

**T.C.
ISPARTA UYGULAMALI BİLİMLER ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

**FARKLI SÜPER KIZ KARDEŞ *Bombus terrestris* ANA ARI
GRUPLARINDA KOLONİ OLUŞTURMA BAŞARISI VE
KOLONİ GELİŞİM ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ**

Ramazan ÖZŞAHİN

**Danışman
Prof. Dr. Ayhan GÖSTERİT**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
ZOOTEKNİ ANABİLİM DALI
ISPARTA - 2018**



© 2018 [**Ramazan ÖZŞAHİN**]

TEZ ONAYI

Ramazan ÖZŞAHİN tarafından hazırlanan "Farklı Süper Kız Kardeş *Bombus terrestris* Ana Arı Gruplarında Koloni Oluşturma Başarısı ve Koloni Gelişim Özelliklerinin Belirlenmesi "adlı tez çalışması aşağıdaki jüri üyeleri önünde Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Zootekni Anabilim Dalı'nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak başarı ile savunulmuştur.

Danışman

Prof. Dr. Ayhan GÖSTERİT
Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi



Jüri Üyesi

Prof. Dr. Mehmet Faruk GÜRBÜZ
Süleyman Demirel Üniversitesi



Jüri Üyesi

Dr. Öğr. Üyesi Cengiz ERKAN
Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi



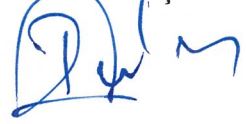
Enstitü Müdürü

Prof. Dr. Yusuf UÇAR

TAAHHÜTNAME

Bu tezin akademik ve etik kurallara uygun olarak yazıldığını ve kullanılan tüm literatür bilgilerinin referans gösterilerek tezde yer aldığını beyan ederim.

Ramazan ÖZŞAHİN



İÇİNDEKİLER

Sayfa

İÇİNDEKİLER.....	i
ÖZET.....	ii
ABSTRACT.....	iii
TEŞEKKÜR.....	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	v
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	vii
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ.....	7
3. MATERYAL ve METOD.....	18
3.1. Materyal.....	18
3.1.1. Araştırma laboratuvarı ve yetiştirme odası özellikleri.....	18
3.1.2. <i>Bombus terrestris</i> ana ve erkek arılarının temin edilmesi.....	19
3.1.3. Yetiştirme Kutuları.....	19
3.1.4. Kolonilere verilen polen ve şeker şurubunun özellikleri.....	19
3.2. Metod.....	20
3.2.1. Deneme gruplarının oluşturulması.....	20
3.2.2. Çiftleştirme ve kontrollü diyapoz.....	20
3.2.3. Koloni yetiştirme ve bakımı.....	21
3.2.4. Ana arı ve kolonilere ait incelenen özellikler.....	22
3.2.5. Verilerin istatistiki analiz.....	24
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA.....	26
4.1. Ana Arıların Çiftleşme Süresi, Diyapoz Öncesi ve Sonrası Ağırlıkları ve Diyapoz Performansları	26
4.2. Genetik Yapının Koloni Oluşturma ve Gelişim Özellikleri Üzerine Etkisi.....	29
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	40
KAYNAKLAR.....	42
ÖZGEÇMİŞ.....	51

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

FARKLI SÜPER KIZ KARDEŞ *Bombus terrestris* ANA ARI GRUPLARINDA KOLONİ OLUŞTURMA BAŞARISI VE KOLONİ GELİŞİM ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

Ramazan ÖZŞAHİN

Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Zootekni Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Ayhan GÖSTERİT

Bombus terrestris arısının kontrollü koşullarda yıl boyu yetiştiriciği koloni oluşturma, genç ana ve erkek arılar yetiştirme, çiftleştirme ve diyapoz dönemini kontrol etme gibi başlıca aşamalardan oluşmaktadır. Bu aşamaların başarısı çevre koşulları, ana arının fizyolojik özellikleri ve genetik yapısı tarafından etkilenmektedir. *B. terrestris* türünde ana arı bir erkek arı ile çiftleştikten oluşan kolonideki bütün dişi bireyler aralarında süper kız kardeş olup süper kız kardeş ana arılar arasında % 75 genetik benzerlik söz konusudur. Bu tez çalışması ile *B. terrestris* arısında farklı süper kız kardeş ana arı gruplarının koloni oluşturma performansları ile bu gruplarda oluşturulan kolonilerde ölçülen gelişim özelliklerinin karşılaştırılması ve genetik yapının koloniler arasındaki varyasyon üzerine etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır.

Araştırmada koloni yaşamı sonunda yeterli sayıda ana ve erkek arı üreten 8 adet *B. terrestris* kolonisinden 4'ü ana arı ve 4'ü ise erkek arı kaynağı olmak üzere belirlenmiştir. Ana arı koloni grubunda yer alan 1 numaralı kolonide üretilen ana arıların tamamı erkek arı koloni grubunda yer alan 1 numaralı kolonide üretilen kardeş erkek arılar ile çiftleştirilmiştir. Her iki gruptaki 2, 3 ve 4 numaralı kolonilerde üretilen ana ve erkek arılar da benzer şekilde çiftleştirilerek 4 farklı süper kız kardeş grubuna ait çiftleşmiş ana arılar elde edilmiştir. Diyapoz dönemi sonunda her grupta 30 adet olmak üzere toplam 120 adet ana arının koloni oluşturma performansları ve kolonilerin gelişim özellikleri incelenmiştir.

Gruplar arasında çiftleşme süresi, diyapoz öncesi ve sonrası ana arı ağırlığı, rekabet noktası, üretilen toplam erkek arı sayısı ve toplam ana arı sayısı gibi kritik özellikler bakımından önemli farklılık belirlenmiştir. Araştırma sonuçları *B. terrestris* ana arıların kalitesi, koloni oluşturma başarısı ve koloni gelişim özelliklerinin ana arıların üretildiği koloniye bağlı olarak değişebildiğini göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: bombus arısı, *Bombus terrestris*, süper kız kardeş ana arı, koloni oluşturma, koloni gelişimi

2018, 51 sayfa

ABSTRACT

M.Sc. Thesis

DETERMINATION OF COLONY FOUNDATION SUCCESS AND COLONY DEVELOPMENTAL PATTERNS IN GROUPS OF DIFFERENT SUPER SISTER *Bombus terrestris* QUEEN

Ramazan ÖZŞAHİN

Isparta University of Applied Sciences
The Institute for Graduate Education
Department of Animal Science

Supervisor: Prof. Dr. Ayhan GÖSTERİT

The year round rearing procedure of *B. terrestris* involves some main stages: colony foundation, obtaining of young queens and males, mating and diapause control. Success of these stage are affected by environmental conditions, physiological properties and genetic structure of the queens. Because of the *B. terrestris* queens mate once, female individuals in their colonies are super sister. There is a 75% genetic relatedness between the super sister young queens. This study was conducted to compare the colony foundation performances and colony development patterns of different super sister queen groups and to determine the effect of genotype on variation between the *B. terrestris* colonies.

A total of 8 *B. terrestris* colonies that produced males and young queens were used. Males were obtained from 4 colonies (M: male colony group), while young queens were obtained from other 4 colonies (Q: queen colony group). Super sister queens produced by same colony (Q1) were mated with males produced by other same colony (M1). Similarly, queens produced in Q2, Q3 and Q4 colonies were mated with males produced in M2, M3 and M4 colonies, respectively. At the end of the mating process, four different super sister queen groups were designed. After the diapause duration, colony foundation performances of 120 queens (thirty queens for each group) and colony development traits were examined.

Significant differences were determined between the super sister queen groups in terms of some critical traits such as copulation duration, weight of queens before and after diapause, competition point, total number of young queens and males. Results showed that quality and colony foundation success of queens and colony development patterns can vary depending on maternal colony which young queens produced.

Keywords: bumblebee, *Bombus terrestris*, super sister queen, colony foundation, colony development

2018, 51 pages

TEŞEKKÜR

Tez çalıŐmasının başlangıcından sonuna kadar her aşamada yardımlarını esirgemeyen bana her zaman destek olan Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Zootekni Bölümü Öğretim Üyesi danışman hocam Sayın Prof. Dr. Ayhan GÖSTERİT' e teşekkür ederim.

5000- YL- 17 No` lu Proje ile tezimi maddi olarak destekleyen Süleyman Demirel Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimi Başkanlığı'na teşekkür ederim.

ÇalıŐmalarım süresince birçok fedakârlık göstererek beni destekleyen her zaman yanımda olan ve benden manevi desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen sevgili eŐim Gül ÖZŞAHİN' e canım kızım Gülce ÖZŞAHİN 'e aslan oğlum Mehmet Efe ÖZŞAHİN' e ve değerli yardımlarından dolayı İsmail YaŐhan BULUŐ'a çok teşekkür ederim.

Ramazan ÖZŞAHİN
ISPARTA, 2018

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 2.1. <i>B. terrestris</i> türünde doğal yaşam döngüsü.....	11
Şekil 3.1. Bombus arısı yetiştirme odası ve yetiştirme kutuları.....	18
Şekil 3.2. Çiftleşme odası (a), ana arıların çiftleşmesi (b) ve diyapoz öncesi ağırlıkların belirlenmesi (c).....	20
Şekil 3.3. Ana arıların diyapoz döneminin kontrol edilmesi.....	21
Şekil 3.4. Ana arıların başlatma kutularına konulması (a), ilk işçi arı çıkışı (b), kolonilerin yetiştirme kutularına transfer edilmesi (c) ve koloni kontrolü (d).....	22
Şekil 4.1. Farklı kız kardeş grupları arasındaki ana arıların diyapoz dönemindeki yaşama oranları.....	29



ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 2.1. Bombus arılarının taksonomik sınıflandırmadaki yeri	7
Çizelge 4.1. Farklı süper kız kardeş ana arı gruplarındaki ana arıların çiftleşme süreleri.....	27
Çizelge 4.2. Farklı süper kız kardeş ana arı gruplarında diyapoz öncesi ana arı ağırlıkları.....	27
Çizelge 4.3. Farklı süper kız kardeş ana arı gruplarında diyapoz sonrası ana arı ağırlıkları.....	28
Çizelge 4.4. Farklı süper kız kardeş ana arı gruplarında yumurtlama ve koloni oluşturma oranları.....	30
Çizelge 4.5. Farklı süper kız kardeş ana arı gruplarındaki ana arıların ilk yumurtlamaya başlama zamanları.....	31
Çizelge 4.6. Farklı süper kız kardeş ana arı gruplarındaki kolonilerde ilk işçi arı çıkış zamanı değerleri.....	31
Çizelge 4.7. Farklı süper kız kardeş ana arı gruplarındaki kolonilerin tozlaşmaya uygunluk zamanı değerleri.....	32
Çizelge 4.8. Farklı süper kız kardeş ana arı gruplarındaki ana arıların birinci kuluçka döneminde ürettiği yumurta hücresi sayısı.....	32
Çizelge 4.9. Farklı süper kız kardeş ana arı gruplarındaki kolonilerde birinci kuluçka döneminde üretilen işçi arı sayısı değerleri.....	33
Çizelge 4.10. Farklı süper kız kardeş ana arı gruplarındaki kolonilerde ikinci kuluçka yumurtlama zamanı değerleri.....	33
Çizelge 4.11. Farklı süper kız kardeş ana arı gruplarındaki kolonilerde ilk erkek arı çıkış zamanı değerleri.....	34
Çizelge 4.12. Farklı süper kız kardeş ana arı gruplarındaki kolonilerde ilk ana arı üretim zamanı değerleri.....	35
Çizelge 4.13. Farklı süper kız kardeş ana arı gruplarındaki kolonilerde dönüşüm noktası zamanı değerleri.....	35
Çizelge 4.14. Farklı süper kız kardeş ana arı gruplarındaki kolonilerin erkek ve ana arı üretme stratejileri.....	36
Çizelge 4.15. Farklı süper kız kardeş ana arı gruplarındaki kolonilerde rekabet noktası zamanı değerleri.....	36
Çizelge 4.16. Farklı süper kız kardeş ana arı gruplarındaki kolonilerde üretilen toplam işçi arı sayı değerleri.....	37
Çizelge 4.17. Farklı süper kız kardeş ana arı gruplarındaki kolonilerde üretilen toplam erkek arı sayı değerleri.....	38
Çizelge 4.18. Farklı süper kız kardeş ana arı gruplarındaki kolonilerde üretilen toplam ana arı sayı değerleri.....	38
Çizelge 4.19. Bombus arılarının koloni gelişim özellikleri ile ilgili Türkiye’de son on yıl içinde tamamlanan bazı araştırmalara ait sonuçlar.....	39

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

N	Örnek sayısı
S.H	Standart hata
\bar{x}	Ortalama
°C	Santigrad derece
Min.	Minimum
Max.	Maksimum
Spp.	Subspecies (Alt tür)
vd.	ve diğerleri
%	Yüzde
m ²	Metrekare
<	Küçük



1. GİRİŞ

Örtü altı sebze yetiştiriciliğinde çiçek üreme organlarının normal gelişmemesi, yeterli miktarda ve kalitede polen oluşmaması, polenin iyi dağılmaması ve dişik tepesine ulaşan polenlerin iyi çimlenmemesi gibi sorunlar meyve tutumunun ve sonuçta verimin azalmasına neden olmaktadır. Örtü altı sebze yetiştiriciliğinde, özellikle de domates yetiştiriciliğinde meyve tutumunu artırmak için geçmiş yıllarda bitki büyüme düzenleyicileri ve vibrasyon yöntemleri yaygın olarak kullanılmıştır. Vibrasyon yönteminde çok daha fazla iş gücüne ihtiyaç duyulması ve ülkemizdeki mevcut sera şartlarının uygun olmaması, bitki büyüme düzenleyicilerinin ise uygun dozajda kullanılmadığında meyve kalitesini olumsuz yönde etkilemesi örtü altı sebze yetiştiriciliğinde tozlaşma sorununun çözümü için alternatif yöntemlerin aranmasına neden olmuştur. Örtü altı sebze yetiştiriciliğinde tozlaşmayı sağlamak amacıyla bombus arılarının kullanılabilceğinin anlaşılması seracılık sektöründe yeni bir dönemin başlamasına neden olmuştur (Gösterit, 2009). Bombus arılarının tozlaşma amacıyla kullanımı; işgücünün azaltılması, dölleme amacıyla hormon (bitki büyüme düzenleyicileri) kullanımına gerek duyulmaması, kimyasal ilaç kullanımının sınırlanması ve ürünlerin daha yüksek fiyatla ve daha kolay pazarlanabilir hale gelmesi gibi avantajların yanı sıra tüketicilerde tarım ürünlerine olan güveninin artmasını da sağlamıştır. Ayrıca bombus arılarının tozlaşma amacıyla kullanımı ülkemizin sebze ihracatını artırmış ve özellikle ihraç edilen ürünlerde kimyasal kalıntı ile ilgili sorunları büyük ölçüde azaltmıştır (Gösterit ve Gürel, 2010).

Arılar içinde bal arısı (*Apis mellifera* L.) iletişim, işbölümü ve koloni popülasyonu en üst düzeyde gelişmiş olan ve hem doğal hem de kültüre alınmış bitkilerde tozlaşma yapan en yaygın türdür. Ayrıca bal arısı büyük koloniler oluşturması, modern kovanlarda kolayca taşınabilmesi ve yönetilebilmesi, tozlaşma yanında diğer arı ürünleri ile gelir sağlaması gibi sebeplerden dolayı da tozlaştırıcı olarak en çok tercih edilen türdür. Ancak, bal arısına göre daha düşük sıcaklıklarda çalışabilen, daha uzun dilli olduğu için derin ve dar korollalı çiçekleri tozlaştırabilen, daha iri ve tüylü vücuda sahip olduğu için yüksek tozlaşma yeteneğine sahip olan bombus arıları da (*Bombus* spp.) tozlaştırıcı böcekler içinde büyük bir öneme sahiptir. Yaklaşık 250 türü tanımlanan bombus arıları içinde beş tür (*Bombus terrestris*, *B. lucorum*, *B. ignitus*, *B. occidentalis*, *B. impatiens*) ticari olarak yetiştirilmektedir (Williams, 1998; Velthuis

ve van Doorn, 2006). Yetiştiriciliğinin daha kolay ve koloni popülasyonunun daha kalabalık olması nedeniyle bombus türleri içinde ticari yetiştiriciliği en fazla yapılan tür *B. terrestris* türü olup, bu tür bombus arısı denildiğinde ilk önce akla gelmektedir (Gürel ve Gösterit, 2001; Gösterit ve Gürel, 2005a; 2005b; Gösterit, 2009; Zhang vd., 2018). *B. terrestris* türü dünyada geniş bir yayılma alanına sahiptir. Bu alan, Avrupa kıtasında kuzeyde İskoçya'ya (58°N), güneyde ise Akdeniz'in güneyi, İtalya, Malta, Yunanistan, Türkiye ve İspanya'ya (28-37°N) kadar uzanır. Bu türün sıcak ve kuru iklimlere göre sıcak ve nemli iklimlere daha iyi adapte olduğu bildirilmiştir (Goodwin ve Steiner, 1997). Türkiye doğal faunasında *B. terrestris* bulunan bir ülkedir ve yapılan az sayıda çalışma ile Güneydoğu Anadolu Bölgesi dışındaki tüm bölgelerde yerel *B. terrestris* türünün bulunduğu tespit edilmiştir. Dünyadaki tür dağılımı incelendiğinde Türkiye'nin bombus arıları açısından çok önemli bir gen merkezi olduğu anlaşılmaktadır. Farklı bölgelerde bulunan *B. terrestris* popülasyonlarının yaşam döngüleri ve koloni gelişim özellikleri arasında farklılıklar gözlenmektedir (Gürel vd., 2008).

Dünyada 2006 yılı tahminlerine göre yaklaşık bir milyon adet *B. terrestris* kolonisinin polinasyon amacıyla kullanıldığı bildirilmiştir (Velthuis ve van Doorn, 2006). Kullanan ülke ve koloni sayısı her geçen yıl artmaktadır. Dolayısıyla günümüzde kullanılan koloni sayısının on yıldan daha uzun süre önce bildirilen değerden çok daha fazla olduğu tahmin edilmektedir. İhracat yapılan en önemli ülkeler doğal faunasında *B. terrestris* bulunmayan Meksika, Çin, Kore ve Tayvan ile kendi doğal faunasında *B. terrestris* bulunan İsrail, Ürdün, İspanya, İtalya ve Türkiye'dir. Ancak tozlaşma amacıyla sağladıkları katkıların dışında, ticari kolonilerin ülkeler ve kıtalar arasındaki yoğun transferi bu türün doğal ekosistem üzerine yapabileceği olumsuz etkilerin de tartışılmasına yol açmıştır (Dafni, 1998; Gösterit ve Baskar, 2016).

