



The Relationship between Honey Yield and Environmental Pollutants in Turkey

Güngör Karakaş^{1,a,*}, Hayriye Sibel Gülse Bal^{2,b}

¹Department of Property Protection and Security, Vocational School of Social Sciences, Hitit University, 19040 Çorum, Turkey

²Department of Agricultural Economics, Faculty of Agriculture, Gaziosmanpaşa University 60250 Tokat, Turkey

*Corresponding author

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p><i>Research Article</i></p> <p>Received : 14/10/2019 Accepted : 08/11/2019</p> <p><i>Keywords:</i> Honey yield Environmental pollution Turkey Pesticides Climate change</p>	<p>In recent years, environmental pollution, climate change and excessive use of natural resources have caused problems in the ecosystem. Honey bees are among the most affected by this environmental pollution. Climate change and environmental pollutants cause irregularities in colony development, the formation of weak colonies, the spread of diseases, the inability to return to the hive of field bees, and their mortality and low productivity. Turkey ranks second after China in the production of honey in the world. Honey is a strategic product for Turkey. This study investigated the effect of some environmental pollutants on honey yield in Turkey. This study used the time series analysis covers the years 1990-2017. In the research, honey yield as dependent variable, as independent variables; methane (CH₄), carbon dioxide (CO₂), diazot oxide (N₂O) release, pesticide, insecticide, fungicide, herbicide use and industrial production index were used. After the stationary of the series was tested with ADF Unit Root test, the relationship between the variables was examined by Johansen Co-integration analysis. The effect of environmental pollutants on honey yield was tested by the FMOLS analysis method. According to the FMOLS results, the increase of 1% pesticide use, CH₄, CO₂, and N₂O resulted in a decrease in honey yield of 0.36%, 0.70%, 0.74%, and 0.37% respectively. On the other hand, the increase of 1% insecticide, fungicide, herbicide use and industrial production index caused 0.15%, 0.14%, 0.09% and 0.84% increase in honey yield, respectively.</p>

Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi 7(11): 2018-2024, 2019

Türkiye’de Bal Verimi ve Çevresel Kirleticiler Arasındaki İlişki

MAKALE BİLGİSİ	ÖZ
<p><i>Araştırma Makalesi</i></p> <p>Geliş : 14/10/2019 Kabul : 08/11/2019</p> <p><i>Anahtar Kelimeler:</i> Bal verimi Çevre kirliliği Türkiye Pestisit İklim değişikliği</p>	<p>Son yıllarda, çevre kirliliği, iklim değişikliği ve aşırı doğal kaynak kullanımı sonucu ekosistemde sorunlar ortaya çıkmaya başlamıştır. Bal arıları bu çevresel kirlilikten en çok etkilenen canlılar arasındadır. İklim değişikliği ve çevresel kirleticiler koloni gelişimindeki düzensizliklere, zayıf kolonilerin oluşmasına, hastalıkların yaygınlaşmasına, tarlacı arıların kovanına geri dönememesine ve onların ölümlerine ve verim düşüklüğüne neden olmaktadır. Türkiye Dünya’da bal üretiminde Çin’den sonra ikinci sıradadır. Bal Türkiye için stratejik bir üründür. Bu çalışmada bazı çevresel kirleticilerin Türkiye’deki bal verimine etkisi araştırılmıştır. Zaman serisi analizi kullanılan bu araştırma 1990–2017 yıllarını kapsamaktadır. Araştırmada bağımlı değişken olarak bal verimi, bağımsız değişkenler olarak; metan (CH₄), karbondioksit (CO₂), diazot oksit (N₂O) salınımı, pestisit, insektisit, fungusit, herbisit kullanımı ve sanayi üretim indeksi kullanılmıştır. ADF Birim Kök testi ile serilerin durağanlığı test edildikten sonra değişkenler arasındaki ilişki Johansen eşbütünleşme analizi ile incelenmiştir. Bal verimi üzerinde çevresel kirleticilerin etkisi FMOLS analiz yöntemi ile test edilmiştir. Elde edilen bulgulara göre %1 CH₄, CO₂, N₂O ve pestisit kullanımının artması sonucunda bal veriminin sırasıyla; %0,70; %0,74; %0,37 ve %0,36 azaldığı belirlenmiştir. Öte yandan, %1 insektisit, fungusit, herbisit kullanımı ve sanayi üretim indeksinin artması sonucunda bal veriminin sırasıyla, %0,15; %0,14; %0,09 ve %0,84 arttığı tespit edilmiştir.</p>

