

KORUNGA (*Onobrychis viciifolia* SCOP.): ÖNEMLİ BİR ARI BİTKİSİ

Sainfoin, *Onobrychis viciifolia* Scop. : An Important Bee Plant

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

Hikmet ÖZBEK

Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Erzurum, Türkiye.
hozbek@atauni.edu.tr

Anahtar Kelimeler: *Onobrychis viciifolia*, Korunga, Arılar, tozlaşma, Apoidea

Key Words: *Onobrychis viciifolia*, Sainfoin, Bees, Pollination, Apoidea

ABSTRACT

Erzurum ve çevre illerde korunga (*Onobrychis viciifolia* Scop.) bitkisini ziyaret eden arı türlerinin belirlenmesine yönelik bu makalede; balarısı (*Apis mellifera* L.) dışında 200'den fazla yaban arı türünün korunga çiçeklerinden nektar ve polen topladıkları ve tozlaşmanın gerçekleşmesine yardımcı oldukları üzerinde durulmuştur. Korunga çok iyi bir yem bitkisi olduğu kadar, arılar için çok önemli bir polen ve nektar kaynağıdır. Korunga, bal arıları ve yaban arıları yanı sıra Hymenoptera takımına bağlı çok sayıda, bilhassa parazitoit türlerin besin kaynaklarından önemli birisini oluşturmaktadır. Ekolojik sistemde doğal polinatörlere uygun besin kaynağı olarak popülasyon yoğunluklarının artmasına neden olan korunga, biyolojik çeşitliliğin devamına büyük katkı sağlayan kombine verim özellikleri olan bir bitkidir.

GİRİŞ

Korunga (*Onobrychis viciifolia* Scop., *O. viciaefolia* Scop., *O. sativa* Lam.) (Fabaceae), çok önemli bir yem bitkisi olduğu kadar, iyi de bir arı bitkisi olma özelliğini taşımaktadır. Orta ve Güney Avrupa ile Asya'nın ılıman iklim alanlarının yerli bitkisi olan korunga, yüzyıllardan buyana Akdeniz ülkeleri, Orta Avrupa ve İngiltere'de çayır mera ve yem bitkisi olarak üretilmektedir (Tosun, 1971). Korunga, 1900'lü yıllarda Kuzey Amerika'ya ithal edilmiş ve burada değişik çeşitleri geliştirilerek, özellikle Amerika'nın batı eyaletlerinde ve Kanada'da ekimi yapılmaktadır (Tosun, 1971; Richards ve Edwards, 1988; Welsh ve ark., 2003). Korunga ülkemiz ekolojik koşullarına çok iyi uyum sağlamış, sulu ve kıraç arazide yetiştirilmekte, kuru ve yeşil ot olarak tüketilebilmektedir. Elçi ark. (1987) korunganın önemini vurgularken bu bitkinin ülkemizde tek başına çayır, mera ve yem ihtiyacını karşılayabilecek güç ve potansiyele sahip olduğunu belirtmektedirler. Yetiştiriciler, korunga bitkisini daha çok yem bitkisi olarak üretmekte iseler de bal bitkisi veya arı bitkisi olarak da büyük önem taşımaktadır (Madoc, 1934; Pellet,

1940; Rozov, 1952; Dubbs, 1967; 1968). Ancak şunu vurgulamak gerekir ki birçok ülkede olduğu gibi Türkiye'de de korunga bal bitkisi değil, yem bitkisi olarak bilinmektedir. Henüz bilinçli bir korunga tohumculuğu yapılmadığı için de bal arısı ve yaban arılarının korunganın tozlaşmasındaki önemi yeterince bilinmemekte, bu yüzden de tohumluk temininde güçlükler çekildiği yıllar olabilmektedir.

Ülkemizde korunga daha çok İç Anadolu ve Doğu Anadolu Bölgeleri'nde ekilmektedir. Zararlı ve hastalıklar yönünden ciddi zorluklar olmamakla birlikte korunganın kök boğazında zararlı olan *Bembecia scopigera* (scopoli) (Hym. Sesiidae) türü korunga tarımını İç Anadolu'da kimi yıllar önemli derecede olumsuz yönde etkilemektedir (Özbek ve Hayat, 2003).

Korungada Tozlaşma

Korunga bitkisinin çiçekleri pembe veya gülkurusu renkte, bitki sapının nihayetinde salkım şeklinde yer almaktadır. Kayıkçık içerisinde bulunan dişicik organı (stigma) ve erkek organlar (anther) çiçeğe

konan arının ağırlığı ile dışarı çıkmakta, arı uzaklaş-
tığında tekrar eski halini almaktadır. Dişicik organi-
nın erkek organlardan daha uzun olması, kendine
tozlaşmayı adeta olanaksız kılmakta ve çapraz
tozlaşmayı (cross-pollination) zorunlu hale getir-
mektedir. Diğer taraftan, kaliks borucuğunun 2–3
mm derinlikte olması, birçok arı türlerinin korunga
çiçeklerinden polen ve nektar almasını kolaylaştır-
maktadır. Korunga çiçekleri genelde sabah saatle-
rinde açılmakta ise de gün boyunca devam ettiği de
olmaktadır. Çiçeklenme salkımın tabanından baş-
lamakta ve tepeye kadar açılma 2–3 hafta sürmek-
te, açılan bir çiçek bir gün kadar normal durumunu
devam ettirebilmektedir. Bogoyavlenskii (1955) bir
çiçek salkımındaki çiçeklerin en fazla %50'sinin
tohum bağlayabildiğini belirtmektedir. Korunganın
kendine kısır olduğu, çiçeklerde tohum bağlamanın
olabilmesinin yabancı tozlaşmaya (cross-
pollination) bağlı olduğu ve tozlaşmanın arılar tara-
fından gerçekleştirildiği yıllar önce belirlenmiştir
(Knuth, 1906–1909). Daha sonra değişik araştırmacı-
lar bu konudaki çalışmalarını sürdürmüşler ve ko-
rungada tohum bağlamanın arı faaliyetine bağlı
olduğunu vurgularken bir çiçekteki birden fazla arı
ziyaretinin önemli olduğunu da ortaya koymuşlardır
(Thomson, 1938; Bosca ve ark., 1963; Kropacova
ve Haslbachova, 1970; Bogoyavlenskii, 1975; Öz-
bek, 1979a; Ricciardelli d'Albore, 1985; Fearn,
1987; Richards ve Edwards, 1988). Thomson
(1938) korunga çiçeklerinin arı faaliyetinden tecrit
edildiğinde tohum tutma oranını % 0,98 olarak belir-
lemiş, çiçekler yapay tozlaşmaya tabi tutuldukların-
da bu oranın % 5,11, arı faaliyetlerinin serbest bıra-
kıldığı alanlarda ise %51,6 olarak bildirmiştir. Deği-
şik (özellikle Rus) araştırmacılar, tarafından sürdürü-
len çalışmalarda; arılardan tecrit edilmiş kafeslerde
kendine tozlaşma oranını % 0-3, yapay tozlaşmada
% 5,1-13,2 ve doğal koşullarda ise bu değerlerin %
20-54 aralıklarında değiştiğini saptamışlardır
(Tereshchenko, 1949; Bogoyavlenskii, 1955;
Kropacova, 1969; Kropacova ve Haslbachova,
1970; Bogoyavlenskii ve ark., 1976). Knipe ve
Carleton (1972) korungadan elde ettikleri tohumla-
rın % 90'ının yabancı tozlaşma sonucu oluştuğunu
belirtirken, kafesler içerisine alınan korunga bitkisi-
ne salınan bal arılarının % 8–28 oranında yabancı
tozlaşma gerçekleştirdiklerini saptamışlardır.
Kropacova ve Haslbachova (1970) arı ziyaretine
serbest bırakılan parsellerdeki tohum veriminin
(179,13 g/m²) ve arılardan tecrit edilmiş parseller-
dekinin (9,75 g/m²) olarak gerçekleştiğini ve yaban-
cı tozlaşma ile tohum üretiminin 10–20 katı arttığını
tespit etmişlerdir. Benzer şekilde, Tereshchenko

(1949), kafes içinde ve açık alanda tohum bağlama
oranlarını sırası ile % 3,2 ve % 42,2 olarak saptamış-
tır. Ülkemizde korungada tozlaşma ilgili ilk ça-
lışmayı Elçi (1954) Ankara'da yapmış ve kendine
tozlamadaki tohum tutma oranının % 0–0,03 aralı-
ğında değiştiğini tespit etmiş olup arı ziyaretine
serbest bırakılan parsellerde tohum bağlama oranı-
nın korunga türlerine göre %16–58 oranlarında
değiştiğini bildirmiştir. Özbek (1979a) Erzurum ko-
şullarında yaptığı çalışmada; kafes içerisine alınan
parsellerde meyve bağlama oranını % 2,14, arı
ziyaretine serbest bırakılan parsellerde ise % 49,78
olarak saptamıştır.

