

133004

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

***Bombus terrestris* ARILARINDA DİYAPOZ SONRASI ANA ARI AĞIRLIĞI
VE DEĞİŞİK BESLEME YÖNTEMLERİNİN KOLONİ GELİŞİMİ VE
ÜREME ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİLERİ**

Ayhan GÖSTERİT

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ZOOTEKNİ ANABİLİM DALI

133004

ANTALYA
2002

T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

***Bombus terrestris* ARILARINDA DİYAPOZ SONRASI ANA ARI AĞIRLIĞI
VE DEĞİŞİK BESLEME YÖNTEMLERİNİN KOLONİ GELİŞİMİ VE
ÜREME ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİLERİ**

Ayhan GÖSTERİT

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ZOOTEKNİ ANABİLİM DALI

**ANTALYA
2002**

***Bombus terrestris* ARILARINDA DİYAPOZ SONRASI ANA ARI AĞIRLIĞI
VE DEĞİŞİK BESLEME YÖNTEMLERİNİN KOLONİ GELİŞİMİ VE
ÜREME ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİLERİ**

Ayhan GÖSTERİT

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
ZOOTEKNİ ANABİLİM DALI**

2002

Bu çalışma 21.01.0121.44 proje numarası ile Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından desteklenmiştir.

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Bombus terrestris ARILARINDA DİYAPOZ SONRASI ANA ARI AĞIRLIĞI VE
DEĞİŞİK BESLEME YÖNTEMLERİNİN KOLONİ GELİŞİMİ VE ÜREME
ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİLERİ

Ayhan GÖSTERİT

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ZOOTEKNİ ANABİLİM DALI

Bu tez 10. / 01. / 2003. tarihinde aşağıdaki jüri tarafından (90.) not takdir edilerek
oybirliği / oyçokluğu ile kabul edilmiştir.

Doç. Dr. Fehmi GÜREL (Danışman).....

Prof. Dr. Atila YANIKOĞLU.....

Yrd. Doç. Dr. M. Soner BALCIOĞLU.....

ÖZET

***Bombus terrestris* ARILARINDA DİYAPOZ SONRASI ANA ARI AĞIRLIĞI VE DEĞİŞİK BESLEME YÖNTEMLERİNİN KOLONİ GELİŞİMİ VE ÜREME ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİLERİ**

Ayhan GÖSTERİT

Yüksek Lisans Tezi, Zootekni Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Fehmi GÜREL

Aralık 2002, 55 Sayfa

Bu çalışma birkaç yabancı firma tarafından kitlesel üretimleri gerçekleştirilen ve son yıllarda seralarda tozlayıcı olarak kullanımı oldukça yaygınlaşan *Bombus terrestris* arılarında arı sütü ilaveli polen keki ile beslemenin ve diyapoz sonrası ana arı ağırlığının koloni gelişimi üzerine olan etkilerini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Denemede 69 adedi doğadan toplanan ve 56 adedi ise ticari bir firmadan sağlanan toplam 125 adet ana arı kullanılmıştır. Diyapoz sonrası ağırlıkları tartılan ana arılar bireysel kutulara konulmuş ve oransal nemi % 50 – 60, sıcaklığı 28 – 30 °C' ye ayarlanmış yetiştirme ortamında beslemeye alınmışlardır. Ana arıların yaklaşık yarısı % 10 arı sütü ilaveli polen keki ile, geri kalanı ise normal polen keki ile beslenmiştir. Bütün ana arı ve kolonilere 1:1 oranında şeker ve su ile hazırlanan şeker şurubu verilmiştir. Deneme süresince kolonilerde, koloni başlangıç zamanı, ilk işçi arı çıkış zamanı, birinci, ikinci, ve üçüncü kuluçka döneminde üretilen yumurta gözü (hücre) ve bunlardan oluşan işçi arı sayıları, ikinci ve üçüncü kuluçkaya başlama zamanları, erkek ve ana arı çıkışı ile dönüşüm ve rekabet noktası zamanları, üretilen toplam işçi, erkek ve ana arı sayısı, sayısal cinsiyet oranı, elli işçi ariya ulaşma zamanı, polen tüketimi ve koloni ömürleri belirlenmiştir. Ayrıca bu özellikler arasındaki korelasyon katsayıları da hesaplanmıştır. Doğadan toplanan ana arıların ağırlığı ortalama 0.79 ± 0.014 gram, ticari firmadan alınan ana arıların ağırlığı ise 0.74 ± 0.012 gram olarak bulunmuştur. Ana arının başlangıç ağırlığının koloni gelişimi üzerine herhangi bir etkisi bulunamamıştır. Arı sütü katkılı polen keki ile beslenen ana arıların hiç biri koloni oluşturamamıştır ve bu kekle beslenen larvalar ergin hale gelemeden ölmüşlerdir. Normal polen keki ile beslenen ana arıların ise % 87' si yumurtlamış ve % 33' ünden pazarlanabilir nitelikte koloniler elde edilmiştir. Ticari firmadan alınan ana arıların oluşturduğu koloniler ortalama 60.8 ± 12.7 adet ana arı üretirken doğadan toplanan ana arıların oluşturduğu koloniler hiç ana arı üretmemiştir. Ticari firmadan alınan ana arıların oluşturduğu koloniler daha geç rekabet noktasına girme özelliği göstermişlerdir.

ANAHTAR KELİMELER: *Bombus terrestris*, yetiştirme, ana arı ağırlığı, arı sütü, besleme, koloni gelişim özellikleri

JÜRİ: Doç. Dr. Fehmi GÜREL
Prof. Dr. Atilla YANIKOĞLU
Yrd. Doç. Dr. M. Soner BALCIOĞLU

ABSTRACT

EFFECTS OF DIFFERENT FEEDING METHODS AND WEIGHT OF QUEEN AFTER DIAPAUSE ON COLONY DEVELOPMENT AND REPRODUCTIVE STRATEGIES IN *Bombus terrestris*

Ayhan GÖSTERİT

M.S. Thesis in Department of Animal Science

Adviser: Assoc. Prof. Dr. Fehmi GÜREL

December 2002, 55 Pages

This study was conducted to determine the effects of feeding with pollen cake containing royal jelly and weight of the queen after diapause on colony development and reproductive strategies in *Bombus terrestris* used widely in greenhouse recent years. In this experiment 125 mated queens were used. 69 of these queens were caught from field in Mediterranean region in Turkey. The rest were taken from commercial company. All queens were weighted and put in individual cages. Queens were fed at 28-30 °C and 50-60 % R.H. in the dark room. About half of the queens were fed with pollen cake containing 10 % royal jelly. The other queens were fed normal pollen cake. All queens and colonies were supplied with sugar solution containing 50 % sugar and 50 % water. Colony initiation, number of eggscups and number of workers in the first, second and third brood, emergence of male and queen, time of switch and competition point, total number of male and total number of queen, numerical sex ratio, total pollen consumption of colonies and colony life span were determined during the experiment. Also correlation coefficient between these characteristics were calculated. The average weight of queens after diapause from field was 0.79 ± 0.014 g whereas the average weight of queen from commercial company was 0.74 ± 0.012 g. The difference between weight of queens caught from field and taken from commercial company was significant ($P < 0.05$). But effect of weight of queen after diapause on colony development was not significant. Queens that were fed with pollen cake containing royal jelly did not establish colony. Larvae that were fed this cake died before emergence. But 87 % of queens that were fed with normal pollen cake egg laid and 33 % of these queens established healthy colonies. The colonies of queens from commercial company produced 60.8 ± 12.7 young queens whereas no queens were produced in the colonies of field queens. Competition point in colonies of queens from commercial company was later than those of from field ($P < 0.05$).

KEYWORDS: *Bombus terrestris*, rearing, weight of queen, royal jelly, feeding, colony developmental patterns.

COMMITTEE: Assoc. Prof. Dr. Fehmi GÜREL
Prof. Dr. Atila YANIKOĞLU
Assist. Prof. Dr. M. Soner BALCIOĞLU

ÖNSÖZ

Bombus arıları seralarda yoğun olarak kullanılmasına rağmen bu arıların yıl boyu kontrollü koşullarda yetiştiriciliği ile ilgili sorunlar ülkemizde henüz aşılamamıştır. Bazı yabancı firmalar bombus arılarının yıl boyu yetiştiriciliğini yapmakta ve bütün dünyaya bombus arısı pazarlamaktadırlar. Ancak bu firmalar ticari kaygılarından dolayı sahip oldukları bilgileri yayınlamamaktadırlar. Bu konuda yapılan çalışmaların yaygınlaşması ile ülkemizde de bombus arısı yetiştiriciliği yapılabilecektir.

Bu tez çalışmasının başlangıcından sonuna kadar her aşamasında yardımlarını esirgemeyen, bana her zaman destek olan Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü öğretim üyesi sayın hocam Doç. Dr. Fehmi GÜREL' e teşekkürü bir borç bilirim.

Ayrıca, katkılarından dolayı Zootečni Bölüm Başkanı sayın Prof. Dr. Salim MUTAF' a, Yakup EFENDİ' ye ve Koppert Firmasına, arkadaşım Aşkın GALİÇ' e, Ayşe ve Musa TOROS çiftine ve deneme süresince sıkıntılarımı paylaştan ve bana destek olan aileme ve sevgili eşim Tülay GÖSTERİT' e teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

Sayfa no

ÖZET	i
ABSTRACT.....	ii
ÖNSÖZ.....	iii
İÇİNDEKİLER.....	iv
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ.....	v
ŞEKİLLER DİZİNİ	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	vii
1. GİRİŞ.....	1
2. KURAMSAL BİLGİLER ve KAYNAK TARAMALARI.....	8
3. MATERİYAL ve METOD.....	21
3.1. Materyal	21
3.1.1. Araştırma yeri ve yetiştirme odası özellikleri.....	21
3.1.2. <i>Bombus terrestris</i> ana arılarının elde edilmesi.....	21
3.1.3. Başlatma ve yetiştirme kutuları.....	21
3.1.3.1. Başlatma kutuları.....	22
3.1.3.2. Yetiştirme kutuları.....	22
3.1.4. Kolonilere verilen polen ve arı sütünün özellikleri.....	22
3.2. Metod.....	22
3.2.1. Ana arıların kutulara yerleştirilmesi ve kolonilerin bakımı.....	22
3.2.2. Polen keklerinin hazırlanması.....	23
3.2.2.1. Arı sütü ilaveli polen kekinin hazırlanması.....	23
3.2.2.2. Normal polen kekinin hazırlanması.....	24
3.2.3. Belirlenen özellikler.....	24
3.3. Verilerin İstatistikî Analizi.....	27
4. BULGULAR.....	28
4.1. Arı Sütü İlaveli ve Normal Polen Keki ile Beslenen Ana Arıların Yumurtlama ve Koloni Oluşturma Oranları.....	28
4.1.1. Yumurtlama oranları.....	28
4.1.2. Koloni oluşturma oranları.....	28
4.2. Arı Sütü İlaveli ve Normal Polen Keki ile Beslemenin Koloni Gelişimi ve Üreme Özellikleri Üzerine Etkileri.....	30
4.3. Diapoz Sonrası Ana Arı Ağırlığının Koloni Gelişimi ve Üreme Özellikleri Üzerine Etkileri.....	32
4.4. Doğadan Toplanan ve Ticari Firmadan Elde Edilen Ana Arıların Oluşturduğu Kolonilerde Koloni Gelişim Özellikleri.....	34
4.5. <i>Bombus terrestris</i> Arılarında Koloni Gelişim Özellikleri Arasındaki İlişkiler.	40
5. TARTIŞMA.....	43
6. SONUÇ.....	47
7. KAYNAKLAR.....	50

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

°C	Santigrad derece
g	Gram
ml	Mililitre
µg	Mikrogram
cm	Santimetre
CO ₂	Karbondioksit
$\bar{x}$	Ortalama
S.H	Standart hata
N	Örnek sayısı

Kısaltmalar

a	Ana arı ağırlığı
kb	Koloni başlangıç zamanı
bkis	Birinci kuluçka döneminde üretilen işçi arı sayısı
ikis	İkinci kuluçka döneminde üretilen işçi arı sayısı
ükis	Üçüncü kuluçka döneminde üretilen işçi arı sayısı
dn	Sosyal fazda dönüşüm noktası zamanı
rn	Sosyal fazda rekabet noktası
ieç	İlk erkek arı çıkış zamanı
iaç	İlk ana arı çıkış zamanı
tis	Kolonilerde üretilen toplam işçi arı sayısı
tes	Kolonilerde üretilen toplam erkek arı sayısı
tas	Kolonilerde üretilen toplam ana arı sayısı
tbs	Kolonilerde üretilen toplam birey sayısı
tpt	Toplam polen tüketimi
kol	Koloni
BGD	Bitki gelişimini düzenleyici

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa no
Şekil 4.1. Ana arıların koloni oluşturma oranları.....	29
Şekil 4.2. Polen tüketiminin kolonilerde üretilen toplam birey sayısı ile ilişkisi.....	31
Şekil 4.3. Ana arıların ağırlıklarının frekans dağılımı.....	32
Şekil 4.4. Ana arı başlangıç ağırlığı ile birinci kuluçkada üretilen işçi arı sayısı arasındaki ilişki.....	33
Şekil 4.5. Kolonilerde üretilen erkek arı ve ana arı sayısının ana arının diyapoz sonrası başlangıç ağırlığı ile ilişkisi.....	34
Şekil 4.6. Doğadan toplanan ve ticari firmadan alınan ana arıların oluşturduğu kolonilerde üretilen birey sayılarının zamana göre değişimi.	38
Şekil 4.7. Doğadan toplanan ve ticari firmadan alınan ana arıların oluşturduğu kolonilerde işçi, erkek ve ana arı üretimi.....	39

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa no

Çizelge 2.1. Bombus arılarının zoolojik sistemdeki yeri.....	8
Çizelge 3.1. Ana arıların genotip ve besleme şekillerine göre dağılımı.....	23
Çizelge 4.1. Arı sütü ilaveli ve normal polen keki ile beslenen ana arıların yumurtlama oranları.....	28
Çizelge 4.2. Yumurtlayan ana arıların koloni oluşturma oranları.....	29
Çizelge 4.3. Arı sütü katkılı ve normal polen keki ile beslenen ana arılardan elde edilen koloni özellikleri.....	30
Çizelge 4.4. Toplam polen tüketimi ile koloni özellikleri arasındaki korelasyon katsayıları.....	31
Çizelge 4.5. Ana arının diyapoz sonrası başlangıç ağırlığı ile koloni özellikleri arasındaki korelasyon katsayıları.....	33
Çizelge 4.6. Doğadan toplanan ve ticari firmadan elde edilen ana arıların oluşturduğu kolonilerde koloni gelişim özellikleri.....	35
Çizelge 4.7. Oluşan büyük kolonilerde erkek arı, ana arı ve erkek + ana arı üretim oranı.....	40
Çizelge 4.8. Bombus arısı kolonilerinde gözlemlenen koloni gelişim özellikleri arasındaki korelasyon katsayıları.....	41

1.GİRİŞ

Çiçekli bitkilerde tohum ve meyve oluşması için çiçeğin anterlerinde meydana gelen çiçek tozlarının herhangi bir yolla dişi organ üzerine taşınması gerekmektedir. Bu olaya tozlaşma adı verilir. Tozlaşma meyve oluşumu için ilk ve en önemli aşamadır (Gürel 1997). Bitki kendi poleni ile tohum ve meyve bağlıyorsa kendine döller, kendi poleni ile döllenmeyi engelleyecek mekanizmalara sahip ise kendine kısırdır. Bazı bitki türleri ise poleni yine aynı türden fakat farklı bir bireyden alarak tohum ve meyve oluşturur. Buna yabancı tozlaşma adı verilir. Kendine döller bitkilerde bile yabancı tozlaşma olduğunda daha kaliteli ve fazla ürün elde edilmektedir. Bitkilerde tozlaşmanın büyük bir bölümü rüzgar ve böcekler yardımıyla olmaktadır. Böcekler içinde en ideal ve etkili tozlayıcı arılardır (Özbek 2002a).

Dünyada 25. 000, ülkemizde 2000' e yakın türü bulunan arılar, yabancı döllenmeye gereksinim duyan kültür bitkileri ve yabani bitkilerde tozlaşmayı gerçekleştirerek büyük yarar sağlarlar. Arılar içinde en önemli tozlayıcılar ise bal arılarıdır. Bal arısı, bal, balmumu, arı sütü, arı zehiri ve propolis üreterek insanoğluna bu değerli ürünleri sunarken, bunlardan daha önemlisi yaban arıları ile birlikte kültür bitkilerinde yabancı tozlaşmayı gerçekleştirerek ürünün nicelik ve nitelik yönünden üstün olmasını sağlamaktadırlar. Bal arısı çok iyi bir tozlayıcı olmakla birlikte, birçok bitki türünde etkili olamamaktadır. Bu bitkilerde yaban arıları tozlama görevini başarılı bir şekilde yürütmektedirler (Free 1993, Özbek 2002b).

Gerek doğadaki gerekse örtüaltında yetiştirilen birçok bitkinin tozlaşmasını sağlayan bombus arılarına karşı olan ilgi son yıllarda giderek artmaktadır. Vücutlarının iri ve renklerinin göz alıcı olması nedeniyle doğada hemen herkesin ilgisini çeken bu arılar taksonomik olarak hymenoptera (zar kanatlılar) takımından apidae familyasının bombinae alt familyasında yer alırlar (Özbek 1983). Yapılan çok sayıda taksonomik çalışma ile dünyada bombus arılarına ait 239 tür belirlenmiştir. Bunlardan sadece birkaçı tropik bölgelerde yer almaktadırlar (Benton 2000). Tozlaşmadaki önemlerinden dolayı bombus arıları ile ilgili çalışmalara çok önceleri başlanmıştır. Darwin 1859' da

yazdığı “Türlerin Orjini” adlı kitabında bu arıların tozlaşmadaki önemlerinden bahsetmiştir (Özbek 1983).

Örtüaltı yetiştiricilikte bombus arıları uzun dilleri, iri vücutları, yüksek tarlacılık kapasiteleri, yüksek sıcaklık ve ışık yoğunluğunda çalışabilmeleri ve sera dışına daha az çıkma eğilimi göstermeleri gibi özellikleri ile bal arılarına üstünlük sağlarlar ve bu yüzden örtüaltı yetiştiricilikte bombus arısı kullanımı bal arılarına göre daha yaygındır. Bombus arıları içinde ticari yetiştiriciliği en çok yapılan tür ise *Bombus terrestris*’tir. Örtüaltı yetiştiricilikte tozlaşma amacıyla yaygın olarak kullanılan bu türün kitlesel üretiminin kolay olması ve koloni popülasyonunun kalabalık olması diğer bombus arısı türlerine göre önemli avantajlar sağlamaktadır (Gürel ve Gösterit 2001).

