

BÖLÜM 4

BİTKİSEL ÜRETİMDE BAL ARILARININ YERİ VE ÖNEMİ

Öğr. Gör. Mehmet Ali KUTLU¹

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.8256718>

¹ Bingöl Üniversitesi, Gıda Tarım ve Hayvancılık Meslek Yüksekokulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Bingöl, Türkiye. ORCID: 0000-0003-0862-9690
Kutlular@hotmail.com

GİRİŞ

Bal arısı (*Apis mellifera* L.), arıcılık ürünlerinin (bal, polen, arı sütü, propolis, perğa, arı zehiri, apilarnil, balmumu,) üretimi ve bitkilerin pollinasyonunda kullanılan bir canlıdır (Atkins, 1992). Arıcılık ürünleri, insan beslenmesinin yanı sıra, bileşiminde bulunan birçok biyolojik aktif özelliğe sahip maddeler sebebiyle tıp biliminin gelişmediği dönemlerde hastalıkların tedavisinde yoğun olarak kullanılmıştır. Bal, arıcılığın en önemli çıktısını oluşturmakta olmasının yanı sıra ekonomik öneme sahip olup dünya pazar gücünü koruyan yegâne arıcılık ürünüdür.

Yapılan arkeolojik çalışmalara bakıldığında arıcılığın bundan 6000-7000 yıl öncesine dayandığı ve arıcılık faaliyetlerinin bu yıllardan günümüze kadar gelişerek yapıldığı görülmektedir (Akbay, 1986; Genç, 1993). Ülkemizde de arıcılık faaliyetleri çok eskilere dayanmaktadır. Bunun en güzel göstergesi Anadolu'nun farklı alanlarında farklı farklı iptidai kovanların bulunması ve hala günümüzde az da olsa bu kovanların üretimde kullanılmasıdır.

Yapılan çalışmalarda M.Ö. 1300 yıllarına ait olduğu düşünülen ve Boğazköy'de bulunan Hititler devrinden günümüze yansıyan bir yapıt üzerinde Osmanlının arıcılığı ile ilgili yasa ve yönetmeliğin bulunduğu kanıtlarına rastlanmıştır (Sönmez, 1984; Genç, 1993). Osmanlı padişahlarından Fatih Sultan Mehmet, Yavuz Sultan Selim ve Kanuni Sultan Süleyman dönemlerinde arıcılık faaliyetleri ile ilgili yasa ve

yönetmeliklerin bulunması ve bu yönetmeliklerde balın bir ilaç gibi hangi hastalıklara ne şekilde önerildiği görülmektedir (Genç, 1993).

Türkiye’de Tablo 1’de görüldüğü gibi arı varlığı ve üretilen bal miktarı olarak birçok ülkeyi geride bırakarak Hindistan ve Çin’den sonra 8,179.085 kovan varlığı ile dünya sıralamasında üçüncü ülke konumundadır. Bu büyük potansiyele rağmen birim kovandan elde edilen bal miktarı, ürün çeşitliliğini ve dünya pazarında istenilen başarıyı sağlayamamaktadır. Kırsal alanda var olan kaynaklardan alınması gereken verimin alınmadığı görülmektedir (FAOSTAT, 2022; İnci ve ark., 2022).

Bal arıları tüm canlılarda olduğu gibi yaşamsal faaliyetlerini sürdürebilmek için karbonhidrat, protein, yağ, mineraller, vitaminler ve suya ihtiyaç duymaktadırlar. Enerji kaynağı olan karbonhidratın kaynağını salgı ve çiçek nektarları oluştururken, neslin devamlılığının sağlanması için de protein kaynağı gerekli olup bu ihtiyacı polenden karşılanmaktadır.

Bitkilerin büyük bir kısmı neslini devam ettirebilmesi açısından tozlaşmaya gereksinim duyarlar. Neslinin devamı için kokulu nektar salgılar ve bu nektara gelen bal arıları nektarı alırken bitkiyi de polline ederek neslin devamını sağladıkları gibi insanların beslenmesine katkı sunarlar. Tozlayıcı böceklerin %90’ını bal arıları oluşturmaktadır (Free, 1993). Bal arılarının esas önemi arıcılık ürünleri üretiminden ziyade bitki polinasyonundaki rolleridir.

