



T.C.
EGE ÜNİVERSİTESİ
Fen Bilimleri Enstitüsü



**EFE F1 ARILARINDA HİJYENİK DAVRANIŞ
ÖZELLİĞİ İLE *VARROA DESTRUCTOR*'A KARŞI
DAYANIKLILIĞIN KARŞILAŞTIRILMASI VE
KOLONİ PERFORMANSINA ETKİSİ**

Yüksek Lisans Tezi

Gamze ERTEM

Zootečni Anabilim Dalı

İzmir
2024

T.C.
EGE ÜNİVERSİTESİ
Fen Bilimleri Enstitüsü

**EFE F1 ARILARINDA HİJYENİK DAVRANIŞ
ÖZELLİĞİ İLE *VARROA DESTRUCTOR*'A KARŞI
DAYANIKLILIĞIN KARŞILAŞTIRILMASI VE
KOLONİ PERFORMANSINA ETKİSİ**

Gamze ERTEM

Danışman: Prof. Dr. Banu YÜCEL

Zootečni Anabilim Dalı
Hayvan Yetiştirme Yüksek Lisans Programı

İzmir
2024

EGE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ETİK KURALLARA UYGUNLUK BEYANI

EÜ Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin ilgili hükümleri uyarınca Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “**Efe F1 Arılarında Hijyenik Davranış Özelliği ile *Varroa Destructor*'a Karşı Dayanıklılığın Karşılaştırılması ve Koloni Performansına Etkisi**” başlıklı bu tezin kendi çalışmam olduğunu, sunduğum tüm sonuç, doküman, bilgi ve belgeleri bizzat ve bu tez çalışması kapsamında elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara atıf yaptığımı ve bunları kaynaklar listesinde usulüne uygun olarak verdiğimi, tez çalışması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını, bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya diğer bir üniversitede başka bir tez çalışması içinde sunmadığımı, bu tezin planlanmasından yazımına kadar bütün safhalarda bilimsel etik kurallarına uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul edeceğimi beyan ederim.

11 /09 /2024

Gamze ERTEM

ÖZET**EFE F1 ARILARINDA HİJYENİK DAVRANIŞ ÖZELLİĞİ İLE
VARROA DESTRUCTOR'A KARŞI DAYANIKLILIĞIN
KARŞILAŞTIRILMASI VE KOLONİ PERFORMANSINA ETKİSİ**

ERTEM, Gamze

Yüksek Lisans Tezi, Zootekni Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Banu YÜCEL

Eylül 2024, 62 sayfa

Bal arısının sosyal savunma mekanizmalarından biri olarak tanımlanan hijyenik davranış, işçi arıların enfekte olmuş yavruları tespit edip, hücre kapaklarını açıp temizlemesiyle temsil edilen oldukça karmaşık bir süreçtir. Bu davranış ekonomik arıcılığın önündeki en büyük engellerden biri olarak görülen *Varroa destructor* adlı ektoparazitik akarın da dahil olduğu yavru hastalıklarına karşı önemli bir savunma davranışı olarak değerlendirilmektedir. Bal arı yetiştiriciliğinde hastalık ve zararlı mücadelesinde kullanılan kimyasal maddelerin oranını azaltmak veya tamamen ortadan kaldırmak amacıyla hastalıklara ve özellikle *Varroa destructor'a* karşı dirençli bal arısı ıslahı son zamanlarda disiplinler arası bir başlık olarak değerlendirilmektedir. Hijyenik davranış bu başlıklardan üzerinde en çok çalışılmış konulardan birisi olarak öne çıkmaktadır.

2019 yılında Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından tescil edilen ve özellikle çam balı üretimindeki yeteneği ile öne çıkan 'Efe Arısı' ekotipinde hijyenik davranış, üzerinde çok çalışılmamış konulardan birisidir. Yapılan bu çalışmada oluşturulan 20 adet Efe F1 melezi kolonilerinde hijyenik davranış testleri gerçekleştirilmiş, süreç içerisinde mevcut kolonilerdeki *Varroa* yoğunluğu hesaplanmış ve bu iki faktör arasındaki korelasyon incelenmiştir. Çalışma süresince kuluçka gelişimi ve ergin arılı çerçeve sayıları kayıt altına alınmış, Efe arısı ekotipinde hijyenik davranış ve *Varroa* yoğunluğunun koloni gelişim parametreleri üzerine etkisi tartışılmıştır.

Anahtar sözcükler: Hijyenik davranış, *Varroa destructor*, Efe arısı ekotipi, bal arısı ıslahı.

ABSTRACT**COMPARISON OF HYGIENIC BEHAVIOR AND
RESISTANCE TO *VARROA DESTRUCTOR* IN EFE F1 BEES
AND ITS EFFECT ON COLONY PERFORMANCE**

ERTEM, Gamze

MSc in Department of Animal Science

Supervisor: Prof. Dr. Banu YÜCEL

September 2024, 62pages

Hygienic behavior, defined as one of the honey bee social defense mechanisms, is a very complex process represented by worker bees detecting infected brood, opening the cells and cleaning them. This behavior is considered an important defense behavior against brood diseases, including the ectoparasitic mite called *Varroa destructor*, which is seen as one of the biggest obstacles to economic beekeeping. Breeding honeybees resistant to diseases, especially *V. destructor*, in order to reduce or completely eliminate the amount of chemicals used in beekeeping has recently been evaluated as an interdisciplinary topic, and hygienic behavior stands out as one of the most studied topics among these topics.

Hygienic behavior is one of the less studied subjects in the "Efe bee" ecotype, which was registered in 2019 and stands out especially for its ability in pine honey production. In this study, hygienic behavior tests were performed on 20 Efe F1 hybrid colonies, Varroa load was calculated during the same process and the correlation between these two factors was examined. During the study, brood development, the number of adult bee frames were registered and the hygienic behavior of Efe bees and the effect of Varroa load on colony parameters were discussed.

Keywords: Hygienic behavior, *Varroa destructor*, Efe ecotype, honey bee breeding.

ÖNSÖZ

Varroa destructor, bal arısı sağlığı için ciddi bir tehdit oluşturan bir dış parazittir. Bu akar arıların bağışıklık sistemini zayıflatır ve hastalıklara karşı dirençlerini azaltarak bal arısı kolonilerinde verim kayıplarına neden olur. *Varroa* akarının bal arıları üzerindeki etkisi, hem ekonomik hem de sürdürülebilir arıcılık açısından önem atfetmektedir. Bu nedenle, *Varroa* kontrol stratejilerinin geliştirilmesi ve uygulanması, arıcılık ve tarım sektörleri için hayati öneme sahiptir.

Hijyenik davranış, bal arılarında önemli bir sosyal davranış biçimidir. Bu davranış, arıların kovan içerisindeki hastalıklı, ölü veya parazitlenmiş larva ve pupaları tespit edip temizlemesiyle karakterize edilir. Hijyenik davranış gösteren arılar, *Varroa* akarıyla enfekte olmuş yavruları tespit edip hücrelerden çıkartarak koloni dışına atarlar. Bu şekilde, *Varroa* popölasyonunun kolonide kontrolsüz bir şekilde artması engellenir. Bu davranışın etkinliği, *Varroa* akarlarının üreme döngüsünü kesintiye uğratarak kolonideki akar yükünü azaltır ve bal arısı kolonisinin genel sağlığını korur.

Efe arısı ekotipi, Ege Bölgesi'nde yayılış gösteren ve bu bölgenin iklim ve bitki örtüsü koşullarına uyum sağlamış, farklı morfolojik ve fizyolojik özellikleri ile öne çıkan değerli bir ekotiptir. Bu tez çalışmasının amacı Efe arısı ekotipinde görölen hijyenik davranış ile *Varroa* yoğunluğu arasındaki ilişkiyi incelemektir. Araştırma süresi boyunca koloni gelişim parametreleri de kayıt altına alınarak hijyenik davranışın koloni gelişim parametrelerine etkisi tartışılmıştır.

İzmir

11 /09 / 2024

Gamze ERTEM

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
İÇ KAPAK	ii
KABUL ONAY SAYFASI	iii
ETİK KURALLARA UYGUNLUK BEYANI.....	v
ÖZET	vii
ABSTRACT	ix
ÖNSÖZ.....	xi
İÇİNDEKİLER.....	xiii
ŞEKİLLER DİZİNİ	xvi
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	xviii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xix
1. GİRİŞ.....	1
2. LİTERATÜR ÖZETİ.....	4
2.1 Bal Arısı Taksonomisi ve Efe Arısı Ekotipi.....	4
2.2 Bal Arılarında Bağışıklık Sistemi.....	7
2.2.1 Bal arısı Hücresel ve Humoral Bağışıklık Sistemi	8
2.2.2 Bal arısı sosyal bağışıklık sistemi.....	10

İÇİNDEKİLER (devam)

	<u>Sayfa</u>
3. <i>VARROA DESTRUCTOR</i>	15
3.1 <i>Varroa Destructor</i>	15
3.2 <i>Varroa ve Virüs Kaynaklı Hastalıklar İlişkisi</i>	18
4. MATERYAL VE YÖNTEM	20
4.1 Materyal	20
4.2 Yöntem.....	20
4.2.1 Hijyenik davranış testleri	20
4.2.2 <i>Varroa</i> yoğunluğunun hesaplanması	23
4.3 Koloni Gelişim Parametreleri	26
4.4 İstatistiksel Analizler.....	27
5. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA	28
5.1 Hijyenik Davranış	28
5.2 <i>Varroa</i> Yoğunluğu.....	31
5.3 Koloni Gelişim Parametreleri Testleri	34
5.3.1 Arılı çerçeve sayısı.....	34
5.3.2 İstatistiksel analizler	35

İÇİNDEKİLER (devam)

	<u>Sayfa</u>
5.4 Tartışma	37
5.4.1 Hijyenik davranış	37
5.4.2 Varroa yoğunluğu	39
5.4.3 Koloni gelişim parametreleri	41
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	44
KAYNAKLAR DİZİNİ.....	46
TEŞEKKÜR	61
ÖZGEÇMİŞ.....	62

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
2.1. Akarların istila ettiği pupaları yuvadan çıkaran bal arıları, akarın yavrularını ortadan kaldırarak akarın üreme döngüsünü kesintiye uğrattır	12
3.1. Varroa'nın dört türü: a. <i>V. jacobsoni</i> 'nin sırt görünümü; B. <i>V. jacobsoni</i> 'nin ventral görünümü; C. <i>V. destructor</i> 'ün sırt görünümü; D. <i>V. destructor</i> ventral görünüm; e. <i>V. rindereri</i> ; F. <i>V. Underwoodi</i>	16
4.1. (a) (b) seçilen çerçevedeki 100 adet kapalı yavrulu hücrede Pin-killed yönteminin uygulanması.	21
4.2. (a) Düşük hijyenik davranış görüntüsü (b) yüksek hijyenik davranış görüntüsü.....	22
4.3. İşçi arı örneklerinin alınması.....	24
4.4. Pudra şekeri yöntemi için kullanılan ağzı delikli kavanoz.....	25
4.5. Kavanoz içerisine toplanan işçi arıların pudra şekeri ile hafifçe çalkalanması.....	25
4.6. Varroa akarının beyaz bir kap içinde hazırlanan temiz suya düşmesini sağlamak için kap içerisine doğru çalkalanması.	25
4.7. Varroa akarı sayısı kaydedildikten sonra işçi arıların koloniye geri bırakılması.....	26
4.8. Kapalı yavrulu çerçeve.....	27
5.1. Ölçüm yüksek H.D yüzdesi.....	28

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
5.2. Ölçüm düşük H.D yüzdesi	29
5.3. Ölçüm yüksek H.D yüzdesi.	29
5.4. Ölçüm düşük H.D yüzdesi	30
5.5. Ölçüm yüksek H.D yüzdesi	30
5.6. Ölçüm düşük H. D Yüzdesi	31
5.7. Varroa yoğunluğu testi 1. ölçüm	31
5.8. Varroa yoğunluğu testi 2. Ölçüm	32
5.9. Varroa yoğunluğu testi 3. Ölçüm	33

ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
5.1. 3 farklı tarihte yapılan Varroa sayım ölçümlerinin ortalama ve standart sapma sonuçları.	33
5.2. 3 farklı tarihte gerçekleşen arılı çerçeve sayıları ortalaması ve standart hatası.....	34
5.3. Her koloni için toplam çerçeve ve arılı çerçeve sayısı.....	34
5.4. Kapalı kuluçka alanı ölçüm sonuçları.	35
5.5. Kolmogorov-Smirnov testi sonuçları.....	36
5.6. 1.ölçüm sonuçları korelasyon testi uygulaması sonuçları.....	36
5.7. 2. ölçüm sonuçları korelasyon testi uygulama sonuçları.....	37
5.8. 3. ölçüm sonuçları korelasyon testi uygulama sonuçları.....	37

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler Açıklama

cm² Santimetre

ad adet

Kısaltmalar

A.Mellifera *Apis mellifera*

HD Hijyenik davranış

Varroa destructor *V. destructor*

1. GİRİŞ

Arıların bitki tozlaşmasındaki rolü tartışılmayacak kadar önem taşımaktadır. Ancak monokültüre dayalı tarım, bilinçsiz anız yakma, orman yangınlarının artışı ile ormansızlaşma; yabancı tozlayıcıların ve bal arılarının doğal yaşam alanlarına zarar vermektedir. Doğanın bu şekilde bilinçsizce tahrip edilmesi, tozlaşma eksikliğiyle birlikte tarımsal ürünlerin veriminde düşüşe yol açmaktadır. Tarımsal üretimde görülen bu düşüş, insanlar tarafından kontrol edilebilen ve yetiştirilebilen bal arısı kolonileri ve arıcılık uygulamaları ile giderilebilmektedir. Bal arılarının tarımsal üretime ve elbette ülke ekonomisine katkıları, sadece arı ürünlerinden elde edilen gelire kıyaslanamayacak kadar büyüktür (Kumova ve Korkmaz, 2000).

Türkiye, sahip olduğu koloni sayısı ve çeşitli bal arısı ırkları ve ekotipleri ile dünyanın önde gelen ülkeleri arasında yer alsa da, koloni başına düşen bal üretimi açısından arıcılıkta ileri düzeyde olan ülkelerin gerisinde kalmaktadır (Oskay, 2008). Ülkemizde arıcılıkla ilgili en önemli sorunlar arasında ana arıların zamanında yenilenmemesi, ekolojik uyumluluk göz ardı edilerek yapılan kontrolsüz arıcılık ve hastalık ile parazitlere karşı dirençli genetik materyalin ıslah edilmemesi gibi konular yer almaktadır.

Türkiye'de arı yetiştiriciliğinde yaşanan mevcut sorunlarla birlikte son yıllarda ciddi koloni kayıpları gözlemlenmiştir. Bu konu, özellikle ABD'de ve ardından Avrupa'da koloni kayıplarının endişe verici boyutlara ulaşmasıyla dikkat çekmeye başlamıştır. Bu yaşanan koloni kayıpları Koloni Çöküş Sendromu (Colony Collapse Disorder (CCD)) olarak tanımlanmış ve bu alanda araştırmalar yapmak üzere COLOSS adlı bir bilimsel grup oluşturulmuştur (Van Engelsdorp et al., 2009; Kavak, 2016). Yapılan araştırmalar, koloni kayıplarının temel sebeplerinden birinin Varroa akarı olduğunu ortaya koymuştur (Kandemir, 2007).

Varroa akarı, bal arısı kolonilerinde ergin ve yavru bal arılarının kan sıvılarıyla (hemolenf) beslenip, bal arısı bağışıklık sistemini olumsuz etkilemektedir. Varroa akarı ile enfekte olmuş bal arısı kolonilerinin yaşam süresi kısalmaktadır. Varroa akarı, deforme kanat virüsü, akut arı felci virüsü gibi viral

enfeksiyonlarının koloni içerisinde yayılmasına sebep olmaktadır (Warnet et al., 2023).

Varroa akarı mücadelesinde yapılan bilinçsiz uygulamalar, arıcılık maliyetlerini ve arı ürünlerinde kimyasal kalıntı riskini arttırmaktadır. Bu durumun yarattığı problemleri azaltmak için kimyasal olmayan kontrol yöntemleri geliştirilmiştir. Bu yöntemlerden biride Varroa akarına dirençli bal arısı hatlarının oluşturulmasıdır.

Hijyenik davranış, Varroa akarına karşı dirençli hatların oluşturulmasında bal arılarının doğal bağışıklık mekanizmasının parçası olarak değerlendirilmektedir. Hijyenik davranış bal arısı kolonilerindeki enfekte olmuş veya ölmüş yavruların koloni içindeki bakıcı işçi arılar tarafından tespit edilerek hücreden çıkarılması olarak tanımlanmaktadır (Solmaz vd., 2021). Günümüzde kalıtsal bir özellik olan hijyenik davranışın kolonilerde yüksek oranda görülmesi ekonomik ve sürdürülebilir arıcılığın temel ilkelerinden biri olarak değerlendirilmektedir.

Türkiye’de yayılış gösteren bal arılarda morfolojik, fizyolojik ve davranışsal açıdan geniş bir çeşitlilik gözlemlenmektedir Türkiye, sahip olduğu çeşitli bal arısı ırklarıyla, dünya çapındaki bal arısı genetik çeşitliliğinin %20'sine sahiptir. Amerika ve Avustralya, bal arılarıyla 1800'lü yıllarda toplumlar aracılığıyla tanışırken, Türkiye'nin de içinde bulunduğu Asya ve Avrupa kıtaları, binlerce yıl boyunca buldukları çevreye uyum sağlamış çeşitli bal arısı ırklarına sahiptir (Kence vd., 2009; Oskay vd., 2019).

Türkiye’de, ilk olarak Kafkas arı ırkının (*Apis mellifera caucasia*) 2004 yılında Resmi Gazete’de yayımlanmasının ardından tescil edilmiş ve bu ırkın yayılım gösterdiği alanlar koruma altına alınmıştır. Uzun süren ıslah çalışmalarının ardından ise 2019-2022 yılları arasında Efe Arısı ekotipi, Anadolu Arısı, Trakya Arısı, Hatay Arısı, Muğla Bal Arısı ekotipi, Yığılca Bal Arısı ekotipinin tescili yapılmıştır (Ese vd., 2023).

Tescil edilen ekotiplerden biri olan Efe Arısı ekotipi, hastalıklara karşı gösterdiği direnç özellikleri ve Ege bölgesinde çam balı üretimindeki performansı ile üzerinde çalışılması gereken konulardandır.

Bu tez çalışmasında Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü Hayvancılık Uygulama ve Araştırma Tesislerinde 2022 yılında Efe Arısı F1 melezi kullanılarak 20 koloni oluşturulmuş ve kayıt altında alınmıştır. Üzerinde çalışılacak koloniler belirlenerek her kolonideki ana arı yaşı eşitlenmiş; hastalık ve zararlı durumu, ergin arılı çerçeve sayısı, kuluçka gelişimi ve ana arı kontrolleri yapılarak kayıt altına alınmıştır.