Dünyadaki talebe paralel olarak Türkiye'de de son 20 yıl içinde bombus arılarına talebin her geçen yıl artması ve bu arıların kitlesel yetiştiriciliği ile ilgili ilerleme sağlanması ülkemiz örtü altı yetiştiriciliği açısından önemli bir gelişmedir. Özellikle örtü altı yetiştiriciliğinin yoğun olarak yapıldığı Akdeniz sahil bölgesinde bombus arısı kullanımına olan ilgi yıldan yıla önemli artış göstermiştir. (Gösterit ve Gürel, 2005a; 2010; Gösterit vd., 2018). Ticari olarak üretilen *B. terrestris* kolonilerinin ülkemizde tozlaşma amacıyla domates seralarında kullanılmasına 1997–1998 sera üretim

sezonunda başlanmıştır. 2007–2008 sera üretim sezonunda yaklaşık 70 bin adet ticari bombus kolonisi kullanılırken (Gürel ve Gösterit, 2007), 2017-2018 sera üretim sezonunda 250-300 bin adet bombus arısı kolonisinin tozlaşma amacıyla kullanıldığı tahmin edilmektedir (Gösterit vd., 2018). Bir koloninin ortalama 150 TL'ye çiftçilere pazarlandığı göz önünde bulundurulursa, ülkemizde bombus arısı yetiştiricilik sektörünün yıllık ekonomik hacminin yaklaşık 4 – 5 milyon TL civarında gerçekleştiği ortaya çıkmaktadır. Son yıllarda bombus arısı kullanımına olan yoğun talep ve ortaya çıkan bu ekonomik potansiyel yatırımcıların kitlesel üretime yönelik ilgisini de arttırmıştır. Türkiye'de ticari bombus arısı üretim faaliyetleri yaklaşık 20 yıl önce başlanmıştır. Bu süreç içerisinde yaklaşık 10 firma kurulmuş, ancak bu firmalardan bazıları ekonomik yetersizlik, üretim planlamasındaki aksaklıklar ve kitlesel üretim sürecinde yaşadıkları çeşitli sorunlar nedeniyle faaliyetlerini durdurmuştur. Türkiye'de bir sera üretim döneminde kullanılan bombus arısı kolonileri Antalya'da faaliyet gösteren 5 ticari firma tarafından üretilip pazarlanmaktadır (Gösterit ve Gürel, 2018; Gösterit vd., 2018). Bombus arıları domates, biber, patlıcan, kavun, karpuz, kabak, çilek, kiraz, avokado, kivi, ayçiçeği, yonca ve üçgül gibi bir çok kültür bitkisinin tozlaşmasında kullanılabilmesine karşın dünyada ve Türkiye'de ticari amaçla üretilen kolonilerin % 90'ından fazlası örtü altında yetiştirilen domates bitkisinin tozlaşmasının sağlanmasında kullanılmaktadır (Gürel vd., 2001; 2018).

Avrupa kıtasında ve Asya kıtasının belirli bölgelerinde geniş bir yayılma alanına sahip olan *B. terrestris* arılarının doğal yaşam döngüsü bal arısından oldukça farklıdır. Koloni yaşamı sonunda üretilen genç ana arılar çiftleşerek yuvayı terk eder ve toprak altında bir barınma yeri bularak hareketsiz bir şekilde diyapoz olarak adlandırılan dönemi geçirirler. Populasyonun bulunduğu bölgeye bağlı olarak iklim ve besin kaynağı gibi çevre koşullarının uygun hale gelmesi ile toprak altından çıkarak kuracağı yuva için daha uygun bir yer belirleyen ana arı nektar ve polen toplayarak hem kendini besler hem de yavru üretiminde kullanmak amacıyla yuva içinde besin depolar ve ilk yumurtalarını yumurtlamaya başlar. İlk işçi arılar çıkınca ana arı tarlacılık faaliyetine son verir ve yuva içinde yumurtlamaya devam eder. Yavruların bakımı ve tarlacılık faaliyetlerini ise işçi arılar yürütür. Koloni yaşamı sonlarına doğru kolonide, genç ana arı ve erkek arılar üretilmeye başlanır. Erkek ve ana arılar cinsel olgunluğa gelince koloniyi terk ederler ve çiftleşirler. Kolonideki yaşlı ana arı ve işçi arılar ise ölürlür. Çiftleşen genç ana arılar diyapoz dönemini geçirmek için toprak altında uygun bir yer

bulurlar ve bir sonraki generasyonun başlangıcı olan iklim ve besin kaynağı koşullarının uygun hale geliş zamanına kadar diyapozda kalırlar. Böylece koloni yaşamı bir dönemle sınırlanmış olur. Çok geniş ekolojik esnekliğe sahip olan *B. terrestris* arısı yaşam döngüsü ve koloni gelişimini yaşadığı bölgenin iklim ve florasına göre düzenlemekte ve koloni yaşam döngüsü her bölgede yılın farklı zamanlarında gerçekleşmektedir. Örneğin Türkiye’de Ege, Akdeniz ve Karadeniz sahil kesimlerindeki doğal yaşam alanlarında Ekim- Aralık aylarında diyapozdan çıkan *B. terrestris* ana arıları iç bölgelerde Şubat- Mayıs aylarında diyapozdan çıkmaktadırlar. Ayrıca yapılan arazi gözlemlerine göre, bazı bölgelerde yılda iki generasyonun olabileceği de tahmin edilmektedir (Beekman ve van Stratum, 2000; Gürel vd., 2008; Gösterit ve Baskar, 2016). Her bölgedeki populasyonları ise ayrı yerel populasyonlar olarak değerlendirmek mümkündür (Gösterit, 2017).

Türkiye’de özellikle son 20 yıllık süre içinde yürütülen bilimsel çalışmalar ile bombus arılarının doğaya bağlı kalınmadan generasyonlar boyu laboratuvar koşullarında yetiştiriciliği başarılmıştır. Ancak üretim sürecinde yer alan ana arılardan koloni oluşturma, kolonilerden ana arı ve erkek arı yetiştirme, çiftleştirme, çiftleşmiş ana arıların diyapoz dönemini kontrol etme ve diyapozdan çıkan ana arıların koloni oluşturmalarını sağlama gibi aşamaların her birinde bazı kayıplar yaşanmakta olup en önemli kayıplar tozlaşmaya uygun kalitede koloni oluşturma aşamasında gerçekleşmektedir (Gösterit, 2009; 2011; Gösterit ve Gürel, 2009; 2016; Gösterit vd., 2009; 2018) .Yüksek yumurtlama ve koloni oluşturma oranı, hızlı koloni gelişimi, kalabalık işçi arı populasyonu, uzun koloni ömrü ve koloni yaşamının sonuna doğru ana ve erkek arı üretimi tozlaşma amacıyla kullanılacak bombus arısı kolonilerinde aranılan en önemli özelliklerdir (Gösterit, 2009; Gürel vd., 2011). Bombus arısı kolonilerinde koloni gelişim kalıpları, üretilen işçi arı, ana arı ve erkek arı sayıları ve ana-erkek arıların üretim zamanları bakımından önemli farklılıklar gözlenmektedir (Pry-Jones ve Corbet, 1991; Gösterit ve Gürel, 2005a; Gösterit vd., 2009; Gösterit, 2011). Genel olarak kolonideki işçi arı kadrosu en üst noktaya ulaştığı zaman erkek ve/veya ana arı üretilmesine karşın koloni gelişiminin başlangıcında da ana ve erkek arı üretilmektedir. Bazı koloniler sadece erkek ya da ana arı üretirken, bazıları hem ana arı hem de erkek arı üretebilmektedir. Erken dönemde işçi arı üretimine son vererek ana ve/veya erkek arı üreten, koloni gelişimi yavaş ve işçi arı sayısı düşük olan koloniler çoğu zaman tozlaşma amacıyla kullanılmaya uygun değildir. *B. terrestris*

arılarında koloni gelişimi bakımından farklılıklar görülebilmektedir. Yıl boyu kitlesel üretimde diyapoz sürecini tamamlayan ve koloni oluşturmak amacıyla yumurtlama aşamasına alınan ana arıların bir kısmı daha yumurtlama aşamasında ölmektedirler. Geri kalan ana arıların bir bölümü yumurtlarken diğer bir bölümü yumurtlamamakta, yumurtlayanların ise sadece bir bölümü tozlaşma amacıyla kullanılabilir kalitede koloniler oluşturmaktadır. Bazı kolonilerde ilk işçi arıların çıkışından sonra ana arı yumurtlamayı bırakmakta ve bu aşamadan sonra erkek ve/veya ana arı üretimi de olmamaktadır. Bazı kolonilerde ise ilk işçi arıların çıkışından sonra bir miktar erkek ve/veya ana arı üretilmekte, daha sonra tekrar işçi arı üretimine devam edilerek kalabalık koloniler oluşturulmakta ve koloni yaşamı sonunda tekrar çok sayıda erkek ve/veya ana arı üretilmektedir. Yine kolonilerin bir bölümü hiç işçi arı üretmeden doğrudan erkek ve/veya ana arı üretimine başlamakta, bir bölümü ise çok az sayıda işçi arı ürettikten sonra erkek ve/veya ana arı üretmekte ve tekrar işçi arı üretimine devam etmemektedir. Bu nedenle bütün koşulların uygun olması durumunda bile yumurtlama amacıyla yetiştirmeye alınan ana arılardan büyük bölümü kaliteli koloni oluşturamamakta ve tozlaşmaya uygun koloni yetiştirme oranı çoğu zaman % 30- % 40 arasında değişmektedir (Gösterit, 2009; 2016).

Tozlaşma amacıyla kullanılan *B. terrestris* kolonilerinde sağlıklı bir ana arı, geniş bir açık ve kapalı yavru alanı ile 50- 60 adet işçi arı olması yeterli olup kolonilerin erkek ve ana arı üretimine başlamamış olması önemlidir. Diyapoz dönemini tamamlamış ve koloni oluşturma sürecine alınan ana arının bu özelliklerde bir koloni oluşturması ortalama 70 gün sürmektedir (Gösterit, 2011). İşçi arıların ömür uzunluğu yaklaşık bir ay kadardır ve bir koloni yetiştirilen çeşide bağlı olarak 1500 - 2000 m² sera alanında en uygun koşullarda bile 40 gün süre ile kullanılmaktadır. Bu sürenin sonunda ise erkek ve/veya ana arı üretimi başladığı ve koloni ömrünün sonuna yaklaşıldığı için koloni yenisi ile değiştirilmektedir (Duchateau ve Velthuis, 1988; Gürel ve Gösterit, 2001; Velthuis ve van Doorn, 2006).

Herhangi bir organizmanın herhangi bir özelliğinin ölçüm değeri ya da gözlem sınıfı fenotip olarak ifade edilir. Örneğin bombus arısında ana arıların performansı veya kolonilere ilişkin özelliklere ait değerler fenotipik değerlerdir. Kolonilerin bu fenotipik değerleri genotip ve çevre olmak üzere iki unsur tarafından belirlenmektedir. *B. terrestris* arısında ana arıların diyapoz koşulları (Gösterit ve Gürel, 2009), uygulanan

başlatma yöntemi (Kwon vd., 2003; Gürel ve Gösterit, 2008a), yumurtlamayı teşvik edici uygulamalar, ortam sıcaklığı ve nemi ve besin kalitesi (Gürel ve Gösterit, 2008b; 2008c; Baloğlu ve Gürel, 2015; Sağlam, 2015) gibi çevre faktörlerinin etkisini belirlemeye yönelik literatür çalışmaları mevcuttur. Ancak ana arılar ve koloniler arasında gözlemlenen farklılıkta genetik yapının etkisi de mutlaka söz konusudur (Gösterit vd., 2017).

Ana arının birden fazla erkek arı ile çiftleştiği bal arısı kolonileri üvey kız kardeş, öz kız kardeş ve süper kız kardeş olmak üzere üç farklı kız kardeş grubunu içermektedir. Haplo-diploid üreme sisteminin bir sonucu olarak üvey kız kardeşlerin kendi aralarında % 25, öz kız kardeşlerin kendi aralarında % 50, süper kız kardeşlerin kendi aralarında ise % 75 genetik benzerlik söz konusudur (Harbo ve Rinderer, 1980). Bal arılarının aksine *B. terrestris* türünde ana arı sadece bir erkek arı ile çiftleşmektedir. Bu nedenle kolonide tek bir süper kız kardeş grubunu oluşturan tüm dişi bireyler arasında % 75 düzeyinde genetik benzerlik bulunmaktadır (Schmid- Hempel ve Schmid- Hempel, 2000). Sunulan bu tez çalışmasında, aynı *B. terrestris* kolonisinde üretilen ana arıların genotipik benzerliklerinden faydalanılarak oluşturulan farklı süper kız kardeş ana arı gruplarının koloni oluşturma performansları ve bu gruplarda oluşturulan kolonilerde ölçülen gelişim özelliklerinin belirlenmesi ve genetik yapının koloniler arasındaki varyasyon üzerine etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Çiçekli bitkilerin yaklaşık olarak 250 bin türü nesillerini sürdürebilmek için çiçek tozu taşıyıcısı canlılara gereksinim duymaktadır. Böcekler içerisinde yer alan 20 bin arı türü ise bu konuda en etkili ve yaygın grubu oluştururlar. İnsanların tükettiği besinlerin üçte birinde arılar tozlayıcı olarak görev almaktadır (Martin, 1975). Doğal veya kültüre alınmış birçok bitkinin tozlaşmasını sağlayan bombus arıları son yıllarda kitlesel olarak üretilerek örtü altı sebze yetiştiriciliğinde tozlaşma amacıyla yaygın olarak kullanılmaktadır. İri vücutlarında siyah ve sarı renk halkaları bulunan bombus arılarının renkleri dikkat çekicidir (Benton, 2000). Besin kaynağını ararken ve koloni oluştururken kendine has bir ses çıkaran bu arıları ülkemizin hemen hemen her bölgesinde görmek mümkündür. Taksonomik olarak Hymenoptera (zarkanatlılar) takımından Apidae (sosyal arılar) familyasının Bombinae alt familyası içinde yer almaktadırlar (Çizelge 2.1). Bombus arıları taksonomik sınıflandırmada bal arılarından alt familya düzeyinde ayrılırlar (Demirsoy, 2001).

Darwin 1859'da yazdığı "*Türlerin Orijini*" adlı eserinde bu arıların bitkilerin tozlanmasındaki rollerinden bahsetmiş ve bu konuda günümüze kadar da çok sayıda çalışma yapılmıştır (Özbek, 1983; Demirsoy, 2001; Kılınçer ve Genç, 2008). Bombus arılarına ait Almanya'da 36, İngiltere'de 25, Kuzey Amerika'da 30, Türkiye'de ise 40'ın üzerinde tür tespit edilmiştir (Özbek, 1983; 1990; 1997; Rasmont vd., 2009).

Çizelge 2.1. Bombus arılarının taksonomik sınıflandırmadaki yeri

	Latince (Türkçe)	
Alem	Animalia (Hayvanlar)	
Şube	Arthropoda (Eklembacaklılar)	
Sınıf	Insecta (Böcekler)	
Alt sınıf	Pterygota (Kanatlı böcekler)	
Takım	Hymenoptera (Zarkanatlılar)	
Üst familya	Apoidea (Arılar)	
Familya	Apidae (Sosyal arılar)	
Alt familya	Bombinae (Bombus arıları)	Apinae (Bal arıları)
Cins	<i>Bombus</i>	<i>Apis</i>
Tür	<i>Bombus terrestris</i> L.	<i>Apis mellifera</i> L.

Bombus arıları ve bal arıları her ne kadar sistematikte familya düzeyine kadar aynı grupta yer alsa da bu iki arı grubu sosyal organizasyon, beslenme ve gelişme davranışları gibi pek çok açıdan birbirlerinden oldukça farklı özellikler göstermektedirler. Bu farklılık arıların tozlaşma etkinliklerinde de görülmektedir (Woodcock vd., 2013; Sherry ve Strang, 2015).

Bal arısı kraliçelerinin birden fazla erkek arı ile çiftleşmesi ve haplo-diploid üreme sisteminin bir sonucu olarak koloniler kendi aralarında % 25 benzerlik olan üvey kız kardeş grubu, % 50 benzerlik olan öz kız kardeş grubu ve % 75 benzerlik olan süper kız kardeş grubu olmak üzere üç farklı kız kardeş grubunu barındırırlar (Harbo ve Rinderer, 1980). Bal arılarının aksine *B. terrestris* ana arısı yaşam süresi boyunca sadece bir erkek arı ile çiftleşmektedir. Bu nedenle koloniyi oluşturan tüm dişi bireyler arasında % 75 düzeyinde genetik benzerlik görülmekte ve kolonilerde tek bir süper kız kardeş grubu bulunmaktadır (Schmid- Hempel ve Schmid-Hempel, 2000).

Tozlaşmadaki önemlerinden dolayı bombus arıları ile ilgili çalışmalara 1900'lü yılların başında başlanmıştır (Sladen, 1912). Araştırmalarda özellikle yetiştirme teknikleri (Yeninar, 1997; Gösterit, 2011; Gürel vd., 2011; Gösterit ve Gürel, 2014), kast farklılaşması (Cnaani vd., 2000a; 2000b), tozlaşma etkinliği (Gösterit ve Gürel, 2010; Woodcock vd., 2013; Sherry ve Strang, 2015), arı bitki ilişkileri (Özbek, 2002), taksonomi (Velthuis ve van Doorn, 2006), yayılma potansiyelleri ve olası riskleri, tür kayıpları (Baker ve Wharton, 1952; Liu vd., 1974; Lipa ve Triggiani, 1980; 1992), hastalık ve zararlılar (Gösterit ve Erkan, 2012) gibi konularda ağırlık verilmiştir. Son yıllarda bombus ana arı ve koloni özelliklerine ait genetik parametre tahminlerine yönelik araştırmalar da gerçekleştirilmiştir (Gösterit vd., 2017).

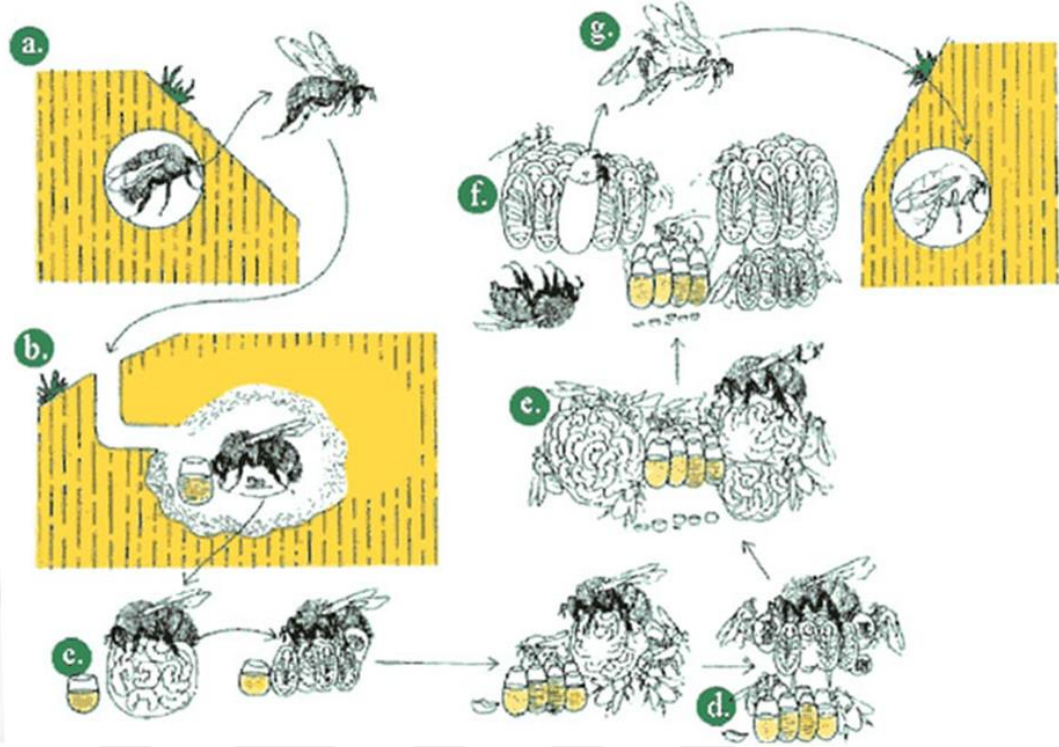
Bitkilerde tozlaşmadan sonra oluşan meyve ve tohumlar yeryüzündeki ekosistemin sürekliliğini sağlamakta ve diğer yaşamı destekleyen unsurlarla birlikte besin zincirinin temelini oluşturmaktadırlar. Rüzgar, su, yumuşakçalar, kuşlar, memeliler (yarasa, bazı maymunlar vb.) ve böcekler en önemli tozlaşma araçlarıdır. Bu tozlaştırıcılar arasında en etkili olanı böcekler içerisinde yer alan ve yirmi binden fazla türü tanımlanan arılardır. Arılar hem biyolojik çeşitliliği sağlayarak hem de bitkisel üretimde verim ve kaliteyi artırarak doğal ve tarımsal ekosistemlere çok önemli katkıda bulunurlar (Özbek, 2002).

