

SEBZE TOHUM ÜRETİMİNDE ARILARIN ÖNEMİ

Importance of Bees in Vegetable Seed Production

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

Ahmet TURHAN

Uludağ Üniversitesi, Mustafakemalpaşa Meslek Yüksekokulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, 16500, Mustafakemalpaşa-Bursa, turhan@uludag.edu.tr

ÖZET

Arılar, önemli çiçek ziyaretçisi ve çeşitli bitkilerin tozlayıcısıdır. Arılar tarafından tozlaşma sebze türlerinin üretimi için gereklidir. Kendine döllenmiş sebzelerin örtü altı ve -açıkta yetiştiriciliğinde optimum tozlaşma ve döllenme ürünün verim, kalite ve erken olgunlaşma gibi özelliklerini artırmaktadır. Tozlayıcı olarak bal arıları ve bombus arıları, ticari hibrit tohum üretiminde de yaygın olarak kullanılmaktadır. Yabancı döllenmiş sebzelerde döllenme, dolayısı ile meyve ve tohum gelişimi için polenlerin erkek çiçeklerden dişi çiçeğe taşınması gerekir. Bu bitkilerde tozlaşmanın neredeyse tamamı arılar tarafından gerçekleştirilmektedir. Yabancı döllenmiş bitkilerde arıların kullanılması, verimin maksimize edilmesinde en etkili ve çevre dostu yaklaşım olarak kabul edilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Arı, tozlaşma, sebze, tohum üretimi, verim

Key Words: Bee, pollination, vegetable, seed production, yield

GİRİŞ

Bitkilerde tozlaşma, döllenmeyi sağlayan ilk adım ve ürün miktarını belirleyen en önemli faktördür (McGregor, 1976; Özbek, 1979; 1986; 1996; 2003; Free, 1993; Kevan ve ark., 1990; Nabhan ve Buchmann, 1997). Başarılı bir tozlaşma aynı zamanda, meyve şeklini ve büyüklüğünü de etkilemektedir (Özbek, 1978; 2008a; Cunningham ve ark., 2002). Çiçek içersinde yer alan stigmaya (dişicik tepesi) yeterli sayıda çiçek tozu (polen) gelmemişse meyve tutumunda sorun yaşanır. Döllenme stigma üzerinde çimlenen çiçek tozlarının yumurtalık içindeki yumurta hücrelerini döllenmesi ile oluşur. Tozlaşma ile stigma üzerine binlerce çiçek tozu gelir, ancak bunlardan yumurtalığın içine girip, yumurta hücrelerini döleyebilenler başarılı olur. Yumurta hücreleri, ileride bitkinin tohumlarını oluşturur. Örneğin bir domates, biber veya kabak meyvesinde az sayıda tohum meydana gelmişse ve meyve şekilsizse, bunun nedeni yeterli tozlaşma ve döllenmenin olmamasıdır (McGregor, 1976; Özbek, 1978; 1979; 1986; Free, 1993; Nabhan ve Buchmann, 1997; Çalmaşur ve Özbek, 1999; Yanmaz, 2012).

Çiçekli bitkilerin temel tozlayıcısı olarak kabul edilen rüzgâr, hem homojen tozlaşma sağlayamaması, hem de bitkilerdeki çiçek yapılarının büyük farklılıklar arz etmesi nedeniyle birçok bitki türlerinde tozlaşma için yeterli olamamaktadır. Bu bitkilerde de tozlaşmayı arılar yapmaktadır (McGregor, 1976; Özbek, 1979; 1980a; 1980b; 1996; 2008b; Free, 1993; Nabhan ve Buchmann, 1997).

Bilimsel bir yaklaşımla arılar Hymenoptera takımının Apoidea üstfamilyasının Apiformes grubunu oluşturan böceklerdir (Özbek, 2003; Michener, 2007). Arılar, böcekler içerisinde en önemli çiçek ziyaretçileri ve çeşitli bitkilerin tozlayıcısıdırlar. Nektar ve polen toplamak için çiçekleri ziyaret etmekte; polenleri protein, nektarı da enerji kaynağı olarak kullanılmaktadırlar (Özbek, 1986; 2003; Güler 2006). Bu süreçte arılar, kendi beslenmeleri için değerli besinleri toplarken aynı zamanda, birçok bitkinin üremesini sağlayan polenleri de bitkiden bitkiye taşımakta ve tozlaşmayı gerçekleştirmektedirler. Yeryüzünde bulunan yaklaşık 10 balırsı türü içerisinde *Apis mellifera* yaygın bir şekilde tarımsal ürünlerin ve diğer bitkilerin ticari tozlaşması için kullanılmaktadır (Özbek, 1979; 1986; 2003). Bir bal arısı her dolaşımında ortalama 100 çiçeği ziyaret

etmekte, yaklaşık olarak 5 milyon adet polen (20 mg ağırlığında) toplayabilmekte ve değişik bitki türleri üzerinde günde yaklaşık 5-10 gezi yapmaktadır. Bir koloniden yılda yapılan uçuş sayısı 2 milyon bulmaktadır (Genç ve Dodoloğlu, 2002).

