

**TÜRKİYE VE CEZAYİR'DEKİ NOSEMA SPP.
ENFEKSİYON ORANLARININ ÇEVRESEL VE ARICILIK
PARAMETRELERİ AÇISINDAN KARŞILAŞTIRILMASI**

**COMPARISON OF NOSEMA SPP. INFECTION LEVELS
IN TURKEY AND ALGERIA IN TERMS OF
ENVIRONMENTAL AND BEE MANAGEMENT
PARAMETERS**

HALİMA SAADİA TAMALİ

PROF. DR. ASLI ÖZKIRIM

Tez Danışmanı

Hacettepe Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin

Biyoloji Anabilim Dalı için Öngördüğü

DOKTORA TEZİ olarak hazırlanmıştır.

Canim anneme...

ÖZET

TÜRKİYE VE CEZAYİR'DEKİ NOSEMA SPP. ENFEKSİYON ORANLARININ ÇEVRESEL VE ARICILIK PARAMETRELERİ AÇISINDAN KARŞILAŞTIRILMASI

Halima TAMALI

Doktora, BİYOLOJİ Bölümü

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Aslı ÖZKIRIM

Eş Danışman: Prof. Dr. Nouredine ADJLANE

Haziran 2024, 71 sayfa

Küresel arı popülasyonunun da son zamanlarda farklı sebeplerden dolayı ciddi bir azalma yaşanmaktadır. Bal arılarındaki bu azalmanın en önemli bu sebeplerinden biri tüm dünyada geniş bir yayılma gösteren ve ergin bal arılarında görülen hastalıklardan biri olan nosemosis enfeksiyonudur.

Bu çalışmanın amacı, Cezayir ve Türkiye olmak üzere iki ülkede *Nosema* spp. prevalansını ölçmek ve enfeksiyona sebep olabilen farklı faktörleri analiz etmektir.

Bu çalışmada her iki ülkenin arıcılarına yönelik anket çalışması yapılmıştır. Anket sonuçları ile 2020/2021 döneminde koloni kayıplarının nedenlerine, kullanılan arıcılık yönetimine, *Nosema* hakkında bilgiye ve nosemosis enfeksiyonunun varlığını etkileyebilecek faktörler hakkında genel bilgilere ulaşılmıştır.

Ayrıca, *Nosema* spp. spor sayımı için mikroskopik (hemositometrik yöntem) ve *Nosema* spp. tür tanımlaması için moleküler (PCR analizi) olmak üzere iki yöntem kullanılarak *Nosema* teşhisi yapılmıştır. Mikroskopik analizlerin sonuçları arı başına spor sayısı Türkiye'de $(0,25 \pm 0,1 - 8,68 \pm 2,6) \times 10^6$ arasında iken Cezayir'de $(0 - 5,35 \pm 1,2) \times 10^6$ arası bir değer göstermiştir. PCR sonuçları, her iki ülkenin örneklerinde *N. ceranae*'nin baskın olduğunu ve *N. apis* türünün bulunmadığını ortaya koymuştur.

Bu çalışma ile iklim koşullarından bal arısı ırkları ve arıcılık yapısına kadar coğrafi farklılıkların, iki türün neden olduğu *Nosema* spp. hastalığının genel prevalansı üzerindeki etkisi ölçülmüştür.

Anahtar Kelimeler: *Nosema* spp., nosemosis, *Apis mellifera* L., Cezayir, Türkiye

ABSTRACT

COMPARISON OF NOSEMA SPP. INFECTION LEVELS IN TURKEY AND ALGERIA IN TERMS OF ENVIRONMENTAL AND BEE MANAGEMENT PARAMETERS

Halima TAMALI

Doctor of Philosophy, Department of BIOLOGY

Supervisor: Prof. Dr. Aslı ÖZKIRIM

Co- Supervisor: Prof. Dr. Nouredine ADJLANE

Haziran 2024, 71 pages

Recently, there has been a serious decrease in the global bee population for many reasons. One of the most important of these reasons is nosemosis infection, which is an adult honey bees disease that representing a wide spread all over the world.

The aim of this study was to measure the prevalence of *Nosema* spp. in two countries, Algeria and Turkey, and to analyze the different factors that can cause this infection.

In this study, a survey was conducted towards beekeepers of both countries. The survey results led to general information about colony losses' causes in the period 2020/2021, the used beekeeping management, knowledge about *Nosema*, and supposing the different factors that may affect the presence of nosemosis infection.

Moreover, *Nosema* diagnosis using two methods, namely, microscopic (haemocytometric method) for *N. spp.* spores counting, and molecular (PCR analysis) for *N. spp.* Species identification was performed. The results of the microscopic

analyses showed a range between $(0,25 \pm 0,1 - 8,68 \pm 2,6) \times 10^6$ in Turkey, thus, in Algeria was between $(0 - 5,35 \pm 1,2) \times 10^6$ spores per bee. The PCR results revealed the dominance of *N. ceranae* and the absence of *N. apis* species in the experienced samples of both countries.

The obtained results in this study led to measure the impact of the geographical differences from climatic conditions, honey bee breeds to the beekeeping structure on the global prevalence of *Nosema* spp. disease with its two species in cause.

Keywords: *Nosema* spp., nosemosis, *Apis mellifera* L., Algeria, Turkey

TEŞEKKÜR

Rahmân ve Rahîm olan Allah'ın adıyla

Her şeyden önce, hamd ve şükürler olsun, Yüce Allah'ım Rabbime

Başta olmak üzere, Türkiye'de eğitimim boyunca ve bu tezin gerçekleştirilme anlarında bana yardım eden, güvenen, desteklerini esirgemeyen herkese teşekkür etmek isterim.

Tezimin danışmanlığını kabul ederek bana verdikleri onur, dinamizmleri, erişilebilirlikleri, bilimsel bilgileri paylaşımları, insani nitelikleri ve çalışmalarım boyunca sürekli desteklerinden dolayı Prof Dr Aslı ÖZKIRIM ve Prof Dr Nouredine ADJLANE danışmanlarıma sonsuz teşekkür ederim.

Ankara Üniversitesi Böcek Morfolojisi ve Moleküler Sistemik Laboratuvarlarında PCR analizlerinin yapılmasındaki yardımları ve bu çalışma çabasına yönelik yapıcı eleştirileri için Prof. Dr. İrfan KANDEMİR ve ekibine en derin şükranlarımı sunarım.

Hacettepe Üniversitesi Arı Sağlığı Laboratuvarı'nda çalışırken benimle tüm bilgisini, desteğini ve sevgisini paylaşan danışmanımın asistanı Billur KÜÇÜKÖZMEN'e çok teşekkür ederim.

Ayrıca, Cezayir Kouba Yüksek Normal Okulu (ENS-Kouba) Biyoloji ve Hayvan Fizyolojisi Laboratuvarı (Cezayir) teknisyenlerine, bu çalışmanın farklı aşamalarının iyi bir şekilde yürütülmesini sağlamadaki değerli yardımları için çok minnettarım.

Bu çalışmada gerçekleştirilen anketlerdeki soruların bir kısmını kullandığım COLOSS Association'ın Monitoring Çalışma Grubuna, ve anketi yanıtlamak için zaman ayırdıkları ve değerli yanıtlarını ve kullandıkları arıcılık uygulamalarını paylaşmadaki katkılarıyla eksik etmeyen Türkiye ve Cezayir'den katılan tüm arıcılara da çok teşekkür ederim.

Bana bildiklerimi öğreten, bana öğrenci olma, üniversite okuma, hayatın dilini öğrenme etiğini aşıl原因an hocalarıma tümüne sonsuz teşekkür ederim.

Hayatım boyunca her koşulda bana destek veren ve sabır gösteren ve bunun karşılığını hiçbir zaman tam olarak ödemeyeceğim, bugünlere gelmemde en büyük katkıları olan canım aileme her zaman ve sonsuza dek teşekkür ederim.

Halima TAMALI

Haziran 2024, Ankara

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	iii
TEŞEKKÜR	v
İÇİNDEKİLER	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ	ix
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2. 1. Türkiye ve Cezayir'deki Arıcılık Durumu	3
2. 1. 1. Türkiye'de Arıcılık	3
2. 1. 1. 1. Arıcılık için doğal potansiyel	3
2. 1. 1. 2. Arıcılığın gelişimi	8
2. 1. 1. 3. Gezgin Arıcılık	9
2. 1. 2. Cezayir'de Arıcılık	10
2. 1. 2. 1. Arıcılık için doğal potansiyel	10
2. 1. 2. 2. Arıcılığın gelişimi	15
2. 1. 2. 3. Gezgin Arıcılık	17
2.2. <i>Nosema</i> enfeksiyonu ya da nosemosis	17
2. 2. 1. <i>Nosema apis</i> enfeksiyonu	19
2. 2. 2. <i>Nosema ceranae</i> enfeksiyonu	20
2. 2. 3. <i>Nosema</i> Enfeksiyonuna Neden Olan Koşullar	21
2. 2. 4. <i>Nosema</i> Enfeksiyonun Tedavisi ve Kontrolü	21
2. 2. 5. Literatürde <i>Nosema</i> spp. İle İlgili son çalışmalar	22
3. DENEYSEL ÇALIŞMALAR	24
3. 1. Anket	25
3. 2. Türkiye'nin ve Cezayir'in bölgeleri seçilmesi	34
3. 3. Arı örneklerinin toplanması	34
3. 4. <i>Nosema</i> spp. Teşhisi	36

3. 4. 1. Spor sayımı metodu ile <i>Nosema</i> spp. teşhisi	36
3. 4. 2. Moleküler yöntemiyle ile <i>Nosema</i> spp. Türlerinin tanımlaması	38
4. SONUÇLAR	40
4. 1. Anket	40
4.1.1. Koloni kayıpları.....	40
4.1.2. <i>Varroa</i> tedavi/bakımı	40
4.1.3. <i>Nosema</i> tedavi/bakımı	41
4.1.4. Başka arıcılık bilgileri	42
4. 2. <i>Nosema</i> teşhisi	44
4. 2. 1. Mikroskopik analizleri	44
4. 2. 2. Moleküler Analizler.....	48
5. TARTIŞMA.....	50
6. KAYNAKLAR.....	56
EKLER	66
EK 1 - Tezden Türetilmiş Yayınlar	66

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3. 1. PCR analizi için kullanılan <i>Nosema apis</i> ve <i>N. ceranae</i> primerleri.....	39
Çizelge 4. 1. Her ülkenin ankete katılan illeri ve arıcı sayısı	43
Çizelge 4. 2. Türkiye illerine göre ortalama <i>Nosema</i> spp spor sayısı.	45
Çizelge 4. 3. Cezayir illerine göre ortalama <i>Nosema</i> spp spor sayısı.	46
Çizelge 4. 4. Türkiye bölgelerine göre istatistik analizleri.	46
Çizelge 4. 5. Cezayir bölgelerine göre istatistik analizleri.....	46
Çizelge 4. 6. İki ülkenin mikroskopik ve PCR analizlerinin en önemli sonuçlarının karşılaştırılması	49

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2. 1.	Türkiye'deki iklim tipleri	4
Şekil 2. 2.	Anadolu bal arısı (<i>Apis mellifera anatoliaca</i>)	5
Şekil 2. 3.	Kafkas bal arısı (<i>A. mellifera caucasica</i>).....	6
Şekil 2. 4.	Karniyol bal arısı (<i>A. mellifera carnica</i>)	6
Şekil 2. 5.	İran bal arısı (<i>Apis mellifera meda</i>)	7
Şekil 2. 6.	Suriye bal arısı (<i>A. mellifera syriaca</i>).....	8
Şekil 2. 8.	<i>Saccocalyx satureioides</i> , Cezayir bozkır bölgesinin arıcılık için en önemli bitki türüdür.	11
Şekil 2. 9.	Cezayir'deki iklim tipleri	12
Şekil 2. 10.	Tell bal arısı (<i>Apis mellifera intermissa</i>)	13
Şekil 2. 11.	Sahra bal arısı (<i>Apis mellifera sahariensis</i>).....	14
Şekil 2. 12.	<i>Apis mellifera</i> ırklarının Cezayir'in farklı bölgelerindeki dağılımı	14
Şekil 2. 13.	<i>Anacyclus valentinus</i> çiçeği.....	16
Şekil 2. 14.	Nosemosisin bazı belirtileri.....	18
Şekil 2. 15.	Işık mikroskop altında <i>Nosema apis</i> ve <i>N. ceranae</i> sporları	19

1. GİRİŞ

Bal arıları, bal ve diğer arı ürünlerini üretmenin yanı sıra ekolojik açıdan da önemli bir rol oynamaktadır. Ekosistemin dengesinin korunmasına yardımcı olan zincirde önemli bir halkayı oluşturmaktadırlar. Arıların yok olması durumunda birçok bitki üreyemeyecek ve zamanla yok olacaktır. Arıların yokluğu sadece bitkilerin yaşamını etkilemekle kalmaz, aynı zamanda insan besin zincirindeki birçok hayvanın neslinin tükenmesine neden olmaktadır [1].

Arıların ekosistemdeki öneminin yanı sıra küresel arı popülasyonunun birçok nedenden dolayı son yıllarda hızla azaldığı görülmektedir. Arıları tehdit eden problemlerden yaygın olanları enfeksiyonel ve paraziter hastalıklardır. En tehlikeli paraziter hastalıklardan biri, tüm dünyada geniş bir yayılımı temsil eden yetişkin bir bal arısı hastalığı olan Nosemosis hastalığıdır [2].

Nosemosis enfeksiyonunu meydana getiren etken tek hücreli fungus mikrosporidi sınıfına ve nosimatida ailesine ait olan *Nosema* spp. isimli hücre içi bir parazittir [3]. Moleküler araştırmalara dayanan yakın tarihli bir çalışma, *Nosema* cinsinin *Vairimorpha* cinsi ile yeniden tanımlanmasını önermektedir [4]. *Nosema* spp cinsinin daha çok bilinmesi, halen kullanımda olması ve yeni adının bilimsel tartışmalarda kullanılması nedeniyle bu tezde *Nosema* spp. olarak ifade edilecektir.

Nosema'nın *Apis mellifera* L.'yi etkileyen ve bölgelere göre farklı prevalansa sahip *Nosema apis* ve *Nosema ceranae* olmak üzere iki farklı türü vardır [5].

N. ceranae'nin *N. apis*'den farklı olarak yılın her mevsiminde canlılığını sürdürebilme özelliğiyle *N. apis* ile rekabette daha baskın olduğu arılarını daha şiddetli bir şekilde etkilediği gözlemlenmektedir [6]. Bu sebeple, *Apis mellifera*'nın farklı ırklarında *N. apis*'in yanında *N. ceranae*'nin enfeksiyonundan etkilendiğine dair son yıllara ait pek çok çalışma yapılmaktadır. Ayrıca bazı araştırmalar, bir ülkenin iklim özellikleri gibi çevresel faktörlerin *Nosema ceranae* ve *N. apis*'in dağılımını etkilediğini belirlemeye çalışmaktadır.

Bu tez çalışması, Türkiye ve Cezayir'deki farklı *A. mellifera* ekotiplerinde *N. apis* ve *N. ceranae* enfeksiyonunu etkileyen faktörler inceleyerek hastalığın prevalansı belirlemek amaçlanmıştır.

Üstelik literatürü incelendiğinde Cezayir’de *Nosema* ve nosemosis üzerine yapılan akademik çalışmalar pek çok olmadığından tez çalışmasının bu eksiği tamamlamakta katkıda bulunacağı düşünülmektedir.

Bununla birlikte, bu tez çalışması, iki ülke arasında nosemosis’in oranını doğrudan ya da dolaylı bir şekilde etkileyebilen kültürel, doğal ve sosyoekonomik farklılıkları incelenmesiyle Cezayir’de elde edilecek sonuçlar ve Türkiye’deki yapılan çalışmalarla karşılaştırmalı bir etüt olarak kabul edebilmektedir.

Bu çalışmanın gerçekleştirildiği metodolojik vizyonun ilkeleri aşağıdaki gibidir:

- Türkiye’nin ve Cezayir’in örnekleme bölgelerinin seçilmesi
- Arıcılığın durumu, arıcılıkta kullanılan yöntemleri, hastalığını tanıma ve mücadele yöntemleri gibi soruların yer aldığı anket çalışması
- Arı örnekleri toplanması
- Hem Türkiye’de: Hacettepe Üniversitesi Arı Sağlığı Laboratuvarı ve Ankara Üniversitesi Böcek Morfolojisi ve Moleküler Sistematiği Laboratuvarlarında hem de Cezayir’de: Cezayir Kouba Yüksek Normal Okulu (ENS-Kouba) Biyoloji ve Hayvan Fizyolojisi Laboratuvarı’nda bulunan iki yöntem, spor sayımı belirlemek için hemositometri (mikroskopik inceleme) ve ardından *Nosema* türleri tanımlamak için moleküler metodu uygulanarak *Nosema* spp.tanımlanması
- Surveyden ve laboratuvarından elde edilen sonuçların analiz edilmesi.

2. GENEL BİLGİLER

2. 1. Türkiye ve Cezayir'deki Arıcılık Durumu

Arı yetiştirme anlamına gelen arıcılık, antik çağlardan beri dünya çapında yaygın olarak uygulanmaktadır. Tüm kıtalarda uygulanmakta olan bu faaliyet, iklime, bitki örtüsüne, arı ırklarına ve ekonomik gelişme seviyelerine göre farklılık göstermektedir.

2. 1. 1. Türkiye'de Arıcılık

Türkiye'de arıcılık, ülkenin farklı iklim ve bitki örtüsüne sahip bölgelerinde uzun bir geçmişe ve zengin geleneklere sahiptir. Rize'nin Anzer balı gibi dünyaca ünlü bal türleri, bu çeşitliliğin bir örneğidir. Türkiye, dünya bal üretiminde önemli bir yere sahip olup, Ege, Karadeniz ve Doğu Anadolu bölgelerindeki yüksek kaliteli üretim bu başarının temel taşlarını oluşturur. Arıcılık hem geleneksel yöntemlerle, hem de modern, bilimsel ve teknolojik yaklaşımlarla yapılmaktadır. Yayılcılık gibi uygulamalar, bal kalitesini ve miktarını artıran önemli yöntemlerdendir. Arıcılık sektörü, pestisit kullanımı ve koloni çöküşü bozukluğu gibi zorluklarla karşılaşsa da, hükümet desteği ve araştırma projeleri bu sorunların aşılmasına yardımcı olmaktadır. Teşvikler, eğitim programları ve araştırmalar, sürdürülebilir ve verimli arıcılığın devamını sağlamaktadır. Bal ve diğer arı ürünleri, Türk ekonomisinde ve mutfağında önemli bir yere sahiptir ve yerel festivaller ile kültürel etkinliklerde kutlanmaktadır. Bu festivaller, yerel üreticilere ürünlerini tanıtmaya ve satmaya fırsatı sunar, arıcılığın kültürel değerini pekiştirir. Türkiye'de arıcılık, ekonomik ve kültürel açıdan büyük önem taşır ve gelecekte de gelişmeye devam etmesi beklenmektedir. [7,8].

2. 1. 1. 1. Arıcılık için doğal potansiyel

Türkiye, kuzeyde Karadeniz, batıda Ege ve güneyde Akdeniz ile çevrili, Avrupa ve Asya arasında bir köprü oluşturmaktadır. Kuzeydoğuda Kafkas dağları, güneydoğuda ise Ortadoğu ile çevrilidir. Türkiye dağlık bir ülkedir ve birçok nehir, göl ve barajı bulunmaktadır. İklim subtropikalden kurak yayla bozkırlarına kadar uzanır [9]. Kıyı

bölgelerinde sıcak ve kurak yazlar ile ılık ve yağışlı kışların yaşandığı Akdeniz iklimi hüküm sürerken, iç bölgelerde sıcak yazlar ve soğuk, karlı kışlarla karakterize edilen karasal bir iklim hakimdir. Karadeniz kıyısı ise yıl boyunca yüksek nem ve yağışla ılıman bir iklime sahiptir. Bu iklim çeşitliliği, çok çeşitli tarımsal faaliyetleri ve biyolojik çeşitliliği desteklemektedir [10].



