

Pestisit Kullanımının Bal Verimi Üzerine Etkisi: Panel Veri Analizi

Güngör-KARAKAŞ¹

¹Hitit Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Uluslararası Ticaret ve Lojistik Yönetimi Bölümü, Akkent Kampüsü, Çorum

¹<https://orcid.org/0000-0001-5236-2407>

✉: gungorkarakas@hitit.edu.tr

ÖZET

Dünyada tarımsal üretimde zararlılarla mücadele etmek için kullanılan pestisitler ekosistemde bazı negatif dışsallıklara yol açmaktadır. Pestisit kullanımı bal arıları üzerinde ciddi problemler oluşturmaktadır. Bu araştırmanın amacı pestisit kullanımı ve bal verimi arasındaki ilişkiyi 1992-2017 periyodunda panel veri analizi yöntemi ile test etmektir. Bu amaca yönelik olarak Dünya bal üretiminin %43'ünü temsil eden ülkelerden Çin, Türkiye, İran ve Hindistan örnek olarak seçilmiştir. Bal verimi ve toplam pestisit kullanımı arasındaki ilişki Panel Pedroni eş bütünleşme testi ile incelendikten sonra bal verimi üzerinde pestisit kullanımının etkisi sağlam bir şekilde ölçmek için Panel Dinamik En Küçük Kareler (DOLS) yöntemi ve Gecikmesi Dağıtılmış Otoregresif (ARDL) yöntemi kullanılmıştır. DOLS analizi sonucunda, pestisit kullanımında %1'lik bir artış olması durumunda bal veriminde %0.37'lik bir azalma olduğu tespit edilmiştir. ARDL sonuçlarına göre kısa dönemde pestisit kullanımında %1 artışın olması durumunda bal veriminde %0.18 artış görünmesine rağmen uzun dönemde bal veriminde %0.24 azalış olduğu hesaplanmıştır. Yapılan her iki analiz yöntemine göre de pestisit bal verimini düşürdüğü görülmüştür. Sonuç olarak, arıların yaşam yerlerinden uzak yerlerde ve daha az pestisit kullanımının arıların yaşam kalitesini ve bal verimini artıracığı söylenebilir.

Tarım Ekonomisi

Araştırma Makalesi

Makale Tarihçesi

Geliş Tarihi : 22.05.2021

Kabul Tarihi : 01.10.2021

Anahtar Kelimeler

Pestisit

Bal Arısı

Bal Verimi

Panel Veri

The Effect of Pesticide Uses on Honey Yield: Panel Data Analysis

ABSTRACT

Pesticides used to combat pests in agricultural production in the world cause some negative externalities in the ecosystem. Pesticide use creates serious problems on honey bees. The purpose of this study is to test the relationship between pesticide use and honey yield with panel data analysis method in the period of 1992-2017. For this purpose, China, Turkey, Iran and India were chosen as examples since these countries represent 43% of world honey production. After analyzing the relationship between honey yield and total pesticide use with the Panel Pedroni cointegration test, Panel Dynamic Least Squares (DOLS) method and Autoregressive Distributed Lag (ARDL) method were used to measure the effect of pesticide use on honey yield. As a result of the DOLS analysis, it was determined that there was a 0.37% decrease in honey yield in case of a 1% increase in pesticide use. In addition, in the ARDL analysis, it was calculated that although there was an increase of 0.18% in honey yield in the case of a 1% increase in pesticide use in the short term, there was a 0.24% decrease in honey yield in the long term. According to both analysis methods, it was observed that the pesticide decreased the honey yield. As a result, it can be said that the use of less pesticides in places far from the bees' habitat will increase the quality of life and honey yield of bees.

