

**ANKARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**ARDAHAN İLİ KAFKAS IRKI BAL ARISI (*A. m. caucasica*)
POPULASYONLARININ TANIMLANMASI VE ON YILLIK
SÜREÇTE MORFOLOJİK ÖZELLİKLERİNDEKİ
DEĞİŞİKLİKLERİN ANALİZİ**

Günseli ÜNSAL

ZOOTEKNİ ANABİLİM DALI

**ANKARA
2021**

Her hakkı saklıdır

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

ARDAHAN İLİ KAFKAS IRKI BAL ARISI (*A. m. caucasica*) POPULASYONLARININ TANIMLANMASI VE ON YILLIK SÜREÇTE MORFOLOJİK ÖZELLİKLERİNDEKİ DEĞİŞİKLİKLERİN ANALİZİ

Günseli ÜNSAL

Ankara Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Zootečni Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. H. Vasfi GENÇER

Kafkas arısı (*A. m. caucasica*) dünyada ekonomik önemi olan dört batı bal arısı alt türünden biri kabul edilir. Kafkas arısının doğal yayılma alanı Türkiye’de Kuzeydoğu Anadolu’yu içermektedir. Türkiye’de Kafkas arısı kamu (Tarım ve Orman Bakanlığı, Kafkas Gen Merkezi, Ardahan ve Posof) ve özel (Macahel Arıcılık A.Ş., Camili ve Posof) kuruluşlarca özgün coğrafyasında korunmaktadır. Bu tez çalışmasının amacı, 2005 ve 2016 yılında Ardahan ili ve çevre ilçelerden örneklenmiş Kafkas bal arılarını morfolojik özellikleri bakımından karşılaştırmak ve yaklaşık 10 yıllık süreçte Ardahan bal arılarının morfolojik özelliklerinin değişip değişmediğini saptamaktır. Araştırmada, 2005 yılında örneklenmiş 122 koloni ve 2016 yılında örneklenmiş 60 koloninin (toplam 182 koloni) işçi arıları klasik ve geometrik morfometri yöntemleri ile analiz edilmiştir. Her koloniden 20 işçi arıda 20 klasik morfolojik özellik (ön kanat uzunluğu, ön kanat genişliği, femur, tibia ve basitarsus uzunluğu, basitarsus genişliği, ön kanat indeksi, basitarsus indeksi, arka bacak uzunluğu ve 11 kanat damar açısı) ölçümü yapılmıştır. Geometrik morfometri analizi için ise 182 koloniden 3640 işçi arının sağ ön kanatları üzerinde 20 damar nirengi noktası (landmark) işaretlenmiştir. Farklı yöre ve yıllarda toplanmış örneklerin klasik morfolojik özellikleri tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ile karşılaştırılmış, ardından klasik morfometri ve geometrik morfometri veri setleri diskriminant analizi ile analiz edilmiştir. Sonuçlar Ardahan bal arılarının morfolojik özelliklerinin yaklaşık 10 yıllık süreçte değiştiğini göstermiştir. Klasik ve geometrik morfometri veri setlerinin diskriminant analizi kolonilerin %63.7’sini ve %89.0’ını orijinal gruplarına yerleştirmiştir.

Eylül 2021, 44 sayfa

Anahtar Kelimeler: Kafkas arısı, *Apis mellifera caucasica*, standart morfometri, geometrik morfometri, morfolojik özellikler, diskriminant analizi

ABSTRACT

Ms Thesis

MORPHOMETRIC CHARACTERIZATION OF CAUCASIAN HONEY BEE (*A. m. caucasica*) POPULATIONS IN ARDAHAN PROVOINCE AND ANALYSING THE CHANGES IN THEIR MORPHOLOGICAL TRAITS OVER A DECADE

Günseli ÜNSAL

Ankara University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Animal Sciences

Supervisor: Prof. Dr. H. Vasfi GENÇER

The Caucasian honey bee (*A. m. caucasica*) is considered one of the four western honeybee subspecies of economic importance globally. The natural distribution of the Caucasian honey bee includes Northeast Anatolia in Turkey. The Caucasian honey bee in Turkey is preserved in its original geography both by the public (Ministry of Agriculture and Forestry, Caucasian Gene Center, Ardahan and Posof) and by private (Macahel Arıcılık A.Ş., Camili and Posof) organizations. This study aims to compare Caucasian honey bees sampled from Ardahan province and its surrounding towns in 2005 and 2016 in terms of morphological features and to determine whether the morphological characters of Ardahan honey bee populations changed in about ten years or not. In the study, the worker bees sampled from 122 colonies in 2005 and 60 colonies in 2016 (182 colonies in total) were analyzed using classical and geometric morphometry methods. Twenty classical morphological characters (the length and width of fore wing, the lengths of femur, tibia and basitarsus, the width of basitarsus, fore wing index, basitarsal index, the length of hind leg and 11 vein angles of fore wing) were measured in 20 worker bees from each colony. For the geometric morphometry analysis, 20 landmarks were marked on the right fore wings of 3640 worker bees from 182 colonies. Classical morphological characters of samples collected in different locations and years were compared with one-way ANOVA. Then, the classical morphometry and geometric morphometry data sets were analyzed by discriminant analysis. The results showed that the morphological characters changed in Ardahan honey bees in about a decade. The discriminant analyses of the classical and geometric morphometry data sets reallocated 63.7% and 89.0% of the colonies into their original groups, respectively.

September, 2021, 44 pages

Key Words: Caucasian honey bee, *Apis mellifera caucasica*, standard morphometry, geometric morphometry, discriminant analysis

TEŞEKKÜR

Maddi ve manevi desteklerini esirgemeyip, mesleki gelişimime büyük katkılarda bulunan çok kıymetli hocam Sayın Prof. Dr. H. Vasfı GENÇER'e, tezimin her aşamasında fikir, öneri ve yardımlarıyla destek olan hocam Sayın Dr. Yasin KAHYA'ya, 2005 yılı örneklerini elde ederek çalışmamda kullanmama vesile olan Dr. Belgin GÜNBEY'e, yüksek lisans eğitimim ve tez çalışması sürecinde dostluğunu ve yardımlarını bir an olsun eksik etmeyen M. Burak KIZILTEPE'ye, Nizamettin YÜCEDAĞ'a ve diğer değerli arkadaşlarıma teşekkürü bir borç bilirim.

Bu süreçte sabır ve hoşgörü ile manevi desteklerini esirgemeyen sevgili eşim, çocuklarım ve aileme çok teşekkür ederim.

Günseli ÜNSAL
Ankara, Eylül 2021

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
KISALTMALAR DİZİNİ.....	v
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ	vii
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	5
2.1 Bal Arısı Alttürleri	5
2.2 Ekonomik Irklar	10
2.3 Türkiye Bal Arısı Populasyonları.....	13
2.4 Kafkas Bal Arısı.....	14
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	17
3.1 Materyal	17
3.1.1 İşçi arı örnekleri	17
3.2 Yöntem.....	19
3.2.1 Klasik morfometri	20
3.2.2 Geometrik morfometri	22
3.2.3 İstatistik analizler	23
4.1 Klasik Morfometri Bulguları.....	25
4.3 Geometrik Morfometri Bulguları.....	32
5. TARTIŞMA ve SONUÇ	35
6. KAYNAKLAR	40

KISALTMALAR DİZİNİ

KGM	Kafkas Arısı Üretim Eğitim ve Gen Merkezi Müdürlüğü
ÖKU	Ön Kanat Uzunluğu
ÖKG	Ön Kanat Genişliği
ÖKI	Kanat İndeksi
FU	Femur Uzunluğu
TU	Tibia Uzunluğu
BtU	Basitarsus Uzunluğu
BtG	Basitarsus Genişliği
BtI	Basitarsus İndeksi
ABU	Arka Bacak Uzunluğu
mm	milimetre

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1 <i>A. mellifera</i> 'nın M, C, A ve O dallı üç boyutlu fenogramı.....	8
Şekil 2.2 Yakın Doğu bal arısı alttürlerinin dağılımı.....	10
Şekil 3.1 Örnek toplanan yörelerin harita üzerinde konumları.....	19
Şekil 3.2 İşçi arının ön kanadı.....	21
Şekil 3.3 İşçi arı ön kanat damar açıları.....	21
Şekil 3.4 İşçi arının arka bacak eklemleri.....	22
Şekil 3.5 Sağ ön kanatta işaretlenmiş damar nirengi noktaları.....	23
Şekil 4.1 Farklı yöre ve yıllarda örneklenmiş Kafkas ırkı 182 koloninin klasik morfometri veri setine uygulanmış diskriminant analizinin serpilme diyagramı.....	32
Şekil 4.2 Farklı yöre ve yıllarda örneklenmiş Kafkas ırkı 182 koloninin geometrik morfometri veri setine uygulanmış diskriminant analizinin serpilme diyagramı.....	35

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1. Standart olarak kullanılan morfolojik özellikler.....	7
Çizelge 2.2. Coğrafi bal arısı alttürlerinin listesi.....	9
Çizelge 3.1. 2005 ve 2016 yıllarında Kafkas arısı örneklerinin alındığı yöreler ve koloni sayıları.....	18
Çizelge 3.2. Örnek alınan yörelerin coğrafi koordinatları.....	18
Çizelge 3.3. Araştırmada ölçülen klasik morfolojik özellikler ve kodları.....	20
Çizelge 4.1. Farklı yöre ve yıllarda örneklenmiş Kafkas ırkı kolonilerin işçi arılarının morfolojik özelliklerine ilişkin tanımlayıcı değerler.....	28
Çizelge 4.2. Farklı yöre ve yıllarda örneklenmiş Kafkas ırkı kolonilerin işçi arılarının morfolojik özelliklerine ait korelasyon matrisi.....	29
Çizelge 4.3. Klasik morfometri veri setine uygulanmış diskriminant analizinden elde edilen kanonik diskriminant fonksiyonlarına ilişkin değerler.....	30
Çizelge 4.4. Farklı yöre ve yıllarda örneklenmiş Kafkas ırkı 182 koloninin klasik morfometri veri setine uygulanmış diskriminant analizinin sınıflandırma sonuçları.....	31
Çizelge 4.5 Farklı yöre ve yıllarda örneklenmiş Kafkas ırkı 182 koloninin geometrik morfometri veri setine uygulanmış diskriminant analizinin sınıflandırma sonuçları.....	34

1. GİRİŞ

Koloni halinde yaşayan sosyal böceklerden en bilineni bal arısıdır. Bir bal arısı kolonisi bir ana arı, mevsime bağlı olarak değişen on binlerce işçi arı ve iyi kondisyondaki koloniler tarafından sadece üreme mevsiminde yetiştirilen (ilkbahar ve yaz) birkaç bin erkek arıdan oluşur. Bu bireylerin bileşiminden oluşan koloni belirli bir düzen içerisinde çeşitli görevleri yaparak hayatta kalır ve bu süreçten bal, polen, arı sütü, propolis ve arı zehri gibi arıcılık ürünlerinin yanı sıra polinasyona dayalı yüksek ekolojik değer üretimi doğar.

Bal arısı kolonisi oldukça ilginç üreme özellikleri gösterir. Ana arı koloninin devamlılığını döllenmiş ve döllenmemiş yumurtalar yumurtlayarak sağlar. Ana arı ve işçi arılar dişi bireylerdir ve döllenmiş (diploid) yumurtalardan gelişmektedir. Erkek arılar ise döllenmemiş (haploid) yumurtalardan gelişir. Döllenmiş yumurtalardan çıkan larvaların ergin dönemde ana arı ya da işçi arı olması larva dönemindeki beslenmeye bağlıdır ve bu farklılaşma kast farklılaşması olarak adlandırılır. Larva dönemindeki bireyler ana arı olarak yetiştirilecek ise sadece arı sütü ile beslenirler. İşçi arı larvaları ise ilk üç gün boyunca arı sütü ile sonrasında ise bal ve polen karışımından oluşan diyet ile beslenmektedir (Rinderer 1986, Winston 1987). Ana arının çok erkek arı ile çiftleşmesi (poliandri), çiftleşmelerin erkek arı toplanma alanlarında gerçekleşmesi, haplodiploid cinsiyet belirleme mekanizması gibi olgular bal arılarının karmaşık üreme biyolojisini şekillendirmektedir (Jensen vd. 2005, Ralph vd. 2013). Diğer çiftlik hayvanlarının aksine, bal arılarının sergilediği üreme davranışlarının karmaşıklığı bal arısı populasyonlarının genetik koruma programlarının başarılı yürütülmesini zorlaştıran unsurlar olarak karşımıza çıkar.

Çiftlik hayvanları insan elinde uzun yıllar ıslah edilerek kimi özellikler bakımından geliştirilmiştir. Ancak bal arısı neredeyse 20. yüzyıla kadar doğal seleksiyonun etkisi altında yaşamış, sergiledikleri davranışlar üzerindeki insan etkisi sınırlı kalmıştır. Bal

arılarının özel coğrafi alanlara ve dolayısıyla farklı çevre şartlarına uzun yıllar süren uyum sağlama mekanizması, popülasyonları birbirinden farklılaştırmış ve çeşitli alttürlerin ortaya çıkmasına neden olmuştur. Bu durum bal arısı ırkları için diğer çiftlik hayvanlarından farklı olarak “coğrafi ırk” tanımının kullanımını gerektirmiştir. Günümüzde 30 kadar bal arısı coğrafi ırkı tanımlanmıştır.

Sahip olduğu farklı topografik yapı ve iklim çeşitliliği Türkiye’nin bal arısı popülasyonları bakımından büyük sayılabilecek bir çeşitliliğe sahip olmasını olanaklı hale getirmiştir. Türkiye koloni varlığı, bal üretimi ve işletme sayısı bakımından dünyada önemli yer tutar. Örneğin Türkiye, kovan varlığı bakımından Hindistan ve Çin’den sonra üçüncü sırada, bal üretimi bakımından ise Çin’den sonra ikinci sıradadır (Anonim 2021a).

Türkiye bal arısı popülasyonlarının tanımlama ve sınıflandırılmasına yönelik pek çok çalışma yapılmış ve farklı morfolojik, fizyolojik ve davranış özelliklerine sahip ırk ve ekotipler saptanmıştır. Günümüze kadar Anadolu (*A. m. anatoliaca*), Kafkas arısı (*A. m. caucasica*), Suriye arısı (*A. m. syriaca*) ve İran arısı (*A. m. meda*) ırkları tanımlanmıştır. (Bodenheimer 1942, Ruttner 1988, Karacaoğlu 1989, Güler ve Kaftanoğlu 1999, Taşkiran vd. 2017).

Ekonomik öneme sahip 4 bal arısı ırkından biri kabul edilen Kafkas arısı (*A. m. caucasica*)’nın doğal yayılma alanı Kuzeydoğu Anadolu’yu içermektedir (Alpatov 1929, Ruttner 1988, Karacaoğlu ve Fıratlı 1992, Gençer ve Karacaoğlu 2003). Bal tüketiminin az olması ve sakın mizaç gibi bazı özellikleri nedeniyle Kafkas arısı geniş bir arıcı kitlesi tarafından üretimde tercih edilmektedir (Uçak Koç 2017). Kafkas arısı ülke genetik kaynaklarından birisi olarak tescil edilmiş, Ardahan’ın Posof ilçesinde ve Artvin’in Borçka ilçesi, Camili Havzası’nda kamu ve tüzel kuruluşların girişimleri ile halihazırda korumaya alınmıştır. Kafkas arısının bir diğer önemi ise Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından damızlık olarak ticari ana arı üretiminde kullanımına izin verilmiş olmasıdır.

Ardahan ili Türkiye arıcılığı için önemlidir. Bu önem Ardahan ilinin Kafkas arısının doğal yayılma alanı içerisinde yer almasından kaynaklanmaktadır. Diğer yandan Ardahan'ın Posof ilçesinde bulunan bal arısı popülasyonunun Artvin'in Borçka ilçesi Camili Havzası'ndaki popülasyondan farklı bir ekotip olma olasılığı yüksektir. Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından Ardahan ilinde yer alan 5 işletmeye (2 kamu, 3 özel işletme) damızlık ana arı üretim izni verilmiştir. Bu damızlık işletmelerin yanı sıra, Ardahan Merkez, Posof ve Hanak ilçe ve köylerinde 6 ana arı üretim işletmesi bulunmaktadır (Anonim 2021b). Kendi bölgesinde Kafkas arısının farklı ekotiplerinin korunması ve ıslah edilmesi ülkemiz arıcılığı için önem arz etmektedir.

