

Polinatör Böcekler ve Küresel Tozlaşma Krizi

Nil BAĞRIAÇIK¹

ÖZET: Polinatör böcekler karasal ekosistemlerde son derece önemli görevler üstlenirler. Bitki komünitelerinin devamlılığı ve ekosistem dengesinin korunması, bitkiler ve tozlaşmalarını sağlayan polinatör böcekler arasındaki ilişkinin sürdürülebilmesine bağlıdır. Bu bakımdan polinatör böcekler, küresel biyoçeşitliliğin anahtar bileşenidir. Ancak, tarım alanlarında insektisit uygulamaları, arazi kullanımının ve peyzajın değişmesi ile doğal habitatların tahrip olması polinatör popülasyonunun azalmasına hatta yok olmasına sebep olmaktadır. Bunların sonucu olarak son yıllarda ciddi bir 'küresel tozlaşma krizi' ortaya çıkabilir. Güncel verilere göre dünya biyoçeşitliliği giderek azalmaktadır. Bu derlemede, tozlaşma krizinin ana sebepleri ele alınmıştır.

Anahtar Kelimeler: Biyoçeşitlilik, polinatör böcekler, tozlaşma krizi

Pollinator Insects and Global Pollination Crisis

Abstract: Pollinator insects have a very important role in terrestrial ecosystems. Sustainability of plant communities and ecosystem stability depend on the relationship between pollinators and plants. Pollinator insects are a key component of global biodiversity. However, insecticide application in agro-systems, destruction of natural habitats by changing of landscape and land use are cause of a reduction or even extinction of pollinator population. As a result of these, it has emerged 'global pollination crisis'. According to current data, world biodiversity is declining steadily. The main causes of the pollination crisis are evaluated in this review.

Keywords: Biodiversity, pollinator insects, pollination crisis.

¹ Nil BAĞRIAÇIK (0000-0002-8161-8907), Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Niğde, Türkiye
Sorumlu yazar/Corresponding Author: Nil BAĞRIAÇIK, nilbagriacik@hotmail.com

GİRİŞ

Bitkinin meyve ve tohum üretiminde çok önemli bir süreç olan tozlaşma, çiçeğin erkek organlarındaki polenlerin dişi organlara taşınması işlemidir. Bu sayede polenler tepciğe yapışarak, dişicik borusundan yumurtalığa iner ve döllenme gerçekleşir. Bu süreçte, pek çok böcek ve polen, nektar, bitkisel besin arayan diğer hayvanlar hizmet ederler. Tozlaşma, ekosistemlerin sürdürülebilirliği ve insan toplulukları için hayati önem taşır (UNEP, 2010). Ekosistem dengesinin korunması, bitkiler ve tozlaşmalarını sağlayan polinatör böcekler arasındaki ilişkinin sürdürülebilmesine bağlıdır. Bu bakımdan polinatör böcekler, küresel biyoçeşitliliğin anahtar bileşenidir (Potts et al., 2010).

Tarımı yapılan bitkilerinin %75'i tozlaşmak için böceklere bağımlıdır. Yapılan çalışmalar, ürün verimi ve kalitesinin artırılmasında polinatör böceklerin önemini ortaya koymuştur (Klein et al., 2007). Tozlaşmayı sağlayan böceklerin büyük çoğunluğunu arılar oluşturmaktadır (Calderone, 2012). FAO verilerine göre dünya nüfusunun %90'nın beslendiği 100 ürün arılar tarafından tozlaştırılmaktadır (Anonim, 2016). Bazı çiçekli bitkilerin tozlaşması da sadece bu bitkilere özelleşmiş arılar tarafından yapılmaktadır (Pemperton, 2010). Bal arıları (*Apis mellifera* L.) ekonomik açıdan en değerli tozlaştırıcılar (Özbek, 2003). Bal arıları olmadan çoğu kültür bitkilerinde %90'a varan verim kaybı ortaya çıkmaktadır (Klein et al., 2007).