Agricultural Economy

Research Article

Article History

Received : 22.05.2021

Accepted : 01.10.2021

Keywords

Pesticide

Honey Bee

Honey Yield

Panel Data

To Cite : Karakas G 2022. The Effect of Pesticide Uses on Honey Yield; Panel Data Analysis. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 25 (5): 1163-1167. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdogva.vi.849861>

GİRİŞ

Doğa ve insanlığa pek çok faydası bulunan arıların sürdürülebilir tarımsal üretimde önemli bir yeri vardır (Aizen ve ark., 2008; Lawton, 1998). Tarımsal ürün veriminde yaklaşık %10 artış sağlayan bal arıları ve diğer tozlayıcıların (Gallai ve ark., 2009) son yıllarda dünyanın çeşitli bölgelerinde ölümlerinde artış ve tarımsal üretimde verim düşüklüğü rapor edilmektedir (Biesmeijer ve ark., 2006; Dave Goulson ve Darvill, 2008). Bal arısı sağlığını parazitler ve zararlılar, patojenler, zayıf beslenme ve böcek ilacı tehdit etmektedir (Dave Goulson ve ark., 2015). Yapılan pek çok çalışmada bal arılarının pestisit maruz kalması sonucu koloni kayıpları olduğu bildirilmiştir (Botías ve ark., 2017; Harriet ve ark., 2017). Patojenler, pestisitler ve bunların etkileşimleri, iklim değişikliği, tarımsal yoğunlaşma ve yerli olmayan türler (González-Varo ve ark., 2013) bal arısı kolonilerini tehlikeye atmıştır (Kluser ve ark., 2011; Le Conte ve ark., 2011; Martin ve ark., 2012). Ayrıca kitlesel koloni kayıplarının hastalık veya bölgesel zehirlenme ile ilgili olduğu (Pistorius ve ark., 2009) ve pestisit kullanımının büyük koloni ölümlerine neden olduğu da iddia edilmiştir (Nguyen ve ark., 2010; Potts ve ark., 2010; vanEngelsdorp ve Meixner, 2010). Tüm dünyada artan pestisit kullanımı ile verim arasındaki ilişki bu çalışmanın temel konusudur.

1990'lı yıllardan itibaren pestisit kullanımı tüm dünyada artmaya başlamıştır. Tarımsal ürünlerin artışı sağlayan pestisitlerin aşırı miktarda kullanılması sonucunda neredeyse pestisit kullanmadan tarımsal ürün yetiştirmek imkânsız hale gelmiştir. Beklenmedik bir şekilde Avrupa'da ve Amerika'da yüksek koloni kayıplarının ilk rapor edildiği 2006 yılından beri arıların ölümü ve koloni kayıplarının nedenleri ile ilgili bilimsel makaleler yayınlanmıştır (Fairbrother ve ark., 2014). Küresel bal arısı ölümlerinin önemli nedenlerinden biri olan pestisitler arıları üzerinde fiziksel ve gelişim anomalileri oluşturmakla kalmamış aynı zamanda onların kavrayış yeteneğinin hasar görmesine neden olmuştur (Chakrabarti ve ark., 2019). Hem tarla hem de laboratuvar koşullarında pestisite maruz kalan arı popülasyonları ile yapılan bilimsel deney sonuçlarına göre, arılardaki iki görsel proteinde (maviye duyarlı Opsin ve Rodopsin) önemli bir azalma olduğunu belirlenmiştir (Chakrabarti ve ark., 2019). Bu proteinlerin azalması arıların kovanlarını bulamamasına neden olmaktadır. Bal arılarının farklı insektisitlere (Mullin ve ark., 2010; Sanchez-Bayo ve Goka, 2014) ve fungusitlere de (Johnson ve ark., 2010) maruz kaldığı ve bunun sonucunda bal verim düşüklüğü olduğu rapor edilmiştir.