Türkiye'de bal arısı hastalıkları ve zararlıların yaygınlığına ilişkin yapılan değerlendirmeler sonucunda, Varroa akarının ve Varroa akarının neden olduğu zararın Ege Bölgesi'nde oldukça yaygın olduğu görülmektedir (Beyazıt vd., 2012; Kalaycı vd., 2020). Bu çalışmalara dayanarak Ege bölgesinde yayılış gösteren Efe Arısı ekotipinin hijyenik davranış gösterme yeteneği ile Varroa yoğunluğu arasındaki korelasyonu değerlendirmek amacıyla oluşturulan kolonilerde öncelikle hijyenik davranış testleri yapılmıştır. Araştırma sürecinde Varroa yoğunluğu da hesaplanmıştır. Bu tez çalışmasının amacı, Efe arısı ekotipinde görülen hijyenik davranış yeteneği ile Varroa yoğunluğu arasındaki ilişkinin tartışılması ve bu iki parametrenin koloni gelişim performansına etkisinin değerlendirilmesidir.

2. LİTERATÜR ÖZETİ

2.1 Bal Arısı Taksonomisi ve Efe Arısı Ekotipi

Milyonlarca yıldır doğanın bir parçası olarak mutlak öneme sahip olan bal arılarının evrimini açıklamaya yönelik üç kuram tartışılmaktadır; Rothenbuhler (1968) tarafından açıklanan kurama göre bal arıları Güneydoğu Asya ve Hindistan'dan evrilmiştir. Diğer kurama göre ise bal arıları Afrika'dan evrilerek Anadolu ve İber yarımadasından Avrupa'ya yayılmıştır. Ruttner (1988) tarafından geliştirilen bir diğer kurama göre ise bal arısı (*Apis mellifera* L.) Hazar Denizi'nin güneyinden Avrupa ve Afrika'ya yayılmıştır (Kence, 2006). Arıların evrimsel sürecine dair fosil kalıntılar yeterli olmasa da Kretase döneminde çiçek açan bitkilerle aynı zamanda 146-74 milyon yıl önce evrildiği düşünülmektedir. Arıların, nektar tadı alabilen ve vejetaryen diyeti benimseyen avcı eşek arılarından evrimleştiği düşünülmektedir. Nektar ve polen bolluğu doğrultusunda bazı eşek arılarının beslenme şekli larvalardan nektar ve polen toplamaya geçmiştir. Yaklaşık 120 milyon yıl önce, bal arılarının morfolojisinde önemli değişiklikler meydana gelmiştir. Bu değişiklikler daha uzun bir dil, artan tüylenme, polen sepetlerinin gelişmesi bulunmaktadır. Bu özellikler, polen ve nektar toplama amacıyla gelişmiştir (Gupta, 2014).

İsveçli bilim insanı Linnaeus, 1758'de yayınladığı *Systema Naturea* adlı ünlü kitabında canlıların taksonomik sınıflandırmalarında yöntem olarak binomial sistemi kullanmıştır. Günümüzde de halen bu sistemden yararlanılmaktadır. Binomial sisteme göre sınıflandırmada her bir canlı cins ve tür isimleriyle tanımlanmaktadır. Bu sınıflandırmaya göre bal arısına Latince bal toplayan anlamına gelen *Apis mellifera* adı verilmiştir. *Apis* cins, *mellifera* ise tür ismidir. Apidae familyası, bal arılarını ve bombus arılarını, iğnesiz arılar, marangoz arılar, orkide arıları ve guguklu arılar gibi akrabalarını içermektedir (Engel, 1999; Erdem, 2018).

A. mellifera'nın yaşam alanları Orta Asya, Avrupa, Yakın Doğu ve Sahra altı Afrika'yı kapsamaktadır. Bu türler ayrıca Doğu ve Güneydoğu Asya, Avustralya ve

Amerika' da bulunmaktadır (Ruttner, 1988). *A. mellifera*'nın en az 29 alt türü olduğu kabul edilmiştir (Tozkar, 2020).

Dört ana iklimin etkisi altında olması, değişkenlik gösteren jeolojik yapısı ve coğrafi konumu ile bal arısı çeşitliliğın merkez noktalarından biri olarak kabul edilen Türkiye'nin kuzeydoğusunda *Apis mellifera caucasica* (Kafkas arısı), güneydoğusunda *Apis mellifera meda* (İran arısı) ve *Apis mellifera syriaca* (Suriye arısı), Trakya bölgesinde *Apis mellifera carnica* (Karniyol arısı) ve geriye kalan bölgelerde ise *Apis mellifera anatoliaca* (Anadolu arısı) alt türleri dağılım göstermektedir (Kandemir ve Kence, 1995; Kandemir vd., 2000; Güler vd., 2011; Gösterit vd., 2012). Anadolu arısı, Eskişehir'den Sivas'a, Çankırı'dan Niğde ve Nevşehir'e kadar olan Orta Anadolu bölgesinde yaygın olarak bulunmaktadır. Bunun yanı sıra, Ege, Akdeniz ve Karadeniz bölgelerinin geniş bir bölümünde de yayılım göstermektedir (Koca ve Kandemir, 2015; Sıralı, 2017).

Bunlarla birlikte, bazı araştırmacılara göre (Bodenheimer, 1942) Doğu Anadolu'da Sarı Trans-Kafkas arısı (*Apis mellifera remipes*) ve Güneydoğu Anadolu'da Suriye arısı (*Apis mellifera syriaca*), kimine göre (Ruttner, 1988) ise Doğu Anadolu'da Ermenistan arısı (*Apis mellifera armeniaca*) ve Güneydoğu Anadolu'da İran arısı (*Apis mellifera meda*) bulunmaktadır (Gençer ve Karacaoğlu, 2002).

Ruttner (1988), bal arısı ırk ve ekotiplerini sınıflandırmak amacıyla yaptığı çalışmada 36 tane morfometrik karakter üzerinde durmuştur. Bu çalışmaya göre morfometrik verilerin çok değişkenli analizine dayanarak Türkiye'de üç alt türün bulunduğunu öne sürmüştür. Bunlar Kuzeydoğu'da *Apis mellifera caucasica*, Güneydoğu'da *Apis mellifera meda* ve Türkiye'nin geri kalanı boyunca *Apis mellifera anatoliaca* olarak bildirilmiştir (Farshineh et al., 2007).

Kekeçoğlu (2007) tarafından yapılan bir çalışmada, Türkiye'deki bal arılarının bazı morfolojik özellikleri karşılaştırılmış ve 12 farklı morfolojik karakter belirlenmiştir. Bu çalışmanın sonucunda, Türkiye'de dört farklı bal arısı popülasyonunun bulunduğu ve bunların *Apis mellifera anatoliaca*, *Apis mellifera*

meda, *Apis mellifera caucasica* ve *Apis mellifera carnica* ırklarını temsil ettiği belirlenmiştir.

Ülkemizde en fazla yayılış gösteren Anadolu bal arısı farklı morfolojik ve davranışsal özelliklere sahip çok sayıda ekotipi içermektedir. Türkiye, farklı coğrafi ve iklim koşullarına uyum sağlayan Kafkas arısı, Suriye arısı, İran arısı ve Anadolu bal arısının alt türlerine sahip olmakla birlikte morfolojik ve genetik olarak tanımlanmış çeşitli ekotipleri de barındıran büyük bir bal arısı gen merkezidir (Oztokmak vd., 2023).

Türkiye’de tescil edilen bal arısı ekotiplerinden biri olan Efe Arısı ekotipi morfolojik yapısı ile Anadolu bal arısının diğer ekotiplerinden farklılaşan özelliklere sahiptir (Koç ve Karacaoğlu, 2011).

Orta Anadolu ekotipi, bozkır iklimine uyum sağladığı için nektar akışının sona erdiği dönemlerde yavru üretimini durdurmaktadır. Buna karşın, Efe arısı ekotipi, bu dönemlerde de yavru üretimine devam etmektedir. (Koç ve Karacaoğlu, 2005).

Karacaoğlu (2004), Ege Bölgesi’ndeki arılıklarda Efe arısı ekotipine ait 11 koloni ve İtalyan arısı melezi 4 koloni olmak üzere toplam 25 koloni üzerinde çalışma yapmıştır. Kolonilerden toplanan işçi arılarda 28 morfolojik özellik incelemiş ve varyans ile diskriminant analizleri uygulamıştır. Sonuç olarak, Türkiye’de yaygın olarak yapılan göçer arıcılık ve ana arı kullanımına rağmen, Efe arısı ekotipinin karakteristik özelliklerini koruduğu tespit edilmiştir.

Ege Bölgesi’nde gerçekleştirilen bir araştırmada, Kafkas arısı ve Anadolu arısının, Efe arısı ekotipi ile İtalyan ırkı melezleri ile kıyaslandığında daha küçük koloni popülasyonları oluşturduğu ve daha az bal verimi elde edildiği gözlemlenmiştir. Araştırma süresince, bölgedeki sürekli değişen iklim koşullarının kolonilerin performansını önemli ölçüde etkilediği tespit edilmiştir. Araştırmacılar, iklim değişikliğinin bal arısı popülasyonları üzerindeki olumsuz etkileri devam ederse, Kafkas bal arısı ırkının bu bölgede yetiştirilmesinin mümkün olmayacağı öngörmektedir (Koç ve Karacaoğlu, 2012).

Türkiye'deki arıcılık faaliyetleri bağlamında, çam balının neredeyse tamamı Ege Bölgesi'nde üretilmektedir ve bu bölge, dünyada çam balı üretilen nadir alanlardan biri olarak öne çıkmaktadır (Polat vd., 2015; Çevrimli vd., 2018). Dünya genelindeki çam balı üretiminin yaklaşık %90'ı Muğla ilinde gerçekleştirilmekte olup, bu durum Türkiye ekonomisi için önemli bir ihracat kaynağı teşkil etmektedir (de-Miguel, 2014). Literatürde "Batı ege arısı" olarak da bilinen Efe arısı ekotipi, yaşam döngüsünü çam ağaçlarında *Marchalleina hellenica* böceği üzerinde yiyecek arayacak şekilde adapte etmiştir (Kekeçoğlu, 2018).

2019 yılında yapılan Muğla ilinde yapılan bir diğer çalışmada 30 mikrosatelit bölgesinde yalnızca Muğla ilinde gözlemlenen alellerin varlığı, önemli bir bulgu olarak öne çıkmaktadır. Bu durum Muğla ilindeki arı popülasyonunun genetik yapısının, diğer bölgelerden farklılaştığını ve muhtemelen bu bölgeye özgü belirli adaptasyonlar geliştirdiğini göstermektedir (Oskay vd, 2019).

Güler ve Kaftanoğlu (1999) tarafından Türkiye'nin farklı bölgelerinde (Orta Anadolu, Kuzeydoğu Anadolu, Trakya, Marmara, Ege, Akdeniz) yapılan çalışmada, bu bölgelerde yaygın olarak üretilen bal arısı ırkları göçer arıcılık koşullarında değerlendirilmiştir. Çalışma sonucunda göçer arıcılık koşullarında yıllık ortalama bal verimi açısından en iyi performansı Muğla genotipi göstermiştir. Bu nedenle, Muğla genotipi bölgede yetiştiriciliği önerilen en iyi arı genotipi olarak öne çıkmaktadır. Çalışmada, tüm dönemlerde en yüksek koloni popülasyonu gelişimi de Muğla genotipinde gözlenmiştir. Ancak bilinmelidir ki kontrolsüz göçer arıcılığın yarattığı sorunlar, bölgeye adapte olmuş genotiplerin genetik çeşitliliğini tehdit etmektedir.

2.2 Bal Arılarında Bağışıklık Sistemi

Omurgalılar, doğal bağışıklık ve sonradan kazanılan bağışıklık olmak üzere iki tür bağışıklık sistemine sahiptir. Buna karşılık, böcekler yalnızca doğuştan gelen bağışıklık sistemine sahiptir ve bu onların tek savunma hattıdır (Larsen et al., 2019). Hücresel bağışıklık, fagositoz ve kapsülleme işlevi gören, hemolenfte dolaşan hemositler adı verilen hücreleri içerir (Azzami et al., 2012). Hümmoral immun yanıt

ise; antimikrobiyal peptitler, tamamlayıcı proteinler, melanin oluşumu ve pıhtılaşmayı düzenleyen molekülleri ifade etmektedir (Strand, 2008).

Bal arıları, her bireyin koloninin gelişmesinden ve hayatta kalmasından sorumlu olduğu oldukça karmaşık bir düzen içinde yaşarlar. Bir arı kolonisinin mekanizması, çok hücreli bir organizmayla benzerlik göstermektedir (Leska et al., 2021). “Sosyal yaşam” birçok faydayı beraberinde getirir de patojen ve parazitlerinin yayılma potansiyelini de arttırmaktadır (Schmid-Hempel, 1998; Simone et al., 2009). Bu sebeple bal arısı savunma sistemini anlayabilmek için bal arısı sosyal ve bireysel bağışıklık sistemlerini bilmek gerekmektedir.

A. mellifera'nın bağışıklık sistemi *Drosophila* sinekleri ve *Anopheles* sivrisinekleri ile benzerlik gösterse de, bu cinslerde var olan bağışıklık sistemi genlerinin sadece üçte birine sahiptir. Düşük sayıdaki gen, *A. mellifera*'nın sosyal bağışıklık geliştirmesinin bir sonucu olarak değerlendirilebilir. Sosyal bağışıklık savunma stratejisi, arıların bireysel bağışıklık sistemi üzerindeki baskıyı azaltmaktadır (Borum, 2020). 2006 yılında moleküler düzeyde yapılan çalışma sonucunda arılardaki birçok bağışıklık gen ailesinin, *Drosophila* ve *Anopheles* ile karşılaştırıldığında sayıca azaldığı ve bal arısı kolonilerindeki 'sosyal' savunma mekanizmasının patojen baskısını azaltmada etkili olduğu ve bu nedenle arıların bireysel bağışıklık tepkilerine diğer böcekler kadar bağımlı olmadığı ortaya çıkmıştır (Evans et al., 2006).

2.2.1 Bal arısı Hücresel ve Humoral Bağışıklık Sistemi

Hücresel bağışıklık, fagositoz, kapsülleme ve melanizasyon gibi süreçleri kontrol eden hemositler tarafından kontrol edilmektedir (Strand, 2008; Larsen et al., 2019). Böcekler, morfolojik ve fonksiyonel özellikler ile tanımlanan birkaç tür hemosit üretirler. Hemositler, pıhtı oluşumuna katılarak fiziksel yaralanmalara yanıt verirler (Lavine and Strand, 2002).

Bal arılarında, kovan içi görevlerinden tarlacı aşamasına geçtiklerinde hemosit sayısında azalma gözlemlenir (Amdan et al., 2004). Evrimsel açıdan bakıldığında, tarlacı arılarda hemosit sayısının azalması, koloninin enerji

rezervlerini koruma stratejisi olabilir. Tarlacı arılar, avlanma sırasında yüksek ölüm riski taşıdığından, bağışıklık seviyesindeki bu azalma bireysel ölüm riskini önemli ölçüde artırmaz. Ancak, hücresel bağışıklığı sürdürmek için gereken enerjiden tasarruf sağladığı için koloni genelinde fayda sağlar (Schmith et al., 2008).

Antimikrobiyal peptitler (AMP'ler), humoral bağışıklığın bir parçası olarak, özellikle bakteri ve mantarlara karşı işlev gören bağışıklık proteinleridir (Feng et al., 2020). AMP'ler, omurgasızların evrimsel olarak en eski ve önemli koruyucu mekanizmalarından biridir. Kısa sürede aktive edilebilirler ve enfeksiyon bölgesine taşınabilirler (Ilyasov et al., 2012).

Bal arıları, patojenler tarafından enfekte edildikten sonra, hemolenfte dört antimikrobiyal peptit ailesi sentezler. Bu peptitler apidacin, abaecin, hymenoptaecin ve defensin olarak sınıflandırılır (Xu et al., 2009).

Humoral savunma, antimikrobiyal peptitler ve hemolimfin melanizasyonu ile ifade edilir (Sevgili, 2017). Melanizasyon, profenoloksidazın (ProPO) aktivasyonu ile fenoloksidaza dönüşmesini içeren önemli bir bağışıklık tepkisidir (Kanost and Jiang, 2015). ProPO, aktif formu olan fenoloksidaza dönüştüğünde, bal arılarının patojenlere karşı savunmasında rol oynar. Fenoloksidaz, melanizasyon sürecini başlatarak patojenlerin etrafında koruyucu bir kapsül oluşturur ve bu patojenleri etkisiz hale getirir. Ayrıca, yaralanma veya enfeksiyon durumunda ProPO sistemi hızla aktive edilerek bal arısının bağışıklık tepkisini güçlendirir (Söderhall and Cerenius, 1998).

Melanizasyon sürecinin bağışıklık sistemindeki esas önemi, patojen yayılımını sınırlandırmaktır (Strand, 2008). ProPO'nun aktivasyonu, hücresel ve humoral savunma reaksiyonlarında önemli bir rol oynar. Bu reaksiyonlar, hastalık etkeninin tanınması ve hareketsiz hale getirilmesine yol açar (Marmaras et al., 1996).

2.2.2 Bal arısı sosyal bağışıklık sistemi

Bal arıları, kolonilerindeki hastalık riskini iki şekilde kontrol ederler: hücresel ve humoral yanıtla bireysel bağışıklık ve grup düzeyindeki davranışlarla sosyal bağışıklık (Derandi-Hoffman and Chen, 2015). Sosyal bağışıklık mekanizmaları arasında hijyenik davranış ve tımarlama, hastalık ve zararlılarla mücadelede en çok çalışılan konulardır.

2.2.2.1 Tımarlama davranışı

Bal arısı sosyal bağışıklık mekanizmalarından biri olarak tanımlanan tımarlama davranışı, özellikle Varroa akarına karşı dirençli kolonilerin oluşturulmasında önemli bir parametre olarak değerlendirilmektedir. Tımarlama davranışı, Amerikan yavru çürüklüğü (*Paenibacillus larvae larvae*) ve tebeşir çürüklüğü (*Ascosphaera apis*) gibi bal arısı yavru hastalıklarına karşı gösterilen doğal savunma davranışdır (Boecking and Spivak, 1999; Vaziritabar et al., 2016). Bu davranış ile bal arıları birbirlerini temizleyerek zararlı parazitlerden kurtulmaya çalışırlar. Bal arısı kolonisinde görülen tımarlama davranışı sıklığı *A. mellifera*'da *A. cerana*'ya göre daha düşük gözlemlenmektedir (Fries et al., 1996). Bu davranış bal arılarının alt çenelerini ve bacaklarını kullanarak Varroa akarlarına hasar vererek vücutlarından çıkarmaları ile temsil edilir (Morfin et al., 2021). Ancak tımarlama davranışının ölçülmesi ve değerlendirilmesi zordur. Bu davranış kovanların alt tahtalarına yerleştirilen yapışkan kağıtlar üzerinde düşen ve hasar gören akarların sayılmasıyla değerlendirilmektedir. Ancak bu yöntem yalnızca tımarlama davranışının etkilerini ölçmekle kalmaz. Varroa akarları diğer birçok faktöre bağlı olarak düşebilmektedir (Morfin, 2020). Araştırmacılar akarlar verilen zararın, diğer bal arısı zararlıları veya tımarlama yerine enfekte olmuş yavruların bulunduğu hücrelerin temizlenmesi (hijyenik davranış) gibi diğer faktörlerden kaynaklanabileceğini savunmaktadır (Boecking and Spivak, 1999; Bienefeld et al., 1999; Micholson; 2022).

Tımarlama davranışı oto-tımar ve allo-tımar/sosyal tımar olarak iki şekilde tanımlanmaktadır. Oto-tımar, ağız parçalarının veya ön bacakların hareketi ile

kendi kendini temizleme eylemidir. Allo-tımar ise birlikte hareket eden birkaç bal arısının birbirini tımarlamasıyla gerçekleştirilebilmektedir (Milum, 1947).

