

TÜRKİYE'DE ILIMAN İKLİM MEYVE TÜRLERİNİ ZİYARET EDEN BÖCEK TÜRLERİ

Insects Visiting Temperate Region Fruit Trees in Turkey

(Extended Abstract in English can be found at the end of this article)

Hikmet ÖZBEK

Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Erzurum (Emekli öğretim üyesi)

E-mail: hozbek@atauni.edu.tr

ÖZET: Ülkemizde ılıman iklim meyve türlerini ziyaret eden böcek türlerinin tespiti ve bunlardan kültüre alma yönünden potansiyel arz eden arı türlerinin belirlenmesine yönelik uzun yılları kapsayan bu çalışmada; değişik takım ve familyalara mensup 123 tür belirlenmiştir. Bunlar arasında doğal olarak arılar (Apoidea: Apiformes), tozlaşmada etkili olan grubu oluşturmaktadır. Bal arısı (*Apis mellifera* L.) ile birlikte 120 civarında arı türünün ılıman iklim meyve türlerinin çiçeklerini ziyaret ettiği saptanmış ise de daha fazla arı türünün bu görevi yaptığını düşünmek gerekmektedir. Bal arısı, meyve türlerine bağlı olarak meyve ağaçlarını ziyaret eden arıların %45-97'sini oluşturmaktadır. Balarısının insanlar tarafından yönetiliyor olması, bitkilerin tozlaşmasında kullanma yönünden önemli bir avantaj ise de henüz bitkisel üretimle uğraşan yetiştiricilerimiz balarısından tozlaşmada yeterince yararlanma çabası içerisinde değillerdir. Türlerle göre değişmekle birlikte yaban arıları (balarısı dışındaki arı türleri) da tozlaşmada çok önem arz etmektedir. Bunlar arasında kültüre alma yönünden *Osmia cerinthidis* Morawitz (Megachilidae) önemli bir potansiyele sahiptir. Bunu *Osmia caerulea* (L.) izlemektedir. Bu türlerle ilgili biyolojik çalışmalar sürdürülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Polinatör böcekler, arılar, balarısı, yaban arıları, *Osmia cerinthidis*, ılıman iklim meyve türleri

GİRİŞ

Çiçekli bitkilerde tozlaşma; yaşayabilen, yani gelişip yeni bir organizmaya dönüşebilecek tohumların meydana gelmesi için ilk adım olmaktadır. Başta arılar olmak üzere, böcekler tarafından oluşturulan tozlaşma sonucu elde edilen ürün, insan gıdasının yaklaşık %35'ini oluşturmaktadır (Buchmann ve Nabhan,1996).

Yumuşak ve sert çekirdekli meyve türleri, tozlaşma yönünden tür ve çeşitlere bağlı olarak çok büyük farklılıklar göstermektedirler. Kimi tür ve çeşitler kendine dölleri iken bazıları da yabancı döllene gereksinim duyarlar. Kendine dölleri olanlarda; tozlaşma kendi polenleri ile olmasına karşın, kendine kısır olanlarda döllene ancak aynı türün başka çeşitlerinden getirilen polenler yardımı ile olmaktadır (yabancı tozlaşma). Birçok çeşitlerde ise kısmi bir kendine dölleri mevcuttur. Elma, armut,

erik, kiraz ve badem gibi meyveler genel olarak kendine kısır durumda iken şeftali, nektarin, kaysı ve vişne kendine dölleri çeşitlerden oluşmaktadır (Free, 1962, 1993; McGregor,1976; Benedek, 1996).

Meyve türlerinde tozlaşmanın rüzgâr yardımı ile gerçekleştiği düşünülürken daha sonra bunun böcekler, özellikle de arılar (Apoidea: Apiformes) tarafından yapıldığı belirlenmiş (Free, 1964) ve bu sahada yapılan çalışmalar ve uygulamalar giderek önem kazanmıştır (McGregor,1976; Free,1993; Benedek, 1996). Değişik türlere giren birçok meyve çeşitlerinde tozlaşma gerçekleşmediği ve döllene olmadığı zaman çiçekler döküldüğü gibi, meyve oluşturanlarda da meyveler hemen dökülmektedir. Diğer taraftan, kimi elma ve armut çeşitlerinde çiçeklerde döllene yeterli olmadığı zaman oluşan

ARI BİLİMİ / BEE SCIENCE

meyvelerde şekil bozukluğu görülmektedir (Free, 1993).

Meyve çiçeklerinde tozlaşmanın böcekler, özellikle de balarılar tarafından yapıldığı 1800'lü yılların sonlarında dikkati çekmiş, bal arılarının tozlaşmadaki önemi 1900'lerin başlarında iyice anlaşılmış ve meyve bahçelerine arı kovanları konulduğunda meyve veriminin belirgin bir şekilde arttığı tespit edilmiştir (Auchter, 1924; Menke, 1950). Amerika Birleşik Devletleri ve bazı Avrupa ülkelerinde, özellikle 1960'lı yıllardan günümüze kadar artan oranda bitkilerdeki tozlaşma konusu, yoğun bir şekilde çalışılmış ve balarılarının bu konuda azami derecede yararlanılması üzerinde durulmuştur (McGregor, 1976; Southwick ve Southwick 1992; Free, 1993). Bir taraftan da balarısı dışındaki arıların (yaban arıları) tozlaşmadaki etkileri üzerinde çalışmalar yoğunluk kazanmıştır (Loken, 1958; Kendall, 1973; Boyle-Makowski ve Philogene, 1985; Scott-Dupree ve Winston, 1987). Polen toplayan arıların nektar toplayanlara oranla tozlaşmada daha etkili oldukları göz önüne alınarak yaban arılarının bu konuda daha çok öneme sahip oldukları üzerinde durulmuş ve kimi yaban arı türlerinin tozlaşmada kullanılmak amacıyla kültüre alınması cihetine gidilmiştir (Free, 1960; Robinson, 1979; Bosch ve Blas, 1994; Vicens ve Bosch, 2000).

Ülkemizde ılıman iklim meyve türlerinin çiçeklerini ziyaret eden arı türlerinin saptanmasına yönelik çalışmalar oldukça sınırlıdır. Bu konuda Özbek (1978 ve 1997) ve Özbek ve Çalmaşur (2001) belirtilebilir. Ayrıca derleme şeklinde hazırlanan bazı makalelerde, bal arılarının meyve ağaçları da dâhil olmak üzere, kültür bitkilerinin tozlaşmasındaki önemi açıklanmaktadır (Özbek, 1979; 1983; 2003).

ılıman iklim meyve türlerinin çiçeklerini ziyaret eden arı türlerinin saptanması ve bunlardan kültüre alma yönünden potansiyel arz eden tür ve/veya türlerin belirlenmesi amacıyla 1980 yılında başlatılan ve halen devam etmekte olan çalışmaların sonuçları burada yer almaktadır.

MATERYAL VE METOT

1980 yılından günümüze kadar meyve üretim alanlarında bitkilerin çiçeklenme dönemlerinde çiçekleri ziyaret eden arı ve diğer böcek türleri atrap yardımı ile toplanmıştır. Kullanılan atrabın sapı uzanıp kısalabilme özelliğine sahip, çapı 40 cm, derinliği 80 cm kadardır. Bazı bahçelerde sandalye

üzerine çıkılarak veya meyve toplamada kullanılan özel merdivenlerden yararlanılarak üst dallardaki çiçeklere ulaşmaya çalışılmıştır. Arazide gerekli notlar alınmış ve toplanan örnekler özel zarflar veya uygun kaplar içerisinde laboratuara getirilmiştir. Uzun seyahatlerde özel olarak hazırlanmış, içerisinde pamul bulunan zarfların kullanılması tercih edilmiş, bazen de örnekler %70'lik alkol içerisinde muhafaza edilmişlerdir. Laboratuara getirilen materyal iğnelenip etiketlenmiştir. Türlerin teşhisleri genelde yazar tarafından yapılmış, teşhisleri yapılamayanlar yurt dışındaki uzmanlara gönderilmiştir. Örnekler, Erzurum'un meyve üretim alanları olan ve Çoruh Nehri'nin kolları boyunca yer almış olan ilçelerden, Artvin, Iğdır, Erzincan, Kayseri, Nevşehir, Niğde, Ankara, Konya, Isparta, Burdur, Antalya (Korkuteli), İstanbul ve Yalova illerinden olanaklar ölçüsünde toplanmıştır. Kültüre alma potansiyeli olan türlerin, özellikle *Osmia* türlerinin genel olarak kamış ve benzer durumdaki içerisi boş veya yumuşak özlü kurumuş bitkilerde, daha önce açılmış ve terk edilmiş odunlardaki deliklerde, hatta salyangoz kabukları içerisinde yuva yaptıkları dikkate alınarak bu gibi yerlerde yuvalar aranmıştır. İki bin yıldan itibaren elde edilen bulgular, Özbek (1978 ve 1997) ile ilişkilendirilerek bu makalede sunulmuştur.