Pestisitler zararlılarla mücadele etmek ve daha fazla verim artışı sağlamak için tarımsal üretimde istenmeyen mikroorganizmaları imha etmek amacıyla kullanılan her türlü ilaç ve preparatları kapsamaktadır (Altıkat ve ark., 2009). Ancak bir ürünü veya canlı türünü geliştirmek için diğer ürün ve canlı türlerinin yaşamlarını tehlikeye atmak ekolojik ve rasyonel bir karar olmaktan uzaktır. Literatürde pestisit kullanımının bal verimini ne kadar etkilediğine dair bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Bu çalışmanın amacı pestisit kullanımı ve bal verimi arasındaki kısa dönemli ve uzun dönemli ilişkiyi 1992-2017 periyodunda panel veri analizi yöntemi ile test etmektir.

MATERYAL ve METOD

Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü'nden (FAO) elde edilen son verilere göre 2017 yılında Dünya'da toplam bal üretimi 1 860 712 ton olarak hesaplanmıştır. 2017 yılında dünya bal üretiminin %30'unu Çin, %6'sını Türkiye, %4'ünü İran ve %3'ünü Hindistan'ın oluşturması nedeniyle toplam bal üretiminin %43'ünü oluşturan bu 4 ülke örnek olarak incelenmiştir (FAO, 2020). Elde edilen veriler 1990-2017 yıllarında FAO veri tabanından yıllık olarak elde edilmiştir.

Literatürde panel veri analizlerinde değişkenlerin durağanlık seviyelerinin belirlenmesi ve doğru test seçimi için panel birim kök testleri yol gösterici olarak kullanılmaktadır. Bu çalışmada panel veri analizlerinde en çok kullanılan panel birim kök testleri olan LLC test (Levin ve ark., 2002), IPS test (Im ve ark., 2003), ADF test (Dickey ve Fuller, 1981) ve PP testleri (Phillips ve Perron, 1988) kullanılmıştır. Bal verimi ve pestisit kullanımı arasındaki ilişki Pedroni Eşbütünleşme Testi ile incelenmiştir (Pedroni, 2004). Bal verimi ve pestisit kullanımı arasındaki fonksiyonel ilişki; $\ln Y_{it} = \ln P_{it} + U_{it}$ şeklinde ifade edilmiştir. Burada

\ln ; doğal logaritmayı

Y ; doğal bal verimi (kg/kovan),

i ; incelenen ülkeyi

t ; incelenen zamanı,

U ; hata terimini ve

P ; tarımda kullanılan toplam (ton) pestisit miktarını temsil etmektedir.

Panel eşbütünleşme modelinde tutarlı tahmin ediciler elde etmek için iki yöntem vardır. Bunlardan birincisi tamamen modifiye edilmiş en küçük kareler (FMOLS) yöntemi (Phillips ve Hansen, 1990), ikincisi dinamik en küçük karelerdir (DOLS) yöntemidir (Saikkonen, 1991; Stock ve Watson, 1993). Bu iki yöntemden FMOLS, standart sabit etkili tahminlerdeki sapmaları düzenlerken, DOLS metodu statik olmayan

unsurları da içererek statik regresyondaki içsellik problemlerinden kaynaklanan sapma kaynaklı hataları da giderebilmektedir. Bu niteliği sahip bir yöntem olması nedeni ile bu çalışmada pestisit kullanımının bal verimine etkisi DOLS analiz yöntemi ile hesaplanmıştır. Bunun yanında kısa ve uzun dönem tahminlerini hesaplamak için Pesaran ve ark. (2001) tarafından geliştirilen ve durağanlık sorununa çözüm üreten ARDL yöntemi kullanılmıştır.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Panel veri analizlerinde bir prosedür olarak araştırmaya dahil edilen değişkenlerin durağanlık seviyelerinin ölçülmesi gerekmektedir. Bu amaca yönelik olarak yapılan LLC ve IPS birim kök test sonuçlarına göre pestisit kullanım miktarı kendi seviyesinde durağan değilken bal verimi kendi seviyesinde durağan olarak hesaplanmıştır. Bunlara ilave olarak ADF ve PP birim kök test sonuçlarına göre hem bal verimi hem de pestisit kullanım miktarı

