.
- 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 Kaftanoğlu, O., 1990. Ergin bal arısı (*Apis mellifera* L.) hastalığı *Nosema apis*'in dağılımı ve enfeksiyon oranı üzerine bir araştırma. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 4, 2, 41-53.
- 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.
- Kurt, M., 2007. Nosemosis, Samsun Veteriner Kontrol ve Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, 1-14.
- Kuvancı, A., Güler, A., İslam, A. ve Karaoğlu, Y., 2013. The effects of honey bee (*Apis mellifera* L.) on the kiwi fruit pollination, productivity and fruit quality. XXXXIII International Apicultural Congress (Oral Presentation). Page 224. Kyiv, Ukraine.
- Levin, M. D., 1983. Value of bee pollination to U. S. agriculture, Bulletin of the Entomological Society of America, 29, 50-51.
- Martin-Hernández, R., Meana, A., Prieto, L., Salvador, A., M., Garrido-Bailón, E. ve 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.
- Martín-Hernández R., Botías, C., Bailón, E. G., Martínez-Salvador, A., Prieto, L., Meana, A. ve Higes, M., 2012. Microsporidia infecting *Apis mellifera*: coexistence or competition. Is *Nosema ceranae* replacing *Nosema apis*?. Environ Microbiol 14, 2127-2138.

- Mc Gregor, S.E., 1976. Insect Pollination of Cultivated Crop Plants. Agr. Res. Serv. U.S. Dept. Agr. Washington D.C.
- Mert, G., Yücel, B. ve Köseoğlu, M., 2007. Bal arısı Hastalık ve Zararlıları ile Organik Mücadele Yöntemleri. Hasad Hayvancılık Dergisi, 261- 263.
- 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.
- Muz, M.N., Solmaz, H., Yaman, M. ve Karakavuk, M., 2012. Kış Salkımı Erken Bozulan Arı Kolonilerinde Paraziter ve Bakteriyel Patojenler. YYU Veteriner Fakültesi Dergisi, 23, 3, 147–150.
- 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.
- OIE, 2008. Manual Of Diagnostic Tests And Vaccines For Terrestrial Animals, Chapter 2.2.4., Nosemosis of honey bees, 1, 410-414.
- OIE, 2013. Terrestrial Manual, Chapter 2.2.4., Nosemosis of honey bees,
- Özbek, H.,1979. Kültür Bitkilerinin Tozlaşmasında Bal Arısı (*Apis mellifera* L.). Atatürk Üniversitesi. Ziraat Fakültesi Dergisi, 10, 1–2, 171 – 177.
- Özbek, H., 2002. Arılar ve Doğa, Uludağ Arıcılık Dergisi, 3, 22-25.
- Özbilgin, N., Alataş, İ., Balkan, C., Öztürk., A.İ. ve Karaca, Ü., 1999. Ege bölgesi arıcılık işletmelerinin teknik ve ekonomik başlıca karakteristiklerinin belirlenmesi. Anadolu, 9, 1, 149-170.
- 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.
- Özkırım, A., Keskin, N. ve Sorkun, K., 2006. The determination of a parasite of honey bee (*Apis mellifera* L.) “*Nosema apis* Z.” In honey. Bal arısı (*Apis mellifera* L.) paraziti olan “*Nosema apis*” in balda saptanması. Mellifera, 6, 10-12, 2-6.
- 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.
- Radek, R. ve Fabel, P., 2000. A new entomopoxvirus from a Cockroach: Light and electron microscopy, J. Invert. Pathol., 75, 19-27.
- Rega, 2011. Hayvancılık Desteklemeleri Hakkında Uygulama Esasları Tebliği (Tebliğ No: 2011/26) Sayı: 27926.