SONUÇLAR

Uzun yılları kapsayan bu çalışma sonunda; Coleoptera, Lepidoptera, Diptera ve Hymenoptera takımlarında çeşitli familyalara giren 123 türün ılıman iklim meyve türlerinin çiçeklerinde faaliyet gösterdikleri belirlenmiştir.

Arılar Dışındaki Böcek Türleri

Coleoptera takımından *Omophlus caucasicus* Kirsch., *O. flavipennis* Küster, *O. dilatatus* Fald. (Alleculidae), *Tropinota hirta* (Poda), *Oxythyrea cinctella* Schaum, *Cetonia aurata* L. (Scarabaeidae), *Attagenus* spp. (Dermestidae), *Meligethes* spp. (Nitidulidae), *Cantharis* spp. (Cantharidae), *Malachius bipustulatus* (L.) (Malachiidae) ve *Mylabris* spp. (Meloidae) türleri meyve çiçeklerinde saptanan türlerdir. Bunların yoğunlukları, buldukları yerlere ve yıllara göre çok farklılıklar göstermektedir. Genelde polenlerle beslenmekte iseler de dişicik organını, hatta çiçeklerin diğer kısımlarını da yedikleri olmaktadır. Çiçekler üzerinde dolaşıp beslenirken bir çiçekten diğerine veya bir ağaçtan bir başkasına geçtikleri için tozlaşmayı gerçekleştirmektedirler. Ancak bir taraftan da çiçeklere zarar verdikleri için bu türler

ARI BİLİMİ / BEE SCIENCE

zararlı tozlayıcılar olarak nitelendirilmektedir (Benedek, 1996).

Lepidoptera takımından başta Lycaenidae olmak üzere Rhopalocera alt takımına mensup değişik kelebek türlerinin meyve ağaçlarının çiçeklerinden nektar aldıkları gözlenmiş ise de tozlaşmayı gerçekleştirme yönünden son derece düşük düzeyde etkili olabilecekleri düşünülmektedir.

Diptera takımından *Episyrphus balteatus* (De Geer), *Eupeodes corollae* (Fabricius), *Syrphus ribesii* (L.), *Cheilosia latifacies* Loew, *Eristalis tenax* (L.), *E. arbustorum* (L.), *E. pertinax* (Scopoli), *Helophilus parallelus* Harris (Syrphidae), *Conop* spp. *Myopa dorsalis* Fabricius, *M. picta* Panzer, *M. variegata* Meigen ve *Physocephala* spp. (Conopidae), *Cylenia marginata* Loew, *Amictus validus* Loew, *Geron krymensis* Paramonow, *Phthiria pulicaria* Mikan, *Bombylius fulvescens* Wiedemann, *Systoechus ctenopterus* Mikan, *Cytherea obscura* F., *Lomatia polyzona* Loew, *Petrorossia hesperus* Rossi, *Exoprosopa baccha* Loew, *E. minois* Loew, *Hemipenthes velutina* Meigen, *Thyridanthrax perspicillaris* Loew (Bombyliidae) türleri meyve çiçeklerinde faaliyet gösterdikleri saptanmıştır. Ancak teşhisleri henüz yapılamamış olan Tachinidae ve Sarcophagidae familyalarına ait değişik türler de mevcuttur. Diptera türleri polen veya nektarla beslendikleri gibi, her ikisi ile de beslenmekte ve bu esnada tozlaşmayı gerçekleştirmektedirler. Atwood (1933) Syrphidae ve Bombyliidae türlerinin çiçeklerin erkek ve dişi organları üzerinde dolaştıklarını bu nedenle tozlaşmada etkili olduklarını vurgularken, Bohart (1952) dipterlerin armutlarda, Brown (1951) ise Calliphoridae türlerinin eriklerin tozlaşmasında önemli derecede etkili olduklarını belirtmektedirler. Syrphidae familyasının özellikle *Eristalis* spp. türlerinin meyve ağaçlarının tozlaşmasında oldukça önemli oldukları vurgulanmaktadır (Soloman ve Kendall, 1970; Kendall ve Soloman, 1971; Verma ve Chauham, 1985). Hatta Japon araştırmacı Kobayashi (1970) *Eristalis cerealis* Fabricius türünün tozlaşmada kullanılmak amacıyla kütle üretiminde başarılı olduğunu belirtmektedir. Yukarıda belirtilen *Eristalis* türleri ülkemizde yaygın ve popülasyonları oldukça yüksek olan türlerdir (Hayat ve Alaoğlu, 1990). Benzer şekilde ülkemiz, Conopidae ve Bombyliidae türleri yönünden de oldukça zengindir (Dils ve Özbek, 2006; Stuke ve ark., 2008).

Arılar Dışındaki Hymenoptera Türleri

Halk arasında “eşekarıları” olarak da bilinen Vespidae familyasından *Vespa orientalis* L., *Vespula vulgaris* L., *Vespula germanica* (Fabricius), *V. rufa* (L.) (Vespinae), *Polistes associus* Kohl, *P. bischoffi* (Weyrauch), *P. gallicus* L., *P. dominulus* (Christ), *P. nimpha* (Christ) (Polistinae) ve bazı Eumeninae türlerinin meyve ağaçlarının çiçeklerini ziyaret ettikleri belirlenmiştir. Diğer hymenopterlerden Pompilidae ve Scolidae familyalarına ait birçok türe de rastlanmıştır. Burada değinilen tüm hymenopterler, kendi enerji ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla çiçeklerin nektar ve polenleriyle beslenmektedirler. Bunların vücut kıllarının polen taneciklerini tutma özellikleri olmadığı için tozlaşmaya katkıları, çok sınırlı düzeyde olmaktadır.

Arılar (Apoidea: Apiformes)

Değişik familyalara ait 120 civarında arı türünün ılıman iklim meyve türlerinin çiçeklerini ziyaret ettiği belirlenmiştir (Cetvel 1.). Arıların bütün dünyada modern tarımsal üretimde en önemli tozlayıcı böcekler olduğu ortaya konmuş ve bunlardan azami derecede yararlanma olanakları araştırılmıştır (McGregor, 1976; Free, 1993; Williams, 1994; Benedek, 1996; Buchman ve Nabhan, 1997; Morse ve Calderone, 2000; Sharma ve ark., 2004).

Colletidae

Ülkemizde 46 tür ve alt türü bulunan *Colletes* Latreille cinsine (Kuhlmann ve Özbek, 2007) ait *Colletes cascanus* Strand, *C. eous* Morice ve *C. hethiticus* Warncke türlerinin meyve ağaçlarını ziyaret ettiği belirlenmiştir. Bunlardan *C. cascanus* özellikle elma çiçeklerini yoğun bir şekilde ziyaret etmektedir. Bu tür ülkemizin hemen her tarafında görülmektedir. Iğdır, Kağızman (Kars), Aras Vadisi, Olur, Oltu (Erzurum)'da elma bahçelerinde yoğun bir şekilde bulunduğu belirlenmiştir. Hatta bazı bahçelerdeki yoğunluğunun bal arısından daha fazla olduğu dikkati çekmiştir. Toprakta galeri açarak yuva yapmaktadır.

