

Ana Arı ve İşçi Arıların Haploid Yumurtalarından Üretilen Erkek Arılar İle Çiftleşen *Bombus terrestris* Ana Arılarının Koloni Gelişim Özellikleri

Ayhan GÖSTERİT^{1*} İsmail Yaşhan BULUŞ²

¹Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknolojileri Fakültesi, Zootekni Bölümü, Isparta

²Muş Alparslan Üniversitesi, Uygulamalı Bilimler Fakültesi, Hayvansal Üretim ve Teknolojileri Bölümü, Muş

*Sorumlu yazar: ayhangosterit@isparta.edu.tr

Geliş tarihi: 21.05.2019, Yayına kabul tarihi: 25.07.2019

Özet: Bal arılarının aksine *Bombus terrestris* kolonilerinde yaşam döngüsünün sonlarına doğru ana arı ile birlikte işçi arılar da yumurtlamakta ve hem kurucu ana arı hem de işçi arılar tarafından yumurtlanan bu haploid yumurtalardan erkek arılar üretilmektedir. Kolonilerde ana arı ve işçi arı yumurtalarından gelişen erkek arıların morfolojik olarak ayrılabilmesi söz konusu olmayıp, kitlesel yetiştiricilikte kolonilerde üretilen tüm erkek arılar çiftleştirme amacıyla kullanılmaktadır. Bu çalışma *B. terrestris* arısında hem ana arı hem de işçi arılar tarafından yumurtlanan haploid yumurtalardan üretilen erkek arılar ile çiftleşen ana arıların oluşturduğu kolonilerin gelişim özelliklerini karşılaştırmak amacı ile yürütülmüştür. Araştırmada yaşlı işçi arı grubu ve çiftleşmemiş ana arı grubu oluşturularak her iki grup için erkek arılar üretilmiş ve bu erkek arılar standart kolonilerde üretilen genç *B. terrestris* ana arıları ile çiftleştirilmiştir. Diapoz dönemi sonunda bu ana arıların oluşturduğu kolonilerde bazı koloni gelişim özellikleri belirlenmiştir. İki farklı erkek arı grubu ile çiftleştirilen ana arıların oluşturduğu koloniler karşılaştırıldığında iki grup arasında yalnız koloni oluşturma oranı bakımından farklılık önemli bulunmuş ($P<0,05$), diğer belirlenen tüm özellikler bakımından ise iki grup arasındaki farklılıklar önemli bulunmamıştır.

Anahtar kelimeler: *Bombus terrestris*, çiftleşme, işçi arı yumurtlaması, koloni gelişimi

Development Traits of *Bombus terrestris* Colonies Founded by Queens Mated with Males Produced from Haploid Eggs of Queens and Reproductive Workers

Abstract: In contrast to honeybees, *Bombus terrestris* workers are also capable of egg laying toward the end of the colony life even if in the presence of the queen. Males are produced from these unfertilized haploid eggs laid by both queens and workers. In a colony, males which produced from queen and reproductive worker eggs are not different morphologically. In mass rearing process under controlled conditions, all males which produced in colonies are collected and mated with young queens. This experiment was carried out to compare the development traits of colonies founded by queens mated with these two male groups. To produce two different male groups, old workers groups and virgin queens groups were formed and males were produced by these groups. Young *B. terrestris* queens produced by standard colonies were mated with males in two groups. After the hibernation period, queens were allowed to found colonies and some colony development characteristics were determined. Results showed that no significant differences in the all colony development characteristics except colony foundation ratio ($P<0.05$) were determined between colonies founded by queens mated with males produced by queens and reproductive workers.