durağan olarak hesaplanmıştır. Birim kök test sonuçlarına bakılarak bu kısımda iki seçenekten yola çıkılmalıdır. Bunlardan birincisi LLC ve IPS test sonuçları ihmal edilip ADP ve PP kabul edilerek kendi seviyesinde durağan oldukları kabul edilebilir. İkincisi tüm testler ortada iken LLC ve IPS de dikkate alınarak farklı seviyede durağan oldukları kabul edilmelidir. Bu çalışmada her iki olasılık da göz önünde tutularak ARDL ve DOLS testlerinin ikisinin de yapılması daha doğru olacaktır.

ARDL ve DOLS testlerine geçmeden önce test prosedürlerinde bir zorunluluk olmasa da değişkenler arasında bir eş bütünleşme ilişkisi olup olmadığını belirlemek için Pedroni panel eş bütünleşme testi yapılmıştır (da Silva, Cerqueira ve Ogbe, 2018). Pedroni panel eş bütünleşme test sonuçlarına göre hem grup içi hem de gruplar arası eş bütünleşme test sonuçlarının çoğu anlamlı çıkmıştır (Çizelge 1). Yapılan Panel Pedroni eşbütünleşme test sonuçları %1 seviyesinde uzun dönemli bir eş bütünleşme ilişkisi olduğunu göstermektedir (Çizelge 2).

Çizelge.1 Panel birim kök test sonuçları

Table.1 Panel unit root test results

	Constant	Constant + Trend	Δ Constant	Δ Constant+Trend
<i>lnP</i>	<i>t</i> Statistic	<i>t</i> Statistic	<i>t</i> Statistic	<i>t</i> Statistic
LLC	-2.762**	-0.206	-8.586***	-8.170**
IPS	-1.019	-1.492	-9.271***	-9.001**
ADF	12.965	21.448*	66.256***	86.622**
PP	10.462	20.086*	60.360***	260.96**
<i>lnY</i>				
LLC	0.552	-1.845*	-10.6410***	-5.071**
IPS	1.637	-2.453**	-11.8859***	-8.422**
ADF	7.097	20.770**	95.6034***	65.143**
PP	8.285	20.631**	98.5023***	336.504**

Not: Δ ;Birinci dereceden farkı alınmış seriyi **ve * Sırasıyla 1% ve 5% seviyesinde anlamlı olduğunu göstermektedir.

Çizelge 2. Panel Pedroni eşbütünleşme test sonuçları

Table 2. Panel Pedroni cointegration test results

Grup içi	<i>t</i> Statistic	Prob.	Weighted Statistic	Prob.
Panel <i>v</i> -Statistic	4.318	0.000	-0.676	0.750
Panel <i>rho</i> -Statistic	-7.301	0.000	-5.544	0.000
Panel <i>PP</i> -Statistic	-8.909	0.000	-5.777	0.000
Panel <i>ADF</i> -Statistic	-8.604	0.000	-5.842	0.000
Gruplar Arası	<i>t</i> Statistic	Prob.		
Group <i>rho</i> -Statistic	-5.225	0.000		
Group <i>PP</i> -Statistic	-11.20	0.000		
Group <i>ADF</i> -Statistic	-9.341	0.000		

Her ne kadar Pedroni panel eş bütünleşme test sonuçları pestisit kullanımı ile bal verimi arasında bir eş bütünleşme olduğunu gösterse de pestisit kullanımının bal verimi üzerindeki etkisinin ne kadar olduğunu göstermekte yetersiz kalmaktadır. Bu nedenle bal verimi üzerinde toplam pestisit kullanımının uzun dönemdeki etkisini ortaya koymak

amacıyla DOLS yöntemi ile analiz yapılmıştır. DOLS yöntemi ile yapılan regresyon analizi sonucu *t* istatistik değeri -2.766 olarak hesaplanmış ve analiz %1 seviyesinde anlamlı çıkmıştır. Bal verimi bağımsız değişken olan pestisit kullanımı tarafından açıklanmıştır. Yapılan DOLS regresyon analiz sonucuna göre, R² değeri 0.924 olarak hesaplanmıştır. Bunun anlamı; bal veriminde toplam varyansın