Dünyadaki gıda maddelerinin %90'ı 82 bitki türünden elde edilir. Bu bitki türlerinden 63'ü (%77) arı tarafından tozlaşmaya gereksinim duymaktadır. Özellikle 39 bitki türü için arı tozlaşması mutlaka gereklidir. İnsan gıdasının 1/3'ü doğrudan veya dolaylı olarak arı tozlaşmasına ihtiyaç duyan bitkilerden oluşur (Özbek, 1986; 1991; 2008a; 2008b). Bu nedenle yeterli düzeyde tozlaşmayı sağlamak için çiçeklenme dönemlerinde arı kolonilerine ihtiyaç duyulmaktadır. Bal arıları büyük kolonilere sahip olması, kolayca taşınabilmesi ve yönetilebilmesi nedeniyle birinci derecede tozlaştırıcı olarak kabul edilirler (Özbek, 1986; 2003; Free, 1993; Kuvancı, 2009; Sıralı ve ark., 2011). Aynı araştırmacılar, arılar tarafından gerçekleştirilen tozlaşmanın bitkisel üretimde yüksek verime neden olmanın yanında kaliteyi de olumlu yönde etkilediğini vurgulamaktadırlar.

KENDİNE DÖLLENEN BAZI SEBZELERİN TOZLAŞMASINDA ARILARIN ROLÜ

Solanaceae familyasında yer alan domates, biber ve patlıcan gibi sebzeler genellikle kendine döllen bitkiler olup bunlarda yabancı tozlaşma sınırlı düzeydedir (Vural ve ark., 2000). Ancak bu bitkilerde yabancı tozlaşma gerçekleştiğinde ürünlerin hem nicelikleri hem de nitelikleri yükselmektedir (Özbek, 1979; 1986; Kevan ve ark., 1990; Ağaoğlu ve ark., 1995). Bu bağlamda, ilave tozlayıcı olarak arılar meyve ve tohum oluşumunun artırılması açısından gereklidir. Benzer şekilde Klein (2007) de ekonomik önemi yüksek olan kendine dölenen sebzelerin tozlaşmasında arıların önemine değinmiş ve arıların kullanılması ile meyve ölçülerinin ve kalitesinin arttığını bildirmiştir.

Domates, biber ve patlıcanda tozlayıcıların daha çok önem kazandığı yetiştiricilik şekli örtü altı sebze yetiştiriciliğidir. Örtü altı sebze üretiminde en önemli problemlerden biri yetersiz tozlaşmadır (Crane ve Walker, 1984; McGregor, 1976; Rassmussen, 1985). İzole edilmiş atmosfer nedeni ile rüzgar hareketinin ve ortamda tozlayıcıların olmayışı, diğer taraftan, bazı yörelerdeki seralarda en uygun bitki gelişimini sağlayacak yeterli ve düzenli ısıtmanın yapılmaması, düşük sıcaklık ve düşük ışık enerjisi polen üretimini azaltmakta, yüksek nem oranı ise polen dinamizmini sınırlandırmaktadır (Banda ve Paxton, 1991; Cervancia ve Bergonia, 1991; Cribb,

1990; Neisweinder, 1956). Yetiştiriciler, domates ve patlıcanlarda meyve oluşumunu desteklemek için oksin ve vibratörleri kullanmaktadır. Fakat bu uygulamalar hem zaman kaybına neden olmakta hem de ekonomik olmamaktadır (Pessarakli ve Dris, 2004). Özellikle son yıllarda bilinçsizce yapılan kimyasal kullanımı, bitki gelişimini olumsuz etkilediği gibi üründe kalıntı sorunu yaratmakta, bu da ihracatta kalıntı problemlerini ortaya çıkarmaktadır. Bu durumun ortadan kaldırılması için tozlaşma amacıyla bombus arılarının seracılıkta kullanımı hızla artmakta ve dolayısıyla günümüzde örtü altı yetiştiriciliğinde kullanılan büyüme düzenleyicilerinin yerini bombus arıları (*Bombus terrestris* L.) ve vibrasyon ile tozlaşma almaktadır (Ateş, 2000). Ancak Thomas (2004) vibrasyon ile tozlaşmanın zaman kaybına neden olmasından dolayı bombus arılarının tercih edildiğini belirtmektedir. Er (2012), bombusların örtü altı yetiştiriciliğindeki önemini vurgularken bombus kullanımının örtü altı yetiştiriciliği yapılan seralarda giderek yaygınlaştığını bildirmekte, ülkemizdeki seralarda bu arıların kullanımının %25'lerde olduğunu belirtmektedir.

Tozlayıcı olarak baları örtü altı yetiştiriciliğinde yeterince etkin değildir (Banda ve Paxton, 1991; Cervancia ve Bergonia, 1991; Cribb, 1990; Neisweinder, 1956). Kapalı alanlarda arılar strese maruz kalmakta, bu da %40'a varan oranda arı ölümlerine yol açmaktadır. Ayrıca sıcaklık, bal arılarının aktivasyonunda sınırlandırıcı bir faktördür. Bal arılarının aktif olabilmesi için ortam sıcaklığının 15°C'nin üzerinde olması gerekmektedir. Ancak sıcaklığın normalin üzerine çıkması (35 °C üzeri) da bal arılarının uçuşlarının durmasına neden olmaktadır. Bu da tozlaşmanın yapılamaması demektir. Buna karşın bombus arıları sera gibi kapalı alanlarda strese maruz kalmadıkları, düşük sıcaklıkta (6-8°C) ve düşük ışık yoğunluğunda aktif olabildiklerinden dolayı tozlaşma için oldukça uygundur (Özbek, 1991; Dusek ve ark., 2010). Ayrıca bulutlu ve yağmurlu havalarda bal arıları uzun süre uçmamaktadır. Bombus arıları soğuk iklime uyum sağladıklarından, soğuk veya serin bölgelerde yer alan açık alanlardaki sebze yetiştiriciliğinde etkili bir şekilde kullanılabilirler. Bununla birlikte, yağmurlu ve bulutlu günlerde uçuş yeteneğinde olduklarından dolayı ilkbaharda erken çiçek açan sebzeler içinde uygun tozlayıcılardır (Özbek, 1991; 2008a; 2008b; Dusek ve ark., 2010)

