

**T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

DOKTORA TEZİ

**KAFKAS ARI IRKI (*Apis mellifera caucasica* Gorbatshev)'NDA HİJYENİK
DAVRANIŞ FENOTİPİNİN DÖRDÜNCÜ VE BEŞİNCİ
GENERASYONLARDAKİ DEĞİŞİM DÜZEYİ VE KİMİ ISLAH
PARAMETRELERİNİN BELİRLENMESİ**

SELİM BIYIK

ZOOTEKNİ ANABİLİM DALI

SAMSUN

2019

Her hakkı saklıdır.

TEZ ONAYI

Selim BIYIK tarafından hazırlanan “Kafkas Arı Irkı (*Apis mellifera caucasica* Gorbatshev)’nda Hijyenik Davranış Fenotipinin Dördüncü ve Beşinci Generasyonlardaki Değişim Düzeyi ve Kimi Islah Parametrelerinin Belirlenmesi” adlı tez çalışması 03/01/2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Zootečni Anabilim Dalı’nda **Doktora Tezi** olarak kabul edilmiştir.

Danışman Prof. Dr. Ahmet GÜLER
Ondokuz Mayıs Üniversitesi
Zootečni Anabilim Dalı

Jüri Üyeleri

Başkan: Prof. Dr. Ahmet GÜLER
Ondokuz Mayıs Üniversitesi
Zootečni Anabilim Dalı

Üye Prof. Dr. Banu YÜCEL
Ege Üniversitesi
Zootečni Anabilim Dalı

Üye Prof. Dr. Ahmet DODOLOĞLU
Atatürk Üniversitesi
Zootečni Anabilim Dalı

Üye Prof. Dr. Mehmet Akif ÇAM
Ondokuz Mayıs Üniversitesi
Zootečni Anabilim Dalı

Üye Dr. Öğ. Üyesi Servet ARSLAN
Akdeniz Üniversitesi
Zootečni Anabilim Dalı

Yukarıdaki sonucu onaylarım. .../.../2019

Prof. Dr. Bahtiyar ÖZTÜRK

Enstitü Müdürü

ETİK BEYAN

Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez içindeki bütün bilgilerin doğru ve tam olduğunu, bilgilerin üretilmesi aşamasında bilimsel etiğe uygun davrandığımı, yararlandığım bütün kaynakları atıf yaparak belirttiğimi beyan ederim.

03/01/2019

Selim BIYIK

ÖZET

Doktora Tezi

KAFKAS ARI IRKI (*Apis mellifera caucasica* Gorbatshev)'NDA HİJYENİK
DAVRANIŞ FENOTİPİNİN DÖRDÜNCÜ VE BEŞİNCİ
GENERASYONLARDAKİ DEĞİŞİM DÜZEYİ VE KİMİ ISLAH
PARAMETRELERİNİN BELİRLENMESİ

Selim BIYIK

Ondokuz Mayıs Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Zootekni Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Ahmet GÜLER

Bu çalışmada, daha önce hijyenik davranış fenotipi yönünden üç generasyon seleksiyon uygulanmış Kafkas arı ırkı ebeveyn kolonilerinin dördüncü ve beşinci generasyonlarında bu davranışın değişim düzeyinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla, hijyenik davranış düzeyi üç generasyon geliştirilmiş Kafkas arı ırkını (*Apis mellifera caucasica* Gorbatshev) temsil eden koloniler kullanılmıştır. Dördüncü generasyonu oluşturmak üzere üçüncü generasyondan 9 ebeveyn (ana-baba) kolonisi seçilmiş ve bunlardan 122 kızkardeş ana arı yetiştirilmiş, beşinci generasyonu oluşturmak üzere dördüncü generasyondan ise 10 ebeveyn (ana-baba) kolonisi seçilmiş ve bunlardan 72 kızkardeş ana arı yetiştirilerek kolonilere kazandırılmıştır. Gelecek generasyonları oluşturmak için larva transferi ve suni tohumlama yöntemleri kullanılmıştır. Dördüncü ve beşinci generasyonların ortalama ölü pupa temizleme miktarı sırası ile 158.30 ± 0.63 ve 159.90 ± 0.71 adet/pupa/koloni belirlenmiştir. Ana kız regresyonu ve varyans analizi yöntemlerinden yararlanarak hesaplanan kalıtım derecesi katsayıları, dördüncü ve beşinci generasyonlar için sırası ile 0.112 ± 0.096 , 0.032 ± 0.024 ve 0.60 ± 0.25 , 0.98 ± 0.36 bulunmuştur. Generasyonlar üzerinden geniş anlamlı (GAK) kalıtım derecesi (h^2) ise 0.33 ve 0.12 olarak belirlenmiştir. Bu iki generasyonda seleksiyon üstünlüğü (I), 7.16 ve 6.02 ve genetik ilerleme (ΔG), 2.37 ve 0.71 bulunmuştur. Dördüncü ve beşinci generasyonların temizledikleri ortalama ölü pupa miktarlarının % 95'in üzerinde olduğu belirlenmiştir. Dolayısı ile Kafkas arı ırkında hijyenik davranışlı koloni/popülasyonu ıslahı için dört generasyonun yeterli olabileceği değerlendirilmiştir.

Ocak 2019, 80 sayfa

Anahtar kelimeler: Kafkas ırkı (*Apis mellifera caucasica* Gorbatshev), ölü pupa temizleme, genetik, ıslah

ABSTRACT

Doctoral Dissertation

THE CHANGE LEVEL OF HYGIENIC BEHAVIOUR PHENOTYPE OF
CAUCASIAN (*Apis mellifera caucasica* Gorbatshev) HONEY BEE SUBSPECIES
DURING THE FOURTH AND FIFTH GENERATIONS AND DETERMINING
THE SOME BREEDING PARAMETERS

Selim BIYIK

Ondokuz Mayıs University

Graduate School of Sciences

Department of Animal Science

Supervisor: Prof. Dr. Ahmet GÜLER

This study aims, determine of change level of hygienic Behaviour of selected honey beecolonies of Caucasian Honey Bee in fourth and fifth generation. Used to determined and improved three generation in terms of dead pupa removal of Caucasian (*Apis mellifera caucasica* Gorbatshev) honey bee. Selected nine colony used to daughter and mother from three generation to form four generation, twelve colony used to from four generation to five generation. In order to form to fourth generation, were selected 9 parents colony (mother and daughter) from third generation and were reared 122 sisters queen bee. In order to form to fifth generation, were selected 10 parents colony (mother and daughter) from fourth generation and were reared 72 sisters queen bee. Used to larvae rearing for next generation queen bee. Determined to average dead pupa removal fourth and fifth generation respectively 158.30 ± 0.63 and 159.90 ± 0.71 number/pupae/colony. Determined of heritability figure that used to regression coefficient and analysis of variance respectively from fourth and fifth generation 0.112 ± 0.096 , 0.032 ± 0.024 and 0.60 ± 0.25 , 0.98 ± 0.36 , brood sense heritability (h^2) 0.33 and 0.12. Selection superiority ($\bar{i}$) and genetic impression (ΔG) were determined as 7.16 and 6.02, 2.37 and 0.71. The fourth and fifth generations were determined to have a average dead pupae removal over of 95% and could be sufficient for hygienic behavior in the Caucasian honey bee race for four generations.

January 2019, 80 pages

Keywords: Caucasian honey bee (*Apis mellifera caucasica* Gorbatshev), dead pupa, remove, genetic, breeding

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Lisansüstü öğrenimim süresince bilgi ve deneyimi ile her konuda destek olan danışman hocam Sayın Prof. Dr. Ahmet GÜLER'e teşekkürlerimi sunarım.

Tez İzleme Komitesi üyeleri Prof. Dr. Ahmet DODOLOĞLU ve Prof. Dr. Mehmet Akif ÇAM hocalarıma ve tez savunma jürisinde yer alan Prof. Dr. Banu YÜCEL ve Dr. Öğr. Üyesi Servet ARSLAN hocalarıma değerli katkı ve değerlendirmelerinden dolayı teşekkür ederim.

Çalışmanın yürütülmesi sırasındaki yardımlarından dolayı Ondokuzmayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi hayvancılık işletmesi personeli Hikmet ATAN'a, lisansüstü öğrenimim süresinde birlikte çalışma fırsatı bulduğum meslektaşlarım Zir. Müh. Gökhan KAVAK, Zir. Yük. Müh. Abdurrahman AYDIN, Zir. Müh. Burak ÖZBEK, Zir. Müh. Nuh KARAÇIBIK ve Araş. Gör. Emre UĞURLUTEPE'ye, bu süreçte her türlü desteklerinden dolayı Ondokuzmayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dekanlığı'na teşekkür ederim.

Elde edilen verilerin istatistik analiz ve değerlendirme sürecindeki katkılarından dolayı Prof. Dr. Hasan ÖNDER ve Dr. Arş. Gör. Samet Hasan ABACI'ya teşekkür ederim. Bu günlere gelebilmemdeki maddi ve manevi destekleri ve eğitim hayatım boyunca gösterdikleri sabır ve anlayışla yanımda oldukları için kıymetli annem, babam ve kardeşlerime teşekkür ederim.

Bu tez çalışması PYO-ZRT.1904.14.13 nolu Bilimsel Araştırma Projesi olarak Ondokuz Mayıs Üniversitesi tarafından desteklenmiştir.

Ocak 2019, Samsun

Selim BIYIK

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR	iii
İÇİNDEKİLER DİZİNİ	iv
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	ix
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	7
3. MATERYAL VE YÖNTEM	21
3.1. Materyal.....	21
3.1.1. Arı materyali	21
3.1.2. Kovan materyali ve kayıtların tutulması	22
3.1.3. Koloni yönetimi	23
3.1.3.1. Kolonilerin beslenmesi.....	23
3.1.3.2. İlaçlı mücadele.....	24
3.1.3.3. Kolonilerin barındırılması ve kışlatılması	25
3.1.3.4. Kolonilerin aktarılması ve gerekli düzenlemeler	25
3.1.3.5. Denemede yararlanılan diğer alet ve ekipmanlar	26
3.2. Yöntem	27
3.2.1. Dördüncü ve beşinci generasyonun oluşturulması.....	27
3.2.1.1. Başlatıcı kolonisi hazırlama	28
3.2.1.2. Çiftleştirme kolonisi hazırlama	29
3.2.1.3. Erkek arı yetiştirme	30
3.2.1.4. Ana arı yetiştirme (♀ arı anası koloniler).....	31
3.2.1.5. Yetiştirilen an arıların suni tohumlanması	31
3.2.1.6. Hijyenik davranış karakterinin belirlenmesi	34
3.2.1.7. Temizlenen ölü pupa sayım yöntemi.....	37
3.2.2. İstatistiki değerlendirme.....	38
3.2.3. Islah parametrelerinin hesaplanması	38

4. BULGULAR	40
4.1. Ölü Pupa Temizleme Davranışı	40
4.1.1. Dördüncü (P_3) generasyon	40
4.1.1. Beşinci (P_4) generasyon	47
4.2. Islah Parametrelerinin Hesaplanması	52
4.2.1. Seleksiyon üstünlüğü	52
4.2.2. Genotipik ilerleme.....	54
4.2.3. Kalıtım derecesi	54
4.2.3.1. Generasyonlar üzerinden kalıtım derecesi (h^2) hesaplama.....	55
4.2.3.2. Ana kız regresyonundan yararlanarak kalıtım derecesi (h^2) hesaplama	56
4.2.3.3. Varyans analizinden yararlanılarak kalıtım derecesi (h^2) hesaplama	56
4.2.3.4. Tekrarlanma derecesi (r).....	57
5. TARTIŞMA VE SONUÇ	59
KAYNAKLAR	65
ÖZGEÇMİŞ	81

SİMGELER VE KISALTMALAR

SİMGELER

cm	Santimetre
g	Gram
kg	Kilogram
l	Litre
$S_{\bar{x}}$	Standart Hata
$\bar{X}$	Ortalama

KISALTMALAR

DAK	Dar anlamlı kalıtım derecesi
GAK	Geniş anlamlı kalıtım derecesi
max	Maksimum
min	Minimum
Ort	Ortalama

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 2.1. Orijinal Kafkas (<i>A. m. caucasica</i> G.) arı ırkında renk görünümü ..	18
Şekil 3.1. Kovanlara numara verilmesi.....	23
Şekil 3.2. Hazırlanan kek ve kolonilere verilşi	24
Şekil 3.3. Şerbetin hazırlanışı ve kolonilere verilşi	24
Şekil 3.4. Varroa akarına karşı kullanılan Perizin ve ilacın uygulanışı	25
Şekil 3.5. Deneme kolonilerinin kış dönemindeki görünüşleri.....	25
Şekil 3.6. Sıvı nitrojen tankı ve sıvı nitrojen aktarım körüğü.....	27
Şekil 3.7. Plastik ölçü kabı ve galvanizli silindir huni.....	27
Şekil 3.8. Başlatıcı kolonisi	29
Şekil 3.9. Larva transferi.....	29
Şekil 3.10. Ana arı hücresi hasadı	30
Şekil 3.11. Ana arı hücrelerinin çiftleştirme kolonilerinde çerçeve üzerine yapıştırılması ve çıkışın gerçekleşmesi	30
Şekil 3.12. Suni tohumlama alt yapısı	33
Şekil 3.13. Suni tohumlanacak ana arının cam fanus içerisinde uçurulması ...	33
Şekil 3.14. Ana arının tutucu tüplerle suni tohumlama cihazına yerleştirilmesi	33
Şekil 3.15. Ana arı oviductuna semenin aktarılması	34
Şekil 3.16. Suni tohumlanmış ana arılar	34
Şekil 3.17. Kapalı yavrulu çerçeve seçimi	35
Şekil 3.18. Silindir huninin temel peteğe yerleştirilmesi	36
Şekil 3.19. Sıvı nitrojen uygulanması	36
Şekil 3.20. Sıvı nitrojen uygulanmış pupa alanı (solda) ve koloni işçi arıları tarafından temizlenmiş pupa görünümü (sağda)	36
Şekil 3.21. Nitrojen uygulanan çerçevenin işaretlenerek alındığı koloniye geri verilmesi	37
Şekil 3.22. Sıvı nitrojen uygulaması yapılan yavrulu alanın resimlenmesi ve bilgisayar ekranında ölü pupa sayımlarının yapılışı	38

Şekil 4.1. Deneme kolonilerinin 48 satte temizledikleri ortalama ölü pupa miktarları (adet/koloni).....	51
---	----



ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa No

Çizelge 3.1. Kolonilerin üç generasyonda ortalama ölü pupa temizleme miktarı, % 95 pupa temizleyen koloni sayısı, oranı, önceki generasyondan farkı, pupanın tümünü temizleyen koloni sayısı ve oranlarına ilişkin değerler.....	21
Çizelge 4.1. Kolonilerin dördüncü (P ₃) generasyon Ağustos, Eylül ve Ekim Ayları'nda 24 saatte bireysel temizledikleri toplam (adet/koloni) ortalama (adet/koloni) ve yüzde (%/koloni) ölü pupa miktarlarına ilişkin değerler.....	41
Çizelge 4.2. Kolonilerin dördüncü (P ₃) generasyon Ağustos, Eylül ve Ekim Ayları'nda 48 saatte bireysel temizledikleri toplam (adet/koloni) ortalama (adet/koloni) ve yüzde (%/koloni) ölü pupa miktarları ilişkin değerler.....	43
Çizelge 4.3. Kolonilerin sıvı nitrojen uygulamasının beşinci (P ₄) generasyon Ağustos, Eylül ve Ekim Ayları'nda 24 saatte bireysel temizledikleri toplam (adet/koloni), ortalama (adet/koloni) ve yüzde (%/koloni) ölü pupa miktarlarına ilişkin değerler.....	47
Çizelge 4.4. Kolonilerin sıvı nitrojen uygulamasının beşinci (P ₄) generasyon Ağustos, Eylül ve Ekim Ayları'nda 48 saatte bireysel temizledikleri toplam (adet/koloni). ortalama (adet/koloni) ve yüzde (%/koloni) ölü pupa miktarlarına ilişkin değerler.....	48
Çizelge 4.5. Deneme kolonilerinin 48 saatte ortalama ölü pupa temizleme miktarı, % 95 pupa temizleyen koloni sayısı, oranı, önceki generasyondan farkı, pupanın tümünü temizleyen koloni sayısı ve oranlarına ilişkin değerler.....	51
Çizelge 4.6. Denemenin üçüncü (P ₂), dördüncü (P ₃) ve beşinci (P ₄) generasyonlarında ve bunlardan selekte edilen döl populasyonlarında ölü pupa temizleme miktarları, seleksiyon üstünlüğü (i), kalıtım derecesi (h ²) ve genotipik ilerleme parametrelerine ilişkin ortalama değerler.....	57

Çizelge 4.7. Denemenin ikinci, üçüncü, dördüncü ve beşinci generasyonlarında ve bunlardan selekte edilen döl populasyonlarında ortalama ölü pupa temizleme miktarlarına ait varyans unsurları, kalıtım derecesi (h^2), standart hata (Sx) ve tekrarlanma derecelerine (r) ilişkin katsayı ve değerler.....

57



1. GİRİŞ

Bal arısı (*Apis mellifera* L.); bal, bal mumu, arı sütü, propolis gibi ürünlerinin (Güler, 2017) yanında insan beslenmesi amacı ile tarımsal üretimi yapılan veya doğadaki diğer bitkilerin tozlaşmasına katkısı nedeni ile doğal yaşam (Williams, 1996; Richards, 2001; Steffan-Dewenter vd, 2005; Klein vd, 2007; Wright vd, 2018), tarımsal üretim ve dolayısı ile insan beslenmesi ve yaşamı üzerinde vazgeçilmez bir canlıdır (Maggi vd, 2016). Bal arısı, hayvanlar tarafından tozlaşma ihtiyacı duyan ve küresel gıda üretiminde % 47'lik paya sahip olan bitkiler açısından en önemli ticari tozlayıcıdır. Bu özelliğinden dolayı ekonomik, sürdürülebilir ve güvenilir gıda için önemli bir role sahiptir. Bunun yanında bal arısı yabancı bitkilerin tozlaşması ile ekolojik denge ve sürdürülebilirlik üzerinde önemli rol oynamaktadır. Tozlaşma ile sürdürülebilir ekolojik yaşama ve tarımsal gıdalara sağladığı verim artışı ve kalite açısından, bal ve diğer arı ürünlerinin yan ürünler olarak değerlendirilmesine bile neden olabilmektedir (Genersch, 2010). Polinasyon ve gıda üretimi üzerindeki bu etkisi değerlendirildiğinde, bal arısı ve bal arısının sağlığı önemli bir konu haline gelmektedir. Buğday, mısır, pirinç ve patates gibi temel bazı gıdaların üretilebilmeleri için hayvanlar tarafında tozlaşmaya ihtiyaç duymasa bile (Richards, 2001; Ghazoul, 2005; Klein vd, 2007), insan beslenmesinde önemli yer tutan bazı sebze ve meyveler hayvanlar tarafından tozlaşmaya ihtiyaç duymakta, bu tozlaşmanın sağlanmasında da bal arısı vazgeçilmez olmaktadır (Steffan-Dewenter vd, 2005). Böcekler tarafından tozlaşma ihtiyacı duyan bitkiler büyük oranda bal arısı tarafından tozlaştırılmaktadır (Williams, 1996; Richards, 2001; Klein vd, 2007; Güler, 2017). Bitkisel üretimin % 90'ının bal arısı tozlaşmasına ihtiyacı değerlendirildiğinde (Steffan-Dewenter vd, 2005; Güler, 2017), bal arısı ürünleri yanında, tozlaşmaya, bitkisel üretime ve ekolojik yaşama sağladığı yarar ortaya çıkacaktır (Klein vd, 2007; Allsopp vd, 2008; vanEngelsdorp ve Meixner, 2010; Yamamoto vd, 2012; Delaplane vd, 2013a,b)

Bal arısına ait ilk tarihi bulgular M.Ö. 3100 yılına dayanmakta, (Crane, 1999) ve bu bulgular ışığında bal arısının dünya üzerinde binlerce yıldır yaşamını sürdürebilmiş, yüksek adaptasyonu ve bu adaptasyona bağlı yaşama gücünden dolayı kutuplar hariç tüm dünyaya yayılmıştır (Güler, 2017).

Bu güçlü adaptasyon ve yaşama gücüne rağmen, her canlı türünde olduğu gibi bal arısını (*Apis mellifera* L.)’nda yaşama gücünde azalma ve verim düzeyinde düşüklüğe neden olan ve dolayısı ile önlem alınmadığında ekonomik kayba ve yüksek düzeyde koloni ölümlerine sebep olan hastalık ve zararlıları vardır (Kaftanoğlu ve Özgür, 2000; Rinderer vd, 2010; Güler, 2017). Günümüzde bu hastalık ve zararlılar ile mücadele ve bu kayıpları önleme dünyada önemli bir sorun haline gelmiştir (Filazi vd, 1999; Mutinelli, 2000; vanEngelsdorp vd, 2008; Potts vd, 2010). Bu hastalık ve zararlılar arı kolonilerini ve dolayısı ile arıcılığı olumsuz etkilemekte ve arıcılıkta çok önemli koloni ve ekonomik kayıplara neden olmaktadır (Kaftanoğlu ve Özgür, 2000; Martin vd, 2012; Wilfert vd, 2016). Bu hastalık ve zararlılar ile tüm dünyada son 65-70 yıldır yoğun bir şekilde ilaçlı mücadele yoluna başvurulmuştur. Hastalık ve zararlılara karşı ilaç kullanımı ile ilaçlara karşı dirençli hastalık etmen ve parazitleri oluşmuş, kullanılan ilaçların hastalık ve zararlılara karşı etkinliği azalmış ürünlerde ilaç kalıntısı ile insan sağlığı açısından önemli sorun yaratmıştır (Milani, 1999; Wallner, 1999; Mutinelli, 2000; Lodesani ve Costa, 2005; Rinderer vd, 2010). Hastalık ve zararlılara karşı ilaçların bilinçsiz kullanımı sonucunda önemli bir akar olan *Varroa destructor* parazitin yoğunluğuna bağlı olarak arı kolonileri bakteriyel, fungal ve viral hastalıklara karşı savunmasız kalarak daha çok olumsuz etkilenmeye başlamış ve verimleri düşmüştür (Chantawannakul ve Dancer, 2001). Aynı şekilde çok tehlikeli ve bulaşıcı bir hastalık olan Amerikan yavru çürüklüğü (*Paenibacillus larvae*) ve nosema (*Nosema apis* ve *Nosema cerena*) gibi birçok hastalık da dünyada ve ülke çapında yaygınlaşmış, kolonilerin gelişmesini ve verimini düşürmüş ve kolonilerin sönmesine neden olmuştur. İlaçların bu olumsuz etkileri sebebiyle Avrupa Birliği aldığı kararla bal arısı kolonilerinde her türlü antibiyotik kullanımını yasaklamıştır (Mutinelli ve Rademacher, 2003). Türkiye’de ise Tarım ve Orman Bakanlığı Koruma Kontrol Genel Müdürlüğü aldığı karar ile hiçbir antibiyotiğin bal arılarında kullanımına ruhsat vermemiştir (Kolonkaya vd, 2002; Mutinelli ve Rademacher, 2003).

Koloniler halinde yaşayan sosyal böcekler, bireyler arasındaki yüksek genetik benzerlik ve bazı yetiştirme faktörlerine bağlı olarak, hastalık ve zararlılara karşı duyarlıdır. Buna rağmen çoğu böcek türü kendisini olumsuz etkileyen patojen ve parazitlerle mücadele edebilmek için bir dizi savunma yöntemi geliştirmiştir (Wilson-Rich vd, 2009; Kurze vd, 2016). Başta ABD ve bazı Avrupa ülkeleri olmak üzere son

yıllarda bu savunma davranışları dikkate alınarak bal arısı hastalık ve zararlılarına karşı mücadelede ilaç kullanımı yerine daha kalıcı ve kesin çözüm olması nedeni ile genetik ıslah yöntemlerinden yararlanılarak dirençli arı stokları (hat ve soy) geliştirmeye ağırlık verilmiştir (Rinderer, 1986; Lodesani ve Costa, 2005; Rinderer vd, 2010; Unger ve Guzman-Nonova, 2010; Lee vd, 2013). Hijyenik davranış, kolonilerdeki işçi arıların bakteri, parazit ve fungus benzeri bal arısı hastalık ve zararlılarını koloni ortamından uzaklaştırması ve temizlemesi esasına dayanmaktadır (Spivak ve Reuter, 2008). Hijyenik davranış gösteren bal arısı kolonilerindeki işçi arılar, kovan içerisinde herhangi bir hastalık nedeni ile ölen larva ve pupaların petek gözlerinden temizlenerek kovan dışına taşınması ile bu hastalıklara neden olan patojenlerin kovan içerisinde çoğalarak diğer arılara bulaşmasını engellemektedirler. Koloninin ölü larva veya pupa temizleme düzeyi ile kolonide hastalık etmenleri yoğunluğu arasında önemli negatif ilişki belirlenmiştir. Bal arısı kolonileri arasında belirlenen bu farklılık kalıtsal nitelikte olup (Boecking vd, 2000), 15 – 20 günlük yaştaki genç ergin işçi arıların sahip oldukları bu davranış ile genç arıların hastalık etmenini ve tehlike kaynağını belirleme ve kovandan uzaklaştırma becerilerinin olduğu saptanmıştır (Spivak vd, 2003; Spivak, 2006). Kolonilerin hijyenik davranışı karakterinin tespitinde yararlanılan farklı yöntemler olmasına rağmen en güvenilir ve yaygın olarak kullanılan yöntem pupaya sıvı nitrojen uygulamasıdır (Palacio vd, 2000; de Guzman vd, 2001; Büchler vd, 2013; Güler ve Toy, 2013). Sıvı nitrojenin belli bir alandaki pupaya uygulanmasından 24 ve 48 saat sonra % 95 ve üzeri ölü pupa temizleyen koloniler hijyenik davranışa sahip olarak değerlendirilmektedir (Spivak ve Reuter, 1998a). Bal arısı kolonilerinin hijyenik davranış özelliğini belirlemeyi ve geliştirmeyi dolayısı ile hastalık ve zararlıları koloni ortamından uzak tutarak farklı ekolojik koşullarda dirençli arılar geliştirmeyi amaçlayan çalışmalar yürütülmüştür (Kaftanoğlu vd, 1997; Boecking ve Spivak, 1999; Spivak ve Reuter, 2001a, b; Lodesani ve Costa, 2005; Spivak vd, 2009; Rinderer vd, 2010). Bal arısı kolonilerinin hastalık ve zararlılarına karşı sahip olduğu bu direnç mekanizması, verim ve performans ile ilgili çoğu fenotipik özellikte olduğu gibi çevresel faktörlerden az veya çok etkilense bile (Boecking vd, 2000; de Guzman vd, 2001, Güler ve Toy, 2013), kalıtsal yapının da etkisi altında olduğu yapılan çalışmalar ile ortaya konmuştur (Harbo ve Harris, 1999; Boecking vd, 2000; Stanimirović vd, 2008). Bu nedenle de hijyenik

davranış hastalık ve zararlılara dayanıklılığın birinci mekanizması olarak değerlendirilmektedir (Spivak ve Reuter, 2008).

Türkiye sahip olduğu topoğrafik, ekolojik ve jeolojik farklılığının sağladığı bitki örtüsü ve iklim çeşitliliği ile yine farklı arı ırkları ile dünyanın en zengin gen kaynaklarına sahip arı gen merkezlerinden birisi konumundadır. Toplamda 8 milyonun üzerindeki koloni varlığı (FAO, 2018) ile dünyada koloni sayısı bakımından ikinci büyük potansiyele sahip olan ülkemizde topoğrafik yapıya bağlı oluşan zengin ekolojik çevre ve flora kaynakları sayesinde çok kaliteli ballar üretilmektedir (Güler ve Demir, 2005). Diğer tarafta Anadolu coğrafyası, *A. m. anatoliaca*, *A. m. caucasica*, *A. m. carnica*, *A. m. syriaca* ve *A. m. meda* gibi 5 arı ırkı ile dünyadaki en önemli arı gen havzalarından birisidir. Bu ırklar performans, üreme, davranış, morfoloji ve moleküler genetik gibi birçok özellik yönünden tanımlanmışlardır (Doğaroğlu, 1981; Adam, 1983; Karacaoğlu, 1989; Dülger, 1997; Genç ve Kaftanoğlu, 1997; Smith vd, 1997; Genç vd, 1999; Genç ve Fıratlı, 1999; Güler, 1999; Güler ve Kaftanoğlu, 1999a,b,c; Güler vd, 1999; Dodoloğlu, 2000; Kandemir vd, 2000; Palmer vd, 2000; Güler, 2001; Dodoloğlu ve Genç, 2002; Güler vd, 2002; Güler ve Bek, 2002; Erkan, 2006; Kandemir vd, 2006; Özdiş vd, 2009; Güler, 2010; Güler vd, 2010; Koç ve Karacaoğlu, 2011; Yücel ve Kösoğlu, 2011; Gösterit vd, 2012; Kandemir vd, 2012; Özdiş ve İlhan, 2012; Özdiş vd, 2012; Uygur, 2012; Akyol vd, 2014; Nikolova vd, 2015; Ilyasova vd, 2016; Aydın, 2017; Cengiz ve Erdoğan, 2017; Syromyatnikov vd, 2018; Ünal ve Özdiş, 2018). Ancak hem sahip olduğu koloni varlığı ve genetik kaynak ve çeşitliliği, hem özellikle göçer arıcılık sisteminde yararlanılabilecek iklim özellikleri ve ekolojik çevre ile arıcılık potansiyeline rağmen ülkemizde, henüz sahip olduğu bu genetik materyalden yetiştirici beklenti ve isteklerini de karşılayacak şekilde, yüksek verimli, hastalık ve parazitlere dirençli, hırçınlık düzeyi yüksek olmayan ve oğul verme eğilimi düşük bir genetik materyal geliştirilip arı yetiştiricilerinin kullanımına sunulamamıştır (Güler ve Bıyık, 2012; Güler, 2017)

Kafkas arı ırkı ekonomik anlamda üstün özelliklere sahip arı ırklarından birisidir. Dünyada dağılım gösterdiği alanlardan birisi de Türkiye'nin Kuzeydoğu Anadolu (Artvin, Ardahan ve Kars) Bölgesi'dir (Adam, 1983; Rinderer, 1986). Tarım ve Orman Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü tarafından ırk tescili yapılmıştır. Bu arı ırkı uzun dil, sakin davranış ve yüksek bal verim yeteneği

gibi önemli ekonomik özelliklere sahip olması sebebiyle yetiştiriciler tarafından aranan bir genetik materyal niteliğinde olup damızlık talebi her geçen gün artmaktadır (Güler ve Kaftanoğlu, 1999c). Ancak, gerek Kafkas arı ırkının ve gerekse Anadolu'daki diğer arı ırklarının parazit, predatör ve patojenlere karşı direnç veya duyarlılık düzeyleri üzerindeki çalışmaların sınırlı olmasına bağlı olarak bu ırkların söz konusu özellikleri yeterince bilinmemekte ve bununla ilgili az sayıda çalışma bulunmaktadır. Dolayısı ile bu çalışmaların yetersizliğine bağlı olarak çok önemli bir bal arısı hastalığı olan ve büyük miktarda koloni kayıplarına neden olan *Paenibacillus larvae* bakterisine karşı bir savaşım gücü olan hijyenik davranışın düzeyi ülkemiz arı ırkları için yeterince bilinmemektedir.