Andrenidae

Bu familyada *Andrena* Fabricius cinsi meyve çiçeklerini ziyaret ederek tozlaşmayı gerçekleştirmekte oldukça önemlidir. İlkbahar'da erken faaliyet gösterdikleri için özellikle badem ve kaysı gibi erken çiçek açan meyve ağaçlarının tozlaşmasında çok önem arz eden türlerdir. Toprakta yuva yaptıkları için “toprak arıları” olarak

ARI BİLİMİ / BEE SCIENCE

da isimlendirilmektedirler. Otuz yedi *Andrena* türünün meyve çiçeklerini ziyaret ettiği belirlenmiş ise de (Cetvel 1) çok daha fazla türün olduğu düşünülmektedir. Zira büyük bir cins olan *Andrena*'nın Özbek (1976) 135 tür ve 31 alt türünün tespit edildiğini belirtmekte ise de daha sonra sürdürülen ve devam etmekte olan çalışmalar, ülkemizdeki *Andrena* türlerinin 200'den fazla olduğunu göstermiştir. Bu türlerin yoğunlukları, buldukları yere göre büyük farklılıklar göstermekte ise de *Andrena flavipes* Panzer, *A. dorsata* (Kirby), *A. polita* Smith, ve *A. morio* Brulle, diğerlerine göre genelde çok daha yaygın ve yoğunluk oluşturan türler olarak belirlenmiştir. Bilhassa da *A. flavipes*'in birçok bahçelerde balarısının yoğunluğuna ulaştığı tespit edilmiştir. Yakalanan veya izlenen örneklerin hemen tamamında polen toplama organları olan tibial scopa ve trochanter floccus'ların polen tanecikleri ile dolu olduğu görülmüştür. Klug ve Bünemann (1983) *Andrena* türlerinde polen tutucu kılların vücudun değişik yerlerine lokalize olduğu için çiçekleri ziyaret ettiklerinde stigmaya dokunma olasılığının çok yüksek olduğunu, bu nedenle de meyve ağaçlarının tozlaşmasında çok etkili olduklarını belirtmektedirler.

Halictidae

Halictidae toprakta yuva yapan bir diğer grubu oluşturmaktadır. *Halictus* Latreille ve *Lasioglossum* Curtis cinslerine giren 30'a yakın türün meyve ağaçlarını ziyaret ettiği belirlenmiştir. Genelde düşük oranda meyve ağaçlarını ziyaret ettikleri dikkati çekmiştir. Ancak bunlar arasında *Halictus marginatus* Brulle, *H. malachurus* Smith, *H. frontalis* Smith, *Lasioglossum albipes* (F.), *L. laticeps* (Schenck) ve *L. tricinctus* (Schenck)'un yoğunluklarının diğerlerine oranla daha yüksek olduğu görülmüştür.

Megachilidae

Bu familya çok değişik cinsleri içermektedir. Farklı cinslere giren 20 kadar tür meyve ağaçlarının çiçeklerini ziyaret etmekte ve tozlaşmayı gerçekleştirmektedir. (Cetvel 1). Özellikle *Osmia* Panzer cinsi bu yönü ile çok özel bir yere sahiptir. On bir kadar *Osmia* türünün meyve çiçeklerini

ziyaret ettiği saptanmıştır. Bunlar arasında *Osmia cerinthidis* Morawitz'in özellikle Doğu ve İç Anadolu bölgeleri başta elma olmak üzere ülkemizin hemen her yöresinde birçok yumuşak ve taş çekirdekli meyve türlerini oldukça yoğun bir şekilde ziyaret ettiği saptanmıştır. Aynı cinse bağlı *Osmia lignoria*'nın ABD'de *O. cornifrons*'un Japonya'da *O. cornuta* Latreille'nin (Bu son iki tür ABD'ye ithal edilmişlerdir.) Avrupa ülkelerinde kültüre alınarak meyve bahçelerinin tozlaşmasında kullanılıyor olmaları göz önüne alınarak *O. cerinthidis*'in meyve çiçeklerini ziyareti ile ilgili faaliyetlerinin izlenmesi, yuvasının tespiti ve kültüre alma olanaklarının ortaya konması çabalarına ağırlık verilmiştir. Meyve üretim alanlarından olan Oltu (Erzurum)'nun 22 km güney batısında bir kuru dere boyunca oluşan yaklaşık 3 m yüksekliğindeki yar boyunca birbirinden ayrı üç yerde değişik yaban arı türlerinin yoğun bir şekilde yuva yaptıkları ve bunlar arasında *O. cerinthidis*'in de bulunduğu görülmüştür. *O. cerinthidis* erginleri izlenerek çıkış delikleri belirlenmiş ve yapılan kazı sonucunda daha önce *Anthophora fulvitaris* Brulle ve *Anthophora plagiata* (Illiger) (Apidae) türleri tarafından yavru hücreleri olarak inşa edilmiş ve işlevleri tamamlandıktan sonra terk edilmiş hücreleri kullandığı belirlenmiştir. *A. fulvitaris* ve *A. plagiata* türlerinin yavru hücrelerinin iç cidarları yaklaşık 5–10 mm (en-boy) ebadında olup bu türlere oranla çok daha küçük cesamette olan *O. cerinthidis*'in dişi bireylerinin bu hücreleri ince toprak zerrelere hazırladıkları çamurla ikiye bölerek yavru hücreleri oluşturdukları belirlenmiştir. Doğal olarak bu yavru hücreleri polen tanecikleri ile doldurulmakta, her hücreye bir yumurta bırakılarak üzeri kapatılmakta ve bu şekilde yavru üretimi gerçekleştirilmektedir. *O. cerinthidis*'in biyolojisinin tam olarak ortaya konması için değişik meyve bahçelerine yerleştirilen demetler halindeki kamış saplarından oluşan tuzak yuvalarla ilgili çalışmalar sürdürülmektedir.

Osmia türleri arasında *O. caerulea* (L.) Doğu Anadolu'da, *O. cornuta* Latreille ve *O. rufa* L. ise Batı Anadolu'da daha yaygın olan türler olup meyve ağaçlarında sık rastlanan türlerdir. *O. caerulea*'ın da üzerinde durulması gereken bir diğer tür olduğu kanaatine varılmış ve yuvasın tespiti ile ilgili çalışmalar sürdürülmektedir.

ARI BİLİMİ / BEE SCIENCE

Cetvel 1. Ilıman İklim Meyve Türlerindeki Tozlayıcı (Polinatör) Arı Türleri (Pollinator Bee Species of Temperate Fruit Trees in Turkey).

Colletidae

Colletes cascanus Strand.

C. pallescens Noskiewicz
C. eous Morice
C. hethiticus Warncke

Andrenidae

Andrena trimerana
A. flavipes Panzer
A. helvola (L.)
A. colletiformis Morawitz
A. haemorrhoea (F.)
A. cordialis Morawitz
A. polita Smith
A. schencki Morawitz
A. fuscata Erichson
A. apiformis Kriechbaumer
A. morio Brulle
A. cineraria (L.)
A. thoracica (F.)
A. nitida Müller

A. assimilis Radoszkowski
A. nigroaenae (Kirby)
A. bicolor (F.)
A. fulvida Schenck
A. jacobii Perk.
A. limata Smith
A. ranunculorum Morawitz
A. incognita Warncke
A. cypria Pittioni
A. dorsata (Kirby)
A. transitoria Morawitz
A. thomsoni Duce.
A. combinata (Christ)
A. carbonaria L.
A. bimaculata (Kirby)

A. tibialis (Kirby)
A. minutula (Kirby)
A. minutuloides Perkins
A. truncatilabris Morawitz
A. humilis Imhoff
A. panurgimorpha Mavr.
A. nana (Kirby)
A. wilkella (Kirby)

Halictidae

Halictus marginatus Brulle

H. maculatus Smith
H. fallax (L.)
H. tetrazonius Klug
H. frontalis Smith
Lasioglossum linearis Schenck
L. tricinctus Schenck
L. leucuzonium Schenck
L. calceatum Scopoli
L. fratellum Perez
L. fulvicorne (Kirby)
L. nigripes Lepeletier
L. pauxillum Schenck
L. pseudocaspis (Blüthgen)
L. laticeps Schenck
L. costulatum (Kriechb.)
L. albipes (F.)
L. malachurum (Kirby)
L. skorikovi harputicus (Warncke)

L. subfasciatus Imhoff
L. interruptus (Panzer)
L. sexnotatum (Kirby)
L. morio (F.)
L. parvulum Schenck
L. politum Schenck
L. distinctus patulus
L. bicallosus
L. pallens (Brülle)

Megachilidae

Metallinella leucogastra (Mor.)
Osmia apicata Smith
O. aurulenta (Panzer)
O. caerulea (L.)[©]
O. cerinthidis Mor.

