

## BAL ARILARINDA KOLONİ KAYBI

*Melis YALÇIN<sup>1</sup>, Cafer TURGUT<sup>1</sup>*

### Özet

Bal arıları sadece bal ve bal ürünlerini (propolis, pollen, arı sütü ve bal mumu) ürettikleri için değil, aynı zamanda dünyada tarımsal üretimin gerçekleşmesi için gerekli olan en etkili tozlaştırıcılardan biridir. Bu sebeplerden dolayı, bal arıları tarımsal ekonomi ve üretimde temel role sahiptir. Çeşitli çalışmalardan elde edilen veriler değerlendirildiğinde birçok ülkede sebebi açıklanamayan arı koloni kayıpları vurgulanmış ve bunun gelecekteki etkileri hakkında endişe duyulmaya başlanmıştır. Bal arılarının aniden yok olması, kovana önünde ölü arıların bulunması, az sayıda ergin arı bulunması, bal üretiminde azalma, ürünlerin tozlaşmasında azalma 'Koloni Kaybı Sendromu' olarak adlandırılan durumun belirtileridir. Koloni kaybına pestisitler, gutasyon sıvısı, patojenler, zararlılar, küresel ısınma, cep telefonu radyasyonu ve stres gibi birçok faktör neden olmaktadır. Bu çalışmada bal arıları kayıplarının nedenleri ve bu nedenlere ışık tutacak potansiyel çözümler üzerinde durulmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Bal arısı, koloni kaybı sendromu

### Honey Bee Colony Losses

### Abstract

Honey bees not only produce the honey and hive products (propolis, pollen, royal jelly and wax) but also they are one of the most effective pollinators that are required for the realization of agricultural production in the world. In this manner, they have a fundamental role in global agricultural economy and production. The recent reports from various studies emphasized the unexplained losses of bee colonies in many countries and many governments have started to concern future effects of this occasion. Sudden disappearance of worker bees, dead bees in front of the hive, low number of adult bees, less produced honey and low pollinated crops are the symptoms which is described as colony collapse disorder (CCD). Colony losses seem to be driven by many factors such as pesticides, guttation water, pathogens, pests, global warming, cell phone radiation and stress factors. This review focuses on the reasons of honey bee decline and the potential solutions to shed light to honey bee disappearance.

**Keywords:** Honey bee, colony losses syndrome

## GİRİŞ

Bal arılarının (*Apis mellifera*) en önemli faydası tarımsal üretimde çiçekli bitkilerin tozlaşmasını sağlamaktır. Hızlı nüfus artışıyla birlikte insanların gıdaya olan taleplerinde hızlı bir şekilde artmaktadır. Bu ihtiyacı karşılamak için üretimin artması ve devamlılığın sağlanması açısından arılar büyük önem taşımaktadır. Tüm tükettiğimiz gıdaların 1/3'ünün tozlaşmasının arılar tarafından gerçekleştiği bilinmektedir (Mc Gregor, 1976). Yalnızca 82 kültür bitkisinin tozlaşması ele alındığında bunların 63 türünün tozlaşması %90 oranında arılar tarafından gerçekleşmektedir (Delaplane ve Mayer, 2000). Bunun ekonomik göstergesi ise dünya genelinde arı tozlaşması sonucu elde edilen ürünün değerinin, elde edilen bal değerinden 50 kat fazla olmasıdır (Crane, 1975). Daha sonraki yıllarda Amerika Birleşik Devletlerinde (ABD) yapılan hesaplamalarda bal arısının kültür bitkilerinde yaptığı tozlaşma sonucu meydana gelen ürünün değerinin, bal ve bal mumu değerinin 143 katı olduğu ve bunun tutarının ise yaklaşık 19 milyar US dolar olduğu hesaplanmıştır (Levin, 1983). Bazı bitki türlerinde ise örneğin badem, elma, avokado, çoban üzümü ve yaban mersininde tozlaşmanın % 100 arılara bağlı olduğu bilinmektedir

(Morse ve Colderone, 2000). Dünyada yaklaşık 65 milyon koloni ile 1,5 milyonun üzerinde bal üretimi yapılmaktadır. Türkiye'de ise 6.641.348 arı kovana sayısıyla, 94.694 ton'un üzerinde bal üretilmektedir (Anonim, 2013). Dünya'da arı kovana sayısıyla 2. sırada olan Türkiye, bal üretimi bakımından 4. sırada yer almaktadır. Tozlaşma yoluyla bitkisel üretimde ve dünya çapında yıllık 215 trilyon US Doları gelir sağlanmasıyla ekonomik anlamda büyük önem taşıyan bal arıları son yıllarda yok olmaya başlaması ve bunun getireceği riskler birçok ülkede tartışılmaya başlanmıştır (Stokstad, 2007, VanEngelsdorp ve Meixner, 2010, Smith et al., 2014).