Sera sebzeleri taze tüketim için üretildiklerinden dolayı, tüketiciye hitap edecek yüksek kalitede olması gerekir (Gradish ve ark., 2010). Bombus arıla-

rının tozlayıcı olarak kullanılması meyve miktarını ve kalitesini önemli miktarda geliştirdiği, ürünün erken ve aynı zamanda olgunlaşmasını sağladığı, tohum tutumunu yükselttiği yapılan araştırmalarla ortaya konmuştur. Bu konu ile ilgili olarak bombus arılarının tozlayıcı olarak kullanıldığı bir araştırmada, örtü altında yetiştirilen domateslerde (Dombito) meyve büyüklüğünün ve meyve içersindeki tohum miktarının arttığı fakat meyve şeklinin değişmediği bulunmuş, bombusların örtü altı domates yetiştiriciliğinde etkin bir tozlayıcı olduğu bildirilmiştir (Dogterom ve ark., 1998). Melnichenko (1977)'ya göre, tozlaşmaya gereken önemin verilmesi durumunda domateslerde %25 verim artışı sağlanabilmektedir. Bombus arılarının tozlayıcı olarak kullanıldığı bir diğer araştırmada, tatlı biber (Cubico ve Plutona) çeşitlerinde meyve ağırlığı, meyve genişliği, meyve hacmi, tohum ağırlığı artarken, meyve oluşumu ve hasat arasındaki gün sayısının azaldığı belirlenmiştir. (Shipp ve ark., 1994). Bombus arıları tozlayıcı olarak, örtü altı patlıcan yetiştiriciliğinde de yaygın olarak kullanılmaktadır. Akdeniz bölgesinde yer alan seralar düzenli ısıtılmamaktadır. Bu nedenle polen üretimi ve polen kalitesi düşük sıcaklık nedeni ile kış aylarında azalmaktadır. Örtü altı patlıcan yetiştiriciliğinde, bombus arıları sınırlı polen miktarının etkin bir şekilde kullanımını sağlamak ve böylece hibrit çeşitlerde meyve tutumu artırılabilir (Abak ve Güler, 1994).

Bombus arı kolonilerinin çiçeklenme zamanı boyunca sera ortamında tutulması iyi bir tozlaşma için gereklidir. Seralarda kullanılan standart kovanların aktif ömrü 6-8 hafta olup, 800 m² ve üstündeki kapalı alanlar için uygundur. Domates yetiştiriciliğinde dekara 1-3 adet, biber yetiştiriciliğinde 5 dekara standart 1 adet kovan konmalıdır. Bir uçuşta işçi arı 400 çiçeğe konarak ve 1 dakikada 8-20 çiçeği ziyaret ederek polenleri taşır. Kovanlar çiçeklenme başlangıcında, ısıtıcılardan 3-5 m uzağa ve serin, gölge, sakın, doğrudan güneş almayan 50-60 cm yükseklikte bir yere konmalıdır (Er, 2012).

Açık alanlarda bal arısı yüksek yoğunluk oluşturabilecek durumdadır. Bu nedenle birçok bitki türlerinde en etkili tozlayıcı olarak kabul edilir (McGregor, 1976; Özbek, 1979; 1986; 2011; Free, 1993; Çalmaşur ve Özbek, 1999). Bu durumda Bombus arıları ve diğer yabanarılar ikinci derecede tozlayıcı durumuna düşerler (Çakmak, 2004). Yanmaz (2012), arı kovanlarının açıkta sebze yetiştiriciliğinde ve sebze tohumu üretiminde verimi artırdığını bildirmekte, özellikle tohum üretimi yapılan tarlalara

arı kovanı konularak hem meyve verimini hem de tohum veriminin artırılmasının mümkün olduğunu vurgulamaktadır. Bu arada, arıların tozlaşmaya yardımcı olurken bazı virüs ve bakteriyel hastalıkların bitkiden bitkiye taşınmasına neden olabileceği uyarısı da aynı araştırmacı tarafından belirtilmektedir. Tozlaşmada kullanılacak olan bal arısı kolonileri, tozlaşması istenilen bitkilerin yeterli düzeyde çiçeklenmesi başlayana kadar bu alana getirilmemesi gerekmektedir. Arı kolonilerinin bitki alanlarına erken getirilmesi sonucu, arılar çevrede çiçek açan diğer bitkilere yönelmekte, bu sebepten tozlaşması istenilen bitki uygun olduğu zaman bal arılarının önceki bitkiyi bırakması söz konusu olmamakta ve tozlaşma başarısızlıkla sonuçlanabilmektedir. Bu durum özellikle bitkiler kısa süreli çiçeklenme periyoduna sahip olduğunda veya bitkilerin arılar için daha az çekici olduğunda karşılaşılan bir olaydır (Çankaya ve Korkmaz, 2008).