Tablo 1: Dünya kovan varlığı ve üretimdeki oranlar

Sıra	Ülke	Kovan varlığı	Dünya koloni varlığındaki payı (%)
1	Hindistan	12.203.361	13.5
2	Çin	9.377.850	10.4
3	Türkiye	8.179.085	9
4	İran	7.140.561	7.9
5	Etiyopya	6.986.100	7.7
6	Tanzanya	3.003.126	3.3
7	Arjantin	2.983.247	3.2
8	Rusya	2.982.452	3.2
9	ABD	2.706.000	2.9
10	Kore	2.162.250	2.3

Kaynak: FAOSTAT, 2022

Polinasyon biyolojisi

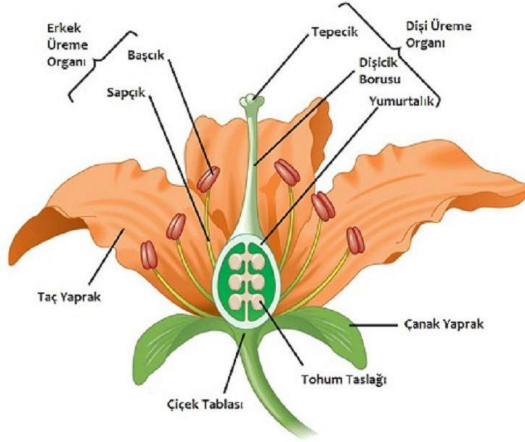
Arıcılık, tarla tarımının ve bitkisel üretimin en önemli ögesi olmasıyla beraber arısız tarım düşünülmemelidir. Arılar bitkiler için gübre ve su kadar önemli varlıklardır. Bitkinin tohum bağlayıp meyveye dönüşebilmesi için arının polinasyonuna ihtiyacı vardır. Doğada bitkilerin polinasyonu rüzgâr, su ve böcekler tarafından sağlanmaktadır. Polinasyon; bitkinin erkek organında bulunan polen taneciklerinin bitkinin dişi organına aktarılma işlemidir. Anter, Şekil 1'de de gösterilen çiçeğin erkek üreme organının en üst kısmını

oluşturur. Anter normal olarak dört polen kesesinden oluşmaktadır. Burada üretimi yapılan polen serbest bırakılma veya böceklerin etkisiyle dişi üreme organının üst kısmı olan stiğmaya (tepecik) taşınır. Bitkinin stigmasında bulunan yapışkan madde ile polen birleşir ve buradan da yumurtalığa iner.

Genelde polenin taşınması rüzgâr, su, yerçekimi, kuşlar, yarasalar ve böcekler tarafından gerçekleştirilir. Bazı polenler yapışkan olup taşınmasında böcekler görev alır. Bu tür polenler (örn; incir) böceklerin ağız parçaları ile alınarak taşınması gerçekleştirilir. Bazı bitkilerde ise bal arısı bitkiye girer vücudunu bitkinin poleni ile bulaşık hale getirir ve buradan da aynı bitki veya başka bitkinin stigmasına aktarır. Bazı polenler vardır ki örneğin söğüt polenleri bunlarda toz şeklinde olup rüzgârda uçarak taşınma işlemi gerçekleşir.

Doğada her canlı yaşamını sürdürebilmek için bir başka canlıya veya etmene gereksinim duymaktadır. Bal arıları da neslin devamlılığı ve yaşamsal faaliyetlerini doğrudan veya dolaylı olarak ekolojideki bitkilerle gerçekleştirmektedirler. Bitkilerin büyük bir kısmı da neslin devamlılığı için böceklere ve büyük oranda bal arılarına ihtiyaç duymaktadırlar. Bu ilişki polinasyon olarak adlandırılmakta olup, bitki tohum bağlama öncesi kokulu bir salgı (nektar) salgılamaktadır. Kokuyu hisseden arı besin madde temini için bitkiye yönelmekte, bu işlevi yaparken de bitkinin polinasyonunu gerçekleştirmektedir. Çiçekli bitkilerin büyük bir kısmının polinasyonunda böcekler tarafından sağlanırken bu böcekler arasında en büyük pay bal arılarınınındır.

Dünyada yayılış gösteren 250 binden fazla çiçekli bitki türü arasında yaklaşık 20 bininin arılar tarafından ziyaret edildiği bilinmektedir.