Üç generasyon boyunca seleksiyon uygulanarak hijyenik davranış fenotipi belirli oranda iyileştirilmiş popülasyonda daha sonra iki generasyon uygulanacak seleksiyon ile bu özellikte meydana gelecek değişim veya ilerleme-gerileme düzeyi bilinmemektedir. Ayrıca, bal arısında hijyenik davranış üzerinde kaç generasyon seleksiyon uygulanması gerektiği veya seleksiyonun popülasyonun ortalama ölü pupa temizleme davranışına bağlı olarak kaçınıcı generasyonda sonlandırılması gerektiği ve ekonomik seviyenin ne olduğu da bilinmemektedir. Bu çalışmada, Kafkas arısının hijyenik davranış düzeyinin seleksiyonun dördüncü ve beşinci generasyonlarında değişip değişmediğinin saptanması, eğer değişim var ise popülasyondaki düzeyi ve meydana gelecek genetik ilerlemenin değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

Bu hipotezi test etmek ile, Kafkas arı ırkını temsil eden ve daha önce, başlangıç popülasyonunda (P_0) hijyenik davranış düzeyi belirlenmiş ve iki generasyon (P_1 ve P_2) seleksiyon uygulanmış arı kolonilerinin dördüncü (P_3) ve beşinci (P_4) generasyonlardaki hijyenik davranışlarına ilişkin değişim düzeyi belirlenmiştir. Dördüncü (P_3) ve beşinci (P_4) generasyonlardaki kolonilerin ilk 24 ve 48'inci saatlerdeki ölü pupa temizleme düzeyleri de belirlenerek değerlendirilmiştir. Yine bu iki generasyonda genetik ilerleme (ΔG), seleksiyon üstünlüğü (i), geniş ve dar anlamlı kalıtım dereceleri (h^2) gibi bazı ıslah parametreleri belirlenmiş ve değerlendirilmiştir. Islah çalışmasının tüm generasyonlarında bu özellikler arasında meydana gelen değişim (ilk üç generasyon kaynak gösterilerek) değerlendirilmiştir. Ayrıca sekiz yıl yürütülen bu ıslah çalışmasının tüm generasyonlarını kapsayacak şekilde, elde edilen

bu materyalin ‘‘Damızlık’’ nitelikte bir materyal olup olmadığı veya damızlık materyal olarak kullanılma olasılığının bulunup bulunmadığı değerlendirilmiştir.



2. KAYNAK ÖZETLERİ

Bal arısı ıslahı, arı yetiştiricileri ve bal arısı üzerinde çalışmalar yürüten araştırmacıların yaklaşık 150 yıldır üzerinde durdukları bir konu olmasına rağmen bu alanda gerçekleşen ilerleme ne yazık ki diğer çiftlik hayvanlarındaki kadar hızlı olmamıştır. Bunun nedenleri arasında, ana arının farklı kolonilerden erkek arılar ile çiftleşmesi ve bu çiftleşmede babaların belirlenememesi veya kontrol edilememesi, ana arının doğal çiftleşme davranışında çiftleşme bölgesinde bulunan 8-15 erkek arı ile çiftleşmesi, çiftleşme bölgelerinin kullanılması sonucu kapalı popülasyon ıslahında da görülebileceği gibi cinsiyet allellerindeki homozigotluğun artmasına bağlı yavru yaşama gücündeki azalma ve ıslah çalışmasında aynı anda birden fazla fenotipik karakterin değerlendirilmeye alınması sayılabilir (Page ve Laidlaw, 1982; Szabo, 1982; Page ve Laidlaw, 1985; Woyke, 1988; Baer ve Schmid-Hempel, 2001; Tarpy ve Page, 2002; Tarpy, 2003; Tarpy ve Seeley, 2006; Seeley ve Tarpy, 2007; Şengonca, 2011). Bal arısının ıslahını zorlaştıran ve diğer çiftlik hayvanlarında yaşanan verim ve performans artışını nisbeten daha geriden takip etmesine neden olan bu karmaşık üreme biyolojisi, çiftleşme davranışı gereği uzak mesafelere uçuşması ve erkek bireylerin haploid yapısı gibi nedenler, bal arısına uzun süreçlerde doğal seçilimin de sonucu olarak edindiği yüksek adaptasyon kabiliyeti ve yüksek bir biyolojik değer kazandırmıştır. Ancak günümüz arıcılığı ve ıslah teknikleri, bal arısının sahip olduğu ve doğal seçim süreçlerinde edindiği bu üstün özellikleri sınırlandırma veya popülasyonların yaşama gücünün azaltmasına (Bouga vd, 2011) ve gelecek generasyonları oluşturmada yapılan seleksiyon sonucu damızlık sayısında azalma ve buna bağlı genetik çeşitliliğin de azalması sonucu yakın akrabalığa ve sonucunda hastalık ve zararlılara karşı duyarlılığın artması gibi olumsuz etkileri olabilir (Bourgeois vd, 2008). Buna rağmen ıslah çalışmaları, akrabalı yetiştiriciliğe bağlı yavru dejenerasyonunu önleyici ve bal arısının heterezigot diploid yapısını koruyacak şekilde planlanırsa üretilen ıslah edilmiş kullanma materyalinde böyle bir sorunla karşılaşmayacaktır. Nitekim Bourgeois ve Rinderer (2009), *Varroa* akarına karşı direnç mekanizması yönünden geliştirilmiş ve ıslah edilmiş Rusya bal arısının genetik karakterizasyonunu incelediği çalışmada, ıslah programı ve yönteminin genetik

çeşitliliği korumada başarılı olduğunu göstererek homozigotluğa bağlı yavru dejenerasyonunun önlenmesinde başarılı olduğunu bildirmiştir. Araştırmacılar, 1997 yılında Rusya bal arısı ıslah programının başlatılmasından sonra hatlar arasında yüksek düzeyde homozigotluk oluşturacak şekilde seleksiyona tabi tutulduğunu bildirmiştir. *Varroa destructor* ve trake akarlarına direnç ile bal verimi yönünde, popülasyona yoğun bir seleksiyon programı uygulanmış ve ıslah programının temelini oluşturan 18 hat belirlenmiştir. Bu hatlar popülasyonun heterozigotluğunu koruyacak şekilde üç hat üzerinden gruplanmış ve yetiştirilmelerine devam edilmiştir. Hatlar arasındaki genetik benzerliği belirlemek amacı ile ıslah edilen ve 18 hattı temsil eden arı kolonilerinin bulunduğu Rusya bal arısı ıslah, genetik ve fizyoloji laboratuvarı arılığında yetiştirilen arı kolonileri ile bu materyal ile yetiştiricilik yapılan özel bir arılıktan işçi arı örnekleri toplanmıştır. 49 mikrosatelit belirleyici kullanılarak DNA örneklerinde çoklu polimorfizm araştırılmıştır. Yapılan değerlendirme sonucunda ıslah programı sonunda geliştirilen 18 hattın akrabalı yetiştiriciliğe bağlı problemleri önlemede başarılı olduğu sonucuna varılmıştır (Bourgeois ve Rinderer, 2009). Bourgeois vd (2008), Amerika ve İtalya’da yetiştiriciliği yapılan ticari İtalyan bal arısı kolonilerinin genetik benzerlik ve akrabalık katsayılarını belirlemeyi amaçladıkları çalışmalarından elde ettikleri sonuçlara göre, ıslah çalışmaları sonucu mevcut bal arısı kolonilerindeki genetik çeşitliliğin bu popülasyonlar için bir tehdit olarak görülemeyecek kadar yüksek olduğunu bildirmiştir. Bazı bal arısı hastalık ve zararlılarının görülmesi sonucunda Avusturalya’nın batı eyaletleri her türlü arı girişine kapatılmıştır. Arı yetiştiricilerinin genetik kaynak ihtiyacını karşılamak üzere 25 yıl süreyle kapalı popülasyon ıslahı yürütülmüştür. Bu şekilde genetik benzerliğin ne düzeyde olduğunu belirlemeyi amaçlayan çalışmada, değerlendirilen popülasyonun 25 yıllık süreçte hala önemli genetik çeşitliliğe sahip olduğu belirlenmiştir (Chapman vd, 2008). Dolayısı ile yapılan bu değerlendirmeler sonucunda eğer ıslah programı uygun yöntemler izlenerek yürütülür ise, akrabalı yetiştirmeye bağlı yavru dejenerasyonu veya hastalık veya zararlılara karşı hassaslaşma gibi olumsuz durumlar ile karşılaşılma olasılığının düşük olduğu belirtilmiştir.

Hijyenik davranış, genetik yapıya bağlı olarak kolonideki işçi arıların ortaya koyduğu, hastalık ve zararlılara karşı bir direnç mekanizmasıdır. Dolayısı ile, hijyenik davranışa sahip bir bal arısı kolonisi, ölü pupanın belirlenmesi, kapalı gözün açılması

veya hiç kapatılmaması, ölü yavrunun petek gözünden çıkarılması ve kovan dışına taşınması işlemlerini gerçekleştirebilir (Rothenbuhler, 1964; Gilliam vd, 1983; Spivak ve Reuter, 2001b, Uzunov vd, 2014; Xonis vd, 2015; de Jesus vd, 2017; Cheruiyot vd, 2018). Hijyenik davranış karakterini belirleme yöntemlerinden birisi kullanılarak hijyenik davranışa sahip olduğu belirlenen kolonilerin (Spivak ve Reuter, 1998) *Varroa* bulaşıklığı olan yavrulu petek gözlerini de temizlediği bazı çalışmalarda belirtilmiştir (Boecking ve Drescher, 1992; Spivak, 1996; Harris, 2007). *Varroa* ile enfekte olan yavrunun kovan dışına atılması yeteneği, *Varroa* akarına karşı hijyenik davranışın geliştirilmesiyle bal arısı kolonilerinde yüksek seviyelere ulaşmıştır (Harbo ve Harris, 2005; Harris, 2008). *Varroa*'ya karşı hijyenik davranışın yanında bal arısı, tımarlama (grooming) adı verilen, kendi üzerindeki veya kolonideki diğer işçi arıların üzerlerini temizleme davranışı sergileyebilir (Haydak, 1945). Bu davranış, akarlara zarar verme veya onları öldürme ile sonuçlanabilirken (Ruttner ve Hanel, 1992), akarın bal arısı vücudu üzerinde yer değiştirmesi ve sonucunda vücuttan uzaklaştırılması ile de sonuçlanabilmektedir (Büchler vd, 1992). Tımar davranışı nadiren gözlemlenebilirken, koloniler arasında tımarlama davranışı arasındaki farklılık, işçi arılar tarafından yaralanmış ve öldürülmüş olduğu tahmin edilen ve kovan dip tahtasında biriken akarlardan (*Varroa destructor*) yola çıkarak tahmin edilmiştir (Boecking ve Spivak, 1999; Fries vd, 1996; Rinderer vd, 2001; Arechavaleta-Velasco ve Guzman-Novoa, 2001).

Bal arısı, bir kısmının etkisi son 10 ile 15 yıl içerisinde önemli ölçüde artmış olan, bazı hastalık, zararlı ve çevresel etkilere karşı hassastır. Dünyanın farklı bölgelerinden rapor edilen koloni kayıplarının, genellikle birden fazla faktörün kombinasyonu sonucu ortaya çıktığı düşünülmektedir (Güler, 2017). Bu faktörler arasında bal arısı koloni sönmesi ve belirlenen koloni kayıplarında bal arısı hastalık ve zararlılarının önemli rol oynadığı belirlenmiştir (Genersch vd, 2010; Kim vd, 2018).

Dış parazit olan *Varroa destructor*'un yanı sıra bal arısı viral hastalıkları arasında yer alan akut arı felci virüsü ve deforme kanat virüsü Almanya'daki kış kayıplarında etkili olduğu belirtilmektedir (Genersch vd, 2010). İsrail akut arı felci virüsü ABD'de rapor edilen koloni çöküş bozukluğu (CCD)'nin etkeni olarak tanımlanmıştır (Cox-Foster vd, 2007; vanEngelsdorp vd, 2009). Nosema'nın İspanya'da ciddi miktarda koloni sönmesine neden olduğu belirtilmiş (Higes vd, 2006;

Higes vd, 2008), Avrupa Yavru Çürüklüğü hastalığı İsviçre ve İngiltere’de kolonileri olumsuz etkilerken (Wilkins vd, 2007; Roetschi vd, 2008), Amerikan Yavru Çürüklüğü hastalığı dünya çapında arılarda ciddi olumsuzluklara ve çok yüksek ekonomik kayıplara yol açmıştır (Genersch, 2010; Van Der Zee vd, 2012; de Miranda vd, 2013).

Rothenbuhler (1964), kayda değer bir davranış olarak değerlendirdiği ölü pupaların işçi arılar tarafından temizlenerek koloni dışına taşınması fenotopik davranışının iki gen tarafından kontrol edildiğini bildirmiştir. Rothenbuhler’in iki gen tarafından kontrol edildiğini tahmin ettiği hijyenik davranış modeline göre, bir gen lokusu ölü pupa bulunan kapalı petek gözlerinin açılmasını diğer gen lokusunun ise ölü pupanın bulunduğu petek gözü içeriğinin kovan dışına taşınmasını kontrol etmektedir (Rothenbuhler, 1964). Ancak günümüzde moleküler yöntemler ve genetik biliminde yaşanan gelişmelere bağlı olarak bal arısında hijyenik davranışın genetik kontrol mekanizmasının daha karmaşık olduğu ve daha fazla genin hijyenik davranış üzerinde etkili olduğu değerlendirilmektedir. Lapidge vd (2002) çalışmalarında, hijyenik davranış fenotipi üzerinde her biri % 9-15 oranında etkili yedi gen bölgesi tespit ettiklerini bildirmiştir.

Hijyenik davranış, bal arılarının (*Apis mellifera* L.) hastalık ve parazitlere karşı kullandığı savunma mekanizmalarından birisidir. Ancak, bal arılarının biyolojisi ve çevre koşulları bu davranışı oldukça fazla etkilemektedir. Yapılan birkaç çalışmada her ne kadar kalıtım derecesinin yüksek olduğu bildirilmişse de (Boecking vd, 2000; Harbo ve Harris, 1999), Wilkes ve Oldroyd (2002), özellikle kireç hastalığı ve Amerikan yavru çürüklüğü gibi yavru hastalıklarına direnç mekanizması üzerine yaptıkları çalışmada hijyenik davranışın az sayıda bağlantısız gen tarafından yüksek düzeyde etkilendiklerini, hijyenik allellerin resesif ve Mendel yasalarına göre kalıtımının düşük olduğunu bildirmişlerdir. Benzer şekilde birçok araştırmacı tarafından yapılan çalışmalarda çok sayıda resesif karakterli gen tarafından etkilendiği için kalıtım derecesinin oldukça düşük olduğu ifade edilmektedir. Diğer taraftan, Pernal vd (2012), buzdolabında dondurma yöntemini kullanarak belirledikleri hijyenik davranışın 24 saatteki temizleme davranışı için kalıtım derecesini (h^2) 0.17, 48 saatteki temizleme davranışı için 0.25 olarak belirlemiştir. Yine hijyenik davranışın kalıtım derecesinin belirlendiği çalışmalarda Harbo ve Harris (1999), hijyenik davranış

özelliğinin kalıtım derecesini $h^2=0.65$, Boecking vd (2000), *Varroa destructor* bulaşıklığı olan hücrelerin temizlenme davranışlarına ilişkin kalıtım derecesini $h^2=0.18$ ve ölü pupa temizleme (hijyenik davranış) davranışına ilişkin kalıtım derecesini $h^2=0.36$ ve Stanimirović vd (2008), 24 ve 48 saatteki ölü pupa temizleme davranışına ilişkin kalıtım derecesini sırası ile $h^2=0.45$ ve $h^2=0.63$ olarak belirlemişlerdir. Pirchner vd (1962), bal verim özelliğinin kalıtım derecesini 0.23 olarak belirlemişken Soller ve Cohen (1967), 0.58, Basiri vd (1999), 0.43, Mostajeran vd (2000), 0.36 olarak bildirmiştir. Yapılan bir diğer çalışmada ise Bienefeld ve Pirchner (1990), bal veriminin kalıtım derecesini 0.45 olarak belirlemiştir.

Bir dış parazit olan *Varroa destructor*, dünya çapında, arı kolonilerinde ciddi anlamda performans kaybına ve hatta koloni sönmesi gibi ciddi sonuçlara neden olabilmektedir (Bradbear, 1988; Matheson, 1996). Bu zararlının kolonideki gelişimi ve çoğalması eğer yetiştiriciler tarafından kontrol altında tutulmaz ise, arı kolonilerinin sönmesi kaçınılmazdır (Ritter, 1988). *Varroa* akarının kimyasal ilaçlar kullanılarak kontrol altında tutulması mümkün ise de ekonomik, üründe kalıntı ve akarın kullanılan ilaca karşı direnç kazanması gibi çok önemli problemler bulunmaktadır (Milani, 1999; Wallner, 1999). Bu sorunların önüne geçmek adına, kolonilerde erkek arı gözlü petek kullanımı, belirli aralıklarla pupa gözlerinin sökülmesi, kovan dip tahtasına bazı yapışkanların uygulanması veya kovanın bazı çok soğuk dönemlerde havalandırılması için polen çekmecelerinin açılması gibi kimyasal olmayan yöntemler kullanılmıştır. Ancak bu yöntemlerin akarı kontrol altında tutmada yeterli olmamasından dolayı, kimyasal ilaç kullanmadan akarı koloniye zarar verme eşiğinin altında tutmanın en ideal yolu, zararlıya dirençli arılarla arıcılık yapmaktır (Rinderer vd, 2010). Arıcılıkta mevcut bu problemlerin çözümünde, uzun süre ve maddi kaynaklara ihtiyaç bulunsa bile, genetik ve ıslah yöntemlerinden yararlanılarak geliştirilen dirençli arılar kullanılabilir (Boecking vd, 2000). Amerikan Yavru Çürüklüğü ve Kireç hastalığı gibi yavru hastalıklarına karşı etkili bir direnç mekanizması olarak değerlendirilen hijyenik davranışın (Spivak ve Gilliam, 1998ab), ergin arıda olduğu gibi aynı zamanda yavru da (pupa) zarar ve olumsuzluk yaratan *Varroa* akarına karşı direncin artırılmasında kullanılabileceği belirtilmektedir (Boecking ve Drescher, 1991). *Varroa* akarına dirençli bal arısı genotipi geliştirmeyi hedefleyen bir grup araştırmacı, Kuzey Amerika'da akar üzerinde üç program yürütmüşlerdir (Boecking ve Spivak, 1999;

Spivak ve Reuter, 2001ab; Ibrahim vd, 2007). ‘‘Minnesota Hijyenik Bal Arısı’’ adı verilen stoklar Amerika’da ticari üretimde de kullanılmaktadır (Spivak vd, 2009). Yürütülen diğer iki programda ise ticari kullanıma uygun, *Varroa* akarına dirençli bal arısı stokları geliştirilmiştir.

Toy (2009), mevsime bağlı hijyenik davranışın bal arısı (*Apis mellifera* L.) kolonilerindeki değişim düzeyini belirlemeyi tasarladığı çalışmada, hijyenik davranışın arıcılık mevsimi içerisindeki değişimi ve bu değişim düzeyinin koloniler arasındaki varyasyonu ile kolonilerin ergin işçi arı mevcudu ve kuluçka üretim etkinlikleri, bal verimi ve balmumu üretimi gibi fizyolojik özellikler ile sıcaklık ve bazı diğer çevresel faktörlerin hijyenik davranış ile ilişkisini değerlendirmiştir. Hijyenik davranışı belirlemek için sıvı nitrojen yöntemi kullanmış ve nitrojen uygulamasından 24 ve 48 saat sonra kolonilerin temizledikleri ölü pupa miktarlarını belirlemiştir. Araştırmacı, arıcılık mevsimi içerisinde Mayıs ve Eylül ayları arasında ve her ay bir kez olmak üzere toplam beş kez kolonilere sıvı nitrojen testi uygulamış ve uygulamadan 24 ve 48 saat sonra kolonilerin ölü pupa temizleme düzeylerini belirlemiştir. Kolonilerin temizleme davranışlarının aylara (mevsim) ve sayım saatine göre (24 veya 48) farklılık gösterdiği bildirilmiştir. Deneme kolonilerinin 48 saat sonunda temizlediği ortalama pupa miktarının 138.18 ± 1.37 adet/pupa olduğu ve ölü pupanın % 83.75’inin temizlendiği bildirilmiş, kolonilerin mevsim içerisindeki ölü pupa temizleme düzeyinin ise % 56.4 ile % 93.3 arasında değiştiği bildirilmiştir. Deneme kolonilerinden % 12.2’sinin % 95 ve üzeri ölü pupa temizlediği, ölü pupa temizleme davranışı ile kolonilerin ergin işçi arı mevcudu, bal verimi ve balmumu üretim miktarları arasında önemli ilişki olduğu belirtilmişken, hava sıcaklığı ile ölü pupa temizleme davranışı arasında bir ilişki belirlenmediği bildirilmiştir. Ayrıca, araştırmacı kolonilerin herhangi bir strese maruz kalması durumunda, ölü pupa temizleme düzeylerinin olumsuz etkilendiğini ve dolayısı ile kolonilerin daha az ölü pupa temizlediğini bildirmiştir (Güler ve Toy, 2013).

Uygur (2012), İzmir yöresi bal arısı popülasyonunda bazı fizyolojik özelliklere ilişkin genetik parametre tahminleri ve seleksiyonda verimliliğin değerlendirilmesini amaçladığı çalışmalarında, arı kolonisi veya ana arı girişinin olmadığı 16 ilçe belirlemiş ve bu ilçelerin her birinden farklı sayıda olmak üzere toplam 201 koloni temin etmiştir. Seçilen kolonilerde arılı ve yavrulu çerçeve sayıları, hırçınlık, koloni

ağırlık artışı, bal verimi ve kışlama yeteneği özellikleri değerlendirilerek üç yıl boyunca iki generasyon sürdürülmüş ve bu karakterlere ilişkin genetik parametre tahminleri yapılmıştır. Değerlendirilen fizyolojik özelliğin birden fazla olması nedeniyle indeks yöntemi kullanılmış ve koloniler indeks değerine göre sıralanarak, her generasyonda, 50 adet koloni gelecek generasyonun ebeveynlerini (ana ve baba tarafını) oluşturmak üzere seçilmiştir. Seçilen her koloniden dört adet ana arı yetiştirilerek doğal çiftleşmeleri sağlanmıştır. Araştırmacı, genetik parametrelerden seleksiyon üstünlüğünün hesaplanmasında, gelecek generasyonu oluşturmak üzere seçilen kolonilerin (P_s) ortalamasının seçildikleri popülasyon (P) ortalamasından çıkarılması yöntemini kullanmıştır. Genetik ilerlemenin belirlenmesinde, generasyonlar arasındaki fenotipik farklılık kullanılarak, son generasyon ile ilk generasyon ($\Delta G_3 = \mu_3 - \mu_1$, μ_1 = birinci generasyon, μ_3 = üçüncü generasyon) fenotipik ortalamaları birbirinden çıkarılarak aradaki fark belirlenmiş ve üçe bölünmesi ile yıllık genetik ilerleme belirlenmiştir. Araştırmacı kalıtım derecesinin hesaplanmasında ise ana ile kızlarının aynı özellikleri arasındaki regresyon katsayısından yararlandığını belirtmiştir. Fizyolojik özellikler değerlendirildiğinde, kışlama yeteneği haricinde diğer özelliklerin her generasyonda farklı olduğunu belirlemiştir. Çalışma sonucunda seleksiyon üstünlüğü birinci, ikinci ve üçüncü generasyonlarda sırası ile 3.30, 3.66 ve 2.26 olarak belirlenmiştir. Üç yıllık sürenin sonunda genetik ilerleme 1 ve yıllık genetik ilerleme ise 0.33 olarak belirlenmiştir. Arılı ve yavruyu çerçeve sayıları, hırçınlık, koloni ağırlık artışı, bal verimi ve kışlama yeteneğine ait hesaplanan kalıtım dereceleri birinci generasyon için sırası ile 0.64, 0.28, 0.13, 0.18, 0.38 ve 0.70, ikinci generasyon için ise sırası ile 0.04, 0.04, 0.16, 0.02, 0.02 ve 0.10 olarak belirtilmiştir (Uygur ve Yücel, 2016).

Öztürk (2014), Doğu Akdeniz Bölgesi'nde yetiştiriciliği yapılan arı kolonilerini hijyenik davranış özellikleri yönünde seleksiyona tabi tutarak hastalıklara ve parazitlere dayanıklı bir hat geliştirmeyi planladıkları bir çalışma yürütmüştür. Çalışmasında, bölgedeki beş farklı ilde, kırk iki arıcılık işletmesinde ve yetiştirici koşullarında 297 koloniye hijyenik davranış testi uygulamış ve % 80'in üzerinde temizleme (hijyenik) davranışa sahip, ön çalışma yaptıkları her ilden farklı sayıda olmak üzere, 70 koloni belirlemiş ve başlangıç kolonileri olarak seçmiştir. Çalışmada 3 yılda 4 generasyon oluşturulmuş ve teste tabi tutulmuştur. Hijyenik davranışın

belirlenmesinde sıvı nitrojen yöntemi yaklaşık 160 adet pupanın bulunduğu alana uygulanmıştır. Araştırmacı nitrojen uygulamasının her generasyonunda yetiştirilen yaklaşık 100 koloniye generasyon boyunca bir kez uygulamıştır. Dört generasyon süresinde gelecek generasyonu oluşturmak üzere her generasyonda 30 koloni seçilmiş ve seçilen bu kolonilerin 10 adedi ana arı yetiştirilmek üzere kullanılırken 20 adedi ise baba tarafını oluşturmak üzere kullanılmıştır. Araştırmacı genetik parametrelerden seleksiyon üstünlüğü, genetik ilerleme ve kalıtım derecesini $\Delta G = i \times h^2$ eşitliğini kullanarak belirlemiştir. Birinci generasyonu oluşturan 70 koloniye uygulanan sıvı nitrojen testi sonunda popülasyonun hijyenik davranış ortalamasının % 69.11 adet/koloni olarak belirlendiğini bildirilmiştir. Oluşturulan birinci generasyona uygulanan hijyenik davranış testi sonucunda popülasyon ortalaması 65.33 ± 02.74 pupa/adet/koloni olarak belirtilmiştir. İkinci, üçüncü ve dördüncü generasyonlarda hijyenik davranış düzeyleri sırası ile 67.89 ± 0.221 , 68.57 ± 0.271 ve 70.26 ± 0.394 pupa/adet/koloni olarak bildirilmiştir. Araştırmacı yaptığı analiz sonucunda generasyonlar arasında ve generasyon içinde oluşturulan ana grupları arasında istatistiki açıdan fark belirlenmediğini bildirmiştir. Genetik parametrelerden genetik ilerleme, ikinci, üçüncü ve dördüncü generasyonlarda sırası ile 2.55, 0.69 ve 1.69, kalıtım derecesi ise yine sırası ile 0.11, 0.03 ve 0.09 olarak belirtilmiştir.

Spivak vd (2003), hijyenik davranışın genetik yapıya bağlı olarak değişebilen ve 15-20 günlük yaştaki işçi arıların sahip oldukları fizyolojik bir özellik olduğunu bildirmişlerdir. Bu özelliğe sahip olan işçi arıların hastalık etmenini ve tehlike kaynağını belirleme yeteneklerinin olduğunu bildiren araştırmacılar, hijyenik davranışa sahip olan işçi arıların beyinlerinin ön lobundan daha fazla octopamin biogeninin salgılandığını belirlemişlerdir. İşçi arıların antenleri yardımıyla tehlike kaynağını tespit ettikleri zaman bunu hemen beyne ilettiklerini ve tehlikeyi algılayan ve beyinde daha fazla octopamin salgılamaya başladığını ve işçi arıların bu tehlike kaynağını veya hastalık etmenini en kısa sürede yuvadan uzaklaştırma çabası içerisine girdiklerini açıklamışlardır. Beyindeki octopamin'in balarılarının asıl koklamaya ait davranışlarında önemli bir rol oynadığını bildiren araştırmacılar, octopamin değerlerini dikkate alarak hijyenik ve hijyenik olmayan davranıştaki farklılığa bakarak arı yetiştirilip yetiştirilemeyeceğini test etmişlerdir. Çalışmalarında hijyenik davranış gösteren ve hijyenik davranış göstermeyen arılar arasında anten loblarıyla, beyin

içerisindeki octopamin bağışıklık sistemini çalıştıran nöronların belirtilerini karşılaştırmışlar, beynin elektro antenleri üzerinde özellikle 2 telin koklamaya ait etkisinin olduğunu tespit etmişler ve octopamin karşıtı olan epinasine'nin octopamin tarafından yönetildiğini belirlemişlerdir. Araştırmanın sonucunda aynı yaştaki işçi arıların, hijyenik davranış göstermesini veya hijyenik davranış gösterememesini, sahip olunan immunoreaktif octopamin'in belirlediğini ortaya koymuşlar ve bunun da hijyenik davranışı ifade ettiğini belirlemişlerdir. Hijyenik davranış göstermeyen arılarda octopamin, yavru hastalığının kokusunu düşük seviyede ileterek elektro anten nöronlarını uyarırken hijyenik davranış gösteren arılarda ise bu uyarı düzeyinin daha yüksek olduğunu tespit etmişlerdir. Bu sonuçlara göre octopamin, hastalanmış yavrulara balarılarının tepkisini artırarak onların bu yavruları kolaylıkla bulma yeteneği sağladığını belirtmişlerdir.

Arı ırk ve ekotiplerinin verim kapasiteleri farklılık göstermektedir. Bu farklılıklar ıslah çalışmaları için önemli kaynakları oluşturmaktadır. Bölgesel ve yöresel koşullara uygun arı ırklarının belirlenmesinde seçim tümüyle koloni performansını belirlemeye dayanmaktadır. Bal arısı ıslah çalışmalarının temel uygulamalarından birisini teşkil eden seleksiyonun en önemli amacı, üstün performans gösteren kolonilerin seçilmesidir. Bunun için saf materyal temini özel önem taşır (Ruttner ve vd, 1978). Özellikle geleneksel arıcılığın yapıldığı yetiştirici şartları bu amaç için en uygun yerlerdir. Farklı bölgelerden materyal seçiminde, göçer arıların giremediği yörelerdeki yetiştiriciler tercih edilmelidir. Materyal koloni olarak temin edilir. Koloni temininde zorluk ile karşılaşılır ise materyal ana arı olarakda temin edilebilir. Koloni olarak temin etmede ana arılarının aynı yaşta olmalarına özen gösterilmelidir. Bunun için bölgenin oğul dönemi beklenilir ve o yıl alınan oğullar tercih edilir. Eğer materyal ana arı olarak temin edilecek ise oluşturulan kolonilerde bu genotipleri yeterli düzeyde temsil edecek işçi arı kadrolarının oluşması için bir sonraki sezonda performans testi ile ilgili ölçüm ve gözlemlerde bulunulabilir (Güler, 2017).

Ekonomik arı yetiştiriciliği ve bal üretiminde temel etken, coğrafik iklim şartları, materyalin verim düzeyi, girdi maliyeti ve nektarlı bitki kaynağının uygunluğudur. Dünyada mevcut olan ballı bitki tür ve çeşitlerinin % 74'ünün Türkiye'de bulunması ülkemize büyük bir doğal zenginlik kazandırmaktadır (Baytop, 1994; Özbek, 2002).

