ANKARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DOKTORA TEZİ

TÜRKİYE'NİN GÜNEYDOĞU SINIRBOYU BAL ARISI POPULASYONLARININ (*Apis mellifera* L.) MORFOLOJİK ÖZELLİKLERİ

Gonca ÖZMEN ÖZBAKIR

ZOOTEKNİ ANABİLİM DALI

ANKARA
2011

Her hakkı saklıdır

ÖZET

Doktora Tezi

TÜRKİYE'NİN GÜNEYDOĞU SINIRBOYU BAL ARISI POPULASYONLARININ (*Apis mellifera* L.) MORFOLOJİK ÖZELLİKLERİ

Gonca ÖZMEN ÖZBAKIR

Ankara Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Zootekni Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. A. Çetin FIRATLI

Bu çalışmada, güneydoğu sınırboyunda Türkiye ile komşuları Suriye ve İran bal arısı populasyonlarının morfolojik özellikleri bakımından tanımlanması ve karşılaştırılması amaçlanmıştır.

Araştırma materyali işçi arılar, Türkiye'nin güneydoğu sınırboyunda Van, Hakkari, Şırnak, Mardin, Şanlıurfa, Kilis ve Hatay illerinden; Suriye'nin Lazkiye, İdlib, Halep, Rakka ve Dayr az-Zawr illerinden; İran'ın Maku, Khoy ve Urmiye illerinden 2008 yılı yaz döneminde toplanmıştır. Üç ülkede, 38 arılıkta, 167 bal arısı kolonisinden toplam 3340 bal arısı 32 morfolojik özellik bakımından incelenmiştir.

Koloni ortalamalarına uygulanan diskriminant analizinde 15 grubun morfolojik özellikleri bakımından orijinal gruplarına doğru atanma oranı %92.2 olarak bulunmuştur. Van, Mardin, Lazkiye, Halep, Rakka, Dayr az-Zawr ve Khoy'daki tüm koloniler %100 oranında orijinal gruplarında yer almıştır. Koloni ortalamalarına göre; Van, Hakkari, Şırnak ve İran birbirine yakın bir küme, Şanlıurfa ve Kilis yakın bir küme, Hatay ve Suriye birbirine yakın bir küme oluştururken Mardin diğer grupların tümünden ayrı bir küme oluşturmuştur.

Türkiye-Suriye-İran grupları karşılaştırıldığında; toplam 3340 bal arısının orijinal gruplarında doğru sınıflandırılma oranı %71.4 olarak bulunmuştur. Türkiye bal arılarının orijinal gruplarında doğru sınıflandırılma oranı %64.6, Suriye bal arılarının %80.7, İran bal arılarının ise %91.8'dir. Türkiye ve Suriye grubu iç içe geçmiş bir küme oluştururken, İran grubu bu iki gruba yakın ancak daha birörnek bir küme oluşturmuştur.

Çalışma sonucunda Türkiye'nin güneydoğu sınırboyu bal arılarının coğrafik komşuları olan Suriye ve İran bal arıları ile etkileşim içerisinde olduğu ve morfolojik özellikleri bakımından benzeştiği bulunmuştur.

Ağustos 2011, 125 sayfa

Anahtar Kelimeler: bal arısı, *Apis mellifera* L., morfometri, diskriminant analizi.

ABSTRACT

Ph. D. Thesis

MORPHOLOGICAL CHARACTERIZATION OF HONEY BEE POPULATIONS (*Apis mellifera* L.) ALONG THE SOUTHEAST BORDER OF TURKEY

Gonca ÖZMEN ÖZBAKIR

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

Supervisor: Prof. Dr. A. Çetin FIRATLI

The purpose of this study was to classify and compare honey bee populations of Turkey, Syria and Iran with their morphometric traits.

Worker honey bees were sampled from populations of Van, Hakkari, Şırnak, Mardin, Şanlıurfa, Kilis and Hatay in Turkey; Lattakia, İdlib, Aleppo, Ar-Raqqah and Dayr az-Zawr in Syria; Urmia, Maku and Khoy in Iran which are located along the common border in the Southeast of Turkey. In 2008 summer, 38 apiaries along the border in 3 countries were visited and 3340 worker honey bee specimen collected from 167 colonies.

Discriminant analyses of morphometric data showed that the 92.2% of colonies were placed in their own groups. Only Van, Mardin, Lattakia, Aleppo, Ar-Raqqah, Dayr az-Zawr and Khoy colonies were included in their own groups by 100 percent. According to colony averages; three overlapping clusters of Van-Hakkari-Şırnak-Iran, Şanlıurfa-Kilis and Hatay-Syria were formed separately. Mardin group showed a distinct cluster in the analyses.

When Turkey-Syria-Iran groups were analyzed with individual data 71.4% of the 3340 worker honey bees were assigned to their own groups. Upon analysis of this percentage it was found that 64.6%, 80.7% and 91.8% of individuals were assigned to their country groups of Turkey, Syria and Iran, respectively. Iran population showed more uniformity than Turkey and Syria populations which were intermingled.

In conclusion, honeybees from southeast border of Turkey were interacted with honeybee populations of geographical neighbours Syria and Iran and morphological similarities were determined.

August 2011, 125 pages

Key Words: honey bee, *Apis mellifera* L., morphometry, discriminant analysis.

TEŞEKKÜR

Tez çalışması ve öğrenciliğim süresince bana bilgi, deneyim ve öğütlerini aktarmayı esirgemeyen, maddi ve manevi destekleriyle katkıda bulunan kıymetli hocam Prof. Dr. Çetin FIRATLI'ya (Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü); doktora tez konusunun belirlenmesinde büyük katkısı olan, morfolojik özelliklerin ölçümünde yöntem ve pratikleri öğreten, değerli ve geniş literatür arşivinden faydalanmamı sağlayan sayın hocam Prof. Dr. H. Vasfi GENÇER'e (Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü); örnek toplama gezilerinde yardımı olan değerli arkadaşlarıma, çalışmanın istatistik analizlerinin yapılmasında büyük emekleri olan Prof. Dr. Muhip ÖZKAN (Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü); ve Arş. Gör. Rabia ALBAYRAK'a saygılarımla teşekkür ederim.

Tezin her aşamasında sabır ve hoşgörü ile manevi desteklerini esirgemeyen eşim ve kıymetli aileme çok teşekkür ederim…

Bu tez çalışması; 2005K120140-7 nolu Bilim İnsanı Yetiştirme Projesi kapsamında desteklenmiştir.

Gonca ÖZMEN ÖZBAKIR
Ankara, Ağustos 2011

İÇİNDEKİLER

ÖZET ..... **i**
ABSTRACT ..... **ii**
TEŞEKKÜR ..... **iii**
KISALTMALAR ..... **vi**
ŞEKİLLER DİZİNİ ..... **vii**
ÇİZELGELER DİZİNİ ..... **ix**
1. GİRİŞ **1**
2. KAYNAK ÖZETLERİ **6**
2.1 Dil Uzunluğu **25**
2.2 Kanat Özellikleri **27**
2.3 Kıl Uzunluğu **32**
2.4 Arka Bacak Özellikleri **35**
2.5 Tergit Özellikleri **38**
2.6 Morfolojik Özellikler Üzerine Genotip ve Çevrenin Etkisi **41**
2.7 Morfolojik Özellikler ile Bazı Verim Özellikleri Arasındaki İlişkiler **45**
3. MATERYAL ve YÖNTEM **48**
3.1 Materyal **48**
3.1.1 Canlı materyal **48**
3.1.2 Cansız materyal **54**
3.2 Yöntem **55**
3.2 1 Deneme planı ve süresi **55**
3.2.2 Morfolojik özelliklerin ölçümü **57**
3.2.2.1 Dil uzunluğu **59**
3.2.2.2 Kıl uzunluğu **61**
3.2.2.3 Tomentum ve parlak zemin genişliği, tomentum indeksi **62**
3.2.2.4 Üçüncü ve dördüncü tergit genişliği **62**
3.2.2.5 Ön kanat boyutları ve kanat indeksi **64**
3.2.2.6 Kübital hücrenin a ve b damarı uzunlukları ve kübital indeks **65**
3.2.2.7 Ön kanat damar açıları **66**
3.2.2.8 Arka bacak uzunluğu ve metatarsus indeksi **67**

3.2.3 İstatistik Analizler **69**
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA **70**
4.1 Ülkeler Arası Çok Değişkenli Varyans Analizi Sonuçları **96**
5. SONUÇ **102**
KAYNAKLAR **110**
EKLER **117**
EK 1 Van-İran Örnek Toplanan Yerleşim Birimleri **118**
EK 2 Hakkari-Şırnak Örnek Toplanan Yerleşim Birimleri **119**
EK 3 Mardin Örnek Toplanan Yerleşim Birimleri **120**
EK 4 Şanlıurfa Örnek Toplanan Yerleşim Birimleri **121**
EK 5 Kilis Örnek Toplanan Yerleşim Birimleri **122**
EK 6 Hatay Örnek Toplanan Yerleşim Birimleri **123**
EK 7 Suriye Örnek Toplanan Yerleşim Birimleri **124**
ÖZGEÇMİŞ **125**

KISALTMALAR

AFLP	Çoğaltılmış parça uzunluk polimorfizmi
COI	Sitokrom C oksidaz I
COII	Sitokrom C oksidaz II
DNA	Deoksiribonükleik asit
mtDNA	Mitokondriyal DNA
nDNA	Çekirdek DNA
RAPD	Rasgele çoğaltılmış polimorfik DNA
RFLP	Restriksiyon parça uzunluk polimorfizmi

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1 *Apis* cinsi için filogenetik sınıflandırma ve taksonomik gruplar (Engel 1999).....6
Şekil 2.2 Apidae familyasındaki arılar arasındaki taksonomik ilişkiler (Winston 1987) .7
Şekil 2.3 *Apis mellifera* populasyonlarının evrimi ve orijini (Garnery vd. 1992) 8
Şekil 2.4 Türkiye coğrafik bal arısı ırklarının genel dağılmı 14
Şekil 2.5 Yakın doğu arılarının coğrafik dağılımı (Ruttner 1988).....16
Şekil 3.1 Türkiye, Suriye ve İran'dan toplanan bal arısı örneklerinin harita üzerinde konumu.....52
Şekil 3.2 Görüntü işleme sistemi 55
Şekil 3.3 Bal arısı örneklerinin muhafaza edildiği cam kavanozlar.....56
Şekil 3.4 Diseksiyona hazırlanmış işçi arı örnekleri 58
Şekil 3.5 Slayt çerçevelerine yerleştirilmiş bir koloniye ait sağ arka bacak ve sağ ön kanat parçaları 59
Şekil 3.6 Dil uzunluğu (DU); prementum (prm); pm (postmentum); g (glossa) 60
Şekil 3.7 Örnek dil uzunluğu ölçümü 60
Şekil 3.8 İşçi arı abdomeni. KUZ; 5. tergitte kıl uzunluğu, Ta; 4. tergit tomentum genişliği, Tb; 4. tergit parlak zemin genişliği 61
Şekil 3.9 Kıl uzunluğu için görüntüleme ve örnek bir ölçüm 61
Şekil 3.10 Tomentum ve parlak zemin genişliği özellikleri için 4. Tergit ve örnek ölçüm değerleri 62
Şekil 3.11 İşçi arıda tergit genişlikleri. T3G; 3. tergit genişliği, T4G; 4. tergit genişliği 63
Şekil 3.12 Üçüncü tergit genişliği için örnek bir ölçüm 63
Şekil 3.13 Dördüncü tergit genişliği için örnek bir ölçüm.....63
Şekil 3.14 İşçi arı ön kanat uzunluğu; ÖKU, ön kanat genişliği; ÖKG, a; kübital hücrenin a damarı uzunluğu, b; kubital hücrenin b damarı uzunluğu.....64
Şekil 3.15 Kanat uzunluğu ve genişliği özellikleri için görüntüleme sistemi programından örnek bir ölçüm 64
Şekil 3.16 Kübital hücre a ve b damar uzunluklarının ölçümü için görüntüleme 65
Şekil 3.17 Kübital hücre a ve b damar uzunluklarının ölçümüne bir örnek 65

Şekil 3.18 İşçi arı ön kanat damar açıları 66
Şekil 3.19 Kanat açısı ölçümleri için görüntüleme 66
Şekil 3.20 Standart kanat şemasına uygun kanat açısı ölçümleri.....67
Şekil 3.21 İşçi arı arka bacak eklemleri. FU; femur uzunluğu, TU; tibia uzunluğu, MTU; metatarsus uzunluğu, MTG; metatarsus genişliği.....68
Şekil 3.22 Femur, tibia uzunlukları ile metatarsus uzunluk ve genişliği görüntüleri 68
Şekil 3.23 Arka bacağa ilişkin özellikler için örnek ölçüm değerleri 69
Şekil 4.1 Suriye bal arılarının serpilme diyagramı 85
Şekil 4.2 İran bal arılarının serpilme diyagramı 86
Şekil 4.3 Bireysel verilerin 15 grup için serpilme diyagramı 87
Şekil 4.4 Koloni ortalamalarına göre grupların serpilme diyagramı.....91
Şekil 4.5 Örnek verilerine göre grupların sınır haritası.....92
Şekil 4.6 Hatay ve Suriye gruplarının örnek verilerine göre serpilme diyagramı 94
Şekil 4.7 Van-Hakkari-Şırnak ve İran gruplarının örnek verilerine göre serpilme diyagramı 95
Şekil 4.8 Ülkelere göre bal arılarının serpilme diyagramı 100
Şekil 4.9 Ülke gruplarının sınır haritası 101

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1 Bal arılarında morfometri çalışmalarında kullanılan özellikler (Ruttner vd. 1978) 9
Çizelge 2.2 Coğrafik bal arısı alt türlerinin listesi (Ruttner 1988) 10
Çizelge 2.3 Yakın doğu bal arısı alt türlerinin bazı morfolojik özellikleri (Ruttner 1988) 16
Çizelge 2.4 Suriye'nin Şam ve çevresindeki bal arılarının morfolojik özellikleri (Alburaki ve Alburaki 2008) 22
Çizelge 2.5 İran, Irak ve Güneydoğu Anadolu bal arılarının bazı morfolojik özellikleri (Ruttner vd. 1985) 23
Çizelge 3.1 Bal arısı örneklerinin temin edildiği yerleşim birimleri 48
Çizelge 3.2 Bal arısı örneklerinin toplandığı yerleşim birimlerine ait coğrafik bilgiler 53
Çizelge 3.3 İncelenen morfolojik özellikler ve kodları 57
Çizelge 4.1 Morfolojik özellikler bakımından Türkiye grupları için tanıtıcı istatistikler 71
Çizelge 4.2 Morfolojik özellikler bakımından Suriye grupları için tanıtıcı istatistikler 72
Çizelge 4.3 Morfolojik özellikler bakımından İran grupları için tanıtıcı istatistikler 73
Çizelge 4.4 Morfolojik özellikler arasındaki ilişkiler 76
Çizelge 4.5 Çok değişkenli analizde incelenen gruplara ait bilgiler 77
Çizelge 4.6 Farklı grupların Mahalonobis uzaklığı ile belirlenmesi 78
Çizelge 4.7 Kanonik diskriminant fonksiyonları 79
Çizelge 4.8 Değişkenler ile diskrimant fonksiyonları arasındaki kanonik korelasyon katsayıları 81
Çizelge 4.9 Diskriminant analizi sonucunda bireysel gözlem değerlerinin sınıflandırılması (n,%) 83
Çizelge 4.10 Diskriminant analizi sonucunda kolonilerin gruplara sınıflandırılması (n,%) 90
Çizelge 4.11 Ülke gruplarında bazı morfolojik özellikler için tanıtıcı istatistikler 96
Çizelge 4.12 Ülke gruplarının çoklu karşılaştırılması 97
Çizelge 4.13 Ülkeler için kanonik diskriminant fonksiyonları 97

Çizelge 4.14 Üç ülke için değişkenler ve kanonik diskriminant fonksiyonları yapı matrisi 98
Çizelge 4.15 Türkiye, Suriye ve İran bal arılarının gruplara dağılımı (n,%) 99
Çizelge 5.1 Bazı morfolojik özellikler bakımından önceki çalışmalar ile bu çalışma sonuçlarının karşılaştırılması 105

1. GİRİŞ

Biyolojik yapıların ve organizmaların dış yapı özellikleri asırlardır bilimsel ilginin odağı olmuştur. Biyolojik form; bir organizmanın en çok göze çarpan yönü olan fenotipi, genotip ve çevre tarafından belirlenmektedir. Morfoloji, fenotipteki ekolojik değişimi ve filogenetik olarak tarihsel süreci ortaya koyar, organizma ile onun çevresi arasındaki ilişki hakkında bilgi verir (Ricklefs ve Miles 1994). Hem organizmaların taksonomik sınıflandırması hem de biyolojik yaşamın anlaşılması tarihsel olarak, morfolojik formların tanımlanmasına dayanmaktadır. Morfolojik çalışmalar; bir ya da birden fazla ölçülebilen, ortalama değerler olarak özetlenebilen ve gruplar arası/içi kıyaslanabilen özellikler için kantitatif verileri içermektedir. İstatistik analiz yöntemleri ile biyolojik formların kantitatif olarak tanımlama çalışmalarının kombine kullanılması modern morfometri alanını başlatmıştır. Morfometri bir formdaki varyasyonu ve bunun diğer değişkenlerle birlikte değişimini incelemektedir (Adams vd. 2004).

Bal arıları uyum yeteneklerinin yüksek olması nedeniyle kutup bölgeleri dışında farklı ekolojik koşullara sahip dünyanın her parçasına yayılmıştır. Günümüzde gelişmekte olan ülkelerde kırsal nüfusa istihdam, gelir ve sağlıklı beslenme aracı olan arıcılık, gelişmiş ülkelerde bir iş dalı olma özelliğinin yanı sıra önemli bir bitkisel üretim girdisidir (Fıratlı ve Gençer 1994). Türkiye coğrafyasının geneli dikkate alındığında rakım hem batıdan doğuya hem de kuzey-güney doğrultusunda iç kesimlere doğru artmaktadır. Anadolu'nun bu kendine özgü topoğrafik yapısı, çiçeklenmenin farklı bölgelerde yılın değişik dönemlerinde olmasına yol açarak ülkemizi arıcılık için uygun bir ekolojiye sahip kılmaktadır. Bu topoğrafik yapısının ve dünya coğrafyasındaki konumunun sonucu olarak dünyada mevcut ballı bitki türlerinin ¾'üne sahip olması Türkiye'nin arıcılıktaki şansını artırmaktadır (Fıratlı vd. 2000).

Bal arılarında uzun yıllar boyunca belirli yörelere adaptasyon ve izolasyon sonucunda biyolojik olarak farklılaşmış populasyonlar 'alttür' ya da 'coğrafik ırk' olarak tanımlanmıştır (Adam 1983, Ruttner 1988).

Dünyada morfolojik, fizyolojik ve davranış karakterleri açısından tanım ve taksonomik sınıflandırması yapılmış 24 coğrafik arı ırkı belirlenmiştir. Bu ırkların ve farklı ekolojilere sahip coğrafik bölgelerin geçiş kısımlarında oluşmuş ekotiplerin, oluştukları bölgelere özgü bir oluşum kazandıkları belirlenmiştir. Ekoloji, iklim, bitki örtüsü ve doğal zararlılar bu ırk ve ekotiplerin bugünkü formlarının oluşumunda önemli rol oynamışlardır. Bu nedenle günümüzde gerek morfolojik gerekse fizyolojik tanım ve sınıflandırmada coğrafik bölge yapısı dikkate alınarak değerlendirme yapılmalıdır. Bal arıları morfometrik yöntemlere göre yapılan tanımlamalar sonucu 4 ana grup altında toplanmıştır. Bu gruplar; Yakın ve Ortadoğu (O) (*Apis mellifera anatoliaca, Apis mellifera caucasica, Apis mellifera meda, Apis mellifera syriaca, Apis mellifera adami, Apis mellifera cypria, Apis mellifera armeniaca*), Tropik Afrika (A), Kuzey Afrika ve Batı Avrupa (M) (*Apis mellifera iberiensis ve Apis mellifera mellifera*) ile birlikte Kuzey Akdeniz (C) (*Apis mellifera ligustica, Apis mellifera cepropia, Apis mellifera mecodonica ve Apis mellifera carnica*) olarak bildirilmiştir (Ruttner 1988, Kauhausen-Keller vd. 1997). Bu çalışmalardan sonra iki yeni alttür daha eklenerek toplam 26 alttür tanımlanmıştır (Sheppard vd. 1997, Sheppard ve Meixner 2003).

Bal arılarının tanımlanmasında morfolojik yöntemlerin yanı sıra biyokimyasal ve genetik belirleyiciler taksonomi, filogenetik ve evrim çalışmalarında kullanılan yöntemlerdendir. Kullanılan genetik belirleyicilerden biri mitokondriyal DNA'dır. Mitokondriyal DNA anaya bağlı kalıtım göstermektedir ve sadece bir işçi arının analiz edilmesiyle tüm kolonin ana arısının ataları hakkında bilgi sağlamaktadır. Bütün koloni bireylerinin aynı ana arının dölleri olmasından dolayı tüm kolonideki bireylerin mtDNA'ları aynıdır. Bu sebeple sadece tek bir birey, mtDNA analizinde bütün koloniyi temsil edebilmektedir. Çekirdek DNA, hem ana hem de babadan gelen kalıtım materyalinin belirleyicisi olarak populasyondaki olaylar hakkında (örneğin; ana arı ile çiftleşen erkek arılar sebebiyle oluşan introgressive[1] melezlenme) güçlü bilgi vermektedir. *A. mellifera*'nın çekirdek analizinde iki farklı belirleyici kullanılır. Bunlar;

[1]Sayısal olarak birbirinden farklı populasyonlar arasında ve yoğun geriye melezlemeden dolayı bir türe ait genlerin başka bir türün gen kompleksi ya da havuzu içerisine yayılmasıdır.

allozimler ve DNA tabanlı (RFLP, RAPD, AFLP, mikrosatelitler ve SNPs) yöntemlerdir. Allozymler bal arılarında fazla varyasyona neden olmayan sistemlerdir ve temel olarak iki enzimdeki (Mdh ve Hk) varyasyon üzerine çalışılmıştır (De La Rua vd. 2009, Garnery vd 1992).

Son zamanlarda; Tek Nükleotid Polimorfizmi (SNPs) temel alınarak yapılan çalışma; Ruttner (1988) tarafından bildirilen tüm soy grupları arasında belirli bir farklılaşma olduğunu ortaya koymaktadır. Çalışma sonucunda; *A. mellifer*a'nın Afrika'dan orijin aldığı ve Avrasya'ya en az iki farklı yoldan yayıldığını ve bunun doğu ve batı Avrupa populasyonlarının coğrafik olarak yakın fakat genetik olarak uzak olmasına sebep olduğu belirtilmiştir. Araştırmacılar, A ve M soy grubu arasındaki uzaklığın, M ve C soy grupları arasında olandan daha küçük olmasına rağmen, bu soy grupları arasında büyük farklılıklar tespit etmişlerdir. Kuzey Afrika populasyonları genetik olarak diğer Afrika populasyonlarına Batı Avrupa populasyonlarından daha yakın gruplandırılmıştır (Whitfield vd. 2006).

Tofilski'nin (2008) bildirdiğine göre; son zamanlarda bal arısı alttürlerinin tanımlanmasında yeni bir yöntem geliştirilmiştir. Bu yöntem; şekillerin istatistik analizi, geometrik morfometri olarak adlandırılmaktadır ve kartesyan koordinatları tarafından tanımlanan karakteristik noktalar temel alınmaktadır. Moleküler yöntemler, laboratuar masraflarının yüksek olmasından dolayı arıcılar tarafından kolay ulaşılabilen yöntemler değildir. Morfometrik yöntemler ile günümüzde arıcılar sadece birkaç morfolojik özellik sayesinde (kübital indeks, dil uzunluğu ve abdomende renklenme) Avrupa bal arılarını ayırt edebilmektedirler. Standart morfometride birden fazla özellik için elde yapılan ölçümler zaman almaktadır. Geometrik morfometride, diğer vücut parçalarının aksine kanat ölçümleri otomatik olarak yapılabilmekte basit ve kesin sonuç vermektedir. Geometrik ve standart morfometri yöntemleri birlikte kullanılarak ön kanat damarlanma özelliğine göre 3 bal arısı alttürünü ayırt etmek amacıyla yapılan çalışmada; bireysel değerlere göre yapılan ayırma sonucunda geometrik morfometrinin başarısı %84.9 bulunurken, standart morfometrinin başarısı %83 olarak bulunmuştur. Ancak araştırıcı bu sonuçları bireysel verilere göre elde etmiştir. Koloniler temel alınarak yapılan ayırma sonucunda yöntemler arasında farklılık tespit edilmemiştir.

Entomolojik Veri Bilgi Sistemi (EDIS) projesi altında geliştirilen bir sistem olan böcek kanatlarında görüntü analizi ile otomatik belirleme sistemi (ABIS); bir stereomikroskop, ona bağlı bir kamera ve bir dizüstü bilgisayardan oluşmaktadır. Arıların tanımlanması, ön kanat damarlanma özelliğine göre yapılmaktadır. Ön kanat fotoğraf olarak kayıt edilmekte görüntü bilgisayara aktarılmaktadır. Sistem şimdilik doğrusal ve doğrusal olmayan diskriminant analiz metotlarını uygulayabilmekte canlı ve cansız bireylerde, böceklerde her iki cinsiyette de kullanılabilmektedir (Arbuckle vd. 2001, Schroder vd. 2002).

Günümüzde morfometrik yöntemler daha az kullanılsa da daha ucuz, kolay ve çok değişkenli istatistik analiz yöntemleriyle birlikte değerlendirildiğinde taksonomi ve tanımlama çalışmalarında güvenilir bilgi sağlamaktadır. Bal arılarının sistematik çalışmalarında hem morfometrik hem DNA tabanlı moleküler genetik çalışmalarının birlikte yürütülmesi her iki yöntemin de avantajlı yanlarından faydalanmayı sağlayabilmektedir. Ancak genetik biliminin ve teknolojik imkanların her geçen gün ilerlemesiyle önceden kullanılmış yöntemlerin geliştirilmesi ve yeni yöntemler elde edilmesi de söz konusudur.

Türkiye, doğal olarak oluşmuş ve yörelere özgü karakteristik özelliklere sahip birçok bal arısı ekotipine sahiptir ancak ana arı üretiminin ve ticaretinin yaygınlaşması, yurt dışından temin edilen farklı alttürlere ait ana arıların kullanımı, gezginci arıcılığın ve bal arılarında çiftleşme biyolojisinin doğal sonucu bir melezlenme olmaktadır. Bu nedenle; farklı morfolojik, fizyolojik ve davranış özelliklerine sahip bal arısı ekotiplerinin belirlenmesi, doğal seleksiyon ile oluşmuş yörelere özgü değerli özellikler gösteren ekotiplerin korunması gerekmektedir.

Genel olarak ifade etmek gerekirse; Türkiye'nin kuzeydoğusunda Kafkas arısı, Güneydoğusunda İran arısının bulunduğu, diğer tüm bölgelerde Anadolu arısının hakim bal arısı populasyonu olduğu bilinmektedir (Ruttner 1988). Hatay ilinde Suriye arısının bulunabileceği ifade edilmektedir (Ruttner 1988, Palmer vd. 2000). Trakya bölgesinde az sayıda örnekleme ile yapılan çalışmalarda Karniyol arısının olduğu da bildirilmektedir (Simith vd. 1997, Palmer vd. 2000, Kandemir vd. 2006).

Ruttner (1988)'de, Van gölünden Antalya'ya kadar uzanan geniş bir bölgedeki bal arılarının Bodenheimer (1942)'ın bildirdiği gibi Suriye arısı (*Apis mellifera syrica*) değil İran arısı (*Apis mellifera meda*) ve Güneydoğu Anadolu Bölgesi bal arılarının İran arısının 6 ekotipinden biri olduğunu bildirmiştir.

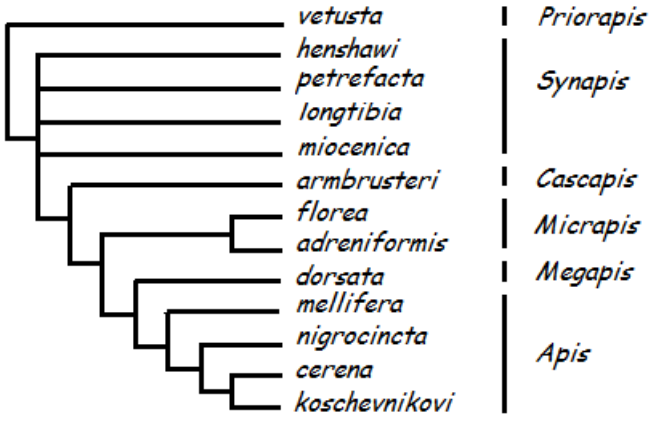
Bu çalışma kapsamında güneydoğu sınırboyu bal arısı populasyonlarının morfolojik özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla, Türkiye'nin güneydoğu sınırboyunda, Suriye'de ve İran'da bulunan arılıklardan örnekleme yapılmıştır. Bölgede sadece Mardin-Ceylanpınar sınırboyunun Suriye'de bulunan kısmından (Al-Hasaka) izin verilmediği için, Irak ile Türkiye sınırboyundan güvenlik sorunlarından dolayı bal arısı örneği temin edilememiştir. Bölge bal arılarının morfolojik özellikleri bakımından sınıflandırılması amacıyla çeşitli araştırmalar yapılmıştır ancak bu çalışmaların, Türkiye'nin diğer bölgelerinde yapılan morfometri çalışmalarıyla karşılaştırıldığında yetersiz olduğu görülmektedir.

Çalışma kapsamında, Suriye'nin kuzeyi, İran'ın kuzeybatısında Türkiye sınırına yakın bölgelerden ve Türkiye'nin bu ülkelerle olan sınırboyu ilçelerinden işçi arı örnekleri toplanarak sınır bölgelerinden bal arısı geçişlerinin olabileceği ihtimallerine dayanarak morfometrik tanımlama ve karşılaştırma yapılmıştır. Çalışma sonuçlarının tüm bölge bal arılarını ifade etmese de sınırboyu yerleşim birimlerindeki bal arısı ırk ve ekotiplerinin tanımlanmasına katkı sağlayacağı, ileride yapılacak çalışmalar için iyi bir kaynak olacağı beklenmektedir.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

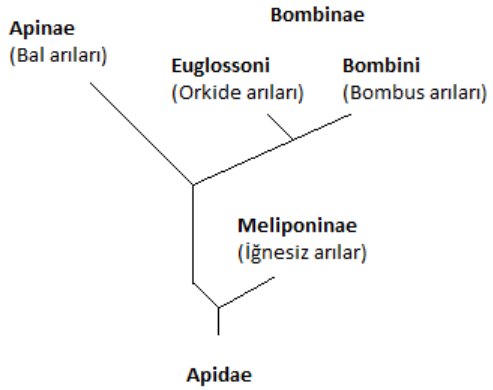
Bu bölümde öncelikli olarak, bal arılarının evrimi ve orijini, modern morfometri yöntemi kullanılarak yapılan ilk çalışmalar ve bu çalışmalarda kullanılan ayırıcı özellikler, coğrafik alttürlerin tanımlanması ve doğal yayılma alanları, moleküler belirleyiciler ile yapılan sınıflandırma çalışmaları, Anadolu arısı ve Türkiye'de morfometri ve genetik belirleyiciler kullanılarak gerçekleştirilmiş literatür bildirişleri öncelikle özetlenmiştir. Daha sonra Suriye ve İran bal arıları hakkında yapılan çalışmalar özetlenerek, morfolojik özellikler alt başlıklar halinde incelenmiştir.

Bal arısı (*Apis* cinsi), bitkisel üretimdeki önemi, sosyal organizasyon yapısı ve ürettiği bal ile tüm böcekler içerisinde en ilgi çekici olanıdır ve insanoğlu ile *Apis* cinsi arasındaki ilişkinin, İspanya'nın Valencia yakınlarındaki Paleolitik Araña mağarasında bal toplayan insanların resimleri ile çok eski zamanlara kadar uzandığı görülmektedir. Benzer şekilde çeşitli kültürlerde, mitoloji ve dinlerde bal arısı figürlerinin olması dikkat çekmektedir. Şekil 2.1'de bal arılarının içerisinde bulunduğu *Apis* cinsi için filogenetik ilişkiler ve taksonomik gruplar gösterilmektedir (Engel 1999). Gençer'in (1996), Crane (1983) ve Bodenheimer'a (1942) atfen bildirdiğine göre; Çatalhöyük'te MÖ 7000, Boğazköy'de MÖ 1300 yıllarına ait çeşitli arkeolojik bulgular Anadolu'da insanların arıcılık ile ilgilendiklerine dair kanıtlar sunmaktadır.



Şekil 2.1 *Apis* cinsi için filogenetik sınıflandırma ve taksonomik gruplar (Engel 1999)

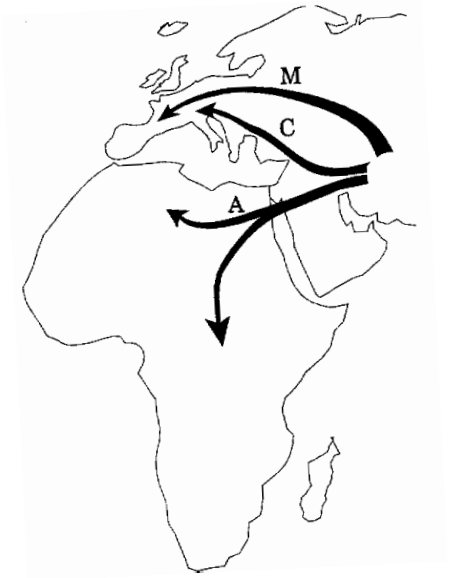
Apidae familyasının taksonomik yapısı şekil 2.2'de gösterilmektedir. Apidae familyasında iki ana taksonomik grup; tropiklerdeki iğnesiz bal arıları ve gerçek bal arıları olmak üzere ayrılmaktadır. Bal arıları, sadece tek bir cins (Apinae, *Apis*) içerisinde sınıflandırılmıştır ve 5 tür içermektedir. En yaygın olanı; *Apis mellifera*, dev bal arıları; *Apis dorsata* ve *Apis laboriosa*, Hint bal arısı; *Apis cerena*, cüce bal arısı; *Apis florea* olarak sınıflandırılmaktadır (Winston ve Michener 1990, Winston 1987).



Şekil 2.2 Apidae familyasındaki arılar arasındaki taksonomik ilişkiler (Winston 1987)

İki farklı genomik bölge (ND2 mitokondriyal geni ve EF1-α intron) üzerinde yapılan moleküler bir çalışmada *Apis* içerisindeki filogenetik ilişkiler araştırılmıştır. Filogenetik analiz, bal arılarını üç büyük kümede gruplayan morfometrik analiz sonuçlarını güçlü bir şekilde desteklemektedir. Bu gruplar; dev arılar (*A. dorsata, A. binghami* ve *A. laboriosa*), cüce arılar (*A. andreniformis* ve *A. florea*) ve kapalı alan da yuva yapan arılardır (*A. mellifera, A. cerana, A. koschevnikovi, A. nuluensis,* ve *A. nigrocincta*) (Arias ve Sheppard 2005).

Batı bal arısı populasyonlarının orijini ve evrimi üzerine farklı hipotezler söz konusudur. Bunlardan birisi; batı bal arısı populasyonlarının Yakın Doğu'dan orijin alarak üç farklı yol ile Avrupa ve Afrika kıtalarına yayılım gösterdiğidir (Ruttner 1988). Mevcut *Apis mellifera* populasyonlarının evrimi ve orijini (Şekil 2.3); filogenetik ağaçtaki pozisyonları ve mtDNA'larının coğrafik orijinleri arasındaki ilişki vasıtasıyla desteklenmektedir (Garnery vd. 1992). Son zamanlarda yeni bir moleküler belirleyici (SNPs) ile yapılan bir çalışmada ise; *A. mellifer*a'nın Afrika'dan orijin aldığı ve Avrasya'ya en az iki farklı yoldan yayıldığı belirtilmiştir (Whitfield vd. 2006).



Şekil 2.3 *Apis mellifera* populasyonlarının evrimi ve orijini (Garnery vd. 1992)

Farklı coğrafik koşullara uyum sonucu ortaya çıkan bal arısı (*Apis mellifera* L.) ırk ve ekotiplerinde taksonomik sınıflandırma çalışmaları 19. yüzyılda başlamıştır. Bal arılarında ilk kez, önce cins ve tür daha sonra coğrafi ırk veya varyete adı eklenerek Buttel-Reepen (1906) tarafından üçlü tanımlama sistemi kullanılmıştır. Sınıflandırma çalışmaları başlangıçta tergit rengine bakılarak yapılmaktaydı. Ancak daha sonraki yıllarda ayırt edici morfolojik özellikler tespit edilmiş ve ölçüm teknikleri geliştirilmiştir (Ruttner vd. 1978). Örneğin; Alpatov (1929), daha fazla örnek üzerinde dil uzunluğu, ön kanat uzunluğu ve genişliği, arka kanatta kanca sayısı (hamuli), arka bacak eklemlerinin (femur, tibia ve metatarsus) uzunlukları, 3. tergit ve sternit genişliği, mum aynası genişliği ve 3. tergitte sarı bandın genişliğini ölçerek morfolojik çalışmalarda kullanılabilecek özellik sayısının artmasında öncü olmuştur.

Goetze (1940) tarafından yapılan çalışmada bu morfolojik özelliklere, abdomenin 5. tergiti üzerindeki kılların uzunluğu, 4. tergitteki tomentum genişliği ve ön kanat üzerindeki damarların uzunlukları ile bu uzunluklardan elde edilen bazı oranlar eklenmiştir. Özellikle kıl uzunluğu ve kübital indeks değeri Avrupa ırklarının ayırt edilmesinde kullanılan önemli özelliklerdir.

Du Praw (1965), coğrafi orijinleri bilinmeyen bal arısı ırklarının tanımlanabilmesi için Linneaus'dan farklı bir sınıflandırma sistemi kullanmıştır. Bu sistemde; bireylere ait veriler çok değişkenli analiz yöntemiyle değerlendirilmiştir. Bu amaçla, bal arısı örneklerinde ön kanat üzerinde bulunan damarlar arasındaki 13 açı ile kanat uzunluğu ve genişliği olmak üzere toplam 15 değişkeni birlikte incelemiştir.

Cornuet vd. (1975), Avrupa ırklarının tanımlanmasında kübital indeks, metatarsus indeksi ve tergit rengine bakmanın yeterli olacağını bildirmişlerdir.

Bal arısı ırk ve ekotiplerinin tanımlama ve sınıflandırma çalışmalarında ayırt edici özellik olarak değişik araştırmacılar tarafından farklı morfolojik özellikler kullanılmıştır. Ruttner vd. (1978), morfolojik özellik sayısının 42'ye kadar çıkabileceğini, Afrika bal arılarında 10 özellik üzerinde çalışmanın yeterli olacağını bildirmişlerdir. Çizelge 2.1'de çeşitli araştırmacılar tarafından belirlenen morfolojik özellikler verilmiştir.

Çizelge 2.1 Bal arılarında morfometri çalışmalarında kullanılan özellikler (Ruttner vd. 1978)

5. tergitte kıl uzunluğu	Goetze
4. tergitte tomentum genişliği	Goetze
4. tergitte parlak zemin genişliği	Goetze
Dil uzunluğu	Alpatov
Arka bacak uzunluğu (Femur- Tibia-Metatarsus uzunlukları) Metatarsus genişliği	Alpatov Alpatov
2.-4. Tergitte pigmentasyon (0-9 arasında bir skala değeri)	Goetze
3. ve 4. Tergit genişlikleri	Alpatov
3. sternit uzunluğu	Alpatov
3. sternit mum aynası uzunluğu ve genişliği	Alpatov
3. sternit mum aynaları arasındaki uzaklık	Ruttner
6. sternit uzunluğu ve genişliği	Ruttner
Ön kanat uzunluğu ve genişliği	Alpatov
Skutellum rengi	Ruttner
Labrum rengi	Ruttner
3. kübital hücrede kübital a ve kübital b uzunluğu	Goetze
Ön kanatta 11 açı (A4, B4, D7, G18, E9, I10, J16, K19, L13, N23, O26)	DuPraw
Arka kanatta kanca sayısı	

Ruttner'in (1988) farklı coğrafyalarda tanımlaması yapılmış batı bal arısı alttürleri (Çizelge 2.2) listesine sonradan yapılan çalışmaların katkısıyla *A. m. ruttneri* ve *A. m. pomonella* olmak üzere iki yeni alttür daha eklenmiştir (Sheppard vd. 1997, Sheppard ve Meixner 2003).

Çizelge 2.2 Coğrafik bal arısı alttürlerinin listesi (Ruttner 1988)

I. Yakın Doğu (O)	1. *Apis mellifera anatoliaca* Maa	(1953)
	2. *Apis mellifera adami* Ruttner	(1975)
	3. *Apis mellifera cypria* Pollmann	(1879)
	4. *Apis mellifera syriaca* Buttel-Reepen	(1906)
	5. *Apis mellifera meda* Skorikov	(1929)
	6. *Apis mellifera caucasica* Gorbachev	(1916)
	7. *Apis mellifera armeniaca* Skorikov	(1929)
II. Tropik Afrika (A)	8. *Apis mellifera lamarckii* Cockerell	(1906)
	9. *Apis mellifera yemenitica* Ruttner	(1975)
	10. *Apis mellifera litorea* Smith	(1961)
	11. *Apis mellifera scutellata* Lepeletier	(1836)
	12. *Apis mellifera adansonii* Latreille	(1804)
	13. *Apis mellifera monticola* Smith	(1961)
	14. *Apis mellifera capensis* Escholtz	(1821)
	15. *Apis mellifera unicolor* Latreille	(1804)
III. Akdeniz		
1. Batı Akdeniz (M)		
a) Kuzey Afrika		
	16. *Apis mellifera sahariensis* Baldensperger	(1924)
	17. *Apis mellifera intermissa* Buttel-Reepen	(1906)
b) Batı Akdeniz ve Kuzey Avrupa		
	18. *Apis mellifera iberica Goetze*	(1964)
	19. *Apis mellifera mellifera* Linnaeus	(1758)
2. Orta Akdeniz ve Güneydoğu Avrupa (C)		
	20. *Apis mellifera sicula* Montagano	(1911)
	21. *Apis mellifera ligustica* Spinola	(1806)
	22. *Apis mellifera cecropia* Kiesenwetter	(1860)
	23. *Apis mellifera macedonica* Ruttner	(1987)
	24. *Apis mellifera carnica* Pollmann	(1879)

Malta adasının endemik bal arıları, morfolojik özellikleri bakımından yapılan diskriminant analizi sonuçlarına göre ayrı bir coğrafik ırk olarak tanımlanmıştır ve *Apis mellifera ruttneri* olarak adlandırılmıştır. Davranışsal özellikleri ve mtDNA analizi, Sicilya'nın endemik bal arısı *A. m. sicula* alttürüne benzer şekilde, *Apis mellifera ruttner*i'nin Avrupa alttürlerinden çok Kuzey Afrika'nın *A. m. intermissa* alttürü ile daha yakın ilişkide olduğunu desteklemektedir. Bu bulgular, Orta Akdeniz bölgesindeki adaların bal arısı populasyonları arasında paylaşılan bir evrimsel tarih olduğu önerisini desteklemektedir (Sheppard vd. 1997).

Orta Asya'nın Tien Shan Dağlarındaki endemik bal arıları morfometrik analizlere dayanarak yeni bir alttür olarak (*Apis mellifera pomonella)* tanımlanmıştır. Ölçülen morfometrik özelliklerin, temel bileşenler ve diskriminant analizi sonucu bu bal arıları açık bir şekilde evrimsel doğu soy grubu içerinde yer almışlardır. Ancak bu grup içerisindeki diğer alttürlerden de ayrılmışlardır. Yeni tanımlanan bu bal arısı alttürünün ortaya çıkışı, endemik *A. mellifera'*nın dağılım alanını önceden tahmin edilenden 2000 km daha doğuya doğru genişletmektedir. *Apis mellifera pomonella'*nın mtDNA dizi analizi onu C mitokondriyal soy grubu (O ve C morfolojik soylarının her ikisini de içeren bir grup) içerisinde göstermektedir (Shepard ve Meixner 2003).

Yemen arısı (*A. m. jemenitica*), Kauhausen-Keller vd. (1997) tarafından A soyu içerisinde sınıflandırılmıştır. Ancak daha sonra Franck vd. (2001) çalışmalarında Etiyopya'dan temin ettikleri Yemen arısını moleküler yöntemler sonucu Yemenitica (Y) soyu olarak ifade edilen beşinci bir genetik soy içerisinde değerlendirmenin daha uygun olacağını bildirmektedirler (Şekil 2.5).