Yapılan çalışmalarla bombus arısı kullanımının birçok bahçe bitkisinin üretiminde büyük faydalar sağladığı kanıtlanmıştır (Fisher ve Pomeroy 1989, Eijende 1994, Gürel vd 1998, Gürel vd 1999a). Örtüaltında en çok yetiştirilen ve erselik çiçek yapısına sahip olan domates, biber ve patlıcan gibi sebzeler büyük oranda kendine tozlanırlar. Ancak sera içindeki havanın oransal neminin yüksek ve hava sirkülasyonunun az olması nedeniyle tozlaşmada önemli sorunlar yaşanmaktadır. Özellikle örtüaltında yetiştirilen ve polenin stamenden açığa çıkması zor olan domates bitkisinde tozlaşma için yardıma gereksinim duyulmaktadır. Bombus arısı kullanılmadan önce yaygın olarak vibratör ve benzeri araçlarla titreşim yapılarak tozlaşma sağlanmaktaydı. Bu uygulamalara ek olarak özellikle ülkemizde kış aylarında örtüaltında yetiştirilen domateslerde dölleme sorununun çözümü için, sektörde hormon olarak adlandırılan ve döllemenmeden meyve oluşumunu sağlayan bitki gelişimini düzenleyici (BGD) maddeler kullanılmaktadır (Gürel vd 2001a). Verimi artırmak amacıyla bilinçsizce kullanılan bu maddelerin uygulanmasındaki yanlışlıklar verim ve kaliteyi olumsuz etkilemekte kof, memeli ve düşük kaliteli meyveler oluşmaktadır (Çetinkaya vd 1996). Ayrıca hormon kullanılarak elde edilen ürünlerin pazarlanmasında da hem iç hem de dış pazarda ciddi sorunlar yaşanmaktadır. Bu yüzden seralarda hormon uygulamasına alternatif olarak bombus arısı kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır.

Belirtilen tüm bu uygulamalar maliyet olarak bombus arısından daha pahalı olmamasına rağmen, gerektirdikleri iş gücü dikkate alındığında maliyetleri bombus arısı kullanımından doğan maliyetten daha fazla olabilmektedir. Ayrıca bombus arısı kullanılarak üretilen ürünlerde meyve bağlama oranı, meyve iriliği, meyvedeki tohum sayısı ve bir örneklilik artmakta, deforme meyve oranı azalmakta ve daha kaliteli ve lezzetli meyveler üretilmektedir (Fisher ve Pomeroy 1989, Eijende 1994, Gürel vd 1998, Gürel vd 1999a).

Ülkemizde bombus arılarına ait 40' a yakın tür saptanmıştır. *Bombus terrestris* türü özellikle Akdeniz ve Ege Bölgesinde yaygın olarak görülmektedir. Bombus arıları ülkemiz gündemine 1989 – 1992 yılları arasında Ege Bölgesinden binlerce bombus ana arısı ve yuvasının doğadan toplatılarak yurt dışına götürülmesi ile girmiştir. Akrabahğı önlemek, kan tazeleme yapmak ve kontrollü yetiştiriciliğe göre daha ekonomik olması nedeniyle bazı yabancılar için doğadan arı toplamak çekici gelmiştir. Bu uygulama ile *Bombus terrestris* doğal popülasyonlarının azalacağı ve bu yüzden birçok bitkide tozlaşma yetersizliği ve verim kaybı olacağı düşünülmüş ve Tarım ve Köyişleri Bakanlığı 10. 07. 1992 tarihinde aldığı kararla bu arıların doğadan toplanmasını yasaklamıştır (Gürel vd 2001a).

Bombus arılarının yurt dışına çıkarılması yasaklandıktan sonra bu konu ülkemiz tarımının gündeminden çıkmamıştır. Türkiye örtüaltı yetiştiriciliğinin en yoğun yapıldığı ülkelerden birisidir. Bu nedenle bombus arılarının ülkemiz seracılık sektöründe kullanılabilirliği tartışılmaya başlanmış ve üniversite ve araştırma kurumlarınca çalışmalar başlatılmıştır.

Ülkemizde son yıllarda sera alanlarının 18.000 hektara kadar çıktığı ve bu alanın giderek arttığı görülmektedir. Seracılık özellikle kış mevsiminin ılıman olduğu Akdeniz ve Ege Bölgelerinde yoğunlaşmıştır. Toplam sera alanının % 76' sı plastik, % 24' ü ise cam seralardan oluşmaktadır. Bu seraların % 97' sinde sebze, % 2' sinde çiçek ve % 1' inde meyve üretimi yapılmaktadır. Sebze üretiminde kullanılan seraların % 50' sinde domates, %22' sinde hıyar, % 15' inde biber, % 9' unda patlıcan, % 2' sinde kabak, %1' inde fasülye ve % 1' inde kavun üretimi yapılmaktadır (Abak 1994).

Bombus arısı kullanımı ülkemiz örtüaltı yetiştiricileri tarafından benimsenmiştir ve kullanılan koloni sayısı her geçen yıl önemli artış göstermektedir. Ortalama 50 – 60 adet işçi arı içeren bir koloni 80 – 100 dolara satılmakta ve serada iki ay kullanılmaktadır. İlk kez yaygın olarak 1997 Ekim – 1998 Mayıs ayları arasındaki sera üretim döneminde 1.500 – 2.000 dekar sera alanında 3.500 – 4.000 adet koloni kullanılmış ve 4–5 yıl içinde bu veriler yaklaşık 6 kat artarak yaklaşık 12.000 dekar sera alanına ve 25.000 adet koloniye ulaşmıştır. Ülkemiz örtüaltı alanları dikkate alındığında 2010 yılında yılda kullanılacak bombus arısı kolonisi sayısının 100.000 adete, kullanılan sera alanının da 50.000 dekara ulaşabileceği tahmin edilmektedir (Gürel vd 2001a).

Bombus arılarının yaşam döngüsü bal arılarından 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. Bombus arılarında koloni yaşamı, bir önceki yıla ait kolonilerde üretilen ana arıların, diyapoz amacıyla girdikleri toprak altından çıkarak çiçekleri ziyaret etmeleri ve polen ve nektarla beslenip yuva kurmak için uygun bir yer bulmaları ile başlar (Free 1982). Daha sonra ana arılar yuva içinde yumurtlarlar. Bu yumurtalardan oluşan larvalar ana arı tarafından bal ve polen karışımı bir yiyeceklerle beslenirler.

İlk yumurta kümesinden işçi arılar çıktıktan sonra ana arı tarlacılık faaliyetlerine son verir ve ikinci yumurta kümesindeki larvalar bu işçiler tarafından beslenirler. Kolonideki işçi arı kadrosu en üst düzeye ulaştığı zaman ana ve erkek arılar üretilmeye başlanır. Bu aşamaya dönüşüm aşaması denir (Duchateau ve Velthuis 1988). *Bombus terrestris* kolonilerinde erkek arılar 2-4 günlük yaşta yuvayı terk ederler ve geri dönmezler. Yaşlı işçi arılar ölmeye başladığı için yuvada çok az sayıda işçi arı ile birlikte yaşlı ana arı kalır. Bir süre sonra bu bireylerde ölür ve koloni yaşamı sona erer.

Bir sonraki yıla ait kolonileri oluşturacak genç ana arılar bir iki hafta yuvada kaldıktan sonra güneşli bir günde yuva dışında erkek arılarla çiftleşip vücutlarında yağ depoladıktan sonra kışlama yeri bularak diyapoz sürecine girerler. Diyapoz, düşük kış sıcaklığı, yüksek yaz sıcaklığı, kuraklık dönemleri ve gerekli besinin elde edilemediği süreçler gibi uygun olmayan çevre koşulları süresince gelişimin baskı altına alındığı,

genetik ve çevresel faktörler tarafından da belirlenen bir uyum mekanizmasıdır. Bu çevresel faktörler bombus arılarının doğal yaşam alanlarında yararlandıkları bitkilerin çiçeklenme zamanları ve diğer ekolojik faktörleri de içermektedir (Beck 1980, Goodwin ve Steiner 1997).

Bombus terrestris kolonilerinde üretilen işçi, erkek ve ana arı sayılarında önemli farklılıklar gözlenmektedir. Ayrıca ana arının erkek ve ana arı üretimine başladığı dönüşüm noktası ve işçi arılarla ana arı arasındaki çatışmanın başladığı rekabet noktasının zamanında da büyük varyasyon görülmektedir. Bombus arılarında bal arılarında da olduğu gibi erkek arılar tozlamada etkili değildirler ve bu arılarda kolonilerde ana ve / veya erkek arı üretiminin başlaması koloni yaşamının sonuna yaklaşıldığının önemli bir göstergesidir. Kolonilerde üretilen işçi arı, ana arı ve erkek arı sayısı ortalama olarak sırasıyla 150, 50, 300 adet civarındadır. Dönüşüm ve rekabet noktasının zamanı ise ilk işçi arılar çıktıktan sonra sırasıyla 15 ve 20 gün olmaktadır. Ancak bu sayı ve zamanlar bakımından koloniler arasında büyük farklılıklar görülmektedir. Bu farklılıkların temelinde yuvadaki işçi arı yoğunluğu, işçi arı / larva oranı, hormonlar, yuva içi ve dışı çevre koşulları, besin durumu, kurucu ana arının niteliği, hastalık ve zararlılar gibi bir çok faktör rol oynamaktadır (Michener 1974, Greetenkord ve Drescher 1997, Beekman vd 1999, Beekman ve van Stratum 2000, Cnaani vd 2000a, Yeninar vd 2000).

Bombus terrestris arılarının seralarda kullanılma süreleri iki ay kadardır. Seraya konulan kolonilerde 50-80 adet işçi ve bir adet sağlıklı ana arının bulunması gerekmektedir. Kontrollü koşullarda kitlesel üretim yapan firmalarda bile üretime alınan ana arıların yarısından daha azı polinasyonda kullanılacak uygunlukta koloni oluşturabilmektedir. Bu kayıpta ana arı ölümleri ve ana arıların yumurtlamamalarının yanı sıra ana arıların geç ve yavaş yumurtlamaları ve erken dönemde erkek ve ana arı üretimine başlamaları da önemli rol oynamaktadır. *Bombus terrestris* arılarının ekonomik değeri ve polinasyon amacıyla on binlerce koloninin kullanıldığı düşünüldüğünde yaşanan bu sorunlar işletmelere önemli bir yük getirmekte ve arıların daha pahalı satılmasına yol açmaktadır. Bu nedenle ana arıların koloni oluşturma

oranının, kolonilerdeki işçi arı popülasyonunun ve koloni ömrünün artırılması, ana ve erkek arı üretiminin geciktirilmesi oldukça önemli katkılar sağlayacaktır.

Bal arılarında işçi arı - ana arı farklılaşmasındaki temel etken ana arı larvalarının yoğun arı sütü ile beslenmesidir. Ana arılar arı sütü ile beslenmeleri nedeniyle günde 1500-2000 adet yumurta yumurtlayabilmekte ve ekonomik olarak iki yıl yaşayabilmektedirler. Ana arı ağırlığı ile yumurtalık ağırlığı ve yumurtlama kapasitesi arasında önemli pozitif ilişkiler saptanmıştır. Bal arılarında ana arı ağırlığı bir seleksiyon ölçütü olarak kullanılmaktadır (Szabo 1973, Fıratlı 1982, Harbo 1986). Bal arılarında ana arı yoğun olarak işçi arılar tarafından arı sütü ile beslenmesine karşın bombus arılarında ana arı kendi kendini beslemekte ve yumurtlamak için polen tüketmektedir. Bu nedenle bombus ana arısının yumurtlama oranı büyük ölçüde sabittir ve işçi arı sayısından bağımsızdır. Bu durumda ana arının tükettiği besinin kalitesi performansını etkileyecektir (Beekman vd 1998a). *Bombus terrestris* arılarında ana arının diyapoz girmeden önceki ağırlığı geniş ölçüde diyapoz sürecinde yaşamda kalıp kalmayacağını belirlemektedir. Diyapozdan önce 0.6 gramın altında ağırlığa sahip olan ana arıların diyapoz sürecinde öldükleri belirtilmektedir (Müller vd 1992). Diyapoz öncesi sürede ana arıların beslenmesinin bu açıdan çok önemli olduğu saptanmıştır. Diyapoz sonrasında ana arı ağırlığı ile koloni gelişimi ve üreme özellikleri arasındaki ilişkiler konusunda çok az bilgi bulunmaktadır. Seralarda iki ay gibi kısa bir süre tozlama yapan bombus arısı kolonilerinde üretilen işçi arı sayısı tozlaşma başarısını etkilemektedir. Bazı bombus arısı kolonilerinde yetiştirilen işçi arı sayısı yeterli olurken bazılarında çiçeklenme dönemi sona ermeden işçi arı üretimi durmakta ve erkek ve ana arı üretimine başlanmaktadır. Böyle kolonilerden sınırlı oranda fayda sağlanmaktadır. Bu nedenlerle *Bombus terrestris* arılarında koloni popülasyonunu ve ana arıların koloni oluşturma oranını arttıracakları düşünülen arı sütü ile beslemenin ve diyapoz sonrası ana arı ağırlığının koloni gelişimi ve üreme özellikleri üzerine etkileri çalışmada öncelikli olarak incelenmiştir.

Bombus arısı yetiştiren veya pazarlayan firmalar ya yurt dışından ana arı getirip bu ana arılardan koloni oluşturmakta ya da seraya konulmaya hazır koloniler getirip bu kolonileri pazarlamaktadırlar. Arıların ülkemize gelene kadar ki nakliye ve diğer

masraflar da sera sahiplerine yansıtılmakta ve bu firmaların yurt dışına bağımlı olmaları nedeniyle bombus arısı kolonileri yüksek fiyatla satılmaktadır. Bu çalışma ile *Bombus terrestris* arılarının kitlesel üretiminde karşılaşılan sorunlara çözüm aranması ve arıların yurt içinde üretilmesine katkı sağlanması da amaçlanmıştır. Böylece bombus arısı kullanımı daha fazla yaygınlaşacak ve daha kaliteli sebze ve meyve tüketilebilecektir.

2. KURAMSAL BİLGİLER ve KAYNAK TARAMALARI

Sera ürünleri için çok önemli bir tozlayıcı olan ve kontrollü koşullarda kitlesel üretimleri gerçekleştirilen bombus arıları dünyada geniş bir yayılma alanı göstermektedir. Avrupa kıtasında doğal yayılma alanı kuzeyde İskoçya' ya (58 °N), güneyde ise Akdeniz' in güneyi, İtalya, Malta, Yunanistan, Türkiye ve İspanya' ya (28 – 37 °S) kadar geniş bir alanı kapsamaktadır. Ayrıca sıcak ve kuru iklimlere göre sıcak ve nemli iklimlere daha iyi uyum sağladığı bilinmektedir (Prys-Jones ve Corbest 1991).

Tozlaşmadaki önemlerinden dolayı bombus arıları ile ilgili çalışmalar çok önceleri başlamıştır. Darwin 1859' da yazdığı " türlerin orjini " adlı kitabında bu arıların tozlaşmadaki önemlerinden bahsetmiştir (Özbek 1983). Ancak bombus arılarının tozlayıcı olarak asıl önemleri 1900' lü yılların başlarında anlaşılmış ve birçok yem bitkisi tohumunun üretimi ile tarla ve bahçe bitkilerinin ıslahı ile ilgili çalışmalarda bombus arıları etkin olarak kullanılmıştır (Anononymus 1991).

Yapılan çok sayıda taksonomik çalışma ile dünyada bombus arılarına ait 239 tür belirlenmiştir (Benton, 2000). Demirsoy' a (2001) göre, bombus arılarının zoolojik sistemdeki yeri Çizelge 2.1' de verilmiştir.

Çizelge 2.1. Bombus arılarının zoolojik sistemdeki yeri

Alem	Animale	(Hayvanlar)
Şube	Arthropoda	(Eklem bacaklılar)
Sınıf	Insecta	(Böcekler)
Alt sınıf	Pterygota	(Kanatlı böcekler)
Takım	Hymenoptera	(Zar kanatlılar)
Üst familya	Apoidea	(Çiçek arıları)
Familya	Apidae	(Çiçek arıları)
Alt familya	Bombinae	(Sarı pizozlar)
Cins	Bombus	
Tür	<i>Bombus terrestris</i>	

Bombus arıları bal arılarından sonra polinasyon amacıyla kullanılan en önemli grubu oluşturlar. Ancak, uzun dilleri, iri vücutları, yüksek tarlacılık kapasiteleri, düşük sıcaklık ve ışık yoğunluğunda çalışabilmeleri ve sera dışına daha az çıkma eğilimi göstermeleri gibi özellikleri ile örtüaltı yetiştiricilikte bal arılarına göre üstünlükler göstermektedirler (Heemort vd 1990).

Bombus arılarının 1980' li yılların başlarında örtüaltı yetiştiricilikteki önemlerinin anlaşılmasından ve Hollanda ve Belçika' daki bazı firmaların bu arıların kitlesel üretimlerini başarmasından sonra, bombus arılarının kullanımı bütün dünyada yaygınlaşmaya başlamıştır. Günümüzde başta domates olmak üzere biber, patlıcan, çilek, kavun gibi sera ürünleri, elma ve sert çekirdekli meyveler olmak üzere 25 farklı kültür bitkisinin tozlanmasında 30' dan fazla ülkede bombus arıları kullanılmaktadır (Anonoyms 2001) . Dünyada yılda yaklaşık 50 milyon dolar değerinde 900 bin ticari bombus kolonisinin üretildiği ve bu arıların 5 milyar dolar değerindeki üründe tozlama yaptığı tahmin edilmektedir (Goodwin ve Steiner 1997).

Bombus arısı kullanımı ülkemiz örtüaltı sektöründe de yaygındır. 1997 Ekim – 1998 Mayıs sera üretim döneminde 1500 – 2000 dekar sera alanında 3500 – 4000 adet koloni kullanılmışken bu değerler 4 – 5 yıl içinde artarak sera alanı 12 bin dekara, kullanılan koloni sayısı da 25 bin adete ulaşmıştır. 2010 yılında ülkemiz örtüaltı sektöründe kullanılacak koloni sayısının 100 bin adete, kullanılacak sera alanının da 50 bin dekara ulaşabileceği tahmin edilmektedir (Gürel vd 2001a).

Bombus arıları içinde kitlesel üretiminin kolay ve koloni popülasyonunun kalabalık olması nedeniyle en çok kullanılan tür *Bombus terrestris* türüdür. Müller vd (1992), *Bombus terrestris*, *Bombus lucorum* ve *Bombus terrestris* türlerinin yaşam kalıbı özellikleri ve ana arı – işçi arı çatışması üzerine yaptıkları çalışmada; *Bombus terrestris* türünün koloni başlangıç süresi, toplam işçi arı sayısı ve günde üretilen işçi arı sayısı bakımından diğer türlerden daha üstün olduğunu bildirmişlerdir.