Keywords: *Bombus terrestris*, colony development, mating, worker reproduction

Giriş

Doğadaki çok sayıda bitki türünün genlerini bir sonraki generasyona aktarabilmesi ve doğal çeşitliliğin korunabilmesi için tozlaşmaya ihtiyaç duyulmaktadır. Tozlaşma bir taraftan kültüre alınmış bitkilerin veriminin artmasını sağlayarak doğrudan, diğer taraftan ise yabancı bitkilerin polinasyonunu sağlayarak yönetilemeyen karasal ekosistemlerin sağlıklı işleyişine dolaylı olarak katkı sağlamaktadır (Klein et al., 2006; Memmott et al., 2007; Türk ve ark., 2018). Dünya gıda üretiminin yaklaşık % 35'ini oluşturan bitkisel ürünlerin % 85'i böcekler sayesinde tozlaşmaktadır (Williams, 1996). Dünyadaki tarımsal ürünlerin yaklaşık % 75'inin meyve ve tohum seti oluşturabilmesi için böcek tozlaşmasına ihtiyaç duyuyor olması da böceklerin tozlaşma açısından önemini açıkça ortaya koymaktadır (Klein, et al., 2006). Bu nedenle böcek tozlaşması gibi önemli tarımsal ekosistem servislerine yönelik çalışmalar sürdürülebilir bir gıda üretim stratejisi açısından gereklidir. Tozlayıcı böcekler içerisinde en önemli grubu yaklaşık 20 bin türe sahip olan arılar oluşturmaktadır. Özellikle büyük koloni oluşturmaları ve modern kovanlar sayesinde kolay yönetilebilmeleri ve taşınabilmeleri gibi özelliklerinden dolayı bal arıları (*Apis mellifera* L.) zirai ürünlerin üretiminde en çok tercih edilen tozlayıcı tür olsa da *Nomia spp.*, *Osmia spp.*, *Megachile spp.* ve *Bombus spp.* gibi arı türleri de doğal ve kültüre alınmış bir çok bitkinin önemli tozlaştırıcısıdır (Allsopp et al., 2008; Potts et al., 2010; Gösterit ve ark., 2017).

Gerek birim alandan daha fazla ürün elde edilebilmesi gerekse insan beslenme alışkanlıklarında ve bu ihtiyaçların karşılanmasında örtü altı tarım teknikleri önemli uygulamalardan birisidir. Örtü altı alan varlığı ve üretim potansiyeli bakımından dünyada ön sıralarda bulunan Türkiye'de örtü altı sebze üretiminde yetiştiriciliği yapılan ürünler arasında domates % 50'nin üzerinde bir oranla birinci sırada yer almaktadır (Yanar ve ark., 2018). Tozlaşma örtü altı domates yetiştiriciliğinde verimliliği etkileyen önemli unsurlardan birisidir. Günümüzde örtü altı domates

yetiştiriciliğinde poleni taşıyarak veya çiçeklerde titreşim yaparak polenin dişi organa ulaşmasını sağlayan, böylece meyve tutumunu, kalitesini ve verimi artıran bombus arıları tozlaşma sorununun çözümünde neredeyse tek yöntem olarak kullanılmaktadır. Son yıllarda bombus arısı kullanımının yaygınlaşması tozlaşma için vibratör ve benzeri araçlarla titreşim yapma veya hormon kullanma gibi eski uygulamaları ortadan kaldırmıştır (Ahmad et al., 2015). Bombus arısı türleri arasında yetiştiricilik ve tozlaşma performansı açısından sahip olduğu bazı avantajlar nedeniyle günümüzde kitlesel üretimi en çok yapılan tür *Bombus terrestris* türüdür (Velthuis and Doorn, 2006). Günümüzde dünyada yılda yaklaşık 3 milyon adet, ülkemizde ise özellikle örtü altı yetiştiriciliğin yoğun olarak yapıldığı Akdeniz sahil bölgesi başta olmak üzere 300 bin adet ticari üretilmiş *B. terrestris* kolonisinin kullanıldığı tahmin edilmektedir (Gösterit ve Gürel, 2018).

