

**TÜRKİYE CUMHURİYETİ
KIRIKKALE ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**Kırıkkale Yöresinde Bulunan Bazı İşletmelerden Alınan Bal Arısı Örneklerinde
Spermatolojik ve Morfometrik Parametrelerin Karşılaştırılmalı Olarak
İncelenmesi**

Abdulkadir KAYA

**DÖLERME VE SUNİ TOHURLAMA ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**DANIŞMAN
Doç. Dr. Numan AKYOL**

2021-KIRIKKALE

**TÜRKİYE CUMHURİYETİ
KIRIKKALE ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**Kırıkkale Yöresinde Bulunan Bazı İşletmelerden Alınan Bal Arısı Örneklerinde
Spermatolojik ve Morfometrik Parametrelerin Karşılaştırılmalı Olarak
İncelenmesi**

Abdulkadir KAYA

**DÖLERME VE SUNİ TOHUMLAMA ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**DANIŞMAN
Doç. Dr. Numan AKYOL**

**Bu tez, Kırıkkale Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından
2020/026 numaralı proje ile desteklenmiştir.**

2021-KIRIKKALE

Kırıkkale Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü

Dölerme ve Suni Tohumlama Anabilim Dalı Programı çerçevesinde yürütülmüş olan bu çalışma aşağıdaki jüri üyeleri tarafından Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Savunma Tarihi: 11/01/2020

Doç. Dr. Numan AKYOL

Kırıkkale Üniversitesi, Veteriner Fakültesi

Jüri Başkanı

Prof. Dr. Mustafa Numan BUCAK

Selçuk Üniversitesi,

Veteriner Fakültesi

Üye

Dr. Öğr. Üyesi Sedat Hamdi KIZIL

Kırıkkale Üniversitesi,

Veteriner Fakültesi

Üye

İÇİNDEKİLER

İÇİNDEKİLER.....	III
ÖNSÖZ	IV
SİMGELER VE KISALTMALAR	V
μM : Mikromolar	V
ŞEKİLLER	VI
ÇİZELGELER.....	VII
ÖZET	VIII
SUMMARY	IX
1. GİRİŞ	10
1.1. Dünya’da ve Türkiye’de Arıcılık	10
1.2. Arı Irkları ve Taksonomisi.....	13
1.3. Morfometrik Analiz Metotları.....	16
1.4. Spermatolojik Analiz Metotları.....	19
2. MATERYAL ve METOT	22
2.1. Arı Örneklerinin Toplanması.....	22
2.2. Morfometrik Analiz	24
2.3. Arılardan Sperma Toplanması	25
2.4. Motilite Tayini.....	26
2. 5. Spermatozoa Yoğunluğunun Belirlenmesi	27
2.6. Spermatozoa Plazma Membran Bütünlüğü (PMB) Tayini	27
2.7. Mitokondriyel Membran Potansiyeli (MMP) Tayini	28
2.8. İstatistiksel Analiz	28
3. BULGULAR	29
4. TARTIŞMA VE SONUÇ.....	33
5. KAYNAKÇA	37
ÖZGEÇMİŞ.....	46

ÖNSÖZ

Arı insanoğlu için doğadan topladığı nektarı bala eviren, bu özelliği ile eř zamanlı olarak çiçeklerin tozlaşmasını sağlayarak nebatatın yaşam döngüsünün sigortası konumundaki yegâne varlıktır. Son dönemde yaşanılan doğal felaketler ile birlikte yaşanılan korona salgını doğal dengenin sağlam görülse de bir taraftan pamuk ipliğine bağlı olduğunu da göstermiyor mu? İnsanlık için bu zorlu süreç Albert Einstein'ın arılar olmasa insanlık ancak dört yıl yaşayabilir sözünü bir kez daha düşündürmektedir. Bu durum bilim dünyasının arıcılığa gerektiği önemi vermesi için gerekli sebeplerden yalnızca biridir.

Dünya'da arıcılık alanında önemli bir yere sahip olan ülkemiz arı ırkları bakımından büyük genetik zenginliğe sahiptir ancak arıcılıkta henüz istenilen verim elde edilememiştir. Bu durum üzerinde başta göçer arıcılık olmak üzere birçok sebepten ileri gelen ırk farklılaşmaları etkili olmaktadır. Bu durum beraberinde birçok farklı sorunu da getirmektedir. Yapılan bu çalışma ile ırk farklılıklarının erkek arılarda üreme parametreleri üzerine etkisi değerlendirilmiştir. Böylece bu konuda yapılacak araştırmalar için nc olma niteliğini taşımakla birlikte ülkemizdeki genetik kaynakların korunması gerekliliğine de dikkat çekmeyi amaç edinmiştir.

Bu çalışmada, bilgi ve tecrübesi ile bana yol gösteren tez danışmanım Doç. Dr. Numan Akyol'a, çalışmayı gerçekleştirmemde gerekli bilgi ve tecrübelerini esirgemeyen Prof. Dr. Ömer Varışlı, Prof. Dr. Mustafa Numan Bucak ve Dr. Öğr. Üyesi Sedat Hamdi Kızıl'a, tezin istatistiksel analizlerini gerçekleştirmemde yardımcı olan Dr. Halil İbrahim Akçadağ'a, materyal temininde yardımcı olan Kırıkkale bölgesi arı yetiştiricilerine ve bu çalışma esnasında manevi desteğini esirgemeyen kıymetli aileme teşekkür ederim.

SİMGELER VE KISALTMALAR

%: Yüzde

°C: Santigrat Derece

ANOVA: Analysis of Variance

Cm: Santimetre

COVID-19: Corona Virus Disease-19 (Korona Virüs Hastalığı-2019)

DFA: Detrended Fluctuation Analysis

DNA: Deoksiribo Nükleik Asit

HAYGEM: Hayvancılık Genel Müdürlüğü

Kg: Kilogram

m.: Metre

M.Ö: Milattan Önce

M.S: Milattan Sonra

ml: Mililitre

MMP: Mitokondriyel Membran Potansiyeli

OR: Oregon

PBS: Phosphate Buffer Saline

PCA: Principal Component Analysis

PMB: Plazma Membran Bütünlüğü

PI: Propidium Iodide

Rh 123: Rhodamine 123

SEM: Standard Error of the Mean

SPSS: Statistical Package for the Social Sciences

SYBR-14: Synergy Brands Incorporated-14

TCM: Tissue Culture Medium

USA: United States of America

v. : Verisyon

µl: Mikrolitre

µM: Mikromolar

ŞEKİLLER

	Sayfa
Şekil 1. 1: Ülkemiz Gezgin Arıcı Yolları	12
Şekil 1. 2: Türkiye Arı Irklarının Coğrafi Dağılımı	15
Şekil 1. 3: Kübital indeks, Dumb-bell indeks ve Disocidal Shift	18
Şekil 1. 4: Arı Spermatozoonunun Ultrastrüktürel Yapısı	20
Şekil 2. 1: Numune Toplanılan İşletmelerin Coğrafi Konumu	23
Şekil 2. 2: İşçi ve Erkek Arı Numunelerinin Toplanması	24
Şekil 2. 3. Arı Kanatlarının Sabitlemesi ve Kanat Landmarkerlarının İşaretlenmesi	25
Şekil 2. 4: Erkek Arılardan Sperm Toplanması	26
Şekil 2. 5: Plazma Membran Bütünlüğü Tayini	27
Şekil 2. 6: Mitokondriyel Membran Potansiyeli Tayini	28

ÇİZELGELER

	Sayfa
Tablo 1. 1: Bal Arısı (<i>Apis mellifera</i>) Alt Türleri	14
Tablo 1. 2: Arı Spermasının Değerlendirilmesinde Kullanılan Spermatolojik Analizler	21
Tablo 3. 1: Kolonilere ait Spermatolojik Parametrelerin Minimum, Maksimum ve Ortalama Değerleri	29
Tablo 3. 2: Kolonilere ait Morfometrik Parametrelerin Minimum, Maksimum ve Ortalama Değerleri	30
Tablo 3. 3: Spermatolojik Parametreler Açısından İşletmeler Arasındaki Durum	30
Tablo 3. 4: Morfometrik Parametreler Açısından İşletmeler Arasındaki Durum	31
Tablo 3. 5: Spermatolojik Analiz Bulgularının Birbirleri İle Olan İlişki Düzeyi (r)	32
Tablo 3. 6: Spermatolojik Parametreler ile Morfometrik Parametreler Arasındaki İlişkinin Anlamlılık Düzeyleri (r)	32
Tablo 3. 7: Spermatolojik Parametreler ile Kanat İndeks Değerleri Arasındaki İlişkinin Anlamlılık Düzeyleri (r)	32

Kırıkkale Yöresinde Bulunan Bazı İşletmelerden Alınan Bal Arısı Örneklerinde Spermatolojik ve Morfometrik Parametrelerin Karşılaştırılmalı Olarak İncelenmesi

ÖZET

Arıcılık, gıda sektörü başta olmak üzere apiterapi ve modern tarım uygulamaları gibi alanlarda önemi daha iyi anlaşılan hayvancılık dallarından biridir. Kârlılığın artırılması hedefiyle farklı yörelerdeki bal akım dönemlerini değerlendirmek için göçer arıcılık uygulanmaktadır. Bu durumun yanı sıra damızlık ana arı üretiminin de yaygın olmaması ırk karışımlarına neden olmakta ve neticede kaliteli arı yetiştiriciliğinin önüne geçmektedir. Ülkemizin farklı bölgelerinde yürütülen morfometrik ve genetik alandaki çalışmalar bu durumu destekler niteliktedir. Ancak ırk karışımlarının spermatolojik parametreler üzerine etkisi tam olarak bilinmemektedir. Yapılan çalışmada Kırıkkale yöresine ait bazı işletmelerden alınan örnekler spermatolojik ve morfometrik parametreler yönünden incelenmiştir.

Morfometrik açıdan, yöredeki arıların ortalama ırk oranları; %50 Kafkas (*A. m. caucasia*), %49 Anadolu (*A. m. anatoliaca*), %24 Esmer (*A. m. mellifera*), %13 İtalyan (*A. m. ligustica*) ve %8 Karniyol (*A. m. carnica*) şeklinde değişiklik gösterdikleri bulundu. Spermatolojik parametrelere ait ortalamalar ise %85 total motilite, %82 PMB (Plazma Membran Bütünlüğü), %78 MMP (Mitokondriyal Membran Potansiyeli) ve 5.9×10^9 /ml spermatozoa yoğunluğu olarak tespit edildi. Spermatolojik parametreler ile morfometrik parametreler arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir ilişki bulunamadı.

Elde edilen bulgular Kırıkkale yöresinde farklı düzeylerde ırk karışımlarının olduğunu göstermektedir. Ancak spermatolojik parametrelere ait sonuçların başka çalışmalarda elde edilen verilerle benzerlik gösterdiği ve esasında spermatolojik parametreler açısından herhangi bir problemin olmadığı görüldü. Sonuç olarak, farklı düzeylerdeki ırk karışımlarının spermatolojik parametreler üzerine etkisi olmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Arıcılık, Bal arısı, Kırıkkale, Morfometri, Sperm

Comparative Analysis of Spermatological and Morphometric Parameters in Honey Bee Samples Collected from Some Beekeeping Located in Kırıkkale Region

SUMMARY

Beekeeping is one of the branches of animal husbandry whose importance is better understood in areas such as apitherapy and modern agricultural practices, especially in the food sector. Migratory beekeeping is applied to evaluate honey flow periods in different regions in order to get high yield in beekeeping. In addition to that, non-common production of breeding queen bee is caused genetic confusion and prevents quality bee breeding consequently. Morphometric and genetic studies conducted in different regions of our country support this situation. However, the effect of genetic confusion on spermatological parameters is not exactly known. In the study, bees taken from some farms in Kırıkkale region were investigated in terms of spermatological and morphometric parameters.

It was found that the average lineages rates of bees in terms of morphometric parameters, in the region were; 50% Caucasian (*A. m. caucasia*), 49% Anatolian (*A. m. anatolica*), 24% West European (*A. m. mellifera*), 13% Italian (*A. m. ligustica*) and 8% Carnolian (*A. m. carnica*). The averages of spermatological parameters were determined as 85% total motility, 82% PMI (Plasma Membrane Integrity), 78% MMP (Mitochondrial Membrane Potential) and $5.9 \times 10^9/\text{ml}$ concentration of spermatozoa. There was no statistically significant relationship between spermatological parameters and morphometric parameters.

The findings showed that there were genetic confusions indifferent levels in Kırıkkale region. However, it was seen that the results of spermatological parameters were similar to the data obtained in other studies and there was no problem in terms of spermatological parameters. As a result, it was concluded that genetic confusions at different levels had no effect on spermatological parameters.

Keywords: Beekeeping, Honey bee, Kırıkkale, Morphometry, Sperm

1. GİRİŞ

Arıcılık, uygun iklim ve flora şartları altında arının ve iş gücünün bir araya gelmesiyle başta gıda üretimi olmak üzere apiterapi ve modern tarım uygulamaları gibi pek çok alanda önem kazanmış bir hayvancık koludur. Günümüzde ekonomik kazanç amacıyla, hobi amacıyla hatta evcil hayvan olarak arıcılık modern yaşamda popülerliğini kaybetmemiştir. Öyle ki küresel çapta korona virüs hastalığının (COVID-19) yaşandığı bugünlerde propolis, arı zehri ve api-air gibi apiterapi uygulamaları ile insanoğlu geçmişten beri şifa kaynağı olduğuna inandığı arılardan yardım arayışına girmiştir.