Örtü altında en çok yetiştirilen ve erselik çiçek yapısına sahip olan domates, biber ve patlıcan gibi sebzeler büyük oranda kendine tozlanırlar. Ancak sera içindeki havanın oransal neminin yüksek ve hava hareketinin az olması nedeniyle tozlaşmada önemli sorunlar yaşanmaktadır. Özellikle örtü altında yetiştirilen domateslerde bitki tarafından üretilen polenler yüksek nem nedeniyle topaklaşarak dişi organ üzerine ulaşamamaktadır. Buna ek olarak bazı durumlarda örneğin sıcaklık değişimi veya bilinçsizce yapılan gübreleme ve sulama gibi işlemler nedeniyle domates çiçeğinin dişi organı uzayarak erkek organların dışına çıkmakta ve böylece erkek organlar tarafından üretilen polenler dişicik tepesine ulaşamamaktadır. Bu nedenle örtü altı domates yetiştiriciliğinde poleni taşıyarak veya çiçeklerde titreşim yaparak polenin dişi organa ulaşmasını sağlayan, böylece meyve tutumunu artıran bombus arılarına mutlaka gereksinim duyulmaktadır (Ercan, 1993; Gürel vd., 2001, Şen vd., 2004). Bu gereksinin bombus arılarının kontrollü koşullarda yetiştirilerek tozlaşma amacıyla kullanılmaları konusundaki ilerlemelerin en önemli etkeni olmuştur.

Bombus arıları içinde *B. terrestris*, *B. lucorum*, *B. ignitus*, *B. impatiens* ve *B. occidentalis* olmak üzere beş türün kitlesel olarak ticari yetiştiriciliği yapılmaktadır. Ancak koloni popülasyonu en kalabalık ve kitlesel yetiştiriciliğe en uygun tür olan *B. terrestris* ticari olarak yetiştirilen en yaygın türdür. Bu türün *B.t. dalmatinus* (Balkanlar, Türkiye ve Asya), *B.t. terrestris* (Orta ve Batı Avrupa), *B.t. audax* (İngiltere), *B.t. lusitanicus* (İspanya), *B.t. canariensis* (Kanarya Adaları), *B.t. africanus* (Kuzey Afrika), *B.t. xanthopus* (Korsika Adası), *B.t. sassaricus* (Sardunya Adası) ve *B.t. calabricus* (Sicilya-İtalya) olmak üzere 9 alttürü tanımlanmıştır (Velthuis ve van Doorn, 2006; Rasmont vd., 2008). Ancak, Türkiye faunasında yaygın olarak bulunan *B.t. dalmatinus* alttürü ticari yetiştiricilik açısından üstün özelliklere sahip olduğu anlaşıldıktan sonra kitlesel üretim için en çok tercih edilen alttür olmuştur (Chittka vd., 2004; Ings vd., 2005; Velthuis ve van Doorn, 2006; Rasmont vd., 2008).

Toprak altında koloni oluşturan *B. terrestris* arıları ana, erkek ve işçi arılardan oluşan koloni düzeni içinde yaşamaları, haplo-diploid üreme sistemine sahip olmaları, yumurta, larva ve pupa aşamalarını geçirerek ergin hale gelmeleri (tam başkalaşım geçirmeleri), kendi aralarında işbölümü yapmaları (sosyal böcekler) gibi özellikleri ile bal arılarına benzerlik gösterirken, koloni yaşamlarının sürekli olmaması özellikleri ile bal arılarından farklıdırlar. Bal arılarında olduğu gibi kuluçka ve besin faaliyetlerinin

gerçekleştirildiği altıgen gözlü petek örme davranışı bu arılarda söz konusu değildir. *B. terrestris* arısının doğal yaşam döngüsü bal arılarından farklıdır (Şekil 2.1). Koloni yaşamı sürekli değil bir dönemle sınırlıdır ve üretilen ana arılar toprak altında belirli bir süre diyapoz adı verilen fizyolojik uyku dönemi geçirmektedir. Diğer bombus türlerinde de genel olarak benzer bir koloni yaşam döngüsü gözlenmektedir. Kolonide yaşam döngüsü sonunda yetiştirilen ve uygun çiftleşme yaşında çiftleşerek yuvayı terk eden genç ana arıların her biri toprak altına girerek iklim ve bitki örtüsü gibi koşulların koloni oluşturmak için uygun hale geldiği döneme kadar hareketsiz bir şekilde diyapoz (fizyolojik uyku dönemi) olarak adlandırılan süreci geçirirler. İklim koşullarının ve bitki örtüsünün uygun olduğu zamanda uyanan ana arı toprak altındaki kışlama yerinden çıkarak ilk birkaç hafta çiçekleri ziyaret eder, polen ve nektarla beslenir ve koloniyi kurmak için uygun bir yer arar. Ana arı genellikle yuva yeri olarak toprak altındaki terk edilmiş fare ya da diğer küçük memeli yuvaları ile ağaç ya da kaya kovukları gibi uygun yerleri tercih eder. Ana arı yeterli polen topladığında yumurta hücresi yaparak yığın halinde ilk işçi arıların gelişeceği yumurtaları yumurtlar. Bu süreç içinde ana arı yumurta kümesinin üzerinde yatarak yumurtalara 30-32°C sıcaklık sağlar. Larvalar yumurtadan çıktıktan sonra ana arı tarafından bal ve polen karışımı bir gıda ile beslenirler. Beslenmesi tamamlanan larva koza örür ve pupa devresine girer. Ana arı bu pupalar üzerine ikinci yumurta kümesini yumurtlar. Larvaya sağlanan besin miktarı, besin kalitesi ve yuvadaki çevre şartları arıların çıkış sürelerini etkilemektedir. Genellikle ilk yumurta kümesinde yetiştirilen bireyler işçi arılardır. İlk işçi arıların çıktığı bu aşama sosyal fazın başlangıcı olarak adlandırılır. İşçi arılar çıktıktan sonra birkaç gün içinde yiyecek toplamaya başlarlar. İkinci yumurta kümesindeki larvaların bakım ve beslenmesini bu işçiler yaparlar. Kolonide ilk işçi arılar çıktıktan sonra ana arının yumurtlama hızı, bir hücreye yumurtladığı yumurta sayısı ve bunun sonucu kolonide üretilen işçi arı sayısı hızla artar. Koloni gelişimi zirveye ulaştığı zaman genç ana ve erkek arılar üretilmeye başlanır. Koloni yaşamının sonlarına doğru yaşlı işçi arılar öldüğü için popülasyon sürekli azalır. Genç ana arılar çiftleştikten ve vücutlarında yağ dokusu gelişimini tamamladıktan sonra diyapoz yeri bulmak için yuvadan ayrılırlar. Yuvada çok az sayıda işçi arı ve yaşlı ana (kurucu ana arı) arı kalır. Bir süre sonra bu bireyler de ölür ve koloni yaşamı sona erer. Böylece koloni yaşamı bir mevsimle sınırlanmış olur (Alford, 1969; Prys-Jones ve Corbert, 1991; Gencer vd., 1998; Kearns ve Thomson, 2001).



Şekil 2.1. *B. terrestris* türünde doğal yaşam döngüsü (a: ana arının diyapoz dönemi sonunda uyanışı ve toprak altından çıkışı, b: ana arının yuva yeri bulması, nektar ve polen toplayarak yumurtlaması, c: yumurtaların larva ve pupa dönemleri, d: ilk işçi arıların çıkışı ve sosyal fazın başlangıcı, e: kolonideki kuluçka alanının genişlemesi, işçi arı sayısının hızlı bir şekilde artması, f: kolonide genç ana arı ve erkek arıların yetiştirilmesi, yaşlı ana arının ölmesi, g: genç ana ve erkek arıların çiftleşmesi, çiftleşen genç ana arıların diyapoz dönemini geçirmek üzere toprak altına girmesi)

Çok kısa ve basit olarak açıklanan bu döngü aslında, türlere ve arıların yaşadığı çevre koşullarına göre değişen karmaşık bir süreçtir (Heinrich, 1979). Çevresel faktörler bombus arılarının doğal yaşam alanlarında yararlandıkları bitkilerin çiçeklenme zamanları ve diğer ekolojik faktörleri de içermektedir. Ilıman ve nemli iklim bölgelerinde yılda iki generasyonun da olabileceği belirtilmektedir (Beekman vd., 1998). Türkiye faunasında yaşayan *B. terrestris* kolonilerinin yaşam döngülerinde de çok büyük varyasyon gözlenmektedir. Örneğin Ege ve Akdeniz sahil kesiminde doğal yaşam alanlarında Ekim- Aralık aylarında diyapozdan çıkan *B. terrestris* ana arıları iç bölgelerde Şubat- Mayıs aylarında çıkmaktadır (Gürel vd., 2008).

Doğal koşullardaki yaşam döngüsü bilinen *B. terrestris* arılarının kontrollü koşullarda yetiştiriciliği günümüzde doğaya bağlı kalmadan tam olarak yapılabilir durumdadır. Laboratuvarında yapılan araştırmalar sonucunda yaşam döngüsü tam olarak belirlenen

B. terrestris kolonilerinde birinci aşama koloni başlangıç aşamasıdır. Bu aşamada diyapoz sürecini tamamlamış ana arı 5–15 gün içinde yumurtlayarak ilk işçi arı kadrosunu 5–6 hafta içinde oluşturmakta, böylece koloni yaşamı ve sosyal düzen başlamaktadır. İkinci aşama ana arının döllenmiş (diploid) yumurtalar yerine döllenmemiş (haploid) yumurtaları yumurtlamaya başladığı, diğer bir deyişle erkek arıların yetiştirilmeye başlandığı dönüşüm aşamasıdır. *B. terrestris* kolonisinde yaşam döngüsünün son aşaması ise kolonilerdeki kurucu ana arının etki ve üstünlüğünün kaybolduğu rekabet noktasıdır. Bu aşamada işçi arıların kendi aralarında ve özellikle ana arı ve işçi arılar arasında çatışma başlamaktadır. Ayrıca işçi arılardan bir bölümü yumurtlama eğilimi göstermekte, ana arı ve işçi arılar karşılıklı olarak birbirlerinin yumurtalarını yemekte veya dışarı atmakta böylece düzen bozulmakta ve koloni yaşamı sona ermektedir (Gösterit ve Gürel, 2005a; Gösterit, 2009; Gösterit vd., 2016).

Yıl boyu kontrollü koşullar altında üretim başlıca iki önemli aşamada gerçekleşir. Bunlardan birincisi ana arı üretimi, çiftleştirme ve kontrollü diyapoz, ikincisi ise diyapozdan çıkarılmış bu ana arılardan seralarda kullanılacak nitelikte kolonileri üretme aşamasıdır. Diğer bir ifadeyle sürdürülebilir kitlesel yetiştiricilik ana arılardan koloni oluşturma, kolonilerden genç ana ve erkek arılar elde etme, çiftleştirme ve çiftleşmiş ana arıların diyapoz dönemini kontrol etme olma üzere dört önemli aşamanın kontrollü koşullarda gerçekleştirilmesi ile mümkündür (Gösterit vd., 2018).

Laboratuvar koşullarında yetiştiricilikte diyapozdan çıkmış ana arıların yumurtlamaya başlama oranı ve yumurtlamaya başlama zamanı yetiştiricilik başarısını doğrudan etkilemektedir. Bu nedenle farklı yöntemler kullanılarak ana arıların yumurtlamaya başlamaları uyarılmaktadır. *B. terrestris* arısında ana arıların yumurtlamalarını ve koloni oluşturmalarını teşvik etmek amacıyla ana arı ile birlikte yuvaya erkek arı pupası, bombus işçi arısı, bal arısı işçi arısı veya bombus arısı pupa ve işçi arılarının birlikte konulması gibi yöntemler kullanılmaktadır (Kwon vd., 2003, 2006a; Gürel ve Gösterit, 2008a).

Kwon vd. (2003) genç erkek arı pupası ilave edilen yuvalarda ana arıların daha erken yumurtlamaya başladığını, bu ana arıların % 80'inin koloni oluşturduğunu, yaşlı pupa ilave edilen ana arıların birinci kuluçka döneminde daha az sayıda yumurta hücresi ve dolayısıyla daha az sayıda işçi arı ürettiklerini bildirilmişlerdir.

Ana arı ile birlikte yumurtlatma kutularına farklı sayıda işçi arı ilave edilmesinin ana arının koloni oluşturma başarısı üzerine etkilerinin incelendiği bir çalışmada, ilave edilen işçi arı sayısının artması ile birlikte yumurtlama öncesi sürenin kısaldığı ve % 100 yumurtlamaya başlama oranı ve % 91,46 işçi arı üretim oranı ile 4 adet işçi arı ilave edilen grubun en başarılı grup olduğu bildirilmiştir. Çalışmada ayrıca işçi arı ile birlikte donmuş pupa kullanmanın da ana arıların yumurtlamasını teşvik ettiği belirlenmiştir (Kwon vd., 2006a).

Farklı uyarı metotlarının *B. terrestris* ana arılarında koloni oluşturma ve koloni gelişimi üzerine etkilerinin araştırıldığı ve ana arıların yumurtlamasını teşvik etmek amacıyla *B. terrestris* işçi arısı, pupası ve bal arısı işçisinin kullanıldığı çalışmada ise Gürel ve Gösterit (2008a), en yüksek yumurtlamaya başlama oranı (% 82,8), koloni oluşturma oranı (% 53,3) ve tozlaşma amacıyla kullanılabilir kalitede koloni üretim oranının (% 39) *B. terrestris* işçi arısı kullanılan grupta elde edildiğini bildirmişlerdir.

Yetiştiricilikte ana arı ve kolonilerin beslenmesi amacıyla bal arıları tarafından toplanmış polen ve şeker şurubu kullanılmaktadır. Beslenme bombus arılarının yaşama gücü ve üreme başarısını doğrudan etkileyen bir faktördür. Bu nedenle bombus arılarına verilen polenin miktarı kadar verilen besinin kalitesi de önemlidir. Yetiştiricilikte taze olarak depolanmış ve protein içeriği yüksek polenler tercih edilmektedir (Riberio vd., 1996; Schmid-Hempel ve Schmid-Hempel, 1998; Velthuis ve van Doorn, 2006).

Taze olarak dondurulmuş polen ile beslenen kolonilerde koloni gelişim özelliklerinin kurutularak dondurulmuş polen ile beslenen kolonilere göre daha üstün olduğu, kurutulmuş polen ile beslenen kolonilerde üretilen genç ana arıların taze dondurulmuş polen ile beslenenlere göre daha küçük vücuda sahip oldukları, bu ana arılarda ölüm oranının daha yüksek olduğu ve kurutulmuş polen kullanımının daha küçük kolonilerin üretilmesine neden olduğu bildirilmiştir (Riberio vd.,1996).

Gösterit vd. (2010) tarafından bombus arısı kolonilerinde belirli aşamalarda tüketilen polen miktarını belirlemek amacıyla gerçekleştirilen çalışma sonuçlarına göre kolonilerinin ilk işçi arı çıkış zamanında, pazarlanabilir aşamaya geldiğinde ve

koloni ömrü sonunda sırasıyla 7,55 gram, 189,73 gram ve 421,8 gram polen tükettikleri belirlenmiştir.

Farklı bitkilerden elde edilen polenlerin *B.terrestris* arısında koloni gelişimi üzerine etkilerinin incelendiği çalışmada Baloğlu ve Gürel (2015), polenin protein içeriğinin tüketim miktarını etkilediği ve pazarlanabilir aşamaya gelinceye kadar *Cistus* spp. poleni ile beslenen kolonilerin 167,4 gram, *Papaver somniferum* poleni ile beslenen kolonilerin 140,7 gram, *Sinapis arvensis* poleni ile beslenen kolonilerin 132,4 gram ve karışık polen ile beslenen kolonilerin 136,2 gram polen tükettiğini ve birden fazla bitkiye ait polen karışımının *B. terrestris* arısının kitlesel yetiştiriciliği için daha uygun olduğunu bildirmişlerdir.

Kitlesel üretim yapılırken çevre koşullarının bombus arısı yetiştiriciliği için uygun olması yetiştirme başarısının artırılması için vazgeçilmez bir unsurdur. Bombus arısı yetiştiriciliğinde ana arıların yumurtlama ve sağlıklı koloni oluşturma oranlarını etkileyen en önemli çevresel faktörler sıcaklık ve oransal nemdir. Yapılan araştırmalar ile *B. terrestris* kolonilerinin gelişimi için en uygun yetiştirme ortamı sıcaklığının 28-30 °C ve oransal neminin % 50-60 olduğu saptanmıştır (Yoon vd., 2002; Gürel ve Gösterit, 2008b). Ayrıca canlıların yaşam döngülerini etkileyen fotoperiyot (ışığı algılama süresi) bombus arılarının çiftleşme başarısını, yumurtlamasını ve koloni oluşturma oranını etkileyebilmektedir (Kwon vd., 2006b; Amin vd., 2007).

Bombus arısı yetiştiriciliğinde doğadan bağımsız olarak kitlesel üretimin sürekliliğinin sağlanabilmesi için yeni generasyonları oluşturacak ana arı ve erkek arıların üretilmesi kaçınılmazdır. Bombus arıları bal arılarından farklı olarak koloni yaşamı sonuna doğru çok sayıda ana ve erkek arı üretmektedir. Kolonilerde üretilen erkek ve ana arı sayıları arasında çok büyük farklılıklar bulunmaktadır. Bazı kolonilerde 200 adete yakın ana arı üretilirken bazılarında hiç ana arı üretilmeyebilmektedir. *B. terrestris* kolonileri ana arıya oranla daha çok erkek arı üretmektedir. Bu nedenle erkek arı temininde bir sorun yaşanmamaktadır (Duchateau vd., 2004; Alaux vd., 2005; Gösterit vd., 2009; Lopez-Vaamonde vd., 2009).

