T.C.
SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Bombus terrestris ARILARINDA YAĞSIZ SOYA UNU VE SÜT TOZU KATKILI POLEN İLE BESLEMENİN KOLONİ GELİŞİMİ ÜZERİNE ETKİLERİ

Şehriban SAĞLAM

Danışman
Doç. Dr. Ayhan GÖSTERİT

YÜKSEK LİSANS TEZİ
ZOOTEKNİ ANABİLİM DALI
ISPARTA - 2015

© 2015 [Şehriban SAĞLAM]

TEZ ONAYI

Şehriban SAĞLAM tarafından hazırlanan " ***Bombus terrestris*** **Arılarında Yağsız Soya Unu ve Süt Tozu Katkılı Polen ile Beslemenin Koloni Gelişimi Üzerine Etkileri"** adlı tez çalışması aşağıdaki jüri üyeleri önünde Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Zootekni Anabilim Dalı**'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak başarı ile savunulmuştur.

Danışman	**Doç. Dr. Ayhan GÖSTERİT** Süleyman Demirel Üniversitesi	.....
Jüri Üyesi	**Prof. Dr. Fehmi GÜREL** Akdeniz Üniversitesi	.....
Jüri Üyesi	**Doç. Dr. Mehmet Faruk GÜRBÜZ** Süleyman Demirel Üniversitesi	.....

Enstitü Müdürü **Doç. Dr. Yasin TUNCER** .....

TAAHHÜTNAME

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

Şehriban SAĞLAM

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	6
2.1. *Bombus terrestris* Arısının Tanımı ve Önemi	6
2.2. *Bombus terrestris* Arısının Kitlesel Üretimi	7
2.3. Bombus Arılarının Beslenmesi	13
3.MATERYAL	17
3.1. Materyal	17
3.1.1. Araştırma yeri ve yetiştirme odası özellikleri	17
3.1.2. *Bombus terrestris* ana arılarının elde edilmesi	17
3.1.3. Yetiştirme kutuları	18
3.1.4. Kolonilere verilen polen, ikame yemler ve şeker şurubunun özellikleri	18
3.2. Yöntem	18
3.2.1. Deneme gruplarının oluşturulması	18
3.2.2. Ana arıların kutulara yerleştirilmesi ve kolonilerin bakımı	19
3.2.3. Ana arı ve kolonilere ait incelenen özellikler	20
3.2.4. Hazırlanan diyetlerin etkisinin mikro koloni yöntemi ile belirlenmesi	22
3.2.5. Verilerin istatistiki analizi	24
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA	25
4.1. Ana Arıların Yumurtlama, Ölüm ve Koloni Oluşturma Oranları	25
4.2. Farklı Besleme Şekillerinin Bazı Koloni Gelişim Özellikleri Üzerine Etkisi	27
4.3. Kolonilerde Üretilen İşçi, Erkek ve Ana Arı Sayıları	32
4.4. Kolonilerin Cinsiyet (Genç Ana Arı ve Erkek Arı) Üretme Stratejileri	34
4.5. Kolonilerin Polen ve Şeker Şurubu Tüketimleri	35
4.6. Araştırmada Kullanılan Farklı Diyetlerin Etkisinin Mikro Koloni Yöntemi İle Belirlenmesi	37
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	40
KAYNAKLAR	43
ÖZGEÇMİŞ	53

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

Bombus terrestris ARILARINDA YAĞSIZ SOYA UNU VE SÜT TOZU KATKILI POLEN İLE BESLEMENİN KOLONİ GELİŞİMİ ÜZERİNE ETKİLERİ

Şehriban SAĞLAM

Süleyman Demirel Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Zootekni Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Ayhan GÖSTERİT

Bu tez çalışması kontrollü koşullarda yetiştirilen *Bombus terrestris* arısının beslenmesi amacıyla kullanılan polen kekine farklı oranlarda yağsız soya unu ve süt tozu ilave edilmesinin ana arıların koloni oluşturma performansı ve kolonilerin gelişimi üzerine etkisinin belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilmiştir.

Araştırmada normal polen, 2 birim polen + 1 birim yağsız soya unu, 2 birim polen + 1 birim süt tozu, 1 birim polen + 1 birim yağsız soya unu ve 1 birim polen + 1 birim süt tozu olmak üzere beş farklı diyet ana arıların başlatma kutusuna konulmasından koloni yaşamının sonuna kadar ve ilk işçi arıların çıkışından koloni yaşamının sonuna kadar olmak üzere 2 farklı besleme dönemi uygulaması ile 9 grupta standart yetiştirme yöntemi ile test edilmiştir. Grupların her birisi için 30 adet olmak üzere çalışmada diyapoz dönemini tamamlamış toplam 270 adet *B. terrestris* ana arısı kullanılmıştır. Ana arılar ve koloniler 1:1,5 oranında su ve şeker ile hazırlanan şeker şurubu (50 brix) ile ad libitum olarak beslenmişlerdir. Soya unu ve süt tozu içeren polenin yarayışlılığı aynı zamanda mikro koloni yöntemi ile de belirlenmiştir. Yetiştirme çalışmaları sıcaklığı 27-28 ^{o}C ve oransal nemi % 65'e ayarlanmış bombus arısı yetiştirme laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Haftada iki kez yapılan periyodik gözlemler ile koloni gelişim özellikleri ve kolonilerin farklı dönemlerdeki besin tüketimleri belirlenmiştir.

Araştırma sonuçları polene yağsız soya unu ve süt tozu ilave edilmesinin *B. terrestris* ana arıların koloni oluşturma başarısı ve koloni gelişimini olumsuz etkilediğini göstermiştir. Standart yetiştirme yönteminde gruplar arasında yumurtlama ve ilk bir aydaki ölüm oranı bakımından önemli farklılık bulunmuştur. Süt tozu ilave edilen polen ile beslenen gruplarda yüksek oranda ana arı ölümleri gerçekleşmiş ve süt tozu oranının artması ana arıların ölüm oranının artmasına neden olmuştur. Hem standart yetiştirme hem de mikro koloni yönteminden elde edilen sonuçlara göre soya unu ve süt tozu içeren diyetlere göre daha yarayışlı olan normal polenin *B. terrestris* arıları için en uygun besin olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Bombus terrestris*, besleme, polen, soya unu, süt tozu, koloni gelişim özellikleri

2015, 54 sayfa

ABSTRACT

M.Sc. Thesis

EFFECTS OF FEEDING WITH POLLEN CONTAINING SKIM SOYA FLOUR AND MILK POWDER ON COLONY DEVELOPMENT IN *Bombus terrestris* L.

Şehriban SAĞLAM

Süleyman Demirel University
Graduate School of Applied and Natural Sciences
Department of Animal Science

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Ayhan GÖSTERİT

This study was carried out to determine the effects of different pollen diets containing skim soya flour and milk powder on colony foundation performances of queens and development of colonies in *Bombus terrestris* reared in controlled laboratory conditions.

Five different pollen diets; (i) pure pollen, (ii) 2 parts pollen+1 part skim soya flour, (iii) 2 parts pollen+ 1part milk powder (iv) 1 part pollen +1 part skim soya flour (v) 1 part pollen +1 part milk powder were tested in two feeding period; (i) from the time when the queens were placed in starting boxes to end of the colony life and (ii) from the time when the first worker emerged to end of the colony life. Nine groups were established and total of 270 hibernated *B. terrestris* queens (thirty queens for each group) were used in this experiment. All queens and colonies were also fed ad-libitum with a sugar solution (1/1.5; water/sugar). Efficacy of skim soya flour and milk powder was also determined using micro colony method. Rearing activities were implemented in standard laboratory conditions (27-28±1 ºC and 65% R.H.). The nests were periodically checked two times a week. Development characteristics and food consumption in different stages of colonies were noted during the observation.

Results showed that the addition of skim soya flour and milk powder to pollen had a negative effect on colony foundation success of queen and colony development. In the standard rearing method, significant differences were found among the groups in terms of egg laying ratio of queens and their mortality ratio in first month. We also found that many queens fed with diet containing milk powder died and the mortality ratios of *B. terrestris* queens increased with increasing amount of milk powder in diet. According to data obtained from both standard rearing and micro colony methods, pure pollen which more efficacy than diets containing skim soya flour and milk powder is the best food for *B. terrestris.*

Keywords: *Bombus terrestris,* feeding, pollen, soya flour, milk powder, colony development characteristics

2015, 54 pages

TEŞEKKÜR

Tez çalışması sırasında, düşünce ve önerileri ile tezime yön veren ve bilim insanı olarak yetişmemde emeği olan danışman hocam Sayın Doç. Dr. Ayhan GÖSTERİT'e teşekkür ederim.

3796-YL1-13 No`lu Proje ile tezimi maddi olarak destekleyen Süleyman Demirel Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimi Başkanlığı'na teşekkür ederim.

Çalışmalarım süresince birçok fedakarlık göstererek beni destekleyen çocukları olmaktan onur duyduğum babam Celal SAĞLAM ve annem Sıdıka SAĞLAM'a tüm desteklerinden dolayı sonsuz teşekkürlerimi bir borç bilirim. Her zaman yanımda olan ve benden manevi desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen sevgili kardeşim İbrahim SAĞLAM'a ve sevgili arkadaşım Gözde GÜL'e çok teşekkür ediyorum.

Şehriban SAĞLAM
ISPARTA, 2015

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 3.1. Bombus arısı yetiştirme odası ve yetiştirme kutuları..... 17
Şekil 3.2. Yetiştirme kutusu, ana arı, yardımcı işçi arı ve polen keki..... 20
Şekil 3.3. Mikro koloni yöntemi ile farklı diyetlerin etkisinin belirlenmesi..... 23
Şekil 4.1. Grupları oluşturan ana arıların ilk bir aydaki ölüm oranları..... 26

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 2.1. Bombus arılarının taksonomik sınıflandırmadaki yeri 6
Çizelge 4.1. Grupları oluşturan ana arıların yumurtlama oranı, ilk bir aydaki ölüm oranı ve ilk yumurtlama zamanı değerleri 26
Çizelge. 4.2. Deneme gruplarında birinci kuluçkada üretilen yumurta hücresi ve işçi arı sayısı, ilk işçi arı çıkış zamanı (sosyal faz başlangıcı) ve ikinci kuluçka yumurtlama zamanı değerleri 28
Çizelge. 4.3. Koloni oluşturma oranı, pazarlanabilir koloni üretme oranı, tozlaşmaya uygunluk zamanı değerleri..... 30
Çizelge. 4.4. Deneme gruplarında oluşturulan kolonilerde ilk ana arı üretim zamanı, dönüşüm noktası, rekabet noktasın değerleri 31
Çizelge. 4.5. Toplam işçi arı sayısı, toplam erkek arı sayısı, toplam ana arı sayısı……..... . 33
Çizelge 4.6. Deneme gruplarında yetiştirilen kolonilerin erkek ve ana arı üretme stratejileri..... 34
Çizelge 4.7. *Bombus terrestris* arısında polenlere yağsız soya unu ve süt tozu ilave edilmesinin koloni gelişiminin farklı dönemlerindeki polen tüketimi üzerine etkisi (gram) 36
Çizelge 4.8. *B. terrestris* arısında polenlere yağsız soya unu ve süt tozu ilave edilmesinin koloni gelişiminin farklı dönemlerindeki şeker şurubu tüketimi üzerine etkisi (mililitre)..... 37
Çizelge 4.9. *B. terrestris* mikro kolonilerinde farklı diyetlerin yarayışlılığı 38

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

cm	Santimetre
m^2	Metrekare
N	Örnek sayısı
S.H	Standart hata
$\overline{x}$	Ortalama
^oC	Santigrad derece

1. GİRİŞ

Örtü altı sebze yetiştiriciliğinde düşük polen hareketliliği ve polen üretimindeki yetersizlik seralarda ciddi tozlaşma sorunlarına yol açmaktadır. Bu problem geçmiş yıllarda vibrasyon yöntemleri, bitki gelişimini düzenleyicilerin ve kimyasalların kullanılması gibi yoğun işgücü ve ekipman gerektiren uygulamalar ile aşılmaya çalışılmıştır. Daha sonraki yıllarda tozlaşma probleminin çözümüne yönelik bombus arılarının kullanılması ile tarımda yeni ufuklar açılmıştır. Bombus arısı kullanımı zaman içerisinde yaygınlaşarak, günümüzde örtü altı sebze yetiştiriciliğinde özellikle de domates yetiştiriciliğinde tozlaşmanın vazgeçilmez unsuru haline gelmiştir. Bombus arılarının tozlaşma amacıyla kullanımı işgücünün azaltılması, hormon 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 güven duygusunu geliştirmiştir. Ayrıca bu durum ülkemizin sebze ihracatı potansiyelinin kullanılması açısından da oldukça faydalı olmuş ve özellikle yurt dışına ihraç edilen ürünler ile ilgili sık sık gündeme gelen ilaç kalıntısı ile ilgili problemler büyük ölçüde azalmıştır (Gösterit, 2009). Ekonomi ve sağlık açısından sağladığı faydalar nedeniyle bombus arısı kullanımına yönelik talep dünyada ve ülkemizde her geçen gün artmaktadır. Örneğin; dünyada kullanılan bombus koloni sayısının yılda 1 milyon adetten fazla olduğu tahmin edilmektedir (Velthuis ve Van Doorn, 2006). Ülkemizde ise bu rakam yaklaşık olarak 150.000 koloniyi bulmaktadır (Gürel vd., 2011; Gösterit, 2012).

Doğal floradaki birçok bitkinin polinasyonunun sağlanmasında bal arılarından sonra ikinci derecede rol oynayan ve yaklaşık 250 türü saptanan bombus arıları Hymenoptera (zar kanatlılar) takımından Apidae (sosyal arılar) familyasının Bombinae alt familyası içerisinde yer almaktadırlar (Williams, 1998; Demirsoy, 2001). Bu arılar dünyada 30'dan fazla ülkede; endüstri bitkileri, çayır-mera ve yem bitkileri, meyve ağaçları, sebzeler, tıbbi ve aromatik bitkiler, tek yıllık otsu bitkiler, ağaç, çalı ve maki formundaki birçok bitkinin tozlayıcısı olarak kullanılmaktadırlar (Goodwin ve Steiner, 1997; Williams, 1998; Benton, 2000). Tozlaşmadaki önemleri yüz yılı aşkın süredir bilinen bombus arıları, bal arısına göre sera içi koşullara daha iyi uyum sağlamaları, daha sakin olmaları ve özellikle domates bitkisinde çok etkin tozlaşma yapmaları gibi nedenlerle son yıllarda örtü altı yetiştiricilikte tozlaşmayı

sağlamak amacıyla yoğun olarak kullanılmaktadır (Özbek, 1983; Banda ve Paxton, 1991; Goodwin ve Steiner, 1997; Gürel vd., 1999; Benton, 2000; Gürel vd., 2001a; Ercan ve Onus, 2003).

Yetiştiriciliğinin daha kolay ve koloni populasyonunun daha kalabalık olması nedeniyle bombus türleri içinde ticari yetiştiriciliği en fazla yapılan tür *Bombus terrestris* türüdür (Velthuis ve Van Doorn, 2006). Özellikle Avrupa ve kısmen Asya'da geniş bir yayılma alanına sahip olan *B. terrestris* arısının doğal yaşam döngüsü bal arısından oldukça farklıdır. Ancak bu arılar da ana, erkek ve işçi arıdan oluşan koloni düzeni içinde yaşarlar ve kendi aralarında iş bölümü yapmaları nedeniyle sosyal böcekler içinde yer alırlar. Doğal yaşam alanlarında koloni yaşamı sonunda çiftleşen ve yuvayı terk eden genç ana arı, toprak altında bir barınma yeri bularak hareketsiz bir şekilde diyapoz olarak adlandırılan süreci geçirir. İklim koşulları ve flora durumu gibi belirleyici faktörlere bağlı olarak bulundukları bölge koşullarına adaptasyonları sonucu diyapozdaki ana arı uygun zamanda toprak altından çıkarak kuracağı yuva için daha uygun bir yer belirler. Yumurtlama aşamasına gelmiş 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 yaşamının sonlarına doğru koloni, ana arı ve erkek arılar üretmeye başlar. Üretilen bu genç erkek ve ana arılar cinsel olgunluğa gelince koloniyi terk ederler ve çiftleşirler. Kolonideki yaşlı ana arı ve işçi arılar ise ölürler. Çiftleşen genç ana arılar diyapoz dönemini geçirmek üzere toprak altında uygun bir yer bulurlar ve belli bir süre diyapozda kalırlar. Böylece koloni yaşamı elverişli koşulları kapsayan bir dönemle sınırlanmış olur (Alford, 1969; Beekman ve Van Stratum, 2000). Çok geniş ekolojik esnekliğe sahip olan *B. terrestris* arısı bu yaşam döngüsü ve koloni gelişimini yaşadığı bölgenin iklim ve florasına göre düzenlemektedir. Örneğin; Türkiye'de, Ege ve Akdeniz sahil kesimindeki doğal yaşam alanlarında Ekim–Aralık aylarında diyapozdan çıkan *B. terrestris* ana arıları, iç bölgelerde Şubat-Mayıs aylarında, kuzey bölgelerde ise Kasım-Aralık aylarında diyapozdan çıkmaktadırlar (Gürel vd., 2008). *B. terrestris* arısının yaşam döngüsünde kilit rol oynayan diyapoz ise, düşük kış sıcaklığı, yüksek yaz sıcaklığı, kuraklık dönemleri ve gerekli besinin elde edilememesi gibi koşullar süresince

gelişimin baskı altına alındığı, genetik ve çevresel faktörler tarafından belirlenen bir uyum mekanizması şeklinde tanımlanmaktadır (Beck, 1980; Hodek, 1996).

