

## NEONİKOTİNOİD PESTİSİTLER VE ARI SAĞLIĞINA ETKİLERİ

### Neonicotinoid Pesticides and Effects on HoneyBee Health

(Extended Abstract in English Can be Found at the End of the Article)

**Nurullah ÖZDEMİR**

Namık Kemal Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Farmakoloji ve Toksikoloji Anabilim Dalı 59030, Tekirdağ  
nozdemir@nku.edu.tr

Geliş Tarihi: 06.06.2017

Kabul Tarihi: 12.09.2017

#### ÖZ

Neonikotinoidler, etkinlikleri ve güvenilirlikleri bakımından son yıllarda oldukça adından bahsedilen bir pestisit grubudur. Bu grupta başlıca imidakloprid (en yaygın), asetamiprid, klotiyamid, nitenpiram, nitiazin, tiyakloprid, ve tiametoksam yer almaktadır. Bu bileşikler özellikle tohum ıslahında ve tarımsal üretimde zararlı haşerelere karşı mücadele etmek amacıyla kullanılmaktadırlar. Ancak son yıllarda, neonikotinoid pestisitlerin arı kolonisi sağlığı üzerindeki zararlı etkileri artan tartışma ve sorunlara neden olmuştur. Yapılan farklı çalışmalar, tarımsal zararlı mücadelesinde kullanılan neonikotinoid pestisitlerin masum olmadıklarını, tarımsal zararlılara karşı faydalı olurken, bal arıları açısından zararlı etkileri olduklarını ortaya koymuştur. EMA tarafından yayınlanan bir raporda, neonikotinoid pestisitlerin arı kolonileri, böcek ve kuş popülasyonlarında azalma gibi farklı ekolojik sorunlara yol açtığını, bu nedenle Avrupa Birliği ülkelerinde kısıtlama ve yasaklamaların getirildiği bildirilmiştir. Sonuç olarak, bal arılarında görülen koloni kayıplarının toksikolojik açıdan yapılacak laboratuvar araştırmalarında neonikotinoid pestisit analizleri yanında, paraziter, viral ve bakteriyel etkenleri içeren kapsamlı bir araştırma yapılmalı ve araştırma sonucuna göre karar verilmesi daha doğru olacaktır.

Anahtar kelimeler: Neonikotinoid, Pestisit, Bal arısı

#### ABSTRACT

The World Health Organization (WHO) defines the term pesticide as "chemical compounds used in the fight against insects, rodents, fungi and unwanted weeds". Pesticides are potentially toxic and must be used safely for all other living things including humans due to chemical structures. Neonicotinoid pesticides are mainly imidacloprid (most commonly used), acetamiprid, clotiyanide, nitenpyram, nitazine, thiapirid, and thiamethoxam. Depending on the use of neonicotinoid pesticides; restrictions and prohibitions have been introduced for use in the European Union and other countries due to negative ecological effects such as a decrease in the number of birds, insect populations and bee colonies. In conclusion, it is concluded that neonicotinoid pesticide group can be used to protect agricultural products against harmful insects while agricultural chemicals are not innocent at all. Colony losses in honey bees and toxicological events not necessarily to neonicotinoid pesticide exposure, a thorough investigation should be made of the causal factors such as parasitic, viral and bacterial factors.

Key words: Neonicotinoid, Pesticide, Honey Bee

## DERLEME MAKALESİ / REVIEW ARTICLE

### GİRİŞ

Pestisit terimi kısaca **pest** (haşerat) adı verilen zararlı canlıları öldürmek için kullanılan maddelerdir. Genel anlamda; insan, hayvan, bitki ve cansız yüzeylerde bulunan veya yaşayan zararlılarla (böcekler, kemirgenler, mantarlar ve istenmeyen zararlı otlar) mücadele kapsamında kullanılan kimyasal bileşikler olarak tanımlanmaktadır. Pestisitler, kimyasal yapıları nedeniyle insanlar da dahil olmak üzere diğer tüm canlılar için potansiyel olarak zehirlidir ve güvenli bir şekilde kullanılmaları gerekir (Kaya, 2014).