Bombus arılarının kitlesel yetiştiriciliği sürecinde karşılaşılan sorunların çözümüne yönelik farklı araştırmacılar tarafından son 30 yıl içinde geniş ölçekli çalışmalar gerçekleştirilmiştir (Röseler, 1985; Beekman et al., 1998; Amin et al., 2012; Bogo et al., 2018). Koloni gelişimi bakımından karşılaşılan sorunlar kitlesel yetiştiricilikte tozlaşmaya uygun nitelikte koloni oluşturma oranını etkilemektedir. Kalitesiz kolonilerin tozlaştırma süreleri kısa, performansları ise düşük olmaktadır. Damızlık olarak kullanılan ana arılar ve çiftleştikleri erkek arıların özellikleri *B. terrestris* arısının kitlesel üretiminde tozlaşmaya uygun koloni yetiştirme oranı ve koloni kalitesini etkileyen önemli bir faktördür (Beekman and van Stratum, 2000; Gösterit ve Gürel, 2007; Amin et al., 2010). *B. terrestris* kolonilerinde yaşam döngüsü sonlarına doğru ana arı ile birlikte işçi arılar da yumurtlama yeteneği kazanmakta ve bu işçi arıların haploid (dölsüz) yumurtalarından da erkek arılar gelişmektedir (Cnaani et al., 2000; Gösterit ve ark., 2016). Bu nedenle ana arıların çiftleştirilmesi amacıyla herhangi bir koloniden toplanan erkek arıların kurucu ana arı veya işçi arıların yumurtaları olmak üzere iki farklı kaynağı

söz konusudur. Gerek ana arı ve gerekse işçi arılar tarafından yumurtlanan haploid yumurtalardan sağlıklı erkek arılar gelişmektedir. Klasik tanımlamaya göre aralarında dayı-yeğen düzeyinde akrabalık ilişkisi olan bu erkek arıların dış görünüşleri itibarı ile birbirlerinden ayırt edilebilmesi mümkün değildir. Dolayısıyla çiftleştirme aşamasında kolonilerde yetiştirilen bütün erkek arılar toplanmakta ve bu erkek arılar ana arılar ile çiftleştirilmektedir. Çiftleşen ana arıların oluşturduğu kolonilerin gelişim özellikleri bakımından gözlenen farklılıklara etki eden faktörlerin belirlenmesi bombus arılarının yıl boyu kitlesel üretimlerinin sürdürülebilirliği açısından önemlidir. Bu çalışma *B. terrestris* arısında hem ana arı hem de işçi arılar tarafından yumurtlanan haploid yumurtalardan üretilen erkek arılar ile çiftleşen ana arıların koloni oluşturma başarısı ve oluşturulan kolonilerin gelişim özelliklerini karşılaştırmak amacı ile yürütülmüştür.

Materyal ve Yöntem

Araştırmanın erkek ve ana arı materyalinin elde edilmesi amacıyla kontrollü koşullarda yetiştirilen *Bombus terrestris* kolonileri kullanılmıştır. Çalışma boyunca tüm ana arı ve koloniler toz şeker ile hazırlanan şurup (50 briks) ve taze dondurulmuş polen ile *ad-libitum* olarak beslenmişlerdir. Herhangi bir *B. terrestris* kolonisinde koloni yaşamı sonunda yetiştirilen erkek arıların kurucu ana arı tarafından mı yoksa işçi arılar tarafından mı üretildiği anlaşılamadığından, araştırmada hem ana arılar, hem de işçi arılar tarafından yumurtlanan dölsüz yumurtalardan erkek arılar yetiştirilerek iki farklı erkek arı grubu oluşturulmuştur. Bu kapsamda ana arıların haploid yumurtalarından erkek arılar yetiştirmek için *B. terrestris* kolonilerde üretilen genç ana arılar çiftleştirilmeden diyapoza (+2,5 °C) konulmuştur. Bu çiftleşmemiş ana arılar 2 aylık diyapoz dönemi sonunda 10 adetlik gruplar halinde özel yetiştirme kutularına konularak standart yetiştirme koşullarında yumurtlamaları ve erkek arı üretmeleri sağlanmış, böylece ana arılar tarafından üretilen erkek arılar elde edilmiştir. İşçi arıların yumurtalarından

erkek arıların elde edilmesi için ise ana arı grupları ile eş zamanlı olarak 20 adetlik yaşlı işçi arı grupları ayrı yetiştirme kutularına konularak standart yetiştirme koşullarında yumurtlamaları ve erkek arı üretmeleri sağlanmış, böylece işçi arılar tarafından üretilen erkek arılar elde edilmiştir.

