



Farklı Besin ve Uçucu Yağların *Bombus terrestris*'in Yönelimine Etkisi¹

Yağmur ULU TÜRÜMEN¹ , İsmail KARACA^{1*} 

¹Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü – Isparta-Türkiye

*Sorumlu Yazar: ismailkaraca@isparta.edu.tr

MAKALE BİLGİSİ

Alınış tarihi: 17.12.2019

Kabul tarihi: 13.06.2020

Anahtar Kelimeler: *Bombus terrestris*,
cezbedici, olfaktometre

ÖZET

Yeryüzünde yetiştirilen bitkisel ürünlerin büyük bir bölümünün gelişmesi için tozlayıcı canlılara gereksinim duyulmaktadır. Tozlayıcılar arasında arılar en önemli grubu oluşturmaktadır. Bunlar içinde de gerek ticari olarak yetiştirilmesi gerekse doğada var olması nedeniyle bombus arıları dikkati çekmektedir. Söz konusu bombus arıları içinde *Bombus terrestris* günümüzde kitlesel ölçekte yıl boyu üretilmekte, ülkemiz de dahil olmak birçok ülkede ticari bir tozlaşma etmeni olarak yaygın şekilde kullanılmaktadır. *B. terrestris* başta domates olmak üzere serada yetiştirilen birçok ürünün tozlaşmasında yaygın olarak kullanılmaktadır. Arıların farklı besin ve kokulara değişik tepkiler verme özelliklerinden yararlanılarak onları istediğimiz yere yönlendirmek mümkün olabilir. Bu çalışmada *B. terrestris*'in farklı besin ve uçucu yağlara gösterdiği tepki ölçülmüştür. Bu amaçla *B. terrestris*'in besin olarak bal, polen, polen+bal ile uçucu yağlardan lavanta, biberiye, çam terebentin, zencefil, okaliptüs ve kekiğe yönelimi denenmiştir. Sonuç olarak, yapılan çalışmada *B. terrestris*'in besine yönelme yüzdeleri bal, polen, polen+bal için sırasıyla %16.20, %31.53 ve %15.34 olmuştur. Arıların %36.93 oranında en fazla kontrole yöneldiği saptanmıştır. *B. terrestris*'in uçucu yağlara yönelme yüzdeleri lavanta, biberiye, çam terebentin, ticari yağ, zencefil, okaliptüs ve kekik için sırasıyla %9.22, %5.27, %20.54, %11.72, %23.44, %9.75 ve %9.68 olmuştur. Kontrole yönelim ise %10.38 olarak saptanmıştır. Arıların ele alınan uçucu yağlardan en fazla zencefil tercih ettiği belirlenmiştir.

Response to Different Foods and Essential Oils of *Bombus Terrestris*

ARTICLE INFO

Received: 17.12.2019

Accepted: 13.06.2020

Keywords: *Bombus terrestris*,
olfactometer, attractant

ABSTRACT

To develop a large part of the plant crops grown on the earth, pollinators are needed. Among pollinators, bees are the most important group. Bombus bees attract attention because of the fact that they have to be cultivated commercially. *B. terrestris*, which is used as a commercial pollination agent in many countries including our country, is widely used. *B. terrestris* is widely used for pollinating many products grown in the greenhouses, especially tomatoes. It may be possible to divert them to whatever we want, by utilizing the properties of different responses to different foods and volatiles. The aim of this study is to measure the responses of *B. terrestris* to different nutrients and essential oils. For this reason, *B. terrestris* has been tested with honey, pollen, pollen + honey, lavender, rosemary, pine turpentine, ginger, eucalyptus and oregano. As a result, response rates to honey, pollen, pollen + honey of *B. terrestris* were 16.20%, 31.53% and 15.34% respectively. 36.93% of bees tended towards control. Response rates to lavender, rosemary, pine turpentine, commercial oil, ginger, eucalyptus and thyme of *B. terrestris* were 9.22%, 5.27%, 20.54%, 11.72%, 23.44%, 9.75 and 9.68 respectively. 10.38% of bees tended towards control. The bees mostly preferred the ginger.