Gösterit vd. (2009), *B. terrestris* kolonilerinde kurucu ana arının uzaklaştırılmasının genç ana ve erkek arı üretimi üzerine etkilerini incelemiş ve genç ana arı üretim

zamanının ana arısız kolonilerde ana arılı kolonilerden önemli derecede daha erken gerçekleştiğini bildirmişleridir. *B. terrestris* kolonilerinde ana arı üretimini artırmak amacıyla yaptıkları çalışmada ise Gürel ve Karanlı (2013), kolonilere farklı bir koloniden işçi arı ilave edilmesinin kolonileri ana arı üretmeye teşvik etmek için faydalı bir yöntem olarak kullanılabileceğini bildirmişlerdir.

B. terrestris arısının kontrollü koşullarda yıl boyu ve generasyonlar boyunca yetiştirilmesi ve koloni oluşturabilecek kalitede ana arılar elde edilmesi özellikle üreme davranışı hakkında bilgi sahibi olmayı gerektirmektedir. Bu nedenle kitlesel üretimde çiftleştirme bir sonraki generasyonun üretilmesi ve üretimin sürekliliğinin sağlanması için en önemli aşamalardan birisidir (Gösterit ve Gürel, 2016). Kitlesel yetiştiricilikte genç ana arıların farklı kolonilerden erkek arılar ile çiftleştirilmesi gereklidir (Gösterit, 2016). Bal arıları ve diğer birçok sosyal böcek türünden farklı olarak kapalı ortamlarda çiftleştirilebilmesi nedeniyle *B. terrestris* sosyal böceklerin çiftleşme davranışının araştırılması için de ideal böcek türü olarak değerlendirilmektedir (Baer vd., 2003). Erkek arıların yaşı ve vücut büyüklüğü, ana arıların kalitesi, ana arı yaşı, çene bezlerinden salgılanan uçucu feromonlar, sıcaklık, nem, fotoperiyot ve çiftleştirme kafesinin yapımında kullanılan materyal gibi faktörler *B. terrestris* arılarında çiftleşme başarısını etkilemektedir (Kwon vd., 2006a; Amin vd., 2010; 2012; Imran vd., 2015).

Tüm canlılarda olduğu gibi *B. terrestris* arılarında da yaş eş seçimi ve çiftleşme performansının belirlenmesinde etkili faktörlerden birisidir. *B. terrestris* türünde çiftleşme yaşı aralığı ana arılar için 1 ila 11 gün arasında, erkek arılar için ise 5 ila 25 gün arasında değişmektedir (Tasei vd., 1998; Gösterit ve Gürel, 2016). Ancak uygulamada en uygun çiftleşme yaşı ana arılar için 6 gün, erkek arıları için ise 12 gündür (Djegham vd., 1994; Kwon vd., 2006a; Amin vd., 2010). Bu sürelerin dışında çiftleşme başarısında önemli düşüşler gözlenmektedir.

Çiftleştirme çeşitli ölçülerde olabilen çiftleştirme kafeslerinde, gün ışığı veya yapay olarak aydınlatılmış ortamlarda yapılır. Sabah saatleri çiftleştirme için daha uygundur. Ana arılar yalnız bir erkek arı ile çiftleşir. Erkek arılar ise birkaç kez çiftleşebilirler, ancak genellikle bir kez çiftleştirilirler. *B. terrestris* ve diğer birçok bombus türünde çiftleşme yaklaşık yarım saat sürmektedir (Djegham vd., 1994; Schmid-Hempel ve

Schmid-Hempel, 2000; Kwon vd., 2006b). Akrabalı yetiştirmenin olumsuz etkilerinden korunmak için ana arıların kendi erkek kardeşleri veya akraba erkekler ile çiftleştirilmemesi önemlidir (Duchateau vd., 1994; Gerloff ve Schmid-Hempel, 2005; Gösterit, 2016). Kitlesel üretimde çiftleştirme, cinsel olgunluğa ulaşmış çok sayıda ana arı ve erkek arının çiftleştirme kafeslerine konulmasıyla toplu olarak yapılmaktadır. Çiftleştirme kafeslerine konulan ana arı ve erkek arı sayısı çiftleşme başarısını etkileyen önemli bir unsurdur (Jie vd., 2005; Kwon vd., 2006a; Gösterit ve Gürel, 2016).

Çiftleşmiş *B. terrestris* ana arılarının koloni oluşturma başarısını etkileyen faktörlerden birisi olan diyapoz döneminin kontrol altına alınması kitlesel üretimin de önemli aşamalarındandır. Genel olarak kitlesel üretim sürecinde ana arılar 2-5 °C arasında ve değişik sürelerde (1-5ay) diyapozda tutulmaktadır. Ancak diyapoz süresinin uzamasıyla diyapozda yaşamda kalma oranında azalma meydana gelmektedir (Beekman ve van Stratum, 2000; Gösterit ve Gürel, 2009).

Beekman vd. (1999) tarafından, diyapozun bombus arılarının buldukları doğal yaşam alanlarında yararlandıkları bitkilerin çiçeklenme zamanları ve diğer ekolojik faktörlerin etkileri ile birlikte evrim sürecinde kazandıkları ve gelecek kuşaklara aktarabildikleri kalıtsal bir özellik olduğu bildirilmiştir.

Ana arıların geçirdiği farklı diyapoz süreçlerinin koloni özelliklerine etkilerinin araştırıldığı çalışmada, Beekman ve van Stratum (2000) tarafından hiç diyapoza girmeyen ile 2 ve 4 ay süreli diyapoz geçiren ana arıların koloni özellikleri karşılaştırılmış ve çalışma sonuçlarına göre diyapoza giren ve girmeyen ana arıların oluşturduğu koloniler arasında gelişim özellikleri bakımından önemli farklılıklar görüldüğünü bildirilmiştir.

Gösterit ve Gürel (2009) tarafından farklı diyapoz sürelerinin diyapozda yaşamda kalma ve ana arıların diyapoz sonrası performansları üzerine etkilerinin test edildiği bir çalışmada, en yüksek yaşama (% 80,68), yumurtlama (% 90) ve koloni oluşturma oranının (% 80) 45 gün diyapozda bekletilen grupta elde edildiği ve diyapoz süresinin uzamasıyla ölüm oranının arttığı bildirilmiştir.

Türkiye’de özellikle son 20 yıllık süre içinde yürütülen bilimsel çalışmalar ile bombus arılarının doğaya bağlı kalınmadan generasyonlar boyu laboratuvar koşullarında yetiştiriciliği başarılmıştır. Ancak üretim sürecinde yer alan ana arılardan koloni oluşturma, kolonilerden ana arı ve erkek arı yetiştirme, çiftleştirme, çiftleşmiş ana arıların diyapoz dönemini kontrol etme ve diyapozdan çıkan ana arıların koloni oluşturmalarını sağlama gibi aşamaların her birinde bazı kayıplar yaşanmakta olup en önemli kayıplar ise tozlaşmaya uygun kalitede koloni oluşturma aşamasında gerçekleşmektedir (Gösterit, 2009; 2011; Gösterit ve Gürel, 2009; Gösterit vd., 2009). Yüksek yumurtlama ve koloni oluşturma oranı, hızlı koloni gelişimi, kalabalık işçi arı popülasyonu, uzun koloni ömrü ve koloni yaşamının sonuna doğru ana ve erkek arı üretimi tozlaşma amacıyla kullanılacak bombus arısı kolonilerinde aranılan en önemli özelliklerdir (Gürel vd., 2011). Bombus arısı kolonilerinde üretilen işçi arı, ana arı ve erkek arı sayıları ve ana-erkek arıların üretim zamanları bakımından önemli farklılıklar gözlenmektedir (Heinrich, 1979; Pry-Jones ve Corbet, 1991; Gösterit ve Gürel, 2005a; Gösterit vd., 2009; Gösterit, 2011). Genel olarak kolonideki işçi arı kadrosu en üst noktaya ulaştığı zaman erkek ve/veya ana arı üretilmesine karşın koloni gelişiminin başlangıcında da ana ve erkek arı üretilmektedir. Bazı koloniler sadece erkek ya da ana arı üretirken, bazıları hem ana arı hem de erkek arı üretebilmektedir. Erken dönemde işçi arı üretimine son vererek ana ve/veya erkek arı üreten, koloni gelişimi yavaş ve işçi arı sayısı düşük olan koloniler çoğu zaman tozlaşma amacıyla kullanılmaya uygun değildir. Yıl boyu kitlesel üretimde diyapoz sürecini tamamlayan ve koloni oluşturmak amacıyla yumurtlama aşamasına alınan ana arıların bir kısmı daha yumurtlama aşamasında ölmektedirler. Geri kalan ana arıların bir bölümü yumurtlarken diğer bir bölümü yumurtlamamakta, yumurtlayanların ise sadece bir bölümü tozlaşma amacıyla kullanılabilir kalitede koloniler oluşturmaktadır. Bazı kolonilerde ilk işçi arıların çıkışından sonra ana arı yumurtlamayı bırakmakta ve bu aşamadan sonra erkek ve/veya ana arı üretimi de olmamaktadır. Bazı kolonilerde ise ilk işçi arıların çıkışından sonra bir miktar erkek ve/veya ana arı üretilmekte, daha sonra tekrar işçi arı üretimine devam edilerek kalabalık koloniler oluşturulmakta ve koloni yaşamı sonunda tekrar çok sayıda erkek ve/veya ana arı üretilmektedir. Yine kolonilerin bir bölümü hiç işçi arı üretmeden doğrudan erkek ve/veya ana arı üretimine başlamakta, bir bölümü ise çok az sayıda işçi arı ürettikten sonra erkek ve/veya ana arı üretmekte ve tekrar işçi arı üretimine devam etmemektedir (Gösterit, 2009).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Araştırma laboratuvarı ve yetiştirme odası özellikleri

Proje Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknolojileri Fakültesi, Zootečni Bölümü bünyesinde yer alan Bombus Arısı Araştırma Laboratuvarında yürütülmüştür. Adı geçen laboratuvar bombus arılarının kontrollü koşullarda yetiştiriciliğine yönelik araştırmaların gerçekleştirilebilmesi amacıyla özel olarak planlanmış, iki yetiştirme odası, bir çiftleştirme odası ve bir ön hazırlık laboratuvarı bölümünden oluşmaktadır. Araştırma süresince ana ve erkek arıların çiftleştirilmesi, diyapoz sürecinin geçirilmesi, kolonilerin yetiştirilmesi ve verilerin toplanması uygulamalarının tamamı bu laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Ayrıca ana arıların diyapoz öncesi ve sonrası ağırlıklarının belirlenmesi amacıyla kullanılan hassas terazi, çiftleşmiş ana arıların diyapoz döneminde depolanmaları amacıyla kullanılan soğuk hava kabini, yetiştirme odası ve çiftleştirme odası sıcaklığının ayarlanması amacıyla kullanılan klimalar, arıların beslenmesi amacıyla satın alınan taze polenlerin depolanması amacıyla kullanılan derin dondurucular ve şeker şurubu hazırlanmasında kullanılan refraktometre gibi alet ve ekipmanlar daha önce tamamlanan araştırma projeleri ile temin edilmiştir (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Bombus arısı yetiştirme odası ve yetiştirme kutuları.

3.1.2. *Bombus terrestris* ana ve erkek arılarının temin edilmesi

Araştırma (1) süper kız kardeş ana arıların kendilerine akraba olmayan aynı kolonide üretilmiş erkek arılar ile çiftleştirilmesi ve diyapoz dönemlerinin geçirilmesi ile (2) diyapoz dönemini tamamlamış ana arılar kullanılarak oluşturulan kolonilerin gelişim özelliklerinin incelenmesi olmak üzere iki temel aşamada gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda akrabalık riskini de ortadan kaldırmak amacıyla (Gösterit, 2016) farklı ticari firmalardan 14 adet *Bombus terrestris* kolonisi satın alınmıştır. Satın alınan koloniler koloni yaşamı sonuna kadar sıcaklığı 27-28 °C ve oransal nemi % 50-60'a ayarlanmış bombus arısı yetiştirme odasında tutulmuştur. Bu kolonilerde yaşam döngüsü sonunda yetiştirilen ana ve erkek arılar araştırmanın arı materyali için kullanılmıştır.

3.1.3. Yetiştirme kutuları

Araştırmada ticari firmalardan satın alınan başlatma kutuları ve yetiştirme kutuları kullanılmıştır. Bu kutular yeterli havalandırma boşluklarına sahip olan, iç içe geçebilen, şekerli su bölmesi alt kısmına yerleştirilmiş ve kolonilerin emici bir filtre yardımı ile şekerli suyu almalarını sağlayan plastik malzemeden oluşmuştur.

3.1.4. Kolonilere verilen polen ve şeker şurubunun özellikleri

Ana arıların ve kolonilerin beslenmesinde kullanılan polenler bal arısı yetiştiriciliği yapan arıcılardan satın alınmıştır. Satın alınan taze polenler kullanılıncaya kadar derin dondurucuda (-18 °C) depolanmıştır (Riberio vd., 1996). Beslemede kullanılan polenlerin tek bir bitki türünden değil farklı bitki türlerinin karışımından oluşmasına dikkat edilmiştir (Baloğlu ve Gürel, 2015). Kullanılan şeker şurubunun brix değeri % 50 olacak şekilde toz şeker ve su ile hazırlanmıştır. Ana arılar ve koloniler şeker şurubu ve polen ile ad libitum beslenmiştir.

3.2. Metod

3.2.1. Deneme gruplarının oluşturulması

Araştırmanın arı materyalini elde etmek amacıyla iki farklı ticari firmadan satın alınan ve koloni yaşamı sonunda yeterli sayıda ana ve erkek arı üreten *B. terrestris* kolonilerinden 4' ü ana arı (A) ve 4' ü ise erkek arı (E) kaynağı olmak üzere belirlenmiştir. Ana arı koloni grubunda yer alan 1 numaralı kolonide (A1) üretilen süper kız kardeş ana arıların tamamı erkek arı koloni grubunda yer alan 1 numaralı kolonide (E1) üretilen kardeş erkek arılar ile çiftleştirilmiştir. Benzer şekilde ana arı koloni grubundaki A2, A3 ve A4 kolonilerinde üretilen ana arılar sırasıyla erkek arı koloni grubundaki E2, E3, ve E4 kolonilerinde üretilen erkek arılarla çiftleştirilerek 4 farklı süper kız kardeş grubu (A1 x E1: birinci grup, A2 x E2: ikinci grup, A3 x E3: üçüncü grup, A4 x E4: dördüncü grup) için çiftleşmiş ana arılar elde edilmiştir.

3.2.2. Çiftleştirme ve kontrollü diyapoz

B. terrestris arılarında en uygun çiftleşme sıcaklığı 22-25 °C (Amin vd., 2010), en uygun çiftleşme yaşı ise erkek ve ana arılar için sırasıyla 5-7 ve 10-14 gün olarak bildirilmiş olup (Duchateau ve Marien, 1995; Duvoisin vd., 1999), araştırmanın çiftleştirme aşamasında belirtilen literatür bildirişlerinden faydalanılmıştır.



Şekil 3.2. Çiftleştirme odası (a), ana arıların çiftleşmesi (b) ve diyapoz öncesi ağırlıkların belirlenmesi (c)

Çiftleştirme odasındaki ışık yoğunluğunu artırmak için floresan ve aydınlatıcılar kullanılmıştır. Çiftleşme kafeslerinde ana/erkek oranı 1/2 şeklinde ayarlanmıştır. Ana ve erkek arılar aynı anda kafeslere konulmuş ve çiftleşmeye başlar başlamaz saat bilgisi kaydedilerek çiftler halinde ayrı ayrı şeffaf kutulara alınmıştır. Bu kutular gözlenerek çiftleşme sonunda da saat bilgisi kaydedilmiş ve böylece her bir ana arının çiftleşme süresi belirlenmiştir (Gösterit ve Gürel, 2016). Ayrıca çiftleşme sonrası ana arı arılar 0,001 gram duyarlılığındaki hassas terazi ile tartılarak diyapoz öncesi ağırlıkları kaydedilmiştir (Şekil 3.2).

Çiftleşme süreleri ve diyapoz öncesi ağırlıkları belirlenen tüm gruplardaki ana arılar numaralandırılarak diyapoz döneminin kontrol edilmesi amacıyla bireysel olarak ayrı tüpler içinde +3 °C sıcaklık ve % 75 oransal nem içeren soğuk hava kabindeki ay süre ile bekletilmişlerdir (Beekman ve van Stratum, 2000; Gösterit ve Gürel, 2009).

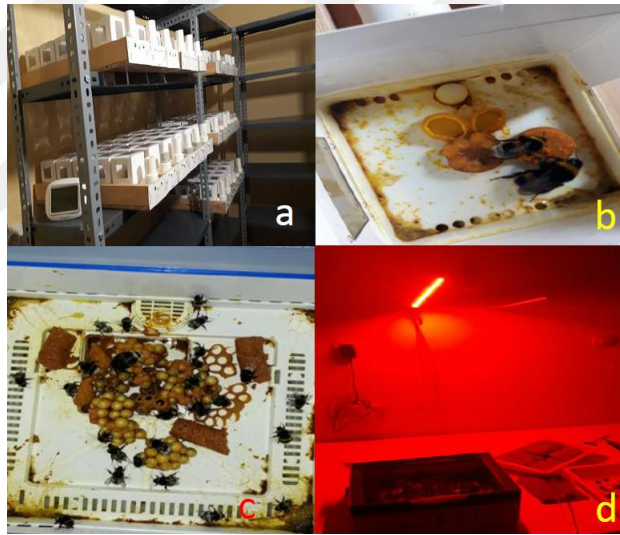


Şekil 3.3. Ana arıların diyapoz döneminin kontrol edilmesi

3.2.3. Koloni yetiştirme ve bakımı

Araştırmanın ikinci aşamasında genetik yapının *B. terrestris* ana arılarının diyapoz sonrası koloni oluşturma performansı ve oluşturulan kolonilerin gelişim özellikleri üzerine etkilerini belirlemek amacıyla dört farklı süper kızkardeş ana arı grubunun her birisinden 30 adet olmak üzere toplam 120 adet ana arı 2 aylık diyapoz dönemi sonunda diyapoz ortamından çıkarılarak ağırlıkları belirlenmiş, bu ana arılar başlatma kutularına konularak yumurtlamaları ve koloni oluşturmaları sağlanmıştır. Ana arıların

yumurtlamalarını teşvik etmek için her başlatma kutusuna ana arı ile birlikte bir adet yeni çıkmış *B. terrestris* işçi arısı ilave edilmiştir. Bir hafta içinde yumurtlamayan ana arıların kutularındaki işçi arılar yenileri ile değiştirilmiştir (Gürel ve Gösterit, 2008a). Yumurtlamayan veya ölen ana arılar kaydedilerek daha sonra yumurtlama ve koloni oluşturma oranları hesaplanmıştır. Araştırmanın koloni yetiştirme aşamasında bütün ana arı ve koloniler sıcaklığı 27-28 °C ve oransal nemi % 50- 60'a ayarlanmış bombus arısı yetiştirme odasında brix değeri % 50 olan şeker şurubu ve taze polenle ad-libitum olarak beslenmiştir. Bozulan şeker şurubu ve polenler alınıp yerine tazeleri konulmuştur. Parazit ve koku oluşumunu engellemek için yuvaların temizliğine özen gösterilmiştir. İlk işçi arılar çıktıktan sonra koloniler daha büyük olan yetiştirme kutularına transfer edilerek ve haftada iki kez yapılan kontrollerle koloni gelişim özellikleri belirlenmiştir. Koloni kontrolleri arıların uçuş aktivitelerinin olmadığı kırmızı ışık altında gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.4).