Korunganın Tozlaşmasında Balarısı (*Apis mellifera* L.)

Arılar, Hymenoptera takımında Apoidea üst famil-
yasının Apiformes gurubunu oluşturan böceklerdir
(Brothers, 1975). Michener (2007), arıları
Colletidae, Halictidae, Andrenidae, Melittidae,
Megachilidae ve Apidae olmak üzere altı familyaya
ayırmıştır. Apidae familyasının Apini tribüsü içeri-
sinde yer alan *Apis* Linnaeus cinsine giren arı türle-
rine **balarıları** adı verilmektedir. *Apis* cinsi, 11 tür-
den oluşmaktadır (Otis 1997). Dünyada en yaygın
olan balarısı türü, *Apis mellifera* L. olup Avrupa ve
Batı Asya kökenli iken insanların yardımı ile dünya-
nın hemen her tarafına yayılmış durumdadır. Deği-
şik alttür ve ırkları bulunmaktadır.

Balarısı, yabancı tozlaşmaya gereksinim duyan çok
sayıdaki bitki türünün tozlaşmasında etkili olan arı
türlerinin başında gelmektedir (Morse ve
Calderone, 2000). Ancak vurgulamak gerekir ki
balarıları hiçbir zaman bir veya birkaç bitki türünün
ziyaretine özelleşmemiş, genel bir ziyaretçi ve
tozlayıcıdır. Başta balarısı olmak üzere arıların
çiçekler üzerindeki faaliyetlerini etkileyen bazı fak-
törler vardır. Bunlar: a) çiçekteki polen veya nektarın
kalitesi, b) çiçeğin yapısında polen ve nektarın
arılar tarafından alınabilme kolaylığı, c) arının bu-
lunduğu yerin kaynağa olan uzaklığı, d) hava koşul-
ları, e) arıların birbirleri ile olan rekabetleri. Balarıla-
rı, koloniden 13,5 km uzak mesafeye kadar uçarak
polen veya nektar toplayabilmekte ve her uçuş
seferi 15–106 dakika sürmektedir (Richards ve
Keven, 2002). Balarıları hava koşullarına karşı çok
daha fazla hassasiyet göstermekte; sıcaklıktaki
düşüşler, bulutlanma ve rüzgâr arıların araziye terk
edip kovanlarına dönmelerine neden olmaktadır.

Değişik familya ve cinslere bağlı çok sayıda arı
türü, korunga çiçeklerini ziyaret etmekte ise de
bunlar arasında balarısı korungayı çok yüksek

oranda ziyaret etmektedir (McGregor,1976; Özbek, 1979; Free, 1993). Kropacova ve Haslbachova (1970) bir korunga sahasında hektar başına 32,8–130,3 kg nektar üretildiğini belirtmektedir. Rozov (1952), korunga çiçeklerinin 14-30°C arasında nektar salgılayabildiğini, ancak maksimum salgının 22-24°C'de olduğunu vurgulamaktadır. Şüphesiz diğer çevre faktörleri ve bitki çeşidi de nektar salgısını etkilemektedir. Değişik araştırmacılara atfen Free (1993), korunga nektarının % 39–50 oranında şeker içerdiğini, bir çiçeğin 0,06–0,89 mg nektar ve 0,01–0,34 mg şeker salgıladığını, hektar başına 33–174 kg nektar ve 2–62 kg şeker elde edildiğini belirtmektedir. Kropacova ve Haslbachova (1970), nektar içerisindeki şeker yoğunluğunun %40-50'ye yükselmesinin balarısının korunga çiçeklerini ziyaretini çok belirgin şekilde artırdığını vurgularken, Dubbs (1968), Montana'da (ABD) korunga tarlasının kenarına yerleştirdiği arı kovanlarından kovan başına 44 kg bal aldığını belirtmekte ve korunga balının çok kaliteli olduğuna değinmektedir. Şüphesiz balarılar korunga bitkisinden nektar aldığı gibi polen de toplamaktadır. Korunga çiçeklerindeki nektar ve polen zenginliği ve bunların kolay alınabilir durumda olması, özellikle balarılar için korunga çiçeklerini oldukça çekici kılmaktadır. Balarısı, korungayı ziyaret eden arı türleri arasında ilk sırada yer almaktadır. Bu durum bal verimini yüksek kıldığı gibi, tozlaşmanın da optimum düzeyde olmasına olanak sağlamakta ve tohum verimi de yüksek ve kaliteli olmaktadır. Dubbs (1968), korunga çiçeklerini ziyaret eden arıların %90'ını balarısının oluşturduğunu belirtmektedir. Ricciardelli d'Albore (1985) geniş korunga alanlarında sürdürdüğü çalışmada bu oranı %99 olarak vermekte, yaban arılarının çevredeki daha çok tercih edilebilir durumdaki diğer bitkilere yöneldiklerini vurgulamaktadır. Kropacova (1969) ve Kropacova ve Haslbachova (1970), sürdürdükleri araştırmalarda; balarısının korunganın tozlaşmasındaki önemine değinmekte ve balarısının dakikada 8–13 çiçeği ziyaret ettiğini belirtmektedirler. Özbek (1979a) Erzurum koşullarında 1972–1974 yıllarında yaptığı çalışmada; balarılarının korungayı ziyaret eden arı türlerinin başında geldiğini, dakikada 14–18 çiçeği ziyaret ettiğini saptamıştır. Aynı çalışmada; bal arılarının korunga plantasyonunda bir gün içerisindeki faaliyeti izlenmiş, arı faaliyetinin 06⁰⁰-18⁰⁰ saatleri arasında arı yoğunluğu yönünden bir çan eğrisi oluşturarak sürdürdüğünü belirlemiştir. Saat 06⁰⁰'da çok az olan arı sayısının giderek arttığını, saat 08⁰⁰'de belirgin bir artış gösterdiğini, öğle saatlerinde en yüksek seviyelere ulaştığını, saat 15⁰⁰ sularından itibaren inişe

geçtiğini ve saat 18⁰⁰'de faaliyetin bitme noktasına geldiğini tespit etmiştir. Bu durumda Erzurum koşullarında (serin iklim, 1850 m rakım) dahi bal arısının 10–11 saat korunga bitkisinde faaliyet gösterdiği anlaşılmaktadır. Özbek (1979c), bir başka makalesinde balarısının korunga ve diğer bazı kültür bitkilerinin tozlaşmasındaki önemini vurgulamaktadır.

Korunganın tozlaşmasında bir çiçeğin birden fazla ziyaret edilmesinin önemi üzerinde de durulmaktadır. Rus araştırmacı Bogoyavlenskii (1955), bir çiçeğin 21 defa ziyaret edildiğini ancak 8'den fazla ziyaretin artık olumlu bir etkisinin olmadığını belirtmektedir. Kropacova ve Haslbachova (1970), bir korunga çiçeğinin en az 5–6 defa ziyaret edilmesinin gereğini vurgulamaktadır. Bogoyavlenskii ve ark., (1976) hektar başına 2 koloninin korungada tozlaşmayı yeterince gerçekleştirebileceğini bildirirken, Çek araştırmacı Kropacova (1969), bir çiçekte 5–6 arı ziyaretinin olabilmesi için hektar başına 2–3 koloninin gerektiğini belirtmektedir. Diğer taraftan Rus araştırmacı Yakovleva (1975), bu değerleri 3–4 koloni/hektar olarak vermektedir. Özellikle ABD ve Kanada gibi ülkelerde arı kolonileri birçok kültür bitkilerinin tozlaşmasında kullanılmak amacıyla yoğun bir şekilde kiralananmakta (Kremen et al., 2002; Burget, 2004) ve badem gibi bazı bitkilerde giderek daha da artış göstermektedir (Burget, 2004). Ancak korunga ve diğer bazı yem bitkilerinde kovan kiralamanın sınırlı olduğu belirtilmektedir (Richards and Keven, 2002). Ülkemizde bal arılarından korunga bitkisinin tozlaşmasında daha fazla yararlanmak ve daha fazla verim alabilmek için arı kolonilerinin tozlaşmada kullanılması amacına yönelik bir girişim mevcut değildir. Ancak arıcılarımızın korunganın iyi bir bal bitkisi olduğunun bilincinde olduğu gözlenmiştir.