Her iki grupta yer alan erkek arılar kolonilerde üretilen genç ana arılar ile 23 °C sıcaklık ve % 50-60 oransal neme sahip çiftleştirme odasında ayrı çiftleştirme kafeslerinde çiftleştirilmiştir. Çiftleşmiş ana arıların diyapoz dönemini kontrol etmek amacıyla bütün ana arılar +2,5 °C sıcaklığa ayarlanmış soğuk hava kabininde 2 ay süre ile bekletilmişlerdir. Diyapoz dönemi sonunda ana arılar ve işçi arılar tarafından üretilen olmak üzere iki farklı gruptaki erkek arılar ile çiftleşen ana arılardan 75'er adet olacak şekilde 150 adet ana arının her biri bombus arısı başlatma kutularına konulmuş ve bu ana arıların koloni oluşturma performansları ve bu kolonilere ait gelişim özellikleri standart yetiştirme koşullarında (sıcaklık: 27-28 °C; oransal nem: % 50-60) incelenmiştir (Gösterit ve ark., 2018).

Haftada iki defa yapılan kontroller ile ana arılar ve oluşturdukları kolonilere ait veriler kaydedilmiştir. Veriler Minitab (versiyon 16.2.4) istatistik paket programı kullanılarak analiz edilmiştir. Verilerin normal dağılım gösterip göstermediği test edilmiş ve normal dağılım göstermeyen verilere karekök transformasyonu uygulanmıştır. Her özelliğe ait tanımlayıcı istatistik değerler hesaplanarak özellikler bakımından gruplar varyans analizi ile karşılaştırılmıştır. Oransal değerler bakımından gruplar arasındaki farklılıkların belirlenmesinde ise oranlar arası z testi kullanılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Bombus terrestris arısında yetiştiricilik ile ilgili yapılan araştırmalarda koloni ile ilgili özelliklerin ölçülebilmesi için ana arıların yumurtlama ve koloni oluşturma oranının, ticari yetiştiriciliğin başarısı için ise tozlaşmaya uygun kalitede koloni üretme oranının mümkün olduğunca yüksek olması istenmektedir. Araştırmalarda yumurtlayarak en az 10 adet işçi arı üreten ana arılar koloni oluşturmuş olarak kabul edilirken, sağlıklı

bir ana arı, geniş bir kuluçka alanı, yaklaşık 60 adet işçi arısı bulunan ve cinsiyet üretimine başlamamış koloniler ise tozlaşmaya uygun kalitede koloniler olarak değerlendirilmektedir (Velthuis and Doorn, 2006; Sağlam ve Gösterit, 2015). Yapılan çalışmalara ve uygulanan yetiştirme tekniklerine göre değişmekle birlikte ana arıların yaklaşık % 70'i koloni oluştururken, tozlaşmaya uygun kalitede koloni oluşturma oranı % 40–50 arasında değişmektedir. Yani yetiştirmede kullanılan ana arıların tamamı yumurtlamazken, yumurtlayanların tamamı koloni oluşturmamakta ve oluşan kolonilerin tamamı tozlaşmaya uygun kaliteye ulaşmamaktadır. Ana arı kalitesi, ana arının çiftleşme başarısı, kolonilerin yetiştirildiği

çevre koşulları, diyapoz süreci, besin kalitesi ve durumu ve damızlık olarak kullanılan erkek arı ve ana arının genetik yapısı gibi faktörlerin *B. terrestris* arısının kitlesel üretiminde tozlaşmaya uygun koloni üretme oranını etkilediği bilinmektedir (Gösterit ve ark., 2018). Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre ana arı ve işçi arılar tarafından yumurtlanan haploid yumurtalardan gelişen erkek arılar ile çiftleşen genç ana arılar arasında yumurtlama ve tozlaşmaya uygun koloni oluşturma oranları bakımından önemli bir farklılık bulunmazken, gruplar arasında koloni oluşturma oranı bakımından gözlemlenen farklılık önemli bulunmuştur ($P<0,05$) (Çizelge 1).