İnsan faaliyetleri ile arazi kullanımının ve peyzajın değişmesi ile doğal habitatların tahrip olması da polinatör popülasyonunun azalmasına hatta yok olmasına sebep olmaktadır. Tarım alanlarının yaygınlaşması polinatör zenginliğini ve bolluğunu da azaltmaktadır (UNEP, 2010). Tarım ekosistemlerinde ürünlerin ticari değerinin korunması ve kaliteli ürün alınması için zararlı böceklerle mücadele gereklidir. Zararlı kontrolünde insektisitlerin kullanılması faydalı böcek gruplarının da yok olmasına sebep olmaktadır (Brittain and Potts, 2011). Zirai ilaçlar pek çok sorunu ortadan kaldırmakla beraber yabancı olan-olmayan tozlaşmayı sağlayan arı gruplarının yok olmasında ciddi risk oluşturmaktadır. Arılar, insektisitlere ya doğrudan ya da kontamine olmuş polen, nektar ve meyveler aracılığıyla maruz kalırlar (Ellis, 2010). Arıların, insektisit etkisi ile ölmeleri sonucu çiçekli bitkiler tozlaşmamakta ve soylarını devam ettirememektedirler. Ziyaretçi çeşitliliğinin azalması da

ürün kalitesinin düşmesine sebep olmaktadır (Tepedino, 1979). Pestisit üretiminin 2050 yılına kadar 50 milyon metrik ton artacağı öngörülmektedir (Tilman et al., 2001). Bunların sonucu olarak, bal arılarının ve diğer polinatör böceklerin yok olmasıyla beraber küresel 'tozlaşma krizi' ortaya çıkabilir (Tirado et al., 2013). Ancak, mevcut zirai uygulamalar, hâlâ bitkiler ve tozlaşmayı sağlayan böcekler arasındaki ilişkinin yeteri kadar anlaşılmadığını göstermektedir. Kısa vadede tozlaşmadaki zorluklar ve azalmalar pek çok farklı sebebe bağlı gibi görünse de, uzun vadede polinatör böceklerin yok olmasından kaynaklanmaktadır.

POLİNATÖR BÖCEKLERİN EKOLOJİK VE EKONOMİK ÖNEMİ

Tozlaşma, rüzgâr ve su gibi abiyotik faktörler dışında hayvanlar da tarafından sağlanır. Arılar, karıncalar, kelebekler, sinekler, kınkanatlılar ile bazı kuşlar ve memeliler tozlaşmada etkili organizmalardır. Bunların içinde arılar, özellikle bal arısı (*Apis mellifera*) dünya üzerindeki pek çok coğrafi bölgede en önemli tozlaştırıcılar (Tirado et al., 2013; Özbek, 2003). Türkiye'de meyve bahçelerinde 123 tür tozlaştırıcı arı türü tespit edilmiştir. Bunların %45-90'ını bal arısı oluşturmaktadır (Özbek, 2008).

Polenleri abiyotik ajanlarla taşınan buğday, pirinç ve mısır gibi insan besinin önemli bir parçasını oluşturan bitkiler (Tirado et al., 2013) ve şeftali, kayısı, vişne gibi kendini döleyebilen meyveler dışında, özellikle elma, armut, kiraz, badem, çilek, böğürtlen gibi kendine kısır meyveler (Özbek, 2008) ve pek çok sebze arılar tarafından tozlaştırılmaktadır. Yabancı bitkilerin %80'i meyve ve tohumlarının oluşabilmesi için doğrudan böceklerle tozlaşmalıdır (Ashman et al., 2004).