Korunganın tozlaşmasında yaban arıları

Michener (2007), yeryüzünde tanımı yapılan 18.000 kadar yaban arı türünün bulunduğunu belirtmekte, her yıl yeni türlerin ilave edildiğine değinmekte ve bu rakamın 20.000 veya daha fazla olabileceğine işaret etmektedir. O'Toole ve Raw (1991) ise 25.000 arı türünün bulunduğunu belirtmektedirler. **Apis** cinsini oluşturan ve balarılar olarak bilinen arı türlerinin dışında kalan ve **yaban arıları** olarak tanımladığımız türler arasında çok sayıdaki arı türü, korunga çiçeklerini ziyaret ederek polen ve nektar toplamakta ve bu esnada tozlaşmayı gerçekleştirmektedirler. Yaban arılarının birçok kültür ve yabani bitkilerin tozlaşmasındaki önemine değinen araştırmacılar, modern tarımda tozlaşmanın tamamen balarılara bağlı olmasının uygun olamayacağına işaret

ARI BİLİMİ /BEE SCIENCE

etmekte ve bu konuda yaban arılarından da yararlanılmasının gerektiğini vurgulamaktadırlar (Westerkamp ve Gottsberger, 2000; Cunningham ve ark., 2002 ve bunlar içerisindeki kaynaklar). Tarımda gelişmiş ülkeler, bir taraftan bal arısından bitkilerin tozlaşmasında azami derecede yararlanma cihetine giderken, diğer yandan da özellikle 1950'li yıllardan başlayarak yaban arılarının tozlaşmadaki önemleri ve etkileri üzerinde araştırmalar yürütmüşlerdir (Loken, 1958; Kendall, 1973; Boyle-Makowski ve Philogene, 1985; Parker ve ark., 1987; Scott-Dupree ve Winston, 1987; O'Toole, 1993). Genel olarak polen toplayan arılar, nektar toplayanlara oranla bitkilerin tozlaşmasında daha etkili olmaktadır. Yaban arıları, bal yapmadıkları (*Bombus* spp. hariç) için çiçekler üzerinde bütün uğraşlarını polen toplama üzerinde yoğunlaştırmaktadırlar. Nitekim Danforth (1990), bazı bireysel (soliter) yaşama sahip arı türlerinin yavrularını yetiştirdikleri süre boyunca her gün vücut ağırlıklarının dört katı veya daha fazla polen veya nektar taşıdıklarını belirtmektedir. Yaban arılarının bitkilerin tozlaşmasındaki önemlerini ortaya koyan hususlardan birisi de bunlardan birçok türlerin sıcaklığın kısmen düşük, bulutlu ve hafif yağmurlu havalarda dahi faaliyetlerini sürdürüyor olmalarıdır. Bu durum, Erzurum koşullarında tarafımdan özellikle gözlenmiştir. Benzer şekilde *Anthidium*, *Anthophora*, *Eucera* ve *Bombus* türlerinin saat 18⁰⁰-19⁰⁰ saatleri arasında dahi faaliyet gösterdikleri dikkati çekmiştir.

Knuth (1906–1909), yüzyılı aşkın bir süre önce sürdürdüğü çalışmalarda; 52 böcek türünün Orta Avrupa'da korunga bitkisinin çiçeklerini ziyaret ettiğini saptamış, bunlardan 41 türün Hymenoptera takımına ait olduğunu belirlemiştir. Fomina (1961), Bogoyavlenskii ve ark. (1976) ve Ricciardelli d'Albore ve Roscioni (1990) gibi araştırmacılar, *Andrena*, *Anthophora*, *Anthidium*, *Bombus*, *Halictus*, *Osmia* ve *Xylocopa* cinslerine mensup birçok yaban arı türünün korunganın tozlaşmasında önem arz ettiklerini belirtmektedirler. Ricciardelli d'Albore and Roscioni (1990) 1450 m rakımdaki korunga alanlarında Colletidae (1), Andrenidae (7), Halictidae (6), Megachilidae (3), Anthophoridae (4), Xylocopidae (1) ve Apidae (19) familyalarına ait 41 arı türünün korunga çiçeklerini ziyaret ettiğini saptamıştır. Türkiye'de bu konudaki çalışmalar son derece sınırlıdır. Elçi (1954), muhtemelen korunganın tozlaşmasında arıların önemine değinen ilk araştırmacı olup bal arısı yanında *Bombus zonatus* ve *Rhophites canus* gibi yaban arılarının da korunganın tozlaşmasında önemli olduğunu belirtmiştir. Bu

konuda ayrıntılı çalışmalar Özbek (1979a) tarafından Erzurum'da yapılmış, balarısına ek olarak değişik familyalara mensup 26 yaban arı türünün yonca ve korunga çiçeklerini ziyaret ettiği tespit edilmiştir. Özbek bu arı türlerinin günlük ve çiçeklenme süresince faaliyetlerini ve dakikada ziyaret ettikleri çiçek sayısını da saptamıştır. Bu konudaki çalışmalar devam ettirilmiş ve 200'ün üzerinde yaban arı türünün korunga çiçeklerini ziyaret ettiği belirlenmiştir (Özbek, 1996; Özbek ve Yıldırım, 1996). Erzurum ve çevre illerde korunga çiçeklerini ziyaret eden arı türleri tablo halinde verilmiştir (Tablo 1). Bu türlerden önemli olan kimi türlerle ilgili bazı tespitlere aşağıda yer verilmiştir.

Andrena labialis (Kirby) (Andrenidae), korunga çiçeklerindeki faaliyetini saat 07⁰⁰-18⁰⁰ arasında korunganın çiçekli olduğu dönem boyunca sürdürmüştür. Dakikada 5–8 çiçeği ziyaret etmektedir. Korunga sahasında yapılan gözlemler ve alınan örneklerde; birçok bireylerin tibial scope (arka tibial sepet), trochanter floccus (arka bacağın trochanter kısmında bulunan polen taşıma sepeti) ve propodeal corbicula (propodeum'un iki yanındaki polen taşıma sepeti)'nin sarı renkteki korunga polenleri ile dolu olduğu görülmüştür. *Andrena ovatula* (Kirby) ve *A. ispida* Warncke türleri de önemli olup birincisi dakikada 4–6, ikincisi 5–7 çiçeği ziyaret etmektedir. Her ikisi de 07⁰⁰-17⁰⁰ arasında korunganın çiçeklenme süresince aktif olan türlerdir.

Melitturga praestans Giraud, *M. pictipes* Morawitz ve *M. clavicornis* Latreilla (Andrenidae) korunganın en önemli polinatörleri arasında yer almaktadırlar. Birincisi saat 06⁰⁰-17⁰⁰ arasında faaliyet göstermekte ve dakikada 10–12 çiçeği ziyaret etmektedir. *Melitturga pictipes* daha erken araziye çıkmakta, saat 05⁰⁰-18⁰⁰ arasında faaliyetini sürdürmekte ve dakikada 10–14 çiçeği ziyaret etmektedir. *Melitturga clavicornis* (Şekil. 1)'in araziye çıkışı biraz daha geç olmakta ve 07⁰⁰-18⁰⁰ saatlerinde faaliyetini göstermekte ve dakikadaki ziyareti 10–14 olmaktadır. Her üç tür de çiçeklenmenin başlangıcı ve sonu arasında faaliyet göstermektedirler. Topladıkları polenleri nektarla karıştırarak dağılması kolay olmayan topaklar halinde tibial scopa'ya yerleştirmektedirler. Oldukça sakin türler oldukları için arazideki faaliyetlerini çok kolay ve zevkle izlemek mümkün olabilmektedir.