Bombus arılarının kitlesel olarak yetiştiriciliğinde ise 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 oluşturmasını sağlama gibi tüm yaşam evreleri kontrollü koşullarda denetim altına alınarak yıl boyu üretim gerçekleştirilmektedir. Üretim sürecinde yer alan bu aşamaların her birinde bazı kayıplar yaşanmakta olup en ciddi kayıplar ise tozlaşmaya uygun kalitede koloni oluşturma aşamasında gerçekleşmektedir. 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 kullanılabilecek kalitede koloniler oluşturmaktadır. 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 % 25-% 35 arasında değişmektedir. Kalitesiz kolonilerin tozlaştırma süreleri kısa, performansları ise düşük olmaktadır (Gösterit, 2011). Tozlaşma amacıyla kullanılacak bombus arısı kolonilerinde sağlıklı bir ana arı, geniş bir açık ve kapalı yavru alanı ve 50–60 adet işçi arı olması yeterli olup bir koloni yetiştirilen bitkiye bağlı olarak 1500–2000 m^2 sera alanında sadece 40-45 gün süre ile kullanılmaktadır (Velthuis ve Van Doorn, 2006; Gürel vd., 2011).

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., 2000; Yeninar vd., 2000). Besleme amacıyla kullanılan besinin kalitesi yetiştirme başarısını etkileyebilecek önemli unsurlardan birisidir (Genissel vd., 2002; Vanderplanck vd., 2014). Bombus arılarının kontrollü koşullarda yetiştiriciliğinde ana arılar ve koloniler özel olarak hazırlanmış yetiştirme kutuları içinde, sıcaklığı 27-29 ^oC ve oransal nemi % 60-65'e ayarlanmış karanlık bir iklim

odasında şeker şurubu (1/1, şeker/su) ve bal arıları tarafından toplanmış taze ya da derin dondurucuda depolanmış polenle ad libitum olarak beslenmektedirler (Tasei, 1994; Beekman vd., 1998; Beekman ve Van Stratum, 2000; Gürel vd., 2001b; Gürel ve Gösterit, 2007a, b; Gösterit, 2009).

Yüksek protein, amino asit ve vitamin içeren ve birden fazla bitkiden toplanmış polenler yetiştiricilikte tercih edilmektedir. Ayrıca kolonilerin beslenmesi amacıyla taze dondurulmuş polen kullanımının koloni gelişimini olumlu yönde etkilediği yapılan çalışmalar ile ispatlanmıştır (Pridal ve Hofbauer, 1996; Riberio vd., 1996; Ptacek, 2001; Genissel vd., 2002; Velthuis ve Van Doorn, 2006). Türkiye'de bombus arısı üretimi yapan firmalar arıların beslenmesi amacıyla bal arısı yetiştiricilerinden tonlarca polen satın almakta ve bu miktar işletmeler için önemli bir üretim gideri oluşturmaktadır. Ayrıca bal arıları tarafından polen toplanabilecek uygun zamanın tüm yıla yayılamaması ve genellikle 2-3 ay gibi kısa bir sürede gerçekleşmesi, bombus arısı yetiştiricilerinin poleni yılın her döneminde temin edememelerine neden olmakta ve polen üretim mevsiminde çok miktarda polen satın alarak depolamalarını gerekli kılmaktadır (Gösterit vd., 2010).

Polen larva dönemindeki yavrular ve ergin arılar için başlıca besin kaynaklarından birisidir (Haydak, 1970). Polenin kimyasal içeriği yağlar, karbonhidratlar, proteinler, amino asitler, vitaminler, karotenoidler ve flavonoidlerden oluşmaktadır (Day vd., 1990; Roulston vd., 2000). Arılar için polenin besin değeri genellikle içerdiği ham protein değeri dikkate alınarak değerlendirilmektedir. Çünkü arılar ve daha birçok böcek için diyetlerdeki protein düzeyi üreme fonksiyonları, büyüme-gelişme, bağışıklık sistemi ve ömür uzunluğu açısından kritik öneme sahiptir (Day vd., 1990; Pernal ve Currie, 2000; Alaux vd., 2010). Bombus arılarında da enerji kaynağından çok protein kaynağı olan polenin yüksek protein içeriğine sahip olması kolonilerin daha fazla sayıda genç erkek ve ana arı üretmelerinde ve ana arıların ovaryum gelişimlerinde etkilidir (Regali ve Rasmont, 1995; Genissel vd., 2002). Polenin kimyasal içeriği bitki türüne göre değişmekle birlikte aynı familyaya ait bitkilerden elde edilen polenlerin içeriği birbirine benzerlik göstermektedir (Roulston ve Cane, 2000). Benzer şekilde polenin ham protein içeriği de elde edildiği bitki türüne göre % 2,5 ile % 65 arasında değişiklik göstermektedir (Buchman, 1986; Day vd., 1990; Baydar ve Gürel, 1998; Somerville ve Nicol, 2006).

Bal arılarında yapılan ek besleme uygulamalarında kullanılan diyetlerin protein içeriğinin iyileştirilmesi amacıyla soya unu, soya proteini, yağsız süt tozu, bira mayası, kazeolat gibi polen ikame yemlerinden yararlanılmaktadır (Standifer vd., 1977; Baidya vd., 1993; Dastouri vd., 2007; Dodoloğlu ve Emsen, 2007). Bu besin maddelerinden soya unu esansiyel amino asitler açısından oldukça zengin olup protein içeriği % 35-50 arasında değişirken (Serrem vd., 2011; Akbari vd., 2012), yağsız süt tozu yaklaşık % 30-35 oranında protein içermektedir (Sezgin, 2004). Bal arılarının beslenmesi amacıyla polen yerine veya polen keklerini protein bakımından zenginleştirmek amacıyla kullanılan bu maddelerin etkilerini belirlemeye yönelik araştırmalar yapılmıştır. Ancak bal arılarında protein katkı maddesi olarak kullanılan bu besin kaynaklarının bombus arısı diyetlerine ilave edilmesinin ana arıların yumurtlama performansı, koloni gelişimi ve cinsiyetlerin üretimi üzerine etkileri bilinmemektedir. Dolayısıyla bu çalışma ile *B. terrestris* arısında besin maddesi olarak kullanılan polenin protein içeriğinin artırılması amacıyla yağsız soya unu ve süt tozunun belli oranlarda ilave edilmesinin koloni gelişimine etkileri öncelikli olarak incelenmiştir. Ayrıca çalışma ile bombus arılarının kontrollü koşullarda yetiştiriciliğindeki bütün aşamalarda uygulama yapılmasına, bilgi üretilmesine ve yetiştiricilik teknik bilgisine sahip yeni araştırıcılar yetiştirilmesine katkı sağlanması da amaçlanmıştır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

2.1. *Bombus terrestris* Arısının Tanımı ve Önemi

Hymenoptera takımından Apidae familyasının Bombinae alt familyası içerisinde yer alan bombus arıları; iri yapılı, tüylü ve göz alıcı renklere sahiptir (Çizelge 2.1) (Özbek, 1983; Demirsoy, 2001; Kılınçer ve Gençer, 2008). Dünyada yaklaşık 250 kadar bombus arısı türü saptanmıştır (Williams, 1998). Bunlardan yalnızca birkaç tür tropik bölgelerde yayılma göstermektedir (Benton, 2000).

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
Cins	*Bombus*	
Tür	*Bombus terrestris* L.	

Bombus arıları içinde beş tür (*B. terrestris, B. lucorum, B. ignitus, B. occidentalis, B. impatiens*) ticari olarak yetiştirilmektedir (Williams, 1998; Velthuis ve Van Doorn, 2006). Yetiştiriciliğinin daha kolay ve koloni populasyonunun daha kalabalık olması nedeniyle bombus türleri içinde ticari yetiştiriciliği en fazla yapılan tür *B. terrestris'*tir. *B. terrestris* türünün çok geniş bir yayılma alanı göstermesi ticari yetiştiricilikte yoğun olarak kullanılmasının diğer bir nedenidir (Gürel ve Gösterit, 2001; Gösterit ve Gürel, 2005a, b; Velthuis ve Van Doorn, 2006). *B. terrestris* türüne ait arılar bal arıları ile karşılaştırıldığında uzun dilleri, iri vücutları, yüksek tarlacılık kapasiteleri, düşük sıcaklık ve ışık yoğunluğunda çalışabilmeleri, sera içi koşullara iyi uyum sağlamaları ve daha sakin olmaları gibi özelliklerinden dolayı 1987 yılından itibaren polinasyonda kullanılmaktadır. Yüzyıllardır doğada çok sayıda bitki (çayır-mera, yem, endüstri bitkileri, meyve ağaçları vd.)'nin tozlaşmasını sağlayan bombus arıları belirtilen tüm bu üstün özellikleri ile son yıllarda örtü altı

yetiştiriciliğinde de başarı ile kullanılmaktadır (Heinrich, 1979; Prys-Jones ve Corbet, 1991).

B. terrestris 1987 yılından beri başta Hollanda ve Belçika olmak üzere değişik ülkelerde seralardaki domates ve diğer bazı bitkilerin tozlaşmasında kullanılmaktadır (Free, 1993). Seralarda yetiştirilen ürünlerde sağladığı ekonomik faydalarının anlaşılmasından sonra dünyada birçok ülkede ve çok sayıda farklı kültür bitkisinde tozlayıcı olarak yoğun bir şekilde tercih edilmektedir (Goodwin ve Steiner, 1997; Benton, 2000; Goka vd., 2001; Velthius, 2002). Dünyada kullanılan *B. terrestris* koloni sayısının yılda 1 miyon adetten fazla olduğu tahmin edilmektedir (Velthius ve Van Doorn, 2006). Bombus arıları domates, biber, patlıcan, kavun, karpuz, çilek, kiraz, avokado, kivi, ayçiçeği, yonca, üçgül gibi birçok kültür bitkisinin tozlaşmasında kullanılabilmesine karşın Dünya'da ve Türkiye'de ticari amaçla üretilen kolonilerin % 95'i örtüaltında yetiştirilen domateslerin tozlaşmasının sağlanmasında kullanılmaktadır (Fisher ve Pomeroy, 1989; Ravestijn ve Sande, 1991; Eijende, 1994; Abak vd., 1995; Paydaş vd., 2000; Ercan ve Onus, 2003; Şensoy vd., 2004).

B. terrestris'in doğal yayılım alanları Avrupa kıtası, İngiltere ve İskandinavya'nın güneyini kapsamaktadır (Einjde, 1990; Ruijter vd., 1992). Sıcak ve kuru iklimlere göre sıcak ve nemli iklimlere daha iyi uyum sağladığı bilinmektedir (Goodwin ve Steiner, 1997). Türkiye bombus arılarının gen merkezidir ve yapılan çok az sayıda çalışma ile 40'ın üzerinde tür belirlenmiştir (Özbek, 1991). Türkiye doğal faunasında *B. terrestris* bulunan bir ülkedir ve yapılan çalışmalar ile Güneydoğu Anadolu Bölgesi dışındaki (bu bölgede konuyla ilgili herhangi bir çalışma yapılmamıştır) tüm bölgelerde yerel *B. terrestris* arısının olduğu saptanmıştır. Farklı bölgelerde bulunan *B. terrestris* populasyonlarının yaşam döngüleri ve koloni gelişim özellikleri arasında farklılıklar bulunmaktadır (Gürel vd., 2008).

2.2. *B. terrestris* Arısının Kitlesel Üretimi

Bombus arılarının kitlesel olarak üretiminde 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 (Gösterit, 2009). Uygun koşullarda ana arının yumurtlamasından 8-10 hafta sonra koloniler seralarda kullanılmak üzere pazarlanabilecek düzeye ulaşmaktadır. Tozlaşma amacıyla satışa sunulan *B. terrestris* kolonilerinde sağlıklı bir ana arı ve 50-60 adet işçi arı olması yeterli olmaktadır. Bir koloni yetiştirilen bitkiye bağlı olarak 1500-2000 m^2 sera alanında iki ay süre ile kullanılmaktadır (Velthuis ve Van Doorn, 2006; Gürel vd., 2011). Bu sürenin sonunda ise erkek ve/veya ana arı üretimi başladığı ve koloni ömrünün sonuna yaklaşıldığı için koloni yenilenmektedir (Gürel vd., 2011). Bombus arılarının kitlesel üretiminde diğer önemli bir aşama ise yeni kolonilerin yetiştirilmesi ve üretimin sürekliliğinin sağlanması için yeni ana arıların üretilmesidir. Ticari üretim yapan firmalar üretim işletmelerinde yetiştirilen kolonilerden bir bölümünü ana arı üretimi amacıyla ellerinde tutmakta ve bu kolonilerden ana arı üreterek üretimin devamlılığını sağlamaktadırlar (Gösterit vd., 2010).

Tamamen doğadan bağımsız olarak gerçekleştirilen bombus arılarının kitlesel olarak yetiştiriciliği 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 oluşturmasını sağlama gibi aşamalardan meydana gelmektedir. Üretim sürecinde yer alan bu aşamaların her birinde bazı kayıplar yaşanmakta olup bu kayıplar tozlaşmaya uygun kalitede koloni oluşturma oranını belirlemektedir. 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 kullanılabilecek kalitede koloniler oluşturmaktadır. 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 % 25-% 35 arasında değişmektedir. Kalitesiz kolonilerin tozlaştırma süreleri kısa, performansları ise düşük olmaktadır (Gösterit, 2011).

Koloni oluşturma başarısı bakımından gözlenen varyasyona ilave olarak oluşturulan *B. terrestris* kolonileri arasında üretilen işçi arı, ana arı ve erkek arı sayıları ve ana arılar ve erkek arıların üretim zamanları yani dönüşüm noktası bakımından da

farklılıklar yaşanmaktadır (Heinrich, 1979, Pry-Jones ve Corbet, 1991, Gösterit ve Gürel, 2005a). Birçok etmen tarafından belirlenen bu varyasyondan dolayı koloni gelişimi ve ana arı-erkek arı üretimi konusunda da kesin değerler verilememektedir. Bazı koloniler koloni yaşam döngüsünün sonuna doğru sadece erkek arı ya da ana arı üretirken bazıları hem ana arı hem de erkek arı üretebilmektedir (Gösterit, 2009).

B. terrestris arısının kitlesel üretiminde tozlaşmaya uygun koloni yetiştirme oranını ve koloni kalitesini belirleyen diğer gelişim özelliklerinin ana arı kalitesi, ana ve erkek 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. Bu faktörlerin koloni gelişimi üzerine etkilerini belirlemek, koloni kalitesini ve yetiştiricilik başarısını artırabilmek amacıyla farklı araştırıcılar tarafından çok sayıda bilimsel çalışma gerçekleştirilmiştir. (Beekman ve Van Stratum, 2000; Cnaani vd., 2000; Yeninar vd., 2000; Gösterit, 2003; Gürel ve Gösterit, 2007c; Amin vd., 2010; Gösterit ve Erkan, 2012; Baloğlu ve Gürel, 2015).

Kitlesel üretimde 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 (Ptacek, 1985; Eijnde vd., 1991; Ptacek, 1991; Greetenkord ve Drescher, 1997; Kwon vd., 2003; Kwon vd., 2006a; Gürel ve Gösterit, 2008a).

Yapılan bir çalışmada hem bombus işçi arısı hem de larvası ile uyarılan *B. terrestris* ana arılarının % 71'inin koloni oluşturduğu ve bu kolonilerin ortalama 100 işçi arı ve 66 adet genç ana arı ürettikleri bildirilmiştir (Greetenkord ve Drescher, 1997).

Kwon vd. (2003) ise 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. Çalışmada erkek arı pupasının yatay olarak ilave edilmesinin dikey ilave edilmesine göre daha iyi sonuçlar verdiği belirlenmiştir.

Donmuş *B. terrestris* pupası ile birlikte 0 adet, 1 adet, 2 adet, 3 adet, 4 adet, 5 adet ve 6 adet işçi arının ana arı ile birlikte yumurtlatma kutularına konulmasının koloni gelişimi üzerine etkilerinin incelendiği çalışmada da ilave edilen işçi arı sayısının artması ile birlikte yumurtlama öncesi sürenin kısaldığı, 6 adet işçi arı ilave edilen grupta bu sürenin 3,9 gün olduğu, işçi arıların yardımı ile ikinci ve üçüncü kuluçka dönemlerinin daha erken başladığı ve ilk yumurtlama döneminde üretilen yumurta hücresi sayısının işçi arı ilave edilmeyen gruba göre iki kat fazla olduğu bildirilmiştir. Çalışmada en başarılı sonuçlar % 100 yumurtlamaya başlama oranı ve % 91,46 işçi arı üretim oranı ile 4 adet işçi arı ilave edilen grupta elde edilmiştir. Çalışmada ayrıca işçi arı ile birlikte donmuş pupa kullanmanın da ana arıların yumurtlamasını teşvik ettiği belirlenmiştir (Kwon vd., 2006a).

Gürel ve Gösterit (2008a) tarafından farklı uyarı metotlarının *B. terrestris* ana arılarında koloni oluşturma ve koloni gelişimi üzerine etkilerinin araştırıldığı çalışmada ise ana arıların yumurtlamasını teşvik etmek amacıyla *B. terrestris* işçi arısı, pupası ve bal arısı işçisi kullanılmıştır. En yüksek yumurtlamaya başlama oranı (% 82,8), koloni oluşturma oranı (% 53,3) ve tozlaşma amacıyla kullanılabilecek kalitede koloni üretim oranı (% 39) *B. terrestris* işçi arısı kullanılan grupta elde edilmiştir.

B. terrestris ana arılarının yumurtlama ve koloni oluşturma başarısındaki varyasyonun yanında üretilen kolonilerin gelişim özellikleri arasında da önemli varyasyon görülmektedir. Gösterit ve Gürel (2005a) Akdeniz sahil bölgesinde bulunan yerel ve örtü altı yetiştiricilikte tozlaşmayı sağlamak için ithal edilen ticari *B. terrestris* kolonilerinin gelişim özelliklerini karşılaştırdıkları araştırmada, doğadan toplanan ana arıların % 91'i, ticari firmadan alınan ana arıların ise % 82'si yumurtlamıştır. Ana arıların koloni oluşturma oranı yaklaşık % 57 olarak belirlenmiştir. Ticari firmadan alınan ana arıların oluşturduğu koloniler ortalama 60,8 adet ana arı üretmişken doğadan toplanan ana arıların oluşturduğu kolonilerin hiç ana arı üretmediğini belirlemişlerdir. Üretilen işçi arı sayısı, erkek arı sayısı, sosyal

fazdaki dönüşüm ve rekabet noktası doğadan toplanan ana arıların oluşturduğu kolonilerde sırasıyla ortalama 167,2 adet, 98,6 adet, 18,9 gün ve 37,3 gün, ticari firmadan alınan ana arıların oluşturduğu kolonilerde ise 225,3 adet, 156,0 adet, 25,0 gün ve 50,8 gün olarak tespit edilmiştir.