1. Giriş

Yeryüzünde yetiştirilen bitkisel ürünlerin büyük bir bölümünün gelişmesi için tozlayıcı canlılara gereksinim duyulmaktadır. Tozlayıcılar arasında arılar en önemli grubu oluşturmaktadır. Bunlar içinde de gerek ticari olarak yetiştirilmesi, gerekse doğada var olması nedeniyle bombus arıları dikkati çekmektedir. Doğal florada bulunan birçok bitkinin tozlaşmasının sağlanmasında bal arılarından sonra ikinci derecede rol oynayan ve 239 türü bulunan bombus arıları, dünyada 30'dan fazla ülkede ve 25 farklı kültür bitkisinde de tozlayıcı olarak kullanılmaktadır (Williams, 1998). Whittington and Winston (2003), nektar

ve polenin bombus arılarının beslenmesinde kullanılan temel gıda kaynağı olduğunu bildirmişlerdir. Yazarlar nektarın daha çok ergin bombus arıları tarafından kullanıldığını, polenin ise daha çok larva gelişmesinde etkili olduğunu belirtmişlerdir.

Gürel ve Gösterit (2007), bombus arılarının 1987 yılından itibaren ticari olarak yetiştirildiğini ve başta domates olmak üzere biber, patlıcan, çilek gibi sera ve örtü altı yetiştiriciliğinde çok sayıda ürünün tozlaşmasında kullanıldığını bildirmişlerdir. Yine aynı araştırmacılar *Bombus terrestris*'in tür ve alt türlerinin Avrupa doğal faunasında yaygın olarak bulunduğunu, koloni

¹ Bu çalışma yüksek lisans tezinden özetlenmiştir.

popülasyonunun büyük ve kitlesel üretiminin kolay olması gibi özelliklerinden dolayı ticari üretimde yaygın olarak tercih edildiğini vurgulamaktadırlar.

Gürel vd. (2011)'in belirttiğine göre, seralarda bulunan bombus kolonilerindeki işçi arıların zaman zaman sera dışına çıkıp daha çekici bitkilerden polen toplamaları da sera içindeki yuvada polen kaynağının çeşitlenmesine yol açmaktadır. İlkbaharda sera içinde bazı kolonilerin çok iyi gelişmesinde bu polen kaynaklarının da etkisi bulunmaktadır. Ancak, çok az bitkinin çiçek açtığı veya bir dekardan küçük seralara bombus kolonileri yerleştirildiğinde koloninin polen gereksiniminin yeterince karşılanamamasından dolayı koloni gelişimi olumsuz etkilenmektedir. Ortaya çıkan bu olumsuzluklar nedeniyle, araştırmayı yapan yazarlar seralara yerleştirilen bombus kutularının içine 1,5–2 litre şeker şurup tankının konduğunu ve bu şurubun iki ay süresince koloninin ihtiyacını karşıladığını, ancak kolonilerde depo şurubunun bitmesinin koloninin kısa sürede zayıflamasına ve ölmesine yol açtığını, bundan dolayı kovadaki şurup tankının kontrol edilerek gerekli ilavelerin yapılması gerektiğini bildirmektedirler. Yazarlar ayrıca patlıcan ve biber seralarına yerleştirilen bombus arılarının domates seralarına yerleştirilenlere göre daha büyük popülasyonlara ulaşabildiğini belirtmektedirler.

Ayrıca Ceuppens et al. (2015), yapmış oldukları çalışmalarda farklı çilek çeşitlerinin *B. terrestris*'i çekmede farklı etkilere sahip olduğunu saptamışlardır. Yazarlar bu farklılığı çilek çeşitlerinin sahip olduğu kokuların miktarına ve farklılığına bağlamaktadırlar. Nitekim Kunze and Gumbert (2001), çiçekli bitkilerin morfolojik yapılarından ziyade içerdikleri kokuların daha etkili olduğunu vurgulamaktadırlar. Bu çerçevede özellikle pek çok bitkinin uçucu yağ bileşenlerinin yararlı böcekleri cezbederek tozlaşmaya yardımcı olduğu ve bitki savunma sistemini zararlılara karşı güçlendirdiği konusunda çalışmalar mevcuttur (Groditzky and Coats, 2002; Kim et al., 2003).