Melitta dimidiata Morawitz (Melittidae) (Şekil 2) korunga sahasında oluşturduğu yoğunluk yönünden ilk sırada yer almakta, dakikada 13–15 çiçeği ziyaret etmekte ve 06⁰⁰-18⁰⁰ saatleri arasında aktivi-

ARI BİLİMİ /BEE SCIENCE

tesini sürdürmektedir. Bu tür de oldukça sakin olup çiçekleri ziyaretini izlemek kolay olmaktadır. Korunganın en önemli polinatorü olarak kabul etmek mümkündür.



Şekil 1. *Melitturga clavicornis* Latr.



Şekil 2. *Melitta dimidiata* Mor.

Megachilidae familyasına bağlı *Anthocopa*, *Hoplitis*, *Osmia*, *Chalicodoma* ve *Megachile* cinslerine bağlı çok sayıda tür korunga çiçeklerini ziyaret etmektedir.

Anthophora aestivalis (Panzer) (Apidae) korunganın tozlaşmasında çok önemli olan bir diğer türdür. Özbek (1979a) hatalı teşhis nedeniyle bu türü *Anthophora kaufmannii* Fedtschenko olarak vermiştir. Saat 06⁰⁰-18⁰⁰ arasında aktif olan *A. aestivalis*, dakikada 16–20 çiçeği ziyaret etmektedir. Saat 18⁰⁰'den sonra, hatta 19⁰⁰ sularına kadar aktivitesini sürdürdüğü, hafif çiseli havalarda dahi çiçekler üzerinde dolaştığı izlenmiştir. Bu türün önemli bir özelliği de sabah saatleri ve akşama doğru yoğunluğu öğle saatlerine oranla daha fazla olmaktadır.



Şekil 3. *Megachile montenegrensis* Dours

Korunga bitkisinin tozlayıcıları olarak üzerinde durulması gereken bir diğer grubu da *Eucera* ve *Tetralonia* (Apidae) cislerine giren türler oluşturmaktadır. *Eucera cinerea* Lep. ve *E. helvole* Mocs. diğer *Eucera* türlerine oranla daha fazla yoğunluk oluşturmaktadırlar. Oldukça sakin hareket eden bu türler dakikada 6–13 çiçeği ziyaret etmektedir. Faaliyetleri incelendiğinde tibial korbikularlarının sarı renkte korunga polenleri ile yüklü olduğu dikkati çekmektedir. *Tetralonia hungarica* Fr. korunga bitkisini ziyaret eden arılar arasında önemli olan bir diğer türü oluşturmaktadır. Taban arazide olduğu kadar yüksek rakımlarda da görülmektedir. İri cesametli olan *T. hungarica* dakikada 18–20 çiçeği ziyaret etmektedir. Hele tibial korbikula ve basitarsi (tarsusun birinci segmenti) sarı korunga polenleri ile dolu olduğunda dikkat çekici bir görünüm arz etmektedir. *Tetralonia dentata* Klug da oldukça önemli olan bir başka türdür.

Megachilidae familyasına bağlı çok sayıda türün korunga çiçeklerini ziyaret ettiği belirlenmiştir (Tablo 1 ve 2). Bunlardan *Megachile montenegrensis* Dours Şekil 3' te görülmektedir. Genel olarak Megachilidae türleri oldukça düşük yoğunlukta görülmektedirler.

Bambul arıları (Bombini: Apidae) başta balarıları olmak üzere birçok arı türlerinin aktif olamadığı uygun olmayan hava koşullarında (düşük sıcaklık, kapalı ve rüzgârlı hava) dahi faaliyet gösterdikleri için korungayı ziyaret eden arı türleri arasında ayrı bir öneme sahiptir. *Bombus niveatus* Kriechbaumer, *B. incertus* Morawitz, *B. sylvarum daghestanicus* Radoskowski, *B. armeniacus* Radoskowski ve *B. argillaceus* Scop. korunga çiçeklerini ziyaret ederek tozlaşmayı gerçekleştiren önemli türlerdir. Çiçekler üzerinde oldukça sakin hareket ederler, türlere göre değişmekle beraber dakikada 10–18 çiçeği ziyaret

ARI BİLİMİ /BEE SCIENCE

etmektedirler. Genelde 06⁰⁰-18⁰⁰ arasında faaliyet göstermekte iseler de kimi türlerin güneşin doğuşu ile başlayıp, battıktan sora dahi çiçekleri ziyaret ettikleri gözlenmiştir. *Bombus terrestris* (L.) Erzurum ve çevre illerde yaklaşık 1200 m ve daha altında, özellikle Çoruh nehri ve kollarının bulunduğu dar vadilerde görülür ve varsa korunga çiçeklerini ziyaret eder. Ancak *B. terrestris* İç Anadolu'da daha yaygındır. Richards and Edwards (1988), Kanada'da bambul türlerinin korunga çiçeklerini bal arısına oranla daha fazla ziyaret ettiklerini ve tozlaşmada daha etkili olduklarını belirtmektedir. Ricciardelli d'Albore (1990) ise İtalya'da özellikle rakımın 1450 m olduğu korunga alanlarında düşük sıcaklıklarda ve havanın çok elverişli olmadığı ortamlarda tozlaşmayı bal arılarından ziyade bambul arılarının yaptığını vurgulamaktadır. Nitekim Erzurum koşullarında tarafımdan yapılan tespitlerde 2000 m'nin üstündeki korunga sahalarında korunga çiçeklerini ziyaret eden arı türlerinin genelde bambul arıları olduğu belirlenmiştir (Tablo 2.) Hatta Doğu Anadolu'da bazı çiftçiler, muhtemelen hastalık ve zararlıların az olacağı düşüncesi ile tohumluk üretimini daha çok yüksek yerlerdeki tarlalarında yapmaktadırlar. Kells (2001), makalesinde her ne kadar daha önce yapılan çalışmalarda bal arısının korunganın tozlaşmasındaki önemi üzerinde durulmakta ise de bambul arılarının korunganın tozlaşmasında çok daha etkili olduğunu vurgulamaktadır.

Tarımda gelişmiş ülkelerde kültür bitkilerinin tozlaşmasında önemli olan birçok yaban arı türü kültüre alınmış ve ticari olarak tarla ve kapalı alanlarda değişik bitkilerin tozlaşmasında kullanılmaktadır (Free, 1993). Ancak, özellikle son yıllarda, kültüre almaya temel teşkil edecek yaban arılarının yuva yapısı ve biyolojileri ile ilgili bazı çalışmalar ülkemizde de yürütülmektedir. Özbek (1979b) korunga ve yoncanın önemli polinatörlerinden olan *Chalicoma parietina nestorea* Brulle (Megachilidae)'da yuva yapısını incelemiştir. Yine Özbek yabancı araştırmacılarla birlikte sürdürdükleri çalışmalarda

yonca, korunga ve diğer bazı baklagillerin tozlaşmasında etkili olan *Rophites canus* Eversman (Halictidae) ve diğer bazı *Rophites* türlerinin yuvalarının yapısını ve genç dönemlerini incelemiştir (Rozen and Özbek, 2008). Rozen ve ark. (2009) korunganın çiçeklerini ziyaret eden ve tip lokalitesi Erzurum olan *Hoplitis (Hoplitis) mostrabilis* Tkalcu türünün yuvasının yapısı, yumurta ve larva dönemlerini tanımlamışlardır. Aynı çalışmada yavru hücrelerine yerleştirilen polenlerin incelenmesinde bunların korunga bitkisine ait olduğu ortaya konmuştur. Benzer şekilde uluslar arası düzeyde yürütülen bir diğer çalışmada; yine tip lokalitesi Erzurum olan *Osmia (Ozbekosmia) avosetta* Warncke'nin yuvasının özellikleri, yavru hücrelerin yapısı ve kullanılan petal yapraklar ve genç dönemleri tanımlanmış, tibial scopadaki polenlerin analizinden korunga çiçeklerini tercih ettiği saptanmıştır (Rozen et al., 2010).