B. terrestris arısının kitlesel üretiminde ikinci önemli aşama bir sonraki generasyonu oluşturmak için kolonilerden genç ana arıların elde edilmesidir. Duchateau vd. (2004), yaptığı çalışmada kolonilerde üretilen erkek ve ana arı sayıları arasında önemli farklılıklar gözlemlemiş, bazı kolonilerde 200'e yakın ana arı üretilirken bazılarında hiç ana arı üretilmediğini tespit etmişlerdir. *B. terrestris* kolonilerinin büyük ölçüde ayrılmış cinsiyet oranı özelliği gösterdiğini yani kolonilerin bir kısmının erkek arı üretimi üzerine yoğunlaşırken, bir kısmının ise ana arı üretim eğiliminde olduğunu, kolonilerde ana arıya oranla daha çok erkek arı üretildiğini bu nedenle de erkek arı temininde ciddi bir sorun yaşanmadığını belirtmişlerdir.

Bombus arısı kolonilerinde kurucu ana arının uzaklaştırmasının genç ana ve erkek arı üretimi üzerine etkileri Gösterit vd. (2009) tarafından incelemiştir. Toplam 43 adet *B. terrestris* kolonisinin standart yetiştirme koşullarında yetiştiriliği, ana arısızlığın etkisini belirlemek için rekabet noktasından önce çok sayıda diploit larvası ve 35-40 adet işçi arısı bulunan rastgele seçilmiş 20 kolonideki ana arıların uzaklaştırıldığı çalışmada genç ana arı üretim zamanının ana arısız kolonilerde (25,6 gün) ana arılı kolonilerden önemli derecede daha erken gerçekleştiği belirlenmiştir (32,8 gün). *B. terrestris* kolonilerinde ana arı uzaklaştırılmasının genç ana arı üretim zamanı üzerine etkisi önemli bulunmasına rağmen, dönüşüm noktası ve kolonilerde üretilen toplam erkek ve ana arı sayısı üzerine etkisi önemsiz olarak belirlenmiştir.

Gürel ve Karslı (2013), *B. terrestris* kolonilerinde ana arı üretimini artırmak amacıyla yaptıkları çalışmada, ilk işçi arıları çıkmış olan kolonilere farklı bir koloniden işçi arı veya pupa eklenmesinin kolonilerin ana arı üretimine etkisi incelenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre koloni başına üretilen ortalama ana arı sayısı pupa ilave edilen ve işçi arı ilave edilen kolonilerde sırasıyla 72,5 adet ve 145,3 adet bulunmuştur. Araştırmacılar farklı bir koloniden işçi arı ilavesinin bombus arısı ana arı yetiştiriciliğinde faydalı bir yöntem olarak kullanılabileceğini bildirmişlerdir.

Bombus arılarının bal arılarına göre önemli bir farklılığı da kapalı ortamlarda çiftleşebilmesidir. Bu çiftleşme davranışı kitlesel üretimde büyük kolaylık sağlamaktadır. Ana arılar çıkıştan 6–9 gün sonra, erkek arılar ise 12–15 gün sonra en uygun çiftleşme yaşına ulaşırlar (Djegham vd., 1994; Kwon vd., 2006b; Velthuis ve Van Doorn, 2006). 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; Duvosion vd., 1999; Schmid-Hempel ve Schmid-Hempel, 2000; Kwon vd., 2006b; Velthuis ve Van Doorn, 2006). Akrabalı yetiştirmenin olumsuz etkilerinden korunmak için ana arıların kendi erkek kardeşleri veya akraba erkekler ile çiftleştirilmemesi önemlidir.

B. terrestris arısında farklı aydınlatma sürelerinin ve ana arı yaşlarının çiftleşme eğilimi üzerine etkilerinin belirlendiği çalışmada, en düşük çiftleşme başarısı 3 günlük yaştaki ana arı grubunda saptanmış buna karşın çiftleşme öncesinde 8 saat aydınlık 16 saat karanlık ortamda bekletilen ve 7 günlük yaşa sahip ana arıların % 88,33'ü çiftleşmiştir. Ayrıca bu ana arıların % 96,67'si çiftleşme sonrasında yaşamda kalırken, çiftleşme öncesi sürekli aydınlık ortamda bekletilen ana arıların sadece % 60,83'ü yaşamına devam etmiştir (Kwon vd., 2006b).

Ana ve erkek arıların vücut büyüklükleri ile çiftleşme süresi arasındaki ilişkinin incelendiği bir çalışmada ise çiftleşme süresi ile erkek arıların vücut büyüklüğü arasında negatif ilişki, ana arının vücut büyüklüğü arasında ise pozitif ilişki belirlenmiştir. Ayrıca erkek arıların çiftleşme sayısı arttıkça çiftleşme süresi uzamıştır (Amin vd., 2007).

Yoon vd (2007), *B. ignitus* türünde en uygun çiftleşme koşullarını belirlemek üzere yürüttükleri çalışmada da en yüksek çiftleşme başarısının 14 saat aydınlık ortamda tutulan ana arılarda elde edildiğini, en uygun çiftleşme sıcaklığının 22–25 ^{o}C ve en uygun çiftleşme öncesi bekleme sıcaklığının ise 18 ^{o}C olduğunu bildirmişlerdir.

Bombus arılarında kontrollü koşullarda yetiştiriciliğinin önemli aşamalarından birisi de çiftleşmiş ana arıların diyapoz döneminin kontrol edilmesidir. Beekman vd. (1999) tarafından diyapozun bombus arılarının bulundukları 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 (birinci ve ikinci kuluçka işçi sayısı, toplam işçi, erkek ve ana arı sayısı, koloni ömrü, cinsiyet oranı gibi) etkilerini araştırmak için yapılan çalışmada hiç diyapoza girmeyen ile 2 ve 4 ay süreli diyapoz geçiren ana arıların koloni özellikleri karşılaştırılmıştır. Diyapoza giren ve girmeyen koloniler karşılaştırıldığında gelişim özellikleri bakımından önemli farklılıklar görülmesine karşın, iki diyapoz grubu (2 ve 4 ay) kolonileri arasında bu bakımdan farklılık saptanmamıştır (Beekman ve Van Stratum, 2000).

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 oranı (% 80) 45 gün diyapozda bekletilen grupta elde edilmiş, diyapoz süresinin uzamasıyla ölüm oranının arttığı bildirilmiştir (Gösterit ve Gürel, 2009).

2.3. Bombus Arılarının Beslenmesi

Bombus arılarınının yetiştiriciliğindeki aşamalarda karşılaşılan sorunların çözümüne yönelik çok sayıda çalışma yapılmış olup, koloni gelişimini etkileyen önemli unsurlardan birisinin de besleme ve besin kalitesi olduğu araştırıcılar tarafından bildirilmiştir. Bombus arılarının kontrollü koşullarda yetiştiriciliğinde ana arılar ve koloniler şeker şurubu (1/1, şeker/su) ve bal arıları tarafından toplanmış taze ya da derin dondurucuda depolanmış polenle ad libitum olarak beslenmektedirler (Gösterit, 2009). Besleme amacıyla kullanılan besinin kalitesi yetiştirme başarısını etkileyebilecek önemli unsurlardan birisidir (Genissel vd., 2002; Vanderplanck vd., 2014). Yüksek protein, amino asit ve vitamin içeren ve birden fazla bitkiden

toplanmış polenler yetiştiricilikte tercih edilmektedir. Ayrıca kolonilerin beslenmesi amacıyla taze dondurulmuş polen kullanımının koloni gelişimini olumlu yönde etkilediği yapılan çalışmalar ile ispatlanmıştır (Pridal ve Hofbauer, 1996; Riberio vd., 1996; Ptacek, 2001; Genissel vd., 2002; Velthuis ve Van Doorn, 2006).

Riberio vd. (1996) tarafından yürütülen çalışmada taze olarak dondurulmuş polen ile beslenen kolonilerde koloni gelişim özellikleri bakımından 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.

Yeninar (1997), *B. terrestris* arıların beslenmesinde arı sütlü polen keki ve bal, arı sütlü polen keki ve şurup, normal polen keki ve bal, normal polen keki ve şurup kombinasyonlarının koloni gelişimi üzerine etkilerini araştırdığı çalışmada; % 5 arı sütü içeren polen keki ile beslemenin koloni gelişimi üzerine olumlu etkisinin olmadığını, normal polen keki ile beslenen kolonilerin daha geç dönüşüm noktasına geldiğini ve daha fazla ana arı ürettiklerini, bu yüzden normal polen keki kullanmanın arı sütlü polen kekine göre daha uygun olduğunu belirterek, şeker şurubu ile beslenen kolonilerde bal ile beslenen kolonilere göre iki kat daha fazla ana arı üretildiğini bildirmiştir.

Schmid-Hempel ve Schmid-Hempel (1998) ise kolonilerin sınırlı miktarda polen ile beslenmesinin küçük ve az sayıda işçi, erkek ve ana arı üretilmesine neden olduğunu ve bol miktarda polen ile beslenen kolonilerin yaşama gücünün yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

Genissel vd. (2002), ticari polen karışımı ve üç farklı bitkiden (*Prunus, Salix ve Taraxacum*) elde edilen polenler ile beslemenin etkisini ana arısız mikro kolonilerde inceledikleri çalışmada polen proteinlerinin miktar ve kalitesinin bombus arılarında larva gelişimini ve yeni cinsiyetlerin üretimi başarısını önemli düzeyde etkilediğini bildirmişlerdir.

Gösterit (2003) tarafından *B. terrestris* arılarında arı sütü ilaveli polen keki ile beslemenin koloni gelişimi üzerine olan etkilerini belirlemek amacıyla yapılan çalışmada % 10 arı sütü katkılı polen keki ile beslenen ana arıların hiçbiri koloni oluşturamamıştır ve bu kekle beslenen larvalar ergin hale gelemeden ölmüşlerdir. Araştırmada normal polen keki ile beslenen ana arıların ise % 87'si yumurtlamış ve % 33'ünden pazarlanabilir nitelikte koloniler elde edilmiştir.

Gösterit vd. (2010) tarafından bombus arısı kolonilerinde belirli aşamalarda tüketilen polen miktarını belirlemek amacıyla gerçekleştirilen diğer bir çalışma sonuçlarına göre kolonilerinin ilk işçi arı çıkış zamanında, pazarlanabilir aşamaya gelindiğinde ve koloni ömrü sonunda sırasıyla 7,55 gram, 189,73 gram ve 421,8 gram polen tükettikleri belirlenmiştir.

Bombus arılarında besleme ile ilgili araştırmalarda kullanılan besin maddesinin etkisini belirlemek amacıyla kalabalık koloniler yetiştirmek yerine mikro koloniler oluşturarak bu besinlerin etkisinin belirlenmesi yöntemi de kabul görmektedir. Vanderplanck vd. (2014), yaptıkları araştırmada beş farklı polenini kimyasal içeriğin bombus arısı kolonisinin gelişimi ve polen toplama davranışı üzerine etkilerini araştırmışlardır. Her birinde 2 günlük yaşta olan 4 işçi arı olacak şekilde oluşturulan mikro kolonilerde diyetin etkisini belirlemek için larva ağırlığı ve sayısı, toplanan polen ağırlığı, polen yarayışlılığı ve toplam şurup tüketimi parametreleri belirlenmiştir. Elde edilen bulgulara göre işçi arıların bitki tercihlerinde polenin kimyasal içeriğinin önemli olabileceği bildirilmiştir.

Baloğlu ve Gürel (2015), 4 farklı polenin *B.terrestris* arısında koloni gelişimi üzerine etkilerini incelemişlerdir. Araştırıcılar *Cistus* spp. poleninin % 11,9, *Papaver somniferum* poleninin % 21,4, *Sinapis arvensis* poleninin % 21,8, bu 3 polenin eşit oranlarda karışımının ise %18,4 ham proteine sahip olduğunu belirtmişlerdir. Araştırmada polenin protein içeriğinin tüketim miktarını etkilediği ve pazarlanabilir aşamaya gelinceye kadar *Cistus* poleni ile beslenen kolonilerin 167,4 gram, *Papaver* poleni ile beslenen kolonilerin 140,7 gram, karışık polen ile beslenen kolonilerin 136,2 gram ve *Sinapis* poleni ile beslenen kolonilerin 132,4 gram polen tükettiği belirlenmiştir. Ayrıca araştırma sonuçları birden fazla bitkiye ait polen karışımının *B. terrestris* arısının kitlesel yetiştiriciliği için daha uygun oldugunu göstermiştir.

Bombus arılarının koloni gelişimine etkisi araştırılan soya unu ve yağsız süt tozu, bal arılarının ek beslenmesi için hazırlanan diyetlerin protein içeriğinin iyileştirilmesi amacıyla uzun yıllardır kullanılmakatdır. Bal arısı kolonileri polen sıkıntısı çektikleri dönemde proteince zengin yemlerle beslenirler. Bu amaçla polen katkılı yemler ya da soya unu, soya proteini, yağsız süt tozu, bira mayası, kazeolat gibi polen ikame yemlerinden yararlanılır. Polen yerine kullanılan kaynaklarla hazırlanan ikame yemlerin ergin arı ve bal üretimine etkilerini belirlemeye yönelik çok sayıda araştırma yapılmıştır (Standifer vd.,1978; Baidya vd., 1993; Seven ve Seven, 2006; Dodoloğlu ve Emsen, 2007).

Standifer vd. (1977), bal arılarının beslenmesinde polenden sağlanan protein ihtiyacının ek gıdalarla da sağlanabileceğini ve doğal polen bulunmadığı dönemlerde bal arısı kolonilerinin çeşitli bira mayası ürünleri, buğday unu, soya fasulyesi unu gibi ek besinler ile tek başına ya da kombinasyon halinde beslenebileceğini belirtmiştir.

Seven ve Seven (2006), bal arılarının beslenmesi amacıyla yapılan keklerde sırasıyla pudra şekeri, bal, vitamin, antibiyotik ve süt tozu kullanan arıcıların, diğer materyalleri daha az oranlarda tercih ettiklerini bildirmişlerdir. Araştırıcılar arıcılıkta kullanılan besleme materyallerinin arıların doğal besinlerine yakın olması gerektiğini ve bunun için uygun materyallerin ise bal yerine şeker, polen yerine yağsız süt tozu ve yağsız soya unu olabileceğini bildirmişlerdir.

Bal arılarında farklı katkı maddeleri ile ek besleme yapılarak fizyolojik özelliklerin incelendiği ve belirli gruplar oluşturularak besleme işleminin gerçekleştirildiği çalışma sonuçlarına göre ek besleme amacıyla kullanılabilecek en uygun diyetin bal ve polen keki olduğu bildirilmiştir **(**Dodoloğlu ve Emsen, 2007**)**.

Farklı çalışmalardan elde edilen sonuçlara göre polen ikame yemlerinin çekiciliğinin ve etkisinin doğal polene göre az olması, içerdikleri laktoz, selüloz gibi besin maddelerinin sindirim sistemi üzerinde olumsuz etkileri ve ikame yemlerin beklenen yararları sağlayamaması, buna karşılık polenin yavru gıda bezlerini daha iyi geliştirmesi arıların beslenmesinde polen katkılı yemlerin daha çok kullanılmasına neden olmaktadır (Bobrzecki, 1996).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Araştırma yeri ve yetiştirme odası özellikleri

Proje iki yetiştirme odası, bir çiftleştirme odası, bir soğuk hava kabini ve bir laboratuardan oluşan Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü Arıcılık Araştırma ve Uygulama Laboratuarında yürütülmüştür. Deneme, sıcaklığı 27-28 ^{o}C, oransal nemi ise % 60-65 düzeyine ayarlanmış bombus arısı yetiştirme odasında gerçekleştirilmiştir. Sıcaklık ve nemin kontrolü klima ve nemlendiriciler ile sağlanmıştır. Koloniler kontrol edilirken arıların daha az hareketli oldukları kırmızı ışık kullanılmıştır. Kontroller dışında ise koloniler karanlık ortamda tutulmuşlardır (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Bombus arısı yetiştirme odası ve yetiştirme kutuları

3.1.2. *Bombus terrestris* ana arılarının elde edilmesi

Denemenin başlatılması amacıyla kullanılan *B. terrestris* ana arıları Antalya'da faaliyet gösteren ve *B. terrestris* kolonilerini üreterek seracılık sektörüne sunan ticari bir firmadan (Bio–Grup Ltd. Şti.) satın alınmıştır.

3.1.3. Yetiştirme kutuları

Araştırma süresince bütün koloniler 15x20 cm ebatlarında olan, yeterli havalandırma boşlukları bulunan ve ticari firmadan satın alınan plastik yetiştirme kutularında yetiştirilmiştir. Şekerli su bölmesi yetiştirme kutusunun alt kısmına yerleştirilmiş ve emici bir filtre yardımı ile kolonilerin şekerli suyu alabilmeleri sağlanmıştır.

3.1.4. Kolonilere verilen polen, ikame yemler ve şeker şurubunun özellikleri

Ana arıların ve kolonilerin beslenmesinde kullanılan katkısız polenler Akdeniz Bölgesi'nde bal arısı yetiştiriciliği yapan arıcılardan satın alınmıştır. İkame yem olarak kullanılan yağsız soya unu ve süt tozu ise piyasadan temin edilmiştir. Satın alınan taze polen, süt tozu ve yağsız soya unu kullanılıncaya kadar derin dondurucuda (–18 ^{o}C) depolanmıştır. Kullanılan polenlerin tek bir bitki türünden değil farklı bitki türlerinin karışımından oluşmasına dikkat edilmiştir.