Bitki florasının çeşitliliğinin yanı sıra coğrafik yapısından dolayı gezginci arıcılıkla; erken ilkbaharda Akdeniz Bölgesinde narenciye balı, yaz aylarında Anadolu'nun yayla balı almakta daha sonra ayçiçeği için Trakya Bölgesi'ne ve çam balı içinde Ege Bölgesi'ne giderek insanlarımız için en değerli gıdalardan biri olan bal üretme imkânı sağlanmaktadır. Yani Türkiye'de nektar akımı yıl içerisinde 6-7 ay gibi uzun bir süreye yayılmaktadır. Dünya'nın başka hiçbir bölgesinde nektar akımının bu kadar uzun süreye yayıldığı bir ülke veya bölge yoktur (Güler ve Bıyık, 2012). Bu zenginlik Türkiye'nin sahip olduğu arıcılık potansiyeline de yansımıştır. Nitekim ülkemizde 104 bini sabit ve 46 bini gezginci olmak üzere toplam 150 bin işletmede arıcılık yapılmaktadır (TUİK, 2018). Türkiye 8 milyon koloni varlığı ile Çin'den sonra dünyada ikinci sırada yer almaktadır. Yıllık yaklaşık 100-110 bin ton bal ve 5 bin ton balmumu üretimiyle de ülke ekonomisine önemli katkılar sağlanmaktadır. Anadolu insanının tarım kültürü ile bütünleşen bütün bu doğal zenginlik ve avantajlardan dolayı Anadolu dünyada geleceğin tarımsal arıcılık merkezi olarak görülmektedir (Kaftanoğlu, 2002; Güler ve Demir, 2005; Akkaya, 2007; FAO, 2018; TUİK, 2018).

Bir arı örneğini veya coğrafik popülasyonu kesin ve güvenilir bir şekilde tanımlamak, ayırmak, bir ırkı bilmek veya ırkın saf olup olmadığını kontrol etmek üzere genetik varyasyonu, morfoloji, biyokimya ve moleküler (DNA) analizleri ile davranış ve verimliliğinin belirlenmesiyle mümkündür (Ruttner, 1988b; Smith vd, 1997; Rinderer vd, 2010; Güler, 2010). Bu yöntemlerden yararlanıldığında Anadolu bal arısı (*Apis mellifera* L.)'nın genetik çeşitliliği yönünden, özellikle de alt tür seviyesinde çok zengin bir havza olduğu kolayca görülmektedir (Adam, 1983; Ruttner, 1988b; Smith, 2002; Bodur vd, 2007). Bu yapı yönünden "Dünyada bir benzeri daha olmayan yer" olarak tanımlanmıştır (Adam, 1983). Nitekim bu zenginliği farklı coğrafik bölgelerindeki önemli arı ırklarının varlığında da görülmektedir. Kuzeydoğu Anadolu Bölgesi'nde Kafkas ırkı (*A. m. caucasica*) (Bodenheimer, 1942; Ruttner, 1988b; Smith vd, 1997; Dülger, 1997; Genç vd, 1999; Güler ve Kaftanoğlu, 1999a; Palmer vd, 2000; Dodoloğlu ve Genç, 2002), Orta Anadolu Bölgesi'nde Anadolu ırkı (*A. m. anatoliaca*) (Gencer ve Fıratlı, 1999; Güler ve Kaftanoğlu, 1999b; Kandemir vd, 2000), Trakya Bölgesi'nde Karniyol ırkı (*A. m. carnica*) (Smith vd, 1997; Güler ve Bek, 2002; Kandemir vd, 2000; Güler vd, 2010), Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde Suriye ırkı (*A. m. syriaca*)'nın (Bodenheimer, 1942; Doğaroğlu, 1981; Ruttner, 1988b;

Akyol, 1998) dağılım gösterdiği bilinmektedir. Ayrıca, bazı coğrafik bölgelerde farklı genotiplerin tanımı yapılmıştır. Ege Bölgesi (Settar, 1983) ve Kuzeydoğu Anadolu Bölgesi (Borçka-Camili) gibi (Güler, 2001; Ruttner, 1988b) yerler örnek olarak verilebilir. Dolayısıyla Anadolu dünya arı genetik çeşitliliğinin yaklaşık % 23-24 gibi önemli bir kısmına sahiptir.

Ülkemizde son 25–30 yılda yoğun bir göçer arıcılık, kontrolsüz koloni ve 20-25 yıldır da büyük miktarda ve farklı genetik yapıda ana arı satışları yapılmaktadır (Güler ve Demir, 2005; Güler ve Bıyık, 2012). Kafkas arısının dağılım gösterdiği Kuzeydoğu Anadolu Bölgesi ise son 30-35 yıldır ırkın korunması amacıyla göçer arıcılığa kapatılmıştır. Bunun dışında hangi bölgeye hangi ırk veya ekotipin uygun olduğu hususunda ülkesel bir politika ve yasal düzenleme mevcut değildir. Saf ırkların olduğu bölgelere denetim olmadan farklı ırklardan anaarı ve koloni satışları yapılmaktadır. Örneğin, arıcılar tarafından tercih edilen Kafkas arı ırkının Ardahan ve Artvin Bölgeleri'nde yetiştirilen on binlerce ana arısı Anadolu ırkının, Suriye arısının, Ege arısının ve Karniyol ırkının dağılım gösterdiği bölgelere denetim olmadan satılmaktadır. Bu yoğun arı hareketleri sonucunda ve çiftleştirmenin kontrol edilememesi sebebiyle mevcut ırkların melezleşme etkisi ile ırk özelliklerini kaybettiklerine dair önemli kaynaklar mevcuttur (Güler, 2010). Milyonlarca yılda doğal seleksiyon sonucu oluşmuş ülkenin öz zenginliğinin birer ürünü olan bu kaynakların koruma altına alınmaları bir anlamda zorunluluktur. Genetik yapının ciddi boyutlarda bozulmasının bir diğer sebebi de yetiştiricilerin daha verimli olur diye farklı ırkları tercih etmeleridir. Arıların genetik yönden haplo diploid yapıda olmaları sebebiyle ana arının bir coğrafik ırk üzerine yaratacağı olumsuzluk düzeyinin çok fazla olduğu da tartışılmaz bir gerçektir (Rinderer, 1986; Güler vd, 2010).

Kafkas arısı (*Apis mellifera caucasica* G.)'nin ana vatanı Kafkasya olarak bilinen bölgedir. Genelde bölgenin dağlık kısımlarına adapte olmuştur. 100 yıldan uzun süredir arıcılar tarafından yoğun şekilde kullanılmaktadır (Ruttner, 1988b). Türkiye'nin ise Ardahan, Artvin ve Kars İlleri'nin bulunduğu yörenin büyük bir kısmında bu arı ırkı dağılım göstermektedir. Güney Kafkasların Karadeniz'in doğusundaki uzantısını oluşturan bu bölge, yani Kuzeydoğu Anadolu Bölgesi, Kafkas (*A. m. caucasica* G.) ırkının ana vatanıdır. Gümüşhane ve Bayburt illeri ile Karadeniz Bölgesinin bazı kısımlarında arı hareketlerinin olmadığı ve dışarıdan ana arı veya arı

kolonisi girmediği dönem ve yerlerde, Kafkas ırkının bozulmamış mahalli popülasyonları bulunduğu bildirilmektedir. Kuzeydoğu Anadolu bölgesi içerisinde de birçok özellik yönünden büyük farklılıklar mevcuttur. Örneğin; Ardahan Posof Süngülü Kafkası ile Artvin Borçka Camili Kafkası morfolojik, performans ve üreme özellikleri yönünden birbirlerinden oldukça farklı oldukları bildirilmiştir (Güler, 2001; Güler ve Bek, 2002). Bu nedenle bölge içerisinde bu ırkın birçok ekotipi bulunmaktadır. Bu bölgede, özellikle de Posof ve buradan Gürcistan'a bağlantılı kısımda bulunan *Apis mellifera remipes* ırkı ile iç içe dağılım göstermektedir. Bu iki arı aynı coğrafik bölgede oluşmalarına rağmen morfolojik yönden birbirlerinden tamamen farklı özelliktedirler. *Apis mellifera remipes* sarı renkli bir arıdır. Konuyu bilmeyenler bu bölgede sarı renkli arı gördüklerinde ilk etapta Kafkas arısının melezleştiğini ve bozulduğunu düşünmektedir (Güler, 2017). Söz konusu bölgenin düşük rakımlı alanlarında remipes yüksek kısımlarında ise Kafkas ırkı dağılım gösterir. Kafkas arı ırkı morfolojik olarak; ülkemizdeki en uzun dil, en uzun kıl örtüsü, en iri vücut, en büyük mum aynaları alanı ve geniş kanat, düşük cubital indeks, küçük kanat B₄ ve K₁₉ açıları ile en büyük kanat A₄ damar açısına sahiptir. II., III. ve IV. tergum ile scutellum rengi siyahtır (Şekil 2.1, Güler, 2017).



Şekil 2.1. Orijinal Kafkas (*A. m. caucasica* G.) arı ırkında renk görünümü (Güler, 2017).

Kendisine morfolojik yönden en çok benzerlik gösteren Karniyol arı ırkı ile en önemli ayırt edici morfolojik özelliği ise kanat A₄ ve B₄ damar açılarıdır (Güler vd, 2010). Bal yapma yeteneği çok yüksek olmasına rağmen göçer arıcılık sisteminde yüksek verim alınamamaktadır. Bunun en büyük sebebi, bu ırkın ana arılarının günlük yumurtlama kapasitelerinin düşük olmasıdır. Çok kontrollü kuluçka gelişimi gösteren bir arıdır. Davranış olarak ülkemizdeki en uysal arıdır. Ana arılarının sperm kesesi hacimleri büyük olup, yumurtlama öncesi süreleri diğer ırklara göre daha uzundur. Ülkemizde kendi bölgesi dışında Trakya ve Doğu Anadolu Bölgelerinde yetiştiriciliği tavsiye edilmektedir. Kuzeydoğu Anadolu Bölgesi'nin Ardahan, Artvin ve Kars illerinin büyük bir bölümünün son 25-30 yıllık süre içerisinde arı girişine kapatılmış olması, gerek bu arı ırkının saf olarak muhafazası ve gerekse ülke arıcılığının geleceği açısından çok isabetli ve yerinde bir karar olduğu açıktır (Güler, 2017). Kafkas Arısı; "Hayvan Irklarının Tesciline İlişkin Yönetmelik" esaslarına göre hazırlanmış olan 'Yerli Hayvan Irk ve Hatlarının Tescili Hakkında Tebliğ (2004/39)' kapsamında tescil edilmiştir.

Damızlık, kalıtsal nitelikte özelliklere sahip olduğu kontrollü yetiştiricilik (çiftleştirme) ile kanıtlanmış ve damızlık sertifikası bulunan koloniye (ana arıya) denir (Collins, 1986; Ruttner, 1988a). Damızlık değeri, bireyin yavrusuna aktardığı tüm genlerin ortalama etkilerinden oluşmaktadır (Düzgüneş vd, 2003). Bu değer ebeveynin taşıdığı tüm genlerin ortalama etkileri toplamıdır. Değer çoğunlukla döl kontrolü ile belirlenir. Dolayısıyla damızlık, gelecekte döl almak amacıyla ıslah edilmiş nitelikli ana arı/arılardır (Boecking vd, 2000; Büchler vd, 2013). Sahip olduğu niteliklerinin her birisinin kalıtsallığı ispatlanmış, kalıtım düzeyleri, davranış ve morfolojik özellikleri belirlenmiş ve önemli düzeyde homojen hale getirilmiş ana arı gruplarıdır (Bilash vd, 1976; Ruttner, 1988a; Harbo ve Harris, 1999; Cobey, 2004). Bir ana arının damızlık değeri, dölllerinin ortalamasının ebeveyn ortalamasından farkının iki katı kadardır.

Damızlık üretimi, populasyonun görünüşü ve kantitatif karakterleriyle ilgili olup, çoğunlukla populasyonlara uygulanan ıslah çalışmalarını, akraba hatlar arası çiftleştirmeleri, homozigotluğun artırılması ve farklı seleksiyon metotlarını kapsar. Damızlık materyal iki yolla temin edilebilir (Düzgüneş vd, 2003; Güler, 2017).

1. Yerli genetik kaynaklarının (ırkların) ıslahı

2. Islah edilmiş ırk ithalidir.

Genetik kaynakların ıslahı mevcut ırkların uygun yöntemlerle değerlendirilmesi esasına dayanır. Önemli bir adımı oluşturur ve ırk ithaline göre önemli avantajları bulunan kalıcı bir yöntemdir. Başarı ve etkinliği büyük ölçüde uygulamayı yürüten örgüt içinde yer alanların bilgi ve becerilerine bağlıdır (Düzgüneş vd, 2003). Ancak bal arısı karmaşık bir kalıtsal yapıya sahip olduğundan ıslah çalışmaları uzun yıllar alır ve dolayısıyla sabırlı çalışmaları gerektirmektedir. Diğer tarafta arı genetik yapısı ve çiftleşme davranışındaki zorluklar arı ıslah çalışmalarını güçleştirmekte ve ciddi şekilde engellemektedir (Rinderer, 1986; Woyke, 1988; Cobey, 2004). Nitekim ana arı bir veya birkaç çiftleşme uçuşunda, sayıları 5 ile 28 arasında değişen (ortalama 8-10 adet) erkek arı ile çiftleşir. Böylece, her ana arı çiftleştiğinde yörede mevcut lokal popülasyondan tesadüfî bir miktar sperm alır ve o alandaki tüm popülasyonun gen havuzunun temsilcisi durumuna gelir (Page ve Laidlaw, 1985; Laidlaw ve Page, 1986; Rinderer, 1986; Cobey, 2004). Islah, aslında bir insan buluşu değildir ve bugünkü ıslah anlayışında ise daha çok insan müdahalesi ile ekonomik ve arzulanan karakter/karakterlere sahip olanlara daha fazla çoğalma şansı verilerek bunların arılık içerisindeki sayısını arttırma düşüncesi vardır (Güler, 2017). Nitekim İtalyan, Kafkas ve Karniyol ırklarının seleksiyon ıslahı ile verim potansiyelleri çok iyi olan genotipler geliştirilmiştir (Lodesani ve Costa, 2003). Ayrıca, ABD’de sadece hijyenik davranış yönünden ıslah edilmiş ve yetiştiricilerin kullanımına sunulmuş 3 tane önemli genotip bulunmaktadır (Spivak vd, 2009; Rinderer vd, 2010). Geliştirilen bu genotipler Amerikan Yavru Çürüklüğü (*Paenibacillus larvae*) ve Varroa (*Varroa destructor*) akarına % 99 düzeyinde dirençlidirler. Böyle bir amacın gerçekleşmesi ise uygun ıslah programlarının yürütülmesiyle mümkündür.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Arı materyali

Deneme materyalini, ülkemizin önemli arı gen kaynaklarından biri olan Kafkas arı ırkı (*Apis mellifera caucasica* G.)'nı temsil eden arı kolonileri oluşturmuştur. Bu çalışmada, 2010-2013 yılları arasında hijyenik davranışını belirleme amacıyla Güler vd (2013) tarafından yürütülen çalışmanın materyali kullanılmıştır. Güler vd (2013), çalışmalarının materyalini (P₀ popülasyonunu) oluşturmak üzere Artvin ve Ardahan illerinden 2010 ve 2011 yılları Haziran ayında, Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından ana arı üretim izni bulunan altı işletme belirlemiş ve bu işletmelerden farklı sayıda olmak üzere (toplam 178) ana arılar satın alarak, Ondokuzmayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Arıcılık Araştırma ve Uygulama Birimi'ndeki kolonilere kazandırmışlardır. Ana arıların kolonilere kazandırılmasını takiben kolonilerde yer düzenlemesi, kolonilerin arılı ve yavrulu çerçeve sayıları, bakımı ve beslemesi, *Varroa* akarına karşı ilaçlı mücadele, göçer arıcılık programı uygulamalarında eşitlik sağlanmış ve kolonilerin bal verimi, koloni popülasyonu gelişimi (arılı çerçeve) ve kuluçka üretim etkinliği (yavrulu çerçeve) sayıları, balmumu üretimi gibi performans özellikleri ile hijyenik davranış testi üç generasyonda da belirlemişlerdir ve buna ilişkin ortalama ve % değişimleri ile ilgili veriler Çizelge 3.1'de verilmiştir (Güler vd, 2013).

Çizelge 3.1. Kolonilerin üç generasyonda ortalama ölü pupa temizleme miktarı, % 95 pupa temizleyen koloni sayısı, oranı, önceki generasyondan farkı, pupanın tümünü temizleyen koloni sayısı ve oranlarına ilişkin değerler

Generasyon	Yıl	Koloni Sayısı	X±Sx	Oran	>%95	%	Değişim Düzeyi	% 100	%
P ₀	2011	147	138.31± 1.39 ^{b*}	83.89	25	17.01	-	3	12.00
P ₁	2012	128	154.33± 0.05 ^a	93.43	66	51.56	16.02	20	30.30
P ₂	2013	76	156.51± 0.62 ^a	94.85	43	56.58	2.18	15	34.88
Genel		351			134	38.18		38	

* Farklı ortalamalar ayrı harflerle gösterilmiştir.

Çalışmanın ilk popülasyonunda (P_0) *Varroa* bulaşıklık düzeyi belirlenmiş, ilk popülasyondan her işletmeyi temsil eden beşer koloniden olmak üzere toplamda 25 koloniden işçi arı örnekleri alınmış ve herbir işçi arı örneğinde ortalama 15 işçi arıda 41 standart morfolojik karakterin biyometrik ölçüm ve değerlendirmesi yapılmıştır (Ruttner vd, 1978). Hijyenik davranış özelliğinin iyileştirilmesi amaçlanan çalışmada her generasyonda koloniler ortalama en yüksek pupa temizleme davranışı sergileyenden düşüğe doğru sıralanmış ve en yüksek temizleme davranışı gösterenlerden, % 10'u düzeyinde koloni gelecek generasyonun ebeveynlerini (ana ve baba) oluşturmak üzere seçilmiştir (Güler vd. 2013). Birinci (P_0) generasyonun teste tabi tutulduğu 2011 yılında denemeyi tamamlayan 147 koloniye arıcılık mevsimi içerisinde beş kez sıvı nitrojen testi uygulanmış ve bu test sonuçları neticesinde gelecek generasyonu oluşturmak üzere 25 koloni seçilmiştir. 2012 yılı baharında 12 adetinin her birinden 6-12 arasında değişen sayıda olmak üzere ana arılar yetiştirilmiştir. Yetiştirilen ana arılar suni tohumlama yöntemi kullanılarak tohumlanmış ve kolonilere kazandırılmıştır. İkinci (P_1) generasyonu oluşturmak üzere yetiştirilen ve suni tohumlanan 168 ana arıdan 128 tanesinin kazandırıldığı kolonilere 2012 yılı arıcılık mevsiminde üç kez sıvı nitrojen testi uygulanmıştır. Yapılan bu test sonucunda yüksek temizleme davranışı gösteren 66 koloni selekte edilmiş, bunlardan bahara çıkan ve uygun bulunan 11 tanesi gelecek generasyonun ebeveynlerini oluşturmak üzere seçilmiştir. Üçüncü (P_2) generasyonu oluşturmak üzere seçilen bu 11 koloninin her birinden farklı sayıda olmak üzere 106 ana arı yetiştirilerek yapay tohumlanmış ve kolonilere kazandırılmıştır (Çizelge 3.1). Bu kolonilerden 106 ana arıdan 76 adetinin kazandırıldığı kolonilere 2013 yılı arıcılık mevsiminde üç kez olmak üzere sıvı nitrojen testi uygulanmıştır. Bu uygulama sonucunda koloniler hijyenik davranış özelliğine göre sıralanmış ve en yüksek temizleme davranışı gösteren ve 2014 yılı baharına çıkanlarından 9 adeti, bu çalışmanın da başlangıç materyali olacak olan, dördüncü (P_3) generasyonu oluşturmak üzere seçilmiştir.

3.1.2. Kovan materyali ve kayıtların tutulması

Denemede kullanılan bütün arı kolonileri çalışma süresince, koloni işçi arı mevcudu veya arılı çerçeve sayısına bağlı olarak, standart langstroth kovanlarda veya ruşet kovanlarda barındırılmıştır. Kullanılan bu kovanların tümüne numara vurulmuş ve

koloni kartları oluşturulmuştur (Şekil 3.1). Yine her kovana yaklaşık üç litre şerbet alacak hacimde şerbetlik konulmuştur. Kovanlar yağış ve nemden korumak amacı ile yerden yaklaşık 15 cm yüksekliğindeki altlıklar üzerine yerleştirilmiştir. Deneme süresince kullanılan kolonilerin rutin bakımları ve hijyenik davranış testleri sırasında elde edilen veriler koloni kartlarına kayıt edilmiştir.



Şekil 3.1. Kovanlara numara verilmesi

3.1.3. Koloni yönetimi

3.1.3.1. Kolonilerin beslenmesi

Denemenin materyalini oluşturmak üzere üçüncü generasyonun sonunda yapılan seleksiyon ile belirlenen 9 koloni ebeveyn olarak değerlendirilmiştir. Deneme süresince bütün kolonilere erken ilkbahar ve sonbaharda besin ihtiyacının karşılamak ve ana arıları yumurtlamaya teşvik etmek amacı ile her defasında 0.5 kg olacak şekilde ortalama 1 kg kek verilmiştir (Şekil 3.2). Kolonilere verilen kek; 3 kg pudra şekeri, 1 kg bal ve 50 g yaş maya karışımından arıcılık işletmesinde hazırlanmıştır. Kolonilerin ilkbahar beslenmelerinde (Nisan ve Mayıs ayları), kolonilerin besin (enerji) ihtiyaçlarının karşılanması, petek işleme, ana arıyı yumurtlamaya teşvik etme ve koloni gücü veya işçi arı mevcudunun artmasını desteklemek amacı ile her defasında 2.5 l olacak şekilde 4 kez (toplamda ortalama 10 litre) % 60 şeker: % 40 su oranında hazırlanmış şerbet verilmiştir. Kolonilerin sonbahar beslenmelerinde ise keke ek

olarak, gıda stokunun karşılanması amacı ile 2:1 (şeker:su) oranında hazırlanmış şerbetten her seferinde 2.5 litre olacak şekilde toplamda 10 litre verilmiştir (Şekil 3.3) (Güler, 2017).



Şekil 3.2. Hazırlanan kek ve kolonilere verilışı



Şekil 3.3. Şerbetin hazırlanışı ve kolonilere verilışı

3.1.3.2. İlaçlı mücadele

Deneme süresince kolonilere, geç sonbahar (Kasım ayı) ve ilkbahar (Nisan ayı başında)'da *Varroa destructor* akarına karşı Tarım ve Orman Bakanlığı kullanım sertifikasına sahip etken maddesi Caumophous olan Perizin adlı ilaçla 5'er gün aralıklarla 3 kez ilaçlı mücadele yapılmıştır (Şekil 3.4). Bunun dışında herhangi bir hastalığa karşı herhangi bir kimyasal kullanılmamıştır.



Şekil 3.4. Varroa akarına karşı kullanılan Perizin ve ilacın uygulandığı

3.1.3.3. Kolonilerin barındırılması ve kışlatılması

Denemede yararlanılan koloniler deneme süresince Ondokuzmayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Arıcılık Araştırma ve Uygulama birimindeki mevcut arılıkta barındırılmış ve bütün bakım besleme ve veri alma işlemleri burada gerçekleştirilmiştir. Koloniler sezon sonunda (Kasım ayı) yine aynı birimde kışlatmaya alınmıştır. Kış öncesi tüm kolonilerde yer düzenlemesi yapılarak fazla çerçeveleri alınmış ve koloni gücüne (işçi arı mevcuduna) göre sıkıştırılarak bölme tahtası ile daraltılmıştır. Kasım ayının son haftasında kovanlarda ısı izolasyonu ve nemden korumak amacı ile kovan örtü kapaklarının üzerine gazete konularak kovan kapakları kapatılmıştır (Güler, 2017).



Şekil 3.5. Deneme kolonilerinin kış dönemindeki görünüşleri

3.1.3.4. Kolonilerin aktarılması ve gerekli düzenlemeler

Denemede kullanılan bütün koloniler kış sezonu sonunda ilkbahar dönemi ile birlikte, genellikle Nisan ayının üçüncü ve dördüncü haftasında, daha önceden temizlenmiş ve pürmüz kullanılarak dezenfekte edilmiş kovanlara aktarılmıştır. Deneme kolonilerinde

her türlü çevre ve arılık içerisindeki dağılımın tesadüfî ve eşit olması sağlanmıştır. Yine gelecek generasyonu oluşturmak üzere üretilen yüksüklerden ana arıların çıkışlarının sağlanması ve yapay tohumlanması amacı ile yapılan bölme kolonilerinin arılı çerçeve ve yavrulu çerçeve (ortalama 3 adet arılı ve 2 adet yavrulu çerçeve gücünde) miktarları, kolonilerin beslenmesinde yararlanılan besin miktar ve içeriği, kullanılan temel petek, *Varroa* akarına karşı yapılan ilaçlı mücadele ve bakım, yönetim ve kontrol işlemlerinde eşitlik sağlanmıştır (Düzgüneş vd, 2003; Toy, 2009; Güler, 2017).

3.1.3.5. Denemede yararlanılan diğer alet ve ekipmanlar

Deneme kolonilerinin hijyenik davranış (ölü pupa temizleme) özelliklerinin belirlenmesi amacı ile pupa aşamasındaki yavru gözlerine sıvı azot uygulamasından 24 ve 48 saat sonra her kolonideki işçi arıların kapalı gözlerden temizledikleri pupa miktarını belirlemesi için, kapalı yavrulu bölgenin resimlenmesinde Kodak EasyShare M530 ve Nikon VMA500HD dijital fotoğraf makineleri kullanılmıştır. Çekilen bu resimler bilgisayar ortamına aktarılıp temizlenen gözlerin sayımları bilgisayar ekranında yapılmıştır (de Guzman vd, 2001; Spivak vd, 2002; Toy, 2009).

Denemede, sıvı nitrojenin taşınması ve muhafazası amacı ile bir adet 60 litre hacminde Air Liquide marka sıvı nitrojen tankı, sıvı nitrojen aktarım körüğü (Şekil 3.6), plastik ölçü kabı, galvanizli silindir huni, koruyucu eldiven, koruyucu maske ve sıvı nitrojen uygulanan çerçevelerin işaretlendiği keçeli kalemle yararlanılmıştır (Şekil 3.7). Kullanılan sıvı nitrojen (-196 °C) her uygulama öncesinde Samsun İlinde faaliyet gösteren (Kargaz A.Ş.) özel bir işletmeden temin edilmiştir. Sıvı nitrojenin belirli alandaki belirli sayıda pupaya uygulanabilmesi amacı ile 8,5 cm çapında ve galvanizli sacdan imal edilmiş huni şeklindeki silindir borular kullanılmıştır. Kapalı yavrulu çerçevelere sıvı nitrojen uygulanması sırasında yavrulu çerçevelerin altına konulması amacı ile tahta palakalardan yararlanılmıştır. Ayrıca, kolonilerden kapalı yavrulu çerçeve alınması ve alınan bu çerçevelerin sıvı nitrojen uygulandıktan sonra geri verilmesi aşamalarında, arıcı maskesi, el demiri, körük ve el fırçası kullanılmıştır (Toy, 2009).



Şekil 3.6. Sıvı nitrojen tankı ve sıvı nitrojen aktarım körüğü



Şekil 3.7. Plastik ölçü kabı ve galvanizli silindirik huni

3.2. Yöntem

3.2.1. Dördüncü ve beşinci generasyonun oluşturulması

Denemenin dördüncü (P_3) generasyonunun ebeveynlerini oluşturmak üzere üçüncü (P_2) generasyondan selekte edilen 11 koloni 2014 yılı baharına çıktıktan sonra koloni yönetimi ile ilgili kontrol ve ihtiyaçları karşılanmasını takiben Mayıs ayı içerisinde seçilen her koloniden farklı sayıda olmak üzere toplam 122 adet ana arı yetiştirilmiş ve suni tohumlanmıştır. Bu kolonilerden 94 adeti denemeyi tamamlayabilmiştir. Beşinci (P_4) generasyonun ebeveynlerini oluşturmak üzere dördüncü generasyondan

selekte edilen 12 koloni 2016 yılı baharına çıktıktan sonra koloni yönetimi ile ilgili kontrol ve ihtiyaçları karşılanmış ve Mayıs ayı içerisinde seçilen her koloniden farklı sayıda olmak üzere toplam 72 ana arı yetiştirilmiş ve suni tohumlanmış, denemeyi 40 koloni tamamlayabilmiştir. Ana arılar DOOLITTLE yöntemi ile yetiştirilmiştir (Laidlaw, 1979).

Dördüncü (P_3) ve beşinci (P_4) generasyonları oluşturmak üzere yapılan işlemler aşağıda verilmiştir.

3.2.1.1. Başlatıcı kolonisi hazırlama

Başlatıcı kolonisi arılıkta selekte edilen koloniler dışındaki üretim kolonileri arasından en güçlü işçi arı mevcuduna sahip olan kolonilerden seçilmiştir (Şekil 3.8). Başlatıcı olmak üzere seçilen bu kolonilerin ana arıları iptal edilerek yavrulu ve polenli çerçeveler dışındaki petekler alınmış ve alan hacim olarak daraltılmak üzere yer düzenlemesi yapılmıştır (Güler, 2017). Başlatıcı kolonilere düzenli besleme yapılarak 4. günde larva transferi gerçekleştirilmiştir. Başlatıcı kolonisi hazırlandığı andan itibaren sürekli olarak ve bol miktarda şerbetle beslenmiştir. Çalışmada her bir başlatıcıya 60 adet larva verilmiş ve bu başlatıcılar aynı zamanda bitirici kolonisi olarak ta kullanılmışlardır (Şekil 3.9) (Laidlaw ve Page, 1986; Güler, 2017). Deneme süresi boyunca başlatıcı olarak kullanılan kolonilere iki kez larva transfer edilmiş ve ikinci transferden önce genç işçi arı mevcudunu desteklemek amacı ile çıkış aşamasına gelen kapalı yavrulu çerçeve takviyesi yapılmıştır. Larva transferi, başlatıcı kolonisinin kabul ettiği yüksüklerin çiftleştirme kutularına transferi, ana arı yüksüklerinden çıkan ana arılar ve çiftleştirme kutularının kontrolü, suni tohumlama ve suni tohumlanan ana arıların bakım ve kontrolünde belirlenen ana arısını kaybeden kolonilerin yeniden analandırılabilmesi amacıyla başlatıcı kolonisi hazırlandıktan 3 gün sonra yedeği hazırlanmıştır. Bu sayede çiftleştirme kolonilerinde yüksük kabul etmeyen kolonilere düzenli ana arı yüksüğü transferi sağlanmış ve bu kolonilerin anasız kalma süreleri kısa tutulmaya çalışılmıştır. İkinci kez yüksük kabul etmeyen veya suni tohumlanan ana arıyı kabul etmeyen çiftleştirme kolonisi tekrar kullanılmamıştır. Bu şekilde başlatıcı kolonisinin hazırlandığı tarih, transfer edilen larva sayısı ve transfer tarihi ile ana arı hücrelerinin hasat edilecekleri tarihler planlanarak kayıt altına alınmıştır (Laidlaw, 1979; Güler, 2017)



Şekil 3.8. Başlatıcı kolonisi (Güler, 2017)



Şekil 3.9. Larva transferi

3.2.1.2. Çiftleştirme kolonisi hazırlama

Çiftleştirme kolonileri, iki adedi açık-kapalı yavru olmak üzere ortalama 3-4 arılı çerçeve gücünde hazırlanmıştır. Bu kolonilere kek ve şerbetle beslenme yapılmıştır. Larva transferinin 10. gününde başaltıcı kolonilerden hasat edilen ana arı hücreleri (Şekil 3.10) bu çiftleştirme kolonilerine yavrulu çerçeve üzerine olacak şekilde yapıştırılarak sabitlenmeleri sağlanmıştır (Şekil 3.11). Kabul edilmeyen ana arı hücrelerinin yerine 2 gün içerisinde yenileri verilmiştir. Ana arı hücresi verilen çiftleştirme kolonilerinin uçuş deliklerine aynı gün ana arı ızgarası çakılarak ana arıların çıkıp çiftleşmeleri engellenmiştir.