### Koloni Kaybı Sendromu (KKS) Nedenleri ve Simptomları

Koloni kaybı sendromunun (KKS) başlıca simptomları; yetişkin arıların, ortada ölü arı olmadan aniden ortadan kaybolması, yetişkin arıların yavru arıları ve kraliçe arıyı geride bırakıp bir daha kovana dönmemesi, çok büyük miktarda kayıpların olması, koloni kayıplarının diğer etmenlere göre hızlı gelişmesi, polen ve bal stoklarının kovanda bulunmasına rağmen tüketilmemesi, kovanda az miktarda arı bulunması olarak tanımlanabilir. Koloni kaybına neden olan sebepleri birçok araştırmacı farklı

<sup>1</sup>Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü / AYDIN

şekillerde belirtmiştir (Bacandritsos et al., 2010; Potts et al., 2010; Smith et al., 2014; Lundin et al., 2015; Mullin et al., 2015). Önceden % 20 olarak hesaplanan koloni kayıplarının hastalık ve zararlılardan kaynaklandığı belirtilirken günümüzde de görülen hastalık ve zararlılar yanında, pestisitler, genetiği değiştirilmiş ürünler, arıcılık faaliyetlerinin etkisi, küresel ısınma, cep telefonları ve tüm bunların ortak etkisinin koloni kayıplarını arttırdığı belirtilmiştir (Smith et al., 2014; VanEngelsdorp ve Meixner, 2010). KKS'den dolayı, kovana dönemeyen arıların midelerinde çok sayıda, virüs, bakteri ve fungus bir arada bulunmuş ve bazı araştırmacılara göre bu kadar fazla etmenin, arıların bağışıklık sistemine zarar verdiği vurgulanmıştır (VanEngelsdorp et al., 2009).

### **Bal arısı Hastalık ve Zararlılarının Koloni Kaybına Etkisi**

Bal arısı hastalık ve zararlıların yaygınlığı; ekonomik zarara, bal ve yavru üretiminin azalmasına arılarda kış kayıplarına ve kolonilerin ilkbahar gelişmelerinin yavaşlamasına neden olmaktadır. Ülkemizdeki bal veriminin düşük olmasının en büyük nedenlerinden birisi de bal arısı hastalık ve zararlıları olarak gösterilmektedir (Uygur ve Girişgin, 2008). Arı hastalık ve zararlıları hakkında yeterli bilgiye sahip olunmaması, gerekli mücadelenin zamanında ve doğru bir şekilde yapılmaması hastalık ve zararlıların koloni kayıplarına neden olmasını sağlar. Arı hastalıkları hastalığı oluşturan etmene göre; bakteriyel (Amerikan ve Avrupa Yavru Çürüklüğü), fungal (kireç ve taş hastalığı), viral (Arı felci ve Tulumsu Yavru Çürüklüğü), paraziter (*Varroa destructor* ve *Acarapis woodi*) ve protozoon (*Nosema sp.*) ya da hastalığın olduğu döneme göre ergin ve yavru hastalıkları olarak sınıflandırılır. Virüsler arıların yok olmasına sebep olmaktadır bu nedenle özellikle virüslerin koloni kaybı sendromuna benzer belirtiler vermesi çok önemli olup konunun karışmasına sebebiyet vermektedir. Bundan dolayı mPCR ile virüslerin teşhisinin moleküler olarak yapılması önem taşımaktadır (Sguazza et al., 2013). Ağırlıklı olarak kolonilerde paraziter ve bakteriyel patojenlerin dikkate alınması sonucunda *V. destructor*'un (%100) tüm kolonilerde bulunduğu, *Nosema* sporlarının kolonilerin %10'unda, Amerikan Yavru Çürüklüğü etmeni olan *Paenibacillus*'un kolonilerin %8'inde bulunduğu belirtilmektedir (Muz et al., 2012). *Varroa*'nın yaygınlığından dolayı kovanlarda yoğun olarak farklı ilaçların kullanılmasıyla ilk başta baskı altına alınan *Varroa destructor*'un daha sonra ilaçlara karşı dayanıklılık kazanmasıyla mücadelenin zorlaştığı ve bu nedenle de farklı kimyasallara yönelimin gerçekleştiği belirtilmektedir (Currie et al., 2010). Birçok çalışmada *Varroa destructor*'un yayılmasının durdurulmasına rağmen arıların koloni kaybının devam ettiği gözlenmiş ve bunun virus, uygunsuz hava koşulları ve beslenme yetersizliğinin ortak etkisiyle ortaya çıktığı düşünülmüş (Neumann

ve Carreck, 2010) ve yapılan birçok çalışmada koloni kaybının virüsler ile birlikte diğer hastalık ve zararlıların ortak olarak sinerjik etki gösterdiği düşünülmektedir (Bacandritsos et al., 2010).

### **Genetiği Değiştirilmiş Ürünlerin Bal arıları Üzerine Etkisi**

1996 ve 2013 yılları arasında 17.000 km<sup>2</sup>'den 1.750.000 km<sup>2</sup>'ye artan transgenik ürün tarımı günümüzde dünya tarım alanlarının % 10'unu kaplamaktadır. Amerika Birleşik Devletleri'nde 2014 yılı itibariyle soya tarımının % 94'ü, pamuğun % 96'sı ve mısır'ın % 93'ünü transgenik ürünler oluşturmaktadır (ISAAA, 2013). Genetiği değiştirilmiş organizmalı (GDO) ürünlerin ekim alanlarının genişlemesiyle birlikte arıların bu alanlara uğraması sonucu buradan oluşan gen artarımı ve GDO'lu ürünlerin arılar üzerinde Koloni Kaybı Sendromuna neden olacağı düşünülmektedir. Transgenik ürünlerin transgenik olmayanlara göre daha az nektar içermesi transgenlerin yaban hayatına karışması ve daha önemlisi de bazı transgenik bitkilerin normalinden daha az çiçek içermesi tozlaştırıcıların hareketlerinde değişime neden olmaktadır (Prendeville ve Pilson, 2009). Ayrıca CryIAb proteini içeren transgenik ürünlerin besin tüketimini, öğrenme sürecini, polen toplama kabiliyetini etkilediği belirtilmektedir (Ramirez et al., 2008). Arılarda transgenik ürünlerin içerdiği toksinlerin tek geçiş yolunun polenler olduğu bulunmuştur (Babendreier et al., 2004). Ayrıca herbisit toleranslı GDO'lu ürünlerin, yabancı ot çeşitliliğini azaltması dolayısıyla arıların besin kaynağı azalarak koloni kayıplarına ilave etki gözleneceği belirtilmiştir (Rosalind ve Pitts 2008).