1.1. Dünya’da ve Türkiye’de Arıcılık

Dünya üzerinde arıcılık hakkında ilk kanıtlar bundan 7000-8000 yıl öncesine dayanan İspanya’da mağara resimlerinde bal toplayıcılarına ait çizimler ile birlikte Anadolu’da 9000 yıllık çömlelerde bal mumuna ait kalıntıların keşfi olarak bilinmektedir (Crane, 1999; Roffet-Salque ve ark., 2015). Ancak bu tarihlere dair belgeler bal toplayıcılığına dair belgeler olarak düşünülmemekte, arıların kovan benzeri bir yapı içerisine konulmasıyla ürün elde edildiğine dair kanıtlar antik çağlara (M.Ö. 3000-M.S. 500) dayanmaktadır. Bu dönemlere ait belgeler Aristoteles gibi antik filozoflara ait yazılara ve Mısır’da bulunan hiyeroglif ve çizimlere dayanmaktadır. Bu dönemlerde çömlek, sepet ve kütükler kovan olarak kullanılmış ve arı kolonisinin tüm balı alınmadan bir kısmı arıya bırakılarak mevcudiyetinin korunması amaçlanmıştır (Kritsky, 2017). On altıncı asırdan itibaren Dünya’da bilim ve teknolojinin gelişmesiyle beraber arıcılıkla ilgilide birçok gelişme yaşanmıştır. Başta mikroskobun keşfi ve mikroorganizmaların incelenmesi, Charles Butter’in ana arının dişi olduğunu keşfetmesi, Antona Jansa’nın ana arının kovan dışında çiftleştiğini keşfi bu dönem arıcılık alanında en önemli gelişmelerdendir (Horn, 2005; Bozic, 2018). Günümüz modern arıcılığının temelleri ise on dokuzuncu asırda Lorenzo Langstroth’un geliştirdiği ve hala kullanılmakta olan kovan sisteminin, temel petek

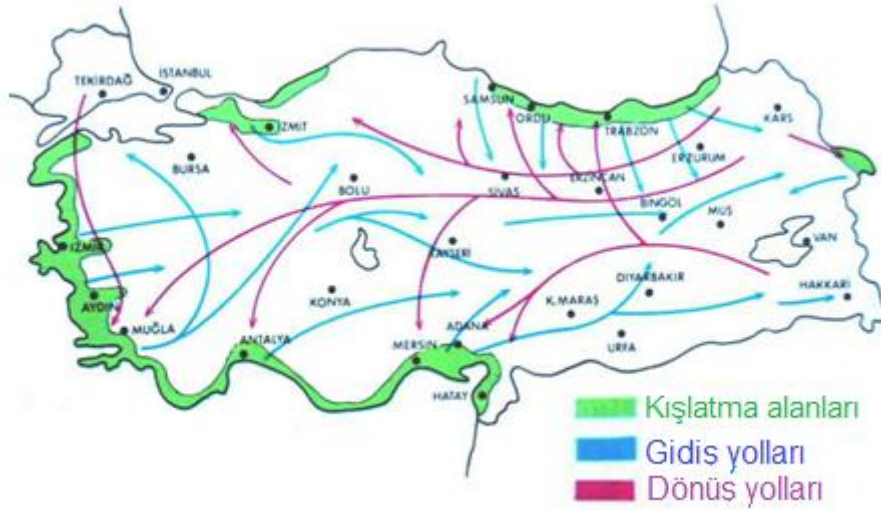
ve bal süzme makineleri gibi alet ve ekipmanların ve suni tohumlamanın keşfi ile atılmıştır.

Anadolu toprakları, son dönemlerin en büyük arkeolojik keşfi olan tarihin sıfır noktası olarak adlandırılan Göbeklitepe (Şanlıurfa) gibi birçok medeniyetin izlerini taşımaktadır. Arıcılıkla ilgili antik çağ dönemine ait izler bulunan Kültepe (Kayseri) kazılarında bulunan tablette gıda maddeleri arasında balda geçmektedir. Çatalhöyük (Konya) kazılarında Hitit'lere ait tabletlerde arıcılıktan bahsedilmiş ve bu tabletler arıcılıkla ilgili ilk yazılı kaynak olarak düşünülmektedir (Akkaya ve Alkan, 2007; Doğan ve Özkök, 2019). Osmanlı Devleti'nde ise Fatih Sultan Mehmet, Kanuni Sultan Süleyman ve Yavuz Sultan Selim dönemlerine ait kanunnamelerde arıcılıkla ilgili hükümlere yer verilmiştir. Yapılan bir çalışmada on altıncı asırda Kayseri Tomarza bölgesine ait belgelerde birçok köy ve kasabada arıcılık yapıldığına ve arıcıların vergiye tabii olduklarını belirtilmiştir. Yine Osmanlı döneminde 1912 yılına ait "Fenni Ameli Arıcılık" isimli kitapta arıcılıkla ilgili geleneksel ve modern yöntemlere yer verilmiştir (Özkan, 2010; Sancak ve ark., 2013).

Günümüzde arıcılık modern yöntemlerin geliştirilmesiyle birlikte yalnızca bir gıda kaynağı olmaktan çıkmış birçok yan ürünün kullanımının artmasıyla arıcılığa olan ilgi de çoğalmıştır. Tarım ve Orman Bakanlığı verilerine göre dünyada 92 291 583 kovan varlığı bulunmakta ve 1 851 541 ton bal üretimi yapılmaktadır (Tarım ve Orman Bakanlığı/HAYGEM, 2020a). Dünyada arılı kovan sayısı bakımından Hindistan (13 048 275 adet) ilk sıra yer alırken, bal üretimi bakımından ise Çin (446 900 ton) en önde yer almaktadır. Ülkemiz, dört mevsimin bir arada yaşandığı uygun iklimi ve dünya ballı bitki varlığının %75'ine sahip olması sebebiyle arıcılık için büyük bir potansiyele sahiptir (Sancak ve ark., 2013). Ülkemiz 8 128 360 adet arılı kovan varlığı ile dünya sıralamasında üçüncü ve 109 330 bin ton civarındaki bal üretimi ile ikinci sırada yer almaktadır. Ancak kovan başına ortalama 14 kg dolayında bal üretimi dikkate alındığında, 20 kg olan dünya ortalamasının gerisinde kalmaktadır (Köseoğlu ve ark., 2017; Tarım ve Orman Bakanlığı/HAYGEM, 2020a). Arıcılığın yaygın olduğu ülkemizde bal verimindeki düşüşün birçok etken kaynaklı olabileceği düşünülmektedir. Son yıllardaki kovan sayısındaki artış, modern arıcılık yöntemlerinin kullanılmaması, arıcılığın ek gelir kaynağı olarak görülmesi, tarımsal

ilaçlamanın yaygın olması, arı hastalıkları ve zararlıları, bakım ve besleme koşullarındaki yetersizlikler, bilinçsiz antibiyotik ve insektisit kullanımı, göçer arıcılığın yaygın olması, damızlık ana arı üretiminin yetersiz olması bu sebepler arasındadır.

Özellikle göçer arıcık ülkemiz arıcılığında verim kaybı yönünden önemli bir kıstastır. Başta Muğla yöresinde çam pamuklu koşnilinin (*Marchalina hellenica*) salgıladığı basura sayesinde çam ormanlarında üretimi yapılan çam balı kısa süre içerisinde yüksek getiri sağlaması ve ihracat potansiyelinin yüksek olması sebebiyle Türkiye'nin tüm bölgelerinden arı göçlerine sebep olmaktadır (Şekil 1. 1). Bunlar dışında kestane balı, akasya balı, lavanta balı ve yayla balı gibi farklı bal çeşitlerinin elde edilmesi amacıyla bal akım dönemlerini yakalamak için ve kışın mevsimin ılık seyrettiği sahil kesimleri kışlatma bölgesi olarak kullanımı arı göçlerinin önemli etkenleridir (Korkmaz, 2017).



Şekil 1. 1: Ülkemiz Gezgin Arıcı Yolları(Korkmaz, 2017)

Göçer arıcılığın yaygın fakat kontrolsüz oluşu beraberinde genetik farklılaşmaları da getirmektedir. Bu problemin bir neticesi olarak morfolojik ve genetik araştırmalar ülkemizde arı popülasyonunda büyük bir genetik varyasyon olduğu, dolayısıyla melezlenmenin yüksek düzeyde ve kontrolsüz gerçekleştiğini

göstermektedir (Kandemir ve ark., 2000; Kandemir ve ark., 2006a). Kontrolsüz melezlenmeler ve ırk bozuklukları bir diğer sebebi ise damızlık ana arı kullanımındaki yetersizliklerdir. Ülkemizde arıcılık sektörü üzerine yapılan anket çalışmaları, arıcılık yapan kişilerin eğitim düzeyi büyük oranda ilkokul olduğunu ve çoğunluğunun orta yaş üstü olduğunu göstermektedir. Bu kişilerin arıcılık alanında en önemli eğitim materyalini ise tecrübeli arıcılar olduğu belirlenmiştir. Ayrıca arıcılığı esas iş olarak yapanların ise %50'nin altında olduğu görülmektedir. Bunun yanı sıra yapılan başka bir ankette arıcıların çoğunluğunun ana arı değişimini iki yılda bir yaptıkları ve ana arı temini için kendi arılığını kullandığı (%82) belirlenmiştir. Arıcıların damızlık ana arı işletmelerinden ana arı tedarikinin ise çok az olduğu belirlenmiştir (Saner ve ark., 2005; Sezgin ve Kara, 2011; Tunca ve Çimrin, 2012; Kekeçoğlu ve Rasgele Göç, 2013; Çevrimli ve Sakarya, 2018). Bu durum arı üretiminde ve koloni sayısının artırmada geleneksel metotlara bağlı kalındığını ve damızlık ana arı talebinin az olduğunun bir göstergesidir. Ayrıca ülkemizde ana arı üretimi yapan işletme sayısı 146 iken damızlık ana arı üretimi yapan işletme ise altıdır (Tarım ve Orman Bakanlığı/HAYGEM, 2020b). Dolayısıyla ülkemizde gerek damızlık ana arı talebi gerekse arzı noktasında bir problem olduğu ve bu konu üzerine daha kapsamlı araştırmalar ve çözüme yönelik projelerin gerçekleştirilmesine ihtiyaç vardır.

1.2. Arı Irkları ve Taksonomisi

Bal arıları, Hymenoptera (Zar Kanatlılar) takımına ait Apis cinsine dâhil olmakla beraber 12 farklı türden oluşmaktadır. Bu türler; Apis florea, Apis dorsata, Apis cerana, Apis mellifera, Apis nuluensis, Apis laboriosa, Apis koshevnikovi, Apis microcineta, Apis andreniformis ve Apis binghami olarak sayılmaktadır (Ruttner, 1988; Taşkiran ve ark., 2017). Ruttner yayımladığı kitabında daha önce yapılan çalışmaları ve Anadolu'da dâhil olmak üzere Dünya'nın farklı bölgelerinden aldığı bal arısı numunelerini morfometrik analiz yöntemlerinden yararlanarak her biri çeşitli alttürleri içeren dört ana soy hattı olarak sınıflandırmıştır. Bunlar; A (Afrika), M (Batı Avrupa), C (Doğu ve Güney Doğu Avrupa) ve O(Orta Doğu) soy hatlarıdır

(Ruttner, 1988). Bu soy hatları içerisinde yer alan alt türler Tablo 1. 1’de yer almaktadır.

Tablo 1. 1: Bal Arısı (*Apis mellifera*) Alt Türleri

Afrika (Tropikal): A	Ortadoğu (Kuzeydoğu Akdeniz): O
A. mellifera lamarkii	A. mellifera adamii
A. mellifera yemenitica	A. mellifera pomonella
A. mellifera litorea	A. mellifera cypria
A. mellifera adonsonii	A. mellifera syriaca
A. mellifera scutellata	A. mellifera meda
A. mellifera monticola	A. mellifera caucasica
A. mellifera capensis	A. mellifera armeniacaca
A. mellifera unicolor	A. mellifera anatoliaca
Avrupa (Orta ve Doğu): C	Avrupa (Batı ve Kuzey), Afrika (Kuzey): M
A. mellifera macedonica	A. mellifera mellifera
A. mellifera ligustica	A. mellifera iberica
A. mellifera carnica	A. mellifera major
A. mellifera cecropia	A. mellifera sahariensis
A. mellifera sicula	A. mellifera intermisa
A. mellifera ruttneri	

Anadolu’da yaygın bulunan Anadolu arısı (*A. m. anatoliaca*), Kafkas arısı (*A. m. caucasica*), İran arısı (*A. m. meda*) ve Suriye arısı (*A. m. syriaca*) ait türler Orta Doğu hattı içerisinde yer almaktadır. Anadolu arısı kirli sarı renkte ve küçük yapıya sahiptir. Kafkas, Karniyol ve İtalyan ırklarına göre oldukça saldırgan yapıdadır. Nektar toplama, kışlama yeteneği ve oğul eğilimi yüksek bir ırk olup yağmacılık eğiliminin düşük olmasıyla bilinmektedir (Sıralı ve ark., 2017). Kafkas arısı esmer kitin yapısına sahip ve daha iri yapıdadır. Uzun hortumu sayesinde nektar toplama, kovana propolis getirme eğilimi fazla ve uysal yapıda bir ırktır. Baharda koloni gelişiminin yavaş olması olumsuz özelliklerindedir (Korkmaz, 2017). Karniyol arısı gri renkte olup abdomen üzerinde kahverengi bantlara veya beneklere sahiptir. Arı ırkları içerisinde en uysal ırk olarak bilinmekle beraber yavrulama yeteneği diğer

ırlara göre oldukça gelişmiştir. Kışlama yeteneği gayet iyi olup kışın çok az bal tüketirler. Propolis toplama eğilimi az olup hastalıklara dirençli bir ırktır (Öztürk ve Korkmaz, 2005).

Batı-Anadolu bölgesine ait arıların Güney-Doğu Avrupa, Orta Akdeniz bölgesi arılarının Kuzey Avrupa arılarıyla klasik morfolojik açıdan benzerliği Avrupa bal arısı (*Apis mellifera*) türünün genetik merkezinin Anadolu olduğunu düşündürmektedir (Ruttner, 1988; Gür, 2017). Ruttner'in Anadolu yarımadasına dair yaptığı sınıflandırmada, Orta Anadolu, Ege, Akdeniz ve Karadeniz bölgesinde Anadolu arısı, Güneydoğu Anadolu bölgesinde İran arısı, Kuzeydoğu Anadolu bölgesinde Kafkas arısı ve Trakya bölgesinde ise Karniyol arısı bulunduğunu belirtmiştir (Şekil 1. 2). Klasik morfometri, geometrik morfometri ve moleküler metotların kullanıldığı birçok çalışmada bu gruplandırmayı destekler niteliktedir (Kandemir ve Kence, 1995; Smith ve ark., 1997; Kandemir ve ark., 2000; Palmer ve ark., 2000; Kandemir ve ark.,2005).