O. cornuta quasirufa Peters
O. cyanoxantha Perez
O. leaiana Kirby
O. cypricola Mavromoustakis
O. rufa L.
O. cornigera (Rossi)
O. forticornis v d Zanden
O. latreillei (Spinola)
Hoplosmia scutellaris (Morawitz)
Protosmia glutinosa (Giraud)

P. tiffensis (Morawitz)

Chalicodoma derasa (Gerstaecker)
Ch. hungarica (Mocsary)
Ch. parietina nestorea (Brulle)
Ch. pyrenaica (Lepeletier)

Apidae

Anthophora aestivalis (Panzer)
A. acervorum (L.)
A. pedata Eversmann
A. plumipes (Pall.)
Eucera pollinosa Smith
E. tuberculata (Fabricius)
Tetralonia nana Morawitz
T. ruficornis (Fabricius)
T. compacta Cresson
Xylocopa violacea L.
X. valga Gerst.
X. iris Christ
Ceratina spp
B. lucorum (L.)

B. terrestris (L.)
B. pratorum (L.)
B. haematurus Kriech.
B. lapidarius (L.)
B. incertus Mor.
B. cullumnus apollineus Skor.
B. niveatus Kriech.
B. vorticosus Gerst.
B. soroensis F.
B. argillaceus Scop.
B. subtarreneus latreillellus Kirby
B. armeniacus Rad.
B. sylvarum daghestanicus Rad.
B. ruderarius simulatilis Rad.
B. pascuorum (Scop.)
B. humilis insipidus Rad.
B. h. erzincanensis Özbek
B. quadricolor Lep.
B. vestalis Geoffroy
Apis mellifera L.

Apidae

Bal arısı (*Apis mellifera* L.)'ni da içeren bu familya, çok değişik gruplardan oluşmaktadır (Michener, 2007). "Odun arıları" olarak bilinen *Xylocopa* Latreille (Xylocopinae) cinsi içerisinde yer alan *Xylocopa violacea* (L.), *X. iris* (Christ) ve *X. valga* Gerstaecker meyve ağaçlarını ziyaret eden önemli türlerdir (Cetvel 1). Bunlara ülkemizin hemen her tarafındaki meyve üretim alanlarında rastlanmaktadır. *Xylocopa* türleri yuvalarını gevşek dokulu ölü odunlarda yapmaktadırlar. Bu yüzden ağaçlık alanlara yakın meyve bahçelerinde, odundan yapılmış barınaklar civarındaki bahçelerde yoğun bir şekilde görülmüşlerdir. Yıllar önce yapılmış ve yillanmış ev, ahır, samanlıklar ve bahçe içlerindeki kulübe ve sundurma şeklindeki binalardaki yapı malzemesi olan odunlar, bu türler için önemli yuva yapma yerleridir. Hatta kimilerinin yuvalarını bahçe çitleri yapılırken kullanılan kalın odun kazıklarda yaptıkları da tespit edilmiştir. Hızlı uçan arı türleridir. İri yapılı oldukları için tozlaşmada oldukça etkili olurlar. Ağaçların özellikle üst dalları civarında hızlı bir şekilde uçarak buralardaki çiçeklerde tozlaşmayı gerçekleştirmektedirler. Xylocopinae içerisinde *Ceratina* Latreille cinsine giren bazı türlere de rastlanmışsa da bunlar genelde küçük cesamette (2–3 mm) arılar oldukları için tozlaşmada çok sınırlı düzeyde etkili olabilecekleri düşünülmektedir. Nitekim Inouye (1980) küçük yapılı arıların özellikle iri çiçeklerin tozlaşmasında önemli olmadıklarını belirtmektedir.

Apidae familyasında *Eucera* Scopoli, *Tetralonia* Spinola, ve *Anthophora* Latreille cinslerine ait az sayıdaki bazı türlerin de meyve çiçeklerini ziyaret ettikleri belirlenmiştir (Cetvel 1). Bu cinsler ülkemizde çok sayıda türü içermekteyseler de genelde meyve ağaçları çiçeklerini döktükten sonra ortaya çıktıkları için meyve ağaçlarını ziyaret eden tür sayısı sınırlı olmaktadır.

Apidae içerisinde yer alan Bambul arıları (*Bombus* Latreille), meyve ağaçlarının tozlaşmasında çok önemli olan bir diğer yaban arı grubunu oluşturmaktadır (Cetvel 1.). *Bombus terrestris* (L.) 1500 m'ye kadar yükselen rakımda rastlanan bir tür ise de ülkemizde genelde rakımın 1000 m ve altında olan yerlerde daha fazla yoğunluk oluşturabilmektedir. Özellikle sahillerimiz boyunca yaygın olan ve meyve ağaçlarının tozlaşmasında etkili olan bir tür ise de son 20–30 yıldan günümüze dek, buraların genelde yerleşme yeri haline getirilmesi ile ancak insanların ulaşamadığı yerlerde

veya biraz daha iç kesimlerde yoğunluk oluşturabilmektedir (Özbek, 1997). Ağaçlık alanlara uyum sağlamış türle olan *Bombus pratorum* (L.), *B. haematurus*, *B. soroeensis* (F.) ve *B. pascuorum* (Scop.) ağaçlık alanlara yakın bahçelerde daha yoğun bir şekilde görülmektedirler. Açık alanlardaki bahçelerde *B. argillaceus* Scop., *B. sylvarum daghestanicus* Rad., *B. humilis insipidus* Rad., *B. h. erzincanensis* Özbek ve *B. armeniacus* Rad. sık rastlanan türlerdir. *B. niveatus* Kriechb genelde yerleşim yerleri içerisinde veya yakınındaki bahçelerde yaygın olarak görülen bir türdür. Bambul arıları sosyal yaşam sürdürmekte olup bunların işçileri, genelde meyve ağaçlarının çiçeklerini döktükten sonra ortaya çıktıkları için meyve ağaçlarının tozlaşmasında erken ilkbaharda kışlama yerlerinden çıkan ana arılar yardımcı olmaktadır. Bambul arılarının dakikada 12-20 elma çiçeğini ziyaret ettikleri saptanmıştır. Bunlar da *Xylocopa* türleri gibi iri yapılı olmaları nedeniyle, yoğunlukları düşük dahi olsa tozlaşmada etkili olmaktadır. Nitekim Kevan (1990), *Bombus* ve *Xylocopa* türlerinin birçok bitkilerin tozlaşmasında iri yapılı olmaları nedeniyle küçük cesamette türlere oranla daha önem taşıdıklarını belirtmektedir. Benzer şekilde Bosh ve Kemp (2002) değişik araştırmacılara atıf yaparak; iri yapılı arıların çiçekleri ziyaretleri esnasında sitigmaya dokunma olasılıklarının daha yüksek olduğunu ve tozlaşmada çok daha fazla etkili olabildiklerini vurgulamaktadırlar. Carreck ve Williams (1998) da bambul arılarının meyve bahçelerinin tozlaşmasında çok önemli olduklarını belirtmektedirler. Bambul arılarının genelde düşük sıcaklıkta ve hafif çiseli havalarda dahi aktif oldukları, bir çiçekten diğerine geçtikleri izlenmiştir. Benzer durum Boyle ve Philogene (1983) ve Klug ve Büneman (1983) tarafından da kaydedilmektedir.

Bal arısı (*Apis mellifera* L.)