Şekil 2. 1. Türkiye'deki iklim tipleri

<https://www.derssarayi.com/turkiyenin-iklimi-detayli-konu-anlatimi/>

Türkiye, çeşitli ve zengin bir floraya sahiptir [7]. Yaklaşık 10.000 bitki türü vardır ve bunların 3.506'sı bu ülkeye endemiktir. Yaklaşık 500 tanesi bal arıları için büyük miktarda nektar ve polen sağlar [11]. Türkiye'nin her ilinde arıcılık yapılmaktadır. Akdeniz kıyısında: sonbaharın sonundan ilkbahara kadar, *Erica* spp., *Eriobotrya japonica* (yeni dünya), *Prunus amygdalus* (badem), *Citrus* spp.; İlkbaharda dağlar ve yaylalarda: *Trifolium* (üçgül), *Thymus* (kekik), *Astragalus* (geven) ve *Salvia officinalis* (adaçayı); Trakya bölgesinde: *Helianthus annuus* (ay çiçeği); Güney (Güneydoğu ve Doğu) bölgelerinde: *Gossypium* spp., bal arıları için en önemli nektar ve polen kaynağı olarak görülmektedir. Bunun yanında, güneybatı bölgesinde, çam ağaçları ve *Marchalina hellenica* (pamuklu koşnil) bol miktarda önemli nektar kaynağı

oluşturmaktadır. Ek olarak, doğada yabani olarak büyüyen *Acacia* spp., *Tilia* spp., *Rhodendron* spp., *Castanea sativa* gibi arıcılık için önemli katkı sağlayan ağaçlar bulunmaktadır [12,11].

Floradaki bu zenginliğin yanı sıra Türkiye'de bal arısı *Apis mellifera*'nın en az beş farklı ırkı vardır [13]:

***Apis mellifera anatoliaca*:** Türkiye'de İç Anadolu bölgesinde geniş bir yayılıma sahiptir. Bu arılar genellikle açık kahverengi renge olup boyutları küçüktür. Bu arıların en önemli özelliği Anadolu coğrafyasına ve iklimine çok iyi uyum sağlamalarıdır. Kış koşullarına ve hastalıklara karşı daha dayanıklıdırlar [14,15]. Bu nedenle Türkiye'nin farklı bölgelerine adapte edilmiş birçok ekotipleri vardır. En yaygınları; Muğla, Trakya ve İç Anadolu ekotipleridir [16,17].

***A. mellifera caucasica*:** Türkiye'nin kuzey doğusunda görülen ikinci önemli bal arısıdır. Doğu Anadolu platosunda ve Kafkasya'nın sınır bölgelerinde görülürler. Yaylalara ve soğuk iklimlere uyum sağlarlar. Koyu gri renkli ve diğer arı ırkları arasında en uzun dile sahiptirler. Yaz aylarında daha güçlü koloniler oluştururlar. Bol propolis kullanan bu arıların üretebilecekleri balın verimi Anadolu bal arılarından çok daha üstündür. Bu arıların *Nosema* hastalığına duyarlı oldukları tespit edilmiştir [18,14].



Şekil 2. 2. Anadolu bal arısı (*Apis mellifera anatoliaca*)

<https://www.ariciyim.com/anadolu-ari-irki>



Şekil 2. 3. Kafkas bal arısı (*A. mellifera caucasica*)

<https://www.anzerbali.com.tr/kafkas-ana-ari.shtm>

A. mellifera carnica: Gri arılar da denen *A. mellifera carnica* arıları Türkiye'nin Karadeniz bölgesinde yaygın olarak bulunurlar. İnce ve uzun dilleri vardır. En sakin arı ırklarındır. Yavru verimleri çok iyi olan bu arılar daha az propolis kullanırlar. Bunun yanında, sert iklim koşullarında çok iyi bir kışlama becerisine sahiptirler. Yavru hastalıklarına duyarlı olmadıkları gözlemlenmiştir [14].



Şekil 2. 4. Karniyol bal arısı (*A. mellifera carnica*)

<https://www.anaari.gen.tr/karniyol-arisi-davranis-ozellikleri/>

A. mellifera meda - *A. mellifera syriaca*: İran bal arısı olarak bilinen *Apis mellifera meda*, nemli kıyılardan kurak iç bölgelere kadar farklı iklimlerde yetişir. Sakin ve güçlü bir oğul verme eğilimi ile karakterizedir, orta düzeyde bal verimliliği ve belirli bir hastalık direnci sunar, bu da onu çeşitli çiçek ortamlarında dayanıklı kılar. Buna karşılık, *Apis mellifera syriaca* veya Suriye bal arısı, yazları sıcak ve kurak, kışları ılık ve yağışlı olan Akdeniz iklimine uyum sağlamıştır. Bu alt tür, agresif savunma davranışı, yüksek uyum yeteneği ve zorlu koşullara dayanıklılığıyla tanınır; bölgesel kır çiçekleri ve çalılardan iyi bal verimi üretirken yerel zararlılara ve hastalıklara karşı da güçlü bir direnç gösterir. Bu alt türlerle çalışan arıcılar, koloni sağlığını ve üretkenliğini optimize etmek için belirli davranış özelliklerini yönetmeli ve etkili hastalık kontrolü sağlamalıdır. *A. mellifera meda* Anadolu'nun güneydoğusunda, *A. mellifera syriaca* ise Anadolu'nun güneybatısında bulunur. [19,20].



Şekil 2. 5. İran bal arısı (*Apis mellifera meda*)

http://daroosazanebaldar.com/index.php?id_product=17&controller=product&id_lang=

[4](#)



Şekil 2. 6. Suriye bal arısı (*A. mellifera syriaca*)

<https://turkiyeyabanhayati.org/species/detail/apis-mellifera-syriaca-skorikov-1829>

2. 1. 1. 2. Arıcılığın gelişimi

Arıcıların sayısı ve arı kovanlarının varlığı

Türkiye'deki arıcılık faaliyetleri son yıllarda kayda değer bir ilerleme göstermiştir. Neredeyse Türkiye'nin bütün şehirlerinde arıcılık birlikleri bulunmakta olup, bu birlikler 2003 yılından beri kurulan Türkiye Arı Yetiştiricileri Merkez Birliği (TAB) altında toplanmaktadır. Ayrıca her arıcının, üretim yapabilmek ve bu sırada oluşabilecek sorunları kontrol edebilmek için bir kimlik numarası alması gerekmektedir [21]. 2023 yılında, TAB altında kaydedilmiş olan üye sayısı 70741 dir [22].

Türkiye, dünyada çok sayıda arı kovanına sahip ülkeler arasında sayılmaktadır ve sahip olunan kovan sayısı arıcılığın gelişimi hakkında bilgi vermektedir [18]. Arı kolonilerinin sayısı 2000-2002 arasında 4,2 milyon iken 2013 yılında 6,6 milyona ulaşmıştır [23]. Bu sayı artmaya devam ederek 2019 yılında 8,1 milyondan 2022 yılında 8,9 milyona 2023 yılında ise 9,2 milyona ulaşmıştır [24,25]. Türkiye'de arıcılıkta en çok Langstroth tipi kovanlar kullanılmakta olup geleneksel kovanların oranı sadece %2,45'dir [14].

Arı Ürünleri ve Arıcılığın Ülke Ekonomisindeki Yeri

Türkiye'de en önemli arı ürünü baldır. Bal üretiminde, 2016'dan 2020'ye kadar olan dönemde artışların ve azalışların gözlendiği bir dalgalanma yaşamıştır. 2017'de 114.471

ton ile zirveye ulaşan bal üretimi, 2020 yılında gerileyerek 104.077 ton ile en düşük üretim olarak kaydedilmiştir [26]. Ayrıca, 2016-2019 yıllarında yıllık bal üretiminin 105.727-109.330 ton arasında olduğu bildirilmektedir [27]. Bal üretimi 2020 yılında 104.077 tona, 2021 yılında ise 96.344 tona inmeye devam etmişken 2022 yılında ise 118.297 tona yükselmiştir. Türkiye’de bal üretim miktarı 2023 yılında bir önceki yıla göre yaklaşık % 2,6 oranında (114.886) azalmıştır [28].

Türkiye farklı lezzet, renk ve aroma ile çok çeşitli bal çeşitleri sunmaktadır [11]. Bu bal çeşitleri yonca, Anzer¹, kestane, deli², ökalıptus, ıhlamur, nane, portakal, çam, kuşdili/biberiye, ayçiçeği ve kekik balı olarak sıralanmaktadır [29]. Ayrıca, dünya çam balı üretiminin %85’lik kısmı Türkiye’de üretilmektedir [30].

Türkiye piyasasında bal, süzme ve petek bal olarak iki şekilde sunulmaktadır. 2022 yılında, bal ihracatı 1.813.710 kg petek bal ve 15.433.808 kg süzme bal olarak kaydedilmiştir. Bal ithalatı ise 16.467 kg petek bal ve 41.774 kg süzme bal olarak bildirilmiştir. Aynı yıl hem süzme bal (6.746.886 kg) hem de petek bal (732.742 kg) ihracatının büyük bir kısmı ABD’ye yapılmıştır [31].

Balmumu, polen, propolis, arı sütü, arı zehri, oğul, ana arı ve arı kovanları da Türkiye arıcılığı ekonomisinin bir parçasıdır [32].

2022 yılında Türkiye balmumu üretimi 4.165 ton civarında kaydedilmiştir [26]. Polen, arı sütü, propolis ve arı zehri gibi diğer arı ürünlerinin yıllık üretimi hakkında yeterli veri bulunmamaktadır.

2. 1. 1. 3. Gezgin Arıcılık

Türkiye’de gezgin arıcılık yaygın olup, arıcılar yeterli ve istenilen bal üretimine ulaşmak için kovanlarını bir yerden başka bir yere nakletmektedir [33]. Gezgin arıcılık ilk olarak yaklaşık 35-40 yıl önce Karadeniz bölgesinden başlamıştır [7]. Genellikle ilkbaharda narenciye ve kekik, yaz aylarında; pamuk, Haziran ayında ormanlık alanlarına, ağustos ayında yonca ve ayçiçeği yetiştirilen alanlara gidilirken Eylül ve Ekim aylarında çam ormanlarına geçiş yapılmaktadır [34].

¹ Anzer balı, Türkiye’nin en pahalı balıdır, Rize’de bulunan Anzer yaylasında üretilir [116].

² "deli" balı, balı zehirli yapan yüksek oranda grayanatoksin içeren rododendron bitkilerinden nektar alınarak üretilir [29].

Türkiye'deki toplam bal üretiminin % 80'i gezginci arıcılık tarafından sağlanmaktadır [35], ve toplam bal arısı kolonilerinin yaklaşık % 75'i bu uygulamada kullanılmaktadır. Bu durum ülkeye önemli bir gelir sağlamaktadır. Uzun mesafeli gezginci arıcılıktan sonra ortaya çıkan ortalama bal verimi koloni başına 30 kg'a ulaşabilmektedir [36]. Ancak, gezginci arıcılığın birçok arıcılık sorununun ana nedeni olduğu bildirilmektedir. Bu durumun dirençli *Varroa* akarlarının ve başka hastalıkların ziyaret edilen bölgelerdeki diğer kolonilere bulaşarak büyük koloni kayıplarına neden olmasının yanı sıra arı ırklarının doğal genetik çeşitliliğini ciddi şekilde etkilediği belirtilmektedir [37].

2. 1. 2. Cezayir'de Arıcılık

Cezayir'de arıcılık, kökleri geçmişe dayanan önemli bir kültürel uygulamadır. Ülkenin farklı iklim bölgelerinden faydalanması nedeniyle çeşitli bal türleri üretilmektedir. Cezayirli arıcılar, okaliptüs, portakal çiçeği ve kır çiçeği balı gibi ülkenin bitki örtüsünü yansıtan ballar üretmektedir. Cezayir hükümeti, arıcılığı desteklemek için eğitim programları ve hastalıklar ve pestisitler gibi zorluklarla mücadele çabaları da dahil olmak üzere üretim ve kaliteyi artırmayı amaçlayan girişimler yürütmektedir. Modern tekniklerin geleneksel yöntemlerle birlikte giderek daha fazla benimsenmesi verimliliği artırmaktadır. Arıcılık sektörü, kırsal kalkınmaya katkı sağlamakta ve özellikle küçük ölçekli çiftçilere ekonomik fırsatlar sunmaktadır. Cezayir'in arıcılık sektörü, iklim değişikliği ve pazar rekabeti gibi zorluklarla karşı karşıya olmasına rağmen devam eden yatırımlar ve araştırmalarla büyüme potansiyeli göstermektedir. Bal ve diğer arı ürünleri, yerel mutfağın ve sağlık uygulamalarının ayrılmaz bir parçasıdır ve bunların Cezayir toplumundaki değerini daha da vurgulamaktadır [38].

2. 1. 2. 1. Arıcılık için doğal potansiyel

Kuzey Afrika'da yer alan Cezayir, 2,4 milyon km²'lik alanıyla Afrika kıtasının en büyük ülkesidir. 4000 bitki türü içermekte olup kuzeydeki Teller, Bozkır ve Sahra olmak üzere üç coğrafi bölgesi bulunmaktadır. Ülkenin %5'ini kaplayan Tel, Akdeniz sahilin 1600 km'sine yayılmıştır ve iç kısımlara doğru birçok ova ve Tellian atlasının farklı dağlarını içermektedir. %10'u endemik 2500 tür ile ülkenin en çeşitlendirilmiş florasını sunmaktadır. Örneğin; *Brassicaceae* ailesinin *Erysimum cheiri* türü ve *Asteraceae* ailesinin *Hypochaeris saldensis*'i, Bejaia bölgesindeki Gouraya Milli Parkı'nın iki

endemik türüdür [33]. Okaliptus (*Eucalyptus camaldulensis* ve *E. globulus*), portakal ağaçları (*Citrus spp.*), Ayçiçeği (*Helianthus annuus*), *Trifolium* türleri, *Hedysarum coronarium*, *Rosmarinus officinalis* ve kekik (*Thymus sp.*) gibi pek çok ağaç ve yabani bitkiler, arılar için nektar ve polen sağlamaktadır. Ayrıca, çam ağaçları da dâhil olmak üzere doğal ormanlar, arılar için iyi bir kaynaktır ve tüm yıl boyunca bal elde etmek mümkündür [34, 35].

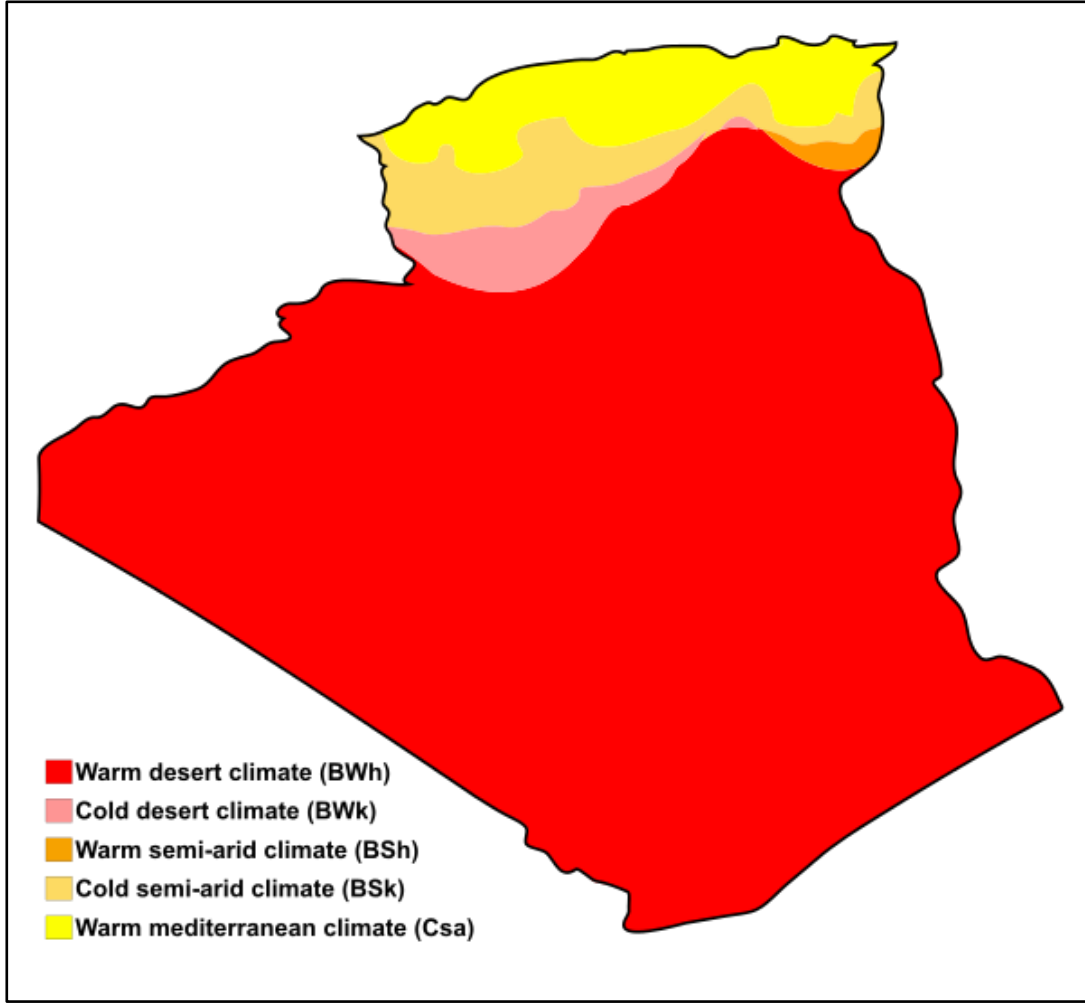
Tellian atlasının güney tarafını geçtikten sonra, bozkır bulunmaktadır. Arazinin yaklaşık %15'ini kaplayan bozkır 600-1200 m arasında değişen rakımları içermektedir. 1100 endemik türü ile Telden daha az zengin bir bitki örtüsüne sahiptir. Örneğin; *Saccocalyx satureioides* (stepik kekik).



Şekil 2. 7. *Saccocalyx satureioides*, Cezayir bozkır bölgesinin arıcılık için en önemli bitki türüdür.

<https://algerianativeplants.net/html-eng/plante-algerie-inventaire.php?char=S>

Sahra Atlası'nın güney tarafını geçtiğimizde, Sahra bulunmaktadır. Cezayir topraklarının %80'ini kaplayan ve 600 tür ile daha az zengin bitki örtüsüne sahip Sahra, arıcılık için daha az elverişlidir. Öte yandan, endemik bitkilerin oranı (%25) yüksektir. En çok bilinen endemik bitki türleri de: *Myrtus nivellei* ve *Olea europea subsp. Lapperrinei*'dir [33].



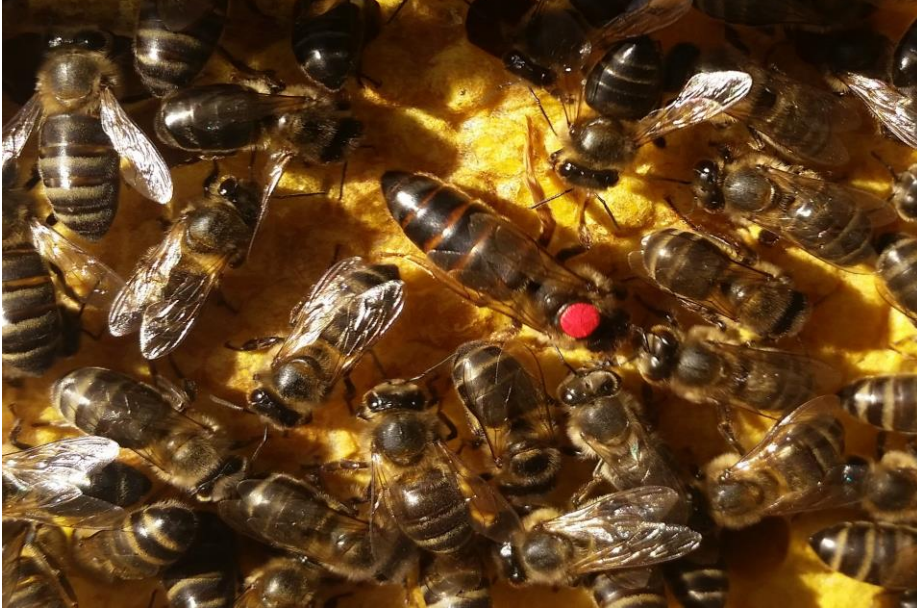
Şekil 2. 8. Cezayir'deki iklim tipleri [39].