Tımarlama davranışı üzerine yapılan çeşitli çalışmalar, Afrikalaşmış arı ırklarının *Varroa* akarına karşı Avrupa arılarından daha dirençli olduğunu göstermiştir (Invernizzi et al., 2022). Moretto vd. (1991), Afrika arıları üzerindeki *Varroa* akarlarının bal arılarını tetikleyerek hızlı hareketler yapmalarına ve akarları uzaklaştırmalarına neden olduğunu gözlemlemişlerdir. Bu çalışmada, *Varroa* akarlarının %38,5'inin Afrikalı arılar tarafından uzaklaştırıldığı, buna karşılık %5,75'inin İtalyan arıları tarafından uzaklaştırıldığı bildirilmiştir.

2.2.2.2 Hijyenik davranış

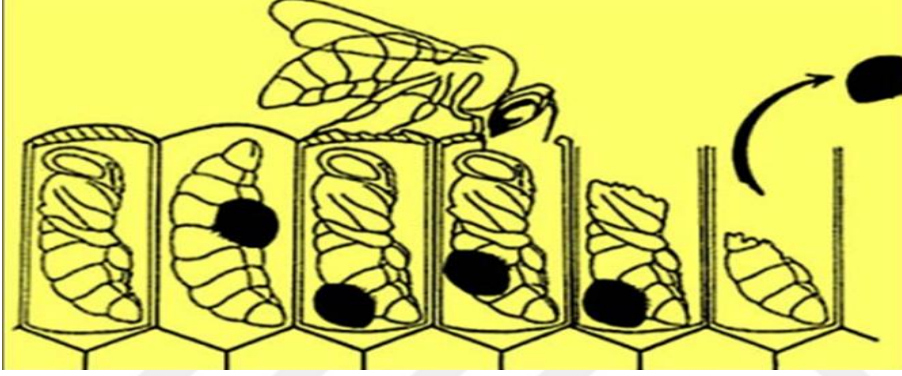
Hijyenik davranış, anormal veya hastalıklı yavruların tespit edilip uzaklaştırılmasını kapsayan bir süreçtir (Mondet et al., 2016). Bu davranışa ilişkin ilk ayrıntılı gözlemler, 1930'lu yıllarda bal arısı kolonilerinin Amerikan Yavru Çürüklüğü (AFB) bakteriyel hastalığına karşı direnç gösterip göstermeyeceğini araştırma çalışmaları sırasında yapılmıştır (Rottenbuhler, 1964).

Hijyenik davranış gösteren işçi arılar, enfekte bir larva veya pupayı tespit edebilirler. Hücre balmumu ile mühürlenmişse, işçi arılar kuluçka hücrelerinin balmumu örtüsünü açarak hastalıklı bireyi uzaklaştırırlar. Hijyenik davranış, *Paenibacillus* larvaları, *Ascospaera apis* ve *Varroa destructor* gibi yavru patojenlerine karşı genel bir direnç mekanizması olarak gelişmiştir (Spivak and Reuter, 2001).

Hijyenik davranış, bal arılarına özgü bir adaptasyon yeteneği olarak ifade edilebilir. Bu davranış, bal arılarının petek hücrelerini yeniden kullanmalarını sağlar. Bal arıları, yaban arısı ve bombus arısı gibi diğer koloni yaşantısı olan böceklerin aksine, yeni hücreli petekler inşa etmek yerine enfekte yavruları uzaklaştırdıktan sonra hücreleri temizleyerek petekleri yeniden kullanırlar. Diğer sosyal böcekler genellikle hastalıklı yavruları kapalı hücrenin altında bırakırken, bal arıları hücre kapağını açarak enfekte olmuş hücreleri temizler. (Spivak et al., 2000). Bal arısı kolonileri hem gıda depolama (nektar, bal ve polen) hem de yavru

yetiştirme için defalarca kullanılan altıgen hücrelerin paralel dikey peteklerini içerir. Sonuç olarak, özellikle büyük miktarda yiyeceğin depolanması gerektiğinde, nektar akışı sırasında daha fazla yavru veya yiyecek depolamak için yer açmak amacıyla ölü yavruların uzaklaştırılması gerekmektedir (Momot and Rothenbuhler, 1971).

Bu davranış sırasında bal arıları parazitlenmiş pupa içeren hücreyi tespit ederek hücrenin kapağını açar ve pupayı hücreden çıkarır. Bu süreçte ana akar enfekte olmuş yavruların koloniden uzaklaştırma işlemi sırasında bal arıları tarafından yok edilir (Şekil 2.1.) (Vaziritabar et al., 2016).



Şekil 2.1. Akarların istila ettiği pupaları yuvadan çıkaran bal arıları, akarın yavrularını ortadan kaldırarak akarın üreme döngüsünü kesintiye uğratar (Vaziritabar et al., 2016).

Hijyenik davranış, hem genetik hem de çevresel faktörlerden etkilenmektedir. Rothenbuhler'in 1960'lardaki çalışmasına göre, hijyenik davranış iki gen tarafından kontrol edilmektedir. Bu genlerden birinin enfekte olmuş hücreyi tespit etmekten, diğerinin ise enfekte olmuş hücreyi temizlemekten sorumlu olduğu belirtilmiştir. Ancak biyoteknolojik çalışmalar, bu davranışın çok daha karmaşık olduğunu ve birçok faktörden etkilendiğini göstermiştir. Hijyenik davranış, iki resesif gen tarafından kontrol edilmekte olup, yalnızca her iki genin de işçi arılarda homozigot olduğu durumlarda etkili olmaktadır (Gilliam et al., 1983). Bu özelliğin bal arılarında ifadesi geniş çapta araştırılmıştır ve bu sürece birçok gen çiftinin dahil olduğu tahmin edilmektedir (Gramacho et al., 1999). Hijyenik davranışın genetik altyapısında az sayıda bağlantısız genin büyük bir etki yarattığı ve hijyenik alellerin resesif ve kalıtsal olduğu genel olarak kabul edilmektedir (Amro and Amro, 2017).

Yüksek hijyenik davranış sergileyen kolonilerde ergin arılar, hastalıklı veya parazitlenmiş larva ve pupaları enfeksiyon aşamasına gelmeden tespit ederler. Larva veya pupa, patojen veya parazitle birlikte koloniden uzaklaştırılır, bu da enfeksiyonun koloni içerisinde yayılmasını engeller. Hijyenik davranış sonucu larva veya pupa enfeksiyondan kurtarılmaz, ancak hastalığın koloni boyunca yayılmasını önlemek için semptomlar görülmeden önce enfekte bireyler uzaklaştırılır. Dolayısıyla hijyenik davranış doğrudan enfekte arıları kurtarmaktan ziyade koloni düzeyinde ölçülen bir davranıştır (Simone-Finstrom, 2017).

Optimum olmayan koloni koşulları altında, hijyenik davranıştaki azalmaya bağlı olarak hastalık etkileri artabilir. Örneğin, mantar patojeni *Ascosphaera apis* görülme sıklığı, az miktarda depolanan bal veya az miktarda polen toplanması gibi beslenme stresi altında artmaktadır. Bu nedenle davranışsal savunma mekanizmalarını incelerken genel koloni durumunun dikkate alınması gerekir (Gilliam, 1986; Janmaat et al., 2000).

Varroa destructor, bal arısı kolonisinde ciddi hasara yol açan bir parazittir. Bu parazitin kolonilere verdiği zarar, hijyenik davranış sergileyen işçi arılar sayesinde azaltılabilir. Hijyenik davranış, bal arısı kolonilerinde *Varroa* popülasyon artışını üç şekilde sınırlayabilir. İlk olarak, istila edilmiş pupalar çıkarıldığında olgunlaşmamış akarlar öldürülebilir ve bu durum sonucunda üreyen akar başına ortalama yavru sayısı azalabilir. İkinci olarak, pupaların uzaklaştırılmasından sonra hayatta kalan yetişkin dişi akarların foretik periyodu uzatmasıdır. Son olarak ise akarlar açılan hücreden kaçarken yetişkin arılarda görülen tımarlanma davranışı sonucunda zarar görebilir ve bu da yetişkin akarların ölüm oranını artırabilir. (Spivak and Reuter, 1998).

Nosemosis, yetişkin bal arılarında yaygın olarak görülen, mantar kökenli ciddi bir mikrosporidiyum hastalığıdır (Çıyracı, 2024). Hijyenik davranış sergileyen bal arıları, *Nosema* enfeksiyonunun belirtilerini gösteren larva ve pupaları tespit ederek koloniden çıkarabilirler. Bu sayede, enfekte bireylerin diğer arılara hastalığı bulaştırma olasılığı azalır. Muğla bölgesinde, Efe arısı ekotipinde Amerikan Yavru Çürüklüğü hastalığına dirençli hijyenik bal arısı yetiştirme programı kapsamında, 2012-2014 yılları arasında *Nosema* enfeksiyonu takip

edilmiştir. Çalışma sonucunda, hijyenik arı yetiştirme programı süresince Nosema enfeksiyonunun da azaldığı gözlemlenmiştir. Bu çalışma, Türkiye'deki bal arısı ıslah programları arasında Nosema düzeyini izleyen en uzun süreli ve tek çalışma olup, Efe arısı ekotipinin hastalık ve zararlılara karşı yüksek direnç mekanizmasına sahip olduğu tezini desteklemektedir. (Tunca vd., 2017; Kösoğlu vd., 2021)

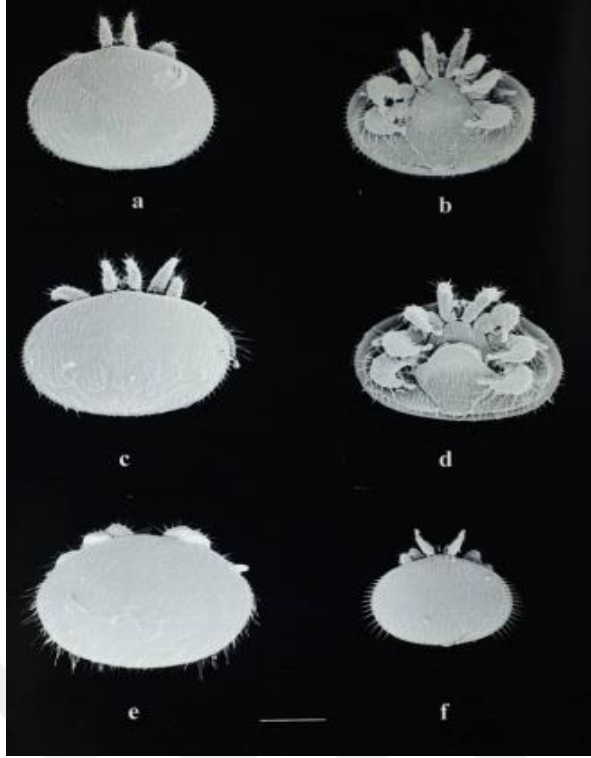
Spivak ve Reuter (2008), tarafından geliştirilen ıslah sonucu oluşan “hijyenik kolonilerin” *V. destructor*'a karşı direnç göstermenin yanı sıra bal veriminin yüksek ve koloni yönetiminin daha kolay olduğunu ortaya koymuştur.



3. *VARROA DESTRUCTOR*

3.1 *Varroa Destructor*

Varroa akarı, ilk olarak Edward Jacobson tarafından 1904 yılında Asya'da (Java) doğu bal arısı türü olan *A. cerana*'da keşfedilmiştir. Bu akar, Quedemans tarafından *Varroa jacobsoni* olarak adlandırılmıştır. 1960 yılından itibaren Varroa akarları *A. mellifera*'da da görülmeye başlanmıştır. 2000 yılına kadar, *A. mellifera*'da bulunan bu akarlar dünya genelinde *Varroa jacobsoni* olarak kabul edilmiştir. Ancak, 2000 yılında Anderson ve Trueman tarafından yapılan genetik çalışmalar (mtDNA), bal arılarında bulunan Varroa akarları arasında genetik ve morfolojik farklılıklar olduğunu ortaya koymuştur. Bu çalışmalar sonucunda, *A. mellifera*'da yıllardır *Varroa jacobsoni* olarak bilinen akarların aslında farklı bir tür olduğu belirlenmiştir. Bu yeni türe "yok edici, yıkıcı" anlamına gelen *Varroa destructor* adı verilmiştir. Günümüzde, ergin ve yavru bal arılarında dört önemli Varroa akarı türü bulunmaktadır: Bu türler *Varroa jacobsoni*, *Varroa destructor*, *Varroa underwoodi* ve *Varroa rindereri*'dir. Bu dört türün morfolojik görünümü Şekil 3.1'de gösterilmiştir (Dietemann et al., 2013).



Şekil 3.1. Varroa'nın dört türü: a. *V. jacobsoni*'nin sırt görünümü; B. *V. jacobsoni*'nin ventral görünümü; C. *V. destructor*'ün sırt görünümü; D. *V. destructor* ventral görünüm; e. *V. rindereri*; F. *V. Underwoodi*. (Dietemann et al., 2013).

A. mellifera türünde görülen fiziksel zararların kaynağı olan akarın, 2000 yılına kadar *Varroa jacobsoni* olarak kabul edilen *V. destructor* türüne ait olduğu belirlenmiştir (Anderson and Truerman, 2000). Varroa akarlarının üremesi. *A. cerana*'da yalnızca mevsimsel olarak oluşan erkek arı yavrularında gerçekleşmesinden kaynaklı büyük ölçüde sınırlıdır. *A. mellifera*'da ise akar işçi yavrularında da verimli bir şekilde üreme yeteneği göstermektedir (Boot et al., 1997).

Varroa destructor'un *A. cerana*'dan *A. mellifera*'ya yayılımına ilişkin ilk çalışmalar, Batı bal arısının ortaya çıkışından yaklaşık 80 yıl sonra, 1957'de Japonya'da yapılmıştır (Beaurepaire et al., 2015). Varroa akarı, 1950'lerde Asya bal arısıyla temas eden Avrupa bal arısına, insan faaliyetleri aracılığıyla Asya'da bulaşmıştır. Bu tarihten itibaren, Varroa akarı Asya, Avrupa ve Afrika kıtalarına yayılmış ve bal arısı kolonilerindeki kayıpların başlıca sebeplerinden biri olarak araştırılmıştır. Türkiye'de ise Varroa akarı ilk olarak 1976 yılında Bulgaristan üzerinden Trakya bölgesine geçmiştir. Buradan Anadolu'ya, bal üretimi için

bölgeye gelen arıcıların kovanları aracılığıyla yayılmıştır ve 1977-78 yıllarında Ege Bölgesi'nde tespit edilmiştir. Daha sonra, çam balı üretimi amacıyla farklı bölgelerden Muğla'ya gelen göçer arıcıların kovanlarına bulaşarak, onların geri dönüşüyle birlikte 4-5 yıl gibi kısa bir sürede tüm ülkeye yayılmıştır (Balkaya, 2016)

Varroa akarının yaşam döngüsü iki farklı aşamada incelenmektedir, ilk aşama akarın yavrularını yetiştirdiği bal arısı kuluçka hücrelerinde gerçekleşen üreme aşamasıdır. İkinci aşama olgun dişi akarların yayılarak yetişkin arı kan sıvısıyla beslendiği yayılma aşaması (Traynor et al., 2020).

Varroa akarının bu iki yaşam döngüsü foretik aşama ve üreme aşaması olarak tanımlanmaktadır. Foretik aşama yalnızca yetişkin arıyı 'taşıma vektörü' ve besin kaynağı olarak kullanan dişi akarlar ile ilgilidir ve bu aşamada bal arıları dolaylı yollardan Varroa akarının koloni içerisinde yayılmasına sebebiyet vermektedir (Noel et al., 2020). Üreme evresinde ise Varroa akarı bal arısı üzerinde üreme yeteneği gösteremez. Akar üreyebilmek için larvanın hemolenfine ihtiyaç duyar. Bu süreçte Varroa akarı, larvanın hemolenfinde bulunan juvenil hormondan yararlanmak zorundadır. Erkek arı larvalarının hemolenfinde daha yüksek düzeyde juvenil hormon bulunduğu için, Varroa akarı genellikle erkek larvaların bulunduğu hücrelere yönelir. Bu nedenle, erkek arı hücrelerinde işçi arı hücrelerine kıyasla yaklaşık 8-10 kat daha fazla Varroa akarı bulunmaktadır (Goodvin and Eaton, 2001; Akyol ve Korkmaz, 2005).

Dişi akarlar, hücre kapatılmadan önce yaklaşık 20 veya 40 saat içinde son aşamadaki işçi veya erkek arı larvalarının kuluçka hücrelerine girerek ürerler. Hücre içerisine giren Varroa akarı hücrenin işçi yavruları tarafından kapatılmasından sonra yaklaşık 4 saate kadar kısa bir süre için bu pozisyonda kalır. Akarlar, larva besinini kapalı hücrede bıraktıktan sonra, prepupanın hemolenfiyle beslenmeye başlar. Kuluçka hücresinin kapatılmasından yaklaşık 60-70 saat sonra ilk yumurta yumurtlanmaya başlar (Calderon et al., 2010).

Varroa akarının yaşam döngüsünün çoğu, özellikle erkek arı yavrularını içeren hücrelerde gerçekleşir. Gelişmekte olan akarlar, larva, pupa ve yetişkin konakçılarının hemolenfiyle beslenirler. Bu süreç, konakçılarının zayıflamasına, deformasyonuna ve ömrünün kısılmasına neden olur. Varroa akarı, başlangıçta Asya bal arısının bir paraziti olduğundan, arıyla uzun bir evrimsel ilişkiye sahiptir. Bu ilişki sonucunda, Asya bal arısı istilayı düşük seviyede tutan bir direnç geliştirmiştir (Peng et al., 1987).

Varroa akarı, orijinal konağı olan Asya arısı üzerinde ciddi bir zararlı değildir çünkü akar, Asya arısı yavrularında başarılı bir şekilde çoğalamamaktadır. Bunun sonucunda bir Asya arısı kolonisindeki Varroa akarının sayısı düşükken (< 800) Avrupa bal arısı kolonisinde bir yıl içinde koloni ölümüne sebep olan akar yoğunluğu ortalama 2000-3600 aralığını bulabilmektedir (Mondragin et al., 2005).

3.2 Varroa ve Virüs Kaynaklı Hastalıklar İlişkisi

1980'li yılların ardından Varroa akarının hızla yayılmasıyla birlikte günümüze kadar yaklaşık yirmi bal arısı virüsü keşfedilmiştir. Bu virüslerin çoğunun fiziksel ve/veya biyolojik vektör görevi gören Varroa akarıyla ilişkisi yapılan birçok çalışmayla aktarılmıştır (Keval et al, 2006). Varroa akarları koloni içerisinde birden fazla virüsün aktif ve pasif vektörleri olarak hareket eder ve bunların hepsinin genetik materyali RNA'dır (Hakanoğlu, 2022). Yapılan çalışmalar Virüslerin akarda çoğalmadığını, ancak büyük olasılıkla hemolenf beslemesi nedeniyle akar bağırsağında biriktiğini desteklemektedir (Morfin et al., 2023).