### **Pestisitlerin Bal arıları Üzerine Etkisi**

Dünya nüfusunun artış göstermesiyle birlikte yeterli beslenmenin sağlanması için üretim alanlarının en verimli şekilde kullanılması gerekmektedir. Bu nedenle bitkisel üretimde bitki hastalıkları, zararlılar ve yabancı otlarla mücadele amacıyla dünyada yıllık 2 milyon ton pestisit tüketimi olduğu ve bu tüketimin % 45'inin Avrupa ülkeleri, %25'inin Amerika Birleşik Devletleri ve % 25'inin diğer ülkeler tarafından tüketildiği belirtilmektedir (De et al., 2014). 1990 yılında tarımsal markette 7.942 trilyon Avro toplam hacimle; % 43 organik fosforlar, % 18 piretroidler, % 16 karbamatlılar kullanılırken, günümüzde 6.330 trilyon Avro hacimle; yeni sistemik insektisit grubu olan neonikotinoidler % 80, karbamatlılar % 8, organik fosforlar % 3, piretroidler % 2 ve fibroniller % 8 oranında kullanılmaktadır (Jeschke et al., 2011). Neonikotinoid grubu insektisitlerin sık kullanılmasından dolayı tozlaştırıcılara olan etkisi üzerine birçok çalışma yapılmıştır. Genellikle arı ve arı ürünlerinde neonikotinoid uygulamasından sonra çevredeki neonikotinoid kalıntı seviyesi ve arılarda oluşan yan etkiler dikkatleri, neonikotinoid

insektisitlerin risk üzerine çekmiştir. Neonikotinoidler bitkinin kök ve yapraklarından alınımı gerçekleştirilebilen sistemik insektisitlerdir. Genellikle tohum ilacı olarak kullanılan neonikotinoid grubu insektisitler (imidacloprid, thiamethoxam, clothianidin, acetamiprid, dinotefuran, nitenpyram, thiacloprid) bitki kökünden alınarak sistemik olması nedeniyle yapraklara doğru ilerler, dolayısıyla da polen ve nektar dokularında birikimi gerçekleşmektedir (Krupke ve Long, 2015). Sera koşullarında yapılan bir çalışmada ayçiçeğinin farklı bölgelerine tohuma uygulanmış imidaclopridin translokasyonu incelenmiş tohum başına 0.7 mg imidacloprid uygulanmış olup polendeki miktarı  $3.9 \pm 1.0 \mu\text{g}/\text{kg}$ , nektardaki miktarı ise  $1.9 \pm 1.0 \mu\text{g}/\text{kg}$  bulunmuştur (Schmuck et al., 2001). Yine başka bir çalışmada imidacloprid konsantrasyonunun ilk yapraklardan üst yapraklara doğru azaldığı ayçiçeği polenindeki konsantrasyonun 0.5–36  $\mu\text{g}/\text{kg}$  olduğu belirtilmiştir (Laurent ve Rathahao, 2003). Mısır bitkisiyle yapılan bir çalışmada tohuma uygulanan imidaclopridin mısır bitkisinin polenindeki miktarı  $2 \mu\text{g kg}^{-1}$  olarak gözlenmiştir (Bonmatin et al., 2003). Bununla birlikte tohuma uygulanan neonikotinoidlerin hedef dışına taşınması nedeniyle doğal düşmanlar ve yabancı otlar da bu insektisitlere maruz kalmaktadır. Özellikle kovana getirilen polendeki neonikotinoidlerin %97'sinin yabancı otlardan kaynaklandığı belirtilmektedir (Botias et al., 2015). Neonikotinoidlerle ilgili yapılan çalışmalar incelendiğinde sadece polendeki neonikotinoid kalıntısı değil aynı zamanda balda, bal arılarında ve bal mumunda kalıntıyla ilgili birçok çalışma yapılmıştır (Chauzat et al., 2011; Higes et al., 2010; Bernal et al., 2010; Mullin et al., 2010; Genersch et al., 2010; Cutler ve Scott Dupree, 2007; Pirard et al., 2007; Nguyen et al., 2009; Garcia-Chao et al., 2010; Bacandritsos et al., 2010).