Polinatör böceklerin çeşitliliği ve yoğunluğundaki azalma, bitki çeşitliliği ve yoğunluğundaki azalmayı da beraberinde getirmektedir. Seçici olmayan polinatör böceklerle tozlaşan bitkilerde %62-73 arasında tozlaşmada sınırlanma gözlenmiştir (Ashman et al., 2004). Belirli bir polinatör böcekle tozlaşan bitkilerde ise, polinatörün yok olması bitkinin yok olması anlamına gelmektedir (Aguilar et al., 2006).

Avrupa'da 264 çeşit ürün ve 4000 çeşit sebze arılar tarafından tozlaştırılmaktadır. Polinatör böceklerle tozlaşan ürünlerin bir tonluk ürün değeri, böceklerle tozlaşmayan ürünlerden beş kat daha fazladır.

Polinatörlerle tozlaşmanın küresel ekonomiye katkısı yıllık 265 milyar Avro'dur (Lautenbach et al., 2012).

Polinatör böceklerdeki kayıplar, ekonomik olarak özellikle insan besini olan bitkilerde ticari kayıplara ve ürün kalitesinin azalmasına, ekolojik olarak ise ekosistem dengesinin bozulmasına sebep olmaktadır. Ekonomik ve ekolojik sürdürülebilirlik açısından tozlaştırıcı böcekler ekosistemlerde yeri doldurulamaz bir değere sahiptirler.

TOZLAŞMA KRİZİNİN TEMEL SEBEPLERİ

İnsektisitlerin Etkisi

İnsektisitler, yani böcek öldürücü kimyasallar, polinatör böcekleri doğrudan etkilemektedirler. Özellikle tarım arazilerinde tarımsal zararlılara karşı uygulanan zirai mücadele ilaçları polinatör böceklerin yok olmasında da etkilidirler (Tirado et al., 2013). İnsektisitlerin letal etkisi (LD₁₀₀, öldürücü etki), polinatör böcek popülasyonunun aniden yok olmasına ve bunlara bağlı bitkilerin de ortadan kalkmasına neden olurken (Kevan, 1975), subletal (LD₅₀, sürekli düşük doz etkisi) etkisi farklı şekillerde ortaya çıkmaktadır (Brittain and Potts, 2011). Subletal etki dört kategoride incelenebilir. Bunlar; gelişme ve oluşum bozuklukları; öğrenme ve yönelme bozuklukları; beslenme bozuklukları ve üreme bozuklukları şeklindedir (Tirado et al., 2013).

İnsektisitlerin polinatör böceklere etkisi en iyi bal arılarında çalışılmıştır (Ellis, 2010). İnsektisitlerin subletal etkisi ise zaman içerisinde arı kolonilerinin yok olmasına ve polinatörlerin işlevlerinde verimliliğin azalmasına sebep olmaktadır, ancak doğal koşullarda bunu ölçmek oldukça zordur (Desneux et al., 2007). Arılar beslenme uçuşu yapmak zorundadırlar ve besinin yerini koloni üyelerine bildirmelidirler. *Apis mellifera*'da insektisit maruziyetinden sonra oryantasyon kabiliyetinde azalma (Van Dame et al., 1995), beslenme uçuşlarında anormal davranışlar (Yang et al., 2008), beslenmede %20-60 azalma (Ramirez-Romero et al., 2005), öğrenme aktivitesinde azalma (Decourtye et al., 2003), ortalama ömrün kısalması (Mackenzie and Winston, 1989) gözlenmiştir. *Bombus impatiens*'de beslenmenin yavaşladığı (Moradin and Winston, 2005), yapay çiçeklerde çok vakit geçirildiği (Moradin and Winston, 2003), *Bombus terrestris*'in beslenme davranışının olumsuz etkilendiği