Varroa akarının çeşitli bal arısı RNA virüsleri ile ilişkisinin, bal arısı kolonilerinin küresel çöküşüne katkıda bulunan bir faktör olduğu konusunda genel bir fikir birliği vardır. Birincil neden akarlar tarafından iletilen viral enfeksiyondur. Konak dokusunun tahrip edilmesi ve konakçı bağışıklık sisteminin parazit tarafından bozulması viral enfeksiyonların gelişmesine sebep olmaktadır (Martin et al., 2012). Varroa akarının koloni içerisinde olmadığı durumlarda, virüsler bal arıları arasında genellikle dışkı-ağız yoluyla veya trophallaxis (besin paylaşımı) sırasında sıvıların ağızdan ağıza aktarımı ile bulaşır. Bu tip bulaşma, genellikle

hastalık belirtilerinin nadiren görüldüğü gizli enfeksiyonlara yol açar. Ancak Varroa akarının koloni içerisinde yoğun olduğu durumlarda, alternatif bir vektör aracılığıyla virüs bulaşma yolu oluşturur ve virüs partiküllerinin doğrudan bal arısı vücuduna enjekte edilmesini sağlar. Bu doğrudan aktarım, virüsün bağırsağın ve kutikulanın sağladığı doğal savunma mekanizmalarını bypass ederek sistemik ve açık semptomlarla kendini gösteren enfeksiyonlara neden olmaktadır (Damayo et al., 2023).

Varroa kaynaklı koloni zararları ve kayıplarının anlaşılmasında bir bal arısı patojeni olarak bilinen deforme kanat virüsü ciddi koloni kayıplar yol açan önemli bir hastalıktır. Varroa akarı bu virüsü bal arısının kan dolaşımına aktarmakla kalmaz, aynı zamanda bu virüsün virülansındaki değişikliklerde de önemli bir rol oynar. Son araştırmalar, deforme kanat virüsünün birçok farklı genetik varyantının bulunduğunu ve bunların birbirleriyle birleşebildiğini göstermiştir (Le Conte et al., 2020). Varroa akarının varlığında bal arısı kolonisinde görülen deforme kanat virüsü yoğunluğu %6-13'lük düzeylerden %100'e kadar yaygınlığa kadar artabilmektedir (O'Shea-Wheller et al., 2022)

Varroa akarı, bal arılarında Deforme Kanat Virüsü (DWV) epidemiyolojisini üç ana mekanizma ile etkiler. Öncelikle Varroa akarı, bal arısının bağışıklık sistemini baskılayarak virüse karşı savunma mekanizmalarını zayıflatır. Bu durum, DWV'nin arı kolonilerinde daha kolay yayılmasına neden olmaktadır. Varroa akarı, beslenme esnasında arının hemolimfini emerek DWV'yi doğrudan konaktan konağa aktarır. Bu yolla virüs, sağlıklı bireylere bulaşarak enfeksiyon oranlarını artırmaktadır. Aynı zamanda Varroa akarı, DWV'nin replikasyonu için bir konak görevi görmektedir ve virüsün koloni içerisinde çoğalmasına sebep olmaktadır (Neuman et al., 2012).

4. MATERYAL VE YÖNTEM

4.1 Materyal

Çalışma, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Hayvancılık Bölümü Uygulama ve Araştırma Tesislerinde bulunan 20 adet Efe F1 melezi kolonisi ile gerçekleştirilmiştir.

Araştırma boyunca yapılacak testler öncesinde üretim kolonileri oluşturulmuş ve koloni parametreleri izlenip kaydedilmiştir. Belirlenen koloniler de ana arı yaşı popülasyon ve hastalık düzeylerinin eşit olmasına dikkat edilmiştir. Deneme süresince kovan numaraları, hastalık ve zararlıların varlığı, ergin arıların bulunduğu çerçeve sayısı (popülasyon düzeyi), kuluçka gelişimi ve ana arı varlığı kontrol edilerek kayıt altına alınmıştır.

4.2Yöntem

4.2.1 Hijyenik davranış testleri

Hijyenik davranış testleri pin-killed yöntemine (Şekil 4.1) göre yapılmış ve pin-killed testi yapılan ilk günden sonra ki 24. saat hijyenik davranış yüzdesi hesaplanarak kaydedilmiştir (Palacio et al., 2010). Bu yöntemin uygulanışında, her kovanda seçilen kuluçkalı çerçevede kapalı yavru hücrelerinin bulunduğu bir alan belirlenmiştir. Kapalı pupaların olduğu çerçeve hijyenik davranış testi için uygun bulunduktan sonra işaretlenmiştir. İşaretlenen çerçeve üzerinde 100 adet kapalı hücre bu işleme uygun bir aletle delinerek yavruların zarar görmesi sağlanmıştır.

Hijyenik davranış, Newton ve Ostasiewski Jr. (1986) tarafından açıklanan ve Gramacho ve Gonçalves (2009) tarafından değiştirilen metodolojiye göre değerlendirilmiştir (Sousa et al., 2016).

Hijyenik test uygulaması sırasında ana arı kabulünden sonra test yapılacak koloniler açılarak her çerçeve tek tek kontrol edilip ana arı tespit edilmiş ve ana arının zarar görmemesi için bu çerçeveler ayrılmıştır. Test öncesinde çerçeve

üzerinde ana arı olmadığı emin olduktan sonra arıların silkelenerek kovana içerisine aktarılması sağlanmıştır.



(a)



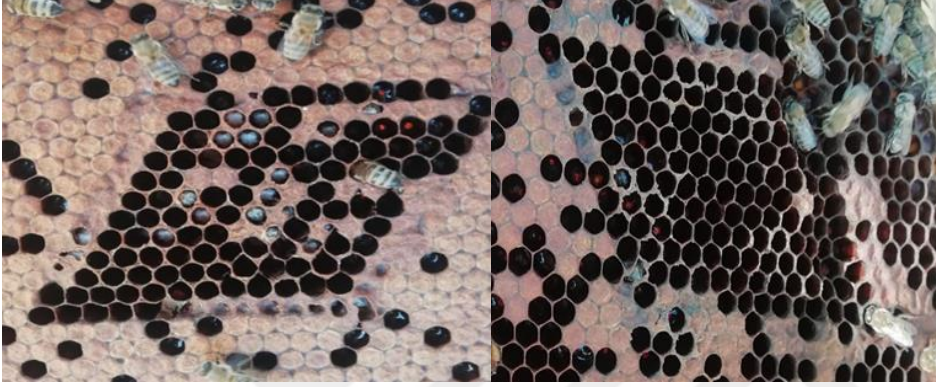
(b)

Şekil 4.1. (a) (b) seçilen çerçevedeki 100 adet kapalı yavrulu hücrede Pin-killed yönteminin uygulanması.

Hijyenik davranış ortalaması bu hücrelerin 24. saatte temizlenme durumuna bakılarak hesaplanmıştır. Davranış testinde temizleme süresinin 24 saat olarak hesaplanma sebebi literatürde 24 ve 48 saatlik gözlemlerden elde edilen sonuçların

birbirine çok yakın olması ve zaman faktörünün bu davranış mekanizmasına etkisinin düşük olarak değerlendirilmesidir (Nganso et al., 2017).

3 farklı tarihte-gerçekleştirilen hijyenik davranış testinde Efe arısı ekotipinde koloniler kendi içlerinde yüksek hijyenik davranış ve düşük hijyenik davranış olarak sınıflandırılmıştır. Yüksek hijyenik davranış gösteren kolonilerde bu gözlerin daha çok temizlendiği gözlemlenmiştir (Şekil 4.2).



Şekil 4.2. (a) Düşük hijyenik davranış görüntüsü (b) yüksek hijyenik davranış görüntüsü.

Hijyenik davranış testleri sonuçlarına ilişkin yapılan çalışmalar incelendiğinde, hijyenik davranış, *A. cerena* kolonilerinde %85 oranında ise bu koloniler “yüksek hijyenik davranış gösteren koloniler” olarak değerlendirilmektedir. *A. mellifera*'da ise hijyenik davranış yüzdesi %80 ve üzeri bulunan koloniler “yüksek hijyenik davranış gösteren koloniler” olarak değerlendirilmektedir (Pereira et al.,2013; Masaquiza et al., 2021; Sofi et al., 2023) Bu sebeple bu çalışmada yapılan testler sonucunda hijyenik davranış yüzdesi %80 ve üzeri olarak kaydedilen koloniler “yüksek hijyenik davranış gösteren koloniler” olarak değerlendirilmiştir.

Hijyenik davranış yüzdesi (temizleme oranı) formül üzerinden (Palacio et al., 2000) hesaplanmıştır.

$$\text{Hijyenik Davranış (\%)} = [(a-b)/a] \times 100$$

a: Uygulama öncesi test için belirlenen alandaki kapalı pupa sayısı

b: Uygulamadan 24 saat sonra test için belirlenen bölgede temizlenmeyen kapalı pupa sayısı

4.2.2 Varroa yoğunluğunun hesaplanması

Oluşturulan Efe F1 melezi kolonilerinin gösterdiği hijyenik davranış ile yoğunluğu arasındaki ilişkiyi anlamak amacıyla davranış testi yapılan her koloninin Varroa yoğunluğu hesaplanmıştır. Varroa yoğunluğu testinde pudra şekeri uygulaması yöntemi uygulanmıştır (Guichard et al., 2023).

Pudra şekeri uygulamasının yaz ve sonbahar mevsimlerinde 3 farklı tarihte yapılmasının nedeni, *Varroa destructor* popülasyon dinamikleri ile arı kolonilerinin biyolojik döngülerinin örtüşmesidir. Yaz aylarında arı kolonilerinin üreme hızı artarken, bu durum Varroa akarlarının da hızla çoğalmasına olanak tanır. Eğer bu dönemde kontrol uygulanmazsa, akar yoğunluğu koloninin sağlığını ciddi şekilde tehdit eder ve kışa zayıf giren kolonilerde kayıplar yaşanabilir.

Sonbahar mevsiminde kuluçka faaliyetlerinin azalması, Varroa kontrolünü daha etkili yapılmasını gerektirmektedir. Bu dönemde yapılan Varroa mücadelesi, akar popülasyonunu baskılayarak bal arısı kolonilerinin kışa sağlıklı ve güçlü girmesini sağlar. Bu nedenle, Varroa kontrolünün yaz ve sonbahar aylarında yapılması tavsiye edilmektedir.

Uygulama için öncelikle kuluçkalı (açık ve kapalı yavru hücrelerinin olduğu) petekten yaklaşık 100 adet işçi arı örnekleri basit bir kap içerisine alınmıştır (Şekil 4.3).



Şekil 4.3. İşçi arı örneklerinin alınması.

İşçi arı örnekleri delikli bir kavanoza (Şekil 4.4) toplandıktan sonra bir çorba kaşığı pudra şekeri (10 gr) kavanoz içerisindeki bal arılarının üzerlerine serpilerek hafifçe çalkalanmış (Şekil 4.5) ve 2-3 dk bekletildikten sonra tabanı beyaz olan ve yarıya kadar temiz su koyulan kaba, kavanozun telli kapağı aşağı bakacak şekilde serpilmiştir. Kavanozun aşağı doğru serpilmesi (Şekil 4.6) sonucunda beyaz kap içerisine düşen Varroa sayısı kaydedilmiştir. Kavanoz içerisinde pudra şekere bulanmış bal arıları kovan içine geri silkilmiştir (Şekil 4.7). Pudra şekerinin suda erimesinden kaynaklı suyun yüzeyinde rahatlıkla gözlenebilen Varroa akarlarının sayımı bu yöntemle yapılmıştır. Diğer Varroa kontrol yöntemleri (eter, sıcak su, %70'lik alkol ve deterjan) ile karşılaştırıldığında, pudra şekeri uygulamasının bal arılarına zarar vermemesi ve arı ürünlerinde kalıntı bırakmaması sebebiyle bu tezde tercih edilmiştir.

Varroa yoğunluğu ölçümünde kullanılan pudra şekeri nişasta içeren ticari pudra şekeri olmayıp, toz şekerinin ev tipi blenderdan geçirilmesiyle elde edilmiştir.



Şekil 4.4. Pudra şekeri yöntemi için kullanılan ağzı delikli kavanoz.



Şekil 4.5. Kavanoz içerisine toplanan işçi arıların pudra şekeri ile hafifçe çalkalanması.



Şekil 4.6. Varroa akarının beyaz bir kap içinde hazırlanan temiz suya düşmesini sağlamak için kap içerisine doğru çalkalanması.



Şekil 4.7. Varroa akarı sayısı kaydedildikten sonra işçi arıların koloniye geri bırakılması.

Varroa yoğunluğunun hesabında;

Varroa sayısı / 100 (toplam arı sayısı) = Kolonideki Varroa Yoğunluğunun Yüzdesi (%) formülü kullanılmıştır.

Araştırma sonuçlarında Varroa yoğunluğu yüzdesinin %1-3 arası olması durumunda Varroa yoğunluğunun normal düzeyde olduğu değerlendirilmiştir.

Varroa yoğunluğu %3'ün üzerinde ise Varroa yoğunluğu yüksek olarak değerlendirilmiştir.

4.3 Koloni Gelişim Parametreleri

Koloni parametrelerinden biri olan yavrulu alanın ölçününde ise PUCHTA yöntemi kullanılmıştır (Akyol vd., 2014). Ana arı yaşları eşitlenerek kayıt altına alınan kolonilerin kuluçka yüzeylerinin elips şeklinde olmasından kaynaklı kuluçka alanının boyutları ölçülmüş ve $S=p (A/2) \times (a/2)$ (A-uzun eksen, a- kısa eksen) formülü ile yavrulu alan hesaplanmıştır (Yücel ve Köseoğlu, 2011). Koloni performansı ölçütlerinden biri olan arılı çerçeve sayısı her koloni için kaydedilerek ortalamaları değerlendirilmiştir.



Şekil 4.8. Kapalı yavrulu çerçeve.

4.4 İstatistiksel Analizler

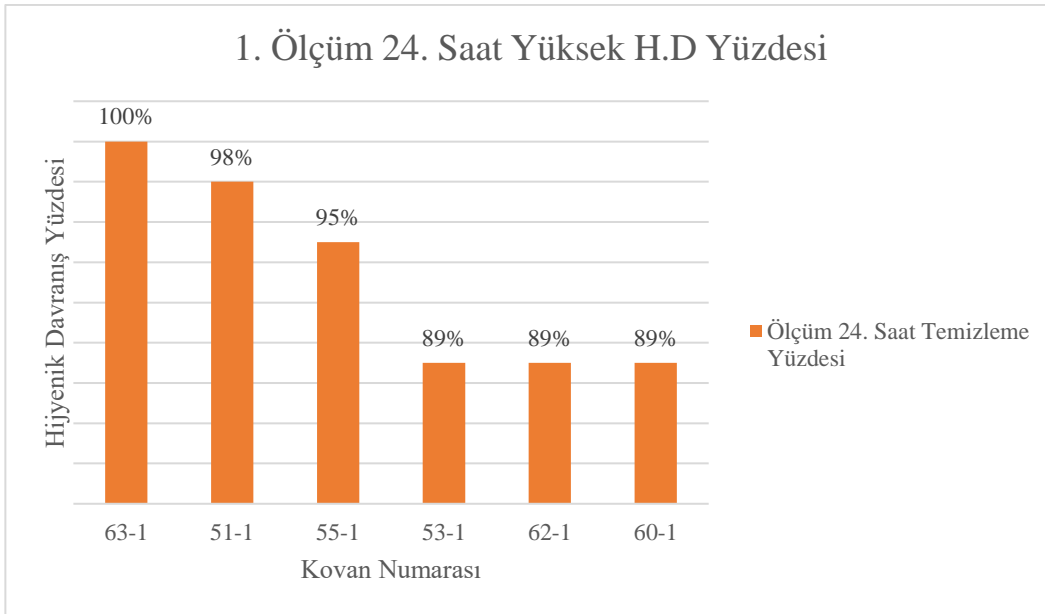
Çalışma sonuçlarının analizinde IBM SPSS v27 programı kullanılmıştır. Verilere öncelikle normallik testi uygulaması yapılmıştır. Araştırmada elde edilen hijyenik davranış ile Varroa yoğunluğu arasındaki ilişkinin test edilmesi için ise Pearson korelasyon analizi testi uygulanmıştır.

5. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

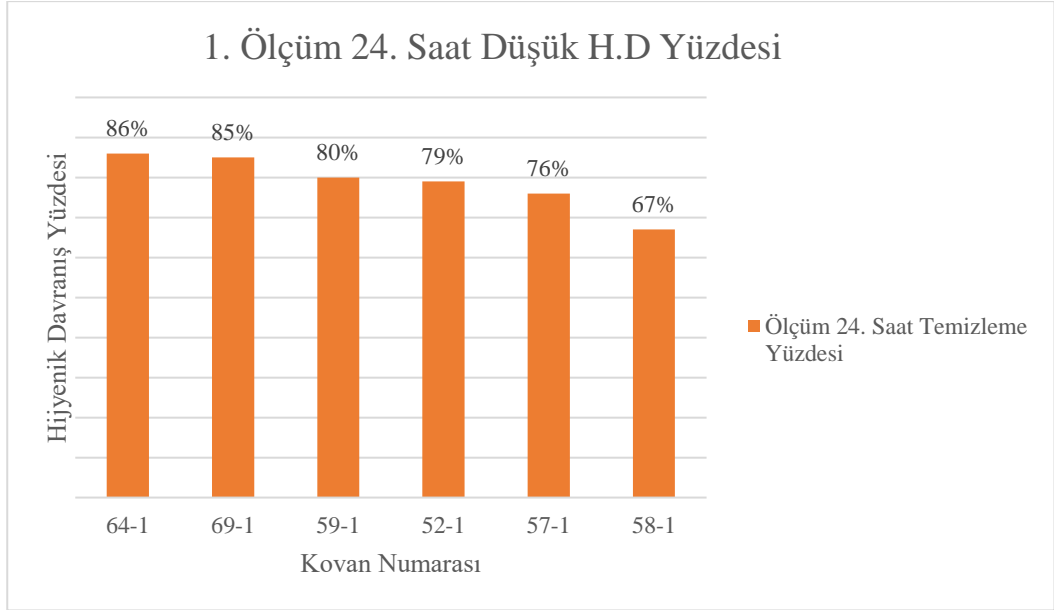
5.1 Hijyenik Davranış

Yöntem bölümünde verilen formüle göre hesaplanan hijyenik davranış sonuçları kaydedilmiştir. Koloniler kendi içlerinde hesaplanan yüzdelerine göre yüksek hijyenik ve düşük hijyenik grubu olarak sınıflandırılmıştır.

Hijyenik davranış testi 1. ölçüm: Şekil 5.1 yüksek hijyenik davranış yüzdelerini Şekil 5.2 düşük hijyenik davranış yüzdelerini ifade etmektedir.