^a gungorkarakas@hitit.edu.tr

^b <https://orcid.org/0000-0001-5236-2407> | hayriyesibel.gulsebal@gop.edu.tr

^c <https://orcid.org/0000-0001-7298-1416>



Giriş

Doğa ve insanlığa birçok faydası olan arılar, biyolojik çeşitliliğin ve sürdürülebilir tarımsal üretimin temel bir anahtarıdır (Lawton, 1998; Aizen ve ark., 2008). Tarımsal üretimde tozlaşma hizmeti sağlamları nedeniyle kritik öneme sahip olan (Giannini ve ark., 2012) bal arıları, yaşamlarını devam ettirebilmek için ihtiyaçlarının tamamını doğal çevreden sağlayan, doğal çevredeki polen ve nektar kaynağını optimum şekilde değerlendiren böceklerdir (Güney ve ark., 2016). Türkiye arı yetiştiriciliğinde coğrafya, iklim ve flora bakımından oldukça zengin bir yapıya sahip (Gürcan, 2005) olmasına karşın son yıllarda bal veriminde azalış problemi ile karşı karşıyadır. Arıların habitat kayıpları, yabancı türlerin istilaları, pestisit kullanımı ve iklim değişikliği gibi küresel etkenler, koloni kayıplarına ve verim düşüklüğüne yol açmaktadır (Giannini ve ark., 2012). Bal verim düşüklüğü ile çevresel kirlenmeler arasındaki ilişki bu araştırmanın temel problemini teşkil etmektedir.

Türkiye’de 2008 yılında yapılan bir çalışmada, Türkiye’de arıcılık faaliyetinin mevcut durumunu değerlendirmek amacıyla, koloni sayısı, bal üretim miktarı ve dış ticareti verileri kullanılarak trend değerleri hesaplanmıştır. Çalışma sonucunda, koloni sayısı ve bal üretim miktarında artış olduğu ve gelecekte de bu artışın devam edeceği ifade edilmiştir (Parlakay ve ark., 2008). Her ne kadar bal üretim miktarlarında artış olsa da son yıllarda çevresel kirlenmelerin artması ile birlikte bal veriminde önemli azalışlar izlenmiştir (TUİK, 2019). Japonya’da yapılan bir çalışmada pestisitlerin arı kolonilerini azalttığına dair bulgular elde edilmiştir (Nallathambi Gunaseelan, 1997). Ayrıca, yabancı türlerin bölgeye getirilmesi yerel düzeyde belirli türler için bir tehdit oluşturmakta ve nektar kaynaklarını tehdit etmektedir. Yabancı türlerin getirdiği hastalıklar da endemik olanları etkileyebilmektedir (Kojima ve ark., 2011). Hastalıkların ve böcek ilaçlarının artması bal arı sayısını doğrudan, bal ve bal ürünlerinin uluslararası ticaretini dolaylı olarak etkilenmektedir (Moritz ve Erler, 2016).

Son zamanlarda bal arısı (*Apis mellifera*) kolonilerinin kaybı, zararlılar, parazitler, böcek ilaçları ve diğer toksinlerle ilişkilendirilmiştir. Ayrıca Batı Avrupa ve ABD’de, koloni azalışları görülse de, diğer bölgelerde kayda değer artışlar görülmüştür (Moritz ve Erler, 2016). Patojenler, böcek ilaçları ve bunların etkileşimleri, iklim değişikliği, tarımsal yoğunlaşma ve yerli olmayan türler (González-Varo ve ark., 2013) bal arısı kolonilerinin önemli ölçüde kaybına yol açmıştır (Kluser ve ark., 2011; Le Conte ve ark., 2011; Martin ve ark., 2012). Günümüzde kitlesel koloni kayıplarının tipik olarak hastalıklar veya bölgesel zehirlenme ile ilgili olduğu ileri sürülmektedir (Pistorius ve ark., 2009). Yapılan bazı çalışmalarda, zararlılar arasındaki etkileşimler, patojen ve böcek ilaçlarının büyük koloni ölümlerine neden olduğu da iddia edilmiştir (vanEngelsdorp ve Meixner, 2010; Nguyen ve ark., 2010; Potts ve ark., 2010).