Bombus arılarının kontrollü koşullarda yetiştirilmesinde kolonilerden ana arı üretiminde, çiftleştirmede, uyku dönemini kontrol altına almada ve yeni koloniler

oluşturmada önemli sorunlar yaşanmaktadır (Heinrich 1979, Prys-Jones ve Corbest 1991).

Kontrollü yetiştiricilikte karşılaşılan bu sorunlara cevap aramak için dünyada çok sayıda araştırma yapılmıştır. *Bombus* arılarının koloni yaşam döngüsü bal arılarında olduğu gibi sürekli değil bir dönemle sınırlıdır. *Bombus terrestris* arılarının yaşam döngüleri, diyapozdan çıkan ana arının yuva yeri bulup yumurtlamasına kadar geçen başlangıç aşaması, ana arının işçi arıların çıktığı diploid yumurta yerine erkek arıların çıktığı haploid yumurtaları yumurtlamaya başladığı dönüşüm aşaması ve kolonideki ana arının etkisinin kaybolduğu ve işçi arıların yumurtlamaya başladığı rekabet aşaması olmak üzere üç aşamadan meydana gelmektedir (Free 1982).

Gerek doğal gerekse laboratuvar koşullarında diyapoza giren ana arılardan koloni oluşturmak için çevre koşullarının uygun olması gerekir. Yapılan çalışmalarda *bombus* arılarının 28 – 30 °C , % 50 – 60 oransal nemde ve karanlık koşullarda en yüksek yuva kurma oranına sahip oldukları bildirilmektedir (Röseler 1985, Duchateau ve Velthuis 1988, Gretenkord ve Drescher 1997, Gürel vd 1999b, Beekman vd 2000, Yeninar vd 2000).

Bombus arılarında koloni başlatmada değişik yöntemler uygulanmaktadır. Yoon vd (1999), *Bombus ignitus* arılarında koloni başlangıcında ana arının yeni çıkmış bal arısı (*Apis mellifera* L.) işçileri ile birlikte tutulmasının tek başına tutulmasına göre daha etkili olduğunu ve bal arısı işçileri ile tutulan ana arıların dört kat fazla yumurtladığını belirtmişlerdir.

Gretenkord ve Drescher (1997), *Bombus terrestris* arılarında yaptıkları bir çalışmada, ana arıya CO₂ muamelesi, her kafeste iki veya daha fazla ana arı, her kafeste bir ana arı ve bunları uyarmak için bal arısı (*Apis mellifera* L.) işçisi, *Bombus terrestris* işçisi ve *Bombus terrestris* işçi ve larva kombinasyonunun kullanıldığı başlatma yöntemlerinden en başarılı bulunan yöntemin *Bombus terrestris* işçi ve larva kombinasyonunun kullanıldığı yöntem olduğunu ve bu yöntemle başlatılan ana arıların

14 $\pm$ 4 gün içinde yumurtladıklarını, 46 $\pm$ 4 günde de 100 adet işçi arıya ulaştığını bildirmişlerdir.

Ana arılar başlangıç kutularına aktarıldıktan sonra ortalama 9 gün içinde ilk yumurta hücrelerini oluşturmaya başlarlar. Ancak koloni başlangıç süresi koloniden koloniye farklılık göstermekte ve 5 – 18 gün arasında değişmektedir. İlk kuluçkadaki yumurtalar pupa dönemine girdiğinde ana arı bu pupalar üzerine ikinci kuluçkanın yumurtalarını yumurtlar ve ikinci kuluçka dönemi başlamış olur. İkinci kuluçka başlangıç süresi ilk işçi arılar çıktıktan sonra ortalama 17 gündür. *Bombus terrestris* arılarında birinci kuluçkada ortalama 5 adet, ikinci kuluçkada ise 7 adet yumurta hücresi üretilmektedir (Harbo 1986, Riberio vd 1996, Greetenkord ve Drescher 1997, Beekman vd 1999).

Kolonilerde üretilen toplam işçi arı sayısı yumurta hücrelerindeki yumurta sayısı ile belirlenir. Duchateau ve Velthuis (1988), *Bombus terrestris* arılarında koloni gelişimi ve üreme stratejileri üzerine yaptıkları çalışmada; birinci kuluçkada her biri ortalama iki adet yumurta içeren 3 – 8 adet yumurta hücresinden 9.7 $\pm$ 3.6 adet işçi arı, ikinci kuluçkada ise her biri ortalama beş adet yumurta içeren 6 – 13 adet yumurta hücresinden 36.7 $\pm$ 10.5 adet işçi arı meydana geldiğini, işçi arı gelişim zamanının kuluçkadan kuluçkaya farklılık gösterdiğini ve 19 – 35 gün arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Akdeniz ve Ege Bölgesinden toplanan *Bombus terrestris* arılarının koloni gelişim özelliklerinin incelendiği bir diğer çalışmada; birinci kuluçkada üretilen işçi arı sayısının 8.09 $\pm$ 0.37 adet, ikinci kuluçkada üretilen işçi arı sayısının 18.98 $\pm$ 1.01 adet, işçi arıların gelişme sürelerinin ise 25.84 $\pm$ 0.43 gün olduğu bildirilmiştir (Yeninar vd 2000).

Asada ve Ono (2000), iki farklı japon bombus türü olan *Bombus hypocrita* ve *Bombus ignitus* arılarının koloni gelişimlerdeki farklılığı araştırmak için yaptıkları çalışmada; yuva kurma oranının *Bombus hypocrita* arılarında % 91, *Bombus ignitus* arılarında ise % 87 olduğunu, her iki türün işçi arılarının gelişme süresinin 16 – 28 gün arasında değiştiğini belirtmişlerdir.

Üçüncü ve son kuluçka döneminde ise ana arı yumurtlamaya ara vermez ve sürekli bir biçimde yumurtlar. Bu dönemde işçi arı sayısı hızla artar ve kolonideki işçi arı sayısı belli bir seviyeye ulaştığında ana arı işçi arıların çıktığı diploid yumurtalar yerine erkek arıların çıktığı haploid yumurtaları yumurtlamaya başlar. Bu çok ani bir olay olduğu ve oldukça kısa bir periyotta gerçekleştiği için bu aşamanın olduğu zamana “dönüşüm noktası” adı verilmektedir. Bu dönemde ayrıca bir sonraki generasyonu oluşturacak olan ana arılar da üretilmeye başlanır. Dönüşüm noktasının zamanı birçok faktöre göre değişmektedir. Genel olarak kolonideki işçi arı kadrosu en üst seviyeye ulaştığı zaman erkek ve ana arı üretilmeye başlandığı düşünülmektedir. Zaman zaman koloni gelişiminin başlangıcında da erkek ve ana arı üretimine dönüşüm olabilmektedir (Duchateau ve Velthuis 1988). Nitekim iki farklı japon bombus türü olan *Bombus hypocrita* ve *Bombus ignitus* arılarının laboratuvar koşullarında koloni gelişim özelliklerinin incelendiği çalışmada kolonilerin çoğunun koloni yaşamının başında erkek arı ürettiği saptanmıştır (Hannan vd 1997).

Bombus arılarında yaşam döngüsünün son aşaması kolonideki kurucu ana arının etki ve üstünlüğünün kaybolduğu rekabet aşamasıdır. Bu aşamada işçilerle işçiler ve işçilerle ana arı arasında çatışma başlamakta, işçi arılardan bir bölümü yumurtlama eğilimi göstermekte, ana arı ve işçi arılar karşılıklı olarak birbirlerinin yumurtalarını yemekte veya dışarı atmakta böylece koloni düzeni bozulmaktadır (Duchateau ve Velthuis 1988).

Müller vd (1992) ve Beekman vd (1998a), bombus arılarında koloni yaşam döngüsünün çok erken evresinde ana ve erkek arı üretimine başlamanın olası ana arı işçi arı çatışmasını önlemek için yapılmış olabileceğini belirtmektedirler. Ana arı işçi arı çatışması koloni içindeki kalabalık işçi arı sayısının bir sonucu olduğu için bu çatışmayı en alt seviyede tutmanın en kolay yolu muhtemelen ana ve erkek arı üretim kararının erken dönemde verilmesidir. Yine aynı araştırmacılara göre, kolonilerin erken dönemde ana ve erkek arı üretmelerinin bir diğer nedeni bombus yuvalarında görülen ve koloni gücüne önemli zarar veren parazit sineklerin olumsuz etkisinden kaçınma amacıdır. Koloni gelişiminin ileri aşamalarında görülen ve etkili olan bu parazit sinekler ortaya

çıkmadan erkek ve ana arı üretimi başlatılarak türün devamının sağlanabildiği tahmin edilmektedir.

Duchateau ve Velthuis (1988) tarafından bildirildiğine göre; Röseler, kolonilerde ana ve erkek arıların çıkışı arasında önemli pozitif korelasyonlar bulmuş ve erkek arı üretiminin ana arı üretimi için tetikleyici faktör olabileceğinden bahsetmiştir.

Katayama (1997), ana arı bulunan *Bombus ardens* kolonilerinde işçi arıların yumurtlamaları ve yumurta yemeleri üzerine yaptığı çalışmada; işçi arıların ana arıların yumurtlama dönemi boyunca yumurta yeme davranışında bulunmadıklarını, işçi arıların yumurtlamasının zayıf kolonilerde güçlü kolonilere göre daha sık görüldüğünü ve küçük kolonilerde işçi arıların daha az agresif olduğunu bildirmiştir.

Van Honk vd (1981), rekabet aşamasında işçi arılar arasında yumurtlama fırsatını elde etmek için büyük bir rekabet olduğunu, işçi arılarla işçi arılar ve işçi arılarla ana arı arasındaki ilişkilerin tam bir meydan okumaya dönüştüğünü ve yumurtlayan işçi arıların genç işçilerin yumurtlamasını engellediğini bildirmektedirler.

Duchateau ve Velthuis (1989) işçi arıların yumurtalık gelişimleri ve yumurtlama davranışları üzerine yaptıkları çalışmada; işçi arıların yumurtalık gelişim düzeyi ile ana arının haploid yumurta yumurtlamaya dönüşümü arasında ve dönüşüm noktası ile işçi arıların yumurtlaması arasında bir ilişkinin olmadığını bildirmektedirler.

Bloch ve Hefetz' e (1999) göre, işçi arıların yumurtalık gelişimlerinde rekabet noktasından önce önemli artış olmaktadır. Kolonilerde erkek arı üretiminin engellenmesinin iki önemli fazı vardır. Birincisi, rekabet aşamasından önce ana arının işçi arıların yumurtalıklarının gelişimini azalttığı ve yumurtlamalarını engellediği faz, ikincisi ise rekabet aşaması süresince dominant işçilerin diğer işçilerin yumurtlamasını engellediği fazdır. Bu iki aşama arasında işçi arı üretiminin gelişimini değiştiren bir zaman açıklığı vardır. Ana arının haploid yumurta yumurtlamaya dönüşümü, işçilerde yumurtalık gelişimi ve juvenil hormon biosentez oranı ile ilgili değildir. *Bombus*

terrestris arılarında işçi üretiminin düzenlenmesi ana arının engelleme kapasitesi ile belirlenemez.

Riberio vd (1996) farklı şekillerde depolanmış iki polenin (dondurularak ve kurutularak depolanmış) *Bombus terrestris* arılarındaki etkilerini araştırdıkları çalışmada; taze dondurulmuş polen ile beslenen kolonilerde dönüşüm ve rekabet noktasının zamanının sırasıyla 17.0 ± 6.5 gün ve 32.2 ± 9.7 gün, kurutulmuş polen ile beslenen kolonilerde ise 16.7 ± 8.8 gün ve 31.3 ± 8.9 gün olduğunu bildirmişlerdir. Yeninar (1997), % 5 arı sütü katkılı polen keki ile beslemenin *Bombus terrestris* arılarındaki koloni gelişim özellikleri üzerine etkilerini incelediği çalışmada dönüşüm ve rekabet noktasının zamanını sırasıyla ortalama 17.33 ± 0.84 gün ve 31.84 ± 0.65 gün olarak bildirmiştir.

Duchateau ve Velthuis (1988), *Bombus terrestris* kolonilerini ikiye ayırarak erken ve geç dönüşüm noktasına sahip koloniler olarak değerlendirmişlerdir. Erken dönüşümlü kolonilerde dönüşüm ve rekabet noktasının zamanını sırasıyla 9.8 ± 2.4 gün ve 29.6 ± 4.0 gün, geç dönüşümlü kolonilerde ise 23.4 ± 4.6 gün ve 32.0 ± 5.2 gün olduğunu ve lineer büyüme fazı olarak adlandırılan üçüncü kuluçka döneminde erken dönüşümlü kolonilerde 35.6 ± 17.5 adet yumurta hücresi ve 284.0 ± 157.5 adet işçi arı, geç dönüşümlü kolonilerde ise 44.9 ± 17.5 adet yumurta hücresi ve 367.9 ± 165.8 adet işçi arı üretildiğini bulmuşlardır. Bu araştırmacılar ayrıca dönüşüm ve rekabet noktası arasında bir ilişkinin olmadığını belirtmişlerdir.

Bombus arıları ile ilgili yapılan çalışmalar göstermiştir ki; koloninin üreme stratejileri ile ilgili birçok kararı çoğunlukla ana arı kontrol etmektedir (Owen ve Plowright 1982, Duchateau ve Velthuis 1988, Duchateau 1989).

Genel olarak *Bombus terrestris* kolonilerinde erkek arı üretimi ana arıya oranla daha fazladır. Koloni ömrünün son aşamasında işçi arılar da haploid yumurta yumurtladığı ve bu yumurtalardan erkek arı çıktığı için bu fark meydana gelmektedir. *Bombus* arılarında koloni sonunda erkek ve ana arı üretimi koloniden koloniye farklılık

göstermektedir. Bazı koloniler hiç erkek veya ana arı üretmezken bazı kolonilerde üretilen erkek arı sayısı 576 adete, ana arı sayısı ise 129 adete ulaşmaktadır.

Beekman ve van Stratum (1998), bombus arılarında cinsiyet oranını belirlemek için yaptıkları çalışmada; kolonilerde sayısal cinsiyet oranını [erkek arı sayısı / (erkek arı sayısı + ana arı sayısı)] formülünü kullanarak 0.94 olarak bulmuşlar ve kolonilerin ürettiği işçi, erkek ve ana arı sayısının sırasıyla ortalama 130, 299 ve 65 adet olduğunu bildirmişlerdir.

Yeninar vd (2000), Türkiye’ de Akdeniz ve Ege Bölgesinden toplanan *Bombus terrestris* ana arılarının oluşturduğu kolonilerde gelişim özelliklerini araştırmak üzere yaptıkları çalışmada; cinsiyet yatırım oranının 0.21 ± 0.003 , kolonilerde üretilen işçi, erkek ve ana arı sayılarını ise sırasıyla ortalama 151.79 ± 8.93 adet, 257.99 ± 15.97 adet ve 31.31 ± 4.61 adet olduğunu bildirmektedirler. *Bombus terrestris* arılarında koloni gelişimi ile ilgili yapılan bir diğer çalışmada Duchateau ve Velthuis (1988), üretilen işçi erkek ve ana arı sayısının erken dönüşümlü kolonilerde sırasıyla ortalama 136.9 ± 58.8 adet, 164.5 ± 130.4 adet ve 9.5 ± 19.1 adet; geç dönüşümlü kolonilerde ise 284.3 ± 145.0 adet, 70.4 ± 89.7 adet ve 55.8 ± 72.8 adet olduğunu ve erken dönüşümlü kolonilerde sayısal cinsiyet oranının erkek eğilimli, geç dönüşümlü kolonilerde ise dişi eğilimli olduğunu bildirmektedirler. Ancak Owen ve Plowright’ a (1982) göre, cinsiyet oranı ile ilgili bilgileri tanımlamak zordur. Çünkü, birçok durumda işçi arılar ile ana arının ürettiği erkek arılar ayrıl原因amaktadır.

Gretenkord ve Drescher (1997), *Bombus terrestris* ana arıları ile koloni oluşturmak için değişik başlatma yöntemlerini denedikleri çalışmada en başarılı yöntem olarak belirledikleri *Bombus terrestris* işçi ve larva kombinasyonu ile başlatılan kolonilerde kolonilerin ortalama 191 ± 69 adet işçi, 410 ± 166 adet erkek ve 66 ± 63 adet ana arı ürettiğini bildirmişlerdir. Beekman vd (1998a) ise, ana arı ve erkek arıların en uygun üretim zamanını belirlemek üzere bombus arılarında yaptıkları çalışmada kolonilerin 138 adet işçi, 480 adet erkek ve 128 adet ana arı ürettiklerini belirlemişlerdir.

Bombus arılarında koloni yaşamının sonlarına doğru yaşlı işçi arılar öldüğü için yuvadaki birey sayısı giderek azalır. Genç ana arılar çiftleştikten ve diyapoz yeri bulduktan sonra yuvadan ayrılır, yuvada çok az sayıda işçi ve yaşlı ana arı kalır. Bir süre sonra bunlarda ölür ve koloni ömrü sona erer.

Bombus terrestris kolonilerinde yetiştirilen ana arılar ve erkek arılar sırasıyla ortalama 6.1 ± 0.4 gün ve 12.1 ± 1.3 günde çiftleşme olgunluğuna gelmektedirler (Tasei vd 1998). Doğal yaşam alanlarında erkek arılar 2 – 4 günlük yaşta yuvayı terk ederlerken, genç ana arılar bir iki hafta yuvada kalarak güneşli bir günde yuva dışında çiftleşerek diyapoz yeri ararlar. Bu genç ana arılar diyapoz yeri ararken hatta bulduktan sonra bile yuvaya dönerek burada bal ve polen ile beslenip diyapoz için gerekli yağ depolarını geliştirirler (Alford 1975). Ancak bombus arıları bal arılarının aksine kapalı ortamda da çiftleşebilmektedirler.

Bombus terrestris ana arıları 3 – 8 ay süreyle diyapozda kalabilmektedir. Diyapoz hibernasyon (kış uykusu) ve estivasyon (yaz uykusu) olmak üzere iki şekilde olabilmektedir (Hodek 1996). Kontrollü koşullarda yetiştirme yapılırken ise ana arılar kısa süreli (1 – 4 ay) soğuk ortamda bekletilerek ve / veya CO₂ muamelesi ile diyapoz süreci kontrol edilmektedir (Beekman vd 1998b, Gürel vd 2001b).

Bombus arılarında koloni başlatma yöntemlerinin yanı sıra koloniye uygulanan besleme yöntemleri de koloni özellikleri ve yaşam döngüsünü etkilemektedir. Laboratuarda yetiştirilen bombus arıları büyük oranda bal arıları (*Apis mellifera* L.) tarafından toplanan polenle beslenirler. Ancak, Beekman vd' ne (2000) göre, bal arıları tarafından toplanan polenin kompozisyonu muhtemelen bombus arılarının doğal koşullarda ziyaret ettikleri çiçek kompozisyonlarından farklı olabilir ve bu yüzden bal arılarının topladığı polenin uzun dönemde bombus arıları için uygun olmaması olasıdır.