Neonikotinoid pestisitler, ilk defa 1970 yıllarında Kaliforniya Modesto'da Shell Biyolojik Araştırma Merkezi'nde kurşun bileşikleri üzerinde yapılan bir taramada tesadüfen düşük insektisid etkili bileşikler olarak keşfedilmiştir. Bu kurşun bileşiklerinden ilk defa sentezlenen neonikotinoid pestisit, nitiazindir (Kollmeyer WD ve ark., 1999). İmidakloprid, Bayer tarafından 1990'ların ortalarında tarımsal alanda kullanım için tescil edilerek, özellikle tohumların muhafazasında zararlı böceklerle karşı koruma amaçlı olarak yaygın bir şekilde kullanılmaya başlanmıştır (Mencke N ve Jeschke P., 2002).

Neonikotinoid pestisitler arasında başlıca imidakloprid (en yaygın kullanılan), asetamiprid, klotiyamid, nitenpiram, nitiazin, tiyakloprid, ve tiametoksam yer almaktadır. (Jeschke ve Nauen, 2008, Hopwood J. ve ark., 2012). Neonikotinoid pestisitlere ait bazı fizikokimyasal özellikler Tablo 1'de gösterilmiştir.

Neonikotinoid pestisitler, Merkezi Sinir Sistemindeki (MSS) nikotinik asetilkolin reseptörlerine bağlanarak nikotin benzeri uyarıcı etkilere neden olurlar. Böceklerde nikotinik reseptörlere sıkı ve geri dönüşümsüz bir şekilde bağlanırlar. Bu nedenle böceklerdeki toksik etkileri, kuşlar ve memelilere göre daha şiddetlidir (Kazuhiko ve ark., 2001).

Neonikotinoid pestisitler, ilk uygulama çiçeklenme dönemi dışında yapılmış bile olsa farklı dönemlerde ve sistemik yollarla çiçeklere, polen ve nektarlara kadar ulaşabilmektedir. Buna ek olarak toprakta ve ortamdaki farklı bitkilerde de uzun süre varlıklarını sürdürebilmektedirler. Tüm bunlar bal arısı ve diğer polinatör türler için en önemli maruziyet yolları olarak kabul edilmektedir (Kazuhiko ve ark., 2001, Selim ve ark., 2010).

2015 yılında 58,5 milyar dolar değerinde olan global pestisit pazarı, 2016 yılında 60,2 milyar dolara ulaşmış, 2021 yılına kadar %5.5 oranında artarak 78,7 milyar dolara ulaşması beklenmektedir (A BBC Research Chemical Report 2017). Özellikle tohumlar için kullanılan pestisitler arasında satışların %80'ini neonikotinoidler teşkil etmektedir (Jeschke ve ark., 2011). Uluslararası piyasada neonikotinoid pestisit üretimi yapan firmalar ve ürün isimleri Tablo 2'de gösterilmiştir.

Neonikotinoid pestisitlerin kullanımına bağlı olarak görülen; arı kolonileri, böcek popülasyonu ve kuşların sayısındaki azalma gibi olumsuz ekolojik etkiler nedeniyle Avrupa Birliği ve diğer ülkelerde kullanımına kısıtlama ve yasaklamalar getirilmiştir (EMA. Commission Implementing Regulation 2013).

### Arı kolonilerinde kayıplar

Neonikotinoid pestisitlerin, arı koloni sağlığı üzerindeki etkileri oldukça tartışmalıdır. Ülkemizde, mevcut veritabanlarına kayıtlı neonikotinoid pestisit ile ilgili olarak yapılan herhangi bir çalışma bulunamamıştır. Uluslararası yayınlanan çalışmalarda, arı koloni kayıpları ile ilgili neonikotinoid pestisit kullanımına ait sonuçlar aşağıda açıklanmaya çalışılmıştır.

Neonikotinoidler; birçok böcek türü için az toksik etkili olarak tanımlanmış olmasına rağmen, düşük temas düzeylerinde bile bal arıları ve diğer faydalı böcek türleri için zamanla potansiyel toksik etkili olabildikleri öne sürülmüştür (Jeschke and Nauen R., 2008). Yine söz konusu neonikotinoidler, arıların gıda kaynaklarına ulaşma yollarını öğrenme ve hatırlama gibi beslenme amaçlı uçuş kabiliyetlerini etkileyebilmektedirler. Öldürücü dozun altındaki miktarlara maruz kalmaları bile arı davranışlarını değiştirerek kolonilerin hayatta kalmasını güçleştirebilmektedir (Penelope ve ark., 2012). Neonikotinoid pestisitlerin, arılar üzerindeki toksisite düzeyleri Tablo 3'de gösterilmiştir.