On dokuzuncu yüzyıl ve öncesinde bal arısı biyolojisi hakkında bilgi yetersizliği doğal bal arısı popülasyonlarına insan kaynaklı etkileri sınırlandırmıştır. Bal arısı biyolojisinin 19. yüzyıldan sonra bilinmeye başlaması, çeşitli kovan tasarımlarının geliştirilmesi, denetimli ve kitlesel ana arı yetiştiriciliğinin başlaması, taşımacılığın gelişmesine bağlı olarak göçer arıcılık, koloni ve ana arı ticaretinin doğal olmayan bal arısı hareketliliğine neden olması gibi insan kaynaklı baskılar bir bölgedeki bal arısı çeşitliliği üzerinde değişime neden olmaktadır. Özellikle göçer arıcılık ve yerli olmayan ana arıların kullanımı bir coğrafi alana özgü bal arısı alttür ve ekotiplerinin başka alttürler ile karışmasına neden olmakta, özgün bal arısı popülasyonlarını dejenerasyon tehdidi ile karşı karşıya bırakmaktadır. Bu durumlar bir yerel ekosistemin temel yapı taşlarından sayılabilecek özgün bal arısı genetik çeşitliliğinin önce bilinmesini sonra da korunma programlarının uygulanması gerekliliklerini doğurmaktadır.

Bal arısı ırk ve ekotiplerinin tanımlaması ve sınıflandırmasında sıklıkla morfolojik özellikler kullanılmış, bal arısı popülasyonlarının ayırt edici özellikleri belirlenmeye çalışılmıştır (Ruttner 1988, Tofilski 2004). Bal arısı popülasyonlarının koruma programlarının işlerliği (kontrolü) bir yöreye özgü bal arısı popülasyonlarının farklı zamanlarda morfolojik özelliklerinin belirlenmesini, böylece popülasyonda bir değişiklik olup olmadığını belirlemeyi gerektirir. Bu kapsamda kurgulanan tez çalışmasının amaçlarından biri, 2005 yılında Kafkas arısının doğal yayılma alanı içinde yer alan

Ardahan’ın çeşitli yörelerinden (Ardahan Merkez, Çıldır, Hanak, Göle, Posof, Damal) ve Tarım ve Orman Bakanlığı’na bağlı Kafkas Arısı Üretim Eğitim ve Gen Merkezi Müdürlüğü stokundan örneklenmiş kolonilerin morfolojik özelliklerini tanımlamak ve karşılaştırmaktır. Tez çalışmasının diğer amacı ise 2016 yılında Kafkas Arısı Üretim Eğitim ve Gen Merkezi (Ardahan Merkez ve Posof işletmeleri) ve Macahel A.Ş. (Posof işletmesi) arılıklarından örneklenmiş Kafkas kolonilerinin morfolojik özelliklerini belirleyerek 2005 yılındaki örneklerin morfolojik özellikleri ile karşılaştırmak, böylece yaklaşık 10 yıllık süreçte Ardahan yöresindeki Kafkas arısının morfolojik özelliklerinde değişiklik olup olmadığını klasik ve geometrik morfometri yöntemleri ile saptamaktır.



2. KAYNAK ÖZETLERİ

İnsanlar antik çağlardan beri bal arısının hem doğrudan ürünlerinden faydalanmakta hem de dolaylı yoldan bitkisel üretimde polinatör olarak kullanılmaktadırlar (Morena 2016). Toprakta bağımsız, düşük yatırım ve işletme maliyeti gerektirmesi, ürünlerinin bozulmadan uzun süre saklanabilmesi, değer fiyatla ürün satışı ve tozlaşmayla bitkisel üretime sağladığı katkı gibi başlıca nedenler dolayısıyla arıcılık, kırsal nüfusa istihdam, gelir ve sağlıklı beslenme aracı olarak önem göstermektedir (Fıratlı ve Gençler 1994).

Bal arıları Hymenoptera takımının Apidae familyasında yer almaktadır (Winston 1987). Bal arılarının orijini ile ilgili pek çok araştırma yapılmıştır. Bal arıları tek bir cins (*Apis*) içerisinde sınıflandırılmıştır ve 10 tür içerir (Ruttner 1988, Engel 1999, Gupta 2014). Batı bal arısının haricindeki bal arısı türleri Asya kıtasında bulunurken Batı bal arısı (*Apis mellifera* L.) Afrika, Avrupa ve Yakın Doğu'yu da kapsayan çok geniş bir coğrafyada doğal yayılım göstermektedir (Ruttner vd. 1978, Ruttner 1988).

2.1 Bal Arısı Alttürleri

Antik çağda Aristoteles ve Columella tarafından yapılan bal arısı sistematigi çalışmalarında egemen özellik, koloniler arasındaki renk farklılıkları olmuştur. Ancak renk ve boyut, tek başına sınıflandırma çalışmalarında kullanmak için yetersiz kalmıştır (Fraser 1951, Ruttner 1988). Bunun sonucunda populasyonları daha iyi ayırt edebilmek için farklı vücut bölümlerinin ölçümünün (kantitatif karakterler) gerekliliği ortaya çıkmıştır (Ruttner 1988). Tür içi coğrafi çeşitliliğin sınıflandırılması türlerin sınıflandırılmasından çok daha fazla çaba gerektirmektedir. Bal arısı ırk ve ekotiplerinin tanımlama ve sınıflandırma çalışmalarında ayırt edici özellikler olarak değişik araştırmacılar tarafından farklı morfolojik özellikler kullanılmıştır (Ruttner vd. 1978, Rinderer 1986, Ruttner 1988, Tofilski 2004).

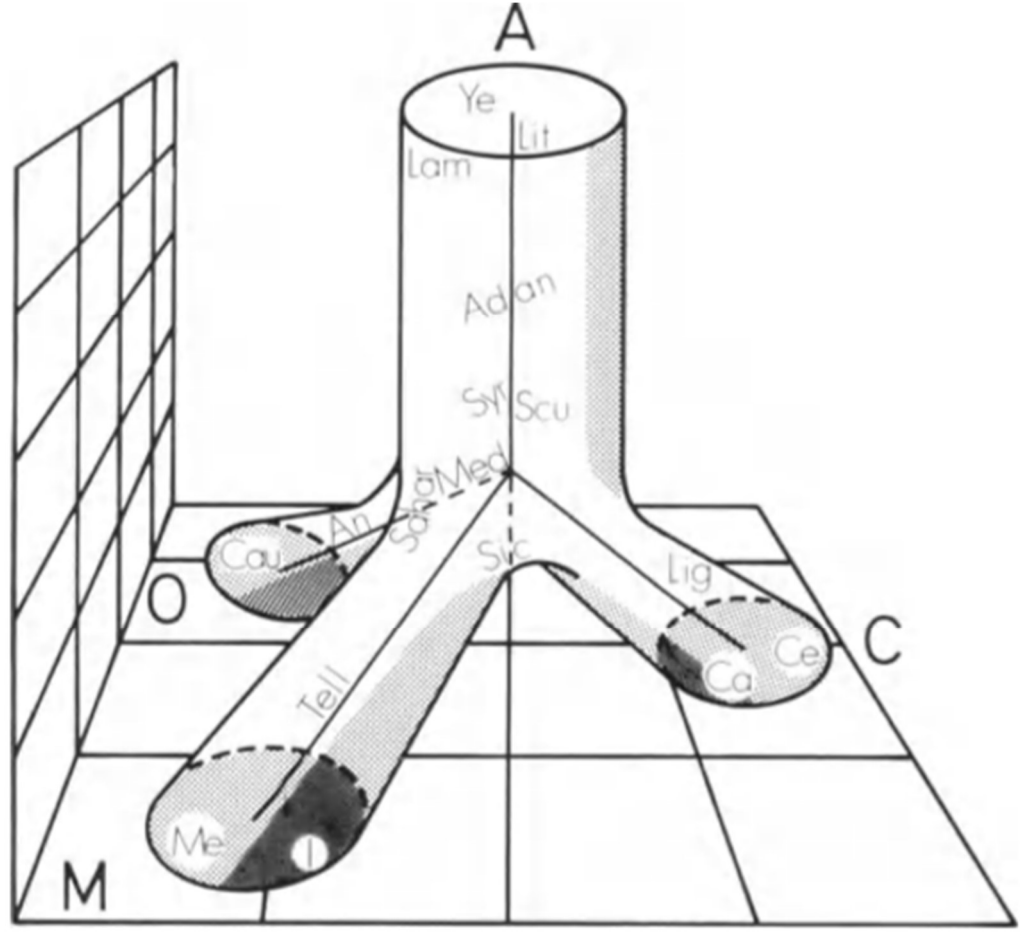
Bal arılarında morfolojik özellikler üzerine yapılan çalışmalar 1900'li yıllarda başlamıştır. 1906 yılında Buttel-Repen tarafından cins, tür ve coğrafik ırk şeklinde üç terimli bir sistem kullanılmıştır (örn. *A. m. ligustica* veya *A. m. intermissa*). Bu dönemde coğrafi ırkların tanımı daha çok renk ve boyut kriterlerine göre yapılmıştır. 1925 ile 1940 yılları arasında Alpatov ve Goetze, biyometriyi ve yeni morfolojik karakterleri (renk, kıl uzunluğu, belirli boyut ölçüleri) belirleyerek bal arısı ırk ve ekotiplerini tanımlamak için yeni yöntemler oluşturmuştur. Ruttner vd. (1978), 42 karakteri (ölçülebilir morfolojik özellikler) bal arısı alttürlerinin sınıflandırmasında kullanmıştır. Klasik morfometri olarak adlandırılan bu karakterler dizisi, günümüzde de bal arısı morfometrisi çalışmalarında en sık kullanılan özellikler olmaya devam etmektedir (Ruttner vd. 2000). Klasik morfolojik karakterler, mesafeleri, açıları ve oranları kullanarak yapıların uzunluk, genişlik ve derinliklerinin ölçümelerini ve bu ölçümlerin istatistik yöntemlerle analizlerini kapsar (Rohlf ve Marcus 1993). Ancak bu ölçümler şekil ile ilgili tüm bilgiyi sağlayamadığı için yeni bir yöntemin gerekliliği ortaya çıkmıştır. Geometrik morfometri olarak adlandırılan bu yöntem, vücut şekli üzerinde belirlenen noktaların kartezyen koordinatlarından alınan tüm geometrik bilginin analizi olarak tanımlanabilir (Slice 2007). Bu yöntem ile mesafeler ve açılar yerine, yer işareti adı verilen noktaların (landmark) koordinatları kullanılır. İşaretler, çevirme, ölçekleme ve döndürme ile üst üste bindirilir (süperimpozisyon). Bu yöntemde varyasyonlar çok değişkenli istatistiksel yöntemlerle analiz edilerek belirlenir (Bookstein 1991, Zelditch vd. 2004).

Geometrik morfometride landmarklar (nirengi noktaları) bazı matematiksel işlemlerden geçirildikten sonra iki boyutlu (2D) veya üç boyutlu (3D) koordinatlara çevrilerek kullanılmaktadır (Rohlf ve Marcus 1993). 2D ve 3D verilerin üst üste bindirilmesinde kullanılabilecek, CoordGen, tps, MorphoJ, ve PAST gibi birçok program bulunmaktadır. Procrustes koordinatlarının süperimpozisyonu; çevirme, döndürme ve yeniden ölçeklendirme ile koordinatlarının ortak bir merkez boyutuna indirgenmesi, birim ağırlık merkezi boyutuna ölçeklenmesi ve landmarklar arasındaki mesafelerin karesinin en aza indirilmesine kadar döndürülmesi gibi bir dizi işlem yapılarak gerçekleştirilmektedir (Slice 2007).

Çizelge 2.1 Standart olarak kullanılan morfolojik özellikler (Ruttner 1988)

	Karakter	
Büyüklik	Dil uzunluğu Femur uzunluğu Tibia uzunluğu Metatarsus uzunluğu Metatarsus genişliği 3.tergit uzunluğu 4.tergit uzunluğu 3. sternit uzunluğu 3. sternit mum aynalarının uzunluğu 3. sternit mum aynalarının genişliği 3. sternit mum aynaları arasındaki uzaklık 6. sternit uzunluğu 6. sternit genişliği	Alpatov 1929 Alpatov 1929 Alpatov 1929 Alpatov 1929 Alpatov 1929 Alpatov 1929 Alpatov 1929 Alpatov 1929 Alpatov 1929 Alpatov 1929 Ruttner 1978 Ruttner 1978 Ruttner 1978
Ön kanat	Ön kanat uzunluğu Ön kanat genişliği Kübital hücre A damarı uzunluğu Kübital hücre B damarı uzunluğu Ön kanatta 11 açı: A4, B4, D7, E9, G18, I10, I16, K19, L13, N23, O26	Alpatov 1928 Alpatov 1928 Goetze 1964 Goetze 1964 DuPraw 1964
Renk	3. ve 4. tergit rengi Scutellum rengi	Ruttner
Kıl	5.tergit üzerindeki kılların uzunluğu 4.tergit tomentumun genişliği 4. tergit parlak zemin genişliği	Goetze 1964 Goetze 1964 Goetze 1964

İlk sınıflandırma çalışmalarında Batı bal arısının alt türleri morfolojik olarak üç ana soya (A, M, C) ayrılmıştır (Ruttner vd. 1978). Sonraki çalışmalarda morfometri ve moleküler veri (yaklaşık 25 alt tür) kullanılarak bu 3 soya dördüncüsü (O soyu) dahil edilmiştir (Şekil 2.1). Günümüze kadar yaklaşık 30 coğrafi ırk (Şekil 2.2) tanımlanmıştır (Ruttner 1988, Sheppard vd. 1997, Sheppard ve Meixner 2003). Bu alttürler Tropikal Afrika (A), Kuzey Avrupa (M), Güney Doğu Avrupa (C) ve Yakın Doğu (O) morfo-genetik soylarına dağılmışlardır. Yakın Doğu (O) morfogenetik soyu; Kafkas arısı (*A. m. caucasica*), Anadolu arısı (*A. m. anatoliaca*), İran arısı (*A. m. meda*), Suriye arısı (*A. m. syriaca*), Ermenistan arısı (*A. m. armeniaca*), Kıbrıs arısı (*A. m. cypria*) ve Girit arısı (*A. m. adami*) alttürlerinden oluşmaktadır (Meixner vd. 2011).

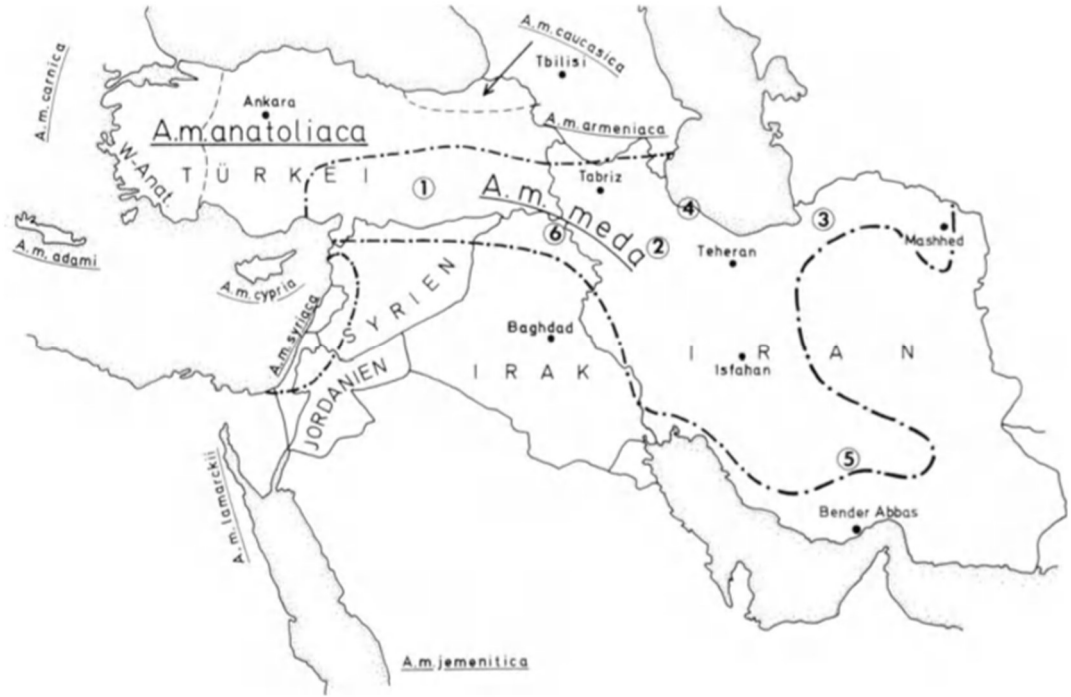


Şekil 2.1 *A. mellifera*'nın M, C, A ve O dallı üç boyutlu fenogramı: Adan; adansonii, An; anatoliaca, Ca; carnica, Cau; caucasica, Ce; cecropia, I; iberica, Lam; lamarckii, Lig; ligustica, Lit; litorea, Me; mellifera, Med; meda, Sahar; sahariensis, Scu; scutellata, Sic; sricula, Syr; syriaca, Tell; intermissa, Ye; yemenitica (Ruttner 1988).