Şekil 3.4. Ana arıların başlatma kutularına konulması (a), ilk işçi arı çıkışı (b), kolonilerin yetiştirme kutularına transfer edilmesi (c) ve koloni kontrolü (d).

3.2.4. Ana arı ve kolonilere ait incelenen özellikler

Deneme süresince haftada iki defa yapılan periyodik gözlemler ile bütün deneme gruplarında çiftleştirme, diyapoz ve ana arıların yetiştirme odasındaki kutulara aktarılmasından koloni yaşamı sonuna kadar geçen dönem içinde aşağıda sıralanan özellikler incelenmiştir.

- Çiftleşme süresi (dakika): Ana arıların çiftleşmeye başlamasından çiftleşme tamamlanana kadar geçen süre.
- Diyapoz öncesi ana arı ağırlığı (gram): Ana arıların diyapoza konulmadan önceki ağırlığı.
- Diyapoz sonrası ana arı ağırlığı (gram): Ana arıların diyapoza dönemi sonundaki ağırlığı.
- İlk yumurtlamaya başlama zamanı (gün): Ana arıların başlatma kutularına konulmasından ilk yumurta kümesinin yapılmasına kadar geçen süre.
- Yumurtlamaya başlama oranı (%): Başlatma kutularına konulan ana arılardan yumurtlayanların oranı.
- Birinci kuluçka döneminde üretilen yumurta hücresi sayısı (adet): Ana arıların ilk yumurtlamaya başlamasından ikinci kuluçka yumurta hücrelerinin yapımına kadar geçen sürede ürettiği yumurta hücresi sayısı.
- İlk işçi arı çıkış zamanı (sosyal fazın başlangıcı) (gün): Ana arıların başlatma kutularına konulmasından ilk işçi arı çıkışına kadar geçen süre.
- Birinci kuluçka döneminde üretilen işçi arı sayısı (adet): Ana arıların ikinci kuluçka başlangıcına kadarki sürede yumurtladığı yumurtalardan ergin hale gelen işçi arıların sayısı.
- İkinci kuluçka yumurtlama zamanı (gün): Birinci kuluçka dönemindeki ilk yumurta hücresinin oluşturulmasından ikinci kuluçka dönemindeki ilk yumurta hücresinin oluşturulmasına kadar geçen süre.
- İlk erkek arı çıkış zamanı (gün): Ana arıların başlangıç kutularına konulmasından ilk erkek arı çıkışına kadar geçen süre.
- İlk ana arı üretim zamanı (gün): Sosyal faz ile ilk ana arı çıkış zamanı arasındaki farktan ana arıların gelişim süresi olan 30 günün çıkartılması ile elde edilen süre
- Dönüşüm noktası (gün): Sosyal faz ile ilk erkek arı çıkış zamanı arasındaki farktan erkek arıların gelişim süresi olan 25 günün çıkartılması ile elde edilen süre (Duchateau ve Velthuis, 1988).
- Rekabet noktası (gün): Sosyal fazın başlangıcından işçi arılarla ana arı arasında çatışmanın başladığı (işçi arıların yumurtlamaya ve/veya ana arı ve işçi arıların karşılıklı olarak birbirlerinin yumurtalarını yemeye başladığı ve/veya birden fazla açık yumurta hücresinin görüldüğü) zamana kadar geçen süre (Duchateau ve Velthuis, 1988).

- Koloni oluşturma oranı (%): Başlatma kutularına konulan toplam ana arıdan yumurtlayarak en az 10 adet işçi arı üretenlerin oranı.
- Pazarlanabilir koloni üretme oranı (%): Başlatma kutularına konulan toplam ana arılardan en az 60 adet işçi arı, sağlıklı kurucu ana arı ve geniş bir kuluçka alanına sahip olan ve erkek ve genç ana arı üretilmemiş koloni oluşturanların oranı.
- Tozlaşmaya uygunluk zamanı (gün): Ana arıların başlatma kutularına konulmasından tozlaşma amacıyla kullanılabilceği aşamaya kadar geçen süre.
- Erkek arı üreten kolonilerin oranı (%): Sadece erkek arı üreten kolonilerin en az 10 işçi arı üreten kolonilere oranı.
- Ana arı üreten kolonilerin oranı (%): Sadece ana arı üreten kolonilerin en az 10 işçi arı üreten kolonilere oranı.
- Ana arı ve erkek arı üreten kolonilerin oranı (%): Hem ana arı hem de erkek arı üreten kolonilerin en az 10 işçi arı üreten kolonilere oranı.
- Ana arı ve erkek arı üretmeyen kolonilerin oranı (%): Hem ana arı hem de erkek arı üretmeyen kolonilerin en az 10 işçi arı üreten kolonilere oranı.
- Toplam işçi arı sayısı (adet): Koloni başlangıcından sonuna kadar geçen sürede kolonide üretilen işçi arıların toplam sayısı.
- Toplam erkek arı sayısı (adet): Koloni başlangıcından sonuna kadar geçen sürede kolonide gerek ana arı gerekse işçi arıların yumurtladığı haploid yumurtalardan üretilen erkek arıların toplam sayısı.
- Toplam ana arı sayısı (adet): Koloni başlangıcından sonuna kadar geçen sürede kolonide üretilen ana arıların toplam sayısı.

3.2.5. Verilerin istatistiki analizi

Çalışmanın çitleştirme, diyapoz ve koloni yetiştirme aşamasında elde edilen veriler MINİTAB istatistik paket programı (Versiyon: 16.2.4) kullanılarak analiz edilmiştir. Verilerin normal dağılım gösterip göstermediği test edilerek normal dağılım göstermeyen verilere karekök transformasyonu uygulanmıştır. Farklı süper kızkardeş ana arılardan oluşan dört deneme grubu ölçülen özellikler bakımından tek yönlü varyans analizi ile karşılaştırılmıştır. Deneme grupları arasında farklılığın önemli olduğu özelliklerin karşılaştırılması amacıyla Tukey çoklu karşılaştırma testinden yararlanılmıştır. Ölüm, yumurtlama, koloni oluşturma ve pazarlanabilir koloni üretme

oranları ile kolonilerin ana ve erkek arı üretimi ile ilgili oransal değerler bakımından gruplar arasındaki farklılıkların belirlenmesinde ise oranlar arası z testinden faydalanılmıştır.



4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Araştırmadan elde edilen veriler (1) süper kız kardeş ana arı gruplarında yer alan ana arıların diyapoz öncesi ve sonrası ağırlıkları ile çiftleşme ve diyapoz performanslarının belirlenmesi, (2) süper kız kardeş ana arı gruplarını oluşturan ana arıların koloni gelişim özelliklerinin incelenmesi olmak üzere iki temel aşamada değerlendirilmiştir.

4.1. Ana Arıların Çiftleşme Süresi, Diyapoz Öncesi ve Sonrası Ağırlıkları ve Diyapoz Performansları

Birçok organizma için karmaşık bir süreç olan çiftleşmenin en kritik özelliği çiftleşme süresidir. Çiftleşme öncelikli olarak sperm transferini sağlama olarak değerlendirilirken aynı zamanda cinsel rekabet için de bir ortam oluşmasına katkı sağlar. Çiftleşme süresi ise hem sperm transferi hem de cinsel rekabet süreçlerini etkiler (Simmons, 2001; Brown ve Baer, 2005). *Bombus terrestris* türünde çiftleşme 20 ila 40 dakika arasında süren çiftleşme süresinin ana arının koloni oluşturma performansına etki etmediği ancak bu sürenin ilk kuluçkada üretilen işçi arı sayısı üzerine önemli etkisi olduğu bildirilmiştir (Amin vd., 2009; Gösterit ve Gürel, 2016). Diğer taraftan birinci kuluçka döneminde üretilen işçi arı sayısı başta koloni yaşamı boyunca üretilen toplam birey sayıları olmak üzere genel anlamda koloni gelişimine doğrudan etki etmektedir (Gösterit, 2011; 2016).

Araştırmada dört farklı süper kız kardeş grubundan her birisinde 40 adet olmak üzere toplam 160 adet ana arının çiftleşme süresi ile ilgili veriler Çizelge 4.1’de verilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre çiftleşme süresi bakımından deneme grupları arasında farklılık olduğu ve genetik yapının çiftleşme süresi üzerinde önemli etkisi olduğu belirlenmiştir ($P < 0,01$). Araştırmada dört farklı süper kızkardeş grubunu oluşturan ana arılar dört farklı kolonide üretilmiş ana arılardır. Bu nedenle elde edilen bu sonucu ana arıların çiftleşme sürelerinin üretildikleri kolonilere göre değiştiği şeklinde de yorumlamak mümkündür. Araştırmada değerlendirmeye alınan ana arıların tümü dikkate alındığında 160 adet ana arıya ait çiftleşme süresinin ortama $32,89 \pm 0,95$ dakika olarak gerçekleştiği ve ancak bu sürenin 13 ila 77 dakika arasında değiştiği, dolayısıyla ana arılar arasında çiftleşme süresi bakımından önemli bir varyasyon olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.1. Farklı süper kız kardeş ana arı gruplarındaki ana arıların çiftleşme süreleri (dakika)

Gruplar	N	$\bar{x} \pm S.H$	Min.	Max.
A1 x E1	40	38,40 \pm 2,46 ^A	13,00	77,00
A2 x E2	40	25,82 \pm 1,37 ^B	13,00	49,00
A3 x E3	40	33,75 \pm 1,41 ^A	19,00	57,00
A4 x E4	40	33,60 \pm 1,67 ^A	15,00	62,00
P = 0,000				
Genel	160	32,89 \pm 0,95	13,00	77,00

Farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki farklılık önemlidir; A, B: P<0,01.

B. terrestris ana arısının kalitesinin üretilen kolonilerin kalitesine açık bir etkisi olduğu bilinmektedir. Ağırlık ana arıların kalitesini belirleyen faktörlerden birisi olup vücut ağırlığı hem diyapozda yaşamda kalma başarısı hem de oluşturulan koloninin bazı özelliklerini etkileyebilmektedir (Beekman vd., 1998; Gösterit ve Gürel, 2007). Gösterit ve Gürel (2007) tarafından diyapoz sonrası ana arı ağırlığının koloniler arasında gelişim özellikleri bakımından görülen varyasyon üzerinde etkili olmadığı bildirilmiştir. Ancak, diyapoz öncesi ana arı ağırlığı diyapozda hayatta kalma oranını etkilemekte ve 0,6 gramın altında diyapoz öncesi ağırlığa sahip ana arıların diyapoz sürecindeki yaşama güçleri düşük olmaktadır (Beekman vd., 1998). Bu nedenle ana arı ağırlığına etki eden faktörlerin bilinmesi bombus arılarının yetiştiriciliği süreci için önemlidir.

Çizelge 4.2. Farklı süper kız kardeş ana arı gruplarında diyapoz öncesi ana arı ağırlıkları (gram)

Gruplar	N	$\bar{x} \pm S.H$	Min.	Max.
A1 x E1	40	0,948 \pm 0,012 ^A	0,705	1,118
A2 x E2	40	0,853 \pm 0,014 ^B	0,607	1,010
A3 x E3	40	0,770 \pm 0,018 ^C	0,601	1,019
A4 x E4	40	0,801 \pm 0,019 ^{BC}	0,520	1,111
P = 0,000				
Genel	160	0,843 \pm 0,010	0,520	1,118

Farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki farklılık önemlidir; A, B, C: P<0,01

Araştırmadan elde edilen sonuçlar farklı süper kız kardeş ana arı grupları arasında ana arı ağırlığı bakımından farklılık olduğunu göstermiştir (P<0,01). Araştırma grupları arasında önemli farklılık beirlenen diyapoz öncesi ana arı ağırlığı değerleri 0,520 gram

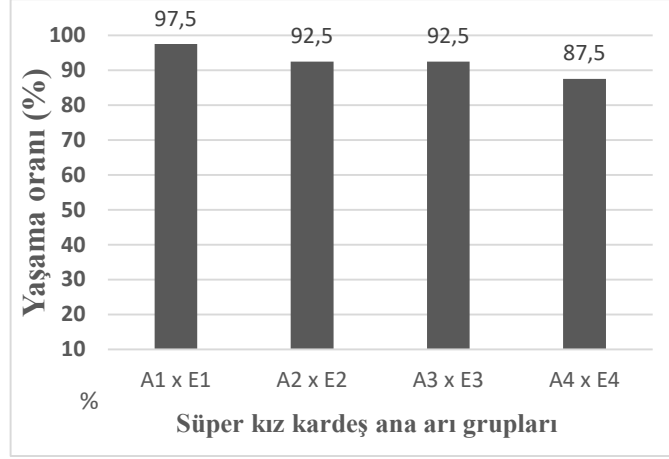
ile 1,118 gram arasında, diyapoz sonrası ana arı ağırlığı değerleri ise 0,570 gram ile 1,069 gram arasında değişmiştir. (Çizelge 4.2. ve 4.3).

Çizelge 4.3. Farklı süper kız kardeş ana arı gruplarında diyapoz sonrası ana arı ağırlıkları (gram)

Gruplar	N	$\bar{x} \pm S.H$	Min.	Max.
A1 x E1	40	0,865 \pm 0.013 ^A	0,648	1,069
A2 x E2	39	0,799 \pm 0.013 ^B	0,657	0,943
A3 x E3	39	0,713 \pm 0.018 ^C	0,574	0,962
A4 x E4	38	0,751 \pm 0.018 ^{BC}	0,571	1,056
P = 0,000				
Genel	156	0,783 \pm 0,009	0,550	1,070

Farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki farklılık önemlidir; A, B,C: P<0,01

Araştırmada farklı süper kız kardeş *B. terrestris* ana arı gruplarının diyapoz sürecinde yaşamda kalma başarıları belirlenmiştir (Şekil 4.1). Diyapoz böceklerde dinamik bir aşamadır ve bu aşama diyapoz öncesi dönem, diyapoz dönemi ve diyapoz sonrası dönem olmak üzere üç aşamada gerçekleşir (Danks, 2000; Kostal, 2006). Ergin dönemde diyapozda giren böceklerde diyapoz dönemindeki başlıca besin deposu yağ dokusudur. Bu yağ dokusu aynı zamanda diyapoz sonrası dönemde gerçekleşen üreme ve çoğalma gibi aktiviteler için de enerji kaynağıdır (Hahn ve Denlinger, 2007). Yağ dokusundaki besin rezervlerinin gelişmesi ise böceğin beslenme durumu ile yakından ilişkilidir (Fliszkiewicz ve Wilkaniec, 2007). Bunun dışında ana arı ağırlığı (Beekman vd., 1998; Tuna, 2016), akrabalık durumu (Gerloff ve Schmid-Hempel, 2005), diyapoz süresi (Gösterit ve Gürel, 2009), sıcaklık ve nem gibi çevre koşulları (Amin vd., 2007) ve hastalıklar gibi faktörler bombus arılarında diyapozda yaşamda kalma başarısı üzerine etkilidir. Araştırmada dört farklı grupta yer alan ana arıların diyapozda yaşama oranları sırasıyla % 97,5, % 92,5, % 92,5 ve % 87,5 olarak gerçekleşmiştir. Ancak ana arıların diyapozdaki yaşama gücünün genetik farklılık ya da diğer bir ifade ile yetiştirildikleri kolonilere göre değişiklik göstermediği belirlenmiştir.



Şekil 4.1. Farklı süper kız kardeş grupları arasındaki ana arıların diyapoz dönemindeki yaşama oranları (%)

4.2. Genetik Yapının Koloni Oluşturma ve Gelişim Özellikleri Üzerine Etkisi

B. terrestris arısının kitlesel üretiminde tozlaşmaya uygun koloni yetiştirme oranının ana arı kalitesi, ana arının çiftleşme başarısı, kolonilerin yetiştirildiği çevre koşulları, besin kalitesi ve durumu, diyapoz süreci, hastalık ve zararlılar ve damızlık olarak kullanılan ana ve erkek arıların genetik yapısı gibi değişik faktörlerden etkilenebileceği tahmin edilmektedir (Gösterit, 2003; Beekman ve van Stratum, 2000; Cnaani vd., 2000b; Yeninar vd., 2000). Dünyada 1980’li yılların ortasından itibaren kitlesel yetiştiriciliği yapılan ve günümüzde örtüaltı domates yetiştiriciliğinde tozlaşmanın sağlanması açısından mutlaka gerekli bir girdi olarak kabul gören bombus arılarının üretim sürecinde yaşanan kayıpları en aza indirmek ve diyapozdan çıkmış ana arıları mümkün olduğunca en az kayıpla pazarlanabilir koloni konumuna ulaştırmak sürdürülebilir üretim açısından önemlidir. Ana arıların yumurtlamaya başlama oranı, koloni oluşturma oranı ve pazarlanabilir koloni oluşturma oranları diyapoz süreci ve koşulları (Beekman vd., 1998; Gösterit ve Gürel, 2009), koloni başlatma yöntemleri (Kwon vd., 2003; Gürel ve Gösterit, 2008a), yetiştirme ortamının çevre koşulları (Yoon vd., 2002; Gürel ve Gösterit, 2008b), besin kalitesi (Riberio vd., 1996; Gürel ve Gösterit, 2008c; Sağlam ve Gösterit, 2015) gibi birçok faktör tarafından etkilenmektedir. Sunulan bu çalışmada diğer tüm faktörler açısından benzer uygulamalar gerçekleştirilmiş ve ana arıların süper kız kardeş benzerliğinden faydalanılarak genetik farklılığın koloni oluşturma başarısı üzerine etkisi belirlenmiştir.

Araştırma gruplarını oluşturan ana arıların yumurtlamaya başlama, koloni oluşturma ve pazarlanabilir koloni oluşturma oranları Çizelge 4.4' te verilmiştir. Analiz sonuçlarına göre ana arıların yumurtlamaya başlama, koloni oluşturma ve pazarlanabilir koloni oluşturma oranları bakımından gruplar arasındaki farklılıklar önemli bulunmuştur ($P<0,05$). Bütün grupları oluşturan ana arılar dikkate alınarak bir değerlendirme yapıldığında başlatma kutularına konulan toplam 120 adet ana arıdan yumurtlayanların oranı % 84,16, ana arılardan en az 10 adet işçi arı üretenlerin oranı (koloni oluşturma oranları) 66,66 ve en az 60 adet işçi arı üreterek pazarlanabilir kalitede koloni oluşturanların oranı ise 64,16 olarak belirlenmiştir. Her iki generasyonda da koloni oluşturan yuvaların hemen hemen tamamı 60 adet işçi arı üretecek gelişimi göstermiştir.