Şekil 1. 2:Türkiye Arı Irklarının Coğrafi Dağılımı (Kekeçoğlu, 2007)

Türkiye'nin birçok bölgesinde arıcılar tarafından dünya üzerinde ticari anlamda ün kazanmış İtalyan (*A. m. ligustica*), Karpat (*A. m. carpatica*), Karniyol, Kafkas ve İngiltere'de geliştirilmiş olan Buckfast (*A. m. adami*) ırkı ana arılar yüksek verim elde etme amacıyla kullanılmaktadır (Ruttner, 1988). Bunun dışında melez azmanlığından yararlanmak amacıyla birçok ırka ait F1 melez ana arılar günümüz arıcıları arasında rağbet görmektedir. Benzeri şekilde İngiliz arı genetikçisi Brother Adam, Anadolu'da dâhil dünyanın birçok bölgesinden götürdüğü arılarla Buckfast arı hattını oluşturmuştur. Araştırmacı Kafkas ırkı üzerine 15 yıl çalıştığını belirterek

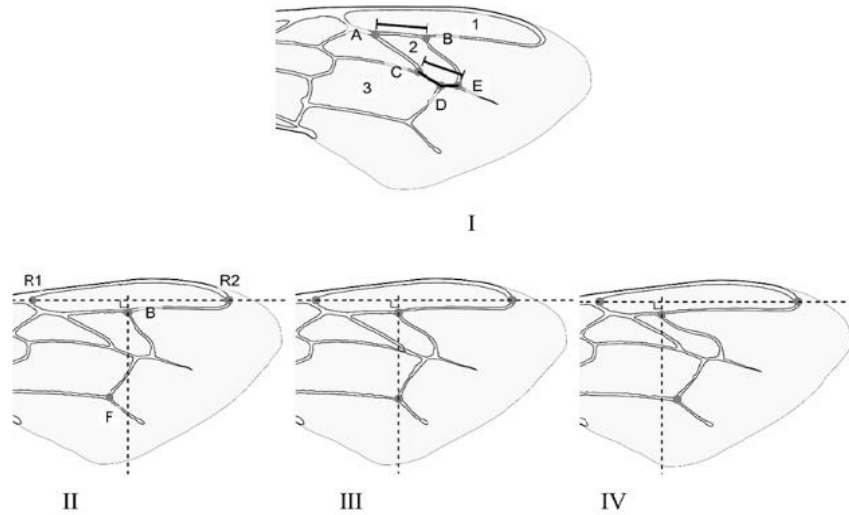
istenilen verimi elde edemediğini belirtmiştir (Adam, 1987; Oskay, 2008). İsrail’de yürütülen ıslah çalışmasında yöreye adapte olmuş Suriye arısı saldırgan özelliği sebebiyle değiştirilerek yerine İtalyan arıları kullanılmıştır. Ancak İtalyan arılarının Doğu eşek arılarına (*Vespa orientalis*) karşı kovan savunmasını gerçekleştirememesi sebebiyle ekonomik yönden büyük zarara uğramışlardır (Kence, 2006). Son yıllarda geometrik morfometri yöntemi kullanılarak yapılan bir çalışmada Anadolu’da kabul görmüş olan sınıflandırmanın büyük oranda mevcut olduğu belirtilmiştir. Ancak çalışma bulgularına göre Isparta, Ardahan, Gaziantep, Kahramanmaraş ve Zonguldak popülasyonları birbirlerinden ve diğer tüm popülasyonlardan ayrı kümelenmiş ve Kırklareli ve Iğdır ile İzmir, Van ve Hatay ile Hakkâri, Antalya ise Muğla, Bilecik, Balıkesir ve Çanakkale ile birlikte bir grup oluşturmuştur. Sonuç olarak araştırmacı Anadolu bölgesinde daha önce yapılan sınıflandırmaya göre genetik farklılaşmalar olduğunu bu farklılaşmalarında ticari ana arı satışlarından kaynaklandığını belirtmiştir. Başka bir çalışmada Türkiye’de 32 ayrı lokasyondan alınan örneklerde 31 farklı kanat morfometrisi karakteri incenmiş ve benzer şekilde ırk farklılaşmalarının olduğu sonucuna ulaşılmıştır (Kambur ve Kekeçoğlu, 2018).

1.3. Morfometrik Analiz Metotları

Arı ırkları morfoloji, davranış, fizyoloji ve enzim yapıları gibi birçok özellikler açısından birbirinden ayrılabilirler. Morfometrik analizler bal arısı taksonomi çalışmaları için oldukça önemlidir. Balarılarının morfometrik açıdan sınıflandırılması için vücut büyüklüğü ve biçimi, kanat eni ve uzunluğu, bacak uzunluğu gibi verilerin yanı sıra genetik materyallerde kullanılmaktadır. Bu veriler sayesinde amaç koloni içerisindeki morfometrik varyasyonların tespit edilebilmesidir. Bal arısı popülasyonlarında birçok araştırmacı farklı morfometri karakterlerini kullanarak çalışmalar yapmışlardır (Alpatov, 1929; Skorikov, 1929; Buttel-Reepen, 1906; Maa, 1953). Daha sonraki yıllarda Ruttner ve Adam tarafından yapılan çalışmalar günümüzde de önemini korumaktadır. Ruttner’in çalışmasında kullandığı örnekler Almanya-Oberursel Arıcılık Araştırma Merkezi’nde halen bilimsel çalışmalara hizmet etmesi amacıyla muhafaza edilmektedir.

Ruttner morfometri çalışmalarında birçoğu günümüzde halen kullanılmakta olan 36 adet karakter ile çalışmıştır (Ruttner, 1988; Adam, 1983). Daha sonraları bu karaktere, karakterlerin birbirine oranlanması sonucunda elde edilen kübital, dumbbell gibi indeksler eklenmiş ve böylece morfometrik veri sayısı artırılmıştır. DuPraw (1965) yaptığı bir çalışmada bu kadar fazla karakterin incelenmesinin Avrupa bal arılarının taksonomisi için gerekli olmadığını, kübital indeks, metatarsal indeks ve tergit rengine bakılarak Avrupa alttürlerinin tanımlanabileceğini ve bu amaç için dört veya beş karakterin yeterli olduğunu belirtmiştir. Türkiye alttürleri için yapılan bir çalışmada on karakter kullanımı yeterli görülmüştür (Kandemir ve ark., 2000). Kıbrıs arısının (*A. m. cypria*) araştırıldığı bir çalışmada yapılan morfometrik analizde 39 karakter kullanılmıştır (Kandemir ve ark., 2003). Başka bir çalışmada Anadolu, İran ve Kıbrıs arılarının morfometrik karşılaştırmasında on karakter kullanılmıştır (Kandemir ve ark., 2004). Morfometrik karakterlerden elde edilen veriler çok fazla olduğu için tür ayrımı veya varyasyonlarını en doğru biçimde açığa çıkarmak için çok değişkenli istatistiksel analizler kullanılmaktadır. Bu analizler arasında en çok temel öğeler analizi (PCA) ve ayrışım fonksiyon analizi (DFA) sayılabilir. Çok değişkenli istatistiksel analiz metotlarının gelişmesi sonucunda bal arılarında morfometri çalışmaları yaygınlaşmaya başlamıştır. Günümüze kadar 27 alt türün tanımlanması ve isimlendirilmesi de morfometrik verilere dayanarak yapılmıştır (DuPraw, 1965; Ruttner, 1988). Morfometrik çalışmaların başladığı dönemlerde araştırmacılar, bazı karakterlerin klasik morfometrik tekniklerle (cetvel, açölçer, mikrometre, vb.) ölçümünün oldukça zor olduğunu ifade etmişlerdir. Bu durumun neticesinde elde edilen verilerde varyasyon artmış ve ölçüm değerlerinin çok fazla farklılık göstermesinden dolayı sonuçların güvenilirliği de azalmıştır. Bundan dolayı son yıllarda taksonomi amaçlı klasik morfometrik çalışmalarının yerine daha hassas ve detaylı yöntemler kullanılmaya başlamıştır (Badalı, 2010). Son dönemde geometrik morfometrik yöntemlerin gelişmesi ve bilgisayar destekli istatistik paket programlarının yaygınlaşması, eski metotların kullanımını azaltmıştır. Geometrik morfometri yöntemi, taksonomi çalışmalar için tek başına kullanılabileceği gibi diğer yöntemler ile beraber de kullanılabilir (Reyment ve Kennedy, 1998; Fadda ve Corti, 2001; Pretorius ve Scholtz, 2001; Guill ve ark., 2003; McNulty, 2004; Shipunov ve Bateman, 2005).

Geometrik morfometri yöntemi, bal arılarında kanat üzerindeki landmarker (damarsal birleşim noktaları) dikkate alınarak bal arısı alttürlerinin ayrılması çalışmalarında kullanılmıştır (Francoy ve ark., 2008; Tofilski, 2008). Tofilski yaptığı çalışmada bal arısı alt türlerini Ruttner'in Oberursel'deki bal arısı örneklerine ait kanat görüntülerinden yararlanarak Identifly isimli program ile klasik morfometri verileri ile karşılaştırmış ve klasik morfometri yöntemi ile geometrik morfometri yönteminde elde edilen sonuçların benzer olduğunu ortaya koymuştur (Tofilski, 2008). Klasik morfometri verilerinden kanat morfometrisine ait yalnızca kübital indeks, dumb-bell (hantel) indeks ve discoidal shift değerlerini kullanarak bal arılarının morfometrik olarak ayrılmasında yararlanılmıştır (Şekil 1. 3). Yapılan bir çalışmada benzeri şekilde aynı kanat indeks değerleri kullanılarak Romanya bal arılarında ırk tespitinde kullanılmıştır (Cauia ve ark., 2008). Benzeri şekilde Rusya Tomsk bölgesindeki arıların morfometrik analizi için aynı metottan yararlanılmıştır (Kireeva ve ark., 2015). Yakın zamanda Türkiye'de Ziraat Mühendisi Hakan Bozkurt tarafından Bee Wing Analysis isimli yerli program yapılarak ülkemizde hem akademik çalışmalarda kullanılmasını hem de arı yetiştiricilerinin morfometrik analiz yapabilmesini kolaylaştırılmıştır. Yapılan çalışmanın morfometrik analizlerinde de bu programdan yararlanılmıştır.



I: CD/DE: Kübital indeks, CE/AB: Dumb-bell indeks, II: Negatif diskoidal shift, III: Nötr diskoidal shift, IV: Pozitif diskoidal shift(Ostroverkhova ve ark., 2016).

Şekil1. 3: Kübital indeks, Dumb-bell indeks ve Disoidal Shift

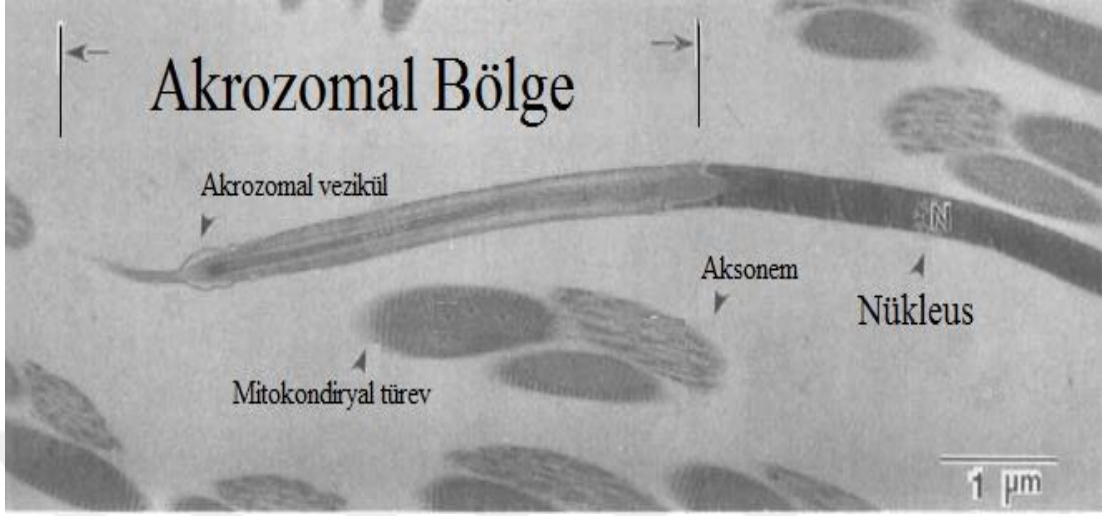
Bu çalışmalardan farklı olarak; izozim analizleri (Kandemir ve Kence, 1995) mitokondrial DNA, nükleer DNA polimorfizmleri (Smith, 1991; Garneryve ark.,1992; Arias ve Sheppard, 1996; Franck ve ark., 2000; Kandemir 2006a) ve mikrosatelit (Estoup ve ark., 1995; Franck ve ark., 2000; Kandemir ve ark., 2006b) gibi farklı türde moleküler çalışmalarda yapılmıştır. Bunlardan elde edilen sonuçlar arı ırklarının taksonomisi için çok değerli bilgiler sağlamıştır. Moleküler çalışmalar elde edilen verilerin güvenilirliği yönünden önemli olsa da, analizlerin uygulama zorluğu ve yüksek maliyeti dezavantajları arasındadır.