Arı ırklarının varlığı incelendiğinde Cezayir'de iki önemli arı türü vardır, bunlar; *Apis mellifera intermissa* ve *A. mellifera sahariensis*.

A. mellifera intermissa (Tellian arıları) Tellian Atlas Dağları'na nispeten Tellian arısı olarak adlandırılan ve Kuzey Afrika kıyılarına yerleşen eski Fenikelilere kıyasla kimileri tarafından "Fenike arısı" olarak da adlandırılan, Cezayir, Fas ve Tunus'un kuzey bölgelerine yayılan bir arı ırkıdır. Diğer arı cinslerine göre orta boy bir arıdır ve rengi siyahtır [40].

“Genel olarak, oğul verme döneminde 100'den fazla ana arı gözü yapar ve diğer Akdeniz ırklarında da yapılan bir gözleme göre, birilerinden döllemesine kadar birkaç ana arı bir arada yaşayabilirler. Koloniler, bazen bir sezonda yedi kez, çok fazla oğul yapar. Hırçın arılardır ve güçlü bir savunma karakterine sahiptirler. Ayrıca, çok fazla

propolis yaparlar” [41]. Üstelik iyi bir bal verimi ile karakterize edilir [42]. *A. mellifera intermissa*, yavru hastalıklarına karşı çok duyarlıdır ancak ergin hastalıklara ise daha iyi direnç gösterir [43].



Şekil 2. 9. Tell bal arısı (*Apis mellifera intermissa*)

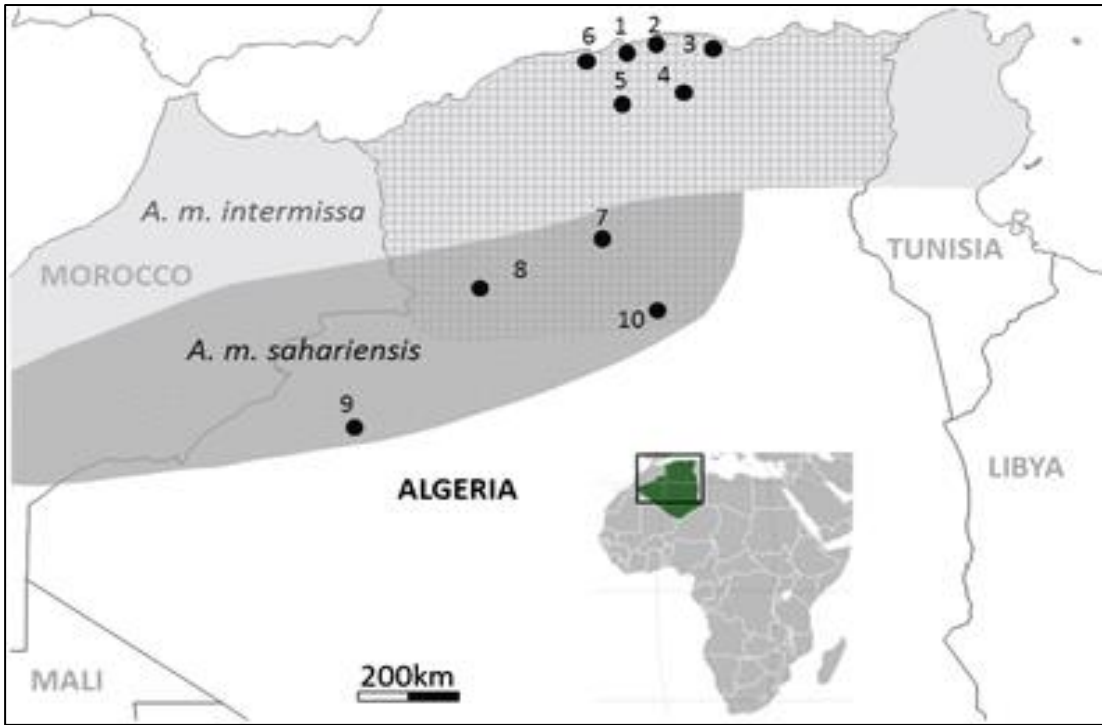
https://www.wikiwand.com/en/Apis_mellifera_intermissa

A. mellifera sahariensis (Sahra arısı) Cezayir ekonomisine katkısının düşük olması nedeniyle en tehdit altında olan arı ırkıdır. Tozlaşma aktivitesi ihmal edilebilir düzeyde değildir ve bilimsel ilgisi esas olarak Sahra'nın çöl iklimine uyum sağlama yeteneğinde bulunmaktadır [40]. Bu arı, güney Fas ve batı Cezayir'in vahalarında yayılır. Doğu Cezayir Sahra'nın vahalarında da *A. m. intermissa* görünmüştür. -8 ° ila 50 ° arasında değişen sıcaklıklarda, zor hava koşullarında hayatta kalabilir. Koloniler çok kalabalık değildir. *A. m. sahariensis*, *A. m. intermissa* 'den daha küçüktür. Nadiren oğul verir, birkaç ana arı gözü yapar ve oğul sırasında döllenen ana arılar ortadan kaldırılır. Ayrıca, koloni az propolis yapar. Biraz agresif olmasına rağmen çok savunmacı değildir. Rengi sarı ve bal üretimi yüksektir [41].



Şekil 2. 10. Sahra bal arısı (*Apis mellifera sahariensis*)

https://species.wikimedia.org/wiki/Apis_mellifera_sahariensis



Şekil 2. 11. *Apis mellifera* ırklarının Cezayir'in farklı bölgelerindeki dağılımı [44].

2. 1. 2. 2. Arıcılığın gelişimi

Arıcıların Sayısı ve Arı Kovanlarının Varlığı

2000 yılında kurulan Devlet Tarımsal Kalkınma Planı (N.P.A.D.) ile Cezayir'de arıcılık belli bir gelişme yaşamıştır.

- 2000-2008 döneminde arıcılık sektörü, bu plan sayesinde önemli bir gelişme kaydetmiştir; örneğin, arı kovanlarının sayısı, 2000 yılında 360.000'den 2008'de yaklaşık bir milyon koloni seviyesine yükselmiştir. Böylece bal üretimi üçe katlanmış; 2000 yılında 1050 ton dan 2008'de 3300 ton a çıkmıştır [45].

- Ek olarak, çok sayıda geleneksel kovan modern kovanlara değiştirilmiştir; 2000 yılında geleneksel kovan sayısı 95.000 iken, 2008 yılında 25.000'e düşmüştür [45].

- Ülkede uygulanan Tarımsal ve Kırsal Yenileme (ARR) stratejisi, arıcılık sektörünün gelişimine katkıda bulunmuştur. Kolonilerin sayısı 2008-2014 yılları arasında %30'dan fazla artarak 1,3 milyona yükselmiştir. Aynı dönemde bal üretimi 6000 ton civarında olduğu tahmin edilmektedir. Ayrıca, arı ürünlerinin çeşitliliği de arttırılmıştır (polen, arı sütü, propolis, balmumu) [45].

Ülkenin İnsan Kapasitesi Geliştirme ve Teknik Yardım Programı (HCBTA) çerçevesinde farklı kurumlar tarafından verilen 40.800'den fazla arıcılık eğitimi başlatılmıştır. Bu, ülkenin 48'den 43 şehrinde (farklı jeo-iklimsel ve tarımsal bölgelerde mevcut olan: dağ ormanları, bozkır ve Sahra bölgelerinde bulunan) 40.000'den fazla arıcı yetiştirilmiştir [45,46].

Langstroth kovan tipi Cezayir'de kullanılan en modern kovandır. Bu tip arı kovani, arıları rüzgar ve sıcak havalardan (özellikle ılık bölgelerde) korumak ve daha iyi bir bal üretimi sağlamak için bazı değişikliklerden geçirilmiştir. Cezayir'de sıcaklıkların çok yüksek ve rüzgarların şiddetli olduğu çöl bölgelerinde, taş ve kilden yapılmış geleneksel kovanlar da bulunmaktadır [47].

Arı Ürünleri ve Arıcılığın Ülkenin Ekonomisinde Yeri

Cezayir'de de balın diğer kovan ürünlerine göre en önemli ve en çok tüketilen ürün olduğu tespit edilmiştir. Cezayir'de 10-12 çeşit bal bulunmaktadır; en önemlileri: okaliptus balı, portakal balı (Cezayir'deki en ucuz bal), yabani havuç balı, beyaz yonca balı, lavanta balı, yabani çilek balı, dağ balı, çeşitli çiçek balıdır.

Ancak, bu sayının daha fazla olduğunu doğrulayanlar var; Sahra arıcılarına atıfta bulunularak, kekik balı, pelin balı (*Artemisia* sp.), *Anacyclus valentinus* (Şekil 2. 13.) balı, *Thapsia garganica* balı, *Euphorbia helioscopia* balı, *Peganum harmala* balı, *Aristida pungens* gibi yaklaşık sekiz çeşit bal üretirler. Bal çeşidi sayısı 20'den fazladır [48].



Şekil 2. 12. *Anacyclus valentinus* çiçeği.

[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Anacyclus_valentinus_\(herba_de_boligs\)_16437428587\).jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Anacyclus_valentinus_(herba_de_boligs)_16437428587).jpg)

Sedir (*Ziziphus lotus*) balı Cezayir'deki en pahalı ve ünlü baldır. Bunun nedeni, sağlık yararlarının yanı sıra, sedir ağaçlarının çölde daha fazla yayılması nedeniyle arıcıların kovanlarını uzun mesafelere taşımalarını gerektirir. Bu nedenle, nakliyesi ve arazi kiralaması çok masraflı olmaktadır [48].

Cezayir'de bal üretimi son on yılda artış kaydedilmiş olup 2020 yılında 7.442 tona ulaşırken, bireysel yıllık tüketimi 176 g geçmediği görülmüştür. Bunun sebebinin çoğunlukla tedavi amacıyla kullanılması olarak rapor edilmiştir [49].

Bal üretiminin yeterli bulunmadığından Cezayir, farklı ülkelerden bal temin etmektedir. En çok ihracatçı ülkeler: Suudi Arabistan, Tayland, Türkiye, ABD, Almanya, Bulgaristan ve Macaristan [50].

Balın yanı sıra balmumu, polen, propolis ve arı sütü gibi diğer arı ürünleri de üretilmektedir, ancak üretimin miktarı çok düşüktür, üretim yapan arıcılar ise daha çok kendi ihtiyaçları için kullanır [50].

Cezayir ayrıca balmumu, arı kovanı odunu, arıya özgü veterinerlik ürünleri ve biyolojik malzemeleri de (ana arı, oğul) ithal etmektedir [50].

2. 1. 2. 3. Gezgin Arıcılık

Sektörün son yıllarda hükümet programları ve arıcıların çabaları sonucu gelişmesi, arı ürünlerinin üretimi ve çeşitliliğinin artmasına neden olmuştur; arıcılar yılda sekiz kez yer değiştirmektedir [51].

Bununla birlikte, bu imkanın sunduğu ürünlerin kalitesine rağmen, sınırlı (kaynak ve profesyonellik eksikliği) ve kötü organize edilmesi (aynı sahalarda aşırı yüklenme) nedeniyle bu uygulama pahalı bir uygulamadır [45].

Dünya çapında arı popülasyonları son yıllarda pek çok nedenden dolayı giderek azalmaktadır. Arıları tehdit eden sorunlardan biri enfeksiyonel ve paraziter hastalıklarıdır.

En tehlikeli paraziter hastalıklarından tüm dünyaya yayılmış olan ergin arılara zarar veren bulaşıcı hastalık olarak tanımlanan noseosis hastalığıdır [52].

2.2. Nosema enfeksiyonu ya da noseosis

Tüm dünyada yayılım gösteren noseosis, sindirim sistemini etkileyip akut ishale neden olan, arının ölümüne ve birçok işçi arının etkilenmesi durumunda koloni kaybına neden olabilen ergin bal arıların hastalığıdır [53].



Şekil 2. 13. Nosemosisin bazı belirtileri.

https://www.researchgate.net/figure/Symptoms-of-Nosemosis-a-Apis-mellifera-bees-with-swollen-abdomen-b-Dead-bees-c-Healthy_fig1_343008339

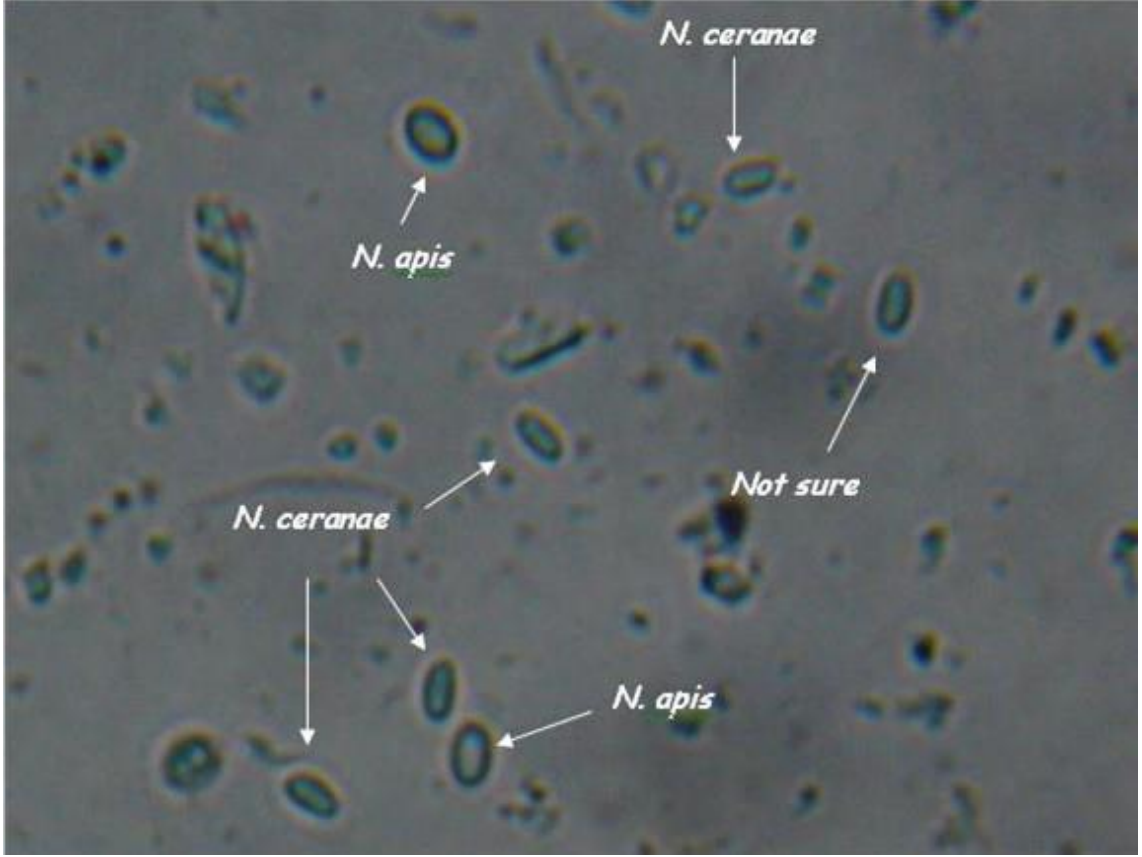
Nosemosis etkeni tek hücreli fungus, *mikrosporidia* sınıfına *nosimatidae* ailesine ait olan *Nosema* spp. isimli hücre içi bir parazittir [3].

Günümüzde *Apis mellifera*'da tanımlanan iki *Nosema* türü vardır: *Nosema apis* ve *N. ceranae* [5].

N. apis neredeyse bir asırdır iyi bilinirken *N. ceranae* *A. mellifera*'da 2006 yılında tanımlanmıştır [54].

Her iki türü kuluçka dönemi uzun olan hastalığın direnç ve yayılma şeklini temsil eden sporu vardır. Sporları ölü arılarda 5-6 hafta, dışkılarda bir yıl veya daha fazla ve balda 2-4 ay dayanabilir [55].

İki türün sporları morfolojik olarak çok benzerdir. Klasik mikroskop altında, sadece sporların boyutu biraz farklıdır. Elektronik mikroskobu onların daha iyi ayırt edilmelerini ve farklılaşmalarını sağlar [56].



Şekil 2. 14. Işık mikroskop altında *Nosema apis* ve *N. ceranae* sporları
<http://2013.igem.org/Team:NYMU-Taipei/Project/Inhibition/Id-Nosema>

2. 2. 1. *Nosema apis* enfeksiyonu

N. apis ilk olarak 1907 yılında bir Alman Enoch Zander tarafından tanımlanmıştır. *N. apis*, özellikle soğuk ve nemli alanlarda yaygın olarak nosemosis hastalığının “klasik” bilinen şeklinden sorumludur. *Nosema apis*'in parazit döngüsü, bir vejetatif aşamayı (arıların midelerinde) ve bir direnç ve yayılma aşamasını (dış ortamda, sporlar aracılığıyla) içerir. Tam döngü iki ila beş gün sürer. Sporlar ortalama 5-6 µm uzunluğunda ve 2-3 µm genişliğindedir. Kalın bir duvara ve 100 ila 400 µm uzunluğunda bir polar tüpe sahiptir. Bu duvarla sporlar çevresel koşullara karşı dayanıklılığını etkili ve kalıcı bir şekilde korur. Arılar, bu sporları yutarak, bireyler arası

değişimler (trophallaxis) ve temizlikleri (bakımları) sırasında enfekte olurlar. Sporlar yutulduktan sonra, arının midesinde çimlenme için gerekli koşulları (uygun kimyasal ortam) bulur. Sporların polar tüpü evajine olur ve sporoplazma (sporun sitoplazması, çekirdeği ve organelleri), perforasyon yoluyla konakçı epitel hücrelerine iletilir. Parazitin hücre içi çoğalmasının birçok kez tekrarlanması, sonunda konakçı hücrenin yok olmasına yol açar. Bu süreç sonucunda, bağırsak lümenine çok sayıda spor salınır ve bu sporlar oto-enfeksiyon yoluyla döngüyü yenileyebilir. Enfeksiyonun klinik sonuçları arasında, en belirgin olanları huzursuz ve düzensiz davranışlar, zamansız ve isteksiz uçuşlar, yerde gezinme ve sürünmeler, refleks ve savunma gücü kaybı, kovanın önünde yürüyen/sürünen uçamayan arılar, uçamama, karnın şişmesi ve sokma refleksinin kaybolmasıdır [57].

Nosema apis sporlarının çevresel etmenlere dayanıklılığını artırmak için arıların beslenmesinde polen ve propolisin faydalı olduğu belirtilmiştir. Polen, arıların protein ihtiyacını karşıladığı için bağışıklık sistemini güçlendirerek *Nosema apis* sporlarına karşı dirençlerini artırır. Propolis, arıların hastalıklara karşı doğal bir antibiyotiği olarak görev yapar ve *Nosema apis* sporlarının çoğalmasını engelleyerek hastalığın ilerlemesini yavaşlatır. Arılar propolisi kovan içinde kullanarak hijyeni sağlar ve hastalık riskini azaltır. Ayrıca, arıların iyi beslenmesi ve bakımı da *Nosema apis* hastalığına karşı dirençlerini artıran faktörlerdir. Yeterli ve dengeli beslenemeyen arılar, hastalıklara daha yatkın hale gelir. Bu nedenle arıcılar, özellikle kış aylarında arılarını yeterli ve kaliteli besinlerle beslemeli, bakımlarını düzenli yapmalıdır [58].

2. 2. 2. *Nosema ceranae* enfeksiyonu

Nosema ceranae 1996 yılında ilk kez Fries tarafından Güney doğu Asya'da yaygın olarak bulunan *Apis ceranae*'dan izole edilen mikrosporidium'un yeni türüdür. 2006 yılında ilk kez *Apis mellifera*'dan Higes tarafından izole edilmiştir [54].