Farklı coğrafik bölgelerden toplanan 252 bal arısı örneğinde 34 morfolojik özelliğe temel bileşenler analizi (PCA) uygulanmıştır. Tropik Afrika'dan alınan örnekler 'A', Güneydoğu Avrupa ve Orta Akdeniz'den alınan örnekler 'C', Batı Akdeniz ve Kuzey Afrika'dan alınan örnekler 'M' ve Kafkasya ve Yakın Doğudan alınan örnekler 'O' olmak üzere 4 ana kola ayrılmıştır. Anadolu bal arısı (*A. m. anatoliaca*); *A. m. caucasica, A. m. meda, A. m. syriaca, A. m. cypria* ve *A. m. adami* arıları ile birlikte Yakın Doğu 'O' grubunda yer almaktadır (Kauhausen-Keller vd. 1997).

Afrikalılaşmış ve Avrupa bal arısı ırklarının ayrımında, 86 Afrikalılaşmış ve 56 Avrupa bal arısı kolonisinden 30'ar işçi arının morfolojik özelliklerine diskriminant analizi uygulanmıştır. Ön kanat uzunluğu ölçümlerine göre bal arıları %86 oranında hatasız olarak basit analiz yöntemiyle doğru gruplandırılmıştır. Bununla birlikte ön ve arka kanat uzunluğu, femur uzunluğu ve ağırlık özelliklerinin çok değişkenli analizi sonucunda %91 oranında örneklerin doğru gruba atandığı bildirilmiştir (Rinderer vd. 1986).

Morfometri oldukça fazla işgücü ve zaman gerektirmesine rağmen ırk ve ekotiplerin tanımlanmasında güçlü bir araçtır. Böyle bir iş için daha kolay bir yöntem geliştirmeyi amaçlayan Francoy vd. (2006), *Apis mellifera*'nın üç farklı ırkında 50'şer işçi arı örneği üzerinde çalışmışlardır. Sağ ön kanat üzerindeki radial hücrede toplam 11 karakter için çok değişkenli varyans analizi uygulayarak; İtalyan, Karniyol ve Afrikalılaşmış bal arıları arasında önemli farklılıklar tespit etmişlerdir. Tek bir kanat hücresi bireyleri birbirinden (yaklaşık %99 oranında) ayırmak için yeterli bilgi sağlamaktadır.

Batı Avrupa'da *Apis mellifera mellifera*'nın dağılım alanlarını araştırmak amacıyla Polonya, Belarus ve Ukrayna'dan toplam 136 örnekte 38 morfolojik özellik incelenmiştir. Bu bölgenin kuzeyinden alınan örnekler kesin bir şekilde *A. m. mellifera* olarak sınıflandırılmıştır. Ancak güneye doğru gidildikçe bazı örnekler *A. m. mellifera* ve 'C' ve 'O' soy gruplarının melezleri olarak sınıflandırılmıştır. Ukrayna'da örneklerin üçte biri *A. m. mellifera*, üçte biri *A. m. macedonica* ve üçte biri de melez olarak sınıflandırılmıştır. Polonya ve Ukrayna'daki melezlenme üzerinde morfolojik 'O' soy grubunun güçlü bir etkisi olduğu beklenmedik bir sonuç olarak yorumlanmıştır (Meixner vd. 2007).

Mitokondriyal DNA bölgesinde dizi analizi vasıtasıyla, morfolojik olarak tanımlanmış 14 alttürde ve Afrikalılaşmış bal arılarında 20 farklı haplotip belirlenmiştir. Morfometrik değerlendirmeler ile 3 ya da 4 ana alttür grubu olduğu filogenetik analizler ile desteklenmiştir. Ruttner (1988) tarafından O soyu olarak bildirilen 4. bir genetik soyun var olduğu bu çalışmada doğrulanmıştır. Ruttner (1988)'in bildirdiği O soyu *A. m. meda*' yı içermekte ancak *A. m. lamarckii* alttürünü içermemektedir. Bu çalışmada Orta Doğu alttürleri ile Afrika alttürleri arasında bir bağlantı tespit edilmiş ve bu bölgelerdeki alttürler aynı grupta kümelenmiştir (Arias ve Sheppard 1996).

Bal arılarında mtDNA varyasyonunu araştırmak amacıyla 10 farklı alttür, 68 koloniden alınan örnekler incelenmiştir. Çalışma sonucunda 19 mtDNA haplotipi belirlenmiş ve üç ana filogenetik soy (A, M, C) içerisinde kümelenmiştir. Afrika alttürleri (i*ntermissa, monticola, scutellata, adansonii ve capensis*) A soyu, Kuzey Akdeniz alttürleri (*caucasica, carnica ve ligustica*) C soyu, Batı Avrupa populasyonları (*mellifera*

alttürleri) M soyu olmak üzere farklı coğrafik dağılım görülmektedir. Bu sonuçlar önceki morfometri ve allozim çalışmaları ile uyum göstermektedir. Ancak Kuzey Afrika populasyonlarının; M soyu yerine A soyu içerisinde yer aldığı görülmektedir. Araştırmacılar, türlerin dağılım merkezinin Orta Doğu olduğunu ve evrimleşme oranının %2 olduğu kabul edilirse, 3 bal arısı soyunun evrimleşmesinin yaklaşık 1 milyon yıl önce başladığını bildirmektedirler (Garnery vd. 1992).

Geleneksel morfometri, allozim ve mitokondriyal veriler M soyu alttürleri olan *A. m. iberiensis* ve Kuzey Afrika alttürleri (A soyu) arasındaki yakın ilişkiyi desteklemektedir. Bununla birlikte, nDNA belirleyicileri A, M ve C soyu alttürleri arasında kesin bir ayırım ortaya çıkarmaktadır. Bu paradoksu çözmek için araştırıcılar 6 Avrupa ve Afrika alttürlerinden 663 kolonide analiz yapmışlardır. Kanat şekli analizi için geometrik morfometri uygulanmıştır ve sonuçlar 6 mikrosatellit lokus verileri ile karşılaştırılmıştır. Her iki veri grubu da, Batı Avrupa alttürlerinin Kuzey Afrika alttürlerinden belirli bir şekilde ayrıldığını desteklemiştir. Bu, İber bal arısı populasyonlarında Afrika soyu mitotipinin bulunduğu hipotezini desteklemektedir. Afrikalılaşma sürecinin belirlenmesi ve gösterilmesinde geometrik morfometri; mtDNA analizi ya da geleneksel morfometriden daha uygun bir yöntem olarak görülmektedir (Miquel vd. 2010).

Belirli kurallara göre yapılan taksonomik sınıflandırmada Anadolu arısı bir alttür olarak ilk kez Maa (1953) tarafından *Apis mellifera anatoliaca* sistematik adıyla tanımlanmıştır (Ruttner 1988).

Adam (1983), Anadolu arılarını Batı, Kuzeydoğu, Güneydoğu ve Orta Anadolu arıları olarak dört tipte gruplandırmakta ve bunların da birçok ara formlarının bulunduğunu bildirmektedir. Aynı araştırıcı Orta Anadolu arısının hem rengi hem de verim özellikleri bakımından kuzeydeki Esmer arı ve Ermenistan arısı arasında değer gösterdiğini, Toroslar ve Akdeniz arasında kalan bölge arılarının dış yapı özellikleri bakımından Suriye arısına benzemekle birlikte bazı farklı özelliklerinin olduğunu bildirmiştir.

Ruttner (1988) Anadolu arılarının (*A. m. anatoliaca*), Kuzeydoğu Anadolu (*A. m. caucasica*) ve Güneydoğu Anadolu Bölgesi (*A. m. meda*) dışında tüm Türkiye'yi kapladığını bildirmektedir. Yapılan tüm çok değişkenli analiz sonuçlarına göre Anadolu arısı, yakın komşuları ve Balkan arıları ile bir küme oluşturmaktadır ancak Batı Anadolu arıları (İstanbul-Bursa-Eskişehir-Isparta illeri batıda bir hat olmak üzere) kümenin çevresinde ayrı bir grup olarak özelleşmiştir. Araştırıcı, bu taksonomik grubun genel Anadolu arısı kümesine yakın olması nedeniyle Batı Anadolu ekotipi olarak tanımlanmasını uygun görmüştür. Anadolu arısının Batı Anadolu ekotipi (İstanbul, Bursa, İzmir), Güneydoğu Avrupa, Orta Akdeniz ve Kuzey Afrika arıları ile benzerlik göstermesi nedeniyle *A. m. anatoliaca*'nın, *mellifera* türünün doğudaki gen merkezi olarak kabul edilebileceğini ileri sürmüştür (Şekil 2.4).



Şekil 2.4 Türkiye coğrafik bal arısı ırklarının genel dağılmı

Ruttner (1988) Anadolu arısını dış yapı özellikleri bakımından benzer büyüklük ve renkte olan ve tüm dünya tarafından bilinen İtalyan arısı ile karşılaştırmayı uygun görmüştür. Bu doğrultuda; Anadolu arısının tüm ölçüler bakımından biraz daha iri, oranlardaki ufak modifikasyonlarla birlikte abdomen ve metatarsusun daha geniş, ön kanatın daha ince, bacak ve kanatların tüm vücuda oranla daha kısa olduğunu belirtmiştir. Anadolu arısı da genel olarak sarı bir arıdır ancak tergit rengi kirli turuncudan kahverengiye doğru dönen bir renk göstermektedir (Adam 1983). Skutellum

ise mat, koyu turuncudur. Kanat damarlanmasında karakteristik farklılıklar vardır ve daha düşük kübital indekse sahiptir.

Fıratlı ve Budak (1994), ülkedeki hakim genotipin diğer ekotiplerle karışmamış olduğu bilinen ve ulaşım olanağı olmayan veya çok zor olan yörelerdeki özgün arıların dışında tüm yöresel ırkların karışımından ibaret olduğunu bildirmektedir. Genç'de (1994) Anadolu'yu birçok arı ırkının birbirine karışarak harman olduğu bir yarımada olarak tanımlamış ve bir ırkın bulunduğu sanılan bir bölgede başka ırklara ve ekotiplere de rastlanabileceğini belirtmiştir.

Gençer (1996) tarafından bildirildiğine göre, Anadolu arılarının taksonomik sınıflandırmasını kapsamlı olarak çalışan ilk araştırmacı Bodenheimer (1942), Anadolu'da morfolojik özellikleri farklı olan ırkların bulunduğu 7 bölge ayırt etmiştir. Araştırmacıya göre bu ırklardan dördü Kuzeydoğu Anadolu'da; Boz Dağ Kafkas arısı (*A. m. caucasica*), Elazığ'da; Sarı Trans Kafkas arısı (*A. m. remipes*), Ankara'dan alınan örneklerle temsil edilen Orta Anadolu'da Sarı Trans Kafkas arısına çok benzeyen Orta Anadolu arısı ve Mersin'de; Suriye arısıdır. Geriye kalan diğer üç tip Orta Anadolu, Kafkas, Sarı Trans Kafkas ve Suriye arısının ara formları olarak tanımlanmaktadır. Bu ara formlar ise, Erzurum ve Sinop'ta Boz Dağ Kafkas ve Sarı Trans Kafkas arıları arasında yer alan arılar, Ankara ile Torosların kuzeyinde kalan bölgede Suriye arısı ve Sarı Trans Kafkas arısı melezleri, Batı Anadolu'da İtalyan arısı ve Suriye arısı arasında kalan Batı Anadolu arılarıdır.

Anadolu arısının da içinde bulunduğu morfometrik 'O' soy grubu alttürleri şekil 2.5'de verilmiştir. Yakın doğu bal arısı alttürlerinin coğrafik dağılımı haritası Ruttner (1988) tarafından yapılan sınıflandırma ve tanımlama çalışmaları dikkate alınarak düzenlemiştir. Ancak 'Y' soyu moleküler yöntemler ile belirlenmiş bir soydur (Franck vd. 2001). Yemen arısı Ruttner'in (1988) sınıflandırmasında 'A' (Tropik Afrika) morfometrik soyu içerisinde yer almaktadır (Çizelge 2.2). Yakın doğu bal arısı alttürlerinin bazı morfolojik özellikleri ise çizelge 2.3'de sunulmuştur.



Şekil 2.5 Yakın doğu arılarının coğrafik dağılımı (Ruttner (1988) ve Franck vd. (2001) 'den düzenlenmiştir), (Anonymous 2011)

Çizelge 2.3 Yakın doğu bal arısı alttürlerinin bazı morfolojik özellikleri (Ruttner 1988)

Alttürler	n	Tergit 3+4 (mm)	Dil uzunluğu (mm)	Ön kanat uzunluğu (mm)	Arka bacak uzunluğu (mm)
A. m. anatoliaca	40	4.464±0.091	6.462±0.169	9.188±0.134	8.095±0.135
A. m. adami	24	4.526±0.089	6.460±0.105	9.085±0.040	8.195±0.134
A. m. cypria	8	4.237±0.163	6.390±0.135	8.865±0.149	7.875±0.178
A. m. syriaca	11	4.112±0.150	6.191±0.226	8.482±0.228	7.828±0.196
A. m. meda	93	4.356±0.149	6.335±0.226	8.967±0.231	7.821±0.225
A. m. caucasica	27	4.547±0.118	7.046±0.189	9.319±0.183	8.296±0.180
A. m. armeniaca	6	4.498±0.109	6.646±0.114	9.068±0.144	8.060±0.166
Alttürler	n	Kıl uzunluğu (mm)	Metatarsus indeksi	Tomentum indeksi	Kübital indeks
A. m. anatoliaca	40	0.290±0.032	57.61±0.99	2.13±0.26	2.24±0.18
A. m. adami	24	0.301±0.031	56.38±0.81	3.06±1.02	1.89±0.18
A. m. cypria	8	0.266±0.028	57.82±2.14	2.27±1.06	2.72±0.36
A. m. syriaca	11	0.226±0.040	56.32±2.04	2.39±1.08	2.28±0.37
A. m. meda	93	0.285±0.041	56.36±2.75	2.31±0.76	2.56±0.72
A. m. caucasica	27	0.335±0.031	57.68±2.10	2.79±0.40	2.16±0.31
A. m. armeniaca	6	0.326±0.031	57.17±2.00	2.70±0.34	2.61±0.42

Karacaoğlu (1989), Orta Anadolu, Karadeniz Geçit ve Ardahan İzole Bölge arılarının morfolojik özelliklerini belirlemek için yaptığı çalışmada; Orta Anadolu arılarının çevre arılardan farklı değerler gösterdiğini, bölgede yapılacak çalışmalar ile standart tiplerin elde edilebileceğini, Karadeniz Geçit Bölge arılarının aynı özellikler bakımından tanımlanmasının güç olduğunu ve Ardahan İzole Bölge arılarının, Anadolu'da var olan populasyonlar içinde en çok birörneklik gösteren arılar olduğunu, bu bölgeden elde edilen değerlerin *A. m. caucasica* için bildirilen sınırlar içinde kaldığını saptamıştır. Aynı zamanda Ardahan İzole Bölge arılarının diğer bölge arılarından daha büyük vücut, geniş keçe bandı, uzun kıl örtüsüne sahip olduklarını ve genelde bu populasyonda birörneklik görüldüğünü bildirmiştir. TKV tarafından Ardahan İzole Bölgesinden temin edilen ve üretimi yapılan arıların ise orijini oldukları bölge arılarından dil uzunluğu, kubital indeks ve tergit renk karakteri bakımından farklı değerler alarak açılmalar gösterdiğini saptamıştır.

Öztürk (1990), Türkiye'nin Kuzeydoğu (Kars), Orta Anadolu (Ankara) ve Güneybatı (Muğla) bölgelerinden topladığı işçi arı örneklerinde dil uzunluğu, kanat uzunluğu ve genişliği ile damar açıları gibi morfometrik karakterleri incelemiştir. Yapılan varyans analizi sonucunda morfolojik olarak gruplar arasında farklılığın önemli bulunmasına karşılık, uyguladığı çok değişkenli istatistik metodunda arı tipleri arasında populasyon sınırlarının kesin olarak belirlenemediğini ve grupların iç içe geçtiğini bildirmiştir. Araştırmacı farklı ırklardan olduğu kabul edilen bu grupların birbirlerinden kesin sınırlarla ayrılamamalarının, gruplar arasında gen akışından ve çalışmada örneklemenin yetersiz olmasından kaynaklandığını ileri sürmüştür. Ancak Kars yöresi arılarında kanat damar açılarının ayırıcı birer karakter olduğunu belirtmiştir.

Darendelioğlu ve Kence (1992), Orta Anadolu bal arısının populasyon yapısını saptamak amacıyla yaptıkları çalışmada, Bala ilçesine bağlı 40 lokasyondan alınan 800 işçi arıda 23 morfolojik özelliği incelemişlerdir. Çalışma sonucu ölçülen bal arısı populasyonları lokasyonlar arası önemli farklılıklar göstermiş ve Bala arılarının homojen ve saf Anadolu arısı olmadığını, farklı lokasyonlarda farklı arı tiplerinin bulunduğunu bildirmişlerdir. İncelenen özellikler içinde kubital indeks değerinin lokasyonlar arasında farklı olmadığı gözlenmiştir.

Ege (Davutlar) ve Akdeniz Bölgesinde (Antalya) ana arı üretimi yapan iki ticari işletmeden sağlanan ana arılar ile Davutlar ve Kafkas grubu olmak üzere başlangıç, birinci ve ikinci generasyon kolonileri oluşturan Gürel (1995), başlangıç ve birinci generasyon kolonilerinden alınan işçi arı örneklerinde 13 morfolojik özelliği incelemiş ve yapılan diskriminant analizi ile 2 grubun başlangıç generasyonunda % 62.6 oranında, birinci generasyonda da % 76.6 oranında doğru tanımlanabildiğini ayrıca bu özelliklerin iyi kontrol edilen izole bir bölgede grupların büyük ölçüde korunabileceğinin göstergesi olduğunu ifade etmiştir.

Dülger (1995) Kafkas, Anadolu ve Erzurum bal arısı genotiplerinin morfolojik özellikleri bakımından tanımlanması amacıyla yürüttüğü çalışmasında diskriminant analizi sonucunda 22 morfolojik karakterden dil uzunluğu, altıncı sternit genişliği, mum salgı yüzeyleri arası mesafe ve kübital b damar uzunluğunun genotiplerin sınıflandırılmasında önemli düzeyde etkili olduğunu, diskriminant fonksiyonlarınca tahmin edilen doğru sınıflandırılma düzeyinin Kafkas genotipi için % 68, Anadolu genotipi için % 42, Erzurum genotipi için ise % 82 olduğunu bildirmiştir. Kafkas ve Anadolu genotiplerine ait örnekler büyük ölçüde farklı kümeler oluştururken, Erzurum genotipinde daha çok Kafkas grubu ile olmak üzere diğer genotiplerle iç içe geçme olduğu saptanmıştır.

Güler (1995), Türkiye'nin bazı bal arısı genotiplerinde morfolojik ve fizyolojik karakterler üzerine yaptığı çalışmasında Anadolu, Kafkas, Muğla, Gökçeada, Trakya ve Alata genotiplerine ait toplam 41 ayrı morfolojik karakterin biyometrik ölçümlerini almıştır. İncelediği morfolojik ve fizyolojik karakterlerin birbirleriyle ve verim üzerinde önemli etkilerinin olduğunu bildirmiştir. Denemedeki genotip gruplarının morfolojik yapı bakımından farklı populasyonlardan geldikleri açık olarak belirlenirken bu genotiplerin fizyolojik karakterler açısından da birbirlerinden önemli düzeyde farklı oldukları belirlenmiştir. Çalışma sonucunda Trakya, Anadolu ve Kafkas genotiplerinin Akdeniz Bölgesi koşullarında saf yetiştiriciliğinin yapılması önerilmemektedir.

Şanlıurfa iline ait 9 ilçeden toplanan bal arısı örneklerinin morfolojik özelliklerini tespit etmek amacıyla yapılan bir çalışmada bölge bal arılarının dil uzunluğu, ön kanat

uzunluğu ve genişliği, II., III. ve IV. tergit rengi bakımından Suriye, Kıbrıs ve İran arılarına benzediği, bazı özellikler bakımından da Anadolu ve Kafkas arılarına benzediği bildirilmektedir (Sıralı 1998).

Kandemir vd. (2000), Güneydoğu Anadolu ile Doğu Anadolu Bölgesi dahil çeşitli bölgelerde toplam 36 ilden temin ettikleri bal arılarında 10 adet morfolojik özellik incelemişlerdir. Diskriminant analizi sonuçlarına göre, Türkiye'nin 7 coğrafik bölgesinden alınan örneklerin 3 ana kümede toplandığı gözlenmektedir. Mahalonobis uzaklıklarına göre; Trakya Bölgesinden ve Güneydoğu Anadolu'dan alınan örnekler ayrı birimler olarak kalırken, Doğu Anadolu ve Karadeniz bölgesi örnekleri oldukça yakın bir küme oluşturmuş, Ege ve Orta Anadolu Bölgesi arıları da Akdeniz Bölgesi örnekleri ile birlikte daha büyük bir küme oluşturmuştur.

Güler vd. (2002), Artvin ilinin 5 ve Ardahan ilinin 3 farklı yöresinde yetiştiriciliği yapılan bal arılarını morfolojik yapılarını belirlemek ve tanımlamak amacıyla incelemişlerdir. Çalışılan yöre izole bir Kafkas arı ırkı dağılım alanıdır. Yörede mevcut ekolojik farklılıklar nedeniyle arı populasyonlarının farklı morfolojik yapı kazanarak farklı ekotipler oluşturduğu bildirilmiştir. Araştırıcılar bu genotiplerin saf olarak korunmalarının ülke arıcılığı için önemli olduğunu, fizyolojik ve davranış özelliklerinin de belirlenerek ıslah edilmeleri gereğini vurgulamışlardır.

Bal arılarında genetik ve coğrafik farklılıklarının belirlenmesinde enzim ve mitokondrial DNA (mtDNA) farklılıklarının incelenmesi oldukça yararlı metotlardır. Türkiye'de mtDNA çalışmaları yapan Smith (2002), Anadolu ve Kafkas arısının Doğu Avrupa grubu içinde Karniyol ve İtalyan arıları ile C grubunda yer aldığını bildirmiştir. MtDNA farklılıkları; Batı Avrupa, Doğu Avrupa, Afrika ve Orta Doğu soy grubu olmak üzere 4 arı soyunun varlığını desteklemektedir. Smith, Trakya bölgesinden toplanan Anadolu ırkı örneklerinin yaklaşık %86'sının Karniyol ırkının genetik karakterlerini taşıdığını, Erzurum'da toplanan arı örneklerinin %29 ve Muş, Bitlis ve Van'da toplananların %25 Kafkas ırkını, Hatay'dan alınan örneklerin de %57'sinin Suriye arısını temsil ettiğini ileri sürmüştür.

Van gölü havzası bal arısı genotiplerinin morfolojik özelliklerinin belirlenmesi amacıyla Van, Bitlis, Muş ve Hakkari illerine bağlı 18 ilçe ve köylerinden toplanan örneklerde 20 morfolojik özellik bakımından elde edilen diskriminant fonksiyonlarına göre 1215 işçi arı örneğinin %56.3 oranında orijinal gruplarına atandığı bildirilmiştir. Tüm özellikler bakımından (32 morfolojik özellik) Mahalonobis uzaklığı kullanılarak köylerin çoklu karşılaştırılmasında bütün köyler arası farklılığın önemli olduğu ($P<0.001$) tespit edilmiştir (Erkan 2006).

Özdil ve Yıldız (2008), Türkiye bal arısı populasyonlarını mitokondriyel genomda sitokrom C oksidaz I ile II arasındaki intergenik bölge bakımından tanımlamışlardır. Türkiye'nin 20 farklı yöresinden toplam 244 adet işçi arı örneği materyal olarak kullanılmış ve bal arısı populasyonlarının tanımlanmasında restriksiyon parça uzunluk polimorfizmi (RFLP) ve DNA dizi analizi yöntemlerinden yararlanmışlardır. COI-COII intergenik bölgenin DraI restriksiyon enzimi ile kesimi sonucu 4 banttan oluşan kesim modeli elde edilmiş ve Türkiye bal arılarında 5 haplotip belirlenmiştir. Bunlardan üçü daha önceki çalışmalarda bildirilmiş, diğer ikisi ise ilk kez bu çalışma ile ortaya konmuştur. Araştırmacılar; çalışılan tüm örneklerde DraI restriksiyon enzimi ile kesim sonucu literatürde C genetik soyu için bildirilen ve 4 banttan oluşan kesim modeli elde etmişlerdir ve Türkiye bal arısı populasyonlarının Doğu Avrupa ve Akdeniz (C) genetik soyu içerisinde yer aldığını bildirmişlerdir.

Türkiye'nin 56 farklı yöresinden toplanan bal arısı örneklerinde 12 morfometrik özellik incelenmiştir. Çok değişkenli istatistik analizi ve diskriminant fonksiyon analizi sonucunda farklı bölgere göre 7 farklı ekotip dağılım göstermektedir. Mahalonobis uzaklıkları temel alınarak yapılan UPGMA dendogramında 4 ana grup kümelenmiştir; Orta Anadolu'da *A. m. anatoliaca*, Kuzey Anadolu'da *A. m. caucasica*, Güney ve Güneydoğu Anadolu'da *A. m. meda* ve Trakya'da *A. m. carnica* alttürleri olduğu bildirilmiştir (Kekeçoğlu ve Soysal 2010).

Akdeniz'in doğusunda doğal yaşam alanı Suriye, Lübnan, Ürdün ve İsrail olan Suriye arıları (*A. m. syriaca*) Avrupa ve doğu ırkları arasındaki en küçük bal arılarıdır. Suriye arıları Kıbrıs arıları (*A. m. cypria*) ile karşılaştırıldığında; dil, arka kanat ve tergitlerin

daha kısa ancak arka bacağın özellikle tibia uzunluğu bakımından biraz daha uzun olduğu bildirilmiştir. Suriye arısında; abdomen ince, kıl örtüsü çok kısa, tergitlerin ve skutellumun rengi açık sarı, kübital indeks küçüktür (Ruttner 1988).

Suriye'nin 8 bölgesinden toplanan bal arısı örnekleri morfolojik özellikleri bakımından incelenmiştir. Suriye'nin kuzeyi ve kuzeydoğusunda kalan bölgedeki bal arıları diskriminant analizi ile *Apis mellifera meda* ve güneyinde kalan bölgedeki bal arıları *Apis mellifera syriaca* olarak tanımlanmışlardır. Bunlar arasında kalan bölgede her iki ırka da rastlanmaktadır. Suriye'deki *A. m. meda* örnekleri Irak'ın doğusundaki İran arılarına oldukça yakın ve Türkiye'deki İran arılarından farklıdır. Şamdan alınan örneklerden üçü açık bir şekilde İtalyan arısı olarak tanımlanmıştır. Bunların ithal edilen *A. m. ligustica*'lardan orijin aldığı da bildirilmiştir (Ftayeh vd. 1994).

Lübnan'da 75 koloniden temin edilen bal arılarında mtDNA, COI-COII intergenik bölgesi RFLP ile karakterize edilmiştir. Bal arısı örneklerinin nükleotit dizilimi M, C ve A haplotip grupları ile karşılaştırıldığında *A. m. syriaca*'nın nükleotit diziliminin bu gruplardan farklı olduğu ve Suriye arısının O grubu içerisinde olduğu bildirilmiştir (Frank vd. 2000).

Suriye'de iki farklı lokasyondan; Şam ve çevresinden temin edilen bal arısı örneklerinde 6 morfolojik özellik bakımından inceleme yapılmış ve Oberursel veri bankasındaki değerler ile *A. m mellifera, A. m. intermissa, A. m. ligustica, A. m. caucasica* ve *A. m. carnica* alttürlerinin morfolojik özellikleri ile karşılaştırılmıştır. Çalışma sonucunda; Suriye arılarında yabancı bal arıları ile rasgele melezlenme ve güçlü gen akışının olduğu ancak hala bazı değerli özelliklerin devam ettirildiği bildirilmiştir. (Alburaki ve Alburaki 2008). Araştırma sonucu Suriye arılarında belirlenen bazı morfolojik özelliklere ait tanımlayıcı değerler çizelge 2.4'te sunulmuştur.

Çizelge 2.4 Suriye'nin Şam ve çevresindeki bal arılarının morfolojik özellikleri (Alburaki ve Alburaki 2008)

Morfolojik Özellik	Şam n=50	Şam Çevresi n=50
Kübital İndeks	2.27±0.32	2.07±0.41
Dil Uzunluğu (mm)	6.18±0.16	6.27±0.12
Kıl Uzunluğu (mm)	0.12±0.04	0.15±0.04
Tomentum Genişliği (mm)	0.68±0.11	0.78±0.11
3. Tergitte Renklenme	1.65±0.15	1.69±0.15
Kanca Sayısı	22.2±1.70	220±1.81

Alburaki (2009), Suriye bal arılarının genetik profilini belirlemek amacıyla topladığı bal arısı örneklerinde mtDNA'nın COI-COII bölgesini çalışmıştır. A (Afrika) ve C (Kuzey Akdeniz) genetik soyuna ait örneklerin ülkenin geneline yayıldığı görülmektedir. Şam'da A soyu %86-C soyu %14, Souweida'da A soyu %87-C soyu %13, İdlib'te A soyu %32-C soyu %68, Lazkiye'de A soyu %87-C soyu %14, Kounitera'da A soyu %86-C soyu %10 olarak belirlenmiştir. Araştırmacı, bal arısı örneklerinde mitokondriyal belirleyiciler ile haplotip tanımlaması sonucunda Suriye arılarını Z haplotipi olarak ifade etmiştir. Özellikle Şam ile güneyindeki bölgeler, Lazkiye, İdlib, Rakka ve Hama illerinde Suriye arılarının bulunduğu bunun yanı sıra Hama'da İtalyan arısı, Rakka'da hem İtalyan hem de Buckfast arısı haplotipi tespit edilmiştir.

Türkiye'de 16 lokasyon ve 84 koloniden örneklenen bal arılarında COI-COII arası intergenik bölgede kısmi DNA dizi analizi yapılmıştır. DNA dizi analizi ve kesim sonucu elde edilen verilerin birlikte değerlendirilmesiyle yeni bir 4. haplotipin Türkiye'de var olduğu bildirilmektedir. Bu haplotipin Suriye sınırına yakın Hatay yöresinden alınan örneklerde tespit edildiği ve bu soyun daha önce bildirilen diğer mtDNA soylarından farklı 4. bir mtDNA soyunu temsil edebileceği ifade edilmektedir (Palmer vd. 2000). Başka bir çalışmada ise; Hatay yöresinden örneklenen bal arılarında COI-COII intergenik bölgesinde yüksek varyasyon ve 'Afrika' haplotipi bulunduğunu bildirmişlerdir (Kandemir vd. 2006).

Ruttner vd. (1985) bildirdiğine göre; İran arıları ilk kez 1929 yılında A. S. Skorikov tarafından *Apis mellifera meda* olarak isimlendirilmiştir. Türkiye'den 63, Irak'tan 16, Lübnan, İsrail ve Ürdün'den 21, Kıbrıs'tan 6 ve İtalya'dan 36 bal arısı örneği ile

İran'dan toplanan 63 bal arısı örneği morfolojik ve davranışsal özellikler bakımından karşılaştırılmıştır. Verilerin çok değişkenli analizi sonucunda İran'dan alınan tüm örnekler, Irak'ın dağlık bölgesi ve Güneydoğu Anadolu Bölgesinin sınırlı bir bölgesinden toplanan örnekler ile sıkı bir küme oluşturmuştur. Bu taksonomik birim *A. m. meda* Skorikow olarak adlandırılmıştır. Analiz sonucunda; Orta ve Batı Anadolu arıları, Kıbrıs ve Suriye arıları için farklı bir şekilde ayrılmış kümeler oluşmuştur. Araştırıcılar, birkaç morfolojik ve davranış özelliği bakımından farklılıklar olmasına rağmen İran arılarının İtalyan arılarına çok benzediğini ifade etmişlerdir. Aynı zamanda İran arıları da kendi içerisinde morfometrik-coğrafik farklılıklar göstermektedir. Benzer şekilde İran arısı olarak tanımlanan Iraktaki arılar ile Güneydoğu Anadolu Bölgesindeki bal arıları morfometrik olarak farklı gruplar oluşturmaktadır. Bu sebeple İran arılarının kendi içerisinde 6 alt gruba ayrılabileceği (Çizelge 2.5) bildirilmiştir.

Çizelge 2.5 İran, Irak ve Güneydoğu Anadolu bal arılarının bazı morfolojik özellikleri (Ruttner vd. 1985)

Morfolojik Özellik	İran Batı ve Orta	İran Hazar	İran-K.doğu Mashad	İran-G.doğu Kerman	Irak	Güneydoğu Anadolu
n	35	5	8	13	16	16
Tergit 3+4	4.35±0.14	4.41±0.12	4.36±0.11	4.50±0.13	4.30±0.13	4.27±0.14
Dil Uzunluğu	6.31±0.18	6.46±0.13	6.46±0.12	6.45±0.17	6.19±0.21	6.50±0.19
Kıl Uzunluğu	0.29±0.04	0.31±0.04	0.28±0.03	0.31±0.04	0.28±0.04	0.26±0.03
Arka Bacak Uz.	7.81±0.21	8.03±0.19	7.88±0.15	7.95±0.22	7.76±0.20	7.66±0.21
Ön Kanat Uz.	8.98±0.19	9.08±0.18	9.01±0.16	9.19±0.22	8.75±0.18	8.92±0.20
Sternit İndeksi	81.84±4.23	81.56±2.92	82.11±4.90	81.28±3.15	81.92±2.84	82.08±4.09
Metatarsus İnd.	56.46±2.60	55.39±2.84	54.76±2.45	55.89±2.40	55.82±2.59	59.04±2.15
Kübital İndeks	2.54±0.42	2.41±0.36	2.49±0.39	2.60±0.45	2.51±0.22	2.57±0.42
Kanat İndeksi	34.35±0.72	33.69±0.73	33.85±0.67	34.18±0.69	34.28±0.70	34.25±0.69
J 10 Kanat Açısı	50.82±3.45	48.62±3.97	45.35±2.64	50.26±3.15	51.49±2.68	53.63±3.82

İran'ın Massandaran (Hazar Denizi) bölgesi bal arıları büyük vücut yapılarından dolayı morfometrik yöntemler ile ayırt edilebilen 6 Yakın Doğu bal arısı populasyonu arasında önemli bir konumda yer almaktadırlar. Bu bölgedeki bal arılarının İran'ın diğer yüksek bölgelerindeki bal arılarından bile daha büyük vücut büyüklüğüne sahip oldukları tespit edilmiştir (Ruttner vd 1985). Bölge bal arıları üzerine yapılmış geniş çaplı bir araştırma bu arıların *A. m. meda*'nın bir ekotipi olduğunu açıkça göstermektedir ve Hazar denizinden Kuzeyde Elbruz dağlarında 2200 m yüksekliğe kadar çok farklı vücut büyüklüğü artışı sergilemektedir. Ancak, Hazar denizi ve Akdeniz kıyıları boyunca 36.

paralel içerisinde kalan bal arısı populasyonları arasındaki varyasyon oldukça ilgi çekicidir ve vücut büyüklükleri bakımından iki farklı grup oluşturmaktadır. Akdeniz'de, Lazkiye (Suriye) bal arıları çok küçük vücut büyüklüğüne sahiptir ve enlem boyunca Irak ve Tahran'a kadar artan bir vücut büyüklüğü gözlenmektedir. Morfometrik yöntemlerle bu iki uç bölge arasında kalan 36. enlem bal arılarının analizi sonucunda Hazar denizi etrafındaki bal arılarının daha büyük, İran'ın yüksek bölgelerindeki bal arılarının daha küçük vücut yapısına sahip olması Bergmann kuralı ile çelişkili bir durum olduğunu onaylamıştır. Ayrıca, Massandaran bölgesi bal arılarının renklenme özelliği bakımından batıda kalan bal arılarına göre daha koyu renkli olarak farklılaştıkları bildirilmiştir. Bu ilginç yönüyle, bölgeyi kaplayan *A. m. meda* ekotipi bal arılarının *A. mellifera*'nın evriminde büyük bir rolü olduğu ve Yakın Doğu bal arılarının orijini olabileceği varsayılmaktadır (Ruttner vd. 2000).

İran bal arısı populasyonlarındaki varyasyonu belirlemek amacıyla İran'ın kuzey ve kuzeybatısından olmak üzere 5 lokasyondan toplanan bal arısı örneklerinde morfometrik ve mtDNA analizi yapılmıştır. Her bir bal arısı örneğinde 23 morfolojik özellik incelenmiştir. Temel bileşenler analizi sonucunda İran bal arıları 4 farklı grupta kümelenmiştir. İlk üç bileşen toplam varyasyonun %94.82'sini açıklamaktadır. Urmiye, Amol ve Elbruz üç ayrı küme oluştururken, Sarein ve Viladereg birlikte diğerlerinden ayrı bir grup olarak kümelenmiştir (Farhoud ve Kence 2005).

İran'ın Urmiye, Tahran ve Tebriz olmak üzere üç bölgesinden, İç Anadolu'da Kırşehir ve Beypazarı ile Kuzeydoğu Anadolu'da Posof'tan temin edilen işçi arı örnekleri 20 adet morfolojik özellik bakımından incelenmiştir. İran'dan temin edilen işçi arılar, Posof (*A. m. caucasica*) ve İç Anadolu arılarına (*A. m. anatoliaca*) göre çoğu özellik bakımından önemli derecede daha küçük değerlere sahiptir. Posof (Kafkas) arıları; 5. tergit üzerindeki kıl uzunluğu, ön kanat uzunluğu ve genişliği ile arka bacak uzunluğu özellikleri bakımından en yüksek değerleri göstermiştir. Diskriminant analizi; İran, İç Anadolu ve Kafkas bal arısı populasyonlarının ayrı kümelerde ve örneklerin %66.7 oranında gerçek gruplarında yer aldığını göstermiştir. Üç ayrı bölgeden alınan İran arıları tam olarak ayrı alt populasyonlar oluşturmadan bir kümede toplanmıştır. Bununla birlikte Kafkas ve İç Anadolu arıları ayrı kümeler oluşturmuştur. Mahalonobis

uzaklıkları, Kafkas arılarının İç Anadolu arılarına İran arılarından daha yakın olduğunu desteklemektedir (Farshineh Adl vd. 2007).

2.1 Dil Uzunluğu

Uzun dile sahip bal arılarının kısa dile sahip olanlara göre daha fazla nektar toplayabileceği düşünülerek ayırıcı bir karakter olarak dil uzunluğu üzerindeki çalışmalar ilk defa Rusya'da başlamıştır. Rusya ovasında bal arılarının dil uzunluğunun kuzeyden güneye doğru düzenli bir artış gösterdiğini saptayan Michailov, bal arılarında morfolojik özellikler bakımından görülen varyasyonda farklı faktörlerin etkilerini incelemiştir (Alpatov 1929).

Dil uzunluğu bakımından en uzun (Kafkas arısı) ve en kısa dilli (Mısır arısı) arı ırkları arasında 1.7 mm'lik bir fark olduğunu bildiren Ruttner (1988), Kafkas arısında dil uzunluğunun 7.2 mm'ye kadar çıkabildiği, Karniyol arısında 6.4-6.8 mm, İtalyan arısında 6.3-6.6 mm ve Esmer arısında 5.7-6.4 mm olduğunu belirtmiştir.

Settar (1983), Ege bölgesi bal arılarında dil uzunluğunu ortalama 6.60 mm olarak bildirmiştir. Kafkas, Trakya, Ege, Karniyol, İtalyan ve Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin yerli bal arılarında ortalama dil uzunlukları sırasıyla 6.49, 6.49, 6.62, 6.33, 6.53 mm ve 6.27 mm olarak bulunmuştur (Kaftanoğlu vd. 1993).

Abdellatif vd. (1977), Suriye arısının bir ekotipi olan Irak arılarında dil uzunluğunun ortalama 5.3 mm olduğunu bildirmiştir. Suriye'de bulunan *A. m. syriaca* örneklerinde dil uzunluğu 6.21 mm ve *A. m. meda* örneklerinde ise 6.31 mm olarak tespit edilmiştir (Ftayeh vd. 1994).

Çeşitli kurumlarca yetiştirilen ana arılardan oluşturulmuş bal arısı kolonilerinde ortalama dil uzunlukları TKV grubunda 6.70 mm, Ankara grubunda 6.67 mm, Fethiye grubunda 6.66 mm, Ege grubunda 6.65 mm ve Bitlis grubunda 6.65 mm olarak bulunmuştur (Fıratlı ve Budak 1994).

Ege ve Akdeniz Bölgesinde ana arı üretimi yapan iki ticari işletmeden sağlanan ana arılar ile oluşturulan Davutlar ve Kafkas grubu başlangıç kolonilerinde ortalama dil uzunluğu; 6.67 mm ve 6.68 mm olarak bulunmuştur. Davutlar ve Kafkas gruplarından oluşturulan birinci generasyona ait ortalama dil uzunluğu; 6.73 mm ve 6.64 mm olarak tespit edilmiştir (Gürel 1995).

Anadolu, Kafkas, Muğla, Gökçeada, Trakya ve Alata gruplarında ortalama dil uzunlukları sırasıyla 6.48 mm, 6.65 mm, 6.57 mm, 6.30 mm, 6.34 mm ve 6.18 mm olarak tespit edilmiştir (Güler 1995).

Kafkas ve Orta Anadolu bal arısı ekotipleri ve bunların çeşitli melezlerinin morfolojik özellikleri üzerine yaptığı çalışmasında Gençer (1996), ortalama dil uzunluğunu Kırşehir grubunda 6.47 mm, Beypazarı–1 grubunda 6.48 mm, Beypazarı–2 grubunda 6.51 mm, Çankırı ve Eskişehir gruplarında 6.49 mm, ve Kafkas grubunda 6.72 mm olarak bulmuştur.

Kafkas, Anadolu ve Erzurum bal arısı gruplarının ortalama dil uzunlukları sırasıyla 6.93 mm, 6.56 mm ve 6.83 mm olarak bulunmuş ve gruplar arasında dil uzunluğu bakımından gözlenen fark istatistik olarak önemli ($P<0.01$) bulunmuştur (Dülger 1997).

Şanlıurfa iline ait 9 ilçeden toplanan bal arısı örneklerinde ortalama dil uzunluğu 6.03 mm olarak elde edilmiştir. Dil uzunluğu bakımından en düşük değer 5.89 mm ile Viranşehir ilçesinden, en yüksek değer ise 6.11 mm ile Suruç ilçesinden elde edilmiştir (Sıralı 1998).

Orta Anadolu, Kafkas ve İran bal arılarının morfolojik özelliklerini belirlemek amacıyla yürüttüğü çalışmada Farshineh Adl (1999), dil uzunluğunu Orta Anadolu ekotiplerinde; 6.57 mm, Kafkas grubunda; 6.54 mm ve İran arılarında 6.39 mm olarak tespit etmiştir.

Kafkas ve Anadolu bal arısı ırkları ile bunların karşılıklı melezlerinin morfolojik özelliklerini inceleyen Dodoloğlu (2000), ortalama dil uzunluğunu Kafkas grubunda 6.96 mm, KafkasxAnadolu grubunda 6.70 mm, AnadoluxKafkas grubunda 6.63 mm ve

Anadolu grubunda 6.56 mm olarak bulmuştur ve tüm grup ortalamalarının önemli derecede ($P<0.01$) birbirinden farklı olduğu belirlenmiştir.

Van, Bitlis, Muş ve Hakkari illerine bağlı 18 köyden toplanan işçi arı örneklerinde belirlenen en yüksek dil uzunluğu ortalama 6.71 mm ile Muş-Onpınar Köyünden ve en düşük dil uzunluğu ise ortalama 6.23 mm ile Bitlis-Kovanlı Köyünden, Ardahan-Hanak ilçesinden alınan Kafkas arılarında belirlenen dil uzunluğu ise ortalama 6.75 mm olarak bulunmuştur (Erkan 2006).

İran, İç Anadolu ve Kuzeydoğu Anadolu (Posof) bölgelerinden temin edilen işçi arılarda ortalama dil uzunluğu; Urmiye grubunda; 6.35 mm, Tahran grubunda; 6.37 mm, Tebriz grubunda; 6.44 mm, Kırşehir grubunda; 6.56 mm, Beypazarı grubunda; 6.58 mm ve Posof grubunda 6.54 mm olarak bildirilmiştir (Farshineh vd. 2007).

2.2 Kanat Özellikleri

Bal arılarında kanat ile ilgili morfolojik özellikler; ön kanat uzunluğu ve genişliği (mm), kanat damarları uzunlukları (mm) ve bu uzunlukların oranlanmaları ile elde edilen hantel indeks (%), radyal indeks (%), prekübital indeks (%) ve kübital indeks (%) değerleri, damarlar arasındaki açılar (13 açı), ön kanatta diskoidal köşenin konumu, arka kanatta kanca sayısı (hamuli) (adet) olarak özetlenebilir (Alpatov 1929, Goetze 1940, Du Praw 1965, Ruttner vd. 1978).