Neonikotinoidlerin 1994 yılında imidaclopridin ruhsatlanmasıyla tohuma uygulanmaya başladığı ve neonikotinoidlerin %60'ının toprak ve tohuma uygulanması yoluyla dağıldığı belirtilmektedir (Krupke ve Long, 2015). Neonikotinoidler içerisinde de özellikle thiamethoxam ve onun metabolitleri olan clothianidin ve imidacloprid tohuma uygulanarak kullanılmaktadır. Neonikotinoidlerin kimyasal karakterleri incelendiğinde suda çözünürlüğü yüksek olması dolayısıyla bitki dokularında sistemik olarak hareket etmekte ve toprakta kalıcılığı yüksek olmaktadır. Sistemik olarak hareket eden neonikotinoidlerin gutasyon sıvısında gözlenmesi de arıların bu yolla neonikotinoidlere dolaylı olarak maruz kaldığının göstergesidir. Bitkilerin yapraklarından damlalar halinde atılan su anlamına gelen gutasyon sıvısı, özellikle tohumlara uygulanan neonikotinoid insektisitlerin fide yapraklarında damlayarak arılarda risk oluşturmaktadır (Girolami et al., 2009). Damlama köklerde basınç olduğunda, terlemeyi azaltarak geceleri ya da güneş doğduğu

anlarda oluşur (Thompson, 2010). Thompson (2010) yaptığı çalışmada imidocloprid (0.5 mg Gaucho 350 tohum başına), clothianidin (1.25 mg Poncho tohum başına), thiamethoxam (1 mg Cruiser FS tohum başına) ve fipronili (1 mg Regent FS tohum başına) mısır tohumlarına uygulanmış. Sabah 8 ile 9 arası 3 hafta her sabah 1-3 ml sıvı 100 bitkiden gutasyon toplanmıştır. Tohuma uygulanan ilaçların, gutasyon sıvısındaki miktarı, imidoclopridin 47 mg/L, clothianidin 23 mg/L, thiamethoxamın 11.9 mg/L olarak saptanmıştır (Thompson, 2010). Ayrıca yapılan çalışmalarda gutasyon sıvısındaki pestisit miktarının pestisit uygulaması yapıldıktan sonraki günlerde fazla olduğu ve gittikçe azaldığı, toprak nem içeriğinin de gutasyon sıvısındaki pestisit miktarını etkilediği belirtilmektedir (Tapparo et al., 2011).

Ayrıca üzerinde durulması gereken diğer bir durum ise pestisit karışımlarının sinerjistik etki göstermesidir. Iwasa ve ark. (2004) yaptıkları çalışmada piperonil butoxide ve fungusitlerden triflumizole ve propiconazole'un, acetamiprid'in ve thiacloprid'in akut toksisitesini ( $LD_{50}$ , topikal aplikasyon) arttırdığı fakat imidacloprid toksisitesinde az bir etkide bulunduğu saptanmıştır. Acetamiprid toksisitesinin triadimefon, epoxiconazole ve uniconazole-P uygulamasından sonra 6.3-84 kat arttığı gözlenmiştir. Yapılan başka bir çalışmada piretroid ve neonikotinoid insektisitlerin kalıntıları sonucunda polenin kontamine olduğu ve böylece arılarda insektisitlerin kontak etkisinin oluştuğu belirtilerek özellikle imidacloprid, thiamethoxam, chlorpyrifos ve cyhalothrin ile ergosterol inhibe eden fungusitlerin polen ve balı kontamine etmesi ve arılar tarafından kontamine olmuş polen ve balın sindirilmesinin büyük risk oluşturduğu bu nedenle de insektisit ve fungusitler arasındaki sinerjistik etki üzerine daha fazla çalışma yapılması gerektiği belirtilmektedir (Bayo ve Goka, 2014).

Amerika Birleşik Devletleri Çevre Koruma Ajansı (U.S. EPA) pestisitlerin toksisitesini ölçmek için, arıların ölümüne neden olan pestisit dozunu ve pestisitlerin etki süresini değerlendirilerek, 3 çeşit çalışma yürütmektedir. İlk olarak Bal arısı akut kontak  $LD_{50}$  değerinin ölçümü için, laboratuvar ortamında test grubu arıların %50'sini öldüren dozun tespit edilmesi, ikinci olarak laboratuvar ortamında yapraktaki pestisit ne kadar süre arılara toksik olduğunun tespit edilmesi, üçüncü olarak da tarla denemesi yapılarak diğer belirtilen testlerin doğrulanması yapılmaktadır. Eğer Akut kontak  $LD_{50}$  değeri arı başına 2  $\mu\text{g}$  veya daha az ise pestisitler "Çok Zehirli" veya "1. Sınıf Zehirli" kategorisinde kabul edilmektedir. Eğer arı başına Akut kontak  $LD_{50}$  değeri 2  $\mu\text{g}$  veya 11  $\mu\text{g}$ 'dan az ise "Zehirli", "2. Sınıf Zehirli" kategorisinde kabul edilmektedir, eğer Akut kontak  $LD_{50}$  değeri arı başına 11  $\mu\text{g}$ 'dan fazla ise pestisit etiketlerinde "Zehirsiz" veya "3. Sınıf Zehirli" kategorisinde kabul edilmektedir (Anonim, 2014).