N. ceranae klasik nosemosis'ten oldukça farklı klinik belirtilere neden olur. Bu hastalığın tipik özelliği ciddi hasarlar ve tipik bir semptom olarak gastroenteritin olmaması ve *N. apis*'ten farklı olarak farklı dönemlerde ortaya çıkmasıdır. *N. ceranae*'nın sporları çevrede çok dirençlidir; çok düşük veya çok yüksek sıcaklıklara dayanabildiği için kolonilerde uzun bir süre sonra da hastalığın tekrar görülmesini kolaylaştırabilir. Enfekte olan arıların kovandan ayırıp uzak bir yere ölmeye gittikleri

görülyor ve kolonilerin ilerici bir depopulasyonuna, ölü arıların varlığına dikkat etmeden koloninin toplam kaybına kadar ilerlemesine sebep olur [57].

2. 2. 3. *Nosema* Enfeksiyonuna Neden Olan Koşullar

Çoğu koloni, genellikle herhangi bir belirti olmaksızın bu paraziti barındırır ve nosemosisin ortaya çıkması, sebep olabilen faktörlerin varlığıyla bağlantılı gibi görünmektedir [59]. Bu faktörler arasında:

- Kötü hava şartları: uzun ve nemli kışlar, karlı ve/veya yağışlı dönemler: arının kovan içinde uzun süre kalmasına ve sonuç olarak parazitin aktif bir şekilde yayılmasına ve arının iyi gelişimi için gerekli olan besin alımının durdurulmasına neden olur [52];
- Kimyasal kirlilik: pestisitler, ... [52]
- Yetiştirme koşulları: zayıf koloniler, ana arının yaşı, peteklerin yenilenmemesi, kolonilere çok sık müdahaleler, bol yapay oğul, geç besleme, *Varroa* istila oranı, hastalığın gelişimine elverişli bazı arı kovanları yerleri, ... [52,59]
- Arının yaşı: genç bir arı, hücrelerinin yenilenmesi daha hızlı olacağından yaşlı bir arıyla kıyasla hastalığa karşı daha dirençli [52];
- Bazı bal arının ırklarının duyarlılığı [60] ...

2. 2. 4. *Nosema* Enfeksiyonun Tedavisi ve Kontrolü

Nosemosis hastalığının tedavisi ve kontrolü hem kimyasal hem de biyolojik yöntemlerle gerçekleştirilebilir. Kimyasal tedavilerde, Fumagilin-B en yaygın kullanılan antibiyotiktir ve *Nosema* spp. sporlarının büyümesini durdurarak etki gösterir; şeker şurubuna eklenerek arılara verilir ve genellikle erken ilkbahar ile geç sonbaharda uygulanır. Biyolojik ve doğal tedavilerde, probiyotikler arıların bağırsak mikrobiyotasını destekleyerek nosemosisin etkilerini azaltabilir. Organik asitler (formik asit, oksalik asit) ve bazı esansiyel yağlar (timol, okaliptüs yağı) *Nosema* spp. sporlarının sayısını azaltmada yardımcı olabilirken, bazı bitkisel ekstraktlar (sarımsak, kekik) da etkili olabilir, ancak bu yöntemlerin etkinliği ve güvenliği daha fazla araştırma gerektirir. Yönetim uygulamaları olarak, kovanların düzenli olarak temizlenmesi ve %10'luk çamaşır suyu çözeltisi ile dezenfekte edilmesi, *Nosema* spp.

sporlarının yayılmasını önlemede önemlidir. Kolonilerin güçlü ve sağlıklı tutulması, iyi beslenme, düzenli bakım ve stres faktörlerinin minimize edilmesi nosemosisin etkilerini azaltmada yardımcı olurken, *Nosema*'ya karşı doğal dayanıklılığı olan arı ırklarının seçilmesi ve yetiştirilmesi uzun vadeli bir strateji olabilir [54, 61,62].

2. 2. 5. Literatürde *Nosema* spp. İle İlgili son çalışmalar

Son yıllarda yer alan *Nosema* spp. üzerine çalışmalar çoktur. 2020-2024 yılları arasında yapılan çalışmalar, *Nosema* spp. enfeksiyonlarının bal arıları üzerindeki etkilerini ve yaygınlığını kapsamlı bir şekilde incelemiştir. Martín-Hernández ve arkadaşları (2021) [63], *Nosema ceranae*'nin uzun vadeli etkilerini değerlendirerek, enfeksiyonun kolonilerin bağışıklık sistemini nasıl etkilediğini ve arıların genel sağlık durumuna olan etkilerini araştırmıştır. Chaimanee ve arkadaşları (2020) [64], farklı sıcaklık koşullarında *Nosema* türlerinin tepkilerini incelemiş ve sıcaklık değişikliklerinin sporların yaşam döngüsü ve patojenitesi üzerindeki etkilerini belirlemiştir. Huang ve arkadaşları (2021) [65], Kuzey Amerika'da *Nosema ceranae* ve *Nosema apis*'in enfektivite ve virülansını karşılaştırarak, her iki türün farklı çevresel koşullara ve mevsimsel değişimlere verdiği tepkileri değerlendirmiştir. van der Zee ve arkadaşları (2020) [66], Avrupa genelinde *Nosema* spp. enfeksiyonlarının yaygınlığını belirleyerek, farklı bölgelerdeki yayılma oranlarını ve enfeksiyon dinamiklerini incelemiştir. García-Palencia ve arkadaşları (2021) [67], *Nosema ceranae*'nin kolonilerdeki uzun vadeli etkilerini araştırarak, enfeksiyonun kolonilerin hayatta kalma oranlarına ve üretkenliklerine olan etkilerini incelemiştir. Stevanovic ve arkadaşları (2020) [68], Sırbistan'daki *Nosema* enfeksiyonlarının yaygınlığını araştırmış ve yerel arı popülasyonlarındaki enfeksiyon oranlarını ve bu enfeksiyonların arı sağlığı üzerindeki etkilerini değerlendirmiştir. Higes ve arkadaşları (2020) [69], *Nosema ceranae*'nin arılar üzerindeki patogenezi ve bağışıklık tepkilerini ele almış, enfeksiyonun hücresel ve moleküler düzeyde nasıl etki ettiğini incelemiştir. Milbrath ve arkadaşları (2021) [70], *Nosema ceranae*'nin laboratuvar ve saha koşullarındaki virülansını karşılaştırarak, farklı çevresel koşullar altında enfeksiyonun nasıl geliştiğini ve yayıldığını belirlemiştir. Hatjina ve arkadaşları (2021) [71], Avrupa'da *Nosema* enfeksiyonlarının etkilerini araştırmış ve farklı bölgelerdeki enfeksiyon oranlarını ve bu enfeksiyonların arı kolonileri üzerindeki etkilerini değerlendirmiştir. Antúnez ve arkadaşları (2020) [72], *Nosema ceranae*'nin arıların bağışıklık sistemine etkisini incelemiş ve enfeksiyonun

başıklık baskılaması ve arı sağlığı üzerindeki etkilerini araştırmıştır. Retschnig ve arkadaşları (2022) [73], *Nosema* enfeksiyonlarının başıklık baskılamasını araştırmış ve enfeksiyonun arıların başıklık sistemini nasıl zayıflattığını ve bu durumun koloniler üzerindeki etkilerini incelemiştir. Botías ve arkadaşları (2022) [74], *Nosema* türlerinin mevsimsel enfeksiyon paternlerini karşılaştırmış ve enfeksiyonların yıl içindeki yayılma dinamiklerini incelemiştir. Traver ve Fell (2020) [75], *Nosema* enfeksiyonlarının sezonluk varyasyonlarını ele almış ve farklı mevsimlerde enfeksiyon oranlarındaki değişiklikleri belirlemiştir. Higes ve arkadaşları (2021) [76], *Nosema ceranae*'nin patogenezi ve başıklık tepkilerini detaylandırmış, enfeksiyonun arı sağlığı üzerindeki uzun vadeli etkilerini incelemiştir. Fontbonne ve arkadaşları (2020) [77], *Nosema* enfeksiyonlarının genetik çeşitlilik üzerindeki etkilerini araştırmış ve enfeksiyonun arı popölasyonlarındaki genetik çeşitliliği nasıl etkilediğini incelemiştir. Gisder ve arkadaşları (2021) [78], *Nosema ceranae*'nin hücrel ve moleküler etkilerini incelemiş ve enfeksiyonun hücre içi dinamiklerini ve arı sağlığı üzerindeki etkilerini araştırmıştır. Genersch ve arkadaşları (2021) [79], Alman bal arılarındaki *Nosema* enfeksiyonlarının yaygınlığını değerlendirmiş ve enfeksiyonun arı popölasyonları üzerindeki etkilerini belirlemiştir.

Bu alışmalar, *Nosema* spp. enfeksiyonlarının yaygınlığı, enfeksiyon dinamikleri, patogenezi ve bal arısı kolonileri üzerindeki etkilerini kapsamlı bir şekilde ele alarak arı sağlığı ve koloni yönetimi için önemli bulgular sunmuştur.

3. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Bu tez çalışması kapsamında hem Türkiye hem de Cezayir'in farklı şehirlerinde bulunan bal arılarında *Nosema* spp. enfeksiyonunun oranları incelenmiştir. Çalışmanın gerçekleştirildiği için takip edilen metodoloji aşağıdaki gibidir:

- ✓ Anket uygulaması ile illere ait arıcılık yapısının çevresel farklılıkların tanımlanması
- ✓ Türkiye'nin ve Cezayir'in bölgeleri seçilmesi
- ✓ Arı örnekleri toplanması
- ✓ *Nosema* tanısı
 - *Nosema* spp. spor sayımı
 - *Nosema* spp. Türlerinin tanımlaması
- ✓ Sonuçların analizi

3. 1. Anket

Arıcılığın durumu, arıcılıkta kullanılan uygulamalar, *Nosema* hastalığının tanıma ve mücadele yöntemleri gibi soruları çözmek için Türkiye ve Cezayir'in farklı şehirlerindeki arıcılara yönelik bir anket gerçekleştirilmiştir. Anket, daha önce KOLOSS Association Monitoring Grup tarafından oluşturulan anketin geliştirilmesiyle tekrar düzenlenmiştir [80]. Bu amaçla *Nosema* ve arıcılık yaklaşımları ile ilgili sorular eklenmiştir. COLOSS anketi, koloni kayıplarının risk faktörlerini daha iyi anlamak ve dünyadaki farklı ülkeler arasında karşılaştırmalara olanak sağlamak amacıyla standartlaştırılmış ve geliştirilmiştir.

27 sorudan (Anketin soruları 3.1, 3.2, 3.3, 3.4., 3.4., 3.5., 3.6., 3.7., 3.8. nolu şekillerde gösterilmiştir) oluşan bu anket,

- Koloni kayıplarının en önemli nedenleri
- *Varroa* varlığı ve kontrolü/tedavisi
- *Nosema* tanınırlığı ve kullanılan kontrol/tedavi yöntemleri
- *Nosema* spp enfeksiyonu ile ilişkisini ortaya koyabilen diğer arıcılık bilgileri ve kolonilerde varlığını etkileyen faktörler hakkında maksimum bilgiye ulaşmaya yardımcı olmuştur:

Anket, Haziran 2021'den itibaren elektronik form (Google form), basılı form veya her iki ülkedeki arıcılarla doğrudan görüşmelerin ardından sözlü olarak, her ülkenin arıcı birliklerinin yardımıyla ve sosyal medya (Facebook) aracılığıyla dağıtılmıştır.



Arıcılık Yönetimi ve Arı Sağlığı Durumu Anketi

Doktora çalışması kapsamında geliştirilen bu anketi yanıtlamaya zaman ayırdığınız için teşekkür ederiz.

** Adınız ve adresinizle ilgili bilgiler, verilerin işlenmesi için kullanılan dosyadan kaldırılacak ve gizli tutulacaktır.*

Ad

Soyadı

İl

İlçe

Posta kodu

E-posta adresi

1. Arılığınızın yerini tanımlamak için lütfen şunları belirtiniz:

- Yakınındaki bir şehir / kasaba / köyün adı?
- Posta kodu (veya yakındaki bir posta kodu)?

2- Birden fazla arılığınız varsa, tüm arılıklarınız birbirine yaklaşık 15 km mesafede mi?

Yalnızca bir arılığınız varsa, lütfen evet olarak yanıtlayınız:

- Evet
- Hayır
- Bilmiyorum

Şekil 3. 1. Anket soruları (1).

- Kolonilerin sayıları, kayıpları ve kış sonrası koloninin durumu

Lütfen kışı, kolonileriniz için kış öncesi hazırlıkları tamamladığınız an ile yeni tarlacı sezonunun başlangıcı arasındaki dönem olarak düşününüz.

3- 2020-2021 kışından önce kaç tane üretim koloniniz vardı? (Lütfen bal hasadı sağlayabilecek kadar güçlü ve sağ ana arlı kolonileri üretim kolonileri olarak göz önünde bulundurunuz)

- Kaybedilen kolonileri hakkında

Lütfen bir koloniyi, ölmüşse (veya birkaç yüz arıya düşmüşse), YA DA doğal afet nedeniyle kaybedilmişse VEYA CANLI, ancak ana arı sorunları varmış, erkek arı atan ana arı ya da hiçbir ana arı olmaması gibi çözemediğiniz sorunlardan dolayı kaybedilen koloni olarak düşününüz. KAYBEDİLEN HER KOLONİ BU KATEGORİDEN SADECE BİRİNE DAHİL OLMALIDIR.

4- Bu kolonilerden kaç tanesini ana arı problemi nedeniyle kaybettiniz?

5- Bu kolonilerden kaçını doğal afet nedeniyle kaybettiniz (kardan boğulma, sel, ayı, hırsızlık...)?

6- Bu kolonilerden kaçını toplu ölüm ile kaybettiniz?

7- ÖLÜ kolonilerin veya boş kovanların kaç tanesinde:

a. Kovanın içinde veya önünde çok sayıda ölü arı vardı?

b. Boş kovanın içinde veya önünde ölü arı hiç yok veya sadece birkaç ölü vardı?

c. Gözlerde ölü işçi arılar vardı ve kovanda yiyecek yoktu?

ç. Kovanda yiyecek varken gözlerde ölü işçi arılar vardı?

d. Kovanın önünde ishal izleri vardı?

e. Yukarıdakilerden hiçbiri veya bilinmeyen semptomlar vardı?

8- Kışlatılmış kolonilerin kaç 2020-2021 kışından hemen sonra zayıf ama sağlıklı ana arıydı?

Şekil 3. 2. Anket soruları devamı (2).



- Kolonilerin sayısındaki artış ve düşüşleri hesaplamak istiyoruz. Bu nedenle 2020 baharında kolonileriniz varsa ve kaç tane koloniniz olduğunu hatırlıyorsanız, lütfen aşağıdaki iki soruyu, ilkbaharı tarlacı sezonunun başlangıcı olarak kabul ederek cevaplayınız:

9- Kaç koloni sayınız hangi aralıkta yer almaktaydı?

	0-20	20-50	50-100	100+
a) 2020 baharında?	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
b) 2021 baharında?	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

- Kolonilerdeki koşullar, arıların etrafındaki ortam ve yönetim

10- Kışlamış kolonilerden kaçının 2020'de yeni bir ana arısı vardı?

11- 2020'nin bal sezonunda kolonilerinizde genellikle sahip olduklarınıza kıyasla ne ölçüde ana arı sorunları gözlemlediniz?

- Fazla
- Normal
- Az
- Bilmiyorum

Şekil 3. 3. Anket soruları devamı (3).



12- Yaşlı ana arılı kolonilerinizle karşılaştırıldığında, genç ana arılı kolonileriniz kışı daha başarılı atlattı mı?

- Evet, daha iyi
- Farklı değil
- Daha kötü
- Bilmiyorum

13- Kışı atlatan kolonilerinizden kaç tanesinde kıştan sonra kovanda büyük miktarda dışkı vardı?

14- 2020 yılında kolonilerinizden herhangi birini en az bir kez bal üretimi veya tozlaşma için göç ettirdiniz mi?

- Evet
- Hayır

15- Nisan 2020- Nisan 2021 döneminde kolonilerinize Varroa için bakım/tedavi yaptınız mı?

- Evet
- Hayır
- Bilmiyorum

16- Nisan 2020- Nisan 2021 döneminde kolonilerinize Nosema için bakım/tedavi yaptınız mı?

- Evet
- Hayır
- Bilmiyorum

Şekil 3. 4. Anket soruları devamı (4).



17- Üretim kolonilerinizi Varroa için bakım yaptığınız ayları, ayrıca Nisan 2020- Nisan 2021 döneminde bir Varroa tedavisine veya yönetim planına ne zaman başladığınızı belirtebilir misiniz?	Her önlemin başladığı ay:												
	2020						2021						
Yöntem / Ürün:	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan
Varroa istilası seviyesinin izlenmesi (örn. Akar düşüşünün sayılması)													
Dronc kuluçka çıkarma													
Hipertermi (yasru / arılarla sul işlemi)													
Diğer biyoteknik yöntemler													
Formik asit - kısa vadeli													
Formik asit - uzun vadeli (örneğin MAQS)													
Laktik asit													
Oksalik asit - damlama													
Oksalik asit - süblimasyon (buharlaştırma)													
Oksalik asit karışımları (örneğin Hivedein / Bienewohl / Varromed)													
Timol (ör. Apiguard, ApilifeVar)													
Tau-Buvalimate (ör. Apistan)													
Flumethrin (örneğin Bayvarol, Polyvar)													
Amitraz (şeritler halinde, örneğin Apivar, Apitraz)													
Amitraz (filmasyon / aerosol)													
Coumaphos (ör. Perizin)													
Coumaphos (şeritler halinde, örneğin Checkmite +)													
Başka bir kimyasal ürün													
Diğer yöntem													

18- Varroa için bakım/tedavi için yukarıdakilerden farklı bir yöntem/ürün kullanıyorsanız onu belirtiniz

Şekil 3. 5. Anket soruları devamı (5).

19- Üretim kolonilerinizi <i>Nosema</i> için bakım yaptığınız ayları, ayrıca Nisan 2020- Nisan 2021 döneminde bir <i>Nosema</i> tedavisine veya yönetim planına ne zaman başladığınızı belirtebilir misiniz?	Her önlemin başladığı ay:												
	2020											2021	
Yöntem / Ürün:	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan
Kolonileri kişi için bir veya iki kutuya dışarmak													
Kış aylarında kovanları hareket ettirmekten veya incelemekten kaçınmak													
Kolonilere kışın hayatta kalması için yeterli depo bırakılması sağlamak													
Kovanların sonbahardan ilkbahara kadar sıcak ve güneşli pozisyonlarda kalmasını sağlamak													
Açlığı önlemek için kışın yem takviyesinden kaçınmak (sonbaharda ek yemleme yapmak)													
Kuru tutmak için arı kovanlarını yükseltmek													
Ekipmanın dekontaminasyonu													
Ana arı değiştirmek													
Eski kuluçka peteklerinin değiştirilmesi													
Diğer yönetim yöntemi													
Fumagilin-B													
Timol													
Kontrol (ekleme yok)													
Şifalı bitkiler kullanarak tedavi (bu yöntem kullanıyorsa, hangi bitkileri kullandığınızı belirtiniz)													
Diğer tedavi yöntemi													

20- *Nosema* için bakım/tedavi için yukarıdakilerden farklı bir yöntem/ürün kullanıyorsanız onu belirtiniz

21- *Varroa* ya da *Nosema* karşı mücadelesi tıbbi bitkiler yöntemiyle yapıyorsanız, kullandığınız bitkilerin hangileri belirtiniz



22- Geçen yıl kolonilerinizi kışa hazırlanmak için ilave şeker yemi (şeker solüsyonu veya ters şeker) verdiyseniz, üretim kolonisi başına ortalama kaç kg şeker (kuru madde) verdiniz?

23- Kolonilerinizde (yaz sezonunda) kanatları deforme olmuş arılar gördünüz mü?

- Hayır, yok
- Sınırlı ölçüde
- Büyük ölçüde
- Bilmiyorum

24- Arılarınız için uyguladığınız özel uygulamaları işaretleyiniz.

- Kışın ızgaralı kovan tabanı kullanımı
- Kışın izole edilmiş kovanlar (çift duvarlı kovanlar dahil)
- Sentetik malzemelerden yapılmış kovanlar
- Sertifikalı organik arıcılık
- Varroa toleranslı / dirençli stoktan yetiştirilen ana arı
- Varroa toleranslı / dirençli stoktan yetiştirilen ana arı
- Dışarıdan balmumu satın almak

Şekil 3. 7. Anket soruları devamı (7).