Goetze (1940) tarafından kübital indeks değerlerine göre bal arıları 5 sınıfa ayrılmıştır. Kübital indeks değeri 1-1.5 arasında olanlar 1. sınıfta, 1.5-2 arasında olanlar 2. sınıfta, 2-2.5 arası 3. sınıfta, 2.5-4 arası 4. sınıfta ve 4'ün üzerindeki değerler ise 5. sınıfta yer almaktadır.

Bal arısı ön kanadında diskoidal köşenin konumu özellikle Esmer (*A. m. mellifera*) ve Karniyol (*A. m. carnica*) arılarının ayırt edilmesinde kullanılabileceği önerilmiştir (Goetze 1959).

Bal arısı ırklarının sınıflandırılmasında ön kanattaki hücreleri oluşturan kanat damarlarının uzunluk ve oranları yerine damarlar arasındaki açılar (13 açı) ve kanat boyutlarının (kanat uzunluğu ve genişliği) ölçülmesi Du Praw (1964, 1965) tarafından önerilmiştir. Daha sonra Ruttner (1978) morfolojik çalışmalarda kanat açılarından 11 tanesinin (A_4, B_4, D_7, E_9, G_{18}, J_{10}, J_{16}, K_{19}, L_{13}, N_{23}, O_{26}) kullanılmasını önermiştir.

Irak bal arısı populasyonunun morfolojik özellikleri bakımından tanımlanması amacıyla yapılan bir çalışmada, ön kanat uzunluğu ve genişliği; 8.8 mm ve 2.9 mm, arka kanat uzunluğu ve genişliği 6.6 mm ve 1.7 mm, kanat kanca sayısı 21.1 adet bulunmuştur (Abdellatif vd. 1977).

Karniyol ırkı ile *A. mellifera*'nın diğer ırkları arasındaki farklılıkları ortaya koymak amacıyla yapılan bir çalışmada, Karniyol ve diğer 24 ırkta toplam 36 morfolojik özellik üzerinde stepwise diskriminant analizi ile en iyi ayırıcı özellikler belirlenmeye çalışılmıştır. Karniyol arısını diğer 9 ırktan ayırt etmek için sadece 1 özellik, diğer 8 ırkın %100 doğru sınıflandırılması için 2 veya 3 özellik yeterli olmaktadır. Ölçülen 36 morfolojik özellikten sadece 19'unun yeterli olduğu, en iyi ayırıcı özelliklerin %80 oranında kanat ölçüleri (kanat uzunluğu ve genişliği, 9 kanat damar açısı, kübital hücrenin a ve b uzunlukları), %17 pigmentasyon ve %3 diğer özellikler olduğu belirlenmiştir (Kauhausen-Keller 1991).

Ege bal arısı populasyonunda 12 morfolojik özellik üzerinde çalışan Settar (1983), ön kanat uzunluğu ortalama; 9.07 mm, A4 açısı; 35.53 ve kübital indeks değerini 2.23 olarak belirlemiştir.

Ardahan İzole Bölge arılarında ölçülen ortalama ön kanat uzunluğu, genişliği ve kübital indeks değerleri sırasıyla Ardahan Arıcılık Üretme İstasyonu grubunda; 9.37 mm, 3.23 mm ve 2.07, Hanak Köyü Gündeş grubunda; 9.35 mm, 3.21 mm ve 2.10, Çıldır Övündük Köyü grubunda; 9.31 mm, 3.21 mm ve 2.06, Posof Merkez grubunda; 9.31 mm, 3.22 mm ve 2.10, Yurtbekler Köyü grubunda; 9.34 mm, 3.23 mm ve 2.11, Ardahan İzole Bölge grubunda; 7.38 mm, 3.20 mm ve 2.17, Tokat-Almus grubunda; 9.31 mm, 3.20 mm ve 2.19 olarak belirlenmiştir (Karacaoğlu ve Fıratlı 1992).

Fethiye, Bitlis, TKV, Ege ve Ankara bal arısı gruplarında ortalama kanat uzunluğu sırasıyla; 9.10 mm, 9.13 mm, 9.18 mm, 9.16 mm ve 9.14 mm, ortalama kanat genişliği sırasıyla; 3.13 mm, 3.14 mm, 3.18 mm, 3.12 mm ve 3.16 mm, kübital indeks değerleri ise sırasıyla; 3.32, 2.19, 2.36, 2.19 ve 2.37 olarak tespit edilmiştir (Fıratlı ve Budak 1994).

Suriye bal arısı populasyonunun morfolojik özellikleri üzerine yaptıkları çalışmada Ftayeh vd. (1994), *A. m. syriaca* örneklerinde ön kanat uzunluğunu 8.45 mm ve *A.m. meda* örneklerinde 8.50 mm, *A. m. syriaca* örneklerinde ön kanat genişliğini 2.86 mm ve *A. m. meda* örneklerinde 2.96 mm, kübital indeks değerlerini ise *A. m. syriaca* örneklerinde 2.30 ve *A. m. meda* örneklerinde 2.45 olarak bildirmişlerdir.

Ege ve Akdeniz Bölgesinde ana arı üretimi yapan iki ticari işletmeden sağlanan ana arılar ile oluşturulan Davutlar ve Kafkas grubu başlangıç kolonilerinde ortalama kanat genişliği sırasıyla; 3.07 mm ve 3.12 mm, ortalama kanat uzunluğu; 9.10 mm ve 9.14 mm, kubital indeks 2.22 ve 2.27 olarak bulunmuştur. Çalışmanın ikinci kısmında Davutlar ve Kafkas gruplarından oluşturulan birinci generasyona ait ortalama kanat genişliği; 3.06 mm ve 3.09 mm, kanat uzunluğu; 9.15 mm ve 9.15 mm, kübital indeks değeri ise; 2.24 ve 2.16 olarak tespit edilmiştir (Gürel 1995).

Güler (1995), Türkiye'nin önemli bal arısı ırk ve ekotiplerinin belirlenmesi amacıyla yürüttüğü çalışmasında; Anadolu, Kafkas, Muğla, Gökçeada, Trakya ve Alata arılarının ortalama ön kanat uzunluğunu sırasıyla; 9.18 mm, 9.31 mm, 9.17 mm, 9.22 mm, 9.10 mm ve 9.15 mm olarak bulmuştur. Ortalama ön kanat genişlikleri sırasıyla; 3.14 mm, 3.23 mm, 3.17 mm, 3.21 mm, 3.14 mm ve 3.17 mm'dir. Kübital indeks değerleri ise sırasıyla; 2.13, 2.11, 2.20, 2.08, 2.61 ve 2.36 olarak bulunmuştur.

Kırşehir, Beypazarı-1, Beypazarı-2 gruplarında ortalama ön kanat uzunluğu; 8.92 mm, Çankırı, Eskişehir ve Kafkas arı 8.91 mm, 8.96 mm ve 9.25 mm olarak ölçülmüştür. Benzer şekilde aynı arı grupları için ortalama ön kanat genişliği değerleri sırasıyla; 3.03 mm, 3.01 mm, 3.00 mm, 3.01 mm, 3.02 mm ve 3.13; kübital indeks değerleri ise sırasıyla; 2.20, 2.14, 2.12, 2.21, 2.33 ve 2.20 olarak ölçülmüştür (Gençer 1996).

Kafkas, Anadolu ve Erzurum bal arısı gruplarında ortalama ön kanat uzunluğu sırasıyla; 9.08 mm, 8.99 mm ve 9.01 mm; ön kanat genişliği sırasıyla; 3.10 mm, 3.07 mm ve 3.06 mm; kübital indeks değerleri ise tüm gruplar için 0.34 olarak tespit edilmiştir (Dülger 1997).

Şanlıurfa iline ait 9 ilçeden toplanan bal arısı örneklerinde ortalama ön kanat uzunluğu; 8.90 mm, ortalama ön kanat genişliği; 2.99 mm, kanat indeksi; 33.68 ve kübital indeks değeri ise 2.03 olarak bulunmuştur (Sıralı 1998).

Orta Anadolu, Kafkas ve İran bal arılarının morfolojik özelliklerini belirlemek amacıyla yürüttüğü çalışmada Farshineh Adl (1999), ön kanat uzunluğunu Orta Anadolu ekotiplerinde; 9.30 mm, Kafkas grubunda; 9.51 mm, İran arılarında; 9.19 mm, kanat genişliğini; Orta Anadolu ekotiplerinde; 3.15 mm, Kafkas grubunda; 3.24 mm ve İran arılarında; 3.13 mm, kübital indeks değerlerini ise Orta Anadolu ekotiplerinde 50.89, Kafkas grubunda; 46.64 ve İran arılarında; 41.57 olarak tespit etmiştir.

Kafkas ve Anadolu bal arısı ırkları ile bunların karşılıklı melezlerinin morfolojik özelliklerini inceleyen Dodoloğlu (2000), Kafkas, KafkasxAnadolu, AnadoluxKafkas ve Anadolu gruplarında ortalama ön kanat uzunluğunu sırasıyla; 9.30 mm, 9.12 mm, 9.06 mm ve 8.97 mm, ortalama ön kanat genişliğini sırasıyla; 3.17 mm, 3.19 mm, 3.19 mm ve 3.23 mm, kübital indeks değerlerini ise; 2.30, 2.20, 2.14, 2.04 olarak elde etmiştir.

Kafkas ile Karniyol arı ırklarını kanat organı üzerinde mevcut standart karakterler yönünden karşılaştırarak bu iki ırkın ayırımını sağlayacak ayırt edici nitelikteki karakteri tespit etmek amacıyla yapılan bir çalışmada; toplam 75 işçi arı örneğinde, standart olarak kabul edilen kanat A4, B4, D7, E9, G18, J10, J16, K19, L13, N23 ve O26 damar açıları ile ön kanat uzunluğu, genişliği ve kubital indeks karakterlerinin biyometrik ölçümleri yapılmıştır. Uygulanan Diskriminant Analizi Stepwise yönteminde kanat A4 açısı, kanat uzunluğu ve kubital indeks karakterlerinin önemli ayırt edici karakterler oldukları ve genotip grupların ayrımını güvenle sağladıkları belirlenmiştir. Kafkas ve Karniyol arı ırkları için kanat A4, B4 ve kubital indeks

karakterlerinin standart norm veya kesişim sınırları değerleri sırasıyla 32-33º, 104-105 º ve 2.3-2.4 indeks olarak belirlenmiştir. III. kubital hücre şekline bakarak bu iki arı genotipinin birbirinden ayırımının belirli bir düzeyde yapılabileceği görülmüştür. Trakya Bölgesi arısı ile Karniyol ırkı örnekleri tamamen birbirlerinden farklı olsalar da bu iki arı genotipinin aynı kaynaktan geldikleri ifade edilmiştir (Güler vd. 2004).

Van, Bitlis, Muş ve Hakkari illerine bağlı 18 köyden toplanan işçi arı örneklerinde ön kanat uzunluğu bakımından en yüksek değer Muş-Önpınar Köyünde ortalama 9.15 mm, en düşük değer ise 8.63 mm ile Bitlis-Çalışkanlar Köyünde tespit edilmiştir. Ön kanat genişliği en yüksek değeri ortalama 3.14 mm olarak Muş-Önpınar Köyünde, en düşük değeri ise 2.95 mm ile Bitlis-Keklik Köyünde tespit edilmiştir. Ardahan-Hanak İlçesinden alınan Kafkas genotipinde ön kanat uzunluğu ortalama 9.11 mm, ön kanat genişliği ise 3.17 mm olarak tespit edilmiştir. Kübital indeks (%) bakımından en yüksek değer 50.60 ile Van- İnköy'den, en düşük değer 37.10 ile Bitlis-Sırmaçek Köyünden, Ardahan-Hanak ilçesi Kafkas genotipinden ise 46.30 olarak elde edilmiştir (Erkan 2006).

İran, İç Anadolu ve Kuzeydoğu Anadolu (Posof) bölgelerinden temin edilen işçi arılarda ortalama ön kanat uzunluğu ve genişliği sırasıyla; Urmiye grubunda; 9.14 ve 3.09 mm, Tahran grubunda; 9.31 ve 3.16 mm, Tebriz grubunda; 9.12 ve 3.14 mm, Kırşehir grubunda; 9.27 ve 3.12 mm, Beypazarı grubunda; 9.33 ve 3.19 mm, Posof grubunda 9.51 ve 3.24 mm olarak bildirilmiştir. Kübital indeks değerleri ise Urmiye grubunda; 2.54, Tahran grubunda; 2.58, Tebriz grubunda; 2.31, Kırşehir grubunda; 2.16, Beypazarı grubunda; 1.86 ve Posof grubunda; 2.18'dir (Farshineh vd. 2007).

Ege Bölgesi arı populasyonlarında, Settar (1983) tarafından yürütülen çalışmada ortalama çengel sayısı; 21.73 adet, Öztürk vd. (1992) tarafından başka bir çalışmada ise 21.50 adet olarak tespit edilmiştir.

Ardahan Arıcılık Üretme İstasyonu grubunda çengel sayısı; 22.29, Hanak Gündeş Köyü grubunda; 22.01, Çıldır Övündük Köyü grubunda; 21.44 Ardahan İzole Bölge

grubunda; 21.45 ve Tokat-Almus grubunda ise 20.93 adettir (Karacaoğlu ve Fıratlı 1992).

Kafkas, Anadolu ve Erzurum bal arısı gruplarında ortalama çengel sayısı sırasıyla; 21.68, 21.94 ve 21.60 adet olarak ölçülmüştür (Dülger 1997).

Şanlıurfa iline ait 9 ilçeden toplanan bal arısı örneklerinde çengel sayısı ortalama olarak 21.90 adet bulunmuştur (Sıralı 1998).

Kafkas ve Anadolu bal arısı ırkları ile bunların karşılıklı melezlerinin morfolojik özelliklerini inceleyen Dodoloğlu (2000), ortalama çengel sayısı değerlerini Kafkas grubunda; 23.05, KafkasxAnadolu grubunda; 21.80, AnadoluxKafkas grubunda; 21.30 ve Anadolu grubunda 20.62 adet bulmuştur.

Kanca sayısının dağılımı bakımından ülkeler arasında ve *Apis andreniformis, A. florea, A. cerena ve A. koshevnikovi* türleri içerisinde önemli farklılıklar tespit edilmiştir. Ortalama kanca sayısı bakımından *Apis mellifera intermissa* alttüründe Cezayir içerisindeki bölgeler arasında da önemli farklılıklar göstermektedir. Kanca sayısı ortalama olarak; *A. andreniformis* için 10.29 adet, *A. florea* için 11.18 adet, *A. cerena* için 17.56 adet, *A. koshevnikovi* için 18.40 adet ve *A. m. intermissa* için 22.56 adet olarak tespit edilmiştir (Hepburn ve Radloff 2004).

2.3 Kıl Uzunluğu

Bal arısı abdomen halkalarından 5. tergit üzerindeki kılların uzunluğu (mm) birçok araştırıcı tarafından ırk tanımlama ve sınıflandırmada ayırt edici özellik olarak kullanılmıştır (Goetze 1940, Cournet vd. 1975, Ruttner vd. 1978). Kıl uzunluğu arıların çeşitli ekolojik koşullara adaptasyonu ile ilgili bir özelliktir; soğuk iklim kuşağındaki arılarda daha fazla, sıcak iklim kuşağındaki arılarda ise daha azdır (Kaftanoğlu vd. 1993).

Ruttner (1988), kıl uzunluğunun ortalama olarak; Kafkas arısında 0.34 mm, İtalyan arısında 0.28 mm, Karniyol arısında 0.29 mm, Suriye arısında 0.27 mm, İran arısında 0.29 mm, Kıbrıs arısında 0.27 mm değerlerini gösterdiğini bildirmektedir.

Ege Bölgesi arı populasyonunda ortalama kıl uzunluğu 0.35 mm olarak ölçülmüştür (Öztürk vd. 1992).

Ardahan Arıcılık Üretme İstasyonu grubunda ortalama kıl uzunluğu; 0.28 mm, Hanak Gündeş Köyü grubunda; 0.42 mm, Çıldır Övündük grubunda; 0.41 mm, Posof grubunda; 0.39 mm, Yurtbekler Köyü grubunda 0.40 mm, Ardahan İzole Bölge grubunda; 0.40 mm ve Tokat-Almus grubunda ise 0.41 mm olarak tespit edilmiştir (Karacaoğlu ve Fıratlı 1992).

GAP Bölgesi'nde Kafkas, Trakya, Ege, Karniyol, İtalyan ve Yerli ırklarla yürütülen çalışmada ortalama kıl uzunluğu sırasıyla; 0.32, 0.30, 0.29, 0.27, 0.27 ve 0.23 mm olarak bulunmuştur (Kaftanoğlu vd. 1993).

Ftayeh vd. (1994) kıl uzunluğunu; Suriye arılarında 0.22 mm ve Suriye'de bulunan İran arılarında 0.25 mm olarak bildirmişlerdir.

Fethiye, Bitlis, TKV, Ege ve Ankara gruplarında ortalama kıl uzunluğu sırasıyla; 0.21 mm, 0.22 mm, 0.23 mm, 0.22 mm ve 0.23 mm olarak ölçülmüştür (Fıratlı ve Budak 1994).

Anadolu, Kafkas, Muğla, Gökçeada, Trakya ve Alata bal arısı genotiplerinde ortalama kıl uzunluğu sırasıyla; 0.28 mm, 0.33 mm, 0.30 mm, 0.32 mm, 0.30 mm ve 0.26 mm'dir (Güler 1995).

Gençer (1996), Orta Anadolu bal arısı ekotiplerinde ve Kafkas ırkında kıl uzunluğu değerlerini Kırşehir grubunda; 0.19 mm, Beypazarı-1 grubunda; 0.20 mm, Beypazarı-2 grubunda; 0.21 mm, Çankırı grubunda; 0.20 mm, Eskişehir grubunda; 0.21 mm ve Kafkas grubunda; 0.28 mm olarak tespit etmiştir.

Kafkas, Anadolu ve Erzurum bal arısı genotiplerinde ortalama kıl uzunluğu sırasıyla; 0.32 mm, 0.28 mm ve 0.30 mm bulunmuştur (Dülger 1997).

Şanlıurfa iline ait 9 ilçeden toplanan bal arısı örneklerinde ortalama kıl uzunluğu 0.20 mm bulunmuştur. İlçelere ait kıl uzunluğu değerleri bakımından en yüksek değer 0.21 mm ile Merkez ilçede, en düşük değer ise 0.19 mm ile Akçakale ilçesinden elde edilmiştir (Sıralı 1998).

Orta Anadolu, Kafkas ve İran bal arılarının morfolojik özelliklerini belirlemek amacıyla yürüttüğü çalışmada Farshineh Adl (1999), kıl uzunluğunu Orta Anadolu ekotiplerinde; 0.33 mm, Kafkas grubunda; 0.37 mm ve İran arılarında 0.31 mm olarak bulmuştur.

Kafkas ve Anadolu bal arısı ırkları ile bunların karşılıklı melezlerinin morfolojik özelliklerini inceleyen Dodoloğlu (2000), ortalama kıl uzunluğunu Kafkas grubunda; 0.33 mm, KafkasxAnadolu grubunda; 0.30 mm, AnadoluxKafkas grubunda; 0.29 mm ve Anadolu grubunda 0.26 mm bulmuştur.

Van, Bitlis, Muş ve Hakkari illerine bağlı 18 köyden toplanan işçi arı örneklerinde kıl uzunluğu bakımından en yüksek değer ortalama 0.31 mm ile Muş-Seki Köyünden, en düşük değer 0.18 mm ile Bitlis-Çalışkanlar Köyünden elde edilmiştir. Ardahan-Hanak Kafkas genotipinde ise kıl uzunluğu 0.30 mm olarak bildirilmiştir (Erkan 2006).

İran, İç Anadolu ve Kuzeydoğu Anadolu (Posof) bölgelerinden temin edilen işçi arılarda ortalama kıl uzunluğu; Urmiye grubunda; 0.33 mm, Tahran grubunda; 0.29 mm, Tebriz grubunda; 0.31 mm, Kırşehir grubunda; 0.34 mm, Beypazarı grubunda; 0.32 mm, Posof grubunda 0.37 mm bulunmuştur (Farshineh vd. 2007).

2.4 Arka Bacak Özellikleri

Arka bacak uzunluğu (femur, tibia ve metatarsus uzunlukları (mm)), metatarsus genişliği (mm) ve metatarsus genişliğinin uzunluğuna oranı olan metatarsal indeks (%) bal arısı ırklarının ayırt edilmesinde kullanılan morfolojik özelliklerdendir (Alpatov 1929, Carlisle 1955, Ruttner vd. 1978).

Carlisle (1955), arka bacak uzunluğundaki varyasyonun kanat uzunluğuna göre daha az olduğunu; Yunanistan, Suriye ve Sicilya arılarının Avusturya, Almanya, Fransa ve İsviçre bal arılarından daha uzun bacaklı olduklarını bildirmektedir.

Irak bal arısı populasyonunun morfolojik özellikleri bakımından tanımlanması amacıyla yapılan bir çalışmada, metatarsus uzunluğu ve genişliği 2.1 mm ve 1.4 mm olarak tespit edilmiştir (Abdellatif vd. 1977).

Aly vd. (1989), korbikülar alanı Karniyol arılarında 1.63 mm^2, İtalyan arılarında 1.62 mm^2 ve Mısır arılarında 1.35 mm^2 olarak saptamışlardır ve korbikülar alan büyüklüğü ile polen taşıma kapasitesi önemli bir korelasyon olduğunu bildirmişlerdir.

Ege Bölgesi bal arısı populasyonlarının morfolojik özellikleri üzerine yapılan bir araştırmada femur uzunluğu; 2.73 mm, tibia uzunluğu; 3.34 mm, metatarsus uzunluğu ve genişliği; 2.10 mm ve 1.20 mm olarak elde edilmiştir (Öztürk vd. 1992).

Karacaoğlu ve Fıratlı (1992) çalışmalarında ortalama bacak uzunluğu ve metatarsal indeks değerlerini sırasıyla, Ardahan Arıcılık Üretme İstasyonu grubunda; 8.08 mm ve 56.26, Hanak Gündeş Köyü grubunda; 8.13 mm ve 56.69, Çıldır Övündük Köyü grubunda 8.13 mm ve 56.69, Posof grubunda; 8.15 mm ve 57.06, Yurtbekler Köyü grubunda; 8.19 mm ve 56.86, Ardahan İzole Bölge grubunda 8.18 mm ve 58.51, Tokat-Almus grubunda ise; 8.10 mm ve 56.34 olarak tespit etmişlerdir.

Kafkas, Trakya, Ege, Karniyol, İtalyan ve Güneydoğu Anadolu Bölgesi Yerli arılarında ortalama bacak uzunluğu ve metatarsal indeks değerleri sırasıyla; 7.70 mm ve 0.58, 7.94

mm ve 0.56, 8.02 mm ve 0.57, 7.70 mm ve 0.58, 7.79 mm ve 0.58, 7.65 mm ve 0.57 olarak bulunmuştur (Kaftanoğlu vd. 1993).

Fıratlı ve Budak (1994), ortalama bacak uzunluğu ve metatarsal indeks değerlerini Fethiye grubunda; 8.18 mm ve 0.58, Bitlis grubunda; 8.16 mm ve 0.59, TKV grubunda; 8.18 mm ve 0.58, Ege grubunda; 8.19 mm ve 0.59, Ankara grubunda ise; 8.16 mm ve 0.58 olarak bulmuşlardır.

Gürel (1995), Davutlar ve Kafkas başlangıç generasyonunda ortalama arka bacak uzunluğunu; 7.98 mm ve 8.00 mm, metatarsal indeks değerini; 55.5 ve 55.3 olarak bulurken Davutlar ve Kafkas birinci generasyonunda; ortalama arka bacak uzunluğunu 8.10 mm ve 8.04 mm, metatarsal indeks değerini ise 54.2 ve 54.3 olarak tespit etmiştir. Birinci generasyon ortalama arka bacak uzunluğu değerleri bakımından gruplar arasındaki fark istatistik olarak önemli bulunmuştur ($P<0.01$).

Çukurova Bölgesinde Anadolu, Kafkas, Muğla, Gökçeada, Trakya ve Alata grupları ile yapılan bir çalışmada ortalama arka bacak uzunluğu sırasıyla; 8.08 mm, 8.22 mm, 8.20 mm, 8.13 mm, 8.03 mm ve 8.14 mm, metatarsal indeks değeri ise sırasıyla; 58.26, 59.95, 60.86, 58.48, 57.10 ve 57.88 olarak bulunmuştur (Güler 1995).

Orta Anadolu bal arısı ekotiplerinde ve Kafkas ırkında ortalama arka bacak uzunluğu ve metatarsal indeks değerleri sırasıyla, Kırşehir ekotipinde; 7.92 mm ve 56.17, Beypazarı-1 ekotipinde; 7.82 mm ve 55.58, Beypazarı-2 ekotipinde; 7.80 mm ve 55.82, Çankırı ekotipinde; 7.78 mm ve 56.80, Eskişehir ekotipinde; 7.81 mm ve 55.85 ve Kafkas ırkında 8.04 mm ve 55.93 bulunmuştur (Gençer 1996).

Dülger (1997) Kafkas, Anadolu ve Erzurum genotiplerinin morfolojik özelliklerini belirlemek üzere yaptığı çalışmada ortalama arka bacak uzunluğunu sırasıyla; 7.68 mm, 7.63 mm, 7.68 mm ve metatarsal indeks değerlerini sırasıyla; 0.56, 0.57 ve 0.57 olarak bulmuştur.

Şanlıurfa iline ait 9 ilçeden toplanan bal arısı örneklerinde ortalama femur uzunluğu; 2.21 mm, ortalama tibia uzunluğu; 2.89 mm, metatarsal indeks değeri; 64.52, korbiküler alan ise; 1.16 mm^2 olarak bulunmuştur (Sıralı 1998).

Orta Anadolu, Kafkas ve İran bal arılarının morfolojik özelliklerini belirlemek amacıyla yürüttüğü çalışmada Farshineh Adl (1999), femur, tibia ve metatarsus uzunluklarını sırasıyla Orta Anadolu ekotiplerinde; 2.71 mm, 3.21 mm ve 2.11 mm, Kafkas grubunda; 2.73 mm, 3.21 mm ve 2.12 mm, İran arılarında ise 2.60 mm, 3.08 mm ve 2.04 mm olarak bulmuştur.

Kafkas ve Anadolu bal arısı ırkları ile bunların karşılıklı melezlerinin morfolojik özelliklerini inceleyen Dodoloğlu (2000), ortalama arka bacak uzunluğunu Kafkas grubunda; 8.28 mm, KafkasxAnadolu grubunda; 8.10 mm, AnadoluxKafkas grubunda; 8.16 mm, Anadolu grubunda; 7.10 mm olarak, metatarsal indeks değerlerini ise Kafkas grubunda; 0.52, KafkasxAnadolu grubunda; 0.53, AnadoluxKafkas grubunda; 0.52 ve Anadolu grubunda 0.51 olarak tespit etmiştir.

Van, Bitlis, Muş ve Hakkari illerine bağlı 18 köyden toplanan işçi arı örneklerinde ortalama arka bacak uzunluğu en yüksek değeri 8.14 mm (Muş-Onpınar köyü), en düşük değeri 7.54 mm (Bitlis-Keklik Köyü), Kafkas genotipinde ise 7.99 mm (Ardahan-Hanak İlçesi) olarak bildirilmiştir. Metatarsus indeksi bakımından en yüksek değer 58.28 (Bitlis-Kalkanlı Köyü), en düşük değer 55.34 (Bitlis-Kepirli köyü), Kafkas genotipinde ise 58.38 olarak tespit edilmiştir (Erkan 2006).

İran, İç Anadolu ve Kuzeydoğu Anadolu (Posof) bölgelerinden temin edilen işçi arılarda ortalama arka bacak uzunluğu; Urmiye grubunda; 7.71 mm, Tahran grubunda; 7.81 mm, Tebriz grubunda; 7.60 mm, Kırşehir grubunda; 8.01 mm, Beypazarı grubunda; 8.05 mm, Posof grubunda 8.07 mm bulunmuştur (Farshineh vd. 2007).

2.5 Tergit Özellikleri

İşçi arı abdomeninde bulunan 4. tergit tomentum (keçe bant) genişliği (mm), IV. tergit parlak zemin genişliği (mm), keçe bant genişliğinin parlak zemin genişliğine oranı olan tomentum indeksi (%), 3. tergit ve 4. tergit genişliği (mm) ile bunların toplanması ile elde edilen (T3+T4) vücut büyüklüğü (mm) değerleri morfolojik çalışmalarda kullanılan diğer özelliklerdir (Alpatov 1929, Goetze 1940, Ruttner vd. 1978).

Ruttner (1988), keçe bant genişliğini IV. abdomen halkasının lateral tarafındaki en geniş yerden ölçüldüğünü ve arılarda keçe bant genişliğinin dar, orta ve geniş olarak değerlendirilebileceğini, Karniyol arılarındaki keçe bantın geniş, Avrupa Esmer arılarında ise dar fakat parlak zemin genişliğinin fazla olması nedeniyle Karniyol arılarına göre daha esmer bir görünüm aldıklarını bildirmiştir.

Bal arılarında vücut büyüklüğünün belirleyicisi olan abdomen halkalarından 3. ve 4. tergit genişliği toplamı *A. m. syriaca*'da 4.11 mm, *A. m. cypria*'da 4.24 mm, *A. m. meda*'da 4.36 mm, *A. m. anatoliaca*'da 4.46 mm, *A. m. Armeniaca*'da 4.50 mm, *A. m. carnica*'da 4.51 mm, *A. m. adami*'de 4.53 mm ve *A. m. caucasica*'da 4.55 mm olarak bulunmuştur (Ruttner 1988).

Karacaoğlu ve Fıratlı (1992), Ardahan İzole Bölge arılarında tergit genişliği ve tomentum indeksi değerlerini Ardahan Arıcılık Üretme İstasyonu grubunda; 4.48 mm ve 1.88, Hanak Gündeş Köyü grubunda; 4.49 mm ve 2.10, Çıldır Övündük Köyü grubunda; 4.51 mm ve 1.99, Posof grubunda; 4.50 mm ve 2.05, Yurtbekler Köyü grubunda; 4.50 mm ve 1.88, Ardahan İzole Bölge grubunda 4.47 mm ve 2.23, Tokat-Almus grubunda ise; 4.47 mm ve 1.97 olarak tespit etmişlerdir.

Kafkas, Trakya, Ege, Karniyol, İtalyan ve Güneydoğu yerli arıları ile GAP bölgesinde yapılan çalışmada 3. ve 4. tergit genişlikleri toplamı sırasıyla; 4.93 mm, 5.06 mm, 5.19 mm, 5.06 mm, 4.98 mm ve 4.52 mm bulunmuştur (Kaftanoğlu vd. 1993).

Ftayeh vd. (1994), Suriye'deki, Suriye arılarında 3. tergit ve 4. tergit genişliğini 4.33 mm ve 4.39 mm, İran arılarında ise 4.20 mm ve 4.30 mm olarak bildirmişlerdir.

Fıratlı ve Budak (1994), vücut büyüklüğü ve tomentum indeksi değerlerini Fethiye grubunda; 4.46 mm ve 1.89, Bitlis grubunda; 4.46 mm ve 1.93, TKV grubunda; 4.38 mm ve 1.86, Ege grubunda; 4.45 mm ve 1.92, Ankara grubunda ise; 4.46 mm ve 1.77 olarak bulmuşlardır.

Çukurova Bölgesinde Anadolu, Kafkas, Muğla, Gökçeada, Trakya ve Alata grupları ile yapılan bir çalışmada parlak zemin genişliği ve vücut büyüklüğü Anadolu grubunda; 0.42 mm ve 4.41 mm, Kafkas grubunda; 0.40 mm ve 4.53 mm, Muğla grubunda; 0.37 mm ve 4.53 mm, Gökçeada grubunda; 0.43 mm ve 4.45 mm, Trakya grubunda; 0.47 mm ve 4.33 mm, Alata grubunda ise 0.47 mm ve 4.33 mm olarak bulunmuştur (Güler 1995).

Gençer (1996), Orta Anadolu bal arısı ekotipleri ve Kafkas ırkının morfolojik özelliklerinin belirlenmesi amacıyla yürüttüğü çalışmasında; tomentum genişliğini Kırşehir ekotipinde; 1.00 mm, Beypazarı-1 ekotipinde; 1.02 mm, Beypazarı-2 ekotipinde; 1.01 mm, Çankırı ekotipinde; 1.01 mm, Eskişehir ekotipinde; 1.02 mm ve Kafkas ırkında 1.05 mm olarak, vücut büyüklüğü değerlerini ise Kırşehir ekotipinde; 4.25 mm, Beypazarı-1 ekotipinde; 4.17 mm, Beypazarı-2 ekotipinde; 4.20 mm, Çankırı ekotipinde; 4.14 mm, Eskişehir ekotipinde; 4.20 mm ve Kafkas ırkında; 4.24 mm olarak tespit etmiştir.

Kafkas, Anadolu ve Erzurum genotiplerinde keçe bant genişliği sırasıyla; 0.91 mm, 0.85 mm ve 0.88 mm, parlak zemin genişliği sırasıyla; 0.49 mm, 0.49 mm ve 0.48 mm olarak bulunmuştur. Bu genotiplere ilişkin 3. tergit genişliği sırasıyla; 2.18 mm, 2.18 mm ve 2.17 mm, 4. tergit genişliği ise 2.13 mm, 2.17 mm ve 2.11 mm olarak bulunmuştur (Dülger 1997).

Şanlıurfa iline ait 9 ilçeden toplanan bal arısı örneklerinde genel ortalama olarak 3. tergit genişliği; 2.18 mm, 4. tergit genişliği; 2.14 mm, 5. tergit genişliği; 2.17 mm,

tomentum indeksi; 2.08, vücut büyüklüğü ise ortalama olarak; 4.37 mm bulunmuştur. Vücut büyüklüğü bakımından en yüksek değer 4.41 mm ile Akçakale ilçesinden toplanan örneklerden en düşük değerler ise Birecik, Halfeti ve Viranşehir ilçelerinden toplanan örneklerden elde edilmiştir (Sıralı 1998).

Orta Anadolu, Kafkas ve İran bal arılarının morfolojik özelliklerini belirlemek amacıyla yürüttüğü çalışmada Farshineh Adl (1999), vücut büyüklüğü değerlerini Orta Anadolu ekotiplerinde ortalama 4.39 mm, Kafkas grubunda; 4.40 mm ve İran arılarında; 4.26 mm olarak tespit etmiştir.

Kafkas ve Anadolu bal arısı ırkları ile bunların karşılıklı melezlerinin morfolojik özelliklerini inceleyen Dodoloğlu (2000), tomentum indeksini Kafkas grubunda; 1.61, KafkasxAnadolu grubunda; 1.65, AnadoluxKafkas grubunda; 1.75 ve Anadolu grubunda; 1.85 olarak bulurken vücut büyüklüğünü (T3+T4) Kafkas grubunda; 4.52 mm, KafkasxAnadolu grubunda; 4.36 mm, AnadoluxKafkas grubunda; 4.34 mm ve Anadolu grubunda; 4.23 mm olarak tespit etmiştir.

Van, Bitlis, Muş ve Hakkari illerine bağlı 18 köyden toplanan işçi arı örneklerinde tomentum genişliği bakımından en yüksek değer 0.97 mm (Hakkari- Güvenli/Çatalca Mezrası), en düşük değer 0.83 mm (Bitlis-Çalışkanlar Köyü); parlak zemin genişliği bakımından en yüksek değer 0.33 mm (Muş-Onpınar köyü), en düşük değer ise 0.25 mm (Muş-Seki Köyü) olarak bildirilmiştir. Kafkas genotipinde ise tomentum genişliği ortalama 0.98 mm, parlak zemin genişliği ise ortalama 0.31 mm olarak tespit edilmiştir. Vücut büyüklüğü (T3+T4) bakımından en yüksek değer ortalama olarak 4.19 mm (Hakkari-Gülyazı/Üçgöze Mezrası), en düşük değer 3.96 mm (Bitlis-Kovanlı Köyü), Kafkas genotipinde ise 4.18 mm bulunmuştur (Erkan 2006).

İran, İç Anadolu ve Kuzeydoğu Anadolu (Posof) bölgelerinden temin edilen işçi arılarda ortalama vücut büyüklüğü (T3+T4); Urmiye grubunda; 4.25 mm, Tahran grubunda; 4.31 mm, Tebriz grubunda; 4.23 mm, Kırşehir grubunda; 4.41 mm, Beypazarı grubunda; 4.37 mm, Posof grubunda 4.41 mm bulunmuştur (Farshineh vd. 2007).

2.6 Morfolojik Özellikler Üzerine Genotip ve Çevrenin Etkisi

Bal arılarında, taksonomik sınıflandırmada kullanılan morfolojik özelliklerin çoğu kantitatif niteliktedir. Morfolojik özellikler, genotip ve çevre tarafından belirlenmektedir. Örneğin; erken ilkbaharda eski peteklerden çıkan işçi arılar sezon süresince yeni peteklerde yetiştirilmiş olan işçi arılardan daha küçük olmaktadır (Ruttner 1988).

Michailov'a göre; işçi arılarda vücut büyüklükleri üzerine; gelişme mevsimi, pupa dönemindeki sıcaklık ve petek gözü büyüklüğü gibi çevre faktörlerinin etkisi olduğu bildirilmektedir (Alpatov 1929).

Yaz mevsiminde ve yeni peteklerde yetiştirilen işçi arıların, baharda ve eski peteklerde yetiştirilen işçi arılara göre daha büyük oldukları ve mevsimin vücut büyüklüğündeki farklılıklarda etkili olduğu belirtilmiştir (Goetze 1940, Carlisle 1955).

Çeşitli mevsim dönemlerinde toplanmış *A. cerena indica* işçi arılarında çeşitli morfolojik özellikler belirlenmiş ve mevsimin bu özellikler üzerine etkileri araştırılmıştır. Çalışmanın yürütüldüğü Shimla bölgesinde; Mayıs (yaz), Temmuz (yağmurlu sezon), Eylül (sonbahar), Kasım (kış başı), Ocak (kış sonu) Mart (bahar) dönemleri olarak kabul edilmiştir. Flagellum uzunluğu, anten uzunluğu, ön kanat uzunluğu, radial hücre uzunluğu, kanat açıları ve I-L vannal lob uzunluğu, femur, tibia, üçüncü tergit, mum aynası uzunlukları, üçüncü ve altıncı sternit uzunlukları ile arka kanat genişliği bakımından yaz ve sonbahar aylarında toplanan örneklerde diğer dönemlere göre önemli derecede yüksek değerler elde edilmiştir. Bununla birlikte diğer morfolojik özellikler örneğin; dil uzunluğu, scape uzunluğu, arka kanat uzunluğu, metatarsus uzunluğu, ön kanat genişliği ve radial hücre gibi özellikler bakımından farklı dönemler arasında önemli farklılıklar gözlenmemiştir (Mattu ve Verma 1984).

A. m. capensis yumurtlayan işçi arılarında bazı özelliklerin kalıtım dereceleri ana-yavru regresyonu ve kardeş analizi yardımıyla hesaplanmıştır ve benzer değerler elde edilmiştir. Ön kanat genişliği, L1 ve L2 uzunlukları, 31, 32, 33, 35 ve 38 açıları

bakımından regresyon analizi sonucunda 0.93 ile en yüksek kalıtım derecesi tahmini kanat genişliği için elde edilmiştir. Kalıtım derecesi tahmininde yumurtlayan işçi arıların kullanılması genetik varyasyonun belirlenmesinde yüksek doğruluk sağlaması ve bu işçi arıların dölleri ile aralarındaki yakın akrabalık derecesinden dolayı tahminin hatasının diğer yöntemlere göre daha küçük olması nedeniyle avantajlı olduğu bildirilmektedir (Moritz ve Klepsch 1989).

Ergin işçi arılarda çıkış sonrasındaki yaşın morfolojik özellikler üzerindeki etkileri Avrupa ve Afrikalılaşmış bal arılarında incelenmiştir. Ergin çıkıştan sonra yaşın morfolojik özellikler üzerine etkisi olduğu tespit edilmiştir. Özellikle çıkıştan hemen sonra (30 sn-1 dk yaştaki) toplanan genç işçi arı örneklerinde, çıkıştan 1, 6, 12, 24 ya da 48 saat sonra toplanan işçi arılara göre morfolojik özellikler bakımından daha büyük varyasyon gözlenmiştir. Yeni çıkmış işçi arılarda morfolojik ölçümlerin yanıltıcı sonuçlar vereceği bildirilmiştir (Herbert vd. 1988).

Dağıstan'ın üç farklı dağlık bölgesinde yükseklik ile bal arılarında (*A. m. caucasica*) bazı morfolojik özellikler arasındaki ilişkiler araştırılmıştır. Yüksekliği 200-1200 m, 1200-1500 m ve 1500 m den daha yüksek olan dağlık bölgede dil uzunluğu, kübital indeks ve metatarsal indeks özellikleri incelenmiştir. İklimi daha kuru ve soğuk olan orta yükseklikteki bölgede yaşayan arıların dil uzunluğu ise 6.50 mm olmak üzere daha düşük bulunmuştur. Yükseklik arttıkça dil uzunluğu da artmaktadır; 1500-1800 m yükseklikte yaşayan bal arılarında dil uzunluğu 6.64 mm, 2000 m den daha yüksek bölgelerde 6.76 mm olarak tespit edilmiştir. Bununla birlikte yağış miktarı ile dil uzunluğu arasında doğrusal bir ilişki bulunmaktadır. Çalışmada ayrıca yükseklik ile kubital indeksin arttığı, metatarsal indeks değerinin azaldığı belirtilmiştir (Gasanov vd. 1979).

Meixner vd. (1989) Tanzanya'nın Arusha bölgesinde 800-2000 m arasında değişen yüksekliklerden topladıkları 27 bal arısı örneğinde dil uzunluğu, kıl uzunluğu, 3. sternit uzunluğu, 6. sternit uzunluğu ve genişliği, mum aynaları arası uzaklık, 3. ve 4. tergit genişliği, 2., 3. ve 4. tergitlerin pigmentasyonu, skutellum pigmentasyonu, ön kanat uzunluğu ile J16, K19 ve O26 kanat damar açılarını incelemişlerdir. Vücut büyüklüğü,

kıl uzunluğu ve ön kanat uzunluğunun yükseklik arttıkça arttığını, bölge arılarının 2000 m altında küçük yapılı (*A. m. scutellata*) ve üstünde ise büyük yapılı (*A. m. monticola*) iki ayrı ırk grubu oluşturduğunu bildirmişlerdir.

Avrupa ve Afrikalılaşmış bal arılarının birbirinden ayırt edilmesi amacıyla 10 bal arısı ekotipinde bazı morfolojik özelliklerin kalıtım dereceleri tespit edilmiştir. Ekotipler arasında büyük genetik varyasyon olduğu, vücut büyüklüğü özelliklerinin kalıtım derecelerinin oldukça yüksek, kanat kancası sayısı ve kanat damar açıları özellikleri bakımından ise biraz daha düşük ancak önemli kalıtım derecelerine sahip oldukları belirtilmiştir (Oldroyd vd. 1991).

Alberta arıları olarak bilinen ve kapalı yetiştiriciliği yapılan populasyonda; ana arı, işçi arı ve erkek arılarda renk özelliklerinin kalıtımı 20 ana arı grubunun 10. generasyon, aynı zamanda 10 ana arı grubunun 11. generasyon döllerinde incelenmiştir. Ana arılarda renk özelliğinin kalıtım derecesi 0.21-0.23, işçi arılarda 0.32 ve erkek arılarda 0.39 olarak tespit edilmiştir ve istatistik olarak önemlidir (Szabo ve Lefkovitch 1992).

Farklı aylarda yetiştirilen işçi arıların ön kanata ilişkin karakterleri bakımından değişim olup olmadığı Nazzi (1992) tarafından incelenmiştir. Aynı koloniye ait melez (*A. m. ligustica* x *A. m. carnica*) işçi arılarda 15 kanat özelliği Nisan-Ekim aylarında İtalya'nın kuzeydoğu bölgesinde incelenmiştir. Bu özellikler bakımından gözlenen varyasyon %3-%29 arasında değişmektedir. Kübital indeks, kübital hücrenin b damar uzunluğu, A4, L13, O26 açıları gibi bazı özellikler bakımından gözlenen varyasyon %10 civarında veya daha yüksektir. B4, D7, G18, J10, J16, K19, N23 açıları ile c ve d mesafeleri için ise varyasyon %10'dan daha düşüktür. Özelliklerin incelendiği 7 ay süresince %29 ile en yüksek varyasyon kübital indeks değerinde gözlenmiştir.

İran, İsfahan bölgesi bal arılarında bazı morfolojik özelliklerin kalıtım dereceleri tahmin edilmiştir. Dil uzunluğu için kalıtım derecesi; 0.64, tibia uzunluğu için; 0.45, femur uzunluğu için; 0.50, metatarsus uzunluğu için; 0.47, metatarsus genişliği için; 0.33, ön kanat uzunluğu için; 0.42, ön kanat genişliği için; 0.89, kübital indeks değeri için; 0.5,

arka kanat uzunluğu için; 0.94 ve hamuli sayısı için kalıtım derecesi 0.45 olarak bildirilmiştir (Mostajeran vd. 2000).

