

ÇAYIR ÜÇGÜLÜ (*Trifolium pratense* L.)'NÜN TOZLAŞMASINDA ARILARIN ÖNEMİ
Importance of Bees on the Pollination of Red Clover (*Trifolium pratense* L.)

Hikmet ÖZBEK

Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Erzurum, TÜRKİYE
E-posta: hozbek@atauni.edu.tr

Geliş Tarihi: 25.12.2017

Kabul Tarihi: 15.01.2018

ÖZ

Önemli bir yem bitkisi olan çayır üçgülü (*Trifolium pratense* L.)'nün ana vatanının Anadolu veya Anadolu'yu da içerisine alan kara parçası olduğu belirtilmektedir. Yabancı döllene gereksinim duyan bu bitkinin tozlaşmasında etkili olan arı türleri ele alınmıştır. Daha önceki çalışmalar ve yazar tarafından sürdürülen gözlemler ışığında bal arısına ek olarak 80'den fazla arı türünün çayır üçgülü çiçeklerini ziyaret ettiği belirlenmiştir. Bunlar arasında en önemli grubu bambul (*Bombus* spp.) arıları oluşturmaktadır.

Anahtar Kelimeler:Çayır üçgülü, *Trifolium pratense*, Arılar, Apoidea, Tozlaşma

ABSTRACT

Red clover (*Trifolium pratense* L.) as one of the important forage crops has been originated in Anatolia or area including Anatolia as it was determined. Here bee species were evaluated for pollination of the red clover that requires bee pollination. In addition to studies and observation in the light of that had been made by the author that 80 more species visiting red clover was determined. Bumble bees (*Bombus* spp.) constitute the most efficient group of the bees.

Key Words: Red clover, *Trifolium pratense*, Bees, Apoidea, Pollination

EXTENDED ABSTRACT

Introduction:Red clover (*Trifolium pratense* L.) is an important forage crop for pasturage, hay and green manure, and is reported to be valuable for livestock and poultry. It also has long been used as a rotation crop increasing soil fertility due to its ability to fix nitrogen. Additionally, red clover has been widely used in folk medicine.

The cultivation of red clover was possibly originated from Anatolia and currently, it has 4 million hectares distribution ranges (Riday, 2010). Red clover is a cross pollinated plant species and has a high self-incompatibility to prevent self-fertilization, and hence a critical factor affecting seed production is pollination. Therefore, in general, the low seed yield has been attributed to inadequate pollination, low fertility and irregularity during the development of seeds. The dependence of red clover flowers on bees to effect cross-pollination has been well established at the beginning of 1900s. Then hundreds of studies have been conducted related to the pollination of red clover in various parts of the temperate climate region. In Turkey Özbek (1980) conducted a research on the pollination of red clover in Erzurum and neighboring provinces (eastern Anatolia); number of seed per head was 0-5 (0,2) in caged plots excluded from bees, whereas in plots open for bee visiting were 22-159 (78). So as many other researchers emphasized bees are the primary pollinators of red clover.

DERLEME MAKALESİ / REVIEW ARTICLE

Important bee pollinators: Özbek (1980) detected more than 80 bee species in the various genera and families visiting red clover flowers in East Anatolia Region (Table 1.). Among them bumble bees (*Bombus* spp.) were the most abundant species visiting red clover flowers, comprising about 70% of the collected individual bees. Indeed there is high diversity and abundance of bumble bees in Turkey, particularly in eastern part of the country (Özbek, 1983.; Rasmont et al., 2009). More than 20 bumble bee species were recorded visiting red clover flowers. Of which, *Bombus argillaceus* (Scopoli), *B. armeniacus* Radoszkowski, *B. hortorum* (L.), *B. incertus* Morawitz, *B. soroeensis* (F.), and *B. sylvarum* (L.) were the most encountered and abundant species. Then these species could be considered to be the most efficient pollinators of red clover in Turkey.

Honey bee, *Apis mellifera* L. comprised 2% of the individuals of the collected bees. May be one of the main reason for such low foraging honey bees on red clover is not presence of honey bee hives in or beside the red clover field. Bee colonies were more than two thousand meters far from the experimental field. In fact, Peterson et al. (1960) noted that the honey bee abundance and red clover seed yield decreased with the increased distance between the red clover field and apiaries. Thomas (1951) and others had similar results. Another reason is the competition; abundance of various more attractive plants for honey bees in the vicinity of the research area, such as sainfoin (*Onobrychis viciifolia* Scop), white sweet clover (*Melilotus alba* Dest.), yellow sweet clover (*M. officinalis* L.), and white clover (*Trifolium repens* L.). Also certain weeds were very abundant: *Cirsium arvense* L., *Carduus nutans* L. and several different weeds species. By taking into considerations the results of this study should not be considered that honey bee is less valuable for the pollination of red clover in Turkey. As in many other countries honey bees are regular visitors to the red clover. Eastern Anatolia may not be suitable for red clover seed production. I would think particularly, Central Anatolia is favorable for this purpose.

In addition to above mentioned bumble bees, Özbek (1980) detected some solitary bees visiting red clover in the eastern part of the country (Table 1). Among them *Andrena flavipes* Panzer, *A. labialis* (Kirby), *Melitturga clavicornis* (Latreille), *Melitta leporine* Panzer, *Eucera cinerea* Lepeletier, *E. hungarica* Friese, *Anthophora quadrimaculata* (Panzer), and *A. aestivalis* (Panzer) were efficient pollinators of red clover.

Conclusion: Although most of the growers in Europe and USA rent honey bee colonies for red clover seed production unfortunately, very few growers rent colonies for pollination in Turkey. Even, in certain states of the USA commercial bumble bee colonies purchased for this purpose (Rao and Anderson, 1910). As a result, data from my earlier study (Özbek, 1980) and observations in the field showed that adequate pollination could be achieved in red clover seed production in Turkey by bumble bees, some solitary bees and honey bees. In order to get high yields depend on protection of indigenous bee pollinators through conservation of habitats that provide nesting sites. Moreover, I strongly emphasize that Turkish red clover seed growers should rent bee hives for pollination of red clover as did many growers in various countries.

GİRİŞ

Ülkemiz, diğer birçok bitki türlerinde olduğu gibi üçgül (*Trifolium*) türleri yönünden de oldukça zengin durumda olup 90'dan fazla tür bulunmaktadır (Davis, 1970). Bunlar arasında çayır üçgülü, çok önemli bir yem bitkisi olup ülkemizde olduğu kadar hemen tüm ılıman iklim bölgelerindeki ülkelerde de çok değer verilen bir yem bitkisidir (Tosun, 1971; Taylor, 2008; Boller ve ark., 2010). Bu önemli baklagiller yem bitkisinin anavatanı, Anadolu veya Anadolu'yu da içine alan kara parçası (Taylor ve Smith, 1980) iken günümüzde

dünya genelinde 4 milyon hektar ekim alanına sahiptir (Riday, 2010).

