

Diyapoz Öncesi Beslemenin *Bombus terrestris* Ana Arılarının Diyapoz Sonrası Koloni Oluşturma Başarısı Üzerine Etkisi

Barış TUNA Ayhan GÖSTERİT

Süleyman Demirel Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootečni Bölümü, Isparta
Sorumlu yazar: ayhangosterit@sdu.edu.tr

Geliş tarihi: 12.01.2017, Yayına kabul tarihi: 03.04.2017

Özet: Bu çalışma *Bombus terrestris* ana arılarının diyapoza konulmadan önce beslenmelerinin diyapoz sonrası koloni oluşturma başarısı üzerine etkisinin belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilmiştir. Araştırmada çiftleştirildikten hemen sonra beslenmeden diyapoza konulan ana arı grubu (Grup 1), çiftleştirildikten sonra 3 gün beslenerek diyapoza konulan ana arı grubu (Grup 2) ve çiftleştirildikten sonra 7 gün beslenerek diyapoza konulan ana arı grubu (Grup 3) olmak üzere 3 farklı grup oluşturulmuştur. İkinci ve üçüncü gruptaki ana arılar diyapoza konulmadan önce bireysel beslenme kutularına yerleştirilmiş ve şeker şurubu ile ad-libitum olarak beslenmişlerdir. Sonuçlar *B. terrestris* arısının kitlesel üretiminde ana arıların diyapoz öncesi beslenmesinin bu ana arıların koloni oluşturma performansı ve kolonilere ait bazı gelişim özelliklerini etkilediğini göstermiştir. En yüksek yumurtlama oranı (%90,0) diyapoz öncesinde beslenmeyen ana arı grubunda gözlenirken, en yüksek tozlaşmaya uygun koloni oluşturma oranı (%70,0) diyapoz öncesinde 7 gün beslenen ana arı grubunda gerçekleşmiştir.

Anahtar kelimeler: Bombus arısı, *Bombus terrestris*, diyapoz öncesi besleme, koloni gelişimi

Effects of Pre-Diapaue Feeding on Colony Foundation Success in *Bombus terrestris* Queens

Abstract: This study was carried out to determine the effects of pre-diapaue feeding on colony foundation success after diapaue in *Bombus terrestris* queens. Three experimental groups were formed in the study: group of queens which were not fed after mating and put in to diapaue (Group 1), group of queens which were fed during the 3 days after mating and put in to diapaue (Group 2), and group of queens which were fed during the 7 days after mating and put in to diapaue (Group 3). Queens in second and third groups were put into individual feeding boxes and were fed ad-libitum with sugar syrup before diapaue. According to results, pre-diapaue feeding of queens affected their colony foundation success and some colony developmental traits in mass rearing of *B. terrestris*. The highest egg laying ratio (90.0%) was determined in group of queens which were not fed before diapaue, while the highest pollinator colony production ratio (70.0%) was found in queens which were fed during the 7 days before diapaue.

Key words: Bumblebee, *Bombus terrestris*, pre-diapaue feeding, colony development

Giriş

Bazı böceklerin yaşamlarında önemli bir yer tutan ve kelime anlamı duraklama, ara verme veya dinlenme olan diyapoz özellikle gelişim ve üreme faaliyetlerini yılın belirli bir döneminde gerçekleştiren böcekler için ciddi avantaj sağlamaktadır (Denlinger, 2008). Böceklerin diyapoz fizyolojisinin

bilinmesi aynı zamanda söz konusu böceğin mevsimsel yaşam döngüsü biyolojisinin anlaşılması açısından da önemlidir. Düşük kış sıcaklığı, yüksek yaz sıcaklığı, kuraklık dönemleri ve gerekli besinin elde edilememesi gibi uygun olmayan çevre koşulları süresince gelişimin baskı altına

* Bu makale Yüksek Lisans Tezinden üretilmiştir

alındığı, genetik ve çevresel faktörler tarafından belirlenen bir uyum mekanizması şeklinde tanımlanabilen diyapoz, kış uykusu (hibernasyon) veya yaz uykusu (estivasyon) şeklinde olabilmektedir (Danks, 1987; Hodek, 1996).