### **Küresel Isınmanın Bal Arılarına Etkisi**

Günümüzün popüler konularından biri olan küresel ısınma yeryüzündeki yaşamı tehdit etmektedir. 1960'lı yıllardan bu yana her 10 yılda Dünyamız 1 °C ısınmaktadır. Özellikle belirli yaşamsal aktivitelerin başlaması için zamansal uyarılara ihtiyaç duyan canlılar için iklim değişikliği önemli bir problem haline gelmiştir (Sağlam et al., 2008). Küresel ısınmanın etkileriyle birlikte baharın erken geldiğini sanıp kovandan çıkan arıların, zamansız beslenme uçuşuna çıkıp yeterli nektar ve polen bulamaması sonucunda açlık nedeniyle koloni kayıplarının görülmesi, yine sıcaklığın artış göstermesi ve buna istinaden arıların erken uçuşa çıkıp ani sıcaklık değişimlerine maruz kalması sonucu koloni kayıplarının gözlenmesi günümüzde yoğun olarak karşılaşılan durumlardır (Yorgancıoğlu, 2001; Koç, 2014). Kış döneminde hava sıcaklığının yüksek olması arıların kovana dışına çıkıp kış salkıminin bozulmasına, kış mevsiminde ana arının yumurtlamaması sonucu neslin devamının tehlikeye girmesine neden olmaktadır (Çolakoğlu, 2011). Ayrıca sıcaklığın yükselmesi ile arıların aktif olması gereken sürecin değiştiği, arıların ortak yaptığı işlerin verimsiz hale geldiği, tozlaşma için gerekli olan morfolojik ve fizyolojik özelliklerin iklim değişimi nedeniyle değişmesi sonucu tozlaşma ile oluşan ürünlerde verim kaybına neden olduğu belirtilmektedir (Potts et al., 2010). Yapılan bir çalışmada 1990'larda normalden daha fazla yağmur yağması sonucu kraliçe arının beslenme zamanında azalma ve sonucunda da küçük vücutlu işçi arıların oluştuğu, ayrıca ıslak ortamın juvenil ölümüne neden olup işçi kuluçkaların hayatta kalma şansını düşürdüğü, 1991 yılında ise sıcaklık artışı ile büyük vücutlu işçi arılar oluştuğu ve böylece sıcaklık değişimleri sonucu popülasyonun varyasyon gösterdiği belirtilmektedir (Richards et al., 2015). Aynı zamanda zamansız ve uzun uçuşlar nedeniyle yoğun aktivite gösteren arıların fazla besin tüketmesi sonucu bal arılarının yaşam sürelerinin kısalmasına, uçamamalarına veya koloniye geri dönememelerine neden olduğu belirtilmektedir (Neukirch, 1982; Koç, 2014). Ayrıca yüksek alanlarda yapılan arıcılığın sıcaklık değişimlerinin daha az görülmesi nedeniyle daha başarılı olduğu belirtilmektedir (Koç, 2014). Sıcaklıklardaki ani değişim dolayısıyla % 30 koloni kaybı oluştuğu belirtilmiş olup küresel ısınma dolayısıyla 3-4 derecelik sıcaklık artışının günümüzde büyük problemlere yol açacağı düşünülerek gerekli önlemlerin alınması gerekmektedir (Muz et al., 2012).

### **Cep Telefonlarının Bal Arılarına Etkisi**

Günümüzde teknolojinin gelişmesine paralel olarak bazı bilim adamları arıların bu durumdan olumsuz olarak etkilendiğini belirtmektedir. Mikrodalga ve radyo frekanslarının özellikle wireless özelliği olan cep telefonlarının arılar üzerinde önemli yan etkileri olduğu düşünülerek yapılan çalışmada bir

kısım bal arısının cep telefonlarının uzağında, bir kısmının ise yakınında tutulması sonucu cep telefonlarının arıların yaşam döngüsünü etkilediği gözlenmiştir (Halabi et al., 2013). Goldsworthy (2009)'e göre arıların bir flavoprotein olan cryptochrome'u navigasyon için kullandıkları ve bu şekilde manyetik alanları buldukları fakat cep telefonlarının buna engel olduğu ve böylece arıların kovana geri dönemedikleri belirtilmiştir. Goldsworthy (2009) telefon frekanslarının değiştirilmesi ile arıların yönlerinin şaşırmasının engellenebileceğini belirtmektedir. Ayrıca bal arılarının yağ dokusu hücrelerinde manyetik kristallerin bulunduğu ve bu durumda manyetik çekime neden olduğu belirtilmektedir (Gould et al., 1978; Keim et al. 2002). Bu manyetik yapıların; yön, yükseklik ve lokasyon bulmada rol oynayan manyetik reseptör sisteminin aktif bölgesi olduğu vurgulanmaktadır (Hsu ve Li, 1994; Hsu et al., 2007). Bal arılarının bölgesel jeomanyetik alanlardaki küçük değişimlere karşı eğitilebileceği belirtilmektedir (Walker ve Bitterman, 1989). Başka bir çalışmada, bal arılarının gizemli bir şekilde yok olmasında cep telefonlarından kaynaklanan radyasyonun, tozlaşmaya neden olan arıların yok olmasına sebep olduğu belirtilmektedir (Lean ve Shawcross, 2007). Cep telefonlarından yayılan radyasyonun etkisinin değerlendirilmesi ile ilgili yapılan çalışmalarda; cep telefonunun radyasyonuna maruz kalan işçi arıların, kontrol grubundaki arılarla kıyaslandığında uçuş aktivitesi nedeniyle kovandan ayrılan test grubundaki işçi arıların kovana geri dönmediği, sağlıklı çerçeve sayısının azaldığı, kraliçe arının yumurta bırakma sayısının düştüğü gözlenmiştir (Sahip, 2011; Sharma ve Kumar, 2010). Yumurta verimiyle ilgili yüksek voltaja maruz kalan kraliçe arıların az sayıda yumurta bıraktığı (Greenberg et al., 1981) yine kraliçe arıların cep telefonu radyasyonuna maruz kalması dolayısıyla sadece oğul döl verdiği gözlenmiştir (Brandes ve Frish, 1986).