Bazı davranışsal özellikler ile ön kanat uzunluğu arasında genetik korelasyonlar Avrupa ve Afrikalılaşmış bal arılarında incelenmiştir. Birçok savunma davranışı birbirleriyle yüksek genetik korelasyon göstermektedir ancak ön kanat uzunluğu ile sokma davranışı arasında korelasyon bulunmamaktadır. Ön kanat uzunluğu ile pupa kaldırma (temizleme) davranışı (r=-0.19), koşma eğilimi (r=-0.16) arasında önemli negatif bir korelasyon bulunmaktadır (Guzman-Novoa vd. 2002).

İran bal arılarında (*A. m. meda*), yavru alanı, koloni populasyonu, bal üretimi, üretkenlik ve bazı morfolojik özellikler arasındaki korelasyonlar ve kalıtım derecelerinin tespit edildiği diğer bir çalışmada kalıtım derecesinin dil uzunluğu için; 0.69, femur uzunluğu için; 0.50, tibia uzunluğu için; 0.46, metatarsus genişliği için; 0.34, bacak uzunluğu için; 0.51, ön kanat uzunluğu için; 0.42, ön kanat genişliği için; 0.90, arka kanat uzunluğu için; 0.94 ve arka kanat genişliği için; 0.72 olarak tahmin edildiği bildirilmektedir. Yavru alanı ile dil uzunluğu arasında pozitif bir korelasyon olduğu (r=0.20), yavru alanı ve koloni populasyonu ile tibia uzunluğu, metatarsus uzunluğu ve genişliği, ön kanat uzunluğu ve genişliği ve arka kanat uzunluğu özellikleri arasında önemli ve pozitif bir korelasyon olduğu bildirilmiştir. Ancak dil uzunluğu ve tibia uzunluğu özellikleri ile üretkenlik arasında negatif ve önemli bir korelasyon tespit edilmiştir. Bal verimi ile femur, tibia, bacak uzunluğu ve ön kanat genişliği özellikleri arasında da önemli pozitif korelasyon bulunmaktadır (Mostajeran vd. 2006).

A. mellifera ligustica alttürü ve *A. cerana* türünde, tek ve bu türlerin karışımı şeklinde oluşturulan kolonilerde, *A. cerana* işçi arılarının morfolojik gelişimini incelemek amacıyla bir araştırma yapılmıştır. Temel bileşenler analizi sonucunda üç ayrı morfolojik küme oluşmuştur: (A) *A. cerana* petek gözlerinde *A. cerana* işçi arıları tarafından yetiştirilen *A. cerana* işçi arıları (cerana kontrol grubu), (B) *A. mellifera* petek gözlerinde *A. cerana* işçi arıları tarafından yetiştirilen *A. cerana* işçi arıları, (C) *A. mellifera* petek gözlerinde karışık koloni (*A. mellifera ligustica* + *A. cerana)* tarafından yetiştirilen *A. cerana* işçi arıları (cerana test grubu), *A. mellifera* kontrol grubu ve *A.*

cerana petek gözlerinde *A. mellifera* tarafından yetiştirilen *A. mellifera* işçi arıları ise aynı gruba dahil olmuştur. Sonuçlar göstermiştir ki; *A. cerana* işçi arıları hem daha büyük petek gözlerinde yetiştirildiklerinde hem de karışık koloni tarafından beslendiklerinde daha büyük vücut yapısına sahip olmuşlardır (Tan vd. 2007).

2.7 Morfolojik Özellikler ile Bazı Verim Özellikleri Arasındaki İlişkiler

Molnar (1983), dil uzunluğu, kubital indeks ile Macaristan için önemli bir bal kaynağı olan akasya ağacından yararlanma kapasitesi arasındaki korelasyonları tespit etmek amacıyla yürüttüğü çalışmasında; akasyadan besin toplama yeteneği ile dil uzunluğu arasında önemli bir ilişki olduğunu, kübital indeks ile besin toplama arasında ise pozitif ancak daha az önemli bir ilişki olduğunu bildirmiştir.

Mısır'ın Minia bölgesinde, Karniyol (*A. m. carnica*), İtalyan (*A. m. ligustica*) ve Mısır (*A. m. lamarckii*) bal arılarında bazı morfolojik özellikler ile polen ve bal üretimi arasındaki ilişkilerin belirlenmesi amaçlanmıştır. Araştırma sonucunda; dil uzunluğunun koloni başına bal üretimi arasındaki ilişki r=0.998, ortalama bal midesi ağırlığı arasındaki ilişki ise r=0.964 olarak yüksek ve istatistik olarak önemli bulunmuştur. Karniyol ve İtalyan arıları daha geniş korbiküler alana sahip iken (1.63 ve 1.62 mm^2) Mısır arılarında (1.35 mm^2) daha küçük bulunmuştur. Korbiküler alan ile taşınan polen yükü arasındaki ilişki r=0.977 ve kapalı yavru alanı arasındaki ilişki r=0.986 olarak bulunmuştur (Aly vd. 1988).

On ana arı grubunun 4. generasyon döllerinden izole olarak korunan Kuzey Alberta'da 97 ve güney Alberta'da 90 koloni grubunda bal üretimine etki eden faktörleri belirlemek amacıyla yürütülmüş bir çalışmada; ön kanat, arka kanat, femur, tibia ve metatarsus uzunluğu, 3. Sternit uzunluğu ve mum aynası uzunluğuxmum aynası genişliği özellikleri ile bal üretimi arasında önemli pozitif korelasyonlar tespit edilmiştir (Szabo ve Lefkovitch 1988).

Slovenya'da 44 koloniden toplam 732 işçi arıda ön ve arka kanat, kübital indeks, kıl uzunluğu, arka bacak uzunluğu özellikleri bakımından genetik ve fenotipik

korelasyonlar tespit edilmiştir. İncelenen özellikler birinci grupta arka bacak uzunluğu ve kanat boyutları, ikinci grupta kıl uzunluğu ve indeks değerleri olmak üzere iki gruba ayrılmıştır. Birinci gruptaki özellikler arasındaki fenotipik ve genetik korelasyonlar diğer gruptaki özelliklere göre daha yüksek ve önemli değerlere sahip olmuştur (Poklukar ve Kezic 1994).

Kafkas, Afrikalılaşmış bal arıları ve bunların karşılıklı melezlerinde (F_1) ağız parçaları uzunlukları (glossa, paraglossa, stipes, galea, labial palpus, maksillar palpus, cardo, lorum, mentum ve prementum) ve dil uzunluğu ile besin toplama arasındaki ilişki incelenmiştir. Bu iki arı tipi arasında sadece paraglossa, stipe, galea, mentum, prementum ve maksillar palpus uzunlukları bakımından önemli farklılıklar gözlenmiştir. Korelasyon analizi sonucunda daha uzun dilli arıların daha fazla besin topladıkları ve koloni ile besin kaynağı arasında daha yavaş uçuş yaptıkları belirlenmiştir (Pignata vd. 1998).

Brezilya'da Afrikalılaşmış bal arılarında bal üretimi ile tibia uzunluğu ve genişliği, korbiküler alan, pupa ağırlığı ve dil uzunluğu arasındaki ilişkilerin araştırıldığı bir çalışmada; korelasyon değerleri önemli olmasına rağmen düşük bulunmuştur. Dil uzunluğu ve pupa ağırlığı ile bal verimi arasındaki ilişkiler sırasıyla r=0.225 ve r=0.410 olmak üzere en düşük korelasyonlardır. En yüksek korelasyonlar ise tibia uzunluğu ve korbiküler alan ile bal verimi arasında çıkmıştır ve sırasıyla r = 0.587 ile r = 0.549'dur. Sadece pupa ağırlığı ile bal verimi arasındaki korelasyon istatistik olarak önemli bulunmamıştır. Bu bulgular daha geniş korbiküler alana sahip işçi arıların daha fazla miktarda polen taşıma yeteneğine sahip olmaları nedeniyle bal üretimin artırılmasında bu özelliğin dolaylı seleksiyon kriteri olarak kullanılabileceğini göstermiştir (Souza vd. 2002).

İran, İsfahan bölgesi bal arılarında bazı morfolojik özellikler ile bal verimi arasındaki ilişkileri inceleyen Edriss vd. (2002), yaz sezonu bal verimi ile kubital-b indeks değeri, tibia uzunluğu ve ön kanat genişliği özellikleri arasındaki korelasyonları sırasıyla 0.28, 0.27 ve 0.25 olmak üzere istatistik olarak önemli bulmuşlardır. Aynı zamanda metatarsus genişliği ile toplam ve ballı peteklerdeki sırlanmış alandan hesaplanan bal

üretimi arasındaki korelasyonlar da önemlidir (sırasıyla; 0.22 ve 0.23). Metatarsus uzunluğu, kübital indeks özellikleri ile yaz sezonu bal verimi arasındaki genetik korelasyonlar ise -0.75 ve -0.45 olarak bulunmuştur.

Apis andreniformis, A. cerana, A. florea, A. koschevnikovi, A. dorsata, A. nigrocinta, A. mellifera ligustica, A. mellifera capensis ve *A. laboriosa* bal arısı tür ve alttürlerinde polen toplama aparatı ölçülmüştür. Türler arasında polen toplama yapılarında bazı işlevsel ilişkiler tespit edilmiştir. Öncelikle işçi arının vücut uzunluğu ve kütlesi arasında yüksek bir korelasyon bulunmaktadır ve basitarsusun yüzey alanı ve polen yükleme için gerekli korbikula alanı ile vücut uzunluğu logaritmik bir şekilde oransaldır. En küçük bal arısı *A. andreniformis* ile en büyük bal arısı olan *A. laboriosa*'nın vücut kütlesi arasında 8 kat fark varken polen yüzey alanı ve vücut uzunluğu bakımından sadece 2 kat fark vardır. İşçi arıların vücut kütlesi, uzunluk ve polen toplama yüzey alanı kombine edilerek hiyerarşik kümeleme dendogramı oluşturulduğunda öklid uzunluklarına göre 4 grup elde edilmiştir: 1) *Apis andreniformis* ve *A. florea* 2) *A. cerana, A. nigrocinta* ve *A. koschevnikovi* 3) *A. mellifera ligustica* ve *A. mellifera capensis* 4) *A. dorsata* ve *A. laboriosa* (Hepburn vd. 2005, Hepburn ve Radloff 2006).

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1 Materyal

3.1.1 Canlı materyal

Çalışmada kullanılan bal arısı örnekleri Türkiye'de; Van, Hakkari, Şırnak, Mardin, Şanlıurfa, Kilis ve Hatay illerinin sınırboyu ilçelerinden, Suriye'de; Lazkiye, İdlib, Halep, Rakka ve Dayr az-Zawr illerinden, İran'da; Maku, Khoy ve Urmiye'den 2008 yılı yaz döneminde toplanmıştır.

Çizelge 3.1 Bal arısı örneklerinin temin edildiği yerleşim birimleri

Ülke	İl	İlçe	Köy/Arılık	Koloni Sayısı	Örnek Alma Tarihi
TÜRKİYE	Van	Başkale	Aşağı Darıca	3	26.06.08
		Özalp	Dönerdere	4	26.06.08
	Hakkari	Yüksekova	Demirkonak	4	02.07.08
		Şemdinli	Erdemli (Çatalca)	4	02.07.08
		Kırıkdağ	Merkez	4	01.07.08
	Şırnak	Uludere	Şenoba	4	Ekim-08
		Uludere	Bulakbaşı	4	Ekim-08
		Uludere	Gülyazı	4	Ekim-08
	Mardin	Nusaybin	Merkez	5	28.07.08
		Nusaybin	Şahin tepesi	4	28.07.08
		Merkez	Küçükköy	5	28.07.08
		Kızıltepe	Yaşarköy	4	29.07.08
	Şanlıurfa	Akçakale	Tatlıca köyü	3	23.07.08
		Suruç	Yatırtepe-Yeni yapan	karakovan 3	25.07.08
		Birecik	Arat	4	25.07.08
		Ceylanpınar	Merkez	4	26.07.08

Çizelge 3.1 Bal arısı örneklerinin temin edildiği yerleşim birimleri (devamı)

Ülke	İl	İlçe	Köy/Arılık	Koloni Sayısı	Örnek A. Tarihi
TÜRKİYE		Merkez	Şeyh Çoban Mez.	5	30.07.08
	Kilis	Merkez	Gümrük Yolu	karakovan 4	01.08.08
		Musabeyli	Balıklı köyü	karakovan 5	01.08.08
		Musabeyli	Karbeyaz	karakovan 4	01.08.08
	Hatay	Altınözü	Yunushan	karakovan 5	04.08.08
		Altınözü	Akamber	karakovan 5	04.08.08
		Yayladağı	Yeditepe beldesi	karakovan 4	04.08.08
		Kırıkhan	Kamışlar	5	05.08.08
		Reyhanlı	Beşarslan	5	05.08.08
		Reyhanlı	Davutpaşahöyüğü	5	05.08.08
SURİYE	İdlib	Merkez	(Tarım İl Müd.)	4	14.10.08
		Jisr Ash-Shughur1		5	16.10.08
		Jisr Ash-Shughur2		5	16.10.08
	Lazkiye	Demsarkho		5	19.10.08
		Salib al-Turkman		karakovan 5	19.10.08
	Halep	Baraghitah		karakovan 4	20.10.08
	Rakka	El-Kasrah		5	21.10.08
	Dayr az-Zawr	Hıttin	(Arıcılık Arş. Enst)	5	21.10.08
İRAN	Urmiye	Azad Üni.		5	Nisan 08
	Urmiye	--		5	Haziran 08
	Maku	--		5	Haziran 08
	Khoy	Zaviye		4	Ekim 08
Toplam	15	31	38	167	

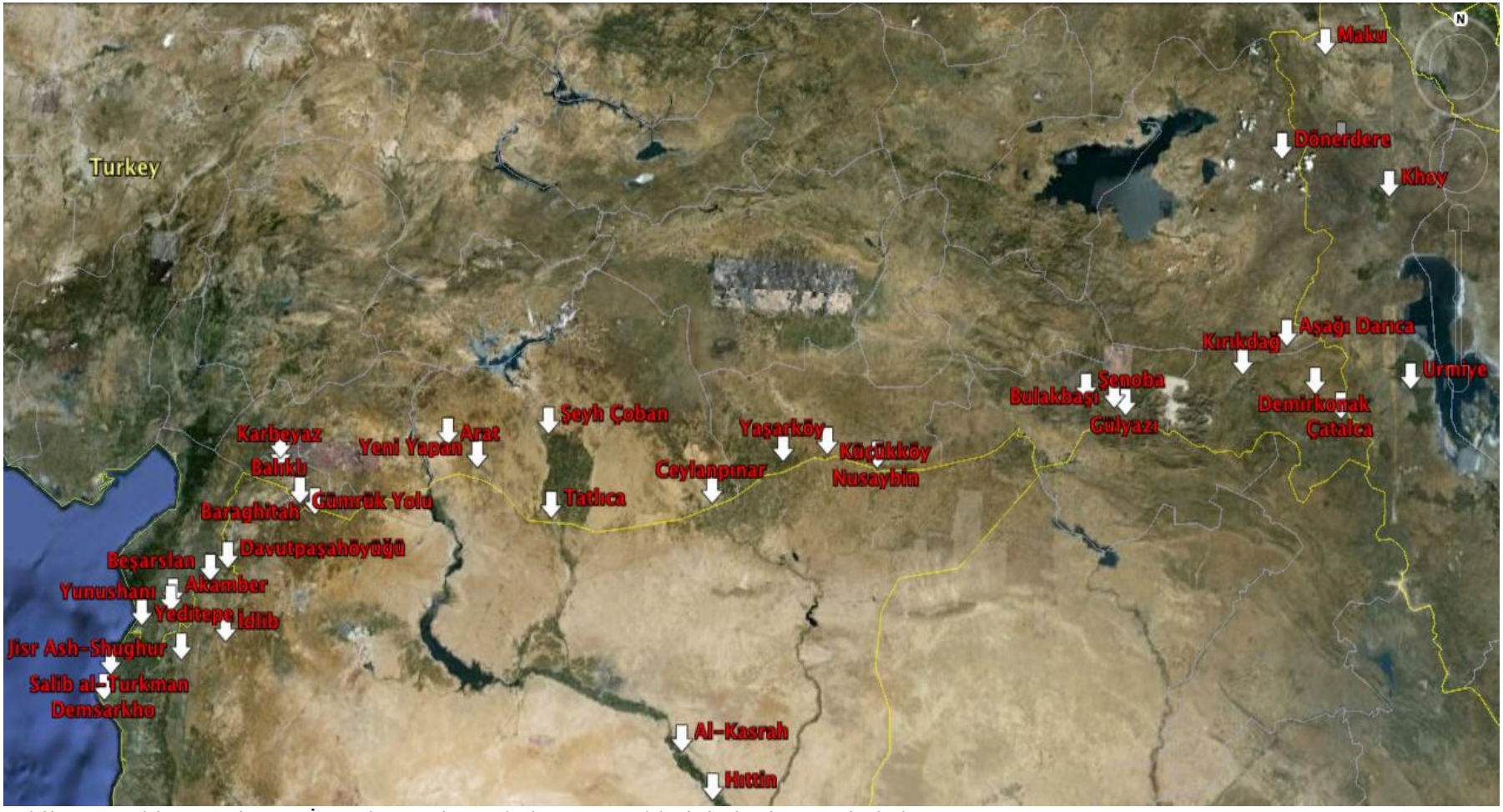
Çizelge 3.1'de görüldüğü üzere, 3 ülkeden toplam 38 arılıktan 167 bal arısı kolonisinden toplanan işçi arı örnekleri morfolojik özellikleri bakımından incelenmiştir. Türkiye'den 7 il, 26 arılıktan, Suriye'den 5 il, 8 arılıktan ve İran'dan 3 il, 4 arılıktan toplanan işçi arı örnekleri dışında özellikle Türkiye'den morfolojik değerlendirmeye tabi tutulamayacak örnekler (örneğin; dilleri tam açılmamış veya kanatlarında önemli deformasyonlar olan) ve bazı yerleşim birimlerinden alınan örnekler (örneğin; Mardin-Derik, Şırnak-Uludere-Merkez, Şanlıurfa-Kısas ve Birecik'te 2 arılıktan alınan işçi arı örnekleri) deneme dışı bırakılmıştır. Deneme dışı bırakılan işçi arı örnekleri dahil olmak üzere toplam 216 bal arısı kolonisinden örnek alınmıştır.

Türkiye'nin güneydoğu sınırboyunda Hatay, Kilis, Gaziantep, Şanlıurfa, Mardin ve Şırnak olmak üzere 6 ilden yalnız Gaziantep'ten işçi arı örneği alınmamıştır. Doğu Anadolu Bölgesi illeri Van ve Hakkari'nin İran ile uzun sınırı olması nedeniyle bu illerin sınıra yakın ilçelerinden de işçi arı örneği toplanması planlanmıştır. Ancak Van'ın sınır ilçelerinin hepsine örnek toplama gezisi düzenlenmiş olmasına rağmen sadece iki ilçede (Özalp, Başkale) arıcılık faaliyeti yapılmaktadır. Hakkari'de ise Kırıkdağ, Yüksekova ve Şemdinli ilçelerinden işçi arı örneği toplanmıştır.

Şekil 3.1'de işçi arı örneklerinin toplandığı bölge ve yerleşim birimleri haritada gösterilmektedir. Örnek alınan yerleşim birimlerinin detaylı haritaları ekler kısmında verilmiştir. Deneme materyali olan işçi arıların toplandığı yerleşim birimlerine ait coğrafi koordinatlar, rakım ve komşu ülke sınırına olan mesafeler ise ayrıntılı olarak Çizelge 3.2'de verilmektedir. Bu veriler, Google Earth yazılımı yardımıyla elde edilmiştir.

İşçi arı örnek toplama gezileri 2008 yılı yaz döneminde tamamlanmıştır. Örnek toplama amacıyla gidilecek il ve ilçelerde arıcılık yapan kişiler ve yerleşim birimi bilgilerine ulaşmak amacıyla ilgili kurum ve kuruluşlardan yazılı ve sözlü bilgi talebinde bulunulmuştur. Ancak geribildirim olmadığı için gidilen yerleşim birimlerinde Tarım İl ve İlçe Müdürlüklerinden edinilen sözlü bilgilendirme doğrultusunda örnek toplama gezileri tamamlanmıştır.

Suriye'de, Mardin sınırı karşısında bulunan Haseki iline de örnek toplamak amacıyla gidilmiştir. Ancak şehirde işçi arı toplamaya izin verilmemiştir. Irak'a sınır ilçelere ve Irak'a güvenlik ve savaş nedeniyle gidilememiştir.



Şekil 3.1 Türkiye, Suriye ve İran'dan toplanan bal arısı örneklerinin harita üzerinde konumu (Anonymous 2011)

Çizelge 3.2 Bal arısı örneklerinin toplandığı yerleşim birimlerine ait coğrafik bilgiler

Ülke	İl	İlçe	Köy/Arılık	Rakım (m)	Sınıra Olan Mesafe (km)	Coğrafi Koordinat
Türkiye	Van	Başkale	Aşağı Darıca	2036	14 (İran)	37°45'60" K 44°10'00" D
	Van	Özalp	Dönerdere	2099	11 (İran)	38°44'09" K 44°07'45" D
	Hakkari	Yüksekova	Demirkonak	1886	30 (Irak) 18 (İran)	37°31'13" K 44°22'52" D
	Hakkari	Şemdinli	Erdemli (Çatalca)	1735	22 (Irak) 6 (İran)	37°23'37" K 44°34'26" D
	Hakkari	Kırıkdağ	Merkez	1583	35 (Irak) 45 (İran)	37°36'49" K 43°50'41" D
	Şırnak	Uludere	Şenoba	849	12 (Irak)	37°27'54" K 42°42'09" D
	Şırnak	Uludere	Bulakbaşı	1548	9 (Irak)	37°25'38" K 42°54'19" D
	Şırnak	Uludere	Gülyazı	1363	5 (Irak)	37°23'29" K 42°59'25" D
	Mardin	Nusaybin	Merkez	474	1 (Suriye)	37°04'32" K 41°12'52" D
	Mardin	Nusaybin	Şahin Tepesi	492	1 (Suriye)	37°05'17’ K 41°14'39" D
	Mardin	Merkez	Küçükköy	205	1 (Suriye)	37°07'59" K 40°51'17" D
	Mardin	Kızıltepe	Yaşarköy	462	5 (Suriye)	37°05'06" K 40°32'31" D
	Şanlıurfa	Akçakale	Tatlıca	360	2 (Suriye)	36°43'16" K 38°54'29" D
	Şanlıurfa	Suruç	Yatırtepe-Yeni Yapan	516	5 (Suriye)	36°56'57" K 38°21'39" D
	Şanlıurfa	Birecik	Arat	789	16 (Suriye)	37°03'20" K 38°08'18" D
	Şanlıurfa	Ceylanpınar	Merkez	366	0.6 (Suriye)	36°50'60" K 40°02'60" D
	Şanlıurfa	Merkez	Şeyh Çoban	482	45 (Suriye)	37°09'41" K 38°52'11" D
	Kilis	Merkez	Gümrük Yolu	608	1 (Suriye)	36°40'58" K 37°06'01" D
	Kilis	Musabeyli	Balıklı	761	14 (Suriye)	36°54'33" K 36°56'02" D
	Kilis	Musabeyli	Karbeyaz	587	5 (Suriye)	36°51'46" K 36°56'22" D
	Hatay	Altınözü	Yunushanı	530	8 (Suriye)	36°51'46" K 36°56'22" D
	Hatay	Altınözü	Akamber	367	10 (Suriye)	36°05'51" K 36°13'45" D
	Hatay	Yayladağı	Yeditepe	766	3 (Suriye)	35°58'00" K 36°00'52" D
	Hatay	Kırıkhan	Kamışlar	142	10 (Suriye)	36°37'23" K 36°27'34" D
	Hatay	Reyhanlı	Beşarslan	95	0.5 (Suriye)	36°14'14" K 36°29'11" D
	Hatay	Reyhanlı	Davutpaşahöyüğü	122	2 (Suriye)	36°18'43" K 36°36'29" D
Suriye	İdlib	Merkez		437	25 (Türkiye)	35°56'00" K 36°38'00" D
	İdlib	Jisr Ash-Shughur		205	13 (Türkiye)	35°38'54" K 36°19'12" D

Çizelge 3.2 Bal arısı örneklerinin toplandığı yerleşim birimlerine ait coğrafik bilgiler (devam)

Ülke	İl	İlçe	Köy/Arılık	Rakım (m)	Sınıra Olan Mesafe (km)	Coğrafi Koordinat
Suriye	İdlib	Jisr Ash-Shughur		205	13 (Türkiye)	35°38'54" K 36°19'12" D
	Lazkiye	Demsarkho		8	42 (Türkiye)	35°33'13" K 35°46'37" D
	Lazkiye	Salib al-Turkman		41	27 (Türkiye)	35°41'29" K 35°48'32" D
	Halep	Baraghitah		491	4 (Türkiye)	36°38'06" K 37°12'54" D
	Rakka	Al-Kasrah		245	131 (Türkiye)	35°33'46" K 39°55'07" D
	Dayr az-Zawr	Hıttin		211	160 (Türkiye) 96 (Irak)	35°20'00" K 40°08'59" D
İran	Urmiye	Azad Ünv.		1413	32 (Türkiye)	37°31'47" K 45°02'48" D
	Urmiye			1346	43 (Türkiye)	36°51'46" K 36°56'22" D
	Maku			1355	16 (Türkiye)	39°17'23" K 44°28'09" D
	Khoy	Zavieh		1782	23 (Türkiye)	38°49'27" K 44°34'50" D

3.1.2 Cansız materyal

Bal arısı örneklerinin toplanması ve muhafazası için cam kavanozlar, klorofom, pamuk ve %70'lik etil alkol kullanılmıştır. Ölçüm yapılacak işçi arıların karışmaması için sıra ile konulduğu bir parça kutusu kullanılmıştır. Diseksiyon işlemleri için forsep, ince uçlu makas ve böcek iğneleri kullanılmıştır. Dil uzunluğu ve tergit (3. ve 4.) genişliği ölçümlerinde lam-lamel, bacak ve kanat ile ilgili ölçümlerde slayt çerçeveleri kullanılmıştır. Vücut parçalarının fotoğraflarının alınması ve morfolojik özelliklerin ölçümünü yapmak için makroskop, kamera, soğuk ışık kaynağı, bilgisayar ve bilgisayar yazılım setini içeren Leica marka Z16APO model görüntü işleme sistemi (Şekil 3.2) kullanılmıştır.



Şekil 3.2 Görüntü işleme sistemi

3.2 Yöntem

3.2.1 Deneme planı ve süresi

Çalışma temel olarak; işçi arı örneklerinin toplanması ve toplanan işçi arı vücut parçalarının fotoğraflanması, morfolojik özelliklerin ölçümü ve ölçümlerin istatistik değerlendirilmesi aşamalarından oluşmaktadır.

İşçi arı örnek toplama gezileri çizelge 3.1'de belirtildiği üzere 26.06.2008- 21.10.2008 tarihleri arasında gerçekleştirilmiştir.

Morfolojik çalışmalar için bal arısı örneklerinin; gezginci arıcılık güzergahlarından uzak, sabit sistemde arıcılık yapan, teknik arıcılığın gerekliliklerinden olan ana arı yenileme gereksinimini kendi kolonilerinden sağlayan, uzun yıllardır arıcılık yapan, farklı bölgelerden koloni satın almayan ve nispeten ulaşımı güç arılıklardan alınması gerekmektedir. Bu çalışma, saf bal arısı populasyonlarını tespit etmeye yönelik bir çalışma olmamasına rağmen bölgedeki mevcut durumu en doğru şekilde belirleyebilmek amacıyla yukarıda sayılan koşulları sağlayan arılıklardan işçi arı örnekleri almaya gayret gösterilmiştir. Çoğunlukla örnek toplanan tüm bölgeler sınıra

olan yakınlıkları nedeniyle hem gezginci arıcılığa imkan olmayan hem de ulaşılması güç, yerleşim birimlerinin dağınık ve birbirinden uzak olduğu yerlerdir. Bölgenin genel yapısı itibariyle arıcılık geçim kaynağı olarak değil, haneiçi bal ihtiyacını karşılayacak seviyede çoğunlukla atadan kalan karakovanlarla ya da çerçeveli kovanlarla sürdürülmektedir.

Yöreyi temsil eden her arılıktan 5'er koloniden işçi arı örneği alınmasına özen gösterilmiştir ancak arıcılarla yaşanan bazı iletişim sorunları, her yerleşim biriminde yeterli ya da örnek almaya uygun kovan sayısına sahip arıcı bulunamaması ve morfolojik ölçümlere başlandığında bazı kolonilerin ölçüm yapmaya uygun olmayan örnekler içermesi nedenlerinden dolayı arılıkların çoğu 4'er ve 5'er koloni ile temsil edilmiştir.

Rastgele seçilen kolonilerden alınan peteklerden tarlacılar uçurulduktan sonra açık yavru alanı üzerinde kalan genç işçi arı örnekleri, kloroform damlatılmış pamuk bulunan bir kapta zehirlendikten sonra etil alkol (%70) bulunan cam kavanozlar içerisinde ölçüm tarihine kadar korunmuştur. Morfolojik özellikler her kovandan rastgele alınan 20'şer işçi arıda belirlenmiştir.

İşçi arı örneklerinin toplandığı yerleşim birimleri ve arılıklara ilişkin bilgiler bir forma işlenmiştir. Örnek toplama sırasında cam kavanozların bir asetat kalemi ile hem kapaklarına hem de etiketlerine; örnek alınan il, ilçe, köy, örnek alınan tarih, koloni sırası ve arıcının adı kaydedilmiştir (Şekil 3.3).



Şekil 3.3 Bal arısı örneklerinin muhafaza edildiği cam kavanozlar

3.2.2 Morfolojik özelliklerin ölçümü

Bu çalışma kapsamında çizelge 3.3'de belirtilen morfolojik özellikler incelenmiştir. Tüm örneklerde önce vücut parçalarının fotoğrafları çekilmiştir. Ölçümlerde hata ve varyasyonu azaltmak için uzunluk, genişlik ve açı ölçümleri ikinci aşama olarak gerçekleştirilmiştir. Fotoğraf alma ve bilgisayara kaydetme sırasında her il, ilçe, köy, koloni sırası ve birey sırası kodlanmıştır. Örneğin; 7.2.1.3.0005: Hatay-Yayladağı-Yeditepe, 3. koloni, 5. bireyi ifade etmektedir.

Çizelge 3.3 İncelenen morfolojik özellikler ve kodları

Sıra No	Özellik Kodu	Özellik Adı	Ölçü Birimi
1	DU	Dil uzunluğu	mm
2	KU	5. tergitte kıl uzunluğu	mm
3	Ta	4. tergitte tomentum genişliği	mm
4	Tb	4. tergitte parlak zemin genişliği	mm
5	T3G	3. tergit genişliği	mm
6	T4G	4. tergit genişliği	mm
7	FU	Femur uzunluğu	mm
8	TU	Tibia uzunluğu	mm
9	MTU	Metatarsus uzunluğu	mm
10	MTG	Metatarsus genişliği	mm
11	ÖKU	Ön kanat uzunluğu	mm
12	ÖKG	Ön kanat genişliği	mm
13	a	Kübital a damar uzunluğu	mm
14	b	Kübital b damar uzunluğu	mm
15	A4	Kanat damarı A4 açısı	°
16	B4	Kanat damarı B4 açısı	°
17	D7	Kanat damarı D7 açısı	°
18	E9	Kanat damarı E9 açısı	°
19	G18	Kanat damarı G18 açısı	°
20	J10	Kanat damarı J10 açısı	°
21	J16	Kanat damarı J16 açısı	°
22	K19	Kanat damarı K19 açısı	°
23	L13	Kanat damarı L13 açısı	°
24	N23	Kanat damarı N23 açısı	°
25	O26	Kanat damarı 026 açısı	°
26	T3G+T4G	3. ve 4. tergit genişlikleri toplamı	mm
27	BU	Arka bacak uzunluğu	mm
28	KI	Kanat indeksi	-
29	CI	Kübital indeks	-
30	CI%	Kübital indeks %	-
31	TI	Tomentum indeksi	-
32	MTI	Metatarsus indeksi	-

Benzer şekilde vücut parçalarının çıkarılması aşamasında ilk ve son incelenen örnekler arasındaki farklılıkları azaltmak için deneme dışı işçi arılarla pratik çalışmaları yapılmıştır. Vücut parçalarının çıkarılması ve fotoğraf çekme işleminde 15 yerleşim birimi için her yerleşim biriminin 1. kolonileri bitirildikten sonra 2. kolonilere geçilmiştir. Bu amaçla hata ve varyasyon küçültülmeye çalışılmıştır.

İşçi arı örneklerinin morfolojik ölçümlerinde öncelikle ölçümü yapılacak koloniden rastgele 25-30 işçi arı temiz etil alkol ile tekrar yıkandıktan sonra havlu kağıtlar üzerinde kurutularak bunlardan 23'ü 36 bölmeli parça kutusuna aktarılmıştır (Şekil 3.4). Gerektiğinde kullanılmak üzere üç işçi arı yedek olarak tutulmuştur. Birinci işçi arıdan başlayarak ilk olarak dil uzunluğu ölçümleri tamamlanmıştır. Daha sonra sırayla sağ ön kanatlar ve sağ arka bacaklar forsep yardımıyla vücuttan ayrılarak alkol ile temizlendikten sonra slayt çerçevelerine yerleştirilmiştir ve fotoğraflanmıştır.

Slayt çerçeveleri (Şekil 3.5) üzerine kodlama ile ilgili bilgiler de yazılmıştır. Fotoğraf çekme esnasında daha net ölçüm yapabilmek için kanatlarda kanat uzunluğu-genişliği, kanat açıları ve kübital hücrenin a-kübital hücrenin b damar uzunlukları olmak üzere üç farklı büyütme ile 3 kayıt, bacaklarda ise femur ve tibia uzunlukları için ayrı, metatarsus uzunluğu ve genişliği için ayrı olmak üzere 2 farklı kayıt alınmıştır.



Şekil 3.4 Diseksiyona hazırlanmış işçi arı örnekleri

Kanat ve bacak parçalarının vücuttan ayrılmasından sonra işçi arılar sıra ile kıl uzunluğu, tomentum ve parlak zemin genişliği özelikleri için torakstan ve abdomenin son segmentinden böcek iğneleri ile bir strofor blok üzerine sabitlenmiştir. Bu özellikler için fotoğrafların alınmasından sonra sabit halde duran abdomenden 3. ve 4. tergitler ince uçlu makas yardımıyla sternitlerle bağlantı noktalarından kesilerek vücut sıvısı ve parçaları temizlendikten sonra lam-lamel arasında fotoğrafları çekilmiştir. Her bireye ait ölçümler bir veri çizelgesine kodlamaları ile girilerek Microsoft Excel programına kaydedilmiştir.



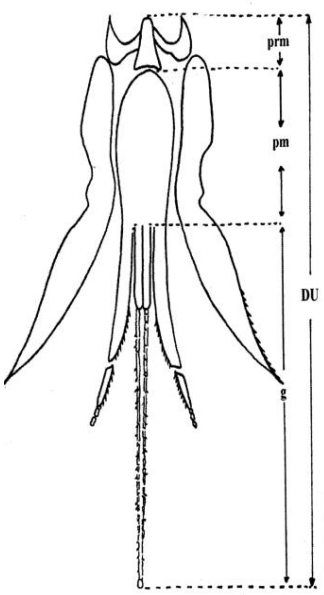
Şekil 3.5 Slayt çerçevelerine yerleştirilmiş bir koloniye ait sağ arka bacak ve sağ ön kanat parçaları

3.2.2.1 Dil Uzunluğu

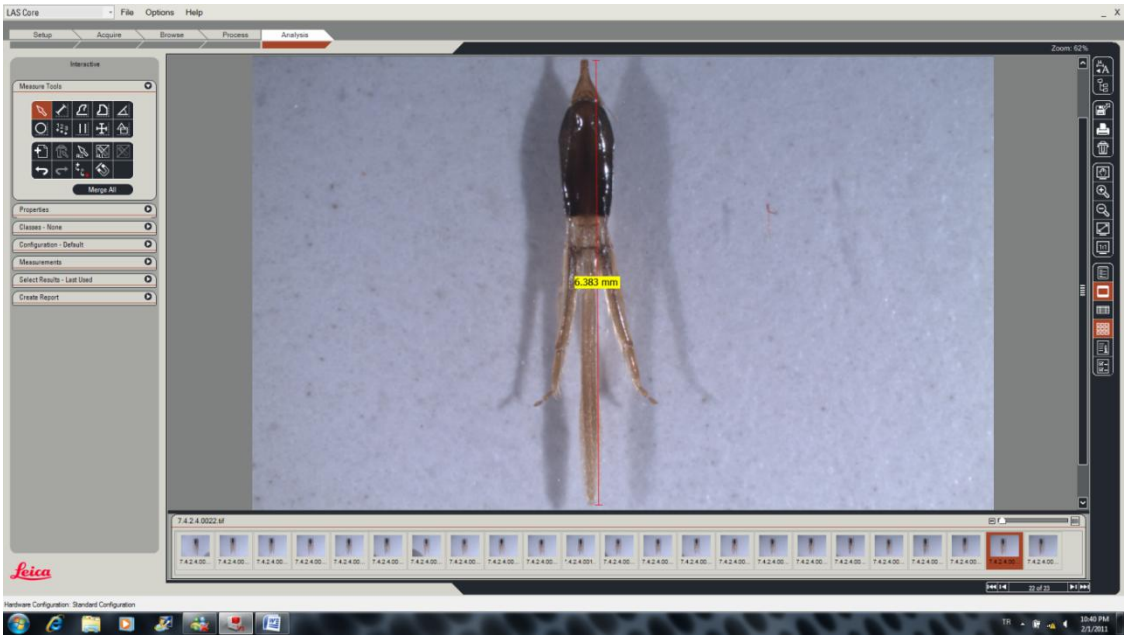
Dil uzunluğu ölçümünün alınabilmesi için bal arılarının sıcak su içerisine atılarak ya da zehirlenerek öldürülmesi ile katlanmış haldeki dilin uzaması sağlanmalıdır (Ruttner 1988).

Bu çalışmada bal arısı örnekleri kloroform ile zehirlendikten sonra ölçüm zamanına kadar fiksatif olarak %70'lik etil alkol içerisinde muhafaza edilmiştir. Her işçi arının dili alt çene ile birlikte forsep yardımıyla çıkartılarak, prementum, postmentum ve glossadan oluşan dil uzunluğunun tespit edilebilmesi için alt çene parçalarından

temizlenip, düzgün durması için lam ve lamel arasına yerleştirilmiştir. Dil uzunluğu makroskop altında 12.5X büyütme ile ölçülmüştür.



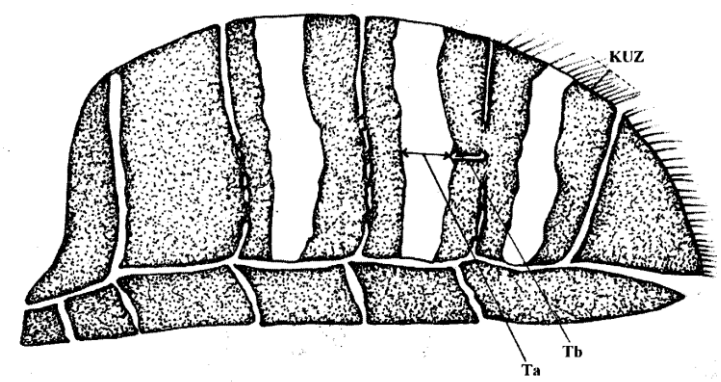
Şekil 3.6 Dil uzunluğu (DU); prementum (prm); pm (postmentum); g (glossa)



Şekil 3.7 Örnek dil uzunluğu ölçümü

3.2.2.2 Kıl uzunluğu

Kıl uzunluğu, şekil 3.8'de görüldüğü gibi lateral konumda ve parçalanmamış işçi arı abdomeninde 5. tergit üzerinden ölçülmektedir. Her işçi arı kanat ve bacak parçaları ayrıldıktan sonra abdomen, toraks ve son segmentinden böcek iğneleri ile strofor blok üzerine sabitlenmiştir. Makrospkop altında 50X büyütme ile kıl uzunluğu ölçümü gerçekleştirilmiştir.



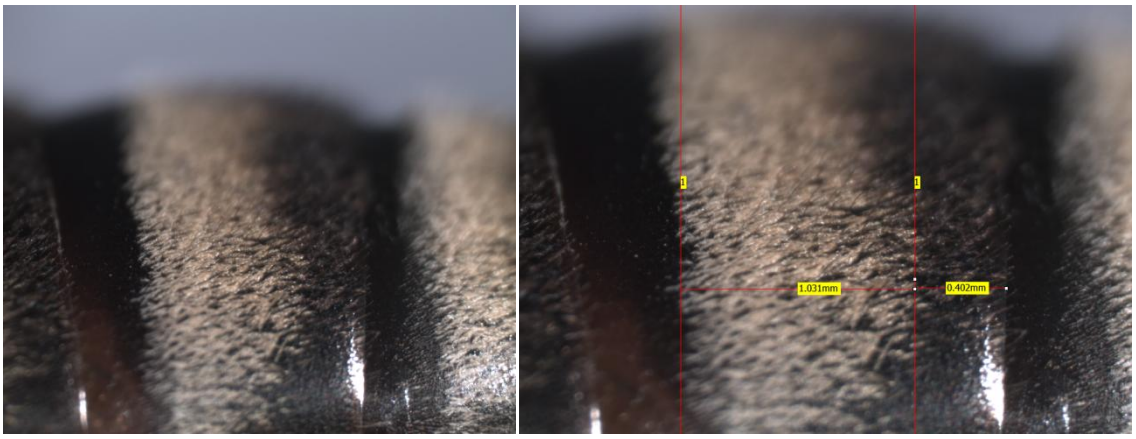
Şekil 3.8 İşçi arı abdomeni. KUZ; 5. tergitte kıl uzunluğu, Ta; 4.tergit tomentum genişliği, Tb; 4. tergit parlak zemin genişliği



Şekil 3.9 Kıl uzunluğu için görüntüleme ve örnek bir ölçüm

3.2.2.3 Tomentum ve parlak zemin genişliği, tomentum indeksi

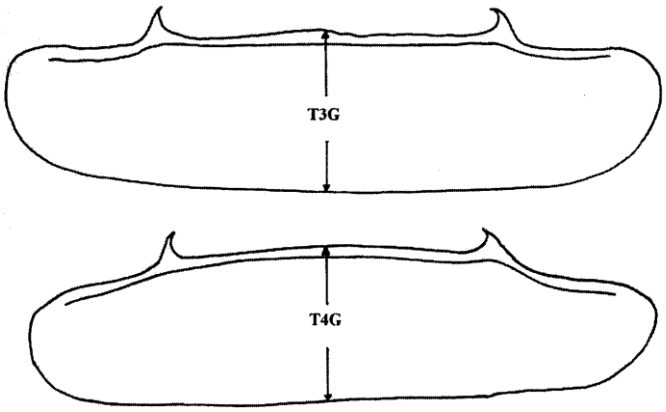
Tomentum; işçi arı abdomeninde 4. tergit üzerinde bulunan tüyle kaplı alandır ve lateral pozisyonda sabitlenmiş abdomende bu alan en geniş yerinden ölçülerek ‘tomentum genişliği’ elde edilmiştir. Yine 4. tergit üzerinde, tomentumun bitiminden bir diğer segmentin başladığı yere kadar olan genişlik ölçülerek ‘parlak zemin genişliği’ elde edilir (Şekil 3.10). Ölçümler 40X büyütme ile makroskop altında yapılmıştır. Tomentum genişliğinin, parlak zemin genişliğine oranı ile ‘tomentum indeksi’ elde edilmektedir.