Şekil 1: Çiçeğin yapısı

Arıların arıcılık ürünlerinden ziyade bitkisel üretime olan katkıları söz konusu olduğunda tarım sektöründe ve ülke ekonomisindeki etkisi belirgin şekilde ortaya çıkmaktadır. Dünya genelinde ekonomik bir girdi olan bal arısı aynı zamanda bitkisel üretimde (badem, elma, kiraz, kabak, domates vs. gibi birçok endüstri bitkisinin) önemli tozlayıcılar olarak görev yapmaktadır (Garibaldi ve ark., 2014). Dünya ticaretine söz konusu olan tarımsal ürünlerin %75'i böcek ve arıların polinasyonu ile sağlanmaktadır (Classen ve ark., 2014). Bir başka çalışmada tozlayıcı böceklerin %90'ının bal arıları olduğu belirtilmektedir (Free, 1993). Bal arıları polinasyon hizmeti bakımından diğer böcekler ve arılar arasında en etkin polinatör olarak yer almaktadır (Winfrey ve ark.,

2007, Rader ve ark., 2016). Bitki polinasyonuna arıların dışında böcekler başta olmak üzere kuşların, sineklerin, kelebeklerin de önemli oranda katkı sağladığı bilinmektedir (Ollerton ve ark., 2014). Uygun olmayan iklim koşullarında veya yeterli arı popülasyonunun olmadığı bitki alanlarında yetersiz tozlaşma söz konusu olmakta ve verimde %40'lara kadar azalma meydana gelmektedir (Aizen ve ark., 2009).

Bal arılarının gelişmiş ülkelerdeki öncelikli görevi bitki tozlaşması olup, 1993 yılı verilerine göre Amerika Birleşik Devletleri ekonomisine katkısı 15,6 milyon hektarlık arazinin 13,1 miktarının polinasyonu bal arılarınca sağlandığı ve arı etkinliğinin bu alandaki etkisinin %84 olduğu belirtilmiştir (Free, 1993). Bir başka çalışmada yine Amerika Birleşik Devletleri ekonomisine katkısı yıllık 14,6 milyar olmuştur (Michener, 2007). Benzer çalışmalarla böcek tozlaşması ile yıllık dünya ekonomisine 175 milyar dolar değerinde katkı sağlandığı belirtilmektedir (Calderone, 2003; Döner ve İnci, 2021).

Arıların bitki tercihlerinde etkili olan faktörler

Bal arıları sosyal böcekler olup yaşamsal faaliyetlerini koloni içi hizmetler ve koloni dışı yani tarlacılık faaliyetleri olarak gerçekleştirirler. Tarmacılık faaliyetleri koloniye nektar, polen, propoli ve su taşınma işlemlerinden oluşmaktadır. Yapılan çalışmalara bakıldığı zaman; Afik ve ark., (2006)'a göre bal arılarının farklı bitkisel kaynaklardaki nektarları ayırt edebildiklerini, Rabinowitch ve ark., (1993)'nın yapmış olduğu çalışmada arının bitki tercihi bitkinin nektar miktarı, nektarın şeker konsantrasyonu ve bitkide bulunan her

bir çiçeğin şeker miktarının etkili olduğu belirtilmiştir. Arıların tarlacılık faaliyetlerinde bitkinin nektar salgısı, nektarın şeker oranı ve kaynağın koloniye uzaklığı en önemli kriter olduğu belirtilmektedir (Kleber, 1935; Butler, 1945).

Arılar nektar ziyaretine çıktıklarında genele yönelir fakat bazı kaynakların cezbedici özellikleri nedeniyle daha fazla sürede bu kaynaklarda kalmaktadırlar (London-Shafir ve ark., 2003). Bir başka çalışmada bölgede yeterli miktarda nektar kaynağının bulunması ve bu kaynağın tarlacı arılar tarafından kovan içindeki koloni bireyelerine kaynakla ilgili bilginin arı dansı ile verilmesi ve iknası gerekmektedir (Greenleaf, 2007).