1.4. Spermatolojik Analiz Metotları

Koloni içerisinde erkek arıların, ana arı ve işçi arılardan farklı olarak yalnızca çiftleşme görevi bulunmaktadır. Bu sebepten dolayı kolonide yalnızca çiftleşme mevsimi olan ilkbahar ve yaz aylarında bulunur. Erkek arılar döllenmemiş yumurtadan üretildikleri için yalnızca ana arının genetik özelliğini taşımaktadır. Erkek arı petek gözünde 3 gün yumurta, 6.5 gün larva ve 14.5 gün pupa evresi geçirerek petek gözünden çıkarlar(Korkmaz, 2017). Erkek arılar petekten çıktıktan sonra ortalama 21 günlük yaşta erişkin hale gelirler ve öğle sonrası vakitlerde çiftleşme uçuşuna çıkarlar. Binlerce erkek arı 30-120 metre çapındaki erkek arı toplanma bölgesinde çiftleşmemiş ana arıları beklemektedir. Ana arı erkek arı feromonlarını hissederek bu toplanma bölgelerine yönelirler (Gençer, 2018). Önceleri ana arının 12-14 adet erkek arı ile çiftleştiği düşünülmekteyken, son çalışmalar 34-77 adet erkek arı ile çiftleştiğini belirtmektedir. Ana arı erkek arılardan aldığı spermayı spermateka organında depo etmektedir. Ana arı alınan spermanın yalnızca %3-5 kadarını ve ortalama 2-7 milyon spermatozoonu depo ederek bir daha çiftleşme uçuşuna çıkmazlar ve ömür boyu bu spermayı kullanırlar (Gençer, 2018; Withrow ve Tarpy, 2018; Yaniz ve ark., 2020).

Erkek arılarda spermatozoon 250-270 µm uzunluğa ve 0.7 µm genişliğe sahiptir. Spermatozoon baş bölgesi oldukça kısa olup, uzun bir flagellaya (kamçı) sahiptir. Baş bölgesi konik akrozomal vezikül ve doğrusal bir çekirdekten oluşurken, flagella 9+9+2 mikrotübül içeren aksonemden oluşur (Şekil 1. 4). Flagella boyunca

aksoneme paralel uzanan bir çift mitokondriyel türev bulunmaktadır (Yaniz ve ark., 2020).



Şekil 1. 4: Arı Spermatozoonunun Ultrastrüktürel Yapısı (Peng ve ark., 1993)

Günümüzde, motilite tayini, spermatozoa yoğunluğu gibi parametrelerin yanı sıra diğer türlerde yaygın olarak kullanım alanı bulan floresans boyama teknikleri vasıtasıyla, plazma membran/akrozom bütünlüğü, mitokondriyel membran potansiyeli, DNA hasarı ve apoptozis gibi birçok parametrenin (Akyol ve ark., 2015; Bucak ve ark., 2015), arı spermasının in vitro değerlendirilmesi için de kullanımı söz konusu olmuştur. Tablo 1. 2’de bahsi geçen spermatolojik parametreler; erkek arı yaşı (Locke ve Peng, 1993; Rhodes ve ark., 2011), vücut büyüklüğü (Schlüns ve ark., 2003), genetik faktörler (Rhodes ve ark., 2011), sıcaklık (Czekonska ve ark., 2013a), beslenme (Stürup ve ark., 2013), koloni yönetimi (Abdelkader ve ark., 2014), mevsimsel değişiklikler (Rhodes ve ark., 2011), hastalıklar (Collins ve Pettis, 2001), insektisitler (Ciereszko ve ark., 2017), mitisitler (Johnson ve ark., 2013) spermının dondurularak muhafazası (Hopkins ve Herr, 2010), sperm alma metodu (Collins, 2004) ve fizyolojisinden (Den Boer ve ark., 2010) farklı oranlarda etkilenebilmektedir.

Tablo 1. 2: Arı Spermasının Değerlendirilmesinde Kullanılan Spermatolojik Analizler

Kullanılan Spermatolojik Parametre	Yapılan Çalışmalar
Spermatozoa Hacmi Tayini	(Schlüns ve ark., 2003; Rhodes ve ark., 2011)
Spermatozoa Yoğunluğu Tayini	(Collins ve Pettis, 2001; Ciereszko ve ark., 2017)
Motilite Tayini	(Locke ve Peng, 1993; Alcay ve ark., 2015)
Plazma Membran Bütünlüğü (PMB) Tayini	(Collins, 2000)
Spermatozoon Morfolojisi Tayini	(Lodesani ve ark., 2004)
Akrozom Bütünlüğü Tayini	(Alcay ve ark., 2019)
Mitokondriyel Membran Potansiyeli (MMP) Tayini	(Ciereszko ve ark., 2017)
DNA (Deoksiribo Nükleik Asit) Parçalanması Tayini	(Borsuk ve ark., 2018)
Sperm Apoptozisi Tayini	(Ciereszko ve ark., 2017)
Oksidatif Stres Parametreleri Tayini	(Abdelkader ve ark., 2014)
Biyokimyasal Parametreler Tayini	(Wegener ve ark., 2012)
Mikrobiyolojik Kontaminasyon Tayini	(Roberts ve ark., 2015)

Sperma kalitesindeki düşüş gerek doğal çiftleşmede gerekse suni tohumlama yoluyla döllenmiş ana arının yumurtlama oranını etkilemektedir. Ana arının düşük spermaya sahip olması ana arının döl veriminin düşük olmasına dolayısıyla kolonide ana arı değişimi veya koloninin sönmeye sebep olabilmektedir. Bu durum ekonomik açıdan oldukça önemlidir. Yapılan çalışmada Kırıkkale yöresindeki arıcılık işletmelerinden alınan numunelerde spermatolojik parametreler incelendi. Bu amaçla motilite, PMB tayini, MMP tayini ve spermatozoa yoğunluğu tespit edildi. Bu parametrelerin arılarda fertilitiyi doğrudan etkilediği düşünülmektedir. Ancak spermatolojik parametreler ile ırk farklılıkları arasındaki ilişki tam olarak bilinmemektedir (Yaniz ve ark., 2020).

Çalışmada morfometrik açıdan (kübital indeks, dumb-bell indeks ve diskoidal shift) incelenerek her iki parametrelerdeki olası değişimler ve bu parametreler arasındaki ilişki düzeyi belirlenmeye çalışılmıştır.

2. MATERYAL ve METOT

2.1. Arı Örneklerinin Toplanması

Kırıkkale yöresine ait 15 farklı işletmeden birbirine yakın olmayan 3 koloni örnek toplamak için rastgele seçildi. Seçilen işletmelerin sabit arıcılık yapıyor olması tercih sebebi olmuştur. Bu sayede en az melezlenmeye sahip kolonilerin belirlenmesi amaç edinildi. Numune toplamak için seçilen işletmelere ait konum bilgisi ve koordinatlar Şekil 2. 1’de gösterilmektedir.

Karasal iklime sahip Kırıkkale yöresinde erişkin erkek arı yoğunluğu en fazla Haziran-Ağustos ayları arasında olmaktadır. Bu sebepten dolayı örnekler Temmuz ayı ortasında toplandı. Öğleden sonra çiftleşme uçuşuna çıkan erkek arılar dışkılamayı kovana dışında yaptıkları için kovana dönen arıların bağırsaklarının boş olma ihtimali yüksektir. Bu sayede arılardan sperm alma işleminde hem kolaylık sağlamakta hem de dışkı ile kontaminasyon riski en aza indirilmektedir. Arılar toplanırken toraks ve abdomen bölgesindeki kılları az ve abdomenleri kısa olanlar tercih edildi. Bu kriterleri sağlayan erkek arıların toplanması erişkin erkek ihtimalini artırmakta ve sperm alma işlemini hızlandırmaktadır. Petek üzerinden erkek arıların seçimi bahsedilen morfolojik görünüm özellikleri göz önüne alınarak ve her kovandan 50 numune olacak şekilde rastgele toplandı. Erkek arı örnekleri Şekil 2. 2’de görüldüğü gibi 14 cm küt uçlu dişsiz penset yardımıyla toplanmış ve basit yabani arı tuzağı kullanılarak, en uygun sıcaklıkta (33-38 °C) ve en fazla 2 saat içerisinde laboratuvara ulaştırıldı (Cobey ve ark., 2013; Gençer, 2018).



Şekil 2. 1: Numune Toplanılan İşletmelerin Coğrafi Konumu

Benzer şekilde işçi arı örnekleri de kovan içerisinde özellikle petek gözlerinden yeni çıkmış yavru arılar tercih edilerek toplandı. Her bir koloniden 50 adet işçi arı rastgele seçildi. Toplanan işçi arılar içerisinde %96'lık etil alkol bulunan 50ml'lik santrifüj tüplerine konularak etiketleme yapıldı ve uygulama yapılana kadar +4 °C'de muhafaza edildi (Şekil 2. 2).

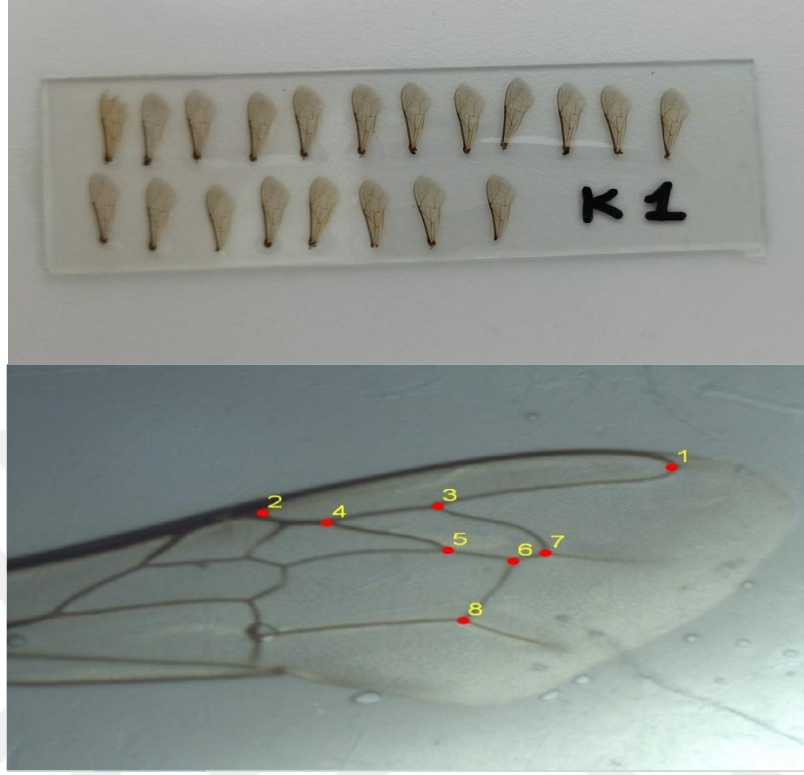


Şekil 2. 2: İşçi ve Erkek Arı Numunelerinin Toplanması (Sol: Erkek arı numunelerinin toplandığı plastik kap. Sağ: İşçi arı örneklerinin toplandığı tüpler)

2.2. Morfometrik Analiz

İşçi arı numuneleri kurutma kâğıdında bir süre bekletildikten sonra penset ve stereo mikroskop (Euromex Nexius Zoom/Hollanda) yardımıyla sağ ön kanatları diseke edildi. Lam üzerine yerleştirilen kanatlar aydınlatma bandı yardımıyla sabitlendi. Her bir kanat fotoğrafı aynı pozisyon ve netlikte stereo mikroskoba adapte edilmiş fotoğraf makinesi yardımıyla bilgisayar ortamına aktarıldı. Her koloni için 40 adet kanat kullanılmıştır. Kanat üzerindeki 8 adet landmarker TpsDig v. 1.1 programı yardımıyla işaretlenerek elde edilen veriler Bee Wing Analysis programına aktarıldı (Şekil 2. 3). Program sayesinde numunelere ait Kübital indeks, Dumb-bell indeks ve Discoidal shift değerleri belirlendi. Irk benzerliklerinde yalnızca birkaç ırka ait benzerlikler esas alınmıştır. Araştırılan ırklara ait indeks değerleri aralıkları programda belirtilmiş olup, program koloninin ırk benzerliğini yüzde (%) cinsinden otomatik olarak belirlemektedir. Orta Anadolu bölgesinde görülmesi muhtemel Anadolu, Kafkas ve Esmer arı ile ticari olarak ana arı temini yaygın yapılan Karniyol

ve İtalyan arıları ile benzerlik oranları yüzde olarak belirlendi. Elde edilen veriler Microsoft Excel v. 2007 programına aktarılıp bilgisayar ortamında saklandı.

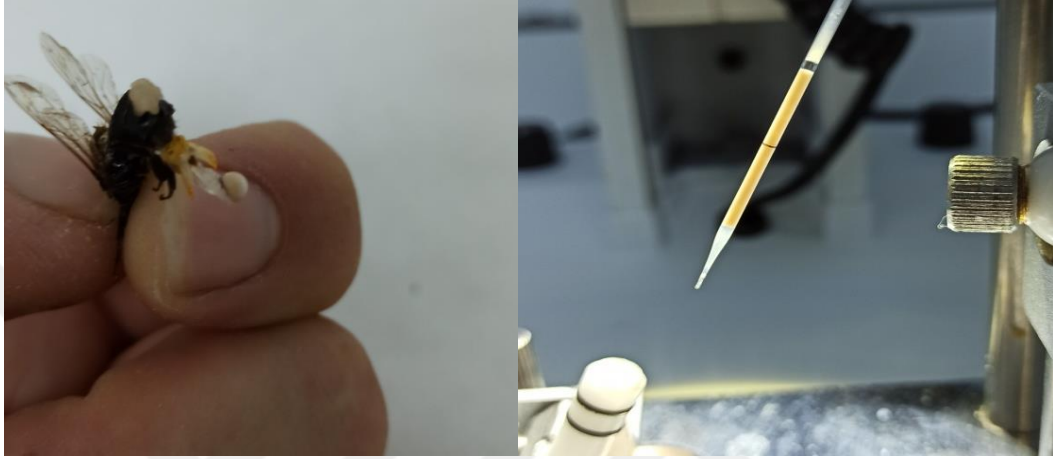


Şekil 2. 3: Arı Kanatlarının Sabitlenmesi ve Kanat Landmarkerlarının İşaretlenmesi (Üst: Lam üzerine sabitlenmiş kanatlar. Alt: TpsDig programında landmarker işaretlenmesi)

2.3. Arılardan Sperma Toplanması

Sperm alma işleminde suni tohumlama cihazı ile birlikte stereo mikroskop (Euromex Nexius Zoom/Hollanda) kullanıldı. Sperm toplama işleminde, Genç'er'in (2018) önermiş olduğu sperma alma tekniği uygulandı. Sperm alma solüsyonu içerisine %0.25 oranında Penisilin-Streptomisin (Sigma-Aldrich, P- 4333) katıldı. Sperma toplama işleminde doku kültürlerinde yaygın kullanılan TCM-199 (Thermo Fisher, 11150059) solüsyonu kullanıldı (Almeida ve Soares, 2002). Bu solüsyon sperm toplama işlemi öncesinde enjektör içerisine doldurularak enjektör hareketlerinin kolaylaştırılmasını sağlamıştır. Ayrıca işlem sonrasında solüsyon cam kanülün uç kısmına çekilerek spermanın kuruması önlenmiştir. Erkek arıların baş ve toraks bölgesine el ile yapılan baskı ile eversiyon ve ardından ejakülasyon uyarıldı. Erişkin

her bir erkek arı numunesinden ortalama 1 μ l sperma alınıp toplam 20 μ l oluncaya kadar toplama işlemine devam edildi (Şekil 2. 4). Elde edilen sperma cam kanülden 1.5 ml hacmindeki eppendorf tüplerine aktarılıp ve 1ml'lik otomatik pipet ile birkaç kez pipetleme uygulanarak homojenizasyon sağlandı. Sperma kullanılmaya kadar 37 °C'lik su banyosu içerisinde bekletildi (Cobey ve ark., 2013).