Dünya’da bal üretiminde lider ülke Çin’dir. Türkiye bal üretiminde Avrupa ülkelerinin tamamının ürettiği bal miktarının yaklaşık yarısını üretmektedir. Bu bakımdan Türkiye Çin’den sonra bal üretiminde ikinci sıradadır (Avrupa Komisyonu, 2019). Türkiye’nin 1990-2017 yıllarında ortalama bal verimi 15,6 kg/kovan olmasına karşın son yıllarda 14 kg/kovan’ın altına kadar düşmüştür (TUİK 2019). Dünyada 1990-2017 yıllarında önde gelen bal üreticisi ülkelerinden Çin’de ortalama bal verimi 38,7

kg, İran’da 12,3 kg ve İspanya’da 14 kg’dır (FAO, 2019). Bu ülkelerden İran ve Çin’in bal verimi son yıllarda ciddi artış gösterirken Türkiye ve İspanya’da verim azalışları gözlenmiştir. Avrupa’da *Varroa* nedeniyle koloni kayıpları %1-53 (Crailsheim ve ark., 2009), Ortadoğu’da %10-85 (Haddad ve ark., 2009; Soroker ve ark., 2009), Amerika’da %30 civarında (vanEngelsdorp ve Meixner, 2010) ve Japonya’da %24 civarında olduğu rapor edilmiştir (Neumann ve Carreck, 2010).

Türkiye’de Adana ve Konya illerinde arı ölümlerinin nedeni üzerine yapılan bir çalışmada, Adana’da, tarımda kullanılan pestisitler, Konya’da ise mevsim değişiklikleri ve kışın arıların aç kalması ölüm nedeni olarak belirtilmiştir. Ayrıca arı ölümüne neden olan ilaçlar narenciyede kırmızı örümcek, mısır kurt ilaçları ve yabancı ot ilaçları olarak ifade edilmiştir (Karahana ve Karaca, 2016). Avusturya’da yapılan bir çalışmada kışın meydana gelen bal arısı ölümleri ile iklim değişikliği arasındaki ilişki incelenmiştir. Yapılan araştırma sonuçlarına göre, iklim değişikliği ile kış mevsiminde bal arısı ölümleri arasındaki bağlantının net kanıtını gösteren bulgular elde edilmiştir (Switaneck ve ark., 2017). Çukurova’da yapılan bir araştırma sonucuna göre; bal verimi üzerine yavrulu alanın etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Öte yandan nektar toplama davranışının ise bal verimi üzerine en yüksek dolaylı etkiye sahip faktör olduğu belirlenmiştir (Güney ve ark., 2016).

Amerika’da bal arısı koloni kayıpları ve bal verimi arasındaki ilişki üzerine yapılan bir çalışmada zaman serisi analizi kullanılmıştır. Araştırmada iklim değişikliği göstergesi olarak yağış, kuraklık ve sıcaklık göstergeleri bağımsız değişken olarak ele alınmış ve regresyon analizleri sonucunda bu değişkenlerin bal veriminin %40’ın açıklayabildiği ifade edilmiştir. Yapılan analiz sonucuna göre durağanlığın göz ardı edilmesi sonucu geleneksel çoklu doğrusal regresyon ile bulunan ilişkilerin çoğunun sahte olduğu ifade edilmiştir. Geleneksel zaman serisi analizleri durağanlık varsayımına dayandığı için analizlerde durağanlık göz önünde tutularak eş bütünleşme analizleri ile tekrar test edilmiştir. Araştırma sonucunda patojen, parazit, pestisit ve habitat kaybı gibi iklim dışındaki diğer faktörlerin koloni kaybından sorumlu olduğu ileri sürülmüştür (Snyder ve Purucker, 2013).