Sebze bitkilerinde, bal arıları ve bombus arıları ticari hibrit tohum üretiminde yaygın olarak kullanılmaktadır. Hibrit tohum üretimi için, ebeveyn hatları arasında polen transferi gereklidir (Free, 1993), İki ebeveyn kendilenmiş hat arasındaki tozlaşmalarda, polen taşıyıcı olarak arıların kullanılması oldukça başarılı sonuçlar vermektedir (Gradish ve ark., 2010). Ebeveyn hatlara arı ziyaretlerinde ise, bitkinin fiziksel görünüşü ve ölçüleri, çiçek rengi ve kokusu önem kazanmaktadır (Faukner, 1976). Bunların haricinde ebeveyn hatlara arı ziyaretlerinin farklı sebepleri de vardır. Örneğin, erkek-fertil hatların çiçekleri daha fazla polen içerir, erkek-steril hatlar ise daha fazla nektar içermektedir. Arılar bu iki hattı birbirinden, hatları ziyaret ettikten sonra her iki hat arasındaki görsel ve kokusal farklılıkları hafızalarına kaydederek ayırt edebilmektedir (Kobayashi ve ark., 2010).

YABANCI DÖLLENEN BAZI SEBZELERİN TOZLAŞMASINDA ARILARIN ROLÜ

Cucurbitaceae (Kabakgiller) familyasında yer alan karpuz, kavun, kabak ve hıyarlar ekonomik önemi yüksek olan sebzeler grubundadır. Bu sebzelerin ortak özelliği, erkek ve dişi çiçeklerin aynı bitki üzerinde fakat ayrı yerlerde olmalarıdır. Bu sebzelerde yabancı dölleme hakimdir. Dölleme, dolayısı ile meyve ve tohum gelişimi için polenlerin erkek çiçeklerden dişi çiçeğin stigmasına taşınması gerekir (Jayaramappa ve ark., 2011; Westerfield, 2011). Ayrıca polenler olgunlaştığında dağılmaz ve jelatini bir madde ile yapışık durumdadır. Bu nedenle polenlerin mutlaka böcekler ile taşınması gerekir

(Vural ve ark., 2000). Birçok böcek türleri, nektar ve polen toplamak için çiçekleri ziyaret ederler. Bu böcekler arasında en önemlileri bal arılarıdır. Yabancı tozlaşmaya gereksinim duyan bitkilerde tozlaşmanın %90'ını arılar gerçekleştirmektedir (Özbek, 1986; 1992). Arılar, bir gezide tek bir türün çiçeklerini ziyaret ederek tüylü vücutları ile polen tanelerini kolayca toplayabilir ve bu polenleri dişi çiçeğe yayararak tozlaşmayı gerçekleştirirler.

Kabakgillerde çiçek açma sabah güneş doğduktan kısa bir süre sonra başlayıp öğleden sonraya kadar devam etmektedir. Bal arıları bu bitkilerde etkili ve yaygın tozlayıcıdır. Bal arılarının aktif olduğu zaman ile çiçeklerin açık olduğu zaman örtüşmektedir. Arılar, çiçekleri güneş doğduktan bir ya da iki saat sonra ziyaret etmeye başlar, ziyaretler sabah 9.00 civarında maksimuma ulaşır, bu ziyaret öğleden sonraya kadar devam eder. Polen toplama işi öğlende sona erer, fakat nektar toplama öğleden sonraya kadar sürmektedir (Rao ve Suryanarayana, 1988). Arının çiçek üzerinde kalış süresinin uzunluktan çok çiçeğe yapılan ziyaretin sayısı önemlidir. İyi bir meyve tutumu ve tohum gelişimi, dişi çiçeğe sekiz ziyaretten sonra gerçekleşmektedir (McGregor, 1976). Pazarlanamayacak şekilsiz ve küçük meyveler yetersiz tozlaşma nedeni ile meydana gelmektedir (Westerfield, 2011).

Yabancı döllene gereksinim duyan birçok bitkilerde olduğu gibi (Özbek, 1986; 1991; 2008a; 2008b; 2011) kabak ve karpuzlarda da meyve ve tohum oluşumu için tozlaşmanın istenilen düzeyde olması zorunludur. Nitekim Kremen (2001), karpuzlarda tozlaşmanın %28-100'lük kısmını arıların gerçekleştirdiğini belirtmektedir. Bu nedenle yetiştiricilerin yüksek verim, düzgün şekilli ve iri meyveler elde edebilmeleri için tarlada arı kolonileri bulundurmaları gerekmektedir (Shawer ve ark., 1981; Schultheis ve ark., 1994). Benzer şekilde Melnicenko (1977), karpuz ve kavunlarda optimum tozlaşmanın, verimi %95-100 oranında artırdığını vurgulamaktadır. Tozlaşma triploit (çekirdeksiz) karpuz üretiminde, diploit (çekirdekli) karpuzlara göre daha önemlidir. Çünkü triploit karpuzlar canlı polen oluşturmazlar (Rhodes ve ark., 1997). Bu nedenle diploitlerde olduğu gibi triploit çeşitlerde de yeterli tozlaşma meyve verimi ve kalitesinin artmasını sağlamaktadır (Maynard ve Elmstrom, 1992; Rubatzky ve Yamaguchi, 1997). Triploit karpuzlarda meyve verimi ve ortalama meyve ağırlığı arı ziyaretleri ile yakından ilişkilidir. Yapılan çalışmada en düşük verim 0 (sıfır) arı ziyaretinden elde edilmiş ve arı ziyaretlerinin 24'e çıkarılması ile verim ve meyve

ağırlığı buna paralel şekilde artmıştır. En yüksek meyve verimi ve ortalama meyve ağırlığı 16-24 arı ziyareti ile elde edilmiştir (Walters, 2005).