Şekil 3.10. Ana arı hücresi hasadı



Şekil 3.11. Ana arı hücrelerinin çiftleştirme kolonilerinde çerçeve üzerine yapıştırılması ve çıkışın gerçekleşmesi

3.2.1.3. Erkek arı yetiştirme

Selekte edilen kolonilerden yetiştirilecek ana arıların yapay tohumlamasında kullanmak üzere yine aynı kolonilerden erkek arılar yetiştirilmiştir. Erkek arıların cinsi olgunluk yaşına gelme süreleri ana arılara göre daha uzun olduğu için ana arı yetiştiriciliğinden 20–25 gün önce yetiştirilmeleri gerekmektedir (Ruttner, 1988b; Koç ve Karacaoğlu, 2005; Güler, 2017). Daha önceki çalışmalarda CO₂ verilerek ana arıları erkek yetiştiriciliğine yönlendirilmesi önerilmekte ise de tarafımızdan yapılan uygulamada bu yöntemin uygun olmadığı sonucuna varılmış ve bunun yerine hem daha pratik hem de daha kaliteli erkek arı yetiştirilmesini mümkün kılan bir diğer yöntem uygulanmıştır (Güler vd, 2013). Daha güvenli oluşu sebebiyle 2014 ve 2015 yıllarında ebeveyn olarak selekte edilen her bir koloniye Mart ayı başında ana arı yumurtlama alanına kabartılmış erkek arı gözlü petek konularak ana arının bu çerçeveye dölsüz yumurta bırakmasını sağlayarak erkek arı üretimine teşvik edilmiştir. Erkek arıların kaliteli olmaları için bu kolonilere sık aralıklarla pupa aşamasında

yavrulu çerçeve takviye edilmiş ve düzenli bir şekilde kek ve şerbet ile beslenmişlerdir. Erkek arı üretimini sağlayan bu kolonilerin her birisi yaklaşık 2–3 bin arasında değişen sayıda erkek arı üretmişlerdir. Böylece her generasyonda selekte edilen ebeveyn kolonilerin her birisi aynı zamanda birer erkek arı (baba) kolonisi olarak değerlendirilmiştir.

3.2.1.4. Ana arı yetiştirme (♀ arı anası koloniler)

Gelecek generasyonu oluşturacak ana arıların yetiştirilmesi amacı ile Mayıs ayı sonunda 4 adet başlatıcı kolonisi hazırlanmıştır. Dördüncü günde her bir başlatıcıya selekte edilen ebeveyn kolonilerin her birinden 0–24 saatlik yaşta larva transfer edilmiş ve başlatıcı kolonilere verilmiştir. Larva transferinin 8. gününde başlatıcı koloni tarafından kabul edilen pupa aşamasındaki ana arı hücrelerinin transfer edileceği çiftleştirme kutuları hazırlanmıştır. Larva transferinin 10. gününde ise ana arı hücreleri başlatıcı kolonilerinden hasat edilerek bu çiftleştirme kolonilerine verilmiştir. (Laidlaw ve Page, 1986) Hücrelerin çiftleştirme kolonilerine verildiği gün kovan uçuş deliğine ergin hale gelecek ana arıların dışarıya çıkıp çiftleşmelerini engellemek üzere ana arı ızgarası çakılmıştır. Bu ana arıların bulundukları koloniler yıl ve selekte edilen koloni esas alınarak kayıtları tutulmuştur. Ana arılar ergin hale geldikten ortalama 8 gün sonra yapay tohumlama işlemine başlanmıştır (Büchler vd, 2013).

3.2.1.5. Yetiştirilen an arıların suni tohumlanması

Yetiştirilen ana arıların suni tohumlama işlemine başlanmadan önce şırınga ve diğer ekipman (Şekil 3.12) Salina solüsyonu kullanılarak sterilize edilmiştir (NaCl, 0.85 g; damıtık su 100 ml). Bu solüsyona % 0.25 oranında dihidrostroptomisin sülfat ilave edilmiştir (Kaftanoğlu ve Peng, 1982; Cobey ve Schley, 2002). Cinsi olgunluğa gelmiş 14-20 günlük yaştaki erkek arılardan semen toplanarak ana arıların suni tohumlama işlemi gerçekleştirilmiştir (Cobey, 2007; Cobey vd, 2013; Güler, 2017).

Mayıs ve Haziran aylarında ergin hale gelen ana arılar, ortalama 7-8. yaş günlerine geldiklerinde yapay tohumlama işlemine başlanmıştır. Selekte edilen ana arılar kendi ebeveynlerini temsil eden erkek anası koloni dışındaki o yıl erkek arı anası olarak oluşturulan kolonilerin her birinden yetiştirilen 2’şer adet erkek arılardan hasat

edilen ortalama semen ile yapay tohumlamaları yapılmıştır. Yapay tohumlamada genelde 8-10 mikrolitre semen yeterli görülmektedir (Cobey, 2007). Bu çalışmada yapay tohumlamada semen miktarından kaynaklanacak olası bir olumsuzluğu bertaraf etmek amacı ile her ana arıya daha fazla miktarda (ortalama 10-12 mikrolitre) semen verilmiştir. Semen toplama Harbo (1985) ve Cobey (2004)'e göre yapılmıştır. Erkek arılardan semen toplandıktan sonra suni tohumlanacak ana arılar çiftleştirme kutularından peyderpey toplanarak kafeslere konulmuş ve laboratuvara getirilmiştir. Laboratuvara getirilen ana arılar, sindirim sistemlerini boşaltmaları amacıyla cam fanus içerisine bırakılarak burada birkaç dakika uçmaları sağlanmıştır (Şekil 3.13). Buradan alınan ana arılar ana arı tohumlama tüpleri kullanarak suni tohumlama cihazına yerleştirilmiştir (Şekil 3.14). Suni tohumlama işlemi için suni tohumlama cihazına, ana arı abdomeninin son 5. ve 6. segmenti ana arı tüpünün dışına çıkacak şekilde tüpe baş aşağı olacak şekilde yerleştirilmiştir. Bu sırada ana arı tüpü CO₂ donanım sistemine bağlanarak ana arının yapay tohumlama işlemi süresince anestezisi sağlanmıştır. CO₂ akış miktarı dakikada 35 ml düzeyinde olacak şekilde ayarlanmıştır (Harbo, 1985; Cobey, 2007). Ventral ve dorsal kancalar yardımıyla ana arının iğne çemberi mikroskop altında açılmış, şırınganın kontrol düğmesi sağa doğru yavaşça döndürülerek şırıngadaki semen sıvısının tümü ana arı oviductuna enjekte edilmesi sağlanmıştır (Şekil 3.15) (Cobey, 2004; Güler, 2017). Bu işlemden sonra şırınga geri çekilerek ana arının üreme organından uzaklaştırılmıştır. Ana arı tüpten çıkarılarak anestezinin (CO₂) etkisinden kurtulunca kafese konularak alındığı koloniye geri verilmiştir. Yapay tohumlama esnasında yaklaşık 10-12 ve tohumlamadan 24 saat sonra 8-10 dakika süreli olmak üzere iki kez CO₂ uygulanmıştır. 24 saat sonra yapılan bu uygulama ile ana arının 4-5 gün içerisinde yumurtlamaya başlaması amaçlanmıştır (Harbo, 1985). Her ana arıyı temsil eden kızlarına geldikleri kaynağa göre numara verilmiş ve bu numara kovan üzerine, koloni kartına ve bilgisayara işlenmiştir.

Suni tohumlanan her ana arının sağ kanadı kliplenmiş ve thoraxı üzerine ana arı numarası yapıştırılmıştır (Şekil 3.16).



Şekil 3.12. Suni tohumlama alt yapısı



Şekil 3.13. Suni tohumlanacak ana arının cam fanus içerisinde uçurulması



Şekil 3.14. Ana arının tutucu tüplerle suni tohumlama cihazına yerleştirilmesi



Şekil 3.15. Ana arı oviductuna semenin aktarılması



Şekil 3.16. Suni tohumlanmış ana arılar

3.2.1.6. Hijyenik davranış karakterinin belirlenmesi

Deneme kolonilerinin hijyenik davranış düzeyini belirlemek amacıyla pupa aşamasındaki yavru alanına, aşağıda açıklanan yöntem ile sıvı nitrojen uygulanmıştır (Spivak vd, 2009; Rinderer vd, 2010; Güler ve Toy, 2013).

Denemede kullanılacak yardımcı elemanlar hazırlanmış, arı maskesi ve eldiven giyilmiş, körük yakılmış ve uygulamanın yapılacağı koloninin başına gidilmiştir. Önce kovan uçuş kapağından hafif tütsü verilmiş ve koloninin kapağı açılarak içerisine yeniden hafifçe tütsü verilmiş ve el demiri yardımıyla kovandan tümüyle pupa aşamasında kapalı yavrulu bir çerçeve çekilmiştir. Çerçeve silkelenmiş ve daha sonra arıcı fırçası yardımıyla üzerindeki arılar uzaklaştırılarak alınmıştır (Şekil 3.17). Kovandan alınan çerçevenin üzerine alındığı koloni numarasının yazılı olduğu bir etiket yapıştırılmıştır (Şekil 3.17). Kovan kapağı kovanın üstüne ters çevrilerek oradan uzaklaştırılmıştır (de Guzman vd, 2001; Toy, 2009; Bıyık, 2012).

Çekilen kapalı yavrulu çerçeveler tahta plaka üzerine yatay olacak şekilde konmuştur. Pupa aşamasındaki kapalı yavrulu çerçevenin üzerine daha önceden galvanizli sacdan yapılmış 8.5 cm çapındaki silindir huninin keskin kısmı hafifçe batırılmış ve daha sonra ortadaki temel peteğe dayanması için huni sağa sola doğru hafifçe çevrilerek peteğe yerleşmesi sağlanmıştır (Şekil 3.18). Bu uygulama sıvı nitrojenin petek üzerinde dağılmadan sadece ortalama 165 pupa bulunan alanı etkilemesi amacıyla yapılmıştır (Güler ve Toy, 2013). Yavrulu petek üzerine yerleştirilen silindir biçimindeki huni içerisine ölçekli bir kapla ortalama 350 cc sıvı nitrojen (-196 °C) yavaş yavaş (üç seferde) dökülmüştür (Şekil 3.19) (Spivak ve Reuter, 1998b; Spivak, 2006; Güler ve Toy, 2013). Sıvı nitrojen döküldükten sonra, sıvı nitrojenin tümüyle emilimini sağlamak amacıyla silindir huni yavrulu alan üzerinde 5 dakika bekletilmiştir (de Guzman vd, 2001; Spivak vd, 2002). Bekleme işlemi tamamlandıktan sonra silindir huni sağa sola çevrilerek petekten çıkarılmıştır (Şekil 3.20). Sıvı nitrojen uygulanan yavrulu çerçeve kolayca bulunabilmesi için işaretlenmiş ve alındığı kolonideki yerine konularak kovan kapağı kapatılmıştır (Şekil 3.21). Çerçevenin koloniye geri verildiği saat koloni kartına kaydedilmiştir.



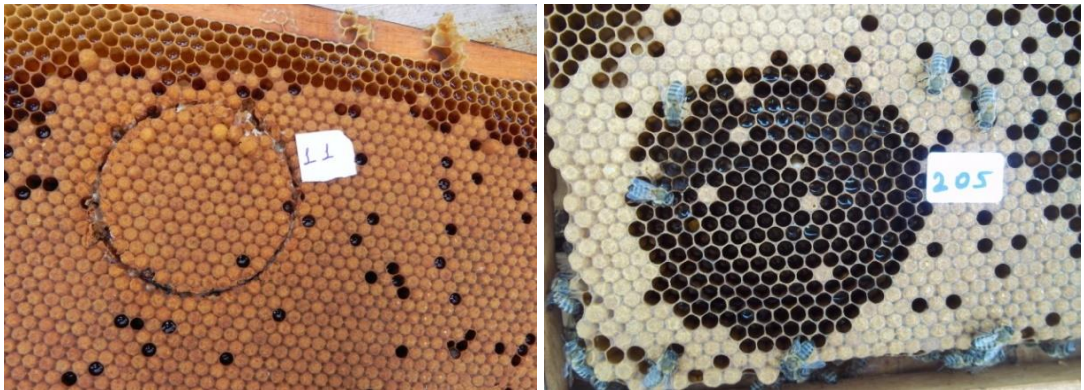
Şekil 3.17. Kapalı yavrulu çerçeve seçimi



Şekil 3.18. Silindir huninin temel peteğe yerleştirilmesi



Şekil 3.19. Sıvı nitrojen uygulanması



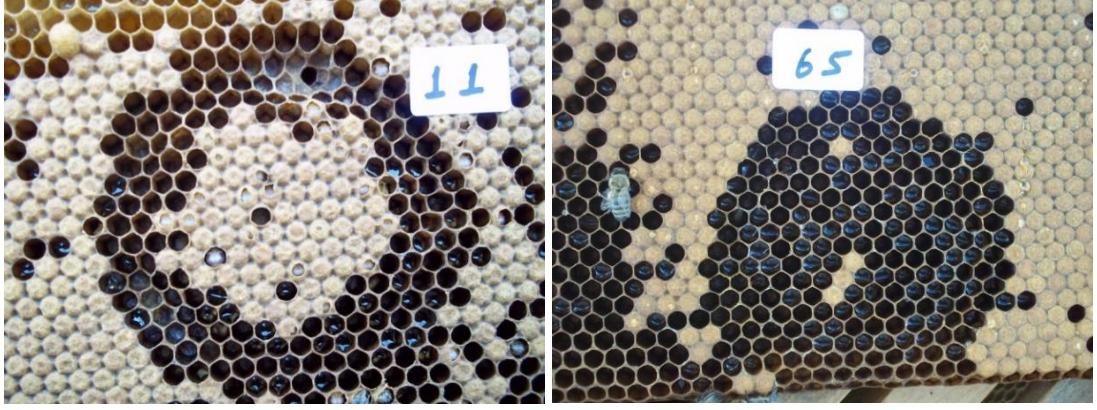
Şekil 3.20. Sıvı nitrojen uygulanmış pupa alanı (solda) ve koloni işçi arıları tarafından temizlenmiş pupa görünümü (sağda)



Şekil 3.21. Nitrojen uygulanan çerçevenin işaretlenerek alındığı koloniye geri verilmesi

3.2.1.7. Temizlenen ölü pupa sayım yöntemi

Sıvı nitrojen uygulamasından 24 ve 48 saat sonra koloninin/kolonilerin kapalı gözlerden temizledikleri ölü pupa sayımları yapılmıştır. Bu amaçla hafif tütsü verilerek kovan kapağı açılmış ve daha önce sıvı nitrojen uygulanan ve işaretlenen çerçeve el demiri yardımıyla çekilerek kovanın üzerine yatay gelecek şekilde yatırılmış, tütsü verilerek ve fırça yardımıyla sıvı nitrojen uygulanan bölgeden işçi arıların uzaklaştırılmaları sağlanmıştır. Açığa çıkan uygulama alanının kenarına görülebilecek şekilde ve daha önceden hazırlanan ve o koloni numarasının yazılı olduğu etiket yapıştırılmıştır (Güler ve Toy, 2013). Daha sonra dijital fotoğraf makinesi ile sıvı nitrojen uygulanan bu alan resimlenmiştir (Spivak vd, 2002). Yavrulu çerçeve tütsü verilerek yine kendi kovanındaki yerine yerleştirilmiştir. Bu işlemde her dönemde her koloniye ait resim/resimler önce bilgisayara aktarılmış ve daha sonra temizlenen ölü pupa sayımları yapılmış ve koloni kartlarına kaydedilmiştir (Şekil 3.22). Yukarıda anlatılan sıvı nitrojen uygulaması, uygulama döneminde deneme dışı bırakılan koloniler hariç, her koloniye sırayla uygulanmıştır. Uygulama işlemi arıların strese girmemeleri ve aşırı etkilenmemeleri için mümkün olduğunca hızlı bir şekilde yapılmıştır. Silindir huninin üzerine geldiği alanda pupa olmayan (boş) göz sayısının 12 adetten fazla olmamasına dikkat edilmiş, bu alandaki boş gözler tek tek sayılarak koloni kartlarına kaydedilmiştir (Spivak ve Reuter, 2008; Toy, 2009)



Şekil 3.22. Sıvı nitrojen uygulaması yapılan yavrulu alanın resimlenmesi ve bilgisayar ekranında ölü pupa sayımlarının yapılışı

3.2.2. İstatistiki değerlendirme

Çalışmada denemeyi tamamlayan kolonilerin 3 farklı dönemde ortaya koydukları mevsimsel ve bireysel ortalama ölü pupa temizleme davranışlarını belirlemek üzere “Tekrarlanan Ölçümlü Deneme Planı” kullanılarak, veriler SPSS istatistik paket programında varyans analizleri yapılmış ve ortalamalar arası farklılıklar Tukey çoklu karşılaştırma testi ile belirlenmiştir (SPSS, 1988; Pirk vd, 2013).

Varyans Analizinde:

Matematik modeli olarak $Y_{ij} = \mu + S_i + T_j + e_{ij}$

Y_{ij} : i. inci koloninin j. ninci dönemde temizlediği ölü pupa miktarı (adet/koloni)

μ : Popülasyon ortalaması

α_i : i. inci koloninin etkisi

S_i : j. inci dönemin (ayın etkisi)

e_{ij} : tesadüfi hata faktörü olarak tanımlanmaktadır.

3.2.3. İslah parametrelerinin hesaplanması

Seleksiyon sonucu oluşan her yeni döl generasyonunda hijyen davranışı (ölü pupa temizleme) ile ilgili olarak seleksiyon üstünlüğü (i), genotipik ilerleme (ΔG) ve kalıtım derecesi (h^2) ıslah parametreleri belirlenmiştir.

- Seleksiyon üstünlüğü (i): her generasyonda selekte edilen kolonilerin ortalamalarının seçtikleri koloni popülasyon ortalamasından gösterdikleri ortalama farklılık ($i = P_s - P_p$) olarak değerlendirilmiştir.

- Genotipik ilerleme (ΔG): her generasyonda sağlanan genetik ilerleme düzeyi veya seleksiyonda verimlilik ($\Delta G = i * h^2$)

- Kalıtım derecesi (h^2): her generasyonda belirlenen fenotipik (hijyenik) farklılıkta genotipik değer farklılığının nispi miktarı (h^2) olarak, 1) generasyonlar üzerinden, 2) varyans analizi ve 3) ana kız regresyonu yöntemlerinin herbirisinden yararlanılarak hesaplanmıştır (Kempthorne ve Tandon, 1953; Bienefeld ve Pirchner, 1990; Boecking vd, 2000; Güler, 2017).



4. BULGULAR

Bu çalışmada dördüncü generasyonu oluşturmak üzere, hijyenik davranış özelliği belirlenen ve daha önce üç generasyon boyunca hijyenik davranış fenotipi geliştirilen Kafkas arısını temsil eden kolonilerin üçüncü generasyonundan, % 95 ve üzerinde temizleme davranışı gösteren 9 koloni dördüncü generasyonun ebeveynlerini (ana ve baba) oluşturmak üzere seçilmiştir (Güler vd, 2013). Dolayısı ile bu tez materyalini oluşturan 4. (P₃) ve 5. (P₄) generasyonlara ilişkin veri ve değerlendirmeleri yapmadan önce 3. (P₂) döl generasyonuna ait hijyenik davranış karakteri ile ilgili veri ve bilgi sunmaya ihtiyaç duyulmuştur. Güler vd, (2013) tarafından yürütülen çalışmanın üçüncü generasyonunda aşırı hırçınlık gösteren, ana arı yenileyen, oğul veren, hastalık görülen ve kış kaybından dolayı belirli sayıda koloni deneme dışı bırakılmıştır. Dolayısı ile toplam 76 koloni denemeyi tamamlamıştır. Kolonilerin hijyenik davranışları birbirlerinden önemli düzeyde farklı (P<0.01) bulunmuştur. Populasyonun ortalama ölü pupa temizleme düzeyi 156.51±0.62 adet/koloni olarak belirlenmiştir. Bu generasyonu oluşturan populasyonun ölü pupa temizleme oranı ise % 94.85 olarak belirlenmiştir (Çizelge 3.1).

4.1. Ölü Pupa Temizleme Davranışı

Populasyonun dördüncü (P₃) ve beşinci (P₄) generasyonlardaki ölü pupa temizleme miktarları ve yüzdeleri (%) ile temizleme davranışının populasyonlardaki değişimi ayrı başlıklar altında aşağıda değerlendirilmiştir.

4.1.1. Dördüncü (P₃) generasyon

Ölü pupa temizleme davranışına göre gelecek generasyonun ebeveyni olarak selekte edilen ve 2014 yılı baharına çıkan bu 9 koloninin her birinden farklı sayıda (8-14 arasında) olmak üzere toplam 122 kızkardeş ana arı yetiştirilmiş ve kolonilere kazandırılmıştır. Yani yüksek fenotipik değer gösteren bu 9 koloninin bu üstünlüklerinin genotipik yapıdan (eklemeli gen etkisinden) kaynaklanıp kaynaklanmadığını belirlemek üzere döl kontrolüne tabi tutulmuşlardır. Bu kızkardeş ana arılardan 94 adeti denemenin dördüncü test generasyonunu tamamlamıştır. Bu 94

koloninin temizlediği ortalama ölü pupa miktarı, %'si, minimum ve maksimum değerleri Çizelge 4.1 ve 4.2'de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Kolonilerin dördüncü (P₃) generasyon Ağustos, Eylül ve Ekim Ayları'nda 24 saatte bireysel temizledikleri toplam (adet/koloni) ortalama (adet/koloni) ve yüzde (%/koloni) ölü pupa miktarlarına ilişkin değerler

Sıra No	Koloni No	Sıvı nitrojen uygulaması			X±S _x	%/koloni	Min	Max
		I	II	III				
1	4	165	165	165	165.0±0.00 ^{a*}	100.0	165	165
2	92	165	165	165	165.0±0.00 ^a	100.0	165	165
3	110	165	165	165	165.0±0.00 ^a	100.0	165	165
4	120	165	165	165	165.0±0.00 ^a	100.0	165	165
5	123	165	165	165	165.0±0.00 ^a	100.0	165	165
6	128	165	165	165	165.0±0.00 ^a	100.0	165	165
7	140	165	165	165	165.0±0.00 ^a	100.0	165	165
8	288	165	165	165	165.0±0.00 ^a	100.0	165	165
9	290	165	165	165	165.0±0.00 ^a	100.0	165	165
10	307	165	165	165	165.0±0.00 ^a	100.0	165	165
11	297	165	162	165	164.0±1.00 ^{ab}	99.4	162	165
12	2	165	159	165	163.0±2.00 ^{abc}	98.8	159	165
13	71	158	165	165	162.7±2.33 ^{a-d}	98.6	158	165
14	319	164	159	165	162.7±1.85 ^{a-d}	98.6	159	165
15	320	158	165	165	162.7±2.33 ^{a-d}	98.6	158	165
16	172	160	159	165	161.3±1.85 ^{a-d}	97.8	159	165
17	67	158	156	165	159.7±2.72 ^{a-e}	96.8	156	165
18	305	156	157	158	157.0±0.57 ^{a-f}	95.2	156	158
19	114	165	139	165	156.3±8.67 ^{a-f}	94.7	139	165
20	122	157	149	159	155.0±3.05 ^{a-f}	93.9	149	159
21	134	151	156	157	154.7±1.85 ^{a-g}	93.7	151	157
22	107	156	159	147	154.0±3.60 ^{a-g}	93.3	147	159
23	313	157	146	158	153.7±3.84 ^{a-g}	93.1	146	158
24	286	157	156	146	153.0±3.51 ^{a-h}	92.7	146	157
25	231	154	143	159	152.0±4.72 ^{a-i}	92.1	143	159
26	164	147	159	149	151.7±3.71 ^{a-i}	91.9	147	159
27	5	141	153	157	150.0±4.80 ^{a-i}	91.1	141	157
28	291	151	143	156	150.0±3.78 ^{a-i}	90.9	143	156
29	89	154	139	156	149.7±5.36 ^{a-i}	90.7	139	156
30	124	161	148	139	149.3±6.38 ^{a-i}	90.5	139	161
31	117	164	130	152	148.7±9.95 ^{a-j}	90.1	130	164
32	24	150	159	130	146.3±8.56 ^{a-k}	88.7	130	159
33	275	135	142	156	144.3±6.17 ^{a-k}	87.5	135	156

Çizelge 4.1. (devam)

34	232	159	148	119	142.0±11.93 ^{a-k}	86.1	119	159
35	207	147	127	150	141.3±7.21 ^{a-l}	85.7	127	150
36	303	136	143	145	141.3±2.72 ^{a-l}	85.7	136	145
37	212	141	136	145	140.7±2.60 ^{a-l}	85.3	136	145
38	1	125	145	151	140.3±7.85 ^{a-l}	85.1	125	151
39	98	144	123	152	139.7±8.64 ^{a-l}	84.6	123	152
40	316	147	118	151	138.7±10.39 ^{a-l}	84.0	118	151
41	292	132	142	141	138.3±3.17 ^{a-m}	83.8	132	142
42	312	129	140	144	137.7±4.48 ^{a-m}	83.4	129	144
43	321	146	119	143	136.0±8.54 ^{a-m}	82.4	119	146
44	301	150	130	126	135.3±7.42 ^{b-n}	82.0	126	150
45	11	143	115	147	135.0±10.07 ^{b-n}	81.8	115	147
46	81	130	136	138	134.7±2.40 ^{b-o}	81.6	130	138
47	102	144	151	109	134.7±12.99 ^{b-o}	81.6	109	151
48	296	128	134	139	133.7±3.17 ^{b-o}	81.0	128	139
49	125	123	142	130	131.7±5.54 ^{c-ö}	79.8	123	142
50	160	138	114	143	131.7±8.95 ^{c-ö}	79.8	114	143
51	147	127	131	133	130.3±1.76 ^{c-ö}	79.0	127	133
52	208	127	135	128	130.0±2.51 ^{d-ö}	78.8	127	135
53	80	133	110	146	129.7±10.52 ^{d-p}	78.6	110	146
54	83	138	108	141	129.0±10.53 ^{d-p}	78.2	108	141
55	254	129	142	106	125.6±10.52 ^{d-p}	76.2	106	142
56	167	141	120	112	124.3±8.64 ^{e-q}	75.4	112	141
57	173	135	123	115	124.3±5.81 ^{e-q}	75.4	115	135
58	69	146	131	93	123.3±15.77 ^{f-q}	74.7	93	146
59	183	110	119	134	121.0±7.00 ^{g-q}	73.3	110	134
60	209	123	115	123	120.3±2.67 ^{g-q}	72.9	115	123
61	127	135	126	98	119.7±11.14 ^{h-q}	72.5	98	135
62	195	142	108	95	115.0±14.01 ^{i-r}	69.7	95	142
63	66	99	119	125	114.3±7.85 ^{i-r}	69.3	99	125
64	300	119	115	108	114.0±3.21 ^{i-r}	69.1	108	119
65	111	96	119	126	113.7±9.06 ^{i-r}	68.9	96	126
66	118	108	114	109	110.3±1.85 ^{j-r}	66.9	108	114
67	27	108	123	98	109.7±7.26 ^{j-s}	66.5	98	123
68	198	130	107	85	107.3±12.99 ^{k-s}	65.1	85	130
69	143	93	103	123	106.3±8.81 ^{k-s}	64.4	93	123
70	87	107	98	111	105.3±3.84 ^{l-s}	63.8	98	111
71	314	103	85	125	104.3±11.56 ^{l-s}	63.2	85	125
72	315	97	87	125	103.0±11.37 ^{l-s}	62.4	87	125
73	168	95	92	120	102.3±8.87 ^{m-s}	62.0	92	120

Çizelge 4.1. (devam)

74	284	111	123	70	101.3±16.04 ^{m-s}	61.4	70	123
75	157	92	96	115	101.0±7.09 ^{n-s}	61.2	92	115
76	79	85	104	112	100.3±8.00 ^{n-s}	60.8	85	112
77	3	113	60	121	98.0±19.13 ^{n-s}	59.4	60	121
78	295	111	76	104	97.0±10.69 ^{n-t}	58.8	76	111
79	309	95	75	118	96.0±12.42 ^{n-t}	58.2	75	118
80	31	108	91	87	95.3±6.43 ^{o-t}	57.8	87	108
81	121	75	88	110	91.0±10.21 ^{o-t}	55.2	75	110
82	188	71	97	103	90.3±9.82 ^{ö-t}	54.7	71	103
83	185	104	80	85	89.7±7.31 ^{p-t}	54.3	80	104
84	108	81	89	94	88.0±3.78 ^{p-t}	53.3	81	94
85	153	124	81	53	86.0±20.64 ^{q-t}	52.1	53	124
86	256	67	97	92	85.3±9.27 ^{q-t}	51.7	67	97
87	75	110	58	87	85.0±15.04 ^{q-t}	51.5	58	110
88	68	114	59	75	82.7±16.33 ^{r-t}	50.1	59	114
89	267	83	103	58	81.3±13.01 ^{s-t}	49.3	58	103
90	149	112	71	60	81.0±15.82 ^{s-t}	49.1	60	112
91	257	90	70	65	75.0±7.63 ^{s-t}	45.5	65	90
92	244	70	58	74	67.3±4.81 ^t	40.8	58	74
93	116	63	75	61	66.3±4.37 ^t	40.2	61	75
94	73	49	76	73	66.0±8.54 ^t	40.0	49	76
Genel ortalama		130.5	125.2	128.9	128.21±1.82	77.7	49	165

*: farklı harfler farklı ortalamaları ifade etmektedir.