Bir ülkenin sanayisinin gelişmesi istenen bir durum olsa da sanayi üretimi ve ulaştırma sektörleri iyi planlanmadığı takdirde sera gazı emisyonlarına katkı sağlamakta ve arıların yaşamını tehdit edebilmektedir (Kiviyiro ve Arminen, 2014). Son on yılda, pestisite maruz kalma, değişen kültür uygulamaları ve yetersiz beslenme gibi bal verimini olumsuz yönde etkileyen birçok faktör tespit edilmiştir (Calatayud-Vernich ve ark., 2016; Goulson ve Hughes, 2015; Ravoet ve ark., 2015). Pestisite maruz kalan bal arılarının yaşamlarının tehlikeye girmesi ile birlikte verim düşüklüğü de meydana gelmektedir. Ayrıca bazı çalışmalarda yiyecek arayan arıların tarımsal pestisite maruz kaldıklarını ve pestisiti kovanlarına taşıyarak tüm koloniye zarar verebildiği ifade edilmiştir (Goulson ve Hughes, 2015). Yapılan literatür araştırmasında çevresel kirlenmelerin bal verimi üzerindeki etkisini gösteren bir zaman serisi analizine rastlanılmamıştır. Bu yönüyle araştırma literatüre katkı sağlayıcı niteliktedir. Bu çalışmanın temel amacı Türkiye’de bal verimi ile CH₄, CO₂, N₂O salınımı, sanayi üretim indeksi, fungusit ve bakterisitler, herbisit ve insektisit kullanım miktarları arasındaki ilişkiyi ortaya koymaktır.

Materyal ve Metot

Araştırmada bal verimi üzerinde etkili olabilecek çevresel kirlilik göstergeleri olarak CH₄, CO₂ ve N₂O, tarımsal ilaçlardan fungusit, herbisit insektisit kullanımı ve toplam pestisit kullanımı alınmıştır. Ayrıca sanayi üretim endeksinin bal verimi ile ilişkisini test etmek için mevsim ve takvim etkisinden arındırılmış yıllık ortalama sanayi üretim (2015=100) endeksi kullanılmıştır (Çizelge 1).

Araştırma Türkiye ile sınırlandırılmış olup 1990 – 2017 yıllarını kapsamaktadır. Araştırmaya dahil edilen değişkenlere ait veriler Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK, 2019) ve Gıda ve Tarım Örgütü (FAO, 2019) veri tabanlarından elde edilmiştir (Çizelge 1). Araştırmada kullanılan tüm değişkenlerin doğal logaritması (ln) alınarak değişkenler arasındaki ilişki fonksiyonel olarak aşağıda eşitlikteki gibi ifade edilmiştir.

$$\ln Y_t = \ln CH_{4t} + \ln CO_{2t} + \ln N_{2O_t} + \ln SUİ_t + \ln FUNG_t + \ln İNS_t + \ln PEST_t + \ln HERB_t + U_t$$

Burada t; incelenen zamanı, u; hata terimini ifade etmektedir. Zaman serisi analizlerinde bir prosedür olarak öncelikle birim kök testine bakılması gerekmektedir. Birim kök testleri serilerin aynı seviyede durağan olup olmadıklarını belirlemek için kullanılmaktadır. Bu araştırmada serilerin durağanlığın test etmek için Augmented Dickey-Fuller (ADF) birim kök testi uygulanmıştır (Dickey ve Fuller, 1981). Serilerin durağanlığı test edildikten sonra bal verimi ile diğer değişkenler arasındaki uzun dönemde bir eş bütünleşme olup olmadığını test etmek için Johansen (1988) tarafından geliştirilen Johansen eş bütünleşme testi kullanılmıştır (Johansen ve Juselius, 1990). Son olarak bal verimi