Çizelge 2.2 Coğrafi bal arısı alttürlerinin listesi (Ruttner 1988)

Soy	Alttürler
A (Tropik Afrika)	<i>Apis mellifera lamarckii</i> , Cockerell (1906) <i>Apis mellifera yemenitica</i> , Ruttner (1975) <i>Apis mellifera litorea</i> , Smith (1961) <i>Apis mellifera scutellata</i> , Lepeletier (1836) <i>Apis mellifera adansonii</i> , Latreille (1804) <i>Apis mellifera monticola</i> , Smith (1961) <i>Apis mellifera capensis</i> , Escholtz (1821) <i>Apis mellifera unicolor</i> , Latreille (1804)
M (Batı Akdeniz)	a) Kuzey Afrika <i>Apis mellifera sahariensis</i> , Baldensperger (1924) <i>Apis mellifera intermissa</i> , Buttel-Reepen (1906) b) Batı Akdeniz ve Kuzey Avrupa <i>Apis mellifera iberica</i> , Goetze (1964) <i>Apis mellifera mellifera</i> , Linnaeus (1758)
C (Orta Akdeniz ve Güneydoğu Avrupa)	<i>Apis mellifera sicula</i> , Montagano (1911) <i>Apis mellifera ligustica</i> , Spinola (1806) <i>Apis mellifera cecropia</i> , Kiesenwetter (1860) <i>Apis mellifera macedonica</i> , Ruttner (1987) <i>Apis mellifera carnica</i> , Pollmann (1879)
O (Yakın Doğu)	<i>Apis mellifera anatoliaca</i> , Maa (1953) <i>Apis mellifera adami</i> , Ruttner (1975) <i>Apis mellifera cypria</i> , Pollmann (1879) <i>Apis mellifera syriaca</i> , Buttel-Reepen (1906) <i>Apis mellifera meda</i> , Skorikov (1929) <i>Apis mellifera caucasica</i> , Gorbachev (1916) <i>Apis mellifera armeniaca</i> , Skorikov (1929)

Morfometrik verilerin çok değişkenli istatistiksel analizine göre Küçük Asya, bal arısı alt türlerinin genetik merkezi konumundadır. Bu bölgedeki bal arısı ırkları arasında *A. m. anatoliaca*, *A. m. caucasica*, *A. m. meda* ve *A. m. syriaca* batı bal arısının bir dalını ("O" soyu) oluşturduğu görülmektedir (Ruttner 1988).



Şekil 2.2 Yakın Doğu bal arısı alttürlerinin dağılımı (Ruttner 1988). 1- Güneydoğu Anadolu; 2- Merkez İran; 3- Kuzeydoğu İran; 4- Hazar sahili; 5- Güney İran; 6- Irak.

2.2 Ekonomik Irklar

Farklı habitatlara adapte olmuş bal arısı alttürleri büyüklük, kışlama yeteneği, bal üretimi, sakinlik, parazit ve hastalıklara karşı direnç gibi birçok özellik bakımından farklılıklar gösterir (Ruttner 1988). Dünyada ekonomik ırklar olarak bilinen ve üzerinde en çok çalışılan ırklar Karniyol arısı (*Apis mellifera carnica*), İtalyan arısı (*Apis mellifera ligustica*), Avrupa Esmer Arısı (*Apis mellifera mellifera*) ve Kafkas arısı (*Apis mellifera caucasica*)'dır.

Karniyol arısı (*A. m. carnica*), adını Avusturya-İtalya sınırının güneyindeki Karnika bölgesinden almıştır. Viyana'dan Karpatlar'a kadar Tuna vadisi, Alp'lerin güneyinde Avusturya ve Dalmaçya sahili dahil tüm Yugoslavya'da dağılım göstermektedir. Koyu renkli, kıl örtüsü kısa, kübital indeksi yüksek, sakin bir mizaca sahip olma gibi özellikler sergiler. Mevsim koşullarına adaptasyonu yüksek olan bu alttür, kış mevsiminde küçük bir koloni oluşturarak uzun ve soğuk günlerde hayatta kalabilmektedir. İlkbahar gelişimi çok hızlıdır ve bal verimi yüksektir. Propolis kullanımı ve yağmacılık eğilimi düşüktür. Oğul verme eğilimi ise diğer ırklarla kıyaslandığında oldukça yüksektir (Ruttner 1988).

Ana vatanı İtalya olan İtalyan arısı (*A. m. ligustica*), tüm dünyada arıcılık faaliyetlerinde yaygın olarak kullanılmaktadır. İtalyan arısı çeşitli iklim koşullarına uyum sağlamıştır ve modern arıcılık için ihtiyaç duyulan iyi davranış özelliklerine sahiptir (Adam 1983). On dokuzuncu yüzyılda Almanya ve ardından ABD'ye götürülen İtalyan arısı arıcılar tarafından özellikle sarı renginden dolayı ilgi odağı olmuştur. Vücut kılları sarı renkte, kısa ve sıktır. Dili uzun, uysal ve yaşama gücü yüksektir. İtalyan arısı kışı güçlü kolonilerle çıkarır ve erken ilkbaharda hızla çoğalarak kalabalık bir popülasyon oluşturur (Ruttner 1988).

Avrupa Esmer Arısı (*A. m. mellifera*), en batıda Fransa ve en doğuda Rusya arasındaki tüm kuzey Avrupa'da yayılmıştır. II. Dünya Savaşı öncesi Avrupa bal arılarının morfolojisi ve biyolojisi hakkındaki bilgilerin büyük bir kısmı bu alttürden elde edilmiştir (Adam 1983, Ruttner 1988). Vücut büyük, kütikula rengi siyahtır. Uzun kıl örtüsüne ve düşük kübital indeks değerine sahiptir. Hırçınlık, oğul verme eğilimi ve kışlama yeteneği yüksek, bal verimi ise düşüktür. Koloniler, ilkbaharda yavaş gelişir ve genellikle yaz ve kış mevsiminde orta güçtedir (Ruttner 1988).

Kafkas arısı (*A. m. caucasica*), 100 yıldan daha uzun bir süredir arıcılık faaliyetlerinde kullanılmaktadır. Kafkasya'nın güney vadilerinde ve Maly Kavkaz'ın (Küçük Kafkasya) daha yüksek kesimlerinde, Karadeniz'in doğu kıyısı ile Gürcistan ve Azerbaycan'da

bulunmaktadır (Ruttner 1988). Kafkasya bölgesinden gelen ilk bal arısı, Pallas tarafından 1773'te *Apis remipes* olarak tanımlanmıştır. Remipes adı, Gerstaecker (1862) tarafından alttür olarak kullanılmıştır. Pollmann (1889), Kafkasya bölgesinden Almanya'ya ithal edilen arı kolonilerini "*A. m. caucasia*" olarak tanımlamıştır, ancak bu arıların kökeni bilinmediğinden hiç kullanılmamıştır. 1916 yılında gri Kafkas arısı Gorbachev tarafından bilimsel olarak "*A. m. caucasica*" olarak tanımlanmış ve bu isim arıcılıkta kullanılmaya başlanmıştır. Gorbachev (1916) tarafından yayınlanan haritada, Kafkas arısının yayıldığı alanlar, Kafkasya'nın batı ve güneybatı kısımlarından sıradağların doğu ucuna kadar yaklaşık 900 km'lik bir mesafe olarak gösterilmiştir. Güneybatıda ise Anadolu'nun Karadeniz kıyılarından Samsun'a kadar 600 km'lik mesafede Kafkas arısına benzer arıların bulunduğu belirtmiştir.

Kafkas arısı (*A. m. caucasica*) en uzun dilli bal arısı alt türü olarak bilinmesinin yanı sıra, sakin mizacı, düşük oğul verme eğilimi, yüksek bal verimi, fazla propolis kullanması ve güçlü koloni oluşturmasıyla tanınmaktadır (Karacaoğlu 1989, Genç ve Fıratlı 1999, Güler ve Kaftanoğlu 1999). Baharda yavaş gelişim gösterir ve yaz aylarında koloni performansı maksimum seviyeye ulaşır (Ruttner 1988).

Kafkas ve Karniyol arılarını birbirine olan benzerliklerinden dolayı ayırt etmek çok zordur. Uzun dilleri ve gri vücut örtüsü ile aynı boy ve ağırlıkta olan bu iki arı ırkından Kafkas arısının propolis kullanımının daha fazla olduğu Adam (1983) tarafından bildirilmiştir. Ayrıca Kafkas arısının kanat kübital indeks değeri Karniyol arısından daha düşüktür. Kafkas ve Karniyol arısı arasında birçok özellik bakımından farklılık olsa da biyometrik ve biyolojik ölçümler yapmadan ayırım yapmak çok zordur (Ruttner 1988).

2.3 Türkiye Bal Arısı Populasyonları

Türkiye, bulunduğu coğrafya, sahip olduğu bitki çeşitliliği ve uygun iklim koşulları ile önemli bir arıcılık ülkesidir. Türkiye'nin iklim koşulları ve topoğrafik yapısı bitki örtüsünün ve buna bağlı olarak bal arısı populasyonunun zengin olmasına olanak sağlamaktadır. Anadolu'da arıcılık eski bir gelenektir. Boğazköy kazılarında elde edilen belgelerde Anadolu'da hüküm sürmüş Hitit uygarlığının (MÖ 1300) yasalarında arıcılığın önemli bir zirai faaliyet olduğu anlaşılmaktadır (Ruttner 1988).

Bodenheimer (1942), Anadolu arılarının taksonomik sınıflandırmasını kapsamlı bir şekilde deneyen ilk kişidir. Farklı alttürleri yedi bölgeye ayırmıştır ve Kuzeydoğu'da Kafkas arısının (*A. m. caucasica*), Elazığ'da sarı Trans-Kafkas arısının (*A. m. remipes*) ve Orta Anadolu'da Orta Anadolu arısının bulunduğunu vurgulamıştır. Kalan üç tipi ise sırasıyla Anadolu arısı, Kafkas arısı, sarı Trans Kafkas arısı ve Suriye arısı arasındaki ara formlar olarak tanımlanmıştır. Maa (1953) tarafından yapılan taksonomik sınıflandırmada Anadolu arısının (*A. m. anatoliaca*) işçi arılarında skutellum ve abdominal tergitlerinin siyah renkte olduğunu, tibia ve basitarsusun geniş ve ön kanat uzunluğunun yaklaşık 10 mm olduğunu belirtmiştir.

Adam (1983) Batı, Kuzeydoğu, Güneydoğu ve Orta Anadolu'da dört alttür ve birçok ara form olduğunu belirtmiş ve Bodenheimer (1942)'in çalışmasına benzer sonuçlar bulmuştur. Kuzeydoğuda Kafkas arısı (*A. m. caucasica*) ve Güneydoğuda İran arısı (*A. m. meda*), Batı Anadolu'yu da içine alan geri kalan tüm bölgelerde Anadolu arısı (*A. m. anatoliaca*) olduğunu belirtmiştir. Mersin'de Suriye arısının bir ara formunun olduğunu vurgulamıştır.

Adam (1983) Anadolu arısını boyut ve renk bakımından benzer olan İtalyan arısı ile kıyaslamıştır. Anadolu arısının boyut olarak biraz daha büyük olduğunu, abdomen ve

metatarsusun daha geniş, ön kanatların daha ince, bacaklar ve kanatların vücut boyutuna göre daha kısa olduğunu bildirmiştir. Anadolu arısının sarı renkli olmakla birlikte tergitlerinde koyu lekeleri olduğunu, skutellumun donuk, koyu renkli ve kübital indeks değerinin daha düşük olduğunu bildirilmiştir.

Ruttner (1988) ise Kuzeydoğuda Kafkas arısı (*A. m. caucasica*), Güneydoğu'da İran arısı (*A. m. meda*) bulunduğunu, Anadolu arısının (*A. m. anatoliaca*) geriye kalan tüm bölgeleri kapsadığını bildirilmiştir. Ruttner (1988) Batı Anadolu'daki bal arısı populasyonlarının Anadolu arısının bir ekotipi olabileceğini belirtmiştir.

2.4 Kafkas Bal Arısı

Kafkasya'nın soğuk ikliminden köken alan Kafkas arısının doğal yayılma alanı Türkiye'de Kuzeydoğu Anadolu'ya kadar uzanmaktadır (Alpatov 1929, Ruttner 1988). Türkiye'nin yerli bal arısı ırkı olan Kafkas arısının özgün coğrafyasında korunması ve çoğaltılması gerek kamu (Tarım ve Orman Bakanlığı) gerekse özel (Macahel Arıcılık A.Ş.) kuruluşlarca yürütülmektedir. Ülkemizde Kafkas arısının morfolojik özelliklerini belirlemek ve tanımlamak amacıyla birçok çalışma yapılmıştır.

Orta Anadolu, gezginci arıcılığın yoğun olduğu Karadeniz Geçit Bölgesi ve Ardahan izole bölgeleri bal arısı ekotiplerinin morfolojik özelliklerinin belirlenmesi için yapılmış bir çalışmada, tergite genişliği ve rengi, keçe bant genişliği ve indeksi, kıl uzunluğu, kübital indeks, kanat boyutları ve indeksi, kanat çengeli sayısı, bacak uzunluğu, tarsal indeks ve dil uzunluğu gibi morfolojik özelliklerine ait değerler bakımından Ardahan izole bölgesi bal arılarının bir örneklik gösteren arılar olduğu ve bu bölge bal arılarının morfolojik özelliklerinin Kafkas Arısı (*A. m. caucasica*) için literatürde bildirilen sınırlar içinde olduğu ifade edilmiştir (Karacaoğlu ve Fıratlı 1994).

Güler (2001) Artvin İli Borçka İlçesi Camili yöresindeki bal arılarının 29 morfolojik zellikliini incelemiş ve bu arıların femur uzunluğu, 3. ve 4. tergite genişliği, mum salgı yüzeyi uzunluğu, kanat genişliği, arka bacak uzunluğu ve vücut büyüklüğünde önemli varyasyon belirlemiştir. Çalışma, yöre bal arısının Kafkas arı ırkının ekotipi olduğunu göstermiştir.

Kafkas arısı Posof ekotipinin Anadolu bal arısı (*A. m. anatoliaca*) ekotiplerinden (Kırşehir, Beypazarı, Eskişehir ve ankırı) 32 morfolojik özellik bakımından farklılıklarını ortaya çıkaran bir araştırmada Kafkas arısının Anadolu arısı ekotiplerinden tamamen farklı bir küme oluşturduğu gözlenmiştir (Gençer ve Fıratlı 1999). Bir başka çalışmada ise (Güler ve Kaftanoğlu 1999) Kafkas arısı ve Anadolu arısı-Muğla ekotipinin Türkiye’deki diğer popülasyonlara göre daha iri vücutlu oldukları belirtilmiştir. Artvin ve Ardahan illerinde bal arılarının (*Apis mellifera* L.), morfolojik yapılarını belirlemek ve tanımlamak amacıyla yürütülen bir çalışmada (Güler vd. 2002) ise bölgenin Kafkas arı ırkının (*A. m. caucasica*) farklı ekotiplerine sahip olabileceği belirtilmiştir.