Ağırlıklı olarak *Bombus terrestris* ve *Bombus lucorum* ana arılarının aktivasyonu üzerine yapılan çalışmada; ana arının yumurtlamasının fotoperiyotdan ve vitamin – D, pişmiş yumurta sarısı ve bal ile zenginleştirilmiş yiyecekler tarafından etkilenmediği ve

çift olarak başlatma kutularına konulan ana arıların aktivasyon göstermediği belirtilmiştir (Pridal ve Hofbauer 1998).

Bal arılarında işçi arı - ana arı farklılaşmasındaki temel etken ana arı larvalarının yoğun olarak arı sütü ile beslenmesidir. Ana arılar arı sütü ile beslenmeleri nedeniyle günde yaklaşık 1500 – 2000 yumurta yumurtlayabilmekte ve ekonomik olarak iki yıl yaşayabilmektedirler. Bal arılarında ana arı ağırlığı ile yumurtalık ağırlığı ve yumurtlama kapasitesi arasında önemli pozitif ilişkiler saptanmıştır ve bunlarda ana arı ağırlığı bir seleksiyon ölçütü olarak kullanılmaktadır (Szabo 1973, Fıratlı 1982, Harbo 1986).

Yeninar (1997), *Bombus terrestris* arıların beslenmesinde arı sütü polen keki ve bal, arı sütü 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 sütü 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.

Riberio vd' ne (1996) göre ise, taze olarak dondurulmuş polen ile beslenen kolonilerde koloni gelişim özellikleri kurutularak dondurulmuş polen ile beslenen kolonilere göre daha üstündür.

Bombus arılarında ana arı ağırlığı ile ilgili çalışmalar daha çok ağırlığın diyapozda yaşamda kalmaya etkisi üzerinde yoğunlaştırılmıştır. Pridal ve Hofbauer (1996), *Bombus terrestris* ana arılarının çıkıştan diyapoza kadar beslenmeleri ve laboratuarda yetiştirilmeleri üzerine yaptıkları çalışmada; laboratuarda yetiştirilen ana arıların çıktıktan sonra ortalama 0.5957 ± 0.076 gram, arazi kolonilerinde yetiştirilen ana arıların ise ortalama 0.6448 ± 0.054 gram olduğunu belirterek, ana arı ağırlığının koloni ve çevresel faktörlerden etkilendiğini bildirmişlerdir.

Bombus terrestris ana arılarının diyapozda yaşamda kalma gücü ve diyapoz sonrası performansı ile ilgili yapılan çalışmada; diyapoz öncesi ana arı ağırlığının ana arıların diyapozda kalıp kalmayacağını belirlediği, diyapozdan önce 0.6 gram ve daha düşük ağırlığa sahip ana arıların diyapozda öldüğü fakat daha yüksek ağırlığa sahip ana arıların diyapoz sonrası koloni oluşturma performanslarının bu yüksek ağırlık tarafından etkilenmediği bildirilmektedir (Beekman vd 1998b).

Bombus arılarında kast farklılıklarının nasıl oluştuğu ve kastların neye göre belirlendiği tam olarak açıklanmamıştır. Yuvadaki arı yoğunluğu, yuva içi ve dışı çevre koşulları, besin durumu, kurucu ana arının niteliği gibi birçok faktör kolonilerin işçi, erkek ve ana arı yetiştirmesinde etkili olmakta ve kolonilerin yaşam döngüsünü belirlemektedir.

Kast belirlenmesi larvanın iki fenotipik kasttan birinde geri döndürülemez bir biçimde karar kılınması, kast farklılaşması ise besin miktarı gibi çevresel faktörler tarafından etkilenen ve işçi veya ana arı karakterli bireylerin oluşması olarak tanımlanmaktadır (Borlotti vd 2001).

Router (1998), gerek doğada gerekse laboratuvar koşullarında oluşturulan *Bombus pascuorum* kolonilerinde kast oluşumunun besleme ile ilişkisini araştırmak için yaptığı çalışmada; ana arı larvalarının işçi arı larvalarına göre daha çok besin aldığını, ana arı larvalarının yaklaşık iki kat sıklıkta beslendiğini ve kolonilerdeki polen toplama davranışının ana arı üretimi ve bu ana arıların tarlacı arılara oranı ile ilgili olduğunu bildirmektedir.

Laboratuvar koşullarında yetiştirilen *Bombus ignitus* arılarının besin tüketimi ve besleme davranışları ile ilgili çalışmada; tüm larvaların aynı besinle beslendiği, ancak besin miktarının larva büyüklüğü ile arttığı, larva besleme açıklığının ana arı larvalarında 7.4 gün, erkek arı larvalarında 6 gün ve işçi arı larvalarında 5.4 günde açıldığı, bir kolonideki günlük besin tüketiminin az cinsiyet üreten kolonilerde 1.3 g polen ve 8.3 ml bal solusyonu, daha fazla cinsiyet üreten kolonilerde ise 1.8 g polen ve 12.5 ml bal solusyonu şeklinde olduğu belirtilmiştir (Hannan vd 1998).

Riberio (1999), *Bombus terrestris* larvalarında kast farklılaşması ve besleme süresi üzerine yaptığı çalışmada; larvanın beslenme süresinin gelişme safhası ve cinsiyetle ilgili olduğunu, uzun süreli beslemenin ana arı larvalarının kendileri ile ilgili faktörlere değil besinin vizikozitesine bağlı olduğunu, uzun gelişme dönemine sahip oldukları için larva besinine eklenen bezsel materyalin (enzim ve proteinler) özellikle gelişmelerinin son aşamasında ana arı larvaları için önemli olduğunu, bu bezsel materyalin kast farklılaşmasında etken olduğunu ve ana arı larvalarının bu maddelerden bol miktarda almaları gerektiğini bildirmektedir. *Bombus terrestris* arılarında ana arı larvaları ağırlıklarına göre az miktarda polen almalarına rağmen işçi arı larvalarından daha büyük vücuda sahiptirler. Bu nedenle ana arı larvalarının diyetlerinde ek besinlerin bulunduğu fikri ileri sürülmektedir (Riberio 1994). Ancak, Pereboom' a (1996) göre ise, larva besininde polenden gelenin yanı sıra başka proteinlerinde olmasına rağmen bu proteinler tüm larvaların besinlerinde oldukları için kast farklılaşmasında rol oynamamaktadır.

Bombus terrestris larvalarının besleme sıklığının video kayıtları ile incelendiği ve işçi arıların işçi, erkek ve ana arı larvalarını besleme davranışlarının kaydedildiği bir çalışmada; gelişmenin başlangıcında her iki dişi kastın larvalarının da aynı sıklıkta beslendiği, bununla birlikte larva gelişiminin son fazı boyunca ana arı larvalarının işçi arı larvalarından daha sık beslendiği, sıklıktaki farka rağmen hem işçi hem de ana arı larvalarının aynı besin örneğiyle beslendiği, besleme süresinin birkaç dakikadan üç saate kadar sürdüğü ve besleme yöntemlerinin düzenlenmesinde larvanın önemli rolü olduğu bildirilmektedir (Riberio vd 1999).

Röseler' e (1976) göre, ana arı bakıcı arıların davranış ve fizyolojisini salgıladığı feromonlarla etkiler ve böyle bir durumda hiç ana arı yetiştirilemez. Bu baskı mekanizması ana arının dominantlığını sürdürdüğü dönemde ve koloni gelişiminin başında larvaların uzun süreli beslenmesini engeller. Üçüncü kuluçka döneminde ana arının feromon üretimi azaldığında işçiler üzerindeki etkisi de yok olur. Bu durumda işçiler larvaları daha uzun süre beslerler ve ana arı yetiştirirler.

Pereboom (2000), *Bombus terrestris* arılarında larva besininin kompozisyonu ve eksokrin salgısının önemi üzerine yaptığı çalışmada; besin kompozisyonundaki farklılık veya larvaya verilen besin miktarının larva gelişimi ve kast farklılaşmasını etkilemediğini bildirmektedir.

Bombus terrestris arılarında ana arı – işçi çatışmasının kast farklılaşması üzerine etkisini araştıran Cnaani vd (2000b), larvanın koloni gelişimi sırasında işçi olarak gelişme yönünden ana arı olarak gelişmeye döndüğünü ve bu dönüşümün sosyal olarak düzenlendiğini, rekabet noktasından önce ana arılı küçük kolonilerde yetişen larvalar işçi olarak gelişirken rekabet noktasından sonra bu larvaların ana arı olarak geliştiğini, işçilerin yaşlı veya genç olmalarının kast farklılaşmasında etkili olmadığını ve ana arının larvaların ana arı olarak gelişmesini engelleyen feromonlar salgıladığını belirterek, *Bombus terrestris*lerde ana arı üretiminin ekolojik sınırlamalar ve ana arı – işçi arı çatışmasıyla ilgili olduğunu bildirmişlerdir.

Yapılan çalışmalar juvenil hormon uygulamasının da bombus arılarında kast farklılaşmasında etkili olduğunu ortaya koymaktadır (Cnaani vd 1997, Cnaani vd 2000a). Borlotti vd (2001), juvenil hormonun kast belirlenmesinde temel rol oynadığını, 10 veya 20 µg juvenil hormon uygulamasının bir veya iki yaşındaki larvaların ana arı olarak yetişmesine sebep olabileceğini, işçi arıların kast belirlenmesinde rol oynamadığını ancak larvanın gereksinimi olan besini verdikleri için kast farklılaşmasında rol oynayabileceklerini bildirmişlerdir.

3. MATERYAL ve METOT

3.1. Materyal

3.1.1. Araştırma yeri ve yetiştirme odası özellikleri

Araştırma Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi bünyesinde bulunan bombus arısı yetiştirme odasında yürütülmüştür. Yetiştirme odası 3 x 4 x 3 metre ebatlarındadır. Deneme süresince yetiştirme odasının sıcaklığı 28 – 30 °C, nemi ise % 50 – 60 düzeyinde tutulmuştur. Yetiştirme odasının penceresi tamamen alüminyum folyo ile kaplanmış ve böylece içeriye ışık sızması engellenmiştir. Koloniler kontrol edilirken arıların daha az hareketli oldukları kırmızı ışık kullanılmıştır. Başlatma ve yetiştirme kutuları odada bulunan raflara yerleştirilmişlerdir.

3.1.2. *Bombus terrestris* ana arılarının elde edilmesi

Araştırmada kullanılan *Bombus terrestris* ana arıları iki gruba ayrılmıştır. Birinci gruba ait 69 adet ana arı 20 – 25 Aralık 2001 tarihleri arasında Antalya sahil kesiminde Kemer bölgesinden atrap yardımıyla yakalanmıştır. Daha önce yapılan çalışmalarla bu bölgedeki ana arıların diyapozdan çıkış zamanları ve yararlandıkları bitkiler belirlenmiştir. İkinci gruba ait 56 adet ana arı ise Antalya ilinde faaliyet gösteren ve yurt dışından getirdiği ana arılardan koloni oluşturarak piyasaya sunan ticari bir firmadan elde edilmiştir. Araştırmaya toplam 125 adet ana arı ile başlanmıştır.

3.1.3. Başlatma ve yetiştirme kutuları

Araştırmada kullanılan başlatma ve yetiştirme kutuları Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi marangoz atölyesinde yaptırılmıştır. Gözlemlerin rahat yapılması için her iki tip kutunun üzeri sürgülü cam kapak ile kapatılmıştır.

3.1.3.1. Başlatma kutuları

Başlatma kutuları 8 x 8 x 4 cm ebatlarındaki yuva bölmesi ve 6 x 8 x 2 cm ebatlarındaki dışkı ve besleme bölmesi olmak üzere iki kısımdan oluşmaktadır. Arılara şeker şurubunun verildiği şurupluk besleme bölmesine yerleştirilmiştir. Ayrıca dışkı ve besleme bölmesinin tabanına altı adet havalandırma deliği açılmıştır.

3.1.3.2. Yetiştirme kutuları

Yetiştirme kutuları ise 21 x 30 x 17 cm ebatlarında yuva bölmesi ve 9 x 11 x 10 cm ebatlarında dışkı ve besleme bölmesinden oluşmaktadır. Yuva bölmesinin yan taraflarına havalandırma kanalları yapılmıştır.

3.1.4. Kolonilere verilen polen ve arı sütünün özellikleri

Araştırmada kullanılan polenler Akdeniz Üniversitesi arılığında bulunan bal arısı kolonilerinden Mart – Haziran ayları arasında toplanmış ve -18 derecede muhafaza edilmiştir. Daha önce yapılan çalışmalarla bu bölgedeki polenlerin % 22 – 26 ham protein içerdikleri tespit edilmiştir. Kullanılan arı sütü ise yaklaşık yirmi yıldır Davutlar / Söke’ de arı sütü üretimi yapan özel bir işletmeden saf olarak elde edilmiş ve kullanılabilecek kadar buzdolabı koşullarında saklanmıştır.

3.2. Metot

3.2.1. Ana arıların kutulara yerleştirilmesi ve kolonilerin bakımı

Temin edilen *Bombus terrestris* ana arıları hemen yetiştirme odasına getirilerek 0.01 gram duyarlılığındaki terazide tartılarak, numaralandırılıp bireysel başlatma kutularına konulmuştur. Tartımdan önce bütün ana arılara hem tartımın kolay olması hem de yumurtlamayı hızlandırmak için CO₂ verilmiştir. Ayrıca başlatma kutularına ana arı ile birlikte bir adet genç *Bombus terrestris* işçi arısı ve pupası ilave edilmiştir. Gerek doğadan toplanan gerekse ticari firmadan alınan ana arılarda arı sütü ilaveli polen

Çizelge 3.1. Ana arıların genotip ve besleme şekillerine göre dağılımı

	Normal polen keki	Arı sütü polen keki	Toplam
Doğa	23	46	69
Ticari firma	34	22	56
Toplam	57	68	125

kekinin etkisi ayrı ayrı incelenmiştir. Doğadan toplanan ve ticari firmadan alınan ana arıların arı sütü ilaveli ve normal polen keki ile besleme bakımından dağılımı Çizelge 3.1' de verilmiştir.

Ana arılar tartıldıktan sonra Çizelge 3.1' de belirtilen şekilde gruplandırılmış ve yarısına normal polen keki, diğer yarısına ise arı sütü ilaveli polen'keki verilmiştir. Ana arılara polen keki ile birlikte 1:1 oranında şeker ve su içeren şeker şurubu verilmiştir. Yuvalar her gün kontrol edilerek bozulan şurup ve polenler yenileri ile değiştirilmiştir. Yumurtlayan, yumurtlamayan ve ölen ana arılar her gün kaydedilmiştir. Beş gün içinde yumurtlama olmayan yuvalardaki işçi arılar ve pupalar değiştirilmiştir. İlk işçi arısı çıkan koloniler derhal yetiştirme kutularına aktarılmış ve bundan sonra yumurta hücresi ile işçi arı sayısındaki artış her gün kaydedilmiştir. Koloni içinde ölen bireyler sayılıp daha sonra üretilen toplam işçi, erkek ve ana arı sayısını belirlemede kullanılmak üzere kaydedilmiştir. Polen kekleri ve şurup kolonilere ad-libitum olarak verilmiştir. Parazit ve koku oluşumunu engellemek için yetiştirme kutularının dışkı bölmeleri her hafta temizlenmiştir. Kolonide yetiştirilen birey sayılarını belirlemek için tüm koloniler kurucu ana arıların ölümünden veya rekabet noktasının belirlenmesinden otuz üç gün sonra CO₂ ile bayıltılarak derin dondurucuya konulmuştur. Daha sonra dondurucudan çıkartılan kolonilerde üretilen işçi, erkek ve ana arılar sayılıp kaydedilmiştir.

3.2.2. Polen keklerinin hazırlanması

3.2.2.1. Arı sütü ilaveli polen kekinin hazırlanması

Derin dondurucudan çıkartılan 180 gram polen önce 20 gram arı sütü ile karıştırıldıktan sonra hamur kıvamına gelene kadar bal ile yoğurulmuştur. Arı sütü

ilaveli kekin yapımında metal malzeme kullanılmamasına dikkat edilmiştir. Yapılan kek küçük parçalar halinde derin dondurucuda saklanmıştır. Bu parçalar yuvalara verilirken, kolonilerin toplam polen tüketimini hesaplamak için tartılmış ve kaydedilmiştir.

3.2.2.2. Normal polen kekinin hazırlanması

Şeker şurubu ile çok az nemlendirilmiş olan polen silindir boru içinde sıkıştırıldıktan sonra bu boru içinden çıkartılmış ve erken bozulmasını engellemek için dış yüzeyi balmumu ile kaplanmıştır. Daha sonra yapılan bu kekler kullanılıncaya kadar derin dondurucuda saklanmış ve tartılarak kolonilere verilmiştir.

3.2.3. Belirlenen özellikler

Bombus terrestris ana arıları kesikli olarak yumurtlarlar. Ana arıların yumurtlamaları sürekli olmadığı için kolonilerde birinci, ikinci ve üçüncü kuluçka dönemleri meydana gelmektedir. Ana arıların başlangıç kutularına konulmasından koloni yaşamı sonlandırılıncaya kadar bütün bombus arısı kolonilerde koloni gelişimine ilişkin aşağıdaki özellikler belirlenmiştir.

Ana arı ağırlığı (gram) : Ana arıların başlatma kutularına konulmadan önceki başlangıç ağırlığı.

Koloni başlangıcı (gün) : Ana arıların başlatma kutularına konulmasından ilk yumurta kümesinin yapılmasına kadar geçen süre.

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 faz (gün) : Ana arıların başlangıç kutularına konulmasından sonra ilk işçi arı çıkışına kadar geçen süre.

Birinci kuluçka döneminde üretilen işçi arı sayısı (adet) : Ana arıların ikinci kuluçka başlangıcına kadarki sürede yumurtladığı yumurtalardan meydana gelen işçi arı sayısı.

İkinci kuluçka dönemi başlangıç zamanı (gün) : Ana arıların başlangıç kutularına konulmasından ikinci yumurta hücrelerinin yapımına kadar geçen süre.

İkinci kuluçka döneminde üretilen yumurta hcreti sayısı (adet) : Ana arıların ikinci kuluçka dönemi başlangıç ile üçüncü kuluçka dönemi başlangıç arasında ürettikleri yumurta hcreti sayısı.