Çizelge 4. 2. Kolonilerin dördüncü (P₃) generasyon Ağustos, Eylül ve Ekim Ayları'nda 48 saatte bireysel temizledikleri toplam (adet/koloni) ortalama (adet/koloni) ve yüzde (%/koloni) ölü pupa miktarları ilişkin değerler

Sıra No	Koloni No	Sıvı nitrojen uygulaması			X±Sx	% /koloni	Min	Max
		I	II	III				
1	2	165	165	165	165.0±0.00 ^{a*}	100.0	165	165
2	4	165	165	165	165.0±0.00 ^a	100.0	165	165
3	24	165	165	165	165.0±0.00 ^a	100.0	165	165
4	67	165	165	165	165.0±0.00 ^a	100.0	165	165
5	71	165	165	165	165.0±0.00 ^a	100.0	165	165
6	80	165	165	165	165.0±0.00 ^a	100.0	165	165
7	83	165	165	165	165.0±0.00 ^a	100.0	165	165
8	89	165	165	165	165.0±0.00 ^a	100.0	165	165
9	92	165	165	165	165.0±0.00 ^a	100.0	165	165
10	107	165	165	165	165.0±0.00 ^a	100.0	165	165
11	110	165	165	165	165.0±0.00 ^a	100.0	165	165
12	114	165	165	165	165.0±0.00 ^a	100.0	165	165

Çizelge 4. 2. (devam)

13	117	165	165	165	165.0±0.00 ^a	100.0	165	165
14	120	165	165	165	165.0±0.00 ^a	100.0	165	165
15	123	165	165	165	165.0±0.00 ^a	100.0	165	165
16	124	165	165	165	165.0±0.00 ^a	100.0	165	165
17	125	165	165	165	165.0±0.00 ^a	100.0	165	165
18	128	165	165	165	165.0±0.00 ^a	100.0	165	165
19	134	165	165	165	165.0±0.00 ^a	100.0	165	165
20	140	165	165	165	165.0±0.00 ^a	100.0	165	165
21	143	165	165	165	165.0±0.00 ^a	100.0	165	165
22	147	165	165	165	165.0±0.00 ^a	100.0	165	165
23	172	165	165	165	165.0±0.00 ^a	100.0	165	165
24	207	165	165	165	165.0±0.00 ^a	100.0	165	165
25	275	165	165	165	165.0±0.00 ^a	100.0	165	165
26	286	165	165	165	165.0±0.00 ^a	100.0	165	165
27	288	165	165	165	165.0±0.00 ^a	100.0	165	165
28	290	165	165	165	165.0±0.00 ^a	100.0	165	165
29	292	165	165	165	165.0±0.00 ^a	100.0	165	165
30	297	165	165	165	165.0±0.00 ^a	100.0	165	165
31	307	165	165	165	165.0±0.00 ^a	100.0	165	165
32	313	165	165	165	165.0±0.00 ^a	100.0	165	165
33	319	165	165	165	165.0±0.00 ^a	100.0	165	165
34	320	165	165	165	165.0±0.00 ^a	100.0	165	165
35	5	164	165	165	164.7±0.33 ^a	99.8	164	165
36	81	165	165	164	164.7±0.33 ^a	99.8	164	165
37	316	164	165	165	164.7±0.33 ^a	99.8	164	165
38	183	163	165	165	164.3±0.67 ^a	99.6	163	165
39	164	165	165	162	164.0±1.00 ^a	99.4	162	165
40	296	164	165	163	164.0±0.57 ^a	99.4	163	165
41	301	165	162	165	164.0±1.00 ^a	99.4	162	165
42	305	162	165	165	164.0±1.00 ^a	99.4	162	165
43	98	165	161	165	163.7±1.33 ^a	99.2	161	165
44	68	165	160	165	163.3±1.67 ^a	99.0	160	165
45	291	160	165	165	163.3±1.67 ^a	99.0	160	165
46	231	165	158	165	162.7±2.33 ^a	98.6	158	165
47	69	165	165	156	162.0±3.00 ^a	98.2	156	165
48	167	165	159	162	162.0±1.73 ^a	98.2	159	165
49	232	165	165	156	162.0±3.00 ^a	98.2	156	165
50	321	165	156	165	162.0±3.00 ^a	98.2	156	165
51	1	155	165	165	161.7±3.33 ^a	98.0	155	165
52	315	165	155	165	161.7±3.33 ^a	98.0	155	165
53	153	165	159	160	161.3±1.85 ^a	97.8	159	165

Çizelge 4. 2. (devam)

54	209	164	160	160	161.3±1.33 ^a	97.8	160	164
55	122	163	154	165	160.7±3.28 ^{a-b}	97.4	154	165
56	303	165	159	158	160.7±2.18 ^{a-b}	97.4	158	165
57	27	165	165	151	160.3±4.67 ^{a-b}	97.2	151	165
58	254	165	165	151	160.3±4.67 ^{a-b}	97.2	151	165
59	212	159	162	158	159.7±1.20 ^{abc}	96.8	158	162
60	309	165	148	165	159.3±5.67 ^{a-d}	96.6	148	165
61	208	147	165	165	159.0±6.00 ^{a-e}	96.4	147	165
62	3	165	145	165	158.3±6.67 ^{a-e}	96.0	145	165
63	173	157	160	158	158.3±0.88 ^{a-e}	96.0	157	160
64	121	153	160	161	158.0±2.51 ^{a-e}	95.8	153	161
65	11	165	142	165	157.3±7.67 ^{a-f}	95.4	142	165
66	111	156	151	165	157.3±4.09 ^{a-f}	95.4	151	165
67	312	153	159	160	157.3±2.18 ^{a-f}	95.4	153	165
68	102	159	162	148	156.3±4.25 ^{a-f}	94.7	148	162
69	127	165	153	148	155.3±5.04 ^{a-g}	94.1	148	165
70	300	160	150	156	155.3±2.90 ^{a-g}	94.1	150	160
71	295	158	148	159	155.0±3.51 ^{a-g}	93.9	148	159
72	160	163	143	156	154.0±5.85 ^{a-h}	93.3	143	163
73	198	154	151	155	153.3±1.20 ^{a-h}	92.9	151	155
74	157	165	142	151	152.7±6.69 ^{a-h}	92.5	142	165
75	116	159	151	147	152.3±3.52 ^{a-h}	92.3	147	159
76	75	165	156	134	151.7±9.20 ^{a-i}	91.9	134	165
77	31	152	155	147	151.3±2.33 ^{a-i}	91.7	147	155
78	284	157	156	141	151.3±5.17 ^{a-i}	91.7	141	157
79	195	152	148	144	148.0±2.30 ^{b-i}	89.7	144	152
80	244	160	140	143	147.7±6.23 ^{b-i}	89.5	140	160
81	185	162	142	137	147.0±7.63 ^{c-j}	89.1	137	162
82	73	133	151	156	146.7±6.98 ^{c-j}	88.9	133	156
83	314	151	123	165	146.3±12.34 ^{d-k}	88.7	123	165
84	168	146	127	165	146.0±10.96 ^{e-k}	88.5	127	165
85	118	140	153	140	144.3±4.33 ^{h-k}	87.5	140	153
86	108	146	132	152	143.3±5.92 ^{i-k}	86.9	132	152
87	149	147	136	141	141.3±3.17 ^{i-l}	85.7	136	147
88	257	143	138	143	141.3±1.67 ^{j-l}	85.7	138	143
89	66	131	148	138	139.0±4.93 ^{k-l}	84.2	131	148
90	79	123	145	143	137.0±7.02 ^{k-m}	83.0	123	145
91	87	151	128	126	135.0±8.02 ^{k-n}	81.8	126	151
92	256	135	131	136	134.0±1.53 ^{l-n}	81.2	131	136

Çizelge 4. 2. (devam)

93	188	127	131	134	130.7±2.03 ^{m-n}	79.2	127	137
94	267	144	118	115	125.7±9.21 ⁿ	76.2	115	144
Genel ortalama		159.7	156.9	158.3	158.30±0.63	95.9	115	165

*: farklı harfler farklı ortalamaları ifade etmektedir.

Dördüncü generasyonu oluşturan 94 koloninin 24 ve 48 saatte belirlenen ortalama ölü pupa temizleme davranışları birbirlerinden önemli düzeyde farklı ($P<0.01$) bulunmuştur. Popülasyonun sıvı nitrojen uygulamasından, 24 saat sonra belirlenen ortalama ölü pupa temizleme miktarı 128.21 ± 1.82 adet/koloni ve % 77.7 olarak belirlenmiştir. Bu generasyonu oluşturan 94 koloniden 10 tanesi, ilk 24 saatlik sürede ölü pupanın tümünü (% 100) ve 18 koloni ise % 95 ve üzeri ölü pupa temizlemiştir. Bu 18 koloninin ölü pupa temizleme miktar ve yüzdesi sırası ile 163.52 ve % 99.1 belirlenmiştir. Bu generasyonda % 95 ve üzeri temizleme davranışı gösteren 18 koloniden 10 adeti ölü pupanın tamamını 24 saatte temizlemişlerdir. Bu koloniler sırası ile 4, 92, 110, 120, 123, 128, 140, 288, 290 ve 307 numaralı kolonilerdir. Bu on koloninin generasyonu oluşturan toplam koloni içerisindeki oranı % 10.63 ve % 95 ve üzeri temizleme davranışı gösteren koloniler içerisindeki oranının ise % 55.55 olduğu belirlenmiştir. Yani dördüncü generasyonda hijyenik davranış gösteren kolonilerin % 55.55'i 24 saatlik sürenin sonunda ölü pupanın tamamını temizlemiştir.

Dördüncü generasyonu oluşturan 94 koloninin sıvı nitrojen uygulamasından 48 saat sonraki ortalama ölü pupa temizleme miktarı 158.30 ± 0.63 adet/ koloni ve oranı ise % 95.9 olarak belirlenmiştir. 94 koloninin oluşturduğu dördüncü generasyonda, 48 saatlik temizleme davranışı sonucu 67 koloni % 95 ve üzeri ölü pupa temizleme davranışı göstermiştir. % 95 ve üzeri temizleme davranışı gösteren bu 67 koloni ölü pupanın ortalama 163.27 adet ile % 98.95'lik kısmını temizlemiştir. Bu generasyonda % 95 ve üzeri ölü pupa temizleme davranışı gösteren 67 koloniden 34 adedi sıvı nitrojen uygulamasından 48 saat sonra ölü pupanın tamamını temizlemiştir. Bu 34 koloninin generasyondaki oranı % 36.17, % 95 ve üzeri temizleme davranışı gösteren koloniler içerisindeki oranı ise % 50.74 olarak belirlenmiştir. Dördüncü generasyonda hijyenik davranış gösteren kolonilerin % 50.74'ü 48 saatlik süre sonunda ölü pupanın tamamını temizlediği belirlenmiştir.

Bu generasyonda ilk 24 saatte popülasyonun % 10.63'ü ve 48 saatte ise % 19.15'i ölü pupanın tümünü (% 100) temizlediği belirlenmiştir.

4.1.1. Beşinci (P₄) generasyon

Beşinci generasyonu oluşturmak üzere dördüncü generasyon popülasyonundan sıvı nitrojen testi sonucunda 48 saatte % 95 ve üzeri ölü pupa temizleme davranışı gösterip ebeveyn olarak seçilen 10 koloni ortalama 164.9 adet/koloni ile % 99.91 oranında ölü pupa temizlemiştir. Ölü pupa temizleme davranışına göre selekte edilen ve 2016 yılı baharına çıkan bu 10 ebeveyn koloninin her birinden farklı sayıda olmak üzere toplam 72 kızkardeş ana arı yetiştirilmiş ve kolonilere kazandırılmıştır. Bu kızkardeş ana arılardan 40 adeti denemenin beşinci generasyonunu tamamlamış. Bu 40 koloninin ilk 24 ve 48 saatte temizlediği ortalama ölü pupa miktarı, %'si, minimum ve maksimum değerleri Çizelge 4.3 ve 4.4'de verilmiştir.

Çizelge 4.3. Kolonilerin sıvı nitrojen uygulamasının beşinci (P₄) generasyon Ağustos, Eylül ve Ekim Ayları'nda 24 saatte bireysel temizledikleri toplam (adet/koloni), ortalama (adet/koloni) ve yüzde (%/koloni) ölü pupa miktarlarına ilişkin değerler

Sıra No	Koloni No	Sıvı nitrojen uygulaması			X±Sx	% /koloni	Min	Max
		I	II	III				
1	261	155	152	162	156.3±2.96 ^{a*}	94.7	152	162
2	24	161	122	165	149.3±13.71 ^{a-b}	90.5	122	165
3	1	146	155	141	147.3±4.09 ^{a-b}	89.3	141	155
4	309	165	137	138	146.7±9.17 ^{a-c}	88.9	137	165
5	311	122	149	160	143.7±11.28 ^{a-d}	87.1	122	160
6	150	162	126	139	142.3±10.52 ^{a-d}	86.3	126	162
7	21	161	139	123	141.0±11.01 ^{a-d}	85.5	123	161
8	294	124	141	145	136.7±6.43 ^{a-e}	82.8	124	145
9	303	122	127	161	136.7±12.25 ^{a-e}	82.8	122	161
10	645	131	122	155	136.0±9.84 ^{a-e}	82.4	122	155
11	168	101	140	165	135.3±18.62 ^{a-e}	82.0	101	165
12	81	118	165	122	135.0±15.04 ^{a-f}	81.8	118	165
13	122	71	165	164	133.3±31.16 ^{b-f}	80.8	71	165
14	63	93	134	165	130.7±20.85 ^{b-f}	79.2	93	165
15	2	91	165	134	130.0±21.45 ^{b-f}	78.8	91	165
16	301	59	165	165	129.7±35.33 ^{c-f}	78.6	59	165
17	153	88	134	165	129.0±22.36 ^{c-f}	78.2	88	165
18	298	83	159	137	126.3±22.57 ^{d-g}	76.6	83	159
19	156	152	124	101	125.7±14.74 ^{d-g}	76.2	101	152

Çizelge 4.3. (devam)

20	313	96	133	141	123.3±13.86 ^{d-g}	74.7	96	141
21	687	96	139	135	123.3±13.71 ^{d-g}	74.7	96	139
22	16	108	106	148	120.7±13.67 ^{e-h}	73.1	106	148
23	20	83	137	142	120.7±18.88 ^{e-h}	73.1	83	141
24	659	75	121	157	117.7±23.72 ^{f-i}	71.3	75	157
25	172	88	94	165	115.7±24.72 ^{g-i}	70.1	88	165
26	65	79	160	105	114.7±23.87 ^{g-i}	69.5	79	160
27	56	84	135	124	114.3±15.49 ^{g-i}	69.3	84	135
28	308	26	165	148	113.0±43.77 ^{h-i}	68.5	26	165
29	31	57	148	133	112.7±28.16 ^{h-i}	68.3	57	148
30	162	114	85	139	112.7±15.60 ^{h-i}	68.3	85	139
31	323	43	146	148	112.3±34.67 ^{h-j}	68.1	43	148
32	71	99	92	145	112.0±16.62 ^{h-i}	67.9	92	145
33	170	95	121	116	110.7±7.96 ^{h-j}	67.1	95	121
34	82	78	111	139	109.3±17.62 ^{h-j}	66.3	78	139
35	127	58	148	120	108.7±26.59 ^{h-j}	65.9	58	148
36	91	80	126	115	107.0±13.86 ^{i-j}	64.8	80	126
37	314	65	109	140	104.7±21.75 ^{i-j}	63.4	65	140
38	151	66	131	115	104.0±15.55 ^{i-j}	63.0	66	131
39	652	43	98	155	98.7±32.33 ^j	59.8	43	155
40	638	70	70	136	92.0±22.00 ^j	55.8	70	136
Genel ortalama		97.7	132.4	141.825	123.9±2.99	75.1	26	165

*: farklı harfler farklı ortalamaları ifade etmektedir.

Çizelge 4.4. Kolonilerin sıvı nitrojen uygulamasının beşinci (P₄) generasyon Ağustos, Eylül ve Ekim Ayları'nda 48 saatte bireysel temizledikleri toplam (adet/koloni), ortalama (adet/koloni) ve yüzde (%/koloni) ölü pupa miktarlarına ilişkin değerler

Sıra No	Koloni No	Sıvı nitrojen uygulaması			X±Sx	% /koloni	Min	Max
		I	II	III				
1	1	165	165	165	165.0±0.00 ^{a*}	100.0	165	165
2	20	165	165	165	165.0±0.00 ^a	100.0	165	165
3	24	165	165	165	165.0±0.00 ^a	100.0	165	165
4	63	165	165	165	165.0±0.00 ^a	100.0	165	165
5	71	165	165	165	165.0±0.00 ^a	100.0	165	165
6	82	165	165	165	165.0±0.00 ^a	100.0	165	165
7	122	165	165	165	165.0±0.00 ^a	100.0	165	165
8	153	165	165	165	165.0±0.00 ^a	100.0	165	165
9	168	165	165	165	165.0±0.00 ^a	100.0	165	165
10	172	165	165	165	165.0±0.00 ^a	100.0	165	165
11	261	165	165	165	165.0±0.00 ^a	100.0	165	165

Çizelge 4.4. (devam)

12	294	165	165	165	165.0±0.00 ^a	100.0	165	165
13	301	165	165	165	165.0±0.00 ^a	100.0	165	165
14	303	165	165	165	165.0±0.00 ^a	100.0	165	165
15	311	165	165	165	165.0±0.00 ^a	100.0	165	165
16	313	165	165	165	165.0±0.00 ^a	100.0	165	165
17	314	165	165	165	165.0±0.00 ^a	100.0	165	165
18	645	165	165	165	165.0±0.00 ^a	100.0	165	165
19	652	165	165	165	165.0±0.00 ^a	100.0	165	165
20	659	165	165	165	165.0±0.00 ^a	100.0	165	165
21	2	162	165	164	163.7±0.88 ^a	99.2	162	165
22	16	160	164	164	162.7±1.33 ^a	98.6	160	164
23	309	165	159	163	162.3±1.76 ^a	98.4	159	165
24	81	161	165	159	161.7±1.76 ^a	98.0	159	165
25	91	165	156	163	161.3±2.73 ^{ab}	97.8	156	165
26	56	160	159	159	159.3±0.33 ^{abc}	96.6	159	160
27	308	156	161	158	158.3±1.45 ^{abc}	96.0	156	161
28	323	154	161	159	158.0±2.08 ^{a-d}	95.8	154	161
29	162	154	161	157	157.3±2.02 ^{a-d}	95.4	154	161
30	638	154	158	160	157.3±1.76 ^{a-d}	95.4	154	160
31	687	154	159	157	156.7±1.42 ^{a-e}	94.9	154	159
32	65	150	156	152	152.7±1.76 ^{b-f}	92.5	150	156
33	21	147	157	150	151.3±2.96 ^{c-g}	91.7	147	157
34	156	163	145	146	151.3±5.84 ^{c-g}	91.7	145	163
35	31	149	150	153	150.7±1.20 ^{c-g}	91.3	149	153
36	170	143	154	151	149.3±3.28 ^{d-g}	90.5	143	154
37	151	135	161	149	148.3±7.51 ^{e-g}	89.9	135	161
38	150	151	138	146	145.0±3.78 ^{f-g}	87.9	138	151
39	298	139	153	142	144.7±4.25 ^{f-g}	87.7	139	153
40	127	132	165	134	143.7±10.68 ^g	87.1	132	165
Genel ortalama		158.85	161.175	159.65	159.9±0.71	96.9	132	165

*: farklı harfler farklı ortalamaları ifade etmektedir.

Beşinci generasyonu oluşturan 40 koloni 24 ve 48 saatte belirlenen ölü pupa temizleme davranışları bakımından birbirlerinden önemli düzeyde farklı ($P<0.01$) bulunmuştur. Popülasyonun sıvı nitrojen uygulamasından sonra, 24 saatte belirlenen ölü pupa temizleme miktarı 123.9 ± 2.99 adet/koloni ile % 75.1 olarak belirlenmiştir. Beşinci generasyonu oluşturan 40 koloniden hiçbirisi sıvı nitorjen uygulamasından sonraki 24 saatte hijyenik davranış fenotipi için belirlenen % 95 sınırının üzerinde ölü pupa temizleyememiştir. Popülasyonun 24 saatteki ölü pupa temizleme davranışı

değerlendirildiğinde en yüksek temizleme davranışı gösteren 261 numaralı koloni 156.3 ± 2.96 adet/koloni ile % 94.7 oranında ölü pupa temizlemiştir.

Beşinci generasyonu oluşturan 40 koloninin sıvı nitrojen uygulamasından 48 saat sonraki ortalama ölü pupa temizleme miktarı 159.9 ± 0.71 adet/koloni ve oranı ise % 96.9 olarak belirlenmiştir. 40 koloninin oluşturduğu dördüncü generasyonda, 48 saatlik sürede temizleme davranışı sonucu 30 koloni % 95 ve üzeri temizleme davranışı göstermiştir. % 95 ve üzeri temizleme davranışı gösteren bu 30 koloni ölü pupanın ortalama 163.42 adeti ile % 99.04'lük kısmını temizlemiştir. Dördüncü generasyonda % 95 ve üzeri ölü pupa temizleme davranışı gösteren 30 koloniden 20 adeti sıvı nitrojen uygulamasından 48 saat sonra ölü pupanın tamamını temizlemiştir. Bu 20 koloninin generasyondaki deneme kolonileri içerisindeki oranı % 50.00, % 95 ve üzeri temizleme davranışı gösteren koloniler içerisindeki oranı ise % 66.67 olarak belirlenmiştir. Beşinci generasyonda hijyenik davranış gösteren kolonilerin % 66.67'si 48 saatlik süre sonunda ölü pupanın tamamını temizlediği belirlenmiştir.

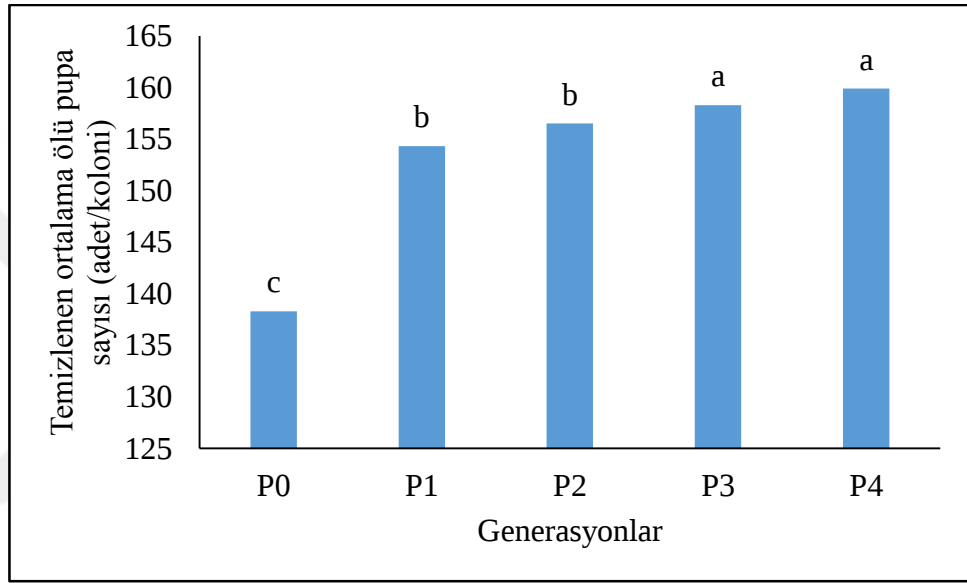
İlk 24 saat içerisinde hiçbir koloni üç uygulamanın üçünde de ölü pupanın tamamını temizleyememiştir. Bir koloni (koloni no 301) iki sıvı nitrojen uygulamasında (Eylül ve Ekim ayı uygulamaları), beş koloni (koloni no 24, 168, 63, 153 ve 172) Ekim ayı sıvı nitrojen uygulamasında ve dört koloni (koloni no 308, 2, 122 ve 81) ise Eylül ayı sıvı nitrojen uygulamasında ölü pupanın tamamını temizleyebilmiştir. Ağustos ayında yapılan birinci uygulamada ölü pupanın tamamını hiçbir koloni temizleyememiştir.

Uygulanan seleksiyon sonucu oluşan her yeni döl generasyonunda kolonilerin ölü pupa temizleme davranışı yönünden sağlanan iyileştirmeye (ilerlemeye) veya meydana gelen değişime ilişkin ortalama (Şekil 4.1), % 95 ve üzeri ölü pupa temizleyen koloni sayısı, % 100 temizleyen koloni sayısı ve generasyonlar arasında meydana gelen değişim miktar ve düzeyleri belirlenmiş ve bunlara ilişkin değerler Çizelge 4.5'de sunulmuştur. Ortalamalara ait veriler normal dağılış göstermediği için yüzdelik değerlere açılı transformasyonu uygulanarak varyans analizi yapılmış, sonuçlar ise gerçek değerleri üzerinde gösterilmiştir.

Çizelge 4.5. Deneme kolonilerinin 48 saatte ortalama ölü pupa temizleme miktarı, % 95 pupa temizleyen koloni sayısı, oranı, önceki generasyondan farkı, pupanın tümünü temizleyen koloni sayısı ve oranlarına ilişkin değerler

Generasyon**	Koloni Sayısı	$X \pm S_x$	Oran	>%95	%	Değişim Düzeyi	% 100	% 100
P ₀	147	138.31±1.39 ^{c*}	83.89	25	17.01	-	3	12.00
P ₁	128	154.33±0.05 ^b	93.43	66	51.56	16.02	20	30.30
P ₂	76	156.51±0.62 ^b	94.85	43	56.58	2.18	15	34.88
P ₃	94	158.30±0.63 ^a	95.90	67	71.27	1.79	34	36.17
P ₄	40	159.90±0.71 ^a	96.90	30	75.00	1.60	20	50.00
Genel Toplam	485			201			72	

* Farklı ortalamalar ayrı harflerle gösterilmiştir. ** P₀, P₁, P₂ Güler vd, 2013



Şekil 4.1. Deneme kolonilerinin 48 saatte temizledikleri ortalama ölü pupa miktarları (adet/koloni)

Tüm generasyonlar değerlendirildiğinde (P₀, P₁, P₂, P₃ ve P₄), belirlenen ortalama ölü pupa temizleme miktarları birbirlerinden önemli düzeyde (P<0.01) farklılık göstermiştir. Ortalama en az ölü pupa birinci generasyonda (P₀) temizlenirken ikinci (P₁) ve üçüncü generasyonda (P₂) temizlenen ölü pupa miktarları benzer bulunmuştur (Güler vd, 2013). Dördüncü (P₃) ve beşinci (P₄) generasyonlarda da temizlenen ölü pupa miktarlarının benzer olduğu ve en yüksek grubu oluşturduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.5). Çizelge 4.5’de görüldüğü gibi birinci generasyon (P₀) ile ikinci generasyon (P₁) arasında ortalama 16.02 adet/koloni daha fazla pupa ve % 9.54 düzeyinde fark varken, üçüncü generasyon (P₂) ile birinci generasyon arasındaki fark ise 18.2 adet/koloni ve % 10.96 düzeyinde daha fazla oluşmuştur. Ancak ikinci generasyon (P₁) ile üçüncü generasyon (P₂) arasındaki fark ise 2.18 adet/koloni pupa

ve % 1.42 düzeyindedir (Güler vd, 2013). Birinci generasyon (P_0) ile dördüncü generasyonun ölü pupa temizleme davranışları (P_3) arasında ortalama 19.99 adet/koloni ve % 14.45 düzeyinde ve beşinci generasyon (P_4) ile yine birinci generasyon arasındaki farkın ise 21.59 adet/koloni ve % 15.60 olduğu belirlenmiştir. Üçüncü generasyon (P_2) ile dördüncü generasyon (P_3) arasında ortalama 1.79 adet/koloni ve % 0.65, üçüncü generasyon (P_2) ile beşinci generasyon (P_4) arasında 3.39 adet/koloni ve % 2.17 ve dördüncü generasyon (P_3) ile beşinci generasyon (P_4) arasında 1.60 adet/koloni ve % 1.01 fark olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.5 ve Şekil 4.1).

Diğer tarafta selekte edilen ve oluşturulan her yeni döl generasyonundaki ortalama ölü pupa temizleme miktar ve oranında artış meydana gelmiştir. İlk generasyonu (P_0) oluşturan koloniler ortalama % 83.89 düzeyinde ölü pupa temizlerken, birinci döl generasyonunda (P_1) bu oran % 93.43, ikinci döl generasyonunda (P_2) % 94.85, üçüncü döl generasyonunda (P_3) % 95.90 ve dördüncü döl generasyonunda (P_4) % 96.90 düzeyine çıkmıştır. Dördüncü generasyonu (P_3) oluşturan toplam 94 ve beşinci generasyonu (P_4) oluşturan toplam 40 koloninin ortalama ölü pupa temizleme davranışı, bu davranış için standart sınır olarak kabul edilen % 95 seviyesinin üzerine çıkmıştır.

4.2. Islah Parametrelerinin Hesaplanması

Dördüncü ve beşinci generasyonlara uygulanan seleksiyon ve bu uygulama sonucunda ölü pupa temizleme davranış ıslahı yönünden sağladıkları veya meydana gelen değişime ilişkin, seleksiyon üstünlüğü (i), genetik ilerleme düzeyi (ΔG) ve kalıtım derecesi (h^2) katsayısı gibi ıslah parametreleri hesaplanmış ve hesaplanan değerler Çizelge 4.6'da sunulmuştur.

4.2.1. Seleksiyon üstünlüğü

Seleksiyon üstünlüğü (i), gelecek generasyonun ebeveynleri olarak selekte edilen kolonilerin (P_{2s} veya P_{3s}) seçildikleri popülasyondan (P_2 veya P_3) gösterdikleri farklılığı ifade eden değer $\bar{I} = P_{2s} - P_2$ veya $\bar{I} = P_{3s} - P_3$ eşitlikleri üzerinden hesaplanmıştır. Çalışma materyalinin kaynağını, daha önce iki generasyon seleksiyon uygulanan, üçüncü generasyonun (P_2) ölü pupa temizleme düzeyinin fenotipik

ortalaması $P_2 = 156.51 \pm 0.62$ ve bu popülasyondan dördüncü generasyonu oluşturmak üzere selekte edilen ebeveyn kolonilerin ortalaması ($P_{2s} = 163.67$) adet/koloni olarak hesaplanmıştır. Bu generasyon için seleksiyon üstünlüğü,

$$\dot{I}_2 = P_{2s} - P_2$$

$\dot{I} = 163.67 - 156.51 = 7.16$ pupa adet/koloni olarak belirlenmiştir (Güler vd, 2013).

Denemenin dördüncü (P_3) generasyonunda ölü pupa temizleme düzeyinin fenotipik ortalaması $P_3 = 158.30 \pm 0.63$ ve bu popülasyondan dördüncü generasyonu oluşturmak üzere selekte edilen ebeveyn kolonilerin ortalaması $P_{3s} = 164.90$ adet/koloni bulunmuştur. Dolayısı ile dördüncü generasyon için seleksiyon üstünlüğü,

$$\dot{I}_3 = P_{3s} - P_3$$

$\dot{I} = 164.90 - 158.88 = 6.02$ adet/koloni olarak belirlenmiştir.

Güler vd (2013), Kafkas arısının hijyenik davranışının belirlendiği ve geliştirildiği çalışmalarında başlangıç popülasyonu (P_0), ikinci (P_1) ve üçüncü (P_2) generasyonlarda ebeveyn olarak selekte edilenlerin seçildikleri popülasyondan üstünlüklerini sırası ile 16.02, 9.00 ve 7.16 adet/koloni olarak bildirmiştir. Dördüncü generasyonda ise selekte edilenlerin seçildikleri popülasyondan gösterdiği farklılık 6.02 adet/koloni bulunmuştur. Generasyonlardaki seleksiyon üstünlüğü değerlendirildiğinde her yeni döl generasyonunda seleksiyon üstünlüğü yani seçilenlerin seçildikleri popülasyondan gösterdikleri farklılık azalmıştır. Kapalı popülasyon ıslahında ve çalışılan popülasyonu oluşturan ebeveyn sayısı azaldığında akrabalık artmakta ve genotipik varyans azalmaktadır. Populasyonun uzun süre kapalı kalması ve ebeveyn sayısına bağlı olarak kolonilerin birbiri ile olan akrabalıkları artmakta ve akrabalar gittikçe benzer genotiplere sahip olmaya başladıklarında popülasyonda genotipik varyans ve buna bağlı olarak seleksiyon üstünlüğü azalmaktadır. Dolayısı ile generasyonlar ilerledikçe seleksiyonun bir sonucu olarak seleksiyon üstünlüğünün genel anlamda azaldığı bildirilmiştir (Düzgüneş vd, 2003; Tüzemen vd, 2013). Bu çalışmanın birinci, ikinci, üçüncü (Güler vd, 2013) ve dördüncü generasyonlarında akrabalı yetiştiriciliğin yarattığı, özellikle yavru dejenerasyonu gibi, olumsuzlukları önleyebilmek için belirtilen oran (populasyonun en az % 10'u) veya üzerinde koloni ebeveyn olarak selekte edilmiştir (Rinderer, 1986;

Ruttner, 1988a). Yine de seleksiyon üstünlüğünde generasyonlar ilerledikçe yaşanan düşüşün kapalı populasyon ıslahında meydana gelen genotipik benzerliğe bağlı fenotipik varyasyondaki azalmanın sebep olduğu tahmin edilmektedir.