Çayır üçgülü, verimi düşük olan doğal çayırların ıslahında olduğu kadar, yapay çayır alanlarının oluşturulmasında da geniş çapta kullanılmaktadır. Yalnız ekilebildiği gibi buğdaygiller ve diğer bazı yem bitkileri ile karışık da ekilebilmektedir (Tosun ve ark., 1980; Wyngaarden ve ark., 2015). Çayır üçgülü, diploid ve tetraploid olarak kullanılmakta, tetraploid olanlarda ot verimi yüksek olmasına karşın tohum verimi tozlaşma ve döllenedeki kimi zorluklar nedeniyle düşük

DERLEME MAKALESİ / REVIEW ARTICLE

olmaktadır (Taylor ve Quesenberry, 1996; Vleugels ve ark., 2015). Ülkemizde genelde diploid çayır üçgülü çeşitleri yaygın olarak yetiştirilmektedir. Ancak her ikisinde de diğer birçok yem bitkilerinde olduğu gibi tohum temini önemli bir sorun olarak yetiştiricinin karşısına çıkmaktadır.

ÇAYIR ÜÇGÜLÜNDE TOZLAŞMA

Dünya genelinde bitki türlerinin 2/3'ü üreyebilmek için tozlaşmaya gereksinim duymaktadır (Ollerton ve ark., 2011). Çayır üçgülü, kendine kısır (self-steril), yani yabancı döllene (cross-pollination) gereksinim duyan bir bitkidir; polenlerin bir başka bitkiden alınıp tozlaşmanın yapılacağı çiçeğe taşınması ve dişi (stigma) tepesine ulaştırılması gerekmektedir. Bu nedenledir ki birçok bitki türlerinde olduğu gibi çayır üçgülünde de tohum üretiminin arzu edilen düzeyde olabilmesi için tozlaşma ve onu izleyen döllenenin en üst düzeyde olması gerekmektedir, bu önemli işlevi de arılar gerçekleştirmektedir. Bu konu ile ilgili dünyanın değişik ülkelerinde geçtiğimiz yüz yılın başlarından günümüze değin çok sayıda araştırmalar yürütülmüştür (Williams, 1925; Martin, 1938; Woodrow, 1952; Akerberg ve Stapel, 1966; Bohart, 1957; Forster ve Hardfield, 1958; Hawkins, 1958, 1961; Väre, 1960; Valle ve ark., 1962; Free, 1965; 1993; Palmer-Jones ve ark., 1966; Dennis ve Haas, 1967; 1977; Özbek, 1980; Meglic ve Smith, 1992; Steiner ve Alderman, 2003).

Çayır üçgülünde çiçekler kömeç halinde olup bir kömeçte 50-200 (ortalama 140) çiçek bulunmakta ve çiçeklerin açılması tabandan yukarı doğru olmaktadır. Ortadaki kömeç, yanlardakine oranla daha fazla çiçek içermektedir. Bir kömeçteki çiçeklenme 6-10 günde tamamlanmakta ve bir bitki birkaç hafta çiçekli kalabilmektedir (Free, 1993). Çiçek açtıktan itibaren 2-4 gün içerisinde tozlaşmanın gerçekleşmesi gerekmekte, zaman ilerledikçe çiçeğin döllene gücü zayıflamaktadır (Free, 1965). Bu nedenledir ki,

çiçeklenme esnasında arı faaliyetinin yoğun olması çok önemli olmaktadır.

Çayır üçgülünde tozlaşma mekanizması piston tipindedir. Çayır üçgülü çiçeğine konan arı, kendi ağırlığı ve davranışları ile kayıkçık ve kanatçıklara basınç yapmakta ve kayıkçık içerisinde bulunan erkek ve dişi organların dışarı çıkmasını sağlamaktadır (tripping, serbest kalma). Bu esnada anther tüpü ve dişi tepesi arının başının alt kısmına değmekte, buraya önceden tutunmuş olan polenler, nemli ve yapışkan olan dişi tepesine yapışmakta ve tozlaşma olayı gerçekleşmektedir. Arı bu çiçeği terk ettikten sonra yonca bitkisinin aksine (Özbek, 2008) erkek ve dişi organlar tekrar kayıkçık içerisine yerleşmektedir (Bohart, 1957; Özbek, 1980). Dişi tepesine ulaşan polen hava koşullarını bağlı olarak 18-50 saat içerisinde çimlenmekte ve oluşan çim borusu çiçek tabanında yer alan yumurtalıktaki yumurtayı döllemektedir (Free, 1993).

Özbek (1980)'in sürdürdüğü çalışmada arı ziyaretine serbest bırakılan parsellerde bir kömeçteki tohum sayısı 22-159 (78) olmasına karşın, kafes içerisine alınarak arı ziyaretinin engellendiği parsellerde bir kömeçteki tohum sayısı 0-5 (0,2) olarak saptanmıştır. Williams (1925) yaptığı benzer çalışmada 1790 kömeci tülbent bezi ve kafes teli kullanarak arı ziyaretinden tecrit etmiş ve sadece 31 tohum elde edebilmiştir. Woodrow (1952) ve Free (1965) çayır üçgülünde tohum bağlamanın tamamen arı faaliyetine bağlı olduğunu, çiçeklenmenin başlaması ile birlikte arı faaliyetinin de başladığını vurgulamaktadırlar.

TOZLAŞMADA ETKİLİ OLAN ARI TÜRLERİ

Arılar, Hymenoptera takımında Apidae üst familyasının Apiformes grubunu oluşturan böceklerdir (Brothers, 1975; Michener, 2007). Ülkemizde, hatta dünyanın değişik ülkelerinde arı dendiği zaman akla hemen bal arısı (*Apis mellifera* L.) gelmekte ise de bal arıları dışında değişik familyalara bağlı 20.000 civarında arı türü bulunmaktadır (O'Toole ve Raw, 1991;

DERLEME MAKALESİ / REVIEW ARTICLE

Michener, 2007; Michez ve ark., 2012). Her yıl da yeni tanımlanan türler dünya arı faunasına katılmaktadır. Bal arıları (*Apis* spp.) dışındaki arı türleri “**yaban arıları**” olarak nitelendirilmektedir. Beslenmeleri ve bitkilerin tozlaşmasındaki önemleri göz önüne alınarak dillerinin (glossa) uzun veya kısa oluşları yönünden, “**kısa dilli arılar**” ve “**uzun dilli arılar**” olarak da kabaca iki guruba ayırmak mümkün olmaktadır. Arı familyalarından Colletidae, Halictidae, Andrenidae ve Melittidae kısa dilli olanları, Megachilidae ve Apidae familyaları ise uzun dilli arıları oluşturmaktadır (Free, 1993). Uzun dilli arılar, korolla tüpü (çiçek boğazı) uzun olan çiçeklerden rahatça balözü (nektar) alabilmektedirler.

Ülkemiz, yaban arısı türlerindeki çeşitlilik yönünden dünyanın en önemli yörelerinden birisini oluşturmaktadır. Bal arıları yanında çok değişik yaban arısı türleri de çayır üçgülünü ziyaret etmektedir. Birçok araştırmacılar, bu konuda çok sayıda çalışmalar yürütmüş ve başta bambul (*Bombus* spp.) arıları olmak üzere değişik türlere ait yaban arılarının çayır üçgülünü ziyaret ettiklerini ve tozlaşmadaki önemlerini ortaya koymuşlardır (Hawkins, 1956; Bohart, 1957; Anasiewicz ve Warakomska, 1976; Tasei ve ark., 1978; Özbek, 1980; Holm, 1984). Ülkemizde ilk ve tek çalışma olarak nitelendirebileceğimiz Özbek (1980) tarafından Doğu Anadolu’da sürdürülen araştırmada; değişik familya ve cinslere bağlı 80’den fazla arı türünün çayır üçgülünü ziyaret ettiği belirlenmiştir (Tablo 1). Familyalara göre bunlar:

Halictidae:

Özbek (1980)’in çalışmasında; bu familyaya ait 17 kadar yaban arısı türünün çayır üçgülünü ziyaret ettiği, bunların toplam arıların %4’ünü oluşturduğu belirtilmektedir (Tablo 1). Tespit edilen türlerin yoğunluklarının çok düşük olduğu belirtilmekte ve çayır üçgülünün tozlaşmasındaki etkilerinin sınırlı olabileceği vurgulanmaktadır. Anasiewicz and

Warakomska (1976) benzer çalışmayı Polonya’da yapmış ve 22 tür saptamışlardır. Bu araştırmacılar da belirledikleri türlerin popülasyonlarının düşük olduğuna işaret etmektedirler.