Arıların bitki tercihlerinde türler arası farklılıklar etkili olup yüksek kalitede nektar ve polen içeren bitkiler arılar için tercih nedeni olurken bazıları tercih edilmemektedir (Waser ve Ollerton, 2006; Molly ve ark., 2016). Nektar faaliyetine çıkan bir arının hareketliliğini sınırlayan etmenlerden birisi de alanındaki kaynaklar arasında seçim yapıyor olmasıdır (Greenleaf, 2007). Arıların aynı tür ziyareti arasında çiçek boyutunun büyük olduğu çiçeği tercih ettiği bunun da nedeni bu bitkide daha fazla nektar bulunmasının olduğu belirtilmiştir (Martin, 2004). Benzer bir çalışmada ise çiçeğin yapısı, taç yaprakların rengi, nektar miktarı, nektardaki şeker oranı ve aminoasit kompozisyonu gibi faktörlerin etkili olduğu (Corbet ve ark., 1984), bazı bitkilerde ise tercih nedeninin nektarda bulunan iz elementlerin etkili olduğu ifade edilmiştir (Gardener ve Gillman, 2002).

Nektarın şeker oranı yaklaşık %50 oranında olup içerisinde sakkaroz, fruktoz ve glikoz bulunmaktadır. Nektarlar içerdiği şeker oranına göre gruplandırılır. Bu gruplandırmaya istinaden fazla sakkaroz içeren nektarlar, fruktozu ve glikozu fazla olan nektarlar ve üç şekerini de eşit olarak bünyesinde bulunduran nektarlar olmak üzere üçe ayrılırlar. Arılar nektar tercihlerini nektardaki şeker oranına göre yaparlar ve en fazla dengeli şeker hangi nektarda ise ona yönelirler (Doğaroğlu, 2004). Bunun yanında bal arıları nektardaki sakkaroz içeriği fazla olan tatlı üçgülü; melez üçgül, kırmızı üçgül ve yoncaya oranla daha fazla tercih etmektedirler (Genç ve Dodoloğlu, 2002)

Bazı bitkilerde arı etkinliği

Bingöl ilinde yemlik kolzada yapılan bir çalışmada ayında 5 dakikalık süre içinde m² birimde bulunan arı sayısı 10.9 adet, bir arının ortalaması olarak çiçekte kalma süreleri ise 5.4 saniye olarak gerçekleşmiştir (Çaçan ve ark., 2022). Bir başka kaynakta da tozlaşmaya gereken önem verildiğinde sağlanan ürün artışının ayçiçeğinde %40-45, elma ve armutta %50-60, hıyarda %75-90, kavun ve karpuzda %95-100, domates ve üzümde %25-30, korunga, yonca ve fiğde %35-40 olduğu belirtilmektedir (Genç, 1993). Bal arılarının; elmada üretimin polinasyondaki koloni sayısına bağlı olarak arttığı (Morse ve Calderone, 2000), kivi, çilek ve üzüksü meyvelerin ziyareti sonucu verim artışının yanı sıra şekil olarak düzgün meyve oluşumu görülmüştür (Blanchet ve ark., 1991; Svensson, 1991).

Bingöl ilinde yapılan çalışmada elma bal arısı polinasyonunda elma verimi, ortalama tohum miktarı ve tozlaşan tohumların yaşayabilme kapasiteleri üzerine yapılan araştırma sonucunda; kafes dışında bulunan elma dallarında ki ortalama çiçek sayısının 10.18 ± 0.53 ile 278.43 ± 0.73 arasında değiştiği, kafes içerisine alınan polinasyona kapalı elma dallarında ki ortalama çiçek sayısının 8.07 ± 1.19 ile 127.05 ± 0.057 aralığında olduğu, polinasyona açık elma dallarında ki arının bir çiçekte ortalama kalma süresinin 3.66 ± 0.09 saniye ile 8.64 ± 0.07 saniye aralığında olduğu tespit edilmiştir (Kutlu ve ark., 2019). Ordu ilinde elmalarda yetersiz polinasyon sonucu genel olarak çekirdek oluşumu yetersizliği, şekil bozuklukları ve gelişmediği gözlenmiştir (Karadeniz ve ark., 2019).