Diyapoz böceklerde dinamik bir aşama olup diyapoz öncesi dönem, diyapoz dönemi ve diyapoz sonrası dönem olmak üzere üç aşamada gerçekleşir (Danks, 2000; Kostal, 2006). Ergin dönemde diyapoza giren böceklerde diyapoz dönemindeki başlıca besin deposu vücutlarındaki yağ dokusudur. Bu yağ dokusu aynı zamanda diyapoz sonrası dönemde gerçekleşen üreme ve çoğalma gibi aktiviteler için de enerji kaynağıdır (Hahn and Denlinger, 2007). Yağ dokusundaki besin rezervlerinin gelişmesi ise böceğin diyapoz öncesindeki beslenme durumu ile yakından ilişkilidir (Fliszkiewicz and Wilkaniec, 2007).

Hayvanlar aleminin böcekler sınıfında yer alan ve Hymenoptera (zar kanatlılar) takımının üyesi olan arılar, çiçekli bitkilerde etkin tozlaşma yaparak floranın devamlılığını ve çeşitliliğini sağlamada önemli rol oynarlar (Özbek, 2010). Arılar içinde yıllık sosyal böcekler grubunda yer alan ve çoğunlukla yeryüzünün ılıman bölgelerinde yayılış gösteren bombus arıları özellikle örtü altı yetiştiricilikte bitkilerin tozlaştırılması konusundaki üstün performansları nedeniyle tüm dünyada yaygın şekilde yetiştirilmekte ve kullanılmaktadır (Velthuis and van Doorn, 2006; Cameron et al., 2007). Yaklaşık 250 türü tanımlanan bombus arıları içinde beş tür (*Bombus terrestris*, *B. lucorum*, *B. ignitus*, *B. occidentalis*, *B. impatiens*) ticari olarak yetiştirilmektedir. Ancak yetiştiriciliğinin daha kolay ve koloni popülasyonunun daha kalabalık olması nedeniyle bombus türleri içinde ticari yetiştiriciliği en fazla yapılan tür *B. terrestris* 'tir (Williams, 1998; Velthuis and van Doorn, 2006).

B. terrestris arılarının yıl boyu doğaya bağlı kalınmadan gerçekleştirilen kontrollü koşullardaki kitlesel üretimlerinde en önemli aşamalar yeni koloniler oluşturma, ana arı yetiştiriciliği ve özellikle diyapozun kontrolüdür. Ancak üretim sürecinde yer alan ana arılardan koloni oluşturma, kolonilerden ana arı ve erkek arı yetiştirme,

çiftleştirme, çiftleşmiş ana arıların diyapoz dönemini kontrol etme ve diyapozdan çıkan ana arıların koloni oluşturmalarını sağlama gibi aşamaların her birinde bazı kayıplar yaşanmaktadır (Gösterit ve Gürel, 2016). *B. terrestris* arısında koloni yapısı bakımından gözlenen farklılıkların ana arı kalitesi, ana arının çiftleşme başarısı, kolonilerin yetiştirildiği çevre koşulları, besin kalitesi ve durumu, hastalık ve zararlılar ve damızlık olarak kullanılan ana ve erkek arıların genetik yapısı gibi faktörler yanında ana arıların diyapoz öncesi, diyapoz dönemi ve diyapoz sonrası dönemde maruz kaldıkları koşullar tarafından da etkilenebileceği tahmin edilmektedir. (Müller et al., 1992; Cnaani et al., 2000; Yeninar ve ark., 2000; Gösterit ve Gürel., 2009, Gösterit, 2016). Diyapoz öncesi dönemde ana arıların beslenmesinin bu açıdan önemli olduğu saptanmıştır. Bu çalışma *B. terrestris* ana arılarının çiftleşme sonrası diyapoza konulmadan önce beslenmelerinin diyapoz sonrası oluşturdukları kolonilerin gelişim özellikleri üzerine etkilerinin belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilmiştir.