Bir çalışmada, imidakloprid maruziyetine bırakılan kovanlarda, kontrol grubuna göre, ana arı üretimi ve arı koloni büyümesinde %85 oranında bir azalmanın olduğunu, neonikotinoid pestisit kullanımının, arı koloni sağlığı üzerindeki zararlı etkilerinin ciddi olduğu tespit edilmiştir (Penelope ve ark., 2012).

## DERLEME MAKALESİ / REVIEW ARTICLE

Arılar için en önemli maruziyet yolları arasında kontamine su, nektar, polen ve diğer küçük partiküller sayılmaktadır (Andrea ve ark., 2012). tarafından yapılan çalışma sonuçlarına göre koloni çöküş bozukluğunun önemli etkenlerinden birisi de arıların düşük dozlarda maruz kaldıkları neonikotinoid pestisit zehirlenmesi nedeniyle metabolik sorunlar ve kovana geri dönüşte problemler yaşamalarını göstermişlerdir (Christof ve ark., 2012).

Yapılan bir araştırmada, arıların tiametoksam ve imidakloprid ile kontamine polen ve nektarları, kontamine olmayan polen ve nektarlardan ayırt edemediklerine ve çiçekli bitkilerde neonikotinoid pestisit kullanımının arı koloni sağlığı için büyük bir tehlike oluşturduğuna dikkat çekmişlerdir (Sebastien ve ark., 2015).

Başka bir çalışmada ise bal arısı kolonilerinin neonikotinoid pestisitlere maruziyetini, taşınan polenler yoluyla incelemişlerdir. Çalışma, kentsel, kırsal ve tarım alanlarındaki arı kovanlarında karşılaştırmalı olarak yapılmıştır. Çalışmalar, ticari, yarı ticari ve hobi tarzı arıcılık dahil farklı bal arısı kolonileri üzerinde gerçekleştirilmiş, balmumu, arı keki, bal ve kovandaki polenler değerlendirilmiştir. Tarım alanlarındaki kovanlardan toplanan arı keki ve bal mumu örneklerindeki kalıntının; kırsal veya kentsel alanlardaki kovanlardan toplanan örnekler göre daha fazla miktarda tiametoksam ve klotianidin kalıntısı içerdiği tespit edilmiştir (Lawrence ve ark., 2016).

Diğer bir çalışmada ise bal arılarının neonikotinoid pestisitlere maruziyet yolları araştırılmıştır. Neonikotinoid türevi ile kaplanan tohumluk mısır ile yapılan ekime bağlı maruziyet potansiyelini araştırmak amacıyla kovanda depolanan polen ve bal örnekleri LC/MS-MS ile analiz edilmiştir. Çalışmadan elde edilen bulgular, arıların bu bileşiklere ve farklı tarımsal zehirlere, uçuş süresi boyunca çeşitli şekillerde maruz kaldığını göstermiştir. İlkbaharda, işlenmiş mısır tohumunun ekilmesi sırasında kullanılan ekme makinesinin egzoz materyalinde ilginç bir şekilde yüksek seviyelerde klotianidin ve tiametoksam kalıntısı tespit edilmiştir. Ayrıca; ekili alanlar da dahil alınan tüm tarla örneklerinde, bu alanların yakınında kendiliğinden yetişen bitkilerde de (örneğin karahindiba) neonikotinoid pestisit kalıntısı tespit edilmiştir (Christian ve ark., 2012).

Neonikotinoid pestisitlerin arıların bağışıklık sisteminde sorun oluşturacağı bu durumda normalde bazı viral etkenlere karşı dirençli olan arıların bu enfeksiyonlara duyarlı hale geldiği belirtilmiştir (Gennaro ve ark., 2013).