Bugüne kadar özellikle uçucu yağlar ile yapılan çalışmalar, bu ürünlerin daha çok zararlıların popülasyonunu azaltmaya yönelik olarak kullanımını içermektedir (Saxena and Koul, 1978; Mansour et al., 1986; Singh et al., 1989; Shukla et al., 1989; Mwangi et al., 1992; Shaaya et al., 1993; Singh and Upadhyay, 1993; Schmitt, 1994; Ndungu et al., 1995; Regnault-Roger, 1997; Shaaya et al., 1997; Aslan vd., 2004).

Bombus arılarına farklı besin ve uçucu yağların etkisi ile ilgili çalışmalar sınırlı kalmıştır.

Yukarıda verilen çalışmalarda yazarların ileri sürdükleri savlar nedeniyle *B. terrestris*'in, arıların gelişiminde rol

oynayan besinlerden bal, polen, polen+ bal karışımı ile uçucu yağlardan lavanta, biberiye, çam terebentin, zencefil, okaliptüs ve kekiğe yönelimi bu çalışmanın konusunu oluşturmaktadır.

2. Materyal ve Metot

Bu çalışmanın ana materyalini Koppert Türkiye firmasından sağlanan *B. terrestris* kovanları ve farklı besinler (polen, bal ve polen + bal) ile Botalife firmasından temin edilen uçucu yağlar (Şekil 1) oluşturmaktadır. Denemelerde ayrıca 4 kola sahip cam malzemeden oluşan olfaktometre kullanılmıştır (Şekil 1). Çalışmalar besin ve koku denemeleri olmak üzere iki farklı aşamada yürütülmüştür. Denemelerde kullanılan besinler ve uçucu yağlar Çizelge 1'de verilmiştir. Kontrol uygulamasında saf su kullanılmıştır.

Çizelge 1. Denemelerde kullanılan besin ve uçucu yağlar*
Table 1. Foods and essential oils used in trials.

Besin / Uçucu yağ	Kullanılan Miktar
Polen	4 gr
Bal	4 gr
Polen + Bal	2 gr + 2 gr
Lavanta	5 ml
Biberiye	5 ml
Çam terebentin	5 ml
Zencefil	5 ml
Okaliptüs	5 ml
Kekik	5 ml
Kontrol	5 ml

* Uçucu yağların dozları 100 ml suya 1 ml gelecek şekilde ayarlanmıştır

2.1. Besine yönelim çalışmaları

Bu çalışmada kovanlar arıların daha sakin kalmasını sağlamak amacıyla önce kırmızı ışık altında açılmıştır. Arılar kırmızı ışıklı ortamda 5'erli gruplar halinde ayrı ayrı falkon tüplerine alınmıştır. Bu falkon tüpleri olfaktometrede kullanılmak üzere ayrılmıştır.

Dört koldan oluşan olfaktometrenin 3 kolundan her birine bal, polen, polen+bal karışımları Çizelge 1'de verilen miktarlarda pamuk üzerine aktararak yerleştirilmiştir. Olfaktometrenin 4. kolu ise kontrol amacıyla boş bırakılmıştır. Denemeler 3 tekerrürlü olarak kurulmuş, ancak her tekerrürde besinlerin kollardaki yeri değiştirilmiştir. Bu şekilde her bir besin 72 kez kullanılmıştır. Pamuğa emdirilmiş besinler ve boş pamuk ucu hava geçişini sağlayacak şekilde delikler bulunan falkon tüplerine aktarılmıştır. Bu falkon tüpleri olfaktometrenin kollarına parafilm yardımı ile monte edilmiştir.



Şekil 1. Denemelerde kullanılan uçucu yağlar.
Figure 1. Essential oils used in trials.



Şekil 2. Denemelerde kullanılan dört kola sahip olfaktometreler.
Figure 2. Olfactometers with four-arm used in trials.

Karanlık odada bekletilen ve içerisinde 50-60 arı bulunan kovanlarda iki saat boyunca aç bırakılan ve kırmızı ışık altında 5'erli gruplar içeren falkon tüpleri olfaktometrelerin ana giriş kollarına yine bir parafilm yardımı ile ayrı ayrı monte edilmiştir. Her bir tekrür yarım saat boyunca gözlenmiş ve bu süre boyunca arıların besinleri ziyaret sayıları kaydedilmiştir. Bu sayılarda arıların besinli falkon tüplerinin bulunduğu kollarla işaretli kırmızı çizgiyi (10 cm) geçenler esas alınmıştır.