Materyal ve Yöntem

Araştırma, Süleyman Demirel Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Arıcılık Araştırma ve Uygulama Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Ticari olarak bombus arısı üreten bir firmadan (Bio Grup Ltd. Şti., Antalya) temin edilen *B. terrestris* kolonilerinde yaşam döngüsü sonunda üretilen ana ve erkek arılar akrabalık durumu göz önüne alınarak çiftleştirme kafeslerinde çiftleştirilmiş ve böylece çalışmada kullanılacak ana arılar elde edilmiştir (Gösterit, 2016). Bu ana arılar çiftleştirildikten hemen sonra beslenmeden diyapoza konulan ana arı grubu (Grup 1) , çiftleştirildikten sonra 3 gün beslenerek diyapoza konulan ana arı grubu (Grup 2) ve çiftleştirildikten sonra 7 gün beslenerek diyapoza konulan ana arı grubu (Grup 3) olmak üzere rastgele üç gruba ayrılmışlardır. İkinci ve üçüncü gruptaki ana arılar diyapoza konulmadan önce bireysel beslenme kutularına yerleştirilmiş ve brix değeri % 50 olan şeker şurubu ile ad-libitum olarak beslenmişlerdir. Bütün gruptaki

ana arılar 2 ay boyunca +3 °C sıcaklık ve % 75 oransal nem içeren soğuk hava kabinde bekletilerek diyapoz dönemini geçirmeleri sağlanmıştır (Gösterit ve Gürel, 2009).

Diyapoz dönemi sonunda her gruptan rastgele 30 adet olmak üzere toplam 90 adet ana arı alınarak yumurtlama kutularına konulmuş ve bu ana arıların koloni oluşturma performansları ve bu kolonilere ait gelişim özellikleri incelenmiştir. Yetiştirme uygulamaları sıcaklığı 27-28 °C, oransal nemi % 50-60 olan bombus arısı yetiştirme odasında gerçekleştirilmiştir. Başlatma kutularına yerleştirilen ana arıların yumurtlamaları ve koloni oluşturmaları sağlanmıştır. Ana arıların yumurtlamalarını teşvik etmek için her başlatma kutusuna ana arı ile birlikte bir adet yeni çıkmış *B. terrestris* işçi arısı ilave edilmiştir (Gürel ve Gösterit, 2008a). Bir hafta içinde yumurtlamayan ana arıların kutularındaki işçi arılar yenileri ile değiştirilmiştir (Gösterit ve ark., 2016). İlk işçi arılar çıktıktan sonra koloniler yumurtlama kutularından daha geniş olan yetiştirme kutularına aktarılmıştır. Tüm koloniler şeker şurubu (50 brix) ve taze polen ile ad-libitum olarak beslenmiş ve bozulan şeker şurubu ve polenler alınıp yerine tazeleri konulmuştur. Haftada iki defa yapılan kontroller ile ana arıların ilk yumurtlama zamanı, yumurtlama oranı, koloni oluşturma oranı, birinci kuluçka dönemindeki yumurta hücresi ve işçi arı sayısı, ilk işçi arı çıkış zamanı, ilk ana arı üretim zamanı, dönüşüm ve rekabet noktası zamanları ile kolonilerde üretilen toplam işçi, erkek ve ana arı sayıları belirlenmiştir. Araştırmada yumurtlama kutularına konulan toplam ana arılardan yumurtlayarak en az 10 adet işçi arı üretenler koloni oluşturmuş olarak, en az 60 adet işçi arı üretenler ise tozlaşmaya uygun koloni oluşturmuş olarak değerlendirilmiştir. İlk yumurtlama ve ilk işçi arı çıkış zamanları ana arıların yumurtlama kutularına konulmasından itibaren hesaplanırken dönüşüm noktası, rekabet noktası ve ana arı üretim zamanı değerleri ilk işçi arı çıkışından itibaren hesaplanmıştır. İlk ana arı üretim zamanı ilk ana arı çıkış zamanından 30 gün (ana arı kuluçka süresi),

dönüşüm noktası zamanı ise ilk erkek arı çıkış zamanından 25 gün (erkek arı kuluçka süresi) çıkartılarak hesaplanmıştır (Duchateau and Velthuis, 1988).

Elde edilen veriler Minitab istatistik paket programı kullanılarak analiz edilmiştir (Minitab, versiyon 16.2.4). Verilerin normal dağılım gösterip göstermediği test edilmiş ve normal dağılım göstermeyen verilere karekök transformasyonu uygulanmıştır. Gruplar ölçülen özellikler bakımından tek yönlü varyans analizi ile karşılaştırılmıştır. Deneme grupları arasında farklılığın önemli olduğu özelliklerin karşılaştırılması için Tukey çoklu karşılaştırma testinden faydalanılmıştır. Ana arıların yumurtlama, koloni oluşturma ve tozlaşmaya uygun koloni üretme oranları ile kolonilerin ana ve erkek arı üretimi ile ilgili oransal değerler bakımından gruplar arasındaki farklılıkların belirlenmesinde ise oranlar arası z testi kullanılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