Erik bitkisinde yapılan çalışmada polinasyona açık erik dallarındaki ortalama çiçek sayısının 45,33 adet, daldaki çiçekleri 5 dakika süre ile ziyaret eden arıların sayılarının ortalaması 23,33 adet olarak bulunmuştur. Aynı çalışmada arıların çiçekte kalma sürelerinin 6,22 saniye olduğu arı ziyaretine açık çiçeklerdeki tohum oluşumu kapalı çiçeklere göre %340 gibi farkla yüksek bulunmuştur (Kutlu ve ark., 2021). Bingöl ilinde Macar fiğinde yapılan bir çalışmada ayında 5 dakikalık süre içinde m^2 birimde bulunan arı sayısı 14,9 adet, bir arının ortalaması olarak çiçekte kalma süreleri ise 9,0 saniye olarak gerçekleşmiştir (Kutlu ve ark., 2022).

Greenleaf ve ark., (2006)'a göre bal arıları hibrit ayçiçeği üzerindeki bal arılarının tozlaşma etkinliğini 5 kata kadar artırdığını ve ortalama tarlada bal arısı tozlaşma hizmetlerini etkili bir şekilde ikiye

katlanmaktadır. Pakistan'da yapılan bir çalışmada ayçiçeğinin %5 ila %10 çiçeklenmede *A. mellifera*'nın en baskın tozlayıcı %17.11'ler ile ilk sırada yer aldığı bunu sırası ile *A. cerana*'nın (%3.46) geldiğini ve *A. dorsata* popülasyonununun minimum (%2.12) olduğunu Ayrıca, agronomik parametreler (tohum bitki sayısı-1, 100 tohum ağırlığı (g) ve ekonomik verim, daha fazla kovanla tozlanan tarlalarda, daha az kovana kıyasla önemli ölçüde daha yüksek olmuştur (Khalida ve ark., 2021). *Apis mellifera* L.'nin ayçiçeği genotiplerinin (açık tozlaşma ve kısıtlı tozlaşma) tohum verimi üzerindeki tozlaşma etkinliğinde çiçek başına 2.28 arı olup diğer tozlayıcılara oranla ziyaret edilen ayçiçeği bitkilerinin tohum verimi, tozlayıcılarla sınırlı bitkilerle karşılaştırıldığında %43 daha yüksek ($p \leq 0.05$) bulunmuştur (Chambó ve ark., 2011).

Brezilya'daki konvansiyonel ve organik çiftliklerde pamuk üretiminde arı tozlaşması sonucu çiçekler daha yüksek ortalama koza ağırlığına, lif ağırlığına ve tohum sayısına sahip olduğu, pamuk üretimini lif ağırlığı için %12'den fazla ve tohum sayısı için %17'nin üzerinde arttırdığı belirtilmektedir (Cusser ve ark., 2021). Bir çalışmada pamuk tohumu olarak arı ziyaretine açık parsellerde kafesle alanı belirlenen kapalı parsellere oranla %16,5 oranında elde edilmiş, pamuğun lif kalitesinde ise önemli değerler elde edilmiştir (Rhodes, 2002). Kafeste tutulan ve arılara maruz bırakılan çiçeklerden elde edilen pamuk kozalarının incelenmesi sonucu kapalı alanlarda bitki bazında %12 ila %15'lik ve doğrudan arı ziyaretine maruz bırakılan çiçeklerden üretilen kozalarda

%24'e varan bir genel verim artışı görülmüştür (Esquivel ve ark., 2020).

Narenciye bitkilerinde yapılan bir çalışmada *Apis mellifera* L., %51,1 Göreceli Frekans (RF) ile daha fazla sayıda bireyle çiçekli bir ziyaret ettiği ve *A. mellifera* arılarının, Recôncavo Baiano bölgesindeki koşullarda bu meyvenin potansiyel tozlayıcıları olduğu belirlenmiştir (Ribeiro, 2017). Malerbo-Souza (2004) çalışmasında *Citrus sinensis* L. Osbeck üzerindeki böceklerin sıklığını ve davranışını, bunların meyve üretiminin (nicelik ve kalite bakımından), nektar ve polen toplama üzerindeki etkilerini ve farklı cezbedicilerin etkinliğinin incelenmiştir. Buna göre en sık gelen ziyaretçinin *A. Mellifera* olduğu, açık alanlarda kapalıya oranla meyve üretimi %35,30'den daha fazla meyve üretiminin olduğu görülmüştür.