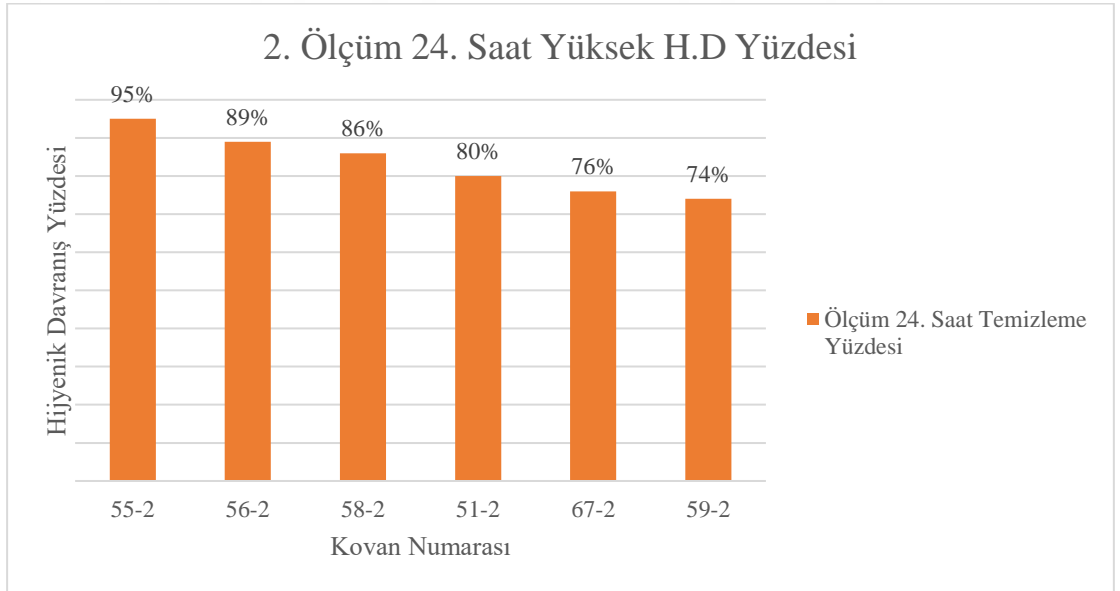


Şekil 5.1. Ölçüm yüksek H.D yüzdesi (16.08.2022).

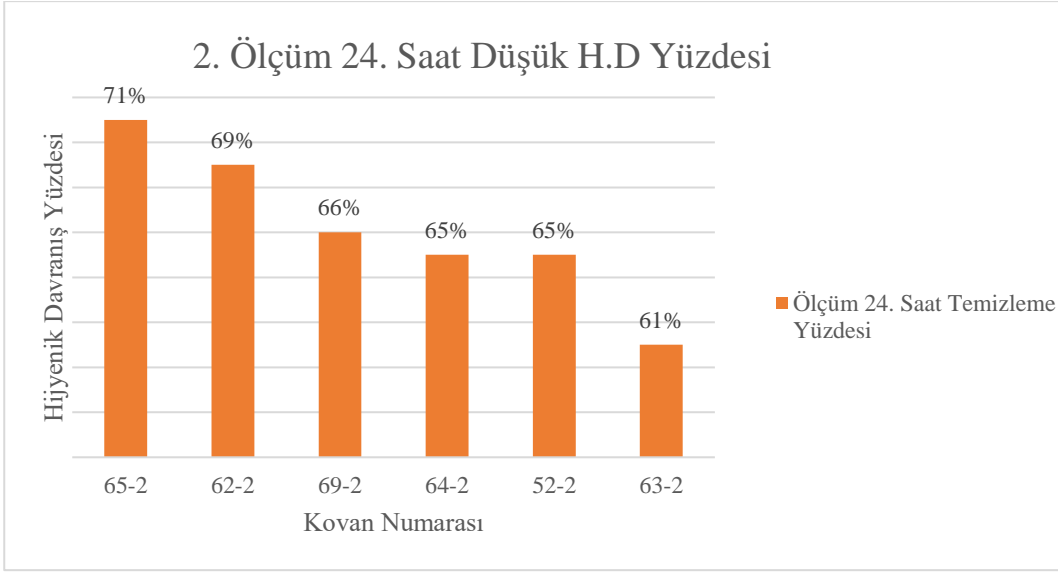


Şekil 5.2. Ölçüm düşük H.D yüzdesi (16.08.2022).

Hijyenik davranış testi 2. ölçüm: Şekil 5.3, ikinci ölçüm yüksek hijyenik davranış yüzdelerini Şekil 5.4 ise ikinci ölçüm düşük hijyenik davranış yüzdelerini ifade etmektedir.

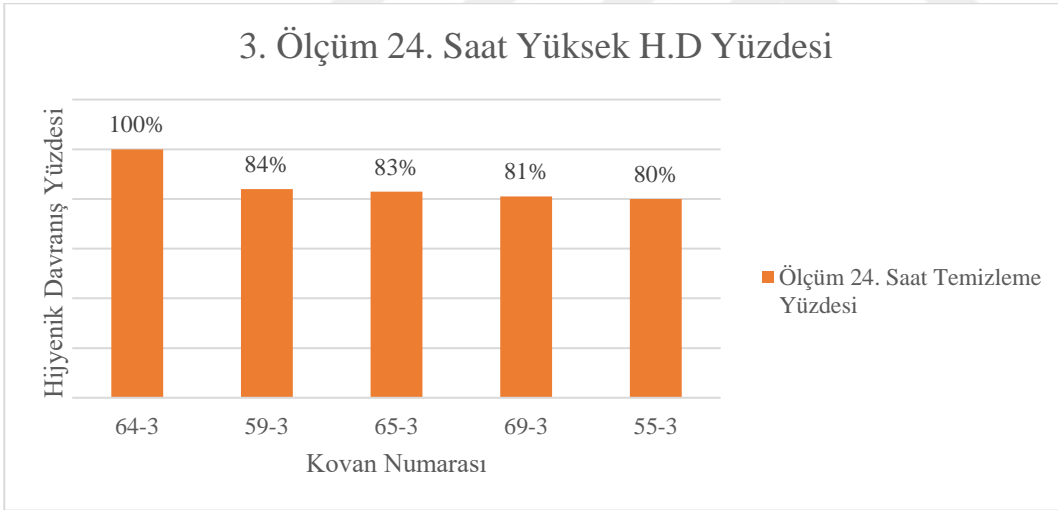


Şekil 5.3. Ölçüm yüksek H.D yüzdesi (06.09.2022).

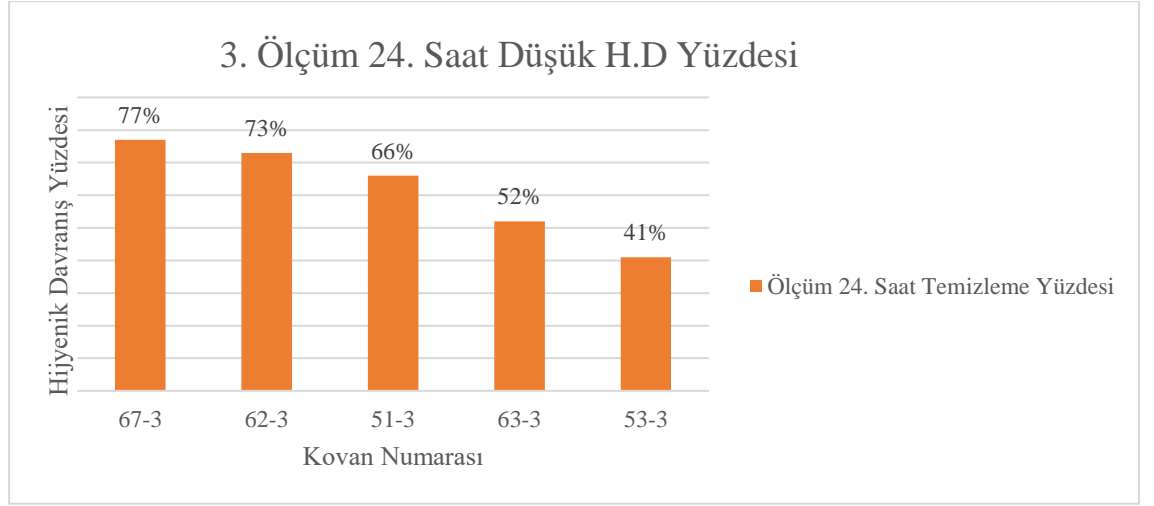


Şekil 5.4. Ölçüm düşük H.D yüzdesi (06.09.2022).

Hijyenik davranış testi 3. ölçüm: Şekil 5.5 yüksek hijyenik davranış yüzdeleri Şekil 5.6 düşük hijyenik davranış yüzdeleri ifade etmektedir.



Şekil 5.5. Ölçüm yüksek H.D yüzdesi (27.09.2022).

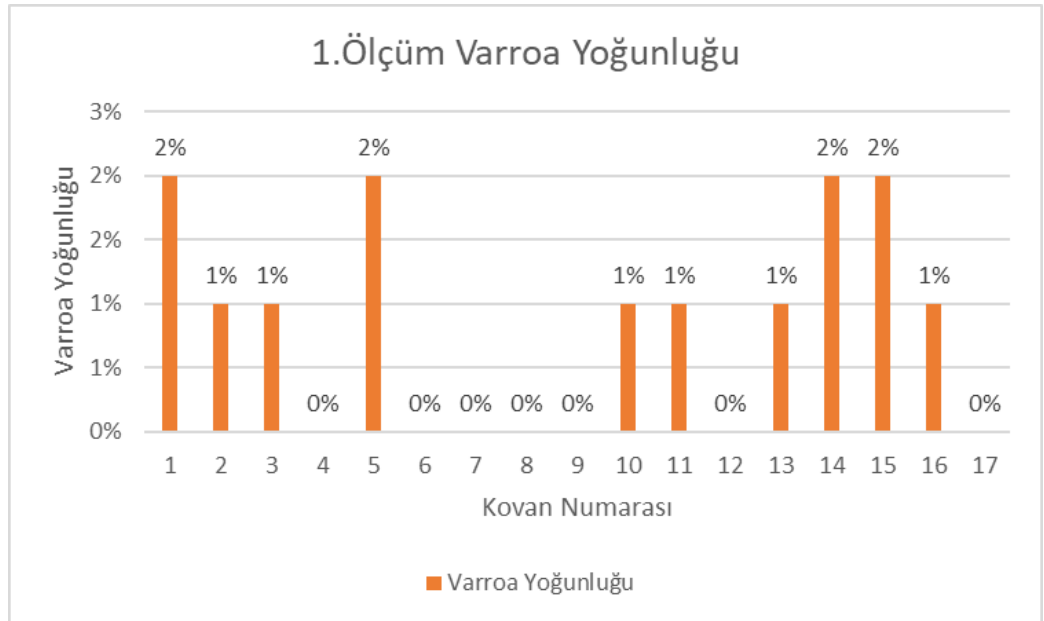


Şekil 5.6. Ölçüm düşük H. D Yüzdesi (27.09.2024).

5.2 Varroa Yoğunluğu

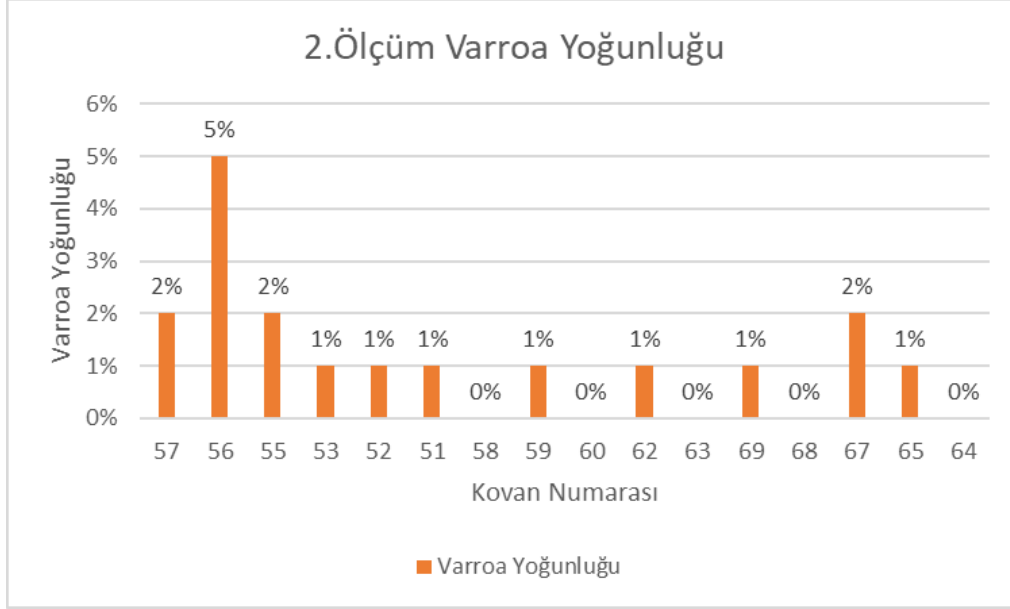
Varroa yoğunluğu materyal ve metod bölümündeki formüllere göre hesaplanarak uygulama yapılan her tarih için kaydedilmiştir.

Varroa Yüğü Testi 1. ölçüm: Şekil 5.7 test yapılabilecek ergin arı popülasyonuna sahip kolonilerde sayılan Varroa sayısına göre her koloni için hesaplanan Varroa yoğunluğunun yüzdesini ifade etmektedir.



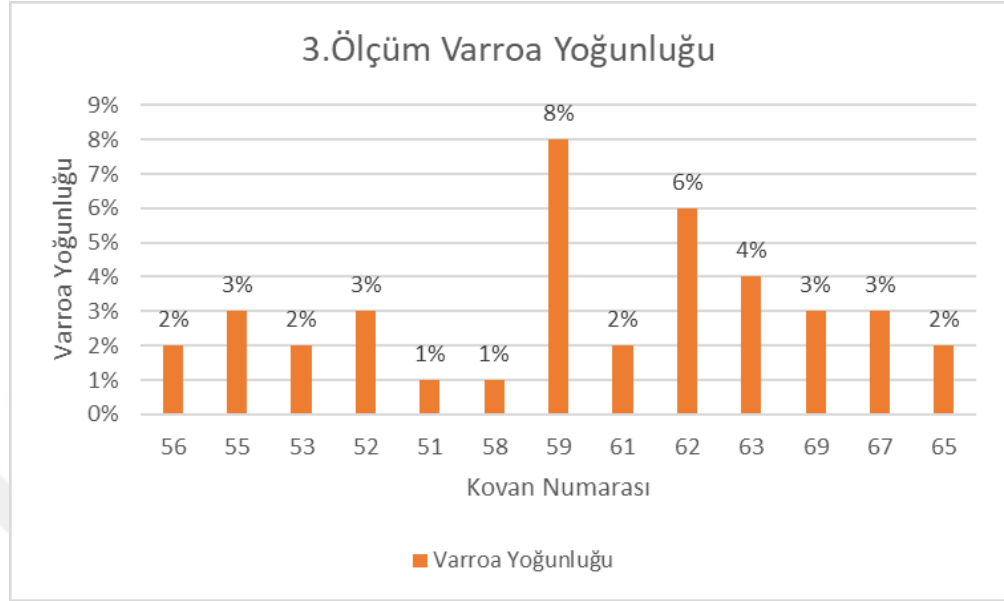
Şekil 5.7. Varroa yoğunluğu testi 1. ölçüm (16.08.2022).

Varroa Yüklü Testi 2. ölçüm: Şekil 5.8 test yapılabilecek ergin arı popülasyonuna sahip kolonilerde sayılan Varroa sayısına göre her koloni için hesaplanan Varroa yoğunluğu yüzdesini ifade etmektedir.



Şekil 5.8. Varroa yoğunluğu testi 2. Ölçüm (06.09.2022).

Varroa Yüklü Testi 3. Ölçüm: Şekil 5.9 test yapılabilecek ergin arı popülasyonuna sahip kolonilerde sayılan Varroa sayısına göre her koloni için hesaplanan Varroa yoğunluğu yüzdesini ifade etmektedir.



Şekil 5.9. Varroa yoğunluğu testi 3. Ölçüm (27.09.2022).

Test sonuçlarına göre 16.08.2022 tarihli ölçümdeki Varroa akarı sayısı ortalama $0,82 \pm 0,19$, bulunurken 06.09.2022 tarihli ölçümde ortalama $1,12 \pm 0,31$ 27.09.2022 tarihli ölçümde ise ortalama $3,07 \pm 0,50$ olarak bulunmuştur (Çizelge 5.1.3).

Çizelge 5.1. 3 farklı tarihte yapılan Varroa sayım ölçümlerinin ortalama ve standart sapma sonuçları.

	1. Ölçüm	2. Ölçüm	3. Ölçüm
Ortalama	0,82	1,12	3,07
Standart Sapma	0,19	0,31	0,50

5.3 Koloni Gelişim Parametreleri Testleri

5.3.1 Arılı çerçeve sayısı

Koloni parametresi olarak değerlendirilen arılı çerçeve sayısının hesabında üzerinde tamamen ergin arı ile kaplı çerçeveler sayılmıştır. Bunun için tüm kovanlarda 21 günde bir arılı çerçeveler sayılarak toplam arılı çerçeve sayıları hesaplanmıştır (Yücel ve Kösoğlu, 2011).

16.08.2022, 06.09.2022, 27.09.2022 tarihlerinde aynı kolonilerde kaydedilen arılı çerçeve sayısı ilk ölçümden itibaren ortalama olarak $10,92 \pm 1,31$ ad, $7 \pm 0,80$ ad, $4,78 \pm 0,39$ adet olarak bulunmuştur (Çizelge 5.2.3).

Çizelge 5.2. 3 farklı tarihte gerçekleşen arılı çerçeve sayıları ortalaması ve standart hatası.

	1. Ölçüm Arılı Çerçeve	2. Ölçüm Arılı Çerçeve	3. Ölçüm Arılı Çerçeve
Ortalama	10,92	7	4,78
Standart Hata	1,31	0,80	0,39

Çizelge 5.3. Her koloni için toplam çerçeve ve arılı çerçeve sayısı.

Kovan No	15.08.2022		5.09.2022		26.09.2022	
	Toplam Çerçeve Sayısı	Arılı Çerçeve Sayısı	Toplam Çerçeve Sayısı	Arılı Çerçeve Sayısı	Toplam Çerçeve Sayısı	Arılı Çerçeve Sayısı
56	11	11	14	6	14	6
55	16	16	17	8	16	8
53	9	9	9	6	9	6
52	9	8	9	6	9	4
51	16	16	13	7	13	6
63	7	6	9	7	7	3
62	19	10	17	9	17	4
61	7	5	9	3	9	3
60	18	15	14	6	14	6
59	19	18	15	7	18	5
65	19	18	19	15	15	5
64	14	10	16	10	16	4
58	9	8	9	5	9	4
69	5	3	5	3	5	3

5.3.1.1 Kuluçka alanı

Puchta yöntemine göre hesaplanan kuluçka alanı, ölçüm sonuçları sırasıyla 1786.34 ± 708.51 cm²/koloni, 1767.09 ± 742.09 , cm²/koloni 1578.53 ± 560.50 cm²/koloni olarak bulunmuştur (Çizelge 5.4).

Çizelge 5.4. Kapalı kuluçka alanı ölçüm sonuçları.

Tanımlayıcı İstatistikler			
	Ortalama±Std. Sapma	Minimum	Maksimum
1. Ölçüm	1786.34±708.51	349.25	3059.57
2. Ölçüm	1767.09±742.09	510.71	3478.36
3. Ölçüm	1578.53±560.50	510.71	2506.43

5.3.2 İstatiktiksel analizler

Koloni kayıplarından kaynaklı yaşanan veri sayısındaki azalmaya bağlı olarak normallik testi uygulanmıştır. Kolmogorov-Smimov testlerine göre, 3 farklı tarihte yapılan test sonuçlarında $p > 0.05$ olması yapılan testlerin normal dağılım gösterdiğini hipotezini desteklemektedir ($p=0,200$, $p=0,200$, $p=0,186$) (Çizelge 5.5).

Çizelge 5.5. Kolmogorov-Smirnov testi sonuçları.