Çizelge 1. Ana arıların yumurtlama ve koloni oluşturma oranları (%)

Table 1. Egg laying and colony foundation ratios of queens (%)

Erkek arı kaynağı / <i>Male source</i>	Yumurtlama oranı / <i>Egg laying ratio</i>	Koloni oluşturma oranı / <i>Colony foundation ratio</i>	Tozlaşmaya uygun koloni oluşturma oranı / <i>Pollinator colony production ratio</i>
Ana arı / <i>Queen</i>	77,33	65,33 ^a	52,00
İşçi arı / <i>Worker</i>	69,33	48,00 ^b	44,00

a, b: $P<0,05$

Bombus arısının laboratuvar koşullarında yetiştiriciliğinde diyapoz dönemini tamamlamış ve yumurtlama kutularına konulmuş ana arı bir iki hafta içinde yumurta hücresi oluşturarak bu hücreler içine yumurtlar ve yaşam döngüsünün birinci kuluçka dönemi başlamış olur. Gerek birinci kuluçkadaki yumurta hücresi, gerekse her bir yumurta hücresindeki yumurta sayısı ana arıdan ana arıya değişmektedir. Birinci kuluçkanın yumurtalarını yumurtlayan ana arı belli bir süre yumurtlamaya ara vererek mevcut yumurta hücrelerinin üzerinde yatarak yumurtalara 30–32 °C'lik bir sıcaklık sağlar. Ana arıların diyapoz sürecinin sonundan itibaren yaklaşık 30-40 gün sonra ilk işçi arılar ergin hale gelir ve böylece sosyal faz başlamış olur (Tuna ve Gösterit, 2017). Araştırmada ana arıların yumurtlama ve koloni oluşturma performansları ile doğrudan ilgili olan ilk yumurtlamaya başlama zamanı, birinci kuluçka döneminde üretilen yumurta hücresi ve işçi arı sayısı ile ilk işçi arı çıkış zamanı değerleri bakımından gruplar arasında farklılık bulunmamıştır (Çizelge 2).

B. terrestris kolonilerinde ana arı ve erkek arı üretim zamanı dolayısıyla koloni gelişimi ile en yakın ilişkili özellikler dönüşüm noktası, rekabet noktası ve ilk ana arı üretim zamanlarıdır. Dönüşüm noktası ana arının ilk haploid yumurtaları yumurtlamaya başladığı aşama olup, bu aşamadan sonra da diploid yumurta yumurtlanabilmektedir. Koloniler arasında varyasyon olmakla birlikte ilk haploid yumurtanın yumurtlanması sosyal fazın başlangıcı ile sonraki yaklaşık 1 ay arasında bir zamanda gerçekleşebilir (Duchateau and Velthuis, 1988). Rekabet noktası ise kolonide işçi arıların yumurtlamaya başlaması, işçi arılar ile ana arı arasında karşılıklı yumurta yeme davranışı veya ana arı ile işçi arılar arasında çatışmanın başlaması gibi olaylar ile ortaya çıkmaktadır. Koloninin sosyal düzenini yakından ilgilendiren bu aşama sosyal fazın başlangıcından 1 hafta sonra gibi erken bir dönemde gerçekleşebilirken koloni yaşamının çok geç döneminde de başlayabilmektedir (Duchateau and Velthuis, 1988; Amsalem et al., 2015).

Çizelge 2. Ana arıların yumurtlama ve koloni oluşturma performansları (Ortalama \pm S.H)
 Table 2. Egg laying and colony foundation performances of queens (Average \pm S.E)

Özellikler <i>Traits</i>	Erkek arı kaynağı / <i>Male source</i>		P değeri <i>P value</i>
	Ana arı / <i>Queen</i>	İşçi arı / <i>Worker</i>	
İlk yumurtlama zamanı (gün) <i>Colony initiation time (days)</i>	9,88 \pm 0,40 (N=58)	9,96 \pm 0,35 (N=52)	0,880
1. kuluçkadaki yumurta hücresi (adet) <i>Number of egg cells in first brood</i>	7,47 \pm 0,42 (N=58)	7,02 \pm 0,46 (N=52)	0,471
1. kuluçkadaki işçi arı sayısı (adet) <i>Number of workers in first brood</i>	12,71 \pm 0,74 (N=48)	11,64 \pm 0,90 (N=36)	0,338
İlk işçi arı çıkış zamanı (gün) <i>Timing of first workers emergence (days)</i>	34,85 \pm 0,77 (N=48)	35,34 \pm 0,81 (N=38)	0,665

Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre ana arıların çiftleştiği erkek arıların işçi arılar veya ana arı tarafından yumurtlanan yumurtalardan üretilmiş olmasının kolonide cinsiyet üretim zamanlaması ve koloninin sosyal düzeni açısından bir farklılığa yol açmadığı belirlenmiştir (Çizelge 3). Kolonilerdeki dönüşüm noktası zamanı rekabet noktası zamanına göre daha erken gerçekleşmiştir. Bu bulgu mevcut literatür

bildirişleri ile de benzerlik göstermektedir (Duchateau and Velthuis, 1988; Alaux et al., 2006). Oransal olarak çok az sayıda kolonide rekabet noktasının dönüşüm noktasından önce gerçekleştiği, dönüşüm noktası ile rekabet noktası arasındaki ilişkinin önemli fakat zayıf olduğu, ayrıca rekabet noktası ile ana arı üretim zamanı arasında güçlü bir ilişki olduğu bilinmektedir (Bloch, 1999).

Çizelge 3. Kolonilerdeki cinsiyetlerin üretim ve rekabet noktası zamanları (Ortalama \pm S.H)
 Table 3. Time of sexual production and competition point in colonies (Average \pm S.E)

Özellikler <i>Traits</i>	Erkek arı kaynağı / <i>Male source</i>		P değeri <i>P value</i>
	Ana arı / <i>Queen</i>	İşçi arı / <i>Worker</i>	
İlk ana arı üretim zamanı (gün) <i>Timing of gyne production (days)</i>	20,34 \pm 1,43 (N=29)	22,00 \pm 1,46 (N=27)	0,422
Dönüşüm noktası (gün) <i>Switch point (days)</i>	25,03 \pm 1,98 (N=35)	21,75 \pm 2,11 (N=28)	0,264
Rekabet noktası (gün) <i>Competition point (days)</i>	30,95 \pm 1,06 (N=38)	31,26 \pm 1,68 (N=34)	0,871

Bombus arısı kolonilerinde üretilen toplam işçi arı sayısı koloninin tozlaştırma performansını etkilerken, üretilen toplam erkek ve ana arı sayısı ise yetiştiriciliğin sürdürülebilirliği açısından önemlidir (Çizelge 4). Bu nedenle kontrollü koşullarda

yetiştiricilikte kolonilerin yaşam döngüsünün ilk döneminde uzun bir süre sadece işçi arı üretmesi, yaşam döngüsünün sonuna doğru ise çok sayıda erkek ve ana arı üretmesi istenilen bir durumdur.

Çizelge 4. Kolonilerde üretilen toplam işçi, erkek ve ana arı sayıları (Ort. \pm S.H)
 Table 4. Total numbers of worker, male and young queen produced in colonies (Av. \pm S.E)

Özellikler <i>Traits</i>	Erkek arı kaynağı / <i>Male source</i>		P değeri <i>P value</i>
	Ana arı / <i>Queen</i>	İşçi arı / <i>Worker</i>	
Toplam işçi arı sayısı <i>Total number of workers</i>	118,08 \pm 7,28 (N=48)	118,36 \pm 7,12 (N=36)	0,979
Toplam erkek arı sayısı <i>Total number of males</i>	108,40 \pm 10,50 (N=46)	109,60 \pm 10,20 (N=34)	0,934
Toplam ana arı sayısı <i>Total number of young queens</i>	75,05 \pm 9,10 (N=33)	67,59 \pm 8,63 (N=27)	0,559

Sunulan araştırmada deneme grupları arasında üretilen işçi, erkek ve ana arı sayıları bakımından önemli bir farklılık belirlenmemiştir.