Hıyarlarda da durum diğer kabakgillerden farklı değildir. Hibrit tohum üretiminde, hıyarlarda tozlaşma bal arıları, bombus arıları ve el ile gerçekleşmektedir (Calin ve ark., 1999). Birçok üretici tohum miktarını artırmak için bal arısı kolonilerinden yararlanmaktadır (Kremen, 2001). Hibrit hıyar çeşitleri (Cornisa, Cornibac ve Corniom) ile yapılan bir çalışmada, hibrit tohum üretimi için en etkin tozlayıcının bal arıları olduğu ve el ile yapılan tozlaşmaya göre tohum miktarında %50 artış sağlandığı belirlenmiştir. Bal arılarının tozlayıcı olarak kullanılması, meyve ölçülerinde ve meyve içersindeki tohum sayısında da önemli miktarda artış sağlamıştır (Calin ve ark., 2008).

Stanghellini ve ark. (1997)'na göre, hıyar ve karpuzlarda meyve oluşumu ve tohum miktarı dişi çiçeğe olan arı ziyaretlerinin artması ile artış göstermektedir. Hıyarlarda iyi bir meyve tutumu için, çiçeğe 8 ile 10 arasında arı ziyareti olmalıdır ve iyi bir tohum tutumu içinde arı ziyaretlerinin bu miktarın üzerinde olması gerekir. Bunun içinde hektara en az 2-3 arı kolonisine gerek duyulduğu Hooperingarnier ve Wailer (1993) ile Hughes ve ark. (1988)'nin yaptıkları çalışmalarda ortaya konmuştur. Karpuzlarda ise normal bir meyve tutumu ve gelişimi için en az arı ziyaretinin 8 olması ve bunun için de hektara 1 arı kovanının olması gerektiği bildirilmiştir (McGregor, 1976). Sakız kabağı meyvelerinde tohum oluşumu, stigma üzerindeki polenlerin birikimindeki artışı ile önem kazanmaktadır (Winsor ve ark., 1987). Bal-kabaklarında dişi çiçeğe arı ziyaretlerinin 1 den 12'ye çıkması meyve tutumunu %58, meyvedeki tohum miktarını %75 artırmıştır (Jaycox ve ark., 1975). Kabaklarda etkin bir tozlaşma için hektara en az 2.5 arı kolonisi kullanılması önerilmektedir. Kavunlarda, tam meyve oluşumu için stigma üzerine bin tane polen gelmelidir ve stigmaya gelen polen miktarının düşmesi şekilsiz meyve oluşumunda etkili faktördür (Adlerz, 1966). Bu araştırmalar da göstermektedir ki, ortamdaki arı popülasyonunun artması çiçeklere arı ziyaretlerini artırmakta, bu da çiçeklerde polen birikimi ile birlikte kabakgillerde verim ve tohum miktarını yükseltmektedir (Walters ve Taylor, 2006).

Özbek (2013) Türkiye'nin *Xylocopa* (Hymenoptera: Apidae: Xylocopinae) türleri ile ilgili yürüttüğü çalışmada; bu cinse giren yabancılarının bitkilerin tozlaşmasındaki önemini vurgularken *Xylocopa*

pubescens Spinola türünün *Cucumis melo* bitkisinin kapalı alanlarda tozlaşmasında etkili olduğunu belirtmekte, kütle halinde üretim için potansiyel durumda olduğunu vurgulamaktadır.

KAYNAKLAR

- Abak, K. and Güler, H.Y. 1994. Pollen fertility and the vegetative growth of various eggplant genotypes under low temperature greenhouses conditions. *Acta Horticulturae*, 366: 85-91.
- Adlerz, Z. 1966. Honey bee visit numbers and watermelon pollination. *Jour. Econ. Ent.* 59: 28-30.
- Ağaoğlu, S., Çelik, H., Çelik, M., Fidan, Y., Gülşen, Y., Günay, A., Halloran, N., Köksal, İ.A., Yanmaz, R. 1995. Genel Bahçe Bitkileri. Ankara Üniv. Zir. Fak. Eğitim, Araşt. ve Geliştirme Vakfı Yay., Ankara No: 4, s. 54.
- Ateş, A.Ö. 2000. Örtüaltı sebze yetiştiriciliğinde bombus (*Bombus terrestris*) arılarının kullanımındaki son gelişmeler. III. Sebze Tarımı Sempozyumu, Isparta.
- Banda, H.J. and Paxton, R.J. 1991. Pollination of greenhouse tomatoes by bees. *Acta Horticulturae*, 288: 194-198.
- Calin, M., Stoian, L., Ghica, M. 1999. Folosirea bondarilor o secvenna tehnologică modernă în cultura legumelor din spaŃii protejate. *Hortinform*, 8(84): 23-24.
- Calin, M., Ambarus, S., Cristea, T.O., Falticeanu, M., Stoian, L., Popa, C.M. and Dumbrava, M.M. 2008. The utilization of honey-bees for the production of seeds of cucumber Cornichon type. Proceedings of the IXth EUCARPIA meeting on genetics and breeding of Cucurbitaceae (Pitrat M, ed), INRA, Avignon (France), May 21-24th.
- Cervancia, C.R. and Bergonia, E.A. 1991. Insect pollination of cucumber (*Cucumis sativus* L.) in the Philippines. *Acta Horticulturae*, 288: 278-282.
- Crane, E. and Walker, P. 1984. Pollination directory for world crops. *Int. Bee Res. Assoc.*, London, 183 pp.
- Cribb, D. 1990. Pollination of tomato crops by honeybees. *Bee Craft*, 72(8): 228-231.
- Cunningham, S.A., FitzGibbon, F., Heard, T.A. 2002. The future of pollinators for Australian agriculture. *Australian Journal of Agricultural Research*, 53: 893-900.