(Mommaerts et al., 2010) bildirilmiştir. Orkidelere yapılan ilaçlama sonrasında civardaki tüm *Megachile rotundata* yuvaları yok olmuştur (Alston et al., 2007). Seçici polinatör olan soliter arıların ise çiftleşme ve yumurtlama döneminde insektisitlere maruz kalması halinde üreme potansiyellerini kaybettiği belirtilmiştir (Michener, 2000). Sosyal arılarda koloni üyelerinin kaybı, hatta tamamının yok olması söz konusudur. Eğer kraliçe arı erken dönemde insektisite maruz kalırsa koloni gelişiminin durduğu (Thompson, 2001), sistemik pestisitlerle kontamine olan polen ve nektarın yuvaya taşınması ile larva ve diğer koloni üyelerinde de düşük dozda maruziyet meydana geldiği ve koloni sağlığının bozulduğu (Davis and Shuel, 1988) bildirilmiştir. İngiltere ve Hollanda'da yapılan bir ortak çalışmada 1980'lerden bu tarafa tozlaşmayı sağlayan kelebek, sinek, kuş türlerinin çeşitliliğinde ciddi bir azalmanın olduğu, yabancı bitki türlerinin %70 azaldığı, polinatör böcek kompozisyonunun değiştiği belirtilmiştir (Thomas et al., 2004).

Endüstriyel Tarımın Etkisi

En geniş ekosistemleri oluşturan tarım alanları ve otlaklar, dünya yüzeyinin %35'ini işgal eder. Son yüzyılda tarımda endüstrileşme çok hızlı gelişmiş, büyük miktarlarda gübre, toksik kimyasallar kullanılmaya başlanmış, monokültür ürünler tercih edilmiş, tarım alanlarında genişleme olmuştur. Tarım, çevre ve polinatör böcekler üzerinde olağanüstü zararlı etki yapmaya başlamıştır. Endüstriyel monokültür bitkilerin ekilmesi biyoçeşitliliği sınırlandırmakta ve sulama, ağaçlık alanları ortadan kalkması, böceklerin yuva yerlerinin yok edilmesi de bitki ve polinatörünün beraber yok olmasına sebep olmaktadır (Tilman et al., 2001; Tirado et al., 2013).

İklim Değişikliği

Küresel iklim değişikliğine bağlı olarak sıcaklık artışı, yağış miktarında değişiklik, değişken ve aşırı hava şartları polinatör böcek popülasyonları üzerinde olumsuz etkiye sahiptir. Çiçekli bitkilerin çiçeklenme ve polinatörlerin kıştan uyanma zamanlarındaki değişiklikler, coğrafi bölgelerde polinatörlerin ve bitkilerin yayılışındaki değişimler, çevre ısısına bağlı fizyolojik aktivitelerdeki değişimler ve popülasyon genetiğinin değişimi gibi faktörler, bitki ve polinatörü

arasındaki ilişkiyi engellemektedir. Bu değişiklikler polinatörlerin bireysel ya da toplu olarak yok olmalarına sebep olmaktadır (Klein et al., 2007; Tirado et al., 2013).

Habitat Kaybı

Yoğun tuzlama, toprak erozyonu, steplerde sulama ağlarının genişlemesi, otlakların yapılaşması, orman yangınları, aşırı otlatma, endüstriyel ve tarımsal atıklar, kentsel yapılaşma, peyzaj çalışmaları gibi daha pek çok etken doğal habitatların değişmesine ve yok olmasına sebep olmaktadır. Polinatör böceklerin yuva yerleri ve çiftleşme alanları ortadan kalmakta, yaşam döngüleri değişmekte, popülasyon yoğunluğu ve büyüklüğü azalmaktadır. Dolayısıyla özellikle doğal çiçekli bitkiler bu durumdan doğrudan etkilenmektedir (Aguilar et al., 2006).