üzerindeki diğer değişkenlerin etkisini belirlemek için Pedroni (2001, 2004) tarafından geliştirilen tam modifiye edilmiş en küçük kareler yöntemi (FMOLS) kullanılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Araştırmada kullanılan tüm değişkenlerin durağan olup olmadığını belirlemek için ADF birim kök testi kullanılmıştır. Yapılan ADF birim kök testi sonucunda serilerin kendi seviyelerinde durağan olmadıkları görülmüştür. Kendi seviyelerinde durağan olmayan tüm serilerin birinci derecede farkı alınmıştır. Fark alma işleminden sonra bütün serilerin durağan hale geldikleri belirlenmiştir (Çizelge 2). ADF birim kök testi kullanılarak hem sabit terimli hem de sabit terimli ve trend içeren sonuçlar hesaplanmıştır. Birim kök test sonucuna göre araştırmada kullanılan değişkenlerden CH₄ %5 seviyesinde anlamlı olmasına karşın, diğer tüm değişkenlerin hem sabit terimli hem de sabit terim ve trend mevcut iken %1 seviyesinde anlamlı olduğu tespit edilmiştir.

Değişkenler arasındaki durağanlık belirlendikten sonra en uygun modeli seçmek için gecikme uzunluğunun belirlenmesi gerekmektedir. Gecikme uzunluklarının belirlenmesi için farklı bilgi kriterlerine bakılmaktadır. Bunlar içerisinde en düşük bilgi kriterini veren fonksiyon araştırma için en uygun fonksiyondur. En düşük bilgi kriterini belirlemek için beş farklı modelin bilgi kriteri incelenmiştir. Bunlar içerisinde sıfıra en yakın bilgi kriteri Akaike Bilgi Kriteri tarafından sağlandığı için Akaike Bilgi Kriterine bakılarak gecikme uzunluğu belirlenmiştir (Akaike, 1974). Değişkenler arasında uzun dönemde herhangi bir ilişki olup olmadığı Johansen Eşbütünleşme (1988) analizi ile test edilmiştir (Çizelge 3).

Çizelge 1 Araştırmada kullanılan değişkenler

Table 1 Variables used in the research

Değişken	Sembol	Birimi	Kaynak
CO ₂	CO ₂	Milyon ton CO ₂	TÜİK
CH ₄	CO ₂	Milyon ton CO ₂ eşdeğeri	TÜİK
N ₂ O	N ₂ O	Milyon ton CO ₂ eşdeğeri	TÜİK
Verim	Y	Kg/kovan	TÜİK
Sanayi Üretim Endeksi	SUİ	2015=100	TÜİK
Herbisit	HERB	Ton	FAO
İnsektisit	İNS	Ton	FAO
Pestisit	PEST	Ton	FAO
Fungusit	FUNG	Ton	FAO