Şekil 2. 4: Erkek Arılardan Sperm Toplanması (Sol: Erkek arıda ejakülasyon. Sağ: Kanül içerisinde arı sperması.

2.4. Motilite Tayini

Bu amaçla 37 °C sıcaklığa sahip ısıtma tablalı faz-kontrast mikroskop (Leica DM1000) kullanıldı. Motilite tayini amacıyla, elde edilen spermadan 5 μ l alınarak lam-lamel arasında 40 X büyütme objektif altında incelenerek (%) oran olarak saptandı. Motilitenin belirlenmesinde Kaftanoğlu ve Peng'in (1984) yöntemi kullanıldı.

% 0: Hareket yok

% 0-20: Yalnız girdap hareketi mevcut

% 20-40: Girdap hareketi ve ileri yönlü sperm hareketi düşük

% 40-60: Spermada girdap hareketi var ve daha güçlü ileri yönlü hareket kabiliyeti

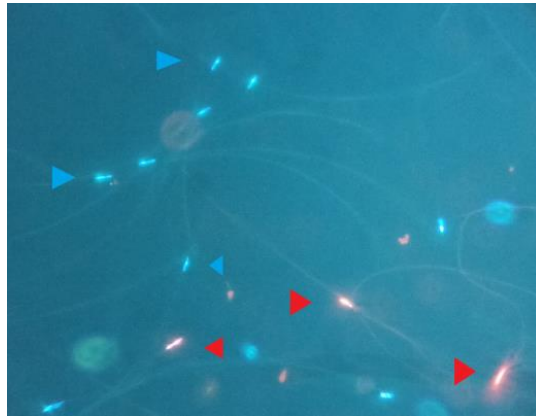
% 80 ve üzeri: Tatmin edici düzeyde ileri yönlü hareket ve girdap hareketi mevcut.

2. 5. Spermatozoa Yoğunluğunun Belirlenmesi

Sperma içeren tüpten 10 µl alınarak eppendorf tüp içerisinde 9990 µl Hayem solüsyonu ile sulandırıldı. Spermanın homojenizasyonu için tekrarlı olarak pipetleme ve vorteks uygulandı. Sperm sayma işleminde Thoma lamı ile faz-kontrast mikroskop (Leica DM-1000) kullanıldı (Prathalingam ve ark., 2006).

2.6. Spermatozoa Plazma Membran Bütünlüğü (PMB) Tayini

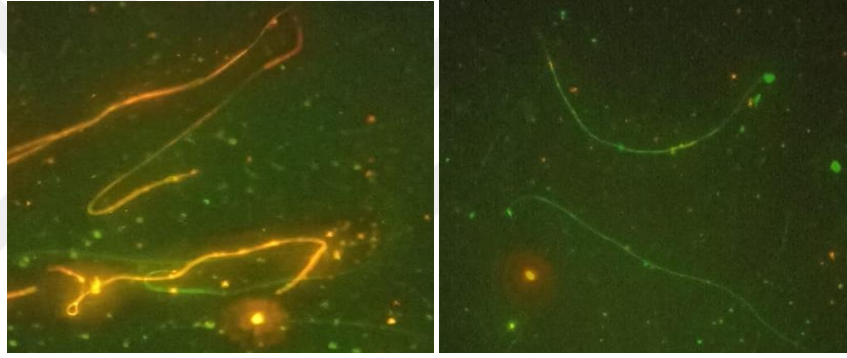
Bu amaçla plazma membran bütünlüğü tayininde yaygın olarak kullanılan SYBR-14 ve PI floresans boyaları kullanıldı (Live/Dead sperm viability kit, L-7011, Molecular Probes, Eugene, OR, USA). Daha önce eppendorf tüp içerisinde ve su banyosunda 37 °C sıcaklıkta muhafaza edilen sperma, 1-5 X 10⁶ spermatozoon/ml olacak şekilde PBS (Phosphate Buffer Saline) ile seyreltildi. Seyreltilme uygulanan spermadan 0.5 ml sperma içerisine 5 µl PI (0.5 µM) ve 10 µl (0.4 µM) SYBR-14 eklenerek uygun sıcaklıkta 10 dakika inkube edildi. İncelemeden önce solüsyona 3µl Hancock solüsyonu eklendi. Sonrasında solüsyondan 3 µl örnek alınarak lam-lamel arasında invert mikroskop (Leica DMI 3000b floresans ataçmanlı) ile 40 X objektifte I3 filtre kullanılarak incelendi. Değerlendirme yapılırken spermatozoon baş kısmında mavi renk görülenler plazma membran bütünlüğü sağlam (canlı), kırmızı renk görülenler plazma membranı hasarlı (ölü) olarak kabul edildi (Şekil 2. 5). Her numune için toplam 200 spermatozoon Cells Calculator (v. 2.2) programı yardımıyla sayılarak plazma membran bütünlüğü (%) oran olarak belirlendi (Varışlı ve ark., 2009).



Şekil 2. 5: Plazma Membran Bütünlüğü Tayini
(Kırmızı: Ölü Hücre, Mavi: Canlı hücre)

2.7. Mitokondriyel Membran Potansiyeli (MMP) Tayini

Bu amaçla JC-1 floresan boyası (M34152, Molecular Probes Inc.) kullanıldı. Sperma 1-2 X 10⁶/ml olacak şekilde PBS ile seyreltikten sonra 300 µl sperma üzerine 10 µl JC-1 (0.75 µg) eklenip 37 °C'de yarım saat süreyle inkube edildi. İncelemeden önce solüsyona 3µl Hancock solüsyonu eklendi. İvert mikroskop (Leica DMI 3000b floresans ataçmanlı) ile I3 filtre kullanılarak 40 X objektifte incelendi. Değerlendirme yapılırken spermatozoonların flagella bölgesinde turuncu renk gösterenler yüksek MMP değerine sahip, yeşil floresans renk gösterenler düşük MMP değerine sahip olarak belirlendi (Şekil 2. 5). Toplam 200 spermatozoon Cells Calculator (v. 2. 2) programı ile sayılarak yüksek MMP yönünden (%) oran olarak belirlendi (Varışlı ve ark., 2015).



Şekil 2. 6: Mitokondriyel Membran Potansiyeli Tayini

(Sol: Yüksek mitokondriyel membran potansiyeli, Sağ: Düşük mitokondriyel membran potansiyeline sahip spermatozoonu göstermektedir.)

2.8. İstatistiksel Analiz

Elde edilen verilere ait istatistiksel hesaplamalar SPSS paket programı (v. 15.6/2007) kullanılarak yapıldı. Spermatozoon ve morfolojik parametreler arasındaki farklılıklar Tek Yönlü Varyans Analizi (One Way ANOVA), işletmeler arasındaki farklılıklar Post Hoc Tukey testi ile belirlendi. Ayrıca Tek Yönlü Varyans Analizi yapılmadan önce verilerin güvenilirliğini artırmak amacıyla oransal olarak hesaplanmış kısmi açı transformasyonuna, sayı olarak elde edilen veriler ise karekök transformasyonuna tabii tutuldu (Kaşko Arıcı, 2012). Parametreler arasındaki ilişki çift yönlü korelasyon analizi kullanılarak, kolonilere ait spermatozoon ve

morfometrik ortalama, maksimum ve minimum değerler tanımlayıcı (descriptive) analiz yöntemiyle belirlendi.

3. BULGULAR

Araştırmada Kırıkkale yöresine ait 15 farklı işletmeden üçer koloni örneklem için seçildi. İşletmelerden alınan arıların laboratuvar şartlarında spermatolojik ve morfometrik parametreleri analiz edilerek elde edilen bulgular tablo biçiminde gösterildi. Kolonilere ait verilerde yüzde olarak spermatozoa motilitesi, plazma membran bütünlüğü (PMB), mitokondriyel membran potansiyeli yüksek olan spermatozoa (MMP) ve spermatozoa yoğunluğuna ait minimum, maksimum ve ortalama değerler Tablo 3. 1’de gösterilmiştir.

Tablo 3. 1: Kolonilere ait Spermatolojik Parametrelerin Minimum, Maksimum ve Ortalama Değerleri

n= 45	Minimum	Maksimum	Ortalama±SEM
Motilite (%)	70	90	85.55±0.8
PMB (%)	70	96	82.60±0.9
Yüksek MMP (%)	65	90	78.91±1.0
Spermatozoa yoğunluğu (X 10 ⁹ /ml)	1.90	8.50	5.90±0.2

SEM: Standart ortalama hata

Morfometrik verilere ait tanımlayıcı verileri içeren Tablo 3. 2’de görüldüğü gibi koloniler içerisinde ortalama en fazla Anadolu ırkı ile Kafkas ırkı görülürken, Karniyol ırkı en az görülen ırk oldu. Koloniler içerisinde Anadolu ırkı maksimum %85 benzerlik ile en yaygın görülürken, maksimum %33 benzerlik ile Karniyol ırkı en az benzerlik görülen ırk olarak saptandı. Aynı zamanda minimum benzerlik oranlarına göre bazı kolonilerde İtalyan ve Karniyol ırkına rastlanmadı.

Tablo 3. 2: Kolonilere ait Morfometrik Parametrelerin Minimum, Maksimum ve Ortalama Değerleri

n=45	Minimum%	Maksimum%	Ortalama%±SEM
Esmer	3.00	80.00	24.13±13.3
Kafkas	16.00	83.00	50.37±15.8
Anadolu	18.00	85.00	49.53±15.6
İtalyan	0.00	45.00	13.93±9.1
Karniyol	0.00	33.00	8.66±6.9

SEM: Standart ortalama hata

İşletmeler arasında anlamlılık düzeylerine ait “p” değeri ve hangi işletmeler arasında fark olduğu harflendirme ile gösterildi. Tablo 3. 3’te gösterildiği gibi, motilite ve plazma membran bütünlüğü açısından işletmeler arasındaki farklılıklar anlamlı ($p \leq 0.05$) bulunmuş olmasına rağmen, yüksek MMP ve spermatozoa yoğunluğu açısından bir fark saptanmadı ($p > 0.05$).

Tablo 3. 3: Spermatojik Parametreler Açısından İşletmeler Arasındaki Durum

İşletme no	Motilite±SEM (%)	PMB±SEM (%)	Yüksek MMP±SEM(%)	Spermatozoa yoğunluğu±SEM (X 10 ⁹ /ml)
1	90.00±0.0 ^b	85.00±2.8 ^{abcd}	80.00±2.8	6.60±0.8
2	85.00±2.8 ^{ab}	85.00±1.1 ^{abcd}	81.66±1.6	5.80±0.8
3	83.33±4.4 ^{ab}	80.66±3.3 ^{abcd}	81.33±5.9	7.66±0.4
4	80.00±0.0 ^{ab}	90.00±1.7 ^d	81.33±5.9	6.86±0.9
5	86.66±3.3 ^{ab}	90.00±2.8 ^d	80.00±2.8	6.60±0.9
6	73.33±3.3 ^a	73.33±3.3 ^a	80.00±2.8	6.60±0.9
7	90.00±0.0 ^b	80.00±2.8 ^{abcd}	70.00±2.8	5.53±0.8
8	85.00±2.8 ^{ab}	75.00±0.5 ^{ab}	76.33±3.5	6.83±0.3
9	86.66±3.3 ^{ab}	75.00±0.5 ^{ab}	83.33±1.6	5.06±0.4
10	90.00±3.3 ^{ab}	76.00±1.7 ^{abc}	74.33±5.2	4.40±0.6
11	85.00±3.3 ^{ab}	81.00±3.0 ^{abcd}	77.66±1.4	6.16±0.4
12	83.33±0.0 ^b	88.33±3.9 ^{cd}	83.66±3.4	5.10±1.6
13	80.00±3.3 ^{ab}	86.00±2.0 ^{abcd}	86.66±3.3	5.43±0.4
14	86.66±0.0 ^b	86.33±1.7 ^{abcd}	70.66±4.7	4.66±0.7
15	73.33±3.3 ^{ab}	87.33±2.7 ^{bcd}	76.66±1.6	5.30±0.7
P	0.019*	0.001*	0.127	0.276

SEM: Standart ortalama hata

*:Aynı sütündeki farklı harfler istatistikî farklılıkları göstermektedir ($p \leq 0.05$).

Motilite ve plazma membran bütünlüğü parametrelerine ait ortalaması en düşük olan 6. işletme olurken, en yüksek 1., 7. ve 10. işletmeler en yüksek motilite değerinde sahip, 4. ve 5. işletmeler en yüksek plazma membran bütünlüğü değerine sahip olarak bulunmuşlardır.

Morfometrik açıdan işletmeler arasında yalnızca Anadolu ırkına ait benzerlik oranında fark anlamlı bulunmuştur ($p \leq 0.05$). Anadolu ırkına benzerlik açısından en fazla 7. işletme %65 oranında bulunurken, en az benzerlik ise %30 oranında 3. işletme olarak bulunmuştur (Tablo 3. 4).