SONUÇ

Bal arıları ve diğer polinatör böcekler tarım ve gıda üretiminde kritik rol oynarlar. Ancak, endüstriyel tarım çabaları ve kullanılan kimyasallar polinatör

böcek popülasyonlarını yok olma tehlikesiyle karşı karşıya bırakmaktadır. Güncel veriler dünya biyoçeşitliliğinin habitat kaybı, zararlı istilası, tozlaşma eksikliği, hastalıklar vb. sebeplerden %1-10 oranında azaldığını bildirmektedir (Brittain and Potts, 2011). Polinatör böceklerin dünyada önemi giderek daha fazla anlaşılmakta, ürünlerin korunmasında gösterilen hassasiyetin polinatör böceklerin korunmasında da gösterilmesi, bitkisel üretimde farklı bileşenlerin sonuçlarının birlikte değerlendirilmesi gerekmektedir.

Önümüzdeki yıllarda da yeni pestisitlerin üretilmesine devam edilecektir. Ulusal ve uluslararası düzeyde polinatör böceklerin yok olmasının ekonomik ve ekolojik boyutları anlatılmalı, biyoteknolojik çalışmalarla yeni zararlı kontrol yöntemleri geliştirilmeli, zararlılar için geliştirilen kontrol stratejileri arılar için güvenli hale getirilmelidir. Arılara zarar veren kimyasalların kullanımı yasaklanmalı, polinatör böceklerin faydasına yönelik tarımsal sistemler geliştirilmeli, tarım alanlarının çevresinde bulunan doğal ve yarı doğal alanların korunmasına özen gösterilmeli, ekolojik tarım desteklenmelidir.

KAYNAKLAR

- Aguilar R, Ashworth L, Galetto L, Aizen MA, 2006. Plant reproductive susceptibility to habitat fragmentation: review and synthesis through a meta-analysis, *Ecology Letters*, 9: 968-980
- Alston DG, Tepedino VJ, Bradley BA, Toler TR, Griswold TL, 2007. Effects of the insecticide phosmet on solitary bee foraging and nesting in orchards of Capitol Reef National Park, Utah (U. S. A.), *Environmental Entomology*, 36: 811-816.
- Anonim, 2016. <http://www.fao.org/news/story/en/item/384726/icode/>, erişim tarihi: 26.12.2016
- Ashman TL, Knight TM et al., 2004. Pollen limitation of plant reproduction: Ecological and evolutionary causes and consequences, *Ecology*, 85: 2408-2421.
- Brittain C, Potts SG, 2011. The potential impacts of insecticides on the life history traits of bees and the consequences for pollination, *Basic and Applied Ecology*, 12: 321-331.
- Calderone NW, 2012. Insect Pollinated Crops, Insect Pollinators and US Agriculture: Trend Analysis of Aggregate Data for the Period 1992-2009, *PLoS ONE* 7(5): e37235
- Davis AR, Shuel RW, 1988. Distribution of ¹⁴C-labelled carbofuran and dimethoate in royal jelly, queen larvae and nurse honeybees, *Apidologie*, 19: 37-50.
- Decourtye A, Lacassie E, Pham-Dele`gue MH, 2003. Learning performances of honeybees (*Apis mellifera* L.) are differentially affected by imidacloprid according to the season, *Pest Manage. Sci.*, 59: 269-278.
- Desneux N, Decourtye A, Delpuech JM, 2007. The Sublethal Effects of Pesticides on Beneficial Arthropods, *Annual Review of Entomology*, 52: 81-106.
- Ellis MD, 2010. Pesticides applied to crops and honey bee toxicity, *American Bee Journal*, 150: 485-486.
- Kevan PG, 1975. Forest application of the insecticide fenitrothion and its effect on wild bee pollinators (Hymenoptera: Apoidea) of lowbush blueberries (*Vaccinium* spp.) in Southern New Brunswick, *Canada Biological Conservation*, 7: 302-309.
- Klein AM, Vaissiere BE, Cane JH, Steffan-Dewenter I, Cunningham SA, Kremen C, Tscharntke T, 2007. Importance of pollinators in changing landscapes for world crops, *Proc. R. Soc. B. Biol. Sci.*, 274: 303-313.
- Lautenbach S, Seppelt R, Liebscher J, Dormann CF, 2012. Spatial and Temporal Trends of Global Pollination Benefit, *PLoS ONE* 7:e35954.
- Mackenzie KE, Winston ML, 1989. The effects of sublethal exposure to diazinon, carbaryl and resmethrin on longevity and foraging in *Apis mellifera*, *Apidologie*, 20 (1):29-40.
- Michener CD, 2000. *The Bees of the World*, Baltimore and London (The John Hopkins University Press), 913pp.
- Mommaerts V, Reynders S, Boulet J, Besard L, Sterk G, Smagghe G, 2010. Risk assessment for side-effects of neonicotinoids against bumblebees with and without impairing foraging behavior, *Ecotoxicology*, 19(1):207-15.