Sonuç olarak; korunga ülkemizin yerli bitkisi olması nedeniyle ekolojik koşullara çok iyi uyum sağlamış, sulu ve kıraç alanlarda yetişebilen, önemli bir yem bitkisi olmanın yanında, çok değerli de bir arı bitkisidir. Diğer taraftan, çok sayıda arı türünün polen ve nektar kaynağı olmasına ilaveten kolay alınabilir nektarından yararlanan binlerce böcek türünün, özellikle de faydalı türlerin (Hymenoptera), beslenmesine olanak sağladığı için biyolojik çeşitliliğin devamına büyük katkısı olmaktadır. Çok yıllık bir bitki olduğu için de meyilli arazilere ekildiğinde toprak erozyonunu doğrudan ve dolaylı olarak engellemektedir (Bu durumu Doğu Anadolu Bölgesi'nde görmek mümkün). Yukarıda değinildiği gibi her ne kadar bal arısı dışında çok sayıda yaban arı türleri korungayı ziyaret etmekte iseler de bunların popülasyonları çok büyük dalgalanmalar göstermektedir. Özellikle taban arazide geniş alanlarda korunga tohumculuğu yapılmak istendiğinde yönetilebilir durumda olan bal arısından tozlaşmada yararlanmak zorunlu olmaktadır. Bu konuda yetiştiricilerimizin eğitilmeleri ve yönlendirilmeleri gerekmektedir.

Tablo 1. Erzurum ve çevre illerde korunga (*Onobrychis viciifolia* Scop.) çiçeklerini ziyaret eden arı türleri. (Bees visiting sainfoin (*Onobrychis viciifolia* Scop.) flowers in Erzurum and neighboring provinces)

Colletidae	Andrenidae	Megachilidae
<i>Colletes pallescens</i> Nosk.	<i>A. ovatula</i> (Kr.)	<i>Protosmia monstrosa</i> (Pz.)
<i>Hylaeus rugicollis</i> Mor.	<i>A. panurgimorpha</i> Mavr.	<i>Anthidiellum strigatum luteum</i> (Fr.)
<i>H. variegata</i> (F.)	<i>A. scita</i> Ev.	<i>Icteranthis cimbiciforme</i> (Sm.)
Halictidae	<i>A. soror</i> Dr.	<i>I. limbiferum</i> (Mor.)
<i>Rhophites canus</i> Ev.	<i>Melitturga clavicornis</i> Latr.	<i>Pseudanthidium lituratum</i> (Pz.)
<i>Lasioglossum albipes</i> (F.)	<i>M. pictipes</i> Mor.	<i>P. reticulatum</i> (Mocs.)
<i>L. bicallosum</i> (Mor.)	<i>M. praestans</i> Gr.	

ARI BİLİMİ /BEE SCIENCE

<i>L. fahringeri</i> Fr.	<i>Panurgus sculpturatus</i> Mor.	<i>Chalicoma parietina nestorea</i>
<i>L. fallax</i> Mor.	<i>P. punctiventris</i> Mor.	<i>Ch. flavipes</i> (Spin.)
<i>L. leucozonius</i> (Kr.)	Melittidae	<i>Ch. hugarica</i> Mocs.
<i>L. interruptum</i> Pz.	<i>Melitta bicollaris</i> War.	<i>Ch. monstifica</i> (Mor.)
<i>L. quadrinotatum</i> Kr.	<i>M. leporina</i> (Pz.)	<i>Ch. parietina nestorea</i> (Br.)
<i>L. sexnotatum</i> (Kr.)	<i>M. dimidiata</i> Mor.	<i>Ch. saussueri</i> (Rad.)
<i>L. xanthopus</i> (Kr.)	Megachilidae	<i>Megachile analis</i> Nyl.
<i>Evylaeus laticeps</i> (Sch.)	<i>Hoplitis acuticornis</i> (Du.& Per.)	<i>M. anatolica</i> Reb.
<i>E. malachurus</i> (Kr.)	<i>H. cainata</i> (Stan.)	<i>M. apicalis</i> Spin.
<i>E. marginatus</i> Br.	<i>H. caucasica</i> (Fr.)	<i>M.centuncularis</i> (L.)
<i>E. nigripes</i> Lep.	<i>H. brevispina</i> (Tk.)	<i>M. circumcincta ozbeki</i> Tk.
<i>E. nitidiusculus</i> (Kr.)	<i>H. erzurumensis</i> (Tk.)	<i>M. genalis tortumensis</i> Tk.
<i>E. pauxillus</i> (Sch.)	<i>H. fulva</i> (Ev.)	<i>M. giraudi erzurumensis</i> Tk.
<i>E. pygmaeus</i> (F.)	<i>H. heinrichi</i> Zan.	<i>M. leachella</i> Curtis
<i>E. tricinctus maganicus</i> (Ebm.)	<i>H. leucomelana</i> (Kr.)	<i>M. motenegrensis</i> Dours
<i>E. calceatus</i> (Scop.)	<i>H. libanensis</i> (Morice)	<i>M. pilidens</i> Alf.
<i>Halictus annulipes</i> Mor.	<i>H. mollice</i> Tk.	<i>M. picicornis</i> Mor.
<i>H. caspicus</i> Mor.	<i>H. ozbeki</i> Tk.	<i>M. rotundata</i> F.
<i>H. distinctus patulus</i> Kohl.	<i>H. tridentata</i> (D. et P.)	<i>M. sexmaculata thracia</i> Tk.
<i>H. quadricinctus</i> (F.)	<i>Osmia amathusica</i> Mavr.	<i>M. willugbiella</i> (Kr.)
<i>H. quadrisignatus</i> (Sch.)	<i>O. aurulanta</i> (Pz)	<i>M. versicolor</i> Sm.
<i>H. morbillosus</i> Kriechb.	<i>O. bischoffi</i> Atan.	<i>Coelioxys afra</i> Lep.
<i>H. scabiosae</i> (Ros.)	<i>O. caerulensces</i> (L.)	<i>C. rufescens</i> Lep.
<i>H. simplex</i> Bl.	<i>O. cyanoxantha</i> Per.	<i>Dioxys cincta</i> (Jurine)
<i>H. subauratus meridionalis</i> Mor.	<i>O. cypricola</i> Mavr.	Apidae
<i>H. tetrazonianellus</i> Str.	<i>O. difficilis</i> Mor.	<i>Eucera caerulescens</i> Fr.
<i>H. tetrazonius pentheri</i> Bl	<i>O. livida</i> Tk.	<i>E. cineraria</i> Ev.
<i>H. sexcinctus albohispidus</i> Bl.	<i>O. melanura</i> Mor.	<i>E. dalmatica</i> Lep.
<i>H. viridiaenesus</i> Bl.	<i>O. parietina</i> Curtis	<i>E. nitidiventris</i> Mocs.
<i>Seladonia pollinosus</i> (Sch.)	<i>O. rufohirta</i> Latr.	<i>E. excisa</i> Mocs.
<i>Shecodes ephippius</i> (L.)	<i>O. rhodoesis</i> Zan.	<i>E. helvola</i> Klug.
<i>S. marginatus</i> Haag	<i>O. tergestensis</i> Ducke	<i>E. interrupta</i> Boes.
Andrenidae	<i>O. thoracica</i> Rodoszk	<i>E. longicornis</i> (L.)
<i>Andrena bimaculata</i> (Kr.)	<i>Anthidium cingulatum</i> Latr.	<i>E. pollinosa</i> Sm.
<i>A. dorsata</i> (Kr.)	<i>A. eximium</i> Gir.	<i>E. seminuda</i> Sm.
<i>A. flavipes</i> Pz	<i>A. florentinum</i> (F.)	<i>E. similis</i> Lep.
<i>A. forsteralle</i> (War.)	<i>A. interruptum</i> (F.)	<i>E. vestita</i> Mor.
<i>A. ispida</i> War.	<i>A. manicatum</i> (L.)	<i>Tetralonia compacta</i> Mor
<i>A. labialis</i> (Kr.)	<i>A. oblongatum</i> (Ill.)	<i>T. dentata</i> Klug.
<i>A. labiata regina</i> Fr.	<i>A. punctatum</i> (Latr.)	<i>T. graja</i> (Ev.)
<i>A. numida</i> Lep.	<i>Protosmia glutinosa</i> (Gir.)	<i>T. hungarica</i> Fr.
<i>A. ocreata</i> (Christ)	<i>P. longiceps</i> (Fr.)	<i>T. macroglossa</i> Ill.
Apidae	<i>Bombus lucorum</i> (L.)	<i>B. barbutellus</i> K.
<i>T. nana</i> Mor.	<i>B. terrestris</i> (L.)	<i>B. maxillosus</i> Klug
<i>T. tricincta</i> (Erichs.)	<i>B. argillaceus</i> Scop.	<i>B. rupestris</i> F.
<i>Anthophora aestivalis</i> (Pz.)	<i>B. armeniacus</i> Rad.	<i>B. sylvestris</i> Lep.
<i>A. atroalba</i> Lep.	<i>B. fragrans</i> Pallas	<i>B. vestalis</i> Fourc.
<i>A. biciliata</i> Lep.	<i>B. humilis insipidus</i> Rad.	
<i>A. mucida</i> Grib.	<i>B. laesus</i> Mor.	
<i>A. parietina</i> (F.)	<i>B. mesomelas alboleuteus</i> Vogt	
<i>A. pedata</i> Ev.	<i>B. persicus eversmanniellus</i> Fr.	
<i>A. retusa</i> (L.)	<i>B. ruderarius simulatilis</i> Rad.	
<i>A. robusta</i> Klug.	<i>B. subterraneus latreillellus</i> Kr.	