Andrenidae:

Bu familyada Özbek (1980) iki cinse ait 14 türün çayır üçgülü çiçeklerini ziyaret ettiğini tespit etmiştir. Bunlar toplam arı popülasyonunun %7,6’sını oluşturmaktadır. Bu familyada tür sayısı az olmakla birlikte yoğunluk Halictidae türlerine oranla daha fazla olmaktadır. Saptanan türler arasında *Andrena flavipes* Panzer, *A. labialis* (Kirby) (Şekil 1), *A. numida* Lepeletier, *A. ovatula* (Kirby), *A. dorsata* (Kirby) ve *Melitturga clavicornis* (Latreille) (Şekil 2) gibi türlerin diğerlerine oranla daha sık rastlanan türler oldukları vurgulanmaktadır. Fransa’da bu konuda yapılan çalışmada; *A. labialis*, *A. ovatula* ve *M. clavicornis* türlerinin çayır üçgülü ve ak üçgülün tozlaşmasında etkili olduğu belirtilmektedir (Tasei ve ark., 1978).

Melitturga cinsine giren türlerde dil diğerlerine oranla daha uzun olduğu için tozlaşmada daha etkili olmaktadır. Uzun yıllara dayalı olarak arazide yaptığım gözlemlerde *M. clavicornis* türünün başta yonca olmak üzere hemen tüm Fabaceae familyasına bağlı yem bitkilerinin tozlaşmasında önem taşıdığı gözlenmiştir. Ülkemiz için çok önemli bir arı türüdür. Anasiewicz and Warakomska (1976) Polonya’da çayır üçgülünün tozlayıcıları olarak saptadıkları *Andrena* türler arasında ülkemizde tespit edilen *A. carbonaria* (L.), *A. flavipes* ve *A. labialis* türlerinin bulunduğu görülmektedir.

Burada bir hususu vurgulamak gerekir ki, ülkemiz diğer arı türlerinde olduğu gibi Andrenidae familyası, özellikle de *Andrena* cinsi yönünden çok zengin (Özbek, 1976; Hazır ve ark., 2014) olmasına karşın çayır üçgülünü az sayıda türün ziyaret ettiği görülmektedir.

DERLEME MAKALESİ / REVIEW ARTICLE

Tablo 1. Türkiye’de Çayır Üçgülü (*Trifolium pratense* L.)’nü Ziyaret Eden Arı Türleri (Bees visiting red clover (*Trifolium pratense* L.) in Turkey

Halictidae	<i>Hoplitis carinata</i> (Stan.)	<i>Bombus terrestris</i> L.
<i>Rhophites canus</i> Evers.	<i>Hoplitis erzurumensis</i> Tkal.	<i>Bombus barbutellus</i> (Kr.)
<i>Sphecodes gibbos</i> (L.)	<i>Anthidium cingulatum</i> Latr.	<i>Bombus maxillosus</i> Klug
<i>Systropha planidens</i> Gir.	<i>Anthidium diadema</i> Latr.	Tribe Apini
<i>Lasioglossum calceatum</i> Scop.	<i>Anthidium oblongatum</i> Latr.	<i>Apis mellifera</i> L.
<i>Lasioglossum discum</i> (Sm.)	<i>Anthidium punctatum</i> Latr.	
<i>Lasioglossum xanthopus</i> Kr.	Apidae	
<i>Halictus fulvipes</i> Klug)	Xylocopinae	
<i>Halictus quadricinctus</i> (F.)	<i>Xylocopa iris</i> (Christ)	
<i>Halictus quadrinotatus</i> Kr.	<i>Xylocopa valga</i> Gerst.	
<i>Halictus leucognathus</i> Morice	<i>Xylocopa violacea</i> (L.)	
<i>Halictus tetrazonianellus</i> St.	Apinae	
<i>Halictus patellatus</i> Mor.	Tribe Eucerini	
<i>Halictus pollinosus</i> Sich.	<i>Eucera cineraria</i> Evers.	
<i>Halictus saji</i> Blüt.	<i>Eucera helvola</i> Klug	
<i>Halictus scabiosae</i> (Rossi)	<i>Eucera longicornis</i> (L.)	
<i>Halictus sexcinctus</i> (F.)	<i>Eucera interpunctata</i> Bar.	
<i>Halictus simplex</i> Blüt.	<i>Eucera pollinosa</i> Sm.	
Andrenidae	<i>Eucera tuberculata</i> F.	
<i>Andrena bicolor</i> F.	<i>Eucera hungarica</i> Friese	
<i>Andrena carbonari</i> L.	<i>Tetraloniella ruficornis</i> (F.)	
<i>Andrena cordialis</i> Mor.	<i>Tetraloniella dentata</i> (Germar)	
<i>Andrena flavipes</i> Pan.		
<i>Andrena labialis</i> (Kr.)	Tribe Anthophorini	
<i>Andrena melonata</i> War.	<i>Anthophora aestivalis</i> (Pan.)	
<i>Andrena numida</i> Lep.	<i>Anthophora quadrimaculata</i> (Pan)	
<i>Andrena ovatula</i> Kr.	Tribe Bombini	
<i>Andrena oulskii</i> Rad.	<i>Bombus argillaceus</i> (Scop.),	
<i>Andrena scita</i> Ever.	<i>Bombus hortorum</i> (L.),	
<i>Andrena soror</i> Dours	<i>Bombus portschinsky</i> Rad.,	
<i>Melitturga clavicornis</i> (Latr.)	<i>Bombus incertus</i> Mor.,	
<i>Melitturga pictipes</i> Mor.	<i>Bombus niveatus</i> Kriech. ,	
<i>Melitturga praestans</i> Gir.	<i>Bombus fragrans</i> (Pallas),	
Melittidae	<i>Bombus subterraneus</i> (L.),	
<i>Melitta dimidiata</i> Mor.	<i>Bombus armeniacus</i> Rad.	
<i>Melitta leporina</i> Pz.	<i>Bombus humilis</i> Illiger	
<i>Dasygoda hirtipes</i> (F.)	<i>Bombus laesus</i> Mor.	
Megachidae	<i>Bombus mesomelas</i> Gerst.	
<i>Megachile analis</i> Nyl.	<i>Bombus mlokosievitzii</i> Rad.	
<i>Megachile lagapoda</i> (L.)	<i>Bombus pascuorum</i> (Scop.)	
<i>Megachile maritime</i> (Kr.)	<i>Bombus persicus</i> Rad.	
<i>Megachile pacifica</i> Pz.	<i>Bobus pomorum</i> (Pan.)	
<i>Megachile parietina</i> Geof.	<i>Bombus ruderarius</i> (Muller)	
<i>Osmia difficalis</i> Mor.	<i>Bombus sylvarum</i> (L.)	
<i>Osmia nigrohirta</i> Fr.	<i>Bombus apollineus</i> Skor.	
<i>Osmia ozbeki</i> Tkal.	<i>Bombus soroensis</i> (Fab.)	
	<i>Bombus lucorum</i> (L.)	