4.2.2. Genotipik ilerleme

Genotipik ilerleme (ΔG), seleksiyon sonucu bir generayonda sağlanan genetik ilerleme olarak ifade edilmektedir (Düzgüneş vd, 2003; Güler, 2017). Başka bir ifadesi ile genotipik ilerleme seleksiyonda verimliliği gösterir ve her seleksiyon uygulamasında seçilen kolonilerin döl generasyonunda ebeveyn generasyonunun ortalamasına nazaran elde edilmesi beklenen genotipik ilerlemeyi ifade eder (Rinderer, 1986; Güler, 2017). Dolayısı ile bu çalışmada dördüncü generasyon için genetik ilerleme,

$$P_4 = P_3 + \Delta G \text{ veya } P_4 = P_3 + i \cdot h^2 \text{ eşitliği ve beşinci generasyon için,}$$

$P_5 = P_4 + \Delta G$ veya $P_5 = P_4 + i \cdot h^2$ eşitliği üzerinden hesaplanmıştır (Düzgüneş vd, 2003; Tüzemen vd, 2013; Güler, 2017).

Çalışmada yukarıda verilen eşitlikler kullanılarak dördüncü generasyon için hesaplanan genotipik ilerleme katsayısı 1.79 ve beşinci generasyon için hesaplanan genotipik ilerleme katsayısı 0.71 bulunmuştur. Islah çalışmalarında generasyonlar ilerledikçe elde edilen popülasyonlardaki geneotipik benzerliğe bağlı olarak fenotipik varyasyonun azalmasının bir sonucu olarak seleksiyon üstünlüğünde olduğu gibi, genotipik ilerleme katsayısında da azalmanın olası olduğu belirtilmektedir (Düzgüneş vd, 2003). Nitekim Çizelge 4.6'da görüleceği gibi bu materyalde dört generasyonda sırasıyla 16.02, 2.18, 1.79 ve 0.71 olduğu belirlenmiş ve generasyonlar arasındaki genotipik ilerleme katsayısı azalan oranda artış göstermiştir.

4.2.3. Kalıtım derecesi

Çalışmada dördüncü ve beşinci generasyonlardaki kalıtım derecesi (h^2);

1. Ana kız regresyonu
2. Varyans analizi
3. Generasyonlar üzerinden olmak üzere üç farklı yöntem ile belirlenmiştir.

Bu yöntemlerden ana kız regresyonu ve varyans analizi yöntemleri dar anlamlı (DAK), generasyonlar üzerinden hesaplanan kalıtım derecesi ise geniş anlamlı (GAK) kalıtım derecesi olarak değerlendirilmiştir (Çizelge 4.6) (Kempthorne ve Tandon,

1953; Bienefeld ve Pirchner 1990; Boecking vd, 2000; Brascamp vd, 2016; Güler, 2017).

4.2.3.1. Generasyonlar üzerinden kalıtım derecesi (h^2) hesaplama

Herhangi bir generasyonda seleksiyonla sağlanan ilerlemede genotipin etkisinden yararlanarak kalıtım derecesinin hesaplanmasında,

$h^2 = P_1 - P_0/i$ veya $h^2 = \Delta G/i$ eşitliği kullanılmıştır (Düzgüneş vd, 2003; Tüzemen vd, 2013; Güler, 2017).

Eşitlik kullanılarak dördüncü generasyonu oluşturan kolonilerin ortalama fenotipik değerlerinden yararlanılarak, hesaplanan kalıtım derecesi $h^2 = 0.25$, aynı yöntem ile beşinci generasyonda hesaplanan kalıtım derecesi $h^2 = 0.11$ bulunmuştur (Çizelge 4.6). Bu generasyonlar için belirlenen kalıtım derecesi değerlendirildiğinde, her generasyonda uygulanan seleksiyondan sonra kalıtım dereceleri katsayılarında azalma meydana gelmiştir. Bu azalmanın nedeninin uygulanan ıslah programı ve seleksiyona bağlı olarak, popülasyondaki genotipik benzerliğe bağlı genetik varyasyonun azalması dolayısı ile buna bağlı fenotipik varyasyonun azalmasından kaynaklandığı tahmin edilmiştir. Benzer olarak generasyon sayısı arttıkça seleksiyon ve buna bağlı olarak genotipik ilerleme ve seleksiyon üstünlüğünde azaldığı görülmektedir. Bu yöntem ile hesaplanan kalıtım derecesi (h^2) geniş anlamli kalıtım derecesidir (Güler, 2017). Kalıtım derecesi hesaplanırken, belirlenen toplam fenotipik varyasyonun kaynağını oluşturan genotipik varyans;

$VG = VA + VD + VI + VP$ unsurlarından oluşur.

Eklemeli gen etkisi (A), dominant (D), epistatik etkiler (I) ve pleiotropik (P) gen etkileri oluşturmaktadır. Dominant ve epistatik gen etkileri değişim göstermesinden dolayı kalıtsal nitelikte etkiye sahip değildir (Güler, 2017). Kalıtsallık sadece eklemeli gen ya da eklemeli genotipik değere aittir (Rinderer, 1986; Güler, 2017). Bu nedenden dolayı geniş anlamli kalıtım derecesi her zaman doğru cevabı verememekte ve dolayısı ile ıslah çalışmalarında dar anlamli kalıtım derecesinin hesaplanması daha doğru sonuç verdiği belirtilmektedir (Rinderer, 1986; Ruttner, 1988a). Dar anlamli kalıtım derecesi toplam fenotipik varyasyonda eklemeli genotipik değerin (VA) nispi miktarını yani kalıtsallık oranını ifade etmektedir (Kempthorne ve Tandon, 1953; Bar-

Cohen vd, 1978; Rinderer, 1986; Willam ve E  l, 1993; Bienefeld ve Pirchner 1990). Bal arılarında cinsiyet olu  şumu, ana arının   iftle  şme davranı  şı, haplo-diploit yapı ve ana arının   iftle  ştiği erkek arı sayısına bağlı koloninin ortaya koyduğu herhengi bir fenotipi üzerine ana ve işçi arıların ayrı ayrı etkilerinin olması nedeni ile dar anlamlı kalıtım derecesi diğer çiftlik hayvanlarındaki gibi olmayıp daha karma  şık bir yapı göstermektedir (Charles ve Milne, 1985; Rinderer, 1986; Lodesani ve Costa, 2003; Bienefeld vd, 2007; Perez-Sato vd, 2009; Unger ve Guzman-Nova, 2010; Oxley vd, 2010; Al-Kahtani vd, 2013; Güler, 2017). Bu nedenle bu çalışmada dar anlamlı kalıtım derecesi ana kız regresyonunu üzerinden hesaplanan regresyon katsayısından yararlanılarak belirlenmiştir (Kempthorne ve Tandon, 1953; Bar-Cohen vd, 1978; Rinderer, 1986; Bienefeld ve Pirchner, 1990; Willam ve E  l 1993; Bienefeld vd, 2007; Büchler vd, 2013).

4.2.3.2. Ana kız regresyonundan yararlanarak kalıtım derecesi (h^2) hesaplama

Ana kız regresyonu kullanılarak hesaplanan dar anlamlı kalıtım derecesinde;

$h^2 = b/0.25$ eşitliği kullanılmaktadır (Rinderer, 1986).

b = regresyon katsayısını ifade etmektedir (Kempthorne ve Tandon, 1953; Boecking vd, 2000; Güler, 2017).

Aynı eşitlik kullanılarak dördüncü generasyonda kalıtım derecesi $h^2=0.112\pm0.096$, aynı yöntem ile beşinci generasyonda hesaplanan kalıtım derecesi $h^2=0.032\pm0.024$ bulunmuştur (  izelge 4.6).

4.2.3.3. Varyans analizinden yararlanılarak kalıtım derecesi (h^2) hesaplama

Bu çalışmada ayrıca, varyans analizinden yararlanarak   l   pupa temizleme davranı  şına ait hesaplanan dar anlamlı kalıtım derecesi hesaplanmış ve dördüncü generasyonda $h^2=0.60\pm0.25$ ve beşinci generasyonda $h^2=0.98\pm0.36$ bulunmuştur (  izelge 4.7).

Çizelge 4.6. Denemenin üçüncü (P₂), dördüncü (P₃) ve beşinci (P₄) generasyonlarında ve bunlardan selekte edilen döl populasyonlarında ölü pupa temizleme miktarları, seleksiyon üstünlüğü (i), kalıtım derecesi (h²) ve genotipik ilerleme parametrelerine ilişkin ortalama değerler

Generasyon	Koloni Sayısı	Ortalama Pupa Temizleme Miktarı	Seleksiyon Üstünlüğü (i)	DAK RK (h ²)	DAK VA (h ²)	GAK (h ²)	ΔG
P ₀	147	138.31±1.39					
P _{0s}	12	161.59	23.28	0.028±0.088	0.18±0.08	0.69	16.02
P ₁	128	154.33±0.05					
P _{1s}	11	163.34	9.01	0.12±0.66	-	0.24	2.18
P ₂	76	156.51±0.62					
P _{2s}	9	163.67	7.16	0.112±0.096	0.60±0.25	0.25	1.79
P ₃	94	158.30±0.63					
P _{3s}	12	164.90	6.60	0.032±0.024	0.98±0.36	0.11	0.71
P ₄	40	159.90±0.71					
P _{4s}	10	165.00±0.00	5.1				

DAK: Dar anlamlı kalıtım derecesi, RK: Regresyon katsayısı, VA: Varyans analizi, GAK: Geniş anlamlı kalıtım derecesi, P₀, P₁, P₂: Güler vd, 2013

Çizelge 4.7. Denemenin ikinci, üçüncü, dördüncü ve beşinci generasyonlarında ve bunlardan selekte edilen döl populasyonlarında ortalama ölü pupa temizleme miktarlarına ait varyans unsurları, kalıtım derecesi (h²), standart hata (Sx) ve tekrarlanma derecelerine (r) ilişkin katsayı ve değerler

Populasyonlar	Va	Vp	Ve	h ²	Sx	r
P ₁	5.312	109.907	115.219	0.18	0.083	0.05
P ₂	-2.803	60.175	57.372	-0.20	-0.062	-0.05
P ₃	17.165	97.331	114.496	0.60	0.256	0.15
P ₄	15.296	47.152	62.448	0.98	0.362	0.24

Va: eklemeli genetik varyans, Vp: fenotipik varyans, Ve: tesadüfî çevre etkilerinden kaynaklanan varyans (hata); h²: kalıtım derecesi, Sx: standart hata; r: tekrarlanma derecesi, P₁, P₂: Güler vd, 2013

4.2.3.4. Tekrarlanma derecesi (r)

Tekrarlanma derecesi, bir yılda elde edilen verimin (hijyenik davranış) takip eden yıllarda da elde edilme ihtimalini ifade etmektedir (Boecking vd, 2000). Yine ölü pupa

temizleme davranışına ait tekrarlanma dereceleri dördüncü (P_0) ve beşinci (P_0) generasyonlarda sırası ile 0.15 ve 0.24 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.7).



5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Kafkas arı ırkının hijyenik davranış fenotipine yönelik yapılan bu ıslah çalışmasında toplam 5 generasyona seleksiyon uygulanmıştır. Ancak bu tez çalışmasında bu arı ırkının son iki generasyondaki hijyenik davranış fenotipi değerlendirilmiştir. Her iki generasyonun (P₃ ve P₄) ölü pupa temizleme davranışı değerlendirildiğinde koloniler ve generasyonlar arasında önemli düzeyde varyasyon belirlenmiştir. Spivak vd (2003), hijyenik davranışı, genetik yapıya bağlı değişebilen ve 15- 20 günlük yaştaki işçi arıların sahip oldukları fizyolojik bir özellik olarak tanımlamışlardır. Ancak bir koloninin veya populasyonun hijyenik davranışlı olabilmesi için iki sıvı nitrojen uygulamasından 48 saat sonra ölü pupalardan ortalama % 95 ve üzerini temizlemesi gerekli görülmüş ve bu tüm dünyada bir standart yöntem olarak kabul edilmiştir (Rothenbuhler, 1964; Rinderer vd, 1999; Tarpy, 2003; Spivak vd, 2009; Rinderer vd, 2010). Bu düzeyde davranış gösteren koloniler hijyenik veya Amerikan Yavru Çürüklüğü ve Varroa (*Varroa destructor*) akarına karşı dirençli olarak kabul edilirken, % 95'in altında temizleme davranışı gösteren koloniler ise hijyenik olmayan yada hastalıklara karşı duyarlı olarak kabul edilmektedir (Spivak ve Reuther, 1998; Spivak vd, 2002; Fefferman vd, 2007; Rinderer vd, 2010; Güler ve Toy, 2013). Bu çalışmanın dördüncü generasyonunda (P₃) sıvı nitrojen uygulamasından 24 saat sonra, 10 koloni ölü pupanın tamamını (% 100), 18 koloni ise % 95 ve üzerini temizlemiştir. Sıvı nitrojen uygulamasından 48 saat sonra ise 34 koloni ölü pupanın tamamını, 67 koloni ise % 95 ve üzerinde temizleme davranışı sergilemiştir. Burada ölü pupa temizleme süresi uzadıkça daha fazla koloninin % 95 ve üzeri pupa temizledikleri görülmüştür. Hijyenik davranış, Amerikan Yavru Çürüklüğü ve kireç hastalığı gibi yavru hastalıklarına ve *Varroa* akarına karşı "doğal terapötik bir davranış" olarak değerlendirildiği için, (Boecking ve Spivak, 1999; Spivak ve Reuter, 2001b; Wilson-Rich vd, 2009; Evans ve Spivak, 2010) bu hastalık ve zararlılarla mücadele amacıyla ıslah programları hazırlanırken dikkate alınması genelde gerekli görülmektedir. Bazı ülkelere yeni bulaşmaya başladığı belirlenen veya karakterize edilen bal arısı virüsleri (Cersini vd, 2013; Riveros vd, 2018), ülkemizdeki arı kolonilerinde de yaygın tespit edilmiştir (Muz ve Muz, 2009; Gumusova vd, 2010; Oğuz vd, 2017; Muz ve Muz, 2018). Kolonilere verdiği zararlar dikkate alındığında, hijyenik davranışın önemi

önümüzdeki süreçte dahada artacağı düşünülmektedir. Çalışmanın dördüncü generasyonunda (P₃), 24 saat sonra popülasyonun % 10.63'ü ölü pupanın tamamını, % 19.15'i ölü pupanın % 95'ini temizlemiştir. Bu oran daha önce ıslah edilmemiş başlangıç popülasyonları üzerinde yapılan çalışmalarda belirlenmiş ortalama % 12-13 değerinden yüksektir (Spivak, 2009; Güler ve Toy, 2013). Kırk sekiz saat sonra popülasyonun % 36.17'si ölü pupanın tamamını, % 71.27'si ise % 95'ini temizlemiştir. Bu oran başlangıç popülasyonlarında belirlenen temizleme davranışına sahip koloni oranından yaklaşık altı kat daha yüksektir. Beşinci generasyonda (P₄) sıvı nitrojen uygulamasından 24 saat sonra % 95 ve üzeri temizleme davranışına sahip koloni belirlenmemiştir. Eylül ve Ekim aylarında yapılan sıvı nitrojen uygulamasından 24 saat sonra ölü pupanın tamamını veya % 95 ve üzerini temizleyen koloni olmasına rağmen Ağustos ayında yapılan sıvı nitrojen uygulamasında ise hiçbir koloni % 95 ve üzeri temizleme davranışı gösterememiştir. Kırk sekiz saat sonra popülasyonun % 50'si ölü pupanın tamamını, % 75'i ise % 95 ve üzerini temizlemiştir. Ayrıca, her generasyonda uygulanan seleksiyon sonucu belirlenen ebeveyn kolonilerden üretilen her yeni döl generasyonunda hijyen sınırını geçen (% 95 ve üzeri) veya pupanın tümünü temizleyen kolonilerin seçildikleri populasyon içerisindeki sayı ve oranları da artış göstermiştir (Çizelge 4.1, 4.2, 4.3 ve 4.4). Bu artışın popülasyonda hijyen karakterini belirleyici gen frekansının artışından kaynaklandığı tahmin edilmiştir.

Bazı çalışmalarda hijyenik davranışın kalıtım derecesinin yüksek olduğu belirlenmesine (Harbo ve Harris, 1999; Boecking vd, 2000; Stanimirović vd, 2008) yani büyük oranda genetik yapıya bağlı olmasına rağmen, hijyenik davranışın genetik kaynak, bölge, sıcaklık, nektar ve polen varlığı, koloni gücü (Boecking vd, 2000; de Guzman vd, 2001) doğal zararlı varlığı, stres oluşturan her türlü çevre ve sıvı nitrojenin mevsim içerisinde uygulama zamanı (Güler ve Toy, 2013) gibi çevresel faktörlerden etkilendiği belirtilmiştir. Dördüncü generasyonda (P₃) popülasyonun % 10.63'ü sıvı nitrojen uygulamasını takip eden ilk 24 saatten sonra ölü pupanın % 100'ünü temizlerken beşinci generasyonda (P₄) sıvı nitrojen uygulamasını takiben 24 saat sonra hiçbir koloninin ölü pupanın % 100'ünü temizleyememesi, hijyenik davranış özelliğinin yukarıda da belirtildiği gibi bu çevresel faktörlerden kaynaklandığı tahmin edilmektedir (Düzgüneş vd, 2003).

İslah ile sağlanacak iyileştirmenin kalıtsallığı belirleyici genler ve bunları ifade eden eklemeli genotipik değer ile mümkün olabileceği bildirilmiştir (Rothenbuhler ve Kullincevic, 1979; Page vd, 1985; Woyke, 1986; Laidlaw ve Page, 1986; Bienefeld vd, 1998; Düzgüneş vd, 2003; Bienefeld vd, 2007; Bienefeld vd, 2008; Unger ve Guzman-Novoa, 2010; Büchler vd, 2013; Bienefeld vd, 2015; Brascamp vd, 2016; Güler, 2017). Bu etkinin miktarının ise aralarında akrabalık ilişkisi bulunan generasyonlar (gruplar) üzerinden belirlenen kalıtım derecesi (h^2) düzeyinde olduğu belirtilmiştir (Bienefeld ve Pirchner, 1990; Boecking vd, 2000; Büchler vd, 2010). Çalışmada kalıtım derecesi (h^2), dar anlamlı kalıtım derecesi (DAK), ana kız regresyonu (R) ve varyans analizi ve geniş anlamlı kalıtım derecesi (GAK) yöntemleri kullanılarak generasyonlar üzerinden hesaplanmıştır. Her generasyon için kullanılan bu üç yöntemde de farklı sonuçlar elde edilmiştir. Bu çalışmanın ikinci (P_1) generasyonunda regresyon katsayısı ile belirlenen kalıtım derecesi ($h^2=0.28\pm0.088$), Boecking vd (2000)'in aynı yöntemi kullanarak belirlediği değere ($h^2=0.36$) yakın bulunmuştur. Üçüncü (P_2), dördüncü (P_3) ve beşinci (P_4) generasyonlarda regresyon katsayısı ile belirlenen kalıtım derecesi (h^2) katsayıları ise ($P_2=0.12\pm0.66$, $P_3=0.112\pm0.096$ ve $P_4=0.032\pm0.024$), Boecking vd (2000)'in aynı yöntemi kullanarak belirlediği değerden ($h^2=0.36$) daha düşük bulunmuştur. İkinci generasyonda ($P_1=0.28\pm0.088$) belirlenen kalıtım derecesi (h^2), Pernal vd (2012)'nin 48 saat sonunda temizlenen ölü pupa için belirlediği kalıtım derecesi ($h^2=0.25$) değerinden yüksek bulunmuşken, diğer generasyonlarda belirlenen kalıtım derecesi değerleri ise düşük bulunmuştur. Yine tüm generasyonlar için regresyon katsayısından yararlanarak hesaplanan kalıtım (h^2) derecesi ($P_1=0.28\pm0.088$; $P_2=0.12\pm0.66$, $P_3=0.112\pm0.096$ ve $P_4=0.032\pm0.024$), Harbo ve Harris (1999) ve Stanimirovic vd (2008)'in belirlediği sırası ile ($h^2 =0.65$ ve $h^2 =0.63$) kalıtım derecesi değerlerinden düşük bulunmuştur. Varyans analizi yöntemi ile tüm generasyonlarda belirlenen kalıtım derecesi (üçüncü generasyon (P_2) hariç), generasyonlarda ilerledikçe ($P_1 =0.18\pm0.08$, $P_2 =-0.20$; $P_3 =0.60\pm0.25$, $P_4 =0.98\pm0.36$) artmıştır. Üçüncü generasyonda (P_2) kalıtım (h^2) derecesi negatif ($P_2 =-0.20$) bulunmuştur (Güler vd, 2013). Burada negatif varyans unsurları etkili olduğu ve kalıtım derecesi negatif değer alamayacağı için anlamsızdır (Düzgüneş ve Akman, 1991). Generasyonlar üzerinden hesaplanan geniş anlamlı kalıtım derecesinde (GAK) ise üçüncü (P_2) ve dördüncü (P_3) generasyonlar birbirine yakın ($P_2 =0.24$ ve $P_3 =0.25$) bulunmuştur. Tüm generasyonlar değerlendirildiğinde

ise generasyonlar ilerledikçe kalıtım (h^2) derecesi ($P_1 = 0.69$, $P_2 = 0.24$, $P_3 = 0.25$; $P_4 = 0.11$) azalmıştır. Kalıtım derecesinde meydana gelen azalma popülasyonda meydana gelen genetik varyasyonun azalmasından kaynaklanmadığı tahmin edilmektedir (Rinderer, 1986; Boecking vd, 2000; Düzgüneş vd, 2003). Ancak varyans analizi yöntemi kullanılarak hesaplanan kalıtım derecesinin (h^2) generasyonlar ilerledikçe artması açıklanamamıştır. Kalıtım derecesi yer, yıl, genetik kaynak, popülasyonun genotipik yapısı ve akrabalık düzeyinden etkilendiği bilinmektedir ve bal arılarında ekonomik öneme sahip karakterlerin kalıtım dereceleri genelde düşüktür (Rothenbuhler ve Kulincevic, 1979; Collins, 1986; Harbo ve Harris, 1999). Bu nedenle kalıtım derecesi her popülasyon için belirli generasyonlarda tekrarlanarak yeniden belirlenmesi gerekli görülmektedir (Milne, 1986; Rinderer, 1986; Büchler vd, 2010). Diğer tarafta bal arılarında hijyenik davranış fenotipi üzerinde çalışılan ve hijyenik damızlık materyal üreten Spivak 1996, Spivak ve Reuter 1998 ve Spivak ve Reuter 2008, hiçbir çalışmada h^2 ile ilgili vermemiştir. Araştırmacılar çalışmalarında daha çok genotipik iyileştirmeyi değerlendirmişlerdir.

♦ Kafkas ırkını temsil eden popülasyonun her generasyonda hijyenik davranış sergileyenlerin popülasyon içerisindeki oranları artmış ve selekte edilen koloniler ortalama daha yüksek düzeyde hijyenik davranış sergilemişlerdir. Tespit edilen artışa yönelik bu bulgu genotipik yapının iyileştirilebileceği yönünde değerlendirilmiştir.

♦ Önemli bir diğer bulgu ise ilk popülasyonda (P_0) ölü pupanın tümünü (% 100'nü) temizleyen koloni oranı % 12.00 iken ikinci generasyonda (P_1) bu % 30.30 ve üçüncü generasyonda (P_2) ise % 34.88 düzeyine çıkmıştır (Güler vd, 2013). Dördüncü generasyonda (P_3) % 36.17 ve beşinci generasyonda (P_4) ise popülasyonun % 50.00'si ölü pupanın tümünü temizlemiştir. Daha da önemlisi dördüncü generasyonu oluşturan toplam 94 ve beşinci beşinci generasyonu oluşturan toplam 40 koloninin ortalama ölü pupa temizleme düzeyinin hijyenik davranış sınırı olarak kabul edilen % 95 seviyesinin üzerine (sırası ile % 95.90 ve % 96.30) çıkması olmuştur. Üçüncü generasyonu (P_2) oluşturan toplam 76 koloninin ortalama ölü pupa temizleme düzeyinin hijyenik davranış sınırı olarak kabul edilen % 95 seviyesine çok yakın (% 94.85) bir düzeyde olduğu belirtirmiştir (Güler vd, 2013). Çalışmadaki her generasyonun temizlediği ortalama ölü pupa miktarları ise birinci generasyonda (P_0) 138.31 ± 1.39 , ikinci generasyonda (P_1) 154.33 ± 93.43 , üçüncü generasyonda (P_2)

156.51±0.62 (adet/koloni) olarak bildirilmiştir (Güler vd, 2013). Dördüncü generasyondaki (P₃) ortalama ölü pupa temizleme miktarı 158.30±0.63 ve beşinci generasyondaki ortalama ölü pupa temizleme miktarı (P₄) 159.90±0.71 (adet/koloni) olarak belirlenmiştir. Dördüncü generasyonda belirlenen % 95.90 ölü pupa temizleme oranı aynı generasyon için Öztürk (2014)'ün belirlediği (% 70.26) ve Palacia vd, (2000)'in belirlediği (% 84.60) değerlerden yüksek bulunmuştur.

♦ Davranışın her sıvı nitrojen uygulamasında yüksek düzeyde ve benzer şekilde tekrarlanması fenotipin (hijyenik davranışın) genotipik kaynaklı olduğu varsayımını güçlendirmiş ve çalışmadan elde edilen dar (DAK) ve geniş (GAK) anlamlı kalıtım dereceleri (h²) ve genotipik ilerleme (ΔG) gibi ıslah parametreleri de bu bulguları doğrulamıştır.

♦ Kafkas arısının gelişiminin çok kontrollü ve yavaş olması, kısa süreli üreme ve uzun kışlama süresi, düşük yaşama gücü, yüksek yağmacılık eğilimi, gezginci arıcılıkta götürüldükleri bölgelerin sıcak iklim ve flora koşullarına uyumsuzluğu ve özellikle kış hastalıklarına ve dış parazite karşı direnç düzeyinin az olması koloni kayıplarına yol açtığına yönelik bilinen genel özelliklerinin tümünü her ne kadar veriler verilmemiş ise de 7-8 yıl süren bu çalışmada da sergilemiştir. Dolayısı ile bu arı ırkının ova ve vadi alanlarında değil de daha çok yüksek yayla veya platolarda; Doğu Anadolu ve İç Anadolu Bölgelerinin yüksek kesimlerinde verimli olabileceği ve bize göre bu tür alanlarda yetiştiriciliği önerilebilir (Güler vd, 2013).

♦ Ülkemizin nüfusu ve bunun giderek artmasına bağlı olarak beslenme gereksinimini karşılayacak gıda miktarında da artışa ihtiyaç bulunmaktadır. Temel gıdaların dışındakiler değerlendirildiğinde, arı ürünleri de insan beslenmesinde fonksiyonel veya biyolojik değeri ile önemli yer tutmaktadır. Verim üzerine etkili faktörler değerlendirilmeden sadece koloni sayısının artırılmak, kaynağı bilinmeyen ve damızlık değer taşımayan materyal kullanımı ürün miktarının artmasına genellikle yeterli görülmemektedir. Ülkemizde sınırlı sayıda olan ıslah çalışmaları Üniversiteler veya Arıcı Birlikleri gibi örgütler elinde yürütülmeye çalışılmaktadır. Bal arısı ıslahı konusunda dünyadaki örnekleri incelendiğinde genelde % 90'ının başarısızlıkla sonuçlandığı bilinmektedir (Oxley ve Oldroyd 2010). Ancak arı yetiştiricilerinin de içinde olduğu deneyimli ekiplerin yer aldığı geniş kapsamlı projeler yürütülmüş ve

başarıya ulaşılmıştır (Rinderer, 1986; Bienefeld ve Pirchner, 1990; Chapman vd, 2008; Zayed, 2009; Büchler vd, 2010; Pernal vd, 2012).

Sonuç olarak bu çalışmadan elde edilen veri ve bulgular değerlendirildiğinde Kafkas arı ırkını temsil eden populasyonun ölü pupa temizleme davranışındaki varyasyon düzeyi ve selekte edilen her yeni generasyonda meydana gelen artış (gelişme) ve bu artışın her yeni generasyonda artarak devam etmesi ve belirlenen kalıtım dereceleri (h^2) karakterin eklemeli genotipik özellikte olduğuna yönelik öngörüsü, Kafkas arı ırkını temsil eden koloni populasyonlarında hijyenik davranışlı genotiplerin geliştirilebileceği tahmin edilmektedir. Ölü pupa temizleme davranışının her generasyonda artmasına ve generasyonlar arasında istatistik olarak fark belirlenmesine rağmen yapılan çoklu karşılaştırma testinde en yüksek ortalama, dördüncü (P_3) ve beşinci (P_4) generasyonlarda belirlenmiştir. Yine ikinci (P_1) ve üçüncü (P_2) generasyonlar bir gruba oluşturulmuş, birinci generasyon (P_0) yani ham test populasyonu ise en düşük ölü pupa temizleme davranışını gösteren gruba oluşturulmuştur. Dördüncü generasyonda (P_3) 48 saat sonunda belirlenen ortalama 158.30 ± 0.63 ve % 95.90 ölü pupa temizleme davranışı, hijyenik davranış sınırı olan % 95'in üzerinde olduğu belirlenmiştir. Yine beşinci generasyonda (P_4) 48 saat sonunda belirlenen ortalama 159.90 ± 0.71 ve % 96.90 ölü pupa temizleme davranışı da hijyenik davranış sınırı olan % 95'in üzerindedir. Bu sonuçlar değerlendirildiğinde, ölü pupa temizleme davranışı için en iyi iyileştirilmenin dördüncü generasyonda (P_3) olduğu görülmektedir. Dolayısı ile Kafkas arı ırkında hijyenik davranış yönünde uygulanacak seleksiyon ıslahında dört generasyonun yeterli olabileceği düşünülmüştür. Çünkü dördüncü (P_3) generasyon ile beşinci (P_4) generasyonların 48 saat süre sonunda ortalama ölü pupa temizleme miktarları arasındaki fark ancak 1.6 pupa kadardır. Dolayısı ile bu davranış yönünde dördüncü generasyondan sonra ıslah ile ilgili yapılacak iyileştirme, daha çok heterosis veya melez azmanlığına temel oluşturacak dominant gen etkisinden yararlanmak amacı ile saf hatlar arası çiftleştirmeler üzerine planlanabilir.