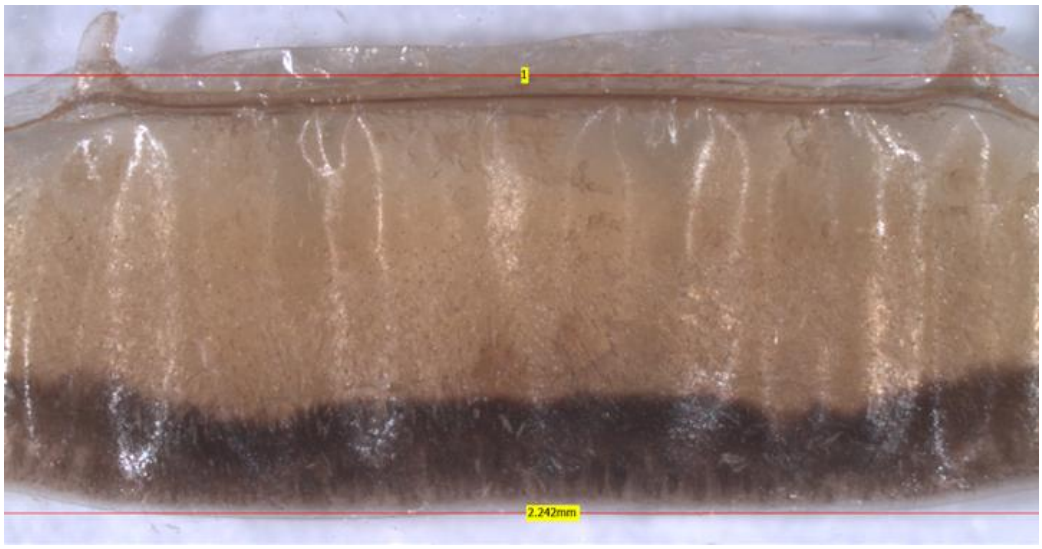
Şekil 3.10 Tomentum ve parlak zemin genişliği özellikleri için 4. Tergit ve örnek ölçüm değerleri

3.2.2.4 Üçüncü ve dördüncü tergit genişliği

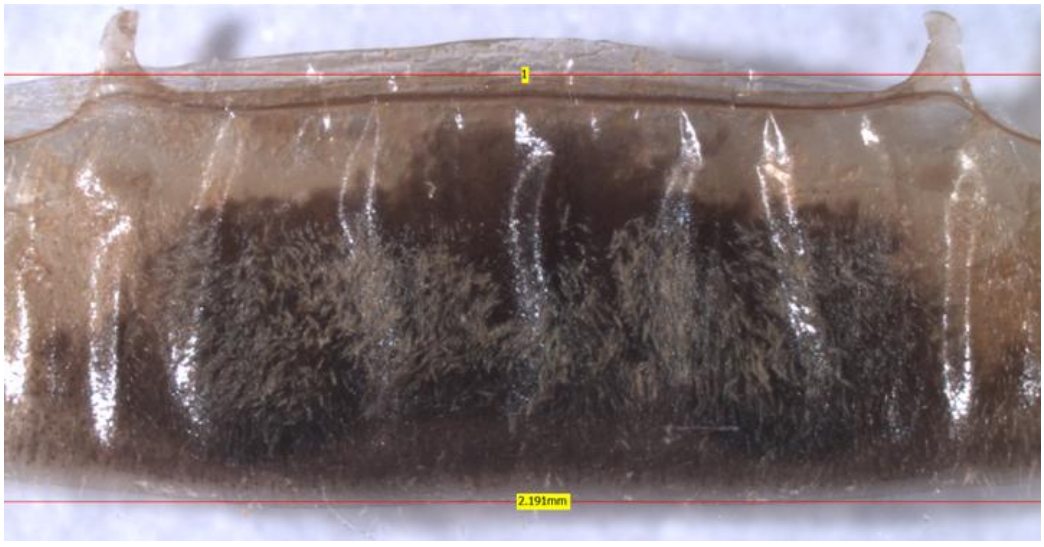
Her işçi arının 3. ve 4. tergitleri, sternitler ile birleştikleri yerden ince uçlu makas yardımıyla kesilmiştir. Forsep yardımıyla alkol içerisinde temizlenerek ölçüm için lam-lamel arasında sabitlenmiştir. Ölçümler 25X büyütmeli makroskop altında yapılmıştır. Şekil 3.11’de görüldüğü gibi 3. ve 4. tergit genişlikleri elde edilmiştir ve bu genişlikler toplanarak (T3G+T4G) vücut büyüklüğü değeri elde edilmiştir.



Şekil 3.11 İşçi arıda tergit genişlikleri. T3G; 3. tergit genişliği, T4G; 4. tergit genişliği



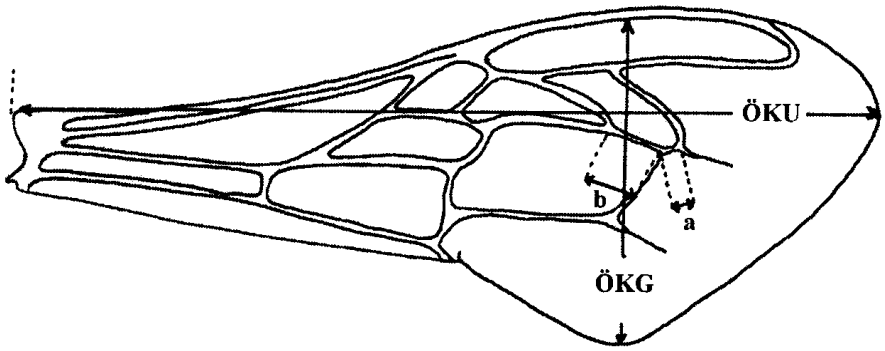
Şekil 3.12 Üçüncü tergit genişliği için örnek bir ölçüm



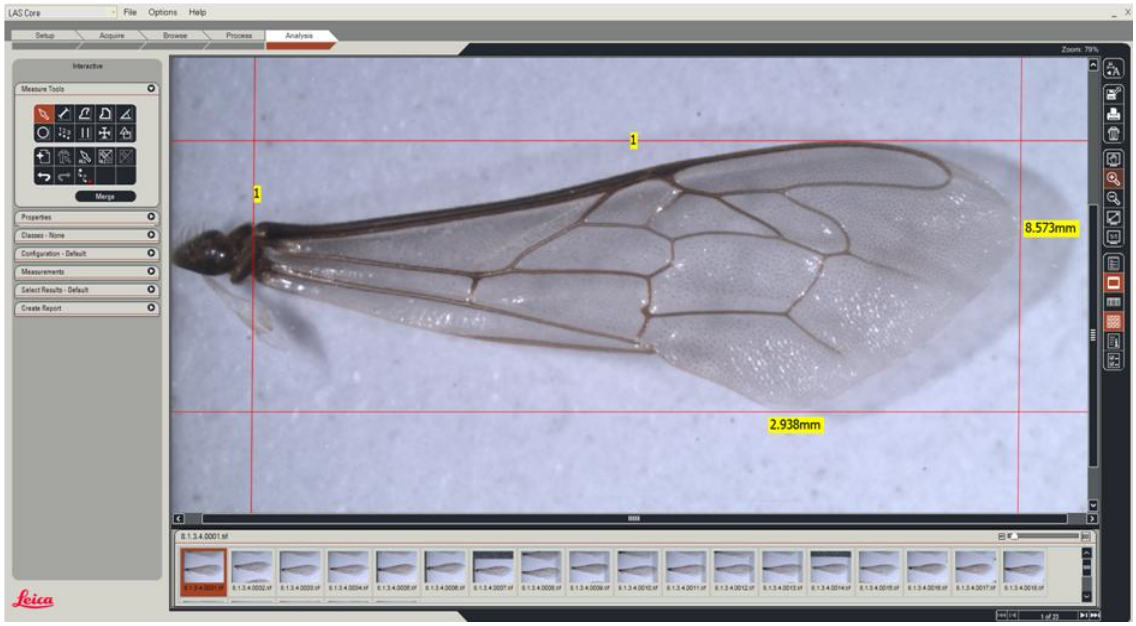
Şekil 3.13 Dördüncü tergit genişliği için örnek bir ölçüm

3.2.2.5 Ön kanat boyutları ve kanat indeksi

Her işçi arının sağ ön kanadı göğüs ile birleştiği yerden forsep yardımıyla kopartılarak alkol içerisinde temizlenerek saydam çerçevelerine yerleştirilmiştir. Ön kanadın toraks ile birleştiği yerden kanat ucuna kadar olan uzaklık 'kanat uzunluğu' (KU), ön kanadın enine en geniş olduğu yerdeki uç noktalar arasındaki uzaklık 'kanat genişliği' (KG) olarak ölçülmüştür (Şekil 3.14 ve 3.15). Ölçümler kanat uzunluğu ve kanat genişliği için 12,5X büyütmeli makroskop altında yapılmıştır. Kanat indeksi ise (ön kanat genişliği/ön kanat uzunluğu) x100 eşitliği yardımıyla tespit edilmiştir.



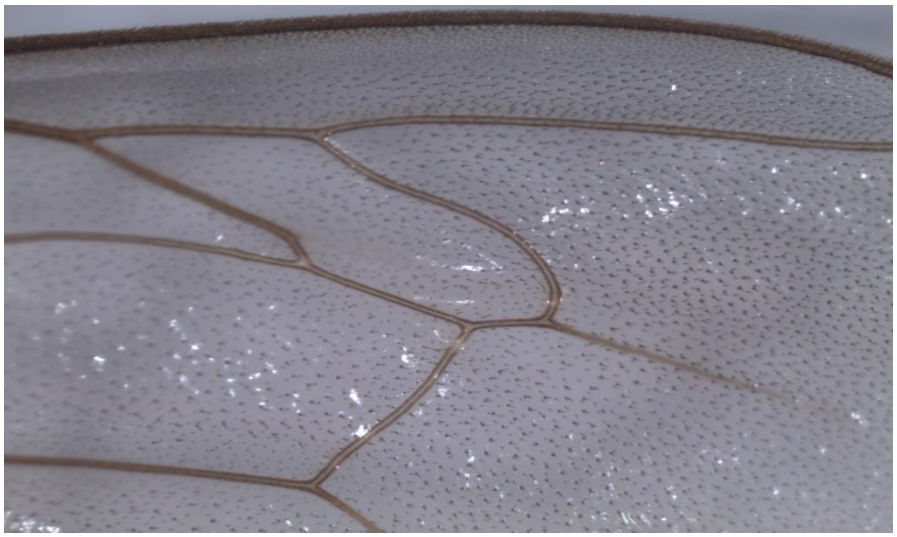
Şekil 3.14 İşçi arı ön kanat uzunluğu; ÖKU, ön kanat genişliği; ÖKG, a; kübital hücrenin a damarı uzunluğu, b; kubital hücrenin b damarı uzunluğu



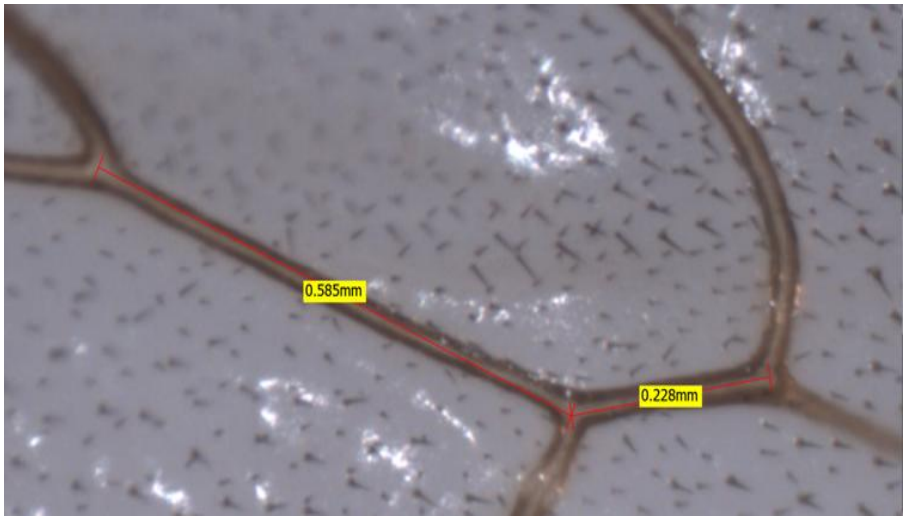
Şekil 3.15 Kanat uzunluğu ve genişliği özellikleri için görüntüleme sistemi programından örnek bir ölçüm

3.2.2.6 Kübital hücrenin a ve b damarı uzunlukları ve kübital indeks

İşçi arı ön kanadının üst kısmında yer alan radyal hücre altındaki 3. kübital hücrenin (Şekil 3.16) tabanında 151° açı ile birleşen kübital a ve kübital b damarlarının uzunlukları 50X büyütmeli makroskop altında ölçülmüştür. Kübital indeks değerleri KI= (a/b) ve KI(%)=(b/a)x100 eşitlikleri ile elde edilmiştir.

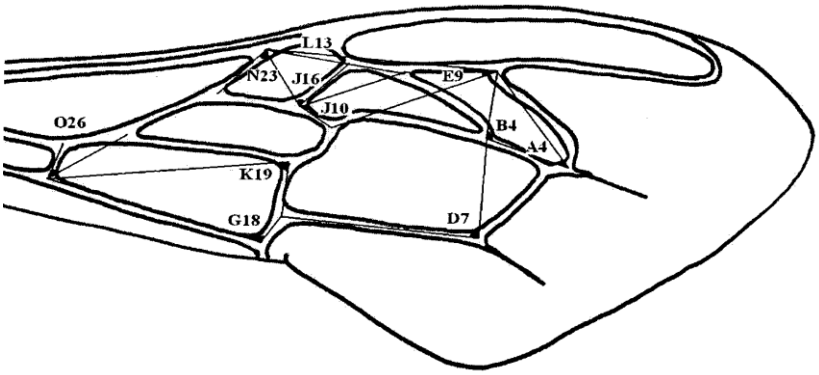


Şekil 3.16 Kübital hücre a ve b damar uzunluklarının ölçümü için görüntüleme



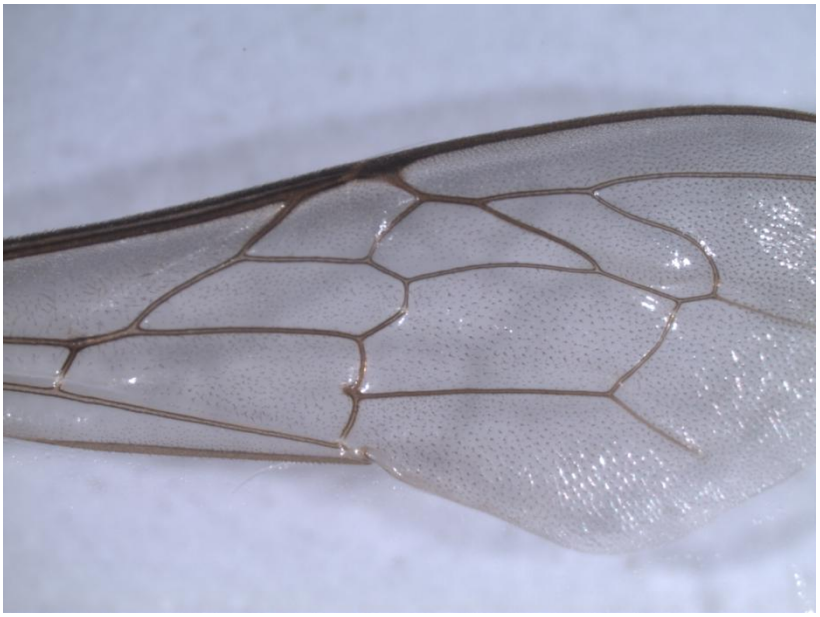
Şekil 3.17 Kübital hücre a ve b damar uzunluklarının ölçümüne bir örnek

3.2.2.7 Ön kanat damar açıları



Şekil 3.18 İşçi arı ön kanat damar açıları

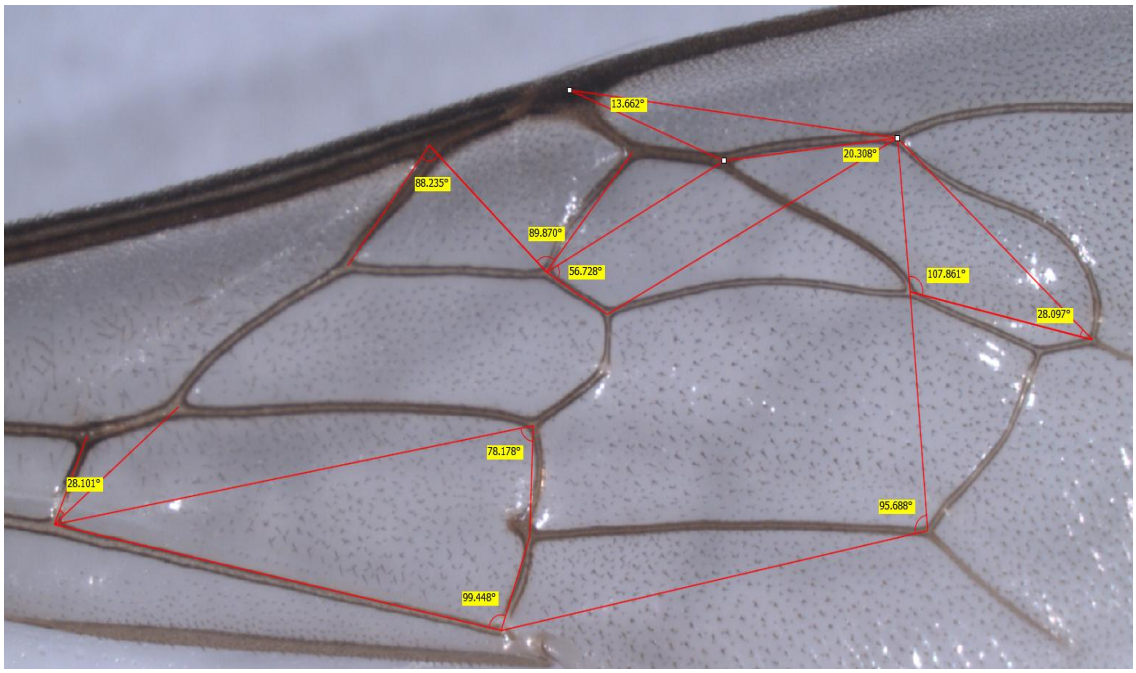
İşçi arı sağ ön kanadında; A4, B4, D7, E9, G18, J10, J16, K19, L13, N23 ve O26 olmak üzere toplam 11 adet kanat damar açısı şekil 3.18 ve şekil 3.20'de gösterilmektedir.



Şekil 3.19 Kanat açısı ölçümleri için görüntüleme

Kanat damar açılarının fotoğraflarının çekimi 25X büyütme altında gerçekleştirilmiştir. Kanat damar açılarının ölçümünde görüntüleme sisteminin analiz menüsünde bulunan 'açı ölçme' aracı, slayt makinesi yardımıyla duvara yansıtılarak, kağıt üzerinde açıların elle ölçülmesine göre daha az zaman alan, kolay ve güvenilir bir ölçüm sağlamıştır.

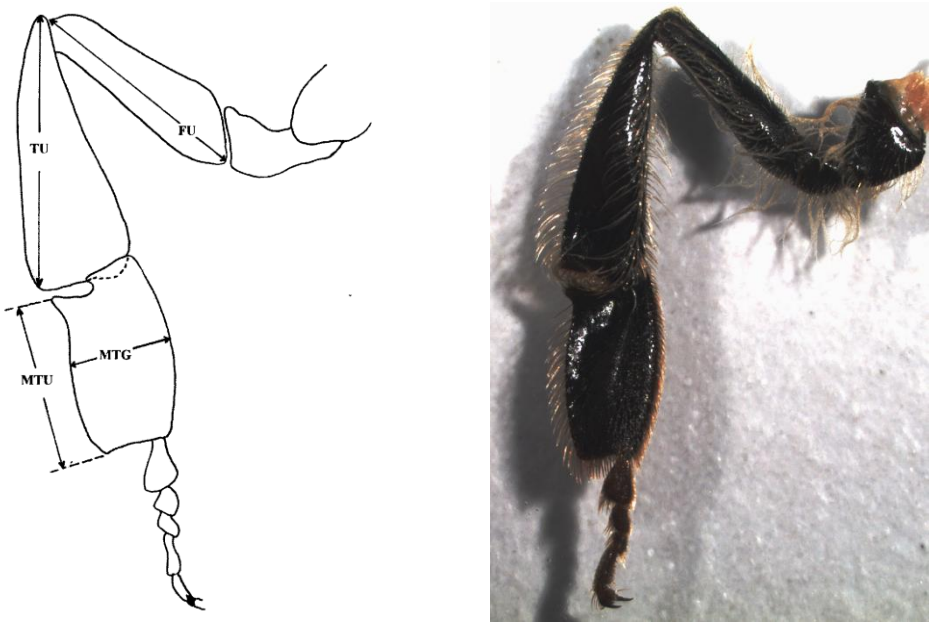
Kanat damarlanmasında karşılaşılan bazı anomaliler ölçüme engel olduğu takdirde o bireyin tüm ölçümleri iptal edilerek, yedek olarak tutulan bireylerden birinin ölçümleri dikkate alınmıştır.



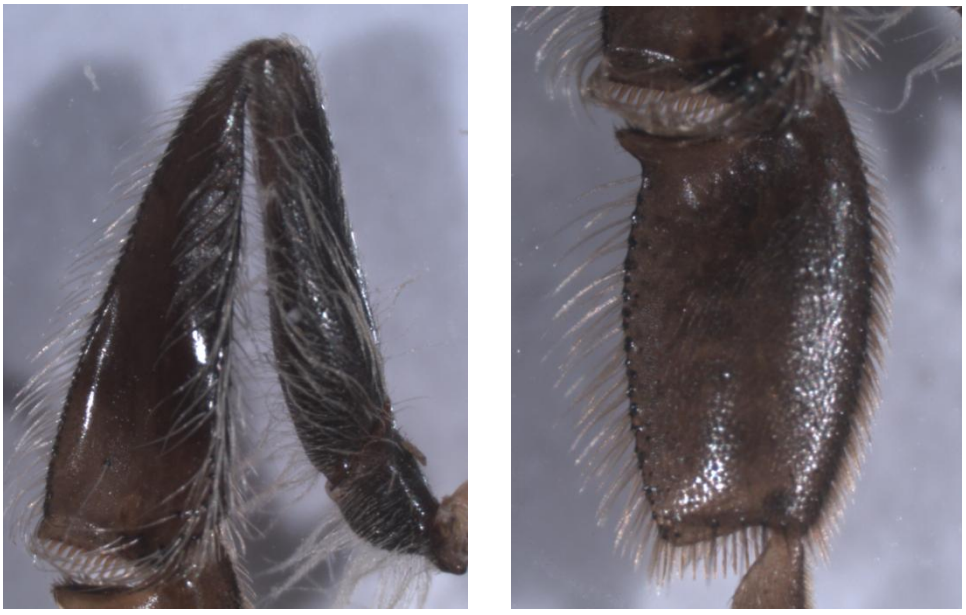
Şekil 3.20 Standart kanat şemasına uygun kanat açısı ölçümleri

3.2.2.8 Arka bacak uzunluğu ve metatarsus indeksi

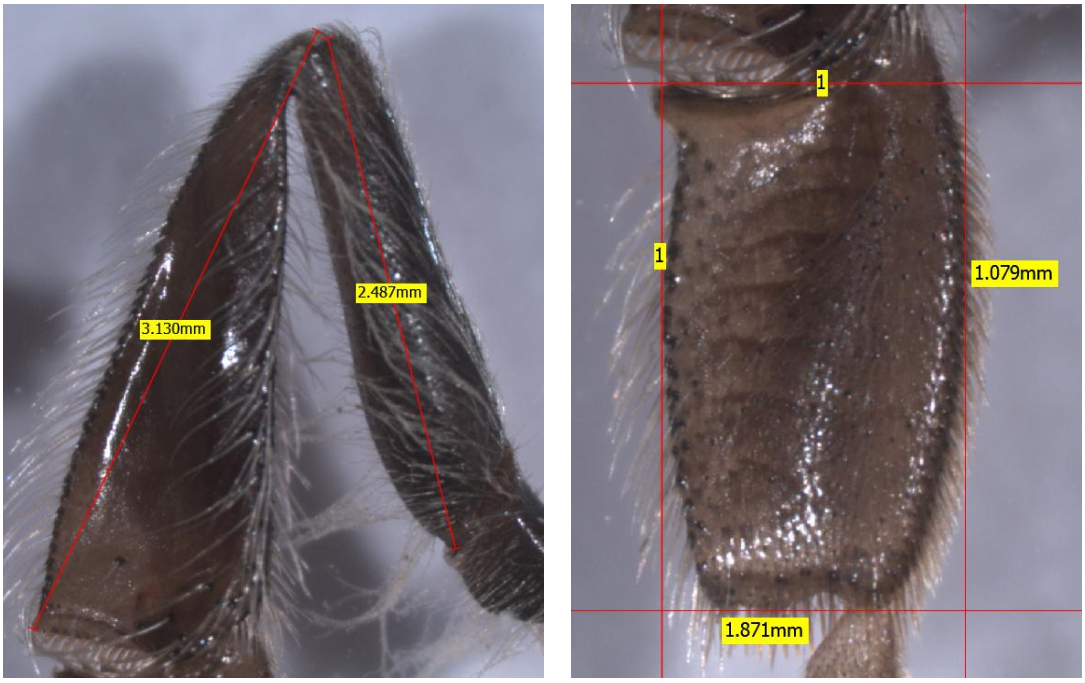
İşçi arıda arka bacak eklemleri olan femur, tibia ve metatarsus uzunlukları toplamı arka bacak uzunluğunu vermektedir (Şekil 3.21). Arka bacak uzunluğunu tespit etmek amacıyla; her işçi arının sağ arka bacağı forsep yardımıyla ilk bacak segmentinden ayrılmış ve eklem yerlerinin kolay görüntülenebilmesi için alkol ile ıslatılarak slayt çerçevelerine yerleştirilmiştir. Makroskop altında 25X büyütme ile femur, tibia uzunluğu ayrı, metatarsus uzunluğu ve metatarsus genişliği ayrı ölçülmüştür. Metatarsus uzunluğunun, metatarsus genişliğine oranlanması ile metatarsus indeksi tespit edilmiştir.



Şekil 3.21 İşçi arı arka bacak eklemleri. FU; femur uzunluğu, TU; tibia uzunluğu, MTU; metatarsus uzunluğu, MTG; metatarsus genişliği



Şekil 3.22 Femur ve tibia uzunlukları ile metatarsus uzunluk ve genişliği görüntüleri



Şekil 3.23 Arka bacağa ilişkin özellikler için örnek ölçüm değerleri

3.2.3 İstatistik Analizler

Çalışmada hem tek değişkenli varyans analizi (ANOVA) hem de çok değişkenli varyans analizi yöntemleri (MANOVA) kullanılmıştır. Örneklenen her lokasyon bir grup olmak üzere toplam 15 grupta 32 morfolojik değişken için tek değişkenli istatistik analizi uygulanmıştır. Morfolojik özellikler bakımından farklı gruplar belirlendikten sonra Duncan testi ile grupların ikili karşılaştırma sonuçları değerlendirilmiştir. Çok değişkenli istatistik analizler birden çok özelliğin aynı anda değerlendirilmesini sağlamaktadır. Çok değişkenli istatistik analiz yöntemleri 15 grupta hem bireysel hem de örnek verilerine uygulanmıştır. Bazı morfolojik özelliklerin birbiri ile toplanması veya oranlanması ile elde edilen özellikler analize dahil edilmemiştir ve 25 morfolojik özellik bakımından değerlendirme yapılmıştır. Çok değişkenli analizde farklı grupların karşılaştırılması için Mahalanobis uzaklığı kullanılmıştır. Morfolojik özellikler bakımından orijinal gruplara doğru sınıflandırma oranını belirlemek için diskriminant analizi uygulanmıştır. Çalışmanın bütün istatistik analizleri SPSS 15 paket programında yapılmıştır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

Çalışmada Türkiye'den; Van, Hakkari, Şırnak, Mardin, Şanlıurfa, Kilis ve Hatay, Suriye'den; İdlib, Lazkiye, Halep, Rakka ve Dayr az-Zawr, İran'dan Urmiye, Maku ve Khoy olmak üzere 15 bölge, 31 yerleşim birimi ve 38 arılıkta 167 koloniden toplam 3340 bal arısında 25 morfolojik özellik ölçülmüştür. Bazı morfolojik özelliklerin toplamı ya da indeksi alınarak elde edilen yeni özelliklerle birlikte incelenen değişken sayısı 32 olmuştur.

Her lokasyon bir grup olmak üzere 15 grup arasında morfolojik özellikler bakımından farklılık olup olmadığı önce tek değişkenli varyans analizi tekniği ile incelenmiştir. Gruplara ait tanıtıcı istatistik değerlerini tek bir çizelgede vermek mümkün olmadığından Türkiye illeri için Çizelge 4.1'de, Suriye illeri için Çizelge 4.2'de ve İran illeri için çizelge 4.3'te sunulmuştur. Varyans analizi sonucunda incelenen tüm özellikler bakımından gruplar arasındaki farklılıklar önemli bulunmuştur ($P<0.001$). Her morfolojik özellik için farklı gruplar Duncan testi ile ikili karşılaştırılmıştır.

Tanıtıcı istatistikler incelendiğinde; dil uzunluğu bakımından Hakkari ili 6.54±0.009 mm ile en yüksek değere, Kilis ili ise 6.19±0.007 mm ile en düşük değere sahiptir. Dil uzunluğu ortalaması bakımından iller arasındaki fark önemlidir ($P<0.001$) ancak ikili karşılaştırma sonucuna göre Hakkari ve Şırnak ortalamaları benzer, Mardin ve Kilis ortalamaları benzer değerler göstermiştir. Hatay ili 6.38±0.006 mm dil uzunluğu ortalaması ile orta bir değer almıştır ve ikili karşılaştırma sonuçlarına göre diğer tüm gruplardan farklı bulunmuştur ($P<0.05$).

Kıl uzunluğu özelliği bakımından en yüksek ortalama değer 0.23±0.001 mm ile Maku ili, ikinci en yüksek ortalama değer ise Hakkari ilinde elde edilmiştir. Kıl uzunluğu için en düşük ortalama değerler 0.15±0.000 mm ile İdlib ve Kilis grubundadır.

Çizelge 4.1 Morfolojik özellikler bakımından Türkiye grupları için tanıtıcı istatistikler

Değişken	Van n=140		Hakkari n=240		Şırnak n=240		Mardin n=360		Şanlıurfa n=380		Kilis n=260		Hatay n=580	
	Ort	S.Hata	Ort	S.Hata	Ort	S.Hata	Ort	S.Hata	Ort	S.Hata	Ort	S.Hata	Ort	S.Hata
DU (mm)	6.50	0.012	6.54	0.009	6.52	0.007	6.19	0.006	6.27	0.009	6.19	0.007	6.38	0.064
KU (mm)	0.22	0.002	0.22	0.001	0.22	0.001	0.17	0.000	0.16	0.000	0.15	0.009	0.17	0.000
Ta (mm)	0.99	0.003	1.01	0.001	1.00	0.002	0.98	0.002	0.95	0.002	0.96	0.003	1.00	0.001
Tb (mm)	0.39	0.004	0.38	0.003	0.39	0.003	0.34	0.002	0.37	0.003	0.37	0.003	0.39	0.001
T3G (mm)	2.25	0.004	2.25	0.003	2.25	0.003	2.17	0.002	2.17	0.003	2.13	0.003	2.21	0.002
T4G (mm)	2.20	0.004	2.20	0.003	2.20	0.003	2.10	0.002	2.11	0.003	2.08	0.003	2.16	0.002
FU (mm)	2.60	0.005	2.61	0.003	2.62	0.003	2.50	0.002	2.50	0.004	2.49	0.003	2.56	0.002
TU (mm)	3.20	0.006	3.24	0.004	3.25	0.004	3.09	0.003	3.09	0.004	3.08	0.004	3.20	0.003
MTU (mm)	2.02	0.004	2.05	0.003	2.05	0.003	1.97	0.002	1.95	0.003	1.95	0.003	2.03	0.002
MTG (mm)	1.16	0.003	1.17	0.002	1.18	0.002	1.14	0.001	1.13	0.002	1.11	0.002	1.17	0.001
ÖKU (mm)	8.94	0.014	8.98	0.010	9.00	0.107	8.60	0.007	8.53	0.012	8.35	0.008	8.62	0.008
ÖKG (mm)	3.07	0.007	3.11	0.005	3.14	0.005	2.99	0.003	2.90	0.004	2.88	0.004	2.94	0.003
a (mm)	0.52	0.004	0.52	0.003	0.53	0.003	0.54	0.002	0.54	0.002	0.54	0.003	0.54	0.001
b (mm)	0.23	0.002	0.22	0.002	0.22	0.001	0.21	0.001	0.22	0.001	0.21	0.001	0.23	0.001
A4 (°)	32.68	0.187	31.85	0.145	31.41	0.128	29.59	0.109	30.75	0.124	29.72	0.115	31.26	0.086
B4 (°)	101.43	0.559	105.59	0.373	105.17	0.420	106.97	0.320	101.89	0.373	102.60	0.360	101.81	0.271
D7 (°)	101.25	0.315	101.37	0.223	100.94	0.225	98.59	0.167	99.32	0.158	98.19	0.196	99.71	0.142
E9 (°)	19.87	0.125	20.42	0.088	20.61	0.087	20.94	0.079	19.93	0.074	19.35	0.087	19.86	0.057
G18 (°)	94.47	0.321	95.12	0.211	93.63	0.201	97.42	0.186	96.44	0.179	97.71	0.182	96.98	0.135
J10 (°)	51.67	0.254	52.12	0.188	53.01	0.189	54.35	0.181	53.83	0.182	53.11	0.229	53.26	0.153
J16 (°)	92.24	0.239	91.37	0.186	89.38	0.199	89.98	0.180	91.63	0.174	92.41	0.213	91.55	0.137
K19 (°)	79.85	0.223	77.72	0.183	79.18	0.216	79.78	0.143	80.13	0.165	80.31	0.189	78.47	0.108
L13 (°)	14.07	0.092	13.88	0.080	14.16	0.071	14.55	0.060	13.93	0.054	14.20	0.075	14.30	0.043
N23 (°)	88.27	0.243	89.00	0.196	87.96	0.203	88.69	0.145	89.10	0.150	89.27	0.197	88.67	0.122
O26 (°)	36.62	0.035	35.64	0.260	34.59	0.241	32.98	0.191	35.82	0.190	33.12	0.216	34.04	0.162
T3G+T4G (mm)	4.46	0.008	4.45	0.006	4.46	0.006	4.28	0.005	4.29	0.006	4.21	0.006	4.38	0.003
BU (mm)	7.82	0.014	7.91	0.010	7.94	0.010	7.57	0.007	7.55	0.011	7.53	0.010	7.80	0.007
KI	34.42	0.063	34.71	0.046	34.93	0.041	34.80	0.037	34.07	0.035	34.50	0.042	34.16	0.027
CI	2.30	0.034	2.35	0.026	2.39	0.025	2.55	0.021	2.42	0.017	2.52	0.024	2.35	0.014
CI%	44.77	0.668	43.70	0.506	42.79	0.460	40.15	0.331	42.09	0.303	40.58	0.376	43.42	0.272
TI	2.55	0.031	2.68	0.022	2.61	0.027	2.96	0.027	2.66	0.031	2.68	0.035	2.59	0.014
MTI	57.68	0.151	57.16	0.134	57.73	0.120	58.34	0.105	58.31	0.090	57.20	0.109	57.51	0.075

Çizelge 4.2 Morfolojik özellikler bakımından Suriye grupları için tanıtıcı istatistikler

Değişken	İdlib N=280		Lazkiye N=200		Halep N=80		Rakka N=100		Dayr az-Zawr N=100	
	Ort.	S.Hata	Ort.	S.Hata	Ort.	S.Hata	Ort.	S.Hata	Ort.	S.Hata
DU (mm)	6.30	0.008	6.34	0.008	6.27	0.015	6.46	0.011	6.35	0.012
KU (mm)	0.15	0.000	0.16	0.001	0.16	0.001	0.18	0.002	0.18	0.001
Ta (mm)	0.98	0.003	0.99	0.002	1.00	0.002	1.00	0.003	1.00	0.003
Tb (mm)	0.36	0.002	0.37	0.003	0.37	0.004	0.37	0.004	0.35	0.003
T3G (mm)	2.19	0.003	2.22	0.004	2.18	0.006	2.24	0.005	2.21	0.005
T4G (mm)	2.12	0.003	2.16	0.004	2.11	0.005	2.19	0.005	2.16	0.005
FU (mm)	2.53	0.003	2.55	0.004	2.53	0.006	2.58	0.005	2.54	0.004
TU (mm)	3.16	0.005	3.18	0.005	3.16	0.007	3.23	0.007	3.18	0.006
MTU (mm)	2.02	0.004	2.03	0.004	2.02	0.006	2.06	0.005	2.03	0.005
MTG (mm)	1.15	0.002	1.17	0.002	1.14	0.004	1.18	0.003	1.16	0.003
ÖKU (mm)	8.46	0.011	8.61	0.012	8.44	0.017	8.65	0.016	8.50	0.015
ÖKG (mm)	2.88	0.004	2.94	0.004	2.88	0.006	2.96	0.008	2.92	0.007
a (mm)	0.52	0.002	0.52	0.002	0.55	0.004	0.52	0.002	0.51	0.003
b (mm)	0.22	0.001	0.22	0.001	0.21	0.002	0.22	0.002	0.22	0.002
A4 (°)	31.06	0.137	30.97	0.141	31.29	0.272	31.53	0.229	31.72	0.200
B4 (°)	102.50	0.374	103.60	0.402	100.53	0.648	101.81	0.576	102.32	0.540
D7 (°)	100.38	0.209	101.25	0.187	99.21	0.338	100.71	0.269	100.86	0.252
E9 (°)	19.95	0.076	20.07	0.097	19.84	0.175	19.48	0.158	20.19	0.125
G18 (°)	97.46	0.189	97.28	0.263	96.91	0.410	97.67	0.249	97.09	0.332
J10 (°)	51.66	0.216	52.38	0.231	51.73	0.309	52.12	0.315	52.54	0.279
J16 (°)	91.31	0.173	91.40	0.244	92.67	0.273	91.87	0.291	91.71	0.284
K19 (°)	79.45	0.156	80.17	0.208	78.16	0.299	80.18	0.243	78.10	0.281
L13 (°)	13.78	0.079	14.39	0.085	14.57	0.096	14.82	0.097	14.42	0.096
N23 (°)	87.63	0.155	87.82	0.184	89.01	0.306	88.26	0.259	86.69	0.310
O26 (°)	35.32	0.236	34.54	0.243	34.76	0.549	37.67	0.337	35.74	0.328
T3G+T4G(mm)	4.31	0.007	4.38	0.008	4.30	0.011	4.43	0.010	4.38	0.010
BU (mm)	7.72	0.012	7.78	0.012	7.72	0.019	7.88	0.016	7.76	0.016
KI	34.07	0.038	34.13	0.041	34.11	0.063	34.28	0.083	34.40	0.068
CI	2.31	0.020	2.36	0.021	2.62	0.048	2.35	0.029	2.29	0.028
CI%	44.09	0.374	43.00	0.386	39.10	0.697	43.08	0.548	44.27	0.552
TI	2.69	0.022	2.72	0.026	2.68	0.029	2.70	0.039	2.85	0.030
MTI	56.75	0.095	57.45	0.127	56.68	0.171	57.16	0.170	57.17	0.164

Çizelge 4.3 Morfolojik özellikler bakımından İran grupları için tanıtıcı istatistikler

Değişken	Urmiye N=200		Maku N=100		Khoy N=80	
	Ort.	S.Hata	Ort.	S.Hata	Ort.	S.Hata
DU (mm)	6.44	0.007	6.49	0.011	6.47	0.012
KU (mm)	0.22	0.001	0.22	0.001	0.22	0.001
Ta (mm)	1.02	0.001	1.02	0.002	1.01	0.002
Tb (mm)	0.37	0.002	0.39	0.003	0.39	0.004
T3G (mm)	2.24	0.003	2.25	0.005	2.28	0.005
T4G (mm)	2.19	0.003	2.19	0.005	2.22	0.006
FU (mm)	2.56	0.003	2.60	0.004	2.60	0.005
TU (mm)	3.19	0.005	3.25	0.006	3.24	0.007
MTU (mm)	2.01	0.004	2.07	0.004	2.05	0.006
MTG (mm)	1.15	0.002	1.15	0.002	1.19	0.004
ÖKU (mm)	8.95	0.009	8.94	0.013	9.08	0.014
ÖKG (mm)	3.10	0.005	3.13	0.006	3.14	0.007
a (mm)	0.55	0.002	0.55	0.004	0.55	0.005
b (mm)	0.22	0.001	0.22	0.002	0.23	0.002
A4 (°)	30.79	0.145	30.92	0.146	31.06	0.236
B4 (°)	107.08	0.396	106.94	0.489	104.93	0.683
D7 (°)	99.74	0.231	100.60	0.300	99.38	0.341
E9 (°)	21.44	0.097	21.75	0.114	20.68	0.174
G18 (°)	95.19	0.245	97.17	0.260	95.24	0.384
J10 (°)	51.02	0.203	49.81	0.291	51.71	0.331
J16 (°)	90.82	0.209	90.92	0.280	91.66	0.308
K19 (°)	78.52	0.237	77.99	0.336	79.59	0.287
L13 (°)	15.44	0.083	14.87	0.119	14.87	0.117
N23 (°)	86.73	0.199	85.59	0.242	86.65	0.313
O26 (°)	36.39	0.255	35.17	0.383	34.99	0.320
T3G+T4G (mm)	4.43	0.006	4.44	0.010	4.51	0.011
BU (mm)	7.77	0.012	7.93	0.014	7.90	0.017
KI	34.68	0.053	35.01	0.058	34.64	0.074
CI	2.52	0.026	2.54	0.032	2.42	0.034
CI%	40.51	0.437	39.94	0.538	41.86	0.613
TI	2.76	0.022	2.59	0.025	2.58	0.031
MTI	57.25	0.151	55.83	0.146	58.34	0.160

Kıl uzunluğu bakımından grupların ikili karşılaştırma sonuçları incelendiğinde Mardin ili ortalama 0.18±0.000 mm ile diğer gruplardan farklıdır ($P<0.05$). Van-Hakkari-Şırnak ve Urmiye-Maku-Khoy grup ortalamaları benzer değerler almıştır ve ikili karşılaştırma sonucunda bu gruplar arasında fark bulunmamaktadır.

Vücut büyüklüğünün göstergesi olan 3. ve 4. tergit genişliklerinin toplamı en yüksek değeri Khoy bal arılarında ortalama 4.51±0.011 mm, en düşük değeri Kilis bal arılarında ortalama 4.21±0.006 mm'dir. Vücut büyüklükleri bakımından il ortalamaları arasındaki fark önemlidir ($P<0.001$). Duncan testi sonucuna göre; Van, Hakkari, Şırnak ve İran bal arıları en iri vücut büyüklüğüne sahiptir ve ikili karşılaştırmada fark tespit edilmemiştir. Mardin, Şanlıurfa, Halep grupları vücut büyüklüğü ortalamaları arasında fark yoktur. Hatay-Lazkiye-Deyrizor grupları vücut büyüklüğü ortalamaları da birbirine benzer bulunmuştur.

Ön kanat uzunluğu ve genişliği bakımından en yüksek ortalama değerler sırasıyla 9.08±0.014 mm ve 3.14±0.005 mm olmak üzere Khoy bal arılarında tespit edilmiştir. Ön kanat uzunluğu ve genişliği en düşük ortalaması sırasıyla 8.35±0.008 mm ve 2.88±0.004 mm ile Kilis bal arılarında gözlenmiştir. Ön kanat uzunluğu ve genişliği bakımından gruplar arasında gözlenen fark önemlidir ($P<0.001$). İkili karşılaştırma sonucunda; İdlib ve Halep ön kanat uzunluğu ortalaması birbirine benzer ancak diğer gruplardan farklı, Şanlıurfa ve Dayr az-Zawr grupları da birbirine benzer ancak diğer gruplardan farklı bulunmuştur ($P<0.05$). Ön kanat genişliği bakımından ikili karşılaştırma sonucunda; en düşük ortalama değerlere sahip Kilis, Halep ve İdlib grupları birbirine benzer, diğer gruplardan farklıdır ($P<0.05$). Şanlıurfa, Rakka, Mardin ve Van grupları hem birbirlerinden hem de diğer gruplardan farklı ortalama değerlere sahiptir ($P<0.05$).

Bacak uzunluğu en yüksek ortalama değeri 7.94±0.010 mm ile Şırnak bal arılarında, en düşük değeri 7.53±0.010 mm olmak üzere Kilis bal arılarında tespit edilmiştir. İkili karşılaştırma sonucunda Kilis, Şanlıurfa ve Mardin grubu ortalamaları benzer bulunmuştur. Şırnak, Maku ve Hakkari bacak uzunluğu ortalamaları arasında da fark yoktur.

Duncan testi ile 15 lokasyonun ikili karşılaştırma sonuçları genel olarak incelendiğinde, grup ortalamalarının birbirinden farklılığı bakımından sadece dil uzunluğu, ön kanat uzunluğu ve femur uzunluğu özellikleri 10 farklı grup altında toplanmıştır yani gruplar arasında en çok farklılık bu özellikler bakımından gözlenmektedir. Gruplar arasında en

az farklılık gözlenen özellik ise G18 kanat damar açısıdır ve en küçük değerine 93.63° ile Şırnak ili sahiptir.