DERLEME MAKALESİ / REVIEW ARTICLE



Şekil 1. *Andrena labialis* (Kirby). <https://www.google.com.tr/search?q=andrena+labialis&tbm=isch&tbo=u&source=univ&sa=X&ved=0ahUKEwixr42WpPPYAhVMYIAKHfAsDeEQsAQIMw&biw=1366&bih=588>



Şekil 2. *Melitturga clavicornis* (Latreille) (J. S. Ascher ve Hikmet Özbek, Erzurum)

Melittidae

Küçük bir familya olan Melittidae ülkemizde 25 türle temsil edilmektedir (Özbek, 2014). Bunlardan *Melitta leporina* Panzer, *M. dimidiata* Morawitz ve *Dasygaster hirtipes* (Fabricius) türlerinin çayır

üçgülünü ziyaret ettiği belirtilmektedir (Özbek, 1980). *Melitta leporina* (Şekil 3) ve *D. hirtipes*'in diğer türe oranla daha fazla yoğunluk oluşturmaktadır. Tasei ve ark., (1978) *M. leporina*'nın Fransa'da çayır üçgülü ve ak üçgülün tozlaşmasında önemli olduğuna işaret etmektedir. Nitekim Özbek (2014) *M. leporina*'nın ülkemizde en yaygın rastlanan yaban arısı türlerinden birisi olduğunu, önemli yem bitkilerinden yonca, korunga, çayır üçgülü ve ak üçgülün çiçeklerini sıkça ziyaret ettiğini belirtmektedir. Bu tür de *M. clavicornis* gibi ülkemizde birçok kültür bitkisinin tozlaşmasında çok önemli olan bir türdür. Birçok arı türlerinin aksine erkek değildir ve bir çiçekten diğerine sakin bir şekilde geçmektedir.

Megachilidae

Megachilidae değişik cinsleri içeren büyük bir familya olup ülkemizde yüksek düzeyde bir çeşitlilik göstermekte ve tür sayısı 400'ü geçmektedir (Özbek, 2013a, 2013b, Ascher and Pickering, 2017). *Megachile* (Şekil 4), *Osmia* (Şekil 5), *Hoplitis* ve *Anthidium* (Şekil 6) cinslerine bağlı değişik türlerin çayır üçgülünü ziyaret ettiği belirtilmektedir (Özbek, 1980). Bu arıların uzun dilli olmaları çiçek boğazındaki nektara çok kolay ulaşmalarına olanak tanıdığı için hem nektar hem de polen toplarken tozlaşmada etkili olmaktadır. Ayrıca bu türler, genelde diğerlerine oranla oldukça fazla yoğunluk oluşturmaktadır. Şunu vurgulayabiliriz ki Megachilidae türleri çayır üçgülünün tozlaşmasında bambul (*Bombus* spp.) arılarından sonra en etkili tozlayıcılar durumundadır.

Benzer şekilde, Akerberg ve Stapel (1966) *Megachile* ve *Osmia* cinslerine bağlı türlerin çayır üçgülünün tozlaşmasında önemli olduğunu belirtmektedirler. Diğer taraftan, ülkemizde bulunan ve yoncanın tozlaşmasında önemine değinilen yıllarca önce Amerika'da kültüre alınıp günümüzde birçok Avrupa ülkelerinde de yoncanın tozlaşmasında kullanılan *Megachile rotundata* Fabricius'un da çayır üçgülünün tozlaşmasında etkili olduğuna işaret edilmektedir (Holm, 1984).



Şekil 3. *Melitta leporina* (Panzer).
<https://www.google.com.tr/search?q=bee+images+Melitta+leporina&tbm=isch&tbo=u&source=univ&sa=X&ved=0ahUKEwjFq5yVpvjYAhVBDuwKHZRICdAQsAQIJw&biw=1366&bih=588>



Şekil 4. *Megachile* sp.
<https://www.google.com.tr/search?q=Megachile+bees+pictur&tbm=isch&tbo=u&source=univ&sa=X&ved=0ahUKEwjKy53LqPPYAhWEECwKHfyzDh0QsAQIKQ&biw=1366&bih=588>



Şekil 5. *Osmia* sp.
<https://www.google.com.tr/search?q=5.+Osmia+sp.+picturs&tbm=isch&tbo=u&source=univ&sa=X&ved=0ahUKEwj07-2qvPYAhXGkSwKHaPLD6AQsAQIKQ&biw=1366&bih=588>

Apidae

Büyük bir familya olan Apidae değişik altfamilya, çok sayıda cins ve bunlara bağlı binlerce türü içermektedir (Michener, 2007). Uzun dilli arılar oldukları için çiçek boğazındaki nektara kolayca ulaşabildikleri gibi birçokları da çok hızlı hareket eden arılardır. Bu yüzden belirli bir zaman diliminde daha fazla çiçeği ziyaret edip tozlaşmada çok daha etkili olmaktadır. Xylocopinae, Nomadinae ve Apinae olmak üzere üç altfamilyadan oluşan Apidae (Michener, 2007) içerisinde çok sayıda değişik türler, çayır üçgülünün tozlaşmasında büyük önem taşımaktadır. Ülkemizde Xylocopinae altfamilyasının önemli bir cinsi olan ve genelde yumuşak dokulu odunlarda yuva yaptıkları için **odun arıları** veya **marangoz arıları** olarak isimlendirdiğimiz *Xylocopa*'ya ait 10 kadar tür bulunmaktadır (Özbek (2013c). Bunlardan *Xylocopa valga* Gerst, *X. violacea* (L.) (Şekil 7) ve *X. iris* (Christ) türleri çayır üçgülünü ziyaret etmektedir. Her üç tür de ülkemizde yaygın bir şekilde bulunmaktadır.

DERLEME MAKALESİ / REVIEW ARTICLE



Şekil 6. *Anthidium* sp.
(https://www.google.com.tr/search?q=6.+Anthidium+sp.&tbm=isch&tbo=u&source=univ&sa=X&ved=0ahUKEwj_qvj8yvXYAhWQ16QKHWqeC0QQsAQIjw&biw=1366&bih=637)

Benzer şekilde Hulejt and Gutowsk (2016) *X. valga*'nın Polonya'da yonca (*Medicago sativa* L.) ve çayır üçgülü gibi ekonomik önemi olan birçok bitkinin tozlaşmasında önem taşıdığını vurgulamaktadır. *Xylocopa* türlerinin iri yapılı olmaları kayıkçık ve kanatçıkların kolayca açılmasını sağlamaktadırlar. Ayrıca bu türler, ağaçlık alanlara yakın olan sahalarda yoğunluk oluşturdukları için bu yörelerdeki ekim alanlarında daha çok etkili olmaktadır.

Apinae altfamilyasına bağlı Eucerini tribüsüne giren 10 kadar tür, çayır üçgülü çiçeklerini ziyaret etmektedir (Özbek, 1980). Bunlar arasında *Eucera cineraria* Eversmann ve *E. (=Tetralonia) hungarica* Friese (Şekil 8) daha yoğun ve çayır üçgülünün tozlaşmasında daha etkili türlerdir. Benzer şekilde, Tasei ve ark., (1978) Fransa'da *Eucera longicornis* (L.) ve *E. clypeata* Erichs türlerinin çayır üçgülü ve ak üçgülün tozlaşmasında önemli olduğunu vurgulamaktadırlar. Eucerini içerisinde yer alan *Anthophora quadrimaculata* (Panzer) ve *A. aestivalis* (Panzer) türleri de çayır üçgülünün tozlaşmasında önem taşımaktadır.