B. terrestris arısının laboratuvar koşullarında yetiştiriciliği ile ilgili yapılan çalışmalar diyapoz koşulları (Gösterit ve Gürel, 2009), besleme (Sağlam ve Gösterit, 2015), uygulanan başlatma yöntemi (Gürel ve Gösterit, 2008a; Kwon et al., 2003) ve çevre koşulları (Gürel ve Gösterit, 2008b) gibi faktörlerin ana arıların yumurtlama ve koloni oluşturma oranlarını etkilediğini göstermektedir.

Araştırmada her grubu oluşturan ana arılar aynı besinler ile beslenmiş ve benzer çevre koşullarında koloni oluşturmaları sağlanmıştır. Gruplardaki ana arıların yumurtlama, koloni oluşturma ve tozlaşmaya uygun koloni oluşturma oranları Çizelge 1'de verilmiştir. Gruplar arasında ana arıların yumurtlama, koloni oluşturma ve tozlaşmaya uygun koloni oluşturma oranları bakımından gözlenen farklılık istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Sonuçlar ana arıların diyapoz öncesinde beslenmesinin diyapoz sonrası ana arıların koloni oluşturma performansını olumlu etkilediğini göstermiştir.

Çizelge 1. Ana arıların yumurtlama ve koloni oluşturma oranları (%)
 Table 1. Egg laying and colony production ratio of queens (%)

| Deneme grupları <i>Experimental groups</i> | n | Yumurtlama oranı <i>Egg laying ratio</i> | Koloni oluşturma oranı <i>Colony production ratio</i> | Tozlaşmaya uygun koloni üretme oranı <i>Pollinator colony production ratio</i> |
|---|----|--|---|--|
| Grup 1 / <i>Group 1</i> | 30 | 90,0 ^a | 80,0 ^a | 66,7 ^{ab} |
| Grup 2 / <i>Group 2</i> | 30 | 66,7 ^b | 46,7 ^b | 43,3 ^a |
| Grup 3 / <i>Group 3</i> | 30 | 83,3 ^{ab} | 76,7 ^a | 70,0 ^b |

a, b: P<0,05

Araştırma gruplarını oluşturan ana arılar tarafından üretilen kolonilere ait bazı gelişim özellikleri Çizelge 2' de verilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre ilk işçi arı çıkış zamanı bakımından gruplar arasında farklılık belirlenmemiş ancak ilk yumurtlamaya başlama zamanı bakımından deneme grupları arasındaki farklılık istatistikî açıdan önemli bulunmuştur.

Dönüşüm noktası ve rekabet noktası *B. terrestris* arısında koloni ömrü ve sosyal düzen açısından kritik öneme sahip olan en önemli özelliklerdir. *B. terrestris* kolonilerinde rekabet noktasında gözlenen varyasyon dönüşüm noktasından daha azdır ve bazı kolonilerde rekabet noktası dönüşüm noktasından hemen sonra gerçekleşmesine

karşın, bazı kolonilerde dönüşüm noktasından üç hafta sonra gerçekleştiğinden bu iki aşamanın oluşumu arasında herhangi bir ilişki bildirilmemiştir (Duchateau and Velthuis, 1988). Buna karşın Duchateau et al. (2004) kolonilerdeki cinsiyet oranının birbiri ile pozitif ilişkili olan dönüşüm ve rekabet noktası tarafından belirlendiğini bildirmişlerdir. Bloch (1999) tarafından ise oransal olarak çok az sayıda kolonide rekabet noktasının dönüşüm noktasından önce gerçekleştiği, dönüşüm noktası ile rekabet noktası arasındaki ilişkinin önemli fakat zayıf olduğu, buna karşın rekabet noktası ile ana arı üretim zamanı arasında güçlü bir ilişki olduğu da bildirilmiştir.