KAYNAKLAR

- Adam, B. 1983. *In search of the best strains of honey bee*. Northern Bee Books, 206, West Yorkshire, U. K.
- Akkaya, H. 2007. Beekeeping in Anatolia from the Hittites to the present day. *Journal of Apicultural Research*, 46:2, 120-124.
- Akyol, E. (1998). Kafkas ve Muğla arılarının (*Apis mellifera* L.) Saf ve Karşılıklı Melezlerinin Morfolojik, Fizyolojik ve Davranışsal Özelliklerinin Belirlenmesi. Doktora Tezi, Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Zootekni Anabilim Dalı, 153, Adana.
- Akyol, E., Unalan, A., Yeninar, H., Ozkok, D. and Ozturk, C. 2014. Comparison of colony performances of anatolian, Caucasian and Carniolan Honeybee (*Apis mellifera* L.) genotypes in temperate climate conditions. *Italian Journal of Animal Science*, 13:3, 3409, doi:10.4081/ijas.2014.3409
- Al-Kathani, S. N., Wegener, J. and Bienefeld, K. 2013. Variability of prenatal maternal investment in the honey bee (*Apis mellifera*). *Journal of Entomology*, 10:1, 35-42, doi:10.3923/je.2013.35.42
- Allsopp, M. H., de Lange, W. J. and Veldtman, R. 2008. Valuing insect pollination services with cost of replacement. *PLoS One*, 3, e3128.
- Arechavaleta-Velasco, M. and Guzman-Novoa, E. 2001. Relative effect of four characteristics that restrain the population growth of the mite *Varroa destructor* in honey bee (*Apis mellifera*) colonies. *Apidologie*, 32, 157-174.
- Aydın, A. (2017). Trakya Bölgesi bal arısı (*Apis mellifera* L.) populasyonunun morfolojik karakterizasyonu ve standart tanımlama fonksiyonlarının geliştirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 76, Samsun.
- Baer, B., and Schmid-Hempel, P. 2001. Unexpected consequences of polyandry for parasitism and fitness in the bumblebee, *Bombus terrestris*. *Evolution* 55: 1639-1643.
- Bar-Cohen, R., Alpern, G. and Bar-Cohen, R. 1978. Progeny testing and selecting Italian queens for brood area and honey production. *Apidologie* 9: 95-100.
- Basiri, M., EmamJomeh, N., Ebadi, R. and Tahmasbi, Gh. 1999. Study of Biological Traits and Estimation of Genetic Parameters in Honeybee (*Apis mellifera* meda). *J. Modares Agric. Sci.*, 1:1, 91-96
- Baytop, T. 1994. *Türkçe Sözlükte Bitkilerin Adları*. Atatürk Dil ve Tarih Yüksek Kurumu. Türk Dil Tarih Kurumu Yayınları, 578 s, Ankara.
- Bıyık, S. (2012). Kafkas arı ırkı (*Apis mellifera caucasica* Gorbatshev)'nın hijyenik davranış düzeyinin belirlenmesi üzerinde bir araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 61, Samsun.
- Bienefeld, K. and Pirchner, F. 1990. Heritability for Several Colony Traits in the Honey Bee (*Apis mellifera carnica*). *Apidologie*, 21: 175-183.

- Bienefeld, K., Haberl, M. and Radtke, J. 1998. Does the genotype of honeybee brood influence the attractiveness for *Varroa jacobsoni* and/or the reproduction of this parasite?. *Hereditas*, 129: 125-129.
- Bienefeld, K., Ehrhardt, K. and Reinhardt, F. 2007. Genetic evaluation in the honey bee considering queen and worker effects – A BLUP-Animal Model approach. *Apidologie*, 38: 77–85.
- Bienefeld, K., Ehrhardt, K. and Reinhardt, F. 2008. Bee breeding around the World- Noticeable success in honey bee selection after the introduction of genetic evaluation using BLUP. *American Bee Journal*, 2008; 148:8,739–42.
- Bienefeld, K., Zautke, F. and Gupta, P. 2015. A novel method for undisturbed long-term observation of the honey bee (*Apis mellifera*) behaviour – Illustrated by the hygienic Behaviour towards varroa infestation. *Journal of Apicultural Research*, 54:5, 541–547. doi:10.1080/00218839.2016.1174465.
- Bilash, G.D., Makarov, I.I. and Sedikh, A.V. (1976). Zonal distribution of bee races in USSR. Genetics, Selection and Reproduction of The Honey Bee Symposium on Bee Biology, Moscow, 134-142.
- Bodenheimer, F.S. 1942. Studies on the honey bee and beekeeping in Turkey. Merkez Zirai Mücadele İstasyonsü, Numune Matbaası, Ankara.
- Bodur, Ç., Kence, M. and Kence, A. 2007. Genetic structure of honeybee, *Apis mellifera* L. populations of Turkey inferred from microsatellite analysis. *Journal of Apicultural Research*, 46:1, 50-55.
- Boecking, O. and Drescher, W. 1991. Response of *Apis mellifera* L. colonies to brood infestation with *Varroa jacobsoni* Oud. *Apidologie*, 22: 237-241.
- Boecking, O. and Drescher, W. 1992. The removal response of *Apis mellifera* L. colonies to brood in wax and plastic cells after artificial and natural infestation with *Varroa jacobsoni* Oud. and to freeze-killed brood. *Experimental and Applied Acarology*, 16, 321– 329.
- Boecking, O. and Spivak, M. 1999. Behavioral defenses of honey bees against *Varroa jacobsoni* Oud. *Apidologie*, 30, 141–158.
- Boecking, O., Bienefeld, K. and Drescher, W. 2000. Heritability of the Varroa-specific hygienic Behaviour in honey bees (Hymenoptera: Apidae). *Journal of Animal Breeding and Genetics*, 117, 417–424.
- Bouga, M., Alaux, C., Bienkowska, M., Büchler, R., Carreck, N L., Caua, E., Chlebo, R., Dahle, B., Dall'olio, R., De La Rúa, P., Gregorc, A., Ivanova, E., Kence, A., Kence, M., Kezic, N., Kiprijanovska, H., Kozmus, P., Kryger, P., Le Conte, Y., Lodesani, M., Murilhas, A M., Siceanu, A., Soland, G., Uzunov, A. and Wilde, J. 2011. A review of methods for discrimination of honey bee populations as applied to European beekeeping. *Journal of Apicultural Research* 50:1, 51-84. doi:10.3896/IBRA.1.50.1.06
- Bourgeois, L., Sylvester, A., Danka R. And Rinderer, T. 2008. Comparison of microsatellite DNA diversity among commercial queen breeder stocks of Italian honey bees in the United States and Italy. *Journal of Apicultural Research and Bee World*, 47:2, 93–98.

- Bourgeois, A. L. and Rinderer, T. E. 2009. Genetic Characterization of Russian Honey Bee Stock Selected for Improved Resistance to *Varroa destructor*. *Journal of Economic Entomology*, 102:3, 1233-1238.
- Bradbear, N. 1988. World distribution of major honeybee diseases and pests. *Bee World*, 69, 15-39.
- Brascamp, E. W., Willam, A., Boigenzahn, C., Bijma, P. and Veerkamp, R. F. 2016. Heritabilities and genetic correlations for honey yield, gentleness, calmness and swarming behaviour in Austrian honey bees. *Apidologie*, 47: 739–748. doi:10.1007/s13592-016-0427-9
- Büchler, R., Drescher, W. and Tornier, I. 1992. Grooming behaviour of *Apis cerana*, *Apis mellifera* and *Apis dorsata* and its effects on the parasitic mites *Varroa jacobsoni* and *Tropilaelaps clareae*. *Experimental and Applied Acarology*, 16, 313–319.
- Büchler, R., Berg, S. and Conte, Y. L. 2010. Breeding for resistance to *Varroa destructor* in Europe. *Apidologie*, 41: 393-408.
- Büchler, R., Andonov, S., Bienefeld, K., Costa, C., Hatjina, F., Kezic, N., Kryger, P., Spivak, M., Uzunov, A. and Wilde, J. 2013. Standard methods for rearing and selection of *Apis mellifera* queens. In V Dietemann; J D Ellis; P Neumann (Eds) The COLOSS BEEBOOK, Volume I: standard methods for *Apis mellifera* research. *Journal of Apicultural Research* 51:5, doi:10.3896/IBRA.1.52.1.07
- Cengiz, M. M. and Erdoğan, Y. 2017. Comparison of wintering ability and colony performances of different honeybee (*Apis mellifera* L.) genotypes in Eastern Anatolian/Turkey conditions. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 23:6, 865-870, doi:10.9775/kvfd.2017.17667
- Cersini, A., Bellucci, V., Lucci, S., Mutinelli, F., Granato, A., Porrini, C., Felicioli, A., and Formato, G. 2013. First isolation of Kashmir bee virus (KBV) in Italy. *Journal of Apicultural Research*, 52, 54-55, doi:10.3896/IBRA.1.52.2.08
- Chantawannakul, P. and Dancer, B. N. 2001. American foulbrood in honey bee. *Bee World*, 82:4, 168-180.
- Chapman, N.C., Lim, J. and Oldroyd, B. P. 2008. Population genetics of commercial and feral honey bees in Western Australia. *Journal of Economic Entomology*, 101: 2, 272–277, doi:10.1093/jee/101.2.272
- Charles, P. and Milne, J. R. 1985. An estimate of the heritability of worker longevity or length of life in the honeybee. *Journal of Apicultural Research* 24:3, 140-143.
- Cheruiyot, S. K., Lattorff, M. G., Kahuthia-Gathu, R., Bugi, J. P. and Muli, E. 2018. *Varroa*-specific hygienic behavior of *Apis mellifera scutellata* in Kenya. *Apidologie*, 49, 439–449, doi:10.1007/s13592-018-0570-6
- Cobey, S. and Schley, P. 2002. Innovation in instrumental insemination. The compact, versatile right and left handed Schley model II instrument. Ohio State University 1735 Neil Ave. Columbus, Ohio USA.
- Cobey, S. 2004. Instrumental insemination and honey bee breeding. Short Course, June/July. The Ohio State University Rothenbuhler Honey Bee Laboratory Columbus, Ohio.

- Cobey, S. 2007. Comparison studies of instrumentally inseminated and naturally mated honey bee queens and factors affecting their performance. *Apidologie* 38, 390-410.
- Cobey, S. W., Tarpy, D. R. and Woyke, J. 2013. Standard methods for instrumental insemination of *Apis mellifera* queens. In V Dietemann; J D Ellis; P Neumann (Eds) The COLOSS BEEBOOK, Volume I: standard methods for *Apis mellifera* research. *Journal of Apicultural Research*, 52, 4, doi:10.3896/IBRA.1.52.4.09
- Collins, A. M. 1986. Quantitative Genetics. Edit. Rinderer, T.E., in Bee Genetics and Breeding. Academic Pres, Inc. London., S, 283-304.
- Cox-Foster, D. L., Conlan, S., Holmes, E. C., Palacios, G., Evans, J. D., Moran, N. A., Quan, P-L., Briese, S., Hornig, M., Geiser, D. M., Martinson, V., vanEngelsdorp, D., Kalkseith, A. L., Drysdale, L., Hui, J., Zhai, J., Cui, L., Hutchison, S., Simons, J. F., Egholm, M., Pettis, J. S. and Lipkin, W. I. 2007. A metagenomic survey of microbes in honey bee colony collapse disorder. *Science*, 318, 283–287.
- Crane, E., 1999. *The World History of Beekeeping and Honey Hunting*. Gerald Duckworth & Co. Ltd, London.
- de Guzman, I. L., Rinderer, E. T. and Stelzer, J. A. 2001. Resistance to the parasitic mite *Varroa destructor* in honey bees from far-eastern Russia. *Journal Apicultural Research*, 32:4, 381- 399.
- de Jesus, J. N., Chambó, E. D., Sodr , G. S., De Oliveira, N. T. E. and de Carvalho, C. A. L. 2017. Hygienic behavior in *Melipona quadrifasciata anthidioides* (Apidae, Meliponini). *Apidologie*, 48, 504–512, doi:10.1007/s13592-017-0495-5
- Delaplane, K. S., van der Steen, J. and Guzman-Novoa, E. 2013a. Standard methods for estimating strength parameters of *Apis mellifera* colonies. In V Dietemann; J D Ellis; P Neumann (Eds) The COLOSS BEEBOOK, Volume I: standard methods for *Apis mellifera* research. *Journal of Apicultural Research* 52:1, doi:10.3896/IBRA.1.52.1.03
- Delaplane, K. S., Dag, A., Danko, R. G., Freitas, B. M., Garibaldi, L. A., Goodwin, R. M. and Hormaza, J. I. 2013b. Standard methods for pollination research with *Apis mellifera*. In V Dietemann; J D Ellis; P Neumann (Eds) The COLOSS BEEBOOK, Volume I: standard methods for *Apis mellifera* research. *Journal of Apicultural Research* 52:4, doi:10.3896/IBRA.1.52.4.12
- de Miranda, J. R., Bailey, L., Ball, B. V., Blanchard, P., Budge, G., Chejanovsky, N., Chen, Y-P., Gauthier, L., Genersch, E., de Graaf, D., Rib re, M., Ryabov, E., de Smet, L. and Van Der Steen, J. J. M. 2013. Standard methods for virus research in *Apis mellifera*. In V Dietemann; J D Ellis; P Neumann (Eds) The COLOSS BEEBOOK, Volume II: standard methods for *Apis mellifera* pest and pathogen research. *Journal of Apicultural Research* 52:4, doi:10.3896/IBRA.1.52.4.22
- Dodoloğlu, A. (2000). Kafkas ve anadolu balarısı (*Apis mellifera* L.) ırkları ile karşılıklı melezlerinin morfolojik, fizyolojik ve davranış  zellikleri. Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Zootekni Anabilim Dalı, 114, Erzurum.

- Dodoloğlu, A. ve Genç, F. 2002. Kafkas ve anadolu balarısı (*Apis mellifera* L.) ırkları ile karşılıklı melezlerinin bazı fizyolojik özellikleri. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 26, 715-722
- Doğaroğlu, M. (1981). Türkiye'de yetiştirilen önemli arı ırk ve tiplerinin Çukurova Bölgesi koşullarında performanslarının karşılaştırılması. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi, 84, Adana.
- Dülger, C. (1997). Kafkas, Anadolu ve Erzurum balarısı (*Apis mellifera*) genotiplerinin Erzurum koşullarındaki performanslarının belirlenmesi ve morfolojik özellikleri. Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Zootehni Anabilim Dalı, 110, Erzurum.
- Düzgüneş, O. ve Akman, N. 1991. *Variasyon Kaynakları*. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Yayın No: 1200, 146, Ankara.
- Düzgüneş, O., Eliçin, A. ve Akman, N. 2003. *Hayvan Islahı Ders Kitabı*. (IV. Baskı), Ankara Üniversitesi Basımevi, Yayın No: 1535, 298, Ankara.
- Erkan, C. (2006). Van gölü havzası bal arısı (*Apis mellifera* L.) genotiplerinin morfolojik özelliklerinin belirlenmesi ve Van ekolojik koşullarında kaffas arısı (*A. m. caucasica* G.) ile performanslarının karşılaştırılması. Doktora Tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Zootehni Anabilim Dalı, 90, Van.
- Evans J. D. and Spivak. M. 2010. Socialized medicine: individual and communal disease barriers in honey bees. *Journal of Invertebrate Pathology*, 103, 62-72. doi:10.1016/j.jip.2009.06.019
- FAO, 2018. Food and Agriculture Organization of the United Nations Classifications and Standards. <http://faostat.fao.org/> (Erişim tarihi:15.8.2018).
- Fefferman, N. H., Traniello, J. F. A., Rosenghaus, R. B. and Calleri, D. V. 2007. Disease prevention and resistance in social insects: modelling the survival consequences of immunity, hygienic behavior, and colony organization. *Behavioral Ecology and Sociobiology*. 61, 565-577.
- Filazi, A., Bilgili, A., Eraslan, G., Selçukoğlu, E. 1999. Türkiye'nin Çukurova Bölgesi'nden toplanan bal örneklerinde organik fosforlu insektisit kalıntılarının belirlenmesi. *Ekin*, 3:10, 49-54.
- Fries, I., Huazen, W., Wei, S. and Jin, C.S. 1996. Grooming behavior and damaged mites (*Varroa jacobsoni*) in *Apis cerana cerana* and *Apis mellifera ligustica*, *Apidologie*, 27, 3-11.
- Gencer, H. V. and Fıratlı, Ç. 1999. Orta Anadolu (*A. m. anatoliaca*) ve Kafkas (*A. m. caucasica*) arılarının morfolojik özellikleri, *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 23:1, 107-113.
- Genç, F. and Kaftanoğlu, O., 1997. The effects of hive type and wintering methods on wintering losses in honeybee, *A-mellifera* L, colonies in Erzurum conditions. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 21:1, 1-8.
- Genç, F., C., Dülger, A., Dodoloğlu. and Kutluca, S., 1999. Comparison of some Physiological Characteristics of Caucasica, Middle Anatolian and Erzurum

- honeybee (*Apis mellifera* L.) genotypes, *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 23:4, 645-650.
- Genersch, E. 2010. Honey bee pathology: current threats to honey bees and beekeeping. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 87:87-97 doi:10.1007/s00253-010-2573-8
- Ghazoul, J. 2005. Buzziness as usual? Questioning the global pollination crisis. *Trends in Ecology and Evolution*, 20, 367–373
- Genersch, E., von der Ohe, W., Kaatz, H., Schroeder, A., Otten, C., Büchler, R., Berg, S., Ritter, W., M  hlen, W., Gisder, S., Meixner, M., Liebig, G. and Rosenkranz, P. 2010. The German bee monitoring project: a long term study to understand periodically high winter losses of honey bee colonies. *Apidologie*, doi:10.1051/apido/2010014
- Gilliam, M., Taber, S. and Richardson, G. V. 1983. Hygienic behavior of honey bees in relation to chalkbrood disease. *Apidologie*, 14, 29–39.
- G  sterit, A.,   kili, Y. and Keke  o  lu, M. 2012. Comparrison of swarming tendency and defensive behavior of Y  gilca local and other commonly used honey bee genotypes in Turkey, *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 18:4, 595-598.
- Gumusova, O., Albayrak, H., Kurt, M. and Yazici, Z. 2010. Prevalence of three honey bee viruses in Turkey. *Veterinarski Arhiv*, 80,779–785
- Güler, A. 1999. The study on morphological and physiological characters affecting the productivity of some honey bee (*Apis mellifera* L.) genotypes of Turkey. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 23:2, 393-399.
- Güler, A. and Kaftanoğlu, O. 1999a. Türkiye’nin önemli balarısı (*Apis mellifera* L.) ırk ve ekotiplerinin morfolojik   zellikleri-I. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 23:3, 565-570.
- Güler, A. and Kaftanoğlu, O. 1999b. Türkiye’nin önemli balarısı (*Apis mellifera* L.) ırk ve ekotiplerinin morfolojik   zellikleri-II. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 23:3, 571-575.
- Güler, A. and Kaftanoğlu, O. 1999c. Türkiye’deki önemli balarısı (*Apis mellifera* L.) ırk ve ekotiplerinin göçer arıcılık koşullarında performanslarının karşılaştırılması, *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 23, 577-582.
- Güler, A., Kaftanoğlu, O., Bek, Y. and Yeninar H. 1999. Discrimination of some Anatolian honeybee (*Apis mellifera* L.) races and ecotypes by using morphological characteristics. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 23, 337-343
- Güler, A. 2001. Morphological characters of the honeybee (*Apis mellifera* L.) of the Artvin Borçka-Camili (Macahel) Region. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 25, 473-481.
- Güler, A., Akyol, E., G  k  e, M. and Kaftano  lu, O. 2002. Artvin ve ardahan y  resi balarıları (*Apis mellifera* L.)’nın bazı morfolojik özellikler yönünden

- ilişkilerinin belirlenmesi. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 26, 595-603.
- Güler, A. and Bek, Y., 2002. Forewing angles of honey bee (*Apis mellifera* L.) samples from different regions of Turkey. *Journal of Apicultural Research*, 40, 43-49.
- Güler, A. and Demir, M. 2005. Beekeeping potential in Turkey. *Bee World*, 86:4, 114-118.
- Güler, A., 2010. A morphometrics model for determining the effect of commercial queen bee usage on the native honeybee (*Apis mellifera* L.) population in a Turkish province. *Apidologie*, 41, 622-635.
- Güler, A., Yüksel, B. and Güven, H. 2010. The importance of morphometrics geometry on discrimination of Carniolan (*A. m. carnica*) and Caucasian (*A. m. caucasica*) honey bee subspecies and in determining their relationship to Thrace Region bee genotype. *Journal of The Kansas Entomological Society* 83:2, 154-162. doi:10.2317/JKES0702.20.1
- Güler, A. and Bıyık, S. 2012. Türkiye'nin arı genetik kaynakları ve damızlık sorunu, 3. Uluslararası Muğla Arıcılık ve Çam Balı Kongresi, 01-04 Kasım, Bildiri Özetleri Kitabı, 73-90, Ölüdeniz, Muğla.
- Güler, A. and Toy, H. 2013. Relationship between dead pupa removal and season and productivity of honey bee (*Apis mellifera* L.) colonies. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 37, 462-467.
- Güler, A., Genç, O., Nisbet, C., Konak, F., Esse, H., Öztürk, S. H., Günbay, B., Bıyık, S. 2013. Kafkas Arısı (*A. m. caucasica* G.)'nin Hijyenik Davranış Düzeyinin Belirlenmesi ve Geliştirilmesi, TÜBİTAK TOVAG 110O318 no' lu proje, Sonuç Tarihi, 28.02.2014.
- Güler, A. 2017. Bal Arısı (*Apis mellifera* L.) Yetiştiriciliği Hastalıkları ve Ürünleri. Bereket Akademi Yayınları, 419, Ankara.
- Harbo, J.R. 1985. Instrumental insemination of queen bee. Stock Center Laboratory, ARS, USDA, Route 3, Ben Hur Road, Baston Rouge, LA 70820.
- Harbo, J. R. and Harris, J. W. 1999. Heritability in honey bees (Hymenoptera: Apidae) of characteristics associated with resistance to *Varroa jacobsoni* (Mesostigmata: Varroidae). *Journal of Economic. Entomology*, 92, 261–265
- Harbo, J. R. and Harris, J. W. 2005. Suppressed mite reproduction explained by the behaviour of adult bees. *Journal Apicultural Research*, 44, 21–23.
- Harris, J. W. 2007. Bees with *Varroa* Sensitive Hygiene preferentially remove mite infested pupae aged 'five days' post capping. *Journal of Apicultural Research*, 46:3, 134–139
- Harris, J. W. 2008. Effect of brood type on *Varroa*sensitive hygiene by worker honey bees (Hymenoptera: Apidae). *Annals of the Entomological Society of America*, 101, 1137–1144.
- Haydak, M. H. 1945. The language of the honey bees. *American Bee Journal*, 85, 316–317.

- Higes, M., Martín, R. and Meana, A. 2006. *Nosema ceranae*, a new microsporidian parasite in honeybees in Europe. *Journal of Invertebrate Pathology*, 92, 93–95.
- Higes, M., Martín-Hernández, R., Botías, C., Garrido Bailón, E., González-Porto, A. V., Barrios, L., del Nozal, M. J., Bernal, J. L., Jiménez, J. J., García Palencia, P. and Meana, A. 2008. How natural infection by *Nosema ceranae* causes honeybee colony collapse. *Environmental Microbiology*, 10, 2659–2669.
- Ibrahim, A., Reuter, G.S. and Spivak, M. 2007. Field trial of honey bee colonies bred for mechanisms of resistance against *Varroa destructor*. *Apidologie*, 38, 67–76.
- Ilyasova, R. A., Poskryakova, A. V., Petukhovb, A. V. and Nikolenkoa, A. G. 2016. Molecular genetic analysis of five extant reserves of black honeybee *Apis mellifera mellifera* in the urals and the volga region. *Russian Journal of Genetics*, 52:8, 828–839.
- Kaftanoğlu, O. and Peng, Y. S. 1982. Effects of insemination on the initiation of oviposition in the queen honeybee. *Journal of Apicultural Research*, 21:1, 3-6.
- Kaftanoğlu, O., Yeninar, H., Kumova, U. and Özkök, D. 1997. Epidemiology and control of honeybee (*Apis mellifera* L.) diseases in Turkey. Final Report 93 Pp. Tubitak Project No: VHAG-925, Tubitak Publication No: 92-0054.
- Kaftanoğlu, O., Özgür, F. 2000. Ziraî mücadele ilaçlarının koloniler ve arı ürünleri üzerine etkileri. Türkiye 3. Arıcılık Kongresi, Ç.Ü., 1-3 Kasım.
- Kaftanoğlu, O. 2002. Türkiye arıcılığının genel yapısı ve temel sorunları-II. *Uludağ Arıcılık dergisi*, 2, 4-6.
- Kandemir, İ., Kence, M. and Kence, A., 2000. Genetic and morphometric variation in honeybee (*Apis mellifera*) population of Turkey. *Apidologie*, 31, 343-356.
- Kandemir, I., Kence, M., Kence, A. and Walter, S. 2006. Mitochondrial DNA variation in honey bee (*Apis mellifera* L.) populations from Turkey. *Journal of Apicultural Research*, 45:1, 33-38.
- Kandemir, I., Cakmak, I., Abramson, C. I., Cakmak, S. S., Serrano, E., Song, D., Aydin, L. and Wells, H. 2012. A colony defence difference between two honey bee subspecies (*Apis mellifera cypria* and *Apis mellifera caucasica*). *Journal of Apicultural Research*, 51:2, 169-173, doi:10.3896/IBRA.1.51.2.04
- Karacaoğlu, M. (1989). Orta Anadolu, Karadeniz Geçit ve Ardahan İzole Bölgeleri Arılarının Bazı Morfolojik Özellikleri Üzerinde Bir Araştırma. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 98, Ankara.
- Kempthorne, O. and Tandon, O. B. 1953. The estimation of heritability by regression of offspring on parent. *Biometrics*, 9, 90-100.
- Kim, S. H., Mondet, F., Hervé M. and Mercer, A. 2018. Honey bees performing varroa sensitive hygiene remove the most mite-compromised bees from highly infested patches of brood. *Apidologie*, 49:335–345, doi:10.1007/s13592-017-0559-6
- Klein, A. M., Vaissiere, B. E., Cane, J. H., Steffan-Dewenter, I., Cunningham, S. A., Kremen, C. and Tscharntke, T. 2007. Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proceedings of The Royal Society B: Biological Sciences*, 274, 303–313.

- Koç, A.U., Karacaoğlu, M., 2005. Erkek arılarda cinsel gelişim ve çiftleşme davranışı. *Teknik Arıcılık*, 90, 23-30.
- Koç, A. U. and Karacaoğlu, M. 2011. Effects of queen rearing period on reproductive features of Italian (*Apis mellifera ligustica*), Caucasian (*Apis mellifera caucasica*), and Aegean ecotype of Anatolian honey bee (*Apis mellifera anatoliaca*) queens. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 35:4, 271-276, doi:10.3906/vet-1007-375
- Kolonkaya, D., Koçak, O., Sorkun, K., Erkmen, B. 2002. Varroa kontrolünde kullanılan pestisitlerin arı ürünlerinde bıraktığı kalıntılar. *Teknik Arıcılık*, 75, 22-26
- Kurze, C., Routtu, J. and Moritz, R. F. A., 2016. Parasite resistance and tolerance in honeybees at the individual and social level. *Zoology*, 119, 290–297.
- Laidlaw, H. H. 1979. Contemporary queen rearing, Dadant and Sons Inc., Journal Printing Co., Carthage, Illinois, USA.
- Laidlaw, H. H. and Page, R. E. 1986. Mating Designs. Edit. Rinderer, T.E., in *Bee Genetics and Breeding*. Academic Press Ltd. (London), 323-344.
- Lapidge, K. L., Oldroyd, B. P. and Spivak, M. 2002. Seven suggestive quantitative trait loci influence hygienic behavior of honeybees. *Naturwissenschaften*, 89, 565-568.
- Lee, G. M., Brown, M. J. F. and Oldroyd, B. P. 2013. Inbred and outbred honey bee (*Apis mellifera*) have similar innate immune responses. *Insect Societies*, 60, 97-102.
- Lodesani, M. and Costa, C. 2003. Bee breeding and genetics in Europe. *Bee World*, 84:2, 69-85.
- Lodesani, M. and Costa, C. 2005. Limits of chemotherapy in beekeeping. Development of resistance and problem of residues. *Bee World*, 86:4, 102-109.
- Maggi, M., Antúnez, K., Invernizzi, C., Aldea, P., Vargas, M., Negri, P., Brascato, C., De Jong, D., Message, D., Teixeira, E. W., Principal, J., Barrios, C., Ruffinengo, S., Da Silva, R. R. And Eguaras, M. 2016. Honeybee health in South America. *Apidologie*, 47, 835–854.
- Martin, S. J., Highfield, A. C., Brettell, L., Villalobos, E. M., Budge G. E., Powell, M., Nikaido, S., Schroeder, D. C. 2012. Global viral landscape altered by a parasitic mite. *Science* 336, 1304–1306
- Matheson, A. 1996. World bee health update. *Bee World*, 77, 45-51.
- Milani, N. 1999. The resistance of *Varroa jacobsoni* to acaracides. *Apidologie*, 30:2-3, 229-234.
- Milne, C.P. JR. 1986. Cytology and Cytogenetic. Edit. Rinderer, T.E., in *Bee Genetics and Breeding*. Academic Press Ltd. (London). S.:205-234.
- Mostajeran, M., Edriss, M. A., Ebadi, R. and Tahmasbi, Gh. 2000. Heritability Estimates of Morphological Characters and Honey Yield of Honeybee Colonies in Isfahan. *Journal Of Science And Technology Of Agriculture And Natural Resources*, 4:1, 119 126.

- Mutinelli, F. 2000. European legislation governing the use of veterinary medicinal products with particular reference to Varroa control. *Bee World*, 81:4, 164-171.
- Mutinelli, F. and Rademacher, E. 2003. The use of drugs to control Varroasis in honey bee colonies and European legislations: The current situation. *Bee World*, 84:2,55-59.
- Muz, D. and Muz, M. N. 2009. Survey of the occurrence of deformed wing virus and multiple parasites of queens (*Apis mellifera* L.) in apiaries with collapsed colonies in Hatay, Turkey. *Journal of Apicultural Research*, 48:3, 204–208.
- Muz, D. and Muz, M. N. 2018. A molecular epidemiological study of black queen cell virüs in honeybees (*Apis mellifera*) of Turkey: the first genetic characterization and phylogenetic analysis of field viruses. *Apidologie*, 49:89–100 doi:10.1007/s13592-017-0531-5
- Nikolova, S. R., Bienkowska, M., Gerula, D. and Ivanova, E. N. 2015. Microsatellite DNA polymorphism in selectively controlled *Apis mellifera carnica* and *Apis mellifera caucasica* populations from Poland. *Archives of Biological Sciences*, 67:3, 889-894.
- Oğuz, B., Karapınar, Z., Dinçer, E. and Değer, M. S. 2017. Molecular detection of Nosema spp. and black queen-cell virüs in honeybees in Van Province, Turkey. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 41, 221-227, doi:10.3906/vet-1604-92
- Ozdil, F., Yildiz, M. A. and Hall, H. G. 2009. Molecular characterization of Turkish honey bee populations (*Apis mellifera*) inferred from mitochondrial DNA RFLP and sequence results. *Apidologie*, 40:5, 570-576. doi:10.1051/apido/2009032
- Oxley, P. R. and Oldroyd, B. P. 2010. The genetic architecture of honeybee breeding. *Advances in Insect Physiology*, 39, 83-118.
- Özbek, H. 2002. Arılar ve doğa. *Uludağ Arıcılık Dergisi*, 3:2, 22-25.
- Özdil, F. and İlhan, F., 2012. Diversity of *Apis mellifera* subspecies from Turkey revealed by sequence analysis of mitochondrial 16s rDNA region. *Biochemical Genetics*, 50:9-10, 748-760.
- Özdil, F., Aytekin, İ., İlhan, F. and Boztepe, S. 2012. Genetic variation in Turkish honeybees *Apis mellifera anatoliaca*, *A. m. caucasica*, *A. m. meda* (Hymenoptera: Apidae) inferred from RFLP analysis of three mtDNA regions (16S rDNA-COI-ND5). *European Journal of Entomology*, 109, 161–167.
- Öztürk, C. (2014). Doğu Akdeniz bölgesi koşullarında yetiştiriciliği yapılan balarısı (*Apis mellifera* L.) kolonilerinde hijyenik davranış seleksiyonu ile hastalık ve parazitlere karşı dayanıklı hat geliştirme olanaklarının araştırılması. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Zootehni Anabilimdalı, 102, Adana.
- Page, R. and Laidlaw, H. H. 1982. Closed Population Honey Bee Breeding. 1. Population Genetics of Sex Determination. *Journal of Apicultural Research*, 21:1, 30-37.
- Page, R. E. and Laidlaw, H. 1985. Closed Population Honeybee Breeding. *Bee World*, 66, 63-72.