Morfolojik özellikler arasındaki korelasyon matrisi çizelge 4.4'te verilmiştir. Bazı özellikler arasında negatif veya pozitif yönde önemli ilişkiler bulunmaktadır. Korelasyon matrisi incelendiğinde dil uzunluğu (DU) ile ön kanat uzunluğu arasında (ÖKU) $r_{0.001}$=0.679, 3. tergit genişliği (T3) ile 4. tergit genişliği (T4) arasında $r_{0.001}$=0.919, ön kanat uzunluğu (ÖKU) ile ön kanat genişliği (ÖKG) arasında $r_{0.001}$=0.853 önemli ilişkiler olduğu görülmektedir. Bacak uzunluğu (BU) ile dil uzunluğu (DU) arasında $r_{0.001}$=0.639, bacak uzunluğu (BU) ile ön kanat uzunluğu arasında (ÖKU) $r_{0.001}$= 0.684 ve bacak uzunluğu (BU) ile ön kanat genişliği (ÖKG) arasında $r_{0.001}$=0.586 olduğu gözlenmektedir.

Tek değişkenli analiz yöntemleri ile incelenen özellikler bakımından gruplar arasındaki ve içindeki farklılıkları tespit etmek mümkündür ancak taksonomi çalışmalarında kullanılan morfolojik özellikler arasında bulunan korelasyonlar nedeniyle sınıflandırmanın daha doğru yapılabilmesi için çok değişkenli analiz yöntemlerinden (MANOVA) yararlanmak gerekmektedir. Çok değişkenli analiz yöntemlerinde birden çok bağımsız değişken ortalamasının aynı anda değerlendirerek bağımlı değişken/değişkenlerin açıklanması sağlanabilmektedir.

Çok değişkenli istatistik analizinde Türkiye, Suriye ve İran'ın illerinde her lokasyondan toplanan işçi arılar 15 grup olarak değerlendirilmiştir. Analizin birinci aşamasında çok değişkenli analiz bireysel veriler, ikinci aşamasında koloni ortalamaları dikkate alınarak yapılmıştır. Bazı özelliklerin toplamı veya indeksi olan (T3+T4, BU, TI, MTI, KI, CI, CI%) değişkenler bunları oluşturan özelliklerle gösterdikleri korelasyonlar nedeniyle çok değişkenli analize dahil edilmemiştir.

Morfolojik özelliklerin çok değişkenli analiz ile incelenmesinde kullanılan 15 lokasyon, bireysel ve örnek verileri için değerler çizelge 4.5'de özetlenmiştir. Toplam 3340 bal arısı ve 167 koloni morfolojik özellikleri bakımından incelenmiştir.

Çizelge 4.4 Morfolojik özellikler arasındaki ilişkiler

	DU	KU	Ta	Tb	T3G	T4G	FU	TU	MTU	MTG	ÖKU	ÖKG	a	b	A4	B4	D7	E9	G18	J10	J16	K19	L13	N23	O26	T3G+T4G	BU	KI	CI	CI%	TI
KU	0,485																														
	0,000																														
Ta	0,246	0,278																													
	0,000	0,000																													
Tb	0,225	0,096	-0,227																												
	0,000	0,000	0,000																												
T3G	0,523	0,415	0,322	0,315																											
	0,000	0,000	0,000	0,000																											
T4G	0,550	0,425	0,322	0,361	0,919																										
	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000																										
FU	0,647	0,438	0,234	0,287	0,597	0,608																									
	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000																									
TU	0,611	0,371	0,251	0,255	0,571	0,578	0,871																								
	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000																								
MTU	0,539	0,235	0,222	0,239	0,499	0,506	0,767	0,811																							
	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000																							
MTG	0,445	0,232	0,170	0,178	0,439	0,446	0,554	0,586	0,589																						
	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000																						
ÖKU	0,679	0,671	0,265	0,240	0,611	0,619	0,728	0,656	0,538	0,495																					
	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000																					
ÖKG	0,576	0,660	0,242	0,177	0,505	0,511	0,627	0,560	0,458	0,441	0,853																				
	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000																				
a	0,021	0,015	0,039	0,034	0,046	0,042	0,033	0,032	-0,016	0,036	0,084	0,109																			
	0,215	0,399	0,023	0,051	0,008	0,014	0,057	0,064	0,366	0,036	0,000	0,000																			
b	0,165	0,047	0,020	0,050	0,042	0,059	0,130	0,126	0,074	0,058	0,150	0,044	-0,205																		
	0,000	0,006	0,253	0,004	0,016	0,001	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,011	0,000																		
A4	0,198	0,146	0,098	0,061	0,163	0,180	0,127	0,117	0,104	0,101	0,150	0,086	-0,291	0,064																	
	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000																	
B4	0,029	0,145	0,016	-0,016	0,067	0,048	0,120	0,117	0,124	0,081	0,168	0,252	-0,339	-0,174	-0,602																
	0,094	0,000	0,343	0,370	0,000	0,005	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000																
D7	0,242	0,137	0,064	0,064	0,172	0,182	0,244	0,232	0,228	0,153	0,217	0,186	-0,665	0,137	0,249	0,343															
	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000															
E9	0,057	0,184	0,062	0,025	0,095	0,078	0,119	0,125	0,104	0,093	0,193	0,285	0,015	-0,112	-0,330	0,528	0,019														
	0,001	0,000	0,000	0,144	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,392	0,000	0,000	0,000	0,276														
G18	0,192	-0,252	-0,065	-0,092	-0,193	-0,201	-0,210	-0,166	-0,104	-0,094	-0,305	-0,257	-0,025	-0,025	-0,026	-0,074	-0,050	-0,034													
	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,152	0,141	0,129	0,000	0,004	0,047													
J10	0,127	-0,129	-0,076	-0,062	-0,109	-0,114	-0,107	-0,135	-0,132	-0,053	-0,096	-0,073	-0,006	0,013	0,041	-0,050	-0,046	-0,127	0,035												
	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,000	0,000	0,716	0,463	0,018	0,004	0,008	0,000	0,046												
J16	0,039	-0,055	0,014	-0,055	-0,040	-0,027	-0,095	-0,093	-0,061	-0,066	-0,127	-0,206	-0,016	0,031	0,038	-0,172	-0,083	-0,297	0,119	-0,239											
	0,023	0,001	0,429	0,001	0,021	0,120	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,347	0,075	0,028	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000											
K19	0,170	-0,091	-0,143	-0,059	-0,145	-0,147	-0,161	-0,166	-0,150	-0,111	-0,156	-0,122	0,000	-0,015	-0,078	-0,033	-0,058	-0,166	0,056	0,084	0,100										
	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,981	0,402	0,000	0,056	0,001	0,000	0,001	0,000	0,000										
L13	0,033	0,125	0,069	-0,039	0,035	0,028	0,007	0,038	0,020	0,015	0,076	0,123	0,128	0,043	0,045	-0,062	-0,122	0,022	-0,070	0,078	-0,029	0,061									
	0,057	0,000	0,000	0,023	0,042	0,110	0,685	0,030	0,252	0,379	0,000	0,000	0,000	0,012	0,009	0,000	0,000	0,209	0,000	0,000	0,099	0,000									
N23	0,075	-0,096	-0,025	-0,044	-0,084	-0,079	-0,109	-0,144	-0,131	-0,075	-0,091	-0,187	-0,006	0,010	-0,017	-0,103	-0,098	-0,293	0,012	0,353	0,396	0,012	-0,211								
	0,000	0,000	0,142	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,712	0,582	0,338	0,000	0,000	0,000	0,503	0,000	0,000	0,490	0,000								
O26	0,139	0,105	0,011	0,020	0,077	0,096	0,063	0,062	0,047	0,004	0,095	0,036	-0,080	0,064	0,087	-0,051	0,043	-0,103	-0,014	-0,042	0,088	-0,088	-0,016	0,083							
	0,000	0,000	0,518	0,249	0,000	0,000	0,000	0,000	0,006	0,833	0,000	0,036	0,000	0,000	0,000	0,003	0,013	0,000	0,408	0,015	0,000	0,000	0,350	0,000							
T3G+T4G	0,549	0,429	0,328	0,344	0,978	0,979	0,616	0,587	0,513	0,452	0,629	0,519	0,045	0,052	0,176	0,059	0,180	0,089	-0,201	-0,114	-0,034	-0,149	0,032	-0,083	0,089						
	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,009	0,003	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,048	0,000	0,067	0,000	0,000						
BU	0,639	0,373	0,253	0,277	0,594	0,602	0,936	0,964	0,909	0,615	0,684	0,586	0,019	0,119	0,124	0,128	0,250	0,124	-0,171	-0,134	-0,090	-0,170	0,025	-0,138	0,062	0,611					
	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,263	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,156	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000					
KI	0,095	0,265	0,070	-0,018	0,059	0,059	0,120	0,099	0,077	0,110	0,148	0,642	0,082	-0,135	-0,058	0,232	0,033	0,257	-0,039	0,005	-0,204	-0,003	0,120	-0,220	-0,072	0,060	0,105				
	0,000	0,000	0,000	0,301	0,001	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,054	0,000	0,024	0,791	0,000	0,863	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000				
CI	0,105	-0,017	0,006	-0,014	-0,001	-0,014	-0,068	-0,066	-0,058	-0,023	-0,053	0,036	0,694	-0,832	-0,204	-0,056	-0,459	0,091	0,002	-0,013	-0,034	0,008	0,046	-0,012	-0,090	-0,008	-0,069	0,143			
	0,000	0,321	0,737	0,424	0,942	0,433	0,000	0,000	0,001	0,183	0,002	0,039	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,894	0,440	0,048	0,648	0,008	0,477	0,000	0,647	0,000	0,000			
CI%	0,105	0,032	-0,010	0,018	0,008	0,024	0,077	0,073	0,061	0,018	0,063	-0,025	-0,702	0,833	0,209	0,062	0,466	-0,090	-0,006	0,014	0,031	-0,009	-0,037	0,010	0,089	0,017	0,076	-0,138	-0,976		
	0,000	0,065	0,572	0,286	0,644	0,171	0,000	0,000	0,000	0,296	0,000	0,153	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,717	0,419	0,071	0,600	0,031	0,575	0,000	0,340	0,000	0,000	0,000		
TI	0,155	-0,023	0,448	-0,946	-0,210	-0,252	-0,214	-0,187	-0,182	-0,126	-0,161	-0,106	-0,014	-0,046	-0,038	0,019	-0,053	-0,009	0,067	0,053	0,051	0,022	0,050	0,048	-0,025	-0,236	-0,206	0,035	0,023	-0,027	
	0,000	0,192	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,411	0,008	0,030	0,281	0,002	0,623	0,000	0,002	0,003	0,208	0,004	0,006	0,154	0,000	0,000	0,045	0,189	0,123	
MTI	0,072	0,013	-0,042	-0,055	-0,036	-0,035	-0,191	-0,202	-0,399	0,504	-0,014	0,011	0,057	-0,013	0,002	-0,039	-0,069	-0,004	0,006	0,081	-0,010	0,034	-0,003	0,054	-0,046	-0,036	-0,273	0,042	0,036	-0,045	0,053
	0,000	0,445	0,015	0,001	0,040	0,045	0,000	0,000	0,000	0,000	0,421	0,520	0,001	0,453	0,887	0,024	0,000	0,817	0,729	0,000	0,561	0,051	0,863	0,002	0,008	0,039	0,000	0,016	0,037	0,010	0,002

Çizelge 4.5 Çok değişkenli analizde incelenen gruplara ait bilgiler

Lokasyon	1 (Van)	2 (Hakkari)	3 (Şırnak)	4 (Mardin)	5 (Şanlıurfa)
İşçi arı (n)	140	240	240	360	380
Koloni (n)	7	12	12	18	19
Lokasyon	6 (Kilis)	7 (Hatay)	8 (İdlib)	9 (Lazkiye)	10 (Halep)
İşçi arı (n)	260	580	280	200	80
Koloni (n)	13	29	14	10	4
Lokasyon	11 (Rakka)	12 (Dayr az-Zawr)	13 (Urmiye)	14 (Maku)	15 (Khoy)
İşçi arı (n)	100	100	200	100	80
Koloni (n)	5	5	10	5	4

Çok değişkenli istatistik analizinde değişkenler arasında fark olup olmadığı Wilk's Lambda test istatistiği ile belirlenmiştir. Wilk's Lambda istatistiğinin önemli çıkması ($P<0.001$) gruplar arasında değişkenler bakımından farklılık bulunduğunu ifade etmektedir.

Çok değişkenli analiz sonucunda hangi grupların farklı olduğunu belirlemek için Mahalanobis uzaklığı kullanılmıştır. Mahalanobis uzaklığı (D^2), grup merkezleri arasındaki mesafenin bir ölçüsüdür (Çizelge 4.6). Gruplar arasındaki uzaklıklara göre; bal arılarının morfolojik özellikleri bakımından birbirlerine en yakın iki grup Hakkari ve Şırnak'tır. Grup merkezleri birbirine yakın gruplar; Hatay-Lazkiye, Van-Hakkari, İdlib-Lazkiye olarak sıralanmaktadır. Coğrafik olarak birbirine yakın grupların grup merkezleri arasındaki uzaklıkların düşük ve istatistik olarak da önemsiz olduğu gözlenmektedir.

Grup merkezleri en uzak olan iki grup; Kilis ve Maku grubudur ($P<0.01$). Benzer şekilde Kilis-Urmiye ve Kilis-Khoy grupları da birbirine uzaktır. İdlib-Urmiye, İdlib-Maku ve İdlib-Khoy grup merkezleri arasındaki mesafe bu gruplardaki bal arılarının morfolojik özellikleri bakımından birbirine daha az benzedikleri anlamına gelmektedir.

Çizelge 4.6 Farklı grupların Mahalanobis uzaklığı ile belirlenmesi

Gruplar	D^2	F	P	Gruplar	D^2	F	P	Gruplar	D^2	F	P
Van-Hakkari	0.155	0.5143	-	Şırnak-Urmiye	0.541	2.2313	**	Hatay-Rakka	0.267	0.8803	-
Van-Şırnak	0.197	0.6531	-	Şırnak-Maku	0.559	1.4681	-	Hatay-Dayr az-Zawr	0.215	0.7095	-
Van-Mardin	1.368	5.2530	**	Şırnak-Khoy	0.289	0.6425	-	Hatay-Urmiye	1.622	9.3557	**
Van-Şanlıurfa	1.461	5.7034	**	Mardin-Şanlıurfa	0.414	2.9646	**	Hatay-Maku	1.594	5.2468	**
Van-Kilis	2.140	7.3222	**	Mardin-Kilis	0.566	3.2886	**	Hatay-Khoy	1.517	4.1120	**
Van-Hatay	1.315	5.7355	**	Mardin-Hatay	0.649	5.6258	**	İdlib-Lazkiye	0.160	0.7096	-
Van-İdlib	2.132	7.5038	**	Mardin-İdlib	0.864	5.2384	**	İdlib-Halep	0.243	0.5654	-
Van-Lazkiye	1.517	4.6429	**	Mardin-Lazkiye	0.560	2.7590	**	İdlib-Rakka	0.500	1.3826	-
Van-Halep	1.822	3.3019	**	Mardin-Halep	0.782	1.9369	**	İdlib-Dayr az-Zawr	0.378	1.0447	-
Van-Rakka	1.102	2.3122	**	Mardin-Rakka	0.955	2.8335	**	İdlib-Urmiye	2.525	11.1921	**
Van-Dayr az-Zawr	1.225	2.5709	**	Mardin-Dayr az-Zawr	0.779	2.3117	**	İdlib-Maku	2.469	6.8166	**
Van-Urmiye	0.536	1.6421	*	Mardin-Urmiye	1.336	6.5773	**	İdlib-Khoy	2.499	5.8032	**
Van-Maku	0.602	1.2642	-	Mardin-Maku	1.595	4.7313	**	Lazkiye-Halep	0.283	0.5910	-
Van-Khoy	0.332	0.6025	-	Mardin-Khoy	1.345	3.3289	**	Lazkiye-Rakka	0.265	0.6502	-
Hakkari-Şırnak	0.122	0.5571	-	Şanlıurfa-Kilis	0.302	1.7970	*	Lazkiye-Dayr az-Zawr	0.265	0.6504	-
Hakkari-Mardin	1.319	7.2930	**	Şanlıurfa-Hatay	0.367	3.2921	**	Lazkiye-Urmiye	1.859	6.9909	**
Hakkari-Şanlıurfa	1.688	9.5468	**	Şanlıurfa-İdlib	0.344	2.1417	**	Lazkiye-Maku	1.898	4.6556	**
Hakkari-Kilis	2.250	10.693	**	Şanlıurfa-Lazkiye	0.284	1.4307	-	Lazkiye-Khoy	1.735	3.6239	**
Hakkari-Hatay	1.300	8.5709	**	Şanlıurfa-Halep	0.489	1.2249	-	Halep-Rakka	0.463	0.7121	-
Hakkari-İdlib	2.203	10.8601	**	Şanlıurfa-Rakka	0.670	2.0175	**	Halep-Dayr az-Zawr	0.337	0.5197	-
Hakkari-Lazkiye	1.603	6.6145	**	Şanlıurfa-Dayr az-Zawr	0.557	1.6752	*	Halep-Urmiye	2.041	4.2626	**
Hakkari-Halep	1.823	4.0452	**	Şanlıurfa-Urmiye	1.933	9.7113	**	Halep-Maku	1.947	2.9947	**
Hakkari-Rakka	1.151	3.0193	**	Şanlıurfa-Maku	2.169	6.5236	**	Halep-Khoy	2.159	2.9307	**
Hakkari-Dayr az-Zawr	1.255	3.2940	**	Şanlıurfa-Khoy	1.864	4.6697	**	Rakka-Dayr az-Zawr	0.228	0.4009	-
Hakkari-Urmiye	0.409	1.6869	*	Kilis-Hatay	0.485	3.3844	**	Rakka-Urmiye	1.488	3.6486	**
Hakkari-Maku	0.383	1.0067	-	Kilis-İdlib	0.392	2.0226	**	Rakka-Maku	1.449	2.5469	**
Hakkari-Khoy	0.308	0.6849	-	Kilis-Lazkiye	0.464	1.9911	**	Rakka-Khoy	1.367	2.1037	**
Şırnak-Mardin	1.217	6.7330	**	Kilis-Halep	0.383	0.8724	-	Dayr az-Zawr-Urmiye	1.571	3.8541	**
Şırnak-Şanlıurfa	1.607	9.0915	**	Kilis-Rakka	0.882	2.3779	**	Dayr az-Zawr-Maku	1.492	2.6228	**
Şırnak-Kilis	2.179	10.3542	**	Kilis-Dayr az-Zawr	0.672	1.8136	*	Dayr az-Zawr -Khoy	1.517	2.3340	**
Şırnak-Hatay	1.314	8.6658	**	Kilis-Urmiye	2.591	11.1027	**	Urmiye-Maku	0.205	0.5031	-
Şırnak-İdlib	2.192	10.8074	**	Kilis-Maku	2.615	7.0493	**	Urmiye-Khoy	0.264	0.5530	-
Şırnak-Lazkiye	1.538	6.3468	**	Kilis-Khoy	2.573	5.8512	**	Maku-Khoy	0.415	0.6383	-
Şırnak-Halep	1.903	4.2227	**	Hatay-İdlib	0.257	1.8884	**				
Şırnak-Rakka	1.136	2.9813	**	Hatay-Lazkiye	0.149	0.8601	-				
Şırnak-Dayr az-Zawr	1.281	3.3619	**	Hatay-Halep	0.224	0.6069	-				

Hangi grupların birbirine benzer/farklı olduğu Mahalanobis uzaklığı ile tespit edildikten sonra bireylerin morfolojik özellikleri bakımından hangi grupta yer aldıklarını ve kendi grupları içerisinde yer alma oranlarını belirlemek amacıyla diskriminant analizi uygulanmıştır. Gruplar (15 grup) diskriminant analizine tabi tutulduğunda önce özdeğerler ve özvektörler bulunarak diskriminant fonksiyonlarının ağırlıkları bulunmakta ve elde edilen diskriminant fonksiyonları yardımı ile de gözlem değerlerinin en az hata ile ait oldukları gruplara ayrılmaları sağlanmaktadır.

Çizelge 4.7 Kanonik diskriminant fonksiyonları

Fonksiyon	Özdeğerler	Varyans yüzdesi	Kümülatif Varyans	Kanonik kor.
1	4.38	66.7	66.7	0.902
2	0.885	13.5	80.2	0.685
3	0.404	6.1	86.3	0.536
4	0.247	3.8	90.1	0.445
5	0.202	3.1	93.1	0.410
6	0.138	2.1	95.2	0.348
7	0.090	1.4	96.6	0.288
8	0.059	0.9	97.5	0.236
9	0.046	0.7	98.2	0.210
10	0.040	0.6	98.8	0.196
11	0.031	0.5	99.3	0.173
12	0.022	0.3	99.6	0.146
13	0.016	0.2	99.9	0.126
14	0.008	0.1	100	0.92

Çizelge 4.7 incelendiğinde elde edilen 14 diskriminant fonksiyonundan birincisi toplam varyansın %66.7'sini, ikincisi %13.5'ini, üçüncüsü ise %6.1'ini açıklamaktadır. İlk üç fonksiyonun toplam varyasyon içerisindeki payı %86.3'dür. Her fonksiyon için belirlenen kanonik korelasyon katsayıları, her değişken için standardize edilerek değişkenlerin grup sınıflandırmasındaki etkileri bulunmuştur.

Her değişken ile herhangi bir diskriminant fonksiyonu arasındaki kanonik korelasyon katsayılarının bulunduğu yapı matrisi çizelge 4.8'de gösterilmiştir. Burada en yüksek kanonik korelasyona sahip olanlar; birinci fonksiyonda kıl uzunluğu, ön kanat uzunluğu ve ön kanat genişliği değişkenleri, ikinci fonksiyonda tibia uzunluğu, metatarsus uzunluğu, dil uzunluğu, femur uzunluğu, 4. tergit genişliği ve 3. tergit genişliği değişkenleri, üçüncü fonksiyonda E9 kanat açısı ve tomentum genişliği değişkenleri, dördüncü fonksiyonda sadece O26 kanat açısı, beşinci fonksiyonda metatarsus genişliği, yedinci fonksiyonda L13 kanat açısı, sekizinci fonksiyonda parlak zemin genişliği, K19 ve J10 kanat açısı, dokuzuncu fonksiyonda N23 kanat açısı, onuncu fonksiyonda J16 kanat açısı, onikinci fonksiyonda D7 kanat açısı, onüçüncü fonksiyonda G18 kanat açısı ve kübital hücrenin a damar uzunluğu değişkenleri, ondördüncü fonksiyonda ise kübital hücrenin b damar uzunluğu, B4 ve A4 kanat açıları olduğu görülmektedir.

Diskriminant analizinde hem direkt (enter) hem de adımsal (stepwise) yöntemleri kullanılmıştır. Direkt yöntemde 25 morfolojik değişkenin tümü doğrudan analize tabi tutulmaktadır. Adımsal yöntemde ise 25 morfolojik değişken adım adım değerlendirilip analize girmesi gerekmeyen değişkenler elimine edilerek diskriminant fonksiyonunu oluşturmak için kullanılacak değişkenler tespit edilmektedir. Ancak adımsal diskriminant analizinde hiçbir değişken analiz dışı kalmadığı için iki yöntemin sonucu da aynı çıkmıştır.

Çizelge 4.8 Değişkenler ile diskrimant fonksiyonları arasındaki kanonik korelasyon katsayıları

Özellik	Fonksiyon													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
KU	,774*	,090	-,091	-,215	,179	-,065	-,136	,214	-,053	,032	-,062	-,076	,074	,150
OKU	,558*	,169	-,125	,245	-,371	,310	,060	-,380	,153	-,131	,040	,041	,035	-,216
OKG	,544*	-,019	-,034	-,104	-,381	,052	,076	-,398	-,043	,047	,048	,156	,162	-,120
TU	,233	,589*	-,003	-,127	-,372	,068	,060	-,395	,044	,095	-,113	-,036	,168	-,225
MTU	,147	,554*	,096	-,162	-,452	-,101	,117	-,306	,078	-,092	-,044	,011	,121	-,131
DU	,300	,499*	-,230	,083	-,089	,152	,051	-,186	,195	,200	,252	,263	,097	-,152
FU	,274	,452*	-,206	-,139	-,333	,062	,077	-,284	,159	-,141	-,165	,202	,152	-,111
T4G	,283	,443*	-,082	,200	-,310	,140	-,226	-,031	-,035	-,098	,067	,172	-,002	-,122
T3G	,273	,393*	-,028	,253	-,372	,061	-,083	-,038	,081	-,161	-,023	-,034	,151	-,094
E9	,139	-,145	,351*	,115	-,173	-,100	,336	-,045	-,192	,134	-,238	,334	,115	-,072
Ta	,151	,212	,308*	-,142	-,241	,099	-,047	,256	,161	-,240	,032	-,024	-,285	,103
O26	,054	,147	-,077	,390*	,242	-,253	-,044	,212	,204	,258	,198	-,139	,271	,027
MTG	,121	,283	-,091	,055	-,646*	,185	-,142	-,015	,014	-,012	-,115	-,090	,207	-,123
L13	,067	-,037	,420	,032	-,027	-,014	-,608*	,073	,136	,206	-,194	,058	-,106	,114
Tb	,051	,214	-,133	-,014	,170	,391	-,114	-,402*	-,030	-,089	-,164	,096	,220	,087
K19	-,062	-,156	-,146	,163	-,012	-,241	-,393	-,400*	,031	-,116	,064	,024	-,050	,387
J10	-,069	-,188	-,171	-,063	-,278	,296	-,068	,308*	,008	,284	-,034	,243	,221	,038
N23	-,066	-,102	-,265	-,156	,022	,294	,037	,242	,623*	,022	,169	-,108	,077	-,068
J16	-,052	,102	-,038	,005	,363	,059	-,246	,189	,114	-,475*	,186	-,227	,080	-,322
D7	,066	,214	-,131	,120	-,120	-,245	,216	,014	,088	-,179	,035	,420*	-,310	-,190
G18	-,141	-,019	,251	-,092	-,006	-,110	-,056	,064	,037	-,323	,409	,265	,588*	,128
a	,017	-,117	,195	-,032	,119	,283	-,188	-,260	,036	,162	-,325	-,063	,348*	-,069
b	,003	,160	-,108	,137	-,061	,258	,036	-,016	-,256	,001	,278	,049	-,096	,393*
B4	,101	-,180	,213	-,071	-,206	-,164	,202	-,127	,012	,086	,290	,193	-,172	-,372*
A4	,068	,291	-,209	,143	,049	,028	,100	,286	,048	-,190	-,165	-,052	-,064	,355*

Diskriminant analizi, bal arılarının toplandığı grupların morfolojik özellikler bakımından değerlendirilmesi sonucunda gerçek gruplara doğru sınıflandırma oranının %56.3 olduğunu, toplam 3340 bal arısından 1880'inin kendi grubunda, 1460'ının da diğer gruplara dağıldığını göstermektedir. Elde edilen ayırma fonksiyonlarına göre bireylerin morfolojik özellikleri bakımından tahmin edilen grup üyelikleri çizelge 4.9'da verilmiştir. Van'dan toplanan işçi arıların %58.6'sı, Hakkari'de %49.6'sı, Şırnak'ta %54.6'sının kendi grubunda olduğu görülmektedir. Bu oran, Mardin için %79.4, Şanlıurfa için %52.9, Kilis için %68.5, Hatay için %38.6, İdlib için %57.6, Lazkiye için %36.5, Halep için %57.5, Rakka için %67, Dayr az-Zawr için %66, Urmiye için %60, Maku için %74 ve Khoy için %63.8 olarak bulunmuştur.

Gruplar arasında kendi grubuna en yüksek oran ile atanan grup görüldüğü üzere Mardin olarak belirlenmiştir. Mardin ilinden alınan bal arılarından hiç biri Van, Hakkari, Rakka ve Maku grubunda yer almamıştır. Mardin grubunda olması gereken 34 birey Şanlıurfa, 12 birey Kilis ve 7 birey de Dayr az-Zawr grubunda yer almıştır. Suriye sınırında yer alan Mardin'den toplam 18 birey Suriye illerine dağılmışken coğrafik olarak daha uzak olan İran illerine toplam 5 birey katıldığı görülmektedir.

Maku %74 oranı ile İran illeri içerisinde en birörnek dağılımı göstermekle birlikte 15 grup arasında da ikinci en yüksek oran ile kendi grubunda yer almıştır. Maku grubunda yer alan 26 birey diğer gruplara dağılmıştır ancak Şırnak, Mardin, Şanlıurfa, Kilis, Hatay, İdlib, Lazkiye, Halep ve Rakka illerine Maku grubundan hiç birey dahil olmamıştır. Maku grubundan en çok birey geçişinin Urmiye grubuna (14) olduğu gözlenmektedir.

Grupların oluşturulmasında sadece işçi arıların toplandığı iller dikkate alındığı için il gruplarının doğal coğrafik konumu ile coğrafik olarak yakın bölgeler arasındaki benzerlik ve farklılıkları gözlemlemek mümkün olmuştur. Çizelge 4.9 incelendiğinde coğrafik olarak komşu olan Van, Hakkari, Şırnak ve İran bal arısı grupları arasında bireylerin tahmin edilen grup üyelikleri bakımından geçişler olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.9 Diskriminant analizi sonucunda bireysel gözlem değerlerinin sınıflandırılması (n, %)

Gerçek Grup	Tahmin edilen grup üyeliği															Toplam
	Van	Hakkari	Şırnak	Mardin	Urfa	Kilis	Hatay	İdlib	Lazkiye	Halep	Rakka	Dayr az-Zawr	Urmiye	Maku	Khoy	
Van	82 58.6	20 14.3	10 7.1	1 0.7	2 1.4	0 0.0	1 0.7	0 0.0	0 0.0	0 0.0	2 1.4	3 2.1	5 3.6	3 2.1	11 7.9	140 100
Hakkari	28 11.7	119 49.6	27 11.3	0 0.0	1 0.4	0 0.0	2 0.8	0 0.0	0 0.0	0 0.0	1 0.4	4 1.7	15 6.3	28 11.7	15 6.3	240 100
Şırnak	26 10.8	36 15.0	131 54.6	2 0.8	0 0.0	0 0.0	1 0.4	0 0.0	0 0.0	0 0.0	1 0.4	3 1.3	7 2.9	6 2.5	27 11.3	240 100
Mardin	0 0.0	0 0.0	2 0.6	286 79.4	34 9.4	12 3.3	3 0.8	1 0.3	5 1.4	5 1.4	0 0.0	7 1.9	4 1.1	0 0.0	1 0.3	360 100
Urfa	9 2.4	0 0.0	0 0.0	31 8.2	201 52.9	49 12.9	20 5.3	17 4.5	29 7.6	14 3.7	6 1.6	3 0.8	0 0.0	1 0.3	0 0.0	380 100
Kilis	0 0.0	0 0.0	0 0.0	13 5.0	19 7.3	178 68.5	9 3.5	10 3.8	4 1.5	26 10.0	0 0.0	1 0.4	0 0.0	0 0.0	0 0.0	260 100
Hatay	4 0.7	6 1.0	2 0.3	12 2.1	24 4.1	32 5.5	224 38.6	50 8.6	59 1.02	72 12.4	40 6.9	48 8.3	5 0.9	1 0.2	1 0.2	580 100
İdlib	0 0.0	0 0.0	0 0.0	2 0.7	17 6.1	19 6.8	20 7.1	162 57.9	27 9.6	20 7.01	5 1.8	8 2.9	0 0.0	0 0.0	0 0.0	280 100
Lazkiye	1 0.5	1 0.5	0 0.0	11 5.5	16 8.0	7 3.5	16 8.0	27 13.5	73 36.5	17 8.5	17 8.5	14 7.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	200 100
Halep	1 1.3	0 0.0	0 0.0	1 1.3	1 1.3	7 8.8	8 10.0	5 6.3	8 10.0	46 57.5	0 0.0	3 3.8	0 0.0	0 0.0	0 0.0	80 100
Rakka	0 0.0	0 0.0	3 3.0	1 1.0	1 1.0	1 1.0	3 3.0	3 3.0	7 7.0	1 1.0	67 67.0	12 12.0	1 1.0	0 0.0	0 0.0	100 100
Dayr az-Zawr	1 1.0	0 0.0	0 0.0	1 1.0	1 1.0	1 1.0	5 5.0	4 4.0	8 8.0	4 4.0	8 8.0	66 66.0	0 0.0	1 1.0	0 0.0	100 100
Urmiye	9 4.5	7 3.5	2 1.0	1 0.5	1 0.5	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	120 60.0	50 25.0	10 5.0	200 100
Maku	1 1.0	4 4.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	1 1.0	14 14.0	74 74.0	6 6.0	100 100
Khoy	6 7.5	3 3.8	9 11.3	1 1.3	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	9 11.3	1 1.3	51 63.8	80 100

Gerçek gruplara doğru sınıflandırma oranı %56.3

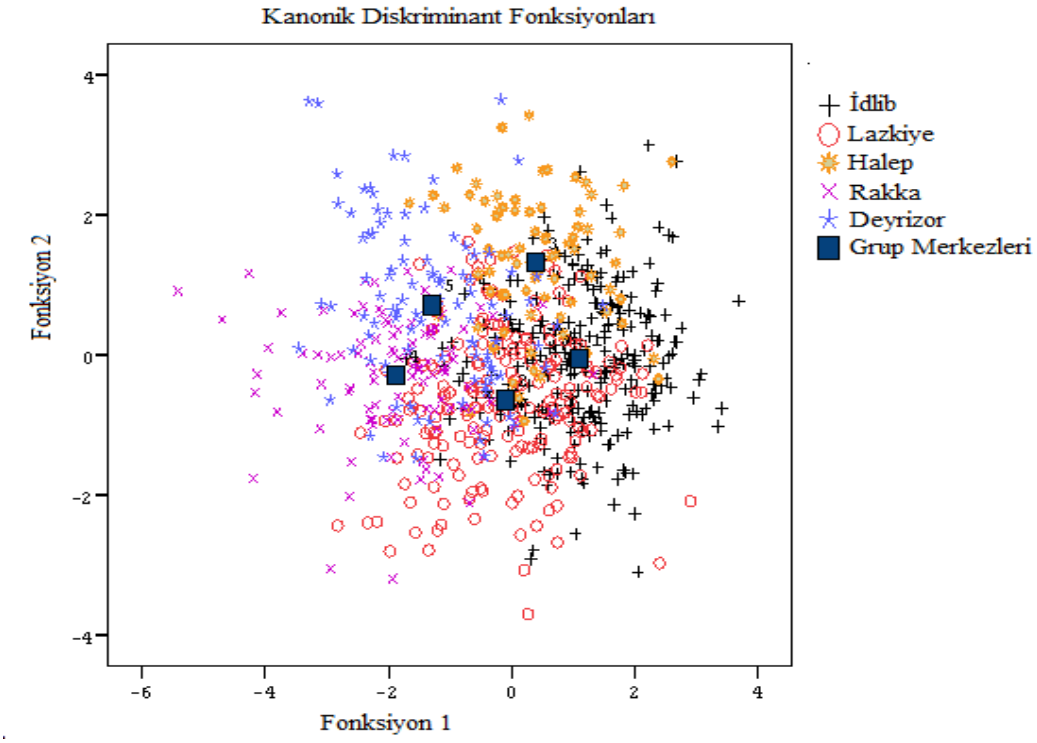
Benzer şekilde Suriye bal arısı gruplarının da Hatay, Kilis, Şanlıurfa ve Mardin gruplarına dağılım gösterdiği gözlenmektedir. Bu oranlar Suriye'nin Türkiye ile olan sınırboyundaki iller arasında bal arısı geçişlerinin olduğunu, daha doğru bir ifade ile morfolojik yapıları bakımından bölge bal arılarının benzer olduğunu göstermektedir.

Kilis ilinden toplam 260 bal arısından 178'i kendi grubunda yer almış, 26'sı Halep, 19'u Şanlıurfa, 13'ü Mardin, 9'u Hatay ve 10'u İdlib grubuna dahil olmuştur. Buna karşılık Kilis grubundan hiçbir bal arısının Van, Hakkari, Şırnak, Rakka ve İran bal arısı gruplarında yer almadığı gözlenmektedir. Kilis'in sınır komşusu Halep-Baraghitah'ın sınıra oldukça yakın olması %10 ile en fazla birey geçişinin bu gruba olmasını açıklamaktadır. Kilis bal arılarının Mardin grubu bal arıları ile birçok morfolojik özellik bakımından benzer ve diğer gruplardan daha düşük ortalama değerlere sahip olması iki il grubunun coğrafik olarak uzak, aralarında Şanlıurfa grubu olmasına rağmen Kilis grubundan 13 bireyin Mardin grubunda yer almasına neden olmuştur.

Hatay grubunda toplam 580 birey, %38.6 (224 birey) oranında kendi grubunda yer alırken 356 birey diğer gruplara dağılım göstermiştir. Morfolojik özellikleri bakımından 72 işçi arı Halep, 59 işçi arı Lazkiye, 50 işçi arı İdlib, 48 işçi arı Dayr az-Zawr, 40 işçi arı Rakka'da yer almıştır. Hatay'dan toplam 80 birey Türkiye il gruplarına ve 7 birey de İran il gruplarına dahil olmuştur. Bu sonuçlarla Hatay bal arılarının morfolojik özellikleri bakımından birörnek olmadığı bal arısı geçişlerinin özellikle Suriye illeri ve komşu iller arasında gerçekleştiği görülmektedir.

Suriye illeri irdelenecek olursa bireylerin kendi gruplarında yer alma oranı en yüksek %67 ile Rakka ilinde daha sonra %66 ile Dayr az-Zawr ilinde gerçekleşmiştir. Hem Suriye grupları hem de 15 grup içerisinde en düşük oran %36.5 ile Lazkiye ilindedir. Lazkiye'de toplam 200 bireyden sadece 73'ü kendi grubunda sınıflandırılmıştır. Bununla birlikte 27 birey İdlib, 34 birey Halep ve Rakka, 32 birey Hatay ve Şanlıurfa, 14 birey Dayr az-Zawr, 11 birey Mardin ve 6 birey Kilis grubunda yer almaktadır. Sadece Suriye bal arılarının kendi içerisinde dağılımını izlemek amacı ile oluşturulan serpilme diyagramında (Şekil 4.1) görüldüğü üzere il grup merkezleri arasında çakışma

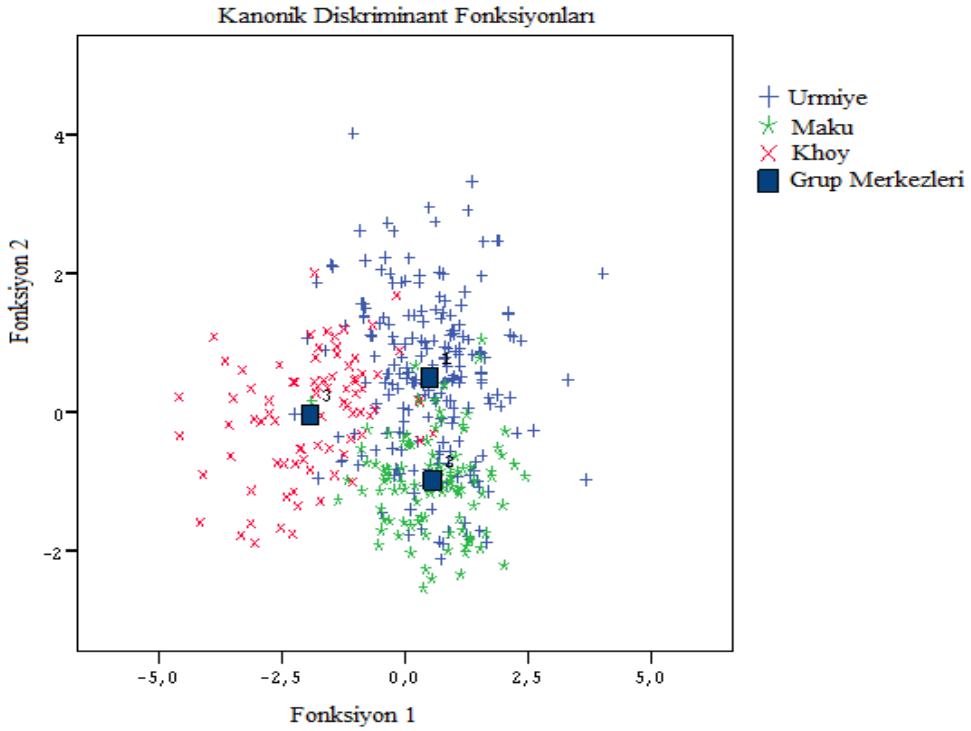
olmasa bile gözlem değerleri bakımından belirli oranlarda bir karışım ve iç içe geçme olduğu görülmektedir.



Şekil 4.1 Suriye bal arılarının serpilme diyagramı

İran illerinde ise; Urmiye grubunda 200 bireyden 120'si kendi grubunda 50'si Maku, 10'u Khoy grubunda yer alırken 20 bireyin Van (9), Hakkari (7), Şırnak (2), Mardin (1) ve Şanlıurfa (1) gruplarında yer aldığı, diğer gruplara hiç dağılım göstermediği görülmektedir. Khoy grubunda ise 80 bireyden 51'i kendi grubunda 29'u Urmiye, Maku, Van, Hakkari, Şırnak ve Mardin gruplarına dahil olmuştur.

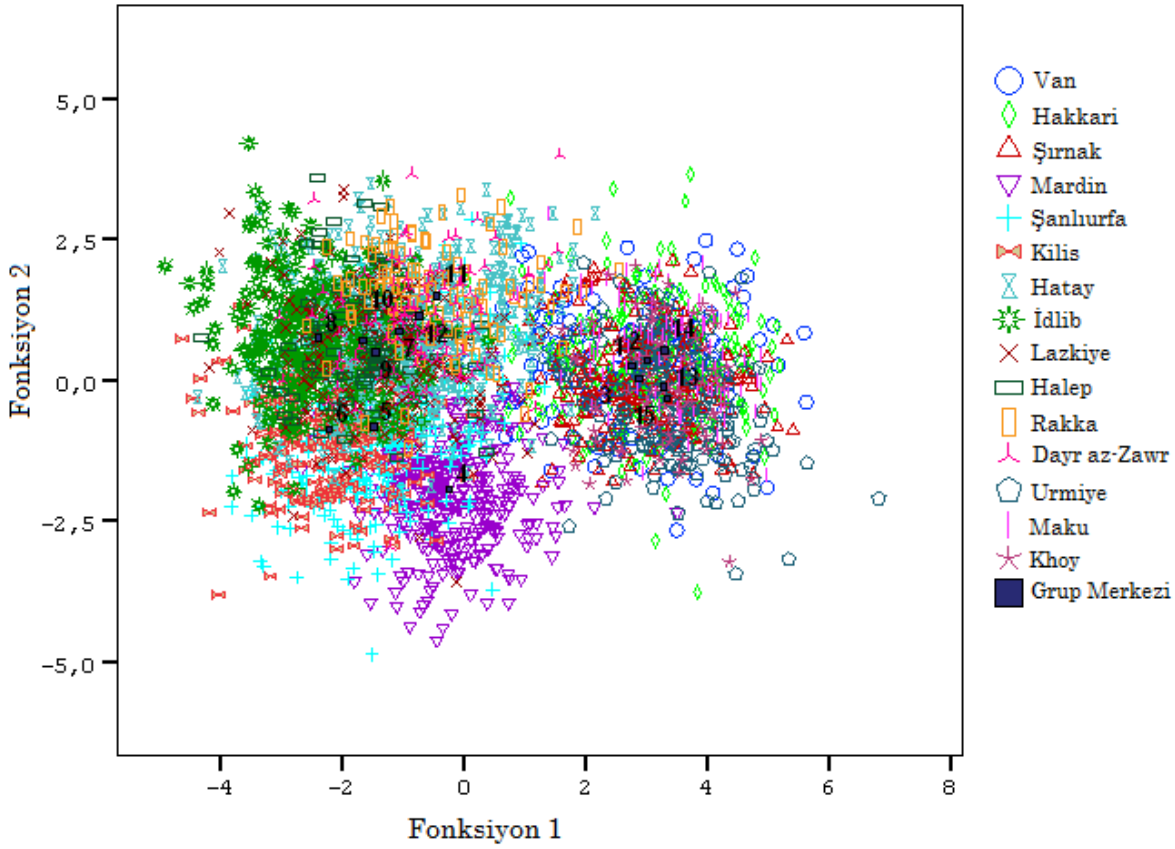
Morfolojik özellikleri bakımından sadece İran bal arılarının bireysel verilerine göre oluşturulan serpilme diyagramı ile üç ayrı il grubunun ayrı kümeler oluşturduğu ancak özellikle Urmiye grubundan diğer gruplara geçişler sebebiyle küme sınırlarının açık bir şekilde gözlenemediği şekil 4.2'de incelenebilmektedir.



Şekil 4.2 İran bal arılarının serpilme diyagramı

Güneydoğu sınırboyu bal arısı populasyonlarının genellikle coğrafik olarak komşu bölgeler arasında dağılım gösterdikleri, sırasıyla Mardin, Maku ve Kilis bal arılarının daha birörnek oldukları sonucu ortaya çıkmaktadır.