İkinci kuluçka döneminde üretilen işçi arı sayısı (adet) : Kolonilerde ikinci kuluçka döneminde üretilen yumurta hücrelerinden meydana gelen işçi arı sayısı.

nc kuluçka dönemi başlangıç zamanı (gün) : Ana arıların başlatma kutularına konulmasından üçüncü kuluçka yumurta hücrelerinin üretilmesine kadar geçen süre.

nc kuluçka döneminde üretilen yumurta hcreti sayısı (adet) : Ana arıların üçüncü kuluçka dönemi başlangıç ile rekabet noktası balayana kadar ürettikleri yumurta hcreti sayısı.

nc kuluçka döneminde üretilen işçi arı sayısı (adet) : Kolonilerde nc kuluçka döneminde üretilen yumurta hücrelerinden meydana gelen işçi arı sayısı.

İlk erkek arı çıkış zamanı (gün) : Ana arıların başlangıç kutularına aktarılmasından ilk erkek arı çıkışına kadar geçen süre.

İlk ana arı çıkış zamanı (gün) : Ana arıların başlangıç kutularına aktarılmasından ilk ana arı çıkışına kadar geçen süre.

Dönüşüm noktası (gün) : İlk işçi arı çıkış zamanı (sosyal faz) ile ilk erkek arı çıkış zamanı arasındaki farktan erkek arıların gelişim süresi olan 25 günün veya ilk işçi arı

çıkış zamanı ile ilk ana arı çıkış zamanı arasındaki farktan ana arıların gelişim süresi olan 32 günün çıkartılması ile elde edilen gün sayısı.

Rekabet noktası (gün) : İlk işçi arı çıkışından (sosyal faz) sonra işçi arıların ilk yumurtlamaya başladıkları, ana arının yumurtalarını yedikleri veya ana arı ile kavga etmeye başladıkları zamana kadar geçen süre.

Toplam işçi arı sayısı (adet) : Koloni yaşamı sonlanıncaya kadar üretilen işçi arıların toplam sayıları olup birinci, ikinci ve üçüncü kuluçkada üretilen işçi arı sayılarının toplamıdır.

Toplam erkek arı sayısı (adet) : Koloni yaşamı sonlanıncaya kadar kolonide gerek ana arı gerekse işçi arıların yumurtladığı haploid yumurtalardan üretilen erkek arıların toplam sayısı.

Toplam ana arı sayısı (adet) : Koloni yaşamı sonlanıncaya kadar kolonide üretilen ana arıların toplam sayısı.

Toplam birey sayısı (adet) : Koloni yaşamı sonlanıncaya kadar kolonide üretilen işçi, erkek ve ana arıların toplam sayısı.

Koloni ömrü (gün) : Koloni başlangıcından kurucu ana arının ölümü veya kolonilerin dondurucuya konulmasına kadar geçen zaman.

Elli (50) işçi arıya ulaşma zamanı (gün) : Ana arıların başlangıç kutularına aktarılmasından sonra kolonideki işçi arı sayısının 50 adet oluşuna kadar geçen süre.

Sayısal cinsiyet oranı : Tüm koloniler için [erkek arı sayısı / (erkek arı sayısı + ana arı sayısı)] formülünden yararlanılarak hesaplanmıştır.

Polen tüketimi (gram) : Ana arıların başlangıç kutularına konulmasından koloni ömrü sonuna kadar geçen sürede tüketilen toplam polen miktarı.

3.3. Verilerin İstatistiki Analizi

Elde edilen veriler MİNİTAB (Windows, 10.2 versiyonu) istatistik paket programı ile bilgisayarda değerlendirilmiştir. Koloni gelişimi ile ilgili her özelliğe ait tanımlayıcı istatistik değerleri bulunmuştur. Doğadan toplanan ve ticari firmadan alınan ana arıların koloni gelişim özellikleri varyans analizi ile karşılaştırılmıştır. Koloni gelişim özellikleri arasındaki korelasyon katsayıları hesaplanmıştır. Oranlara ait hipotez kontrolü ile oranlar arası farklılıklar belirlenmiştir.

4. BULGULAR

4.1. Arı Sütü İlaveli ve Normal Polen Keki ile Beslenen Ana Arıların Yumurtlama ve Koloni Oluşturma Oranları

4.1.1. Yumurtlama oranları

Doğadan toplanan ve ticari bir firmadan elde edilen ve normal polen keki ve arı sütü ilaveli polen keki ile beslenen *Bombus terrestris* ana arıların yumurtlama oranları Çizelge 4.1' de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Arı sütü ilaveli ve normal polen keki ile beslenen ana arıların yumurtlama oranları

	Arı sütlü polen keki				Normal polen keki				Toplam
	Yumurtlayan		Yumurtlamayan		Yumurtlayan		Yumurtlamayan		
	N	%	N	%	N	%	N	%	
Doğa	38	82	8	18	21	92	2	8	69
Ticari firma	19	86	3	14	28	82	6	18	56
Toplam	57	84	11	16	49	87	8	13	125

Denemede arı sütü ilaveli polen keki ile beslenen 68 adet ana arının 57 tanesi, normal polen keki ile beslenen 57 adet ana arının ise 49 tanesi yumurtlamıştır. Araştırmada kullanılan toplam 125 adet ana arının ise yaklaşık % 85' i yumurtlamıştır. Doğadan toplanan 69 adet ana arıdan 59 adedi yumurtlarken ticari firmadan alınan 56 adet ana arının 47 adedi yumurtlamıştır. Gerek arı sütü katkılı ve normal polen keki ile beslenen ana arıların gerekse doğadan toplanan ve ticari firmadan alınan ana arıların yumurtlama oranları arasındaki fark önemsiz bulunmuştur.

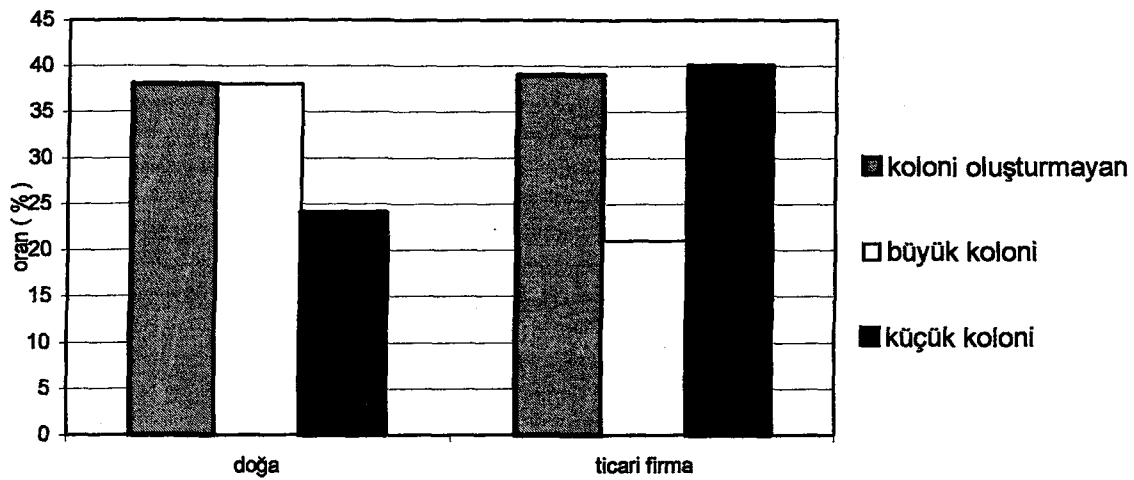
4.1.2. Koloni oluşturma oranları

Arı sütü ilaveli ve normal polen keki ile beslenen ve yumurtlayan toplam 106 adet ana arıya ait koloni oluşturma oranları Çizelge 4.2' de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Yumurtlayan ana arıların koloni oluşturma oranları

	Besleme şekli	Büyük kol.		Küçük kol.		Kol. oluşturmayan		Toplam
		N	%	N	%	N	%	
Doğadan toplanan	Arı sütü kek	-	-	-	-	38	100	38
	Normal kek	8	38	5	24	8	38	21
Ticari firma	Arı sütü kek	-	-	-	-	19	100	19
	Normal kek	11	39	6	21	9	40	28

Sağlıklı işçi arı üreten koloniler koloni oluşturmuş olarak kabul edilmiş ve 50 ve daha fazla işçi arı üreten koloniler büyük koloni, 50 ve daha az işçi arı üreten koloniler ise küçük koloni olarak değerlendirilmiştir. Çalışmada % 10 arı sütü içeren polen keki ile beslenen ana arılar koloni oluşturmamıştır. Normal polen keki ile beslenen ve yumurtlayan, doğadan toplanan 21 adet ana arının 8 tanesi büyük, 5 tanesi küçük koloni oluşturmuş, 8 tanesi ise yumurtlamalarına rağmen koloni oluşturmamışlardır. Aynı şekilde normal polen keki ile beslenen ve yumurtlayan, ticari firmadan elde edilen 28 adet ana arıdan ise 11 tanesi büyük, 6 tanesi küçük koloni oluşturmuş, 9 tanesi ise koloni oluşturmamıştır.



Şekil 4.1. Ana arıların koloni oluşturma oranları

4.2. Arı Sütü İlaveli ve Normal Polen Keki ile Beslemenin Koloni Gelişimi ve Üreme Özellikleri Üzerine Etkileri

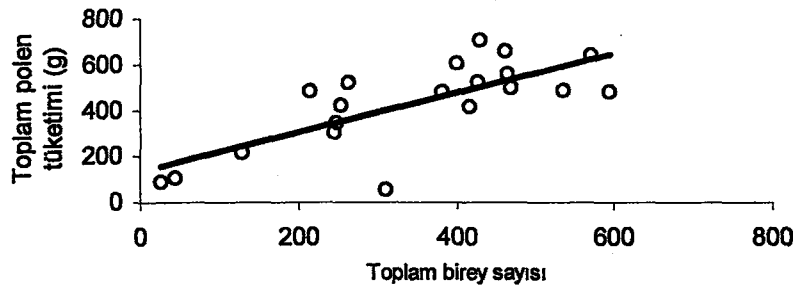
Araştırmada denenen % 10 arı sütü ilaveli polen keki ile beslemenin *Bombus terrestris* arılarında koloni gelişimi üzerine herhangi bir olumlu etkisinin olmadığı gibi yumurtaların larva dönemine girmesinden sonra arı sütü ilaveli polen kekinin olumsuz etkileri görülmeye başlanmıştır. Arı sütü ilaveli polen keki ile beslenen ana arıların yumurtladıkları yumurtaların hiç birinden ergin bireyler meydana gelmemiştir. Bu nedenle arı sütü ilaveli polen keki ile beslenen ana arıların oluşturduğu kolonilerden yalnızca ana arı ağırlığı, koloni başlangıç zamanı ve birinci kuluçka döneminde üretilen yumurta hücresi sayısı ile ilgili gözlemler alınabilmektedir (Çizelge 4.3).

Gerek arı sütü ilaveli kek ile beslenen, gerekse normal polen keki ile beslenen ana arı grupları arasında ana arı ağırlığı, koloni başlangıç süresi ve birinci kuluçka döneminde yumurtlanan yumurta hücresi sayısı bakımından önemli bir farklılık bulunmamıştır.

Arı sütü katkılı polen verilen yuvalarda ilk kuluçkaya ait larvalar ana arı tarafından beslenmeye başladıktan sonra ölmüşler ve bu grupta hiç yetişkin birey oluşmamıştır. Larvaların ölmesine rağmen ana arı ikinci kuluçkanın yumurtalarını yumurtlamaya başlamış fakat bu yumurtalar da larva dönemine girdiklerinde larvaların rengi siyaha dönüşmüş ve ölmüşlerdir.

Çizelge 4.3. Arı sütü katkılı ve normal polen keki ile beslenen ana arılardan elde edilen koloni özellikleri

Koloni özellikleri	Arı sütü polen keki				Normal polen keki				Toplam	
	N	$\bar{x} \pm$ S.H	min.	max.	N	$\bar{x} \pm$ S.H	min.	max.	N	$\bar{x} \pm$ S.H
Ana arı ağırlığı	68	$0.76 \pm$ 0.014	0.54	1.09	57	$0.79 \pm$ 0.012	0.59	0.98	125	$0.774 \pm$ 0.009
Koloni başlangıç süresi	52	$9.500 \pm$ 0.740	1	28	47	$7.63 \pm$ 0.82	1	23	99	$8.616 \pm$ 0.558
1. kuluçkadaki yumurta hücresi	57	$4.474 \pm$ 0.295	1	10	44	$5.000 \pm$ 0.276	1	10	101	$4.703 \pm$ 0.206



Şekil 4.2. Polen tüketiminin kolonilerde üretilen toplam birey sayısı ile ilişkisi

Normal polen keki ile beslenen kolonilerin koloni yaşamı süresince tükettikleri toplam polen miktarı da hesaplanmıştır. Ticari yetiştiriciler kolonileri 50 işçi arıya ulaştıklarında seracılara pazarlamaktadırlar. Denemede kolonilerin 50 işçi arıya ulaştıkları zamanki polen tüketimleri tüm koloniler için ortalama 114 ± 5.48 gram olarak bulunmuştur. Kolonilerde tüketilen toplam polen miktarı ile diğer koloni özellikleri arasında hesaplanan korelasyon katsayıları Çizelge 4.4' te verilmiştir. Toplam polen tüketimi ile koloni başlangıcı, ikinci ve üçüncü kuluçkadaki işçi arı sayısı, toplam işçi arı sayısı, toplam birey sayısı ($P < 0.01$) ve toplam erkek arı sayısı ($P < 0.05$) arasında belirlenen ilişki önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.4. Toplam polen tüketimi ile koloni özellikleri arasındaki korelasyon katsayıları

Özellik	kb	bkis	ikis	ükis	dn	rn	iaç	ieç	tis	tes	tas	tbs
tpt	**		**	**	-0.12	-0.05	0.20	-0.36	**	*		**
	0.57	0.19	0.65	0.57					0.58	0.58	-0.27	0.74
									* $P < 0.05$		** $P < 0.01$	

tpt: toplam polen tüketimi

kb: koloni başlangıcı

bkis: birinci kuluçkadaki işçi arı sayısı

ikis: ikinci kuluçka döneminde üretilen işçi arı sayısı

ükis: üçüncü kuluçka döneminde üretilen işçi arı sayısı

dn: sosyal fazda dönüşüm noktası zamanı

rn: sosyal fazda rekabet noktası zamanı

iaç: ilk ana arı çıkış zamanı

ieç: ilk erkek arı çıkış zamanı

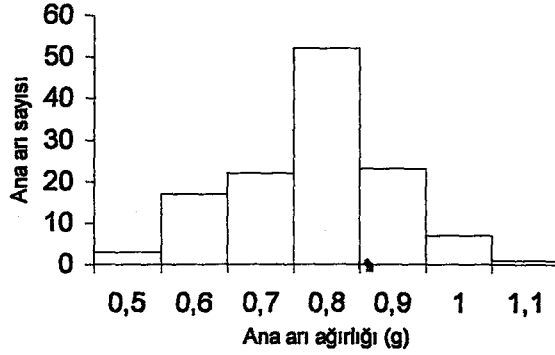
tis: koloni başından sonuna kadar üretilen işçi arıların toplam miktarı

tes: kolonide üretilen toplam erkek arı sayısı

tas: kolonide üretilen toplam ana arı sayısı

tbs: kolonilerde üretilen işçi, erkek ve ana arıları içine alan toplam birey sayısı

4.3. Diyapoz Sonrası Ana Arı Ağırlığının Koloni Gelişimi ve Üreme Özellikleri Üzerine Etkileri



Şekil 4.3. Ana arıların ağırlıklarının frekans dağılımı

Araştırmada kullanılan ve başlatma kutularına konulmadan hemen önce tartılan doğadan toplanan ve ticari firmadan elde edilen ana arıların ağırlıkları sırasıyla ortalama 0.79 ± 0.014 gram ve 0.74 ± 0.012 gram olarak bulunmuştur. Kullanılan bütün ana arıların ağırlığı ise 0.77 ± 0.009 gram olarak belirlenmiştir. Çalışmada en düşük ana arı ağırlığı 0.54 gram, en yüksek ana arı ağırlığı ise 1.09 gram olarak bulunmuştur. Doğadan toplanan ve ticari firmadan elde edilen ana arıların ağırlıkları arasındaki fark önemli bulunmuştur ($P < 0.05$). Denemeye alınan toplam 125 adet ana arının ağırlıklarının frekans dağılımı Şekil 4.3' te verilmektedir.

Kolonilerden elde edilen gözlemlere dayanarak *Bombus terrestris* arılarında ana arının diyapoz sonrası başlangıç ağırlığı ile koloni gelişim özellikleri arasında bir ilişkinin olmadığı saptanmıştır. Ana arı ağırlığı ile yalnızca birinci kuluçka döneminde üretilen işçi arı sayısı arasındaki ilişkinin ($r = 0.42$) önemli olduğu görülmüştür ($P < 0.05$), (Şekil 4.4).

Bombus terrestris arılarında ana arının diyapoz sonrası başlangıç ağırlığı ile diğer koloni gelişim özellikleri arasındaki ilişkilerin belirlenmesi amacıyla hesaplanan korelasyon katsayıları Çizelge 4.5' te verilmiştir.

Çizelge 4.5. Ana arının diyapoz sonrası başlangıç ağırlığı ile koloni özellikleri arasındaki korelasyon katsayıları

Özellik	kb	bkis	ikis	ükis	dn	rn	iaç	ieç	tis	tes	tas	tbs
a	0.17	0.42	0.19	0.05	-0.44	-0.21	-0.09	-0.16	0.12	0.11	0.001	0.16

* P<0.05

a: ana arının diyapoz sonrası başlangıç ağırlığı

kb: koloni başlangıcı

bkis: birinci kuluçkadaki işçi arı sayısı

ikis: ikinci kuluçka döneminde üretilen işçi arı sayısı

ükis: üçüncü kuluçka döneminde üretilen işçi arı sayısı

dn: sosyal fazda dönüşüm noktası zamanı

rn: sosyal fazda rekabet noktası zamanı

iaç: ilk ana arı çıkış zamanı

ieç: ilk erkek arı çıkış zamanı

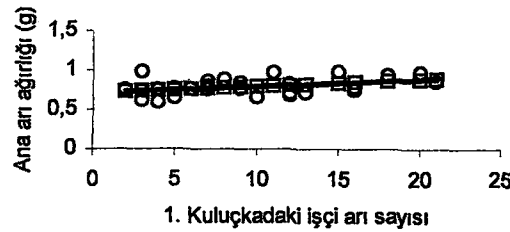
tis: koloni başından sonuna kadar üretilen işçi arıların toplam miktarı

tes: kolonide üretilen toplam erkek arı sayısı

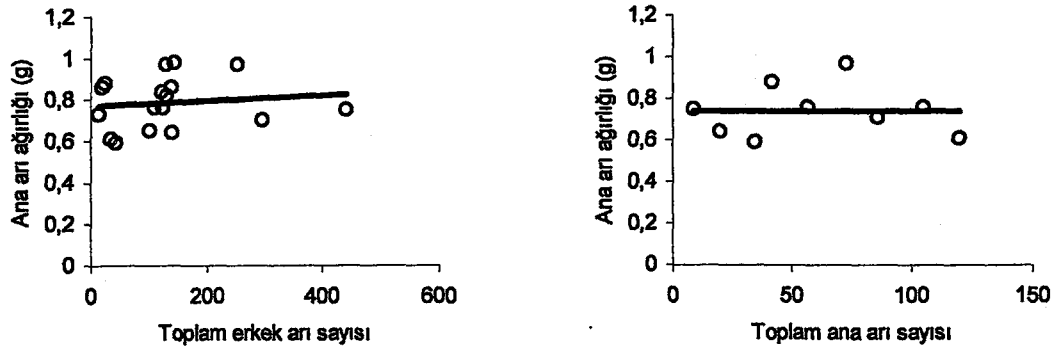
tas: kolonide üretilen toplam ana arı sayısı

tbs: kolonilerde üretilen işçi, erkek ve ana arıları içine alan toplam birey sayısı

Bombus arılarının yıl boyu yetiştiriciliğinde kolonilerde üretilen erkek ve ana arı sayıları önemlidir. Çünkü yeni koloniler oluşturmak için yeni ana arılara ve bu yeni ana arıların çiftleştirilmesi için erkek arılara ihtiyaç vardır. Kolonilerin erkek ve ana arı üretmelerinin hangi faktörler tarafından etkilendiği bilinmemektedir. Ancak ana arının diyapoz sonrası başlangıç ağırlığı ile kolonilerde üretilen erkek arı sayısı ($r = 0.11$) ve ana arı sayısı ($r = 0.001$) arasında önemli bir ilişki bulunmamıştır (Şekil 4.5).