2.2. Uçucu yağlara yönelim çalışmaları

Bu bölümde de besine yönelim çalışmalarında olduğu gibi olfaktometrenin kollarına pamuğa emdirilmiş uçucu yağlar yerleştirilmiştir. Çizelge 1'de verilen uçucu yağlar %1 dozunda hazırlanarak, yine çizelgede görüldüğü gibi her bir bölümde bulunan falkon tüpleri içerisindeki pamuk parçalarına 5'er ml olarak verilmiştir. Yukarıda besine yönelim çalışmaları bölümündeki denemelerde olduğu gibi olfaktometrenin bir kolu her defasında kontrol amacıyla boş bırakılmıştır. Bu denemeler de 3 tekerrürlü olarak kurulmuş olup, yine uçucu yağların yerleri her denemede

değiştirilerek kombinasyonlar oluşturulmuştur. Bu çalışmalara ilave olarak tüm uçucu yağlar ayrı ayrı denemeye alınmıştır. Bunun için yine olfaktometrenin ortada kalan kolları kapatılmış, boşta kalan bir ucuna bir uçucu yağ yerleştirilirken diğer ucu kontrol olarak boş bırakılmıştır. Bu şekilde her bir uçucu yağ tek başına değerlendirmeye alınmıştır.

Bu denemelerde de olfaktometrelerin ana giriş koluna 5'erli arı içeren falkon tüpleri monte edilmiştir. Buradan hareket eden ve kırmızı çizgiyi geçen arılar yöneldikleri kokulara bağlı olarak kaydedilmiştir.

Yukarıda sözü edilen denemelerde kullanılan olfaktometreler her bir tekrürden sonra sıcak su ve alkol ile temizlenerek steril hale getirilmiştir.

2.3. Denemelerin değerlendirilmesi

Yapılan çalışmalarda elde edilen verilerin değerlendirilmesinde MS Excel, JMP (Ver. 8) programlarından yararlanılmıştır. Ortalamaların

karşılaştırılmasında ise Tukey çoklu karşılaştırma testi ($p \leq 0.05$) kullanılmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

Denemeler sonucunda *B. terrestris* bireylerinin besine ve uçucu yağlara yönelmeleri ayrı ayrı değerlendirilmiştir.

3.1. Besine yönelme

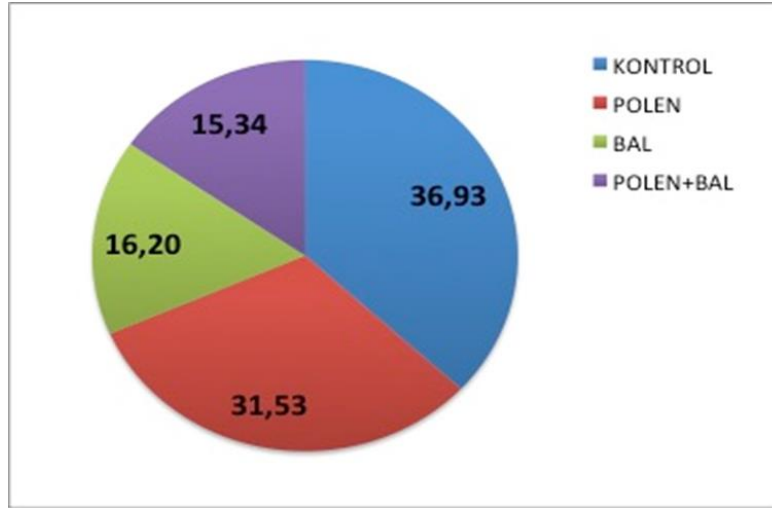
Materyal ve yöntemde açıklandığı gibi, olfaktometrenin 3 koluna besin konulup, bir kolu kontrol olarak boş bırakılmıştır. Ancak bu uygulamalarda değişik kombinasyonlar oluşturulmuştur. Örneğin kontrol, bal, ballı polen ve polen bir kombinasyonu oluştururken, ikinci kombinasyonda bal, kontrol, ballı polen ve polen şeklinde oluşturulmuştur. Bu şekilde 24 farklı kombinasyon oluşturulmuştur. Denemeler sonucunda arıların besinlere yönelme sayıları Çizelge 2’de verilmiştir.