Çizelge 4.4. Farklı süper kız kardeş ana arı gruplarında yumurtlama ve koloni oluşturma oranları (%)

Gruplar	N	Yumurtlama	Koloni oluşturma	Tozlaşmaya uygun
		oranı	oranı	koloni üretme oranı
		%	%	%
A1 x E1	30	66,66 ^a	56,66 ^{ac}	53,33 ^a
A2 x E2	30	100 ^b	83,33 ^b	80,00 ^b
A3 x E3	30	90,00 ^{bc}	66,66 ^{abc}	63,33 ^{ab}
A4 x E4	30	80,00 ^{ac}	60,00 ^c	60,00 ^{ab}
Genel	120	84,16	66,66	64,16

Aynı sütunda farklı harfleri taşıyan oranlar arasındaki farklılık önemlidir; a, b, c: $P<0,05$

Kontrollü koşullarda bombus arısı yetiştiriciliği sürecinde diyapozdan çıkmış ana arıların mümkün olduğunca erken yumurtlamaları, ilk işçi arılarını erken üretmeleri ve tozlaşmaya uygunluk aşamasına erken gelmeleri istenir. Bu süreçlerin uzaması ve bu üç özellikte varyasyonun artması bombus arısı üretim işletmelerinin karlılığını ve üretim planlamasını olumsuz etkilemektedir. Genel olarak kolonilerin diyapozdan çıkmış ana arıların başlatma kutularına aktarılmasından 8-10 hafta sonra tozlaşmaya uygunluk (satılabilir koloni) aşamasına gelmesi beklenir (Velthuis and van Doorn, 2006). İlk yumurtlamaya başlama zamanı, ilk işçi arı çıkış zamanı ve tozlaşmaya uygunluk zamanı ana arılara uygulanan diyapoz süresinden yetiştirme ortamındaki sıcaklık, nem, besin miktarı ve kalitesine, hijyen koşullarına, başlatma kutularının yapısına, başlatma yöntemlerine kadar birçok faktörden etkilenmektedir. (Yeninar vd., 2000; Gürel ve Gösterit, 2008a; Sağlam, 2015; Tuna, 2016).

Araştırmada ana arıların başlatma kutularına konulmasından ilk yumurta hüçelerini yaptıkları zamana kadar geçen süre yani ilk yumurtlamaya başlama zamanları Çizelge 4.5’ te verilmiştir. Kullanılan bütün ana arılar için ilk yumurtlama zamanı değeri ortalama $7,88 \pm 0,26$ gün olarak belirlenirken bu özellik bakımından araştırma grupları arasında önemli bir farklılık belirlenmemiştir.

Çizelge 4.5. Farklı süper kız kardeş ana arı gruplarındaki ana arıların ilk yumurtlamaya başlama zamanları (gün)

Gruplar	N	$\bar{x} \pm S.H$	Min.	Max.
A1 x E1	20	$7,30 \pm 0,21$	7,00	10,00
A2 x E2	30	$8,27 \pm 0,70$	4,00	21,00
A3 x E3	27	$7,44 \pm 0,21$	7,00	10,00
A4 x E4	24	$8,38 \pm 0,63$	7,00	20,00
P		0,373		
Genel	101	$7,88 \pm 0,26$	4,00	21,00

Yapılan çalışmadan elde edilen verilere göre birinci, ikinci, üçüncü ve dördüncü gruplarda ilk işçi arı çıkışına kadar geçen süre ortalama $29,67 \pm 0,57$ gün, $29,00 \pm 0,57$, $29,70 \pm 0,51$ ve $30,00 \pm 0,48$ gün olarak belirlenmiş olup gruplar arasında istatistiki olarak farklılık belirlenmemiştir (Çizelge 4.6).

Çizelge 4.6. Farklı süper kız kardeş ana arı gruplarındaki kolonilerde ilk işçi arı çıkış zamanı değerleri (gün)

Gruplar	N	$\bar{x} \pm S.H$	Min.	Max.
A1 x E1	18	$29,67 \pm 0,57$	28,00	35,00
A2 x E2	24	$29,00 \pm 0,57$	22,00	38,00
A3 x E3	23	$29,70 \pm 0,51$	28,00	35,00
A4 x E4	17	$30,00 \pm 0,48$	28,00	32,00
P		0,597		
Genel	82	$29,55 \pm 0,27$	22,00	38,00

Yüksek yumurtlama ve koloni oluşturma oranı, hızlı koloni gelişimi, kalabalık işçi arı popülasyonu, uzun koloni ömrü ve koloni yaşamının sonuna doğru ana ve erkek arı üretimi tozlaşma amacıyla kullanılacak bombus arısı kolonilerinde aranılan en önemli özelliklerdir (Gürel vd., 2011). Tozlaşma amacıyla kullanılan *B. terrestris* kolonilerinde sağlıklı bir ana arı, geniş bir açık ve kapalı yavru alanı ile 50-60 adet işçi arı olması yeterli olup kolonilerin erkek ve ana arı üretimine başlamamış olması önemlidir (Velthuis ve van Doorn, 2006). Araştırmada dört farklı grupta yer alan ana

arıların oluşturduğu koloniler için ana arıların başlatma kutularına konulmasından tozlaşma amacıyla kullanılabilir aşamaya kadar geçen süreler birbirine yakın olarak gerçekleşmiştir (Çizelge 4.7). Ancak gruplar arasında tozlaşmaya uygunluk zamanı bakımından farklılık önemli bulunmuştur ($P < 0,05$). Araştırma sonuçları tozlaşmaya uygunluk zamanı bakımından koloniler arasında varyasyon olduğunu göstermiş olup, bu değer tüm koloniler için 59 gün ile 72 gün arasında değişim göstermiştir.

Çizelge 4.7. Farklı süper kız kardeş ana arı gruplarındaki kolonilerin tozlaşmaya uygunluk zamanı değerleri (gün)

Gruplar	N	$\bar{x} \pm S.H$	Min.	Max.
A1 x E1	16	69,31 \pm 1,34 ^b	62,00	82,00
A2 x E2	24	67,63 \pm 1,53 ^a	59,00	86,00
A3 x E3	19	64,84 \pm 0,74 ^a	62,00	73,00
A4 x E4	18	64,61 \pm 0,80 ^a	59,00	72,00
P		0,030		
Genel	77	66,58 \pm 0,64	59	86

Farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki farklılık önemlidir; a, b: $P < 0,05$

Bombus terrestris kolonilerinde birinci kuluçka döneminde üretilen yumurta hücresi ve işçi arı sayısı kolonilerin ileriki dönemlerdeki gelişimini belirleyen en önemli unsurlardandır. Birinci kuluçka döneminde üretilen işçi arı sayısı ne kadar fazla olursa bu işçi arıların yardımıyla ikinci kuluçka döneminde üretilen yumurta hücresi sayısı ve üretilen işçi arı sayısı da o kadar fazla olmaktadır (Gösterit, 2009).

Çizelge 4.8. Farklı süper kız kardeş ana arı gruplarındaki ana arıların birinci kuluçka döneminde ürettiği yumurta hücresi sayısı (adet)

Gruplar	N	$\bar{x} \pm S.H$	Min.	Max.
A1 x E1	20	11,60 \pm 0,72	6,00	18,00
A2 x E2	30	11,93 \pm 0,66	4,00	19,00
A3 x E3	28	11,79 \pm 0,70	5,00	17,00
A4 x E4	24	10,21 \pm 0,73	3,00	19,00
P		0,281		
Genel	102	11,422 \pm 0,348	3,00	19,00

Araştırmada farklı süper kız kardeş ana arı gruplarındaki ana arıların ilk kuluçkada ürettiği yumurta hücresi sayıları Çizelge 4.8’ de gösterilmiştir. A1 x E1, A2 x E2, A3 x E3 ve A4 x E4 gruplarındaki ana arıların ilk kuluçkada ürettiği yumurta hücre sayısı

sırasıyla ortalama $11,60 \pm 0,72$, $11,93 \pm 0,66$, $11,77 \pm 0,70$, $10,21 \pm 0,73$ adet olarak belirlenmiştir. Birinci kuluçka döneminde üretilen yumurta hücresi sayısı bakımından gruplar arasındaki farklılık önemli bulunmamıştır. Ancak bu kuluçka döneminde üretilen işçi arı sayısı bakımından gruplar arasında gözlemlenen farklılık ise önemli bulunmuştur ($P < 0,05$). Tüm gruplarda yer alan ana arılar için birinci kuluçka döneminde üretilen işçi arı sayısı 4 adet ile 33 adet arasında değişirken tüm ana arılar için ortalama değer $16,38 \pm 0,61$ adet olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.9).

Çizelge 4.9. Farklı süper kız kardeş ana arı gruplarındaki kolonilerde birinci kuluçka döneminde üretilen işçi arı sayısı değerleri (adet)

Gruplar	N	$\bar{x} \pm S.H$	Min.	Max.
A1 x E1	18	$14,39 \pm 1,29^b$	6,00	27,00
A2 x E2	25	$19,04 \pm 1,33^a$	4,00	33,00
A3 x E3	22	$15,39 \pm 0,87^{ab}$	7,00	22,00
A4 x E4	19	$16,00 \pm 1,12^{ab}$	8,00	27,00
P		0,030		
Genel	84	$16,38 \pm 0,61$	4,00	33,00

Farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki farklılık önemlidir; a, b: $P < 0,05$

Bombus arılarının koloni gelişim özelliklerinin belirlenmesine yönelik yapılan araştırmalarda birinci kuluçka dönemindeki ilk yumurta hücresinin oluşturulmasından ikinci kuluçka dönemindeki ilk yumurta hücresinin oluşturulmasına kadar geçen süre ikinci kuluçka yumurtlama zamanı olarak tanımlanmıştır (Gösterit, 2009).

Çizelge 4.10. Farklı süper kız kardeş ana arı gruplarındaki kolonilerde ikinci kuluçka yumurtlama zamanı değerleri (gün)

Gruplar	N	$\bar{x} \pm S.H$	Min.	Max.
A1 x E1	19	$13,74 \pm 0,68$	11,00	21,00
A2 x E2	25	$12,56 \pm 0,38$	8,00	15,00
A3 x E3	23	$13,04 \pm 0,43$	8,00	18,00
A4 x E4	20	$13,75 \pm 0,52$	11,00	18,00
P		0,247		
Genel	87	$13,29 \pm 0,25$	8,00	21,00

Genel olarak değerlendirilecek olursa ana arılar birinci kuluçka pupa dönemine girdiğinde bu pupalar üzerine ikinci kuluçkanın yumurta hücrelerini inşa ederler. Sunulan bu çalışmada ikinci kuluçka yumurtlama zamanı bakımından gruplar arasında

belirlenen farklılık önemsiz olup bütün ana arılar için ikinci kuluçka yumurtlama zamanı değeri ortalama $13,29 \pm 0,25$ gün olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.10).

Bombus arısı kolonilerinde ilk erkek arı çıkış zamanı, büyüme fazından üreme fazına geçiş ile doğrudan ilişkili olup koloni sosyal yapısını ve tozlayıcı kolonilerin kalitesini etkilemektedir. Araştırmada ilk erkek arı üretim zamanı Çizelge 4.11’ de verilmiştir. Sonuçlar erkek arı üretimin zamanı açısından gruplar arasında farklılık olmadığını, ancak ilk ana arı üretimine karar verilme aşaması bakımından gruplar arasında gözlemlenen farklılığın önemli olduğunu göstermiştir.

Çizelge 4.11. Farklı süper kız kardeş ana arı gruplarındaki kolonilerde ilk erkek arı çıkış zamanı değerleri (gün)

Gruplar	N	$\bar{x} \pm S.H$	Min.	Max.
A1 x E1	16	$66,63 \pm 3,56$	43,00	87,00
A2 x E2	24	$67,33 \pm 3,88$	32,00	87,00
A3 x E3	21	$67,29 \pm 3,32$	32,00	87,00
A4 x E4	17	$67,24 \pm 4,31$	32,00	84,00
P		0,999		
Genel	78	$67,15 \pm 1,87$	32,00	87,00

Koloni yaşamları bir sezon ile sınırlı olan sosyal böceklerle ilgili ileri sürülen klasik açıklamalarda en uygun üreme stratejisinin (mümkün olduğunca fazla ana ve erkek arı üretmenin) kaynakların koloni yaşamı sona ermesinden yaklaşık bir generasyon öncesine kadar büyüme-gelişmeye (işçi arı üretimine) ve bundan sonra bütün kaynakların mümkün olduğunca ana ve erkek arı üretimine harcanması gerektiği belirtilmektedir. Bu amaç için erkek ve ana arıların, koloni yaşam sürecinin oransal olarak geç bir döneminde (sonlarına doğru) üretilmesi gerekmektedir. Ancak beslemeninin ad libitum olarak yapıldığı, koşulların tamamen eşit olduğu ve besin sorununun olmadığı kontrollü koşullarda yetiştiricilikte de bombus arılarında büyüme aşamasından erkek ve ana arı üretim aşamasına dönüşümün zamanlaması ve üretilen ana ve erkek arıların sayıları bakımından koloniler arasında önemli farklılıklar gözlenmektedir (Duchateau ve Velthuis, 1988; Müller vd., 1992; Beekman vd., 1999, Gösterit ve Gürel, 2005a; 2016; Gösterit, 2009; 2011).

Çizelge 4.12. Farklı süper kız kardeş ana arı gruplarındaki kolonilerde ilk ana arı üretim zamanı değerleri (gün)

Gruplar	N	$\bar{x} \pm S.H$	Min.	Max.
A1 x E1	17	12,18 \pm 1,01 ^{ab}	1,00	20,00
A2 x E2	20	15,10 \pm 1,38 ^{ab}	1,00	29,00
A3 x E3	18	15,44 \pm 0,88 ^a	7,00	20,00
A4 x E4	13	11,00 \pm 0,64 ^b	7,00	15,00
P		0,015		
Genel	68	13,68 \pm 0,58	1,00	29,00

Farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki farklılık önemlidir; a, b: P<0,05

İlk an arı üretim zamanı, dönüşüm noktası zamanı ve rekabet noktası zamanı özellikleri bombus arısı kolonileri için hem cinsiyet üretim stratejileri hem de koloni kalitesi belirlenirken birlikte değerlendirilen ve koloni yaşamını etkileyen en önemli özellikleridir. Çünkü bu özellikler koloni yaşamının sonuna gelindiğinin bir işareti olarak ortaya çıkmaktadırlar. Araştırmada ilk ana arı üretim zamanı ile ilgili bulgular Çizelge 4.12’de, dönüşüm noktası zamanı ile ilgili bulgular ise Çizelge 4.13’de verilmiştir. Verilerin analizi sonuçlarına göre genetik yapıdaki farklılık dönüşüm noktası zamanı üzerinde etkili olmazken, gruplar arasında ilk ana arı üretim zamanı bakımından gözlemlenen farklılık önemli bulunmuştur (P<0,05). İlk ana arı üretim zamanı ve dönüşüm noktası değerleri ilk işçi arı çıkışından sonra sırasıyla 1 - 29 gün arasında (ortalama 13,68 \pm 0,58 gün) ve 3 – 34 gün arasında (ortalama 20,69 \pm 1,16 gün) değişim göstermiştir.

Çizelge 4.13. Farklı süper kız kardeş ana arı gruplarındaki kolonilerde dönüşüm noktası zamanı değerleri (gün)

Gruplar	N	$\bar{x} \pm S.H$	Min.	Max.
A1 x E1	10	22,00 \pm 2,44	10,00	34,00
A2 x E2	16	22,19 \pm 2,54	3,00	34,00
A3 x E3	17	19,00 \pm 2,07	3,00	34,00
A4 x E4	12	20,00 \pm 2,18	3,00	27,00
P		0,704		
Genel	55	20,69 \pm 1,16	3,00	34,00

Bombus arıları bal arılarından farklı olarak genellikle koloni yaşamı sonuna doğru çok sayıda ana ve erkek arı üretmektedir. Ancak ana arıyı ve erkek arıyı aynı düzeyde üreten, ağırlıklı olarak ana arı üreten, az sayıda erkek arı üreten, ağırlıklı olarak erkek arı üreten, az sayıda ana arı üreten ve ana ve erkek arı üretmeyen koloniler olmak üzere

çok farklı üreme stratejileri görülmektedir (Gösterit, 2011; Gösterit ve Başkar, 2016). Genel olarak koloniler ana arı ya da erkek arı üretmektedir ve hem ana arı hem de erkek arı üreten kolonilerin oranı da diğer seçeneklere göre oldukça yüksektir (Duchateau vd., 2004). Bu çalışmada gruplar arasında ana ve erkek arı üretim stratejisi bakımından önemli farklılık belirlenmemiş olup kolonilerin neredeyse tamamına yakını hem erkek arı hem de ana arı üretmişlerdir (Çizelge 4.14).

Çizelge 4.14. Farklı süper kız kardeş ana arı gruplarındaki kolonilerin erkek ve ana arı üretme stratejileri

Gruplar	Sadece erkek arı	Sadece ana arı	Erkek arı + Ana arı	Cinsiyet üretmeyen
	%	%	%	%
A1 x E1	0	0	94,11	5,89
A2 x E2	0	0	96,00	4,00
A3 x E3	0	0	100,00	0
A4 x E4	5,55	5,55	88,90	0
Genel	1,25	1,25	95,00	2,50

Araştırmada farklı süper kız kardeş ana arı gruplarındaki kolonilerde rekabet noktası zamanı değerleri Çizelge 4.15'te verilmiştir. Gruplar arasında rekabet noktası zamanı bakımından önemli farklılık olup gruplardaki rekabet noktası değerleri sırasıyla 30,81 \pm 1,22 gün, 28,05 \pm 0,90 gün, 25,74 \pm 0,45 gün ve 25,19 \pm 0,69 gün (ortalama 27,42 \pm 0,47) olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.15. Farklı süper kız kardeş ana arı gruplarındaki kolonilerde rekabet noktası zamanı değerleri (gün)

Gruplar	N	$\bar{x} \pm S.H$	Min.	Max.
A1 x E1	16	30,81 \pm 1,22 ^A	24,00	43,00
A2 x E2	21	28,05 \pm 0,90 ^{AB}	22,00	37,00
A3 x E3	19	25,74 \pm 0,45 ^B	24,00	28,00
A4 x E4	16	25,19 \pm 0,69 ^B	20,00	28,00
P			0,000	
Genel	72	27,417 \pm 0,486	20,00	43,00

Farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki farklılık önemlidir; A, B: P<0,01

B. terrestris kolonilerinde rakabet noktası oransal olarak çok az kolonide dönüşüm noktasından önce gerçekleşir. Dönüşüm noktası ile rekabet noktası arasındaki ilişki önemli fakat zayıftır. Ancak rekabet noktası ile ana arı üretim zamanı arasında güçlü bir ilişki söz konusudur (Bloch, 1999). Kolonide rekabet aşaması başladığında işçi

arılar; yumurtlama, ana arının yumurtalarını yeme, larvaları dışarı atma, diploid larvalardan ana arı olacakları belirleme ve larva besleme programı gibi yöntemlerle üreme ve cinsiyet oranını büyük ölçüde belirleyebilmektedirler (Lopez-Vaamonde vd., 2003; Alaux vd., 2006).