Çizelge 2. Deneme gruplarındaki kolonilere ait bazı gelişim özellikleri (ortalama ± standart hata)

Table 2. Some developmental traits of colonies in experimental groups (average ± standard error)

| Özellikler <i>Traits</i> | Deneme grupları / <i>Experimental groups</i> | | | P değeri <i>P value</i> |
|--|--|-------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------|
| | Grup 1 <i>Group 1</i> | Grup 2 <i>Group 2</i> | Grup 3 <i>Group 3</i> | |
| İlk yumurtlama zamanı (gün) <i>Colony initiation time (days)</i> | 9,58 ± 0,76 ^B (n=26) | 14,30 ± 1,18 ^A (n=20) | 14,20 ± 1,15 ^A (n=25) | 0,002 |
| 1. kuluçkadaki yumurta hücresi (adet) <i>Number of egg cells in first brood</i> | 6,20 ± 0,45 (n=26) | 5,36 ± 0,43 (n=20) | 6,29 ± 0,35 (n=25) | 0,260 |
| 1. kuluçkadaki işçi arı sayısı (adet) <i>Number of workers in first brood</i> | 12,96 ± 1,12 (n=24) | 10,87 ± 0,90 (n=16) | 11,92 ± 0,79 (n=25) | 0,359 |
| İlk işçi arı çıkış zamanı (gün) <i>Timing of first workers emergence (days)</i> | 35,88 ± 1,43 (n=24) | 35,87 ± 0,83 (n=15) | 37,35 ± 1,55 (n=23) | 0,689 |
| İlk ana arı üretim zamanı (gün) <i>Timing of gyne production (days)</i> | 13,42 ± 1,98 (n=19) | 14,15 ± 2,44 (n=13) | 13,22 ± 2,98 (n=18) | 0,968 |
| Dönüşüm noktası (gün) <i>Switch point (days)</i> | 11,52 ± 3,86 (n=21) | 12,22 ± 6,59 (n=9) | 10,07 ± 4,11 (n=15) | 0,951 |
| Rekabet noktası (gün) <i>Competition point (days)</i> | 31,54 ± 2,01 (n=24) | 34,86 ± 2,45 (n=14) | 28,74 ± 1,20 (n=19) | 0,127 |

Sunulan bu çalışmada ana arıların diyapoz öncesinde beslemesinin dönüşüm, rekabet ve ilk ana arı üretim zamanları üzerine önemli bir etkisi belirlenmemiştir.

Yıllık sosyal böcek kolonilerinin en uygun üreme stratejisinin (mümkün olduğunca fazla ana ve erkek arı üretmenin) kaynakların koloni yaşamı sona ermesinden

yaklaşık bir generasyon öncesine kadar büyüme-gelişmeye (işçi arı üretimine) ve bundan sonra bütün kaynakların mümkün olduğunca ana ve erkek arı üretimine harcanması gerektiğini bildirmektedirler (Macevicz and Oster, 1976). Ancak bombus arılarının koloni ömrünün erken döneminde kaynakların bol olduğu zamanlarda da erkek ve ana arı üretebildikleri bilinmektedir (Beekman et al., 1998). Önceki çalışmalarda ileri sürülen önermeler sunulan bu çalışma sonuçları tarafından da desteklenmektedir.

Bombus arıları bal arılarından farklı olarak koloni yaşamı sonuna doğru çok sayıda ana ve erkek arı üretmektedir. Bazı kolonilerde çok sayıda ana arı üretilirken bazılarında hiç ana arı üretilmeyebilmektedir. Araştırmada birinci, ikinci ve üçüncü gruplardaki toplam üretilen erkek arı sayısı sırasıyla $42,61 \pm 5,33$ adet, $113,1 \pm 13,7$ adet ve $63,13 \pm 6,89$ adet, toplam üretilen ana arı sayısı ise sırasıyla $60,30 \pm 9,88$ adet, $62,8 \pm 12,0$ adet ve $80,1 \pm 10,50$ adet olarak belirlenmiştir (Çizelge 3).

Çizelge 3. Kolonilerde üretilen toplam birey (işçi arı, erkek arı ve ana arı) sayıları (ortalama \pm standart hata)