### **SONUÇ**

Bal arıları koloni kayıpları ile ilgili yapılan çalışmalar değerlendirildiğinde kovan içinde ve dışında kullanılan pestisitler, bazı önemli hastalık ve zararlılar, genetiği değiştirilmiş ürünler, küresel ısınma, cep telefonları baz istasyonlarından yayılan sinyaller sonucu koloni kaybı görülmektedir. Fakat koloni kaybına neden olan temel sebep ise tüm bu nedenlerin ortak etkisi ile oluşmaktadır.

Koloni kaybına neden olan sebeplerin azaltılması ya da engellenmesi için dünyada bu konuyla ilgili birçok çalışma yapılmaktadır. Özellikle koloni yetiştirme tekniklerinin geliştirilmeye çalışılması koloninin hastalık ve zararlılara karşı daha dayanıklı olmasını sağlar. Dolayısıyla kimyasal kullanımında azalma olur ya da pestisit kullanımına gerek kalmaz. Özellikle pestisitlerin doğru zamanda ve

doğru dozda uygulanmasına dikkat edilmelidir. Sıcaklığın yüksek olduğu öğle saatlerinde ilaçlama yapılmamalıdır. Tohum ekiminde toz ilaçların sürüklenmemesi için tohum pestisit kaplama teknolojilerinin artırılması gerekmektedir. Ayrıca sistemik olmayan tohum ilacı geliştirilerek bal arılarının gutasyon sıvısıyla pestisite maruz kalması engellenmiş olur. Bunun yanında arıların ani sıcaklık değişimlerin etkilenmemeleri için içinde bal stoğu bulunmayan kovanlar arı keki ve şerbetle desteklenmelidir. Yani bu dönemde kovan bakımları geciktirilmemelidir. Genetiği değiştirilmiş ürünlerin bal arıları kolonisinde verimde azalmaya neden olduğu unutulmamalı ve bitkilerin çiçeklenme döneminde arıların doğal ürünlerin tozlaşmasında kullanılmasına dikkat edilmelidir.