Çizelge 2. *Bombus terrestris*’in besinlere yönelimi
Table 2. Response to foods of *Bombus terrestris*.

Besin	Ziyaret sayısı
Polen	36.71 ± 8.61 ab*
Bal	18.85 ± 1.33 b
Polen + Bal	17.85 ± 1.03 b
Kontrol	43.00 ± 7.05 a

*Sütun yukarıdan aşağıya incelendiğinde, aynı harf ile gösterilen ortalamalar arasındaki fark Tukey ($P < 0.05$) testine göre önemli değildir.

Yapılan istatistik analiz sonucunda arılar hiç besin bulunmayan kontrol grubunu daha fazla sayıda ziyaret etmişlerdir. İstatistik olarak kontrol ile aynı grupta olan polene ziyaret ikinci sırada yer almıştır. İstatistik olarak ayrı bir grubu oluşturan bal ve ballı polen bulunan besinlere ise arıların yönelimi en az olmuştur. Bu yönelim yüzde olarak Şekil 3’de verilmiştir.



Şekil 3. *Bombus terrestris*’in besinlere yönelme oranları (%).
Figure 3. Response rates (%) to foods of *Bombus terrestris*.

3.2. Kokulara yönelme

Bombus arılarının kokulara yönelme çalışmaları iki farklı şekilde yürütülmüştür.

İlk çalışmada olfaktometrenin iki kolu aktif olarak kullanılmıştır. Bir koluna koku konulup, bir kolu kontrol olarak boş bırakılmıştır. Bu deneme sonuçları Çizelge 3’de verilmiştir.

Çizelge 3 incelendiğinde, kontrol ile ele alınan maddelere *B. terrestris*’in yöneliminde farklılıklar görülmektedir. İstatistik olarak incelendiğinde *B. terrestris*’in zencefile

yönelmesi kontrole göre daha fazla olmuş ve aralarındaki fark önemli bulunmuştur. Diğer uçucu yağlara yönelim incelendiğinde tümü kontrol ile istatistik olarak aynı grupta yer almıştır. Buradan da anlaşılacağı gibi *B. terrestris* sadece zencefile yönelim göstermiştir. Ayrıca arılar çam terebentinden uzaklaşmış olup, çam terebentine yönelim istatistiksel olarak kontrolden farklı bulunmuştur.

İkinci aşamada ise yağlar bir arada kontrol ile birlikte 4’lü kombinasyonlar halinde kullanılarak *B. terrestris*’e etkileri incelenmiş ve bununla ilgili sonuçlar Çizelge 4’de verilmiştir.

Çizelge 3. *Bombus terrestris*’in kokulara yönelimi
Table 3. Response to volatiles of *Bombus terrestris*.

Koku X Kontrol	Koku	Kontrol
Lavanta X Kontrol	16.2 ± 6.93 a	14.0 ± 6.58 a
Zencefil X Kontrol	46.50 ± 2.46 a	31.50 ± 2.46 b
Çam terebentin X Kontrol	13.33 ± 5.42 b	31.00 ± 5.42 a
Okaliptüs X Kontrol	11.50 ± 6.86 a	11.25 ± 6.86 a
Kekik X Kontrol	21.50 ± 2.68 a	23.00 ± 2.68 a
Biberiye X Kontrol	4.75 ± 0.47 a	4.75 ± 0.47 a

*Satırlar yatay olarak incelendiğinde aynı harf ile gösterilen ortalamalar arasındaki fark Tukey ($P < 0.05$) testine göre önemli değildir.

Çizelge 4. *Bombus terrestris*'in uçucu yağların kombinasyonlarına yönelme sayıları