### **Bal arılarının neonikotinoid pestisitlere maruz kalmalarında;**

- Polen ve nektarlarda bulunan neonikotinoid pestisit kalıntılarının bal arıları tarafından tüketilmesi;
- Neonikotinoidlerin tek uygulamadan sonra bile aylarca hatta yıllarca toprakta kalabilmesi, uygulamadan altı yıl sonra bile odunsu bitkilerde, ölçülebilir düzeylerde kalıntıları saptanabilmesi;
- Yeni yetiştirilen bitkilerin toprakta önceden var olan neonikotinoid bileşiklerini absorbe edebilmesi;
- Ev ve bahçe kullanımı için onaylanmış ürünlerin (tarımsal bitkiler için onaylanmış ürünlerden yaklaşık 120 kat fazla etken madde içerir), çim gibi süs ve peyzaj bitkilerinde de uygulanması;
- Neonikotinoid spreyleyin yaprak ile doğrudan temas yoluyla pollinator türler ve arılar için zararlı olması, bitki yüzeyindeki kalıntıların bile birkaç gün boyunca arılar için toksik etki oluşturabilmesi
- Bitkilere uygulanan neonikotinoidlerin komşu alandaki yabancı otları ve kır çiçeklerini kontamine etmesinin rolü bulunmaktadır (Hopwood ve ark., 2012).

### **SONUÇ**

Sonuç olarak, neonikotinoid pestisidler, tarımsal üretim aşamalarında, tohum ıslah çalışmalarında ve zararlı böcek türlerine karşı kullanım amacıyla ruhsatlandırılmışlar ve piyasaya arz edilmişlerdir. Ancak yapılan çalışmalar, neonikotinoid pestisit grubu tarım ilaçlarının, hiç de masum olmadıklarını, tarımsal ürünlerde zararlı böceklerle karşı korunma amacıyla kullanılırken, diğer yandan bal arıları ve diğer ekolojik canlılar açısından toksik etkilere yol açabileceklerini göstermiştir. Neonikotinoid pestisid kullanımına bağlı olarak görülen olumsuz ekolojik etkiler nedeniyle Avrupa Birliği ve diğer ülkelerde kullanımına kısıtlama ve yasaklamalar getirilmiştir. Bal arılarında görülen koloni kayıplarının nedenini sadece neonikotinoid pestisid kullanımına bağlamak bilimsel bir yaklaşım değildir. Toksikolojik

## DERLEME MAKALESİ / REVIEW ARTICLE

açından yapılacak laboratuvar araştırmalarında neonicotinoid pestisit analizleri yanında, parazitler, viral ve bakteriyel etkenleri içeren kapsamlı bir araştırma yapılması ve araştırma sonucuna göre karar verilmesi daha doğru olacaktır.