ARI BİLİMİ /BEE SCIENCE

<i>Amegilla quadrifaciata</i> Vill.	<i>B. sylvarum daghestanicus</i> Rad.	
<i>Paramegilla fulvipes</i> Ev.	<i>B. zonatus</i> Sm.	
<i>P. preshewalski</i> (Mor.)	<i>B. erzurumensis</i> Özb.	
<i>Habropoda tarsata</i> Spin.	<i>B. incertus</i> Mor.	
<i>Ceratina chalcite</i> Latr.	<i>B. cullumanus apollineus</i> Skor.	
<i>Xylocopa iris</i> (Christ)	<i>B. niveatus</i> Kriech.	
<i>X. oliveri</i> Br.	<i>B. soroensis</i> F.	
<i>X. valga</i> Gerst	<i>B. apollineus</i> Skor.	
<i>X. violacea</i> (L.)	<i>B. brodmannicus</i> Vogt	

Tablo 2: 2000 m ve daha yukarılarda korungayı ziyaret eden arı türleri. (Bees visiting sainfoin at 2000 m and above this altitude.)

<i>Apis mellifera</i>	<i>Xylocopa violacea</i> (L.)	<i>B. sylvarum citrinofasciatus</i> Vogt
<i>Halictus quadricinctus</i> (F.)	<i>Bombus cryptarum</i> F.	<i>B. sylvarum daghestanicus</i> Rad.
<i>H. patellatus</i> Mor.	<i>Bombus lucorum</i> (L.)	<i>B. velox</i> Skor
<i>Shecodes gibbus</i> (L.)	<i>B. handlirschianus</i> Vogt	<i>B. alagesianus</i> Reing
<i>Andrena flavipes</i> Pz	<i>B. shaposhnikov</i> Skor.	<i>B. cazuroi</i> Vogt
<i>A. labialis</i> (Kr.)	<i>B. argillaceus</i> Scop.	<i>B. niveatus</i> Kriech.
<i>A. ovatula</i> (Kr.)	<i>B. eversmanniellus</i> Skor.	<i>B. erzurumensis</i> Ozbek
<i>A. soror</i> Dr.	<i>B. armeniacus</i> Rad.	<i>B. cullumanus apollineus</i> Skor.
<i>Melitta dimidiata</i> Mor.	<i>B. hortorum</i> L.	<i>B. incertus</i> Mor.
<i>Chalicodoma monstifica</i> (Mor.)	<i>B. mesomelas alboleuteus</i> Vogt	<i>B. brodmannicus</i> Vogt
<i>Ch. parietina nestorea</i> (Br.)	<i>B. melanurus</i> Lep.	<i>B. niveatus</i> Kriech.
<i>Megachile analis</i> Nyl.	<i>B. pomorum canus</i> Schm.	<i>B. vorticosus</i> Gers.
<i>M. circumcincta ozbeki</i> Tk.	<i>B. portschinsky</i> Rad.	<i>B. campestris</i> Pz.
<i>Tetralonia hungarica</i> Fr.	<i>B. ruderarius simulatilis</i> Rad.	<i>B. bohemicus</i> Seidl.
<i>Xylocopa iris</i> (Christ)	<i>B. subterraneus latreillellus</i> Kr.	<i>B. maxillosus</i> Klug
		<i>B. rupetris</i> F.

KAYNAKLAR

- Bogoyavlenskii, S. G. 1955. Bees and sainfoin. *Pchelovodstvo*, Moskova 32: 10–14.
- Bogoyavlenskii, S. G. 1975. The multiplicity of visits to sainfoin by honey bees and its importance for the yields of seeds. *Proceedings of III. International Symposium Pollination*, (Prague, 1974) *Suppl. BTA*, 2: 121–127.
- Bogoyavlenskii, S. G., S. A. Rozov, and A. K. Tereschenko 1976. (Pollination of sainfoin by bees). *Espartset i opylenie ego pchelani. Nauchno-Issledovatel'skii Institut Pchelovodstva*, Ryazan, U:S:S:R: 124 pp.
- Bosca, I., and S. Hejja 1963. Data on fertilisation in sainfoin (*Onobrychis viciifolia* Scop.). *Novenytermeles* 12:137-142.
- Boyle-Makowski, R.M.D., Philogene, B.J.R., 1985. Pollinator activity and abiotic factors in an apple orchard. *Canadian Entomologist* 117:1509–1521.
- Brothers, D. J. 1975. Phylogeny and classification of the aculeate Hymenoptera, with special reference to the Mutillidae. *University of Kansas Science Bulletin* 50: 483-648.
- Burget, M. 2004. Pacific Northwest Honey Bee Pollination Survey-2003. National HoneyReport XXIII-1 (February 12, 2004): 12-15. U. S. Dept. Of Agriculture, Agricultural Marketing Sevice. Available at: <http://marketnews.usda.gov/portal/usda/templates/honey/honey2004/20040213hny.pdf>. Accessed December28,2005.
- Cunningham, S.A. et al. 2002. The future of pollinators for australian agriculture. *Australia Journal of Agriculture Research* 53: 893–900.
- 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.
- Dubbs, A. L. 1967. Sainfoin: a new honey crop for Montana. *American Bee Journal* 107: 18-19.