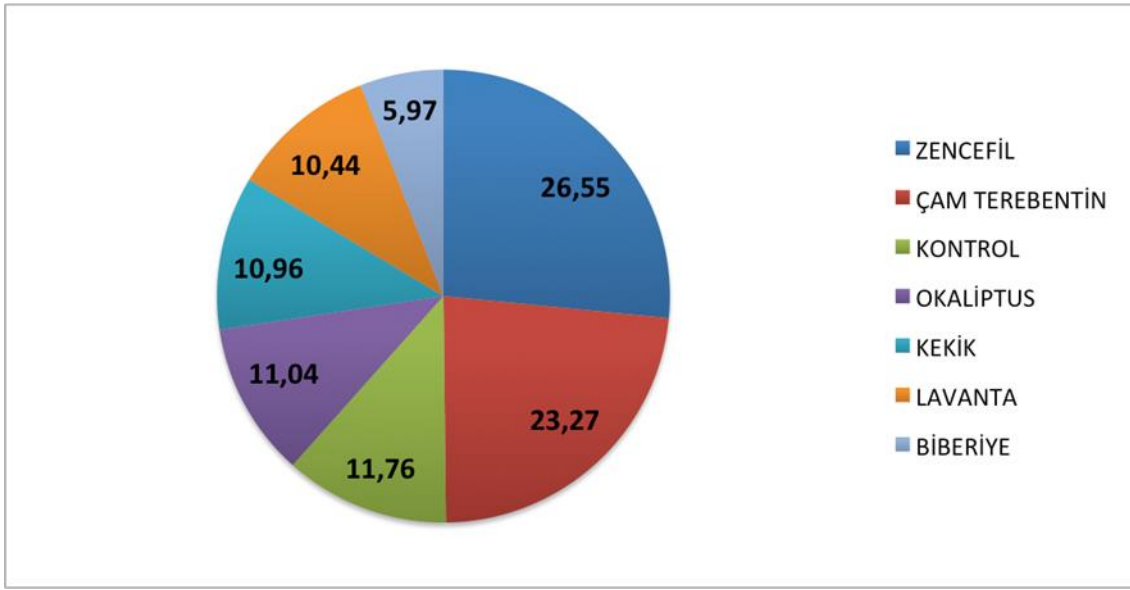
Table 4. Response to combinations of essential oils of *Bombus terrestris*.

Uçucu yağ	Yönelme sayıları
Lavanta	11.66 ± 5.23 ab*
Biberiye	6.66 ± 1.91 b
Çam terebentin	26.0 ± 7.04 ab
Zencefil	29.66 ± 5.59 a
Okalıptüs	12.33 ± 2.75 ab
Kekik	12.25 ± 6.51 ab
Kontrol	13.13 ± 1.55 b

* Sütun yukarıdan aşağıya incelendiğinde aynı harf ile gösterilen ortalamalar arasındaki fark Tukey (P<0.05) testine göre önemli değildir.

Çizelge 4 incelendiğinde kullanılan maddelerin *B. terrestris*'e etkileri arasında farklılıklar görülmektedir. Çizelgede de görüldüğü gibi biberiye ve kontrol aynı grupta yer alırken *B. terrestris* lavanta, çam terebentin, okalıptüs ve kekiğe orta düzeyde yönelme göstermiştir. Ele alınan uçucu yağlardan zencefil ise Çizelge 4'de de verildiği gibi *B. terrestris*'i en fazla cezbeden madde olarak belirlenmiştir. Bu yönelmenin yüzde dağılımı Şekil 4'de verilmiştir.

Ancak yeryüzünde bulunan bitki çeşitliliği göz önüne alındığında bu tür çalışmaların artan ivme ile sürdürülmesi hatta farklı bitki özleri ve uçucu yağların karışımlarının da denenmesi gerektiği düşünülmektedir.



Şekil 4. *Bombus terrestris*'in uçucu yağlara yönelme oranları (%).

Figure 4. Response rates (%) to essential oils of *Bombus terrestris*.

4. Sonuç

Bombus arılarına besinlerin ile ilgili çalışmalar sınırlı kalmıştır. Bu çalışmada da *Bombus terrestris*'in ele alınan besinlere bir yönelimi belirlenememiştir.

Williams and Christian (1991), İngiltere'de yapmış oldukları gözlemlerde arılar için cezbedici bitki olan fazelya (*Phacelia tanacetifolia*)'nın arılar açısından değerini belirlemişlerdir. Çiçeklenme süresi içerisinde, bombus ve bal arıları erken temmuzdan geç ekime kadar fazelya bitkisini ziyaret etmişlerdir. Bu çalışmada bombus arısının 8 türü (*Bombus terrestris*, *B. lucorum*, *B. pascuorum*, *B. lapidarius*, *B. ruderarius*, *B. hortorum*, *B. pratorum* ve *Psithyrus vestalis*) saptanmıştır. Tozlayıcı arıların çiçek ziyaretlerinin nedeni polen toplamaktan çok nektar toplamak amaçlı olduğu belirlenmiştir. Bu şekilde *Phacelia tanacetifolia*, ekimi yapılan ve korunan alanlarda arılar için önemli bir besin kaynağı olduğu görüşüne varılmıştır. Aynı şekilde Rasmont et al. (2005), *B. terrestris* tarafından tüketilen *Arbutus unedo* L. bitkisinin Fransa'da *B. terrestris*'in sonbahar popülasyonları için önemli bir besin kaynağı olduğu bildirilmiştir.