### KAYNAKLAR

- A BCC Research Chemical Report 2017. CHM029F.Global Markets for Biopesticides.
- Andrea T., Daniele M, Chiara G., Alessandro Z., Lidia S., Matteo M., Linda V. Vincenzo G. 2012. Assessment of the Environmental Exposure of Honey bees to Particulate Matter Containing Neonicotinoid Insecticides Coming from Corn Coated Seeds. *Environ. Sci. Technol.*, 46 (5), pp 2592–2599.
- Christian H. Krupke, Greg J. Hunt, Brian D. Eitzer, Gladys A. Krispn G. 2012, Multiple Routes of Pesticide Exposure for Honey Bees Living Near Agricultural Fields. *PLoS ONE*. January Volume 7, Issue 1, | e29268.
- Christof W. S., Jürgen T., Bernd G., Stefan F. 2012. RFID Tracking of Sublethal Effects of Two Neonicotinoid Insecticides on the Foraging Behavior of *Apis mellifera*. *PLoS ONE*. Volume 7, Issue 1, e30023.
- EMA. Commission Implementing Regulation (EU) No 485/2013 of 24 May 2013. Amending Implementing Regulation (EU) No 540/2011, as regards the conditions of approval of the active substances clothianidin, thiamethoxam and imidacloprid, and prohibiting the use and sale of seed treated with plant protection products containing those active substances. *Official Journal of the European Union*. 2013, L139/12.
- Gennaro D P, Valeria C, Desiderato A, Paola V, Emilio C, Francesco N, Giuseppe G, Francesco P. 2013. Neonicotinoid clothianidin adversely affects insect immunity and promotes replication of a viral pathogen in honeybees. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. November 12, , vol. 110 (46), 18466–18471.
- Hopwood J. Vaughan M. Shepherd M. Biddinger D. Mader E. Black S.H. Mazzacano C. 2012. Are Neonicotinoids Killing Bees? A Review of Research into the Effects of Neonicotinoid Insecticides on Bees, With Recommendations for Act. The Xerces Society for Invertebrate Conservation. 628 NE Broadway, Suite 200. Portland.
- Jeschke P. and Nauen R. 2008. Review Neonicotinoids – from zero to hero in insecticide chemistry. *Pest Management Science*. 64: 1084–1098.
- Jeschke P., Nauen R, Schindler M, Elbert A. 2011. Overview of the Status and Global Strategy for Neonicotinoids. *Journals of Agricultural and Food Chemistry* 59: 2897-2908.
- Kaya S. 2014. Pestisidler. Editör: Sezai Kaya. Veteriner Toksikoloji. Medisan Yayın Serisi:78 Baskı:3. ISBN: 978-975-7774-75-4. Sayfa:301. Ankara.
- Kazuhiko M., Steven D. Buckingham, Daniel Kleier, James J. Rauh, Marta Grausoand David B. Sattelle. 2001. Neonicotinoids: insecticides acting on insect nicotinic acetylcholine receptors. *TRENDS in Pharmacological Sciences* Vol.22 No.11. 573-580.
- Kollmeyer WD, Flattum RF, Foster JP, Powell JE, Schroeder ME and Soloway S, 1999. Discovery of the nitromethylene heterocycle insecticides, in Neonicotinoid Insecticides and the Nicotinic Acetylcholine Receptor, ed. by Yamamoto I and Casida JE. Springer, New York, NY, pp. 71–89
- Lawrence T. J. Culbert E. M. Felsot A. S. Hebert V. R. Sheppard W. S. 2016. Survey and Risk Assessment of *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) Exposure to Neonicotinoid Pesticides in Urban, Rural, and Agricultural Settings. *J Econ Entomol* 109 (2): 520-528.
- Mencke N and Jeschke P, 2002. Therapy and prevention of parasitic insects in veterinary medicine using imidacloprid. *Curr Topics Med Chem* 2: 701–715.
- Penelope R. W., Stephanie O., Felix L. W, Dave G. 2012. Neonicotinoid Pesticide Reduces Bumble Bee Colony Growth and Queen Production. *Science* 20 Vol. 336 no. 6079 pp. 351-352.
- Sebastien C. K, Erin J.T., Kerry L. S., Sophie D., Jessica M., Samantha S., Amy R, Jane C. S., Geraldine A. W. 2015. Bees prefer foods containing neonicotinoid pesticides. 74 | *Nature* | Vol 521.
- Selim, H.M., Jeong, C.Y. and Elbana, T.A. 2010. Transport of Imidacloprid in soils: miscible displacement experiments. *Soil Science*, 175, 375-381.

## DERLEME MAKALESİ / REVIEW ARTICLE

### EXTENDED ABSTRACT

The term pesticide as "chemical compounds used in the fight against insects, rodents, fungi and unwanted weeds". Pesticides are potentially toxic and must be used safely for all other living things including humans due to chemical structures. Neonicotinoid pesticides are mainly imidacloprid (most commonly used), acetamiprid, clotianide, nitenpyram, nitazine, thiacapride, and thiamethoxam. Neonicotinoid pesticides bind nicotinic acetylcholine receptors in the CNS and cause nicotine-like stimulatory effects. They are tightly and irreversibly bound to nicotinic receptors in insects. For this reason, toxic effects in insects are more severe than in birds and mammals. Depending on the use of neonicotinoid pesticides; restrictions and prohibitions have been introduced for use in the European Union and other countries

due to negative ecological effects such as a decrease in the number of birds, insect populations and bee colonies. The effects of neonicotinoid pesticides on bee colony health are highly controversial. In our country, no studies have been conducted on neonicotinoid pesticides registered in existing databases. In internationally published studies, the results of neonicotinoid pesticide use related to bee colony losses have been tried to be explained in article. In conclusion, it is concluded that neonicotinoid pesticide group can be used to protect agricultural products against harmful insects while agricultural chemicals are not innocent at all. Colony losses in honey bees and toxicological events not necessarily to neonicotinoid pesticide exposure, a thorough investigation should be made of the causal factors such as parasitic, viral and bacterial factors.