Şekil 4.4. Ana arı başlangıç ağırlığı ile birinci kuluçkada üretilen işçi arı sayısı arasındaki ilişki



Şekil 4.5. Kolonilerde üretilen erkek arı ve ana arı sayısının ana arının diyapoz sonrası başlangıç ağırlığı ile ilişkisi

4.4. Doğadan Toplanan ve Ticari Firmadan Elde Edilen Ana Arıların Oluşturduğu Kolonilerde Koloni Gelişim Özellikleri

Araştırmada kullanılan ve gerek arı sütü kek gerekse normal polen keki ile beslenen 125 adet ana arı ve bunların oluşturduğu kolonilerde gözlenen koloni gelişim özellikleri Çizelge 4.6' da verilmiştir. Doğadan toplanan ve ticari firmadan alınan ana arıların oluşturduğu koloniler arasında ana arı ağırlığı, rekabet noktası, ana arı üretimi ve toplam birey sayısı bakımından gözlenen farklılıklar önemli bulunmuştur ($P < 0.05$). Diğer koloni özellikleri arasında gözlenen farklılıklar ise önemli bulunmamıştır.

Doğadan toplanan ana arılar başlangıç kutularına konulduktan sonra ortalama 8 ± 0.65 günde ilk yumurta hücrelerini oluşturmaya başlarken bu değer ticari firmadan alınan arılarda 9.35 ± 0.93 gün, ana arıların tamamında ise 8.61 ± 0.55 gün olarak bulunmuştur. Koloni başlangıç süresi yani ana arıların başlangıç kutularına konulmalarından yumurtlayana kadar geçen süre tüm koloniler için 1 – 28 gün arasında değişmiştir.

Cizelge 4.6. Doğadan toplanan ve ticari firmadan elde edilen ana arıların oluşturduğu kolonilerde koloni gelişim özellikleri

Koloni özellikleri	Doğadan toplanan				Ticari firmadan alınan				Toplam	
	N	$\bar{x} \pm$ S.H	min.	max.	N	$\bar{x} \pm$ S.H	min.	max.	N	$\bar{x} \pm$ S.H
*Ana arı ağırlığı	69	0.79 $\pm$ 0.014	0.54	1.09	55	0.74 $\pm$ 0.012	0.54	0.97	124	0.77 $\pm$ 0.009
Koloni başlangıç süresi	54	8 $\pm$ 0.65	1	28	45	9.35 $\pm$ 0.93	1	25	99	8.61 $\pm$ 0.55
1. kuluçkadaki yumurta hücresi	56	4.92 $\pm$ 0.32	1	10	45	4.35 $\pm$ 0.23	1	8	101	4.70 $\pm$ 0.20
İlk işçi arı çıkış zamanı	13	37.46 $\pm$ 1.67	27	49	17	35.71 $\pm$ 1.93	28	52	30	36.47 $\pm$ 1.30
1. kuluçkadaki işçi arı	13	10.08 $\pm$ 0.84	3	21	17	8.35 $\pm$ 1.07	2	16	30	9.10 $\pm$ 0.99
2. kuluçka başlangıcı	10	25.90 $\pm$ 1.42	21	34	15	25.53 $\pm$ 1.66	19	38	25	25.68 $\pm$ 1.13
2. kuluçkadaki yumurta hücresi	10	6.80 $\pm$ 0.90	2	10	15	8.93 $\pm$ 0.71	6	17	25	8.08 $\pm$ 0.58
2. kuluçkadaki işçi arı	10	32 $\pm$ 6.82	9	59	10	42 $\pm$ 7.05	6	80	20	37 $\pm$ 4.91
3. kuluçka başlangıcı	9	44.89 $\pm$ 2.18	39	57	15	43.93 $\pm$ 2.44	33	61	24	44.29 $\pm$ 1.70
3. kuluçkadaki yumurta hücresi	10	42.80 $\pm$ 5.19	17	70	15	38.60 $\pm$ 4.22	9	68	25	40.28 $\pm$ 3.23
3. kuluçkadaki işçi arı	10	123.3 $\pm$ 27.1	12	247	10	185.6 $\pm$ 32.6	48	382	20	154.4 $\pm$ 21.8
İlk erkek arı çıkış zamanı	8	73.62 $\pm$ 4.01	46	81	12	65.17 $\pm$ 6.79	35	97	20	68.55 $\pm$ 4.39
*İlk ana arı çıkış zamanı	-	-	-	-	10	89.70 $\pm$ 6.33	49	125	10	89.70 $\pm$ 5.72
Dönüşüm noktası	7	18.86 $\pm$ 2.37	8	29	7	25 $\pm$ 3.69	4	34	14	21.93 $\pm$ 2.27
*Rekabet noktası	8	37.25 $\pm$ 2.68	31	53	11	50.82 $\pm$ 4.44	33	76	19	45.11 $\pm$ 3.21
Toplam işçi arı sayısı	10	167.2 $\pm$ 34.9	27	327	11	225.3 $\pm$ 30.9	92	392	21	197.6 $\pm$ 23.5
Toplam erkek arı sayısı	7	98.6 $\pm$ 21.5	13	143	10	156 $\pm$ 42.6	23	442	17	132.4 $\pm$ 26.9
*Toplam ana arı sayısı	-	-	-	-	9	60.8 $\pm$ 12.7	9	120	9	60.8 $\pm$ 12.7
*Toplam birey sayısı	10	236.2 $\pm$ 52.2	27	464	11	417.1 $\pm$ 39.4	215	596	21	331 $\pm$ 37.4

(Devamı arkada)

Çizelge 4.6 'nın Devamı

Koloni özellikleri	Doğadan toplanan				Ticari firmadan alınan				Toplam	
	N	$\bar{x} \pm$ S.H	min.	max.	N	$\bar{x} \pm$ S.H	min.	max.	N	$\bar{x} \pm$ S.H
Koloni ömrü	10	97.70 $\pm$ 2.52	87	113	12	89.33 $\pm$ 7.13	42	140	22	93.14 $\pm$ 4.07
Sayısal cinsiyet oranı	-	-	-	-	8	0.61 $\pm$ 0.09	0.21	0.98	8	0.61 $\pm$ 0.09
50 işçi arıya ulaşma zamanı	6	61.50 $\pm$ 1.18	58	65	7	71.86 $\pm$ 4.31	53	80	13	67.08 $\pm$ 2.74
Toplam polen tüketimi	10	340.8 $\pm$ 61.9	89	605	12	481.6 $\pm$ 46.8	104	708	22	417.6 $\pm$ 40.1

* Doğadan toplanan ve ticari firmadan alınan ana arıların oluşturduğu koloniler arasında bu özellikler bakımından gözlenen farklılıklar önemli bulunmuştur ($P < 0.05$).

Birinci kuluçka döneminde oluşturulan yumurta hücresi sayısı doğadan toplanan ve ticari firmadan alınan ana arılarda sırasıyla ortalama 4.92 ± 0.32 adet ve 4.35 ± 0.23 adet olurken bu yumurta hücrelerinden doğadan toplanan ana arıların oluşturduğu kolonilerde ortalama 10.08 ± 0.84 adet, ticari firmadan alınan ana arıların oluşturduğu kolonilerde ise 8.35 ± 1.07 adet işçi arı meydana gelmiştir. Kolonilerin tamamında ise birinci kuluçka döneminde ortalama 4.70 ± 0.20 adet yumurta hücresi yapılmış ve bu yumurta hücrelerinden de ortalama 9.10 ± 0.99 adet işçi arı meydana gelmiştir. Doğadan toplanan ve ticari firmadan alınan ana arıların oluşturduğu koloniler arasında gerek birinci kuluçkadaki yumurta hücresi gerekse bunlardan meydana gelen işçi arı sayıları bakımından gözlemlenen farklılıklar önemsiz bulunmuştur.

Denemede kullanılan ana arıların tamamı başlatma kutularına aktarılmalarından ortalama 36.47 ± 1.30 gün sonra ilk ergin işçi arılarını üretmişlerdir. Bu değer doğadan toplanan ana arıların oluşturduğu kolonilerde 37.46 ± 1.67 gün, ticari firmadan elde edilen ana arıların kolonilerinde ise 35.71 ± 1.93 gün olarak bulunmuştur. İlk işçi arı çıkış zamanı bombus arılarında sosyal faz başlangıcı olarak kabul edilmektedir. Doğadan toplanan ana arıların oluşturduğu kolonilerle ticari firmadan alınan ana arıların oluşturduğu koloniler arasında sosyal fazın başlangıcı bakımından önemli bir fark bulunmamıştır. İlk kuluçkadaki işçi arıların gelişme süresi ise bütün koloniler dikkate alınarak değerlendirildiğinde 27.86 ± 0.75 gün olarak belirlenmiştir.

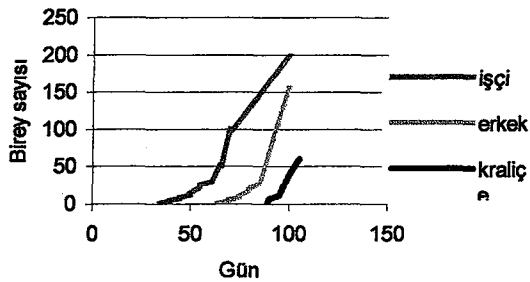
Birinci kuluçkanın yumurtaları pupa dönemine girdiğinde ana arılar bu pupalar üzerine ikinci kuluçkanın yumurta hücrelerini yumurtlamaya başlamışlardır. Araştırmada doğadan toplanan ana arıların, ticari firmadan alınan ana arıların ve bunların toplamının oluşturduğu koloniler için ikinci kuluçka başlangıç süresi sırasıyla ortalama 25.90 ± 1.42 gün, 25.53 ± 1.66 gün ve 25.68 ± 1.13 gün olarak bulunmuştur. İkinci kuluçkada üretilen yumurta hücresi sayısı doğadan toplanan ana arıların kolonilerinde ortalama 6.80 ± 0.90 adet, ticari firmadan alınan ana arıların kolonilerinde 8.93 ± 0.71 adet ve bütün kolonilerde ise 8.08 ± 0.58 adet olarak bulunmuştur. İkinci kuluçka döneminde üretilen işçi arı sayısı ise doğadan toplanan ana arıların, ticari firmaya ait ana arıların ve tüm ana arıların oluşturduğu koloniler için sırasıyla 32 ± 6.82 adet, 42 ± 7.05 adet ve 37 ± 4.91 adet olarak gerçekleşmiştir. Ticari firma kolonileri ve doğadan toplanan ana arıların oluşturduğu koloniler arasında ikinci kuluçka başlangıcı, ikinci kuluçka döneminde üretilen yumurta hücresi sayısı ve işçi arı sayısı bakımından gözlenen farklılıklar önemli bulunmamıştır.

Doğadan toplanan ana arıların oluşturduğu kolonilerde üçüncü kuluçka başlangıç süresi 44.89 ± 2.18 gün, üçüncü kuluçkada üretilen yumurta hücresi sayısı 42.80 ± 5.19 adet ve bu yumurta hücrelerinden meydana gelen işçi arı sayısı 123.3 ± 27.1 adet olarak belirlenirken, bu değerler ticari firmaya ait ana arıların oluşturduğu koloniler için sırasıyla ortalama 43.93 ± 2.44 gün, 38.60 ± 4.22 adet ve 185.6 ± 32.6 adet olmuştur. Doğadan toplanan ana arıların oluşturduğu koloniler ve ticari firma ana arılarının oluşturduğu koloniler arasında üçüncü kuluçka başlangıç süresi, üçüncü kuluçka döneminde üretilen yumurta hücresi sayısı ve bu yumurta hücrelerinden meydana gelen işçi arı sayıları bakımından gözlenen farklılıklarda önemli bulunmamıştır.

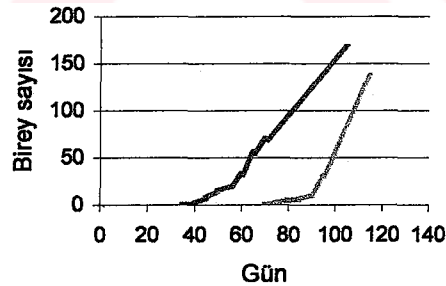
Doğadan toplanan ana arıların oluşturduğu kolonilerde erkek arılar, ana arıların başlangıç kutularına konulmasından ortalama 73.62 ± 4.01 gün, ticari firmadan alınan ana arıların oluşturduğu kolonilerde ise 65.17 ± 6.79 gün sonra üretilmeye başlanmıştır. Doğadan toplanan ana arıların oluşturduğu kolonilerde üretilen erkek arı sayısı 46 – 81 adet arasında değişirken bu değer ticari firmadan alınana ana arıların oluşturduğu kolonilerde 35 – 97 adet arasında değişmiştir. Her iki grup koloni arasında ilk erkek arı çıkış zamanı bakımından saptanan farklılıklar önemli bulunmamıştır.

Doğadan toplanan ana arıların oluşturduğu kolonilerde hiç ana arı üretilmemiştir. Sadece bir kolonide ana arı larvaları ve pupaları görülmüş ancak bu pupalardan ergin ana arılar meydana gelmemiştir. Ticari firmadan elde edilen ana arılara ait koloniler ise ortalama 60.8 ± 12.7 adet ana arı üretmişler ve bu değer en düşük 9 adet, en yüksek ise 120 adet arasında değişmiştir. Doğadan toplanan ve ticari firmadan alınan ana arıların oluşturduğu kolonilerde işçi, erkek ve ana arı sayısındaki zamana göre artış Şekil 4.6' da gösterilmiştir.

Araştırmada dönüşüm noktası tüm koloniler dikkate alındığında ilk işçi arı çıkışından sonra ortalama 21.93 ± 2.27 gün, rekabet noktası ise 45.11 ± 3.21 gün olarak belirlenmiştir. Sosyal fazda dönüşüm noktası ve rekabet noktası doğadan toplanan ana arıların oluşturduğu kolonilerde sırasıyla ortalama 18.86 ± 2.37 gün ve 37.25 ± 2.68 gün, ticari firmadan alınana ana arıların oluşturduğu kolonilerde ise 25 ± 3.69 gün ve 50.82 ± 4.44 gün olarak bulunmuştur. Doğadan toplanan ve ticari firmadan alınan ana arıların oluşturduğu koloniler arasında dönüşüm noktası bakımından önemli fark bulunamazken rekabet noktaları bakımından fark önemli bulunmuştur ($P < 0.05$).

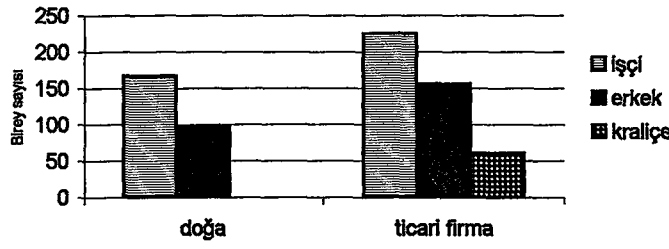


Ticari firmadan alınan



Doğadan toplanan

Şekil 4.6. Doğadan toplanan ve ticari firmadan alınan ana arıların oluşturduğu kolonilerde üretilen birey sayılarının zamana göre değişimi



Şekil 4.7. Doğadan toplanan ve ticari firmadan alınan ana arıların oluşturduğu kolonilerde işçi, erkek ve ana arı üretimi

Doğadan toplanan ana arılarla oluşturulan koloniler ortalama 167.2 ± 34.9 adet işçi arı ve 98.6 ± 21.5 adet erkek arı üretirken bu kolonilerde üretilen toplam birey sayısı 236.2 ± 52.2 adet olarak bulunmuştur. Ticari firmadan alınan ana arılara ait kolonilerinde ise ortalama 225.3 ± 30.9 adet işçi arı, 156 ± 42.6 adet erkek arı ve 60.8 ± 12.7 adet ana arı üretilmiştir. Ticari firma ana arılarının kolonilerinde üretilen toplam birey sayısı ortalama 417.1 ± 39.4 adet olarak belirlenmiştir. Belirtilen bu iki grup arasında üretilen işçi ve erkek arı sayısı bakımından farklılık önemli bulunmazken, doğadan toplanan ana arıların oluşturduğu kolonilerde hiç ana arı üretilmemesi nedeniyle üretilen toplam birey sayısı arasındaki fark önemli bulunmuştur ($P < 0.05$).

Ana arıların oluşturduğu tüm kolonilerde koloni ömrü 42 – 140 gün arasında değişmiştir. Ticari firmadan alınan ana arıların oluşturduğu kolonilerinde koloni ömrü ortalama 89.33 ± 7.13 gün, doğadan toplanan ana arıların oluşturduğu kolonilerde ise 97.70 ± 2.52 gün olarak belirlenmiş ve aralarındaki fark önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 4.7 kolonilerin erkek ve ana arı üretimi bakımından dağılımını göstermektedir. Araştırmada doğadan toplanan ana arıların oluşturduğu 8 koloniden 6 tanesi erkek arı üretirken iki tanesi erkek ve ana arı üretmemiştir. Ticari firmadan alınan ana arıların oluşturduğu 11 adet koloniden 2 tanesi yalnızca erkek arı, 1 tanesi sadece ana arı, 8 tanesi ise hem ana arı hem de erkek arı üretmişlerdir. Bütün kolonilerin ise % 42' si sadece erkek arı, % 5'i sadece ana arı, % 42' si ise hem erkek hem de ana arı üretmişlerdir.