- Çakmak, İ. 2004. Arıların yayılma ekolojisi ve bitkisel üretimdeki rolü. *Uludağ Arıcılık Dergisi*, 4 (2): 81-87.
- Çalmaşur, Ö. ve Özbek H. 1999. Erzurum'da Ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.)'ni Ziyaret Eden Arı (Hymenoptera, Apoidea) Türlerinin Tespiti ve Bunların Tohum Bağlamaya Etkileri. *Tr. J. of Biology*, 23: 73-89.
- Çankaya, N. ve Korkmaz, A. 2008. Polen. Samsun İl Tarım Müdürlüğü Çiftçi Eğitimi ve Yayım Şubesi Yayını, 33: 3-5.
- Dogterom, M.H., Matteoni, J.A. and Plowright, R.C. 1998. Pollination of greenhouse tomatoes by the North American *Bombus vosnesenskii* (Hymenoptera: Apidae). *J. Econ. Entomol.* 91(1): 71-75.
- Dusek, K., Krieg, P., Duskova, E. 2010. Methodology for using insect pollinators in heterogamous vegetable species, medicinal, aromatic and culinary plants grown in technical isolation. *Crop Research Institute (Prague)*, p. 34.
- Er, C. 2012. Bombus arısının (yabani arı) örtü altı ekolojik yetiştiricilikte kullanılması. *Tarım Türk Dergisi*, 37: 66-70.
- Faukner, G.J. 1976. Honey bee behaviour as affected by plant height and flower color variation in Brussels sprout. *Journal of Apicultural Research*, 15: 15-18.
- Free, J.B. 1993. Insect pollination of crops 2nd edition. *Academic Press, London*. p. 684.
- Genç, F. ve Dodoloğlu, A. 2002. Arıcılığın Temel Esasları. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Yayınları. No: 166, Erzurum, s. 338.
- Gradish, A.E., Scott-Dupree, C.D., Shipp, L., Harri-sa, L. and Ferguson, G. 2010. Effect of reduced risk pesticides for use in greenhouse vegetable production on *Bombus impatiens* (Hymenoptera: Apidae). *Pest Manag. Sci.* 66: 142-146.
- Güler, A. 2006. Bal arısı. *OMU Ziraat Fakültesi Ders Kitabı*, 55: 9-11.
- Hooperingarnar, R.A. and Wailer, G.D. 1993. Crop Pollination. p.1043-1082. In: J. Graham (cd.). *The hive and the honeybee*. Dadant and Sons Pub., Hamilton, 111.
- Hughes, G.R., Averde, C.W. and Sorensen, K.A. 1988. Growing pickling cucumbers in North Carolina. *North Carolina Coop. Ext. Serv. Bul.* No: AG-315, 15 pp.
- Jayaramappa, K.V., Pattabhiramaia, M. and Bhargava, H.V. 2011. Influence of bee-attractants