Tablo 3. 4: Morfometrik Parametreler Açısından İşletmeler Arasındaki Durum

İşletme no	%Mellifera ±SEM	%Kafkas ±SEM	%Anadolu ±SEM	%Ligustica ±SEM	%Carnica ±SEM
1	16.00±3.0	33.66±2.9	49.33±10.8 ^{abcd}	16.33±2.3	10.33±0
2	37.33±6.9	53.00±8.5	34.66±8.6 ^a	5.33±2.6	3.00±0
3	43.00±18.6	64.00±3.0	30.66±8.1 ^a	5.33±2.9	2.66±0
4	14.66±1.8	45.33±4.9	68.33±9.2 ^d	20.33±3.8	12.66±0
5	24.00±2.0	60.66±5.1	41.00±6.0 ^{abc}	11.00±1.0	7.00±0
6	24.33±4.4	55.33±8.3	53.00±10.8 ^{abcd}	12.33±3.7	7.00±0
7	19.00±6.3	51.66±13.5	65.00±4.1 ^{cd}	18.33±6.0	10.33±0
8	30.66±3.8	54.33±5.4	38.00±3.6 ^{ab}	8.66±1.8	4.66±0
9	37.00±6.5	65.66±8.8	37.33±8.7 ^{ab}	6.66±2.4	3.33±0
10	14.33±6.3	34.00±7.8	60.66±10.4 ^{bcd}	25.00±10.1	17.00±0
11	24.00±6.1	56.66±8.5	53.66±6.8 ^{abcd}	12.33±2.8	7.33±0
12	21.00±2.6	50.33±8.3	54.33±2.1 ^{abcd}	13.66±1.2	8.66±0
13	17.33±3.1	47.00±8.0	61.33±1.8 ^{bcd}	18.00±3.2	11.00±0
14	22.66±9.3	46.00±14.1	50.33±9.4 ^{abcd}	17.33±10.8	12.00±0
15	16.66±5.0	38.00±14.0	45.33±2.7 ^{abcd}	18.33±6.4	13.00±0
P	0.134	0.295	0.029*	0.099	0.123

SEM: Standart ortalama hata

*: Aynı sütundaki farklı harfler istatistikî farklılıkları göstermektedir ($p \leq 0.05$).

Çalışmada elde edilen spermatolojik ve morfometrik parametrelere ait verilerin birbirleri ile olan ilişkileri açısından büyük ölçüde anlamlı farklar gözlenmemiş olmasına rağmen Tablo 3. 5'te gösterildiği gibi motilite ile plazma membran bütünlüğü arasında düşük düzeyde pozitif yönde bir korelasyon belirlendi ($r = + 0.35$).

Tablo 3. 5: Spermatozojik Analiz Bulgularının Birbirleri İle Olan İlişki Düzeyi (r)

Korelasyon ilişkisi n = 45	Motilite	PMB	Yüksek MMP
PMB	0.35*		
Yüksek MMP	- 0.11	0.15	
Spermatozoa yoğunluğu	- 0.17	0.17	0.12

Spermatozojik parametreler ile morfometrik parametreler arasında anlamlı bir ilişki olmadığı Tablo 3. 6’da görülmektedir.

Tablo 3. 6: Spermatozojik Parametreler ile Morfometrik Parametreler Arasındaki İlişkinin Anlamlılık Düzeyleri (r)

n=45	Esmer	Kafkas	Anadolu	İtalyan	Karniyol
Motilite	-0.039	0.010	-0.095	-0.042	-0.038
PMB	-0.147	-0.014	0.064	0.075	0.090
Yüksek MMP	0.034	0.217	-0.044	-0.097	-0.088
Spermatozoa Yoğunluğu	0.235	0.268	-0.195	-0.287	-0.297

Kanat indeks değerleri ile spermatozojik parametreler arasında anlamlı bir ilişki bulunmamaktadır (Tablo 3. 7).

Tablo 3. 7: Spermatozojik Parametreler ile Kanat İndeks Değerleri Arasındaki İlişkinin Anlamlılık Düzeyleri (r)

n=45	Motilite	PMB	Yüksek MMP	Spermatozoa Yoğunluğu
Kübital indeks	-0.166	0.197	0.176	0.162
Dumb-bellindeks	0.073	0.054	-0.147	-0.259
Discoidal Shift	-0.021	-0.001	-0.172	-0.369

4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Kırıkkale yöresine ait kolonilerde spermatolojik ve morfometrik parametrelerin bir arada değerlendirildiği bu çalışmada toplam 45 farklı arı kolonisine ait örnekler incelenmiş olup Kırıkkale yöresine ait arılarda ortalama, %85 total motilite, %82 plazma membran bütünlüğü, %78 MMP ve 5.9×10^9 /ml spermatozoa yoğunluğu şeklinde bulgular elde edilmiştir. Spermatolojik parametrelerin üreme verimi üzerine etkisi inceleyen pek çok çalışma bulunmaktadır. Örneğin spermatozoa motilitesinin yavru verimi üzerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada %50 ve üzeri motiliteye sahip sperma kullanılarak uygun koşullarda suni tohumlama yapılan arıların yumurtalarından yavru çıkma oranı %70'in üzerinde bulunmuştur (Almeida ve Soares, 2002). Benzer şekilde başka bir çalışmada ise %96 motiliteye sahip spermanın kullanıldığı suni tohumlamada ana arıların yumurtalarından %100 düzeyinde yavru oranı elde edilirken, %9 motiliteye sahip olanda ise yavru oranı %16 olarak oldukça düşük bulunmuştur (Wegener ve ark., 2012). Spermatozoa canlılığının ana arının yavru verimi üzerine etkisinin incelendiği başka bir çalışmada, %50 ve üzeri canlılığa sahip sperma kullanılarak yapılan suni tohumlamada ana arıların yavru veriminin benzer oranda olduğu, %50 üzerindeki canlılığın üreme üzerine ayrıca pozitif yönde bir katkısı sağlamadığı sonucuna varılmıştır (Collins, 2000). Dolayısıyla yapılan çalışmada ortalama %85 oranındaki motilite değerinin yavru verimi açısından uygun değerlere sahip olduğu anlaşılmaktadır. Arı sperması ile ilgili diğer çalışmalarda muhtelif ırklara ait kolonilerde plazma membran bütünlüğü değerleri ortalama %81 ila %95 arasında elde edilmiştir (Nur ve ark., 2012; Tofilski ve ark., 2012; Czekonska ve ark., 2013b; Johnson ve ark., 2013).Yapılan çalışmada plazma membran bütünlüğü ortalama %82 olarak tespit edilmiştir. Bu değer anılan çalışmalardaki değerler ile uyumludur ve gerek plazma membran bütünlüğü oranı bakımından gerekse motilite oranı bakımından beklenen düzeyler arasındadır. Motilite ve plazma membran bütünlüğü arasındaki pozitif yöndeki korelasyon ($r= +0.35$) varlığı da bu durumu teyit etmektedir. İşletmeler arasında motilite ve plazma membran bütünlüğü oranları arasındaki istatistiksel farklılıkların ise üreme verimini etkileyecek düzeyde olmadığı anlaşılmaktadır.

Spermatozoa yoğunluğunun araştırıldığı birçok çalışmada, 3.63×10^6 ile 11.9×10^6 arasında bulgulara ulaşılmıştır. Elde edilen veriler birey başına tespit edilen rakamlar olup olgun arılardan toplanan sperma hacmi yaklaşık 1 µl kadardır. Yapılan çalışmada, birim (1 ml) hacimde bulunan spermatozoa yoğunluğu esas alındığından 5.9×10^9 /ml olarak tespit edilen yoğunluk değeri diğer çalışmalar ile uyumludur (Woyke, 1960; Collins ve Pettis, 2001; Schlüns ve ark., 2003; Rhodes ve ark., 2011; Quartuccio ve ark., 2020; Yaniz ve ark., 2020).

Mitokondri, spermatozoa fizyolojik fonksiyonlarını yerine getirebilmek için gerekli enerji temini bakımından önemli bir role sahiptir ve hücrelerin enerji kapasiteleri dolayısıyla da hayati fonksiyonları hakkında önemli ipuçları verir. Arı spermasının, çiftleşme sonrasında spermatekaya göçü esnasında ve yumurtama esnasında spermatekadan yumurta kanalına göçünde hareketinin devamlılığını sağlamak için yüksek MMP değerine gereksinimin duymaktadır (Garner ve Thomas, 1999; Gravance ve ark., 2000; Yaniz ve ark., 2020). Bu çalışmada MMP değerleri JC-1 boyası ile belirlenmiştir. Spermatozoa yüksek MMP'nin JC-1 floresans boyası ile tespitine dair çalışmaya rastlanmamış ancak bir çalışmada Rh 123 (Rhodamine 123) floresans boyası kullanılarak farklı kontrol gruplarında yüksek MMP değerleri %66 ile %93 arasında bulunmuştur (Ciereszko ve ark., 2017). Bu çalışmada ise %78 oranında tespit edilen yüksek MMP değeri bu veriler ile uyumluluk gösterdiğinden mitokondriyel aktivitenin uygun düzeyde olduğu söylenilebilir.

Aynı kolonilerin işçi arı örneklerinde gerçekleştirilen morfometrik analiz verilerine göre yöreye ait ortalama ırk oranları; %50 Kafkas, %49 Anadolu, %24 Esmer, %13 İtalyan ve %8 Karniyol şeklinde değişiklik gösterdiği anlaşılmıştır. Bu durum, Kırıkkale yöresinde yerleşik olması beklenen Anadolu arı ırkının kayda değer bir şekilde bilinçli veya bilinçsiz bir şekilde melezlemeye uğradığını göstermektedir. Yörede Anadolu ırkı ile benzer oranda Kafkas ırkının görülmesi birçok sebepten ileri gelebilir. Kırıkkale ile komşu olan Ankara bölgesinde biri damızlık ana arı yetiştiricisi olmak üzere 11 ana arı üreticisi olması ve dokuz Kafkas ana arı üreticisine karşın Anadolu ırkı üretimi yapan yalnızca iki işletme olması işletmelerin ana arı teminini buralardan yapmış olduklarını düşündürmektedir. Ayrıca uzun yıllardır Kafkas ırkının bal toplayıcılığı ve sakin mizaçlılığına dair yapılan

propagandaların yetiştiricileri bu yönde yönlendirdiği bilinmektedir. Benzeri şekilde Esmer ırkın kışlatma yeteneğinin iyi olduğu için kış kayıplarının azaltılması amacıyla yörede tercih sebebi olmuş olabilir. Yörede İtalyan ve Karniyol ırklarının görülmesi ise ticari olarak yurtdışından yasa dışı yollarla getirilen veya bu ırkın melezlerinin yetiştiriciler tarafından tercih edilmesinden ileri geldiği düşünülmektedir. Kırıkkale yöresi özellikle kışlatma sezonu ve erken baharı kıyı kesimlerde geçirmiş Aydın, Muğla, Antalya yöresine ait arıcıların göç güzergâhı içerisinde yer almaktadır. Bölgedeki ırk farklılaşmaları bu göçer arıcılık faaliyetleri sonucu farklı bölgelerden gelen değişik ırklardaki koloniler vasıtasıyla yaygın kontrolsüz çiftleşmelerden meydana geldiğini de söylemek mümkündür.

Spermatolojik ve morfolojik parametreler arasında “r” değerinin en az 0.5 düzeyinde olması bir ilişkiden söz edilebileceğini göstermektedir. Çalışmaya ait veriler değerlendirildiğinde spermatolojik ile morfolojik parametreler arasında “r” değeri 0.36 üzerinde bir orana sahip veriye rastlanmamıştır. Bu sonuçlardan yola çıkarak ırk değişimlerinin spermatolojik parametreler üzerinde bir etkisi olmadığı görülmektedir. Irk değişimlerinin spermatolojik parametreler ile ilişkisinin incelendiği çalışmalarda Karniyol ırkına ait arıların spermatozoa yoğunluğunun 6.76-7.08 X 10⁹/ml aralığında olduğu belirlenmiştir (Berg ve Koeniger, 1990). Benzeri bir çalışmada ise Duay ve ark. 2002’de aynı ırkın spermatozoa yoğunluğunu 7.54 X 10⁹/ml olarak saptamışlardır. Avrupa bal arısı (*Apis mellifera*) ve Dev bal arısı (*Apis dorsata*) türlerine ait arıların spermatozoa yoğunluğu ile ilgili birçok çalışmayı kıyaslayan Koeniger ve arkadaşları (2005), spermatozoa yoğunluğundaki farklılıkların, çevresel etkilerden, bireysel farklılıklardan veya metod farklılıklarından ileri geldiği, ırk farklılığının buna etki etmediği sonucuna ulaşmışlardır. Benzer şekilde Rousseau ve arkadaşları 2015 yılında yaptıkları bir çalışmada, İtalyan ve Buckfast ırkına ait kolonilerin arılarını spermatozoa canlılığı ve yoğunluğu yönünden karşılaştırmış ve ırk farklılığının spermatolojik parametreler üzerine etkisi olmadığını bildirmişlerdir. Bu çalışmada değişik düzeylerde ırk karışımların söz konusu olduğu görülmüş ancak spermatolojik parametreler açısından herhangi bir sorun gözlenmemiş böylece ırk karışması ile spermatolojik parametrelerin bir ilişkisi olmadığı düşünülmüştür. Ayrıca spermatolojik parametreler üzerinde varroa enfestasyonu, insektisitler, sıcaklık, yaş ve beslenme şartları gibi unsurların etkili

olduğu da bilinmektedir (Duay ve ark., 2002; Stürup ve ark., 2013; Ciereszko ve ark., 2017). Locke ve Peng'in 1993 yılında yaptıkları çalışmada erkek arılarda iki hafta ve üzeri yaşta plazma membran bütünlüğü düzeyinde azalma olduğu bildirmişlerdir. Schlüns ve arkadaşları (2003) ise bir çalışmalarında küçük yapılı erkek arıların sperm yoğunluğunun daha düşük olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Czekonska ve arkadaşlarına(2013a) göre larva gelişim aşamasında koloni sıcaklığının spermatozoa canlılığı üzerinde etkili olduğunu bildirmişleridir. Başka çalışmalarda ise arı zararlılarına karşı kullanılan insektisitlerin ve mitisitlerin spermatolojik parametreleri olumsuz yönde etkilediği bildirilmektedir (Ciereszko ve ark., 2017; Johnson ve ark., 2013).