Sonuç

Bu araştırma *Bombus terrestris* arılarında çiftleştirmede kullanılan erkek arıların ana arı veya işçi arı yumurtalarından üretilmesinin bu erkek arılar ile çiftleşen ana arıların koloni oluşturma performansları ve oluşturdukları kolonilerin gelişim özellikleri üzerine etkisinin belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın sonuçları ana arı ve işçi arı kaynaklı erkek arılar ile çiftleşen genç ana arıların oluşturduğu koloniler arasında yalnız koloni oluşturma oranı bakımından farkın önemli olduğunu ($P<0,05$), diğer belirlenen tüm özelliklerde ise iki grup arasındaki farklılıkların önemli olmadığını göstermiştir. İki grup arasında ana arı kaynaklı erkek arılarla çiftleşen ana arılar lehine koloni oluşturma oranı bakımından yaklaşık % 17'lik bir fark olmasına karşın, pazarlanabilir koloni üretme oranı bakımından bu fark % 8'e düşmüştür. Ancak iki grup arasında pazarlanabilir koloni üretme oranı için tespit edilen % 8'lik fark istatistik olarak önemli olmasa da kitlesel üretim yapan işletmeler için ekonomik olarak önemli olabilir. Bu nedenle elde edilen bu bulgunun kitlesel üretim yapan işletmeler tarafından dikkate alınması yararlı olacaktır. Türkiye'de bombus arılarının yetiştirme yöntemlerinin iyileştirilmesine yönelik bilimsel çalışmalar yaklaşık 20 yıldır yürütülmektedir. Ülkemizde her yıl tozlaşma amacıyla kullanılan yaklaşık 300 bin adet *B. terrestris* kolonisinin büyük çoğunluğu yabancı sermayeli ya da yabancı sermaye ortaklı yerli firmalar tarafından üretilmektedir. Kullanılan koloni sayısı Türkiye'nin önemli bir seracılık ülkesi olduğunun göstergesidir. Tarımda üretim yetersizliğinden kaynaklanan sorunların küresel ekonomi üzerine etkileri son yıllarda sıklıkla tartışılmaktadır. Dolayısıyla sunulan bu çalışmanın tarımsal üretimde ürün miktarı ve kalitesi açısından sağladığı faydalar hemen herkes tarafından bilinen bombus arıları konusunda Türkiye'nin de hem araştırma

hem de kitlesel üretim konularında küresel anlamda söz sahibi olabilmesi açısından fayda sağlayabileceği değerlendirilmektedir.

Teşekkür

Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) tarafından desteklenen projenin (Proje no: 118O457) bir bölümünü kapsayan bu çalışma aynı zamanda Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsünde yüksek lisans tezi olarak sunulmuştur.

Kaynaklar

- Ahmad, M., Bodlah, I., Mehmood, K., Sheikh, U.A. and Aziz, M.A., 2015. Pollination and Foraging Potential of European Bumblebee, *Bombus terrestris* (Hymenoptera: Apidae) on Tomato Crop under Greenhouse System. *Pakistan Journal of Zoology*, 47: 1279–1285.
- Alaux, C., Jaisson, P. And Hefetz, A. 2006. Regulation of Worker Reproduction in Bumblebees (*Bombus terrestris*): Workers Eavesdrop on a Queen Signal. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 60: 439–446.
- Allsopp, M.H., de Lange, W.J. and Veldtman, R. 2008. Valuing Insect Pollination Services with Cost of Replacement. *PLoS One*, 3: e3128.
- Amin, M.R., Than, K.K. and Kwon, Y.J. 2010. Mating Status of Bumblebees, *Bombus terrestris* (Hymenoptera: Apidae) with Notes on Ambient Temperature, Age and Virginity. *Applied Entomology and Zoology*, 45: 363–367.
- Amin, M.R., Bussiere, L. and Goulson, D. 2012. Effects of Male Age and Size on Mating Success in the Bumblebee *Bombus terrestris*. *Journal of Insect Behavior*, 25: 362–374.
- Amsalem, E., Grozinger, C.M., Padilla, M. and Hefetz, A. 2015. The Physiological and Genomic Bases of Bumble Bee Social Behaviour. *Advances in Insect Physiology*, 48, 37–93.