%92'si pestisit değişkeni tarafından açıklanmaktadır. DOLS analiz sonuçlarına göre uzun dönemde pestisit kullanımı bal verimini negatif etkilemiştir. DOLS

Panel analiz sonucuna göre; tarımsal pestisit kullanımında %1 artış olması durumunda bal veriminde %0.37 azalış görülmüştür (Çizelge 3).

Çizelge 3. DOLS analiz sonuçları
Table 3. DOLS analysis results

(Y) (P)	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
<i>R-squared</i>	-0.367892	0.132982	-2.766473	0.0070
<i>Adjusted R-squared</i>	0.924552	<i>Mean dependent var</i>		4.914097
<i>S.E. of regression</i>	0.910007	<i>S.D. dependent var</i>		0.755304
<i>Long-run variance</i>	0.226582	<i>Sum squared resid</i>		4.261175
	0.102019			

DOLS yöntemi ile uzun dönemde bal verimi üzerinde pestisit kullanımının etkisini hesaplanırken, fark alma işleminden kaynaklanan veri kaybını ortadan kaldıran ARDL yöntemi ile de kısa ve uzun dönemdeki pestisit kullanımının bal verimi üzerindeki etkisini ayrı ayrı hesaplanabilmektedir. Bu nedenle hem DOLS sonuçlarına uyumu test etmek hem de kısa dönem etkilerini ortaya koyabilmek için ARDL testi uygulanmıştır. ARDL testine geçilmeden önce model seçimi için bazı bilgi kriterlerine bakılması gerekmektedir. Bu bilgi kriterleri; Schwarz Bilgi Kriteri Criteria, Hannan-Quinn Bilgi Kriteri and Akaike Bilgi Kriteridir. Bu bilgi kriterleri kullanılarak en uygun model tespit edilmiştir.

Model seçim metodu kullanılarak elde edilen 3 bilgi kriterinin tamamının sonuçlarında göre en uygun modelin ARDL(1, 1) olduğu anlaşılmıştır. Bu bilgi kriterleri ışığında yapılan test sonucuna göre toplam pestisit kullanımının kısa ve uzun dönemde bal verimi üzerindeki etkileri belirlenmiştir. Kısa dönemde ilginç bir şekilde pestisit kullanımının bal verimi üzerindeki etkisi pozitif çıkmıştır. Panel ARDL test sonucuna göre; kısa dönemde tarımsal pestisit kullanımında %1 artış olması durumunda bal veriminde %0.18 artış olduğu görülmüş olsa da uzun dönemde %1 artış olması durumunda bal veriminde %0.24 azalış olduğu görülmüştür (Çizelge 4).

Çizelge 4. Panel ARDL tahmini
Table 4. Panel ARDL estimation

$LNY_{it} = LNP_{it} + U_{it}$	Long Run	Short Run
Coefficient	-0.240	0.180
t-Statistic	-2.836	1.996
P-Value	<0.01	<0.05

SONUÇ ve ÖNERİLER

Ekosistemde önemli fonksiyonları olan bal arıları çevresel kirleticilerden en çok etkilenen canlılar arasındadırlar. Tarımsal amaçlı olarak kullanılan pestisitler ekosistemdeki zararlı (olarak görülen) böcekleri yok etmekle birlikte pek çok faydalı böceği de öldürmektedir. Bir ekonomik birimin kendi faydasını hesaplaması ve bu yönde üretim yapması doğal olarak kabul edilebilir. Ancak asıl sorun bir ekonomik birimin kendi faydasını maksimize etmeye

çalışırken diğer ekonomik ve ekolojik birimleri doğrudan ve dolaylı olarak tehdit etmesidir. Negatif dışsallığa neden olan bilinçsiz pestisit kullanımının kısa dönemde bazı faydaları varmış gibi görünse de uzun dönemde ekosistemde ciddi bir sorun teşkil ettiği belirlenmiştir.