- Robinson, W. S., Nowogrodski, R. ve Morse, R. A., 1989. The value of honeybees as pollinators of US crops” American Bee Journal, 129, 411-423, 477- 487.
- Sammatora, D. ve Avitabile, A., 1998. The Beekeeper’s Handbook, Third Edition, (Tercüme: Vatansever, H., 2004. Arı Yetiştiriciliği ve Hastalıkları), Cornell University Press.
- Sammataro, D. ve Yoder J. A., 2012. Honeybee colony health. CRC Press, USA.
- 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, 36-42.
- Sıralı, R. ve Doğaroğlu, M., 2005. Trakya Bölgesi Arı Hastalıkları ve Zararlıları Üzerine Anket Sonuçları, Uludağ Arıcılık Dergisi, 5, 71-78.
- Somerville, D. ve Hornitzky, M., 2007. Nosema disease. http://www.dpi.nsw.gov.au__dataassetspdf_file0003177519nosema-disease.pdf. 04.10.2015
- Soysal, M., İ., Konak, F. ve Kekeçoğlu, M., 2010. Bal Arısının Taksonomisi ve Arı Irkları, Ordu Arıcılık Dergisi, 3, 1-6.
- Steche , W., 1985. Revision of ZANDER and BOTTCHEr. Nosematose. In: Krankheiten der Biene, Handbuch der Bienenkunde
- Şimşek, H., Dilgin, N. ve Gültekin, İ., 2001. Elazığ Yöresinde Bulunan Arı İşletmelerinde Nosematosisin Yaygınlığı, Etlik Vet Mikrobiyoloji Dergisi, 12, 49-51.
- Şimşek, H., 2005. Elazığ Yöresi Bal Arılarında Bazı Parazit ve Mantar Hastalıklarının Araştırılması, Ankara Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Dergisi, 52, 123-126.
- 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.
- Topçu, B. ve Arslan, M., Ö., 2004. Kars Yöresindeki Bal Arılarında Nosemosis’in Yaygınlığı, Uludağ Arıcılık Dergisi, 164-170.
- Tosun, O., 2012. Bal Arılarında (*Apis mellifera* L., 1758) Nosemosis (Nosematosis) Hastalığının Doğu Karadeniz Bölgesi'nde Bulunan Arı Kolonilerinde ki Varlığı, Dağılımı ve Hastalık Etkenlerinin Karakterizasyonu, Doktora Tezi, KTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Tunca, R. İ. ve Çimrin, T., 2012. Kırşehir İlinde Bal Arısı Yetiştiricilik Aktiviteleri Üzerine Anket Çalışması. Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 2, 2, 99-108.
- Tutkun, E. ve İnci A., 1992. Bal Arısı Zararlıları ve Tedavi Yöntemleri. Demircioğlu Matbaacılık, Ankara.

- Tutkun, E., 1999. Türkiye’de Arı Sağlığı ve TKV’de Bu Konuda Son 20 Yılda Yapılan Araştırmalar. Türkiye’de Arıcılık Sorunları ve 1. Arıcılık Sempozyumu (28-30 Eylül 1999). 87-89 Kemaliye/ Erzincan.
- 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.aricilik.info/index.php/aricilik-bilgileri/aricilik/ariciligin-tarihcesi-ve-gelismesi>, 03.07.2015
- URL-2, <http://www.tarimsal.com/ariyetistiriciligi.htm>, 03.07.2015
- URL-3, <http://www.marmarisbalevi.com.tr/tr/aricilik/>, 24.11.2015
- URL-4, <https://biruni.tuik.gov.tr/hayvancilikapp/hayvancilik.zul>, 18.11.2015
- URL-5, www.ordutb.org.tr. Arıcılık, 28.12.2015
- 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.
- Vidau, C., Pane, J., Texier, C., Biro, D. G., Belzunces, L. P., Gall, M. Le, Broussard, C., Delbac, F. ve Alaoui, H. El, 2014. Differential proteomic analysis of midguts from *Nosema ceranae*-infected honeybees reveals manipulation of key host functions, Journal of Invertebrate Pathology.
- Yalçınkaya, A. ve Keskin, N., 2010. The Investigation of Honey Bee Diseases after Colony Losses in Hatay and Adana Provinces of Turkey. Mellifera, 10-20, 24-31.
- 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., 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., 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., Yarılgaç, Ş., Güner, B.G. ve Ertürk, Ö. 2015. Presence of nosemosis in Honeybees (*Apis mellifera*) in Ordu Province. Türkiye Parazitol Derg., 39, 47-51.
- 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., *Nosema ceranae* The Inside Story. <http://www.extension.org/pages/60674/effects-of-nosema-on-honey-bee-behavior-and-physiology>, 22.03.2012.
- 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.
- White, G. F., 1919. Nosema Disease. United States Department of Agriculture Bull. No. 780, 54.
- Zander, E., 1909. Tierische Parasiten als Krankheitserreger bei der Biene, Münchener Bienenzeitung, 31, 196-204.

ÖZGEÇMİŞ

15.10.1991 tarihinde Amerika Birleşik Devletleri'nin Lubbock/Texas'ta doğdu. Mimar Sinan İlköğretim Okulu'nda ilköğretimini tamamladı. 2009-2010 öğretim yılında Trabzon (Anadolu) Lisesi'nden mezun oldu. 2009-2014 öğretim yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümünde Lisans öğrenimine başladı. 2014 yılında Biyolog ünvanı ile aynı bölümden mezun oldu. 2014 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü'ne bağlı olarak Biyoloji Bölümünde Tezli Yüksek Lisans eğitimine başladı. 2014 – 2015 yılları arasında TÜBİTAK destekli 112O807 nolu projede çalıştı.