3.2. Yöntem

3.2.1. Deneme gruplarının oluşturulması

Araştırmada farklı şekillerde besleme uygulanan grupların her biri için 30 adet olmak üzere diyapoz dönemini tamamlamış ve yumurtlamaya hazır toplam 270 adet *B. terrestris* ana arısı kullanılmıştır. Denemede bombus arılarının beslenmesi amacıyla kullanılan polene yağsız soya unu ve süt tozu ilave edilmesinin etkisini belirlemek amacıyla aşağıdaki şekilde 9 farklı grup oluşturulmuştur:

1. Grup (kontrol grubu): Ana arıların başlatma kutusuna konulmasından koloni yaşamının sonuna kadar katkısız polen (bal arıları tarafından toplanmış ve taze olarak dondurulmuş) ile besleme.
2. Grup: İlk işçi arıların çıkışına kadar katkısız polen ile ilk işçi arılar çıktıktan sonra 2 birim polen+1 birim yağsız soya unu ile hazırlanmış kek ile besleme.
3. Grup: Ana arıların başlatma kutusuna konulmasından koloni yaşamının sonuna kadar 2 birim polen+1 birim yağsız soya unu ile hazırlanmış kek ile besleme.

4. Grup: İlk işçi arıların çıkışına kadar katkısız polen ile ilk işçi arılar çıktıktan sonra 2 birim polen+1 birim süt tozu ile hazırlanmış kek ile besleme.
5. Grup: Ana arıların başlatma kutusuna konulmasından koloni yaşamının sonuna kadar 2 birim polen+1 birim süt tozu ile hazırlanmış kek ile besleme.
6. Grup: İlk işçi arıların çıkışına kadar katkısız polen ile ilk işçi arılar çıktıktan sonra 1 birim polen+1 birim yağsız soya unu ile hazırlanmış kek ile besleme.
7. Grup: Ana arıların başlatma kutusuna konulmasından koloni yaşamının sonuna kadar 1 birim polen+1 birim yağsız soya unu ile hazırlanmış kek ile besleme.
8. Grup: İlk işçi arıların çıkışına kadar katkısız polen ile ilk işçi arılar çıktıktan sonra 1 birim polen+1 birim süt tozu ile hazırlanmış kek ile besleme.
9. Grup: Ana arıların başlatma kutusuna konulmasından koloni yaşamının sonuna kadar 1 birim polen+1 birim süt tozu ile hazırlanmış kek ile besleme.

Farklı besleme şekilleri için kullanılan bu ana arılar ve üretilen koloniler belirtilen besinlere ilave olarak 1:1,5 oranında su ve şeker ile hazırlanan şeker şurubu (50 brix) ile ad libitum olarak beslenmiş, haftada iki defa yapılan kontroller sırasında bozulan şeker şurubu ve polenler alınıp yerine tazeleri konulmuştur. Şeker şurubunun hazırlanması amacıyla toz şeker kullanılmıştır. Araştırmada bombus arılarının beslenmesi amacıyla kullanılan polene yağsız soya unu ve süt tozu her grup için belirlenen oranlarda ilave edilerek şeker şurubu ile karıştırılmış ve yoğrularak hamur kıvamına getirilmiştir. Koloninin büyüklüğü ile doğru orantılı olarak farklı şekilde hazırlanan polenler ve şeker şurubu tartılarak koloniye verilmiştir.

3.2.2. Ana arıların kutulara yerleştirilmesi ve kolonilerin bakımı

Diyapoz dönemini tamamlamış ana arılar bombus arısı yetiştirme laboratuarına getirildikten hemen sonra numaralandırılıp, her biri bireysel yetiştirme kutularına konulmuştur. 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. Yumurtlamayan veya ölen ana arılar kaydedilerek daha sonra yumurtlama ve koloni oluşturma oranları hesaplanmıştır. Kutulara yerleştirildikten sonra her grupta yer alan ana arılar hazırlanan kekler ve şeker şurubu ile ad libitum olarak beslenilmiştir (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. Yetiştirme kutusu, ana arı, yardımcı işçi arı ve polen keki

Birinci kuluçka döneminde pupa dönemi başladığında ana arının yumurtlamasını teşvik etmek amacıyla verilen yardımcı işçi arılar yuvalardan alınmıştır. Koloni gelişimleri, yapılan periyodik kontrollerle sürekli izlenmiş ve koloni gelişim özellikleri kaydedilmiştir. Kolonilerde üretilen toplam işçi, erkek ve ana arı sayısını belirlemek için kolonilerde ölen bireyler sayılmış, kaydedilmiş ve sonra kolonilerden alınmıştır. Parazit ve koku oluşumunu engellemek için yuvaların temizliğine özen gösterilmiştir.

3.2.3. Ana arı ve kolonilere ait incelenen özellikler

Çalışma süresince haftada iki kez yapılan periyodik gözlemler ile bütün deneme gruplarında ana arıların yetiştirme odasındaki kutulara aktarılmasından koloni yaşamı sonuna kadar geçen dönem içinde aşağıda sıralanan özellikler incelenmiştir.

- 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

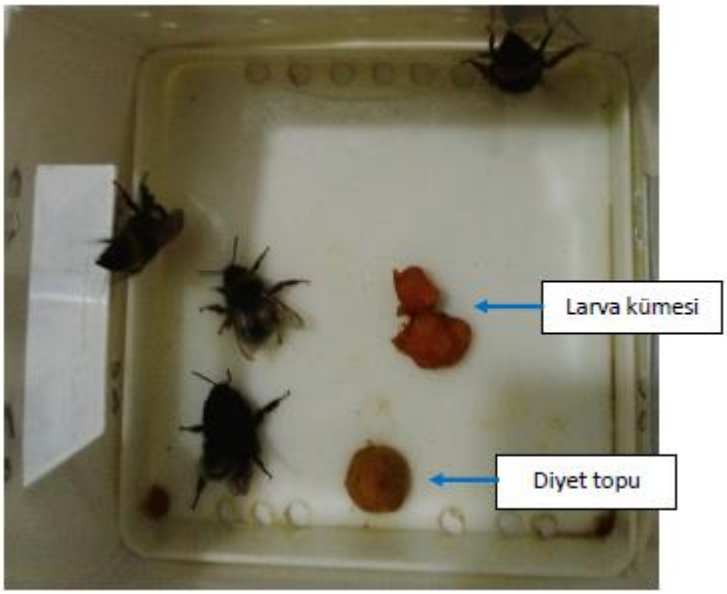
yumurtlayanların oranı.

- 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.
- 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 arıdan yumurtlayarak en az 60 adet işçi arı üretenlerin oranı.
- Tozlaşmaya uygunluk zamanı (gün): Ana arıların başlatma kutularına konulmasından tozlaşma amacıyla kullanılabileceği 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.
- Polen keki tüketimi (gram): İlk işçi arı çıkış zamanına, kolonilerin 10 adet işçi arı üretim zamanına, 50 adet işçi arı üretim zamanına ve koloni yaşamı sonuna kadarki süreçlerde polen tüketimleri.
- Şeker şurubu tüketimi (mililitre): İlk işçi arı çıkış zamanına, kolonilerin 10 adet işçi arı üretim zamanına, 50 adet işçi arı üretim zamanına ve koloni yaşamı sonuna kadarki süreçlerde şeker şurubu tüketimleri.

3.2.4. Hazırlanan diyetlerin etkisinin mikro koloni yöntemi ile belirlenmesi

Araştırmada ana arı ve bu ana arıların oluşturduğu kalabalık işçi arı populasyonuna sahip koloniler üzerine etkisinin incelenmesine ilave olarak, deneme gruplarında kullanılan diyetler aynı zamanda mikro koloniler oluşturarak da test edilmiştir. Bu amaç için 1 günlük yaşta 4 adet *B. terrestris* işçi arısından oluşan ve her farklı diyet için 5'er adet olmak üzere toplam 25 adet mikro koloni oluşturulmuştur. Her bir diyet için hazırlanan diyet topları bal mumu ile kaplanarak tartılmış ve mikro kolonilere verilmiştir (Şekil 3.3). Ayrıca laboratuarda yetiştirilen bombus arısı kolonilerinden alınan larva kümeleri tartılmış ve bu mikro kolonilerin yer aldığı kutulara sabitlenmiştir. Her bir mikro koloni standart şeker şurubu ile ad libitum beslenmiştir (Genissel vd., 2002; Tasei ve Aupinel, 2008; Vanderplanck vd., 2014).



Şekil 3.3. Mikro koloni yöntemi ile farklı diyetlerin etkisinin belirlenmesi

Mikro koloni yöntemi ile ilgili test edilen diyetler aşağıda tanımlanmıştır:

1. Grup (kontrol grubu): katkısız polen ile besleme
2. Grup: 2 birim polen+1 birim yağsız soya unu ile hazırlanmış diyet
3. Grup: 2 birim polen+1 birim süt tozu ile hazırlanmış diyet
4. Grup: 1 birim polen+1 birim yağsız soya unu ile hazırlanmış diyet
5. Grup: 1 birim polen+1 birim süt tozu ile hazırlanmış diyet

Beş farklı şekilde hazırlanan diyetlerin bombus arıları üzerine etkisini belirlemek amacıyla aşağıdaki üç parametre ölçülmüştür:

1. Mikro kolonilere verilen larva kümesinin ağırlığı ve larva kümesindeki toplam larva sayısı.
2. Her bir mikro koloni tarafından tüketilen diyet miktarı.
3. Diyet yarayışlılığı.

Mikro kolonilere verilen larva kümesinde ilk pupa görüldüğü zaman larva kümesi ve tüketilmeden kalan diyet topu tartılarak larva kümesinin ağırlık artışı ve tüketilen toplam diyet miktarı belirlenmiştir. Her bir mikro kolonide, toplam larva ağırlık artışı tüketilen toplam diyet miktarına bölünerek diyet yarayışlılığı hesaplanmıştır. Bu veriler kullanılarak ayrıca ortalama larva ağırlık artışı ve larva başına ortalama diyet tüketimi de hesaplanmıştır.

3.2.5. Verilerin istatistiki analizi

Araştırma sonunda normal gelişen ve mikro kolonilere ait elde edilen veriler MİNİTAB istatistik paket programı kullanılarak analiz edilmiştir (Anonim, 2014). Koloni gelişimi ile ilgili her özelliğe ait tanımlayıcı istatistik değerler saptanmıştır. Deneme grupları ölçülen özellikler bakımından tek yönlü varyans analizi ve Tukey testi ile karşılaştırılmıştır. Ana arıların yumurtlama, koloni oluşturma ve pazarlanabilir koloni üretme oranları ile kolonilerin ana ve erkek arı üretimi ile ilgili oransal değerler bakımından gruplar arasındaki farklılıklar ise oranlar arası z testi ile karşılaştırılmıştır.

4 . ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Araştırmada oluşturulan deneme grupları; (i) *Bombus terrestris* arısında besleme amacıyla kullanılan polen kekine farklı oranlarda yağsız soya unu ve süt tozu ilave edilmesinin ana arıların koloni oluşturma performansına etkilerini belirlemek ve (ii) normal polen ile beslenen ana arıların oluşturduğu kolonilerin bu diyetler ile beslenmesinin koloni gelişimleri üzerine etkilerini belirlemek için iki kategoride değerlendirilmiştir. Bu kapsamda yumurtlamaya başlama zamanı, yumurtlamaya başlama oranı, birinci kuluçka döneminde üretilen yumurta hücresi ve işçi arı sayısı, ilk işçi arı çıkış zamanı, ikinci kuluçka yumurtlama zamanı ile ilk işçi arı çıkış zamanındaki polen ve şeker şurubu tüketimi özelliklerinin değerlendirilmesinde ikinci, dördüncü, altıncı ve sekizinci gruplar dikkate alınmamıştır. Diğer özellikler için ise dokuz grup birlikte değerlendirilmiştir.

4.1. Ana Arıların Yumurtlama, Ölüm ve Koloni Oluşturma Oranları

Denemede 9 grup oluşturulmuş ve farklı besleme şekilleri uygulanmıştır. Ancak ana arıların yumurtlama, ölüm ve koloni oluşturma oranlarının değerlendirilmesinde sadece ana arının başlatma kutusuna konulmasından koloni gelişiminin sonuna kadar aynı tipte beslenen 1., 3., 5., 7. ve 9. gruplar dikkate alınmıştır (Çizelge 4.1). Yumurtlama oranları 1., 3., 5., 7. ve 9. gruplarda sırasıyla % 93,33, % 100, % 83,33, % 96,66 ve % 60 olarak gerçekleşmiştir. Gruplar arasında ana arıların yumurtlama oranları bakımından gözlenen farklılık istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($P<0,05$). En yüksek yumurtlama oranı ana arıların başlatma kutusuna konulmasından koloni yaşamının sonuna kadar soya unu katkılı polen keki ile beslenen 3. ve 7. gruplarda gerçekleşmiştir. *B. terrestris* ana arılarının yumurtlama oranı ile ilgili elde edilen bu bulgu, bal arıları ile ilgili yapılan çalışmalarda yağsız soya unu ile beslemenin ana arının yumurtlama oranını arttırdığı bulguları ile desteklenmektedir. Bal arılarında (*Apis mellifera*) yapılan ek besleme çalışmalarında Rahman ve Chaudhry (1991), şeker, polen ve soya unu karışımından oluşan kek ile yapılan beslemelerde, kolonilerdeki yavru üretiminin % 81'lik bir artış gösterdiğini; sadece şekerle besleme yapılan kolonilerde ise % 41'lik bir artış olduğunu belirtmişlerdir. Süt tozu katkılı polen keki ile beslenen ana arıların yumurtlama

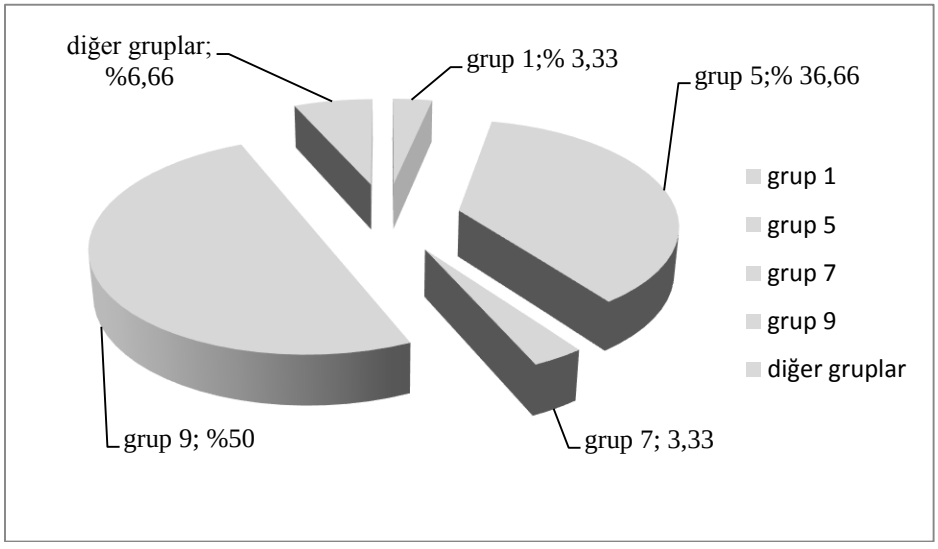
oranları ise soya unu katkılı kek ile beslenen gruplara göre önemli düzeyde düşük bulunmuştur.

Çizelge 4.1. Grupları oluşturan ana arıların yumurtlama oranı, ilk bir aydaki ölüm oranı ve ilk yumurtlama zamanı değerleri

Gruplar	Yumurtlama oranı	İlk bir aydaki ölüm oranı	İlk yumurtlama zamanı (gün)	
	%	%	N	$\bar{x}$ ± S.H
1. Grup	93,33 **bc**	3,33 **A**	28	15,68 ± 1,84 **B**
3. Grup	100,00 **b**	0 **A**	30	14,20 ± 0,76 **B**
5. Grup	83,33 **c**	36,66 **B**	25	20,76 ± 0,93 **A**
7. Grup	96,66 **b**	3,33 **A**	29	17,00 ± 0,85 **AB**
9. Grup	60,00 **a**	50,00 **B**	18	16,89 ± 1,87 **AB**

Aynı sütunda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki farklılık önemlidir (A, B, C: P<0,01; a,b,c: P<0,05).

Araştırmada kullanılan ve polene ilave edilen katkı maddelerinin ana arıların yaşamda kalması üzerine etkisini belirlemek amacıyla gruplardaki ana arıların ilk bir aydaki ölüm oranları karşılaştırılmış ve ölüm oranı bakımından gruplar arasındaki farklılık önemli bulunmuştur (P<0,01). Süt tozu ilave edilen kek ile beslenen 5. ve 9. gruplarda (sırasıyla % 36,66 ve % 50,00) anormal düzeyde yüksek oranda ana arı ölümleri gerçekleşmiştir (Şekil 4.1).



Şekil 4.1. Grupları oluşturan ana arıların ilk bir aydaki ölüm oranları

Karbonhidratlardaki pentoz grubuna giren gıdalardan bazıları (süt tozu vb.) böceklerde toksik etki yapmaktadır (Friend, 1958; Nettles vd., 1972; Yanıkoğlu, 1986). Bal arılarında galaktoz ve laktoz gibi bazı şekerlerin besleyici olmadığı ve laktozun bal arılarında toksik etki yaptığı bildirilmiştir (Barker ve Lehner, 1976; Barker, 1977). Karaçekirge (*Melanogryllus desertus* Pall.) üzerine yapılan bir araştırmada Mehmetoğlu ve Başhan (1999), bu çekirge türünün laktoz ve sellobiyozu kullanamamasının bunları hidrolizleyen enzimlere sahip olmamasından kaynaklandığını belirtmişlerdir. Ancak laktozun bombus arılarında etkisinin belirlendiği bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bombus arılarında laktozu sindiren enzimlerin olmayabileceği, dolayısıyla bu arıların laktoz intoleransı gösterebileceği ve çalışmada süt tozunun toksik etki yaratarak arıların erken ölümüne yol açtığı düşünülmektedir. Süt tozunun aksine yağsız soya ununda laktoz bulunmamaktadır (Gürsoy vd., 1999). Soya unu ilave edilen polen keki ile beslenen gruplar ile kontrol grubu arasında ise ilk bir aydaki ana arı ölüm oranı bakımından önemli fark bulunmamıştır.