Batı Karadeniz (Yığılca), Orta Karadeniz (Korgan) ve Doğu Karadeniz (Camili) bal arılarının karşılaştırıldığı bir çalışmada (Günbey ve Gençer 2020), Kafkas ırkının kıl uzunluğu ve metatarsus indeksi bakımından en yüksek değerleri gösterdiği, bu genotiplerin diskriminant analizinde st üste çakışmayan 3 ayrı küme oluşturduğu saptanmıştır. Korgan bal arılarının, Camili (Kafkas) bal arılarına Yığılca bal arılarına göre daha yakın olduğu bulunmuştur.

Bu araştırmanın bal arısı örneklerinin toplandığı Ardahan ili, Türkiye’nin kuzeydoğusunda Doğu Anadolu Bölgesi’nde ve kısmen Doğu Karadeniz’de yer almaktadır ve Gürcistan’a sınırdır. Batısında Artvin, güneybatısında Erzurum, güneyinde Kars illeri ile komşudur. Ardahan, Doğu Anadolu Bölgesi’ne özgü doğal yapısı ve ikliminin yanında Doğu Karadeniz Bölgesi’nin topografyasını, iklimini ve bitki örtüsünü de barındırmaktadır. İlin orta kesimindeki yüksek düzlükler, Ardahan Platosu olarak adlandırılır. Bu platonun deniz seviyesinden yüksekliliği 1800-2000 m arasında değişir.

Genellikle karasal iklim egemendir ve kışlar uzun, sert ve bol kar yağışlıdır. İlin batı ve kuzeyi daha çok Karadeniz iklimi özellikleri gösterir. İlin Batı ve kuzey bölümleri (örneğin Posof ilçesi) Artvin'e komşudur ve ormanlık alan ve çalılar bakımından zengindir. Ardahan'ın güney kesimleri ise daha çok çayır ve meralardan oluşur. Göle ovası Türkiye'nin kışı en soğuk geçen yerlerinden birisidir (Anonim 2020). Posof İlçesinde ise Doğu Karadeniz ikliminin etkisi görülür. Bu nedenle kış ayları yağışlı ve nispeten daha ılıman, yazlar ise sıcaktır. Neredeyse her mevsimde yağış görülen Posof'un etrafı dağlarla çevrilidir ve rakımı ortalama 1500 m'dir. (Anonim 2020).

Ardahan ili sanayileşmeden etkilenmemiş, düşük nüfus yoğunluklu, turizm ve hizmet sektörlerinin gelişmemiş olduğu kısmen izole bir alandır. Bölgenin ana geçim kaynağını hayvancılık faaliyetleri oluşturmaktadır. Ardahan ili Kafkas arı ırkının gen merkezi olması nedeniyle Türkiye arıcılığı için özel bir yere sahiptir. Ardahan'ın arıcılık bakımından değeri nişanesi olarak her yıl Ağustos ayında "Geleneksel Ardahan Bal Festivali" düzenlenmektedir (Anonim 2012). Bunun yanı sıra Tarım ve Orman Bakanlığına bağlı olarak Ardahan Merkez'de Kafkas Arısı Üretim, Eğitim ve Gen Merkezi Müdürlüğü tesis edilmiştir.

Bu tez çalışmasının iki amacı vardır. Bu amaçlarda biri, 2005 yılında Kafkas arısının doğal yayılma alanı içinde yer alan Ardahan'ın çeşitli yörelerinden (Ardahan-Merkez, Çıldır, Hanak, Göle, Posof, Damal) ve Tarım ve Orman Bakanlığı'na bağlı Kafkas Arısı Üretim, Eğitim ve Gen Merkezi Müdürlüğü kolonilerinden örneklenmiş işçi arıların morfolojik özelliklerini tanımlamaktır. Tez çalışmasının diğer amacı ise 2016 yılında Kafkas Arısı Üretim, Eğitim ve Gen Merkezi Müdürlüğü (Ardahan Merkez ve Posof) ve Macahel A.Ş. (Posof) arılıklarından örneklenmiş (toplam 3 işletme) işçi arıların morfolojik özelliklerini belirleyerek 2005 yılı örnekleri ile karşılaştırmak, böylece yaklaşık 10 yıllık süreçte Ardahan yöresindeki Kafkas arısının morfolojik özelliklerinde değişiklik olup olmadığını saptamaktır.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1 Materyal

3.1.1 İşçi arı örnekleri

Araştırmanın materyalini 2 farklı yılda (2005 ve 2016) toplanmış işçi arı örnekleri oluşturmaktadır. İlk örnekleme 2005 yılında yapılmıştır. Bu örneklemede Ardahan'ın Merkez, Çıldır, Hanak, Göle, Posof ve Damal ilçelerinin köylerinden 73 bal arısı kolonisi ve Tarım ve Orman Bakanlığı'nın Ardahan'da bulunan Kafkas Arısı Üretim, Eğitim ve Gen Merkezi Müdürlüğü (KGM) stokundan 49 koloni olmak üzere toplam 122 koloniye ait işçi arı örnekleri alınmıştır. İkinci örnekleme ise 2016 yılında yapılmıştır. İkinci örneklemede; Kafkas Arısı Üretim, Eğitim ve Gen Merkezi'nin Ardahan'daki arılığında 30, Posof'taki arılığında 15 ve Macahel A.Ş.'nin Posof'taki arılığında 15 koloni olmak üzere toplam 60 koloninin işçi arı örnekleri alınmıştır. Böylece, Ardahan-Merkez ve Posof bal arıları yaklaşık 10 yıl ara ile 2 kez örneklendirilmiştir. İşçi arı örnekleri %70 etil alkol içeren 50 mililitrelik cam kavanozlarda muhafaza edilmiştir. İşçi arı örneklerinin alındığı yıl, yöre ve koloni sayıları Çizelge 3.1'de işletmelerin coğrafi koordinatları Çizelge 3.2'de ve harita üzerindeki konumları Şekil 3.1'de sunulmuştur.

Çizelge 3.1 2005 ve 2016 yıllarında Kafkas arısı örneklerinin alındığı yöreler ve koloni sayıları

Yıl	Yöre	Koloni Sayısı
2005	Kafkas Gen Merkezi-Ardahan	49
	Ardahan-Merkez	28
	Çıldır	7
	Hanak	10
	Göle	9
	Posof	10
	Damal	9
2016	Kafkas Gen Merkezi-Ardahan	30
	Kafkas Gen Merkezi-Posof	15
	Macahel A.Ş-Posof	15
	TOPLAM	182

Çizelge 3.2 Örnek alınan yörelerin coğrafi koordinatları

İşletme	Rakım (m)	Coğrafi Koordinatlar
Kafkas Gen Merkezi-Ardahan	1790	41°07'22" N ve 42°41'22" E
Ardahan-Merkez	1814	41°06'05" N ve 42°39'48" E
Çıldır	1846	41°12'23" N ve 43°08'10" E
Hanak	1930	41°14'41" N ve 42°46'13" E
Göle	2044	40°53'38" N ve 42°31'44" E
Damal	2250	41°15'30" N ve 42°48'30" E
Posof	1680	41°35'33" N ve 42°44'18" E
Kafkas Gen Merkezi-Posof	1500	41°34'47" N ve 42°49'10" E
Macahel AŞ-Posof	1250	41°34'46" N ve 42°49'14" E



Şekil 3.1 Örnek toplanan yörelerin harita üzerinde konumları

3.2 Yöntem

Tez çalışması, A. Ü. Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü, Bal Arısı ve Arıcılık Araştırma ve Uygulama Birimi'nin laboratuvarında yürütülmüştür. Cam kavanozlarda muhafaza edilen işçi arılarda morfolojik özelliklerin belirlenmesi için diseksiyon ve preparat hazırlama işlemleri yapılmıştır. Her bir koloniden (örnek) 20 işçi arının morfolojik özellikleri ölçülmüştür. Bir slayt çerçevesine 10 işçi arının sağ ön kanadı, diğer bir slayt çerçevesine aynı 10 işçi arının sağ arka bacağı yerleştirilmiştir. Böylece bir örnek (koloni) için 4 slayt çerçevesi kullanılmıştır. Slayt çerçevelerine yerleştirilmiş ön kanat ve arka bacakların makroskop (Leica Z16APO), kamera (DFC390), bilgisayar ve yazılımdan

(Leica Application Suite, Version 3.4.0) oluşan görüntüleme sistemi yardımıyla fotoğrafları çekilerek kaydedilmiştir.

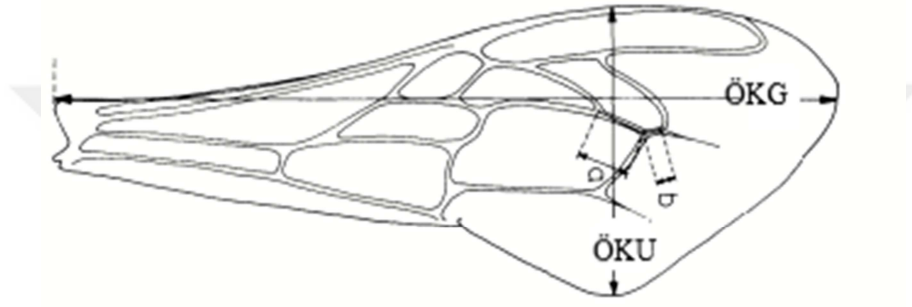
3.2.1 Klasik morfometri

İşçi arıların sağ ön kanat uzunluğu (ÖKU), sağ ön kanat genişliği (ÖKG), femur uzunluğu (FU), tibia uzunluğu (TU), basitarsus uzunluğu (BtU) basitarsus genişliği (BtG) olmak üzere 6 birincil morfolojik özelliği ölçülmüş ve bu özellik ölçümlelerinden hesaplanmış sağ ön kanat indeksi (ÖKİ), basitarsus indeksi (Btİ) ve arka bacak uzunluğu (ABU) ikincil özellikleri ile birlikte 9 özelliğe ait değerler elde edilmiştir. Ayrıca, işçi arıların sağ ön kanatlarında A4, B4, D7, E9, G18, J10, J16, K19, L13, N23 ve O26 olmak üzere 11 kanat damar açısı ölçümü yapılmıştır (Çizelge 3.3).

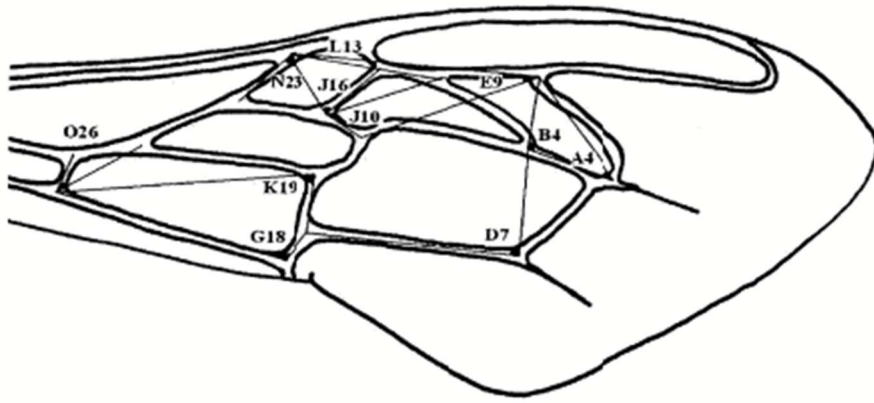
Çizelge 3.3. Araştırmada ölçülen klasik morfolojik özellikler ve kodları

Sıra No	Özellik Kodu	Özellik Adı
1	ÖKU	Ön Kanat Uzunluğu (mm)
2	ÖKG	Ön Kanat Genişliği(mm)
3	ÖKİ	Kanat İndeksi
4	FU	Femur Uzunluğu(mm)
5	TU	Tibia Uzunluğu(mm)
6	BtU	Basitarsus Uzunluğu(mm)
7	BtG	Basitarsus Genişliği(mm)
8	Btİ	Basitarsus İndeksi(mm)
9	ABU	Arka Bacak Uzunluğu(mm)
10	A4	A4 Kanat Damar Açısı (°)
11	B4	B4 Kanat Damar Açısı (°)
12	D7	D7 Kanat Damar Açısı (°)
13	E9	E9 Kanat Damar Açısı (°)
14	G18	G18 Kanat Damar Açısı (°)
15	J10	J10 Kanat Damar Açısı (°)
16	J16	J16 Kanat Damar Açısı (°)
17	K19	K19 Kanat Damar Açısı (°)
18	L13	L13 Kanat Damar Açısı (°)
19	N23	N23 Kanat Damar Açısı (°)
20	O26	O26 Kanat Damar Açısı (°)

Ön kanat uzunluğu ve genişliğini belirlemek amacıyla işçi arıların sağ ön kanadı, göğüs ile birleştiği yerden forseps yardımıyla ayrılarak slayt çerçevesine yerleştirilmiştir. Ön kanata uzunluk ve genişliği 10X büyütme ile ölçülmüştür. Ön kanat uzunluğu (ÖKU), ön kanadın toraks ile birleştiği yerden kanat ucuna kadar olan uzaklık; ön kanat genişliği ise (ÖKG) ön kanadın enine en geniş olduğu yerdeki uç noktalar arasındaki uzaklık olarak ölçülmüştür. Kanat indeksi ise $\text{ÖKI} = (\text{ÖKU} / \text{ÖKG}) \times 100$ eşitliği ile hesaplanmıştır (Şekil 3.2).

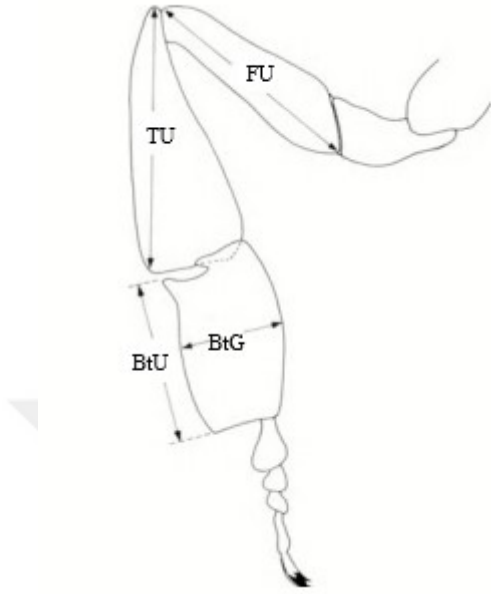


Şekil 3.2 İşçi arının ön kanadı. ÖKU: ön kanat unluğu; ÖKG: ön kanat genişliği; a:kübital hücrenin a damar uzunluğu; b: kübital hücrenin b damar uzunluğu.



Şekil 3.3 İşçi arı ön kanat damar açıları

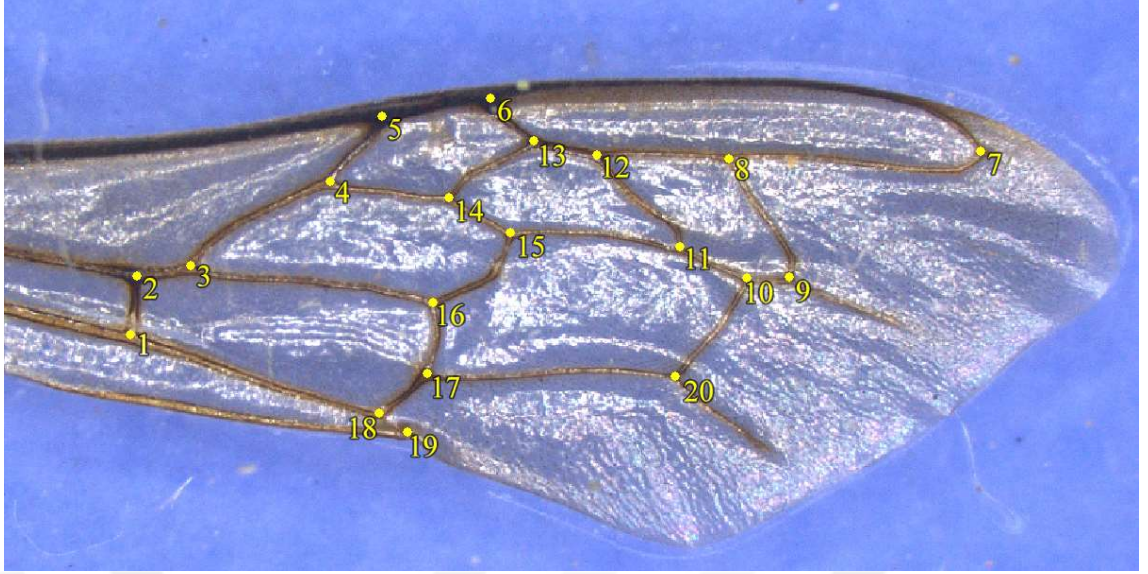
Arka bacak uzunluğunu oluşturan femur, tibia ve basitarsus uzunlukları ile basitarsus genişliği stereomikroskop altında 10X büyütme ile ölçülmüştür (Şekil 3.4).