Çizelge 2 Değişkenlerin ADF birim kök test sonuçları

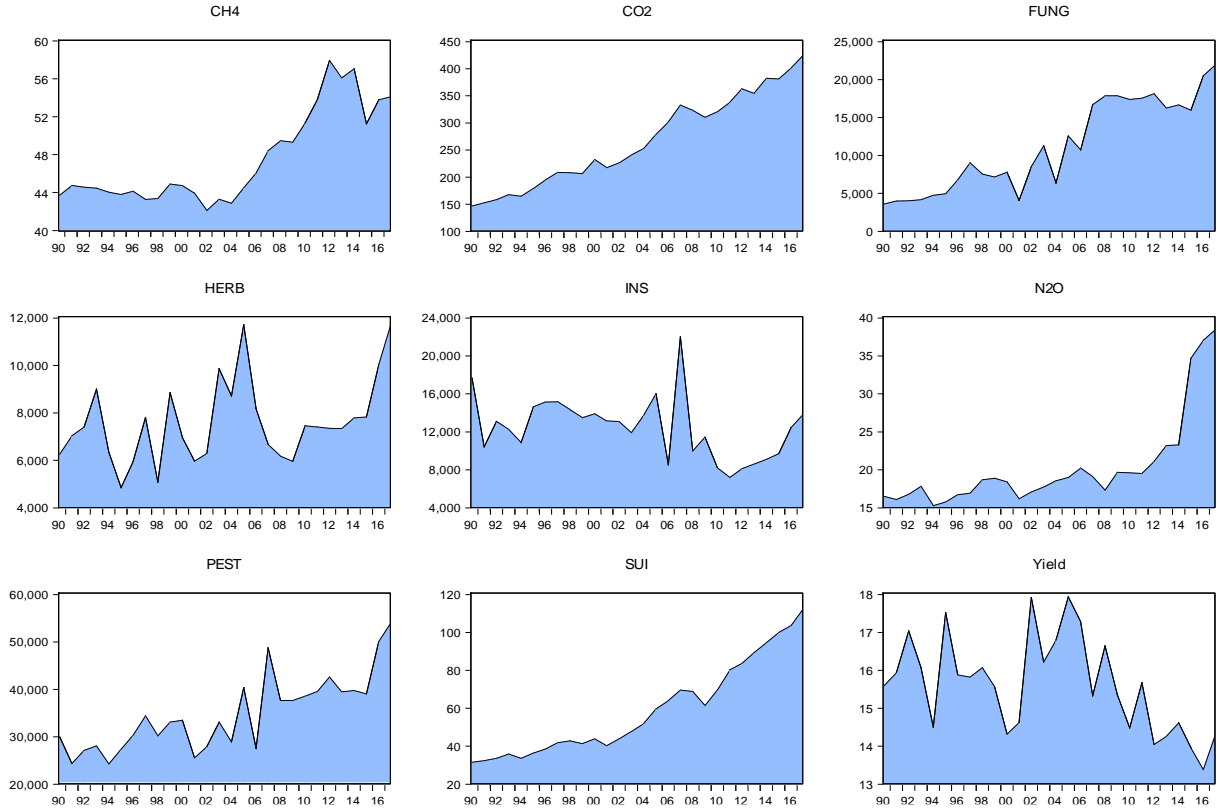
Table 2 ADF unit root test results of variables

Değişkenler	Sabit			Sabit ve Trend		
	t İstatistik	Kritik Değer	P	t İstatistik	Kritik Değer	P
Δ Y	-7,270	-3,724	<0,01	-7,121	-4,374	<0,01
Δ CH4	-3,727	-2,991	<0,05	-4,119	-3,612	<0,05
Δ CO2	-5,751	-3,711	<0,01	-5,647	-4,356	<0,01
Δ N2O	-5,054	-3,711	<0,01	-5,581	-4,356	<0,01
Δ SUİ	-4,903	-3,711	<0,01	-4,969	-4,356	<0,01
Δ PEST	-10,77	-3,711	<0,01	-10,687	-4,356	<0,01
Δ FUNG	-8,165	-3,711	<0,01	-8,005	-4,356	<0,01
Δ HERB	-6,750	-3,711	<0,01	-6,695	-4,356	<0,01
Δ İNS	-11,10	-3,711	<0,01	-10,905	-4,356	<0,01

Çizelge 3 Verim ve değişkenler arasında Johansen eşbütünleşme analizi

Table 3 Johansen cointegration analysis between yield and variables

Değişkenler	Özdeğer	İz İstatistik	5% Kritik Değer	P	Ho: Eşbütünleşme Yoktur
Δ CH4	0,618	28,617	25,872	0,022	Reddedildi
Δ CO2	0,399	13,249	12,320	0,034	Reddedildi
Δ N2O	0,756	34,946	20,261	0,000	Reddedildi
Δ PEST	0,541	21,297	18,397	0,019	Reddedildi
Δ FUNG	0,709	33,303	18,397	0,000	Reddedildi
Δ HERB	0,660	23,448	18,397	0,009	Reddedildi
Δ İNS	0,695	36,453	18,397	0,000	Reddedildi
Δ SUİ	0,437	14,758	12,320	0,019	Reddedildi



Grafik 1 Türkiye’de 1990- 2017 Yılları değişkenlere ait grafikler

Figure 1 Graph of variables 1990- 2017 Year in Turkey

Johansen eşbütünleşme ilişkisinden söz edebilmek için iz istatistik değerinin kritik test değerinden büyük ve anlamlı olması beklenmektedir. Araştırmada yokluk hipotezi, ‘değişkenler arasında bir eş bütünleşme ilişkisi yoktur’ şeklinde kurulmuştur. Yapılan eş bütünleşme analizi sonucuna göre yokluk hipotezi reddedilmiştir. Johansen eş bütünleşme analiz sonucu, değişkenlerin tamamı ile bal verimi arasında uzun dönemli bir eş bütünleşme ilişkisi olduğu görülmüştür (Çizelge 3).