Bireysel verilere göre 15 grubun dağılımını gösteren serpilme diyagramında (Şekil 4.3) grup merkezleri dikkate alındığında Van, Hakkari, Şırnak ve İran grupları birbiri içinde dağılmış bir küme, Hatay ve Suriye grupları birbiri içinde dağılmış bir küme, Şanlıurfa ve Kilis grupları da bir küme oluşturmuş iken Mardin grubu diğer gruplardan ayrılmış ancak Şanlıurfa ve Kilis grubuna yakın bir dağılım göstermiştir. Hatay-Suriye ve Şanlıurfa-Kilis komşu gruplar olarak grup merkezleri birbirine yakın iç içe geçmiş bir dağılım göstermektedirler.



Şekil 4.3 Bireysel verilerin 15 grup için serpilme diyagramı

Bireysel verilerin değerlendirilmesinde çok değişkenli varyans analizi ile gruplar arasında önemli fark olduğu tespit edilmiştir ve farklı gruplara dağılımın oranları diskriminant analizi yardımıyla irdelenmiştir. Bununla birlikte gruplar içerisindeki koloniler birim olarak kabul edildiğinde (Ruttner vd. 1988) koloni içi varyasyon göz ardı edilmektedir ancak koloni ortalamalarına göre yapılan değerlendirme ile grupların ayrımını daha iyi görebilmek söz konudur. Bu amaçla koloni ortalamaları için de önce 32 morfolojik değişken için tek değişkenli varyans analizi daha sonra 25 morfolojik değişken için çok değişkenli varyans analizi ve Diskriminant analizleri uygulanmıştır.

Örnek verilerine uygulanan varyans analizi sonucunda; sadece kübital hücrenin b damar uzunluğu özelliği dışında diğer tüm morfolojik özellikler için gruplar arasında gözlenen fark önemlidir ($P<0.001$). Duncan testi ile ikili karşılaştırma sonuçları göstermektedir ki; koloni grupları arasında en çok farklılığın gözlendiği özellik E9 kanat açısıdır. Koloni grupları arasında en çok farklılığın gözlendiği diğer özellikler ise; 3. Tergit

genişliği (T3G), femur uzunluğu (FU), tibia uzunluğu (TU), metatarsus genişliği (MTG), ön kanat uzunluğu (ÖKU), vücut büyüklüğü (T3G+T4G) ve B4 kanat açısı özellikleridir. Bu özellikler örneklenen populasyonda ayırt edici olarak kullanılabilecek başlıca morfolojik özelliklerdir. Koloni grupları arasında en az farklılığın gözlendiği özellikler ise; kübital hücrenin b damar uzunluğu ($P>0.05$) ve tomentum indeksi özellikleridir.

Çok değişkenli varyans analizi sonucunda; morfolojik özellikler bakımından koloni grup ortalamaları arasında fark bulunmuştur ($P<0.001$). Morfolojik özelliklerine göre koloni ortalama değerlerine hem direkt hem de adımsal diskriminant analizi uygulanmıştır. Adımsal diskriminant analizi sonucunda toplam 25 morfolojik değişkenden sadece 17'si analize dahil edilmiş, 8'i analiz dışında kalmıştır. Analiz dışı kalan morfolojik değişkenler; dil uzunluğu (DU), femur uzunluğu (FU), metatarsus uzunluğu (MTU), kübital hücrenin a ve b damar uzunlukları, B4, D7 ve G18 kanat damar açılarıdır. Bu değişkenler örnek verileri için yapılan adımsal diskriminant analizinde örneklenen populasyonda ayırıcı özellikler olarak kullanılmamıştır.

Bireysel verilere göre morfolojik özellikler bakımından bal arısı gruplarının değerlendirilmesi sonucunda gerçek gruplara doğru sınıflandırma oranı %56.3 olarak tespit edilmişti ancak koloni ortalamalarına göre yapılan sınıflandırma sonucunda bu oran %92.2 olarak bulunmuştur. Adımsal diskriminant analizi sonucunda kolonilerin orijinal gruplarında doğru sınıflandırma oranı %82'dir. Direkt diskriminant analizi sonuçları kullanılarak, kolonilerin gruplara dağılımı ve tahmin edilen grup üyelikleri çizelge 4.10'da sunulmuştur.

Farklı yerleşim birimlerinden örneklenen toplam 167 koloni, 15 grupta incelenmiştir. Çizelge 4.10 incelendiğinde; Van, Mardin, Lazkiye, Halep, Rakka, Dayr az-Zawr ve Khoy'daki tüm koloniler kendi gruplarında %100 oranında yer almaktadır. Bununla birlikte, Hatay'dan toplam 29 koloninin 27'si (%93.1) kendi grubunda, 1'i Lazkiye, 1'i de Halep grubunda yer almaktadır. Hakkari'de 12 koloniden 1'i Şırnak grubuna, Şırnak'ta 12 koloniden 1'i Hakkari grubuna katılmıştır. Hakkari ve Şırnak'ta kolonilerin kendi gruplarında doğru sınıflandırılma oranları %91.7 olarak belirlenmiştir.

Şanlıurfa grubundaki kolonilerin %89.5'u kendi grubunda yer alırken bu oran Kilis için %92.3, İdlib için %85.7 olmuştur. İran il gruplarından Urmiye'de 100 koloniden 70'i kendi grubunda 30'u Maku grubundadır. Maku'da 80 koloni kendi grubunda yer alırken 20 koloni Urmiye grubuna dahil olmuştur.

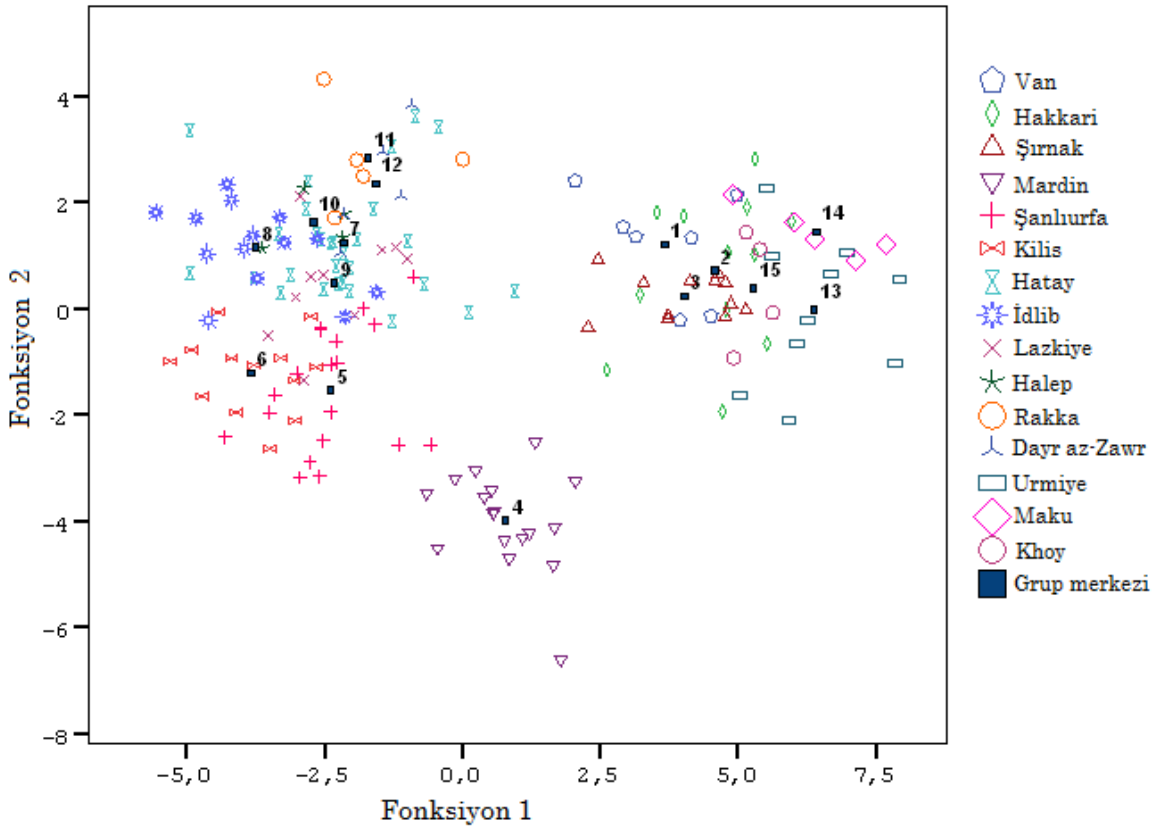
Mardin ili kolonileri %100 oranında kendi grubunda yer almakla birlikte, serpilme diyagramında da görüldüğü üzere diğer gruplardan ayrı bir küme oluşturmuştur (Şekil 4.3). Mardin'in Suriye sınırında komşusu olan Haseki ilinden örnekleme yapılamamış olması bu araştırma sonucunda Mardin bal arılarının daha birörnek yapı göstermelerinde etkili olmuş olabilir ve ortaya çıkan sonuç Mardin'de özgün bir populasyon olabileceğini tek başına desteklemeye yetmemektedir. Ancak Mardin'in Türkiye'de komşuları olan Şırnak ve Şanlıurfa illerinden de morfolojik özellikleri bakımından farklılıklar göstermesi, diğer gruplardan ayrılmış bir küme oluşturması nedeniyle Mardin bal arılarının daha geniş örnekleme yapılarak incelenmesi gerekmektedir.

Morfolojik özellikleri bakımından bireylerin dağılımını gösteren serpilme diyagramında (Şekil 4.3) grupların ayrımı net bir şekilde değerlendirilememektedir. Ancak morfolojik özellikler bakımından örnek verilerine göre grupların ayrımını daha net bir şekilde gözlemlemek mümkün olmuştur. Şekil 4.4'te koloni ortalamaları bakımından grupların serpilme diyagramı yer almaktadır.

Çizelge 4.10 Diskriminant analizi sonucunda kolonilerin gruplara sınıflandırılması (n,%)

Gerçek Grup	Tahmin edilen grup üyeliği															Toplam
	Van	Hakkari	Şırnak	Mardin	Urfa	Kilis	Hatay	İdlib	Lazkiye	Halep	Rakka	Dayr az-Zawr	Urmiye	Maku	Khoy	
Van	7 100	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	7 100
Hakkari	0 0.0	11 91.7	1 8.3	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	12 100
Şırnak	0 0.0	1 8.3	11 91.7	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	12 100
Mardin	0 0.0	0 0.0	0 0.0	18 100	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	18 100
Urfa	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	17 89.5	1 5.3	0 0.0	0 0.0	1 5.3	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	19 100
Kilis	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	12 92.3	1 7.7	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	13 100
Hatay	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	27 93.1	0 0.0	1 3.4	1 3.4	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	29 100
İdlib	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	1 7.1	12 85.7	1 7.1	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	14 100
Lazkiye	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	10 100	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	10 100
Halep	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	4 100	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	4 100
Rakka	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	5 100	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	5 100
Dayr az-Zawr	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	5 100	0 0.0	0 0.0	0 0.0	5 100
Urmiye	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	7 70	3 30	0 0.0	10 100
Maku	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	1 20	4 80	0 0.0	5 100
Khoy	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	4 100	4 100

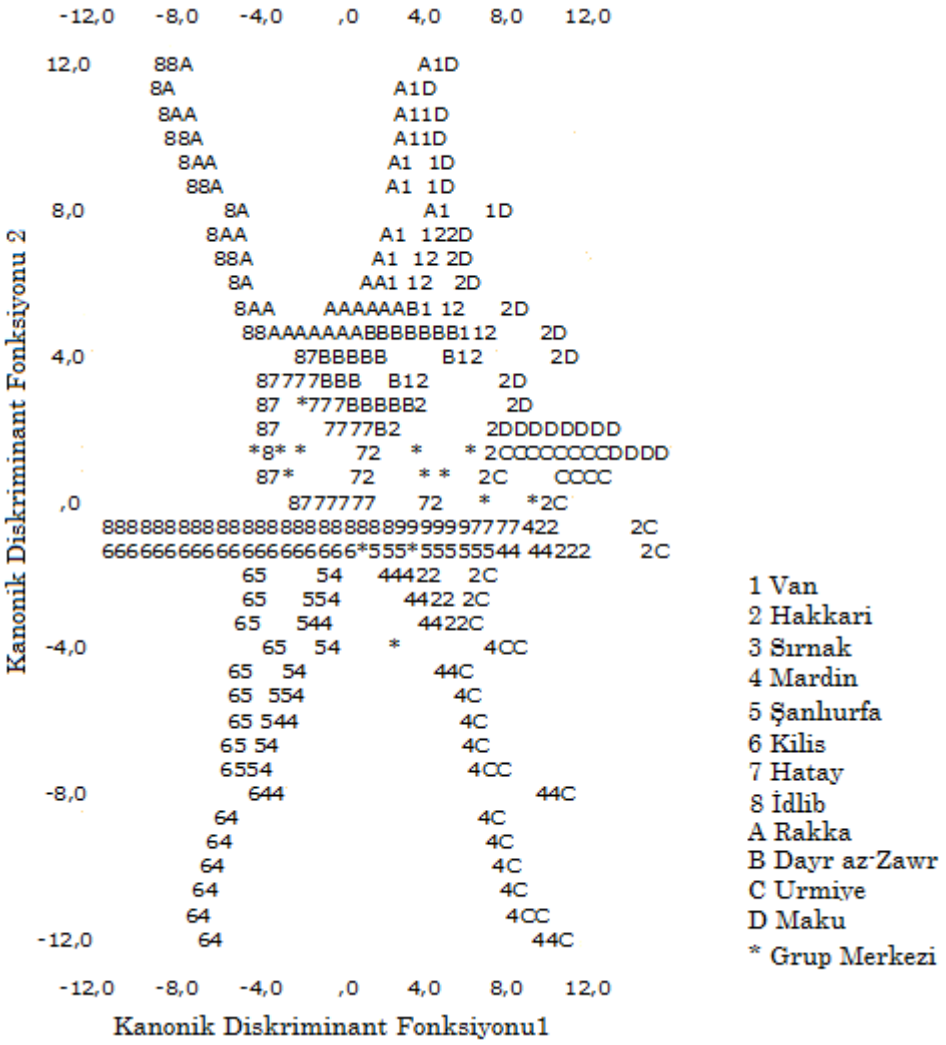
Gerçek gruplara doğru sınıflandırma oranı %92.2



Şekil 4.4 Koloni ortalamalarına göre grupların serpilme diyagramı

Diskriminant analizi ile elde edilen 1. ve 2. kanonik diskriminant fonksiyonları ile oluşturulan örnek verilerinin gruplara dağılım diyagramı, bireysel verilerin gruplara dağılım diyagramı ile benzer sonuçlar vermiştir. İran il gruplarının Van, Hakkari ve Şırnak gruplarına diğer gruplardan daha yakın olduğu ancak tam olarak iç içe geçmediği görülmektedir. Morfolojik özellikler bakımından grup merkezleri birbirine yakın olan Hatay-Lazkiye-Halep iç içe geçmiş gruplardır. Şanlıurfa ve Kilis grupları da ayrı bir küme oluşturmaktadır.

Morfolojik özellikler bakımından örnek verilerine göre oluşturulan grupların sınır haritası şekil 4.5'te sunulmuştur.

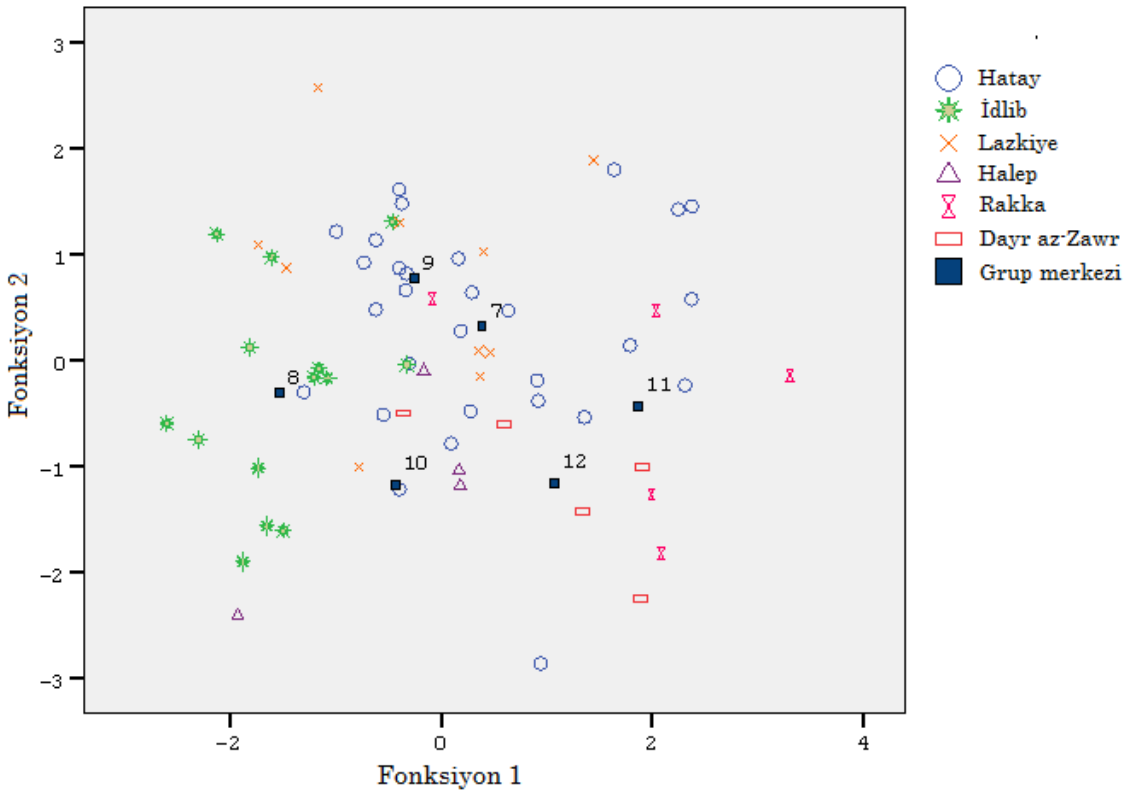


Şekil 4.5 Örnek verilerine göre grupların sınır haritası

Grupların sınır haritası incelendiğinde en çok grup ile ortak sınırı olan Hatay grubudur ki bu sonuç diskriminant analizi sonuçlarında açıklanmıştır. Hatay grubu; İdlib, Lazkiye, Dayr az-Zawr, Mardin ve Hakkari grupları ile ortak sınıra sahiptir. Kilis en çok Şanlıurfa ve Mardin ile ortak sınırı paylaşmıştır. Sınır haritasında Lazkiye, Halep ve Khoy grupları yer almamaktadır. Genel olarak ifade etmek gerekirse coğrafik olarak komşu olan gruplar ve örnek verileri için oluşturulan serpilme diyagramında (Şekil 4.4) birlikte küme oluşturan grupların sınır haritasında da benzer şekilde dağılım gösterdikleri izlenebilmektedir. Sınır haritasında tüm grup merkezleri haritanın üst kısmında yer alırken sadece Mardin grup merkezi alt kısımda yer almaktadır.

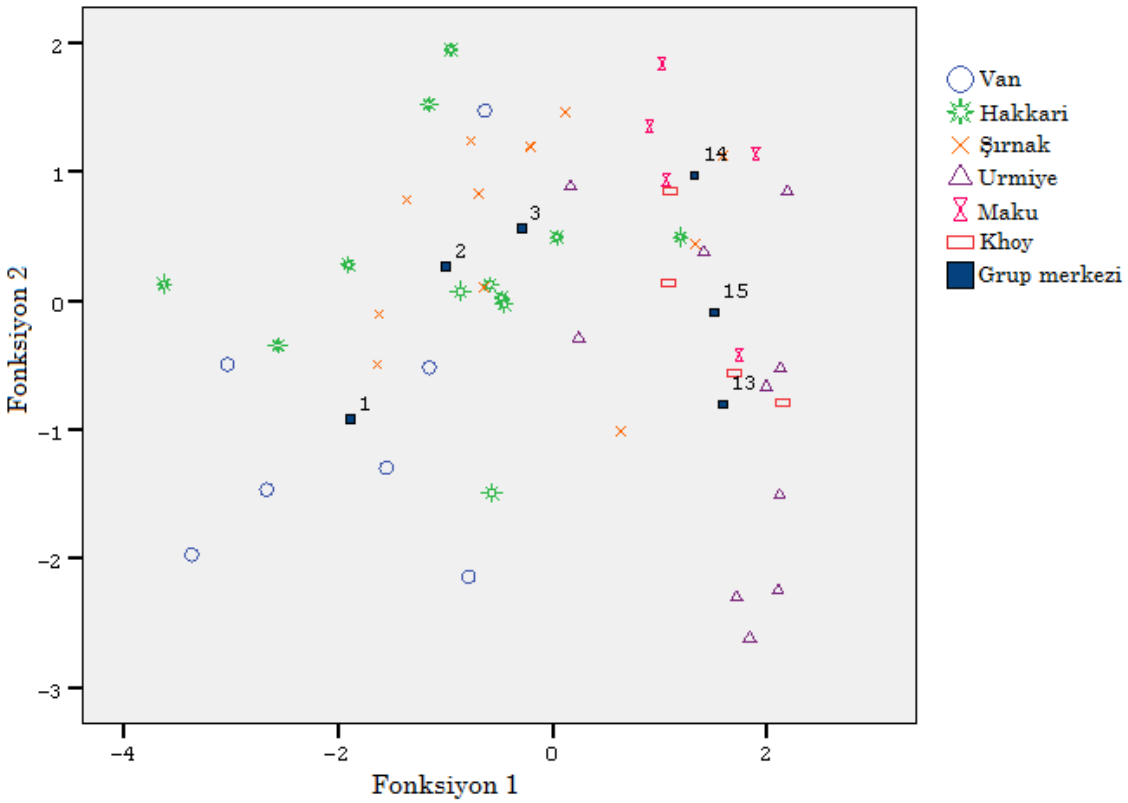
Morfolojik değişkenler bakımından örnek verilerine uygulanan diskriminant analizi (Çizelge 4.10) ve oluşturulan serpilme diyagramında (Şekil 4.4) ortaya çıkan genel sonuç Hatay ile Suriye illerinin ortak bir küme, Van-Hakkari-Şırnak illeri ile İran illerinin ortak bir kümede toplandığıdır. Bu kümelerin kendi içinde dağılımlarını irdelemek amacıyla yeniden analiz yapılmıştır. Çok değişkenli analizin yapılabilmesi için incelenecek koloni sayısına göre değişken sayısının 6 olması gerekmektedir. Kullanılacak değişkenlerin seçiminde gruplar arasında ayrımı sağlamak için oluşturulan diskriminant fonksiyonları ve Duncan testi sonuçlarında gruplar arasında en çok farklılığın hangi morfolojik özelliklerde olduğu incelenmiştir. Buna göre; dil uzunluğu (DU), kıl uzunluğu (KU), ön kanat uzunluğu (ÖKU), vücut büyüklüğü (T3G+T4G), bacak uzunluğu (BU) ve E9 kanat açısı değişkenleri bakımından yeniden analiz yapılmıştır.

Hatay, İdlib, Lazkiye, Halep, Rakka ve Dayr az-Zawr grupları kendi içerisinde incelendiğinde elde edilen serpilme diyagramı Şekil 4.6'da sunulmuştur. Bu grupların 6 morfolojik değişken bakımından örnek verilerine uygulanan diskriminant analizi sonucunda orijinal gruplarında doğru sınıflandırılma oranı %47.8'dir. Hatay grubu kolonilerinin tüm Suriye grupları içerisinde dağılım gösterdiği görülmekte, kendi grubunda sınıflandırılma oranı ise (%27.6) oldukça düşüktür. Grup merkezleri çakışmamaktadır ancak Hatay grubu özellikle Lazkiye grup merkezine oldukça yakındır ve en çok İdlib, Halep ve Lazkiye grupları ile iç içe geçmeler gözlenmektedir. Suriye il grupları arasında Rakka (%80) ve Dayr az-Zawr (%80) 6 morfolojik değişken bakımından en birörnek gruplardır. Suriye il grupları ayrı grup merkezleri oluştursalar da birbiri içerisinde dağılmakta ve Hatay grubu bu dağılım içerisinde geniş bir serpilme göstermektedir. Bu sonuç, örnek verilerinin 25 değişken bakımından diskriminant analizi ve oluşturulan serpilme diyagramında elde edilen sonuçlar ile benzer ve uyumludur.



Şekil 4.6 Hatay ve Suriye gruplarının örnek verilerine göre serpilme diyagramı

Van, Hakkari ve Şırnak ile Urmiye, Maku ve Khoy gruplarının 6 morfolojik değişken bakımından örnek verilerine ugulanan diskriminant analizi sonucunda orijinal gruplara doğru sınıflandırılma oranı %58'dir. Khoy grubu %100 oranında kendi grubunda yer alırken, Van grubu %85.7 oranında kendi grubunda yer almıştır. Hakkari grubu en düşük oran (%33.3) ile kendi grubunda yer alırken, bu gruptan en çok Urmiye ve Van grubuna geçişler olduğu gözlenmektedir. Bu gruplar için oluşturulan serpilme diyagramı şekil 4.7'de sunulmuştur. Serpilme diyagramı incelendiğinde, Türkiye ve İran gruplarının gerçekten bir küme içerisinde dağılmadığı görülmektedir. Özellikle Van grubundan sadece Hakkari grubuna geçiş olmuştur. Hakkari ve Şırnak gruplarının da İran grupları arasına serpildiği görülmektedir. İran gruplarından sadece Urmiye'den 1 koloni Şırnak grubu içerisinde görülmektedir.



Şekil 4.7 Van-Hakkari-Şırnak ve İran gruplarının örnek verilerine göre serpilme diyagramı

Urmiye ve Maku gruplarının iç içe geçtiği, örnek verilerinin 25 değişken bakımından incelendiği diskriminant analizinde ve oluşturulan serpilme diyagramında ortaya çıkan benzer sonuçtur. Van, Hakkari ve Şırnak ile Urmiye, Maku ve Khoy gruplarının 25 morfolojik değişken bakımından iç içe geçmiş bir küme oluşturmasına rağmen bu analizler sonucunda seçilen 6 morfolojik değişkenin gerçekten Türkiye ve İran kolonilerinin ayrılmasında kullanılabileceği görülmektedir. Ancak bu 6 değişken sadece bu çalışmada kullanılan örnekler için geçerli olup, örneklemenin farklı lokasyonlardan ve farklı mevsimlerde yapıldığı, ölçüm hassasiyetinin farklı olduğu durumlarda geçerli sayılmayabilecektir.

Çalışmada örnekleme yapılan bölgenin geniş olması ve coğrafik olarak komşu ülkelerden de örnekleme yapılması nedeniyle lokasyonlar bir bütün olarak değerlendirildikten sonra üç ülke arasında bal arılarının morfolojik değişkenler bakımından çok değişkenli analizi yapılarak elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır.

4.1 Ülkeler Arası Çok Değişkenli Varyans Analizi Sonuçları

Türkiye, Suriye ve İran üç grup olmak üzere, morfolojik özellikleri bakımından tanımlanan bal arısı grupları arasında farklılık olup olmadığı hem tek değişkenli hem de çok değişkenli analiz yöntemleri ile irdelenerek ülkeler arasında morfolojik yapı bakımından benzer bireyler olup olmadığı ise diskriminant analizi yardımıyla incelenmiştir.

Türkiye, Suriye ve İran ülke grupları karşılaştırmasında sadece bazı morfolojik özellikler için tanıtıcı istatistikler verilmiştir (Çizelge 4.11). Anova sonucunda kübital hücrenin b damar uzunluğu ortalaması ve tomentum indeksi dışında kalan tüm morfolojik özellikler bakımından ülkeler arasında gözlenen fark önemlidir ($P<0.001$). Ülke gruplarının ikili karşılaştırma sonucunda sadece kıl uzunluğu, parlak zemin genişliği, tibia uzunluğu, ön kanat uzunluğu, ön kanat genişliği, kübital hücrenin a damar uzunluğu, bacak uzunluğu, kanat indeksi, kübital indeks ve B4, E9, G18, J10, N23 kanat açıları bakımından 3 ülke grup ortalamaları da farklıdır ($P<0.05$).

Çizelge 4.11 Ülke gruplarında bazı morfolojik özellikler için tanıtıcı istatistikler

Morfolojik Özellik	Türkiye n=2200		Suriye n=760		İran n=380	
	Ort	S.Hata	Ort	S.Hata	Ort	S.Hata
DU (mm)	6.35	0.004	6.34	0.005	6.46	0.005
KU (mm)	0.18	0.000	0.16	0.000	0.22	0.000
ÖKU (mm)	8.67	0.005	8.53	0.007	8.98	0.007
ÖKG (mm)	2.98	0.002	2.91	0.002	3.12	0.003
T3G+T4G(mm)	4.35	0.002	4.35	0.004	4.45	0.005
BU (mm)	7.72	0.005	7.76	0.006	7.84	0.009
CI	2.42	0.008	2.36	0.012	2.50	0.018
TI	2.68	0.010	2.72	0.013	2.68	0.015
MTI	57.74	0.040	57.04	0.061	57.11	0.104

Yapılan Manova analizi sonucunda Wilk's Lambda test istatistiği önemli bulunmuştur ve bal arılarının morfolojik özellikleri bakımından ülkeler arasında gözlenen farklılık önemlidir (P<0.001).

Çizelge 4.12 Ülke gruplarının çoklu karşılaştırılması

Ülkeler	D^2	F	P
Türkiye-Suriye	0.953	21.3579	**
Türkiye-İran	2.6324	33.8015	**
Suriye-İran	4.7348	46.9674	**

Çizelge 4.12'de görüldüğü gibi, morfolojik özellikler bakımından ülke grup merkezleri arasındaki uzaklıkların tümü önemli bulunmuştur (P<0.001). Türkiye ve Suriye birbirine en yakın gruptur. Birbirine en uzak grupların ise Suriye ve İran olduğu görülmektedir. Buna göre, Türkiye ile İran grup merkezleri arasındaki mesafe orta bir değer (D^2=2.63) almıştır. Araştırma bulgularının değerlendirildiği birinci bölümde de Türkiye'nin özellikle Suriye sınırboyundan toplanan bal arılarının Suriye bal arıları ile yakın gruplar oluşturduğu, İran bal arılarının da Van, Hakkari, Şırnak bal arıları ile yakın gruplar oluşturduğu sonucu burada da desteklenmektedir.

Diskriminant analizi ile hesaplanan kanonik diskriminant fonksiyonları çizelge 4.13'de yer almaktadır. Diskriminant analizine giren 2 fonksiyondan birincisi toplam varyansın %74.4'ünü, ikincisi ise %25.6'sını oluşturmaktadır.

Çizelge 4.13 Ülkeler için kanonik diskriminant fonksiyonları

Fonksiyon	Özdeğer	Varyans yüzdesi	Kümülatif Varyans	Kanonik Korelasyon
1	0.860	74.4	74.4	0.680
2	0.296	25.6	100	0.478

Kanonik diskriminant fonksiyonu katsayıları ile oluşturulan yapı matrisinde; birinci fonksiyonda etkili olan değişkenler; kıl uzunluğu (KU), ön kanat uzunluğu (ÖKU) ve ön kanat genişliği (ÖKG), E9 kanat açısı, 4. tergit genişliği (T4G), dil uzunluğu (DU), B4

kanat açısı, kübital hücrenin a damar uzunluğu, femur uzunluğu, G18 kanat açısı, parlak zemin genişliği ve K19 kanat açısıdır. İkinci fonksiyonda etkili olan değişkenler ise; N23 ve J10 kanat açıları, metatarsus uzunluğu (MTG), tibia uzunluğu (TU), 3. tergit genişliği (T3G), L13 ve O26 kanat açıları, tomentum genişliği, D7 ve A4 kanat açıları, metatarsus genişliği (MTG), J16 kanat açısı ve kübital hücrenin b damar uzunluğudur (Çizelge 4.14).

Çizelge 4.14 Üç ülke için değişkenler ve kanonik diskriminant fonksiyonları yapı matrisi

Değişken	Fonksiyon	
	1	2
KU	,668*	-,034
OKG	,559*	-,072
OKU	,534*	-,006
E9	,291*	,149
T4G	,231*	,220
DU	,211*	,122
B4	,191*	,032
a	,188*	-,057
FU	,147*	,104
G18	-,135*	,128
Tb	,083*	-,059
K19	-,082*	-,030
N23	-,149	-,419*
J10	-,112	-,411*
MTU	,020	,392*
TU	,129	,302*
T3G	,222	,262*
L13	,241	,258*
O26	,032	,238*
Ta	,194	,236*
D7	-,058	,176*
A4	-,041	,085*
MTG	,021	,082*
J16	-,052	,061*
b	-,021	-,028*

Analize giren 25 morfolojik değişken ile elde edilen diskriminant fonksiyonları sonucunda bal arılarının bireysel verilerine göre tek tek sınıflandırılarak tahmin edilen grup üyelikleri çizelge 4.15'de sunulmuştur. Bal arılarında birim kolonidir ancak ülke

gruplarının karşılaştırılmasında koloni içi varyasyonun ve gruplar arasında birey geçişlerinin daha iyi görülmesi amacıyla örnek verileri değil, bireysel veriler kullanılmıştır.

Toplam 3340 bal arısının gerçek gruplarında doğru sınıflandırılma oranı %71.4 olarak bulunmuştur. Türkiye bal arılarının gerçek gruplarında doğru sınıflandırılma oranı %64.6 olarak bulunmuştur çünkü morfolojik özellikleri bakımından 509 bal arısının Suriye grubunda, 269 bal arısının da İran grubunda yer aldığı görülmektedir. Suriye bal arıları ise %80.7 (613 birey) kendi grubunda, %17.2 Türkiye ve %2.1 oranında İran grubunda yer almaktadır. İran bal arıları ise %91.8 oranında kendi gruplarında yer almışlardır.

Çizelge 4.15 Türkiye, Suriye ve İran bal arılarının gruplara dağılımı (n,%)

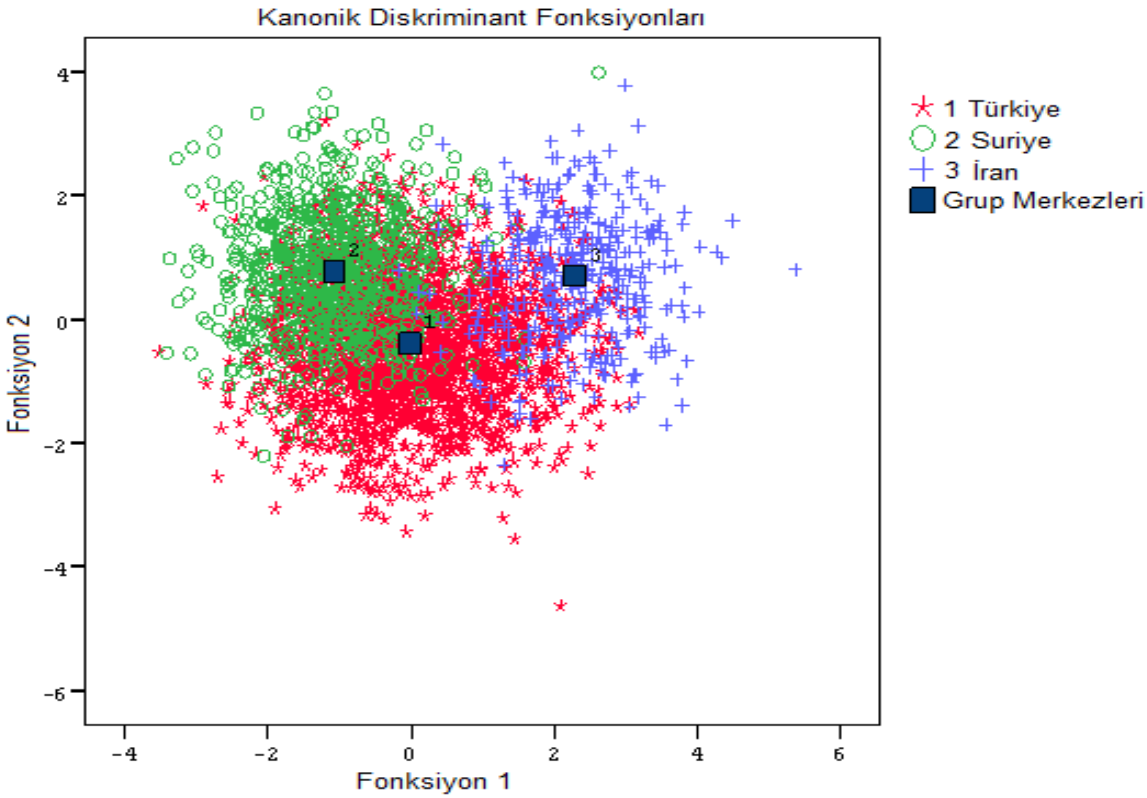
Gerçek Grup	Tahmin edilen grup üyeliği			Toplam
	Türkiye	Suriye	İran	
Türkiye	1422 64.6	509 23.1	269 12.2	2200 100
Suriye	131 17.2	613 80.7	16 2.1	760 100
İran	27 7.1	4 1.1	349 91.8	380 100

Gerçek gruplara doğru sınıflandırma oranı %71.4

Suriye grubunda gerçekte 760 bal arısı bulunurken önceki analiz sonuçları ışığında Türkiye'den özellikle Hatay grubundan olan geçişler ile birlikte tahmin edilen grup üyesi sayısı toplam 1126'ya yükselmiştir. İran grubunda ise gerçekte 380 bal arısı bulunurken Türkiye ve Suriye grubundan olan geçişler ile birlikte tahmin edilen grup üyesi sayısı 634'e çıkmıştır.

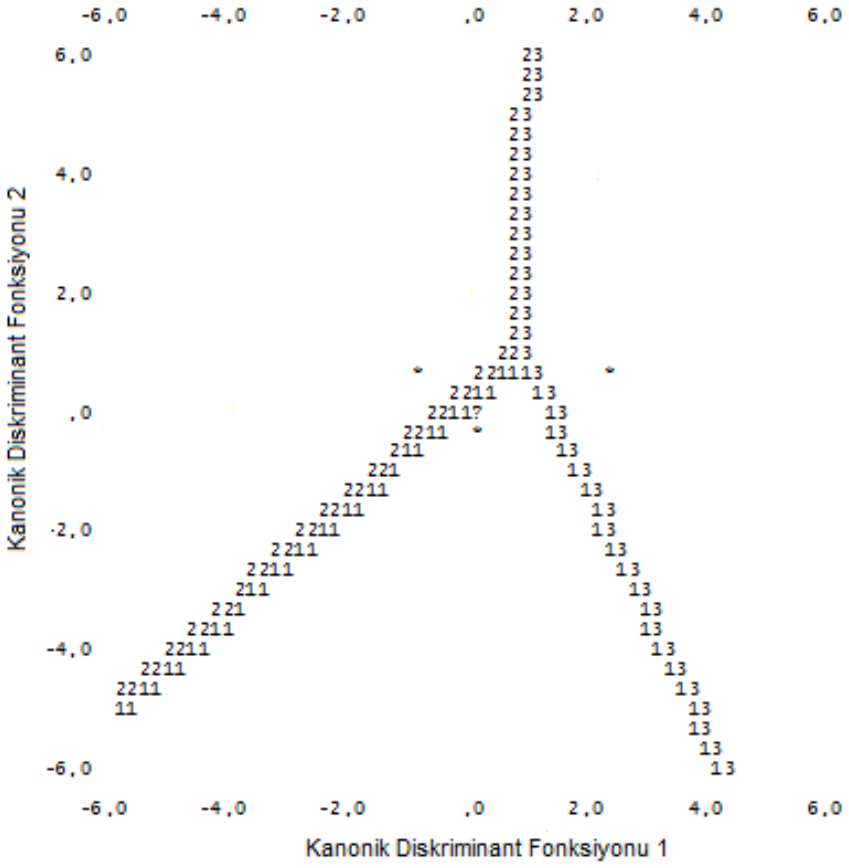
Ülkelere göre bal arılarının serpilme diyagramı şekil 4.8'de görüldüğü üzere; Türkiye, Suriye ve İran bal arıları morfolojik özellikleri bakımından üç ayrı küme oluşturmuştur. Özellikle çizelge 4.14'de sayısal olarak verilen bilgiler ışığında, grup merkezleri de birbirine yakın olan Türkiye ve Suriye grupları arasında gerçekleşen birey geçişleri net

bir şekilde görülmektedir. İran grubu da Türkiye'ye daha yakın bir küme oluşturmuştur örnek genişliği en az grup olan İran birörnek yapısını korumaktadır.



Şekil 4.8 Ülkelere göre bal arılarının serpilme diyagramı

Gruplar için oluşturulan sınır haritasında da benzer sonuçları görmek mümkündür (Şekil 4.9). Haritada en geniş sınırı olan Türkiye (1) ve Suriye (2) gruplarıdır. İran (3) grup merkezi haritanın sağ tarafında kalmaktadır ve en dar sınıra sahip gruptur. İran'ın, Türkiye-Suriye grupları ile ortak sınırları belirgin bir şekilde görülmektedir.



Şekil 4.9 Ülke gruplarının sınır haritası

5. TARTIŞMA ve SONUÇ

Türkiye'nin güneydoğu sınırboyu bal arısı populasyonlarının morfolojik özelliklerinin belirlenmesi ve karşılaştırılması amacına uygun olarak çalışmanın canlı materyali olan işçi arılar Türkiye'de 7 ilden, Suriye'de 5 ilden ve İran'da 3 ilden temin edilmiştir. Türkiye'nin Güneydoğu Anadolu Bölgesi bal arıları ve Suriye'nin kuzeyi daha önceki literatür bildirişlerinde İran arısı (*A. m. meda*) olarak tanımlanmakta (Ruttner 1988, Ftayeh 1994, Kekeçoğlu 2007) bununla birlikte Hatay ilinde Suriye arısının bulunabileceği ifade edilmektedir (Ruttner 1988, Palmer vd. 2000, Smith 2002). Bu çalışmalardan yola çıkarak, Güneydoğu sınırboyu bal arısı populasyonlarının Suriye'nin kuzeyinden ve İran'ın Türkiye sınırına yakın bölgelerinden temin edilen bal arısı örneklerinin karşılaştırmalı olarak değerlendirilmesi yapılmıştır.

Araştırmada; 15 lokasyonda toplam 167 koloni, 3340 bal arısı 32 morfolojik değişken bakımından hem tek değişkenli hem de çok değişkenli istatistik analiz yöntemlerinden yararlanılarak değerlendirmeye alınmıştır.

Bireysel veriler için 15 lokasyonun ikili karşılaştırma sonuçları genel olarak incelendiğinde, grup ortalamalarının birbirinden farklılığı bakımından sadece dil uzunluğu (DU), ön kanat uzunluğu (ÖKU) ve femur uzunluğu (FU) özellikleri gruplar arasında en çok farklılığın gözlendiği özelliklerdir. Gruplar arasında en az farklılık gözlenen özellik ise G18 kanat damar açısıdır.

Gruplar arasındaki uzaklıklara göre; morfolojik özellikler bakımından birbirlerine en yakın iki grup Hakkari ve Şırnak'tır. Grup merkezleri en uzak olan iki grup; Kilis ve Maku grubudur. Diskriminant analiziyle, bireysel verilere göre morfolojik özelliklerin 15 grupta değerlendirilmesi sonucunda orijinal gruplara doğru sınıflandırma oranının %56.3 olduğu tespit edilmiştir.

Örnek verilerine hem direkt hem de adımsal diskriminant analizi uygulanmıştır. Adımsal diskriminant analizi sonucunda toplam 25 morfolojik değişkenden sadece 17'si analize dahil edilmiş, 8'i analiz dışında kalmıştır. Adımsal diskriminant analizinde

örneklenen populasyonda ayırıcı olarak kullanılmayan özellikler; dil uzunluğu, femur uzunluğu, metatarsus uzunluğu, kübital hücrenin a ve b damar uzunlukları, B4, D7 ve G18 kanat damar açılarıdır.

Koloni ortalamalarına göre 15 grubun morfolojik özellikleri bakımından orijinal gruplara doğru atanma oranı %92.2 olarak tespit edilmiştir. Van, Mardin, Lazkiye, Halep, Rakka, Dayr az-Zawr ve Khoy'daki tüm koloniler kendi gruplarında %100 oranında yer almaktadır. Koloni ortalamalarına göre; Van, Hakkari, Şırnak ve İran birbirine yakın bir küme, Şanlıurfa ve Kilis iç içe geçmiş bir küme, Hatay ve Suriye birbirine yakın, iç içe geçmiş bir küme oluştururken Mardin diğer gruplardan ayrı bir küme oluşturmuştur.