25- Arı kovanınızın etrafındaki bitki örtüsü (vejetasyon) nedir? Baskın olarak görülen, arının bal aldığı çiçekleri belirtiniz.

26- Kolonilerinizde Nosema'nın varlığını nasıl anlarsınız?

27- Şüpheli gördüğünüz kolonilerden laboratuvarlara numune gönderiyor musunuz?

- Evet
- Hayır

Tarih

.../.../.....

Anket uygulamasına katkı sağladığınız için teşekkür ederiz.

Hacettepe Üniversitesi Doktora Tez Çalışması

Tez Başlığı: *Türkiye ve Cezayir'deki Nosema spp. Enfeksiyon Oranlarının Çevresel Ve Arıcılık Parametreleri Açısından Karşılaştırılması*

Tez Öğrencisi: *Halima Saadia Tamali*

Tez Danışmanı: *Doç. Dr. Aslı Özkırım*

Tez Eş Danışmanı: *Prof. Dr. Noureddine Adjlane*

Şekil 3. 8. Anket soruları devamı (8).

3. 2. Türkiye'nin ve Cezayir'in bölgeleri seçilmesi

Örnekleme yapmak için, Türkiye'nin ve Cezayir'in arıcılık bölgeleri seçilmiştir. Bölgelerin belirlenmesi amacıyla, bundan önce yapılmış çalışmalara, arıcılığın yoğun olarak yapıldığı yerlere ve arıcılığın var olduğu fakat daha önce çalışma hiç yapılmamış yerlere dikkat edilmiştir.

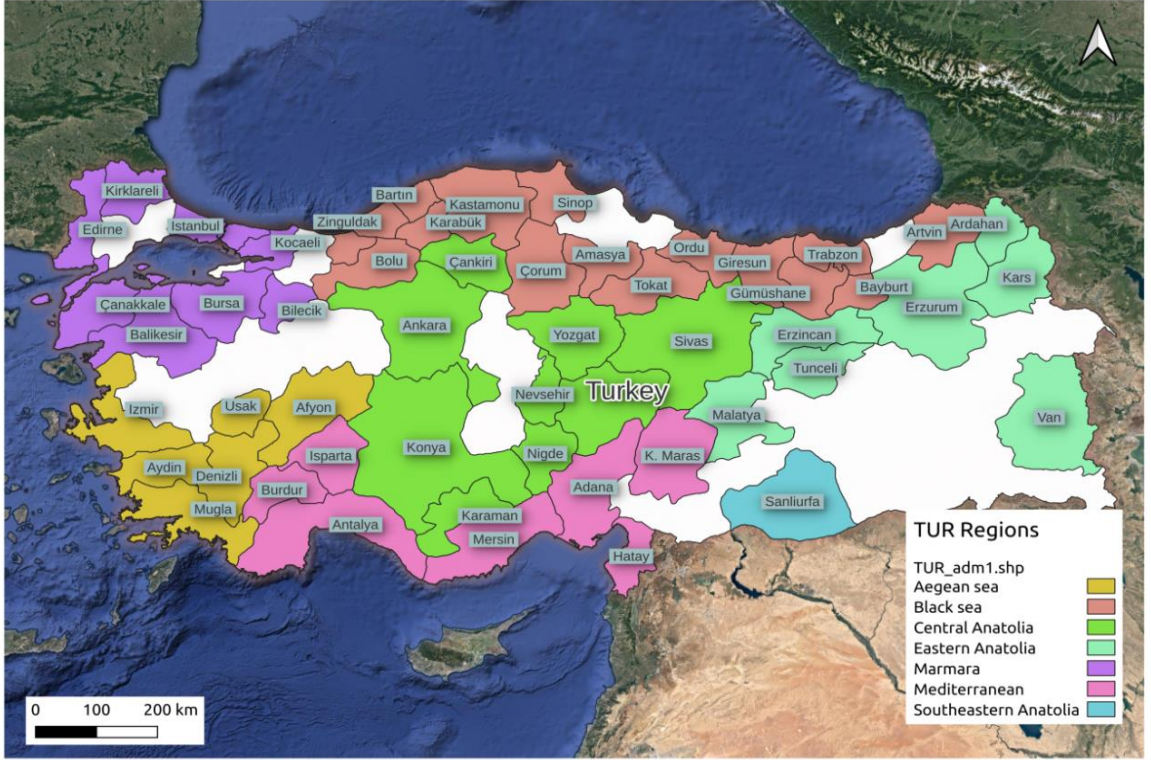
Türkiye'nin neredeyse tüm coğrafik bölgelerinde arıcılık faaliyetleri yapılmaktadır. Böylece, tez çalışması için örnekleme Türkiye'nin neredeyse tüm şehirlerinden yapılması uygunmuştur.

Cezayir'in %84'ü sahra olduğu ve sahradaki şehirlerinde ya seyrek olarak gerçekleştiği ya da bal arılar yabancı olarak yetiştiği için arıcılık faaliyetler daha çok kuzeyinde yapılmaktadır. Bunun için, örnekleme daha çok kuzey şehirlerinden yapılması uygun bulunmuştur. Ayrıca, üzerine yapılan az çalışmalar olduğu için güney bölgede ancak yapılan çok az çalışma bulunduğu buradaki bazı arılıklar da örnekleme için seçilmiştir.

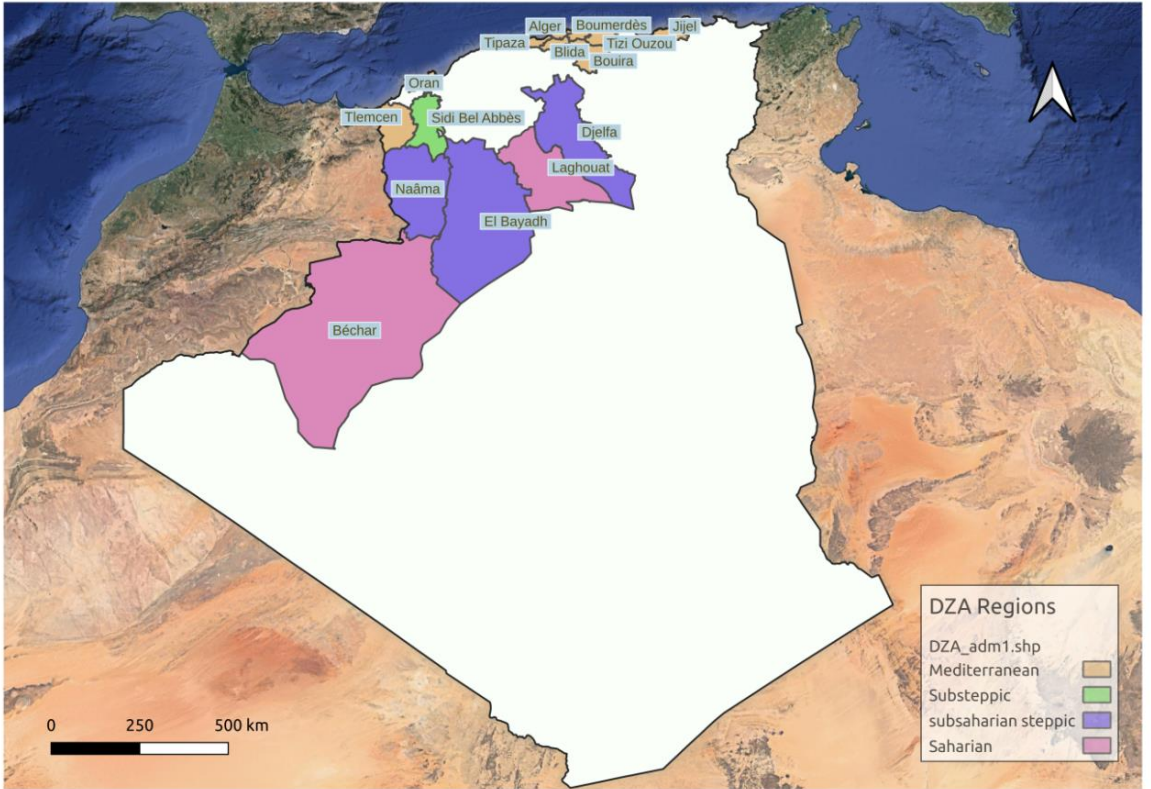
3. 3. Arı örneklerinin toplanması

Nosema enfeksiyonunu teşhis etmek için Mart ve Temmuz 2021 arasında her iki ülkenin şehirlerindeki arılıklardan yetişkin bal arıları toplanmıştır. Türkiye'nin 54 ilinden 157 örnek ve Cezayir'in 15 ilinden 48 örnek elde edilmiştir. Örnekler 30-50 arası ergin bal arısı içermektedir (Şekil 3. 9. ve Şekil 3. 10).

Numuneler kısa sürede laboratuvarlara teslim edilmiş ve çalışma vaktine kadar -18°C'de muhafaza edilmiştir.



Şekil 3. 9. *Nosema* teşhisi için Türkiye'de örnekleme yapılan şehirler.



Şekil 3. 10. *Nosema* teşhisi için Cezayir'de örnekleme yapılan şehirler.

3. 4. *Nosema* spp. Teşhisi

Nosemosis teşhisi için iki yöntem: hemositometre yöntemiyle spor sayımı [81,82,83] ve *Nosema* spp. moleküler yöntemle tür tanımlaması [84] kullanılmıştır. Analizler, Türkiye'de: Hacettepe Üniversitesi Arı Sağlığı Laboratuvarı ve Ankara Üniversitesi Böcek Morfolojisi ve Moleküler Sistemik Laboratuvarları ve Cezayir'de: Cezayir Kouba Yüksek Normal Okulu (ENS-Kouba) Biyoloji ve Hayvan Fizyoloji Laboratuvarı'nda yapılmıştır.

3. 4. 1. Spor sayımı metodu ile *Nosema* spp. teşhisi

[81,82,83]'de uygulanan metot kullanarak, hemositometre yönteminde, 15 arının her birinin abdomeni ilk olarak 5 ml distile su ile yumuşatılarak ezilmekte ve oluşan süspansiyon gazlı bez ile filtre edilmektedir. Filtre edilen çözüne distile su eklenip 5000-6000 rpm/10 dakikada santrifüjlenmektedir. Santrifüj edildikten sonraki oluşan süpernatant atılıp 15 ml su ile karıştırılmaktadır. Hazırlanan karışımdan 0,1 ml alınır ve x40'luk objektif ile bir ışık mikroskobu kullanılarak *Nosema* spp. sporlarının sayısı hemositometre lamı üzerinde hesaplanmaktadır. Bu tez çalışmasında, hemositometre çeşidi olan Neubauer Impoved lamı kullanılmıştır.

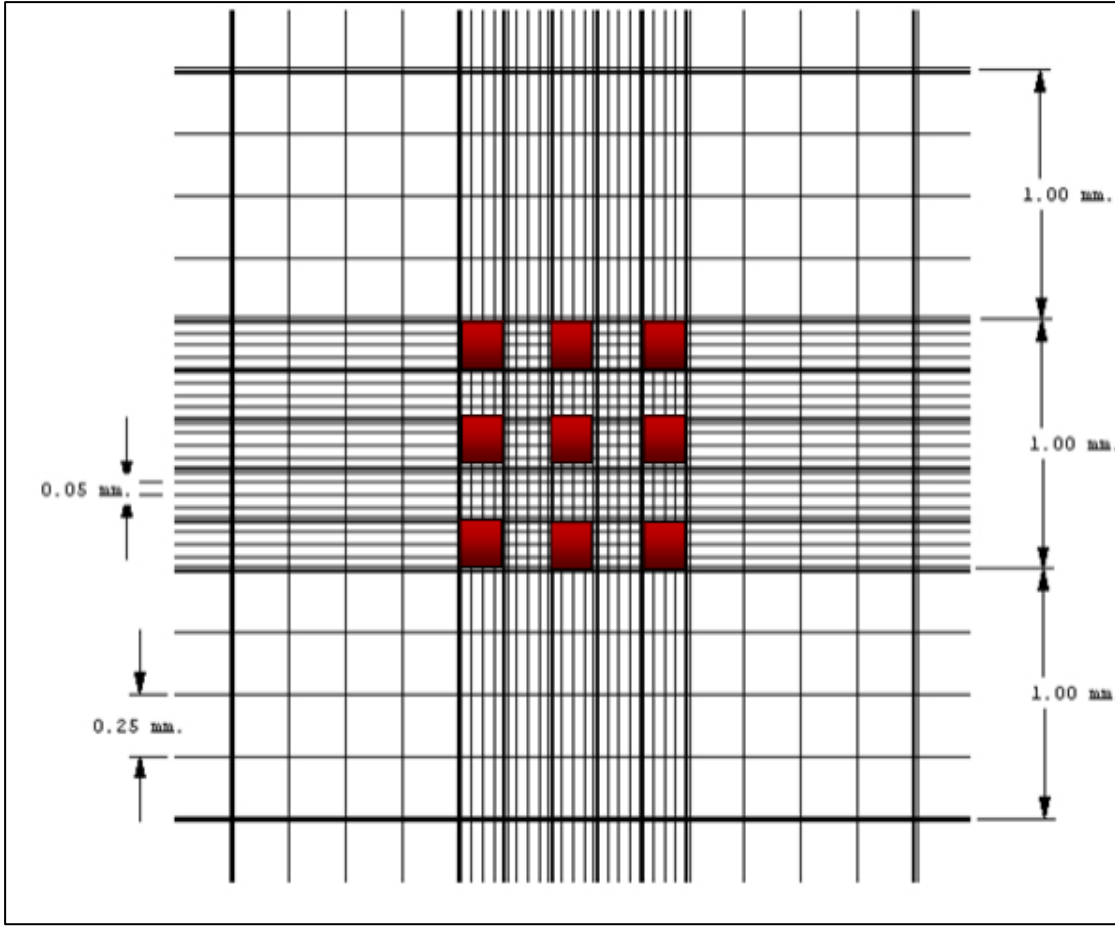


Şekil 3. 11. Neubauer Improved lamı.

Lamın sayım yapılan toplam karelerinin hacmi 0,036'dır. Bulunan spor sayısı bu hacim ile bölerek 1 μ l'de spor sayısı elde edilir. Bir arı başına bulunan *Nosema* sporu sayısına ulaşılabilme için 1 μ l'lik spor sayısı 1000 ile çarpılarak 1 ml'lik spor sayısı hesaplanmış olur.

1 arı başına 1 ml'deki *Nosema* spor sayısı

$$= \frac{\text{lamın sayım yapılan karelerindeki spor sayısı}}{0,036} \times 1000$$



Şekil 3. 12. Lamındaki spor sayım alanı [55].

3. 4. 2. Moleküler yöntemiyle ile *Nosema* spp. Türlerinin tanımlaması

İlk olarak *Nosema* DNA ekstraksiyonu, 30 arı homojenatı üzerinde CTAB (Cetyl-Trimethyl-Ammonium Bromide) yöntemi protokolü kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Multipleks Polimeraz Zincir Reaksiyonu (PCR: *Polymerase Chain Reaction*) için, *N. apis* ve *N. ceranae*'nin amplifikasyonu için uygun bir primer kombinasyonu kullanılmıştır (çizelge 3. 1.). PCR ürünleri %1-2'lik bir agaroz jelde yürütülür, daha sonra etidyum bromür ile boyanır ve bir UV transillüminatör yardımıyla fotoğraflanarak görselleştirilmektedir [84].

Çizelge 3. 1. PCR analizi için kullanılan *Nosema apis* ve *N. ceranae* primerleri [85].

Primerler	Dizileri	Ürün boyutu (bp)
<i>Nosema ceranae</i>		
218MITOC-FOR	5'-CGGCGACGACGATGTGATATGAAAATATTA-3'	218-219
218MITOC-REV	5'-CCCGGTCATTCTCAAACAAAAACCG-3'	
<i>Nosema apis</i>		
321APIS-FOR	5'GGGGCATGTCTTTGACGTACTATGTA-3'	321
321APIS-REV	5'-GGGGGGCGTTTAAAATGTGAAACAACACTATG-3'	

4. SONUÇLAR

Yapılan deneysel çalışmaların sonuçları çizelge ve grafikler halinde sunulmuştur.

4. 1. Anket

Aşağıdaki anket sonuçları, Türkiye'den 22 şehirden 33 arıcı ve Cezayir'den 16 şehirden de 33 arıcının yanıtlarına dayanmaktadır (Her iki ülkenin katılımcı illeri hakkında ayrıntılı bilgi çizelge 4. 1.'de gösterilmektedir). Arıcıların cevap sayısı az olduğundan tüm % oranlar toplam cevap sayısına göre hesaplanmıştır.

4.1.1. Koloni kayıpları

Türkiye

Nisan 2020-Nisan 2021 sürecinde ankete katılan arılıkların %86,36'sında ortadan ciddi bir seviyeye kadar bir koloni kaybı yaşanmıştır. %13,64'ü ise az veya kaydedilen bir kayıp görünmemiştir. Koloni kayıplarının ana arı sorunu (%42,11), toplu ölüm (%26,32), yağmacılık, beslenme yokluğu (%21,05), kışlatma sorunu (%18,18), *Varroa* ve diğer arı hastalıklarının varlığının olasılığı en önemli sebeplerindedir.

Cezayir

Nisan 2020- Nisan 2021 sürecinde ankete katılan arılıklarda %90,91'i farklı nedenlerden dolayı ortadan yoğunluğa değişen koloni kayıpları görünmüştür. Bu kaydedilen arı kaybının en önemli nedenlerinden: ana arı problemleri (%50), toplu ölüm (%65), doğal sorunları (%70), ve. Buna ek olarak, beslenme yokluğu (%10), arı hastalıkları olasılığı (%15) ve kışlatma sorunu da arı kaybının sebeplerinden biri olabildiği arıcılarının yanıtlarından çıkarılabilen sonuçlardır.

4.1.2. *Varroa* tedavi/bakımı

Türkiye

Varroa tedavi/bakımı arıcıların %86,96'sı tarafından farklı yöntemlerle yapılmaktadır. En çok kullanılan yöntemler: akar düşüşünün sayılması, doğal yöntemler (oksalik asit,

formik asit, nane ve kekik suyu ve yağları, ceviz kabuğu, defne yaprağı, portakal ve limon kabuğu...), kimyasal yöntemler (Flumetrim, Amitraz, Rulamit-va) dir.

Cezayir

Ankete katılan arıcıların %90,90'ı *Varroa* tedavi/bakımını yaptıklarını belirtmiştir. Kullanılan en önemli mücadele yöntemleri: akar düşüşünün sayılması, doğal yöntemler (oksalik asit, aromatik bitkiler [kekik, sarımsak, lavanta, ökaliptüs, ısırgan otu]) ve kimyasallar kullanımı (Amitraz, Flumetrim, Tau-fluvalinate, Menthocaros) dir.

4.1.3. *Nosema* tedavi/bakımı

Türkiye

Arıcıların nosemosis hastalığını tanınırlığı sıfır (%24,24), kısmi (%54,55) ile yeterli (%12,12) arasında değişmiştir.

Nosema tedavi/bakımını ise, arıcıların %59,09'u yapmamaktadır. Ancak, *Nosema*'dan koruyabilen bazı arıcılık uygulamaları (örneğin; vitamin takviyeleri, kovanların sonbahardan ilk bahara kadar güneşli pozisyonlarda kalmasını sağlamak, kışa girmek için stok beslenmesi sağlamak, *Varroa* için bazı doğal mücadele yöntemleri gibi önlemler) kullanılmaktadır. Ayrıca, bazı arıcılar *Nosema* mücadelesinde Fumagilin-B, Timol gibi kimyasallar da kullanmaktadırlar.

Cezayir

Anket sonuçlarına göre, *Nosema* hastalığının tanıma oranı sıfır (%54.55) ile kısmi (%45.45) arasında belirlenmiştir.

Nosema karşı ilacı yapanlar ise %68,18'dir. En çok kullanılan mücadele yöntemleri: aromatik bitkiler kullanımı (*Artemisia* otu) ve kimyasal uygulanması (Fumagilin-B)'dir. Ayrıca, Türkiye'de görüldüğü gibi, Cezayir'deki ankete katılan önemli sayıda arıcı *Nosema*'yı önleyebilen arıcılık uygulamalarını kullanmaktadırlar. Bu uygulamaların en önemlileri: ekipmanın dezenfeksiyonu, eski kuluçka peteklerin değiştirilmesi, vs.dir.