Bağımlı ve bağımsız değişkenler arasında eş bütünleşme ilişkisinden sonra, değişkenler birinci dereceden durağan iken, böyle bir modelin en küçük kareler (EKK) yöntemi ile tahmin edilmesi, EKK’nin sapmasız, tutarlı ve etkinlik şeklindeki özelliklerinden sapmalar meydana getirmektedir. Bunun sonucunda değişkenler eş bütünleşik iken açıklayıcı değişkenler ve hata terimleri arasında ilişki ortaya çıkmakta ve içsellik problemi oluşmaktadır. Bu durumda değişkenler, asimptotik özelliklerini kaybetmektedir. Araştırmada bal verimine etki eden faktörlerin etki katsayıları zaman serisi

analizlerinde çok kullanılan tam modifiye edilmiş en küçük kareler yöntemi (FMOLS) hesaplanmıştır. FMOLS yöntemi ilişkinin nihai sapmasız katsayılarını tahmin etmek üzere, Pedroni tarafından geliştirilmiştir (Pedroni, 1996, Pedroni, 2001, Pedroni, 2004).

FMOLS analizine dahil edilen değişkenlerden verim yılları içerisinde dalgalı bir seyir izlemekle birlikte azalış eğilimi sergilemektedir. CH₄, CO₂, N₂O, Fungusit ve toplam pestisit kullanımında gözle görülebilir bir dalgalı doğrusal bir artış olmakla birlikte insektisit ve herbisit kullanımında düzensiz ve dalgalı bir trend izlenmiştir (Grafik 1). Yapılan FMOLS analiz sonucu elde edilen bulgulara göre bal verimini sanayi üretimi, insektisit, herbisit, fungusit kullanımı pozitif etkilemesine karşın, pestisit kullanımı, CO₂, CH₄, N₂O negatif etkilemektedir. FMOLS analiz sonuçlarına göre eşitliğe dahil edilen tüm değişkenlerin katsayıları anlamlı çıkmıştır. FMOLS regresyon sonuçlarında, R² değeri 0.704 olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4).

Çizelge 4 FMOLS analiz sonuçları

Table 4 FMOLS analysis results

Değişkenler	Katsayı	Std. Hata	t istatistiği	P
SUI	0,836	0,124	6,703,444	0,000
PEST	-0,367	0,133	-2,753,381	0,013
N2O	-0,372	0,047	-7,844,803	0,000
INS	0,148	0,057	2,564,347	0,019
HERB	0,089	0,033	2,713,544	0,014
FUNG	0,140	0,044	3,151,181	0,005
CO2	-0,743	0,120	-6,148,573	0,000
CH4	-0,695	0,213	-3,254,249	0,004
C	7,655,851	0,757	1,011,109	0,000
R ²	0,704921			2,744,897
Düzeltilmiş R ²	0,573774			0,081758

İnsektisit kullanımı ile bal verimi arasındaki ilişki %5 seviyesinde anlamlı olmakla birlikte diğer tüm açıklayıcı değişkenler ile bal verimi arasındaki ilişki %1 seviyesinde anlamlı bulunmuştur. Elde edilen sonuçlara göre, sanayi üretim indeksindeki %1 artış bal verimi üzerinde %0,836 artışa yol açmaktadır. Yapılan bu araştırma sonucunda herbisit kullanımındaki %1 artışın bal verimi üzerinde %0,089 artışa, insektisit kullanımındaki %1 artışın bal verimi üzerinde %0,148 artışa ve fungusit kullanımındaki %1 artışın bal verimi üzerinde %0,140 artışa yol açtığı belirlenmiştir. Bal arılarının larva, pupa ve erginleri üzerinde onların kanını emerek yaşamını sürdüren *Varroa*'ya karşı çeşitli ülkelerde kimyasal, biyolojik, genetik ve hormonal mücadele yöntemleri kullanılmaktadır (Kumova, 2001). Bu konuda çok farklı akarisit, bakterisit, fungusit, insektisit ve bitkisel kökenli yağlardan elde edilen kimyasallar bu parazite karşı kullanılmıştır. Gelişen teknoloji ile birlikte bazı bakterisit, fungusit ve insektisitlerin arıların yaşamına tehdit eden zararlılara karşı kullanılmasının bal verimini pozitif etkilediği söylenebilir.