Çizelge 4.7. Oluşan büyük kolonilerde erkek arı, ana arı ve erkek + ana arı üretim oranı

	Erkek		Ana arı		Erkek + ana arı		Üretmeyen		Toplam
	N	%	N	%	N	%	N	%	N
Doğa	6	75	-	-	-	-	2	25	8
Ticari firma	2	18	1	9	8	73	-	-	11
Toplam	8	42	1	5	8	42	2	11	19

Doğadan toplanan ana arıların oluşturduğu kolonilerde hiç ana arı üretimi olmadığı için bu kolonilerde sayısal cinsiyet oranı hesaplanmamıştır. Ticari firmadan alınan ana arıların oluşturduğu kolonilerinde ise sayısal cinsiyet oranı 0.61 ± 0.09 olarak bulunmuştur.

Doğadan toplanan ana arıların oluşturduğu koloniler ortalama 61.50 ± 1.18 gün sonra 50 adet işçi arı sayısına ulaşmışken, ticari firmadan alınan ana arıların oluşturduğu kolonilerde 71.86 ± 4.31 gün sonra işçi arı kadrosu 50 adet olmuştur. İki grup koloni arasında 50 adet işçi arıya ulaşma zamanı bakımından saptanan farklılıklar önemli bulunmamıştır.

Tüm koloniler için toplam polen tüketimi 89 gram ile 708 gram gibi geniş bir aralıkta değişmiş, doğadan toplanan an arılardan oluşan kolonilerde toplam polen tüketimi ortalama 340.8 ± 61.9 gram, ticari firmadan alınan ana arıların oluşturduğu kolonilerde ise 481.6 ± 46.8 gram olarak bulunmuştur. En yüksek polen tüketim değeri ticari firma kolonilerinde gözlenmiştir. Ancak belirtilen iki grup koloni arasında toplam polen tüketimi bakımından gözlemlenen farklılık önemli bulunmamıştır.

4.5. *Bombus terrestris* Arılarında Koloni Gelişim Özellikleri Arasındaki İlişkiler

Araştırmada diyapoz sonrası ana arı başlangıç ağırlığı ve arı sütü ilaveli polen keki ile beslemenin koloni gelişimi ve üreme özellikleri üzerine etkisi önceki bölümlerde verilmiştir. Diğer koloni gelişim özelliklerinin birbirleri ile arasındaki ilişkiler ise

Çizelge 4.8' de sunulmuştur. Bu özelliklerden koloni başlangıç zamanı dışındakiler sadece normal polen keki ile beslenen kolonilerden hesaplanmıştır.

Çizelge 4.8. Bombus arısı kolonilerinde gözlemlenen koloni gelişim özellikleri arasındaki korelasyon katsayıları

	kb												
bkis	0.29	bkis											
ikis	*	0.44	ikis	0.41									
ükis	0.40	0.15	**	0.73	ükis								
dn	**	*	*	-0.55	0.01	dn							
rn	0.10	-0.40	-0.39	0.32	0.21	rn							
iaç	-0.62	-0.09	0.00	-0.10	0.69	-0.31	iaç						
ieç	-0.07	0.25	-0.40	-0.18	**	0.69	0.06	0.12	ieç				
tis	0.41	-0.20	*	**	-0.13	0.15	-0.14	-0.10	tis				
tes	0.35	0.06	0.38	-0.15	-0.27	-0.07	-0.49	-0.41	-0.04	tes			
tas	-0.29	0.27	-0.13	-0.76	-0.45	0.14	0.29	0.09	-0.36	-0.42	tas		
tbs	0.36	0.17	**	**	0.01	0.23	-0.14	-0.45	**	**	-0.52	tbs	

* P<0.05 **P<0.01

kb: koloni başlangıcı

bkis: birinci kuluçkadaki işçi arı sayısı

ikis: ikinci kuluçka döneminde üretilen işçi arı sayısı

ükis: üçüncü kuluçka döneminde üretilen işçi arı sayısı

dn: sosyal fazda dönüşüm noktası zamanı

rn: sosyal fazda rekabet noktası zamanı

iaç: ilk ana arı çıkış zamanı

ieç: ilk erkek arı çıkış zamanı

tis: koloni başından sonuna kadar üretilen işçi arıların toplam miktarı

tes: kolonide üretilen toplam erkek arı sayısı

tas: kolonide üretilen toplam ana arı sayısı

tbs: kolonilerde üretilen işçi, erkek ve ana arıları içine alan toplam birey sayısı

Bombus terrestris arılarının yetiştirilmesinde karşılaşılan en önemli sorun kolonilerin çok erken dönemde erkek ve ana arı üretmeye başlamasıdır. Bu yüzden çalışmada dönüşüm ve rekabet noktalarına etki eden faktörlerin ortaya çıkarılmasına özen gösterilmiştir.

Çizelge 4.8 incelendiğinde rekabet noktası zamanının herhangi bir koloni gelişim özelliği ile ilişkisinin olmadığını görülmektedir. Dönüşüm ve rekabet noktası arasındaki ilişki de önemsiz bulunmuştur ($r = 0.21$). Ancak dönüşüm noktası ile koloni başlangıç süresi ($r = -0.69$), birinci kuluçkadaki işçi arı sayısı ($r = -0.58$), ve ikinci kuluçkadaki işçi arı sayısı arasındaki ($r = -0.55$) ilişkinin önemli olduğu saptanmıştır.

Kolonilerde genlerin bir sonraki generasyona aktarılması erkek ve ana arı üretimine bağlıdır. Doğadan toplanan ana arıların oluşturduğu kolonilerde erkek arı üretilmiş fakat hiç ana arı üretilmemiştir. Kolonilerde ilk ana arı üretim zamanı da dönüşüm noktası ($r=0.69$) ve rekabet noktası ($r = -0.31$) tarafından etkilenmemiştir

Ayrıca ikinci kuluçka döneminde üretilen işçi arı sayısı ile koloni başlangıcı ($r=0.44$) ve üçüncü kuluçka döneminde üretilen işçi arı sayısı ($r = 0.73$) arasında, dönüşüm noktası ile ilk erkek arı çıkışı ($r = 0.69$) arasında, toplam işçi arı sayısı ile ikinci kuluçka döneminde üretilen işçi arı sayısı ($r = 0.56$) ve üçüncü kuluçka döneminde üretilen işçi arı sayısı ($r = 0.98$) arasında, toplam ana arı sayısı ile üçüncü kuluçka döneminde üretilen işçi arı sayısı ($r = -0.76$) arasında, toplam birey sayısı ile ikinci kuluçka döneminde üretilen işçi arı sayısı ($r = 0.59$), üçüncü kuluçka döneminde üretilen işçi arı sayısı ($r = -0.74$), toplam işçi arı sayısı ($r = 0.75$) ve toplam erkek arı sayısı ($r = 0.68$) arasındaki ilişkiler de önemli bulunmuştur.

5. TARTIŞMA

Araştırma sonuçları *Bombus terrestris* arılarında arı sütü ilaveli polen keki ile beslemenin koloni gelişimi üzerine olumsuz etkisinin olduğunu göstermiştir. Arı sütü katkılı polen keki ile beslenen ana arıların hiç birisi koloni oluşturamamıştır. Yeninar (1997), % 5 arı sütü katkılı polen keki ile *Bombus terrestris* arılarının beslenmesinde olumlu sonuçlar elde edememiştir. Ancak herhangi bir olumsuzlukta belirtilmemiştir. Bu nedenle araştırmada % 10 arı sütü katkılı polen keki kullanılmıştır. Arı sütü ilaveli polen keki kullanılan grupta ana arıların yaklaşık % 84'ü, normal polen keki ile beslenen grupta da % 87' si yumurtlamıştır. Bu bulgular arı sütü ile beslemenin ana arının yumurtlaması üzerine olumsuz bir etkisinin olmadığını göstermektedir. Yumurtalar larva dönemine girdiğinde ilk besleme ile birlikte larvalar ölmeye başladıklarından dolayı arı sütünün larva üzerinde olumsuz etkisinin olduğu açıktır. Kolonilerin beslenmesinde taze ve saf arı sütü kullanıldığı için arı sütünün kalitesi ile ilgili bir tereddüt de bulunmamaktadır.

Bombus arılarının larva besinlerinde arı sütü bulunmamaktadır. Bu yüzden arı sütü muhtemelen larva beslenmesi ile ilgili problemlerin ortaya çıkmasına neden olmaktadır. M.F. RIBERIO (2000)¹. Koloni başlangıcında sosyal fazdan yani işçi arılar çıkmaya başlamadan önce larvalar sadece ana arı tarafından beslenirler. Pereboom (2000) tarafından bildirildiğine göre, ana arılar bezsel salgılara sahiptirler ve bu salgıları larvaların beslemesi sırasında larvaya aktarabilirler. Bu durumda ana arının bezsel ürünleri larva yiyeceğinin besinsel zenginleştiricisi olarak görev yapar. Buradan hareketle çalışmada arı sütü ilaveli beslemenin olumlu sonuçlar göstermemesinde diğer bir etkenin bu bezsel materyaller olduğu düşünülebilir. Çünkü bu bezsel ürünler ile arı sütünün karışımında ortaya toksik etkilerin çıkıp çıkmayacağı bilinmemektedir.

Arı sütü güçlü antibiyotik etkiye sahiptir ve arı sütü ile beslenen bombus arısı larvalarının kursaklarındaki simbiyotik mikroorganizmalar bu antibiyotik etki nedeniyle gelişemeyebilirler. Bu mikroorganizmalar polenin eksin tabakasını parçalayabilen enzimler salgırlar. Poleni saran bu eksin tabakası nedeniyle besinler sindirilemez ve

¹ Yazılı görüşme. 2002. Department of Comparative Physiology, Utrecht University, Netherlands

yararlı olamazlar. A. PRIDAL (2002)². Araştırma bulguları bu konu ile ilgili olarak daha ayrıntılı çalışmaların yapılması gereğini de ortaya çıkarmıştır.

Araştırmada ana arının diyapoz sonrası başlangıç ağırlığı ve % 10 arı sütü ilaveli polen keki ile beslemenin koloni gelişiminde ne derece etkili olacağı üzerinde durulmuştur. Doğadan toplanan ana arılar ile ticari firmadan elde edilen ana arıların ağırlıkları birbirinden farklıdır ve doğadan toplanan ana arılar daha ağır bulunmuştur ($P<0.05$). Doğadan toplanan ana arıların ne zaman diyapozdan çıktığı bilinmemektedir. Bu ana arılar yakalanana kadarki sürede çiçekleri ziyaret ederek beslenmişlerdir. Bu nedenle oluşan ağırlık farkında bu beslenmenin de etkisinin olduğu düşünülmektedir. Pridal ve Hofbauer (1986) tarafından yapılan çalışmada laboratuvarda yetiştirilen ve doğadan toplanan ana arıların diyapoz öncesi ağırlıkları sırasıyla ortalama 0.5957 ± 0.076 gram ve 0.6448 ± 0.054 gram olarak bulunmuştur. Sunulan bu araştırmada ise hem ticari firmadan alınan hem de doğadan toplanan ana arıların diyapoz sonrası ağırlıkları sırasıyla ortalama 0.74 ± 0.012 gram ve 0.79 ± 0.014 gram olduğu belirlenmiş ancak koloni gelişimi özellikleri ile ana arının diyapoz sonrası ağırlığı arasındaki ilişkiler önemli bulunmamıştır. Ana arıların başlangıç ağırlıkları koloni gelişimini etkilememekte, ana arı ağırlığı daha çok diyapozda yaşamda kalıp kalmamayı belirlemektedir (Beekman vd 1998b).

Bombus terrestris arılarının kitlesel üretimlerinde, koloni oluşturma sürecinde sorunlar yaşanmaktadır. Ana arıların bir kısmı daha yumurtlama aşamasında ölmektedirler. Geri kalan ana arıların da bir bölümü yumurtlarken diğer bir kısmı yumurtlamamaktadır. Schousboe (1994) tarafından bildirildiğine göre diyapozdan çıkan ana arıların % 11' inin sperma kesesinde sperma bulunamamıştır. Yumurtlayanların ise hepsi sağlıklı koloniler oluşturmamaktadır. Çalışmada koloni oluşturma oranı hesaplanırken 50 ve daha fazla işçi arı üreten koloniler büyük koloni, 50' den daha az işçi arı üreten koloniler ise küçük koloni olmak üzere iki grup altında sınıflandırılmıştır. Elde edilen koloni oluşturma oranı Yeninar (1997) tarafından bulunan değerlerle uyum göstermektedir. Koloni başlangıç süresi, birinci kuluçka döneminde üretilen yumurta hücresi ve işçi arı sayıları ile ikinci kuluçka döneminde

² Yazılı görüşme. 2002. Research Institute for Fodder Plants in Troubsko CZ.

üretilen yumurta hücresi ve işçi arı sayıları *Bombus terrestris* arıları için belirtilen sınırlar içindedir (Duchateau ve Velthuis 1988, Greetenkord ve Drescher 1997, Beekman vd 1999, Yeninar vd 2000).

İlk işçi arı çıkış zamanı (sosyal faz başlangıcı) 36.47 ± 1.30 gün ve işçi arıların gelişim süreleri 27.86 ± 0.75 gün olarak bulunmuştur. Duchateau ve Velthuis (1988), yaptıkları çalışmada *Bombus terrestris*ler için işçi arı gelişim süresinin koloniden koloniye farklılık gösterdiğini ve 19 – 35 gün arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Ticari firmadan elde edilen ana arıların oluşturduğu koloniler ile doğadan toplanan ana arıların oluşturduğu koloniler arasında dönüşüm noktası bakımından farklılıklar önemli bulunmamıştır. Ancak rekabet noktaları arasındaki fark önemli bulunmuştur ($P < 0.05$). Ticari firma kolonilerinde hesaplanan dönüşüm noktası zamanı Riberio vd (1996) ve Yeninar (1997) tarafından yapılan çalışmalarda değerlere yakındır. Doğadan toplanan ana arıların oluşturduğu kolonilerdeki dönüşüm noktası zamanı ise Duchateau ve Velthuis (1988) tarafından yapılan çalışmada belirtilen geç dönüşümlü kolonilerinkine benzemektedir.

Önceleri kolonilerdeki işçi arı sayısının kolonilerin erkek arı üretimine başlamasını etkilediği tahmin edilmekteydi. Ancak çalışmadan elde edilen verilere göre dönüşüm noktasının olduğu tarihte kolonideki işçi arı sayısı da hesaplanmıştır ve dönüşüm noktası zamanı ile bu zamandaki işçi arı sayısı arasında ilişki önemli bulunmamıştır ($r=0.365$).

Araştırmada ticari firmadan alınan ana arıların oluşturduğu koloniler ortalama 60.8 ± 12.7 adet ana arı üretmişlerdir ve bu Greetenkord ve Drescher (1997) tarafından belirtilen ana arı sayısı ile yakınlık göstermektedir. Beekman vd (1998) ise yaptıkları çalışmada kolonilerin ortalama 128 adet ana arı ürettiğini bildirmişlerdir. Yani üretilen ana arı sayısı koloniden koloniye farklılık göstermekte ve bu farklılık diğer koloni gelişim özelliklerinde olduğu gibi bir çok faktör tarafından etkilenmektedir. Ancak doğadan toplanan ana arıların oluşturduğu kolonilerin hiç ana arı üretmemesi oldukça ilginçtir ve bu durum damızlık ana arı üretimi açısından bakıldığında bir dezavantajdır.

Diğer taraftan doğal yaşam alanlarında *Bombus terrestris* arıları nesillerini sürdürmek için kolonilerde ana arı üretmektedirler. Ticari firmadan alınan ana arıların oluşturduğu koloniler doğadan toplanan ana arıların oluşturduğu kolonilere göre daha fazla erkek arı üretmişlerdir ancak bu farklılık önemli bulunmamıştır. Gretenkord ve Drescher (1997), *Bombus terrestris* kolonilerinde üretilen erkek arı sayısını ortalama 410 ± 166 adet, Beekman vd (1998) ise 480 adet olarak bildirmişlerdir. Yapılan çalışmalarda erken dönüşümlü kolonilerde geç dönüşümlü kolonilere oranla daha fazla erkek arı üretildiği bildirilmiştir (Duchateau ve Velthuis, 1988). Araştırmada elde edilen veriler bildirilen bu değerlerle benzerlik göstermektedir.

Sonuç olarak ticari firmadan alınan ana arıların oluşturduğu koloniler seralarda kullanılmaları aşamasında önemli olan toplam işçi arı sayısının yüksek olması ve dönüşüm noktasına daha geç girmeleri gibi özellikler bakımından üstünlük gösterirken, kitlesel yetiştiricilikte önemli olan ana arı ve erkek arı üretimi bakımından da üstünlük göstermişlerdir. Ticari firmaların kullandığı damızlıklar ülkemiz ve bazı ülkelerin doğal populasyonlarından toplanan ebeveynlerden elde edilmiştir. Bu durumda ticari firma kolonilerinde gözlemlenen bu olumlu özelliklerin elde edilmesinde, yapılan seleksiyonların etkisinin önemli olduğu ortadadır.

6. SONUÇ

Bu çalışma *Bombus terrestris* arılarında farklı besleme yöntemleri ve diyapoz sonrası ana arı ağırlığının koloni gelişimi ve üreme özellikleri üzerine etkilerini ortaya koymak amacıyla yapılmıştır. Doğadan toplanan ve ticari bir firmadan sağlanan ana arılarla başlanan çalışmada ana arılar ve koloniler % 10 arı sütü ilaveli polen keki ve normal polen keki ile beslenmişlerdir.

Besleme açısından bakıldığında arı sütü ilaveli polen keki ile beslemenin *Bombus terrestris* arıları için uygun olmadığı görülmüştür. Çünkü arı sütü katkılı polen keki ile beslenen ve yumurtlayan 57 adet ana arıdan hiç biri koloni oluşturmazken normal polen keki ile beslenen ve yumurtlayan ana arıların yaklaşık % 40' ı seralarda kullanılabilecek nitelikte koloni oluşturmuşlardır. Bir başka ifadeyle normal polen keki ile beslenen toplam 57 adet ana arıdan % 33' ü sağlıklı koloniler oluşturmuştur. Arı sütü ana arıların beslenmesi açısından bir sorun yaratmamış ancak larva beslenmesinde olumsuz sonuçlar ortaya çıkarmıştır. Arı sütü ilaveli kek ile beslenen yuvalarda larvaların beslenmeye başlanmasıyla bütün larvalar ölmüşlerdir.