Şekil 3.4 İşçi arının arka bacak eklemleri FU: femur uzunluğu; TU: tibia uzunluğu; BtG: basitarsus genişliği; BtU: basitarsus uzunluğu

3.2.2 Geometrik morfometri

Geometrik morfometri analizi için 182 koloniden 3640 işçi arının sağ ön kanatları kullanılmıştır. Sağ ön kanat üzerinde 20 damar nirengi noktası (landmark) analiz edilmiştir (Şekil 3.5). TPS yazılımları kullanılarak kanat damar kesişim noktalarının kartezyen koordinatları elde edilmiştir. Kanat damar kesişim noktalarının koordinatlarının kaydedileceği dosyalar tpsUtil (1.70 × 64) yazılımı ile oluşturulmuştur. Ardından tpsDIG2 (2.26) yazılımı aracılığı ile kanat damar kesişim noktaları işaretlenmiştir. Her bir koloni için oluşturulmuş TPS dosyaları işlenerek kanat damarları kesişim noktalarının koordinatları tek dosyada bir araya getirilmiştir.



Şekil 3.5 Sağ ön kanatta işaretlenmiş damar nirengi noktaları

3.2.3 İstatistik analizler

Araştırmada; 2005 yılında KGM-Ardahan, Ardahan-Merkez, Çıldır, Hanak, Göle, Damal ve Posof'tan ve 2016 yılında KGM-Ardahan, KGM-Posof ve Macahel A.Ş-Posof'tan örneklenmiş 182 koloninin klasik ve geometrik morfometri özellikleri ölçülmüştür. İstatistik analizde önce 10 grubun (KGM-Ardahan-2005, Ardahan-Merkez-2005, Çıldır-2005, Hanak-2005, Göle-2005, Damal-2005, KGM-Ardahan-2016, KGM-Posof-2016, Macahel A.Ş-Posof-2016) klasik morfolojik özellikleri tanımlanmış ve her bir klasik morfolojik özellik bakımından gruplar karşılaştırılmıştır. Grupların klasik morfolojik özellikler bakımından karşılaştırılmasında tek yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmış, hangi gruplar arasındaki farkın istatistik önemli olduğunun belirlenmesinde Duncan çoklu karşılaştırma testi kullanılmıştır. Klasik morfolojik özelliklerin çok değişkenli istatistik analizi (diskriminant analizi) için her kolonide 20 işçi arının bireysel ölçüm değerlerinin ortalamaları hesaplanmış, diskriminant analizinde koloni ortalamalarından oluşan klasik morfometri veri seti kullanılmıştır. Klasik morfolojik özelliklerin diskriminant analizi IBM SPSS Statistics 20 paket programında gerçekleştirilmiştir.

Geometrik morfometri analizlerinde TPS dosyalarına kaydedilmiş kanat nirengi noktalarının kartezyen koordinatları MorphoJ (1.07a) programı ile üst üste çakıştırılmış (süperimpozisyon) ve her bir kanadın procrustes koordinatları MorphoJ programından Excel dosyasına aktarılmıştır. Ardından her koloni için procrustes koordinatlarının ortalaması hesaplanarak geometrik morfometri veri seti oluşturulmuştur. Geometrik morfometri veri seti SPSS Statistics 20 paket programına aktarılmış ve klasik morfolojik özellikler veri setinde olduğu gibi geometrik morfometri verisine (procrustes koordinatları) diskriminant analizi uygulanmıştır.



4. ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1 Klasik Morfometri Bulguları

Çalışmada; 2005 yılında KGM-Ardahan, Ardahan-Merkez, Çıldır, Hanak, Göle, Damal ve Posof'tan örneklenmiş 122 koloni ve 2016 yılında KGM-Ardahan, KGM-Posof ve Macahel AŞ-Posof'tan örneklenmiş 60 koloniden (toplam 182 koloni) 3640 işçi arıda 20 klasik morfolojik özellik ölçülmüştür.

İki farklı yılda örneklenmiş 182 koloniden 20'şer işçi arının 20 klasik morfometri değişkenine göre işletmelerin tanımlaması ve karşılaştırılması yapılmıştır (Çizelge 4.1). Tek değişkenli varyans analizine göre (ANOVA) bu özelliklerin tümünde en az 2 grubun ortalaması arasındaki fark önemli bulunmuştur ($P < 0.001$).

Ön kanat uzunluğu bakımından en yüksek ortalama değer (9.25 ± 0.012 mm) Göle (2005) en düşük ortalama değer (9.13 ± 0.008 mm) Macahel AŞ-Posof (2005) işletmelerinden alınan örneklerde saptanmıştır. Ön kanat genişliği en yüksek ortalama değer (3.22 ± 0.004 mm) KGM-Posof (2016) işletmesi örneklerinde, en düşük ortalama değer (3.15 ± 0.008 mm) Çıldır (2005) örneklerinde belirlenmiştir. Ön kanat indeksinin en yüksek ortalama değeri (120.15 ± 0.225 mm) KGM-Posof (2016) işletmesi örneklerinde iken en düşük ortalama değer (115.70 ± 0.243 mm) Damal (2005) örneklerinde gözlenmiştir.

Femur uzunluğu bakımından en yüksek ortalama değeri (2.73 ± 0.005 mm) Damal (2005) örnekleri, en düşük ortalama değeri (2.65 ± 0.005 mm) Macahel AŞ-Posof (2016) işletmesi örnekleri göstermiştir. Tibia uzunluğu en düşük (3.04 ± 0.008 mm) Çıldır (2005), en yüksek ise (3.20 ± 0.004 mm) KGM-Posof (2016) örneklerinde saptanmıştır. Basitarsus uzunluğu ve genişliği bakımından en yüksek ortalama değerler sırasıyla 2.15 ± 0.006 mm ile Posof (2005) ve 1.22 ± 0.003 mm ile Damal (2005)'tir. En düşük ortalama

değerler ise sırasıyla 2.08 ± 0.004 mm ile Macahel AŞ-Posof (2016) ve 1.19 ± 0.003 mm ile Çıldır (2005)'dir. Basitarsus indeksi en yüksek değer 57.98 ± 0.185 mm ile Damal (2005) ve en düşük değer 55.68 ± 0.183 mm ile Posof (2005) işletmelerinden alınmış örneklerle aittir. Ardahan bal arısı popülasyonlarında ölçülmüş tüm klasik morfolojik özelliklere (mm) ilişkin tanımlayıcı değerler (ortalama ve standart hata) ve Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.1'de, klasik morfolojik özellikler arası korelasyonlar Çizelge 4.2'de sunulmuştur.

Çizelge 4.1 Farklı yöre ve yıllarda örneklenmiş Kafkas ırkı kolonilerin işçi arılarının morfolojik özelliklerine ilişkin tanımlayıcı değerler (ortalama $\pm$ standart hata, n= koloni sayısı)

Özellik*	KGM-Ardahan (2005) (n=488)	Ardahan-Merkez (2005) (n=276)	Çıldır (2005) (n=70)	Hanak (2005) (n=100)	Göle (2005) (n=88)	Damal (2005) (n=89)	Posof (2005) (n=100)	KGM-Ardahan (2016) (n=300)	KGM-Posof (2016) (n=150)	Macahel AŞ- Posof (2016) (n=150)	Genel (n=1811)
ÖKU (mm)	9.24 $\pm$ 0.005 a	9.21 $\pm$ 0.006 b	9.18 $\pm$ 0.013 bc	9.19 $\pm$ 0.010 bc	9.25 $\pm$ 0.012 a	9.19 $\pm$ 0.013 b	9.21 $\pm$ 0.011 b	9.16 $\pm$ 0.006 c	9.20 $\pm$ 0.008 b	9.13 $\pm$ 0.008 d	9.20 $\pm$ 0.003
ÖKG (mm)	3.19 $\pm$ 0.003 c	3.20 $\pm$ 0.003 bc	3.15 $\pm$ 0.008 g	3.17 $\pm$ 0.005 ef	3.17 $\pm$ 0.006 def	3.16 $\pm$ 0.006 f	3.18 $\pm$ 0.005 cde	3.21 $\pm$ 0.003 ab	3.22 $\pm$ 0.004 a	3.19 $\pm$ 0.005 cd	3.19 $\pm$ 0.001
ÖKİ	117.17 $\pm$ 0.117 bc	117.53 $\pm$ 0.165 b	116.34 $\pm$ 0.309 de	116.95 $\pm$ 0.222 bcd	117.14 $\pm$ 0.301 bc	115.70 $\pm$ 0.243 e	116.56 $\pm$ 0.231 cd	119.80 $\pm$ 0.184 a	120.15 $\pm$ 0.225 a	119.99 $\pm$ 0.277 a	117.99 $\pm$ 0.069
FU (mm)	2.72 $\pm$ 0.002 ab	2.72 $\pm$ 0.003 ab	2.71 $\pm$ 0.005 c	2.71 $\pm$ 0.004 bc	2.71 $\pm$ 0.005 bc	2.73 $\pm$ 0.005 a	2.73 $\pm$ 0.004 a	2.68 $\pm$ 0.003 d	2.68 $\pm$ 0.004 d	2.65 $\pm$ 0.005 e	2.71 $\pm$ 0.001
TU (mm)	3.17 $\pm$ 0.003 b	3.17 $\pm$ 0.003 b	3.04 $\pm$ 0.008 f	3.15 $\pm$ 0.005 c	3.13 $\pm$ 0.006 d	3.07 $\pm$ 0.009 e	3.17 $\pm$ 0.005 b	3.16 $\pm$ 0.003 b	3.20 $\pm$ 0.004 a	3.19 $\pm$ 0.004 a	3.16 $\pm$ 0.001
BtU (mm)	2.13 $\pm$ 0.002 bc	2.14 $\pm$ 0.003 b	2.09 $\pm$ 0.006 de	2.12 $\pm$ 0.004 c	2.14 $\pm$ 0.006 bc	2.10 $\pm$ 0.006 d	2.15 $\pm$ 0.006 a	2.09 $\pm$ 0.003 de	2.10 $\pm$ 0.004 d	2.08 $\pm$ 0.004 e	2.12 $\pm$ 0.001
BtG (mm)	1.20 $\pm$ 0.001 cd	1.21 $\pm$ 0.002 bc	1.19 $\pm$ 0.003 f	1.21 $\pm$ 0.003 bc	1.21 $\pm$ 0.004 ab	1.22 $\pm$ 0.003 a	1.20 $\pm$ 0.002 de	1.19 $\pm$ 0.002 ef	1.19 $\pm$ 0.002 ef	1.19 $\pm$ 0.002 ef	1.20 $\pm$ 0.001
Btİ	56.54 $\pm$ 0.065 bc	56.43 $\pm$ 0.106 e	56.80 $\pm$ 0.200 cde	56.90 $\pm$ 0.135 bcd	56.81 $\pm$ 0.207 cde	57.98 $\pm$ 0.185 a	55.68 $\pm$ 0.183 f	57.11 $\pm$ 0.100 de	56.63 $\pm$ 0.153 de	57.30 $\pm$ 0.128 b	56.75 $\pm$ 0.040
ABU (mm)	8.02 $\pm$ 0.006 b	8.03 $\pm$ 0.007 ab	7.84 $\pm$ 0.014 f	7.98 $\pm$ 0.011 c	7.97 $\pm$ 0.014 d	7.90 $\pm$ 0.016 e	8.05 $\pm$ 0.012 a	7.93 $\pm$ 0.007 d	7.98 $\pm$ 0.010 c	7.94 $\pm$ 0.009 d	7.98 $\pm$ 0.003
A4 (°)	35.41 $\pm$ 0.016 cd	35.45 $\pm$ 0.020 ab	34.64 $\pm$ 0.202 c	35.38 $\pm$ 0.033 ab	35.31 $\pm$ 0.066 c	35.64 $\pm$ 0.116 a	35.42 $\pm$ 0.031 ab	34.82 $\pm$ 0.077 c	34.67 $\pm$ 0.127 c	34.29 $\pm$ 0.143 d	35.14 $\pm$ 0.025
B4 (°)	98.46 $\pm$ 0.022 b	98.42 $\pm$ 0.049 b	97.48 $\pm$ 0.458 c	98.55 $\pm$ 0.50 b	98.44 $\pm$ 0.128 b	97.35 $\pm$ 0.348 c	98.50 $\pm$ 0.026 b	99.82 $\pm$ 0.177 a	99.75 $\pm$ 0.299 a	98.56 $\pm$ 0.357 b	98.71 $\pm$ 0.058
D7(°)	103.44 $\pm$ 0.021 ab	103.41 $\pm$ 0.017 ab	102.52 $\pm$ 0.302 d	103.25 $\pm$ 0.080 b	103.25 $\pm$ 0.122 b	102.77 $\pm$ 0.144 c	103.27 $\pm$ 0.102 b	103.57 $\pm$ 0.055 a	103.53 $\pm$ 0.044 a	103.37 $\pm$ 0.090 ab	103.36 $\pm$ 0.022
E9 (°)	20.34 $\pm$ 0.055 b	19.99 $\pm$ 0.069 cd	19.72 $\pm$ 0.124 de	20.12 $\pm$ 0.115 bc	19.98 $\pm$ 0.132 cd	19.66 $\pm$ 0.108 e	20.13 $\pm$ 0.113 bc	20.43 $\pm$ 0.067 b	20.73 $\pm$ 0.096 a	20.32 $\pm$ 0.096 b	20.23 $\pm$ 0.028
G18 (°)	96.46 $\pm$ 0.018 a	96.45 $\pm$ 0.018 a	94.39 $\pm$ 0.291 b	96.40 $\pm$ 0.056 a	96.44 $\pm$ 0.028 a	96.39 $\pm$ 0.061 a	96.47 $\pm$ 0.028 a	96.46 $\pm$ 0.048 a	96.42 $\pm$ 0.066 a	96.51 $\pm$ 0.064 a	96.37 $\pm$ 0.020
J10 (°)	55.47 $\pm$ 0.013 a	55.47 $\pm$ 0.016 a	55.22 $\pm$ 0.337 b	55.49 $\pm$ 0.028 a	55.46 $\pm$ 0.034 a	55.56 $\pm$ 0.070 a	55.46 $\pm$ 0.036 a	55.37 $\pm$ 0.048 ab	55.49 $\pm$ 0.039 a	55.52 $\pm$ 0.028 a	55.45 $\pm$ 0.017
J16 (°)	88.47 $\pm$ 0.012 a	88.48 $\pm$ 0.018 a	88.00 $\pm$ 0.194 b	88.46 $\pm$ 0.031 a	88.47 $\pm$ 0.029 a	88.55 $\pm$ 0.034 a	88.49 $\pm$ 0.032 a	88.54 $\pm$ 0.022 a	88.57 $\pm$ 0.059 a	88.48 $\pm$ 0.021 a	88.48 $\pm$ 0.011
K19 (°)	77.48 $\pm$ 0.020 ab	77.49 $\pm$ 0.018 ab	77.49 $\pm$ 0.190 ab	77.50 $\pm$ 0.028 ab	77.49 $\pm$ 0.034 ab	77.40 $\pm$ 0.056 b	77.46 $\pm$ 0.029 ab	77.51 $\pm$ 0.017 ab	77.56 $\pm$ 0.023 a	77.56 $\pm$ 0.023 a	77.50 $\pm$ 0.011
L13 (°)	15.44 $\pm$ 0.017 bc	15.44 $\pm$ 0.017 bc	15.58 $\pm$ 0.099 a	15.43 $\pm$ 0.029 bc	15.39 $\pm$ 0.030 c	15.48 $\pm$ 0.028 bc	15.49 $\pm$ 0.027 ab	15.47 $\pm$ 0.018 bc	15.50 $\pm$ 0.035 ab	15.51 $\pm$ 0.022 ab	15.46 $\pm$ 0.008
N23 (°)	86.52 $\pm$ 0.016 a	86.48 $\pm$ 0.016 a	86.15 $\pm$ 0.154 d	86.46 $\pm$ 0.026 ab	86.44 $\pm$ 0.032 abc	86.32 $\pm$ 0.049 c	86.35 $\pm$ 0.092 bc	86.51 $\pm$ 0.020 a	86.49 $\pm$ 0.023 a	86.49 $\pm$ 0.023 a	86.47 $\pm$ 0.011
O26 (°)	36.50 $\pm$ 0.014 b	36.51 $\pm$ 0.018 b	37.22 $\pm$ 0.336 a	36.51 $\pm$ 0.029 b	36.50 $\pm$ 0.033 b	36.46 $\pm$ 0.094 b	36.50 $\pm$ 0.031 b	36.52 $\pm$ 0.018 b	36.51 $\pm$ 0.022 b	36.56 $\pm$ 0.024 b	36.54 $\pm$ 0.017

* Ölçü birimi mm'dir. Duncan çoklu karşılaştırma testine göre aynı satırda farklı harfler (a, b, c, d) ile belirtilmiş ortalamalar arasındaki farklar önemlidir.