Şekil 7.. *Xylocopa violacea* (L.). (<https://www.google.com.tr/search?q=xylocopa+violacea&sa=N&tbm=isch&tbo=u&source=univ&ved=0ahUKEwiL2qfP8fXYAhXFDSwKHRffAOw4ChCwBAGm&biw=1366&bih=637>)



Şekil 8. *Eucera* (= *Tetralonia*) *hungarica* Friese.
(<https://www.google.com.tr/search?q=bee+images+Eucera&tbm=isch&tbo=u&source=univ&sa=X&ved=0ahUKEwiC->)

Apinae içerisinde tek bir cinsle (*Bombus*) temsil edilen Bombini tribüsü "**Bambul arıları**"nın hemen tamamı çayır üçgülünü ziyaret eden en önemli arı gurubunu oluşturmaktadır. Bunlar, genelde iri yapılı, çoğu uzun dilli arılardır. Dünya genelinde 250'den fazla (Ascher ve Pickering, 2017), ülkemizde ise 50 civarında bambul arısı türü bulunmaktadır (Özbek, 1983; Aytekin ve Çağatay, 2003; Rasmont ve ark., 2009).

DERLEME MAKALESİ / REVIEW ARTICLE

Çayır üçgülünün tozlaşmasında bambul arılarının önemi uzun yıllar önce batılı bilim adamlarının dikkatini çekmiştir. Çayır üçgülünün 1800'lerde Avrupa'dan Yeni Zelanda'ya ithal edilmesinden sonra, tohum üretiminde başarılı olunamaması sonucu, bazı bambul arı türleri (*Bombus ruderatus* Fabricius, *B. terrestris* L., *B. subterraneus latreillellus* Kirby ve *B. hortorum* L.) Avrupa'dan Yeni Zelanda'ya götürülmüş ve bunların doğada yerleşip çoğalması gerçekleştirilmiştir (Montgomery, 1951; Gurr, 1974). Bu türlerin yerleşmesinden sonra çayır üçgülü tohum üretiminde çok büyük başarılar sağlanmıştır. Daha sonra aynı türler, Yeni Zelanda'dan Şili'ye ithal edilerek oraya da yerleşmeleri sağlanmıştır (Arretz ve Macfarlane, 1986). Bambul arılarının çayır üçgülünün tozlaşmasındaki önemi ile ilgili olarak 1900'lerin başlarından günümüze kadar çok sayıda çalışma yapılmıştır (Williams, 1925; Hawkins, 1956, 1958, Väre, 1960; Bohart, 1957, Free, 1965; Plowright ve Hartling 1981; Rao ve Stephen, 2009).



Şekil 9. *Bombus argillaceus* (Scopoli). https://www.google.com.tr/search?q=Bumble+bees+pictures&tbm=isch&tbo=u&source=univ&sa=X&ved=0ahUKEwjK8b7_p_bYAhXFCOWKHSzhAlsQsAQIMA&biw=1

Ülkemizde Özbek (1980) tarafından sürdürülen çalışmada; 20'den fazla bambul arı türünün çayır üçgülünü ziyaret ettiği, bu türlerin çayır üçgülünü ziyaret eden toplam arı bireylerinin %70'ini oluşturduğu saptamıştır (Tablo 1). Bunlar arasında; *Bombus argillaceus* (Scopoli) (Şekil 9), *B. armeniacus* Rad. (Şekil 10), *B. incertus* Mor. (Şekil 11), *B. sylvarum* (L.) (Şekil 12) ve *B. soroeensis* (F.) (Şekil 13) diğerlerine oranla çok daha yüksek popülasyon oluşturmaktadırlar. Bu türlerin uzun dilli ve iri yapılı olmaları yanında, dakikada ziyaret ettikleri çiçek sayısının oldukça yüksek olması, ayrıca düşük sıcaklıkta, hatta hafif

çiseli havalarda dahi faaliyet göstermeleri çok önemli tozlayıcılar (polinatör) olmalarına olanak tanımaktadır. Bambul arıları arasında *Bombus terrestris* L. ve *B. lucorum* (L.) çayır üçgülünü düşük düzeyde ziyaret eden türler ise de birincisi düşük rakımda ve daha çok açık alanlarda, ikincisi ise yüksek rakımda ve kısmen ağaçlık alanlarda daha yaygın görülmektedirler.



Şekil 10. *Bombus armeniacus* (Radoszkowski). https://www.google.com.tr/search?q=Bombus+armeniaceus&tbm=isch&tbo=u&source=univ&sa=X&ved=0ahUKEwig357_4ffYAhVR_qQKH YbQAvAQsAQIJw&biw=1366&bih=637



Şekil 11. *Bombus incertus* Morawitz. (<https://www.google.com.tr/search?q=Bombus+incertus&tbm=isch&tbo=u&source=univ&sa=X&ved=0ahUKEwiInIPL5ffYAhUCzaQKHdv4BzsQsAQIJw&biw=1366&bih=588>)

Polonya'da benzer bir çalışma Anasiewicz and Warakomska (1976) tarafından yürütülmüş, çayır

DERLEME MAKALESİ / REVIEW ARTICLE

üçgülünü ziyaret eden 3647 bireyden 3024'nün bambul arıları olduğu saptanmıştır. Bu konu ile ilgili Bohart (1957)'in yaptığı geniş kapsamlı literatür taramasında; bambul arı türlerinin çayır üçgülünün tozlaşmasında en etkili arı türleri olduğu vurgulanmaktadır. Ancak bambul arıları ile ilgili bir hususu açıklamak gerekir; bunların popülasyonlarında yıllara göre dalgalanmalar olmaktadır. Nitekim Özbek (1980) çalışmasında bu durumu dile getirirken çok önemli bazı tespitlere işaret etmektedir: *Bombus sylvarum*, 1976 yılında çok yüksek bir popülasyona sahipken 1977'de belirgin bir düşüş göstermiştir. *Bombus armeniacus* 1977'de artış göstermiş ve yakalanan *Bombus* bireylerinin hemen yarısını oluşturmuştur. *B. incertus* ve *B. soroensis* ise 1978'de en sık görülen türler olmuştur. Bambul arılarında olumsuz sayılabilecek bir diğer durum da; kimi türler, özellikle *B. terrestris* ve değişik türlere ait bazı bireyler, çiçek boğazına hortumlarını sokup nektar emmek yerine çiçek boğazını tabana yakın bir yerden mandibulaları ile keserek delik açmakta ve dillerini buradan sokarak nektar almaktadırlar. Bunların tozlaşmaya herhangi bir katkısı olmamaktadır. Benzer durumu kimi zaman bal arılarında da görmek mümkündür (Free, 1993). Bambul arıları ile ilgili şu hususu da vurgulamak gerekir ki, dünya genelinde olduğu gibi ülkemizde de bambul türlerinin yoğunluklarında belirgin bir azalma söz konusudur (Goulson ve ark., 2008; Özbek, 2010).