Ülkemizin değişik yörelerindeki çok sayıda bahçelerde yapılan gözlem ve incelemelerde; bal arılarının tüm ılıman iklim meyve türlerinde çiçekleri ziyaret ettiği belirlenmiştir. Ancak bunun arılıkların meyve bahçelerine olan uzaklıkları ile yakinen ilgili olduğu görülmüştür. Doğu Anadolu'nun değişik yerlerinde yaygın olan bir yabani erik (*Prunus sp.*) türü üzerinde yapılan tespitlerde; arılıkların bitişiğinde olan ağaçlarda arıların %95 den fazlasını bal arısı oluştururken arılıklardan yaklaşık 2000 m uzak olan aynı bitkilerde bu oran %50'nin altına düşmektedir. Hatta arılıklardan birkaç km uzak olan

ARI BİLİMİ / BEE SCIENCE

bazı yerlerde bir ağaçtaki balarısı sayısı birkaçı geçmemektedir. Bu bitkilerin tamamen yaban arıları ve bazı dipterler tarafından ziyaret edildiği saptanmıştır. Balarılarının taş çekirdekli meyvelerde bir ağaçtaki arıların %81-97'sini, yumuşak çekirdekli meyvelerden elmada %45-95'ini oluşturduğu saptanmıştır. Free (1993), değişik araştırmacılara atıfta bulunarak balarılarının meyve ağaçlarını yüksek oranda ziyaret ettiğini, bunun meyve ağaçlarının arıların bulunduğu uzaklığa bağlı olarak %50-96 düzeyinde olduğunu belirtmektedir. Benedek (1996) arı kolonilerinin yakınındaki meyve ağaçlarında arı ziyaretlerinin çok fazla olduğunu, uzaklık arttıkça yoğunluğun azaldığını ve verimin düştüğünü belirtmektedir. Mishra ve ark. (1976) bir elma bahçesinde arı kolonilerinden 10 m uzakta olan ağaçlarda meyve bağlamanın %33, 50 m uzakta olanlarda %18 olduğunu, uzaklaştıkça meyve bağlama oranının düştüğünü, 100 m, 200 m ve 300 m de bu değerlerin sırasıyla %15, %13 ve %9 olduğunu belirtmektedir. Balana ve ark. (1983) Romanya'da yaptıkları çalışmada; balarılarını vişne bahçesine hektara 4 ve 2 kovan olacak şekilde yerleştirdiklerinde meyve bağlama oranı ve ürün verimi sırasıyla %17 ve 38 kg, %14 ve 32 kg iken, kovanlar bahçe dışında 400 ve 1000 m'de olduğunda bu değerleri sırasıyla %10 ve 18 kg, %9 ve 14 kg olarak tespit etmişlerdir.

TARTIŞMA

ılıman iklim meyve türlerinin üretiminde tozlaşma çok önem arz ettiği gibi, tozlaşmanın zamanında ve optimum düzeyde yapılması da son derece önemli olmaktadır. Faust (1989), kimi tür ve varyetelerde çiçeklerin tam olarak açılmasını izleyen 3. ve 4. günlerde, hatta bazen ilk 2 ve 3 gün içerisinde tozlaşmanın gerçekleşmesi gerektiğini belirtmekte ve geç kalındığında yumurtalıkta dejenerasyonun başladığını vurgulamaktadır.

Ülkemizde ılıman iklim meyve türlerini, başta balarısı ve yaban arıları olmak üzere değişik takım ve familyalara giren 150 civarında böcek türünün ziyaret ettiği belirlenmiştir. Arılar dışındaki böcek gruplarının tozlaşmaya katkılarının türlere göre farklılıklar göstermekle birlikte genelde çok sınırlı düzeyde olduğunu vurgulamak gerekmektedir.

Arılar, Hymenoptera takımının Aculeata grubunda Apoidea üst familyasının bir bölümü olan Apiformes'i oluşturan böcekler olup yeryüzünde şimdilik tanısı yapılmış 18 000'e yakın arı türü bulunmaktadır (Michener, 2007). Ülkemizde ise 2 000 civarında tür olduğu tahmin edilmektedir.

Arılarla çiçekler arasında karşılıklı yararlanmaya yönelik bir ilişki mevcuttur. Arılar, çiçekleri nektar ve polen toplamak amacıyla ziyaret ederler. Birincisi, kendi enerji ihtiyaçlarını karşılamak, ikincisi de larvalarının gıdasını temin etmek içindir. Bu ziyaretler sonucu tozlaşma ve dölleme gerçekleşmektedir.

Balarısı (*Apis mellifera* L.)'nın taş çekirdekli meyvelerde bir ağaçtaki arıların %81-97'sini, yumuşak çekirdekli meyvelerden elmada %45-95'ini oluşturduğu saptanmıştır. Birçok araştırmacı da benzer sonuçları almışlardır: Menke (1952) meyve ağaçlarını ziyaret eden arıların %75'ini, Smith (1952) %60'ını, Dyce (1958) %95'ini, Free (1966) %87'sini, Simidchiev (1978) %92-99'unu ve Boyle ve Philogene (1983) %50-80'ini balarısının oluşturduğunu belirtmektedirler. Birçok araştırmacılar, modern tarımsal sistemlerde balarısının meyve bahçelerinin tozlaşmasında en önemli tozlayıcılar arasında yer aldığını vurgulamaktadırlar (Williams,1994; Morse ve Calderone, 2000; Sharma ve ark., 2004).

Bal arılarının bitkilerin tozlaşmasındaki önemini göz önüne alan ABD, Kanada ve birçok Avrupa ülkelerindeki yetiştiriciler, bal arılarından tozlaşmada azami derecede yararlanmak için arı kovanlarını kiralayıp bitkilerin çiçeklenme dönemlerinde bahçelerine yerleştirme cihetine gitmişlerdir (McGregor, 1976; Free, 1993 ve içerisindeki kaynaklar). Nitekim Morse ve Calderone (2000) ABD'de 1998 yılında 2 500 000, Kanada'da ise her yıl 47 000 arı kovanının tozlaşmada kullanılmak amacıyla kiralandığını belirtmektedirler. Aynı araştırmacılar, ABD'de arıcıların birçoğunun tozlaşmada arı kiralama ile elde edilen paranın aynı yıl üretilen balın değeri kadar olduğunu vurgulamaktadırlar. Kevan (1997) elma bahçesinde hektar başına bir kovan yerleştirdiğinde her elmada bir adet ilave çekirdek meydana geldiğini, bunun da daha iri ve simetrik meyvelerin oluşmasına neden olduğunu belirtirken bu durumdaki elmaların %5-6 ilave gelir sağladığını vurgulamaktadır. Aynı araştırmacı, tozlaşma için oluşan masrafın elmadaki üretim maliyetinin %1'ine tekabül ettiğini, fakat yetiştiricinin gelirin katkısının bu masrafın 700 katı olduğuna işaret etmektedir. İngiltere'de 274 000 balarısı kolonisinin bulunduğu, bu arıların ticari olarak üretilen tarımsal ürünlerde tozlaşmayı gerçekleştirerek yaptıkları katkının yılda 200 milyon Pound iken, bal üretiminden elde edilen gelirin yılda 15-25 milyon Pound olduğu

ARI BİLİMİ / BEE SCIENCE

belirtilmektedir (Carreck ve Williams, 1998; Temple ve ark., 2001).

Balarısından tozlaşmada daha fazla yararlanabilmek için son yıllarda arıları cezp edici ticari preparatlar (Bee-Here^R, Beeline^R, Beelure^R, BeeScent^R, ve Pollenaid^R) kullanılmaktadır. Bunlar, daha çok arılar için fazla çekici olmayan tür ve çeşitler için kullanıldığı gibi, bahçenin yakınına veya etrafına yerleştirilen kovanlarda arıların iç kısımlara da yönelmelerini sağlamak amacıyla kullanılmaktadır (Delaplane ve Mayer, 2000).