Kolmogorov-Smirnov Testi

		HijyenikD Y1	VarroaY1	HijyenikDY 2	VarroaY 2	HijyenikDY 3	VarroaY 3
N		16	16	12	12	11	11
Normal Parametreler ^b	Ortalama	82.1044	0.0087	71.2042	0.0067	70.4364	0.0282
	Standart Sapma	12.07644	0.00806	17.74298	0.00778	19.26654	0.01328
En Aşırı Farklılıklar	Mutlak	0.157	0.236	0.203	0.304	0.186	0.264
	Positif	0.138	0.236	0.094	0.304	0.151	0.264
	Negatif	-.157	-.187	-.203	-.196	-.186	-.178
Test İstatistiği		0.157	0.236	0.203	0.304	0.186	0.264
"Asimptotik Anlamlılık (Çift Kuyruklu Hipotez)		0.200 ^{c,d}	0.02 ^c	0.186 ^c	0.03 ^c	0.200 ^{c,d}	0.03 ^c

a. Test dağılımı normal

b. Veriler üzerinden hesaplanmıştır

c. Lilliefors Önem Düzeltmesi

d. Gerçek önemin alt sınırındır

Normal dağılım gösteren veri sonuçları arasındaki ilişkiye bakmak amacıyla 3 farklı tarihte yapılan test sonuçlarına dair Pearson korelasyon testi uygulaması yapılmıştır (Şekil 5.6, Şekil 5.7., Şekil 5.8).

16.08.2022 tarihinde yapılan test sonucuna hijyenik davranış yüzdesi ile Varroa akar sayısı arasında istatistiksel olarak anlamlı ve orta düzey negatif bir ilişki bulunmuştur ($p=0.036$, $r= -0,52$) (Çizelge 5.6).

Çizelge 5.6. 1. ölçüm sonuçları korelasyon testi uygulaması sonuçları

Korelasyon 1. Ölçüm		
	Hijyenik Davranış Yüzdesi	Varroa Yoğunluğu
μ	82.10±12.07	0.008±0.008
p	0.036*	
r	- 0.52*	

R: Korelasyon katsayısı,

P: Anlamlılık değeri

μ: Ortalama

06.09. 2022 tarihinde yapılan test sonucuna göre hijyenik davranış yüzdesi ile *Varroa* akar sayısı arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmamaktadır ($p= 0,488$, $r=0,21$) (Çizelge 5.7).

Çizelge 5.7. 2. ölçüm sonuçları korelasyon testi uygulama sonuçları

Korelasyon 2. Ölçüm		
	Hijyenik Davranış Yüzdesi	Varroa Yoğunluğu
μ	70.78±17.05	0.006±0.007
p	0.488	
r	0.21	

27.09.2022 tarihinde yapılan test sonucuna göre hijyenik davranış yüzdesi ile *Varroa* akar sayısı arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmamaktadır ($p= 0,344$, $r= 0,31$) (Çizelge 5.8).

Çizelge 5.8. 3. ölçüm sonuçları korelasyon testi uygulama sonuçları.

Korelasyon 3. Ölçüm		
	Hijyenik Davranış Yüzdesi	Varroa Yoğunluğu
μ	70.43±19.26	0.02±0.01
p	0.344	
r	0.31	

5.4 Tartışma

5.4.1 Hijyenik davranış

Yapılan araştırma sonuçları göstermektedir ki 16.08.2022 tarihli ölçüm de *Varroa* akarı ile hijyenik davranış arasında anlamlı bir ilişki varken ($p> 0.036$) 06.09.2022 ve 27.09.2022 tarihlerinde yapılan testlerde iki faktör arasında anlamlı ilişki bulunmamıştır. Bu duruma ilişkin öncelikli sebeplerden biri yaşanan ana arı kabulünden kaynaklı kolonilerin zayıf düşmesi olabilir. Hijyenik davranış ile *Varroa* yoğunluğu arasında gözlemlenen güçlü negatif korelasyon, işçi arıların

hijyenik faaliyetlerinin kolonilerdeki akarın üremesini ve popülasyon artışını azaltmadaki önemini göstermektedir.

Bu tez çalışmasında hijyenik davranış yüzdeleri 06.08. 2022 tarihli ilk ölçümden 06.09.2022 ve 27.09.2022 tarihli ölçümlere doğru düşüş göstermiştir. Sonuçlar 2024 yılında hijyenik davranış üzerine yapılan bir diğer çalışma ile ilişkilendirilebilir. Çalışma sonuçlarına göre hijyenik davranış mevsim değişikliklerinden etkilenebilmektedir. Hijyenik davranış ilkbahar koşullarında en yüksek seviyelere ulaşmış yaz mevsimi içerisinde düşüş göstermiştir (Kandi et al., 2024). Yüksek sıcaklıklar bal arısında sıcaklık stresine sebep olabilir ve hijyenik davranış yüzdesini etkileyebilir. Yaz aylarında koloni içerisinde bal arılarının koloni içi diğer görevlerini de yapması bu davranışın yaz aylarında düşüş göstermesine sebep olabilir.

Akyol (2016) yapmış olduğu çalışmasında hijyenik davranışın değerlendirilmesinde mevsimsel farklılıkların göz ardı edilebileceği ve kolonilerin sıvı azot kullanarak dondurma yöntemine kıyasla pin- killed yöntemiyle daha yüksek bir temizlik davranışı sergilediğini göstermektedir. Ayrıca çalışmada birim alandaki arı yoğunluğunun en fazla olduğu kolonilerde hijyenik davranışın diğer gruplara göre daha yüksek olduğu bulunmuştur. Efe arısı ekotipinde yapılan bu çalışmada arılı çerçeve sayısındaki en düşük ölçümler ile en düşük hijyenik davranış yüzdelerinin 27.09.2022 tarihli ölçümlerde olması koloni gelişim parametreleri ile hijyenik davranış arasında bir ilişki olabileceğini göstermektedir.

Kalıtım derecesi, çevresel faktörlerin aksine, genetik faktörlerin bir özellik üzerinde ne kadar etkili olduğunun bir ölçüsüdür ve 0'dan 1'e kadar bir kalıtım indeksi değeri olarak ifade edilmektedir. Kalıtım indeksi değeri 0,5'in üzerindeyse bu özellik kalıtım derecesi yüksek olarak kabul edilmektedir. Kalıtım derecesi 0,25'in altındaki değerler ise düşük kabul edilir (Guzman-Novoa, 2007). Muğla ilinden toplanan kolonilerde yapılan hijyenik davranış testlerinde hijyenik davranış kalıtım derecesi yıllar içerisinde 0.35 ve 0.77 olarak bulunmuştur (Oskay vd., 2019). Hijyenik davranış kalıtım derecesinin Muğla ilinden toplanan arılarda yüksek olarak bulunması bu davranışın Muğla bölgesinde yayılım gösteren Efe arısı ekotipinde yüksek bulunabileceği savını desteklemektedir.

Alemli (2018) tarafından Muğla ekotipi üzerine hijyenik koloniler ile kontrol kolonileri arasında virüs yükü ve varroa yükü arasındaki ilişkinin araştırıldığı çalışmada patojen virüs varlığı açısından Muğla bölgesi arılarının negatif olarak bulunması Muğla ekotipi arılarının hastalık ve zararlılarla mücadele dirençli olduğu hipotezini desteklemektedir.

2016 yılında Yığılca bal arısında yapılan çalışmada, araştırma süresince en yüksek hijyenik davranış performansı gösteren kolonilerden ana arılar seçilerek yetiştirilmiştir. Yetiştirilen ana arılar, en iyi performans gösteren diğer kolonilerin erkekleri ile suni tohumlama yöntemi kullanarak döllenenmiştir. Yapılan çalışma sonuçları bu yöntem ile elde edilen kolonilerin toplam hijyenik davranış performansının %96 düzeyine ulaştığı gözlenmiştir (Kekeçoğlu vd., 2016)

5.4.2 Varroa yoğunluğu

Varroa akar sayıları, ölçümlerde ortalama olarak sırasıyla $0,82 \pm 0,19$ ad, $1,12 \pm 0,31$ ad ve $3,07 \pm 0,50$ adet (Çizelge 5.1) olarak bulunmuştur. Bu artış mevsimsel değişikliklerden kaynaklı gözlemlenebilmektedir. 2017 yılında kendi çevre koşulları içerisinde yapılan çalışmada kuluçka aktivitesinin düşük olduğu zamanlarda Varroa sayısının da düşeceği gösterilmiştir (Nganso et al., 2017)

Bal arısı kolonilerinde Varroa sayısının artması yetişkin arıların hijyenik davranışlarını teşvik etmektedir. Hijyenik işçi arılar, bakteri veya mantarlarla enfekte olmuş ve ayrıca *V. destructor* ile parazitlenmiş larvaları içeren petek hücrelerini tespit edip, hücre kapağını açmaktadır (Morfin et al., 2023). Spivak ve İbrahim (2006) hijyenik davranış için yetiştirilen Avrupa bal arısı kolonilerinin, yalnızca düşük akar parazitliği altında Varroa akarı ile enfekte olmuş yavruları uzaklaştırmada daha etkili olduğunu ve seçilmemiş kolonilere kıyasla hem yetişkin bal arılarında hem de işçi kuluçka hücrelerinde daha düşük akar yükünü koruduğunu bildirmiştir.

2015 yılında yapılan çalışmada hijyenik davranışın Varroa popülasyonu üzerindeki etkisini araştırılmıştır. Haziran ve temmuz aylarında ergin arılardaki akar sayıları pudra şekeri yöntemiyle takip edilerek hijyenik davranışın kontrolü

pin-killed yöntemi uygulanarak gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonuçları en düşük hijyenik davranışa sahip kolonilerin en yüksek Varroa akarı popülasyonuna sahip olduğu tezini desteklemektedir. Çalışmanın Temmuz ayı ortalama hijyenik davranış yüzdesi %51,94 olarak kaydedilmiştir (Kovacic et al., 2015).

2014 yılında yapılan bir diğer çalışmada Varroa popülasyonun üretim sezonu boyunca büyük ölçüde artış gösterdiği ve Varroa artışı ile hijyenik davranış arasında anlamlı bir negatif korelasyon olduğu kaydedilmiştir. %95 oranında hijyenik davranış gösteren kolonilerin daha az hijyenik olan kolonilerdeki Varroa akar sayısının %43'üne sahip olduğu kaydedilmiştir (Toufailia et al., 2014).

Bu tez çalışmasında Varroa yoğunluğu ortalamasının 16.08.2022 ve 06.09.2022 tarihli ölçümlerde %3 oranından düşük ve 27.09.2022 tarihli ölçümde %3,07 olarak kaydedilmesinin ana arının genç yaşta olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. 2007 yılında yapılan çalışmada 0 ve 1 yaşında ana arı bulunan kolonilerin ortalama yavru alanı, ergin arı sayısı ve bal verimi, 2 yaşında ana arı bulunan kolonilere göre daha yüksek bulunmuştur. Sonuçlar, kolonilerde genç ana arı kullanımının Varroa yoğunluğunun ve Varroa akarının neden olduğu zararı azaltabileceğini ve kolonilerin performansının artabileceğini göstermiştir (Akyol vd, 2007).

Efe arısı ekotipinde hijyenik davranış ve Varroa yoğunluğuna dair yapılan bu çalışmada sadece 16.08.2022 tarihli ölçümde anlamlı ilişki bulunup 06.09.2022 ve 27.09.2022 tarihli ölçümlerde anlamlı bir ilişkiye rastlanılmaması, veri sayısındaki düşüş, nektar akımı, mevsim faktörü, ana arı kabulünde yaşanan zorluklar gibi birçok faktöre bağlı olabilir. Bu süreç içerisinde Varroa akarına karşı herhangi bir kimyasal veya biyolojik mücadele uygulanmamıştır.

Unutulmamalıdır ki hijyenik davranış mekanizması, üzerinde hala çalışılan karmaşık bir sistemi ifade eden bir süreçtir. Bu çalışmada elde edilen sonuçlar bundan sonraki süreçlerde Efe arısı ekotipinde yapılacak olan davranış ve hastalık çalışmalarına dair bir ön çalışma olarak değerlendirilmelidir.

5.4.3 Koloni gelişim parametreleri

5.4.3.1 Arılı çerçeve sayısı

Yapılan çalışmada Efe ekotipi F1 melezi kolonilerinde 16.08.2022, 06.09.2022 ve 27.09.2022 tarihli ölçümlerde aynı kolonilerde kaydedilen arılı çerçeve ortalaması ilk ölçümden itibaren ortalama $10,92 \pm 1,31$ ad, $7 \pm 3,01$ ad ve $4 \pm 1,4$ adet (Şekil 5.2) olarak bulunmuştur.

Karaca ve Özmen, (2012), İzmir bölgesi arılarında yapmış oldukları çalışma süresi boyunca ortalama arılı çerçeve sayısını 7.85 adet olarak bulmuşlardır. Öztokmak (2017) Şanlıurfa ilinde yapmış olduğu çalışmada ana arıları çıkış ağırlığına göre hafif ve ağır olmak üzere iki grupta inceleyerek koloni parametrelerini kaydetmiştir. Hafif ana arı grubu arılı çerçeve sayısı ortalama 3.56 ± 0.103 adet iken, ağır ana arı grubunda ortalama 3.07 ± 0.098 adet olarak belirlenmiştir.

Bingöl koşullarında dört farklı arı ırkı (Kafkas camilli, Kafkas Posof, Karniyol, Bingöl arısı) kullanarak yapılan çalışma sonuçlarında Camili, Posof, Karniyol ve Bingöl genotiplerinde ölçülen arılı çerçeve sayıları ortalaması sırası ile 7.06 ± 3.27 ad, 4.82 ± 2.50 ad, 5.57 ± 3.20 ad, 6.62 ± 3.18 adet olarak bulunmuştur (Şahin ve Esim, 2024).

Kösoğlu vd. (2018) tarafından İzmir koşullarında yapay oğul be paket arı ile oluşturulan kolonilerde çerçeve sayısı $8,20 \pm 0,20$ ad (yapay oğul) $8,71 \pm 0,16$ ad (paket arı) olarak bulunmuştur

Son yıllarda Türkiye’de arılı çerçeve sayısı üzerine yapılan çalışmalar incelendiğinde Efe arısı ekotipinin özellikle 16.08.2022 tarihli ilk ölçüm sonucunun ($10,92 \pm 1,31$ adet) Türkiye ortalaması üzerinde olduğu gözlemlenmektedir. Araştırma süreci içerisinde arılı çerçeve sayısındaki düşüş bal arısı koloni gelişiminin sonbahara doğru düşüş göstermesi ile ilişkilendirilebilir.

5.4.3.2 Kuluçka gelişimi

Yücel ve Köseoğlu'nun (2011) çalışmasında, Muğla ekotipi arıların çevresel koşullara, İtalyan melezi arılara kıyasla çok daha iyi uyum sağladığı tespit edilmiştir. Ayrıca, kuluçka gelişim dönemleri arasında en geniş kuluçka alanının, nektar akım döneminden hemen önceki döneme denk geldiği gözlemlenmiştir. 2004 yılının Mayıs ayından başlayarak bal hasadına kadar geçen dört aylık dönemde yapılan çalışma sonucunda yavru üretimi ile arıların çerçeve sayısı arasında doğrudan bir ilişki olduğu, yavru sayısındaki artışın ergin arı sayısında da artışa neden olduğu görülmektedir (Dodoloğlu vd., 2004). 2018 yılında yapılan çalışma da ise yapay oğul ve paket arı ile oluşturulan kolonilerin Yozgat, Edirne ve İzmir koşullarında koloni performansları değerlendirilmiştir. İzmir'de oluşturulan kolonilerde kuluçka alanı en yüksek Haziran ölçümünde, paket arı $3785,52 \pm 160,79$, yapay oğul $3927,11 \pm 193,94$ olarak bulunmuştur (Köseoğlu vd, 2018).

Ege bölgesi koşullarında nektar akımı döneminde uygulanan beslemenin bal arısı kolonileri parametrelerine etkilerini kapsayan çalışmada yavrulu alan ortalamasını $1393 \text{ cm}^2/\text{koloni}$ olarak kaydedilmiştir (Karacaoğlu vd., 2003). Bal arısı kolonilerindeki kuluçka alanı, üretim sezonu boyunca çevresel koşullara bağlı olarak değişim gösterebilmektedir. Bingöl şartlarında yetiştiriciliği yapılan bal arısı kolonilerinde ana nektar akımı öncesi iki yılın ortalaması alınarak yapılan araştırmada arı merasında ortalama yavrulu alan miktarı $1158 \text{ cm}^2/\text{koloni}$, yaylada ise $1212 \text{ cm}^2/\text{koloni}$ olarak belirlenmiştir (Kutlu vd., 2023). Çakmak ve Sıralı (2003) tarafından Marmara yöresi arılarının, Trakya ve Akdeniz ve Marmara bölgesinde kuluçka üretim etkinliğinin araştırıldığı çalışmada Trakya yöresinde $2282.4 \text{ cm}^2/\text{koloni}$ ile en yüksek kuluçka üretim etkinliği kaydedilmiştir. Ilıman iklimin hakim olduğu Akdeniz bölgesinde yavru üretiminin yıl boyunca sürmesi beklenirken, Marmara Bölgesi arıları, adapte oldukları çevresel şartlarda daha yüksek kuluçka üretim etkinliği sergilemişlerdir.

Öztoçmak (2017) ise Şanlıurfa ilinde farklı bal arısı ırkları üzerine yaptığı çalışmada kuluçka alanlarını ortalama $2446.30 \pm 551.82 \text{ cm}^2$ koloni $1831.00 \pm 929.61 \text{ cm}^2$ koloni $2107.05 \pm 1082.62 \text{ cm}^2$ koloni ve $2820.51 \pm 971.82 \text{ cm}^2$ koloni olarak tespit edilmiştir (Şahin ve Esim, 2024).

Cengiz ve Erdoğan (2017) tarafından yapılan çalışmada Buckfast, Carniolan, Kafkas ve Erzurum yerel ekotiplerinin ortalama kuluçka alanları $2713,7 \pm 237,9$, $2797,6 \pm 238,3$, $2036,5 \pm 166,4$, $2364,3 \pm 197,2$ cm²/koloni olarak kaydedilmiştir. Bu çalışmada Buckfast, Carniolan ve Erzurum yerel genotipleri ile Kafkas kolonilerinin ortalama yavrulama alanları öncesinde Akyol vd. (2014) tarafından yapılan çalışma sonuçlarını desteklemektedir (2825.0 , 2160.6 , 1701.9 ve 2883.0 cm²/koloni olarak bilgilendirilmiştir).

Araştırma süresince yaşanan ana arı kayıplarında çevre faktöründen de bahsetmek mümkündür. Kesen'in (2016) yaptığı çalışmada, ana arıların kabulü ve yenilenmesi üzerinde mevsimin etkili olduğu belirlenmiştir. İlkbaharda kolonilere verilen ana arılarda kabul oranının düştüğü ve kolonilerin ana arıyı değiştirme eğiliminin arttığı tespit edilmiştir. Çalışmada Kafkas, İtalyan ve Efe arısı ekotipinin yaz döneminde ana arı kabul oranı (%96), ilkbahar döneminde saptanan kabul oranından (%86) yüksek ve farklı bulunmuştur.