Şekil 12. *Bombus sylvarum* (Linnaeus).
(<https://www.google.com.tr/search?q=images+Bombus+sylvarum&tbm=isch&tbo=u&source=univ&sa>

=X&ved=0ahUKEwjQzdr17frYAhXIKOwKHXTIBj0QsAQIjw&biw)



Şekil 13. *Bombus soroensis* (Fabricius).
(https://www.google.com.tr/search?q=Bombus+soroensis&tbm=isch&source=iu&ictx=1&fir=2g-xXD77VjQCnM%253A%252CJlzd1tV6Z-VIFM%252C_&usg=__Y1JagtyAc6BCH7D)

Apinae alt familyasının Apini trübüsü içerisinde yer alan balarısı (*Apis mellifera* L.) yabancı tozlaşmaya gereksinim duyan çok sayıdaki bitki türünün tozlaşmasında etkili olan arı türlerinin başında gelmektedir (Woodrow, 1952; Butler ve ark., 1956; Morse ve Calderone, 2000). Çayır üçgülünün tozlaşmasındaki etkisi konusunda araştırmacıların bulguları çok eskilere kadar uzanmaktadır. Geçtiğimiz yüzyılın başlarında Westgate ve Coe (1915) sürdürdükleri çalışmalarında bal arısının çayır üçgülünün tozlaşmasında az farkla da olsa bambul arılarından daha fazla etkili olduğunu vurgulamaktadırlar. Gubin (1936) çayır üçgülü tohum üretim alanlarına Kafkas ırkı bal arısı kolonilerini yerleştirdiğinde daha önceki duruma göre tohum veriminin üç kat arttığını tespit ettiğini belirtmektedir.

Benzer şekilde Pritsch (1966) arı kolonilerinin yerleştirildiği alanlarda tohum verimini %30-220 oranında arttığını gözlemiştir. Free (1965) balarısı ve bambul arılarının çayır üçgülünün tozlaşmasında aynı derecede etkili olduğunu vurgularken Palmer-Jones ve ark. (1966) çayır üçgülünün tozlaşmasında bal arısı ve bambul arılarının çok büyük önem taşıdıklarını belirtmekte ve bal arısının

DERLEME MAKALESİ / REVIEW ARTICLE

birçok çalışmada bambul arılarından daha etkili olduğuna değinmektedir. Holm (1972) metre karedeki tohum sayısının bal arısı ziyareti ile orantılı olarak arttığını belirtirken yaklaşık hektar başına 3000 adet arıyı geçtiğinde artış oranının azaldığını vurgulamaktadır. Jing (2017), hem diploid hem tetraploid çayır üçgülünde balarısının ziyareti arttıkça tohum bağlamanın buna paralel olarak arttığını belirtmektedir. Ancak Özbek (1980) tarafından Doğu Anadolu'da yapılan çalışmada (Özbek, 1980); bal arısının çayır üçgülünü çok düşük oranda ziyaret ettiği saptanmış, bal arısının çayır üçgülünü ziyaret eden değişik cins ve familyalara ait 83 arı türüne ait bireylerin %2'sini oluşturduğunu belirlemiştir. Araştırmacı, bu oranın bu denli düşük olmasında arı kolonilerinin çalışmanın yapıldığı alandan uzakta oluşunun (yaklaşık 2000 m.) etkisi olabileceğine değinmektedir. Nitekim Peterson ve ark., (1960) arı kolonilerini tarlanın hemen yakınına yerleştirdiklerinde arı ziyaretinin çok fazla, tohum veriminin de yüksek olmasına karşın arı kolonileri 800 m uzağa taşındığında arı ziyareti ve buna paralel olarak tohum veriminin de düştüğünü belirtmektedirler. Benzer şekilde, Thomas (1951) arı kolonileri tarla kanarında olduğunda hektardan 77 kg tohum alırken uzaklaştırıldığında bu miktarın 40 kilogrampa düştüğüne değinmektedir. Braun ve ark., (1953) sürdürdükleri çalışmalarda; üçgül üretim alanı ile kolonilerin bulunduğu uzaklık 0-120 m olduğunda 1,7 metrekaredeki ortalama arı sayısı 15,6 adet, tohum verimi 57,3 kg/ hektar iken, uzaklık 610-732 metreye çıkarıldığında aynı alandaki arı sayısı 5,2'ye, tohum verimi de 11,1 kg/hektara düşmüştür.

Özbek (1980) bal arılarının çayır üçgülünü düşük oranda ziyaret etmelerinin nedenlerinden birisinin de çevrede daha çekici bitkiler olan; korunga (*Onobrychis viciifolia*), ak taş yoncası (*Melilotus alba* Dest.) sarı taş yoncası (*M. officinalis* (L.)), ak üçgül (*Trifolium repence* L.) vs. gibi bitkilerin yoğun bir şekilde bulunmasına atfetmektedir. Ayrıca yörede köygöçüren (*Cirsium arvense* L.) ve deve dikenini (*Carduus nutans* L.) gibi yabancı otlar da oldukça yaygın durumdadır. Benzer şekilde Peterson ve ark., (1960), çayır üçgülü civarında *M. alba* bitkisi yoğun olarak bulunduğu balarısının çayır üçgülünü çok düşük oranda ziyaret ettiğini belirtmektedir. Birçok araştırmacılar, bal arılarının çayır üçgülünü ziyaretinin artırılabilmesi için civardaki rekabet durumunda olan bitkilerin olmaması gerektiğine işaret etmektedirler (Bohart, 1957; Hegland, 2014). Dennis and Holm (1977) ise çayır

üçgülünde çiçek boğazının (korolla tüpü) uzun olması nedeniyle nektar alımının zor olduğunu, doğal koşullarda bal arılarının genelde diğer bitkileri tercih etme eğiliminde olduğuna değinmektedirler. Benzer şekilde diplod çayır üçgülleri tetraploid olanlara göre bal arıları tarafından daha çok tercih edilmektedir (Dennis ve Haas, 1967).

Arı gurupları içerisinde birçok yaban arı türleri, parazit yaşam sürdürmektedirler. Bunlar polen toplamayıp kendi enerji ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla çiçeklerden sadece nektar almaktadırlar. Bu arı türleri, düşük oranlarda da olsa çayır üçgülünü ziyaret etmektedirler. Bu esnada tozlaşmada etkili olabilecek durumda iseler de, normal yaşam sürdürülenlerle karşılaştırıldığında bunların tozlaşmadaki etkileri çok sınırlı olmaktadır. Nitekim Danforth(1990), bazı bireysel yaşama sahip arı türlerinin yavrularını yetiştirdikleri süre boyunca her gün vücut ağırlıklarının dört katı veya daha fazla polen veya nektar taşıdıklarını belirtmektedir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Kaba yem açığının ileri boyutlarda olduğu ülkemizde; çayır üçgülü ve benzer yem bitkisi ekim alanlarının genişletilmesi önem taşımaktadır. Bunun için de çayır üçgülü tohum üretiminde diğer tarım tekniklerinin tam olarak uygulanması yanında, tozlaşmanın da en yüksek düzeyde olması zorunlu olmaktadır. Bunun için tohum üreticisi durumunda olan yetiştiricilerimizin aşağıda değinilen hususları göz önünde bulundurmaları çok büyük önem taşımaktadır:

- Çayır üçgülü yabancı döllene gereksinim duyan bir bitki olup tozlaşma ve onu izleyen döllene tamamen arı faaliyetine bağlıdır.
- Tozlaşma; balarısı ve başta bambul (*Bombus* spp.) arıları olmak üzere değişik yaban arı türleri tarafından gerçekleştirilmektedir.
- Yaban arılarından azami derecede yararlanılabilmesi için üretim alanlarının çok geniş sahalar halinde olmak yerine küçük alanlar (5-10 dekar) şeklinde olması, tarlalar arasında yaban arılarının yuva yapabileceği boşluklar bırakılmalıdır.
- Bal arılarından azami derecede yararlanma cihetine gidilmeli, bunun için de çiçeklenme ile birlikte arı kolonilerinin üretim sahalarının yakınına yerleştirilmesi sağlanmalıdır. Yani, artık batı ülkelerinde olduğu gibi ülkemizde de tozlaşmada kullanılmak amacıyla arı kovani kiralınması

DERLEME MAKALESİ / REVIEW ARTICLE

cihetine gidilmelidir. Brødsgaard ve Hansen (2002) Danimarka'da hektara 4-5 koloni önermektedirler.

e. Çayır üçgülü tohum üretim alanlarının civarında arılar için daha çekici olan korunga, ayçiçeği, ak üçgül gibi bitkilerin olmamasına özen gösterilmelidir.

d. Yukarıda belirtilen bilgiler ışığında İç Anadolu Bölgesi'nin çayır üçgülü tohum üretimi için çok uygun olacağı kanısındayım.

KAYNAKLAR

- Akerberg, E. and C. Stapel 1966. A survey of pollination and seed growing of red clover in Europe. *Bee World (Suppl.)* 47:15-42.
- Anasiewicz, A. and Z. Warakomska 1976. Pylkowa metoda oceny owadow zapylajacych koniczynie czerwona (*Trifolium pratense* L.). *Pszczelnicze Zeszyty Naukowe* 20: 69-83.
- Arretz, P. V. and R. P. Macfarlane 1986. The introduction of *Bombus ruderatus* to Chile for red clover pollination. *Bee World* 67: 15-22.
- Ascher J. S and J. Pickering (2017). *Discover Life: Bee Species Guide and World Checklist (Hymenoptera: Apoidea: Anthophila)*. Available online at http://www.discoverlife.org/mp/20q?guide=Apoidea_species.
- Aytekin, A. M. ve N. Çağatay 2003. Systematic studies on *Megabombus* (Apidae: Hymenoptera) species in Central Anatolia. *Turkish Journal of Zoology* 27(3):195-204.
- Bohart, G. E. 1957. Pollination of alfalfa and red clover. *Annual Review of Entomology* 2(1): 355-380.
- Boller, B., F.X. Schubiger and R. Kölliker 2010. Red clover. In: B. Boller, editor, *Handbook of plant breeding*. Vol. 5. Springer, Dordrecht, the Netherlands. p. 439-455.
- Braun E., R. M. MacVicar, D.A. Gibson, B. Pankiw and J. Guppy 1953. Studies in red clover seed production. *Canadian Journal of Agricultural Science* 33: 437-447.
- Brødsgaard, C. J. and H. Hansen 2002. Pollination of red clover in Denmark. Denmark: DIAS report Plant Production no.71.
- Brothers, D. J. 1975. Phylogeny and classification of of the aculeate Hymenoptera, with special reference to the Mutillidae. University of Kansas Science Bulletin 50: 483-648.
- Butler, C. G., J. B. Free and J. Simpson 1956. Some problems of red clover pollination. *Annals Applied Biology* 44: 664-469.
- Danforth, B. N. 1990. Provisioning behavior and estimation of investment ratios in a solitary bee, *Calliopsis persimilis* (Cockerell) (Hymenoptera: Andrenidae). *Behavioral Ecology and Sociobiology* 27: 159-168.
- Davis, P. H. 1970. *Trifolium* In: Davis PH (ed.) *Flora of Turkey and the East Aegean Islands*. Vol. 3. pp. 384- 448. Edinburgh: Edinburgh University Press.
- Dennis B. A. and H. Haas 1967. Pollination and Seed-setting in Diploid and Tetraploid Red Clover (*Trifolium pratense* L.) under Danish Conditions II. Studies of Floret Morphology in Relation to the Working Speed of Honey and Bumblebees (Hymenoptera, Apoidea). *Royal Veterinary and Agricultural College Yearbook* 1967. Copenhagen, p. 118-133.
- Dennis, B. A. and S. N. Holm 1977. Recent trends in red clover pollination. *Pszczelnicze Zeszyty Naukowe* 21:149-157.
- Free, J. B. 1965. The ability of bumblebees and honeybees to pollinate red clover. *Journal of Applied Ecology* 2: 289-294.
- Free, J. B. 1993. *Insect Pollination of Crops*. 2nd edition, London, Academic Press.
- Forster, I. W. and W. V. Hardfield 1958. Effectiveness of honey bees and bumble bees in the pollination of red clover. *New Zealand Journal of Agricultural Research* 1(5):607-609.
- Goulson, D., G. C. Lye, and B. Davill, 2008. Decline and conservation of bumble bees. *Annual Review of Entomology* 53:191-208.
- Gubin, A. F. 1936. Bestäubung und Erhöhung der Samenernte bei Rotklee *Trifolium pratense* L. mit Hilfe der Bienen. *Arch Bienenk* 17: 209-264.
- Gurr, L. 1974: The distribution of bumble bees in the South Island of New Zealand. *New Zealand Journal of Science* 7: 625-642.
- Hawkins, R. P. 1956. A preliminary survey of red clover seed production. *Annals of Applied Biology* 44(4): 657-664.
- Hawkins, R. P. 1958. A survey of late-flowering and single cut red clover seed crops. *Journal of*