Sağlam ve Gösterit (2015), yaptıkları çalışmada soya unu ve süt tozu içeren polenin *Bombus terrestris*'e faydasını

belirlemek amacıyla farklı dozlarda hazırladıkları besinleri denemişlerdir. Sonuç olarak polene soya unu ve süt tozu ilave edilmesinin ana arıların koloni oluşturma başarısını ve koloni gelişimini olumsuz yönde etkilediği belirlenmiştir. Süt tozu ilave edilen polen ile beslenen gruplarda yüksek oranda ana arı ölümleri oluşmuş ve süt tozu oranının artması ana arıların ölüm oranının artmasına neden olmuştur.

Bu çalışma kokuya yönelme açısından ele alındığında *B. terrestris*'in en fazla zencefile yönelirken lavanta, çam terebentin, okalıptüs ve kekiğe orta düzeyde yönelme göstermiştir. Biberiye ise kontrolden farklı bir etki göstermemiştir. *B. terrestris*'in kokulara yönelimi ile ilgili bir çalışma bulunmamakla birlikte, Arpaia et al., (2011)'nin yapmış oldukları çalışmada, *B. terrestris*'in genetik olarak modifiye edilmiş patlıcan bitkisinin çiçeklerini, normal patlıcan çiçeklerine göre daha fazla ziyaret ettiğini belirlemişlerdir. Araştırmacılar gaz kromatografisi ile yaptıkları analizlerde modifiye bitkide 5 bileşiğin (a-pinene, a-methyl styrene, d-2-carene, methyl salicylate ve Z-jasmone) daha yüksek oranda bulunduğunu saptamışlardır.

Yürütülen bu çalışmadan elde edilen sonuca göre seralarda arıları cezbetmek için zencefilin kullanılabilirliği söylenebilir.

5. Teşekkür

Bu çalışmaya 4700-YL1-16 No'lu Proje numarası ile destek veren Süleyman Demirel Üniversitesi, Araştırma Projeleri Yönetim Birimi Başkanlığı'na teşekkür ederiz.