Doğadan toplanan ve ticari firmadan alınan ana arıların başlangıç ağırlıkları arasındaki fark önemli bulunmuştur ($P<0.05$). Fakat ana arıların başlangıç ağırlıkları ile koloni gelişim özellikleri arasındaki ilişki *Bombus terrestris* arılarının kontrollü koşullarda yetiştiriciliğini etkileyecek düzeyde değildir. Çünkü koloni oluşturamayacak kadar hafif olan ana arılar zaten diyapoz sürecinde hayatta kalamamaktadır. Bu yüzden diyapozdan çıkan ana arıların çoğunun yumurtlayabileceği söylenebilir. Ana arıların başlangıç ağırlığı ile yalnızca birinci kuluçka döneminde üretilen işçi arı sayısı arasındaki ilişki ($r=0.42$) önemli bulunmuştur ($P<0.05$).

Bombus terrestris arılarının kitlesel üretiminde ana arıların yumurtlatılması ve yumurtlayan ana arıların sağlıklı koloniler oluşturmaları çok önemli bir süreçtir. Nitekim ticari firmalarda bile ana arıların yarısından daha azı sağlıklı koloniler oluşturabilmektedir. Araştırmada kullanılan toplam 125 adet ana arının yaklaşık % 85' i yumurtlamıştır. Gerek doğadan toplanan ve ticari firmadan alınan ana arıların gerekse

arı sütü ve normal polen keki ile beslenen ana arıların yumurtlama oranları arasındaki farkın önemli olmadığı belirlenmiştir.

Doğadan toplanan ve ticari firmadan elde edilen ana arıların oluşturduğu koloniler arasında sadece ana arıların başlangıç ağırlıkları, rekabet noktası ve koloni sonunda ana arı üretimi bakımından farklılık önemli bulunmuştur ($P < 0.05$). Bu üç özellikten ana arı yetiştirme *Bombus terrestris* arılarının kontrollü koşullarda yetiştiriciliğini daha fazla etkilemektedir. Çünkü ana arı üretmeyen koloniler bir sonraki generasyonda temsil edilemezler. Araştırmada ticari firmadan sağlanan ana arılar ortalama 60.8 ± 12.7 adet ana arı üretirken doğadan toplanan ana arıların oluşturduğu kolonilerin hiç birinde ana arı üretilmemiştir.

Bu çalışma ile seralarda son yıllarda oldukça yoğun bir şekilde kullanılan *Bombus terrestris* arılarının kontrollü koşullarda yetiştiriciliğinde karşılaşılan sorunlara çözüm aranmaya çalışılmıştır. Yaklaşık 18 bin hektar sera alanına sahip ülkemizde yılda yaklaşık 25.000 adet *Bombus terrestris* kolonisinin kullanıldığı tahmin edilmektedir. Bu konuda çok geniş bir pazara sahip olan ülkemizde bombus arılarının yetiştiriciliğinin başılamaması gerçekten üzücüdür. Arıların yetiştirilmesi ve temininde dışa bağımlılık sürmektedir. *Bombus terrestris* kolonilerinin veya ana arıların yurt dışından getirilmesi ve pazarlanması kolonilerin seracılara daha pahalı satılmasına neden olmaktadır. Aynı zamanda bu dışa bağımlılık büyük bir maddi kaynağın yabancı ülkelere akmasına da yol açmaktadır.

Bombus terrestris arılarının ülkemizde yetiştirilebilmesi ile sera üreticileri daha düşük fiyata bombus arısı alabilecek ve fiyatın düşük olması ile daha fazla serada bombus arısı kullanımı sağlanacaktır. Böylece hem sera üreticileri ürünlerini daha rahat pazarlayabilecek hem de tüketicilere daha sağlıklı ve lezzetli gıdalar sunulabilecektir. Ayrıca bombus arısının kullanımının yaygınlaşması ile seralarda tozlaşma amacıyla hormon kullanımını da azaltacaktır. Bombus arılarının ülkemizde yetiştirilmesi amacıyla yapılan yatırımlarla çok sayıda ziraat mühendisine iş imkanı sağlanacaktır.

Belirtilen bütün bu olumlu faydaları nedeniyle *Bombus terrestris* arılarının yetiştiriciliğine önem verilmeli, bu konuda yapılan çalışmalar desteklenmeli ve üretim sürecinde yaşanan sorunlar çözülmelidir. Ayrıca bombus arılarının önemli bir gen merkezi sayılabilecek ülkemizde bu arıların doğal populasyonları da araştırılmalı, ülkemizdeki bombus türlerinin tanımlanmasına yönelik çalışmalar artırılmalı, yok olma tehlikesindeki türler korunmalı ve çoğaltılmalıdır.

Bombus arılarının kitlesel üretimlerinde amaç, ana arıların koloni oluşturma oranını artırmak, koloni populasyon gücünü ve koloni ömrünü geliştirmek ve doğaya bağlı kalmadan üretim yapmak için kolonilerde yeterli miktarda ana ve erkek arı üretimini sağlamaktır. Sunulan bu çalışma bombus arılarında Türkiye’ de ticari firma kolonileri ile doğal populasyon kolonilerinin karşılaştırıldığı ilk çalışmadır. Bu nedenle bombus arılarının yerel populasyonlarına ait özelliklerin belirlenmesi ve bu özelliklerden kitlesel üretimde yararlanılması bakımından da katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

7. KAYNAKLAR

- ABAK, K. 1994. Protected cultivation in Turkey. *ACTA Horticulturae*, 366: 33-44.
- ALFORD, D V. 1975. Bumblebees. Davis Poynter, London.
- ANONYMOUS. 1991. Bumblebees – a burgeoning industry. *Bee World*, 72(4):190-191.
- ANONONYMUS. 2001. <http://www.koppert.koppert.B.W>, Netherlands.
- ASADA, S and ONO, M. 2000. Difference in colony development of two Japanese bumblebees, *Bombus hypocrita* and *Bombus ignitus* (Hymenoptera: Apidae). *Appl. Entomol. Zool.* 35(4):597-603.
- BECK, S.D. 1980. Photoperiodism and diapause survey of photoperiodically controlled diapause. *Insect Photoperiodism*, Second Edition, Academic Press inc.
- BEEKMAN, M and VAN STRATUM, P.1998. Bumblebee sex ratios: why do bumblebees produce so many males? *Proc. Royal Society*, London, 265:1535-1543.
- BEEKMAN, M., LINGEMAN, R., KLEIJNE, F.M and SABELIS, M.W. 1998a. Optimal timing of the production of sexuals in bumblebees colonies. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 88:147-154.
- BEEKMAN, M., VAN STRATUM, P and LINGEMAN, R. 1998b. Diapause survival and post diapause performance in bumblebee queens (*Bombus terrestris*). *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 89: 207-214
- BEEKMAN, M., VAN STRATUM, P and VEERMAN, A. 1999. Selection for non-diapause in the bumblebee, *Bombus terrestris*, with notes on the effect of inbreeding. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 93:67-75.
- BEEKMAN, M and VAN STRATUM, P. 2000. Does the diapause experience of bumblebee queens, *Bombus terrestris*, effect colony characteristics ? *Ecological Entomology*, 25:1-6.
- BEEKMAN, M., VAN STRATUM, P and LINGEMAN, R 2000. Artificial rearing bumblebees (*Bombus terrestris*) selects against heavy queens. *Journal of Apicultural Research*, 39 (1-2): 61-65.
- BENTON, T. 2000. The Bumblebees of Essex. The Nature of Essex Series, No: 4, Loginga Books, Essex

- BLOCH, G and HEFETZ, A. 1999. Regulation of reproduction by dominant workers in bumblebee (*Bombus terrestris*) queenright colonies. *Behaviour Ecology and Sociobiology*, 45: 125-135.
- BORLOTTI, L., DUCHATEAU, M.J and SBRENNNA, G. 2001. Effect of juvenile hormone on caste determination and colony processes in the bumblebee *Bombus terrestris*. *Entomologie Experimentalis at Applicata*, 101: 143-158.
- CNAANI, J., BORST, D.W., HUANG, Z.Y and ROBINSON, G.E. 1997. Caste determination in *Bombus terrestris*: differences in development and rates of JH biosynthesis between queen and worker larvae. *Journal of Insect Physiology*, 43: 373-381.
- CNAANI, J., ROBINSON, G.E and HEFETZ, A. 2000a. The critical period for caste determination in *Bombus terrestris* and its juvenile hormone correlates. *Journal of Comparative Physiology A*, 186:1089-1094.
- CNAANI, J., ROBINSON, G.E., BLOCH, G., BROST, D and HEFETZ, A. 2000b. The effect of queen - worker conflict in the caste determination in the bumblebee. *Behaviour Ecology and Sociobiology*, 47: 346-352.
- ÇETİNKAYA, Ş., ŞENER, R.H ve BEŞROĞLU, A. 1996. Tek ürün domates yetiştiriciliğinde meyve tutumu üzerine BGD ve vibrasyon etkilerinin araştırılması ile vibrasyon uygulama sıklığının saptanması. *Tagem*, 485-553.
- DEMİRİSOY, A. 2001. Yaşamın temel kuralları. Omurgasızlar / Böcekler. Entomoloji. Cilt 2, Kısım 2, Ankara.
- DUCHATEAU, M.J and VELTHUIS, H.H.W. 1988. Development and reproductive strategies in *Bombus terrestris* colonies. *Behaviour*, 107:186-207.
- DUCHATEAU, M.J and VELTHUIS, H.H.W. 1989. Ovarian development and egg laying in workers of *Bombus terrestris*. *Entomologia Experimentalis et applicata*, 51:199-213.
- DUCHATEAU, J.M. 1989. Agonistic behaviours in colonies of the bumblebee *Bombus terrestris*. *Journal of Ethology*. 7: 141-152.
- 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.

- FIRATLI, Ç. 1982. Ana arı üretim yöntemleri üzerinde bir araştırma. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Ankara.
- FISHER, R.M and POMEROY, N. 1989. Pollination of greenhouse muskmelons by bumblebee. *Journal of Economic Entomology*, 82(4): 1061-1066.
- FREE, J.B. 1982. Bees and Mandkind. Alden Press, Oxford, UK.
- FREE, J.B. 1993. Insect pollination of crops. 2. Edition. Academic press. London. 684pp.
- GOODWIN, S and STEINER, M. 1997. Introduction of *Bombus terrestris* for biological pollination of horticultural crops in Australia. Gosford IPM Services.
- GREETENKÖRD, C and DRECHER, W. 1997. Succesful colony foundation and development of experimemtally hibernated *Bombus terrestris* queens depending on different starting methods. Proc. Int'l symp. on pollination, Ed. K.W. Richards, *ACTA Horticulturae*, 437. ISHS.
- GÜREL, F. 1997. Bombus arısı (*Bombus terrestris*) yetiştiriciliği ve sera ürünlerinin tozlanmasında kullanımı. *Tigem*, 65: 22-29.
- GÜREL, F., GENCER, V., EFENDİ, Y ve TALAY, R. 1998. Antalya çevresindeki seralarda kullanılan bombus (*Bombus terrestris*) kolonilerinin performanslarının değerlendirilmesi. *Derim*, 15(4):150-161.
- GÜREL, F., TALAY, R., EFENDİ, Y ve BALCIOĞLU, M.S. 1999a. Örtüaltı domates yetiştiriciliğinde bombus arısı (*Bombus terrestris*) polinasyonunun verim ve kaliteye etkileri. GAP I. Tarım Kongresi, Urfa.
- GÜREL, F., EFENDİ, Y ve MUTAF, S. 1999b. Doğadan toplanan *Bombus terrestris* ana arılarının labaratuvar koşullarında koloni oluşturma ve koloni gelişimi özellikleri. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sicences* , TUBİTAK, 23:379-384.
- GÜREL, F. ve GÖSTERİT, A. 2001. Bombus (*Bombus terrestris*) arısında koloni gelişimi ve ana arı, erkek arı üretim süreci. *Teknik Arıcılık Dergisi*, 73: 22-29.
- GÜREL, F., GÖSTERİT, A., TALAY, R ve EFENDİ, Y. 2001a. Bombus arısı (*Bombus terrestris*)' nın örtüaltı yetiştiricilikte ve ekolojik tarımda kullanımı. 2. Ekolojik Tarım Kongresi, Antalya.

- GÜREL, F., İLASLAN, D., GÖSTERİT, A ve EFENDİ, Y. 2001b. *Bombus (Bombus terrestris)* arılarında diyapoz evresi ve kontrol altına alma çalışmaları. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 14(1): 181-188.
- HANNAN, M.A., MAETA, Y and HOSHİKAWA, K. 1997. Colony development of two species of japanese bumblebees, *Bombus (Bombus) ignitus* and *Bombus (Bombus) hypocrita* reared under artifical condition (Hymenoptera, Apidae). *Japanese Journal of Entomology*, 65(2): 343-354.
- HANNAN, M.A., MAETA, Y and HOSHIKAWA, K. 1998. Feeding baehaviour and food consumption in *Bombus (Bombus) ignitus* under artifical condition (Hymenoptera: Apidae). *Entomological Science*, 1(1): 27-32.
- HARBO, J.R. 1986. Effect of population size on brood production, worker survival and honey gain in colonies of honeybees. *Journal of Apicultural Research*, 25(1):22-29.
- HEEMORT, C.J., JUISTER, A.D., EIJENDE, J.V.D and STEEN, J.V.D. 1990. Year round production of bumblebee colonies for crop pollination. *Bee World*, 7(17):54-56.
- HEINRICH, B. 1979. Bumblebee Economics. Harvard University Press, Cambridge.
- HODEK, I. 1996. Diapause development, diapause termination and the end of diapause. *Europe Journal of Entomology*, 93: 475-48.
- KATAYAMA, E. 1997. Oviposition and oophagy by workers in queenright colonies of *Bombus (Pyrobombus) ardens* (Hymenoptera, Apidae). *Japanese Journal of Entomology*, 65(1): 23-35.
- MICHENER, D.C. 1974. The social behavior of the bees. The Belkrap Press of Harward University Press, Cambridge.
- MÜLLER, C.B., SHYKOFF, J.A and SUTCLIFFE, G.H. 1992. Life history patterns and opportunities for queen-worker conflict in bumblebees (Hymenoptera : Apidae). *OIKOS*, 65:242-248, Copenagen.
- OWEN, R.E and PLOWRIGHT, R.C. 1982. Worker – queen conflict and male perentage in bumblebees. *Behaviour Ecology and Sociobiology*, 11: 91-99.
- 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. 2002a. Arısız tarım sağlıklı ve verimli olurmu? *Uludağ Arıcılık Dergisi*, 2(2): 25-26.
- ÖZBEK, H. 2002b. Arılar ve doğa. *Uludağ Arıcılık Dergisi*, 3(2): 22-25.
- PEREBOOM, J.J.M. 1996. Food, feeding and caste differentiation in bumblebees. *Entomologia*, 88: 798-804.
- PEREBOOM, J.J.M. 2000. The composition of larval food and the significance of exocrine secretions in bumblebee *Bombus terrestris*. *Insectes Sociaux*, 47: 11-20.
- PRIDAL, A. and HOFBAUER, J. 1996. Laboratory rearing and nutrition of young queens of bumblebee (*Bombus terrestris*) from emergence to diapause. Scientific Studies of Research Institute for Fodder Plants in Troubsko CZ, 14: 125-131.
- PRIDAL, A. and HOFBAUER, J. 1998. Activation of laboratory – reared bumblebee queens (Hymenoptera: Apidae, *Bombus* spp.). *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, 46(1): 79-84.
- PRYS-JONES, O.E. and CORBEST, S.A. 1991. Bumblebees. The Richmond Publishing, Co. Ltd.
- RIBERIO, M.F. 1994. Growth in bumble bee larvae: relation between development time, mass, and amount of pollen ingested. *Canadian Journal of Zoology*, 72: 1978-1985.
- RIBERIO, M.F., DUCHATEAU, M.J and 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.
- RIBERIO, M.F., VELTHUIS, H.H.W., DUCHATEAU, M.J and VAN DER TWEEL. 1999. Feeding frequency and caste differentiation in *Bombus terrestris* larvae. *Insectes Sociaux*, 46: 306-314.
- RIBERIO, M.F. 1999. Long – duration feeding and caste differentiation in *Bombus terrestris* larvae. *Insectes Sociaux*, 46: 315-322.
- ROUTER, K. 1998. Rearing and experimental investigations of nutrition – dependent caste determination of *Bombus pascuorum* (Hymenoptera, Apidae). Dsc. Thesis, Bochum, 112 pp.

- ROSELER, P. F. 1976. Juvenile hormone and queen rearing in bumblebees. *Phase and Caste Determination in Insectes*, pp. 55-61.
- ROSELER, P. F. 1985. A Technique for year-round rearing of *Bombus terrestris*. (Apidae, Bombini) colonies in captivity. *Apidologie*, 16 (2): 165-170.
- SCHOUSBOE, C. 1994. Occurence of "empty" spermathecae in spring queens of *Bombus terrestris* L. *Journal of Apicultural Research*, 33(1): 61.
- SZABO, T.I. 1973. Relationship between weight of honeybee queens (*Apis mellifera* L.) at emergence and at cessation of egg laying. *American Bee Journal*, 113: 250-251.
- TASEI, J.N., MOINNARD, C., MOREAU, L., HIMPENS, B and GOYONNAUD, S. 1998. Relationship between aging, mating and sperm production in captive *Bombus terrestris*. *Journal of Apicultural Research*, 37(2):107-113.
- VAN HONK, C.G.J., RÖSELER, P.F., VELTHUIS, H.H.W and HOOGEVEEN, J.C. 1981. Factors influencing the egg laying of workers in a captive *Bombus terrestris* colonies. *Behaviour Ecology and Sociobiology*, 9:9-14.
- YENİNAR, H. 1997. *Bombus* arısı (*Bombus terrestris*) yetiştiriciliği üzerine araştırmalar. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Adana.
- YENİNAR, H., DUCHATEAU, M.J., KAFTANOĞLU, O and VELTHUIS, H. 2000. Colony developmental patterns in different local populations of the Turkish bumblebee, *Bombus terrestris* dalmatinus. *Journal of Apicultural Research*, 39(3-4):107-116.
- YOON, H.J., MAH, Y.I AND BILINSKI, M. 1999. Effect of honey bee workers (*Apis mellifera* L.) as helpers for the colony foundation and development of Korean native bumblebees, *Bombus ignitus* Smith. *Korean Journal of Apiculture*, 14(1): 49-56.

ÖZGEÇMİŞ

Ayhan Gösterit 1978 yılında Trabzon' un Maçka ilçesinde doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Zonguldak ilinde tamamladı. 1996 yılında başladığı Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü' nden 2000 yılında Ziraat Mühendisi olarak mezun oldu. Aynı yıl açılan yüksek lisans sınavını kazanarak, aynı bölümün Hayvan Yetiştirme Anabilim Dalı' nda yüksek lisans eğitimine başladı. Halen aynı bölümde Fen Bilimleri Enstitüsü Kadrosunda Araştırma Görevlisi olarak görev yapmaktadır.