Table 3. Total numbers of individuals (workers, males, and gynes) produced in colonies (average \pm standard error)

| Deneme grupları <i>Experimental groups</i> | n | Toplam işçi arı sayısı (adet) <i>Total number of workers</i> | n | Toplam erkek arı sayısı (adet) <i>Total number of males</i> | n | Toplam ana arı sayısı (adet) <i>Total number of gynes</i> |
|---|----|---|----|--|----|--|
| Grup 1 / <i>Group 1</i> | 24 | 147,8 \pm 12,50 | 23 | 42,61 \pm 5,33 ^B | 20 | 60,30 \pm 9,88 |
| Grup 2 / <i>Group 2</i> | 14 | 156,3 \pm 15,70 | 11 | 113,1 \pm 13,70 ^A | 17 | 62,8 \pm 12,00 |
| Grup 3 / <i>Group 3</i> | 23 | 155,2 \pm 13,30 | 16 | 63,13 \pm 6,89 ^B | 12 | 80,1 \pm 10,50 |
| P değeri / <i>P value</i> | | 0,887 | | 0,000 | | 0,353 |

Bombus arıları ile ilgili bildirilen araştırma sonuçlarına göre kolonilerde üretilen toplam işçi arı, erkek arı ve ana arı sayısı koloniler arasında farklılık göstermekte ve bu farklılık birçok faktör tarafından belirlenmektedir (Duchateau and Velthuis, 1988; Bloch, 1999; Yeninar ve ark., 2000; Alaux et al., 2004; Gürel ve Gösterit, 2008ab). Bu çalışmada diyapoz öncesinde farklı sürelerde beslenen ana arı grupları arasında toplam işçi ve ana arı sayısı bakımından önemli farklılık bulunmazken toplam erkek arı sayısı bakımından gözlemlenen farklılık önemli bulunmuştur.

Sonuç

Sunulan bu çalışma ile *B. terrestris* ana arılarının çiftleşme sonrası diyapoz konulmadan önce farklı sürelerde beslenmelerinin diyapoz sonrası koloni gelişimleri üzerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Elde edilen sonuçlar *B. terrestris* arısının kitlesel üretiminde diyapoz öncesi ana arıların beslenmesinin bu

ana arıların koloni oluşturma performansı ve bazı koloni gelişim özelliklerini etkilediğini göstermiştir. Ancak bu güne kadar yapılan çalışmalar da göstermiştir ki sadece bir araştırmanın sonucuna dayanılarak bombus arılarının yetiştirme süreci ile ilgili kesin bir yöntem belirlemek veya nihai kanaate varmak mümkün olmamıştır. *B. terrestris* arıları ile ilgili yapılan bütün araştırmalarda vurgulandığı gibi sunulan bu çalışmada da koloni gelişim özellikleri bakımından önemli bir varyasyonun olduğu tekrar ortaya çıkmıştır. Koloni gelişimi bakımından gözlenen bu varyasyonun diğer çalışmalarda olduğu gibi sunulan bu çalışmada da tek bir faktöre dayandırılması mümkün görülmemektedir. Ancak elde edilen sonuçlar yetiştiricilik sürecine yönelik sorunların çözümünde fikir yürütme ve yorum yapma açısından katkı sağlayacak niteliktedir.

Teşekkür

Bu çalışma Süleyman Demirel Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri

Koordinasyon Birimi tarafından desteklenmiştir (Proje no: 4412-YL1-15).