Mardin'in, Suriye sınırına karşılık gelen bölgeden örnek alınamaması Mardin ilinin daha birörnek bir yapı göstermesine neden olmuştur ancak bu Mardin'de özgün bir populasyon olabileceğini tek başına desteklemeye yetmemektedir. Bununla birlikte, Mardin'in Türkiye'de komşuları olan Şırnak ve Şanlıurfa illerinden de morfolojik özellikleri bakımından farklılıklar göstermesi, diğer gruplardan ayrılmış bir küme oluşturması nedeniyle Mardin bal arılarının daha geniş örnekleme yapılarak incelenmesi gerekmektedir.

Türkiye, Suriye ve İran ülke gruplarına uygulanan Anova sonucunda kübital hücrenin b damar uzunluğu ortalaması ve tomentum indeksi dışında kalan tüm morfolojik özellikler bakımından ülkeler arasında gözlenen fark önemlidir ($P<0.001$). Ülke gruplarının ikili karşılaştırma sonucunda sadece kıl uzunluğu, parlak zemin genişliği, tibia uzunluğu, ön kanat uzunluğu, ön kanat genişliği, kübital hücrenin a damar uzunluğu, bacak uzunluğu, kanat indeksi, kübital indeks ve B4, E9, G18, J10, N23 kanat açıları bakımından 3 ülke grup ortalaması da farklıdır ($P<0.05$). Ülkeler arası diskriminant analizinde birinci fonksiyonda etkili olan değişkenler; kıl uzunluğu, ön kanat uzunluğu ve genişliği, E9 kanat açısı, 4. tergit genişliği, dil uzunluğu, B4 kanat açısı, kübital hücrenin a damar uzunluğu, femur uzunluğu, G18 kanat açısı, parlak zemin genişliği ve K19 kanat açısıdır.

Üç ülke karşılaştırıldığında; toplam 3340 bal arısının orijinal gruplarında doğru sınıflandırılma oranı %71.4 olarak bulunmuştur. Türkiye bal arılarının orijinal gruplarında doğru sınıflandırılma oranı %64.6, Suriye bal arılarının %80.7, İran bal arılarının ise %91.8'dir. Suriye grubunda gerçekte 760 bal arısı bulunurken önceki analiz sonuçları ışığında Türkiye'den özellikle Hatay grubundan olan geçişler ile birlikte tahmin edilen grup üyesi sayısı toplam 1126'ya yükselmiştir. İran grubunda ise gerçekte 380 bal arısı bulunurken Türkiye ve Suriye grubundan olan geçişler ile birlikte tahmin edilen grup üyesi sayısı 634'e çıkmıştır.

Suriye ve İran'ın belirtilen bölgelerinden temin edilen bal arısı örnekleri *A. m. syriaca* ve *A. m. meda* için bildirilen ortalama değerlerle uyumlu olmasa bile bu çalışma sonucunda ortaya konulan genel durum İran ve Suriye bal arısı örneklerinin farklı birer grup oluşturduklarıdır. İran bal arılarının Türkiye'de komşu illerden (Van-Hakkari-Şırnak) alınan bal arısı örnekleriyle daha yakın, Suriye bal arılarının da Türkiye'de komşu illerden (Hatay-Kilis-Şanlıurfa-Mardin) alınan bal arısı örnekleri ile yakın kümeler oluşturmaları doğal bir sonuçtur. Bu çalışmada, örneklenen İran grubu kolonileri morfolojik özellikler bakımından Suriye, Hatay, Şanlıurfa, Kilis ve Mardin gruplarından uzak bir dağılım göstermektedir. Bu sonuç, Ruttner (1985, 1988)'in bildirdiği gibi Türkiye'nin güneydoğu bal arısı populasyonunu *Apis mellifera meda* veya bunun bir ekotipi olduğu sonucu ile uyumlu değildir.

Daha önce yapılan araştırma sonuçlarında; Suriye arısının (*A. m. syriaca*) Suriye'nin güney bölgelerinde yayılım gösterdiği, ülkenin kuzey bölgelerinde İran arısının (*A. m. meda*) ya da ekotipinin olduğu bildirilmiştir (Ruttner 1988, Ftayeh vd. 1994).

Bu çalışmadan elde edilen bazı morfolojik özelliklere ilişkin ortalama değerler ile önceki çalışma sonuçları karşılaştırılmıştır (Çizelge 5.1).

Çizelge 5.1. Bazı morfolojik özellikler bakımından önceki çalışmalar ile bu çalışma sonuçlarının karşılaştırılması

Morfolojik Özellik	Ruttner vd. 1985	Ruttner 1988		Farshineh 1999	Ftayeh vd. 1994		Suriye Tez	İran Tez	Türkiye Tez
	A.m.meda	*A.m.meda*	*A.m.syriaca*	*A.m.meda*	*A.m.meda*	*A.m.syriaca*			
Dil Uzunluğu	6.50	6.33	6.19	6.39	6.31	6.21	6.34	6.46	6.35
Kıl Uzunluğu	0.26	0.28	0.23	0.30	0.25	0.22	0.16	0.22	0.18
Ön Kanat Uzunluğu	8.92	8.96	8.48	9.19	8.50	8.45	8.53	8.98	8.67
Ön Kanat Genişliği	-	-	-	3.13	2.96	2.86	2.91	3.12	2.98
Vücut Büyüklüğü	4.27	4.35	4.11	4.26	4.39	4.33	4.35	4.45	4.35
Arka Bacak Uzunluğu	7.66	7.82	7.83	7.71	7.82	7.80	7.76	7.84	7.72
Metatarsal İndeks	59.04	56.36	56.32	-	-	-	57.04	57.11	57.74
Kübital İndeks	2.57	2.56	2.28	2.48	2.45	2.30	2.36	2.50	2.42
Tomentum İndeksi	-	2.31	2.39	-	-	-	2.72	2.68	2.68

Ruttner (1988)'in Suriye bal arıları morfolojik özellikleri için bildirdiği değerler ile bu çalışma sonucunda elde edilen değerler karşılaştırıldığında, sadece bacak uzunluğu ortalaması ve kıl uzunluğu ortalaması Ruttner (1988)'in bildirdiği ortalama değerlerden daha düşük iken diğer özellik ortalamaları daha yüksektir.

Ftayeh vd. (1994)'nin Suriye'nin kuzeyindeki bal arılarının morfolojik özellikleri için bildirdiği ortalama değerlerden, bu çalışmadan elde edilen ortalama değerler daha yüksek ancak nispeten benzerdir. Sadece kıl uzunluğu ortalamasının hem Ruttner (1988) hem de Ftayeh vd (1994)'nin bildirdiği ortalama değerden daha düşük olduğu göze çarpmaktadır.

Bu çalışma sonuçları Suriye bal arıları için bildirilen morfolojik özellik ortalamalarından yüksektir. Ancak Suriye örnek toplama gezisinde edinilen bilgiler ışığında son yıllarda bölgede İtalyan ve Karniyol ana arı ithalinin arttığı görülmüştür. Çok değişkenli istatistik analiz sonuçları, il grup merkezleri arasında çakışma olmasa bile örnek verileri bakımından belirli oranlarda bir karışım ve iç içe geçme olduğunu desteklemektedir. Bununla birlikte önceki çalışmalarda örneklerin alındığı lokasyonlar ile bu çalışmada örnekleme yapılan lokasyonların birebir aynı olmaması, örnek alınan mevsimin etkisi, bal arısı çiftleşme biyolojisinin sonucu gerçekleşen melezleme, ölçüm hassasiyeti farklılıkları sonucu morfolojik özellikler için aynı/benzer sonuçlar almayı zorlaştırmaktadır. Ancak Alburaki'nin (2009) genetik temelli çalışması göstermektedir ki bu çalışmada da örnek alınan iller olan İdlib, Lazkiye ve Rakka'da hala Suriye arıları bulunmaktadır. Benzer şekilde bu tez çalışmasında Hatay grubunun Suriye grupları arasında serpilme gösterdiği sonucu, Ruttner (1988) ve Palmer vd. (2000)'nin Hatay'da Suriye arısı bulunduğu sonucu ile uyumludur.

Bu çalışma sonucunda; vücut büyüklüğü ortalaması, dil uzunluğu ortalaması, metatarsal indeks ve tomentum indeksi değerleri İran bal arıları için Ruttner (1988) tarafından bildirilen ortalamalardan daha yüksek bulunmuştur. Bununla birlikte; ön kanat uzunluğu ortalaması, bacak uzunluğu ortalaması, kübital indeks değeri Ruttner'in (1988) bildirdiği değerlere yakın sonuçlar göstermektedir. Bu çalışmada kıl uzunluğu ortalaması için elde edilen ortalama değerin daha düşük olduğu görülmektedir.

Araştırma bulguları genel olarak irdelendiğinde günümüz koşullarında örneklenen İran ve Suriye bal arılarının farklı kümelendiği ve grup merkezlerinin birbirinden uzak olduğu açık bir şekilde belirlenmiştir. Önceki çalışmalar ile bu çalışmanın bulguları birlikte genel olarak değerlendirilirse yılların etkisi ile gerçekleşen melezlemeler sonucu özgün populasyonların kaybı morfolojik özellik ortalamalarının değişmesi ve genel olarak yükselmesini ifade edebilir.

Bu araştırma kapsamında genetik belirleyicilerden yararlanılmamıştır ancak bölge bal arılarının sınıflandırılması ve tanımlanmasına ışık tutabilmek için daha önce yapılmış genetik temelli çalışma sonuçları da incelenmiştir. Genetik biliminin ilerlemesi ile özellikle mitokondriyal belirleyiciler yardımıyla bal arılarının genetik soylarının çıkartılması mümkün olmuştur. Moleküler tabanlı çalışma sonuçları morfometri çalışmaları ile tanımlanan 4 soy grubunun varlığını desteklemekte, bazı alttürler ve dahil oldukları soy grupları bakımından çeşitli farklılıklar ortaya koymaktadır. Bu tez çalışmasında kullanılan örneklerin moleküler tekniklerle incelenerek tekrar değerlendirilmesi ve moleküler düzeyde farklılıkların belirlenmesiyle ileride yapılacak çalışmalara, yöre için en uygun ıslah ve üretim programının oluşturulmasına ışık tutacaktır.

Sonuç olarak, araştırma bulguları dikkate alınarak yöre bal arılarının tanımlanması için genel bir değerlendirme yapılacak olursa:

Suriye'den ve İran'dan örneklenen bal arısı il gruplarının kendi içerisinde karışmış ve birörnek olmadıkları görülmektedir. Örnek büyüklüğü en fazla olan Türkiye'de de aynı durum sözkonusudur.

Bu çalışma sonucunda Türkiye'nin güneydoğu sınırboyu bal arıları komşuları olan Suriye ve İran bal arıları ile benzer morfolojik özellikler göstermektedir. Ancak bu benzerlik ve etkileşim belirli coğrafik uzaklıklara kadar etkili olmaktadır. Özellikle Hatay-Kilis-Şanlıurfa-Mardin sınırboyu bal arılarının Suriye bal arılarına İran arılarından daha çok benzediği bununla birlikte Van-Hakkari-Şırnak sınırboyu bal arılarının morfolojik özellikler bakımından İran bal arılarına benzediği görülmektedir.

Çalışmada üç ülke bakımından da örneklenen yöre sınıra oldukça yakındır. Örneklemenin daha iç kısımlarda yapılması ve bu çalışmada örneklenen lokasyonlar ile karşılaştırılması durumunda morfolojik özellikler bakımından farklı dağılım ve kümeleşme olacağı beklenmelidir. Yöre bal arılarının daha birönek olması ve verim özellikleri bakımından ıslahı için performans testleri yapılarak, Anadolu arısının yörede kurulacak ana arı üretme istasyonları ile üretimi, pilot bölgelerde dağıtımı yapılmalıdır. İlgili bakanlık kuruluşlarının desteği ve üniversitelerin katılımı ile böyle bir proje sonucunda bölgenin perfomansı bilinen ve birörnek populasyonlarla arıcılıktan elde edilen gelirin ve bitkisel üretimdeki kalitenin artırılması sağlanacaktır. Güneydoğu Anadolu Bölgesi kendi içerisinde coğrafik yapı ve iklim özellikleri bakımından farklılıklar sergilemektedir. Bu çalışmada örnekleme yapılan sınırboyu kurak ve bitkisel üretimin daha az olduğu bir coğrafyadır. Anadolu arısının yörede yaygınlaştırılmasının planlandığı bir projede sınırboyunda arıcıların sadece bal üretimi üzerine değil arı sütü, arı zehiri ya da paket arı üretimi gibi diğer arıcılık ürünlerine yönlendirilmeleri daha doğru bir yaklaşım olacaktır.

Bununla birlikte önceki çalışmalarda örnekleme yapılan lokasyonlar ile bu çalışmada örnekleme yapılan lokasyonların birebir aynı olmaması, örnek alınan mevsimin etkisi, bal arısı çiftleşme biyolojisi sonucu gerçekleşen melezleme, gezginci arıcılığın yaygınlaşması, yerli ekotipler yerine farklı yörelerden temin edilen ana arı kullanımının yaygınlaşması, özelliklerin ölçümünde hassasiyet farklılıkları morfolojik özellikler için aynı/benzer sonuçlar almayı zorlaştırmaktadır. Kısacası ortaya çıkan sonuç sadece örneklenen populasyon için geçerli olmaktadır. Ancak bu nedenler geleneksel morfometri ile bal arısı ekotiplerinin tanımlanması ve sınıflandırılmasının faydalı bir yöntem olmadığı anlamına gelmemektedir. Önemli olan morfolojik özellikleri bakımından her lokasyon için birörnek koloni ve özgün populasyonların belirlendikten sonra, arıcılıkta ticari önemi olan fizyolojik özelliklerin geliştirilmesi amacıyla ıslah programlarının başlatılmasıdır.

Anadolu arısının yörede yaygınlaştırılmasının yanı sıra ikinci bir öneri olarak yöreye özgü ana arı üretiminin ve dağıtımının yerli populasyonlardan istenen özellikleri taşıyanlardan sağlanmasıdır. Bu amaçla yine bakanlık, birlik ve üniversitelerin ortak bir

projede toplanması yörede farklı coğrafik koşullar, bitkisel üretim deseni ve gezginci arıcılık güzergâhlarının belirlenerek, önceden yapılmış olan morfometri ve performans çalışmaları ile birlikte değerlendirilmesi ve gerekli alt yapının oluşturulması gerekmektedir. Yörede yerli bal arısı populasyonlarının diğer bölgelere oranla genel olarak daha düşük verim değerlerine sahip ve nispeten saldırgan bir mizaçta olduğu bilinmektedir. Bu çalışma kapsamında örnek toplama gezileri sırasında edinilen izlenim özellikle sabit sistemde arıcılık faaliyeti ile uğraşan arıcıların genellikle atadan kalma karakovanlarla ya da az sayıda çerçeveli kovanlarla sadece haneiçi bal ihtiyacını karşıladıklarıdır. Genel olarak arıcıların ekonomik verim düzeyine ulaşmak için teknik arıcılığın gerekliliklerini yerine getirmediği ve eğitim-bilgi eksikliğine sahip oldukları görülmüştür. Hem bölge hem de ülke ekonomisine katkı sağlaması için yöreye uzun yıllardır adapte olmuş yerli genotiplerin morfometrik ve fizyolojik özelliklerinin belirlenmesi ve ıslahı sonucunda ana arı üretme istasyonlarının kurulması ve bu ana arıların üreticilere dağıtımında süreklilik sağlanarak, arıcıların verim özellikleri ve genotipi bilinen bir materyal ile çalışması önemli ve gereklidir.

KAYNAKLAR

Anonymous 2011. Web sitesi: www.earth.google.com. Google Earth. c/o Google Inc. 1600 Amphitheatre Parkway Mountain View, California, 94043. USA.

Abdellatif, M. A., Abou-Elnaga, A. M., Ali, M. H., Shakir, P. M. and Al-Jalili, M. K. 1977. Biometrical studies on Iraqi honeybees. J. of Apic. Res., 16(3), pp.143-144.

Adam, B. 1983. In search of the best strains of bees. Northern bee books. West Yorkshire, U.K.

Adams, C. D., Rohlf, J. F. and Slice, D. E. 2004. Geometric morphometrics: ten years of progress following the 'revolution'. Ital. J. Zool., Vol. 71, pp. 5-16.

Alburaki, M. and Alburaki, A. Morphometrical study on Syrian honeybee (Apis mellifera syriaca). Emir. J. Food Agric. 2008. Vol. 20(1), pp. 89-93.

Alburaki, M. 2009. Genetic analyses of Syrian honeybee diversity *Apis mellifera syriaca.* 15-20 September, Apimondia 2009, Montpellier, France.

Alpatov, W. W. 1929. Biometrical studies on varation and races of the hooneybee (*Apis mellifera* L.). The Quarterly Rewiev of Biology, Vol. 4(1), pp. 1-58

Aly, F. K., Eshbab, H. M. and Makadey, M. A. 1988. Studies on the Proboscis and Corbiculae Measurements of Three Races of Honeybee in Relation to Honey and Polen Production in Middle Egypt. Proc. 4 Int. Conf. Apic. Trop. Climates, Cairo, 392-396.

Arbuckle, T., Schröder, S., Steinhage, V. and Wittmann, D. 2001. Biodiversity Informatics in Action: Identification and Monitoring of Bee Species using ABIS. Proc. 15th International Symposium Informatics for Environmental Protection, Zürich, October, 2001, pp. 425-430.

Arias, M.C. and Sheppard, W.S. 1996. Molecular phylogenetics of honey bee subspecies (*Apis mellifera* L.) inferred from mitochondrial DNA sequence. Molecular Phylogenetics and Evolution, Vol. 5(3), pp. 557-566.

Arias, M. C. and Sheppard, W. S. 2005. Phylogenetic relationships of honey bees (Hymenoptera:Apinae:Apini) inferred from nuclear and mitochondrial DNA sequence data. Molecular Phylogenetics and Evolution Vol. 37, pp. 25–35.

Carlisle, E. 1955. Biometrical investigation of some Europen and other races of honeybees. Beeworld, Vol. 36(3), pp. 41-45

Cornuet, J. M., Fresnaye, J. and Tassencourt, L. 1975. Discrimination et classification de populations d'abeilles a partır de caracteres biometriques. Apidologie, Vol.6(2), pp. 145-187.

Darendelioğlu, Y. ve Kence, A. 1992. Orta Anadolu bal arısı (*A. mellifera* L.)'nın populasyon strüktürü üzerine morfometrik çalışma. Türkiye II. Entomoloji Kongresi. Adana.

De La Rua, P., Jaffe, R. Dall'Olio, R., Munoz, I. and Serrano, J. 2009. Biodiversity, conservation and current threats to European honeybees. Apidologie, Vol. 40, pp. 263-284.

Dodoloğlu, A. 2000. Kafkas ve Anadolu bal arısı (*Apis mellifera* L.) ırkları ile karşılıklı melezlerin morfolojik, fizyolojik ve davranış özellikleri. Doktora Tezi. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Erzurum.

Du Praw, E. J. 1965. Non-Linnean taxonomy and systematics of honeybees. System. Zool., Vol. 14(1), pp. 1-24.

Dülger, C. 1995. Kafkas, Orta Anadolu ve Erzurum bal arısı (*Apis mellifera* L.) genotiplerinin Erzurum koşullarında performanslarının belirlenmesi ve morfolojik özellikleri. Doktora Tezi. Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. Erzurum.

Edriss, M. A., Mostejeran, M. and Ebadi, R. 2002. Correlation Between Honey Yield and Morphological Traits of Honeybee in Isfahan. J. Sci.&Technol. Agric.&Natur. Resour., Vol.6, No. 2. p. 103.

Engel, M.S. 1999. The taxonomy of recent and fossil honey bees (Hymenoptera: Apidae; *Apis*). Journal of Hymenoptera Research, Vol. 8(2), pp. 165-196.

Erkan, C. 2006. Van Gölü Havzası Bal Arısı (*Apis mellifera* L.) Genotiplerinin Morfolojik Özelliklerinin Belirlenmesi ve Van Ekolojik Koşullarında Kafkas Arısı (*A. m. caucasica* G.) ile Performanslarının Karşılaştırılması. Doktora Tezi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Zootekni Anabilim Dalı. Van.

Farhoud, J.H. and Kence, M. 2005. Morphometric and mtDNA Analysis in Honeybee Populations (Apis mellifera L.) of North and Northwest Iran. Proceedings Of The Balkan Scientific Conference Of Biology In Plovdıv (Bulgaria) From 19th Tıll 21st Of May 2005.

Farshineh Adl, M. B. 1999. Orta Anadolu (*A. m. anatoliaca*), Kafkas (*A. m. caucasica*) ve İran (*A. m. meda*) bal arılarının morfolojik özelliklerine göre karşılaştırılması. A. Ü. Fen Bilimleri Enst. Doktora Tezi. Ankara.

Farshineh Adl, M. B., Gençer, H.V., Fıratlı, Ç. and Bahreini, R. 2007. Morphometric characterization of Iranian (*Apis mellifera meda*), Central Anatolian (*Apis mellifera anatoliaca*) and Caucasian (*Apis mellifera caucasica*) honey bee populations. Journal of Apicultural Research and Bee World, Vol. 46(4), pp. 225–231.

Fıratlı, Ç. ve Budak, M.E. 1994. Türkiye'de Çeşitli Kurumlarda Yetiştirilen Ana Arılar ile Oluşturulan Bal Arısı *Apis mellifera* L. Kolonilerinin Fizyolojik, Morfolojik ve Davranış Özellikleri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları. Yayın No. 1390, Ankara.

Fıratlı, Ç. ve Gençer, H.V. 1994. Dünyada arıcılık ve Türkiye'nin yeri. Türkiye II. Teknik Arıcılık Kongresi. 8-9 Şubat 1994. Ankara.

Fıratlı, Ç., Genç, F., Karacaoğlu, M. ve Gençer, H.V. 2000. Türkiye'de arıcılığın karşılaştırmalı analizi, sorunlar-öneriler. Türkiye Ziraat Mühendisliği V. Teknik Kongresi. 17-21 Ocak 2000. Ankara.

Francoy, M.T., Prado, P.R.R., Gonçalves, L.S., Costa, L. and Jong, D. 2006. Morphometric differences in a single wing cell can discriminate *Apis mellifera* racial types. Apidologie, Vol. 37, pp. 91-97.

Franck, P., Garnery, L., Solignac, M. and Cournuet, J.M. 2000. Molecular confirmation of a fourth lineage in honeybees from the Near East. Apidologie, Vol. 31, pp. 167-180.

Franck, P., Garnery, L., Loiseau, A., Oldroyd, B.P., Hepburn, H.R., Solignac, M. and Cornuet, J.-M. 2001. Genetic diversity of the honeybee in Africa: microsatellite and mitochondrial data. Heredity, Vol. 86, pp. 420-430.

Ftayeh, H. A., Meixner, M. and Fuchs, S. 1994. Morphometrical investigation in Syrian honeybees. Apidologie, Vol. 25(4), pp. 396-401.

Garnery, L., Cornuet, J.-M. and Solignac, M. 1992. Evolutionary history of the honey bee *Apis mellifera* inferred from mitochondrial DNA analysis. Molecular Ecology, Vol. 1, pp. 145-154.

Gasanov, S. O. Shakmardanov, Z. A., Mutalev, K. C., Suleimenova, U. R. and Bashirov, M. S. 1979. Study on External Features of the Bees in Northern Caucasus According to Alditude. The XXVII. International Congress of Apiculture of Apimondia. Athens, 1979. Apimondia Publishing House, Bucherest, Romania, p.253.

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.

Goetze, G. 1940. Die beste biene. Liedloff, Loth Michalis, Leipzig.

Goetze, G. 1959. Die bedeitung des flügelgeaders für die züchterische beurteilung der honegbiene. Zeitschrift für Bienenforschung, 4:141-148.

Guzman-Novoa, E., Hunt, G. J. Page, Jr. E. R., and Fondrk, M.K. 2002. Genetic Correlations Among Honey Bee (Hymenoptera: Apidae) Behavioral Characteristics and Wing Length. Ann. Entomol. Soc. Am. Vol. 95(3), pp. 402-406.

Güler, A. 1995. Türkiye'deki Önemli Balarısı (*Apis mellifera* L.) Irk ve Ekotiplerinin Morfolojik Özellikleri ve Performanslarının Belirlenmesi Üzerinde Araştırmalar. (Doktora Tezi) Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Zootekni Anabilim Dalı, Adana.

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. Vol. 26, pp. 595-603.

Güler, A., Bek, Y., Güven, H. ve Arslan, S. 2004. Kafkas (*A. m. caucasica*) ve Karniol (*A. m. carnica*) Arı Irklarının Morfolojik Ayrımında Kanat Organının Önemi. 4. Ulusal Zootekni Bilim Kongresi, Sözlü Bildiri, s. 331-336. 1-3 Eylül 2004. Isparta.

Gürel, F., 1995. Kimi ana arı üretim işletmelerindeki arıların (*A. mellifera* L.) morfolojik özellikleri ve bunlardan hibrit ebeveyni hatları geliştirme olanakları. Ankara Üni. Fen Bil. Ens. Doktora Tezi. Ankara.

Hepburn, H. R. and Radloff, S. E. 2004. The wing coupling apparatus and the morphometric analysis of honeybee populations. South African Journal of Science Vol. 100, p. 565-570.

Hepburn, R., Radloff, S., Koeniger, N., Koeniger, G. and Tingek, S. 2005. Linear scaling of the pollen-collecting apparatus and foraging flight of honey bees (Hymneoptera: Apidae). *Acta Zoologica Sinica* Vol. 51, pp. 947–951.

Hepburn, R. and Radloff, S. 2006. Morphological variation in the polen collecting apparatus of honey bees. Journal of Apicultural Research and Bee World, Vol. 45(1), pp. 25–26.

Herbert, E.W., Sylvester, H.A., Vandenberg, J.D. and Shimanuki, H. 1988. Influence of Nutritional Stress and the age of Adults on the Morphometrics of Honeybees (*Apis mellifera* L.). Apidologie, Vol. 19(3), pp. 221-230.

Kekeçoğlu, M. and Soysal, M. İ. 2010. Genetıc Diversity of Bee Ecotypes in Turkey and Evidence for Geographical Differences. Romanian Biotechnological Letters Vol. 15, No.5: 5646-5653.

Kaftanoğlu, O., Kumova, U. ve Bek, Y. 1993. GAP Bölgesinde Çeşitli Balarısı (*Apis mellifera* L.) Irklarının Performanslarının Saptanması ve Bölgedeki Mevcut Arı Irklarının Islahı Olanakları. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi GAP Yayınları No:74, Adana.

Kandemir I. and Kence A. 1995.Allozyme variability in the central Anatolian honeybee (*Apis mellifera* L.) populations, Apidologie Vol. 26, pp. 503–510.

Kandemir, İ., Kence, M. and Kence, A. 2000. Genetic and morphometric variation in honeybee (*Apis mellifera* L.) populations of Turkey. Apidologie, Vol. 31, pp. 343-356.

Kandemir, İ., Kence, M., Sheppard, W.S. and Kence, A. 2006. Mitochondrial DNA variation in honey bee (*Apis mellifera* L.) populations from Turkey. Journal of Apicultural Research and Bee World, Vol. 45 (1), pp. 33-38.

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 arılarılarının bazı morfolojik özellikleri. Doğu Anadolu I. Arıcılık Semineri. 3-4 Haziran 1992. Erzurum.

Kauhausen-Keller, D. 1991. Biometrische unterscheidung zwischen *Apis mellifera carnica* Poll. Und allen anderen rassen von *Apis mellifera*. Apidologie, Vol. 22, pp. 97-103.

Kauhausen-Keller, D., Ruttner, F. and Keller, R. 1997. Morphometric studies on the microtaxonomy of the species *Apis mellifera* L. Apidologie, Vol. 28, pp. 295-307.

Mattu, V. K. and Verma, L. R. 1994. Morphometric studies on the Indian honeybee Apis cerana indica F. Effect of seasonal variations. Apidologie, Vol. 15(1), pp. 63-74.

Meixner, M.D., Ruttner, F., Koeniger, F. and Koeniger, G. 1989. The mountain bees of Himalayan region and their relation to neighboring bee populations. Apidologie, Vol. 20, pp. 165-174.

Meixner, M.D., Worobik M., Wilde, J., Fuchs, S. and Koeniger, N. 2007. Apis mellifera mellifera in eastern Europe – morphometric variation and determination of its range limits. Apidologie, Vol. 38, pp. 191-197.

Miguel, I., Baylac, M., Iriondo, M., Manzano, C., Garnery, L. and Estonba, A. 2010. Both geometric morphometric and microsatellite data consistently support the differentiation of the *Apis mellifera* M evolutionary branch. Apidologie, 10.1051/apido/2010048.

Molnar, S. 1983. Investigation of the Correlation Between Morphological Characteristics of Bees and Their Acacia Honey Production. The XXIX. International Congress of Apiculture of Apimondia. Budapest, 1983. Apimondia Publishing House, Bucherest, Romania. Chapter One, p.145.

Moritz, R.A. and Klepsch, A. 1989. Estimating heritabilities of worker characters. A new approach using laying workers of the Cape honeybee (*Apis mellifera capensis esch.*) Apidologie, Vol. 16(1), pp. 47-56.

Mostajeran, M., Edriss, M. A., Ebadi, R. and Tahmasebi, G. H. 2000. Heritability Estimates of Morphological Characters and Honey Yield of Honeybee Colonies in Isfahan. J. Sci.&Technol.Agric.&Natur. Resour., Vol. 4. No.1. p. 126.

Mostajeran, M. Edriss, M. A. and Basiri, M. R. 2006. Analysis of Colony and Morphological Characters in Honey Bees (*Apis mellifera meda*). Pakistan Journal of Biological Sci. Vol. 9(14), pp. 2685-2688.

Nazzi, F. 1992. Fluctation of Forewing Characters in hybrid honeybees from North-eastern Italy. Journal of Apicultural Research, Vol. 31(2), pp. 27-31.

Oldroyd, B., Rinderer, T. and Buco, S. Heritability of morphological characters used to distinguish European and Africanized honeybees. Theoretical and Applied Genetics, Vol. 82, Num. 4, pp. 499-504.

Özdil, F. ve Yıldız, M.A. 2008. Mitokondriyel Dna Sitokrom C Oksidaz I İle II Arasındaki İntergenik Bölge (COI-COII İntergenik Bölge) Bakımından Türkiye Bal Arısı Populasyonlarının Tanımlanması. Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi Vol 22(45), pp. 46-51.

Öztürk, A. İ. 1990. Morphometric analysis of some Turkish honeybees (*A. mellifera L.*). University of Wales. College of Cardiff, Master's Thesis, Cardiff.

Öztürk, A. İ., Alataş, İ., Settar, A., Boduroğlu, Y., Uyguner, F.B., Bozkurt, M. 1992. Ege bölgesi populasyonlarında bazı morfolojik özelliklerin saptanması. Sonuç Raporu. Ege Tarımsal Araştırma Enst. İzmir.

Palmer, M.R., Smith, D.R. and Kaftanoğlu, O. 2000. Turkish honeybees: Genetic variation and evidence for a fourth lineage of *Apis mellifera* mtDNA. The Journal of Heredity, Vol. 91(1), pp. 42-46.

Pignata, M. I. B., Stort, A. C. and Malaspina, O. 1998. Study of the length of the mouthparts of Africanized, Caucasian and Africanized/Caucasian honey bee crosses, and relationships between glossa size and food gathering behavior. Genet. Mol. Biol. 21(4).

Poklukar, J. and Kezic, N. 1994. Estimation of heritability of some characteristics of hind legs and wings of honeybee workers (Apis mellifera carnica Polm) using the half-sibs method. Apidologie, Vol. 25, pp. 3-11.

Ricklefs, R. E., and D. B. Miles. 1994. Ecological and evolutionary inferences from morphology: an ecological perspective. pp. 13–41 *in* P. C. Wainwright and S. M. Reilly, eds. Ecological Morphology. Univ. of Chicago Press, Chicago.

Rinderer T. E., Sylvester H. A., Brown M. A., Villa J. D., Pesante D. and Collins A. M. 1986. Field And Simplified Techniques for İdentifying Africanized and European Honey Bees. Apidologie, Vol. 17, pp. 33-48

Ruttner, F., Tassencourt, L. and Louveaux, J. 1978. Biometrical-statistical analysis of geographic variabilty of *A. mellifera L.* I. Material and Methods. Apidologie Vol. 9(4), pp. 363-381.

Ruttner, F., Pourasghar, D. und Kauhausen, D. 1985. Die Honigbienen Des Iran 2. *Apis mellifera meda* Skorikow, Die Persische Biene. Apidologie 16(3):241-264.

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.

Schroder, S., Wittmann, D., Drescher, W., Roth, V., Steinhage V. and Cremers, A, B. 2002. The New Key to Bees: Automated Identification by Image Analysis of Wings. IN: Kevan P & Imperatriz Fonseca VL (eds) - Pollinating Bees - The Conservation Link Between Agriculture and Nature - Ministry of Environment/Brasília. pp. 209-216.

Settar, A. 1983. Ege bölgesi arı tipleri ve gezginci arıcılık üzerinde araştırmalar. Ege Bölge Zirai Araştırma Enst. Doktora Tezi. İzmir.

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 from Central Asia. Apidologie, Vol. 34, pp. 367–375.

Sıralı, R. 1998. Şanlıurfa ilinin farklı ekolojik koşullarında bulunan bal arılarının bazı morfolojik karakterlerinin belirlenmesi üzerine araştırmalar. Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enst. Doktora Tezi. Şanlıurfa.

Smith, D.R., Slaymaker, A., Palmer, M. and Kaftanoğlu, O. 1997. Turkish honeybees belong to the east Mediterranean mitochondrial lineage. Apidologie, Vol. 28(5), pp. 269-274.

Smith, D. R. 2002. Genetic diversity in Turkish honey bees. Uludağ Bee Journal. pp 10-17.

Souza, D. C., Cruz, C. D., Oliveira Campos, L. A.O. and Regazzi, A.J. 2002. Correlation Between Honey Production and Some Morphological Traits in Africanized Honey Bees (*Apis Melifera*). Ciência Rural, Santa Maria, v.32, n.5, pp.869-872.

Szabo, T.I. and Lefkovitch, 1988. Fourth generation of closed population honey bee breeding 2. Relationship between morphological and colony traits. Apidologie, Vol. 19(3), pp. 259-274.

Szabo, T.I. and Lefkovitch, 1992. Heritability of colour pattern in closed population of honeybees. Apidologie, Vol. 23, pp. 151-159.

Tan, K., Radloff, S. E., Hepburn, H.R., Yang, M., Zhang, L. and Fan, X. 2007. Environmentally-induced developmental effects on morphometric characters of workers in *Apis cerena* colonies. Apidologie, Vol. 38, pp. 289-295.

Tofilski, A. 2008. Using geometric morphometrics and Standard morphometry to discriminate three honeybee subspecies. Apidologie, Vol. 39, pp. 558-563.

Winston, M. L. and Michener, C. D. 1990. Dual Origin of Highly Social Behavior Among Bees. Proc. Natl. Acad. Sci. Vol. 74(3), pp. 1135-1137.

Winston, M.L. 1987. The Biology of the Honey Bee. Harward University Press. p.6.

Whitfield, C. W., Behura, S. K., Berlocher, S. H., Clark, A. G., Johnston, J. S., Sheppard, W. S., Smith, D. R., Suarez, A. V., Weaver, D. and Tsutsui, N. D. 2006. Thrice out of Africa: Ancient and recent expansions of the honey bee, *Apis mellifera*, Science Vol. 27, pp. 642–645.

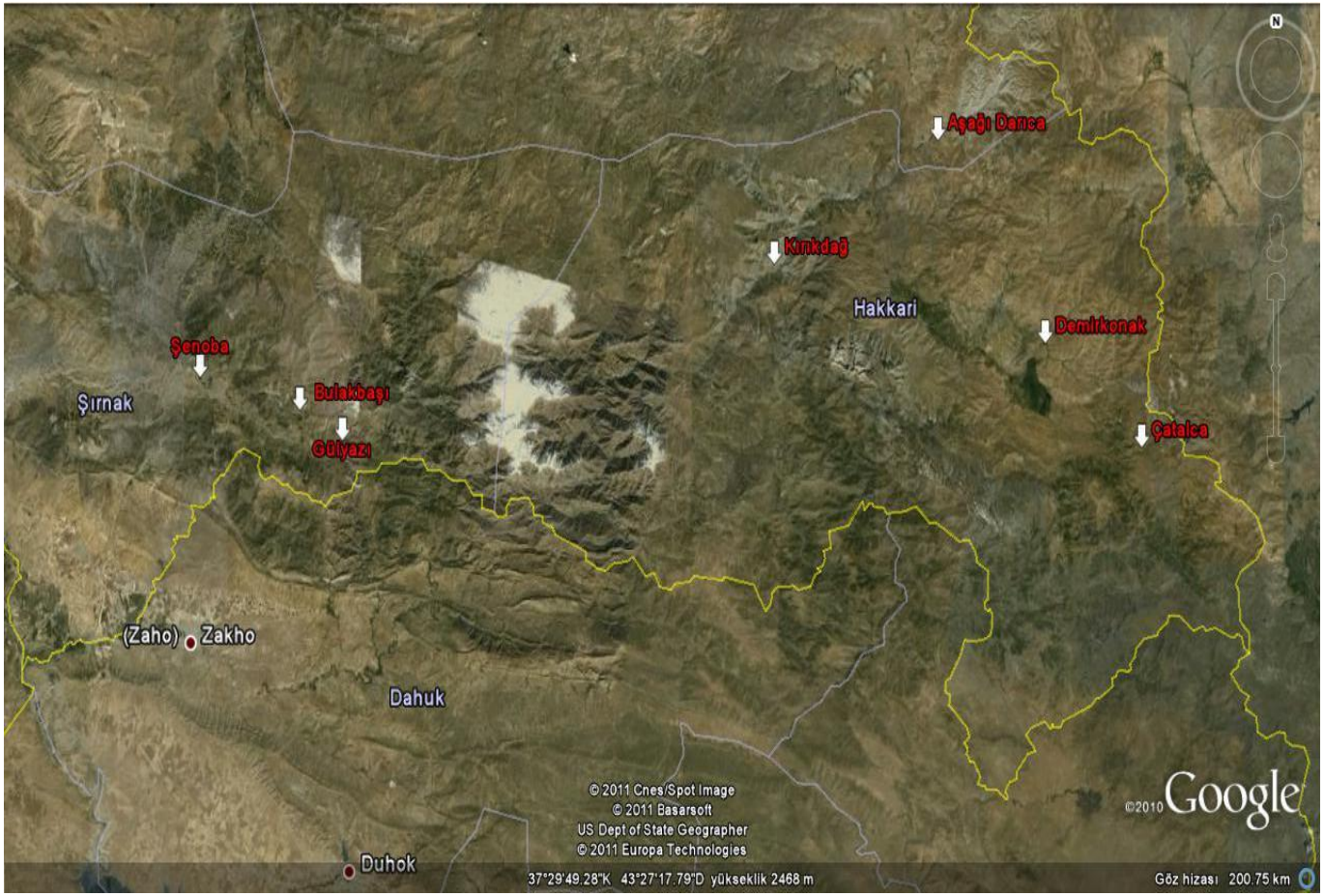
EKLER

EK 1 Van-İran Örnek Toplanan Yerleşim Birimleri.....118
EK 2 Hakkari-Şırnak Örnek Toplanan Yerleşim Birimleri 119
EK 3 Mardin Örnek Toplanan Yerleşim Birimleri.....120
EK 4 Şanlıurfa Örnek Toplanan Yerleşim Birimleri.....121
EK 5 Kilis Örnek Toplanan Yerleşim Birimleri.....122
EK 6 Hatay Örnek Toplanan Yerleşim Birimleri 123
EK 7 Suriye Örnek Toplanan Yerleşim Birimleri.....124

EK 1 VAN-İRAN ÖRNEK TOPLANAN YERLEŞİM BİRİMLERİ



EK 2 HAKKARİ-ŞIRNAK ÖRNEK TOPLANAN YERLEŞİM BİRİMLERİ



EK 3 MARDİN ÖRNEK TOPLANAN YERLEŞİM BİRİMLERİ



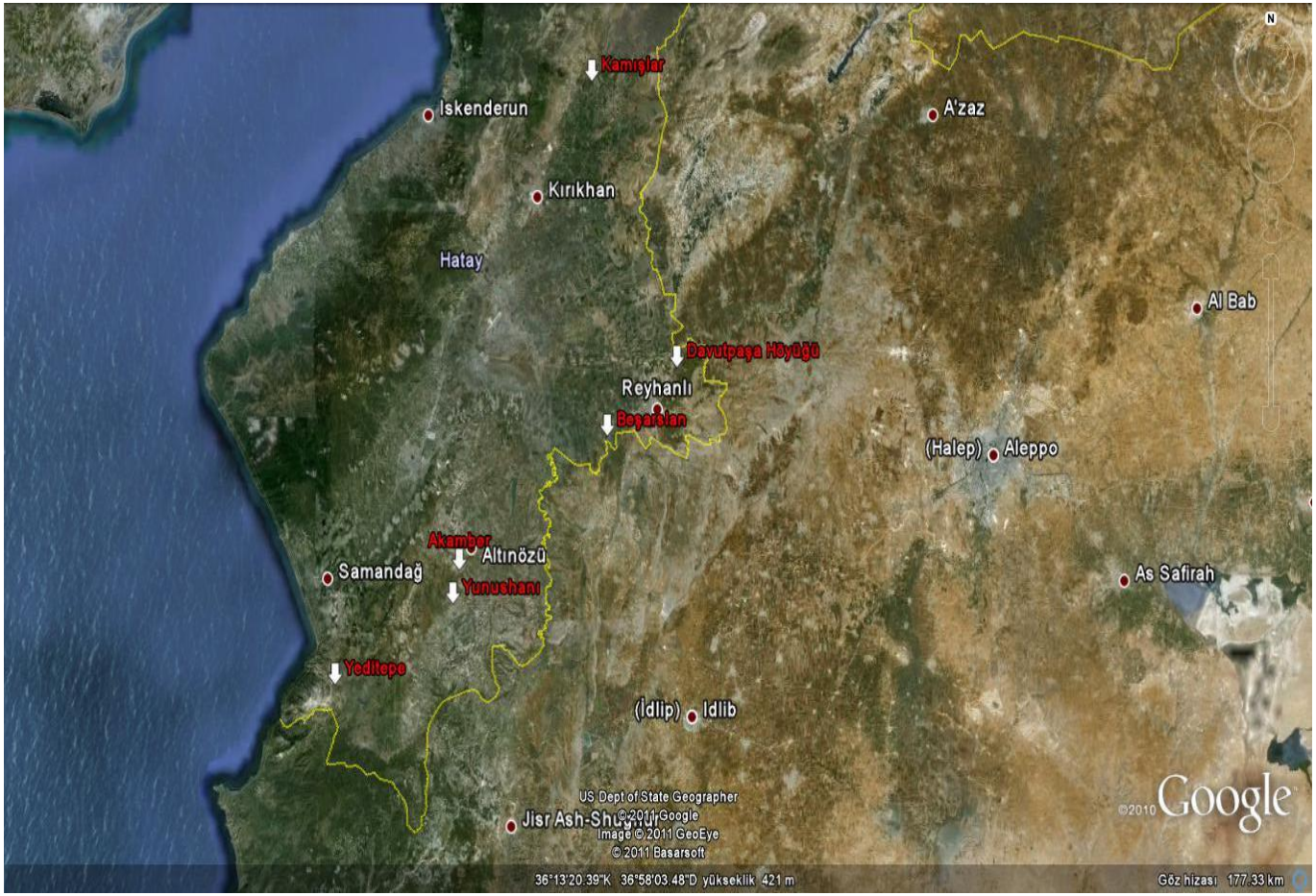
EK 4 ŞANLIURFA ÖRNEK TOPLANAN YERLEŞİM BİRİMLERİ



EK 5 KİLİS ÖRNEK TOPLANAN YERLEŞİM BİRİMLERİ



EK 6 HATAY ÖRNEK TOPLANAN YERLEŞİM BİRİMLERİ



EK 7 SURİYE ÖRNEK TOPLANAN YERLEŞİM BİRİMLERİ



ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Gonca ÖZMEN ÖZBAKIR
Doğum Yeri : Ankara
Doğum Tarihi : 12.11.1978
Medeni Hali : Evli
Yabancı Dili : İngilizce

Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

Lise : Ankara Mehmet Rüştü Uzel Kimya Meslek Lisesi (1992-1995)
Lisans : Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü (1996-2000)
Yüksek Lisans : Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Zootekni Anabilim Dalı (2001-2004)

Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl

Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü 2003-2005
AnkaraÜniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü 2005-

Yayınları

Çetin, M., Şengül, T., **Özmen, G.**, Söğüt, B. 2006. The Effect of Egg Weight on Hatching Rate and Fattening Performance of Partridges (A.chukar). Journal of Animal and Veterinary Advances. 5(6)507-510.

Şengül, T., Çetin, M., **Özmen, G.**, Dede, E. 2005. Farklı Yetiştirme Sistemlerinde Barındırılan Kekliklerin (A.chukar) Besi Performanslarının Karşılaştırılması. Tavukçuluk Araştırma Dergisi. 6(1)53-56, Ankara.