ULUDAĞ ARICILIK DERGİSİ / ULUDAG BEE JOURNAL

- on yield parameters of ridge gourd (*Luffa acutangula* L.) (Cucurbitaceae). World Applied Sciences Journal, 15 (4): 457-462.
- Jaycox, E.R., Guynn, G., Rhodes, A.M. and Vandermark, J.S. 1975. Observation on pumpkin pollination in Illinois. Am. Bee Journal, 115: 139-140.
- Kevan, P.G., Clark, E.A. and Thomas, G. 1990. Insect pollinators and sustainable agriculture. American Journal of Alternative Agriculture, 5(1): 13-22.
- Klein, A.M. 2007. Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. Proc. Biol. Sci. 274: 303–313.
- Kobayashi, K., Tsukamoto, S., Tanaka, A., Niikura, S., Ohsawa, R. 2010. Selective flower visitation behavior by pollinators in radish F1 seed production field. Breeding Science, 60: 203-211.
- Kremen, C. 2001. Conserving and restoring pollination services in organic farms of Yolo and Solano Counties, Northern California. Organic Farming Research Foundation Project Report, 99-07, Stanford University (US), p. 84.
- Kuvancı, A. 2009. Bal arılarının polinasyona (Tozlaşma) olan etkisi. Arıcılık Araştırma Dergisi, 2: 12–15.
- Maynard, D.N. and Elmstrom, G.W. 1992. Triploid watermelon production practices and varieties. Acta Hort. 318: 168-173.
- McGregor, S.E. 1976. Insect pollination of cultivated plants. Agric. Handbook, USDA, ARS, Washington, No: 496, p. 411.
- Melnichenko, A.N. 1977. Role of insect-pollinators in increasing yields of agricultural plants. In "Pollination of agricultural Crops by bees Vol. III," ed, A.N.Mel'nichenko, Amerind Publishing Co. Pvt. Ltd. New Delhi, Bombay, Calcutta, New York, 150 pp.
- Michener, C.D. 2007. The Bees of the World, 2nd edn. Johns Hopkins University Press, Baltimore and London, 953 pp.
- Nabhan, G.P. and Buchmann, S.L. 1997. Services Provided by Pollinators. In: Nature's Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems, Chapter 8,(Ed: G. Daily), Island Press, pp. 133-150.
- Neisweinder, R.B. 1956. Pollination of greenhouse tomatoes by honeybees. J. Econ. Entomol. 49(4): 436-437.
- Özbek, H. 1978. Doğu Anadolu'nun bazı yörelerinde elma ağaçlarında tozlaşma yapan arılar (Hymenoptera: Apoidea) Atatürk Üniv. Zir. Fak. Derg. 9(4): 73-77.
- Özbek, H., 1979. Kültür bitkilerinin tozlaşmasında bal arısı (*Apis mellifera* L.). Atatürk Üniv. Zir. Fak. Derg. 10:171-177.
- Özbek, H. 1980a. Kars yöresinde yembezelyesi (*Pisum arvense* L.)'ni tozlayan arılar. Türk. Bitki Kor. Derg. 4 (3): 193-195.
- Özbek, H. 1980b. Doğu Anadolu Bölgesi'nde Çayır Üçgülü (*Trifolium pratense* L.)'nü tozlayan arılar (Hymenoptera: Apoidea). Temel Bilim Derg. Seri-A4: 61-66.
- Özbek, H. 1986. Arılar ve bitki yetiştiriciliği. Hasad, Yıl 1, 10: 18-20.
- Özbek, H. 1991. Yaban hayatında bambul arıları. Tabiat ve İnsan, 25(3): 8-11.
- Özbek, H. 1992. Balarısı (*Apis mellifera* L.)'nın Bitkilerin Tozlaşmasında Kullanılması. Doğu Anadolu Bölgesi I. Arıcılık Semineri, Erzurum, 185: 30-48.
- 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. 2003. Türkiye'de arılar ve tozlaşma sorunu. (Bees and pollination problem in Turkey) Uludağ Arıcılık, 3(3): 41–44.
- Özbek, H. 2008a. Türkiye'de ılıman iklim meyve türlerini ziyaret eden böcek türleri. Uludağ Arıcılık Dergisi, 8 (3): 94-105.
- Özbek, H. 2008b. Türkiye'de yonca bitkisini ziyaret eden arı türleri ve *Megachile rotundata* F. (Hymenoptera: Megachilidae). Uludağ Arıcılık Dergisi, 8(1):17–29.
- Özbek, H. 2011. Korunga (*Onobrychis viciifolia* Scop.): önemli bir arı bitkisi. Uludağ Arıcılık Dergisi, 11(2):51-62.
- Özbek, H. 2013. New data on large Carpenter-bees of Turkey with considerations about their importance as pollinators. Journal of the Entomological Research Society (Baskıda)
- Pessarakli, M.M. and Dris, R. 2004. Pollination and breeding of eggplants. Food, Agriculture & Environment, 2(1): 218-219.
- Rao, G.M. and Suryanarayana, M.C. 1988. Studies on pollination of watermelon (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Mansf.). Ind. Bee J. 50: 5-8.

- Rasmussen, K. 1985. Pollination of pepper: Results from two years experiment. *Gartner Tidende*, 101: 830-831.
- Rhodes, B., Gruene, G.B. and Hood, W.B. 1997. Honey bees waste time on triploid male flowers. *Cucurbit Genet. Coop. Rpt.*, p. 20-45.
- Rubatzky, V.E. and Yamaguchi, M. 1997. *World vegetables*. 2nd ed. Chapman Hall publ., New York, 704 pp.
- Schultheis, J.R., Ambrose, J.T., Bambara, S.B. and Mangum, W.A. 1994. Selective bee attractants did not improve Cucumber and Watermelon yield. *Hortscience*, 29(3): 155-158.
- Shawer, M.B., El-zawily, A.I., Metvally, S.M., Ghazy, M.M. 1981. The efficiency honey as bee pollinators of summer squash (*Cucurbita pepo* L.). *Journal of Agri. Research Tanta University*, 7(2): 225-238.
- Shipp, J.L., Whitfield, G.H., Papadopoulos, A.P. 1994. Effectiveness of the bumble bee, *Bombus impatiens* Cr. (Hymenoptera: Apidae), as a pollinator of greenhouse sweet pepper. *Scientia Hort.* 57: 29-39.
- Sıralı, R., Uğur, A. ve Türkmen, M. 2011. Bal arılarının sebze üretimindeki rolü. *Arıcılık Araştırma Dergisi*, 3: 3-6.
- Stanghellini, M.S., Ambroso, J.T., Schultheis, J.R. 1997. The effects of honey bee and bumble bee pollination on the fruit set and abortion cucumber and watermelon. *Amer. Bee Journal*, 137: 386-391.
- Thomas, C. 2004. Bug vs. Bug-Bumble Bee Pollination in Greenhouse Vegetable Crops. *The vegetable and Small Fruit Gazette*, 8(6): 29-30.
- Vural, H., Eşiyok, D. ve Duman, İ. 2000. *Kültür sebzeleri (Sebze yetiştirme)*. Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir, s. 440.
- Walters, S.A. 2005. Honey bee pollination requirements for triploid watermelon. *Hortscience*, 40(5): 1268-1270.
- Walters, S.A. and Taylor, B.H. 2006. Effects of honey bee pollination on pumpkin fruit and seed yield. *Hortscience*, 41(2): 370-373.
- Westerfield, R.R. 2011. Pollination of vegetables crops. Cooperative Extension, the University of Georgia College of Agricultural and Environmental Sciences, 934: 1-6.
- Winsor, J.A., Davis, L.A. and Stephenson, A.G. 1987. The relationship between pollen load and fruit maturation and the effect of pollen load on