Ana arılar başlatma kutularına konulduktan sonra 1.grupta, 15,68 ± 1,84 gün, 3.grupta 14,20 ± 0,76 gün, 5.grupta 20,76 ± 0,93 gün, 7.grupta 16,89 ± 1,87 gün ve 9.grupta 17,00 ± 0,85 gün sonra ilk yumurtalarını yumurtlamaya başlamışlardır. İlk yumurtlama zamanı ana arıların başlatma kutusuna konulmasından koloni yaşamının sonuna kadar 2 birim polen+1 birim süt tozu ile hazırlanmış kek ile beslenen 5. grupta diğer gruplara göre daha geç gerçekleşmiş olup, bu grup ile diğer gruplar arasındaki farklılık önemli bulunmuştur ($P<0,01$). Tüm gruplarda belirlenen ilk yumurtlama zamanı değerleri Gösterit (2003) tarafından bildirilen ve % 10 arı sütü ilaveli polen keki ile beslenen *B. terrestris* ana arıların ilk yumurtlama zamanlarından daha yüksek iken, diğer bazı çalışmalarda bildirilen *B. terrestris* ana arılarının yumurtlamaya başlama zamanları ile benzerlik göstermektedir (Gürel ve Gösterit, 2008b; Gösterit ve Gürel, 2009).

4.2. Farklı Besleme Şekillerinin Bazı Koloni Gelişim Özellikleri Üzerine Etkisi

Bu çalışmada katkısız polen, yağsız soya unu ve süt tozu katkılı polen ile beslenen ana arı ve kolonilerin gelişim özellikleri belirlenmiştir. Normal polen ile beslenen

grup en uygun gelişim özellikleri sergilerken, katkılı polen ile beslenen gruplarda koloni gelişimi açısından başarılı sonuçlar elde edilememiştir. Deneme süresince katkılı polen ile besleme yapılan gruplarda erken ana arı ölümü, düşük yumurtlama oranı gibi koloni gelişimini olumsuz etkileyecek durumlar ortaya çıkmıştır.

Araştırmada birinci kuluçkada üretilen yumurta hücresi ve işçi arı sayısı, ilk işçi arı çıkış zamanı (sosyal faz başlangıcı) ve ikinci kuluçka yumurtlama zamanı değerlerinin belirlendiği gruplara ait bulgular Çizelge 4.2'de verilmiştir. Elde edilen bulgulara göre birinci kuluçka döneminde üretilen yumurta hücresi sayısı 1.grupta 6,71 ± 0,39 adet, 3.grupta 7,17 ± 0,45 adet, 5.grupta 3,88 ± 0,44 adet, 7.grupta 8,10 ± 0,59 adet, 9.grupta 1,78 ± 0,27 adet olarak tespit edilmiştir. Birinci kuluçka döneminde üretilen yumurta hücresi sayısı bakımından gruplar arasındaki farklılık önemli bulunmuştur (P<0,01).

Çizelge. 4.2. Deneme gruplarında birinci kuluçkada üretilen yumurta hücresi ve işçi arı sayısı, ilk işçi arı çıkış zamanı (sosyal faz başlangıcı) ve ikinci kuluçka yumurtlama zamanı değerleri

	Birinci kuluçkada üretilen yumurta hücresi (adet)		Birinci kuluçkada üretilen işçi arı sayısı (adet)		İlk işçi arı çıkış zamanı (sosyal faz başlangıcı) (gün)		İkinci kuluçka yumurtlama zamanı (gün)	
Gruplar	N	$\bar{x}$ ± S.H	N	$\bar{x}$ ± S.H	N	$\bar{x}$ ± S.H	N	$\bar{x}$ ± S.H
1. Grup	28	6,71 ± 0,39 **A**	21	18,38 ± 1,68 **A**	22	37,18 ±1,60 **a**	26	15,65 ± 0,74 **A**
3. Grup	30	7,17 ± 0,45 **A**	20	13,60 ± 1,24 **AB**	23	41,00 ±1,00 **b**	27	19,48 ± 1,08 **B**
5. Grup	25	3,88 ± 0,44 **B**	-	-	-	-	-	-
7. Grup	29	8,10 ± 0,59 **A**	2	5,00 ± 0,00 **B**	4	45,00 ±1,15 **c**	10	22,40 ± 1,73 **B**
9. Grup	18	1,78 ± 0,27 **C**	-	-	-	-	-	-

Aynı sütunda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki farklılık önemlidir (A, B, C: P<0,01; a,b,c: P<0,05).

Birinci kuluçka döneminde üretilen işçi arı sayısı ise 1., 3. ve 7. gruplarda sırasıyla 18,38 ± 1,68 adet, 3,60 ± 1,24 adet ve 5,00 ± 0,00 adet olarak belirlenmiş ve gruplar arasındaki farklılık önemli bulunmuştur (P<0,01). Süt tozu ilave edilen polen keki ile besleme yapılan 5. ve 9. gruplarda ana arılar yumurtlamışlar, ancak erken ölümler nedeniyle bu gruplarda işçi arı çıkışı olmamıştır. Ana arıların başlatma kutusuna konulmasından koloni yaşamının sonuna kadar farklı oranlarda yağsız soya unu ile

hazırlanan kekler ile beslenen 3. ve 7. gruplarda yumurtlama oranı ve birinci kuluçkadaki yumurta hücresi sayısının daha yüksek olduğu gözlenmiş ancak bu farklılık istatistiki olarak önemli bulunmamıştır. Soya ununun içeriğindeki fitoöstrojen maddesinin üremeyi olumlu yönden teşvik ettiği yapılan bazı araştırmalarda ortaya koyulmuştur (Büyüktuncer ve Başaran, 2005). 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.

Benzer şekilde ilk işçi arı çıkış zamanı özelliği de sadece 1., 3. ve 7. gruplarda belirlenmiş olup bu özellik bakımından gruplar arasında önemli farklılık belirlenmiştir ($P<0,05$). Ana arıların başlatma kutusuna konulmasından ilk işçi arıların çıkışına kadar geçen ortalama süre 1.grupta 37,18 ± 1,60 gün, 3.grupta 41,00 ±1,00, 7.grupta 45,00 ± 1,15 gün olarak belirlenmiştir. Gösterit ve Gürel (2005a) tarafından bildirilen ilk işçi arı çıkış zamanı yapılan bu araştırma ile benzerlik gösterir iken, ana arısı bulunan ve ana arısı bulunmayan kolonilerin gelişim özellikleri üzerine yapılan diğer bir çalışmada işçi arı çıkış zamanı ana arının bulunduğu kolonilerde çıkan sonuçlar ile yapılan araştırmadaki sonuçlar da benzerlik göstermiş ve ana arısı bulunmayan kolonilerde daha az zamanda işçi arı çıkış zamanı gözlenmiştir (Gösterit vd., 2009).

B. terrestris ana arıları birinci kuluçkanın yumurtaları pupa dönemine girdiğinde bu pupalar üzerine ikinci kuluçkanın yumurta hücrelerini yumurtlamaya başlarlar. Araştırmada birinci kuluçka yumurta hücrelerinin yapılmasında itibaren ikinci kuluçka dönemi yumurta hücrelerinin yapılmasına kadar geçen süre 1. grupta 15,65 ± 0,74 gün, 3. grupta 19,48 ± 1,08 gün ve 7. grupta 22,40 ± 1,73 gün olarak belirlenmiştir. Bu üç grup arasındaki ikinci kuluçka yumurtlama zamanı bakımından gözlenen farklılık önemli bulunmuştur ($P<0,01$).

Denemeyi oluşturan gruplarda yer alan *B. terrestris* ana arısına ait koloni oluşturma oranı, pazarlanabilir koloni üretme oranı ve tozlaşmaya uygunluk zamanı değerleri Çizelge 4.3'te verilmiştir. Koloni oluşturma oranları 1. grupta (kontrol grubu) %

66,6, 2. grupta % 63,33, 3. grupta % 56,66, 4. grupta % 43,33, 6. grupta % 26,66 ve 8. grupta % 40,00 olarak belirlenmiştir. Greetenkord ve Drescher (1997), hem bombus işçi arısı hem de larvası ile uyarılan *B. terrestris* ana arılarının % 71'inin koloni oluşturduğunu ve bu kolonilerin ortalama 100 işçi arı ve 66 adet genç ana arı ürettiklerini bildirmişlerdir. Gürel ve Gösterit (2008c), normal polen keki ile beslenen bombus ana arılarının % 56'sının koloni oluşturmasına karşın, arı sütü ilaveli polen keki ile beslenen ana arıların koloni oluşturamadıklarını ve bütün larvaların öldüğünü, bombus ana arılarının arı sütü ilaveli polen keki ile beslenmesinin, bombus arılarının larva gelişimi üzerine negatif bir etki yaptığını bildirmişlerdir.

Çizelge. 4.3. Koloni oluşturma oranı, pazarlanabilir koloni üretme oranı, tozlaşmaya uygunluk zamanı değerleri

Gruplar	Koloni oluşturma oranı	Pazarlanabilir koloni üretme oranı	Tozlaşmaya uygunluk zamanı (gün)	
	%	%	N	$\bar{x}$ ± S.H
1. Grup	66,66 **b**	53,33 **a**	15	61,13 ±2,55 **c**
2. Grup	63,33 **bc**	60,00 **a**	18	65,39±2,11 **bc**
3. Grup	56,66 **bc**	33,33 **ac**	9	82,78±1,00 **a**
4. Grup	43,33 **ab**	10,00 **bc**	3	84,00±1,00 **a**
5. Grup	0	0	0	-
6. Grup	26,66 **a**	13,33 **bc**	4	63,25±2,29 **bc**
7. Grup	0	0	0	-
8. Grup	40,00 **ac**	6,66 **b**	2	82,00± 0,00 **ab**
9. Grup	0	0	0	-

Aynı sütunda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki farklılık önemlidir (a,b,c: P<0,05).

Pazarlanabilir koloni üretme oranları 1. grupta (kontrol grubu) % 53,33, 2. grupta % 60,00, 3. grupta % 33,33, 4. grupta % 10,00, 6. grupta % 13,33, 8. grupta % 6,66 olarak gerçekleşmiştir. Gruplar arasında pazarlanabilir koloni üretme oranı bakımından gözlenen farklılıklar önemli bulunmuştur (P<0,05). Araştırma sonuçları bombus arılarında koloni oluşturma başarısı bakımından en uygun besinin arıların doğal yaşamlarında da kullandıkları normal polen olduğunu ortaya koymuştur. Yapılan farklı çalışmalarda yetiştirmeye alınan ana arıların pazarlanabilir kalitede koloni oluşturma başarılarının farklılık gösterdiği bildirilmiştir (Gösterit, 2011; Gürel vd., 2012; Gösterit ve Gürel, 2014).

Benzer şekilde araştırmada besleme grupları arasında tozlaşmaya uygunluk zamanı bakımından gözlenen farklılığın da önemli olduğu saptanmıştır (P<0,01). Ana

arıların başlatma kutularına konulmasından tozlaşmaya uygun kalitede koloni oluşturmalarına kadar geçen süre kontrol grubunda 61,13 ± 2,55 gün, 2. grupta 65,39 ± 2,11 gün, 3. grupta 82,78 ± 1,00 gün, 4. grupta 84,00 ± 1,00 gün, 6. grupta 63,25 ± 2,29 gün, 8. grupta 82,00 ± 0,00 gün olarak belirlenmiştir.

Çizelge. 4.4. Deneme gruplarında oluşturulan kolonilerde ilk ana arı üretim zamanı, dönüşüm noktası, rekabet noktasın değerleri

	İlk ana arı üretim zamanı (gün)		Dönüşüm noktası (gün)		Rekabet noktası (gün)	
Gruplar	N	$\bar{x}$ ± S.H	N	$\bar{x}$ ± S.H	N	$\bar{x}$ ± S.H
1. Grup	11	16,09 ± 1,60	15	14,53 ± 3,65	17	33,18 ± 0,98 **B**
2. Grup	12	21,50 ± 3,12	15	6,87 ± 3,28	18	33,00 ± 2,49 **B**
3. Grup	2	12,00 ± 7,00	5	-2,40 ±2,94	16	44,63 ± 1,37 **A**
4. Grup	2	15,5 ± 10,50	4	-0,50 ± 2,02	4	35,00 ± 0,00 **AB**
5. Grup	0	-	0	-	0	-
6. Grup	0	-	5	-0,80 ±4,58	5	37,40 ± 1,75 **AB**
7. Grup	0	-	0	-	0	-
8. Grup	0	-	3	-1,30 ± 11,20	0	-
9. Grup	0	-	0	-	0	-

Aynı sütunda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki farklılık önemlidir (A, B : P<0,01).

B. terrestris arısında koloni ömrü ve sosyal düzen açısından kritik öneme sahip olan en önemli özellikler dönüşüm noktası, rekabet noktası ve ilk ana arı üretim zamanıdır. Deneme sonuçlarına göre ilk ana arı üretim zamanı sadece ilk 4 grupta gözlenmiştir. Kolonilerin ilk işçi arı çıkışından sonra (sosyal faz başlangıcı) ana arı üretimine karar verdikleri zaman birinci grupta 16,09 ± 1,60, 2. grupta 21,50 ± 3,12, 3. grupta 12,00 ± 7,00, 4. grupta 15,5 ± 10,50 gün olarak bulunmuştur. Gruplar arasında ilk ana arı üretim zamanı bakımından önemli farklılık gözlenmemiştir.

Bombus arılarında koloni yaşam döngüsü sürekli değil, bir dönemle sınırlıdır. Koloni gelişiminin en üst seviyesinde ana arının etkisinin azaldığı ya da kaybolduğu bir dönüşüm noktası yaşanmakta ve koloni ana ve erkek arı üretmektedir (Duchateau ve Velthuis, 1988; Shykoff ve Müller, 1995; Müller vd., 1996). İşçi arıların da yumurtlamaya başladığı bu aşama kolonin yakın zamanda sona ereceğinin önemli bir göstergesi olarak değerlendirilmektedir. Yapılan çalışmalarda sosyal fazdaki dönüşüm noktasının -2 ile 33 gün arasında, rekabet noktasının ise 7 ile 40 gün arasında gerçekleştiği bildirilmiştir (Duchateau ve Velthuis, 1988; Cnaani vd., 2000; Yeninar vd., 2000; Gösterit, 2003; Alaux vd., 2005, Gösterit ve Gürel 2005a).

Bombus arısı kolonilerinde ilk erkek arı çıkış zamanı, dönüşüm noktası ile doğrudan ilişkili olup koloni sosyal yapısını etkilemektedir. Dönüşüm noktası ile ana arının yumurtlamaya başlama zamanı (r=-0,69), birinci kuluçka döneminde üretilen yumurta hücresi sayısı (r=-0,58) ve ikinci kuluçka döneminde üretilen yumurta hücresi sayısı (r=-0,55) arasında önemli ilişki olduğu bildirilmiştir (Gösterit, 2003). Sunulan bu araştırmada 1. grupta 14,53 ± 3,65 gün, 2. grupta 6,87 ± 3,28 gün, 3. grupta -2,40 ± 2,94 gün, 4. grupta -0,50 ± 2,02 gün, 6. grupta -0,80 ± 4,58 gün ve 8. grupta -1,30 ± 11,20 gün olarak gerçekleşen dönüşüm noktası değerleri ile kontrol grubunda 33,18 ± 0,98 gün, 2. grupta 33,00 ± 2,49 gün, 3. grupta 44,63 ± 1,37 gün, 4. grupta 35,00 ± 0,00 gün ve 6. grupta 37,40 ± 1,75 gün olarak belirlenen rekabet noktası değerleri literatürde bildirilen sınırlar içinde yer almaktadır. Gruplar arasında dönüşüm noktası bakımından önemli bir farklılık bulunmazken, rekabet noktası bakımından gözlenen farklılıklar önemli bulunmuştur (P<0,01). Yeninar (1997) tarafından yürütülen çalışmada *B. terrestris* ana arı ve kolonilerini % 5 arı sütü içeren polen keki ile beslemenin koloni gelişimi üzerine olumlu etkisinin olmadığını, normal polen keki ile beslenen kolonilerin daha geç dönüşüm noktasına geldiğini ve daha fazla ana arı ürettiklerini bildirilmiştir.

4.3. Kolonilerde Üretilen İşçi, Erkek ve Ana Arı Sayıları

B. terrestris kolonileri arasında üretilen toplam işçi arı, erkek arı ve ana arı sayısı bakımından önemli varyasyon olduğu farklı araştırıcılar tarafından bildirilmiştir. (Duchateau ve Velthuis, 1988; Bloch, 1999; Yeninar vd., 2000; Gösterit, 2003; Alaux vd., 2004; Duchateau vd., 2004; Gürel ve Gösterit, 2008b). Araştırma sonuçlarına göre koloniler 1. grupta 134,20 ± 13,50 adet, 2. grupta 110,63 ± 9,64 adet, 3. grupta 76,82 ± 8,56 adet, 4. grupta 41,54 ± 9,29 adet, 6. grupta 53,50 ± 11,60 adet ve 8. grupta 53,80 ± 10,70 adet işçi arı üretmişlerdir. Yapılan analiz sonuçlarına göre gruplar arasında toplam işçi arı sayısı bakımından önemli farklılıklar tespit edilmiştir (P<0,01). Toplam ana ve erkek arı sayısı bakımından yapılan değerlendirmelerde diğer gruplarda veri alınabilen koloni sayısı (n) düşük olduğundan bu özellikler için sadece 1. ve 2. gruplar karşılaştırılmıştır. Toplam erkek sayısı (adet) 1. grupta 36,29 ± 5,64 adet, 2. grupta 28,31 ± 4,56 adet olarak belirlenirken, üretilen toplam ana arı sayısı ve 2. grup için sırası ile 35,58 ± 6,39

adet, 17,36 ± 4,53 adet olarak belirlenmiştir. İki grup arasındaki farklılık, toplam ana arı sayısı bakımından önemli (P<0,05), toplam erkek arı sayısı bakımından ise önemsiz bulunmuştur.