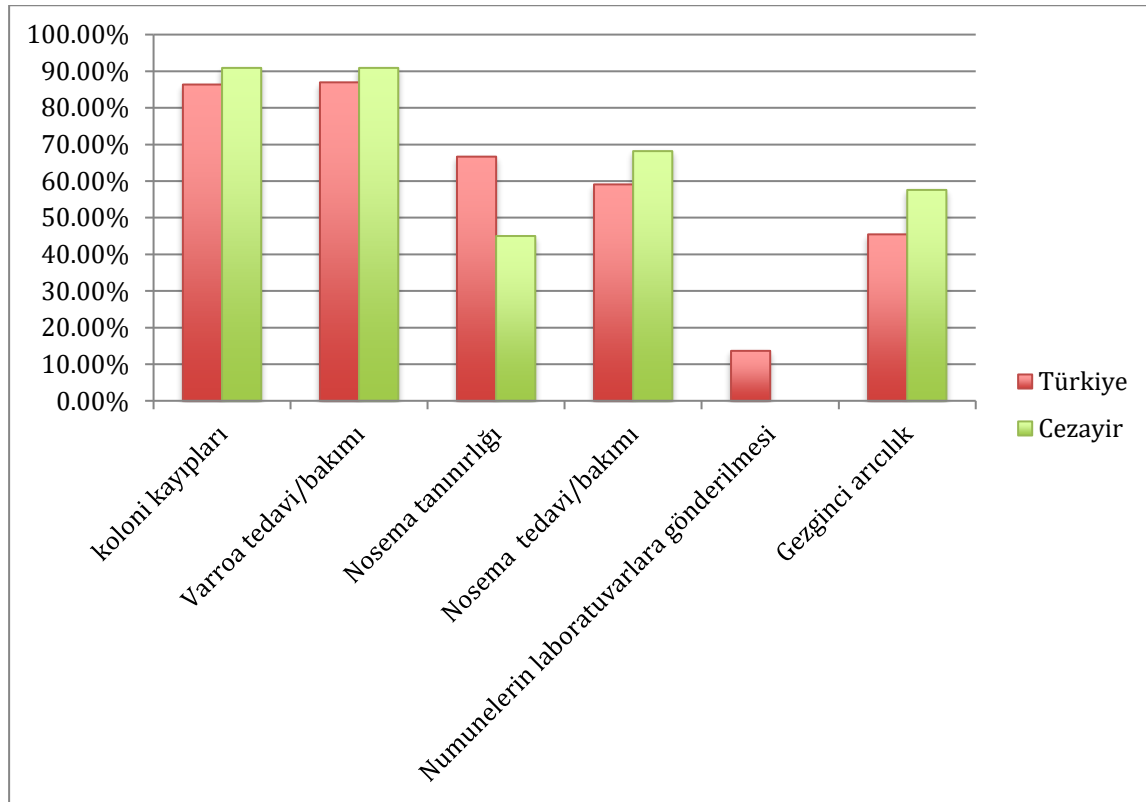
4.1.4. Başka arıcılık bilgileri

Türkiye

- DWV (Deformed Wing Virus) enfeksiyonunun yokluğu ya da sınırlı ölçüde kaydedilmiştir;
- Ankete katılan arıcıların çoğu (86,36) şüpheli gördükleri kolonilerden laboratuvarlara numune göndermeyi tercih etmemektedirler;
- 2020 yılında, ankete katılan arıcıların sadece %45,45'i kolonilerini bal üretimi ya da tozlaşma için göç etmişlerdir.

Cezayir

- Arıcıların %50'sinin kolonilerinde DWV varlığının ihtimali düşünülmektedir;
- 2020 yılında üretimlerini arttırmak amacıyla arıcıların %57,58'si gezginci arıcılık uygulamasını gerçekleştirmiştir.



Şekil 4.1. İki ülkenin arıcılarının cevaplarından alınan en önemli bilgilerin karşılaştırmalı grafiği.

Çizelge 4. 1. Her ülkenin ankete katılan illeri ve arıcı sayısı

Türkiye illeri	Arıcı sayısı	Cezayir illeri	Arıcı sayısı
Bartın	4	Annaba	3
Kayseri	2	Setif	1
Sinop	4	Skikda	1
Malatya	1	Batna	1
Çanakkale	1	Bechar	2
İzmir	2	Bejaia	2
Erzincan	1	Blida	4
Kastamonu	2	Boumerdes	7
Kırklareli	1	Naama	1
Uşak	2	Alger	1
Bilecik	1	Oran	2
Aydın	1	Tizi Ouzou	4
Bitlis	1	Ghardaia	1
Sivas	1	Bouira	1
Ankara	2	Tipaza	1
Artvin	1	Relizane	1
Bahkesir	1		
İstanbul	1		
Niğde	1		
Konya	1		
Bursa	1		
K.maraş	1		
22	33	16	33

4. 2. *Nosema* teşhisi

4. 2. 1. Mikroskopik analizleri

Mikroskopik incelemenin sonucunda Türkiye'deki tüm örneklerde *Nosema* spp sporları tespit edilirken, Cezayir örneklerinin %72.92'sinde varlığı kaydedilmiştir. Her iki ülke örneklerinde bulunan arı başına ortalama spor sayısı çizelge 4.2. ve çizelge 4.3.'te verilmiştir.

Türkiye için, çizelge 4.2.'de sayılan spor sayısının en yüksek değerlerinin neredeyse Karadeniz bölgesi ve Akdeniz bölgesi illerinde kaydedildiğini göstermektedir (şekil 4.3.).

Cezayir için ise, çizelge 4.3.'de yer alan spor sayısının en yüksek değerleri, Akdeniz bölgesinin (Tlemcen) bir ilinde ve Cezayir'in bozkır bölgesinin (Djelfa) bir ilinde kayıtlı olduğunu ortaya koymaktadır (Şekil 4.4.).



Şekil 4. 2. Muğla ilinden bir örnekte saptanan *Nosema* spp sporları.

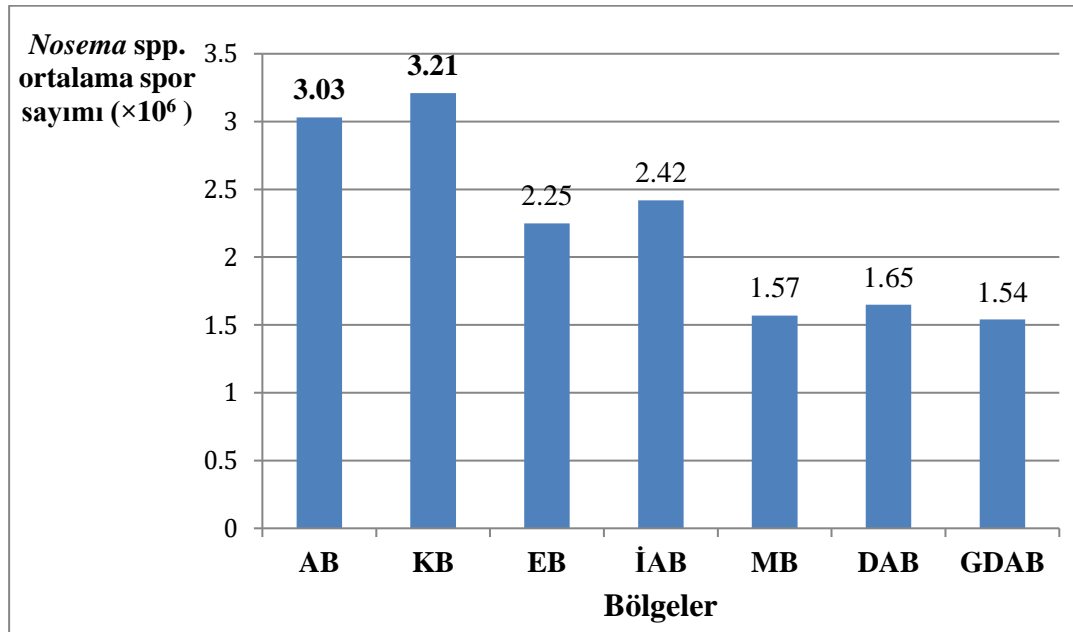
Çizelge 4. 2. Türkiye illerine göre ortalama *Nosema* spp spor sayısı.

İl	<i>Nosema</i> spp. ortalama spor sayısı ($\times 10^6$) \pm SD*	İl	<i>Nosema</i> spp. ortalama spor sayısı ($\times 10^6$) \pm SD
Adana	1,19 \pm 0,5	Kastamonu	7,39 \pm 3,2
Afyonkarahisar	2,61 \pm 0,7	Kayseri	4,48 \pm 2,4
Amasya	3,076 \pm 0,9	Kırklareli	1,49 \pm 0,5
Ankara	3,36 \pm 1,1	Kocaeli	0,81 \pm 0,3
Antalya	8,68 \pm 3,4	Konya	2,08 \pm 0,8
Artvin	4,81 \pm 1,4	Malatya	1,43 \pm 0,6
Aydın	2,21 \pm 0,7	Kahramanmaraş	2,00 \pm 0,9
Balıkesir	3,62 \pm 0,9	Muğla	3,29 \pm 1,3
Bilecik	1,67 \pm 0,5	Nevşehir	0,92 \pm 1,0
Bolu	3,06 \pm 1,1	Niğde	2,06 \pm 1,2
Burdur	3,85 \pm 1,3	Ordu	1,82 \pm 0,6
Bursa	1,63 \pm 0,6	Sinop	1,18 \pm 0,7
Çanakkale	0,67 \pm 0,2	Sivas	2,18 \pm 1,1
Çankırı	3,17 \pm 1,2	Tokat	1,15 \pm 0,9
Çorum	1,08 \pm 0,5	Trabzon	2,59 \pm 1,2
Denizli	1,28 \pm 0,4	Tunceli	0,83 \pm 0,2
Edirne	0,81 \pm 0,2	Şanlıurfa	1,54 \pm 0,5
Erzincan	1,96 \pm 0,9	Uşak	1,38 \pm 0,5
Erzurum	0,25 \pm 0,08	Van	0,75 \pm 0,1
Giresun	3,5 \pm 1,2	Yozgat	1,69 \pm 0,9
Gümüşhane	3,71 \pm 1,4	Zonguldak	0,95 \pm 0,8
Hatay	2,19 \pm 0,8	Bayburt	2,25 \pm 1,2
Isparta	1,83 \pm 0,5	Karaman	1,83 \pm 1,3
Mersin	1,47 \pm 0,4	Bartın	8,65 \pm 4,1
İstanbul	1,83 \pm 0,7	Ardahan	5,08 \pm 2,1
İzmir	2,72 \pm 0,9	Karabük	4,14 \pm 1,7
Kars	1,28 \pm 0,6	Düzce	2,00 \pm 0,8

* *Standart Deviation* (Standart sapma).

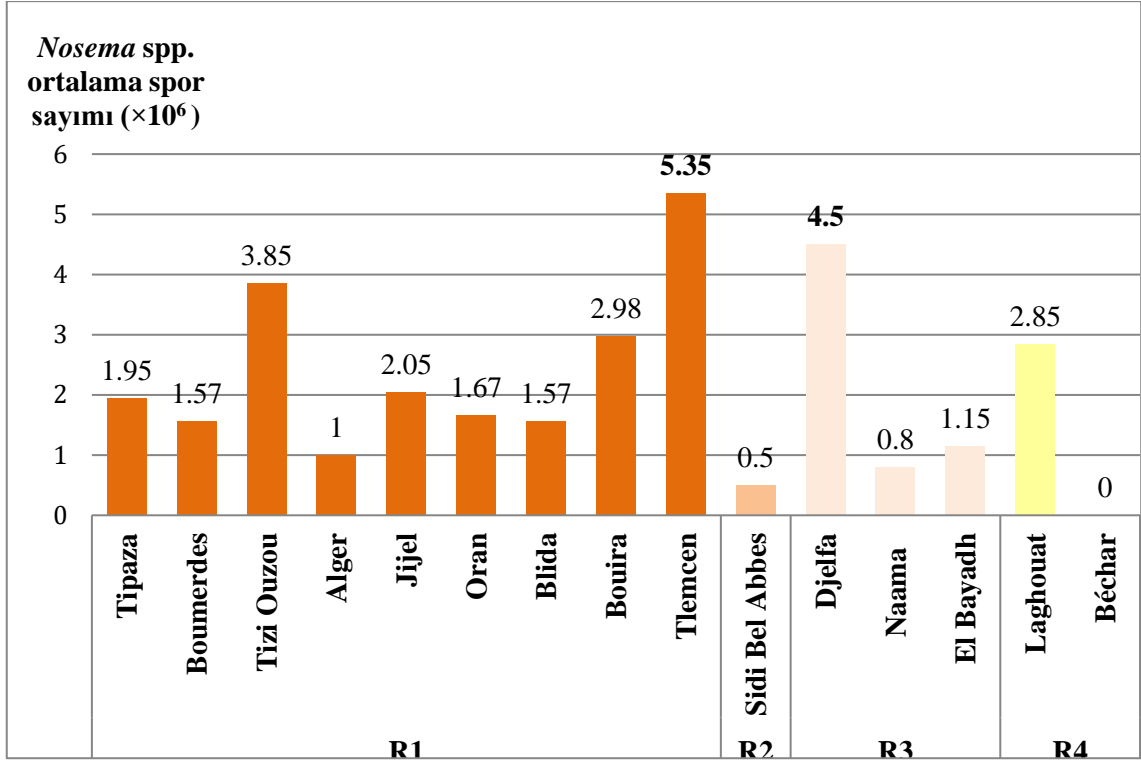
Çizelge 4. 3. Cezayir illerine göre ortalama *Nosema* spp spor sayısı.

İl	Ortalama <i>Nosema</i> spp spor sayısı ($\times 10^6$) \pm SD
Blida	1,57 \pm 0,4
Tipaza	1,95 \pm 0,8
Boumerdes	1,57 \pm 0,9
Tizi Ouzou	3,85 \pm 2,1
Bouira	2,98 \pm 1,4
Alger	1,00 \pm 0,5
Jijel	2,05 \pm 1,1
Tlemcen	5,35 \pm 2,3
Sidi Bel Abbes	0,50 \pm 0,1
Oran	1,67 \pm 0,5
Djelfa	4,5 \pm 2,4
Naama	0,80 \pm 0,1
El Bayadh	1,15 \pm 0,8
Béchar	0,00 \pm 0,0
Laghouat	2,85 \pm 1,2



AB: Akdeniz Bölgesi; **KB:** Karadeniz Bölgesi; **EB** Ege Bölgesi; **İAB:** İç Anadolu Bölgesi; **MB:** Marmara Bölgesi; **DAB:** Doğu Anadolu Bölgesi; **GDAB:** Güney Doğu Anadolu Bölgesi.

Şekil 4. 3. Türkiye'nin farklı bölgelerindeki ortalama *Nosema* sporu sayısı.



R1: Akdeniz Bölgesi; **R2:** Substeppik Bölgesi; **R3:** Steppik Bölgesi; **R4:** Sahra Bölgesi

Şekil 4. 4. Cezayir'in farklı bölgelerindeki ortalama *Nosema* sporu sayısı.

Nosema spp. ortalama spor sayısının farklı bölgelerdeki değişikliklerini analiz etmek için Student t-testi uygulayarak farklılıkların istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığını belirlenmiştir.

Bu sonuçlara göre, Türkiye'nin (Çizelge 4. 4.) Akdeniz, Karadeniz ve Doğu Anadolu bölgelerinde *Nosema* spp. ortalama spor sayısında anlamlı farklılıklar bulunmaktadır. Ege, İç Anadolu, Marmara ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinde ise anlamlı bir fark bulunmamaktadır.

Cezayir'in (Çizelge 4. 5.) sonuçlarının analizine göre, Akdeniz bölgesinde *Nosema* spp. ortalama spor sayısının anlamlı derecede farklılık gösterdiğini ortaya koymaktadır. Substeppik, Steppik ve Sahra bölgelerinde ise anlamlı bir fark bulunmamıştır.

Çizelge 4. 4. Türkiye bölgelerine göre istatistik analizleri.

Bölge	t Değeri	p Değeri* (p≤0.05)
Akdeniz Bölgesi	2.34	0.02*
Karadeniz Bölgesi	2.01	0.04*
Ege Bölgesi	1.51	0.13
İç Anadolu Bölgesi	1.83	0.07
Marmara Bölgesi	1.45	0.15
Doğu Anadolu Bölgesi	1.96	0.05*
Güneydoğu Anadolu Bölgesi	0.00	1.00

*: $p \leq 0.05$ olan gruplarda anlamlı fark bulunmaktadır.

Çizelge 4. 5. Cezayir bölgelerine göre istatistik analizleri.

Bölge	t-değeri	p Değeri* (p≤0.05)
Akdeniz Bölgesi	2.34	0.02*
Substeppik Bölgesi	0.50	0.62
Steppik Bölgesi	1.51	0.13
Sahra Bölgesi	1.83	0.07

*: $p \leq 0.05$ olan gruplarda anlamlı fark bulunmaktadır.

4. 2. 2. Moleküler Analizler

Yapılan PCR analizleri, Türkiye'de incelenen örneklerde mikroskopik yöntemle *Nosema*'nın varlığını doğrulamış ve %100 *N. ceranae* varlığı kaydedilmiştir (Oran, PCR ile analiz edilen örnek sayısına göre hesaplanmıştır).

Cezayir örnekleri için PCR sonuçları bir tarafta mikroskopik analizlerin sonuçlarını doğrulamıştır ve diğer tarafta ise mikroskopik analizden sonra bazı negatif örneklerde *Nosema*'nın varlığını ve diğer bazı pozitif örneklerde *Nosema*'nın olmadığını göstermiştir. Ayrıca, Türkiye sonuçlarında tescil edildiği gibi, Cezayir örneklerinin tüm pozitif örneklerinde de *N. ceranae* tespit edilen tek tür olmuştur.

Çizelge 4. 6. İki ülkenin mikroskopik ve PCR analizlerinin en önemli sonuçlarının karşılaştırılması

Türkiye				Cezayir			
İl	Nosema spp. spor sayısı ($\times 10^6$) \pm SD	PCR sonucu (Nosema spp. varlığı/yokluğu)		İl	Nosema spp. spor sayısı ($\times 10^6$) \pm SD	PCR sonucu (Nosema spp. varlığı/yokluğu)	
		<i>N. apis</i>	<i>N. ceranae</i>			<i>N. apis</i>	<i>N. ceranae</i>
Bursa	0,94 \pm 0,8	-	+	Blida	2,4 \pm 1,2	-	+
Muğla	6,28 \pm 1,9	-	+	Tipaza	2,5 \pm 0,5	-	+
Karabük	0,61 \pm 0,1	-	+	Boumerdes	2,8 \pm 0,5	-	+
Bartın	0,39 \pm 0,2	-	+	Tizi Ouzou	0	-	+
Erzincan	2 \pm 0,8	-	+	Alger	0	-	+
Tunceli	0,94 \pm 0,3	-	+	Bouira	1,1 \pm 0,2	-	-
Ankara	5,33 \pm 2,4	-	+	Sidi Belabbes	0,2 \pm 0,1	-	-
Antalya	3,56 \pm 1,1	-	+	Bechar	0	-	-

5. TARTIŞMA

Arıcılıkta, bal arılarının sağlık durumunu korumak, arıcıların yanı sıra veteriner hekimler ve araştırmacılar için temel bir sorumluluktur, çünkü yalnızca sağlıklı arılar başarılı bir şekilde tozlaşma yapabilmekte ve iyi bir bal ve diğer arı ürünlerini üretebilmektedir. Arı ölümleri dünya çapında giderek daha ciddi bir sorun haline gelmektedir. Ölümlerin farklı nedenler olabilmektedir. Birçok sebep yanı sıra çevresel etkiler ve patojenlerle bağlantılıdır. Yeni patojenler her zamankinden daha hızlı yayıldıkça, arıların sağlık durumu küresel ticaretteki kötü uygulamalardan da etkilenmektedir. Bu durum ancak tüm taraflar sorunu çözmek için birlikte çalışırsa iyileştirilebilmektedir [86].