offspring vigor in the *Cucurbita pepo*. *Amer. Nat.*, 129: 643-656.

Yanmaz, R. 2012. Sebzeelerde meyve tutumunu artırıcı işlemler. *Tarım Türk Dergisi*, 33: 52-53.

EXTENDED ABSTRACT

Pollination is the first step in assuring fertilization, and the most important factor in determining product amounts. It also affects fruit shape and size. Bees are important flower visitors, and are pollinators of various plants. Pollination by bees is necessary for the production of vegetable varieties, and appropriate pollination is closely related to individual vegetative production, as well as vegetable quality.

The tomato, pepper and eggplant, which belong to Solanaceae family, are fertilize themselves. In these vegetables, the formation and development of flowers, pollination and fertilization events affect the quality and quantity of the product. Even in vegetables that fertilize themselves, more products can be obtained by cross-pollination. In this context, bees are necessary as additional pollinators for the formation of both the fruits and seeds.

In greenhouses, cultivation pollinators are very important. One of the most important problems in greenhouse cultivation is insufficient pollination. Due to isolated atmosphere, and the lack of both wind movement and pollinators in the environment, sufficient and regular heating, which ensures optimal plant development, is not fitted in some greenhouses. Low temperatures and low light intensity exposure decrease the formation of pollen. Auxin and vibrators are used by the growers in order to support fruit formation. However, these applications cause loss of time and are not economical. Especially in recent years, hidden unconscious chemical usage affects plant development negatively an also causes residual problem. Honeybees are not effective as pollinators in greenhouse cultivation. Honeybees are under stress in a closed environment, and due to low temperature and light intensity in winter, they cannot fly properly. The result insufficient pollination. In greenhouse cultivation bumble (*Bombus*) bees, which are not affected by stress, and can be more active at low temperature and low light intensity are more appropriate for pollination. Bumble bees are more prevalent in greenhouse cultivation. As greenhouse vegetables are produced for edible consumption, the quality should be

high in order to appeal to consumers. It has been presented by various researches that usage of bumble bees as pollinators increases the amount and quality of fruit dramatically, and causes the products to become mature earlier, and also simultaneously.

The population of honeybee is higher in most open areas, and is considered as first degree pollinators. Bumble bees and wild bees may not be abundant in some areas, and thus, considered to be second degree pollinators. Honeybees are present in every place where plants exist. They are effective pollinators as same species visit various flowers, they pass easily from one flower to the other, they carry high amount of pollens in their body and flowers carry the pollen to the top of stigma. Usage of bee hives in the open increase efficiency and also it is possible to increase fruit and seed efficiency in fields where seed production is made. In vegetable plants honeybees and bumble bees are used prevalently in hybrid seed production. For hybrid seed production pollen transfer is necessary between parent lines. In pollination between two appropriate lines, usage for bees as pollinators gives very successful results.

Watermelon, melon, cucumber and pumpkin, which belong to Cucurbitaceae family, are economically important vegetables. Cross-pollination is prevalent in these vegetables. For fertilization, and accordingly, fruits and seed development, pollens should be carried from male flowers to the stigma of female

flowers. 90% of the pollination in plants requiring cross-pollination is performed by bees. Usage of honeybees in cross-pollination plants is considered to be the most effective and environmentally friendly method for maximizing efficiency. In watermelons, pollination is necessary for seed formation and the presence of bees is necessary for pollination. For this reason, watermelon cultivars keep bee colonies in the field for high efficiency, and big, proper shaped. Keeping honey bees in the cultivation area during the flowering period of watermelons increase the matured fruit quantity and seed efficiency dramatically. 28-100% of the necessary pollination in watermelons is performed by bees. A good pollination increases the efficiency at a ratio of 95-100% in both melons and watermelons. In hybrid seed production, pollination in cucumbers is achieved by honey bees, bumble bees, and manually. Lots of growers take advantage of honey bee colonies in order to increase seed volume. Honey bees are the most effective pollinators for cucumber hybrid seed production and have been proven by researches to increase seed quantity by 50% compared with manual pollination. Also, the usage of honey bees as pollinator fertilizers is known to increase fruit size and seed quantity in the fruit. Pollen is big and sticky in pumpkins; therefore, bees are necessary for carrying it from the male flower to the female flower. It is advisable to use 2.5 bee colonies per hectare for efficient pollination in pumpkin.