Çizelge. 4.5. Toplam işçi arı sayısı, toplam erkek arı sayısı, toplam ana arı sayısı

Gruplar	Toplam işçi arı sayısı (adet)		Toplam erkek arı sayısı (adet)		Toplam ana arı sayısı (adet)	
	N	$\bar{x}$ ± S.H	N	$\bar{x}$ ± S.H	N	$\bar{x}$ ± S.H
1. Grup	20	134,20 ± 13,50 **A**	14	36,29 ± 5,64	12	35,58 ± 6,39
2. Grup	19	110,63 ± 9,64 **AB**	13	28,31 ± 4,56	11	17,36 ± 4,53
3. Grup	17	76,82 ± 8,56 **BC**	2	12,50 ± 7,50	2	9,00 ± 5,00
4. Grup	13	41,54 ± 9,29 **C**	4	26,25 ± 8,00	2	5,50 ± 1,50
5. Grup	0	-	0	-	0	-
6. Grup	8	53,50 ± 11,60 **C**	4	9,25 ± 1,65	0	-
7. Grup	0	-	0	-	0	-
8. Grup	12	53,80 ± 10,70 **C**	3	27,3 ± 13,60	0	-
9. Grup	0	-	0	-	0	-

Aynı sütunda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki farklılık önemlidir (A, B, C: P<0,01).

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 (Plowright ve Jay, 1966; Ptacek, 2001; Velthuis ve Van Doorn, 2006). Schmid-Hempel ve Schmid-Hempel (1998), kolonilerin sınırlı miktarda polen ile beslenmesinin küçük ve az sayıda işçi, erkek ve ana arı üretilmesine neden olduğunu ve bol miktarda polen ile beslenen kolonilerin yaşama gücünün yüksek olduğunu bildirmiştir. Riberio vd. (1996), dondurularak ve kurutularak depolanmış polenlerin *B. terrestris* arısının koloni gelişimi üzerine etkilerini araştırdıkları çalışmada, kurutularak depolanmış polen ile beslenen kolonilerin taze olarak dondurulmuş polen ile beslenen kolonilere göre daha az sayıda ana, işçi ve erkek arı ürettiklerini, bu kolonilerde üretilen genç ana arıların daha küçük vücuda ve daha yüksek ölüm oranına sahip olduklarını, dolayısıyla taze dondurulmuş polen kullanmanın kaliteli koloniler yetiştirilmesi için daha uygun olduğunu belirlemişlerdir.

4.4. Kolonilerin Cinsiyet (Genç Ana Arı ve Erkek Arı) Üretme Stratejileri

Bombus arılarında cinsiyet üretim oranı teorik tahminlerin aksine erkek eğilimlidir ve bu erkek eğilimli cinsiyet oranı kaynakların az olması durumunda bu kaynakların uygun şekilde kullanılmasının bir sonucu olabilir (Bourke, 1997). Bu nedenle ana ve erkek arı üretimini en üst düzeyde tutabilmek için koloni kaynaklarının büyüme-gelişme ve üremeye ne şekilde ayrılacağı önemli bir stratejik düzeni gerektirmektedir. Kolonilerdeki bu kaynak kullanım stratejisi mevcut kaynak varlığına bağlı olarak ayrılmış cinsiyet oranına (kolonilerin bir kısmı erkek arı üretimi üzerine yoğunlaşırken, bir kısmının ana arı üretimi eğiliminde olması) yol açmaktadır. Erkek arı ve ana arı üretimi için kullanılacak kaynak miktarı arasındaki farklılık nedeniyle sınırlı miktarda kaynağa sahip olan koloniler erkek eğilimli cinsiyet oranı gösterirken, kaynak miktarının bol olması durumunda ana arı üretimi artmaktadır. Ancak bombus arılarındaki erkek eğilimli cinsiyet oranı sadece erkek arı ve ana arı üretimi için kullanılacak kaynak miktarı arasındaki farklılık ile açıklanamaz (Beekman ve Van Stratum, 1998). Bombus arıları bal arılarından farklı olarak koloni yaşamı sonuna doğru çok sayıda ana ve erkek arı üretmektedir. Bazı kolonilerde 200'e yakın ana arı üretilirken bazılarında hiç ana arı üretilmeyebilmektedir (Duchateau vd., 2004).

Çizelge 4.6. Deneme gruplarında yetiştirilen kolonilerin erkek ve ana arı üretme stratejileri

Gruplar	Sadece erkek arı	Sadece ana arı	Erkek arı + Ana arı	Cinsiyet üretmeyen
	%	%	%	%
1. Grup	25,00 **ab**	15,00	45,00 **A**	15,00 **A**
2. Grup	21,05 **ab**	10,53	47,37 **A**	21,05 **A**
3. Grup	5,88 **a**	5,88	5,88 **B**	82,35 **B**
4. Grup	-	-	15,38 **AB**	69,23 **B**
5. Grup	-	-	-	-
6. Grup	50,00 **b**	-	-	50,00 **AB**
7. Grup	-	-	-	-
8. Grup	-	-	-	-
9. Grup	-	-	-	-

Aynı sütunda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki farklılık önemlidir (A, B: $P<0,01$; a,b: $P<0,05$).

B. terrestris kolonilerinde koloni gelişiminin sonlarına doğru işçi arılar da yumurtlamaya başlamakta ve bu yumurtalardan erkek arılar gelişmektedir. Bu

çalışmadan elde edilen sonuçlar ile diğer çalışmalardaki sonuçlar karşılaştırıldığında, yağsız soya unu ve süt tozu ilave edilen polen ile beslenen kolonilerde normal polen ile beslenen kolonilere göre üretilen toplam erkek arı sayısının ve toplam ana arı sayısının önemli oranda azaldığı gözlenmiştir. Gösterit (2011) tarafından *B. terrestris* kolonilerinin % 29,20'sinin sadece erkek arı, % 15,93'ünün sadece ana arı, % 44,25'inin hem ana hem de erkek arı ürettiği ve % 10,62'sinin ise hiçbir cinsiyeti üretmediği bildirilmiştir.

Araştırmada 1., 2., 3. ve 6. gruplar dışındaki koloniler sağlıklı gelişmediği için cinsiyet üretimi bakımından değerlendirilmemiştir (Çizelge 4.6). Sadece erkek arı üreten kolonilerin oranı 1.grupta % 25,00, 2.grupta % 21,05, 3.grupta % 5,88 ve 6.grupta % 50,00 olarak bulunurken, sadece ana arı üreten kolonilerin oranı 1. grupta % 15,00, 2. grupta % 10,53, 3. grupta % 5,88 olarak belirlenmiştir. Sadece erkek arı üreten kolonilerin oranı bakımından gruplar arasındaki fark önemli bulunurken ($P<0,05$), gruplar arasında sadece ana arı üreten kolonilerin oranı bakımından önemli farklılık bulunmamıştır. Birinci, 2., 3. ve 4. gruplarda sırasıyla kolonilerin % 45,00'i, % 47,37'si, % 5,88'i ve % 15,38'i ise hem erkek arı hem de ana arı üretmişlerdir. Cinsiyet üretmeyen koloniler yalnızca işçi üretimi yapan erkek arı veya ana arı üretmeyen kolonilerdir. Cinsiyet üretmeyen kolonilerin oranı 1. grupta % 15,00, 2. grupta % 21,05, 3. grupta % 82,35, 4. grupta % 69,23 ve 6. grupta % 50,00 olarak bulunmuştur. Bu gruplar arasındaki cinsiyet üretmeyen kolonilerin oranı bakımından önemli farklılık belirlenmiştir ($P<0,01$).

4.5. Kolonilerin Polen ve Şeker Şurubu Tüketimleri

Araştırmada deneme gruplarında yer alan kolonilerin ilk işçi arı çıkış zamanına, 10 adet işçi arı çıkış zamanına, 50 adet işçi arı çıkış zamanına ve koloni yaşamı sonuna kadarki süreçlerde ortalama polen tüketim değerleri Çizelge 4.7'de verilmiştir. Denemede 2., 4., 6. ve 8. gruplar ile 10 işçi arı çıkış zamanına kadar kontrol grubunda olduğu gibi normal polen ile beslenmiştir. Dolayısıyla bu gruplar için, ilk işçi arı çıkış zamanındaki ve 10 adet işçi arı çıkış zamanındaki polen ve şeker şurubu tüketimi değerleri hesaplanmamıştır. Ana arıların başlatma kutusuna konulmasından koloni yaşamının sonuna kadar süt tozu katkılı polen ile beslenen 5. ve 9. gruplarda erken dönemde gözlenen ana arı ölümleri ve işçi arı çıkmamasından kaynaklanan

sorunlardan dolayı bu iki grup polen ve şeker şurubu tüketimi bakımından değerlendirilememiştir.

B. terrestris arılarında polenlere yağsız soya unu ve süt tozu ilave edilmesinin koloni gelişiminin farklı dönemlerindeki polen tüketimi (gram) üzerine etkilerini belirlemek için 10 adet işçi arı çıkış zamanına, 50 adet işçi arı çıkış zamanına ve koloni yaşamı sonuna kadarki polen tüketimleri sadece 1, 2. ve 3. gruplarda karşılaştırılmıştır. 10 adet işçi arı çıkış zamanına kadarki polen tüketimi bakımından 2. ve 3. gruplar arasındaki, 50 adet işçi arı çıkış zamanına kadarki polen tüketimi bakımından ise 1. ve 2. gruplar arasındaki farklılık önemli bulunmuş ($P<0,05$), diğer farklılıklar ise önemsiz bulunmuştur. Toplam polen tüketimi bakımından ise 1. grup ile 2. grup, 1. grup ile 3. grup ve 2. grup ile 3. grup arasındaki farklılıklar önemli bulunmuştur ($P<0,01$).

Çizelge 4.7. *B. terrestris* arılarında polenlere yağsız soya unu ve süt tozu ilave edilmesinin koloni gelişiminin farklı dönemlerindeki polen tüketimi üzerine etkisi (gram)

Gruplar	Tüketim miktarı ölçüm zamanı							
	İlk işçi arı çıkışı		10 işçi arı çıkışı		50 işçi arı çıkışı		Koloni sonu	
	N	$\bar{x}$ ± S.H	N	$\bar{x}$ ± S.H	N	$\bar{x}$ ± S.H	N	$\bar{x}$ ± S.H
1. Grup	21	13,81 ± 1,30	20	22,45 ± 1,69	15	90,20 ± 4,08	17	286,4 ± 23,3
2. Grup	-	-	20	24,25 ± 1,58	18	71,89 ± 4,47	18	189,7 ± 11,9
3. Grup	20	7,60 ± 0,62	17	16,88 ± 1,83	9	75,78 ± 4,96	9	90,00 ± 7,21
4. Grup	-	-	0	-	0	-	0	-
5. Grup	0	-	0	-	0	-	0	-
6. Grup	-	-	7	24 ± 2,98	4	72,25 ± 2,43	5	117,20 ± 3,35
7. Grup	2	7,00 ± 1,00	0	-	0	-	0	-
8. Grup	-	-	0	-	0	-	0	-
9. Grup	0	-	0	-	0	-	0	-

Araştırmada kolonilerin ilk işçi arı çıkış zamanı, 10 işçi arı çıkış zamanı, 50 işçi arı çıkış zamanı ve koloni yaşamı boyunca şeker şurubu tüketimleri Çizelge 4.8'de verilmiştir. İlk işçi arı çıkış zamanı ve 50 işçi arı çıkış zamanındaki şeker şurubu tüketimi 1. grupta bulunan kolonilerde sırasıyla 51,43 ± 2,50 mililitre ve 173,20 ± 12,90 mililitre, 3. grupta bulunan kolonilerde sırasıyla 44,50 ± 1,33 mililitre ve 231,30 ± 25,80 mililitre olarak belirlenmiştir. Gruplar arasında ilk işçi arı çıkış zamanında ($P<0,05$) ve 50 işçi arı çıkış zamanındaki ($P<0,01$) şurup tüketimi bakımından 1. ve 3.gruplar arasındaki farklılık önemli bulunmuştur. 10 işçi arı çıkış

zamanındaki şurup tüketimi bakımından 1., 2., 3. ve 4. gruplar karşılaştırılmış, gruplar arasındaki farklılık önemsiz bulunmuştur. Toplam şeker şurubu tüketimi bakımından 1., 2. ve 3. gruplar karşılaştırılmış 1. grup ile 3. grup ve 2. grup ile 3. grup arasındaki farklılık önemli bulunmuştur (P<0,01). Diğer gruplar arasındaki farklılıklar önemsiz bulunmuştur.

B. terrestris kolonilerinin değişik dönemlerdeki polen tüketiminin belirlenmesine yönelik yapılan çalışmada kolonilerin ilk işçi arı çıkış zamanına kadar 7,55 ± 0,29 gram, pazarlanabilir koloni aşamasına kadar 189,73 ± 9,92 gram ve koloni yaşamı boyunca 421,8 ± 13,0 gram polen tükettikleri bildirilmiştir (Gösterit vd., 2010). Gürel vd. (2012) tarafından yapılan diğer çalışmada bombus arılarının 11 hafta boyunca toplam tüketilen şurup miktarı 510,14 ± 38,42 mililitre, toplam tüketilen polen miktarı ise 180,46 ± 17,44 gram olarak bulunmuştur.

Çizelge 4.8. *B. terrestris* arılarında polenlere yağsız soya unu ve süt tozu ilave edilmesinin koloni gelişiminin farklı dönemlerindeki şeker şurubu tüketimi üzerine etkisi (mililitre)

Gruplar	Tüketim miktarı ölçüm zamanı							
	İlk işçi arı çıkışı		10 işçi arı çıkışı		50 işçi arı çıkışı		Koloni sonu	
	N	$\bar{x}$ ± S.H	N	$\bar{x}$ ± S.H	N	$\bar{x}$ ± S.H	N	$\bar{x}$ ± S.H
1. Grup	21	51,43 ± 2,50	20	69,75 ± 3,45	15	173,20 ± 12,90	21	643,0 ± 59,3
2. Grup	-	-	20	76,10 ± 5,12	18	208,20 ± 10,80	20	643,9 ± 35,8
3. Grup	20	44,50 ±1,33	17	81,76 ± 6,65	9	231,30 ± 25,80	18	387,7 ± 26,3
4. Grup	-	-	15	72,80 ± 4,09	2	157,00 ±	0	-
5. Grup	0	-	0	-	0	-	0	-
6. Grup			7	91,14 ± 9,82	4	217,00 ± 23,40	7	460,0 ± 47,9
7. Grup	2	41,00 ± 2,00	0	-	0	-	0	-
8. Grup	-	-	15	76,53 ± 5,44	3	187,70 ± 29,20	0	-
9. Grup	0	-	0	-	0	-	0	-

4.6. Araştırmada Kullanılan Farklı Diyetlerin Etkisinin Mikro Koloni Yöntemi İle Belirlenmesi

Bombus arılarında farklı diyetlerin etkisinin araştırılmasında, diyetlerin tüm koloni yerine mikro koloniler oluşturularak test edilmesi de etkili bir yöntem olarak bildirilmiştir. Büyük kolonilere göre daha fazla kolaylık sağlayan bu yöntem farklı diyet uygulamalarında ortalama larva ağırlığı gibi parametrelerin belirlenmesinde de

büyük kolonilere oranla daha duyarlıdır (Genissel vd., 2002; Tasei ve Aupinel, 2008; Vanderplanck vd., 2014).

Araştırmada kullanılan farklı diyetlerin ana arı ve bu ana arıların oluşturduğu kalabalık işçi arı populasyonuna sahip koloniler üzerine etkisinin incelenmesine ilave olarak, deneme gruplarında kullanılan diyetler aynı zamanda mikro koloniler oluşturularak da test edilmiş ve ortalama larva ağırlık artışı, larva başına tüketilen besin miktarı ve diyet yarayışlılığı gibi özellikler incelenmiştir (Çizelge 4.9).

Çizelge 4.9. *B. terrestris* mikro kolonilerinde farklı diyetlerin yarayışlılığı

	Katkısız polen	2 br. polen + 1 br. yağsız soya unu	1 br. polen + 1 br. yağsız soya unu	2 br. polen + 1 br. süt tozu	1 br. polen + 1 br. süt tozu
	$\bar{x}$ ± S.H	$\bar{x}$ ± S.H	$\bar{x}$ ± S.H	$\bar{x}$ ± S.H	$\bar{x}$ ± S.H
Larva adedi	9,20 ± 0,58 (n=5)	9,00 ± 0,54 (n=5)	10,80 ± 1,02 (n=5)	8,25 ± 1,44 (n=4)	4,67 ± 1,45 (n=3)
Toplam larva ağırlık artışı (gram)[1]	2,26 ± 0,31 (n=5)	2,12 ± 0,26 (n=5)	1,287 ± 0,14 (n=5)	0,179 ± 0,12 (n=5)	-0,042 ± 0,05 (n=5)
Ortalama larva ağırlık artışı (gram)	0,244 ± 0,030 (n=5)	0,241 ± 0,037 (n=5)	0,128 ± 0,023 (n=5)	0,026 ± 0,010 (n=4)	-0,028 ± 0,036 (n=3)
Toplam tüketilen besin miktarı (gram)[2]	1,740 ± 0,343 (n=5)	1,941 ± 0,250 (n=5)	1,496 ± 0,190 (n=5)	1,253 ± 0,066 (n=5)	0,502 ± 0,202 (n=5)
Larva başına tüketilen besin miktarı (gram)	0,195 ± 0,040 (n=5)	0,220 ± 0,034 (n=5)	0,150 ± 0,032 (n=5)	0,164 ± 0,027 (n=4)	0,089 ± 0,047 (n=3)
Diyet yarayışlılığı (1/2)	1,690 ± 0,659 **A** (n=5)	1,097 ± 0,023 **AB** (n=5)	0,875 ± 0,054 **AB** (n=5)	0,130 ± 0,081 **B** (n=5)	-0,121 ± 0,127 **B** (n=5)

Aynı satırda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki farklılık önemlidir (A, B: P<0,01).