DERLEME MAKALESİ / REVIEW ARTICLE

- National Institute Agriculture and Botany 8: 450-461.
- Hawkins, R. P. 1961. Observation on the pollination of red clover by bees. The yield of seed in relation to the number and kinds of pollinators. *Annals Applied of Biology* 49: 55-65.
- Hazır, C., N. Keskin, and E. Schevchl 2014. Faunistic, geographicil and biological contributions to the bee genus *Andrena* (Hymenoptera, Andrenidae, Andreninae) from Turkey. *Journal of Hymenoptera Research* 38: 59-133.
- Hegland, S. J. 2014. Floral neighbourhood effects on pollination success in red clover are scale-dependent. *Functional ecology*. 28(3): 561-568.
- Holm, S. N. 1972. Seed yields in red clover in relation to the number of pollinating bees as influenced by a grow regulator. *Royal Veterinary and Agricultural University Yearbook*, Copenhagen, pp. 127-141
- Holm, S. N. 1984. Introduction and propagation of leaf cutting bee (*Megachile rotundata*) in Denmark. 5th International Symposium on Pollination, Versailles, 27-30 September 1983. Paris: INRA Publications.
- Hulejt, T. and J. M. Gutowsk 2016. *Xyloco valga* Gerst.(Hymenoptera: Apidae) in Poland. *Forest Research Papers* 77(4): 341-351. DOI: 10.1515/frp-2016-0035 Available online: www.lesne-prace-badawcze.pl.
- Jing, S. 2017. Pollination and Seed Setting of Diploid and Tetraploid Red Clover (*Trifolium pratense* L.). Master Thesis , Agroecology, Aarhus University, Flakkebjerg, Denmark 50 pp.
- Martin, J. N. 1938. Why the high price of the red clover seed? *American Bee Journal* 78:102-104.
- Meglic, V. and R. R. Smith 1992. Self-incompatibility and seed set in colchicine-nitrous oxide- and sexually derived tetraploid red clover. *Crop Science* 32(5):1133-1137.
- Michener, C.D., 2007. *The Bees of the World*, 2nd ed. Johns Hopkins University Press, Baltimore and London, 953 pp.
- Michez, D., M. Vanderplanck and M.S. Engel 2012. Fossil bees and their plant associates. In: Patiny, S. (eds). *Evolution of plant-pollinator relationships*.
- Montgomery, B. E. 1951. The status of bumble bees in relation to the pollination of red clover in New Zealand. *Proceeding 6th American Meeting N. C. States Branch Ammerican Association Economic Entomology* 51-55.
- Morse, R. A., and N. W. Calderone. 2000. The value of honey bees as pollinators of U.S.crops in 2000. *Bee Culture* (March 2000): 2–15.
- Ollerton, J., R. Winfree, and S. Tarrant 2011. How many flowering plants are pollinated by animals? *Oikos* 120(3): 321-326.
- O'Toole, C. and A. Raw 1991. *Bees of the World*. London, Blandford.
- Özbek, H. 1976. Doğu Anadolu Bölgesi Andrenidae (Hymenoptera: Apoidea) familyası arıları. *Bitki Koruma Bülteni*, 16 (3): 123-146.
- Özbek, H. 1980. Doğu Anadolu Bölgesi'nde Çayır Üçgülü (*Trifolium pratense* L.)'nü tozlayan arılar (Hymenoptera: Apoidea). *Tübitak Temel Bilim Dergisi, Seri-A4*: 61-66.
- Özbek, H. 1983. Doğu Anadolu'nun bazı yörelerindeki Bombinae (Hymenoptera: Apoidea, Bombinae) türleri üzerinde taksonomik ve bazı biyolojik çalışmalar. *Atatürk Ünivversitesi Yayınları, No: 621, Ziraat Fakültesi Yayın, No: 287. Araştırma Serisi No:*
- Özbek, H. Türkiye'de yonca bitkisini ziyaret eden arı türleri ve *Megachile rotundata* F. (Hymenoptera: Megachilidae). *Uludağ Arıcılık Dergisi*, 8 (1):17–29.
- Özbek, H. 2010. Arılar ve İnsktisitler. *Uludağ Arıcılık Dergisi*, 10(3): 96–101.
- Özbek, H. 2013a. Distribution of the Tribe Osmiini bees (Hymenoptera: Megachilidae) of Turkey Part I: The Genera *Heriades*, *Stenoheriades*, *Hofferia* and *Hoplitis*. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 44(1): 1-20.
- Özbek, H., 2013b. Distribution of the tribe Osmiini bees (Hymenoptera: Megachilidae) of Turkey. Part II: the genera *Haetosmia*, *Osmia* and *Protosmia*. *Atatürk Üniversitesi. Ziraat Fakültesi Dergis,i* 44 (2): 121-143.
- Özbek H., 2013c. New data on large carpenter-bees (Apidae: Xylocopinae: Xylocopini) of Turkey with considerations about their importance as pollinators. *Journal*

DERLEME MAKALESİ / REVIEW ARTICLE

- Entomological Research Society, 15(1): 79-89.
- Özbek, H. 2014. Distribution data on the family Melittidae (Hymenoptera) of Turkey with considerations about their importance as pollinators. Turkish Journal of Zoology, 38 (4): 444-459.
- Palmer-Jones T., I. W. Foster and P. G. Clinc 1966. Observations on the pollination of Montgomery red clover (*Trifolium pratense* L.). New Zealand Journal of Agricultural Research, 9:738-747.
- Peterson, A. G., B.Furgala, and F. G. Holdaway 1960. Pollination of red clover in Minnesota. Journal of Economic Entomology. 53(4): 546-550.
- Plowright, R. C. and L. K. Hartling 1981. Red clover pollination by bumble bees: a study of the dynamics of a plant-pollinator relationship. Journal of Applied Ecology, 18: 639-647.
- Pritsch, G. 1966. Untersuchungen über die Bedeutung der Honigbienen für die Sicherung und Steigerung der Samenertrage des Rotklee. Mitteilungen Zentrum soz Arbeitsgemeinsch, 5:11-26.
- Rao, S. and W.P. Stephen. 2009. Bumble bee pollinators in red clover seed production. Crop Science. 49: 2207-2214.
- Rao, S. and W. P. Anderson 1910. Comparison of bee pollinator abundance in red clover seed production fields with and without honey bee hives in the Willamette Valley. Seed Production Research Report at Oregon State University, 45-49.
- Rasmont, P., A.M. Aytekin, O. Kaftanoğlu and D. Flagothier, 2009. The bumblebees of Turkey, Atlas Hymenoptera, Université de Mons, Gembloux Agro-Biotech, Mons, Gembloux, <http://www.atlashymenoptera.net/page.asp?ID=103>.
- Riday, H. 2010. Progress made in improving red clover (*Trifolium pratense* L.) through breeding. Journal of Plant Breeding, 4(1): 22-29.
- Steiner J. J. and S. C. Alderman 2003. Red clover seed production. Crop Science, 43(2): 624-630.
- Tasei J. N., M. Picard, S. Carre 1978. Les insectes pollinisateurs de la luzerne (*Medicago sativa* L.) en France. Apidologie 9: 175-194.
- Taylor, N. L. 2008. A century of clover breeding developments in the United States. Crop Science, 48 (1): 1-13.
- Taylor, N. L. and K. H. Quesenberry 1996. Red Clover Science. Dordrecht: Kluwer Academic Publisher.
- Taylor, N. L. and R. R. Smith 1980. Red clover breeding and genetics. Advances in Agronomy, 31: 125-154.
- Thomas W. 1951. Bees for pollinating red clover. Gleanings in Bee Culture 79:139-141.
- Tosun, F. 1971. Baklagil ve Buğdaygil Yem Bitkileri Kültürü. Atatürk Üniversitesi Basım Evi, Erzurum.
- Tosun F., İ. Manga ve M. Altın 1980. Bazı önemli çayır üçgülü (*Trifolium pratense* L.) varyetelerinin adaptasyon ve verim denemeleri. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 11 (3-4): 39-56.
- Valle O, S. Marjatta and J. Paatola 1962. Pollination Studies on Red Clover in Finland. Proceedings 1st International Symposium on Pollination 98-105.
- Väre, A. 1960. Pune-apilan siemensaden riippuvaisuudesta kimalaisbiotoopeista. Lounais-Hämeen Luonto, 8:34-41.
- Vleugels, T., I. Roldan-Ruiz and G. Cnops 2015. Influence of flower and flowering characteristics on seed yield in diploid and tetraploid red clover. Plant Breeding, 134(1): 56-61.
- Westgate, J. M. and H. S. Coe 1915. Red clover seed production studies. Bulletin of the United States Department of Agriculture 289.p 31.
- Williams, R. D. 1925. Studies concerning the pollination, fertilization and breeding of red clover. Welsh Plant Breeding Station Bulletin Series H. 4: 1-58.
- Woodrow, A. W. 1952. Pollination of the red clover flower by the honey bee. Journal of Economic Entomology, 45 (6): 1028-1029.
- Wyngaarden, S. L., A. Gaudin, W. Deen and R. C. Martin 2015. Expanding red clover (*Trifolium pratense*) usage in the corn-soy-wheat rotation. Sustainability 7(11): 15487-15509.