- Page, R. E., Laidlaw, H. H. Jr. and Erickson, E. H. JR. 1985. Closed population honeybee breeding. 4. The distribution of sex alleles with top crossing. *Journal of Apicultural Research*, 24:1, 38-42.
- Palacio, M. A., Figini, E. E., Ruffinengo, S. R., Rodriguez, E. M., Del Hoyo, M. L. and Bedascarrasbure, E. L. 2000. Changes in a population of *Apis mellifera* L. selected for hygienic behavior and its relation to brood disease tolerance. *Apidologie*, 31, 471–478.
- Palmer, M. R., Smith, Dr. and Kaftanoğlu, O., 2000. Turkish honeybees: genetic variation and evidence for a fourth lineage of *Apis mellifera* mtDNA. *Journal of Heredity*, 91: 42-46.
- Perez-Sato, J. A., Chaline, N., Martin, SJ., Hughes, W. and Ratnieks, F. L.W. 2009. Multi-Level selection for hygienic behavior in honeybees. *Heredity*, 102, 609-615.
- Pernal, S. F., Sewalem, A. and Melathopoulos, A. P., 2012. Breeding for hygienic behavior in honeybees (*Apis mellifera*) using free-mated nucleus colonies. *Apidologie*, 43:4, 403-416. doi:10.1007/s13592-011-0105-x
- Pirchner, F., Ruttner, F. and Ruttner, H. 1962. Erbliche Unterschiede Zwischen Ertragseigenschaften von Bienen. Proc. Inter. Cong. Entomol., 11, 510-516.
- Pirk, C. W. W., De Miranda, J. R., Kramer, M., Murray, T., Nazzi, F., Shutler, D., Van Der Steen, J. J. M. and Van Dooremalen, C. 2013. Statistical guidelines for *Apis mellifera* research. In V Dietemann; J D Ellis; P Neumann (Eds) The COLOSS BEEBOOK, Volume I: standard methods for *Apis mellifera* research. *Journal of Apicultural Research*, 52:4, doi:10.3896/IBRA.1.52.4.13
- Potts, S. G., Biesmeijer, J. C., Kremen, C., Neumann, P., Schweiger, O., Kunin, W. E. 2010. Global pollinator declines: trends, impacts and drivers. *Trends in Ecology and Evolution*, 25:6, 345–353, doi:10.1016/j.tree.2010.01.007
- Richards, A. J. 2001. Does low biodiversity resulting from modern agriculture practice affect crop pollination and yield? *Annals of Botany*, 88, 165–172
- Rinderer, E. T. 1986. Bee Genetics and Breeding. Academic Press, Inc. Ltd. 24-28 Oval Road. London NW1 7DX. London. 425 pp.
- Rinderer, E. T., Delatte, G. T., Guzman, L. I. De., Williams, J., Stelzer, J. A and Kuznetsov, V. 1999. Evaluations of the Varroa-resistance of honey bee imported from far- eastern Russia. *American Bee Journal*, 139, 287-290.
- Rinderer, T. E., de Guzman, L. I., Delatte, G. T., Stelzer, J. A., Lancaster, V. A., Kuznetsov, V., Beaman, L., Watts, R. and Harris, J. W. 2001. Resistance to the parasitic mite *Varroa destructor* in honey bees from far-eastern Russia. *Apidologie*, 32, 381–394.
- Rinderer, E. T., Harris, J. W., Hunt, G. J. and de Guzman, L. I. 2010. Breeding for resistance to Varroa destructor in North America. *Apidologie*, 41:409-424.
- Ritter, W. 1988. Medications registered in Western Europe for Varroaosis control. *Apidologie*, 19, 113-116.
- Riveros, G., Nolberto Arismendi, N., Zapata, N., Smagghe, G., Rodríguez, M., Gerding, M. and Vargas, M. 2018. A scientific note on first detection of Kashmir

- bee virus in *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) in South America. *Apidologie*, 49, 220–223, doi:10.1007/s13592-017-0545-z
- Roetschi, A., Berthoud, H., Kuhn, R. and Imdorf, A. 2008. Infection rate based on quantitative real-time PCR of *Melissococcus plutonius*, the causal agent of European foulbrood, in honeybee colonies before and after apiary sanitation. *Apidologie*, 39, 362–371
- Rothenbuhler, W. C. 1964. Behavior genetics of nest cleaning in honey bees. IV. Responses of F1 and backcross generations to disease-killed brood. *America Zoologica*, 4, 111-123.
- Rothenbuhler, W. C. and Kulinčević, J. M. 1979. Successful selection of honeybees for fast and Slow hoarding of sugar syrup in the laboratory. *Journal of Apicultural Research*, 18:4, 272-278.
- Ruttner F., Tassencourt L. and Louveaux J. 1978. Biometrical statistical analysis of the geographic variability of *Apis mellifera* L. *Apidologie* 9, 363–381.
- Ruttner, F. 1988a. *Breeding Techniques and Selection for Breeding of The Honeybee*. The British Isles Bee Breeders Association. Verlag, Munich. 152 pp.
- Ruttner, F. 1988b. *Biogeography and Taxonomy of Honey Bees*. Springer, 257, Verlag, Berlin.
- Ruttner, F., Hanel, H. 1992. Active defense against *Varroa* mites in a Carniolan strain of honeybee (*Apis mellifera carnica* Pollman). *Apidologie*, 23, 173–187.
- Seeley, T. D., and Tarpy, D. R. 2007. Queen promiscuity lowers disease within honeybee colonies. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 274, 67-72.
- Settar, A. (1983). Ege Bölgesi Arı Tipleri ve Gezgin Arıcılık Üzerinde Araştırmalar, Doktora Tezi, Tarımsal Araştırma Enst. Menemen, 138, İzmir.
- Smith, D. R., Slaymaker, A., Palmer, M. and Kaftanoğlu, O., 1997. Turkish honey bees belong to the east Mediterranean mitochondrial lineage. *Apidologie*, 28, 269-274.
- Smith, D. R. 2002. Genetic diversity in Turkish honey bees. *Uludağ Arıcılık Dergisi*, 4:2, 10-17.
- Soller, M. and Cohen, R. B. 1967. Some Observation on the Heritability and Genetic Correlation between Honey Bee Production and Brood Area in the Honey Bee. *Journal of Apicultural Research*, 6:1, 37-43.
- Spivak, M. 1996. Honey bee hygienic behavior and defense against *Varroa jacobsoni*, *Apidologie*, 27, 245–260.
- Spivak, M. and Reuter, G. S. 1998a. Honey bee hygienic behavior. *American Bee Journal*, 138, 283–286.
- Spivak, M. and Reuter, G. S. 1998. Performance of hygienic colonies in a commercial apiary. *Apidologie*, 29: 291-302.
- Spivak, M. and Gilliam, M. 1998a. Hygienic behavior of honey bees and its application for control of brood diseases and varroa mites. Part I. Hygienic behavior and resistance to American foulbrood. *Bee World*, 79, 124-134.

- Spivak, M. and Gilliam, M. 1998b. Hygienic behavior of honey bees and its application for control of brood diseases and varroa mites. Part II. Studies on hygienic behavior since the Rothenbuhler Era. *Bee World*, 79, 169-186.
- Spivak, M. and Reuter, G. S. 2001a. *Varroa jacobsoni* infestation in untreated honey bee (Hymenoptera: Apidae) colonies selected for hygienic behavior. *Journal of Economic Entomology*, 94, 326–331.
- Spivak, M. and Reuter, G. S. 2001b. Resistance to American foulbrood disease by honey bee colonies, *Apis mellifera*, bred for hygienic behavior. *Apidologie*, 32, 555–565.
- Spivak, M., Lapidge, K. L. and Oldroyd, B. P., 2002. Quantitative trait loci influence hygienic behavior of honey bees. *Die Naturwissenschaften*, 89:12, 565.
- Spivak, M., Masterman, R., Ross, R. and Mesce, K. A. 2003. Hygienic behavior in the honey bee (*Apis mellifera* L.) and the modulatory role of octopamine. *Journal of Neurobiology*, 55: 3, 341-354.
- Spivak, M., 2006. Differential olfactory sensitivity and aminergic modulation help shape the expression of hygienic behavior in the honey bee, *Apis mellifera*. Department of Entomology, University of Minnesota, 1980 Folwell Ave, 219 Hodson Hall, St Paul, MN 55108.
- Spivak, M. and Reuter, G. S. 2008. New direction Minnesota hygienic line of bees. *American Bee Journal*, 148:12, 1085-1086.
- Spivak, M., Reuter, G. R., Lee, K. and Ranum, B. 2009. The future of the MN hygienic stock of bees is in good hands. *American Bee Journal*, 149, 965-967.
- SPSS, 1998. SPSSx user's guide. McGraw-Hill ; New York, USA, 806 pp (2nd edition).
- Stanimirović, Z., Stevanović, J., Mirilović, M. and Stojić, V. 2008. Heritability of hygienic behaviour in grey honey bees (*Apis mellifera carnica*). *Acta Veterinaria*, 58, 593–601.
- Steffan-Dewenter, I., Potts, S. G. and Packer, L. 2005. Pollinator diversity and crop pollination services are at risk. *Trends in Ecology and Evolution*, 20, 651–652.
- Syromyatnikov, M. Y., Borodachev, A. V., Anastasia V. Kokina, A. V. and Popov, V. N. 2018. A molecular method for the identification of honey bee subspecies used by beekeepers in Russia. *Insects*, 9: 10, doi:10.3390/insects9010010
- Szabo, T. I. 1982. Phenotypic Correlations between Traits in the Honey Bee. *American Bee Journal*, 122:3, 711-716.
- Şengonca, M. 2011. *Arı Genetiği ve Islahı*. Ege Üniversitesi Yayınları, Ziraat Fakültesi Yayınları No: 559, İzmir.
- Tarpy, D. R. 2003. Genetic diversity within honeybee colonies prevents severe infections and promotes colony growth. *Proc. R. Soc. Lond. B*. 270, 99-103.
- Tarpy, D. R. and Page, R. E. 2002. Sex Determination and the Evolution of Polyandry in Honeybees (*Apis mellifera*). *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 52, 143-150.

- Tarpy, D. R., and Seeley, T. D. 2006. Lower disease infections in honeybee (*Apis mellifera*) colonies headed by polyandrous vs monandrous queens. *Naturwissenschaften* 93, 195-199.
- Toy, H. (2009). Balarısı (*Apis mellifera* L.) kolonilerinde mevsime bağılı hijyenik davranışın belirlenmesi üzerine bir araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 77, Samsun.
- TÜİK, 2018. Türkiye İstatistik Kurumu. <http://www.tuik.gov.tr> (Erişim tarihi:15.8.2018).
- Tüzemen, N., Yanar, M., Akbulut, Ö. 2013. *Hayvan Islahı*. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Yayınları No:230, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ofset Tesisi, Erzurum
- Unger, P. and Guzman-Novoa, E. 2010. Maternal effects on the hygienic behavior of Russian x Ontario Hybrid honeybees (*Apis mellifera* L.). *Journal of Heredity* 101:1, 91-96.
- Uygur, Ş. Ö. (2012). İzmir yöresindeki bal arısı popülasyonlarında davranış özellikleri ve verim performansına ilişkin genetik parametre tahminleri ve seleksiyon verimliliğinin değerlendirilmesi. Doktora Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Zootekni Anabilimdalı, 111, İzmir.
- Uygur, Ş. Ö. ve Yücel, B. 2016. İzmir yöresindeki bal arısı popülasyonlarında fizyolojik özelliklere ilişkin genetik parametre tahminleri ve seleksiyon verimliliğinin değerlendirilmesi. *Hayvansal Üretim*, 57, 41-48.
- Uzunov, A., Costa, C., Panasiuk, B., Meixner, M. D., Kryger, P., Hatjina, F., Bouga, M., Andonov, S., Bienkowska, M., Le Conte, Y., Wilde, J., Gerula, D., Kiprijanovska, H., Filipi, J., Petrov, P., Ruottinen, L., Pechhacker, H., Berg, S., Dyrba, W., Ivanova, E. and Büchler, R. 2014. Swarming, defensive and hygienic behaviour in honey bee colonies of different genetic origin in a pan-European experiment. *Journal of Apicultural Research*, 53, 248-260, doi:10.3896/IBRA.1.53.2.06
- Ünal, G. and Özdil, F. 2018. Genetic characterization of Thrace honey bee populations of Turkey: restriction and sequencing of inter cytochrome C oxidase I-II (CoxI-CoxII) genes. *Journal of Apicultural Research*, 57:2, 213-218, doi:10.1080/00218839.2018.1426347
- Van Der Zee, R., Gray, A., Holzmann, C., Pisa, L., Brodschneider, R., Chlebo, R., Coffey, M. F., Kence, A., Kristiansen, P., Mutinelli, F., Nguyen, B. K., Adjlane, N., Peterson, M., Soroker, V., Topolska, G., Vejsnæs, F. and Wilkins, S. 2012. Standard survey methods for estimating colony losses and explanatory risk factors in *Apis mellifera*. In V Dietemann; J D Ellis; P Neumann (Eds) The COLOSS BEEBOOK, Volume II: Standard methods for *Apis mellifera* research. *Journal of Apicultural Research*, 52,4, doi:10.3896/IBRA.1.52.4.18
- vanEngelsdorp, D., Hayes, J., Underwood, R. M. and Pettis., J. 2008. A survey of honey bee colony losses in the U.S., Fall 2007 to Spring 2008. *PLoS ONE*, 3:12, e4071.
- vanEngelsdorp, D., Evans, J. D., Saegerman, C., Mullin, C., Haubruge, E., Nguyen, B. K., Frazier, M., Frazier, J., Cox-Foster, D., Chen, Y., Underwood, R., Tarpy, D.

- R. and Pettis, J. S. 2009. Colony collapse disorder: a descriptive study. *PLoS One*, 4:8, e6481.
- vanEngelsdorp, D. and Meixner, M. D. 2010. A historical review of managed honey bee populations in Europe and the United States and the factors that may affect them. *Journal of Invertebrate Pathology*, 103, 80–95.
- Yamamoto, M., da Silva, C. I., Augusto, S. C., Barbosa, A. A. A. and Oliveira, P. E. 2012. The role of bee diversity in pollination and fruit set of yellow passion fruit (*Passiflora edulis* forma *flavicarpa*, Passifloraceae) crop in Central Brazil. *Apidologie*, 43, 515-526, doi:10.1007/s13592-012-0120-6
- Yücel, B., Kösoğlu M. 2011. Comparisons of Muğla ecotype and Italian cross honey bees for some performances in Aegean Region (Turkey). *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 17, 1025-1029.
- Wallner, K. 1999. Varroacides and their residues in bee products. *Apidologie*, 30:2-3, 235-248.
- Wilfert, L., Long, G., Leggett, H. C., Schmid-Hempel, P., Butlin, R. and Boots, M. 2016. Deformed wing virus is a recent global epidemic in honeybees driven by Varroa mites. *Science*, 351, 594–597, doi:10.1126/ science.aac9976
- Wilkes, K. and Oldroyd, B. 2002. Breeding hygienic disease resistant bees. A report for the Rural Industries Research and Development. RIRDC publication no: 02/048
- Wilkins, S., Brown, M., Andrew, A. and Cuthbertson, G. S. 2007. The incidence of honey bee pests and diseases in England and Wales. *Pest Manag Science*, 63,1062–1068
- Willam, A. and Eül, A. 1993. Schaätzung von Populationsparametern bei der Honigbiene (*Apis mellifera carnica*). *Apidologie*, 24, 355-364.
- Williams I. H. 1996. *Aspects of bee diversity and crop pollination in the European Union*, in: Matheson A., Buchman S.L., O'Tool C., Westridge P., Williams I.H. (Eds.), *The conservation of bees*, Academic Press, London.
- Wilson-Rich, N., Spivak, M., Fefferman, N. H. and Starks, P. T. 2009. Genetic, Individual, and Group Facilitation of Disease Resistance in Insect Societies. *Annual Review Entomology*, 54, 405–23. doi:10.1146/annurev.ento.53.103106.093301
- Woyke, J. 1986. Sex Determination. Edit. Rinderer, T.E. in *Bee Genetics and Breeding*. Academic Press Ltd. (London), 91-120.
- Woyke, J. 1988. Brood Survival in Productive Bee Apiaries in Australia as a Test for Breeding Honeybees in Closed Population. *Journal of Apicultural Research*, 27:1, 30-34.
- Wright, G. A., Nicolson, S. W. and Shafir, S. 2018. Nutritional physiology and ecology of honey bees. *Annual Review of Entomology*, 63, 327–44. doi:10.1146/annurev-ento-020117-043423
- Xonis, C., Thrasyvoulou, A. and Taj, H. F. E. 2015. Variability of hygienic behavior in bee *Apis mellifera macedonica*. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 21:3, 674–679

Zayed, A. 2009. Bee genetics and conservation. *Apidologie*, 40, 237-262.



ÖZGEÇMİŞ

Adı ve Soyadı : Selim BIYIK

Doğum Yeri : Samsun

Doğum Tarihi : 01.03.1985

Yabancı Dili : İngilizce

Eğitim Durumu

Lise : Cumhuriyet Lisesi (2000-2003) (Atakum-SAMSUN)

Lisans : Ondokuzmayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootečni Bölümü (2004-2008)

Yüksek Lisans : Ondokuzmayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Zootečni Anabilim Dalı (2009-2012)

Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl

- Ondokuz Mayıs Üniversitesi / Fen bilimleri Enstitüsü / Zootečni Anabilim Dalı / Araştırma Görevlisi (Eylül 2012 - devam ediyor)

Yayınlar

A- Uluslararası Yayınlar

A.1. SCI, SCI Expanded, SSCI ve AHCI kapsamındaki uluslararası dergilerde yayımlanan özgün araştırma makalesi

1. Guler, A., Kocaokutgen, H., Garipoglu, A. V., Onder, H., Ekinci, D., **Biyyık, S.**, 2014. Detection of adulterated honey produced by honeybee (*Apis mellifera* L.) colonies fed with different levels of commercial industrial sugar (C3 and C4 plants) syrups by the carbon isotope ratio analysis. *Food Chemistry*, 155: 155-160, DOI: 10.1016/j.foodchem.2014.01.033
2. Onder, H., Guler, A., **Biyyık, S.**, Ekinci, D., Garipoglu, A. V., Kocaokutgen, H., 2016. Origin Estimation of Honey Samples by Using Constant and Discriminative Function Coefficients of Pure Honey and Honey Produced by Colonies Feeding with Different Sugars. *Kafkas Univ Vet Fak Derg*, 22 (1): 21-28, DOI: 10.9775/kvfd.2015.13586
3. Soydan, E., Güler, A., **Biyyık, S.**, Şentürk, M., Supuran, C. T., Ekinci, D., 2017. Carbonic anhydrase from *Apis mellifera*: purification and inhibition by pesticides,

Journal of Enzyme Inhibition and Medicinal Chemistry, 32:1, 47-50, DOI: 10.1080/14756366.2016.1232255

4. Guler, A., Garipoglu, A. V., Onder, H., **Biyik, S.**, Kocaokutgen, H., Ekinci, D., 2017. Comparing biochemical properties of pure and adulterated honeys produced by feeding honeybees (*Apis mellifera* L.) colonies with different levels of industrial commercial sugars. *Kafkas Univ Vet Fak Derg*, 23 (2): 259-268, DOI: 10.9775/kvfd.2016.16373
5. Guler, A., Ekinci, D., **Biyik, S.**, Garipoglu, A. V., Onder, H., Kocaokutgen, H., 2018. Effects of Feeding Honey Bees (Hymenoptera: Apidae) With Industrial Sugars Produced by Plants Using Different Photosynthetic Cycles (Carbon C3 and C4) on the Colony Wintering Ability, Lifespan, and Forage Behavior, *Journal of Economic Entomology*, 111(5):2003-2010, DOI: 10.1093/jee/toy189
6. Nisbet, C., Guler, A., **Biyik, S.**, 2019. Effects of different environmental conditions on the cognitive function of honeybee (*Apis mellifera* L.) and mineral content of honey. *Ankara Univ Vet Fak Derg*, 66, 95-101, DOI:10.1501/Vetfak_0000002893

A.2. SCI, SCI Expanded, SSCI ve AHCI kapsamı dışındaki uluslararası dergilerde yayımlanan özgün araştırma makalesi

1. Güler, A., **Biyik, S.**, Güler, M., 2013. Batı Karadeniz Bölgesi Balarılarının (*Apis mellifera* L.) Morfolojik Karakterizasyonu, *Anadolu J Agr Sci*, 28(1):39-46, DOI: 10.7161/anajas.2013.281.39

B. Uluslararası Bildiriler

1. Guler, A., **Biyik, S.**, 2012. Honeybee (*Apis mellifera* L.) Genetic Resources Potential and Breeding Material Problems of Turkey. 3. International Muğla Beekeeping and Pine Honey Congress, 73-90, Muğla, Turkey.
2. Guler, A., Arslan, S., Alpay, H., **Biyik, S.**, 2012. The Comparison of Muğla Honeybee (*Apis mellifera*) Genotype with the some Turkish and Commercial Honeybee Subspecies in Morphology, Behavior, Performance and Reproductive Characteristics. 3. International Muğla Beekeeping and Pine Honey Congress, 101-112, Muğla, Turkey.
3. Guler, A., Bek, Y., Genc, O., Nisbet, C., Esse, H., Konak, F., Ozturk, S. H., Gunbey, B., **Biyik, S.**, 2013. Change Level Of Hygienic Behaviour In The Caucasian Honey Bee (*A. m. caucasica* G.) Subspecies. XXXXIII International Apicultural Congress, 280-281, Kyiv, Ukraine.
4. Guler, A., Kocaokutgen, H., Garipoglu, A. V., Onder, H., Ekinci, D., **Biyik, S.**, 2013. Comparing Honeys Produced From Bee Colonies Fed With Different Levels Of Industrial Sugar Syrups According To The Isotope Ratios ($^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$, ‰). XXXXIII International Apicultural Congress, 280-281, Kyiv, Ukraine.
5. Guler, A., Genc, O., Nisbet, C., Konak, F., Esse, H., Ozturk, S. H., Gunbey, B., **Biyik, S.**, 2014. Change In Dead Pupa Removal of Honey Bee (*A. m. caucasica* L.) Colonies in Some Generations. 12 th Asian Apicultural Association Conference, 24-27 April, Antalya, Turkey.
6. Guler, A., Kocaokutgen, H., Garipoglu, A. V., Onder, H., Ekinci, D., **Biyik, S.**, 2014. Proline And Vitamin Content of Pure and Adultrated Honeys Obtained Via

- Feeding Honeybee (*Apis mellifera* L.) Colonies With Industrial Sugar Syrups. 12th Asian Apicultural Association Conference, 24-27 April, Antalya, Turkey.
7. Guler, A., Genc, O., Nisbet, C., Konak, F., Esse, H., Ozturk, S. H., Gunbey, B., **Biyyık, S.**, 2014. Genetic Improving Level of Caucasian Honey Bee (*A .m. Caucasica* G.) Subspecies Reached Through Hygienic Behavior (dead pupae remove) breeding. 4th International Mugla Beekeeping and Pine Honey Congress, 5-9 Kasım 2014, Muğla, Türkiye.
 8. Guler, A., Garipoglu, A. V., Onder, H., Ekinci, D., **Biyyık, S.**, Kocaokutgen, H., 2014. Comparison of Adulterated and Pure Honeys Produced from Honey Bee (*Apis mellifera* L.) Colonies Fed with Different Levels of Commercial Sugar (C₃ and C₄ plants) syrups. 4th International Mugla Beekeeping and Pine Honey Congress, 5-9 Kasım 2014, Muğla, Türkiye.
 9. Nisbet, C., Guler, A., Ardalı, Y., **Biyyık, S.**, 2015. The Effects of Environment Change on the Development of Honeybee Colonies and Honey Content. II. International VETistanbul Group Congress, 7-9 April 2015, St. Petersburg, Russia.
 10. Abacı, S. H., Önder, H., Güler, A., **Biyyık, S.**, 2015. Determining Optimal Distance Measure To Classificate Honey Bees In Principal Coordinate Analysis. The 8th Conference of Eastern Mediterranean Region of International Biometric Society, 11-15 May 2015, Cappadocia, Nevsehir, Turkey.
 11. Nisbet C., Güler, A., Ardalı, Y., **Biyyık, S.**, 2016, The Effects of Industrial Toxic Exposures Proximity on the Development of Honeybee Colonies and Honey Content, 2th International Congress of Forensic Toxicology, 26-30 May, Ankara, Turkey.
 12. Güler, A., Önder, H., **Biyyık S.**, Ekinci, D., Garipoğlu A. V., Kocaokutgen, H., 2016, Origin Estimation of Unknown Honey Samples by Using Constant and Discriminative Function Coefficients of pure and Adulterated Honeys Produced by Bee (*Apis mellifera*L.) Colonies Fed with Different Syrup Levels of Commercial Sugars, 5th International Muğla Beekeeping and Pine Honey Congress, 1-5 November, Fethiye, Turkey.
 13. Güler, A., **Biyyık S.**, Kavak G., Aydın A., 2016, The Main Breeding Problems of Turkish Apicultural, Production Politics and Planning of the Future, 5th International Muğla Beekeeping and Pine Honey Congress, 1-5 November, Fethiye, Turkey.
 14. Güler, A., Ekinci, D., **Biyyık S.**, Garipoğlu A. V., Önder, H., Kocaokutgen, H., 2016, The Effects Various Industrial Sugar Syrups Feeding on The Honey Bee (*Apis mellifera*, Hymenoptera: Apidae) Colony erformances, Forage Behaviour and Lifespan, 5th International Muğla Beekeeping and Pine Honey Congress, 1-5 November, Fethiye, Turkey.
 15. **Biyyık S.**, Güler, A., 2016, Methods of Determining The Hygienic Behaviour of Honey Bee (*Apis mellifera* L.) Colonies, 5th International Muğla Beekeeping and Pine Honey Congress, 1-5 November, Fethiye, Turkey.
 16. Kavak G., **Biyyık S.**, Güler, A., 2016, Colony Losses in Recent Years and Possible Reasons, 5th International Muğla Beekeeping and Pine Honey Congress, 1-5 November, Fethiye, Turkey.
 17. Güler, A., Ekinci, D., **Biyyık, S.**, Garipoglu, A. V., Onder, H., Kocaokutgen, H., 2017. The Importance and Effect of Industrial Sugars on Honeybee (*Apis*

mellifera, Hymenoptera: Apidae) Colony Feeding, 45 th Apimondia International Apicultural Congress, 29 September-4Oktober, Istanbul, Turkey.

18. Güler, A., Onder, H., **Bıyık, S.**, 2017. Reliable Registered Method for Determination of Pure and Adulterated Honey Produced by Feeding Bee Colonies with Industrial Sugars, 45 th Apimondia International Apicultural Congress, 29 September-4Oktober, Istanbul, Turkey.
19. Güler, A., **Bıyık S.**, Kavak G., 2018. Change Level of Hygienic Behaviour Breeding Parameters in the Caucasian Honey Bee (*Apis mellifera caucasica* G.) Subspecies during Five Generations, 6th International Muğla Beekeeping and Pine Honey Congress, 15-19 Oktober, Fethiye, Turkey.
20. Güler, A., **Bıyık S.**, Kavak G., 2018. The Effects of Some Commercial Preparations Used for Treatment of Honey Bee Diseases on Varroa Efficiency and Colony Performance, 6th International Muğla Beekeeping and Pine Honey Congress, 15-19 Oktober, Fethiye, Turkey.

C. Ulusal Makaleler

1. Kavak, G., **Bıyık, S.**, Güler, A., 2015. Son Yıllarda Görülen Koloni Kayıpları Ve Muhtemel Sebepleri, Uludag Bee Journal, 15 (1): 33-40
2. Güler, A., **Bıyık, S.**, Kavak, G., Aydın, A., Uğurlutepe, E., 2018. Arı ıslahı ve Türkiye'nin damızlık sorunu, Oray-Bir, 14: 7-9

D. Ulusal Bildiriler

1. Güler, A., **Bıyık, S.**, Güler, M., 2011. Batı Karadeniz Bölgesi Balarısı (*Apis mellifera* L.) Popülasyonunun Morfolojik Özellikleri, 7. Ulusal Zootekni Bilim Kongresi, 14-16 Eylül, Adana

E. Katıldığı Projeler

1. Kafkas Arısı (*A. m. caucasica* G.)'nin Hijyenik Davranış Düzeyinin Belirlenmesi ve Geliştirilmesi, **TÜBİTAK TOVAG 110O318** no' proje, Bursiyer. Sonuç Tarihi, 28.02.2014.
2. Endüstriyel Bazı Şekerlerin Bal Arısı (*Apis mellifera* L.)'nda Koloni Davranışı, Verimliliği, Yaşama Gücü ve Ürün İçeriğine Etkilerinin Belirlenmesi, **TÜBİTAK TOVAG 111O268** no'lu proje, Bursiyer. Sonuç Tarihi, 02.10.2013.
3. Endüstriyel Bazı Şekerlerin Bal Arısı (*Apis mellifera* L.)'nda Koloni Davranışı, Verimliliği, Yaşama Gücü ve Ürün İçeriğine Etkilerinin Belirlenmesi, **PYO.ZRT.1905.13.001** no'lu proje. OMU BAP, Yardımcı Araştırmacı. Sonuç Tarihi, 29.10.2014.
4. Kafkas Arı Irkı (*Apis mellifera caucasica* Gorbatshev)'nda Hijyenik Davranış Fenotipinin Dördüncü ve Beşinci Generasyonlardaki Değişim Düzeyi ve Kimi Islah Parametrelerinin Belirlenmesi, **PYO.ZRT.1904.14.013** no'lu proje. OMU BAP, Yardımcı Araştırmacı. Sonuç Tarihi, 22.12.2016.

5. O.M.Ü. Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü Arıcılık Araştırma ve Öğrenci Uygulama Laboratuvarı Altyapısını Geliştirme, **PYO.ZRT.1907.16.004** no'lu proje. OMU BAP, Yardımcı Araştırmacı. Sonuç Tarihi, 29.12.2017.
6. Türkiye'de Bulunan Bazı Arı (*Apis mellifera* L.) Irk ve Genotiplerini Temsil Eden Kolonilerin Orijinal Alanlarında Morfolojik ve Moleküler Karakterizasyonu ve Belirli Karakterler Yönünden İyileştirilmesi, **TAGEM-18/AR-GE/07** no'lu proje. Yardımcı Araştırmacı, 201