Kolonilerin kuluçka üretim performansı, hem koloninin genetik yapısının hem de ana arının fizyolojik durumunun bir yansımasıdır. Bu özellik, koloninin gelecekte sahip olacağı ergin arı sayısının belirlenmesinde önemli bir faktördür (Güler, 1999). Efe arısı ekotipinde yapılan bu çalışmada sonuçların sırasıyla 1786.34 ± 708.51 , 1767.09 ± 742.09 , 1578.53 ± 560.50 olarak bulunması koloni oluşturma sürecinde yaşanan zorluklara rağmen kuluçka gelişiminin ortalamanın üstünde olduğu söylenebilmektedir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Hijyenik davranış ortalamasının ilk ölçümüm ardından düşüş göstermesi bal arısı kolonisinin mevsimsel döngüsü ile açıklanabilir. Sonbaharda bal arısı kolonileri, kışa hazırlık için enerji tasarrufuna yönelir ve kuluçka faaliyetlerinde düşüş gözlemlenir. Araştırma süresince kaydedilen kuluçka alanındaki düşüş bu duruma işaret etmektedir. Hijyenik davranış, koloni içerisinde enerji ve kaynak gerektiren bir aktivite olduğundan, sonbaharda bu davranışta azalma gözlemlenmesi, koloninin kışa hazırlık stratejilerinin bir parçası olabilmektedir.

Yaz mevsimi boyunca bal arısı yavru ve pupa sayısı fazla olduğu için Varroa akarlarının koloni içerisinde yayılması sınırlı kalır. Sonbaharda yavru üretimi azaldıkça akarlar daha çok işçi arılara yönelir ve popülasyonları daha görünür hale gelmektedir. Bu döngü çalışma süresince sonbahar döneminde görülen Varroa akar sayısındaki artış ile ilişkilendirilebilir.

Yapılan çalışmada Efe arısı ekotipinde 16.08.2022 tarihli ölçümlerde Türkiye ortalamasının üstünde olarak yorumlanabilecek arılı çerçeve sayısının $10,92 \pm 1,31$ adet kaydedilmesi, Efe arısı ekotipinin yerel çevre koşullarına genetik olarak uyum sağlamasıyla ilişkilendirilebilir. Yerel ekotipler, buldukları bölgenin iklimi ve bitki örtüsüne uyum sağlayarak daha verimli şekilde gelişirler. Bu durum, ekotiplerin yerel çevreye uyum yeteneklerinin koloni gelişimi etkisini ortaya koymaktadır.

Varroa akarı, dünya arıcılık sektörünün en büyük sorunlarından birisidir. Bal arısı kolonisinde Varroa akarına karşı yapılan mücadelede kullanılan kimyasal kullanımının hem bal arısı, hem de bal ve polen gibi arıcılık ürünlerine ve çevreye olumsuz etkileri olduğu bilinmektedir. Bu sebepten güncel çalışmalar kimyasal olmayan yöntemlere, özellikle bal arılarının Varroa akarına karşı genetik direncine daha fazla odaklanmaktadır. Bal arılarının Varroa akarlarına karşı en önemli genetik savunma mekanizmaları hijyenik davranış ve tımarlama davranışı olarak görülmektedir.

Hijyenik davranış, bal arısının hastalıklı yavruları temizleyerek koloni sağlığını korumasına, tımarlama davranışı ise arıların birbirini temizleyerek parazitlerle mücadele etmesine yardımcı olur. Her iki davranış da koloni sağlığı ve Varroa akarı gibi zararlılara karşı direnç açısından kritik olduğu için sonraki çalışmaların bu tez çalışmasının sonuçlarına dayanarak daha fazla veri ile savunma davranışı üzerine çalışılması önerilebilir.

Göçer arıcılık sonucunda, yerel ekotiplerden göçer arılara hem de göçer arılardan yerel ekotiplere doğru bir gen akışının varlığı, koloni ve ana arı satışlarıyla bir arada düşünüldüğünde, genetik yapının zamanla kaybolmasına ve tüm popülasyonların kaynaşmasına neden olmaktadır. Bu sebepten Ege bölgesinde oldukça yaygın olan göçer arıcılığın kontrollü yapılması yerel ekotiplerin korunması açısından önem atfetmektedir.

Efe arısı ekotipinde hijyenik davranış üzerine yapılan ilk çalışmalardan biri olan bu araştırma, hijyenik davranış üzerine bir ön çalışma olarak değerlendirilmelidir. İleri düzey tartışmalar için, farklı lokasyonlarda Efe arısı ekotipinde görülen davranış verilerine ihtiyaç vardır. Efe arısı ekotipinin hijyenik davranış gösterme potansiyeline dair yapılan bu çalışma ve bundan sonraki çalışmalar Türkiye’de ana arı yetiştiriciliği açısından önemli sonuçlar doğurabilir. Yerel ekotiplerin hijyenik davranış kapasitelerinin yüksek olması, hastalıklara ve parazitlere karşı doğal bir savunma mekanizması sunduğundan, arıcılar için değerli bir genetik kaynak oluşturmaktadır. Türkiye’de ana arı üreticileri, bu hijyenik özellikleri taşıyan ekotiplerden seçim yaparak, yerel koşullara daha uygun ve hastalıklara karşı dirençli ana arılar üretebilirler. Bu durum, hem arı kolonilerinin genel sağlığını artıracak hem de kimyasal mücadeleye olan ihtiyacı azaltacaktır.

Ayrıca, kendi arılıklarındaki hijyenik kolonilerden yetiştirilmiş ana arılardan üretim yapan arı yetiştiricileri, sürdürülebilir ve ekonomik bir üretim modeli geliştirecektir. Bu durum, hem ekonomik hem de çevresel açıdan olumlu sonuçlar oluşturarak, sürdürülebilir arıcılığın gelişimine katkı sağlayacaktır. Bunun sonucunda ıslah parametresi olarak değerlendirilen ekotiplerin değerini artacak ve yerli gen havuzuna yönelik ana tehditlerden biri olan yabancı genotip ithalatının azaltılmasına katkı sağlanacaktır.

KAYNAKLAR DİZİNİ

- Akyol, E. ve Korkmaz, A.**, 2005, Bal arısı (*Apis mellifera*) zararlısı *Varroa destructor*'un biyolojisi. *Uludağ Arıcılık Dergisi*, 5(3), 122-127.
- Akyol, E., Yeninar, H., Karatepe, M., Karatepe, B., & Özkök, D.**, (2007), Effects of queen ages on *Varroa* (*Varroa destructor*) infestation level in honey bee (*Apis mellifera caucasica*) colonies and colony performance. *Italian Journal of Animal Science*, 6(2), 143-149.
- Akyol, E.**, 2016, Bal Arısı (*Apis Mellifera L.*, 1758) Kolonilerinde Hijyenik Davranışa Etki Eden Faktörler ile Tespit Yöntemlerinin Karşılaştırması Üzerine Bir Çalışma. *Turkish Journal Of Agriculture-Food Science And Technology*, 4(12), 1207-1211.
- Akyol, E., Unalan, A., Yeninar, H., Ozkok, D. and Ozturk, C.**, 2014, Comparison of colony performances of Anatolian, Caucasian and Carniolan honeybee (*Apis mellifera L.*) genotypes in temperate climate conditions. *Italian Journal of Animal Science*, 13(3), 3409.
- Alemli, A.**, (2018), Hijyenik davranış bakımından ıslah edilmiş Muğla bal arılarında bazı patojen virüslerin RT-PCR ile tespiti ve *Varroa* yükü ile ilişkilerinin belirlenmesi.
- Amdam, G. V., Simões, Z. L., Hagen, A., Norberg, K., Schröder, K., Mikkelsen, Ø., ... and Omholt, S. W.**, 2004, Hormonal control of the yolk precursor vitellogenin regulates immune function and longevity in honeybees. *Experimental gerontology*, 39(5), 767-773.
- Amro, M. A. and Amro, A.**, 2017, A review About the Role of Hygienic Behavior as A defense Mechanism of Honey Bee against the Parasitic Mites and Diseases. *Egyptian Academic Journal of Biological Sciences. A, Entomology*, 10(7), 51-64.
- Anderson, D.L. and Trueman, J.W.H.**, 2000, *Varroa jacobsoni* (Acari: Varroidae) is more than one species. *Exp. Appl. Acarol.* 24, 165–189.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Arathi, H. S., Burns, I. and Spivak, M.,** 2000, Ethology of hygienic behaviour in the honey bee *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae): behavioural repertoire of hygienic bees. *Ethology*, 106(4), 365-379.
- Azzami, K., Ritter, W., Tautz, J. and Beier, H.,** 2012, Infection of honey bees with acute bee paralysis virus does not trigger humoral or cellular immune responses. *Archives of virology*, 157, 689-702.
- Balkaya, İ.,** 2016, Türkiye’de Görülen Bal Arısı (*Apis mellifera*) Hastalıkları. *Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi*, 11(3), 339-347
- Beaurepaire, A. L., Truong, T. A., Fajardo, A. C., Dinh, T. Q., Cervancia, C., and Moritz, R. F.,** 2015, Host specificity in the honeybee parasitic mite, *Varroa* spp. in *Apis mellifera* and *Apis cerana*. *PloS one*, 10(8), e0135103.
- Beyazıt, A., Akkoca, N., Eskiizmirliler, S., Albayrak, H., Özcan, E., Özden, M., ... ve Tunalıgil, S.,** 2012, Ege Bölgesi illerinde önemli arı hastalıklarının yaygınlığının araştırılması. *Hayvan Sağlığı Program Değerlendirme Kitapçığı*, 366.
- Bienefeld, K., Zautke, F., Pronin, D. and Mazeed, A.,** 1999, Recording the proportion of damaged *Varroa jacobsoni* Oud. in the debris of honey bee colonies (*Apis mellifera*). *Apidologie*, 30(4), 249-256.
- Boecking, O. and Spivak, M.,** 1999, Behavioral defenses of honey bees against *Varroa jacobsoni* Oud. *Apidologie*, 30(2-3), 141-158.
- Boot, W. J., Tan, N. Q., Dien, P. C., Van Huan, L., Van Dung, N. and Beetsma, J.,** 1997, Reproductive success of *Varroa jacobsoni* in brood of its original host, *Apis cerana*, in comparison to that of its new host, *A. mellifera* (Hymenoptera: Apidae). *Bulletin of entomological research*, 87(2), 119-126.
- Borum, A. E.,** 2020, Bal Arılarında Sosyal ve Bireysel Bağışıklık. *Uludağ Arıcılık Dergisi*, 20(2), 232-256.
- Calderón, R. A., Van Veen, J. W., Sommeijer, M. J. and Sanchez, L. A.,** 2010, Reproductive biology of *Varroa destructor* in Africanized honey bees (*Apis mellifera*). *Experimental and Applied Acarology*, 50, 281-297.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Cengiz, M. M. ve Erdoğan, Y.**, 2017, Doğu Anadolu-Türkiye Koşullarında Farklı Bal Arısı (*Apis mellifera* L.) Genotiplerinin Kışlama Yeteneği ve Koloni Performanslarının Karşılaştırılması.
- Çakmak, İ. ve Sıralı, R.**, 2003, Marmara Bölgesi arılarının koloni performansı üzerine bir değerlendirme. *Uludağ Arıcılık Dergisi*, 3(2), 36-42.
- Çevrimli, M. B. ve Sakarya, E.**, 2018, Arıcılık işletmelerinin yapısal özellikleri ve sorunları; Ege Bölgesi örneği. *Eurasian J Vet Sci*, 34(2), 83-91.
- Çıvracı, S.**, (2024), Bal arılarında nosemosis hastalığının koloni üzerine etkileri. *Arı ve Arıcılık Teknolojileri Dergisi*, 3(1), 17-27.
- Damayo, J. E., McKee, R. C., Buchmann, G., Norton, A. M., Ashe, A., & Remnant, E. J.**, (2023). Virus replication in the honey bee parasite, *Varroa destructor*. *Journal of Virology*, 97(12), e01149-23.
- DeGrandi-Hoffman, G. and Chen, Y.**, 2015, Nutrition, immunity and viral infections in honey bees. *Current opinion in insect science*, 10, 170-176.
- de-Miguel, S., Pukkala, T. and Yeşil, A.**, 2014, Integrating pine honeydew honey production into forest management optimization. *European Journal of Forest Research*, 133, 423-432
- Dietemann, V., Nazzi, F., Martin, S. J., Anderson, D. L., Locke, B., Delaplane, K. S., ... and Ellis, J. D.**, 2013, Standard methods for varroa research. *Journal of apicultural research*, 52(1), 1-54.
- Dodologlu, A., Dülger, C. and Genc, F.**, 2004, Colony condition and bee behaviour in honey bees (*Apis mellifera*) housed in wooden or polystyrene hives and fed 'bee cake' or syrup. *Journal of apicultural research*, 43(1), 3-
- Engel, M. S.**, 1999, The taxonomy of recent and fossil honey bees (Hymenoptera: Apidae; *Apis*).
- Erdem, B.**, 2018, Differences in learning performance and related behaviors across three honey bee subspecies from Turkey [M.S. - Master of Science]. Middle East Technical University.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Ese, H., Cımbırtoğlu, Ş., Kılıçin, T., Akdeniz, G., Yılmaz, F., Kuvancı, A., ... ve Sarı, A.,** 2023, Orijinal Alanlarından Temin Edilip Seleksiyona Tabi Tutulan Batı ve Orta Karadeniz Bal Arıları (*Apis mellifera L.*)'nin Bazı Performans Özellikleri. *Akademik Ziraat Dergisi*, 12(2), 289-296.
- Evans, J. D., Aronstein, K., Chen, Y. P., Hetru, C., Imler, J. L., Jiang, H., ... and Hultmark, D.,** 2006, Immune pathways and defence mechanisms in honey bees *Apis mellifera*. *Insect molecular biology*, 15(5), 645-656
- Farshineh Adl, M. B., Gençer, H. V., Firatli, Ç. and Bahreini, R.,** 2007, Morphometric characterization of Iranian (*Apis mellifera meda*), Central Anatolian (*Apis mellifera anatoliaca*) and Caucasian (*Apis mellifera caucasica*) honey bee populations. *Journal of apicultural research*, 46(4), 225-231.
- Feng, M., Fei, S., Xia, J., Labropoulou, V., Swevers, L. and Sun, J.,** 2020, Antimicrobial peptides as potential antiviral factors in insect antiviral immune response. *Frontiers in immunology*, 11, 2030
- Fries, I., Huazhen, W., Wei, S. and Jin, C. S.,** 1996, Grooming behavior and damaged mites (*Varroa jacobsoni*) in *Apis cerana cerana* and *Apis mellifera ligustica*. *Apidologie*, 27(1), 3-11.
- Gençer, H. V. ve Karacaoğlu, M.,** 2003, Kafkas ırkı (*Apis mellifera caucasica*) ve Kafkas Irkı ile Anadolu Arısı-Ege Ekotipi (*Apis mellifera anatoliaca*)'nin Karşılıklı Melezlerinin Ege Bölgesi Koşullarında Yavru Yetiştirme Etkinlikleri ve Bal Verimleri. *Yuzuncu Yıl University Journal of Agricultural Sciences*, 13(1), 61-65.
- Gilliam M.,** 1986, Infectivity and survival of the chalkbrood pathogen, *Ascosphaera apis*, in colonies of honey bees, *Apis mellifera*, *Apidologie* 17, 93-100.
- Goodvin, M. and Eaton V. C.,** 2001, Control of *Varroa*. A Guide for New Zealand Beekeeper.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Gösterit, A., Kekeçoğlu, M. ve Çıkılı, Y.**, 2012, Yığılca Yerel Bal Arısının Bazı Performans Özellikleri Bakımından Kafkas ve Anadolu Bal Arısı Irkı Melezleri ile Karşılaştırılması. *Ziraat Fakültesi Dergisi*, 7(1), 107-114
- Gramacho, K. P. and Gonçalves, L. S.**, 2009, Comparative study of the hygienic behavior of Carniolan and Africanized honey bees directed towards grouped versus isolated dead brood cells. *Genet. Mol. Res*, 8(2), 744-750.
- Gramacho, K. P., Gonçalves, L. S., Rosenkranz, P. and De Jong, D.**, 1999, Influence of body fluid from pin-killed honey bee pupae on hygienic behavior. *Apidologie*, 30(5), 367-374.
- Guichard, M., Dainat, B. and Dietemann, V.**, 2023, Prospects, challenges and perspectives in harnessing natural selection to solve the ‘varroa problem’ of honey bees. *Evolutionary Applications*, 16(3), 593-608.
- Gupta, R. K.**, 2014, Taxonomy and distribution of different honeybee species. In *Beekeeping for poverty alleviation and livelihood security* (pp. 63-103). Springer, Dordrecht.
- Guzman-Novoa, E.**, 2007, *Elemental genetics and breeding for the honeybee*. University of Guelph.
- Güler, A. ve Kaftanoğlu, O.**, 1999, Determination of performances some important races and ecotypes of Turkish honeybees (*Apis mellifera* L.) under migratory beekeeping conditions. *Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences*, 23(9), 577-582
- Güler, A., Bıyık, S. ve Güler, M.**, 2011, Batı Karadeniz Bölgesi Balarısı (*Apis mellifera* L.) Populasyonunun Morfolojik Özellikleri. 7. Ulusal Zooteknik Bilim Kongresi, 14-16 Eylül, Adana
- Güler, A., Kaftanoğlu, O., Bek, Y. ve Yeninar, H.**, 1999, Türkiye’deki önemli balarısı (*Apis mellifera* L.) ırk ve ekotiplerinin morfolojik karakterler açısından ilişkilerinin diskriminant analiz yöntemiyle saptanması. *Turkish Journal of Veterinary Animal Science*, 23, 565-575

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Hakanoglu, H.**, 2022, *Identification of potential transcriptomic biomarkers for varroa resistance in honey bees (apis mellifera anatoliaca)* (Doctoral dissertation).
- Ibrahim, A. and Spivak, M.**, 2006, The relationship between hygienic behavior and suppression of mite reproduction as honey bee (*Apis mellifera*) mechanisms of resistance to *Varroa destructor*. *Apidologie*, 37(1), 31-40
- Ilyasov, R., Gaifullina, L., Saltykova, E., Poskryakov, A. and Nikolenko, A.**, 2012, Review of the Expression of Antimicrobial Peptide Defensin in Honey Bees L. *Journal of Apicultural Science*, 56(1), 115-124.
- Invernizzi, C., Zefferino, I., Santos, E., Sánchez, L. and Mendoza, Y.**, 2022, Multilevel assessment of grooming behavior against *Varroa destructor* in Italian and Africanized honey bees. *Journal of Apicultural Research*, 54(4), 321-327.
- Ivgin Tunca, R., Oskay, D. and Erginoglu, S.**, 2017, Monitoring of *Nosema* infections levels during hygienic honey bee breeding programs in Turkey. *Kafkas Universitesi Veteriner Fakultesi Dergisi*.
- Janmaat, A. F. and Winston, M. L.**, 2000, Removal of *Varroa jacobsoni* infested brood in honey bee colonies with differing pollen stores. *Apidologie*, 31(3), 377-385.
- Kalayci, G., Cagirgan, A. A., Kaplan, M., Pekmez, K., Beyazit, A., Ozkan, B., ... and Arslan, F.**, 2020, The role of viral and parasitic pathogens affected by colony losses in Turkish apiaries. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 26(5).
- Kandemir, I. and Kence, A.**, 1995, Allozyme Variability in a Central Anatolian Honeybee (*Apis mellifera* L.) Population. *Apidologie*, 26: 503-510.
- Kandemir, I., Kence, M. and Kence, A.**, 2000, Genetic and Morphometric Variation in Honeybee (*Apis mellifera* L.) Populations of Turkey. *Apidologie*, 31: 343-356