Elde edilen sonuçlara göre ortalama larva ağırlık artışı katkısız polen ile beslenen mikro kolonilerde 9,20 ± 0,58 gram, 2 birim polen+1 birim yağsız soya unu ile beslenen mikro kolonilerde 9,00 ± 0,54 gram, 1 birim polen+1 birim yağsız soya unu ile beslenen mikro kolonilerde 9,00 ± 0,54 gram, 2 birim polen+1 birim süt tozu 8,25 ± 1,44 gram ve 1 birim polen+1 birim süt tozu 4,67 ± 1,45 gram olarak bulunmuştur. Larva başına tüketilen besin miktarı katkısız polen ile beslenen mikro kolonilerde 0,195 ± 0,040 gram, 2 birim polen+1 birim yağsız soya unu ile beslenen mikro kolonilerde 0,220 ± 0,034 gram, 1 birim polen+1 birim yağsız soya unu ile beslenen mikro kolonilerde 0,150 ± 0,032 gram, 2 birim polen+1 birim süt tozu 0,164 ± 0,027

gram ve 1 birim polen+1 birim süt tozu 0,089 ± 0,047 gram olarak bulunmuştur. Uygulanan bu yöntemde kullanılan larva kümelerinde yer alan larvaların yaşının eşit olmama ihtimali söz konusu olabileceğinden dolayı, diyetlerin etkisinin değerlendirilmesinde kullanılabilecek en uygun özellik diyet yarayışlılığıdır. Araştırmada diyet yarayışlılığı bakımından kullanılan diyetler arasında önemli farklılık belirlenmiştir ($P<0,01$). Diyet yarayışlılığı katkısız polen ile beslenen mikro kolonilerde 1,690 ± 0,659, 2 birim polen+1 birim yağsız soya unu ile beslenen mikro kolonilerde 1,097 ± 0,023, 1 birim polen+1 birim yağsız soya unu ile beslenen mikro kolonilerde 0,875 ± 0,054, 2 birim polen+1 birim süt tozu 0,130 ± 0,081 ve 1 birim polen+1 birim süt tozu -0,121 ± 0,127 olarak bulunmuştur.

5 . SONUÇ VE ÖNERİLER

Bombus terrestris arısının kitlesel yetiştiriciliğinde besleme ve kullanılan besinin özellikleri yetiştiricilik başarısını etkileyebilecek önemli faktörlerden birisidir. Bombus arılarının doğal besin kaynağı olan polenin etkinliğinin artırılmasına yönelik bazı çalışmalar yapılmış ve polen kalitesinin koloni gelişimi üzerine etkileri araştırılmıştır. Bombus arısı kitlesel yetiştiriciliğinde polen en önemli üretim girdilerinden birisini oluşturmaktadır. Doğadan bağımsız laboratuar koşularında yıl boyu bombus arısı kitlesel üretimi yapan firmalar çok büyük miktarlarda taze poleni bal arısı yetiştiricilerinden satın alarak -18 ^{o}C de depolamakta ve yıl boyu kullanmaktadırlar. Bu durum da koloni maliyetini artırmaktadır. Bal arısı yetiştiriciliğinde yağsız soya unu, süt tozu, bira mayası gibi proteince zengin çeşitli yem maddeleri polenli veya polensiz farklı karışımlarda hazırlanarak uzun zamandır bal arılarının beslenmesinde kullanılmaktadır. Polen ikame veya polen katkılı yemlerde aranan en önemli özellikler; arılar için çekiciliği, maliyeti, besin değeri, yağ, tuz, nişasta gibi toksik madde içerip içermemesidir. Kitlesel üretimi son yıllarda hem dünyada hem de ülkemizde çok hızlı artan bombus arılarında da polen ikame veya polen katkılı yemlerin kullanılabilirliğinin araştırılması oldukça önem kazanmıştır.

Sunulan bu çalışmada, bombus arılarının beslenmesi amacıyla kullanılan polene yağsız soya unu ve süt tozu ilave edilmesinin etkisini belirlemek amacıyla 9 farklı grup oluşturulmuş ve farklı oranlarda bir araya getirilmiş diyetler ile beslenmişlerdir. Araştırmada oluşturulan deneme gruplarının karşılaştırılması ile *B. terrestris* arılarının beslenmesinde kullanılan polen kekine farklı oranlarda yağsız soya unu ve süt tozu ilave edilmesinin ana arıların koloni oluşturma performansına etkisinin belirlenmesi ve normal polen keki ile beslenen ana arıların oluşturduğu kolonilerin yağsız soya unu ve süt tozu ilave diyetler ile beslenmeye başlanmasının koloni gelişimleri üzerine etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Ayrıca çalışma ile bombus arılarının kontrollü koşullarda yetiştiriciliğindeki bütün aşamalarda uygulama yapılmasına, bilgi üretilmesine ve üretim teknikleri konusunda deneyimli yeni araştırıcılar yetiştirilmesine katkı sağlanması da amaçlanmıştır.

Bu çalışma ile *B. terrestris* arılarında besin maddesi olarak kullanılan polenin protein içeriğinin artırılması amacıyla yağsız soya unu ve süt tozunun belli oranlarda ilave edilmesinin koloni gelişimine etkileri öncelikli olarak incelenmiş, ana arıların koloni oluşturma performansları 5. ve 9. gruplar hariç tüm gruplarda koloni oluşturma oranı bakımından gözlenen farklılıklar önemli bulunmuştur ($P<0,05$).

Araştırmada kullanılan ve polene ilave edilen süt tozunun ana arıların yaşamda kalması üzerine etkisini belirlemek amacıyla gruplardaki ana arıların ilk bir aydaki ölüm oranları karşılaştırılmış ve ölüm oranı bakımından gruplar arasındaki farklılık önemli bulunmuştur ($P<0,01$). Süt tozu ilave edilen kek ile beslenen 5. ve 9. gruplarda anormal düzeyde yüksek oranda ana arı ölümleri gerçekleşmiş bu nedenle işçi arı çıkışı gözlenmemiştir. Karbonhidratlardaki pentoz grubuna giren gıdalardan bazıları (süt tozu vb.) böceklerde toksik etki yapmaktadır (Friend, 1958; Nettles vd., 1972; Yanıkoğlu, 1986). Bal arılarında galaktoz ve laktoz gibi bazı şekerlerin besleyici olmadığı ve laktozun bal arılarında toksik etki yaptığı bildirilmiştir (Barker ve Lehner, 1976; Barker, 1977). Karaçekirge (*Melanogryllus desertus* Pall.) üzerine yapılan bir araştırmada Mehmetoğlu ve Başhan (1999), bu çekirge türünün laktoz ve sellobiyozu kullanamamasının bunları hidrolizleyen enzimlere sahip olmamasından kaynaklandığını belirtmişlerdir. Ancak laktozun bombus arılarında etkisinin belirlendiği bir çalışmaya rastlanmamıştır. Süt tozu içeren diyetler ile beslenen gruplarda yüksek oranlarda ölüm gözlenmesinin nedeni bombus arılarında laktozu sindiren enzimlerin olmayabileceği, dolayısıyla bu arıların laktoz intoleransı gösterebileceği ve çalışmada süt tozunun toksik etki yaratarak arıların erken ölümüne yol açtığı düşünülmektedir.

B. terrestris ana arılarının kitlesel üretimde yumurtlatılması ve yumurtlayan ana arıların sağlıklı koloniler oluşturması önemli bir süreçtir. Gruplar arasında ana arıların yumurtlama oranları bakımından gözlenen farklılık istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($P<0,05$). En yüksek yumurtlama oranı ana arıların başlatma kutusuna konulmasından koloni yaşamının sonuna kadar soya unu katkılı polen keki ile beslenen 3. ve 7. gruplarda gerçekleşmiştir. Ana arıların başlatma kutusuna konulmasından koloni yaşamının sonuna kadar farklı oranlarda yağsız soya unu ile hazırlanan kekler ile beslenen 3. ve 7. gruplarda yumurtlama oranı ve birinci kuluçkadaki yumurta hücresi sayısının daha yüksek olduğu gözlenmiş ancak bu

farklılık istatistiki olarak önemli bulunmamıştır. Yağsız soya unu ile beslenen bu gruplarda yumurtlama oranının ve birinci kuluçkadaki yumurta hücresi sayısının yüksek oranda görülmesinin sebebi olarak soya ununun içeriğindeki fitoöstrojen maddesi olduğu düşünülmektedir. Soya ununun içeriğindeki fitoöstrojen maddesinin üremeyi olumlu yönden teşvik ettiği yapılan bazı araştırmalarda ortaya koyulmuştur (Büyüktuncer ve Başaran, 2005). *B. terrestris* ana arılarının yumurtlama oranı ile ilgili elde edilen bu bulgu, bal arıları ile ilgili yapılan çalışmalarda yağsız soya unu ile beslemenin ana arının yumurtlama oranını arttırdığı bulguları ile desteklenmektedir. Ayrıca pazarlanabilir koloni üretme başarısı bakımından yağsız soya unu ile beslenen 2. grupta elde edilen sonuç diğer gruplar arasındaki en yüksek değeri oluşturmuştur. Bu nedenle yetiştiricilikte normal polene göre hem maliyetinin düşük olması hem de pazarlanabilir koloni oluşturma bakımından yüksek değerler elde edilmesinden dolayı soya ununun diyetlere ilave edilmesi yöntemi tercih edilebilir görülmektedir.

Normal polen ile beslenen grupların en uygun gelişim özellikleri sergilediği, katkılı polen ile beslenen gruplarda ise koloni gelişimi açısından başarılı sonuçlar elde edilemediği tespit edilmiştir. Deneme süresince katkılı polen ile besleme yapılan gruplarda erken ana arı ölümü, düşük yumurtlama oranı gibi koloni gelişimini olumsuz etkileyecek durumlar ortaya çıkmıştır.

Sunulan bu araştırmada "Bombus arılarının diyetlerine soya unu ve süt tozu ilave edilmesi diyetin yarayışlılığını ve arıların koloni oluşturma başarısını olumlu etkiler" hipotezi test edilmiştir. Araştırmadan elde edilen sonuçlar polene soya unu ve süt tozu ilave edilerek hazırlanan diyetlerin *B. terrestris* arısında ana arıların koloni oluşturma başarısı ve koloni gelişimini olumsuz etkilediğini ortaya koymuştur. Daha önce yapılan çalışmaların sonuçları ile birlikte değerlendirildiğinde, bombus arıları için en uygun diyetin arıların doğal yaşamlarında da kullandıkları taze polen olduğu rahatlıkla ifade edilebilir. Soya unu ve süt tozu katkılı polen keki ile beslemenin *B. terrestris* arıları için uygun olmadığı görülmüştür. Ancak bal arıları tarafından farklı bitkilerden toplanan polenlerin kimyasal içeriklerinin farklı olduğu ve bu faktörün bombus arısı kolonileri arasında karşılaşılan varyasyonda etkili olabileceği de göz ardı edilmemelidir.

KAYNAKLAR

Abak, K., Sarı, N., Paksoy, M., Kaftanoğlu, O., Yeninar, H., 1995. Efficiency of Bumble Bees on the Yield and Quality of Eggplant and Tomato Grown in Unheated Glasshouses. Acta Horticulturae, 412, 268-274.

Akbari, N., Movahhed, S., Chenarbon, H.A., Asadi, H., 2012. Evaluation of Additional Soybean Flour and Sourdough Lactobacillus Plantarum (Atcc 43332) on Rheological and Quality Properties of Toast Breads. *Annals* of Biological Research, *3*(5), 2538-2544.

Alford, D.V., 1969. A Study of the Hibernation of Bumble Bees (Hymenoptera: Bombidae) in Southern England. Journal Of Animal Ecology, 38, 149-170.

Alaux, C., Savarit, F., Jaisson, P., Hefetz, A., 2004. Does the Queen Win İt All? Queen-Worker Conflict Over Male Production in the Bumble Bee, *Bombus terrestris.* Naturwissenchaften, 91, 400-403.

Alaux, C., Jaisson, P., Hefetz, A., 2005. Reproductive Decision-Making in Semelparous Colonies of the Bumble Bee *Bombus terrestris*. Behavioral Ecology and Sociobiology, 59, 270-277.

Alaux, C., Ducloz, F., Crauser, D., Le Conte, Y., 2010. Diet Effects on Honeybee İmmunocompetence. Biology Letters, Rsbl20090986.

Amin, M.R., Kwon, Y.J., Suh, S.J., 2007. Photoperiodic İnfluence on the Body Mass of Bumble Bee, *Bombus terrestris* and İts Copulation Duration. Journal of Applied Entomology, 131(8), 537-541.

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.

Anonim, 2014. Minitab 16 English for Windows. Minitab Inc

Baidya, D.K., Sasaki, M., Matsuka, M., 1993. Effect of Pollen-Substitute Feeding Site on Brood Rearing in Honeybee Colonies. Applied Entomology and Zoology, 28(4), 590-592.

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.

Banda, H.J., Paxton, R.J., 1991. Pollination of Greenhouse Tomatoes By Bees. Acta Horticulturae, 288, 194-197.

Barker, R.J., Lehner, Y., 1976. Galactose a Sugar Toxic to Honey Bees Found in Exudate of Tulip Flowers. Apidologie, *7*(2), 109-111.

Barker, R.J., 1977. Some Carbohydrates Found in Pollen and Pollen Substitutes are Toxic to Honey Bees. The Journal of Nutrition, 107 (10), 1859-1862.

Baydar, H., Gürel, F., 1998. Antalya Doğal Florasında Bal Arısı (*Apis mellifera*)'nın Polen Toplama Aktivitesi, Polen Tercihi ve Farklı Polen Tiplerinin Morfolojik ve Kalite Özellikleri. Turkısh Journal of Agriculture and Forestry, 22, 475-482.

Beck, S.D., 1980. Photoperiodism and Diapause Survey of Photoperiodically Controlled Diapause. Insect Photoperiodism, Second Edition, Academic Press Inc.

Beekman, M., Van Stratum, P., 1998. Bumblebee Sex Ratios: Why Do Bumblebees Produce So Many Males? Proceeding of Royal Society London B, 265, 1535-1543.

Beekman, M., Van Stratum, P., Lingeman, R., 1998. Diapause Survival and Post Diapause Performance in Bumble Bee Queens. Entomologia Experimentalis et Applicata, 89, 207-214

Beekman, M., Van Stratum, P., Veerman, A., 1999. Selection for Non Diapause in The Bumble Bee *Bombus terrestris*, With Notes on the Effect of İnbreeding. Entomologia Experimentalis et Applicata, 93, 69-75.

Beekman, M., Van Stratum, P., 2000. Does The Diapause Experience of Bumble Bee Queens, *Bombus terrestris*, Effect Colony Characteristics? Ecological Entomology, 25, 1-6.

Benton, T., 2000. The Bumble Bees of Essex. The Nature of Essex Series, No: 4, Lopinga Books, Essex, Pp:9.

Bloch, G., 1999. Regulation of Queen-Worker Conlict in Bumble Bee (*Bombus terrestris*) Colonies. Proceeding of Royal Society London B, 266, 2465-2469.

Bobrzecki, J., 1996. Effect of Stimulative Feeding With Pollen on the Development and Productivity of Honeybee Colonies. Apicultural Abstract. 245/96.

Bourke A.F.G., 1997. Sex Ratios in Bumble Bees. Philosophical Transactions of the Royal Society London B, 352, 1921–1933.

Buchmann, S.L., 1986. Vibratile Pollination in Solanum and Lycopersicon: A Look at Pollen Chemistry. in: W.G. D'Arcy (Ed.), in Solanaceae: Biology and Systematics. Pp. 218-252. Columbia University Press, New York.

Büyüktuncer, Z., Başaran A., 2005. "Fitoöstrojenler ve Sağlıklı Yaşamdaki Önemleri". Hacettepe Üniversitesi, Eczacılık Fakültesi Dergisi, 25.2, 79-94.

Cnaani, J., Robinson, G.E., Hefetz, A., 2000. The Critical Period for Caste Determination in *Bombus terrestris* and İts Juvenile Hormone Correlates. Journal of Comperative Physiology A, 186, 1089-1094.

Dastouri, M.R., Maheri-Sis, N., Aghajanzadeh Golshani, A., Ebrahim Nezhad, Y., 2007. The Effect of Replacement Feeding of Some Protein Sources with Pollen on Honey Bee Population and Colony Performance. Journal of Animal and Veterinary Advances, 6 (11), 1258-1261.

Day, S., Beyer, R., Mercer, A., Ogden, S., 1990. The Nutrient Composition of Honeybee-Collected Pollen in Otago, New Zealand. Journal of Apicultural Research, 29(3), 138-146.

Demirsoy, A., 2001. Yaşamın Temel Kuralları. Omurgasızlar / Böcekler. Entomoloji. 2, 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.

Dodoloğlu, A., Emsen B., 2007. Effects of Larvae Transfer Conditions on Queen Bee Productivity. Journal of Applied Animal Research., 31(2), 181-182.

Duchateau, M.J., Velthuis, H.H.W., 1988. Development and Reproductive Strategies in *Bombus terrestris* Colonies. Behaviour, *107*(3), 186-207.

Duchateau, M.J., Velthuis, H.H.W., Boomsma, J.J., 2004. Sex Ratio Variation in the Bumble Bee *Bombus terrestris*. Behavioral Ecology, 15, 71–82.