Sonuç olarak Kırıkkale yöresine ait bal arılarında farklı düzeylerde ırk karışmaları olduğu tespit edilmiş ve spermatolojik parametrelerin sağlıklı koloniler için beklenen düzeylerde olduğu görülmüştür. Dolayısıyla farklı seviyelerde ırk karışmalarının spermatolojik parametreler üzerine herhangi bir etkisinin olmadığı ve bu durumun fertilité ölçütü olarak kullanılan parametreler açısından bir olumsuzluk doğurmadığı anlaşılmıştır. Ancak ırk karışmalarının daha detaylı etkisini görmek için ana arıların üreme parametrelerinin de kapsamlı bir şekilde araştırılmasının faydalı olacağı değerlendirilmiştir.

Kırıkkale yöresinde, yıllar öncesinden başlamış olan melezlenmenin böyle devam etmesi halinde ırk karışmalarının kontrolden çıkması söz konusu olabilir. Bu vesileyle,

- Son zamanlarda olumsuz etkileri görülmeye başlanan küresel ısınmayla birlikte daha önemli hale gelen yöreye özgü arı ırklarının kullanımının teşvik edilmesi,
- Damızlık ana arı üretimi konusunda yetiştiricilerin bilinçlendirilmesi ve damızlık ana arı ihtiyaçlarının yeteri düzeyde karşılanması,
- Göçer arıcılığın getirdiği olumsuzluklara karşı önlemler alınması gibi hususları hatırlatmak yerinde olacaktır.

5. KAYNAKÇA

ABDELKADER, F., KAIRO, G., TCHAMITCHIAN, S., COUSIN, M., SENECHAL, J., CRAUSER, D., VERMANDERE, J. P., ALAUX, C., LE CONTE, Y., BELZUNCES, L. P., BARBOUCHE, N., BRUNET, J. L. (2014) Semen quality of honey bee drones maintained from emergence to sexual maturity under laboratory, semi-field and field conditions. *Apidologie* , 45, 215-223.

ADAM, B. (1983) In Search of Best Strains of Honeybees, İngiltere: Northern Bee Books.

ADAM, B. (1987) Breeding the Honeybee: A Contribution to The Science of Bee Breeding, İngiltere: Northern Bee Books.

AKKAYA, H., ALKAN, S. (2007) Beekeeping in anatolia from the hittites to the present day. *Journal of Apicultural Research*, 46(2), 120-124.

AKYOL, N., AZKUR A.K., EKİCİ, H. (2015). Comparison of Flow Cytometric Analysis and Eosin-Nigrosin Staining Methods for Determining some Morphological Characteristics of Bull Epididymal Spermatozoa. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 21(5), 659-664.

ALCAY, S., ÇAKMAK, S., ÇAKMAK, I., MULKPINAR, E., GÖKÇE, E., USTUNER, B., SEN, H., NUR, Z. (2019) Successful cryopreservation of honey bee drone spermatozoa with royal jelly supplemented extenders. *Cryobiology* , 87, 28–31.

ALCAY, S., USTUNER, B., ÇAKMAK, I., ÇAKMAK, S., NUR, Z. (2015) Effects of various cryoprotective agents on post-thaw drone semen quality. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 21, 31–35.

ALMEIDA, R., SOARES, A. E. (2002) Usage of green coconut water and different tissue culture media for in vitro honey bee semen storage (apis mellifera; hymenoptera: apoidea). *Interciencia*, 27(6), 317-321.

ALPATOV, W. W. (1929) Biometrical studies on variation and races of the honey bee (apis mellifera l). *The Quarterly Review of Biology* , 4(1), 1-58.

ARIAS, M. C., SHEPPARD, W. S. (1996) Molecular phylogenetics of honey bee subspecies (apis mellifera) inferred from mitochondrial dna sequence. *Molecular Phylogenetics and Evolution* , 5(3), 557-566.

BADALI, M. N. (2010) İran'ın Kuzeyinde Yayılış Gösteren Bal Arısı Populasyonlarının Morfometrik ve Geomorfometrik Analizi Ankara: Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi.

BERG, S., KOENIGER, N. (1990) Larger drones (*apis mellifera*) have more offspring. *In Process German Zoological Society, 83rd Meeting, Frankfurt am Main, Gustav Fischer Verlag*, p: 614.

BORSUK, G., KOZLOWSKA, M., ANUSIEWICZ, M., OLSZEWSKI, K. (2018) A scientific note on DNA fragmentation rates in sperm collected from drones and spermathecae of queens of different age, with possible implications on the scattered brood phenomenon. *Apidologie*, 49(6), 803-806.

BOZIC, J. (2018) Dancing with carniolan bee/plešemo s kranjsko čebelo, *Folia Biologica et Geologica*, 59(2), 5-19.

BUCAK, M. N., ATAMAN, M. B., BAŞPINAR, N., UYSAL, O., TAŞPINAR, M., BİLGİLİ, A., AKAL, E. (2015) Lycopene and resveratrol improve post thaw bull sperm parameters: sperm motility, mitochondrial activity and DNA integrity. *Andrologia*, 47(5), 545-552.

BUTTEL-REEPEN, H. (1906) *Apistica. beitrage zur systematik, biologie, sowie zur geschichtlichen und geographischen verbreitung der honigbiene (apis mellifera l.), ihrer varietaten und der ubrigen apis-arten*, Berlin: Veröff Zoology Museum.

CAUIA, E., USURELU, D., MAGDALENA, L. M., CIMPONERIU, D., APOSTOL, P., SICEANU, A., HOLBAN, A., GAVRILA L. (2008) Preliminary researches regarding the genetic and morphometric characterization of honeybees (*a. mellifera* l.) from romania. *Scientific Papers Animal Science and Biotechnologies*, 41(2), 278-286.

CIERESZKO, A., WILDE, J., DIETRICH, G., SIUDA, M., BAK, B., JUDYCKA, S., KAROL, H. (2017) Sperm parameters of honeybeedrones exposed to imidacloprid. *Apidologie*, 48, 211–222.

COBEY, S. W., TARPY, D. R., WOYKE, J. (2013) Standard methods for instrumental insemination of *apis mellifera* queens. *Journal of Apicultural Research*, 52(4), 1-18.

COLLINS, A. (2000) Relationship between semen quality and performance of instrumentally inseminated honey bee queens. *Apidologie*, 31, 421–429.

COLLINS, A., PETTIS, J. (2001) Effect of varroa infestation on semen quality, *American Bee Journal*. 141, 590–593.

COLLINS, A. (2004) Sources of variation in the viability of honey bee, *Apis Mellifera* L., semen collected for artificial insemination. *Invertebrate Reproduction Development*, 45, 231–237.

CRANE, E. (1999) *The World History of Beekeeping and Honey Hunting*. New York: Routledge.

CZEKONSKA, K., CHUDA-MICKIEWICZ, B., CHORBINSKI, P. (2013a) The effect of brood incubation temperature on there productive value of honey bee (*apis mellifera*) drones. *Journal of Apiculturel Research*, 52, 96–105.

CZEKONSKA, K., CHUDA-MICKIEWICZ, B., CHORBINSKI, P. (2013b) The influence of honey bee (*Apis mellifera*) drone age on volume of semen and viability of spermatozoa. *Journal of Apicultural Science*, 57, 61–66.

ÇEVİRİMLİ, M. B., SAKARYA, E. (2018) Arıcılık işletmelerinin yapısal özellikleri ve sorunları; ege bölgesi örneği. *Eurasian Journal of Veterinary Science*, 34(2), 83-91.

DEN BOER, S., BAER, B., BOOMSMA, J. (2010) Seminal fluid mediates ejaculate competition in social insects. *Science*, 327, 1506–1509.

DOĞAN, İ., ÖZKÖK, A. (2019) Türkiye’deki arıcılık faaliyetine hukuki perspektiften bakış. *Uludag Bee Journal*, 19(2), 177-188.

DUAY, P., DE JONG, D., ENGELS, W. (2002) Decreased flight performance and sperm production in drones of the honeybee (*Apis mellifera*) slightly infested by varroa destructor mites during pupal development. *Genetics and Molecular Research*, 1(3), 227-232.

DUPRAW, E. J. (1965) The recognition and handling of honeybee specimens in non-linnean taxonomy. *Journal of Apicultural Research*, 4(2), 71-84.

ESTOUP, A., TAILLIEZ, C., CORNUET, J. M., SOLIGNAC, M. (1995) Size homoplasy and mutational processes of interrupted microsatellites in two bee species, *Apis Mellifera* and *bombus terrestris* (Apidae). *Molecular Biology and Evolution*, 12(6), 1074-1084.

FADDA, C., CORTI, M. (2001) Three-dimensional geometric morphometrics of arvicantis: implications for systematics and taxonomy. *Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research*, 39(4), 235-245.

FRANCK, P., GARNERY, L., SOLIGNAC, M., CORNUET, J. M. (2000) Molecular confirmation of a fourth lineage in honeybees from the near east. *Apidologie*, 31(2), 167-180.

FRANCOY, T. M., WITTMANN, D., DRAUSCHKE, M., MÜLLER, S., STINHAGE, V., BEZERRA-LAURE, M. A., DE JONG, D., GONÇALVES, L. S. (2008) Identification of africanized honey bees through wing morphometrics: two fast and efficient procedures. *Apidologie*, 39(5), 488-494.

GARNER, D. L., THOMAS, C. A. (1999) Organelle specific probe JC-1 identifies membrane potential differences in the mitochondrial function of bovine sperm. *Molecular Reproduction and Development: Incorporating Gamete Research*, 53(2), 222-229.

GARNERY, L., CORNUET, J. M., SOLIGNAC, M. (1992) Evolutionary history of the honey bee *Apis mellifera* inferred from mitochondrial DNA analysis. *Molecular Ecology*, 1(3), 145-154.

GENÇER, V. (2018) Bal Arılarında Yapay Tohumlama, Ankara: Palme Yayınevi.

GRAVANCE, C. G., GARNER, D. L., BAUMBER, J., BALL, B. A. (2000) Assessment of equine sperm mitochondrial function using JC-1. *Theriogenology*, 53(9), 1691-1703.

GUILL, J. M., HOOD, C. S., HEINS, D. C. (2003) Body shape variation within and among three species of darters (Perciformes: Percidae). *Ecology of Freshwater Fish*, 12(2), 134-140.

GÜR, D. (2017) Trakya ve Yığılca Bal Arılarının Morfometrik Yöntemlerle Karşılaştırılması. Tekirdağ: Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi.

HOPKINS, B., HERR, C. (2010) Factors affecting the successful cryopreservation of honey bee (*Apis mellifera*) spermatozoa. *Apidologie*, 41, 548-556.

HORN, T. (2005) Bees in America: How The Honey Bee Shaped A Nation, Kentucky: University Press of Kentucky.

JOHNSON, R.M., DAHLGREN, L., SIEGFRIED, B.D., ELLIS, M.D. (2013) Effect of in-hive miticides on drone honey bee survival and sperm viability. *Journal of Apicultural Research*, 52(2), 88-95.

KAFTANOĞLU, O. P., PENG, Y. S. (1984) Preservation of honeybee spermatozoa in liquid nitrogen. *Journal of Apicultural Research*, 23(3), 157-163.

KAMBUR, M., KEKEÇOĞLU, M. (2018) The current situation of Turkey honey bee (*Apis mellifera* L.) biodiversity and conservations studies. *Biological Diversity and Conservation*, 11/1: 105-119.

KANDEMİR, G., KENCE, A. (1995) Allozym variability in a central Anatolian honeybee. (*Apis mellifera* L.) populations. *Apidologie*, 26: 503-510.

KANDEMİR, I., KENCE, M., KENCE, A. (2000) Genetic and morphometric variation in honeybee (*Apis mellifera* L.) populations of Turkey. *Apidologie*, 31(3), 343-356.

KANDEMİR, İ., KENCE, M., KENCE, A. (2005) Morphometric and electrophoretic variation in different honeybee (*Apis mellifera* L.) populations. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 29(3), 885-890.

KANDEMİR, I., KENCE, M., SHEPPARD, W. S., KENCE, A. (2006a) Mitochondrial DNA variation in honeybee (*Apis mellifera* L.) populations from Turkey. *Journal of Apicultural Research*, 45(1), 33-38.

KANDEMİR, İ., MEIXNER, M. D., ÖZKAN, A., SHEPPARD, W. (2003) Morphometric, allozymic and mtDNA variation in (*Apis mellifera cypria*, POLLMAN 1879) honeybee populations in Northern Cyprus, XXXVIII Apimondia Congress (s. Abstract number 394), Slovenia: Apimondia.

KANDEMİR, I., MEIXNER, M. D., OZKAN, A., SHEPPARD, W. S. (2006b) Genetic characterization of honey bee (*Apis mellifera cypria*) populations in northern Cyprus. *Apidologie*, 37(5), 547-555.

KANDEMİR, İ., ÖZKAN, A., MORADİ, M. G., KENCE, A. (2004) Üç balarısı alttürü (*Apis mellifera anatoliaca*, *Apis mellifera cypria* ve *Apis mellifera meda*)'nün morfometrik ve elektroforetik karşılaştırılması. XVII. Biyoloji Kongresi (s. 2:19), Adana: Sözlü Bidiri.

KAŞKO ARICI, Y. (2012) Dengeli Faktöriyel Denemelerde Transformasyonların I. Tip Hata Ve Testin Gücü Üzerine Etkisi, Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

KEKEÇOĞLU, M. (2007) Türkiye Bal Arılarının MtDNA ve Bazı Morfolojik Özellikleri Bakımından Karşılaştırılmasına Yönelik Bir Araştırma, Tekirdağ: Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Zootekni Anabilim Dalı.

KEKEÇOĞLU, M., RASGELE GÖÇ, P. (2013) Düzce ili Yığılca ilçesi arıcılık faaliyetleri üzerine bir çalışma. *Uludağ Bee Journal*, 13(1), 23-32.

KENCE, A. (2006) Türkiye bal arılarında genetik çeşitlilik ve korunmasının önemi. *Uludağ Arıcılık Dergisi*, 6(1), 25-32.