B. terrestris kolonilerinde dönüşüm ve rakabet noktası zamanları aynı zamanda kolonide üretilen işçi arı, erkek arı ve genç ana arı sayısını da etkilemektedir. Kolonide üretilen toplam işçi arı sayısı koloninin tozlaşmaya uygunluğu açısından belirleyici bir kriter iken, toplam erkek ve ana arı sayıları ise bir sonraki generasyonları elde etmek ve yetiştiriciliğin sürdürülebilirliği açısından önemlidir.

Çizelge 4.16. Farklı süper kız kardeş ana arı gruplarındaki kolonilerde üretilen toplam işçi arı sayısı değerleri (adet)

Gruplar	N	$\bar{x} \pm S.H$	Min.	Max.
A1 x E1	17	139,40 \pm 10,80	28,00	218,00
A2 x E2	25	161,20 \pm 11,70	25,00	239,00
A3 x E3	20	136,30 \pm 9,84	14,00	195,00
A4 x E4	18	148,17 \pm 7,78	68,00	204,00
P		0,298		
Genel	80	147,41 \pm 5,31	14,00	239,00

Araştırma sonuçlarına göre farklı süper kız kardeş ana arı grupları arasında kolonilerde üretilen toplam işçi arı sayısı bakımından önemli bir farklılık belirlenmemiştir (Çizelge 4.16). Buna karşın toplam erkek arı sayısı ($P < 0,05$) ve toplam ana arı sayısı ($P < 0,01$) bakımından gruplar arasındaki farklılık önemli bulunmuştur (Çizelge 4.17 ve 4.18). *Bombus* arısı koloniler arasında üretilen toplam işçi arı, erkek arı ve ana arı sayısı bakımından önemli farklılıklar olduğu ve bu farklılıkların birçok faktör (diyapoz süresi, besin miktarı ve kalitesi, yetiştirme ortamının çevre koşulları vb.) tarafından belirlendiği bilinmektedir (Duchateau ve Velthuis, 1988; Bloch, 1999; Yeninar vd., 2000; Gösterit, 2003; Duchateau vd., 2004).

Çizelge 4.17. Farklı süper kız kardeş ana arı gruplarındaki kolonilerde üretilen toplam erkek arı sayısı değerleri (adet)

Gruplar	N	$\bar{x} \pm S.H$	Min.	Max.
A1 x E1	16	152,80 \pm 24,80 ^{ab}	51,00	446,00
A2 x E2	24	82,50 \pm 11,50 ^b	5,00	217,00
A3 x E3	20	150,30 \pm 25,30 ^{ab}	5,00	411,00
A4 x E4	17	164,80 \pm 19,60 ^a	67,00	407,00
P		0,012		
Genel	77	132,90 \pm 10,60	5,00	446,00

Farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki farklılık önemlidir; a, b: P<0,05

Araştırmada grup ayrımı yapılmaksızın kolonilerde üretilen toplam işçi arı, erkek arı ve ana arı sayıları sırasıyla ortalama 147,41 \pm 5,31 adet, 132,90 \pm 10,60 adet ve 89,71 \pm 5,91 adet olarak belirlenmiştir. Sadece dördüncü grup olan A4 x E4 deneme grubunda daha fazla sayıda erkek arı ve ana arı üretilmiş olup bu grup hem toplam erkek arı hem de toplam ana arı sayısı bakımından diğer gruplardan farklılık göstermiştir.

Çizelge 4.18. Farklı süper kız kardeş ana arı gruplarındaki kolonilerde üretilen toplam ana sayısı değerleri (adet)

Gruplar	N	$\bar{x} \pm S.H$	Min.	Max.
A1 x E1	16	81,80 \pm 12,70 ^B	18,00	175,00
A2 x E2	24	79,75 \pm 8,58 ^B	2,00	178,00
A3 x E3	20	75,00 \pm 10,60 ^B	8,00	159,00
A4 x E4	17	128,60 \pm 13,50 ^A	44,00	239,00
P		0,004		
Genel	77	89,71 \pm 5,91	2,00	239,00

Farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki farklılık önemlidir; A, B: P<0,01

Gösterit vd., (2017), kalıtım derecelerini toplam işçi arı sayısı için 0,09, toplam erkek arı sayısı için 0,02 ve toplam ana arı sayısı için ise 0,13 olarak bildirmişlerdir. Bu düşük kalıtım dereceleri nedeniyle bu özelliklerin genetik ıslah yöntemleri ile iyileştirilmesinin zor olduğunu göstermektedir. Bu nedenle toplam birey sayıları üzerine etki eden diğer faktörlerin bilinmesi yetiştiricilik sürecinin planlanması açısından da önemlidir.

Çizelge 4.19. Bombus arılarının koloni gelişim özellikleri ile ilgili Türkiye’de son on yıl içinde tamamlanan bazı araştırmalara ait sonuçlar

Özellikler	Literatür			
	Gösterit (2009)	Sağlam (2015)	Tuna (2016)	Gösterit vd. (2017)
Yumurtlama oranı (%)	52,20	93,33	90,00	86,28
Koloni oluşturma oranı (%)	25,75	66,66	80,00	63,04
Pazarlanabilir koloni oluşturma oranı (%)	20,58	53,33	66,70	58,09
İlk yumurtlama zamanı (gün)	16,22	15,68	9,58	9,42
Birinci kuluçkadaki yumurta hücresi sayısı (adet)	3,69	6,71	6,20	5,75
İlk işçi arı çıkış zamanı (gün)	49,33	37,18	38,88	33,15
Birinci kuluçkada üretilen işçi arı sayısı (adet)	7,56	18,38	12,96	21,95
İkinci kuluçka yumurtlama zamanı (gün)	23,30	15,65	18,58	16,76
İlk erkek arı çıkış zamanı (gün)	92,10	-	67,33	72,77
İlk ana arı üretim zamanı (gün)	21,51	16,09	13,42	19,05
Dönüşüm noktası (gün)	22,25	14,53	11,52	19,00
Rekabet noktası (gün)	35,93	33,18	31,54	28,98
Üretilen toplam işçi arı sayısı (adet)	85,10	134,20	147,80	213,00
Üretilen toplam erkek arı sayısı (adet)	38,17	36,29	42,61	119,28
Üretilen toplam ana arı sayısı (adet)	15,01	35,58	60,30	108,25
Tozlaşmaya uygunluk zamanı (gün)	-	61,13	61,95	58,30

Türkiye’de yaklaşık 20 yıldan beri bombus arılarının yetiştirme yöntemlerinin iyileştirilmesine yönelik bilimsel çalışmalar yapılmaktadır. Tamamlanan araştırmalar incelendiğinde koloniler arasında gelişim özellikleri bakımından önemli farklılıklar olduğu ve bu farklılıkların aynı araştırmacılar tarafından yapılan farklı araştırmalar arasında bile ortaya çıktığı görülmektedir (Çizelge 4.19). Sunulan bu çalışmada belirlenen gelişim özelliklerinin de bazıları tamamlanan çalışmalarda bildirilen değerlere benzerlik gösterirken bazı özellikler literatür bildirişlerinden farklılık göstermiştir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bombus arıları dünyada çok sayıda ülkede ve çok farklı kültür bitkilerinde tozlayıcı olarak kullanılmaktadır. Dünyada yılda kullanılan bombus koloni sayısı 1 milyon adet çok üzerindedir. Türkiye’de ise 2017-2018 sera üretim döneminde kullanılan bombus kolonisi sayısının yaklaşık 300 bin adet olduğu tahmin edilmektedir. Türkiye’de kullanılan bombus arısı kolonileri son yıllara kadar özellikle Hollanda, İsrail, İspanya ve Belçika orijinli küresel firmalar tarafından üretilip çiftçilere satılırken, son yıllarda birkaç yerli firma da üretim sürecinde yer almak için çaba harcamaktadır. Günümüzde ana arı üretimi de dahil olmak üzere yetiştiriciliğin bütün aşamalarını Türkiye’deki işletmelerde gerçekleştiren yabancı firmalar ticari kaygıları nedeniyle üretim teknikleri ile ilgili sahip oldukları bilgileri açıklamamaktadırlar. Bu nedenle, Türkiye’nin sera varlığı ve buna bağlı olarak ortaya çıkan arı kullanımı ile ilgili yüksek talep dikkate alındığında konu ile ilgili bilimsel çalışmalar yapılarak elde edilen bulguların yayımlanması önemlidir.

Yetiştiriciliğinin daha kolay ve koloni popülasyonunun daha kalabalık olması nedeniyle bombus türleri içinde ticari yetiştiriciliği en fazla yapılan tür olan *Bombus terrestris* türünün kitlesel üretimindeki en önemli aşamalar ana arı yetiştiriciliği, çiftleştirme, diyapozun kontrolü ve yeni koloniler oluşturmaktır. Türkiye’de özellikle son 20 yıllık süre içinde yürütülen bilimsel çalışmalar ile bombus arılarının doğaya bağlı kalınmadan generasyonlar boyu laboratuvar koşullarında yetiştiriciliği başarılmıştır. Ancak üretim sürecinde yer alan ana arılardan koloni oluşturma, kolonilerden ana arı ve erkek arı yetiştirme, çiftleştirme, çiftleşmiş ana arıların diyapoz dönemini kontrol etme ve diyapozdan çıkan ana arıların koloni oluşturmalarını sağlama gibi aşamaların her birinde bazı kayıplar yaşanmaktadır. Yüksek yumurtlama ve koloni oluşturma oranı, hızlı koloni gelişimi, kalabalık işçi arı popülasyonu, uzun koloni ömrü ve koloni yaşamının sonuna doğru ana ve/veya erkek arı üretimi tozlaşma amacıyla kullanılacak bombus arısı kolonilerinde aranılan en önemli özelliklerdir. Bombus arısı kolonilerinde üretilen işçi arı, ana arı ve erkek arı sayıları ve ana-erkek arıların üretim zamanları bakımından önemli farklılıklar gözlenmektedir. Bu nedenle bütün koşulların uygun olması durumunda bile yumurtlama amacıyla yetiştirmeye alınan ana arılardan büyük bölümü kaliteli koloni oluşturamamakta ve tozlaşmaya uygun koloni yetiştirme oranı çoğu zaman %30-%40 arasında değişmektedir.

Tozlaşma amacıyla kullanılacak bombus arısı kolonilerinde sağlıklı bir ana arı, geniş bir açık ve kapalı yavru alanı ve 60–70 adet işçi arı olması yeterli olup bir koloni yetiştirilen bitkiye bağlı olarak 1500–2000 m² sera alanında sadece 40-45 gün süre ile kullanılmaktadır. Bu özellikleri taşımayan kolonilerin tozlaştırma süreleri kısa, performansları ise düşük olmaktadır. Bu hususlar bir taraftan koloni üretim maliyetlerini artırarak yüksek fiyatla pazarlanmalarına, diğer taraftan bitkilerdeki tozlaşma yetersizliği nedeniyle ürün miktarı ve kalitesinde azalmaya yol açmakta ve çiftçilerin ekonomik kaybına neden olmaktadır.

B. terrestris arısının kitlesel üretiminde tozlaşmaya uygun koloni yetiştirme oranının ana arı kalitesi, ana arının çifteleme başarısı, kolonilerin yetiştirildiği çevre koşulları, besin kalitesi ve durumu, diyapoz süreci, hastalık ve zararlılar ve damızlık olarak kullanılan ana ve erkek arıların genetik yapısı gibi değişik faktörlerden etkilenebileceği tahmin edilmektedir. Bu tez çalışması *B. terrestris* arısında farklı süper kız kardeş ana arı gruplarının koloni oluşturma performanslarının, bu gruplarda oluşturulan kolonilerde ölçülen gelişim özelliklerinin belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür. Sonuç olarak genetik yapının ana arıların koloni oluşturma başarısı ve koloniler arasındaki varyasyon üzerine etkisi araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar ana arıların kalitesi, koloni oluşturma başarısı ve koloni gelişim özelliklerinin ana arıların üretildiği koloniye bağlı olarak değişebildiğini göstermiştir.

Türkiye’de yaklaşık 20 yıldan beri bombus arılarının yetiştirme yöntemlerinin iyileştirilmesine yönelik bilimsel çalışmalar yapılmaktadır. Yapılan çalışmalar bir seracılık ülkesi olan Türkiye’nin de konu ile ilgili alanlarda söz sahibi olması açısından son derece önemlidir. Ancak bombus arılarının yetiştiricilik yöntemlerinin geliştirilmesi, bu arıların farklı bitkilerdeki tozlaşma etkinliğinin belirlenmesi, davranış ve fizyolojilerinin incelenmesi, hastalık ve zararlıları ile mücadele edilmesi ve doğal ekosistem üzerine olumsuz etkileri ile ilgili daha fazla sayıda araştırmacı ve araştırmaya gereklilik duyulmaktadır. Bu sayede Türkiye’de ticari bombus arısı yetiştiriciliğinin geliştirilerek daha da yaygınlaşmasına, üretim teknikleri konusunda yabancı firmalara bağımlılığın ortadan kalkmasına ve yeni istihdam alanları yaratılmasına önemli katkı sağlanabilecektir.

KAYNAKLAR

- Alaux, C., Jaisson, P., Hefetz, A., 2005. Reproductive Decision-Making in Semelparous Colonies of the Bumblebee *Bombus terrestris*. Behavioral Ecology and Sociobiology, 59(2), 270-277.
- Alaux, C., Jaisson, P., Hefetz, A., 2006. Regulation of Worker Reproduction in Bumblebees (*Bombus terrestris*) Workers Eavesdrop on A Queen Signal. Behavioral Ecology and Sociobiology, 60(3), 439-446.
- Alford, D.V., 1969. A Study of the Hibernation of Bumblebees (Hymenoptera: Bombidae) in Southern England. Journal of Animal Ecology, 38, 149-170.
- Amin, M.R., Suh, S.J., Kwon, Y.J., 2007. Effects of Photoperiod and Hibernation Duration on the Lifespan of *Bombus terrestris*. Entomological Research, 37(2), 89-94.
- Amin, M.R., Than, K.K., Kwon, Y.J., 2009. Copulation Duration of Bumblebee *Bombus terrestris* (Hymenoptera: Apidae): Impacts on Polyandry and Colony Parameters. Journal of Asia-Pacific Entomology, 12(3), 141-144.
- Amin, M.R., Than, K.K., Kwon, Y.J., 2010. Mating Status of Bumblebees, *Bombus terrestris* (Hymenoptera: Apidae) with Notes on Ambient Temperature, Age and Virginity. Applied Entomology and Zoology, 45(3), 363-367.
- Amin, M.R., Bussiere, L.F., Goulson, D., 2012. Effects of Male Age and Size on Mating Success in the Bumblebee *Bombus terrestris*. Journal of Insect Behavior, 25, 362-374.
- Baer, B., Schmid-Hempel, P., Hoeg, J.T., Boomsma, J.J., 2003. Sperm Length, Sperm Storage and Mating System Evolution in Bumblebees. Insectes Sociaux, 50(2), 101-108.
- Baker, E.W., Wharton, G.W., 1952. An Introduction to Acarology. The Macmillan, 165p, New York.
- Baloğlu, G.H., Gürel, F., 2015. The Effects of Pollen Protein Content on Colony Development of the Bumblebee, *Bombus terrestris* L. Journal of Apicultural Science, 59(1), 83-88.
- Beekman, M., van Stratum, P., Lingeman, R., 1998. Diapause Survival and Post Diapause Performance in Bumblebee Queens (*Bombus terrestris*). Entomologia Experimentalis et Applicata, 89(3), 207-214.
- Beekman, M., van Stratum, P., Veerman, A., 1999. Selection For Non Diapause in the Bumblebee *Bombus terrestris* with Notes on the Effect of Inbreeding. Entomologia Experimentalis et Applicata, 93(1), 69-75.

- Beekman, M., van Stratum, P., 2000. Does the Diapause Experience of Bumblebee Queens *Bombus terrestris* Effect Colony Characteristics? *Ecological Entomology*, 25(1), 1-6.
- Benton, T., 2000. The Bumble Bees of Essex. The Nature of Essex Series, No: 4, Lopinga Books, 179p, Essex.
- Bloch, G., 1999. Regulation of Queen-Worker Conflict in Bumblebee (*Bombus terrestris*) Colonies. *Proceeding of Royal Society London B: Biological Sciences*, 266, 2465-2469.
- Brown, M.J., Baer, B., 2005. The Evolutionary Significance of Long Copulation Duration in Bumblebees. *Apidologie*, 36(2), 157-167.
- Chittka, L., Ings, T.C., Raine, N.E., 2004. Chance and Adaptation in the Evolution of Island Bumble Behavior. *Population Ecology*, 46(3), 243-251.
- Cnaani, J., Robinson, G.E., Bloch, G., Brost, D., Hefetz, A., 2000a. The Effect of Queen-Worker Conflict in the Caste Determination in the Bumblebee. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 47(5), 346-352.
- Cnaani, J., Robinson, G.E., Hefetz, A., 2000b. The Critical Period For Caste Determination in *Bombus terrestris* and Its Juvenile Hormone Correlates. *Journal of Comparative Physiology A*, 186(11), 1089-1094.
- Dafni, A., 1998. The Threat of *Bombus terrestris* Spread. *Bee World*, 79 (3), 113-114.
- Danks, H.V., 2000. Dehydration in Dormant Insects. *Journal of Insect Physiology*, 46(6), 837-852.
- Demirsoy, A., 2001. Yaşamın Temel Kuralları. Omurgasızlar / Böcekler. *Entomoloji. Meteksan AŞ Baskı Tesisleri, Cilt 2, Kısım 2, Ankara.*
- Djegham, Y., Verhaeghe, J.C., Rasmont, P., 1994. Copulation of *Bombus terrestris* L. (Hymenoptera: Apidae) in Captivity. *Journal of Apicultural Research*, 33(1), 15-20.
- Duchateau, M.J., Velthuis, H.H.W., 1988. Development and Reproductive Strategies in *Bombus terrestris* Colonies. *Behaviour*, 107(3), 186-207.
- Duchateau, M.J., Hoshiya, H., Velthuis, H.H.W., 1994. Diploid Males in the Bumblebee *Bombus terrestris*: Sex Determination, Sex Alleles and Viability. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 71(3), 263- 269.
- Duchateau, M.J., Marien, J., 1995. Sexual Biology of Haploid and Diploid Males in the Bumblebee *Bombus terrestris*. *Insectes Sociaux*, 42(3), 255-266.
- Duchateau, M.J., Velthuis, H.H.W., Boomsma, J.J., 2004. Sex Ratio Variation in the Bumblebee *Bombus terrestris*. *Behavioral Ecology*, 15(1), 71-82.