Çileğin bal arısı *Apis mellifera* tarafından tozlanması etkinliği üzerine deneysel bir çalışma yapılmıştır. Buna göre çiçek başına bal arısının 11 kez ziyaret gerçekleştirdiği ve dölleme oranının %87 olarak gerçekleştirildiği tespit edilmiştir (Kakutani ve ark., 1993). Bal arıları ve yabani arılar, ziyaret edilen çiçek başına aynı miktarda polen bırakmıştır. Ancak yabani arıların ziyaret ettiği çiçeklerden gelişen çilekler, bal arılarının ziyaret ettiği çiçeklerden daha ağır ve düşük verimle sonuçlandığını görülmüştür (MacInnis ve ark., 2019).

Yine başka bir araştırmaya göre, bal arısı polinasyonunun Yeni Zelanda ülkesindeki ekonomiye katkısının 140 milyon dolar olduğunu ifade etmiştir. Bu katkının oransal dağılımına bakıldığında bahçe bitkileri

üretimindeki artıştan 79,7 milyon dolar, damızlık tohum yetiştiriciliğinden 10 milyon dolar ve büyükbaş hayvanların otladıkları alanlarda üretimini yaptıkları yonca bitkisinin bünyesinde bulunan azot kimyasalının toprağa bağlanması ile yapılan katkının 17.46 milyon dolarlık suni gübreye eş değerde olduğu görülmektedir (Free, 1993).

SONUÇ

Sonuç olarak, mevcut şartlar içerisinde bitkisel üretimi yükseltmenin yolu, bitkilerde polinasyon aktivitesini artırmaktan geçer. Bal arıları (*Apis mellifera* L.) diğer tozlayıcılara oranla bitkisel üretimi arttırıp azaltabilir (Dick, 2001). Sürdürülebilir bir arıcılık için ivedilikle; bitkilerin polinasyon tercihlerinin iyi bilinmesi, bitkiye özgü belirli bir alanda bulundurulması, gerekli koloni sayısının belirlenmesi çalışmalarının yapılması gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- Atkins, E.L. (1992). Injury to honey bee by poisoning J.E. Graham (Ed.), *The Hive and the Honey Bee*, Dadant and Sons, Hamilton pp., 1153-1208.
- Aizen, M.A., Garibaldi, L.A., Cunningham, S.A., Klein, A.M. (2009). Tarım ne kadar tozlayıcılara bağlı bitkisel üretimdeki uzun vadeli eğilimlerden dersler. *Ann. Bot.-London*, 103 , 1579–1588.
- Afik, O., Yeselson, Y., Schaffer, A., Shafir, S. (2006). Physical, chemical and palynological characterization of avocado (*Persea americana* Mill.) honey in Israel. *Int. J. Food Sci. Tech.* 41, 387–394.
- Akbay, R. (1986). Arı ve İpekböceği Yetiştirme. Ankara Üniversitesi Ziraat fakültesi Ders kitabı S152.
- Blanchet, P., Douault, P., Pouvreau, A. (1991). Kiwifruit (*Actinidia deliciosa* Chev.) pollination: Honey-bee behaviour and its influence on the fruit. The 6th International Symposium on Pollination. *Acta Horticulturae*, Tilburg, The Netherlands, 288: 376- 381.
- Butler, C. G. (1945). Influence of various physical and biological factors of the environment on honeybee activity. An examination of the relationship between activity and nectar concentration and abundance. *J. Exp. Biol.* 31, 5—12.
- Çaçan, E., Kutlu, M. A., Uçar, R., Özdemir, S., Ekmekçi, M., Mokhtarzadeh, S., Kökten, K. (2022). Yemlik Kolzanın Farklı Ekim Normlarının Bazı Verim Özelliklerine Etkisi ve Arı Merası Olarak Değerlendirilmesi. *Uludağ Arıcılık Dergisi.* 22(1): 5-15.
- Calderone, N.W. (2003). Insect pollinated crops, insect pollinators and us agriculture: Trend analysis of aggregate data for the period 1992–2009. *PLoS ONE* 2012, 7, e37235. [Google Scholar] [CrossRef] [PubMed]
- Classen, A. (2014). Zararlı avcılar ve tozlayıcılar tarafından sağlanan tamamlayıcı ekosistem hizmetleri, kahve veriminin miktarını ve kalitesini artırır. *Proc. R. Soc. B*. 281 , 20133148, <https://doi.org/10.1098/rspb.2013.3148>