Bu çalışmada hem kısa dönemde hem de uzun dönemde pestisit kullanımının bal verimi üzerindeki etkisi hesaplanırken diğer değişkenlerin sabit olduğu varsayılmıştır. Bu çalışmada yapılan panel ARDL test sonucuna göre kısa dönemde tarımsal amaçlı pestisit kullanımının bal verimi üzerinde pozitif etkisi olduğu görünse de uzun dönemde bal verimi negatif etkilenmektedir. Uzun dönem test etmek için yapılan her iki yöntemde de (ARDL ve DOLS) arıların uzun dönemde pestisit kullanımından ciddi zarar gördükleri ve bal veriminin azaldığı belirlenmiştir. Tüm bunların bir sonucu olarak; tüm ekosistemin zarar görmediği üretim yöntemlerinin çiftçilere benimsetilmesi hem ekonomik hem de ekolojik açıdan uzun vadede önemli faydalar sağlayabileceği için çiftçilere çevre dostu tarımsal üretimin özendirilmesi kritik öneme sahiptir.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Makale tek yazarlıdır.

Çıkar Çatışması Beyanı

Yazar bu çalışmada hiçbir çıkar ilişkisi olmadığını beyan etmektedir.

KAYNAKLAR

- Aizen MA, Garibaldi LA, Cunningham SA, Klein AM 2008. Long-Term Global Trends in Crop Yield and Production Reveal No Current Pollination Shortage but Increasing Pollinator Dependency. *Current Biology*, 18(20): 1572-1575.
- Altıkat A, Turan T, Torun FE, Bingül Z 2009. Türkiye'de Pestisit Kullanımı ve Çevreye Olan Etkileri. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 40(2): 87-92.
- Biesmeijer JC, Roberts SPM, Reemer M, Ohlemüller R, Edwards M, Peeters T, Kunin WE 2006. Parallel Declines in Pollinators and Insect-