Ülkemizde balarısından tozlaşmada yararlanmak için yeterince çaba gösterilmemektedir. Hatta yakın zamanlara kadar arıcılarla bitki üreticileri arasında devamlı bir sürtüşme olmaktadır. Bu da tarımsal ilaç uygulamalarından arıların olumsuz yönde etkilendikleri düşüncesinden kaynaklanmaktaydı. Hatta kimi arıcıların arıların bitkilere zarar verdiği düşüncesinde oldukları dahi gözlenmiştir. Günümüzde durum giderek iyiye doğru gitmektedir. Son yıllarda bahçe sahiplerinin arıların bitkilerin tozlaşmasındaki önemini kavramaya başladıkları anlaşılmaktadır. Bazı bitki üreticilerinin arıları bahçelerinin yakınına konmasını sağlamak için özel çaba gösterdikleri olmakta ise de henüz yetiştiricilerin kovan kiralama cihetine gitmedikleri görülmektedir. Bu konuda üreticilerin eğitilmesi gerekmektedir. Tarımsal üretimde tozlaşmanın öneminin yetiştiricilere kavratılması yönünde son yıllarda belirgin bir çabanın olduğu dikkati çekmektedir.

Bir yandan balarısından bitkilerin tozlaşmasında azami derecede yararlanma çabaları sürdürülürken diğer yandan kimi araştırmacılar, yaban arılarının önemini vurgulamakta; balarısının birçok bitkilerin tozlaşmasında yeterince etkili olmadığını ileri sürerek bu konuda yaban arılarından yararlanmanın gerekliliği üzerinde durmaktadırlar (Bohart, 1972; Torchio, 1987, 1989; Kevan ve ark., 1990; Westerkamp, 1991; Bosch ve Kemp, 1999). Yaban arı türleri arasında meyve ağaçlarının tozlaşmasında en fazla üzerinde durulan *Osmia Panzer* (Megachilidae) cinsine giren türlerdir. Nitekim Maeta (1990) *Osmia cornifrons* (Radoszkowski)'un meyve ağaçlarının tozlaşmasında balarısının 80 katına varan oranda etkili olduğunu tespit etmiştir. *O. cornifrons* Japonya'da, *O. lignaria* Say ABD'de ve *O. cornuta* (Latreille) Avrupa'da kültüre alınarak ticari olarak üretilen türlerdir (Bosch ve Kemp, 2002). *O. cornuta*'nın İspanya ve Fransa'da özellikle badem,

Yugoslavya'da ise elma bahçelerinde kullanıldığı belirtilmektedir (Krunic ve ark., 1991; Calzadilla ve ark., 1997; Bosch ve Kemp, 2002). *O. lignaria*'nın ABD ve Kanada'da elma, kiraz ve badem bahçelerinde kullanıldığı, bu nedenle balarısının tozlaşma amacıyla kullanımının giderek azaldığı vurgulanmaktadır (Bosch ve Kemp, 1999; 2001). Bir diğer tür olan *O. cornifrons*'un Japonya'da elma bahçelerinde kullanımının 1981'de %10, 1990'da %50 iken 1996'da %70'in üzerine çıktığı belirtilmektedir (Maeta, 1990; Batra, 1998). Batra (1998) *O. cornifrons*'un Japonya'dan ABD'ye ithal edildiğini ve orada da ticari olarak üretildiğini vurgulamaktadır. *O. cornifrons* aynı amaçla Çin ve Kuzey Kore'de de kullanılmaktadır (Xu ve ark., 1995). *Osmia rufa* Avrupa'da kültüre alınan bir diğer tür (Free and Williams, 1970) olup ülkemizde de önemli olduğunun vurgulanması gerekmektedir.

Bu çalışmada; yukarıda da değinildiği gibi, *Osmia cerinthidis*'in ülkemizde meyve ağaçlarını ziyaret eden yaban arıları içerisinde en yaygın ve popülasyonu oldukça yüksek olan bir tür olduğu ortaya konmuştur. *O. cerinthidis*'in bu potansiyeli göz önüne alınarak biyolojisinin araştırılmasında bazı mesafeler kaydedilmiştir (Rozen ve Özbek, 2005). Kültüre almada gerekli olan temel bilgilere yönelik tuzak yuvalarla ilgili çalışmalar devam ettirilmektedir. *Osmia* türleri arasında *O. caerulescens* da üzerinde durulması gereken bir diğer yaban arı türü olup bunun da biyolojisi araştırılmaktadır.

Ülkemiz koşullarında meyve bahçelerinde tozlaşmanın optimum düzeyde olmasını sağlama açısından, balarısından azami derecede yararlanmak için kovan kiralama cihetine gidilmesi yanında, yaban arılarının da asla ihmal edilmemesi gerekmektedir. Toprakta yuva yapan gruplar arasında yer alan ve meyve bahçelerinin tozlaşmasında önemli olan Andrenidae, Haictidae familyaları, *Anthophora* ve *Bombus* cinslerinin yuva yapabilecekleri işlenmemiş boş alanlara ciddi bir şekilde ihtiyaçları olmaktadır. Bunların varlıklarını devam ettirmeleri ve tozlaşmada etkili olabilmeleri, polen ve nektar kaynaklarının bolluğu yanında, uygun yuva yapma yerlerinin bulunması ile doğru orantılı olmaktadır. Bu da bahçe kenarlarında işlenmemiş boş alanların bırakılması ile alakalı olmaktadır. Önemli olan bir diğer husus da bahçelerin civarındaki kuru otların yakılmaması gerekmektedir. Bunların birçoğunun gövdelerini yabanarıları yuva yapma yeri olarak kullanmaktadırlar. Bu ve benzer konularda

ARI BİLİMİ / BEE SCIENCE

halkımızın ve yetiştiricilerin bilgilendirilmesi gerekmektedir.

Vurgulanması gereken önemli bir husus da; arıların tarımsal üretimdeki önemleri yanında biyolojik çeşitliliğin varlığı, devamı ve biyolojik dengenin oluşmasındaki önemleridir (Kevan ve ark., 1990; Kevan 1999)

Teşekkür: Makalenin hakemliğini yapan ve değerli görüşlerini sergileyen isimleri zikredilmeyen danışmanlara içtenlikle teşekkür ederim.

KAYNAKLAR

- Atwood, C. E. 1933. Studies on the Apoidea of Western Nova Scotia with special reference to visitors to apple bloom. Canadian J. Research 9: 443–457.
- Auchter, E. C. 1924. The importance of proper pollinations in fruit yealds. N. J. St. Hort. Soc. News 133–142.
- Balana, I., Grosu, E., Fota, C. and Dobroteanu, G. 1983. Role of bees in the pollination of intensive plantations of sour cherry trees. In: Proceedings of the 29th Int. Congress of Apiculture, Budapest, 280–286.
- Batra, S. W. T. 1995. Bees and pollination in our changing environment. Apidologie 26: 361–370.
- Batra, S.W.T. 1998. Hornfaced bees for apple pollination. American Bee Journal 138: 364–365.
- Benedek, 1996. Insect pollination of fruit crops, 287–342. In: Nyeki, J. and Soltesz, M. (eds.) Floral Biology of Temperate Zone and Small Fruits. Akademia Kaido, Budapest, Hungary.
- Bohart, G. E. 1952. Pollination by native insects. Yearbook Agric. U. S. Department Agric. 107–121.
- Bohart, G. E. 1972. Management of wild bees for the pollination of crops. Annual Review of Entomology 17: 287–312.
- Bosch, J. & Blas, M. 1994. Foraging behaviour and pollinating efficiency of *Osmia cornuta* and *Apis mellifera* on almond (Hymenoptera: Megachilidae and Apidae). Applied Entomology and Zoology 29: 1–9.
- Bosch, J. and Kemp, W.P. 1999. Exceptional cherry production in an orchard pollinated with blue orchard bees. Bee World 80: 163–173.
- Bosch, J. and Kemp, W. P. 2000. Development and emergence of the orchard pollinator, *Osmia lignaria* (Hymenoptera: Megachilidae). Environmental Entomology 29: 8–13.
- Bosch, J. and Kemp, W. P. 2001. How to manage the blue orchard bee, *Osmia lignaria*, as an orchard pollinator. Washington, DC, Sustainable Agriculture Network.
- Bosch, J. and Kemp, W.P. 2002. Developing and establishing bee species as crop pollinators: the example of *Osmia* spp. (Hymenoptera: Magachilidae) and fruit trees. Bulletin of Entomological Research 92: 3–16.
- Boyle, R. M. D. and Philogene, B. J. R. 1983. The native pollinators of an apple orchard: variations and significans. J. Horticultural Science 58: 355–363.
- Boyle-Makowski, R. M. D. and Philogene, B. J. R. 1985. Pollinator activities and ağabeyotic factors in and apple orchards.
- Brown, A. G. 1951. Factors affecting fruit production in plums. Fruit Yearbook 1950, 12–18.
- Buchmann, S. E. and Nabhan, G. P. 1996. The forgotten pollinators. Island Press, Washington, D.C., USA.
- Calzadilla, J., Escolano, M. A., Vicens, N. and Bosch, J. 1997. Polinizacion de almenderos en Mallorca con la abeja *Osmia cornuta*. pp. 105–111 in VI Jornadas del Almendro y Algarrobo. Palma de Mallorca.
- Carreck, N. and Williams, I. 1998. The economic of bees in the U.K. Bee World 86: 71–74.
- Delaplane, K. S. and D. F. Mayer D. F. 2000. Crop Pollination by Bees. CAB International, Wallingford, UK.
- Dils, J. and Özbek, H. 2006. Contribution to the knowledge of Bombyliidae (Diptera) of Turkey. Linzer biol. Beitr., 38 (1): 455-504.
- Dyce, E. J. 1958. Honey bees and the pollination problem in New York State. Glean. Bee Culture 86: 140–143.
- Faust, M. 1989. Physiology of Temperate Zone Fruit Trees. New York, John Wiley and Sons.
- Free, J.B. 1960. The behavior of honeybees visiting the flowers of fruit trees. Journal and Animal Ecology 29: 385–395.
- Free, J.B. 1962. The effect of distance from pollinizer varieties on the fruit set on trees in plum and apple orchards. Journal of horticultural Science 37: 262–271.