- Corbet, S.A., Kerslake, J.C., Brown D., Morland, N.E. (1984). Can Bees Select Nectar Rich Flowers in a Patch, *Journal of Apic. Res.*, 23(4):234-242.
- Chambó, E. D., Garcia, R. C., Oliveira, N. T. E. D., Duarte-Júnior, J. B. (2011). Honey bee visitation to sunflower: effects on pollination and plant genotype. *Scientia Agricola*, 68, 647-651.
- Cusser, S., Haddad, N. M., Jha, S. (2021). Unexpected functional complementarity from non-bee pollinators enhances cotton yield. *Agriculture, ecosystems & environment*, 314, 107415.
- Doğaroğlu, M. (2004). Trakya Arıcılığı, Sorunları ve Çözüm Yolları. Trakya Bölgesi 1. Hayvancılık Sempozyumu (8-9 Ocak 1992). 165-176. Tekirdağ.
- Döner, Ö., İnci, H. (2021). Bingöl İlinin Farklı Bölgelerinden Elde Edilen Propolislerin Protein Oranı Ve Kül Miktarı Açısından Karsılaştırılması. *Ispen Tarım Bilimleri Dergisi*, 5(2), 372- 380., Doi: 10.46291/Ispenjasvol5iss2pp 372-380
- Dick, C.W. (2001) Genetic rescue of remnant tropical trees by an alien pollinator. *Proc. R. Soc. Lond. B* 268, 2391 – 2396. (doi:10.1098/rspb.2001.1781)
- Esquivel, I. L., Coulson, R. N., Brewer, M. J. (2020). A native bee, *Melissodes tepaneca* (Hymenoptera: Apidae), benefits cotton production. *Insects*, 11(8), 487.
- FAOSTAT. (2022). Food and Agriculture Organization of the United Nations. <https://www.fao.org/faostat/en/#home>
- Free, J. B. (1993). Insect pollination of crops (No. Ed. 2). *London: Academic pres.*
- Garibaldi, L.A. ve ark., (2014). Araştırmadan eyleme: Yabancı tozlayıcılar yoluyla ekin verimini artırmak. *Ön. ekol. çevre*. 12 , 439–447 .
- Gardener, M. C., Gillman, M. P. (2002). The taste of nectar—a neglected area of pollination ecology. *Oikos*, 98(3), 552-557.
- Greenleaf, S. S., Kremen, C. (2006). Wild bees enhance honey bees' pollination of hybrid sunflower. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 103(37), 13890-13895.

- Greenleaf, S.S. , Williams, N., Winfree, R., Kremen, C. (2007). Arı yiyecek arama aralıkları ve bunların vücut büyüklüğü ile ilişkisi . *Oecologia* , 153 , 589 – 596 .
- Genç, F., Dodoloğlu, A. (2002). Arıcılığın Temel Esasları. *Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Yayınları*. No:166, 338 s, Erzurum.
- Genç, F. (1993). Arıcılığın Temel Esasları. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları*, No:149, Erzurum.
- Karadeniz, T., Canverdi, P. (2019). Elma Yetiştiriciliğinde Meyve Kalitesi Üzerine Polinasyonun Etkisi. *Uluslararası Anadolu Ziraat Mühendisliği Bilimleri Dergisi*, 1 (1) , 1-6 . Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/uazimder/issue/45007/560973>.
- Kutlu, M. A., Kılıç, Ö. (2021).Erik ağaçlarında (PRUNUS SP) bal arısı ile gerçekleşen tozlaşmanın meyve ve tohum verimine etkisi ADYÜTAYAM Cilt 9, Sayı 2: 129-134.
- Kutlu, M.A., Özdemir. F.A., Gül. A. (2019). Investigation of The Effect of Honey Bee Pollination for Apple (*Malus sylvestris* (L.)Mill.) on Fruit Yield, Seed Number and Seed Germination Capacity. *KSU J. Agric Nat* 22(6): 830-836. DOI: 10.18016/ksutarimdog.vi.547450
- Kutlu, M.A., Uçar, R., Özdemir, S., Ekmekçi, M., Mokhtarzadeh, S., Kökten K., Çağan, E. (2022). Determination of Some Yield Characteristics of Hungarian Vetch Varieties and their Evaluation as Bee Pasture Bee Studies, 14(1), 1-7.
- Kakutani, T., Inoue, T., Tezuka, T., Maeta, Y. (1993). Pollination of strawberry by the stingless bee, *Trigona minangkabau*, and the honey bee, *Apis mellifera*: an experimental study of fertilization efficiency. *Researches on population ecology*, 35, 95-111.
- Khalida, H. A, Muhammad, J., Saboor, A., Hamed, A., Ghramh, C., Khalid, A.K., Muhammad, A.U., Dalal, M., Bushra, Z. (2021). Standardization of managed honey bee (*Apis mellifera*) hives for pollination of Sunflower (*Helianthus annuus*) crop Journal of King Saud University – *Science Volume* 33, Issue 8, December 101608.