- Morandin LA, Winston ML, 2003. Effects of Novel Pesticides on Bumble Bee (Hymenoptera: Apidae) Colony Health and Foraging Ability, *Environmental Entomology*, 32(3):555-563.
- Morandin LA, Winston ML, Franklin MT, Abbott VA, 2005. Lethal and sub-lethal effects of spinosad on bumble bees (*Bombus impatiens* Cresson), *Pest Management Science*, 61 (7): 619-626.
- Özbek H, 2003. Türkiye’de arılar ve tozlaşma sorunu, *Uludağ Arıcılık Dergisi*, 3: 41-44
- Özbek H, 2008. Türkiye’de Ilıman iklim Meyve Türlerini Ziyaret Eden Böcek Türleri, *Uludağ Arıcılık Dergisi*, 8(3):92-103.
- Pemperton RW, 2010. Biotic resource needs of specialist orchid pollinators, *The Botanical Review*, 76: 275-292.
- Potts SG, Biesmeijer JC, Kremen C, Neumann P, Schweiger O, Kunin WE, 2010. Global pollinator declines: trends, impacts and drivers, *Trends in Ecology and Evolution*, 25(6): 345-353.
- Ramirez-Romero R, Chaufaux J, Pham-Dele`gue MH, 2005. Effects of Cry1Ab protoxin, deltamethrin and imidacloprid on the foraging activity and the learning performances of the honeybee *Apis mellifera*, a comparative approach, *Apidologie*, 36: 601-611.
- Tepedino VJ, 1979. The importance of bees and other insect pollinators in maintaining floral species composition, *Great Basin Natyralist Memoirs*, 3:139-150.
- Thomas JA, Telfer MG, Roy DB, Preston CD, Greenwood JJ, Asher J, Fox R, Clarke RT, Lawton JH, 2004. Comparative Losses of British Butterflies, Birds, and Plants and the Global Extinction Crisis, *Science*, 303(5665): 1879 – 1881.
- Thompson HM, 2001. Assessing the exposure and toxicity of pesticides to bumblebees (*Bombus* sp.), *Apidologie*, 32: 305-321.
- Tilman D, Fargione J, Wolff B, D’Antonio C, Dobson A, Howarth R, et al., 2001. Forecasting agriculturally driven global environmental change, *Science*, 292: 281-284.
- Tirado R, Simon G, Johnston P, 2013. A review of factors that put pollinators and agriculture in Europe At Risk, *Greenpeace Research Laboratories Technical Report*, 44p.
- UNEP, 2010. Emerging Issues: Global Honey Bee Colony Disorder and Other Threats to Insect Pollinators, 16pp.
- Van Dame R, Meled M, Colin ME, Belzunces LP, 1995. Alteration of the homing-flight in the honey bee *Apis mellifera* L. Exposed to sublethal dose of deltamethrin, *Environmental Toxicology and Chemistry*, 14(5): 855-860.
- Yang EC, Chuang YC, Chen YL, Chang LH, 2008. Abnormal foraging behavior induced by sublethal dosage of imidacloprid in the honey bee (Hymenoptera: apidae), *J Econ Entomol.*, 101(6):1743-1748.