ARI BİLİMİ / BEE SCIENCE

- Free, J. B. 1964. Comparison of the importance of insect and wind pollination of apple trees. *Nature* 2001: 726–727.
- Free, J. B. 1966. The pollination efficiency of honeybee visits to apple flowers. *J. Horticultural Science* 41: 91–94.
- Free, J. B. 1993. *Insect Pollination of Crops*. 2nd edn., London, Academic Press.
- Free, J. B. and Williams, 1970. Preliminary investigations on the occupation of artificial nests of *Osmia rufa* L.. *J. Applied Ecology* 7: 559–566.
- Hayat, R. ve Alaoğlu, Ö. 1990. Erzurum yöresi Syrphidae (Diptera) faunası (II). Milesiinae. *Türk. entomol. derg.*, 14 (4): 227–234.
- Inouye, D. W. 1980. The terminology of floral larceny. *Ecology*, 61: 1251–1253.
- Kevan, P. G. 1990. How large bees, *Bombus* and *Xylocopa* (Apoidea: Hymenoptera) foraging on trees: optimality and patterns of movements in temperate and tropical climate. *Ethology Ecology and Evolution* 2: 233–242.
- Kevan, P. G. 1997. Honeybees for better apples and much higher yields: study shows pollination services pay dividends. *Canadian Fruitgrower* (May 1997): 14, 16.
- Kevan, P. G. 1999. Pollinators as bioindicators of the state of the environment: species, activity and diversity. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 74: 373–393.
- Kevan, P. G., Clark, E. A. and V. G. Thomas, V. G. 1990. Insect pollinators and sustainable agriculture. *American Journal of Alternative Agriculture* 5: 13–22.
- Kendall, D.A. 1973. The viability and compatibility of pollen on insects visiting apple blossom. *Journal of Applied Ecology* 10: 847–853.
- Kendall, D.A. and Soloman, M. E. 1971. Effectiveness of pollinating insects visiting found in the orchard. Report of Long Ashton Research Station, University of Bristol 120–121.
- Klug, M. and Büneman, G. 1983. Pollination: wild bees as an alternative to the honey bee? *Acta Horticulturae* 139: 59–64.
- Kobayashi, M. 1970. Apple pollination by *Eristalis cerealis*, and their proliferation method. *Nougyou Oyobi Engei* 45: 505–508.
- Krunic, M., Brajkovic, M.M. & Mihajlovic, L.S. 1991. Management and utilization of *Osmia cornuta* Latr. for orchard pollination in Yugoslavia. *Acta Horticulture* 288: 190–193.
- Khulmann, M. and Özbek, H. 2007. Checklist of the genus *Colletes* Latreille 1802 of Turkey (Hymenoptera, Apoidea, Colletidae). *Journal of the Entomological Research Society*, 9(1): 7–31.
- Loken, A. 1958. Pollination studies in apple orchards of Western Norway. pp. 961–965 in *Proceedings, 10th International Congress of Entomology*. Montreal.
- Maeta, Y. 1990. Utilization of wild bees. *Farming Japan* 24: 13–19. Mcgegor, S.E. 1976. *Insect pollination of cultivated crop plants*. Washington, DC, US Department of Agriculture.
- McGregor, S.E., 1976. *Insect Pollination of Cultivated Crop Plants*. Agriculture Handbook 496. Washington Dc., U.S. Depart. of Agric., 411pp.
- Menke, H. F. 1950. Apple pollination in Washington State. *Rep. Iowa St. Apiarist*, 1950, 71–91.
- Menke, H. F. 1952. Behaviour and population of some insects pollinators of apples in Eastern Washington. *Rep. Iowa St. Apiarist*, 66–93.
- Mishra, R. C., Dogra, G. S. and Gupta, P. R. 1976. Some observations on insect pollinators of apple. *Indian Bee J.* 38: 20–22.
- Michener, C. D. 2007. *The Bees of the World*. Sn.ed. The Johns Hopkins University Press, Baltimore. 953 pp.
- Morse, R. A., and Calderone, N. W. 2000. The value of honey bees as pollinators of U.S. crops in 2000. *Bee Culture* (March 2000): 2–15.
- Özbek, H. 1976. Doğu Anadolu Bölgesi Andrenidae (Hymenoptera: Apoidea) familyası arıları. *Bitki Koruma Bülteni*, 16 (3): 123–146.
- Özbek, H. 1978. Doğu Anadolunun bazı yörelerinde elma ağaçlarında tozlaşma yapan arılar (Hymenoptera: Apoidea) Atatürk Üniv. Zir. Fak. Derg., 9 (4): 73–83.
- Özbek, H. 1979. Doğu Anadolu Bölgesi Halictidae (Hymenoptera: Apoidea) faunası ve bunların ekolojisi. *Atatürk Üniv. Zir. Fak. Derg.*, 10 (3–4): 27–41.
- Özbek, H. 1983. Bal arısının kültür bitkilerinin tozlaşmasındaki etkisini artırmada