Duvoison, N., Baer, B., Schmid-Hempel, P., 1999. Sperm Taransfer and Male Competition in A Bumble Bee. Animal Behaviour, 58, 743-749.

Eijende, J.V.D., 1990. Method for Continous Rearing of *Bombus terrestris* and the Production of Bumble Bee Colonies for Pollination Purpoeses. Apidologie, 7(2), 54-56.

Eijnde J.V.D., Ruijter A, Van Den Steen J., 1991. Method of Rearing *Bombus terrestris* Continuously and the Production of Bumble Bee Colonies for Pollinating Purposes. Acta Horticulturae. 288, 154–158.

Eijende, J.V.D., 1994. The Pollination of Aubergines (*Solanum melongera*) in Glasshouse With Honey Bee (*Apis mellifera* L.) and Bumble Bee (*Bombus terrestris* L.). Apidologie, 25 (5), 450-452.

Ercan, N., Onus, N., 2003. The Effects of Bumble Bees (*Bombus terrestris* L.) on Fruit Quality and Yield of Pepper (*Capsicum annuum* L.) Grown in An Unheated Greenhouse. Israel Journal Of Plant Sciences, 51, 275-283.

Fisher, R.M., Pomeroy, N., 1989. Pollination of Greenhouse Muskmelons By Bumble Bee. Journal of Economic Entomology, 82, 1061-66.

Free, J. B., 1993. Insect Pollination of Crops. II. Edition. Academic Press, London.

Friend, W.G., 1958. Nutritional requirements of phytophagous insects. Annual review of entomology, *3*(1), 57-74.

Genissel, A., Aupinel, P., Bressac, C., Tasei, J. N., Chevrier, C., 2002. Influence of Pollen Origin on Performance of *Bombus terrestris* Micro-Colonies. Entomologia Experimentalis Et Applicata, 104(2-3), 329-336.

Greetenkord, D.C., Drecher, W., 1997. Succesful Colony Foundation and Development of Experimemtally Hibernated *Bombus terrestris* Queens Depending on Different Starting Methods. Acta Horticulturae (ISHS), 437: 271-276.

Goka, K., Okabe, K., Yoneda, M., Niwa, S., 2001. Bumble Bee Commercialization Will Cause Worldwide Migration of Parasitic Mites. Molecular Ecology, 10, 2095-99.

Goodwin, S., Steiner, M., 1997. Introduction of *Bombus terrestris* for Biological Pollination of Horticultural Crops in Australia. Gosford IPM Services.

Gösterit, A., 2003. *Bombus terrestris* Arılarında Diyapoz 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 İmported and Native *Bombus terrestris* L. (Hymenoptera: Apidae) Colonies in Mediterranean Coastal Region. Turkish Journal of Veterinary and Animal Science, 29, 393-398.

Gösterit, A., Gürel, F., 2005b. *Bombus terrestris* (Hymenoptera Apidae) Arılarının Yayılmasının Ekosistem Üzerine Etkileri. Uludağ Arıcılık Dergisi, 5(3), 115-21.

Gösterit, A., 2009. Bombus Arısı *(Bombus terrestris)* Kolonilerinde Dönüşüm Noktasına Göre Yapılan İki Yönlü Seleksiyonun Koloni Gelişimi Üzerine Etkileri. Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Antalya.

Gösterit, A., Gürel, F., 2009. Effect of Different Diapause Regimes on Survival and Colony Development in the Bumble Bee, *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 Bumble Bee, *Bombus terrestris* (Hymenoptera: Apidae). Turkish Journal of Zoology, 33(4), 403-407.

Gösterit, A., Karabağ, K., Gürel, F., 2010. Arıcılığın Orman Köylüleri ve Kırsal Kesimin Kalkınmasındaki Önemi. Türkiye 1. Organik Hayvancılık Kongresi, 1-4 Temmuz, Kelkit, 19-23.

Gösterit, A., 2011. Effect of Different Reproductive Strategies on Colony Development Characteristics in *Bombus terrrestris* L.. Journal of Apicultural Science, 55(2), 45-51.

Gösterit, A., 2012. Örtüaltı Yetiştiricilikte Bombus Arısı Kullanımı ve Türkiye'deki Durum. Standard Ekonomik ve Teknik Dergi, 601, 108-112.

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 İçin Temel Gereklilikler. Süleyman Demirel Üniversitesi Journal of the Faculty of Agriculture/SDÜ Ziraat Fakültesi Dergisi, 9(2).

Gürel, F., Efendi, Y., Mutaf, S., 1999. Doğadan Toplanan *Bombus terrestris* Ana Arılarının Laboratuar Koşullarında Koloni Oluşturma ve Koloni Gelişimi Özellikleri. Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences, 23, 379-384.

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., 2001a. Bombus Arısı (*Bombus terrestris*)'nın Örtüaltı Yetiştiricilikte ve Ekolojik Tarımda Kullanımı. Türkiye 2. Ekolojik Tarım Sempozyumu, 14-16 Kasım 2001, Antalya, 245-255

Gürel, F., İlaslan, D., Gösterit, A., Efendi, Y., 2001b. Bombus Arılarında Diyapoz Evresi ve Kontrol Altına Alma Çabaları. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 14, 181-188.

Gürel, F., Gösterit, A., 2007a. *Bombus terrestris* L. (Hymenoptera:Apidae) Arısının Yıl Boyu Kitlesel Üretiminde Uygulanan Teknikler ve Karşılaşılan Sorunlar. V. Ulusal Zootekni Bilim Kongresi, 5-8 Eylül, Van, 63.

Gürel, F., Gösterit, A., 2007b. Colony Development of Native *Bombus terrestris* L. (Hymenoptera; Apidae) Queens Collected From Mediterranean Region of Turkey. Ibra International Conference on Recent Trends in Apicultural Science, 10-14, June, Mikkeli, Finland.

Gürel, F., Gösterit, A., 2007c. Effects of Weight of Queens After Diapause on Colony Development in the Bumblebee, *Bombus terrestris* L..Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 20(1), 67-70.

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 Starting Methods on Colony İnitiation and Development of *Bombus terrestris* L. (Hymenoptera; Apidae) Queens. Applied Entomology and Zoology, 43(1), 113-117.

Gürel, F., Gösterit, A., 2008b. Effects of Different Temperature Conditions on the Colony Characteristics in the *Bombus terrestris* L. XXIII International Congress of Entomology, 6-12 July 2008, Durban, South Africa.

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 Karslı, B., 2011. Sera Koşullarının *Bombus terrestris* L. Kolonilerinin Tozlaşma Performansına Etkileri. Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Derim Dergisi, 28(1),47-55.

Gürel, F., Karsli, B.A., Gösterit, A., 2012. Effects of Three Kinds of Sugar Syrups on Colony Development of Bumble Bee (*Bombus terrestris L.*). Journal Of Apicultural Science, *56*(2), 13-18.

Gürel, F., Karsli, B.A., 2013. Techniques to Increase Queen Production in *Bombus terrestris L*. Colonies. Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 19(2), 351-353.

Gürsoy, O., Gökçe, R., Kınık, Ö. 1999. Beslenmede Yeni Yaklaşımlar: Soya Sütü Ve Ürünleri. Pamukkale Üniversite Mühendislik Bilimleri Dergisi, 5 (2-3), 1123-1130.

Haydak, M.H., 1970. Honey Bee Nutrition. Annual Review Of Entomology, 15(1), 143-156.

Heinrich, B., 1979. Bumble Bee Economics. Harvard University Press, Cambridge.

Hodek, I., 1996. Diapause Development, Diapause Termination and the End of Diapause. European Journal Of Entomology, 93, 475-48.

Kılınçer, N., Gençer, H.V., 2008. İnsanlarda Allerjiye Neden Olan Sokucu İğneli Böcekler. Türkiye Klinikleri Journal of Allergy-Special Topics, 1(1), 5–14.

Kwon, Y.J., Saeed, S., Duchateau, M.J., 2003. Stimulation of Colony İnitiation and Colony Development in *Bombus terrestris* By Adding A Male Pupa: The İnfluence of Age and Orientation. Apidologie 34, 429–437.

Kwon, Y.J., Than, K.K., Suh, S.J., 2006a. New Method to Stimulate the Onset of *Bombus terrestris* (Hymenoptera: Apidae) Rearing:Using Worker Helpers in the Presence of Frozen Pupae. Entomological Research, 36, 202-207.

Kwon, Y.J., Amın, M.R. Suh, S.J., 2006b. Mating Propensity of *Bombus terrestris* Reared in Different Photoperiodic Regimes. Apidologie, 37, 679–686

Mehmetoğlu, R., Başhan, M., 1999. The Carbohydrate Requirements of *Melanogryllus desertus* Pall. (Orthoptera: Gryllidae). Turkish Journal of Biology, *23* (1), 91-100.

Müller, C.B., Blackburn, T.M., Schmid-Hempel, P., 1996. Field Evidence That Host Selection By Conopid Parasitoids İs Related to Host Body Size. Insectes Sociaux, 43(3), 227-233.

Nettles, W.C., Parro, B., Sharbaugh, C., Mangum, C.L., 1972. Trehalose and Other Carbohydrates in Diapausing and Starving Boll Weevils. Annals Of The Entomological Society Of America, 65(3), 554-558.

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., 1991. Yabancılar Şimdi De Biyolojik Kaynaklarımızı Yağmalıyor. Hasad. 6(72), 6-10.

Paydaş, S., Eti, S., Kaftanoğlu, O., Yaşa, E., Derin, K., 2000. Effects of Pollination of Strawberries Grown in Plastic Greenhouses By Honeybees and Bumble Bees on The Yield and Quality of the Fruits. Acta Horticulturae, 513, 443–451.

Pernal, S.F., Currie, R.W., 2000. Pollen Quality of Fresh and 1-Year-Old Single Pollen Diets for Worker Honey Bees (*Apis mellifera* L.). Apidologie, 31(3), 387-410.

Plowright, R.C., Jay, S.C., 1966. Rearing Bumble Bee Colonies in Captivity. Journal of Apicultural Research, 5(3), 155-165.

Pridal, A., Hofbauer, J., 1996. Laboratory Rearing and Nutrition of Young Queens of Bumble Bee (*Bombus terrestris* L.) From Emergence to Diapause. Scientific Studies Research Institute for Fodder Plants, Troubsko, 14, 125-131.

Pry-Jones, O.E., Corbet, S.A., 1991. Bumble Bees. Richmond Publishing, Madrid.

Ptacek, V., 1985. Testing Three Methods of Rearing Bumble Bees. Sbornik Ved. Praci, OSEVA, VSUP Troubsko, 9, 56-57(İn Czech With English Summary).

Ptacek, V., 1991. Trial to Rear Bumble Bees. Acta Horticulturae, 288, 144–148.

Ptacek, V., 2001. Some Biological Aspects of Bumble Bee (*Bombus*, Hymenoptera) Manegement, Acta Horticulturae, 561, 279-286.

Rahman W.Ur., Chaudhry, M.I., 1991. Management Studies to Overcome Adversities in Bee Culture. Pakistan Journal of Forestry, 41(3), 130-134.

Ravestijn, W., Sande, J., 1991. Use of Bumble Bees for the Pollination of Glasshouse Tomatoes. Acta Horticulturae, 288, 204-212.

Regali, A., Rasmont, P., 1995. New Bioassays to Evaluate Diet in Orphan Colonies of *Bombus terrestris*. Apidolog, *26*, 273-281.

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 Bumble Bee *Bombus terrestris* L (Hymenoptera, Apidae). Apidologie, 27, 133-144.

Roulston, T.H., Cane, J.H., 2000. Pollen Nutritional Content and Digestibility for Animals. Plant Systematics and Evolution, 222(1-4), 187-209.

Roulston, T.A.H., Cane, J.H., Buchmann, S.L., 2000. What Governs Protein Content of Pollen: Pollinator Preferences, Pollen-Pistil İnteractions or Phylogeny?. Ecological Monographs, 70(4), 617-643.

Ruijter, A., Einjde, J., Steen J., 1992. Pollination Greenhouses Using Bumble Bees. International Workshop on Non-Apis Bees and Their Role As Crop Pollinators. Logan, Utah, USA.

Schmid-Hempel, R., Schmid-Hempel, P., 1998. Colony Performance and İmmunocompetence of A Social İnsect, *Bombus terrestris,* in Poor and Variable Environments. Functional Ecology, 12, 22-30.

Schmid-Hempel, R., Schmid-Hempel, P., 2000. Female Mating Frequencies in *Bombus spp.* from Central Europe. Insectes Sociaux, 47, 36-41.

Serrem, C.A., Kock, H.L., Taylor, J., 2011. Nutritional Quality, Sensory Quality and Consumer Acceptability of Sorghum and Bread Wheat Biscuits Fortified with Defatted Soy Flour. International Journal of Food Science & Technology, 46(1), 74-83.

Seven, İ., Seven, P.T., 2006. Elazığ Arıcılık İşletmelerinde Kolonilerin Ek Beslenme Şekillerinin Tespiti. Fırat Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Dergisi, 20(3), 211-216.

Sezgin, E., 2004. Koyulaştırılmış Süt ve Süt Tozlarının Aflatoksin M1 İçeriklerine Proses Aşamaları ve Depolamanın Etkisi. Ankara Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri Sonuç Raporu, 54 Sayfa, Ankara.

Shykoff, J.A., Müller, C.B., 1995. Reproductive Decisions in Bumble-Bee Colonies: The İnfluence of Worker Mortality in *Bombus terrestris* (Hymenoptera, Apidae). Functional Ecology, 106-112.

Somerville, D.C., Nicol, H.I., 2006. Crude Protein and Amino Acid Composition of Honey Bee-Collected Pollen Pellets From South-East Australia and A Note on Laboratory Disparity. Animal Production Science, 46(1), 141-149.

Standifer, L.N., Müller, F.E., Kauffeld, N.M., Herbert, E.W., Shimanuki, J., 1977. Suplemental Feeding of Honey Bee Colonies. USDA. Agriculture Information Bolletin, (126), 413.

Standifer L.N., Hompson M.J., Dutky, S.R., Lehner Y., Herbert E. W., 1978. - 24-Methylenepollinastanol and 24-Deshydropollinastanol - Two Sterols of Pollen. Phytochern. 17, 1053- 1056.

Şensoy, A.S., Gösterit, A., Temirkaynak, M., Ayar Şensoy, F., Ercan, N., 2004. Makdimon F_1 Kavun Çeşidinde Bombus Arısı (*Bombus terrestiris*) Kullanımının Verim ve Kalite Üzerine Etkisi. V. Sebze Tarımı Sempozyumu, 21-24 Eylül 2004, Çanakkale.

Tasei, J.N., 1994. Effect of Different Narcosis Procedures on İnitiating Oviposition of Prediapausing *Bombus terrestris* Queens. Entomologia Experimentalis Et Applicata, 72, 273-279.

Tasei, J.N., Aupinel, P., 2008. Nutritive Value of 15 Single Pollens and Pollen Mixes Tested on Larvae Produced By Bumble Bee Workers (*Bombus terrestris*, Hymenoptera: Apidae). Apidologie, 39(4), 397-409.

Vanderplanck, M., Moerman, R., Rasmont, P., Lognay, G., Wathelet, B., Wattiez, R., Michez, D., 2014. How Does Pollen Chemistry İmpact Development and Feeding Behaviour of Polylectic Bees?. Plos One, 9(1), E86209.

Velthuis, H.H.W., 2002. The Historical Background of the Domestication of the Bumble Bee, *Bombus terrestris*, and İts İntroduction in Agriculture. in: P. Kevan, V.L. Imperatriz Fonseca (Editors), Pollinating Bees – The Conservation Link Between Agriculture and Nature – Ministry of Environment, Pp. 177-184, Brasilia.

Velthuis, H.H.W., Van Doorn, A., 2006. A Century of Advances in Bumble Bee Domestication and the Economic and Environmental Aspects of Its Commercialization For Pollination. Apidologie, 37, 421-451.

Williams, P.H., 1998. An Annotated Checklist of Bumble Bees With An Analysis of Patterns of Description (Hymenoptera: Apidae, Bombini). Bulletin of the Natural History Museum, Entomology Series, 67(1), 79-152.

Yanıkoğlu, A., 1986. Karbohidratların *Pimpla turionellae* L. (Hymenoprea: Ichneumonidae) Larvalarının Yaşama ve Gelişmesinde Kalitatif Etkileri. Türkiye I. Biyolojik Mücadele Kongresi, (12-14 Şubat), Adana, 382-391.

Yeninar, H., 1997. Bombus Arısı (*Bombus terrestris*) Yetiştiriciliği Üzerine Araştırmalar. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Adana.

Yeninar, H., Duchateau, M. J., Kaftanoğlu, O., Velthuis, H., 2000. Colony Developmental Patterns in Different Local Populations of the Turkish Bumble Bee, *Bombus terrestris dalmatinus*. Journal of Apicultural Research, 39, 107-116.

Yoon, H.J., Kim, S.E., Lee, K.Y., Lee, S.B., Park, I.G., 2007. Mating Conditions Favorable For İmproving Mating Rate of the Bumble Bee, *Bombus ignitus.* International Journal of Industrial Entomology, 14(2), 107-114.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı: Şehriban SAĞLAM

Doğum Tarihi: 11 Ağustos 1989

E-posta: sehriban_saglam@hotmail.com

Öğrenim Durumu:

Lise: Kipa 10. Yıl Lisesi (2003-2006)

Üniversite: Süleyman Demirel Üniversitesi Biyoloji Bölümü (2008- 2012)

Yüksek Lisans Tez Başlığı: *Bombus terrestris* Arılarında Yağsız Soya Unu ve Süt Tozu Katkılı Polen ile Beslemenin Koloni Gelişimi Üzerine Etkileri

Bilimsel yayınlar

Sağlam, Ş., Gösterit, A. 2015. Bombus Arısında (*Bombus terrestris* L.) Soya Unu ve Süt Tozu İçeren Polenin Yarayışlılığının Belirlenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 10(1): 90-96.