Kaynaklar

- Alaux, C., Savarit, F., Jaisson, P. and Hefetz, A. 2004. Does the Queen Win It All? Queen-Worker Conflict Over Male Production in the Bumble Bee, *Bombus terrestris*. *Naturwissenschaften*, 91: 400–403.
- Beekman, M., van Stratum, P. and Lingeman, R. 1998. Diapause Survival and Post Diapause Performance in Bumble Bee Queens. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 89: 207–214.
- Bloch, G. 1999. Regulation of Queen-Worker Conflict in Bumble Bee (*Bombus terrestris*) Colonies. *Proceeding of Royal Society London B*, 266: 2465–2469.
- Cameron, S.A., Hines, H.M. and Williams, P.H. 2007. A Comprehensive Phylogeny of the Bumblebees (*Bombus*). *Biological Journal of Linnean Society*, 91: 161–188.
- Cnaani, J., Robinson, G.E. and Hefetz, A. 2000. The Critical Period for Caste Determination in *Bombus terrestris* and Its Juvenile Hormone Correlates. *Journal of Comparative Physiology A*, 186: 1089–1094.
- Danks, H.V. 1987. Insect Dormancy: An Ecological Perspective. *Biological Survey of Canada*, Ottawa.
- Danks, H.V. 2000. Insect Cold Hardiness: A Canadian Perspective. *Cryo Letters*, 21: 297–308.
- Denlinger, D. L. 2008. Why Study Diapause? *Entomological Research*, 38: 1–9.
- Duchateau, M.J. and Velthuis, H.H.W. 1988. Development and Reproductive Strategies in *Bombus terrestris* Colonies. *Behaviour*, 107(3): 186–207.
- Duchateau, M.J., Velthuis, H.H.W. and Boomsma, J.J. 2004. Sex Ratio Variation in the Bumble Bee *Bombus terrestris*. *Behavioral Ecology*, 15: 71–82.
- Fliszkiewicz, M. and Wilkaniec, Z. 2007. Fatty Acids and Amino Acids in the Fat Body of Bumblebee *Bombus terrestris* (L.) in Diapausing and Non-Diapausing Queens. *Journal of Apicultural Science*, 51 (1): 55–63.
- Gösterit, A. ve Gürel, F. 2009. Effect of Different Diapause Regimes on Survival and Colony Development in the Bumble Bee, *Bombus terrestris*. *Journal of Apicultural Research and Bee World*, 48(4): 279–283.
- Gösterit, A. 2016. Adverse Effects of Inbreeding on Colony Foundation Success in Bumblebees, *Bombus terrestris* (Hymenoptera: Apidae). *Applied Entomology and Zoology*, 51(4): 521–526.
- Gösterit, A. ve Gürel, F. 2016. Male Remating and Its Influences on Queen Colony Foundation Success in the Bumblebee, *Bombus terrestris*. *Apidologie*, 47(6): 828–834.
- Gösterit, A., Koşkan, O. ve Gürel, F. 2016. The Relationship of Weight and Ovarian Development in *Bombus terrestris* L. Workers under Different Social Conditions. *Journal of Apicultural Science*, 60(2): 51–57.
- Gürel, F. ve Gösterit, A. 2008a. Effects of Different Starting Methods on Colony Initiation and Development of *Bombus terrestris* L. (Hymenoptera; Apidae) Queens. *Applied Entomology and Zoology*, 43(1): 113–117.
- Gürel, F. ve Gösterit, A. 2008b. Effects of Temperature Treatments on the Bumblebee (*Bombus terrestris* L.) Colony Development. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 21 (1): 75–78.
- Hahn, D.A. and Denlinger, D.L. 2007. Meeting the Energetic Demands of Insect Diapause: Nutrient Storage and Utilization. *Journal of Insect Physiology*, 53: 760–773.
- Hodek, I. 1996. Diapause Development, Diapause Termination and the End of Diapause. *European Journal of Entomology*, 93: 475–480.
- Kostal, V. 2006. Eco-physiological Phases of Insect Diapause. *Journal of Insect Physiology*, 52: 113–127.

- Kwon, Y.J., Saeed, S. and Duchateau, M.J. 2003. Stimulation of Colony Initiation and Colony Development in *Bombus terrestris* by Adding a Male Pupa: The Influence of Age and Orientation. *Apidologie*, 34: 429–437.
- Macevicz, S. and Oster, G. 1976. Modelling Social Insect Populations II: Optimal Reproductive Strategies in Annual Eusocial Insect Colonies. *Behavioural Ecology and Sociobiology*, 1: 265–282
- 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.
- Sağlam, Ş. ve Gösterit, A. 2015. *Bombus* Arısında (*Bombus terrestris* L.) Soya Unu ve Süt Tozu İçeren Polenin Yarayışlılığının Belirlenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 10(1): 90–96.
- Özbek, H. 2010. Arılar ve İnsektisitler. *Uludağ Arıcılık Dergisi*, 10 (3): 85–95.
- Velthuis, H.H.W. and van Doorn, A. 2006. A Century of Advances in Bumble Bee Domestication and the Economic and Environmental Aspects of Its Commercialization for Pollination. *Apidologie*, 37: 421–451.
- Williams, P.H. 1998. An Annotated Checklist of Bumble Bees with an Analysis of Patterns of Description (Hymenoptera: Apidae, Bombini). *Bulletin of the Natural History Museum, Entomology Series*, 67(1): 79–152.
- Yeninar, H., Duchateau, M.J., Kaftanoğlu, O. ve Velthuis, H., 2000. Colony Developmental Patterns in Different Local Populations of the Turkish Bumble Bee, *Bombus terrestris dalmatinus*. *Journal of Apicultural Research*, 39: 107–116.