Nosemosis, araştırmacıları, veterinerleri ve arıcıları sorularının çoğunda cevapsız bırakan arı patolojilerinden biridir. Kesin bir semptomları olmamasına rağmen dünyanın çeşitli bölgelerinde kayıplara neden olduğu bildirilen, bu hastalıkla ilgili araştırmalar arı ölümler açısından çok önemlidir [87,88].

Bu tez, bir yandan arı sağlığı konusu arıcılık alanında hem bilimsel hem de uygulamada ortak sorun olduğu için arıcı-araştırmacı ilişkisini güçlendirmeye, diğer yandan da *Nosema* hastalığına ilişkin bazı sorulara yanıt bulmaya yönelik bir katkıyı temsil etmektedir. Bunun için, bu tez çalışması iki bölüme ayrılmıştır: 1) hedeflenen iki ülkedeki, Cezayir ve Türkiye arıcılarına yönelik bir anketin uygulanması ve 2) iki farklı yöntem olarak mikroskopik ve moleküler analizler kullanılarak *Nosema* spp. enfeksiyonu teşhisinin gerçekleştirilmesidir.

Bu tezde yapılan anketin amacı, her iki ülkede de nosemosis prevalansını etkileyen belirli faktörlerin anlaşılmasına yardımcı olabilecek arıcılık yapısı hakkında genel bilgiler elde etmektir.

Mevcut COVID-19 pandemi sürecinde sokağa çıkma yasakları ve kapanmalar nedeniyle kontrol dışı nedenlerle anket cevaplarının yeterli sayıya getirilmesi aksamıştır. Bu süreçte sosyal mesafe kurallarına uyulması için arıcılarla yüz yüze görüşülmemesi gibi uzun süreli sorunlar yaşanmıştır. Her iki ülke arıcılarından gelen cevap sayısı sadece 33 olsa bile önemli bilgilerin toplanmasına yardımcı olmuştur.

Arıcıların cevaplarına göre, Nisan 2020-Nisan 2021 döneminde hem Türkiye hem de Cezayir'de söz konusu arılıkların sırasıyla %86.36'sı ve %90.91'i ile orta-ve ciddi

düzeylede koloni kayıpları kaydedilmiştir. Türkiye'deki koloni kayıplarının en önemli nedeni, söz konusu arılıkların %42,11'i ile ana arı sorunları olmuştur. Cezayir'de ise aynı sorun %50'lik bir yüzde ile kaydedilmiştir. Ancak bu kayıpların nedeni olarak en yüksek yüzde Cezayir'de gözlenen doğal problemlere atfedilmiştir. Ana arı sorunları birçok farklı faktörden kaynaklanabilmektedir. Bu faktörler arasında çiftçilerin pestisit kullanması [89], arıcının arılığının bulunduğu bölgeye uygun ırkı yanlış seçmesi, iklim koşulları, ana arı üreme mevsimi sıralanabilir [90,91,92]. Aslında, beslenme yetersizliği, kışlama sorunları, bal arısı hastalıklarının bulunma olasılığı gibi her iki ülkenin anket yanıtlarından kaydedilen diğer nedenlerin birbirine bağlı faktörleri temsil ettiği görülebilmektedir.

Varroa hastalığının her iki ülkede arıcıların çoğu tarafından bilindiği anlaşılmıştır. Söz konusu dönemde bu hastalığın tedavisi/kontrolü, ankete katılan arıcıların Türkiye'den %87,88'i ve Cezayir'den %96,97'si tarafından gerçekleştirilmiştir. Buna bağlı olarak, kullanılan yöntemler her iki ülkede de neredeyse aynıdır. Bu durum, *Varroa* hastalığının sadece Cezayir ve Türkiye'nin değil tüm dünyanın arıcılarında ortak bir korkunun yarattığı doğrulanabilmektedir [93].

Arıcıların *Nosema* ile ilgili verdikleri cevaplar dikkate alındığında; ankete katılan arıcıların hastalık bilgileri Türkiye arıcılarında sıfırdan yeterliye, Cezayir arıcılarında ise sıfırdan kısmiye cevap aralığında ölçülmüştür. Bal arılarının kolonilerinde meydana getirdiği ciddi hasara rağmen, *Nosema* hastalığı, önem taşıyan varroasise kıyasla arıcılar tarafından daha az dikkate alınmaktadır. Bu, arıcılar arasında nosemosis semptomlarının tamamının bilinmemesi, ayrıca bu hastalığın bazı semptomlarının diğer arı hastalıklarının semptomlarıyla karıştırılabilmesi ile doğrulanabilmektedir [94]. *Nosema* tedavi/kontrolü yöntemlerine ilişkin, ankete katılan arıcılar, hastalığın başlamasını engelleyebilecek bazı arıcılık uygulamaları yanı sıra kimyasallar (Fumagilin-B gibi) ve aromatik bitkileri kullanmışlardır.

Arıcıların şüpheli kolonilerden laboratuvarlara numune gönderip göndermedikleri konusundaki cevaplarından, Türkiye'de akademisyenlerin ve uzmanların arıcılarla ilişkilerini güçlendirmeye yönelik bazı çabaları olduğunu fark edilmiştir; Bu çalışmaya katılan arıcıların bazıları rutin kontrol talebinde bulunmak veya arılıklarında karşılaştıkları sorunların nedenlerini öğrenmek için şüpheli kolonilerinden laboratuvarlara numune gönderdiklerini belirtmişlerdir. Cezayir'den ankete katılan

arıcılarının çoğunluğunun laboratuvarlara numune gönderilmesine "evet" cevabını vermişlerdir. Ancak daha sonra da, bu anketin sorunun yanlış olarak anlaşıldığını farkedilmiştir. Öte yandan ise önceki bilgilere göre, Cezayir'deki arıcılarının çoğu, arılıklarında karşılaştıkları sorunları çözmek için laboratuvarlara bağlanma alışkanlıkları yoktur. Bunun, bir yandan Cezayir'de yaşanan genel bir sorun olan farklı sektörler arasında tutarlı bir ilişkinin olmaması, diğer yandan ise akademisyenler ve alanında uzmanların çabalarının eksikliğinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Bu, iki ülkenin ankete katılan arıcılarının eğitim düzeyleri hakkında da bilgi vermektedir; Belli bir ölçüde iki ülkenin arıcıları aynı arıcılık uygulamalarını uygularken, diğer yandan Cezayirli arıcılarının eğitimi, Türk arıcılarına göre daha azdır. Diğer bir bakış açısına göre Cezayir'deki arıcı sayısı ile karşılaştırıldığında, Türkiye'de arıcılarının çokluğu Türkiye hükümetinin bu sektöre daha fazla ilgi göstermesinin nedeni olabilir. Bunun yanı sıra, Türkiye'de arıcılık ülkenin hemen hemen tüm bölgelerinde Cezayir'de ise ülkenin kuzey ve orta bölgelerinde daha fazla yapılmaktadır (COLOSS B-RAP CP workshop, www.coloss.org).

Ayrıca 2020 yılında ankete katılan arıcılarının sırasıyla Türkiye'den ve Cezayir'den sadece %45.45'i ve %57.58'inin bal üretimlerini artırmak amacıyla gezginci arıcılığı yaptığı kaydedilmiştir. Göçmen arıcılıkta, 2020 döneminde Covid-19 pandemisinin kapanması ve sokağa çıkma yasaklarından dolayı önceki yıllara göre düşüş kaydedilmiştir [95,96]. Bu durum sadece iki ülkenin arıcılık faaliyetlerini değil, aynı zamanda dünyanın bütün ülkelerinin arıcılık sektörlerinin faaliyetleri de etkilenmiştir.

Türkiye ve Cezayir'de *Nosema* spp. hastalığının genel prevalansının değerlendirilmesi amacıyla mikroskopik inceleme ve PCR yöntemi olmak üzere iki yöntem kullanılarak tanı yapılmıştır. Hemositometre kullanılan mikroskopik yöntem, zaman alıcı ancak daha ucuz bir yöntemdir. *Nosema* spp. sporlarını sayarak bir kolonideki *Nosema* enfeksiyon seviyesini değerlendirmek için kullanılabilir [81]. *Nosema* spp. sporlarının farklı türleri arasında da incelemeyi yapmak için de kullanılabilir. Ancak *Nosema* spp. türlerinin sporlarının boyutları birbirine çok benzerdir. Bu nedenle *Nosema* spp. türlerinin mikroskopik yöntemiyle teşhisi deneyim ve göz alışkanlığı gerekmektedir [97]. Bu deneyim olmasa da nosemosis teşhisi için *Nosema* sporunu *Nosema* spp. olarak tanımlamak yeterlidir çünkü her iki türünde sebep

olduğu hastalık aynı olduğu için tedavide aynıdır. Bu nedenle bu çalışmada mikroskopik analiz sonuçları *Nosema* spp. olarak sunulmuştur.

Mikroskopik analiz sonuçları, Türkiye'den alınan tüm örneklerde ve Cezayir'deki örneklerin %72,92'sinde *Nosema* spp. sporlarının varlığını göstermiştir. Pandeminin bir sonucu olarak, saha çalışmaları tamamlanamadığı için örnekleme çoğunlukla semptomatik kovanlardan yapılmıştır. Türkiye örneklerinde *Nosema* spp. sporlarının %100 varlığı, Cezayir'e kıyasla Türkiye'deki kovan sayısının çokluğunun bulaşımı da arttırması şeklinde açıklanabilir [98,99].

Nosema spp.'nin spor sayısı ile her iki ülkenin farklı bölgeleri arasındaki korelasyon, en yüksek enfeksiyon seviyesinin her iki ülkenin de çoğunlukla kıyı bölgelerinde kaydedildiğini göstermiştir. Bu, bir coğrafi bölgenin iklim koşulları ile *Nosema* spp. enfeksiyonunun yaygınlığı arasındaki ilişkiyi doğrulayabilmektedir. Bu ilişki, [100,101,102] gibi farklı araştırmalarda kanıtlanmıştır ve tezdeki bulgularla paralellik göstermektedir. Bu bölgelerdeki enfeksiyon düzeyindeki artış, o bölgelerde bulunan arı ırkının hastalıklara yatkınlık derecesinden de kaynaklanabilmektedir. Bu faktör, Cezayir'e kıyasla Türkiye'de enfeksiyonun artmasının da bir nedeni olabilir. Cezayir'de bulunan Avrupa bal arısı *Apis mellifera*'nın (*A. m. intermissa* ve *A. m. sahariensis*) iki ırkına sahip olması, Türkiye'de bulunan çeşitli bal arısı ırklarına ve bunların farklı ekotiplerine kıyasla bir avantaj teşkil etmektedir. Ayrıca Türkiye'de yaygın olarak yapılmasından gezginci arıcılığın bal arısının genetik özelliklerinin korunmasına etkili olduğu ve bunun sonucunda bal arısının bağışıklık sisteminin zayıflığının nedeni olabilmektedir [103]. Ayrıca bu tezdeki bulgulara göre, Cezayir'de bulunan Sahra bal arısı ırkının, ülkedeki veya Türkiye'deki diğer ırklara göre *Nosema* enfeksiyonuna karşı daha dirençli olduğu gözlemlenmiştir. Cezayir'in yüzey alanı çok büyük ve Kuzey ve Güney arasında birçok coğrafi boşluk içermektedir. Ayrıca, Cezayir'in güney bölgeleri bir tür sert ve spesifik coğrafi ve iklimsel koşullara sahiptir. Bu, bu kritik koşullara uyum sağlayabilen belirli fauna ve floranın oluşmasıyla sonuçlanmaktadır. Nitekim bu bakış açısından, Sahra bal arısı ırkının *Nosema* enfeksiyonuna karşı direncinin nedeni anlaşılabilir [104].

İklim koşullarındaki, özellikle de sıcaklıktaki değişiklik, *Nosema* spp. enfeksiyon yoğunluklarındaki farklılıkların kesinlikle tek açıklaması değildir [105]. Mevsimler boyunca, özellikle kış öncesi fizyolojik ve davranışsal değişiklikler [106] ve yetişkin

arılar ile kuluçka popülasyonların dinamikleri, muhtemelen enfeksiyonun gelişimini ve koloninin enfeksiyonu dengeleme yeteneğini etkileyebilmektedir [107].

Her iki ülkenin numuneleri için yapılan PCR analizleri, bir yandan mikroskobik analizlerle elde edilen sonuçların doğrulanmasına, diğer yandan farklı *Nosema* spp. türlerinin tanımlanmasına yardımcı olmuştur. PCR yöntemi mikroskobik yöntemle göre daha duyarlı olmasına rağmen pahalı bir yöntemdir. Bu nedenle PCR analizine geçmeden önce mikroskobik analizlerin yapılması gerekmektedir [97]. Her iki yöntemin kullanılmasının tamamlayıcı faydası mevcut çalışmada da fark edilmiştir; Cezayir örnekleri için yapılan moleküler analizlerin bazı sonuçları *Nosema*'nın varlığını ortaya çıkarmışken, mikroskobik analizlerin yokluğunu göstermiştir. Cezayir'den incelenen bazı örnekler için PCR testinin diğer bazı sonuçları ise, *Nosema*'nın bulunmadığını gösterirken, mikroskobik analizler aracılığıyla *Nosema* sporlarının varlığı tespit edilmiştir. Aynı durum, [108] araştırmasında bulunduğu gibi önceki farklı çalışmalarda da gözlemlenmiştir. Söz konusu çalışmada, geç sonbahar mevsiminde işçi arıların ana arılara parazit sporları aktarabilme kabiliyetlerinin belirlenmesine çalışılmıştır. Bu çalışmada, sonbahar sonlarında işçi arıların ana arılara parazit sporları aktarabilme yeteneklerinin belirlenmesine çalışılmıştır. *Nosema apis* sporları, nosemosis ile enfekte olmuş örneklerin yanı sıra işçi ve ana arıların bağırsaklarında ışık mikroskobu altında gözlemlenmesine rağmen, DNA analizlerinde bulunmamıştır. Alıntı yapılan yazarlar, bu sonucun sporların çimlenmemesinden ve bağırsakta uzun süre kalmalarından kaynaklandığını öne sürmüşlerdir. Sindirilmemiş sporların esnek duvarları vardır ve DNA ekstraksiyonuna dirençlidirler. Tez çalışmada elde edilen sonuçlara bağlı benzer durum aynı mekanizma ile açıklanabilir.

Ayrıca elde edilen sonuçlar, her iki ülkenin de analiz edilen örneklerinde tanımlanan tek *Nosema* spp. türünün *Nosema ceranae* olduğunu ortaya koymuştur. Benzer bir sonuca ulaşan birçok yeni çalışma, *N. ceranae*'nin *N. apis*'in yerini aldığını düşünmüşlerdir [109,110,111]... Oysa *Nosema ceranae* her mevsim ortaya çıktığından, bu türün epidemiyolojisi iklim koşullarına ve coğrafi bölgelere bağlı olmadığından sıklığı her zaman *N. apis*'ten daha yüksek olduğundan, *N. ceranae*'nin *N. apis*'in yerini almasının fikrini desteklemeyen çalışmalar vardır [102,112]...

Bu çalışmada yapılan anket sonuçları ve *Nosema* hastalığının yayılımı da, arıcıların nosemosis hastalığı ile ilgili bilgi düzeyi, çeşitli kimyasalların bol kullanımı ve bazı biyolojik ürünlerin bilinçsiz kullanımı, doğa sorunları, esas olarak arı ırkının

orijinal ortamını dikkate almadan yanlış seçilmesinden kaynaklanan ana arı sorunları, göçmen arıcılık, vs. *Nosema* teşhisi sonrası elde edilen sonuçların kanıtlanmasında dikkate alınmaktadır.

Sonuç olarak, nosemosis dünyada arı sağlığını etkileyen ciddi bir sorundur; Bu çalışma ile Türkiye ve Cezayir'de de bu sorunun ciddi seviyede olduğu ortaya konmuştur. Cezayir bal arısı *A mellifera*'nın ırkları daha avantajlı olması, Türkiye'deki arıcı sayısı dezavantajlı olması ve iki ülkedeki arıcıların hastalıkları kontrol veya tedavi etmek için hem kimyasal hem de doğal yöntemleri bilinçsizce kullanmaları, *Nosema* hastalığının yayılmasında etkili olabilmektedir. Ancak hemen hemen benzer arıcılık yapısı ve iklim koşulları nedeniyle bu iki Akdeniz ülkesinde *Nosema* dağılımının bu düzeyde görülmesi doğal bir sonuç olarak yorumlanabilir.

Tez çalışmasının farklı ülkelerdeki farklı arıcılık yaklaşımlarını inceleyen bilim ile uygulama arasında köprü oluşturmaya çalışan tüm çalışmalara (örneğin: B-RAP-COLOSS) altyapı oluşturacağı düşünülmektedir.

6. KAYNAKLAR

- [1] FAO (2018): Why Bees Matte: The importance of bees and other pollinators for food and agriculture. <https://www.fao.org/3/i9527en/i9527en.pdf> (Erişim tarihi **5 March, 2022**)
- [2] P. Hristov, R. Shumkova, N. Palova, and B. Neov, "Honey Bee Colony Losses: Why Are Honey Bees Disappearing?," *Sociobiology*, pp. 2-4, **2021**.
- [3] M. Higes et al., Apoptosis in the pathogenesis of *Nosema ceranae* (Microsporidia : Nosematidae) in honey bees (*Apis mellifera*), *Environmental Microbiology Reports*, **2013**.
- [4] Y. S. Tokarev et al., "A formal redefinition of the genera *Nosema* and *Vairimorpha* (Microsporidia: Nosematidae) and reassignment of species based on molecular phylogenetics," *Journal of Invertebrate Pathology*, pp. 1-5, **2020**.
- [5] C. Botías, R. M.-Hernández, L. Barrios, A. Meana, and M. Higes, *Nosema* spp. infection and its negative effects on honey bees (*Apis mellifera iberiensis*) at the colony level, *Veterinary Research*, **2013**.
- [6] M. O. Milbrath et al., "Comparative virulence and competition between *Nosema apis* and *Nosema ceranae* in honey bees (*Apis mellifera*)," *Journal of Invertebrate Pathology*, pp. 9-15, **2014**.
- [7] A.Güler and M. Demir, "Beekeeping potential in Turkey," *Bee World*, vol. 86, no. 4, pp. 114-119, **2005**.
- [8] İ. Kandemir, Beekeeping Experience and Developments In Turkey and In Northern Cyprus, *American Bee Journal*, pp. 464-467, **2003**.
- [9] H. Akengin, Giriş ve Türkiye'nin Konumu, in *Türkiye'nin Fiziki Coğrafyası*. Ankara, Türkiye: Pegem Akademi, **2021**, pp. 1-2.
- [10] D., Nourani, V., Köne, R. E., Çelik, M. Z., Oruç, H. E., Sadıklar, İ., & N. V. Dąbrowska, Drought monitoring and forecasting across Turkey: A contemporary review, *Sustainability*, 15 (7), **2023**.