- Duvoison, N., Baer, B., Schmid-Hempel, P., 1999. Sperm Transfer and Male Competition in a Bumblebee. *Animal Behaviour*, 58(4), 743-749.
- Ercan, N., 1993. Domateste Düşük ve Yüksek Sıcaklıkların Meyve Bağlamaya Etkileri. Doktora Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 150 ss, İzmir.
- Fliszkiewicz, M., Wilkaniec, Z., 2007. Fatty Acids and Amino Acids in the Fat Body of Bumblebee *Bombus terrestris* (L.) in Diapausing and Non-Diapausing Queens. *Journal of Apicultural Science*, 51, 55-63.
- Gencer, V.H., Gürel, F., Karacaoğlu, M., 1998. *Bombus* Arısı ve Yetiştiriciliği. Ege Bölgesi I. Tarım Kongresi. Aydın.
- Gerloff, C.U., Schmid-Hempel, P., 2005. Inbreeding Depression and Family Variation in a Social Insect, *Bombus terrestris* (Hymenoptera: Apidae). *Oikos*, 111(1), 67-80.
- Goodwin, S., Steiner, M., 1997. Introduction of *Bombus terrestris* for Biological Pollination of Horticultural Crops in Australia.
- Gösterit, A., 2003. *Bombus terrestris* Arılarında Diapoz Sonrası Ana Arı Ağırlığı ve Değişik Besleme Yöntemlerinin Koloni Gelişimi ve Üreme Özellikleri Üzerine Etkileri. Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 54 ss., Antalya.
- Gösterit, A., Gürel, F., 2005a. Comparison of Development Patterns of Imported and Native *Bombus terrestris* L. (Hymenoptera: Apidae) Colonies in Mediterranean Coastal Region. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Science*, 29(2), 393-398.
- Gösterit, A., Gürel, F. 2005b. *Bombus terrestris* (Hymenoptera Apidae) Arılarının Yayılmasının Ekosistem Üzerine Etkileri. *Uludağ Arıcılık Dergisi*, 5(3), 115-121.
- Gösterit, A., Gürel, F. 2007. Effects of Weight of Queens After Diapause on Colony Development in the Bumblebee, *Bombus terrestris* L. (Hymenoptera: Apidae). *Mediterranean Agricultural Sciences*, 20(1), 67-70.
- Gösterit, A., 2009. *Bombus* arısı (*Bombus terrestris* L.) Kolonilerinde Dönüşüm Noktasına Göre Yapılan İki Yönlü Seleksiyonun Koloni Gelişimi Üzerine Etkileri. Doktora Tezi, Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 82ss, Antalya.
- Gösterit, A., Gürel, F., 2009. Effect of Different Diapause Regimes on Survival and Colony Development in the Bumblebee *Bombus terrestris*. *Journal of Apicultural Research and Bee World*, 48(4), 279-283.
- Gösterit, A., Galiç, A., Gürel, F., 2009. The Effect of Queen Removal on Sexual Production in the Bumblebee, *Bombus terrestris* (Hymenoptera: Apidae). *Turkish Journal of Zoology*, 33(4), 403-407.

- Gösterit, A., Gürel, F., 2010. Bombus Arıları ve Bitkisel Üretim Açısından Önemleri. Arıcılık Araştırma Dergisi, 4, 9-12.
- Gösterit, A., Karabağ, K., Gürel, F. 2010. Bombus Arısı Yetiştiriciliğinde Polen Kullanımı ve Bal Arısı Yetiştiricileri Açısından Önemi. 2. Uluslararası Muğla Arıcılık ve Çam Balı Kongresi, 5-8 Ekim 2010, Muğla, 246-252.
- Gösterit, A., 2011. Effect of Different Reproductive Strategies on Colony Development Characteristics in *Bombus terrestris* L. Journal of Apicultural Science, 55(2), 45-51.
- Gösterit, A., Erkan, C., 2012. Bombus Arısı Yetiştiriciliğinde Karşılaşılan Bazı Hastalık Ve Zararlılar. 3. Uluslararası Muğla Arıcılık ve Çam Balı Kongresi. 1-4 Kasım 2012, Muğla, 335-346.
- Gösterit, A., Gürel, F., 2014. Bombus Arısı (*Bombus terrestris* L.)' nın Ticari Yetiştiriciliği için Temel Gereklilikler. Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 3(2), 102-111.
- Gösterit, A., 2016. Adverse Effects of Inbreeding on Colony Foundation Success in Bumblebees, *Bombus terrestris* (Hymenoptera: Apidae). Applied Entomology and Zoology, 51(4), 521-526.
- Gösterit, A., Baskar, V.C., 2016. Impacts of Commercialization on the Developmental Characteristics of Native *Bombus terrestris* (L.) Colonies. Insectes Sociaux, 63(4), 609-614.
- Gösterit, A., Gürel, F., 2016. Male Remating and Its Influences on Queen Colony Foundation Success in the Bumblebee, *Bombus terrestris*. Apidologie, 47(6), 828-834.
- Gösterit, A., Koskan, O., Gürel, F. 2016. The Relationship of Weight and Ovarian Development in *Bombus terrestris* L. Workers Under Different Social Conditions. Journal of Apicultural Science, 60(2), 51-58.
- Gösterit, A., 2017. Colony Traits of Native *Bombus terrestris dalmatinus* From the Western Black Sea Region of Turkey Comparison with Commercial Colonies. Mediterranean Agricultural Science, 30(2), 169-172.
- Gösterit, A., Özsoy, A.N., Aktan, S., Gürel, F., Galiç, A., 2017. *Bombus terrestris* Arılarında Koloni Gelişim Özelliklerine Ait Genetik ve Fenotipik Parametrelerin Tahmin Edilmesi. Tübitak Projesi Sonuç Raporu, Proje no: 114O645.
- Gösterit, A., Gürel, F., 2018. The Role of Commercially Produced Bumblebees in Good Agricultural Practices. Scientific Papers: Series D, Animal Science The International Session of Scientific Communications of the Faculty of Animal Science, 61, p201-204.4p.

- Gösterit, A., Erkan, E., Gürel, F., 2018. Laboratuvar Koşullarında Bumblebee Yetiştirme Yöntemi. 6. Uluslararası Muğla Arıcılık ve Çam Balı Kongresi, 15-19 Ekim, Muğla. 5-9.
- Gürel, F., Gösterit, A., 2001. *Bombus (Bombus terrestris)* Arısında Koloni Gelişimi ve Ana Arı- Erkek Arı Üretim Süreci. Teknik Arıcılık, 73, 22-29.
- Gürel, F., Gösterit, A., Talay, R., Efendi, Y., 2001. *Bombus Arısı (Bombus terrestris)*'nin Örtüaltı Yetiştiricilikte ve Ekolojik Tarımda Kullanımı. Türkiye 2. Ekolojik Tarım Sempozyumu, 14-16 Kasım 2001, Antalya, Sayfa: 245.255.
- Gürel, F., Gösterit, A., 2007. *Bombus terrestris* L. (Hymenoptera: Apidae) Arısının Yıl Boyu Kitlesel Üretiminde Uygulanan Teknikler ve Karşılaşılan Sorunlar. V. Ulusal Zootekni Bilim Kongresi, 5-8 Eylül 2007, Van. Sayfa: 63.
- Gürel, F., Gösterit, A., Eren, Ö., 2008. Life-Cycle and Foraging Patterns of Native *Bombus terrestris* (L.) (Hymenoptera, Apidae) in the Mediterranean Region. *Insectes Sociaux*, 55(2), 123-128.
- Gürel, F., Gösterit, A., 2008a. Effects of Different Stimulation Methods on Colony Initiation and Development of *Bombus terrestris* L. (Hymenoptera; Apidae) Queens. *Applied Entomology and Zoology*, 43(1), 113-117.
- Gürel, F., Gösterit, A., 2008b. *Bombus terrestris* (Hymenoptera: Apidae) Arılarında Farklı Isıl Koşulların Koloni Gelişimi Üzerine Etkileri Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimi 2005.01.0104.006 Numaralı Araştırma Projesi Sonuç Raporu, 16. Sayfa, Antalya.
- Gürel, F., Gösterit, A., 2008c. The Effects of Feeding Pollen Cake Containing Royal Jelly on *Bombus terrestris* L. (Hymenoptera: Apidae) Colony Development. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 32(3), 145-149.
- Gürel, F., Gösterit, A., Argun Karşlı, B., 2011. Sera Koşullarının *Bombus terrestris* L. Kolonilerinin Tozlaşma Performansına Etkileri. *Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Derim Dergisi*, 28(1), 47-55.
- Gürel, F., Karşlı, B.A., 2013. *Bombus terrestris* L. Kolonilerinde Kraliçe Üretimini Artırma Teknikleri. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 19(2), 351-353.
- Gürel, F., Argun Karşlı, B., Gösterit, A., 2018. Türkiye Sera Domates Yetiştiriciliğinde *Bombus Arısı* Tozlaşmasının Önemi 6. Uluslararası Muğla Arıcılık ve Çam Balı Kongresi, 15-19 Ekim, Muğla. 486-491.
- Hahn, D.A., Denlinger, D.L., 2007. Meeting the Energetic Demands of Insect Diapause: Nutrient Storage and Utilization. *Journal of Insect Physiology*, 53(8), 760-773.
- Harbo, J., Rinderer, T.E., 1980. Breeding and Genetics of Honeybees. *USDA/ARS Agriculture Handbook 335*, 49-57p.

- Heinrich, B., 1979. *Bumblebee Economics*. Harvard University Press, Cambridge.
- Imran, M., Ahmad, M., Nasir, F.M., Saeed, S., 2015. Effect of Different Nest Box Materials on the Mating of European Bumblebee, *Bombus terrestris* (Hymenoptera: Apidae). Under Controlled Environmental Conditions, 47 (1), 241-247.
- Ings, T.C., Raine, N.E., Chittka, L., 2005. Mating Preference in the Commercially Imported Bumblebee Species *Bombus terrestris* in Britain (Hymenoptera: Apidae), *Entomologia Generalis*, 28(3), 233-238.
- Jie, W., Wenjun, P., Jiandong, A., Zhanbao, G., Yueming, T., Jilian, L., 2005. Techniques for Year Round Rearing of *Bombus terrestris* L. (Hymenoptera, Apidea) in China. *Journal of Apicultural Science* 49(1), 65-69.
- Kearns, C.A., Thomson, J.D., 2001. *The Natural History of Bumblebees*. Universtiy Pres of Colorado, 130p.
- Kılınçer, N., Gençer, H.V., 2008. İnsanlarda Alerjiye Neden Olan Sokucu İğneli Böcekler. *Türkiye Klinikleri Alerji Özel Konular Dergisi*, 1(1), 5-14.
- Kostal, V., 2006. Eco-physiological Phases of Insect Diapause. *Journal of Insect Physiology*, 52(2), 113-127.
- Kwon, Y.J., Saeed, S., Duchateau, M.J., 2003. Stimulation of Colony Initiation and Colony Development in *Bombus terrestris* by Adding a Male Pupa the Influence of Age and Orientation. *Apidologie*, 34(5), 429-437.
- Kwon, Y.J., Amin, M.R., Suh, S.J., 2006a. Mating Propensity of *Bombus terrestris* Reared in Different Photoperiodic Regimes. *Apidologie*, 37(6), 679-686.
- Kwon, Y.J., Than, K.K., Suh, S.J., 2006b. New Method to Stimulate the Onset of *Bombus terrestris* (Hymenoptera: Apidae) Rearing: Using Worker Helpers in the Presence of Frozen Pupae. *Entomological Research*, 36(4), 202-207.
- Lipa, J.J., Triggiani, O., 1980. *Chrithidia bombi* sp. n., a Flagellata Parasite of a Bumblebee, (*Bombus terrestris* L.) (Hymenoptera; Apidae). *Acta Protozoologica*, 7(3/4), 287-290.
- Lipa, J.J., Triggiani, O., 1992. A Newly Recorded Neogregarine (Protozoa, Apicomplexa), Parasite in Honeybees (*Apis mellifera*) and Bumblebees (*Bombus* spp.). *Apidologie*, 23(6), 533-536.
- Liu, H.J., Macfarlane, R.P., Pengelly, D.H., 1974. *Mattesia Bombi* n. sp. (Neogregarinida: Ophrocystidae); a Parasite of *Bombus* (Hymenoptera: Apidae). *Journal of Invertebrate Pathology*, 23(2), 225-231.
- Lopez-Vaamonde, C., Koning, J. W., Jordan, W. C., Bourke, A. F., 2003. No Evidence That Reproductive Bumblebee Workers Reduce the Production of New Queens. *Animal Behaviour*, 66(3), 577-584.

- Lopez-Vaamonde, C., Raine, N.E., Koning, J.W., Brown, R.M., Pereboom, J.J.M., Ings, T.C., Ramos-Rodriguez, O., Jordan, W.C., Bourke, A.F.G., 2009. Lifetime Reproductive Success and Longevity of Queens in Annual Social Insect. *Journal of Evolutionary Biology*, 22(5), 983-996.
- Martin, E. C., 1975. *The Use of Bees for Crop Pollination. The Hive and Honeybee.* Dadant and Sons. Hamilton. Illinois.
- Müller, C.B., Shykoff, J.A., Sutcliffe, G.H., 1992. Life History Patterns and Opportunities for Queen-Worker Conflict in Bumblebees (Hymenoptera: Apidae). *Oikos*, 65, 242- 248.
- Özbek, H., 1983. Doğu Anadolu'nun Bazı Yörelerindeki Bombinae (Hymenoptera: Apidae, Bombidae) Türleri Üzerinde Taksonomik ve Bazı Biyolojik Çalışmalar. Atatürk Üniversitesi Yayınları, No: 621, Erzurum.
- Özbek, H., 1990. A New Bumblebee Species of *Pyrobombus* Dalla Torre (Hymenoptera, Apidae, Bombinae) in Eastern Anatolia, Turkey. *Turkish Journal of Entomology*, 14 (4), 207-214
- Özbek, H., 1997. Bumblebee Fauna of Turkey with Distribution Maps (Hymenoptera: Apidae, Bombinae) Part 1: *Alpigeno Bombus* Skorikov, *Bombias* Robertson and *Bombus* Latreille, *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 21 (1), 37-56.
- Özbek, H., 2002. Arısız Tarım Sağlıklı ve Verimli Olur mu? *Uludağ Arıcılık Dergisi*, 2(2), 25-26.
- Pry-Jones, O.E., Corbet, S.A., 1991. *Bumblebees.* Richmond Publishing, 21(1), 37-56, Madrid.
- Rasmont, P., Coppee, A., Michez, D., Meulemeester, T.D., 2008. An Overview of the *Bombus terrestris* (L. 1758) Subspecies (Hymenoptera: Apidae). *Annales de la Societe Entomologique de France*, 44 (2), 243-250.
- Rasmont, P., Aytakin, A.M., Kaftanoğlu, O., Flagothier, D., 2009. The Bumblebees of Turkey. *Atlas Hymenoptera*, Mons, Gembloux.
- Riberio, M.F., Duchateau, M.J., Velthuis, H.H.W., 1996. Comparison of the Effects of Two Kinds of Commercially Pollen on Colony Development and Queen Production in Bumblebee, *Bombus terrestris* L. (Hymenoptera, Apidae), *Apidologie*, 27(3), 133-144.
- Sağlam, Ş., 2015. *Bombus terrestris* Arılarında Yağsız Soya Unu ve Süt Tozu Katkılı Polen ile Beslemenin Koloni Gelişimi Üzerine Etkileri. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 53s, Isparta.
- Sağlam, Ş., Gösterit, A., 2015. *Bombus* Arısında (*Bombus terrestris* L.) Soya Unu ve Süt Tozu İçeren Polenin Yarıyışlılığının Belirlenmesi. *SDÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 10(1), 90-96.

- Schmid-Hempel, R., Schmid-Hempel, P., 1998. Colony Performance and Immunocompetence of A Social Insect, *Bombus terrestris* in Poor and Variable Environments. *Functional Ecology*, (1), 12, 22-30.
- Schmid-Hempel, R., Schmid-Hempel, P., 2000. Female Mating Frequencies in *Bombus* spp. From Central Europe. *Insectes Sociaux*, 47(1), 36-41.
- Sherry, D.F., Strang, C.G., 2015. Contrasting Styles in Cognition and Behaviour in Bumblebees and Honeybees. *Behavioural processes*, 117, 59-69.
- Simmons L.W., 2001. Sperm Competition and Its Evolutionary Consequences in the Insects, Princeton University Press, Oxford.
- Sladen, F.W.L., 1912. The Humble-Bee. London, UK: Macmillan and Co.
- Şen, F., Uğur, A., Bozokalfa, M.K., Eşiyok, D., Boztok, K., 2004. Bazı Sera Domates Çeşitlerinin Verim Kalite ve Depolama Özelliklerinin Belirlenmesi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 41(2), 9-17.
- Tasei, J.N., Moinard, C., Moreau, L., Himpens, B., Guyonnaud, S., 1998. Relationship Between Aging, Mating and Sperm Production in Captive *Bombus terrestris*. *Journal of Apicultural Research*, 37(2), 107-113.
- Tuna, B., 2016. Diyapoz Öncesi Beslemenin *Bombus terrestris* Ana Arılarının Diyapoz Performansı ve Diyapoz Sonrası Koloni Gelişimleri Üzerine Etkisi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 48s, Isparta.
- Velthuis, H.H.W., van Doorn, A., 2006. A Century of Advances in Bumblebee Domestication and the Economic and Environmental Aspects of Its Commercialization for Pollination. *Apidologie*, 37(4), 421-451.
- Williams, P.H., 1998. An Annotated Checklist of Bumblebees with An Analysis of Patterns of Description (Hymenoptera: Apidae, Bombini). *Bulletin of the Natural History Museum, Entomology Series*, 67(1), 79-152.
- Woodcock, B. A., Edwards, M., Redhead, J., Meek, W. R., Nuttall, P., Falk, S., Pywell, R.F., 2013. Crop Flower Visitation by Honeybees, Bumblebees and Solitary Bees: Behavioural Differences and Diversity Responses to Landscape. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 171, 1-8.
- Yeninar, H., 1997. *Bombus Arısı (Bombus terrestris) Yetiştiriciliği Üzerine Araştırmalar*. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 65s, Adana.
- Yeninar, H., Duchateau, M.J., Kaftanoğlu, O., Velthuis, H., 2000. Colony Developmental Patterns in Different Local Populations of the Turkish Bumblebee, *Bombus terrestris dalmatinus*. *Journal of Apicultural Research*, 39(3-4), 107-116.

Yoon, H.J., Kim, E.E., Kim, Y.S., 2002. Temperature and Humidity Favorable for Colony Development of the Indoor-Reared Bumblebee *Bombus ignitus*. *Applied Entomology and Zoology*, 37(3), 419-423.

Zhang, H., Zhou, Z., Huang, J., Yuan, X., Ding, G., An, J., 2018. Queen Traits and Colony Size of Four Bumblebee Species of China, *Insectes Sociaux*, 65(4), 537-547.



ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı: Ramazan ÖZŞAHİN

Doğum Tarihi: 01 Mart 1981

E-posta: ramazan_ozsahin@hotmail.com

Öğrenim Durumu:

Lise: Konya Veteriner Sağlık Meslek Lisesi (1995- 1998)

Üniversite: Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü (2010-2014)

Yüksek Lisans Tez Başlığı: Farklı Süper Kız Kardeş *Bombus terrestris* Ana Arı Gruplarında Koloni Oluşturma Başarısı ve Koloni Gelişim Özelliklerinin Belirlenmesi

Bilimsel yayınlar