- Kleber, E. (1935). Hat das Zeitgedachtnis der Bienen biologische Bedeutung, Z. vergl. Phytol. 33, 221-62.
- London-Shafir, I., Shafir, S., Eisikowitch, D. (2003). Amygdalin in almond nectar and pollen–Facts and possible roles. *Plant Syst. Evol.* , 238, 87–95.
- MacLeod, M., Genung, M.A., Ascher, J.S. ve Winfree, R. (2016). Bitki tozlayıcı ağlarında ortak seçiminin ölçülmesi: Yeniden kablolamayı ve doğruluğu şanstan ayırmak için boş modellerin kullanılması . *Ekoloji*. **97** , 2925 – 2931. <https://doi.org/10.1002/ecy.1574>
- Martin, R. A. (2004). Sense of humor and physical health: Theoretical issues, recent findings, and future directions.
- Michener, C.D. (2007). *The Bees of the World*, 2nd ed.; John Hopkins University Press: Baltimore, MD, USA; London, UK, 2007. [Google Scholar]
- Morse, R. A., Calderone, N.W. (2000). Thevalue of honeybees as pollinators of U. S. crops in 2000, *Cornell University*, Ithaca, New York.
- MacLeod, Molly, (2016). "Measuring partner choice in plant–pollinator networks: using null models to separate rewiring and fidelity from chance." *Ecology* 97.11 2925-2931.
- MacInnis, G., Forrest, J. R. (2019). Pollination by wild bees yields larger strawberries than pollination by honey bees. *Journal of Applied Ecology*, 56(4), 824-832.
- Malerbo-Souza, D. T., Nogueira-Couto, R. H., Couto, L. A. (2004). Honey bee attractants and pollination in sweet orange, *Citrus sinensis* (L.) Osbeck, var. Pera-Rio. *Journal of Venomous Animals and Toxins including Tropical Diseases*, 10, 144-153.
- Ollerton, J., Erenler, H., Edwards, M., Crockett, R. (2014). Extinctions of aculeate pollinators in Britain and the role of large-scale agricultural changes. *Science*, 346(6215), 1360-1362.
- Rabinowitch, H.D., Fahn, A., Meir, T. (1993). Flower and Nectar Attributes of Pepper (*Capsicum annum* L.) Plants in Relation To Pollination. *Annals of Applied Biology*, 123:226232.

- Rader, R., Bartomeus, I., Garibaldi, L. A., Garratt, M. P., Howlett, B. G., Winfree, R., ... Woyciechowski, M. (2016). Non-bee insects are important contributors to global crop pollination. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 113(1), 146-151.
- Rhodes, J. (2002). Cotton pollination by honeybees. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 42(4), 513-518.
- Ribeiro, G. S., ALVES, E., CARVALHO, C.A.L.D. (2017). Biology of pollination of Citrus sinensis variety 'pera rio'. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 39.
- Svensson, B. (1991). The importance of honeybee-pollination for the quality and quantity of strawberries in central Sweden. The 6th International Symposium on Pollination, Tilburg, The Netherlands, August 1990. *Acta Horticulturae* 288:260-264.
- Sönmez, R. (1984). Arıcılık. Ege Üniversitesi Ofset baskı Evi Bornova İzmir.
- Winfree, R., Williams, NM, Dushoff, J., Kremen, C. (2007). Yerli arılar, devam eden bal arısı kayıplarına karşı sigorta sağlar. *ekol. Letonya* 10 , 1105–1113.
- Waser, N. M., Ollerton, J. (2006). *Plant-pollinator interactions: from specialization to generalization*. University of Chicago Press.