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Kandemir, İ.**, 2007, Amerika Birleşik Devletleri'nde Toplu Arı Ölümleri ve Koloni Çökme Bozukluğu (Ccd) Üzerine Bir Derleme. *Uludağ Arıcılık Dergisi*, 7(2), 63-69.
- Kandi, R. T. I., Ghafari, M., Rahimi, A. and Hashemi, A.**, 2024, A Study of Hygienic and Grooming Behaviors in the Iranian Honeybee (*Apis mellifera meda*) Colonies Against *Varroa destructor*. *Sociobiology*, 71(2), e10302-e10302.
- Kanost, M. R. and Jiang, H.**, 2015, Clip-domain serine proteases as immune factors in insect hemolymph. *Current opinion in insect science*, 11, 47-55
- Karaca, Ü. ve Özmen, Ö.**, 2012, Bal Arılarının (*Apis mellifera* L.) İzole Koşullarda Çiftleştirilmesi Üzerine Bir Araştırma, *Anadolu Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 22(1), 45-53.
- Karacaoğlu, M., Gençer, H. V., & Koç, A. U.** (2003). Ege Bölgesi koşullarında ek beslemenin bal arısı (*Apis mellifera* L.) kolonilerinin yavru üretimi ve bal verimi üzerine etkileri. *Hayvansal Üretim*, 44(2).
- Karacaoğlu, M.**, 2004, Morphological Characteristics of Aegean Ecotype of Anatolian Honey Bee and the Cross of Italian x Aegean Ecotype. *ADÜ Journal of Agricultural Faculty* 1 (2): 37 – 42.
- Kavak, G.**, 2016, Son Yillarda Görülen Koloni Kayıpları Ve Muhtemel Sebepleri. *Uludağ Arıcılık Dergisi*, 15(1), 33-40.
- Kekeçoğlu, M.**, 2007, Türkiye bal Arılarının mtDNA ve bazı morfolojik özellikleri bakımından karşılaştırılmasına yönelik bir araştırma.
- Kekeçoğlu, M.**, 2018, Morphometric divergence of anatolian honeybees through loss of original traits: A dangerous outcome of Turkish apiculture. *Sociobiology*, 65(2), 232-243
- Kence, A.**, 2006, Türkiye balarılarında genetik çeşitlilik ve korunmasının önemi. *Uludağ arıcılık dergisi*, 6(1), 25-32.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Kence, M., Farhoud, H. J. and Tunca, R. I.,** 2009, Morphometric and genetic variability of honey bee (*Apis mellifera* L.) populations from northern Iran. *Journal of apicultural research*, 48(4), 247-255.
- Kesen, A.,** 2016, *Balarısı (Apis mellifera L.) kolonilerinin ana arı kabulünde, genotip, koloni ve mevsimin etkileri üzerinde bir araştırma* (Master's thesis, Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Kevan, P. G., Hannan, M. A., Ostiguy, N., & Guzman-Novoa, E.,** (2006). A summary of the Varroa-virus disease complex in honey bees.
- Koca, A. Ö. ve Kandemir, İ.,** 2015, Türkiye Balarısı Biyoçeşitliliği. *Marka Bal Olma Yolunda Samsun Sempozyumu (10 Ocak 2015)*, 1-15.
- Koç, A. U. and Karacaoğlu, M.,** 2011, Effects of queen rearing period on reproductive features of Italian (*Apis mellifera ligustica*), Caucasian (*Apis mellifera caucasica*), and Aegean ecotype of Anatolian honey bee (*Apis mellifera anatoliaca*) queens. *Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences*, 35(4), 271-276
- Koç, A. U. ve Karacaoğlu, M.,** 2005, Anadolu Arısı Ege Ekotipi (*Apis mellifera anatolica*) Ana Arılarında Üreme Özellikleri. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 2(1), 73-77.
- Koç, A. U. ve Karacaoğlu, M.,** 2012, Kafkas (*A. m. caucasica*), İtalyan (*A. m. ligustica*) Irkları ve Anadolu Arısı Ege Ekotipi (*A. m. anatoliaca*) ile bazı melezlerinin ege bölgesi koşullarında koloni gelişimleri. *TRALLEIS*, 1(1), 28-35.
- Kovačić, M., Puškadija, Z., Jelkić, D. and Kranjac, D.,** 2015, Influence of honey bee hygienic behaviour on varroa mite (*Varroa destructor*) population in bee hive.
- Kösoğlu, M., Karaca, Ü., Yücel, B., Topal, E. ve Yıldızdal, İ.,** 2018, Yapay oğul ve paket arı ile oluşturulan kolonilerin farklı koşullarda performans yönünden karşılaştırılması. *Hayvansal Üretim*, 59(2), 27-34.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Kösoğlu, M., Tunca, R. İ., Yücel, B., Balkanska, R. and Yıldırım, Z. T., 2021,** Arıcılıkta Sürdürülebilirlik Mümkün mü? *MAS Journal of Applied Sciences*, 6(3), 610-623.
- Kumova, U. ve Korkmaz, A., 2000,** Türkiye arı yetiştiriciliğinde Çukurova bölgesinin yeri ve önemi. *Hayvansal üretim*, 41(1).
- Kutlu, M. A., Mokhtarzadeh, S., Çağan, E., Kökten, K., Özdemir, S., Uçar, R. ve Ekmekçi, M., 2023,** Bingöl İlinde Bal Arısı Kolonilerinin Arı Merası ve Yaylada Koloni Performansı Üzerine Bir İnceleme. *Düzce Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 1(1), 8-14.
- Larsen, A., Reynaldi, F. J. and Guzmán-Novoa, E., 2019,** Fundaments of the honey bee (*Apis mellifera*) immune system. Review. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*, 10(3), 705-728.
- Lavine, M. D. and Strand, M. R., 2002,** Insect hemocytes and their role in immunity. *Insect biochemistry and molecular biology*, 32(10), 1295-1309.
- Le Conte, Y., Meixner, M. D., Brandt, A., Carreck, N. L., Costa, C., Mondet, F., and Büchler, R., 2020,** Geographical distribution and selection of European honey bees resistant to *Varroa destructor*. *Insects*, 11(12), 873.
- Leska, A., Nowak, A., Nowak, I. and Górczyńska, A., 2021,** Effects of insecticides and microbiological contaminants on *Apis mellifera* health. *Molecules*, 26(16), 5080.
- Marmaras, V. J., Charalambidis, N. D. and Zervas, C. G., 1996,** Immune response in insects: the role of phenoloxidase in defense reactions in relation to melanization and sclerotization. *Archives of Insect Biochemistry and Physiology: Published in Collaboration with the Entomological Society of America*, 31(2), 119-133.
- Martin, S. J., Highfield, A. C., Brettell, L., Villalobos, E. M., Budge, G. E., Powell, M., ... and Schroeder, D. C., 2012,** Global honey bee viral landscape altered by a parasitic mite. *Science*, 336(6086), 1304-1306.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Masaquiza, D., Vargas, J., Ortíz, N., Salazar, R., Curbelo, L., Pérez, A. and Arenal, A.,** 2021, Hygienic behavior of *Apis mellifera* and its relationship with *Varroa destructor* infestation and honey production in the central highlands of Ecuador. *Insects*, 12(11), 966.
- Micholson, D.,** 2022, Understanding the mechanisms of honey bee (*Apis mellifera* L.) grooming behaviour in relation to its effectiveness as a defence against *Varroa destructor*.
- Milum, V. G.,** 1947, *Grooming dance and associated activities of the honeybee colony*. Illinois Academy of Science.
- Momot, J.P. and Rothenbuhler, W.C.,** 1971, Behaviour genetics of nest cleaning in honey bees. V. Interactions of age and genotype of bees, and nectar flow. *J. Apic. Res.* 10: 11-21.
- Mondet, F., Kim, S. H., de Miranda, J. R., Beslay, D., Le Conte, Y. and Mercer, A. R.,** 2016, Specific cues associated with honey bee social defence against *Varroa destructor* infested brood. *Scientific reports*, 6(1), 25444.
- Mondragón, L., Spivak, M. and Vandame, R.,** 2005, A multifactorial study of the resistance of honeybees *Apis mellifera* to the mite *Varroa destructor* over one year in Mexico. *Apidologie*, 36(3), 345-358.
- Moretto, G., Gonçalves, L. S. and Jong, D. D.,** 1991, Africanized bees are more efficient at removing *Varroa jacobsoni*-preliminary data.
- Morfin, N., Anguiano-Baez, R. and Guzman-Novoa, E.,** 2021, Honey bee (*Apis mellifera*) immunity. *Veterinary Clinics: Food Animal Practice*, 37(3), 521-533.
- Morfin, N., Espinosa-Montaña, L. G. and Guzman-Novoa, E.,** 2020, A direct assay to assess self-grooming behavior in honey bees (*Apis mellifera* L.). *Apidologie*, 51, 892-897.
- Morfin, N., Goodwin, P. H. and Guzman-Novoa, E.,** 2023, *Varroa destructor* and its impacts on honey bee biology. *Frontiers in Bee Science*, 1, 1272937.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Neumann, P., Yañez, O., Fries, I., & de Miranda, J. R.,** (2012). Varroa invasion and virus adaptation. *J. Invert. Pathol*, 103, 96-119.
- Newton, D. C. and Ostasiewski, N. J.,** 1986, A simplified bioassay for behavioral resistance to american foulbrood in honey bees (*Apis mellifera* L.).
- Nganso, B. T., Fombong, A. T., Yusuf, A. A., Pirk, C. W., Stuhl, C. and Torto, B.,** 2017, Hygienic and grooming behaviors in African and European honeybees-New damage categories in *Varroa destructor*. *PLoS One*, 12(6), e0179329.
- Noël, A., Le Conte, Y. and Mondet, F.,** 2020, *Varroa destructor*: how does it harm *Apis mellifera* honey bees and what can be done about it?. *Emerging Topics in Life Sciences*, 4(1), 45-57.
- O'Shea-Wheller, T. A., Rinkevich, F. D., Danka, R. G., Simone-Finstrom, M., Tokarz, P. G. and Healy, K. B.,** 2022, A derived honey bee stock confers resistance to *Varroa destructor* and associated viral transmission. *Scientific reports*, 12(1), 4852.
- Oskay, D.,** 2008, Bal Arısı Irklarının Çeşitliliğinin Korunması, Kolonilerin Yönetimi ve Genetik Yapılarının İstenen Yönde Geliştirilmesi Üzerine Model Oluşturulması. *Uludağ Arıcılık Dergisi*, 8(2), 63-72.
- Oskay, D., Kükrer, M. ve Kence, A.,** 2019, Muğla bal arısında (*Apis mellifera anatoliaca*) Amerikan yavru çürüklüğü hastalığına karşı direnç geliştirilmesi. *Arıcılık Araştırma Dergisi*, 11(1), 8-20.
- Oztokmak, A., Ozmen Ozbakir, G. and Çağlar, O.,** 2023, Conservation of Local Honeybees (*Apis mellifera* L.) in Southeastern Turkey: A Preliminary Study for Morphological Characterization and Determination of Colony Performance. *Animals*, 13(13), 2194.
- Öztokmak, A.,** 2017, Şanlıurfa yerli bal arılarının (*Apis mellifera* l.) fizyolojik ve davranış özelliklerinin belirlenmesi/Determination of physiological and behavioral characteristics of native honey bees of Sanliurfa (Doctoral dissertation).

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Palacio, M. A., Figini, E. E., Ruffinengo, S. R., Rodriguez, E. M., del Hoyo, M. L. and Bedascarrasbure, E. L.**, 2000, Changes in a population of *Apis mellifera* L. selected for hygienic behaviour and its relation to brood disease tolerance. *Apidologie*, 31(4), 471-478.
- Palacio, M. A., Rodriguez, E., Goncalves, L., Bedascarrasbure, E. and Spivak, M.**, 2010, Hygienic behaviors of honey bees in response to brood experimentally pin-killed or infected with *Ascosphaera apis*. *Apidologie*, 41(6), 602-612.
- Peng, Y. S., Fang, Y., Xu, S. and Ge, L.**, 1987, The resistance mechanism of the Asian honey bee, *Apis cerana* Fabr., to an ectoparasitic mite, *Varroa jacobsoni* Oudemans. *Journal of invertebrate pathology*, 49(1), 54-60.
- Pereira, R. A., Morais, M. M., Franco, T. M. and Gonçalves, L. S.**, 2013, Hygienic behavior of Africanized honey bees *Apis mellifera* directed towards brood in old and new combs during diurnal and nocturnal periods. *Insects*, 4(4), 521-532.
- Polat, M., Çevrimli, M. B., Sakarya, E., Akın, A. C. and Arıkan, M. S.**, 2015, Pinehoney production in Turkey and the current situation of beekeeping enterprises in the pinehoney production area. In *44th APIMONDIA International Apicultural Congress. Daejeon, Korea*.
- Rosenkranz, P., Aumeier, P. and Ziegelmann, B.**, 2010, Biology and control of *Varroa destructor*. *Journal of invertebrate pathology*, 103, 96-119pp.
- Rothenbuhler, W. C.**, 1964, Behavior genetics of nest cleaning in honey bees. IV. Responses of F 1 and backcross generations to disease-killed brood. *American Zoologist*, 4(2), 111-123.
- Rothenbuhler, W. C.**, 1964, Behaviour genetics of nest cleaning in honey bees. I. Responses of four inbred lines to disease-killed brood. *Animal behaviour*, 12(4), 578-583.
- Ruttner F.**, 1988, Biogeography and Taxonomy of Honeybees, SpringerVerlag, Berlin.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Schmid, M. R., Brockmann, A., Pirk, C. W., Stanley, D. W. and Tautz, J.,** 2008, Adult honeybees (*Apis mellifera* L.) abandon hemocytic, but not phenoloxidase-based immunity. *Journal of insect physiology*, 54(2), 439-444.
- Schmid-Hempel, P.,**1998, Parasites in social insects. Princeton Univ. Press, Princeton, NJ.
- Sevgili, H.,** 2017, Böceklerde melanizasyon ve melanin temelli bağışıklık. *Türkiye Entomoloji Bülteni*, 7(2), 205-217.
- Sıralı, R.,** 2017, Anadolu Arısı (*Apis mellifera anatoliaca*)’nın Bazı Önemli Özellikleri. *Uludağ Arıcılık Dergisi*, 17(2), 82-92.
- Simone, M., Evans, J. D. and Spivak, M.,** 2009, Resin collection and social immunity in honey bees. *Evolution*, 63(11), 3016-3022.
- Simone-Finstrom, M.,** 2017, Social immunity and the superorganism: Behavioral defenses protecting honey bee colonies from pathogens and parasites. *Bee World*, 94(1), 21
- Sofi, M. A., Hussain, Z., Hakeem, S., Dar, S. and Dar, N. A.,** 2023, Hygienic behavioural response of honey bees (*Apis mellifera* and *Apis cerana*) against pin-killed brood as trait evaluation in Kashmir. *International Journal of Agricultural Sciences*, 19(2), 393-39
- Solmaz, H., Muz, D. ve Muz, M. N.,** 2021, Bal arılarının (*Apis mellifera*) bakteriyel hastalıkları, tanı ve tedavi. *Bacterial Diseases of Honey Bee (Apis mellifera), Diagnosis and Treatment], Veteriner Arı Sağlığı ve Apiterapi*, 1, 37-47.
- Sousa, A. R. S., Araújo, E. D., Gramacho, K. P. and Nunes, L. A.,** 2016, Bee’s morphometrics and behavior in response to seasonal effects from ecoregions. *Genetics and molecular research*, 15(2), 1-14.
- Söderhäll, K. and Cerenius, L.,** 1998, Role of the prophenoloxidase-activating system in invertebrate immunity. *Current opinion in immunology*, 10(1), 23-28.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Spivak, M. and Reuter, G. S.**, 1998, Performance of hygienic honey bee colonies in a commercial apiary. *Apidologie*, 29(3), 291-302.
- Spivak, M. and Reuter, G. S.**, 2001, Resistance to American foulbrood disease by honey bee colonies *Apis mellifera* bred for hygienic behavior. *Apidologie*, 32(6), 555-565.
- Spivak, M. and Reuter, G. S.**, 2008, New direction for the minnesota hygienic line of bees. *Am. Bee J*, 148, 1085-1086.
- Strand, M. R.**, 2008, The insect cellular immune response. *Insect science*, 15(1), 1-14.
- Şahin, İ. ve Esim, N.**, 2024, Bingöl Koşullarında Farklı Bal Arısı Genotiplerinin Bazı Performans Özelliklerinin Karşılaştırılması. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 11(1), 206-215.
- Toufailia, H. M. A., Amiri, E., Scandian, L., Kryger, P. and Ratnieks, F. L.**, 2014, Towards integrated control of varroa: effect of variation in hygienic behaviour among honey bee colonies on mite population increase and deformed wing virus incidence. *Journal of Apicultural Research*, 53(5), 555-562.
- Tozkar, C. Ö.**, 2020, Genetic structure of honey bee (*Apis mellifera* Linnaeus, 1758) subspecies based on tRNA^{Leu}-COX2 and ND5 regions of mtDNA. *Applied Ecology And Environmental Research*, 18(2), 2269-2284.
- Traynor, K. S., Mondet, F., de Miranda, J. R., Techer, M., Kowallik, V., Oddie, M. A., . and McAfee, A.**, 2020, Varroa destructor: A complex parasite, crippling honey bees worldwide. *Trends in parasitology*, 36(7), 592-606.
- VanEngelsdorp, D., Evans, J. D., Saegerman, C., Mullin, C., Haubruge, E., Nguyen, B. K., . and Pettis, J. S.**, 2009, Colony collapse disorder: a descriptive study. *PloS one*, 4(8), e6481.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Vaziritabar, S., Aghamirkarimi, A. and Esmacilzade, S. M.,** 2016, Evaluation of the defensive behavior in two honeybee races Iranian honeybee (*Apis mellifera meda*) and Carniolan honeybee (*Apis mellifera carnica*) and grooming behavior of different bee races in controlling *Varroa destructor* mite in honey. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 4(5), 586-602.
- Warner, S., Pokhrel, L. R., Akula, S. M., Ubah, C. S., Richards, S. L., Jensen, H. and Kearney, G. D.,** 2023, A scoping review on the effects of *Varroa* mite (*Varroa destructor*) on global honey bee decline. *Science of the total environment*, 167492.
- Xu, P., Shi, M. and Chen, X. X.,** 2009, Antimicrobial peptide evolution in the Asiatic honey bee *Apis cerana*. *Plos one*, 4(1), e4239.
- Yucel, B. ve Kosoglu, M.,** 2011, Ege Bölgesi'nde Muğla ekotipi ve İtalyan melezi bal arılarının kimi performans özellikleri bakımından karşılaştırılması. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 17(6).

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitim sürecim boyunca yolumu aydınlatan danışman hocam Sayın Prof. Dr. Banu YÜCEL'e ve katkıları ile daima yanımda olan Sayın Arş. Gör. Ekin VAROL'a sonsuz teşekkürlerimi ve saygılarımı sunarım.

Hayattaki en önemli iki değerini sevgi ve emek olduğunu bana öğreten annem Nermin ERTEM ve babam Sedat ERTEM'e yanımda oldukları için teşekkür ederim.

11 /09 /2024

Gamze ERTEM

ÖZGEÇMİŞ

Gamze ERTEM, ilk, orta ve lise eğitim hayatını Muğla'da tamamlamıştır. 2015 yılında Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni bölümüne başlayarak 2021 yılında mezun olmuştur. 2021 yılında Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Zootekni Bölümü Hayvan Yetiştirme Anabilim Dalı'nda yüksek lisans eğitimine başlamıştır.