ARI BİLİMİ / BEE SCIENCE

- pheromonlardan yararlanma. Atatürk Üniv. Zir. Fak. Derg. 14 (12): 105–111.
- Özbek, H. 1997. Bumblebees fauna of Turkey with distribution maps (Hymenoptera, Apoidea, Bombinae). Part 1: *Alpigenobombus* Skorikov, *Bombias* Robertson and *Bombus* Latreille. Türk. Entomol. Derg., 21 (1): 37-56
- Özbek, H. 2003. Türkiye’de arılar ve tozlaşma sorunu. (Bees and pollination problem in Turkey) Uludağ Arıcılık 3 (3): 41–44.
- Özbek, H. ve Çalınışur, Ö. 2001. Sert Çekirdekli Meyvelerde Tozlaşma, Tozlayıcı Böcekler ve Tarımsal Savaş. I. Sert Çekirdekli Meyveler Sempozyumu, 25–28 Eylül 2001, Yalova, 257–264.
- Robinson, W.S. 1979. Effect of apple cultivar on foraging behavior and pollen transfer by honey bees. Journal of the American Society for Horticultural Science 104: 596–598.
- Rozen, J. G., Jr., and Özbek, H. 2005. Egg deposition of the cleptoparasitic bee, *Dioxys cincta* (Hymenoptera: Apoidea: Megachilidae). Journal of the Kansas Entomological Society. 78(3): 221–226.
- Scott-Dupree, C.D. and Winston, M.L. 1987. Wild bee pollinator diversity and abundance in orchard and uncultivated habitats in Okanagan Valley, British Columbia. Canadian Entomologist 119: 735–745.
- Sharma, H. K., Gupta, J. K. and Thakur, J. R. 2004. Effect of bee pollination and polliniser proportion on apple productivity. Acta Horticulture, 662: 451–454.
- Simidchiev, T. 1978. Full utilization of honeybees as pollinators. Ovashcharstvo, 57: 9–11.
- Smith, M. V. 1952. Honeybees for pollination. Circ. Ont. Dep. Agric, 133
- Southwick, E. E., and L. Southwick Jr. 1992. Estimating the economic value of honey bees (Hymenoptera: Apidae) as agricultural pollinators in the United States. Journal of Economic Entomology 85: 621–633.
- Soloman, M. E. and Kendall, D. A. 1970. Pollination by the syrphid fly, *Eristalis tenax*. Long Ashton Research Station. Annual report, 101–102.
- Stuke, J. H., Hayat, H, and Özbek, H. 2006. Records of notable Conopidae (Diptera) from Turkey. Faunistische Abhandlungen (Deresden), 26: 109–117.
- Temple, M. L., Emmet, B. J., Scott, P. E. and Crabb, R. J. 2001. Economic policy Evaluation of DEFRA’s bee health programme, ADAS Consulting Ltd. Woodthorne, Wergs Road Wolverhampton WV6 STQ. Report to Department of Environment. Food and Rural affairs, London, United Kingdom, 112 pp.
- Torchio, P. F. 1987. Use of non-honeybee species as pollinators of crops. Proc. Ent. Soc. Ontario, 118: 111–124
- Torchio, P. F. 1989. In-nest biologies and immature development of three *Osmia* species (Hymenoptera: Megachilidae). Annals of the Entomological Society of America 82: 599–615.
- Torchio, P. F. 1990. Diversification of pollination strategies for U.S. crops. Environmental Entomology 19: 1694–1656.
- Vicens, N. & Bosch, J. 2000. Pollinating efficacy of *Osmia cornuta* and *Apis mellifera* (Hymenoptera: Megachilidae, Apidae) on ‘Red Delicious’ apple. Environmental Entomology 29: 413–420.
- Verma, L. R. and Chauham, P. 1985. Distribution, abundance and diversity of insect pollinators in apple orchard of Shimla hills. Indian J. Ecol, 12: 286–292.
- Westerkamp, C. W. 1991. Honeybees are poor pollinators—why? Plant Systematics and Evolution 177: 71–75.
- Williams, I. H. 1994. The dependence of crop production within the European Union on pollination by honeybees. Agricultural Zoology Reviews 6: 229–257
- Xu, H.-L., Yang, L.-I. & Kwon, Y.J. 1995. Current status on the utilization of *Osmia* bees as pollinators of fruit trees in China (Hymenoptera: Megachilidae). Korean journal of Apiculture 10: 111–116.

ABSTRACT

The climatic conditions and topographical structure of Turkey is very suitable for grown good quality of temperate region fruits, apple (*Malus domestica* Borkh), pear (*Pyrus communis* L.) and plum (*Prunus*

ARI BİLİMİ / BEE SCIENCE

domestica L.). Most cultivars of apple, pear, plum, sweet cherry (*Prunus avium* L.), and almond (*Prunus dulcis* (Miller) D.A. Webb) are self-unfruitful. Therefore, cross-pollination is usually the most yield-limiting factor in growing of these plants. Peach and nectarine (*Prunus persica* L.), apricot (*Prunus armeniaca* L.), and sour cherry (*Prunus cerasus* L.) are largely self-fruitful. Even self-fruitful species and cultivars benefit from insect pollination.

About 150 insect species, in various orders and families, were recorded visiting temperate region fruit flowers in Turkey. Among the beetles common and abundant species are *Omophlus caucasicus* Kirsch. (Alleculidae), *Tropinota hirta* (Poda) and *Oxythyra cinctella* Schaum (Scarabaeidae) occurring in the fruit flowers. They fly from one flower to another and might pollinate some flowers, but they forage in the flower for a long time and usually damage not only pollen but other parts of the flowers. They can be treated as harmful pollinators. Various species of flies (Diptera) in different families were noted visiting flowers of fruit trees. Among them some species in the family Syrphidae, particularly *Eristalis tenax* (L.), *E. arbustorum* (L.), and *E. pertinax* (Scopoli), can be accepted favored pollinators. Numerous species of wasps (Hymenoptera) in various families, especially Vespidae, were detected as flower visitors, their role in pollination can be accepted accidental.

As orchard pollinators 123 bee species, including honey bee (*Apis mellifera* L.), were recorded visiting flowers of temperate fruit trees in Turkey (Table 1). They are the most important pollinating insects, as in the other countries growing these plants. As wild bees in the family Colletidae *Colletes cascanus* Strand is very abundant, especially on apple flowers in eastern part of the country. The genus *Andrena* Fabricius (Andrenidae) are early emerging bees, therefore they are very important on the pollination of particularly almond and apricot trees. About 40 species of *Andrena* were recorded visiting fruit trees. Of which, *Andrena flavipes* Panzer, *A. dorsata* (Kirbby), *A. polita* Smith, and *A. morio* Brulle were the most abundant and common species. Particularly *A. flavipes* has special importance in this respect. The genera *Halictus* Latreille and *Lasioglossum* Curtis (Halictidae) together comprise about 30 species; among them *Halictus marginatus* Brulle, *H. malachurus* Smith, *H. frontalis* Smith, *Lasioglossum albipes* (F.), *L. laticeps* (Schenck) and *L. tricinatus* (Schenck) were more abundant. In the family Megachilidae about 20 species were recorded with more than 10 *Osmia* Panzer species. *Osmia cerinthidis* Morawitz is the most common and abundant species. Attention has focused lately on the use of *Osmia* species as pollinators of fruit trees: *Osmia cornifrons* (Rad.), *O. lignaria* Say and *O. cornuta* (Latreille) have been using commercially as fruit tree pollinators in Japan, the USA and Europe, respectively. Therefore attempt has been started to study the biology of *O. cerinthidis* and it was found that *O. cerinthidis* used the vacated cells of *Anthophora fulvitaris* Brulle and *A. plagiata* (Illiger) (Apidae) as cavities for the construction of brood chamber. Trap nesting studies on *O. cerinthidis* are going on in the field. In the family Apidae *Xylocopa violacea* (L.), *X. valga* Gersttaecker, *X. iris* (Christ), and various bumble bee (*Bombus* Latreille) species are effective fruit tree pollinators. *Bombus pratorum* (L.), *B. haematurus*, *B. soroensis* (F.) ve *B. pascuorum* (Scop.) are abundant in the orchards near the wooded areas. *B. argillaceus* Scop., *B. sylvarum daghestanicus* Rad., *B. humilis insipidus* Rad., *B. h. erzincanensis* Özbek, and *B. armeniacus* Rad. are abundant in orchards present on open areas. Both of *Xylocopa* and *Bombus* species are fast flying bees and mostly visit the flowers on the upper parts of the trees. *Xylocopa* species are usually abundant in the orchards near villages and adjacent to wooded area due to finding nesting places easily.

Honey bee, *Apis mellifera* is the most important pollinator provides pollination in orchards and account for 45-97% of bees visiting flowers of fruit trees depending on the species of trees. Although there are about 4 million bee colonies in Turkey large populations of honey bees are needed to pollinate flowers of temperate tree fruits in Turkey. Pollination problems have generally been ignored. Fruit growers recently started to recognize the necessity of bees in growing fruits but unfortunately renting colonies for pollination purposes has not started yet. Just they let beekeepers to move their colonies adjacent to their orchards. With the decline of both wild and domestic pollinator populations, pollination management is becoming an increasingly important part of fruit growing in Turkey.

Finally, although the versatile honey bee is a satisfactory pollinator for many crops including fruit trees, wild bee species can also be used in orchards in Turkey as several species of mason bees (*Osmia* spp.) have been using for orchard pollination worldwide.

Key Words: pollinator insects, pollinator bees, wild bees, *Osmia cerinthidis*, fruit trees, Turkey