ARI BİLİMİ /BEE SCIENCE

- Dubbs, A. L. 1968. Sainfoin as a honey crop. *Montana Agricultural Experiment Station Bulletin*, 627, 109 pp.
- Elçi, Ş. 1954. Anadolu'nun önemli yem bitkilerinden birkaç korunga (*Onobrychis*) türü üzerinde bazı morfolojik ve biyolojik araştırmalar. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yem Bitkileri, Çayır ve Mer'a kürsüsü (Doktora Tezi).
- Elçi, Ş., Ö. Kolsarıcı ve H. H. Geçit 1987. Tarla Bitkileri. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yay. No 1008, Ankara, 237 s.
- Fearn, G. M. 1987. Sainfoin. *Biologist* 34: 93-97.
- Free, J.B., 1993. *Insect Pollination of Crops*. 2nd edn., London, Academic Press.
- Fomina, K. Ya. 1961. Effects of shelter belts on nectar production and seed yield of sainfoin and sunflower. *Kokl. TSKHA*. 62: 531-536.
- Kendall, D.A., 1973. The viability and compatibility of pollen on insects visiting apple blossom. *Journal of Applied Ecology* 10: 847-853.
- Kells, A. 2001. Sainfoin: an alternative forage crop for bees. *Bee World* (82(4)):192-194.
- Kremen, C., N. M. Williams, and R. W. Thorp 2002. Crop pollination from native bees at risk from agricultural intensification. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 99: 16812-16816.
- Kropacova, S. 1969. The relationship of the honey bee to sainfoin (*Onobrychis sativa*) Proceedings, 22nd International Apicultural Congress, Munich, 476-477.
- Kropacova, S. and H. Haslbachova 1970. A study of the honeybee (*Apis mellifera* L) work on sainfoin plants (*Onobrychis viciaefolia* s. *sativa* Thell). *Sborn. Vys. Skoly Zemed. Brne (fada A)* 18: 71-82.
- Knuth, P. 1906-1909. *Handbook of Flower Pollination* (trans by J. R. Ainsworth-Davis). Clarendon Press, Oxford. 3 vol., pp.318-320.
- Knipe, W. I. and A. E. Carleton 1972. Estimates of percentage of self- and cross-cross pollination in sainfoin (*Onobrychis viciaefolia* Scop.) *Crop Science* 12: 520-522.
- Loken, A., 1958. Pollination studies in apple orchards of Western Norway. pp. 961-965 in *Proceedings, 10th International Congress of Entomology*. Montreal.
- Madoc, E. W. D. 1934. Sainfoin, fodder and honey plant. *American Bee Journal* 74: 201.
- McGregor, S.E., 1976. *Insect Pollination of Cultivated Crop Plants*. Agriculture Handbook 496. Washington Dc., U.S. Depart. of Agric., 411pp.
- Michener, C.D., 2007. *The Bees of the World*, 2nd edn. Johns Hopkins University Press, Baltimore and London, 953 pp.
- 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.
- Otis, G. W. 1997. Distributions of recently recognized species of honey bees (Hymenoptera: Apidae: *Apis*) in Asia. *Journal of the Entomological Society* 68 (1996, suppl.):311-333.
- O'Toole, C. and A. Raw 1991. *Bees of the World*. London: Blandford.
- O'Toole, C. 1993. Diversity of native bees and agroecosystems, pp169-196. In J. LaSella and D. Gauld, eds., *Hymenoptera and Biodiversity*. Wallingford, UK.: CAB International.
- Özbek, H. 1979a. Erzurum civarında yonca (*Medicago sativa* L.) ve korunga (*Onobrychis sativa* L.)'daki polinatör arılar (Hymenoptera: Apoidea) bunların faaliyetleri, meyve ve tohum bağlamaya etkileri. Atatürk Üniv. Yay. No. 516, Zir. Fak. Yay. No. 235, Araş. Serisi No. 152, Erzurum.
- Özbek, H. 1979b. *Chalicoma parietina nestorea* Brulle (Hym.: Apoidea; Megachilidae)'nın tanımı ve yuvası. *Atatürk Üniv. Ziraat Fakültesi Derg.*, 10 (1-2): 9-13.
- Özbek, H. 1979c. Kültür bitkilerinin tozlaşmasında bal arısı (*Apis mellifera* L.). *Atatürk Üniv. Zir. Fak. Derg.*, 10 (1-2): 171-177.
- Özbek, H. 1986. Arılar ve bitki yetiştiriciliği. *Hasad*, 1 (10): 18-19.
- Özbek, H. 1996. Korunga (*Onobrychis sativa* Lam.) Tohum Üretiminde Arıların Yeri. Türkiye 3. Çayır, Mer'a ve Yem Bitkileri Kongresi, 17-19 Haziran 1996, Erzurum, 429-434.
- Özbek, H. 2008a. Türkiye'de yonca bitkisini ziyaret eden arı türleri ve *Megachile rotundata* F. (Hymenoptera: Megachilidae). *Uludağ Arıcılık Dergisi*. 8 (1):17-29.
- Özbek, H. 2008b. Türkiye'de ılıman iklim meyve türlerini ziyaret eden böcek türleri. *Uludağ Arıcılık Dergisi*. 8 (3): 94-105.

ARI BİLİMİ /BEE SCIENCE

- Özbek, H., E. Yıldırım 1996. Korungayı Ziyaret Eden Arı (Hymenoptera, Apoidea) Türleri. Türkiye III. Entomoloji Kongresi, 24-28 Eylül 1996, Ankara, 557-566.
- Özbek, H. ve R. Hayat 2003. Tahıl sebze yem ve endüstri bitki zararlıları Atatürk Üniv. Yay. No: 930, Zir. Fak Yay. No: 340, Ders Kitaplar Serisi No: 7, Erzurum, 320s.
- Parker, F. D., S. W. T. Batra, and V. J. Tepedino 1987. New pollinators for our crops. *Agricultural Zoology Reviews* 2: 279-307.
- Pellet, F. G. 1940. Sainfoin. The hay and honey plant. *American Bee Journal* 80: 362-363.
- Ricciardelli d'Albore, G. 1985. The pollination insects of sainfoin (*Onobrychis viciifolia* Scop.) in Umbria and those of crimson clover (*Trifolium incarnatum* L.) in Latium. *Redia* 68: 39-60.
- Richards, K. W. and P. D. Edwards 1988. Density, diversity, and efficiency of pollinators of sainfoin, *Onobrychis viciaefolia* Scop. *Canadian Entomologist* 120: 1085-1100.
- Richards, K. W. and P. G. Keven 2002. Aspects of bee biodiversity, crop pollination, and conservation in Canada. In: Kevan P. and Imperatriz Fonseca V. L. (eds)-The Pollinating Bees-The Conservation Link Between Agriculture and Natur - Ministry of Environment / Brasilia. P 77-94.
- Rozen, J. G., H. Özbek, J.S. Ascher, and M. G. Rightmyer, 2009. Biology of the Bee, *Hoplitis (Hoplitis) montrabilis* Tkalců and Descriptions of Its Egg and Larva (Megachilidae: Megachilinae: Osmiini). *American Museum Novitates*, Number 3645, 12 pp.
- Rozen, J. G., H. Özbek, J.S. Ascher, C. Sedivy, C. Praz, A. Monfared, and A. Müller 2010. Nests, Petal Usage, Floral Preferences, and Immatures of *Osmia (Ozbekosmia) avosetta* (Megachilidae: Megachilinae: Osmiini), Including Biological Comparisons with Other Osmiine Bees. *American Museum Novitates*, Number 3680, 22 pp.
- Rozov, S. A. 1952. Sainfoin-one of the best honey plants in crop rotation. *Pchelovodstvo*, Moskova 29: 46-52.
- Scott-Dupree, C.D., 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.
- Tereshchenko, A. K. 1949. Pollination of sainfoin by honey bees. *Pchelovodstvo*, Moskova 26(6): 338-341.
- Thomson, J. R. 1938. Cross and self-fertility in sainfoin. *Annals Applied Biology* 25: 695-704. doi:10. 1111/j.1744-7348. 1938.tb02348.x
- Tosun, F. 1971. The Effects of Time, Depth and Rate of Seeding upon Number of Seedlings, Plant Height and Forage Yield of Sainfoin. Atatürk Üniversitesi Yayınları No. 115, Ziraat Fakültesi Yayınları No.53, Araştırma Serisi No. 29, A. Ü.Basımevi. Erzurum, 47 pp.
- Welsh, S. L., N. D. Atwood, S. Goodrich and L. C. Higgins 2003. A Utah Flora. Brigham Young University Press. Provo, Utah, 912 pp.
- Westerkamp, C. and Gottsberger, G. 2000. Diversity pays in crop pollination. *Crop Science* 40, 1209-1222.
- Yakovleva, L. P. 1975. Utilization of bees for pollination of entomophilous farm crops in the USSR. Proceedings of III. International Symposium Pollination, (Pragua, 1974) Suppl. BTA, 2: 199-208.

EXTENDED ABSTRACT

Goal: The goal of the present review is to summaries pollination requirements of sainfoin, *Onobrychis viciifolia* Scop., for seed production, give knowledge on pollinator bees and emphasize importance of it as bee or honey plant as well as hay plant.