- Pollinated Plants in Britain and the Netherlands. *Science*, 313(5785): 351-354.
- Botías C, David A, Hill EM, Goulson D 2017. Quantifying Exposure of Wild Bumblebees to Mixtures of Agrochemicals in Agricultural and Urban Landscapes. *Environmental Pollution*, 222: 73-82.
- Chakrabarti P, Sarkar S, Basu P 2019. Pesticide induced visual abnormalities in Asian honey bees (*Apis cerana* L.) in intensive agricultural landscapes. *Chemosphere*, 230: 51-58.
- da Silva PP, Cerqueira PA, Ogbe W 2018. Determinants of Renewable Energy Growth in Sub-Saharan Africa: Evidence from Panel ARDL. *Energy*, 156: 45-54.
- Dickey DA, Fuller WA 1981. Likelihood Ratio Statistics for Autoregressive Time Series with a Unit Root. *Econometrica*, 49: 1057-1072.
- Fairbrother A, Purdy J, Anderson T, Fell R 2014. Risks of Neonicotinoid Insecticides to Honeybees. *Environmental toxicology and chemistry*, 33(4): 719-731.
- Gallai N, Salles JM, Settele J, Vaissière BE 2009. Economic Valuation of the Vulnerability of World Agriculture Confronted with Pollinator Decline. *Ecological Economics*, 68(3): 810-821.
- González-Varo JP, Biesmeijer JC, Bommarco R, Potts SG, Schweiger O, Smith HG, Vilà M 2013. Combined Effects of Global Change Pressures on Animal-Mediated Pollination. *Trends in Ecology and Evolution*, 28(9): 524-530.
- Goulson D, Lye GC, Darvill B 2008. Decline and Conservation of Bumble Bees, *Annual Review of Entomology*, 53:191-208.
- Goulson D, Nicholls E, Botías C, Rotheray E L 2015. Bee Declines Driven by Combined Stress from Parasites, Pesticides, and Lack of Flowers. *Science*, 347(6229): 1255957.
- Harriet J, Campá JP, Grajales M, Lhéritier C, Gómez Pajuelo A, Mendoza-Spina Y, Carrasco-Letelier L 2017. Agricultural Pesticides and Veterinary Substances in Uruguayan Beeswax. *Chemosphere*, 177: 77-83.
- Im KS, Pesaran MH, Shin Y 2003. Testing for Unit Roots in Heterogeneous Panels. *Journal of Econometrics*, 115(1): 53-74.
- Johnson RM, Elli MD, Mullin CA, Frazier M 2010. Pesticides and Honey Bee Toxicity - USA. *Apidologie*, 41(3): 312-331.
- Kluser S, Neumann P, Chauzat MP, Pettis J 2011. UNEP Emerging Issues: Global Honey Bee Colony Disorder and Other Threats to Insect Pollinators.
- Lawton JH 1998. Daily GC (Ed.). 1997. *Nature's Services. Societal Dependence on Natural Ecosystems*. Island Press, Washington, DC. 392. ISBN 1-55963-475-8 hbk), 1 55963 476 6 (soft cover. Paper presented at the Animal Conservation forum.
- Le Conte Y, Brunet J, McDonnell C, Dussaubat C, Alaux C 2011. Interactions between Risk Factors in Honey Bees. D Sammataro J Yoder. *Recent Investigations into the Problems with our Honey Bee Pollinators*. Taylor & Francis Inc, 215-222.
- Levin A, Lin CF, James Chu CS 2002. Unit Root Tests in Panel Data: Asymptotic and Finite Sample Properties. *Journal of Econometrics*, 108(1): 1-24.
- Martin SJ, Highfield, AC, Brettell L, Villalobos EM, Budge GE, Powell M, Schroeder DC 2012. Global Honey Bee Viral Landscape Altered by a Parasitic Mite. *Science*, 336(6086): 1304-1306.
- 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(3): e9754.
- Nguyen BK, Van Der Zee R, Vejsnæs F, Wilkins S, Le Conte Y, Ritter W. 2010. Coloss Working Group 1 : Monitoring and Diagnosis. *Journal of Apicultural Research*, 49(1): 97-99.
- Pedroni P 2004. Panel Cointegration: Asymptotic and Finite Sample Properties of Pooled Time Series Tests with an Application to The PPP Hypothesis. *Econometric Theory*, 20(3): 597-625.
- Phillips PCB, Hansen BE 1990. Statistical inference in Instrumental Variables Regression with $i(1)$ Processes. *Review of Economic Studies*, 57(1): 99-125.
- Phillips PCB, Perron P 1988. Testing for a Unit Root in Time Series Regression. *Biometrika*, 75(2): 335-346.
- Pistorius J, Bischoff G, Heimbach U, Stähler M 2009. Bee Poisoning Incidents in Germany in Spring 2008 Caused by Abrasion of Active Substance from Treated Seeds During Sowing of Maize. *Julius-Kühn-Archiv*, 423: 118-126.
- 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.
- Saikkonen P 1991. Asymptotically Efficient Estimation of Cointegration Regressions. *Econometric Theory*, 7(1): 1-21.
- Sanchez-Bayo F, Goka K 2014. Pesticide Residues and Bees – A Risk Assessment. *PLOS ONE*, 9(4): e94482.
- Stock JH, Watson MW 1993. A Simple Estimator of Cointegrating Vectors in Higher Order Integrated Systems. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 783-820.
- 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(1):80-95.