## KAYNAKLAR

- Anonim (2013) Food and Agriculture Organization. [http://faostat.fao.org] Erişim Tarihi: 10.12.2015
- Anonim (2014) Guidance for Assessing Pesticide Risks to Bees. [http://www2.epa.gov] Erişim Tarihi: 10.12.2015
- Babendreier D, Kalberer N, Romeis J, Fluri P, Bigler F (2004) Pollen Consumption in Honey Bee Larvae: a Step Forward in the Risk Assessment of Transgenic Plants. *Apidologie* 35(3): 293-300.
- Bacandritsos N, Granato A, Budge G, Papanastasiou I, Roiniotti E, Caldron M, Falcaro C (2010) Sudden deaths and Colony decline in Greek Honey Bee Colonies. *Journal of Invertebrate Pathology* 105(3): 335-340.
- Bayo FS, Goka K (2014) Pesticide Residues and Bess-A Risk Assessment. *Plos one* 9(4): 1-16.
- Bernal J, Garrido-Bailon E, del Nozal MJ, Gonzalez-Porto AV, Martin-Hernandez R, Diego JC, Jimenez JJ, Bernal JL, Higes M (2010) Overview of pesticide residues in stored pollen and their potential effect on bee colony (*Apis mellifera*) losses in Spain. *Journal of Economic Entomology* 103: 1964-1971.
- Bonmatin JM, Moineau I, Charvet R, Fleche C, Colin ME, Bengsch ER (2003) A LC/APCI-MS/MS method for analysis of imidacloprid in soils, in plants, and in pollens. *Analytical Chemistry* 75: 2027-2033.
- Botias C, David A, Horwood J, Abdul-Sada A, Nicholls E, Hill E, Goulson D (2015) Neonicotinoid Residues in Wildflowers, a Potential Route of Chronic Exposure for Bees. *Environmental Science and Technology* 49(21):12731-12740.
- Brandes C, Frish B (1986) Production of mutant drones by treatment of Honeybees with X-rays. *Apidologie* 17(4): 356-358.
- Chauzat MP, Martel AC, Cougoule N, Porta P, Lachaize J, Zeggane S, Aubert M, Carpentier P, Faucon JP (2011) An assessment of honeybee colony matrices, *Apis mellifera* (Hymenoptera Apidae) to monitor pesticide presences in continental France. *Environmental Toxicology and Chemistry* 30: 103-111.
- Crane E (1975) *Honey: A Comprehensive Survey*. Heinemann, London.
- Currie WR, Pernal FS, Novoa GE (2010) Honey Bee Colony Losses in Canada. *Journal of Apicultural Research* 49(1): 104-106.
- Cutler GC, Scott-Dupree CD (2007) Exposure to clothianidin seed-treated canola has no long-term impact on honey bees. *Journal of Economic Entomology* 100: 765-772.
- Çolakoğlu M (2011) Küresel Isınma Arıları Öldürüyor. [http://www.iha.com.tr/haber-kuresel-isinma-arilari-olduruyor-165063] Erişim Tarihi: 10.12.2015
- De A (2014) Targeted delivery of pesticides using biodegradable polymeric nanoparticles. *Springer Briefs in Molecular Science*, Amsterdam.
- Delaplane KS, Mayer DF (2000) *Crop Pollination by Bees*. CABI Publishing, Cambridge.
- Garcia-Chao M, Jesus Agruna M, Flores Calvete G, Sakkas V, Llompard M, Dagnac T (2010) Validation of an off-line solid phase extraction liquid chromatography-tandem mass spectrometry method for the determination of systemic insecticide residues in honey and pollen samples collected in apiaries from NW Spain. *Analytica Chimica Acta* 672: 107-113.
- Genersch E, von der Ohe W, Kaatz H, Schroeder A, Otten C, Buechler R, Berg S, Ritter W, Muehlen W, Gisder S, Meixner M, Liebig G, Rosenkranz P (2010) The German bee monitoring project: a long term study to understand periodically high winter losses of honey bee colonies. *Apidologie* 41: 332-352.
- Girolami V, Mazzone L, Squartini A, Mori N, Marzaro M, Di Bernardo A, Greotti M, Giorio C, Tapparo A (2009) Translocation of neonicotinoid insecticides from coated seeds to seedling guttation drops: a novel way of intoxication for bees. *Journal of Economic Entomology* 102(5):1808-1815.
- Goldworthy A (2009) How Electromagnetic Fields can Disrupt both Solar and Magnetic Bee Navigation and Reduce Immunity to disease all in on go. [http://apps.fcc.gov/ecfs/document/view?id=7022311570], Erişim Tarihi: 09.12.2015
- Gould JL, Kirschvink JL, Deffeyes KS (1978) Bees have magnetic remanence. *Science* 201: 1026-1028.
- Greenberg B, Bindokas VP, Gauger JR (1981) Biological effects of a 765 kV transmission line: Exposure and thresholds in honeybee colony. *Bioelectromagnetics* 2(4): 315-328.
- Halabi E, Achkar R, Abou H (2013) The effect of cell phone radiations on the life cycle of honeybees. In: *Proceedings of the IEEE EUROCON Conference*. Zagreb.
- Higes M, Martin-Hernandez R, Martinez-Salvador A, Garrido-Bailon E, Gonzalez-Porto AV, Meana A, Bernal JL, del Nozal MJ, Bernal J (2010) A preliminary study of the epidemiological factors related to honey bee colony loss in Spain. *Environmental Microbiology Reports* 2: 243-250.
- Hsu CY, Li CW (1994) Magnetoreception in honeybees. *Science* 265: 95-97.
- Hsu CY, Ko FY, Li CW, Fann K, Lue JT (2007) Magnetoreception system in honeybees (*Apis mellifera*). *PLoS ONE* 2, e395.
- ISAAA (2013) Annual Report Executive Summary, Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: 2013 ISAAA Brief 46-2013.
- Iwasa T, Motoyama N, Ambrose JT, Roe MR (2004) Mechanism for the differential toxicity of neonicotinoid insecticides in the honey bee, *Apis mellifera*. *Crop Protection* 23: 371-378.
- Jeschke P, Nauen R, Schindler M, Elbert A (2011) Overview of the Status and Global Strategy for Neonicotinoids. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 59: 2897-