Çizelge 4.2 Farklı yöre ve yıllarda örneklenmiş Kafkas ırkı kolonilerin işçi arılarının morfolojik özelliklerine ait korelasyon matrisi

	ÖKU (mm)	ÖKG (mm)	ÖKİ	FU (mm)	TU (mm)	BstU (mm)	BstG (mm)	Bstİ	ABU (mm)	A4 (°)	B4 (°)	D7 (°)	E9 (°)	G18 (°)	J10 (°)	J16 (°)	K19 (°)	L13 (°)	N23 (°)	O26 (°)
ÖKU (mm)	1.000																			
ÖKG (mm)	0.642	1.000																		
ÖKİ	0.412	0.696	1.000																	
FU(mm)	0.149	0.148	-0.605	1.000																
TU(mm)	0.291	0.192	-0.311	0.649	1.000															
BstU(mm)	0.160	0.063	-0.277	0.462	0.516	1.000														
BstG (mm)	0.180	0.179	-0.185	0.457	0.426	0.370	1.000													
Bstİ	0.032	0.114	0.072	0.021	-0.053	-0.524	0.596	1.000												
ABU (mm)	0.249	0.164	-0.459	0.823	0.889	0.785	0.498	-0.221	1.000											
A4(°)	-0.181	-0.027	-0.104	0.106	-0.127	-0.145	0.018	0.142	-0.080	1.000										
B4(°)	0.092	0.002	0.024	-0.036	0.160	0.134	-0.027	-0.143	0.115	-0.352	1.000									
D7(°)	0.107	0.093	0.057	0.023	0.127	0.073	-0.059	-0.117	0.094	0.079	0.452	1.000								
E9(°)	-0.156	-0.084	-0.094	0.036	0.048	-0.040	-0.038	-0.003	0.019	-0.064	0.282	-0.035	1.000							
G18(°)	-0.046	0.047	0.039	-0.004	-0.175	-0.069	0.011	0.066	-0.109	0.086	-0.054	0.061	0.018	1.000						
J10(°)	-0.075	0.024	0.011	0.013	-0.142	-0.151	-0.046	0.090	-0.120	0.196	-0.258	-0.268	0.005	0.143	1.000					
J16(°)	-0.137	-0.119	-0.052	-0.057	-0.162	-0.063	-0.065	-0.007	-0.119	0.049	-0.067	0.065	0.034	0.523	-0.043	1.000				
K19(°)	-0.159	-0.138	-0.099	-0.012	-0.040	0.021	-0.046	-0.060	-0.013	0.032	-0.070	-0.121	-0.001	0.196	-0.090	0.225	1.000			
L13(°)	0.035	0.136	0.080	0.034	0.029	0.098	0.077	-0.012	0.062	-0.012	-0.013	-0.023	0.087	0.089	0.047	0.173	0.003	1.000		
N23(°)	0.024	-0.043	-0.011	-0.030	0.020	-0.080	-0.007	0.063	-0.031	-0.009	-0.062	-0.242	-0.025	-0.063	0.265	-0.204	-0.144	-0.244	1.000	
O26(°)	-0.049	-0.173	-0.152	0.022	0.189	-0.040	-0.020	0.019	0.081	-0.065	-0.149	-0.281	0.067	-0.431	0.112	-0.328	0.022	-0.102	0.346	1.000

Bazı özellikler arasında negatif veya pozitif önemli ($P<0.01$) ilişkiler bulunmaktadır (Çizelge 4.2). Korelasyon matrisi incelendiğinde ÖKU ve ÖKG arasında $r = 0.642$ ($P<0.001$), ABU ve FU arasında $r = 0.889$ ($P<0.001$), J16 ile G18 arasında $r = 0.524$ ($P<0.001$), ÖKU ve ÖKİ arasında $r = 0.412$ ($P<0.001$), BtU ile TU arasında $r = 0.516$ ($P<0.001$) önemli pozitif ilişkiler saptanmıştır. A4 ve B4 damar açıları arasında ise önemli negatif ilişki ($r = -0.352$, $P<0.001$) bulunmuştur.

Klasik morfolojik özelliklerin veri seti, özellikler arasındaki korelasyonları ve birlikte değişimlerini dikkate alarak örneklerin doğru ayırım ve sınıflandırmasını sağlayan çok değişkenli istatistik analiz yöntemlerinden diskriminant analizi ile analiz edilmiştir. İki farklı yılda örneklenmiş 182 koloninin klasik morfolojik özelliklerine ait ortalama değerlere uygulanan diskriminant analizinden elde edilmiş kanonik diskriminant fonksiyonları Çizelge 4.3'te sunulmuştur. Analize giren 9 fonksiyondan birincisi toplam varyansın % 55.7'sini, ikincisi %26.3'ünü, üçüncüsü % 6.7'sini oluşturmaktadır. İlk iki fonksiyonun toplam varyans içindeki payı % 82 iken, diğer 7 fonksiyonun payı %18'dir.

Çizelge 4.3 Klasik morfometri veri setine uygulanmış diskriminant analizinden elde edilen kanonik diskriminant fonksiyonlarına ilişkin değerler

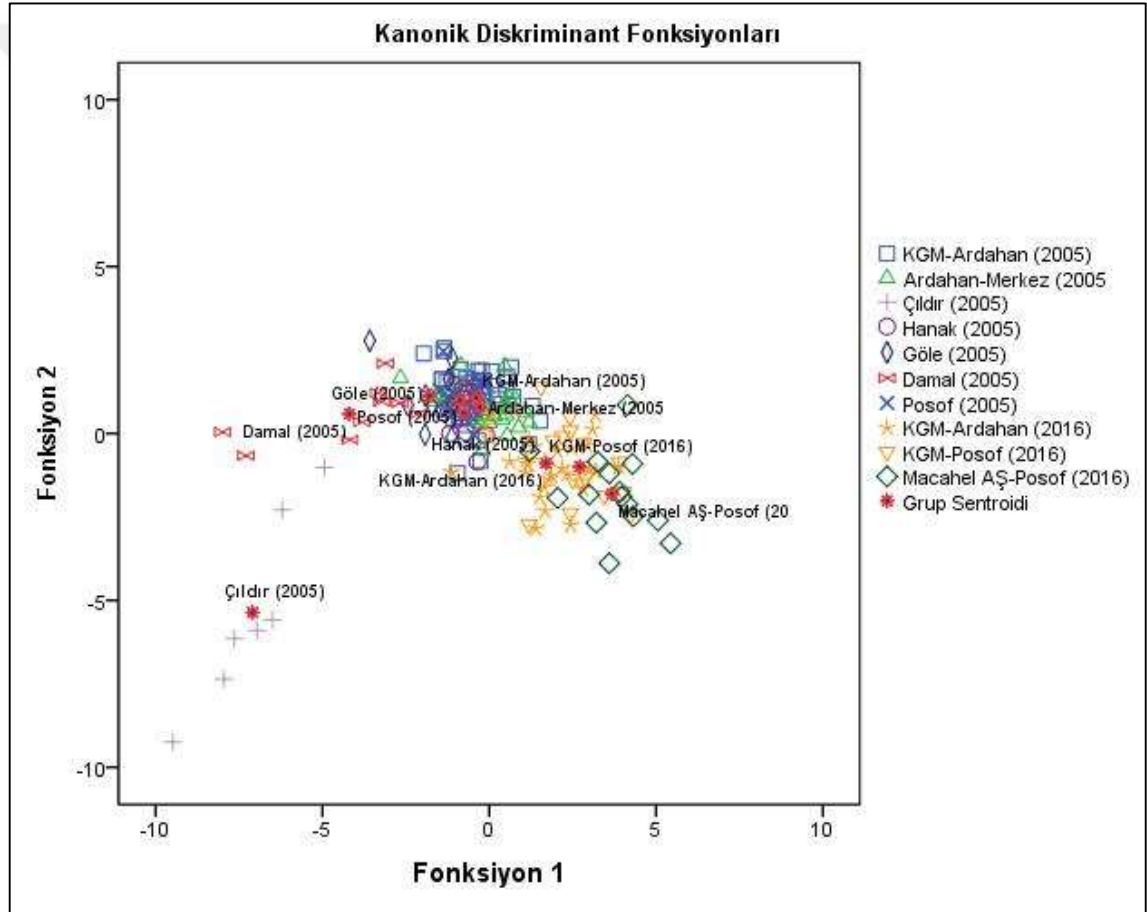
Fonksiyon	Özdeğer	Varyans Yüzdesi	Kümülatif Varyans	Kanonik Korelasyon
1	0.917	55.7	55.7	0.692
2	0.434	26.3	82.0	0.550
3	0.110	6.7	88.7	0.314
4	0.083	5.0	93.7	0.277
5	0.047	2.9	96.6	0.213
6	0.021	1.3	97.9	0.143
7	0.017	1.1	98.9	0.131
8	0.012	0.7	99.7	0.110
9	0.006	0.3	100.0	0.075

On gruptan 182 koloninin 20 morfolojik özelliğine uygulanan diskriminant analizinde tahmin edilen grup üyelikleri (Çizelge 4.4) belirlenmiştir. Bu sınıflandırma sonucuna göre 182 koloninin %63.7'si kendi grubuna doğru atanırken, %36.3'ü diğer gruplara dağılmıştır. Orijinal grubunda sınıflandırma oranı en yüksek Damal (2005) grubunda saptanmıştır. Damal (2005) grubundaki 9 koloniden 8'i (%88.9'u) kendi grubu içinde yer alırken, sadece 1'i (%11.1) Göle (2005) grubuna girmiştir. KGM-Ardahan'dan 2005 yılında örneklenmiş kolonilerin %81.6'sı kendi grubunda yer alırken 2016 yılında örneklenmiş kolonilerin %63.3'ü kendi grubunda yer almıştır. Posof-2005 örneklerinin kendi grubunda yer alma oranı %40'tır. KGM-Posof (2016) ve Macahel AŞ-Posof (2016) örneklerinin kendi gruplarına atanma oranları ise sırasıyla %53.3 ve %80.0 bulunmuştur.

Çizelge 4.4 Farklı yöre ve yıllarda örneklenmiş Kafkas ırkı 182 koloninin klasik morfometri veri setine uygulanmış diskriminant analizinin sınıflandırma sonuçları (n, %)

Gerçek Grup	Tahmin Edilen Grup Üyeligi									
	KGM-Ardahan (2005) (n=49)	Ardahan -Merkez (2005) (n=28)	Çıldır (2005) (n=7)	Hanak (2005) (n=10)	Göle (2005) (n=9)	Damal (2005) (n=9)	Posof (2005) (n=10)	KGM-Ardahan (2016) (n=30)	KGM-Posof (2016) (n=15)	Macahel AŞ-Posof (2016) (n=15)
KGM-Ardahan (2005)	40 %81.6	5 %10.2	0 %0.0	0 %0.0	0 %0.0	0 %0.0	2 %4.1	2 %4.1	0 %0.0	0 %0.0
Ardahan-Merkez (2005)	8 %28.6	14 %50.0	0 %0.0	1 %3.6	1 %3.6	0 %0.0	2 %7.1	2 %7.1	0 %0.0	0 %0.0
Çıldır (2005)	0 %0.0	0 %0.0	5 %71.4	0 %0.0	0 %0.0	2 %28.6	0 %0.0	0 %0.0	0 %0.0	0 %0.0
Hanak (2005) (n=100)	5 %50.0	2 %20.0	0 %0.0	3 %30.0	0 %0.0	0 %0.0	0 %0.0	0 %0.0	0 %0.0	0 %0.0
Göle (2005) (n=100)	2 %22.2	2 %22.2	0 %0.0	2 %22.2	3 %33.3	0 %0.0	0 %0.0	0 %0.0	0 %0.0	0 %0.0
Damal (2005)	0 %0.0	0 %0.0	0 %0.0	0 %0.0	1 %11.1	8 %88.9	0 %0.0	0 %0.0	0 %0.0	0 %0.0
Posof (2005)	2 %20.0	4 %40.0	0 %0.0	0 %0.0	0 %0.0	0 %0.0	4 %40.0	0 %0.0	0 %0.0	0 %0.0
KGM-Ardahan (2016)	3 %10.0	2 %6.7	0 %0.0	0 %0.0	0 %0.0	0 %0.0	0 %0.0	19 %63.3	5 %16.7	1 %3.3
KGM-Posof (2016)	1 %6.7	0 %0.0	0 %0.0	0 %0.0	0 %0.0	0 %0.0	0 %0.0	3 %20.0	8 %53.3	3 %20.0
Macahel AŞ-Posof (2016)	1 %6.7	0 %0.0	0 %0.0	0 %0.0	0 %0.0	0 %0.0	0 %0.0	2 %13.3	0 %0.0	12 %80.0

Kanonik diskriminant fonksiyonlarının oluşturduğu serpilme diyagramı (Şekil 4.1) grupların 2 boyutlu düzlemde dağılımlarını göstermektedir. Buna göre KGM-Ardahan (2005), Ardahan-Merkez (2005), Posof (2005) ve Hanak (2005) işletmelerindeki kolonilerin grup merkezlerinin birbirleriyle çakışarak iç içe geçmiş tek küme oluşturdukları izlenmektedir. Damal (2005) grubu en uçta bu büyük küme ile birleşmiş konumdadır. KGM-Posof (2016), KGM-Ardahan (2016) ve Macahel AŞ-Posof (2016) grupları serpilme diyagramının sol tarafında ayrı bir küme oluşturmaktadır. Çıldır (2005) örnekleri ise serpilme diyagramının sol tarafında diğerlerinden tamamen ayrı bir kümedir.