6. Kaynaklar

- Arpaia, S., De Cristofaro, A., Guerrieri, E., Bossi, B., Cellini, F., Di Leo, G.M., Germinara, G.S., Iodice, L., Maffei, M.E., Petrozza, A., Sasso, R. ve Vitagliano, S. (2011). Foraging activity of bumblebees (*Bombus terrestris* L.) on Bt-expressing eggplants. *Arthropod-Plant Interactions*, DOI 10.1007/s11829-011-9144-5
- Aslan, İ., Özbek, H., Çalmaşur, Ö., Şahin, F. (2004). Toxicity of Essential Oil Vapours to Two Greenhouse Pests, *Tetranychus urticae* Koch and *Bemisia tabaci* Genn. *Industrial Crops and Products*, 19(2), 167-173.
- Ceuppens, B., Ameye, M., Langenhoeve, H., Roldán-Ruiz, I., Smagghe, G. (2015). Characterization of Volatiles in Strawberry Varieties 'Elsanta' and 'Sonata' and Their Effect on Bumble Bee Flower Visiting. *Arthropod-Plant Interactions*, 9, 281-287.
- Grodnitzky, J.A. and Coats, J.R. (2002). QSAR evaluation of monoterpenoids' insecticidal activity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(16), 4576-80.
- Gürel, F., Gösterit A., Argun Karşlı, B. (2011). Sera Koşullarının *Bombus terrestris* L. Kolonilerinin Tozlaşma Performansına Etkileri. *Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Derim Dergisi*, 28(1), 47-55.
- Gürel, F. ve Gösterit, A. (2007). *Bombus terrestris* L. (Hymenoptera: Apidae) Arısının Yıl Boyu Kitleli Üretiminde Uygulanan Teknikler ve Karşılaşılan Sorunlar. V. Ulusal Bilim Kongresi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi, 5-8 Eylül Van, s: 1-10.
- Kunze, J. and Gumbert, A. (2001). The Combined Effect of Color and Odor on Flower Choice Behavior of Bumble Bees in Flower Mimicry Systems. *Behavioral Ecology*, 12(4), 447-456.
- Mansour, F., Ravid, U., Putievsky, E. (1986). Studies on the Effects of Essential Oils Isolated from 14 Species of Labiatae on the Carmine Spider Mite *Tetranychus cinnabarinus*. *Phytoparasitica*, 14, 137-142.
- Mwangi, J.W., Addae-Mensah, I., Muriuki, G., Munavu, R., Lwande W., Hassanali, A. (1992). Essential Oils of *Lippia* Species in Kenya. IV: Maize Weevil (*Sitophilus zeamais*) Repellency and Larvicidal Activity. *International Pharmacognosy*, 30(1), 9-16.
- Ndungu, M., Lwande, W., Hassanali, A., Moreka, L., Chhabra, S.C. (1995). *Cleome monophylla* Essential Oil and Its Constituents as Tick (*Rhipicephalus appendiculatus*) and Maize Weevil (*Sitophilus zeamais*) Repellents. *Entomology Experimentalis et Applicata*, 76, 271-222.
- Rasmont, P., Regali, A., Ings, T.C., Logna, G., Baudart, E., Marlier, M., Delcarte, E., Viville, P., Marot, C., Falmagne, P., Verhaeghe, J.C., Chittka, L. (2005). Analysis of Pollen and Nectar of *Arbutus unedo* as a Food Source for *Bombus terrestris* (Hymenoptera: Apidae). *Journal of Economic Entomology*, 98(3), 656-663.
- Regnault-Roger, C. (1997). The potential of botanical essential oils for insect pest control. *Integrated Pest Management Reviews*, 2, 25-34
- Saxena, B.P. and Koul, O. (1978). Utilisation of Essential Oils for Insect Control. *Indian Perfumer*, 22, 139-149.
- 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.
- Schmitt, A. (1994). Plant Extracts as Pest and Disease Control Agents. *Proceedings of the International Meeting*. 2-3 June, 264- 272
- Shaaya, E., Ravid, U., Paster, Kostjukovsky, N., Menasherov, M., Plotkin, S. (1993). Essential Oils and Their Components as Active Fumigants Against Several Species of Stored Product Insects and Fungi. *Acta Horticulturae, International Symposium on Medicinal and Aromatic Plants*, 344, 131-137.
- Shaaya, E., Kostjukovski, M., Eilberg, J., Sukprakarn, C. (1997). Plant Oils as Fumigants and Contact Insecticides for the Control of Stored Product Insects. *Journal of Stored Products Research*, 33, 7-15
- Shukla, H.S., Upadhyay, P.D., Tripathi, S.C. (1989). Insect Repellent Property of Essential Oils of *Foeniculum vulgare*, *Pimpinella anisum* and *Anethole*. *Pesticides*, 23, 33-35.
- Singh, D., Siddiqui, M.S., Sharma, S. (1989). Reproduction Retardant and Fumigant Properties in Essential Oils Against Rice Weevil (*Col.: Curculionidae*) in Stored Wheat. *Journal of Economic Entomology*, 82, 727-733.
- Singh, G. and Upadhyay, R.K. (1993). Essential Oils: A Potent Source of Natural Pesticides. *Journal of Scientific and Industrial Research*, 52, 676-683.
- Whittington, R. and Winston, M.L. (2003). Are Bumble Bee Colonies in Tomato Greenhouses Obtaining Adequate Nutrition? *Canadian Entomology*, 135, 883-892.
- Williams, H.W. and Christian, D.G. (1991). Observations on *Phacelia* *acetifolia* Benth (Hydrophyllaceae) as a Good Plant for Honey Bees and Bumble Bees. *Journal of Apiculture Research*, 30(1), 3-12.
- Williams, P.H. (1998). An Annotated Checklist of Bumble Bees with an Analysis of Patterns of Description (Hymenoptera: Apidae, Bombini). *Bulletin of the British Museum (Natural History) Entomology*, 67, 79-152.