- [11] K. Sorkun, *Türkiye'nin Nektarlı Bitkileri*. Ankara, Türkiye: Palme Yayınları, **2008**.
- [12] M. Infandites, *Beekeeping in Greece*. Basel: Ciba-Geigy AG, **1990**.
- [13] M. Kekeçoğlu, Türkiye'deki Bal Arısı Çeşitliliği, *Arıcılık Araştırma Dergisi*, 2, pp. 5-12, **2010**.
- [14] M. Suver, *Arıcılık ve organik bal üretimi el kitabı: işletme kurma-pazarlama*. İstanbul, Türkiye: Marmara Grubu Stratejik ve Sosyal Araştırmalar Vakfı, **2008**.
- [15] A. Güler, O. Kaftanoğlu, Y. Bek, and H. Yeninar, "Discrimination of some Anatolian honeybee (*Apis mellifera*) races and ecotypes by using morphological characteristics," *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, vol. 23, no. 3, p. 337–343, **1999**.
- [16] Kaftanoğlu O., "The Concept of Honey Bee Races and Race Preference," *Uludag Bee Journal*, vol. 1, no. 3, pp. 11-20, **2001**.
- [17] E. Akyol and O. Kaftanoğlu, Colony Characteristics and the Performance of Caucasian (*Apis mellifera caucasica*) and Mugla (*Apis mellifera anatoliaca*) Bees and Their Reciprocal Crosses, *Animal and veterinary advances Journal*, **2009**.
- [18] R. Sıralı, "General Beekeeping Structure of Turkey," *Uludag Bee Journal*, vol. 2, no. 4, pp. 30-39, **2002**.
- [19] O. Kaftanoğlu, U. Kumova, H. Yeninar, and N. Kale, GAP Bölgesinde Arıcılığın Genel Durumu ve Geliştirme Olanakları, in *Güneydoğu Anadolu Bölgesi 1. Hayvancılık Kongresi*, Şanlıurfa, **1993**, pp. 340-352.
- [20] J. K. Smith, Understanding the characteristics and management strategies of different honeybee subspecies, *Journal of Apicultural Research*, vol. 50, no. 3, pp. 210-225, **2020**.
- [21] İ. Çakmak and S. Seven-çakmak, Beekeeping and recent colony losses in Turkey, *U. Arı Drg./ U. Bee J.* , vol. 16, no. 1, pp. 31-48, **2016**.
- [22] TAB. Türkiye Arı Yetiştiricileri Merkez Birliği. <https://www.tab.org.tr/> (Erişim tarihi **3 Haziran 2024**)

- [23] V. Demircan, D. Sarica, and D. Sert, Current status and development in beekeeping sector in Turkey and in the world, *Agronomy Series of Scientific Research/Lucrari Stiintifice Seria Agronomie*, vol. 59, no. 1, **2016**.
- [24] TÜİK. Türkiye Arı Yetiştiricileri Merkez Birliği. <https://www.tab.org.tr/> (Erişim tarihi **20 Mayıs 2024**)
- [25] A. Kadiroğlu, "Arıcılık sektör raporu," Bingöl Üniversitesi Sosyal ve Ekonomik Çalışmalar Uygulama ve Araştırma Merkezi, Bingöl, AR3/2024, **2024**.
- [26] V. Burucu. (2021) Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Estitüsü. <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/tepge/Belgeler/PDF%20%C3%9Cr%C3%BCn%20Raporlar%C4%B1/2021%20%C3%9Cr%C3%BCn%20Raporlar%C4%B1/Ar%C4%B1c%C4%B1l%C4%B1k%20%C3%9Cr%C3%BCn%20Raporu%2021-320%20TEPGE.pdf> (Erişim tarihi **4 Haziran 2024**)
- [27] Ordu Ticaret Borsası. <https://www.ordutb.org.tr/wp-content/uploads/2020/10/Arıcılık-Raporu.pdf> (Erişim tarihi **12 Ağustos 2020**)
- [28] TÜİK. Türkiye arıcılık istatistikleri. <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/> (Erişim tarihi **4 Haziran 2024**)
- [29] O. Yılmaz, Using honey bee products for human health, in *1st International Symposium on Multidisciplinary Studies and Innovative Technologies Proceedings Book*, Tokat, Turkey, **2017**.
- [30] B. Yılmaz, Türkiye Arıcılık Raporu, in *Uluslararası Muğla Arıcılık ve Çam balı Kongresi*, Muğla, Türkiye, **2008**.
- [31] V. Burucu, Ürün raporu arıcılık 2023, Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Entitüsü, ISBN: 978-625-8451-83-2, **2023**.
- [32] E. Tryjarski, Beekeeping Among the Turks, *ActaTurcica*, vol. 1, no. 1, pp. 130-161, **2011**.
- [33] M. Gökçe, Arıcılığın Genel Durumu Sorunları ve Çözüm Önerileri, in *Arıcılık Paneli*, Ordu, **2001**.
- [34] L. A. Santas, "The dangerous mite plagues Grecian bees, Varroa spread rapidly,"

Bienenstich. No 17. Ciba-Geigy AG, Basel., 1990.

- [35] F. Genç, Arıcılığın Temel Esasları, *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No 149*, p. 138–185, **1993**.
- [36] M. Doğaroğlu, *Modern apiculture*. İstanbul, Türkiye: Anadolu Matbaa ve Ambalaj San. Tic. Ltd. Sti. , **1999**.
- [37] İ. Çakmak and S. Seven-çakmak, Beekeeping and recent colony losses in Turkey, *U. Arı Drg./ U. Bee J. , 16*, no. 1, pp. 31-48, **2016**.
- [38] N. Benzitouni and L. Lessire (2017). <https://undp.medium.com/beekeeping-preserves-wetlands-in-algeria-598a8ec64d1e> (Erişim tarihi **3 Haziran 2024**)
- [39] M. Bersi, Climatologie. Support de cours, 208-2019, https://iast.univ-setif.dz/documents/Cours/Climatologie_ch1.pdf. (Erişim tarihi **5 Mart 2022**)
- [40] أنواع سلالات النحل في الجزائر. (2018) The bee breed spread in Algeria. <https://youtu.be/nI2mzsKZN5I> (Erişim tarihi **9 Ocak 2022**)
- [41] A. Fayet (2013) Le genre Apis. https://www.cari.be/medias/abcie_articles/154_fiche1.pdf (Erişim tarihi **5 Mart 2022**)
- [42] A. Yahi (2017) Alwasarnews.. <http://www.alwasatnews.com/news/1109400.html> (Erişim tarihi **8 Şubat 2022**)
- [43] F. Adam, *A la recherche des meilleures races d'abeilles*. Paris , Fransa: Paris, Ed. courrier du livre, **1980**.
- [44] N. Adjlane, B. Dainat, L. Gauthier, V. Dietemann. Atypical viral and parasitic pattern in Algeria honey bee subspecies *Apis mellifera intermissa* and *Apis m. sahariensis*. *Apidologie*, 47 (5), **2006**, pp. 631-641.
- [45] I. K. Benhamouda (2016) Fedapimed. http://www.fedapimed.com/pdf/forum_algeria/2%20sessione%20-%20intervento%203.pdf (Erişim tarihi **9 Temmuz 2020**)
- [46] Le berger des abeilles. (2015). https://youtu.be/C9YCn7o_2rE (Erişim tarihi **4 Ocak 2021**)

- [47] M. A. Bedrane Agronomie. <https://agronomie.info/fr/lapiculture-en-algerie/> (Erişim tarihi **4 Ocak 2021**)
- [48] Anonim (2011) Apiculture. <http://apiculture.yoo7.com/t399-topic> (Erişim tarihi **6 Ekim 2022**)
- [49] Anonim, (2020) RadioAlgerie. <https://radioalgerie.dz/news/ar/article/20200111/188237.html> (Erişim tarihi **5 Mart 2022**)
- [50] A. Chelghoum, Etude comparative de deux méthodes de récolte de miel (unique et partielle) dans la Mitidja, Yüksek lisans tezi, **2011**.
- [51] Anonim (2015) RadioAlgerie. <https://radioalgerie.dz/news/fr/article/20150225/31661.html> (Erişim tarihi **14 OĞustos 2022**)
- [52] T. Bonnardel. (2006) L'Abeille du Forez.. <http://abeilleduforz.tetraconcept.com/dossiers-techniques/sanitaire/la-nosemose/> (Erişim tarihi **30 Mart 2022**)
- [53] A. Ceylan,  .  zgen , F. Erhan, S. Sevin, and E. Yarsan, Nosemosis'in (nosematosis) bal arısı (*Apis mellifera*) midesine etkileri  zerine histokimyasal g zlemler, *Veteriner Hekimler Derneği Dergesi*, vol. 91, no. 2, pp. 98-103, **2020**.
- [54] M. Higes, R. Mart n, and A. Meana, *Nosema ceranae*, a new microsporidian parasite in honeybees in Europe, *Journal of invertebrate pathology*, pp. 93-95, **2006**.
- [55] E. G zerin, Artvin Yöresindeki Bal Arılarının (*Apis mellifera* L.) Mikrobiyal ve Paraziter Hastalıklar Yönünden İncelenmesi, Yüksek lisans tezi, **2013**.
- [56] Anonim (2021) NaturapiCaf . <https://www.naturapi.com/naturapicafe/sante-de-la-ruche-tout-savoir-sur-la-nosemose/> (Erişim tarihi **3 Ekim 2021**)
- [57] A. Özkırım, Arı sağlığı gözüyle arıcılık, in *T. C. Bingöl Üniversitesi*, Bingöl, **2019**, p. 33.
- [58] M. Büyük, Kırşehir İlindeki Arılıklarda *Nosema* Hastalık düzeyinin Tespiti,

Yüksek Lisans Tezi, **2016**.

- [59] Anonim (2016) ICKO Le blog. <https://blog.icko-apiculture.com/1363/> (Erişim tarihi **5 Mart 2022**)
- [60] R. Christelle. <https://gds19.org/Docs/PDF/UP/2015/UP-01-10-15.pdf> (Erişim tarihi **6 Mart 2022**)
- [61] I. Fries, *Nosema ceranae* in European honey bees (*Apis mellifera*), *Journal of Invertebrate Pathology*, vol. 103, no. 51, pp. 573-579, **2010**.
- [62] A.E. Borum, Biosecurity And Good Beekeeping Practices In Turkey, *Uludağ Bee Journal*, vol. 22, pp. 246-276, **2022**.
- [63] R.. M.-Hernández et al., *Nosema ceranae*, a growing threat for honeybee colonies, *Environmental Microbiology*, vol. 23, no. 5, pp. 2321-2340, **2021**.
- [64] V., Chantawannakul, P., Chen, Y., Evans, J. D., & Pettis, J. S. Chaimanee, Differential expression of immune genes of adult honey bee (*Apis mellifera*) after exposure to *Nosema ceranae*, *Journal of Invertebrate Pathology*, no. 169, p. 107279, **2020**.
- [65] W. F., Solter, L. F., Yau, P. M., & Imai, B. S. Huang, *Nosema ceranae* escapes fumagillin control in honey bees, *Journal of Invertebrate Pathology*, no. 178, p. 107489, **2021**.
- [66] R., Pisa, L., Andonov, S., Brodschneider, R., Charrière, J. D., Chlebo, R., & Wilkins, S. van der Zee, Managed honey bee colony losses in Canada, China, Europe, Israel and Turkey, for the winters of 2008-9 and 2009-10, *Journal of Apicultural Research*, vol. 59, no. 2, pp. 190-197, **2020**.
- [67] P. M.-Hernández, R. González-Porto, A. V. Marín, P. Meana, A. Higes and M. García-Palencia, *Nosema ceranae* infection causes structural and functional changes in the honey bee midgut, *Veterinary Research*, vol. 52, no. 1, p. 45, **2021**.
- [68] J. Schwarz, R. S. Vejnovic, B. Evans, J. D. Irwin, R. E. Glavinic, U. Stanimirovic, Z. Stevanovic, Species-specific diagnostics of *Apis mellifera* trypanosomatids: A nine-year survey (2010–2018) for trypanosomatids and microsporidians in diseased and asymptomatic honey bees, *Acta Veterinaria*

- Hungarica*, vol. 68, no. 2, pp. 221-232, **2020**.
- [69] M., Meana, A., Bartolomé, C., Botías, C., M. H. Higes, *Nosema ceranae* (Microsporidia), a controversial 21st century honey bee pathogen, *Frontiers in Veterinary Science*, vol. 7, p. 98, **2020**.
- [70] M. O., Xie, X., & Huang, Z. Y. Milbrath, *Nosema ceranae* infection alters honey bee (*Apis mellifera*) hygienic behavior, *PLoS ONE*, vol. 16, no. 7, p. e0254331, **2021**.
- [71] F. Bouga, M. Karatasou, A. Kontothanasi, A. Charistos, L. Emmanouil, C. Hatjina, *Nosema ceranae* and *Nosema apis* in Greek honey bee colonies., *Journal of Apicultural Research*, vol. 60, no. 3, pp. 275-284, **2021**.
- [72] K. Anido, M. Branchiccela, B. Harriet, J. Campa, J. Invernizzi, C. Zunino, P. Antúnez, Seasonal variation of honeybee pathogens and its association with colony loss in Uruguay, *Journal of Invertebrate Pathology*, vol. 178, p. 107487, **2020**.
- [73] G. Retschnig et al. Chronic exposure to neonicotinoid insecticides alters the gut microbiome and increases *Nosema* spp. infection in honey bees, *Environmental Microbiology*, 24(2), pp. 837-846, **2022**.
- [74] C., Martín-Hernández, R., Barrios, L., Meana, A., & Higes, M. Botías, *Nosema* spp. infection causes a decrease in honey bee survival and productivity, *Environmental Microbiology*, 24(4), pp. 999-1011, **2022**.
- [75] B. E. Fell and R. D. Traver, *Nosema ceranae* in drone honey bees (*Apis mellifera*), *Journal of Invertebrate Pathology*, 169, p. 107285, **2020**.
- [76] M. Meana, A. Bartolomé, C. Botías, C. M.-Hernández, R. Higes, *Nosema ceranae* (Microsporidia), a controversial 21st century honey bee pathogen, *Frontiers in Veterinary Science*, vol. 8, p. 122, **2021**.
- [77] R. Garnery, L. Vidau, C. Aufauvre, J. Texier, C. Tchamitchian, S. Delbac and F. Fontbonne, The combination of thymol and *Nosema ceranae* infection influences the survival and behavior of honey bees, *Environmental Microbiology*, vol. 23, no. 5, pp. 2321-2335, **2021**.

- [78] S. Möckel, N. Linde, A. Genersch and E. Gisder, How does *Nosema ceranae* infect the honey bee (*Apis mellifera*)? Biology and life cycle of an obligate intracellular pathogen of insects., *PLoS ONE*, 16 (4), p. e0250596, **2021**.
- [79] E. Forsgren, E. Pentikäinen, J. Ashiralieva, A. Rauch, S. Kilwinski, J. Fries and I. Genersch, Reclassification of *Paenibacillus larvae* subsp. *pulvifaciens* and *Paenibacillus larvae* subsp. *larvae* as *Paenibacillus pulvifaciens* sp. nov. and *Paenibacillus larvae* sp. nov., *Applied and Environmental Microbiology*, 87, no. 4, pp. e02012-20, **2021**.
- [80] R. Van Der Zee et al., Standard survey methods for estimating colony losses and explanatory risk factors in *Apis mellifera*, *Journal of Apicultural Research*, 52, no. 4, pp. 1-33, **2013**.
- [81] H. Human et al., Miscellaneous standard methods for *Apis mellifera* research, *Journal of Apicultural Research*, pp. 18-20, **2013**.
- [82] G. E. Cantwell, Standard methods for counting *Nosema* spores, *Am. Bee J.*, pp. 222-223, **1970**.
- [83] OIE. (2018). <https://www.oie.int/app/uploads/2021/03/3-02-04-nosemosis-final.pdf> (Erişim tarihi **5 Mart, 2022**)
- [84] J. D Evans et al., Standard methods for molecular research in *Apis mellifera*, *Journal of Apicultural Research*, pp. 10-11, **2013**.
- [85] R. M.-Hernandez et al., Outcome of colonization of *Apis mellifera* by *Nosema ceranae*, *Applied and Environmental Microbiology*, pp. 6331-6338, **2007**.
- [86] OIE, Bee health and veterinarians, 2014-2, **2014**.
- [87] J. Kochansky and J. Pettis, Screening additional antibiotics for efficiency against American foulbrood, *Journal of Apicultural Research*, 44, no. 1, pp. 24-28, **2005**.
- [88] A. Özkırım, Bazı sentetik antibiyotikler ve bitkisel yağların bal arısı (*Apis mellifera* L.) yavru çürüklüğü hastalıklarındaki (Amerikan ve Avrupa yavru çürüklüğü) antibakteriyel etkilerinin saptanması, Doktora tezi, **2006**.
- [89] J., Spivak and M. Wu-Smart, Sub-lethal effects of dietary neonicotinoid

- insecticide exposure on honey bee queen fecundity and colony development, Scientific Reports, pp. 1-4, **2016**.
- [90] M. Doğaroğulu, *Modern arıcılık teknikleri*. Tekirdağ: Doğa Arıcılık San. Tic. Ltd. Őti., **2009**.
- [91] H. H. Laidlaw, *Contemporary queen rearing*. Illinois: Journal Printing Company, **1981**.
- [92] R. A. Morse, *Rearing queen honey bees*. U.S.A.: Wicwas Press, Ithaca, N. Y., **1982**.
- [93] K. S. Traynor et al., *Varroa destructor: A Complex Parasite, Crippling Honey Bees Worldwide*, Trends in Parasitology, **2020**.
- [94] R. Galajda, A. Valencáková, M. Sucik, and P. Kandrácová, Nosema Disease of European Honey Bees, Journal of Fungi, **2021**.
- [95] Anonim (2015) Radio Algérienne. <https://radioalgerie.dz/news/fr/article/20150225/31661.html> (Erişim tarihi **14 Haziran 2022**)
- [96] M. Kösöğlu et al., İzmir İli Arıcısının Arı Hastalık ve Zararlılarına BakıŐı, Ege Univ. Ziraat Fak. Derg., **2019**.
- [97] I. Fries et al., Standard methods for Nosema research, Journal of Apicultural Research, pp. 6-7, **2013**.
- [98] ONS. Office National des Statistiques. <https://www.ons.dz/> (Erişim tarihi **15 Mayıs 2022**)
- [99] TÜİK. Türkiye İstatistik Kurumu. <https://www.tuik.gov.tr/> (Erişim tarihi **14 Mayıs 2022**)
- [100] E. Özgör, E. Güzerin, and N. Keskin, Determination and comparison of *Nosema apis* and *Nosema ceranae* in terms of geographic and climatic factors, Hacettepe J. Biol. & Chem., pp. 9-15, **2015**.
- [101] M. Baharak, B. Saied, M. Mojtaba, N. Sedighe, and F. Mohammad, Distribution of *Nosema* spp. in climatic regions of Iran, Veterinary Reseach Forum, **2018**.

- [102] S. Gisder et al., Five-year cohort study of *Nosema* spp. in Germany: does climate shape virulence and assertiveness of *Nosema ceranae*?, *Appl Environ Microbiol*, pp. 3032-3038, **2010**.
- [103] M. Simone-Finstrom et al., Migratory management and environmental conditions affect lifespan and oxidative stress in honey bees, *Scientific Reports*, pp. 1-10, **2016**.
- [104] CETAM. (2012) CETAM-Lorraine.. <http://cetam.fr/site/2010/07/24/sauvegarde-de-labeille-saharienne/> (Erişim tarihi **14 Mayıs 2022**)
- [105] Y.-W. Chen, W.-P. Chung, -H. W. Chung, L. F. Solter and W.-F. Huang,, *Nosema ceranae* infection intensity highly correlates with temperature, *Journal of invertebrate pathology*, pp. 264-267, **2012**.
- [106] L. M. Winston, *The biology of the honey bee*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press, **1987**.
- [107] S. Khoury et al., Deleterious interaction between honeybees (*Apis mellifera*) and its microsporidian intracellular parasite *Nosema ceranae* was mitigated by administrating either endogenous or allochthonous gut microbiota strains, *Frontiers in Ecology and Evolution* **6**, p. 58, **2018**.
- [108] T.C. Webster, K.W. Pomper, G. Hunti, E.M. Thacker, and S.C. Jones, *Nosema apis* nfection in worker and queen *Apis mellifera*, *Apidologie*, pp. 49-54, **2004**.
- [109] M.P. Hauzat et al., Presence of *Nosema ceranae* in French honey bee colonies, *J Apic Res*, pp. 127-128, **2007**.
- [110] D. vanEngelsdorp et al., Colony collapse disorder: a descriptive study, *PLoS ONE*, **2009**.
- [111] B.E. Traver and R.D. Fell, Prevalence and infection intensity of *Nosema* in honey bee (*Apis mellifera* L.) colonies in Virginia, *J Invertebr Pathol* , pp. 43-49, **2011**.
- [112] A. Özkırım, A. Schiesser, and N. Keskin, Dynamics Of *Nosema Apis* And *Nosema Ceranae* Co-Infection Seasonally In Honey Bee (*Apis Mellifera* L.) Colonies," *J. APIC. SCI.*, pp. 41-49, **2019**.

EKLER

EK 1 - Tezden Türetilmiş Yayınlar

- Tamali H. S., Adjlane N., Özkırım A. (2024). Impact of national beekeeping approaches and structures on *Nosema* spp. prevalence in honeybee (*Apis mellifera* L.) colonies, *Applied Ecology And Environmental Research*, 22(3):2785-2795, ISSN 1589 1623 (Print), ISSN 1785 0037 (Online).

DOI: http://dx.doi.org/10.15666/aeer/2203_27852795