Şekil 4.1 Farklı yöre ve yıllarda örneklenmiş Kafkas ırkı 182 koloninin klasik morfometri veri setine uygulanmış diskriminant analizinin serpilme diyagramı

4.3 Geometrik Morfometri Bulguları

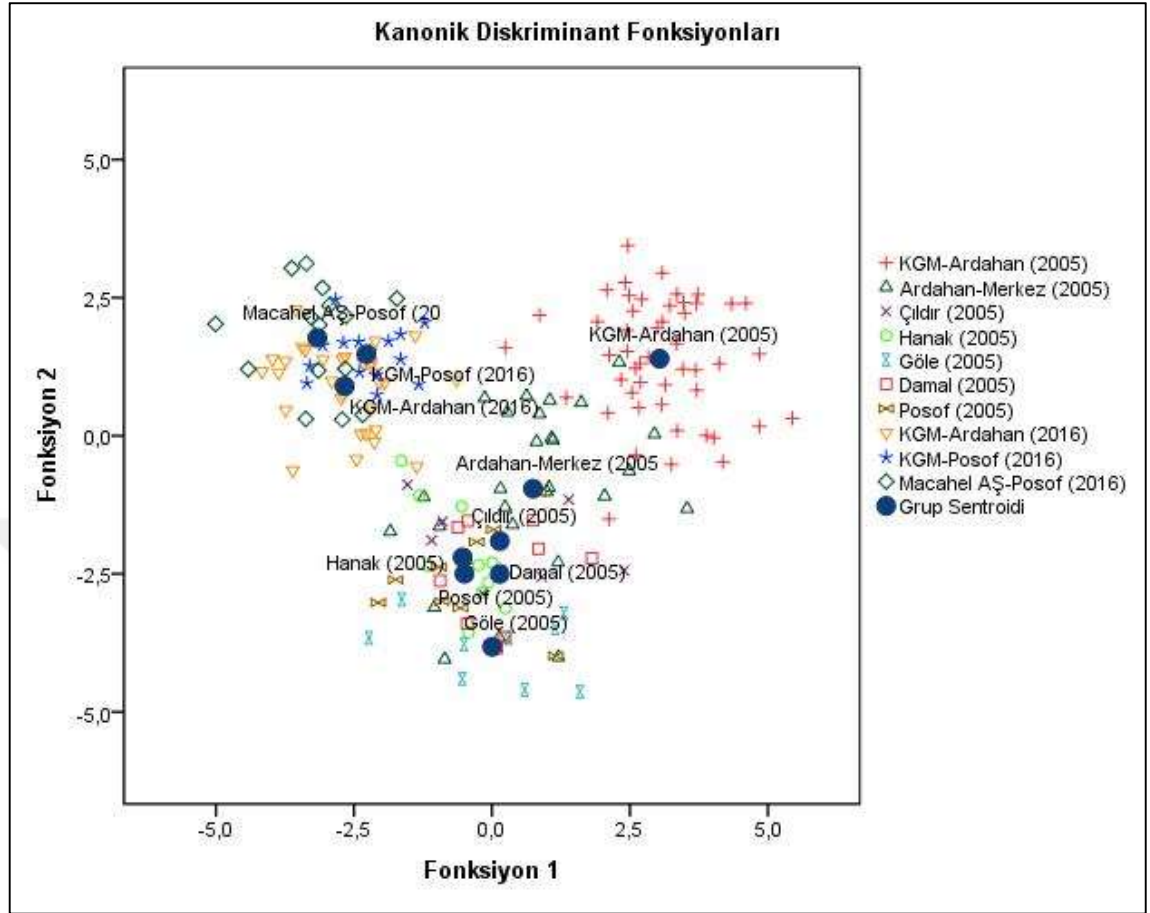
Geometrik morfometri veri seti 182 koloniden örneklenmiş 3640 işçi arının sağ ön kanat dijital görüntülerinden elde edilmiştir. Sağ ön kanatlarda 20 damar kesişim noktası procrustes koordinatlarına (40 değişken) diskriminant analizi uygulanmıştır. Sağ ön kanat geometrik morfometri veri setinin diskriminant analizi sonucunda 10 gruptan 182 koloninin %89.0'ı kendi gruplarına doğru atanırken, %11.0'ı diğer gruplara dağılmıştır (Çizelge 4.5).

Orijinal grubunda yer alma oranı en yüksek KGM-Ardahan (2005) grubunda olmuştur. KGM-Ardahan (2005) grubunda 49 koloninin 47'si (%95.9) kendi grubunda kalırken sadece 2 koloni (%4.1) Ardahan-Merkez (2005) grubuna girmiştir. Bu grubu %93.3 ile KGM-Ardahan (2016) ve %90 ile Posof (2005) grubu izlemiştir. KGM-Ardahan (2016) grubundaki 30 koloniden 28'i (%93.3) kendi grubunda yer almış, 1'i (%3.3'ü) KGM-Posof (2016) grubuna ve 1'i (%3.3) de Macahel AŞ-Posof (2016) grubuna girmiştir. Posof (2005) grubundaki 10 koloniden 9'u (%90'ı) kendi grubunda yer almış, sadece 1'i (%10.0'u) Ardahan-Merkez (2005) grubuna girmiştir. Hem Göle (2005) hem de Damal (2005) grubunda doğru sınıflandırma oranı %88.9 olmuştur. Kendi grubunda sınıflandırma oranı en düşük (%71.4) Çıldır (2005) grubunda saptanmıştır.

Sağ ön kanat geometrik morfometri verisine göre 2 boyutlu düzlemde kolonilerin dağılımlarını gösteren serpilme diyagramı Şekil 4.2'de sunulmuştur. Serpilme diyagramında Ardahan bal arısı populasyonlarının 3 ayrı ana küme oluşturduğu gözlenmiştir. Bu kümelerden birincisini serpilme diyagramının sol üst tarafında 2016 yılında toplanmış örnekler (Macahel AŞ-Posof, Posof, ve KGM-Posof) bulunmaktadır. KGM'nin 2016 yılı Ardahan ve Posof örnekleri aynı küme içinde yer almıştır. Bu kümeye Macahel AŞ-Posof (2016) örnekleri dahil olmuştur. KGM-Ardahan (2005) örneklerinin ise sağ üst tarafta ayrı bir küme oluşturduğu gözlenmektedir. Ardahan-Merkez (2005), Hanak (2005), Göle (2005), Çıldır (2005), Damal (2005) ve Posof (2005) örnekleri ise bir araya gelerek üçüncü ana kümeyi serpilme diyagramının alt orta alanında oluşturmuştur.

Çizelge 4.5 Farklı yöre ve yıllarda örneklenmiş Kafkas ırkı 182 koloninin geometrik morfometri veri setine uygulanmış diskriminant analizinin sınıflandırma sonuçları (n, %)

Gerçek Grup	Tahmin Edilen Grup Üyeliği									
	KGM-Ardahan (2005) (n=49)	Ardahan-Merkez (2005) (n=28)	Çıldır (2005) (n=7)	Hanak (2005) (n=10)	Göle (2005) (n=9)	Damal (2005) (n=9)	Posof (2005) (n=10)	KGM-Ardahan (2016) (n=30)	KGM-Posof (2016) (n=15)	Macahel AŞ-Posof (2016) (n=15)
KGM-Ardahan (2005)	47 %95.9	2 %4.1	0 %0.0	0 %0.0	0 %0.0	0 %0.0	0 %0.0	0 %0.0	0 %0.0	0 %0.0
Ardahan-Merkez (2005)	2 %7.1	23 %82.1	0 %0.0	0 %0.0	1 %3.6	1 %3.6	0 %0.0	1 %3.6	0 %0.0	0 %0.0
Çıldır (2005)	0 %0.0	0 %0.0	5 %71.4	1 %14.3	0 %0.0	1 %14.3	0 %0.0	0 %0.0	0 %0.0	0 %0.0
Hanak (2005)	0 %0.0	0 %0.0	0 %0.0	8 %80.0	1 %10.0	0 %0.0	1 %10.0	0 %0.0	0 %0.0	0 %0.0
Göle (2005)	0 %0.0	0 %0.0	0 %0.0	1 %11.1	8 %88.9	0 %0.0	0 %0.0	0 %0.0	0 %0.0	0 %0.0
Damal (2005)	0 %0.0	0 %0.0	0 %0.0	1 %11.1	0 %0.0	8 %88.9	0 %0.0	0 %0.0	0 %0.0	0 %0.0
Posof (2005)	0 %0.0	1 %10.0	0 %0.0	0 %0.0	0 %0.0	0 %0.0	9 %90.0	0 %0.0	0 %0.0	0 %0.0
KGM-Ardahan (2016)	0 %0.0	0 %0.0	0 %0.0	0 %0.0	0 %0.0	0 %0.0	0 %0.0	28 %93.3	1 %3.3	1 %3.3
KGM-Posof (2016)	0 %0.0	0 %0.0	0 %0.0	0 %0.0	0 %0.0	0 %0.0	0 %0.0	1 %6.7	13 %86.7	1 %6.7
Macahel AŞ-Posof (2016)	0 %0.0	0 %0.0	0 %0.0	0 %0.0	0 %0.0	0 %0.0	0 %0.0	1 %6.7	1 %6.7	13 %86.7



Şekil 4.2 Farklı yöre ve yıllarda örneklenmiş Kafkas ırkı 182 koloninin geometrik morfometri veri setine uygulanmış diskriminant analizinin serpilme diyagramı

5. TARTIŞMA ve SONUÇ

Kafkas arısı (*Apis mellifera caucasica*) dünyada bilinen önemli ekonomik bal arısı ırklarından birisidir ve Kafkaslardan Kuzeydoğu Anadolu'ya kadar uzanan bölgede doğal olarak bulunan özgün bal arısı ırkıdır (Alpatov 1929, Rutner 1988, Gençer 1996). Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından 2004 yılında tescil edilen Kafkas arısı Evcil Hayvan Genetik Kaynaklarını Koruma ve Sürdürülebilir Kullanım Projesi kapsamına alınmıştır. Kafkas arı ırkının bulunduğu yörelerde farklı ekotiplerinin korunması bölge, ülke ve dünya arıcılığının geleceği açısından önemli olacağı açıktır. Tam izole bölge ilan edilen Ardahan ili Posof ilçesi ve Artvin ili Camili havzası, Kafkas arı ırkının korunması ve ıslahı kapsamında dışarıdan bal arısı girişlerine kapalıdır. Yüksek lisans tez çalışması kapsamında yer alan Kafkas Arısı Üretim, Eğitim ve Gen Merkezi Müdürlüğü ve Macahel AŞ-Posof Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından damızlık ana arı üretim izni verilen işletmeler arasındadır. Bu nedenle Ardahan bal arısı popülasyonları artı değere sahiptir.

Bu tez çalışmasında yaklaşık 10 yıllık süreçte Ardahan ili bal arısı popülasyonlarının morfolojik özelliklerinde değişiklik olup olmadığı sorgulanmıştır. Tez çalışmasında; Kafkas arısının doğal yayılma alanı sınırları içinde yer alan Ardahan'ın farklı yörelerinden/arılıklardan (Ardahan-Merkez, Çıldır, Hanak, Göle, Damal, Posof) 2005 (7 arılık) ve 2016 (3 arılık) yılında örneklenmiş 182 koloni klasik ve geometrik morfometri yöntemleri ile analiz edilmiştir.

Klasik ve geometrik morfometri yöntemleri Ardahan bal arısı popülasyonlarını ayırmada farklı düzeylerde başarılı bulunmuştur. Klasik morfometri çalışmaları kapsamında ölçülen morfolojik özelliklerin (20 özellik) tamamında grup ortalamalarının (toplam 10 grup) birbirinden farklı olduğu saptanmıştır. Rutner (1988)'in Kafkas bal arısının bazı morfolojik özellikleri için bildirdiği değerlerden ÖKU, ÖKG, BtI ve ABU sırasıyla 9.33 mm, 3.15 mm, 57.68 ve 8.29 mm'dir. Bu değerler çalışmamızın sonucunda elde edilen değerler ile karşılaştırıldığında ÖKU ve ABU (9.20 mm ve 7.98 mm) ortalaması Rutner

(1988)'in bildirdiği ortalama değerlerden daha düşük iken ÖKG ve Btİ (3.19 mm ve 56.75) ortalama değerlerinin daha yüksek olduğu görülmüştür.

Klasik morfolojik özelliklere (20 özellik) ait koloni ortalamalarının diskriminant analizi sonucuna göre kolonilerin orijinal gruplarında doğru sınıflandırılma oranı % 63.7, geometrik morfometri veri setinin diskriminant analizi sonucuna göre doğru sınıflandırma oranı ise % 89.0 olmuştur. KGM-Ardahan (2005) kolonilerinin KGM-Ardahan (2016) kolonilerinden ayrı kümelerde yer almaları (Bakınız Şekil 4.2) bal arısı populasyonlarında yaklaşık 10 yıllık süreçte morfometrik değişim olduğunu göstermektedir. Serpilme diyagramında, benzer şekilde Macahel AŞ-Posof ve KGM-Posof işletmelerinin 2016 yılı örnekleri aynı kümede yer aldıkları halde Posof'un 2005 yılı örneklerinin başka bir kümede konumlandığı görülmektedir.

Genel olarak geometrik morfometri yönteminin sınıflandırma başarısı klasik morfolojik özellikler bakımından sınıflandırmaya göre daha yüksektir. Geometrik morfometri veri seti bakımından örneklerin orijinal gruplarına doğru sınıflandırılma oranı (% 89.0) klasik morfometri veri setinin sınıflandırma başarısından (% 63.7) yüksektir. Geometrik morfometrinin klasik morfometriye göre %25.3 daha başarılı olmasında geometrik morfometri yönteminde daha çok değişkenin analize dahil edilmiş olmasının etkisi vardır. Bundan daha önemlisi, kanat damarlarının diğer morfolojik özelliklere göre çevre koşullarından daha az etkilenmesidir (Meixner vd.2013).

Klasik morfometri veri setinin analizinin sonucunda olduğu gibi geometrik morfometri veri setinin analizi de 2005 ve 2016 yılında toplanmış örneklerin birbirinden ayrıldığını ve serpilme diyagramında 3 ana grubun oluştuğunu göstermektedir. Bu dağılımda 2005 yılı örnekleri bir gruba, 2016 yılı örnekleri ikinci bir gruba, Ardahan-Merkez'de bulunan KGM işletmesinin 2005 yılı örneklerinin ise üçüncü ana kümeyi oluşturduğu gözlenmiştir. Hem klasik hem de geometrik morfometri yöntemleri yaklaşık on yıllık süreçte Ardahan bal arısı populasyonlarının morfometrik olarak değiştiğini göstermiştir.

Ancak bu değişimin Kafkas bal arısı ırkının sergilediği doğal çeşitliliğin içinde olup olmadığı tartışılmalıdır.

Hanak, Damal ve Göle’den 2016 yılında toplanmış örneklerin hem klasik hem de geometrik morfolojik özelliklerine uygulanan diskriminant analizi bu üç işletmenin grup merkezlerinin birbirine yakın ve i içe geçmiş olduğunu göstermektedir. Bu işletmeler coğrafi olarak birbirlerine uzak olsa da Ardahan ilinin yüksekliği en fazla olan alanlarıdır (Bakınız izelge 3.2). Bu 3 işletmeden alınmış işçi arı rneklerinin ABU lmleri sırasıyla 7.98 mm, 7.90 mm ve 7.97 mm’dir. Rakımı daha düşük olan bölgelerde bulunan diğer işletmeler ile kıyaslandığında ABU ortalama değerleri daha küçük bulunmuştur. Bu durum, yüksek rakım etkisiyle dil, kanat ve bacak uzunluğu boyutlarının küçük olması - Rensch kuralı ile uyumlu bir sonuçtur (Ruttner 1988, Güler vd. 2002).

Çıldır (2005), morfolojik özellikleri bakımından diğer 9 işletmeden uzak ve geniş bir dağılım göstermiştir. Çıldır (2005) rnekleri KG, TU, BtG, ABU, B4, D7, G18, J10, J16 ve N23 zellikleri bakımından en düşük, L13 ve O26 zellikleri bakımından en yüksek değerlere sahiptir. Hem tek değişkenli hem de çok değişkenli istatistik analiz yöntemlerinin sonuçlarında Ardahan bal arısı populasyonları içinde en yüksek morfolojik farklılık ıldır (2005) rneklerinde görülmüştür. Çıldır (2005) rneklerinin alındığı işletme diğer işletmelerin coğrafi olarak daha doğusundadır ve ıldır Gölü ve Aktaş Gölü’ne yakındır. Diğer yandan bu yörenin (rakım: 1846 m) Gürcistan ile de sınırı vardır. Bu işletmeden alınmış örneklerin morfolojik özellik farklılıklarının ekolojiden çok Gürcistan’dan kaçak ana arı girişine bağlanabilir.