- 2908.
- Keim CN, Cruz-Landim C, Carneiro FG, Farina M (2002) Ferritin in iron containing granules from the fat body of the honeybees *Apis mellifera* and *Scaptotrigona postica*. *Micron* 33: 53-59.
- Koc AU (2014) Effects of altitude and beehive bottom board type on wintering losses of honeybee colonies under subtropical conditions. *Spanish Journal of Agricultural Research* 12(1): 151-158.
- Krupke CH, Long EY (2015) Intersections between neonicotinoid seed treatments and honey bees. *Current opinion in insect science* 10: 1-6.
- Laurent FM, Rathahao E (2003) Distribution of [C-14]imidacloprid in sunflowers (*Helianthus annuus* L.) following seed treatment. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 51: 8005-8010.
- Lean G, Shawcross H (2007) Are mobile phones wiping out our bees? [<http://www.mindfully.org/Technology>] Erişim Tarihi: 09.12.2015
- Levin MD (1983) "Value of bee pollination to U.S. Agriculture", *Bulletin of the Entomological Society of America* 29: 50-51.
- Lundin O, Rundlof M, Smith HG, Fries I, Bommarco R (2015) Neonicotinoid Insecticides and Their Impacts on Bees: A Systematic Review of Research Approaches and Identification of Knowledge Gaps. *Plos One* 10: 8.
- Mc Gregor SE (1976) *Insect Pollination of Cultivated Crop Plants*. Agriculture Handbook 496, United States Department of Agriculture, Washington DC.
- Morse RA, Calderone NW (2000) The value of honey bees as pollinators of U.S. Crops in 2000. Cornell University, Ithaca.
- Mullin CA, Frazier M, Frazier JL, Ashcraft S, Simonds R, VanEngelsdorp D, Pettis JS (2010) High levels of miticides and agrochemicals in North American apiaries: implications for honey bee health. *PLoS ONE* 5: e9754
- Mullin CA, Chen J, Fine JD, Frazier MT, Frazier JL (2015) The formulation makes the honey bee poison. *Pesticide Biochemistry and Physiology* 120: 27-35.
- Muz MN, Solmaz H, Yaman M, Karakavuk M (2012) Parasitic and bacterial pathogens in colonies of early broken up winter cluster. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi* 23(3): 147-150.
- Neumann P, Carreck N (2010) Honey Bee Colony Losses. *Journal of Apicultural Research* 49(1): 1-6
- Neukirch A (1982) Dependence of the lifespan of the honeybee (*Apis mellifera*) upon flight performance and energy consumption. *Journal of Comparative Physiology B* 146: 35-40.
- Nguyen BK, Saegerman C, Pirard C, Mignon J, Widart J, Tuirionet B, Verheggen FJ, Berkvens D, De Pauw E, Haubruge E (2009) Does imidacloprid seed-treated maize have an impact on honeybee mortality? *Journal of Economic Entomology* 102: 616-623.
- Pirard C, Widart J, Nguyen BK, Deleuze C, Heudt L, Haubruge E, DePauw E, Focant JF (2007) Development and validation of a multi-residue method for pesticide determination in honey using tandem mass spectrometry. *Journal of Chromatography A* 1152: 116-123.
- Potts SG, Biesmeijer JC, Kremen C, Neumann C, Schweiger O, Kunin W (2010) Global Pollinator declines: trends, impacts and drivers. *Trends in Ecology & Evolution* 25(6): 345-353.
- Prendeville H, Pilson D (2009) Transgenic virus resistance in cultivated squash affects pollinator behaviour. *Journal of Applied Ecology* 46: 1088-1096.
- Ramirez R, Desneux N, Decourtye A, Chaffiol A, Deleuge MHP (2008) Does Cry1Ab protein affect learning performances of the honey bee *Apis mellifera* L. (Hymenoptera, Apidae). *Ecotoxicology and Environmental Safety* 70: 327-333.
- Richards MH, Onuferko TM, Rehan SM (2015) Phenological, but not social, variation associated with climate differences in a eusocial sweat bee, *Halictus ligatus*, nesting in southern Ontario. *Journal of Hymenoptera Research* 43: 19-44.
- Rosalind RJ, Pitts LT (2008) *Bee Pollution in Agricultural Ecosystems*. Oxford University Press, Oxford.
- Sağlam NE, Düzgüneş E, Balık İ (2008) Küresel ısınma ve iklim değişikliği. *E.Ü. Su Ürünleri Dergisi* 25(1): 89-94.
- Sahib S (2011) Impact of mobile phones on the density of honeybees. *Journal of public administration and policy research* 3(4): 117-131.
- Schmuck R, Schoning R, Stork A, Schramel O (2001) Risk posed to honeybees (*Apis mellifera* L. Hymenoptera) by an imidacloprid seed dressing of sunflowers. *Pest Manag Sci* 57: 225-238.
- Sharma VP, Kumar NR (2010) Changes in honeybee behavior and biology under the influence of cellphone radiations. *Current Science* 98(10): 1376-1378.
- Smith KM, Loh EH, Rostal MK, Zabran-Torrelia CM, Mendiola L, Daszak P (2014) Pathogens, pests and Economics: Drivers of Honey Bee Colony Declines and Losses. *Ecohealth* 10(4): 434-445.
- Squazza GH., Reynaldi FJ, Galosi CM, Pecoraro MR (2013) Simultaneous detection of bee viruses by multiplex PCR. *Journal of Viral Methods* 194(1): 102-106
- Stokstad E (2007) The case of the empty hives. *Science* 316: 970-972.
- Tapparo A, Giorio C, Marzaro M, Marton D, Solda` L, Girolami V (2011) Rapid analysis of neonicotinoid insecticides in guttation drops of corn seedlings obtained from coated seeds. *Journal of Environmental Monitoring* 13: 1564-1568.
- Thompson HM (2010) Risk Assessment for Honey Bees and Pesticides- Recent Developments and 'New Issues'. *Pest Management Science* 66(11): 1157-1162.
- Uygun ŞÖ, Girişgin AO (2008) Bal arısı hastalık ve Zararlıları. *Uludağ Arıcılık Dergisi* 8(4): 130-142.
- VanEngelsdorp D, Evans JD, Saegerman C, Mullin C, Haubruge E, Nguyen BK, Frazier M, Frazier J, Cox-Foster D, Chen Y, Underwood R, Tarpay DR, Pettis JS (2009) Colony Collapse Disorder: A Descriptive Study. *Plos one* 4(8): e6481
- VanEngelsdorp D, Meixner MD (2010) A historical review of managed honey bee populations in Europe and the United States and the factors that may affect them. *Journal of Invertebrate Pathology* 103: S80-S95.
- Walker MM, Bitterman ME (1989) Honeybees can be trained to respond to very small changes in geomagnetic-field intensity. *Journal of Experimental Biology* 145: 489-494.
- Yorgancıoğlu İY (2001) The various forms of honeybees during wintering and feeding patterns of different types of hives and honey yield performance of the effects of the colony. Phd Thesis, Ankara Üniversitesi, Ankara.

**Sorumlu Yazar**

*Cafer TURGUT*  
*cturgut@adu.edu.tr*

*Adnan Menderes Üniversitesi,*  
*Ziraat Fakültesi,*  
*Bitki Koruma Bölümü /Aydın*

*Geliş Tarihi : 13.01.2016*  
*Kabul Tarihi : 13.02.2016*