KIREEVA, T. N., OSTROVERKHOVA, N. V., KONUSOVA, O. L., KUCHER, A. N., SHARAKHOV, I. V. (2015) Morphometric and molecular genetic analysis of honeybees (*Apis Mellifera* L.) in the tomsk region, İzooloji ve ters kutlamalar alanında bilimsel araştırma ve eğitimin kavramsal ve uygulanan yönleri (s. 254-260), Tomsk: Rusya Federasyonu Tomsk Devlet Üniveristesi Eğitim ve Bilim Bakanlığı.

KOENIGER, G., KOENIGER, N., TINGEK, S., PHIANCHAROEN, M. (2005) Variance in spermatozoa number among *Apis dorsata* drones and among *Apis mellifera* drones. *Apidologie*, 36(2), 279-284.

KORKMAZ, A. (2017) Anlaşılabilir Arıcılık, Samsun: Ceylan Ofset Matbaa Basın Yayın Ambalaj Sanayi.

KÖSEOĞLU, M., YÜCEL, B., ÖZSOY, N., TOPAL, E., ENGİNDENİZ, S. (2017) Türkiye arıcılığında ana arının koloni gelişimine ve arıcılık ekonomisine etkisi. *Turkish Journal of Agricultural Economics*, 23(1), 55-60.

KRITSKY, G. (2017) Beekeeping from antiquity through the Middle Ages. *Annual Review of Entomology*, 62, 249-264.

LOCKE, S. J., PENG, Y. S. (1993) The effects of drone age, semen storage and contamination on semen quality in the honey bee (*Apis mellifera*). *Physiological Entomology*, 18(2), 144-148.

LODESANI, M., BALDUZZI, D., GALLI, A. (2004) Functional characterisation of semen in honeybee queen (*A. m. ligustica*) spermatheca and efficiency of the diluted semen technique in instrumental insemination. *Italian Journal of Animal Science*, 3, 385-392.

MAA, T. C. (1953) An inquiry into the systematics of the tribus Apidini or honeybees (Hymenoptera). *Treubia*, 21(3), 525-640.

MCNULTY, K. P. (2004) A geometric morphometric assessment of hominoid crania: conservative African apes and their liberal implications. *Annals of Anatomy-Anatomischer Anzeiger*, 186(5-6), 429-433.

NUR, Z., SEVEN-CAKMAK, S., USTUNER, B., CAKMAK, I., ERTURK, M., ABRAMSON, C.I., SAGIRKAYA, H., SOYLU, M.K. (2012) The use of the hypo-osmotic swelling test, water test, and supravital staining in the evaluation of drone sperm. *Apidologie*, 43, 31-38.

OSKAY, D. (2008) Bal arısı ırklarının çeşitliliğinin korunması, kolonilerin yönetimi ve genetik yapılarının istenen yönde geliştirilmesi üzerine model oluşturulması. *Uludağ Arıcılık Dergisi*, 8(2), 63-72.

OSTROVERKHOVA, N. V., KONUSOVA, O. L., KUCHER, A. N., SHARAKHOV, I. V. (2016) A comprehensive characterization of the honeybees in Siberia (Russia). *Beekeeping and Bee Conservation-Advances in Research*, 10(62395), 1-37.

ÖZKAN, S. H. (2010) Tomarza at the end of 16 th century, oghuzs around Tomarza and Kayseri. *History Studies*, 3(1).

- ÖZTÜRK, C., KORKMAZ, A. (2005) Karniyol arısı'nın (*Apis mellifera carnica* Pollmann 1978) türkiye arıcılığı için önemi. *Alatarım*, 4(1): 48-51.
- PALMER, M. R., SMITH, D. R., KAFTANOGLU, O. (2000) Brief communication. Turkish honeybees: genetic variation and evidence for a fourth lineage of *Apis mellifera* mtDNA. *Journal of Heredity*, 91(1), 42-46.
- PENG, C. Y., YIN, C. M., YIN, L. R. (1993) Ultrastructure of honey bee, *Apis mellifera*, sperm with special emphasis on the acrosomal complex following high-pressure freezing fixation. *Physiological Entomology*, 18(1), 93-101.
- PRATHALINGAM, N. S., HOLT, W. W., REVELL, S. G., JONES, S., WATSON, P. F. (2006) The precision and accuracy of six different methods to determine sperm concentration. *Journal of Andrology*, 27(2), 257-262.
- PRETORIUS, E., SCHOLTZ, C. H. (2001) Geometric morphometrics and the analysis of higher taxa: a case study based on the metendosternite of the Scarabaeoidea (Coleoptera). *Biological Journal of the Linnean Society*, 74(1), 35-50.
- QUARTUCCIO, M., CRISTARELLA, S., SCROFANI, A., BIONDI, V., DE MAJO, M., MANNARINO, C., FAZIO, E. (2020) The sperm of *Apis mellifera siciliana* and *Apis mellifera ligustica*: A preliminary and comparative note. *Journal of Apicultural Research*, 59(5), 1011-1016.
- REYMENT, R. A., KENNEDY, W. J. (1998) Taxonomic recognition of species of Neogastropilites (Ammonoidea, Cenomanian) by geometric morphometric methods. *Cretaceous Research*, 19(1), 25-42.
- RHODES, J. W., HARDEN, S., SPOONER-HART, R., ANDERSON, D. L., WHEEN, G. (2011) Effects of age, season and genetics on semen and sperm production in *Apis mellifera* drones. *Apidologie*, 42(1), 29-38.
- ROBERTS, K., EVISON, S., BAER, B., HUGHES, W. (2015) The cost of promiscuity: Sexual transmission of *Nosema* microsporidian parasites in polyandrous honey bees. *Scientific Report*, 5, 7.
- ROFFET-SALQUE, M., REGERT, M., EVERSLED, R. P., OUTRAM, A. K., CRAMP, L. J., DECAVALLAS, O., et al. (2015) Widespread exploitation of the honeybee by early Neolithic farmers. *Nature*, 527, 226-230.
- ROUSSEAU, A., FOURNIER, V., GIOVENAZZO, P. (2015) *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) drone sperm quality in relation to age, genetic line, and time of breeding. *The Canadian Entomologist*, 147(6), 702-711.
- RUTTNER, F. (1988) Biogeography and Taxonomy of Honeybees. Berlin: Springer Verlag.

SANCAK, K., SANCAK, A., AYGÖREN, E. (2013) Dünya ve Türkiye'de Arıcılık. *Arıcılık Araştırma Dergisi*, 5(10), 7-13.

SANER, G., ENGİNDENİZ, S., ÇUKUR, F., YÜCEL, B. (2005) İzmir ve Muğla illerinde faaliyet gösteren arıcılık işletmelerinin teknik ve ekonomik yapısı ile sorunların üzerine bir araştırma. *Ege Üniversitesi Yayınları*, 126.

SCHLÜNS H., SCHLÜNS E.A., VAN PRAAGH J., MORITZ R.F.A. (2003) Sperm numbers in drone honey bees (*Apis mellifera*) depend on body size. *Apidologie*, 34, 577-584.

SEZGİN, A., KARA, M. (2011) Arıcılıkta verim artışı üzerinde etkili olan faktörlerin belirlenmesine yönelik bir araştırma: TRA2 bölgesi örneği. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 15(4), 31-38.

SHIPUNOV, A. B., BATEMAN, R. M. (2005) Geometric morphometrics as a tool for understanding *Dactylorhiza* (Orchidaceae) diversity in European Russia. *Biological Journal of the Linnean Society*, 85(1), 1-12.

SIRALI, R., CINBIRTOĞLU, Ş., DEVELİ, Z. Ş. (2017). Anadolu arısı (*Apis mellifera anatoliaca*)'nın bazı önemli özellikleri, *Uludağ Bee Journal*, 17(2).

SKORIKOV, A. S. (1929) Beiträge zur Kenntnis der kaukasischen Honigbienenrassen. *Reproductive Applied Entomology*, 4, 1-59.

SMITH, D. R. (1991) Mitochondrial DNA and honey bee biogeography. *Diversity in the genus Apis*, 131-176.

SMITH, D. R., SLAYMAKER, A., PALMER, M., KAFTANOĞLU, O. (1997) Turkish honeybees belong to the east Mediterranean lineage. *Apidologie*, 28, 269-274.

STÜRUP, M., BAER-IMHOOF, B., NASH, D. R., BOOMSMA, J. J., BAER, B. (2013) When every sperm counts: factors affecting male fertility in the honeybee *Apis mellifera*. *Behavioral Ecology*, 24(5), 1192-1198.

TARIM VE ORMAN BAKANLIĞI/ HAYVANCILIK GENEL MÜDÜRLÜĞÜ(2020a) Arıcılık İstatistikleri: Erişim: [https://arastirma.tarimorman.gov.tr/aricilik/Link/2/Arıcılık-Istatistikleri] Erişim Tarihi: 27.12.2020.

TARIM VE ORMAN BAKANLIĞI - HAYVANCILIK GENEL MÜDÜRLÜĞÜ (2020b), Ana Arı Üretim İzni Verilen İşletmeler: Erişim: [https://www.tarimorman.gov.tr/Konular/Hayvancilik/Arıcılık], Erişim Tarihi: 27.12.2020.

TAŞKIRAN, N. Ö., DAYIOĞLU, M., KABAKÇI, D. (2017) Bal arılarının (*Apis mellifera* L.) sınıflandırılması ve ekolojik koşulların morfolojisi üzerine etkisi. *Arıcılık Araştırma Dergisi*, 9(2), 68-77.

TOFILSKI, A. (2008) Using geometric morphometrics and standard morphometry to discriminate three honeybee subspecies. *Apidologi*, 39(5), 558-563.

TOFILSKI, A., CHUDA-MICKIEWICZ, B., CZEKONSKA, K., CHORBINSKI, P. (2012) Flow cytometry evidence about sperm competition in honey bee (*Apis mellifera*), *Apidologie*, 43, 63-70.

TUNCA, R. İ., ÇİMRİN, T. (2012) Kırşehir ilinde bal arısı yetiştiricilik aktiviteleri üzerine anket çalışması. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 2(2), 99-108.

VARIŞLI, O., UGUZ, C., AĞCA, C., AĞCA, Y. (2009) Effect of chilling on the motility and acrosomal integrity of rat sperm in the presence of various extenders. *Journal of the American Association for Laboratory Animal Science*, 48(5), 499-505.

VARIŞLI, Ö., AĞCA, C., AĞCA, Y. (2015) Lewis ırkı rat sperması üzerine değişik sulandırıcı ve dondurma hızının etkisi. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 62(1), 57-62.

WEGENER, J., MAY, T., KNOLLMANN, U., KAMP, G., MÜLLER, K., BIENEFELD, K. (2012) In vivo validation of in vitro quality tests for cryopreserved honeybee semen. *Cryobiology*, 65(2), 126-131.

WITHROW, J. M., TARPY, D. R. (2018) Cryptic “royal” subfamilies in honey bee (*Apis mellifera*) colonies. *PloS One*, 13, 7.

WOYKE J. (1960) Natural and artificial insemination of queen honeybees. *Pszczelnictwo Zeszyty Naukowe*, 4, 183-275.

YANIZ, J. L., SILVESTRE, M. A., SANTOLARIA, P. (2020) Sperm quality assessment in honey bee drones, *Biology*, 9(7), 174.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler:

Adı Soyadı: Abdulkadir KAYA

Doğum Yeri: KAYSERİ

Doğum Tarihi: 14.09.1992

Yabancı Dil: İngilizce

Eğitim Durumu: (Kurum ve Yıl)

Lisans: Kırıkkale Üniversitesi Veteriner Fakültesi, 2011-2016

Yüksek Lisans: Kırıkkale Üniversitesi Veteriner Fakültesi, 2018-

Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl/Yıllar:

Veteriner Hekim: Kayseri/Tomarza- Arkaya Veteriner Kliniği (2017-2018).

Öğretim Görevlisi: Kırıkkale Üniversitesi Veteriner Fakültesi, Dölerme ve Suni

Tohumlama Anabilim Dalı (2018-devam ediyor)

Bilimsel Yayınlar ve Kongreler:

KABAKÇI, R., VARIŞLI, Ö., KAYA, A., BAŞTAN, İ., ŞİMŞEK, S. (2019) Boğa sperması motilite parametreleri üzerine dietilheksil ftalatın etkisi. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 4(2), 62-68.

KAYA, A., VARIŞLI, Ö., EKİCİ, H., KIZIL, S. H. (2020) Doğal Koşullarda Elde Edilen Alüminyumun Düşük Dozlarda İn Vitro Spermatolojik Parametreler Üzerine Etkisi. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 5(2), 75-78.

VARIŞLI, Ö., KAYA, A., BAŞTAN, İ., AKYOL, N., SATILMIŞ, M. (2018) The effect of centrifuged egg yolk on the bull sperm freezing, Mediterranean Veterinary Congress, Kırıkkale, 13-14 Aralık, 21-30.

KABAKÇI, R., VARIŞLI, Ö., KAYA, A., BAŞTAN, İ., YIRTICI, S. (2018) Evaluation of the toxic effect of diethylhexyl phthalate on bovine spermatozoa by using advanced motility analysis, Mediterranean Veterinary Congress, Kırıkkale, 13-14 Aralık, 73-74.

KAYA, A., AKYOL, N., KIZIL, S. H., BÜYÜKCERAN, D., KEKİLLİOĞLU, N., TEKNEKAYA, M., BORAN, H. K. N., VARIŞLI, Ö. (2018) Effect of cooking oils on in vitro sperm parameters, Mediterranean Veterinary Congress, Kırıkkale, 13-14 Aralık, 73-74.

VARIŞLI, Ö., KAYA, A., EKİCİ, H. (2019) Transition of aluminum to water by high heat effect and the effect of aluminum on in vitro parameters in ram semen, I. International VI. Veterinary Pharmacology and Toxicology Congress, Kayseri, 04-07 Eylül, 335-336.

KAYA, A., AKYOL, N. (2020) Investigation of in vitro spermatological parameters of honey bees in kırkkale region. V. International Scientific and Vocational Studies Congress – Science and Health (BILMES SH 2020), Online, 12-15 Aralık, 28-35.