KGM-Posof, Macahel Aş-Posof ve KGM-Ardahan işletmelerinden 2016 yılında alınmış örneklerin 20 morfolojik özelliği kıyaslandığında birbirine yakın değerlere sahip oldukları gözlenmiştir (Bakınız izelge 4.1). Diskriminant analizi sonuçlarına göre bu üç işletmeden alınmış örnekler aynı işletmelerden 2005 yılında alınmış örneklerden ayrı ve içi e geçmiş bir küme oluşturmaktadır. Bu sonuç Posof bal arılarında zamana bağlı morfometrik değişim olduğunu, ancak Posof’ta bulunan işletmelerin aynı materyale sahip

olduğu ve Ardahan-Merkezde bulunan KGM işletmesinin (2016) Posof ekotipi ile çok benzer olduğu görülmektedir. Ancak KGM-Ardahan 2005 yılı örnekleri Posof 2005 yılı örneklerinden farklıdır. Geçen yaklaşık on yıllık süreçte KGM-Ardahan işletmesinin kolonilerini Posof ekotipine yaklaştırdığı (belki Posof ekotipinden ana arı kullanımı yoluyla) rahatlıkla söylenebilir. Posof'ta yıllar arasında görülen morfometrik değişimin nedeni olarak kaçak ana arı ticareti ve kullanımı, yöreye Türkiye içinden koloni giriş çıkışının varlığı ve Posof vadisinin Gürcistan'a açılması nedeniyle Posof ve Gürcistan bal arısı populasyonları arasındaki yakınlığa bağlı değişimler sorgulanmalıdır.

Türkiye'de son 30 yılda yoğun göçer arıcılık ve bütün bölgelere denetimsiz ana arı ve koloni satışı yapılmaktadır (Güler vd. 2013). Türkiye'de yoğun göçer arıcılık, kontrolsüz ana arı satışı, yurtdışı kaynaklı kaçak ana arı kullanımı, mevcut bal arısı ırk ve ekotiplerinin melezlenme yoluyla saflıklarındaki değişim üzerine çalışmalar yapılmıştır (Güler vd. 2013). Ardahan iline giriş yapan izinsiz kaçak göçer arıcılar Kafkas arısının saflığının korunmasında tehdit oluşturması olağandır. Tarım ve Orman Bakanlığı, Tarımsal Üretim ve Geliştirme Genel Müdürlüğü'nün 02.03.2000 tarih ve HDB/KKE 851-2280-13768 sayılı Genelgesi ile Ardahan ve Artvin illeri "Kafkas Arı Irkının Gen Merkezi" olarak kabul edilmiştir. Ardahan ili Merkez, Hanak, Göle, Çıldır ve Damal ilçelerinden Artvin Merkez ve İlçelerine arı girişi serbesttir. Genelgeye göre Posof ilçesi ve Artvin ili Borçka İlçesi Camili Havzası tamamen izole bölge ilan edilmiş olup, bu bölgelere il içinden arı girişleri yasaklanmıştır.

Ardahan ve Artvin illeri izole bölgeler olmalarına karşın özellikle Artvin'in bazı ilçelerine diğer illerden getirilen koloniler yüzünden, bu ilçelerdeki bal arılarının saflığı tehlike altındadır (Anonim 2012). Ardahan ve Artvin illerinde ana arı üretimi yapan işletmelerle ilgili bir anket çalışmasında (Nergiz 2016) arıcıların %46.1'i bölgenin izole bölge kapsamında olduğunu, %72.8'i Kafkas arısının korunması için yeterli önlemlerin alınmadığını, %63.3'ü kaçak olarak bölgeye gezginci arıcıların geldiğini, %76.6'sı gen merkezinin korunması için bölgeye kaçak girişlerin engellenmesi gerektiği görüşlerini bildirmişlerdir. Bölgede gözlenen bir diğer olgu ise Artvin ilinden bal üretim sezonunda gelen göçer arıcıların bulunması ya da Ardahan'dan Artvin'e kışlatma amaçlı koloni

konaklamalarıdır. Bu hareketliliğin Artvin ve Ardahan bal arısı populasyonlarının birbirine karışması sonucunu doğurması olağandır.

Kafkas arısının dağılım gösterdiği coğrafi alanda çeşitli ekotiplerinin olduğu ifade edilmektedir (Ruttner 1988, Güler ve Kaftanoğlu 1999). Ardahan ili, ovaları, platoları, gölleri ve yüksek dağları ile farklı yükseltilere ve çayır-mera alanlarına, ormanlara, zengin endemik polen ve nektar kaynağı bitki örtüsüne sahiptir. Alçak bölgelerden yüksek bölgelere doğru farklı iklim ve bitki örtüsü varlığından söz edilebilir. İlde yaklaşık 750 nektar ve polen kaynağı bitkinin varlığı ve bunların çiçeklenme zamanındaki farklılıklar arıcılık için avantaj sağlamaktadır (Demirci 2017). Ardahan'da kendine özgü bir morfolojiye sahip olan ekotiplerin bulunması beklenebilir. Nitekim Kafkas arısının Türkiye'de korunduğu iki alanda bulunan bal arısı populasyonları (Camili ve Posof) morfolojik olarak birbirinden farklıdır (Güler vd. 2002, Kahya vd. 2018).

Ardahan'da Kafkas arısının (*A. m. caucasica*) geniş morfolojik varyasyona sahip olduğunu bu çalışma göstermektedir. Tescil edilmiş bu coğrafi ırkın doğal yayılma alanındaki çeşitliliğini korumak önemli ve gereklidir. Ancak, bu çalışmada yaklaşık 10 yıllık süreçte Ardahan bal arısı populasyonunda dramatik sayılabilecek morfometrik değişim gözlenmiştir. İlerleyen dönemde bu değişimin hangi faktörlerin etkisi altında gerçekleştiği ve bu faktörlerin hangi düzeyde etkili oldukları araştırılmalı ve tartışılmalıdır. Ancak şu ana kadar yürütülen koruma programlarının başarısı sınırlı görünmektedir.

KAYNAKLAR

- Anonim. 2012. Ardahan Kafkas Arı Irkı ve Arıcılık Çalıştay ve Sektör Raporu. T.C. Serhat Kalkınma Ajansı Ardahan Yatırım Destek Ofisi, SERKA.
- Anonim. 2020. Web sitesi:<https://tr.wikipedia.org/wiki/Ardahan>. Erişim tarihi:05.01.2021.
- Anonim. 2021a. FAO 2019 yılı verileri. Erişim tarihi: 05.03.2021.
- Anonim. 2021b. Web sitesi:<https://www.tarimorman.gov.tr/HAYGEM/Menu/9/Arıcılık>. Erişim tarihi:05.03.2021.
- Adam, B. 1983. In search of the best strains of bees. Northern bee books. West Yorkshire. U.K.
- 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.
- Bodenheimer, F.S. 1942. Türkiye’de Bal Arısı ve Arıcılık Hakkında Etütler. Numune Matbaası
- Bookstein, F.L. 1991. Morphometric tools for landmark data: Geometry and Biology. Cambridge University Press.
- 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, Veroff Zool Mus Berlin, pp. 118-120.
- Demirci, E. 2017. Yukarı Kura Havzasında Doğal Ortam Koşulları ile Kafkas Arı Irkının Uyumu. Yüksek Lisans Tezi. Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Fiziki Coğrafya Bilim Dalı, Afyonkarahisar.
- Engel, M. S. 1999. The taxonomy of recent and fossil honeybees (Hymenoptera: Apidae; *Apis*). J Hymen Res 8(2):165–196.
- Gençer, H. V. 1996. Orta Anadolu bal arısı (*A. m. anatoliaca*). ekotiplerinin ve bunlarının çeşitli melezlerinin yapısal ve davranış özellikleri üzerine bir araştırma. Doktora Tezi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Zootekni Anabilim Dalı, Ankara.
- Gençer, H.V. ve Fıratlı, Ç. 1999. Orta Anadolu Ekotipleri (*A. m. anatoliaca*) ve Kafkas Irkı (*A. m. caucasica*) Bal Arılarının Morfolojik Özellikleri. Tr. J. of Veterinary and Animal Sciences 23 (1999) Ek Sayı 1. 107-113 @ TÜBİTAK.
- 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. Yüzüncü Yıl Üniversitesi. Ziraat Fakültesi. Tarım Bilimleri Dergisi (J. Agric. Sci.). 2003. 13(1): 61-65.

- Gerstaecker, A. 1862. Über die geographische Verbreitung und die Abänderungen der Honigbiene nebst Bemerkungen über die ausländischen Honigbienen der alten Welt. In: Buttel-Reepen 1906 Apistica.
- Gerstaecker, A. 1862. Über die geographische Verbreitung und die Abänderungen der Honigbiene nebst Bemerkungen über die ausländischen Honigbienen der alten Welt. In: Buttel-Reepen 1906 Apistica.
- Gorbachev, A.N.1916. The grey mountain caucasian bee (*Apis mellifera caucasica*) and its place among other bees. Tiflis (Russian with English summary).
- Gupta, R.K. 2014. Taxonomy and Distribution of Different Honeybee Species. Beekeeping for Poverty Alleviation and Livelihood Security. <http://www.springer.com/978-94-017-9198-4>.
- Güler, A. ve Kaftanoğlu, O. 1999. Türkiye’de önemli balarısı (*Apis mellifera* L.) ırk ve ekotiplerinin göçer arıcılık koşullarında performanslarının karşılaştırılması. Tr. J. of Veterinary and Animal Sciences. 23 Ek Sayı3. 577-581.
- Güler, A. 2001. Artvin Borçka Camili (Macahel) Yöresi Bal Arısı (*Apis mellifera* L.)’nin Morfolojik Özellikleri. Tr. J. Of Veterinary and Animal Sciences. 25 (2001) 473-481.
- Güler, A., Akyol. E., Gökçe, M. ve Kaftanoğlu, O. 2002. Artvin ve Ardahan yöre bal arıları (*A. mellifera* L.) ’nın bazı morfolojik özellikler yönünden ilişkilerinin belirlenmesi. Tr. J. Of Veterinary and Animal Sciences. 26 (2002) 595-603.
- Güler, A., Bıyık, S. ve Güler, M. 2013. Batı Karadeniz Bölgesi Balarılarının (*Apis mellifera* L.) Morfolojik Karakterizasyonu. Anadolu Tarım Bilim. Derg., 2013.28(1):39-46 Anadolu J Agr Sci. 2013.28(1):39-46 doi: 10.7161/anajas.2013.281.39 URL: <http://dx.doi.org/10.7161/anajas.2013.281.39>
- Günbey, B. ve Genç, H.V. 2020. Karadeniz Bölgesi’ndeki Bazı Bal Arısı (*Apis mellifera* L.) Genotiplerinin Morfolojik Özellikleri. Journal of and Products (JASP). 3 (1): 40-53. 2020.
- Fıratlı, Ç. ve Genç, H.V. 1994. Dünyada arıcılık ve Türkiye’nin yeri. Türkiye II. Teknik Arıcılık Kongresi. 8-9 Şubat 1994. Ankara.
- Fraser, H.M. 1951. Beekeeping in Antiquity. Univ of London Press, London.
- Jensen, A. B., Palmer, K.A. ,Boomsma, J. J. and Pedersen, B.V. 2005. Varying degrees of *Apis mellifera ligustica* introgression in protected populations of the black honeybee, *Apis mellifera mellifera*, in northwest Europe. Molecular Ecology (2005)14 , 93–106.
- Kahya, Y., Genç, H. V., Karacaoğlu, M., Uçak Koç, A., Erkan, C., Kızıltepe, M. B. ve Demir. S. (2018) Morphometric analysis of honey bee (*Apis mellifera* L.) colonies in breeder queen rearing stations in Turkey. Sixth International Muğla Beekeeping and Pine Honey Congress, 15-19 October, 2018, Muğla, Turkey. p. 51-52.

- Karacaoğlu, M. 1989. Orta Anadolu. Karadeniz Geçit ve Ardahan İzole Bölgeleri arılarının Bazı morfolojik özellikleri üzerinde bir araştırma. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, Ankara.
- Karacaoğlu, M. ve Fıratlı, Ç. 1992. Ardahan izole bölge arılarının bazı morfolojik özellikleri. Doğu Anadolu I. Arıcılık Semineri. 3-4 Haziran 1992. Erzurum.
- Karacaoğlu, M. ve Fıratlı, Ç. 1994. Orta Anadolu Karadeniz Geçit ve Ardahan izole bölge arı ekotiplerinin morfolojik özellikleri, GOÜ, Ziraat Fak. Dergisi, Cilt 11. Sayı 1.
- Maa, T.C. 1953. An inquiry into the systematics of the Tribus Apidini or honeybees (Hymenoptera). Treubia 21: 525-640
- Meixner, M. D., Leta, M. A., Koeniger, N., Fuchs, S. 2011. The honey bees of Ethiopia Represent a new subspecies of *Apis mellifera*-*Apis mellifera simensis* n. Ssp. Apidologie. 42(3): 425-437.
- Meixner, M. D., Pinto M. A., Bouga M., Kryger P., Ivanova E., Fuchs S. (2013) Standard methods for characterising subspecies and ecotypes of *Apis mellifera*. J. Apic. Res., 52(4): <http://dx.doi.org/10.3896/IBRA.1.52.4.05>.
- Morena, C. 2016. Importance and Health of Honey Bee (*Apis mellifera*): A Review
- Nergiz, R. 2016. Kafkas Arısı Gen Merkezinin Bozulmasına Neden Olan Etmenler Ve Çözüm Önerilerinin Belirlenmesi. Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi, Hatay.
- Pollmann, A. 1889. Wert der verschiedenen Bienenrassen und deren Varietäten. 2 nd edn Voigt. Berlin Leipzig (1st edn with description of *A. m. carnica* 1879)
- Ralph, B., Andonov, S., Bienefeld, K., Costa, C., Hatjina, F., Kezic, N., Kryger, P., Spivak, M., Uzunov, A. and Wilde, J. 2013. Standard methods for rearing and selection of *Apis mellifera* queens. Journal of Apicultural Research 52(1): (2013).
- Rinderer, T. E. 1986. Bee Genetics and Breeding. ACADEMIC PRESS. INC. Orlando. Florida 32887.
- Rohlf, F. J. and Marcus, L.F. 1993. A revolution in morphometrics. Trends Ecol. Evol., Vol. 8; pp. 129–132.
- Ruttner, F., Tassencourt. L. and Louveaux. J. 1978. Biometrical-statistical analysis of the geographic variability of *Apis mellifera* L. Apidologie. Vol. 9(4); pp. 363– 381.
- Ruttner, F. 1988. Biogeography and Taxonomy of Honeybees. Springer- Verlag. Berlin.
- Ruttner, F., Elmi, P.M. and Fuchs. S. 2000. Ecoclines in the Near East along 36° N latitude in *Apis mellifera* L. Apidologie Vol. 31. pp. 157-165.
- Sheppard, W.S., Arias, M.C., Grech, A. and Meixner, M. D. 1997. *Apis mellifera ruttneri*. a new honey bee subspecies from Malta. Apidologie. Vol. 28. pp. 287-293.
- Sheppard, W.S. and Meixner, M. D. 2003. *Apis mellifera pomonella*. a new honey bee subspecies. Apidologie 34 (2003) 367–375.

- Slice, D. E. 2007. Geometric Morphometrics . Annual Review Anthropol 36. 2007. 261-281
- Taşkıran, Ö. T., Dayıoğlu, M. ve Kabakcı, D. 2017. Bal Arılarının (*Apis Mellifera* L.) Sınıflandırılması Ve Ekolojik Koşulların Morfolojisi Üzerine Etkisi. Arıcılık Araştırma Dergisi. Cilt: 9. Sayı:2. 2017. Sayfa:68-77.
- Tofilski, A. 2004. DrawWing. a program for numerical description of insect wings. Apidologie. Vol. 39(5); pp. 558-563. Journal of Insect Science. 4:17. Available online: insectscience.org/4.17
- Uçak, K.A. 2017. Farklı Mevsimlerde Yetiştirilen Kafkas (*Apis mellifera caucasica*). İtalyan (*Apis mellifera ligustica*) ırkı ve Anadolu arısı Ege Ekotipi (*Apis mellifera ataloliaca*) Ana Arıların Bazı Feromon Miktarlarının Belirlenmesi. Sakarya Üniversitesi Journal of Science.
- Winston, M.L. 1987. The Biology of the Honey Bee. Harward University Press. p.6. 1987.
- Zelditch, M.L., Swiderski, D.L., Sheets, H.D. and Fink, W.L. 2004. Geometric morphometrics for biologists. A primer. Elsevier Academic Press. 443 p., New York and London