Discussion: Sainfoin, *Onobrychis viciifolia* Scop. is a perennial legume native to central and southeastern Europe and temperate Asia. Several species of *Onobrychis* may be found growing in the wild and under cultivation. The most widely cultivated species of sainfoin is *Onobrychis viciifolia* (*O. sativa* Lam.). Sainfoin shows little sensitivity in its requirements of soil and climate, in that it produces well under a wide range of climatic and edaphic conditions. Of course, it makes an excellent growth on deep, porous, well-drained soils, which contain a fair proportion of calcium. It shows good performance on low fertility calcareous soils under arid and semi-arid conditions in Central Anatolia and in high altitudes in East Anatolia.

Sainfoin is a valuable pasture crop, a hay crop and a honey or bee crop and is of particular interest for grazing because it does not cause bloat in livestock and has few serious pest of forage and seed. *Bem-*

ARI BİLİMİ /BEE SCIENCE

becia scopigera (Scopoli) (Lepidoptera: Sesiidae) occurs all over the country, but in Central Anatolia is a destructive pest. Sainfoin has a large growing area in Turkey, in particular, central and eastern parts of the country. Although it is slightly self fertile but it is a cross-pollinated plant. Sainfoin blossoms secrete nectar excessively and highly attractive to bees. Pollen is also produced in abundance. The weight of a bee on the flower causes the stigma and anthers to protrude from the keel, and then return after the weight is removed. The stigma projects beyond the anthers so that cross-pollination is assured should the bee visit occur. The calyx tube is only 2-3 mm deep, so most melliferous insects can reach the nectar and pollen. Flowers of sainfoin may open throughout the day but mostly in the morning. They remain open only one day and flowering begins at the base of the raceme and takes 2-3 weeks to reach the tips.

Pollination studies on sainfoin were very restricted in Turkey. Elçi (1954) probably is the first researcher noted that sainfoin was a cross-pollinated crop and bees, particularly honey bees, were valuable pollinators of this plant. He also added that besides the honey bee, *Bombus zonatus* Sm. and *Rhopites canus* Ev. visited sainfoin in Central Anatolia. Özbek (1979a) conducted a study in Erzurum Province (East Anatolia) during 1972 and 1974 to determine the pollinator bees of sainfoin, their daily activities from 06⁰⁰ to 18⁰⁰ throughout the flowering period and number of flowers visited per minute. Self-pollination of plants caged to exclude bees resulted in only 2.14% of the flowers setting seed, whereas plants exposed to bee visit seed setting was 49.78%. Özbek (1979) listed 26 bee species as visitors to sainfoin flowers in Erzurum Province, of which some of them were very good pollinators. Honey bee, *Apis mellifera* L. was the most abundant species visiting sainfoin flowers. Özbek observed that a honey bee visited 14–18 flowers per minute in the research area and was active 06⁰⁰-18⁰⁰ hours, however, in the morning till 08⁰⁰ and after 17⁰⁰ density was very low, it foraged actively about 10 hours per day by making a bell curve. Studies on bees visiting sainfoin in Erzurum and neighboring provinces were continued (Özbek, 1996; Özbek ve Yıldırım, 1996) and listed more than 200 species (Table 1.) as pollinators of sainfoin. Among the bees visiting sainfoin there were some species that were more abundant and important. *Andrena labialis* (Kirby), *A. ovatula* (Kirby) and *A. ispida* Warncke (Andrenidae) were high popu-

lated species they visited sainfoin flowers along the flowering period, from 07⁰⁰ to 18⁰⁰ and visited 5–8, 4–6 and 5–7 flowers per minute respectively. However, *A. labialis* was more active than the others; most of the individuals were observed carrying pollens in their propodeal corbicula, trochanter flocus and tibial scopae. *Melitturga praestans* Giraud, *M. pictipes* Morawitz and *M. clavicornis* Latreilla (Andrenidae) were also valuable pollinators, the first one was active 06⁰⁰-17⁰⁰ hours and visited 12–12 flowers per minute. *Melitturga pictipes* started foraging earlier, was active 05⁰⁰-18⁰⁰ hours and visited 10–14 flowers per minute. *Melitturga clavicornis* was late than the other two species, it was active 07⁰⁰-18⁰⁰ hours, and visited 10–14 flowers per minute. Three of these species visited sainfoin flowers along the flowering period; collected pollens were mixed with nectar and carried on scopal tibiae as pallets. They are calm bees; therefore it is easy to trace their activities in the field. In the family Melittidae, *Melitta dimidiata* Morawitz was the most abundant bee after honey bees, visited 13–15 flowers per minute and foraged 06⁰⁰-18⁰⁰ hours. It could be accepted the best pollinator of sainfoin in Erzurum ecological conditions.

Anthophora aestivalis (Panzer) (Apidae) one of the most important pollinators of sainfoin, it started foraging earlier and returned to the nest late, it was active from 06⁰⁰ almost to 19⁰⁰ and visited 16–20 flowers per minute. Unlike most of the other bees population of *A. aestivalis* was lower about noon time. In genera *Eucera* and *Tetralonia* (Apidae) there are good bees as pollinators of sainfoin: *Eucera cinerea* Lep. and *E. helvole* Mocs. were more abundant than other *Eucera* species. Both of them visited 6–13 flowers per minute, most of the individuals were observed their tibial corbiculae full of sainfoin pollens. The population of *Tetralonia hungarica* Fr. was not high but it was active both in low land and mountainous areas (Table 2) and visited 18–20 flowers per minute. *Tetralonia dentata* Klug also could be accepted a good pollinator.

Bumble bees were one of the most important groups in the pollination of sainfoin. Among them *Bombus niveatus* Kriechbaumer, *B. incertus* Morawitz, *B. sylvarum daghestanicus* Radoskowski, *B. armeniacus* Radoskowski ve *B. argillaceus* Scop. were very abundant species visiting this plant. In general, they visited 10–18 flowers per minute and foraged on sainfoin at 06⁰⁰-18⁰⁰ hours, even some individuals were observed foraging after sun set. It should be emphasized that due to their abundance

ARI BİLİMİ /BEE SCIENCE

and large altitudinal ranges *Bombus niveatus*, *B. incertus*, *B. sylvarum daghestanicus*, *B. armeniacus*, and *B. argillaceus* are among the major contributors to pollination of some important crops (Özbek 2008a, 2008b) including sainfoin in Turkey. Furthermore, bumble bees were main pollinators of sainfoin at the altitudes about 2000 m or above (Table 2). They were active at low temperatures and unfavorable weather conditions. They visited sainfoin flowers at a much greater rate than honey bees and other wild bees. Growing sainfoin for seed production in higher altitudes is preferable by some growers, because of the less problem in some pests and diseases due to low humidity in the soil.

Additionally, some biological studies have been conducted on bees visiting sainfoin in Turkey: Özbek (1979b) described the nest of *Chalicoma parietina nestorea* Brulle (Megachilidae), which is a pollinator of sainfoin and alfalfa. Rozen et al. (2009) described the nesting biology of the solitary ground-nesting bee *Hoplitis (Hoplitis) mostrabilis* Tkalcu, which is an important sainfoin pollinator in Erzurum, eastern Turkey. In another study the nest (including construction, closure, orientation, and depth of cells) of the *Osmia (Ozbekosmia) avosetta* Warncke found nesting near Antalya was described. Analyses of pollens taken from scopol

hairs of the specimens were identified as solely sainfoin (Rozen et al. 2010).

Conclusion

It should be noted that almost all of the bee species, including honey bee are able to provide effective pollination, but their foraging behavior and pollination effect differed significantly in terms of their working timing and visiting frequency, temperature, kinds and the location of flowers. For adequate pollination of crops in Turkey from one side honey bee colonies should be supplied for crop pollination, from other side sustainable agricultural practices should be applied whenever possible to protect wild bee species.

As in other parts of the world, in Turkey, declines in pollinator bees are an important problem. Declines in numbers or species constitutes a significant threat both the biological diversity and to whole economies. However, I observed that bumble bees were in very good conditions, in particularly, eastern Anatolia in the summer of 2010. The densities of almost all bumble bee species encountered in sainfoin fields and in other habitats were close to before 1980s. After such a long time, observing diversities and densities of bumble bees in such good level cause me to think that 2010 can be accepted a "**Bumble Bee year in Turkey**".