- Beekman, M., van Stratum, P. and Lingeman, R., 1998. Diapause Survival and Post-Diapause Performance in Bumblebee Queens (*Bombus terrestris*). *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 89: 207–214.
- Beekman, M. and van Stratum, P. 2000. Does the Diapause Experience of Bumblebee Queens *Bombus terrestris* Affect Colony Characteristics? *Ecological Entomology*, 25: 1–6.
- Bloch, G. 1999. Regulation of Queen-Worker Conflict in Bumble Bee (*Bombus terrestris*) Colonies. *Proceeding of Royal Society London B*, 266: 2465–2469.
- Bogo, G., de Manincor, N., Fisogni, A., Galloni, M., Zavatta, L. and Bortolotti, L. 2018. No Evidence for an Inbreeding Avoidance System in the Bumble Bee *Bombus terrestris*. *Apidologie*, 49: 473–483.
- Cnaani, J., Robinson, G., Bloch, G., Borst, D. and Hefetz, A. 2000. The Effect of Queen-Worker Conflict on Caste Determination in the Bumblebee *Bombus terrestris*. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 47: 346–352.
- Duchateau, M. and Velthuis, H. 1988. Development and Reproductive Strategies in *Bombus terrestris* Colonies. *Behaviour*, 107: 186–207.
- Gösterit, A. ve Gürel, F. 2007. Effects of Weight of Queens after Diapause on Colony Development in the Bumblebee, *Bombus terrestris* L. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 20: 67–70.
- Gösterit, A., Koşkan, Ö. 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: 51–58.
- Gösterit, A., Gürel, F., Alagöz, M. ve Türk, M. 2017. Determination of pollination effectiveness of different pollinators on alfalfa in Lakes Region of Turkey. 45. Apimondia Uluslararası Arıcılık Kongresi, 29 Eylül-4 Ekim, İstanbul, 125.
- Gösterit, A. ve Gürel, F. 2018. The Role of Commercially Produced Bumblebees in Good Agricultural Practices. *Scientific papers, Series D., Animal Science*, Vol. LXI, Number 1: 201–204.
- Gösterit, A., Erkan, C. ve Gürel, F. 2018. Laboratuvar koşullarında *Bombus Arısı* Yetiştirme Yöntemi. 6. Uluslararası Muğla Arıcılık ve Çam Balı Kongresi, 15-19 Ekim, Muğla, 5–9.
- Klein, A.M., Vaissiere, B. E., Cane, J.H., Steffan-Dewenter, I., Cunningham, S.A., Kremen, C. and Tscharntke, T. 2006. Importance of Pollinators in Changing Landscapes for World Crops. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 274: 303–313.
- Memmott, J., Craze, P.G., Waser, N.M. and Price, M.V. 2007. Global Warming and the Disruption of Plant–Pollinator Interactions. *Ecology Letters*, 10: 710–717.
- Potts, S.G., Biesmeijer, J.C., Kremen, C., Neumann, P., Schweiger, O. And Kunin, W.E., 2010. Global Pollinator Declines: Trends, Impacts and Drivers. *Trends in Ecology and Evolution*, 25: 345–353.
- Röseler, P.F. 1985. A Technique for Year-Round Rearing of *Bombus terrestris* (Apidae, Bombini) Colonies in Captivity. *Apidologie*, 16: 165–170.
- Sağlam, Ş. ve Gösterit, A. 2015. *Bombus Arısında (Bombus terrestris L.) Soya Unu ve Süt Tozu İçeren Polenin Yararlılığının Belirlenmesi*. Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 10(1): 90–96.
- Tuna, B. ve Gösterit, A. 2017. Diapoz Öncesi Beslemenin *Bombus terrestris* Ana Arılarının Diapoz Sonrası Koloni Oluşturma Başarısı Üzerine Etkisi. Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 12(1): 49–55.
- Türk, M., Gösterit, A., Alagöz, M. ve Buluş, İ.Y. 2018. Korunga Tohum Üretiminde Balarılarının Rolü. 6. Uluslararası Muğla Arıcılık ve Çam Balı Kongresi, 15-19 Ekim, Muğla, 698.

- Velthuis, H. H. and van Doorn, A., 2006. A Century of Advances in Bumblebee Domestication and the Economic and Environmental Aspects of Its Commercialization for Pollination. *Apidologie*, 37: 421–451.
- Williams, I. 1996. Aspects of Bee Diversity and Crop Pollination in the European Union. Academic Press, 18: 63-80.
- Yanar, D., Yanar, Y., Erdal, H., Erdal, G. ve Poyraz, E., 2018. Antalya İlinde Örtü Altı Yetiştiriciliğinde Karşılaşılan Bitki Koruma Sorunları ve Üretici Bilinç Düzeyi. *Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi*, 7: 38-48.