Bal arıları doğrudan etkileyebilen ve özellikle yabancı türlerin azalmasına neden olan pestisitlerin (Otieno ve ark., 2011; Potts ve ark., 2010) bal verimi üzerindeki etkisinin ne kadar olacağı merak konusu olmuştur (Desneux ve ark., 2007). Bazı çalışmalarda ise pestisite maruz kalmanın olası kombinasyon etkileri araştırılmıştır (Johnson ve ark., 2009). Bu çalışmada daha önceki çalışmalara ilave olarak pestisit kullanımındaki %1 artışın bal verimini %0,367 azalttığı ve N₂O kullanımındaki %1 artışın bal verimi üzerinde %0,372 azalışa neden olduğu tespit edilmiştir. Daha önce yapılan bir çalışmada da sürdürülebilir polinasyon hizmetleri için gübre ve pestisit kullanımının azaltılması sonucu bal verim artışının oluşabileceği ifade edilmiş olsa da istatistiksel bir sonuç verilmemiştir (Otieno ve ark., 2011).

Yapmış olduğumuz bu çalışmada CH₄ kullanımının %1 artışının bal veriminde %0,695 azalışa yol açtığı belirlenmiştir. Kırsal bölgelerde ve bazı küçük yerleşim birimlerinde bir atık depolama alanı olmadığından organik atıklar ve diğer atıklar doğal çevreye atılabilmektedirler. Çevreye atılan organik atıklar zamanla CH₄ emisyon kaynağı haline dönüşebilmektedirler. Atmosfere yayılan metan gazları ani yağış ve sele dönüşmesi nedeniyle çevreye önemli zarar vermektedirler.

Tarımsal açıdan gıda ürünlerinin besinsel içeriğinin, atmosferik karbondioksit seviyelerinin yükselmesine karşılık olarak azalacağına dair pek çok somut kanıtlar bulunmuştur. Amerika ve Kanada'da yapılan araştırmalarda artan atmosferik CO₂ ile polen protein konsantrasyonu arasında çok güçlü negatif bir korelasyon olduğu tespit edilmiştir (Ziska ve ark., 2016). Atmosferik CO₂ artması sonucunda pek çok bitkinin yaprak, sap, kök, yumru kök, tohum ve tahıllarda (Loladze, 2014) azot konsantrasyonu azalmaktadır (Cotrufo ve ark., 1998). Bazı araştırmacılar CO₂ emisyonu ile bal üretimi arasında çok kuvvetli doğrusal pozitif bir ilişki bulmuş olsalar da verim konusunda bir açıklama yapmamışlardır (Mujica ve ark., 2016). Atmosferik CO₂ arıların kaliteli besin bulmalarını engellemekte dolayısı ile bal verim düşüklüğüne neden olmaktadır. Yapmış olduğumuz bu çalışma sonuçlarına göre atmosferik CO₂ 'de %1 artış olması durumunda bal veriminin %0.743 azalış gösterdiği belirlenmiştir.

Sonuç ve Öneriler

Tarımsal üretimde ve doğada pek çok önemli fonksiyonu gerine getiren arılar sürdürülebilir tarımsal üretim ve çevre için hayati ekosistem hizmetleri sunmakta ve küresel biyoçeşitliliğin temel anahtarları olarak kabul edilmektedir. Ancak son zamanlarda etkisi daha çok hissedilen küresel kirlilik ve iklim değişikliği bal arılarını olumsuz etkilenmiştir. Çevresel tahribatlar sonucu arıların yaşam alanlarının kirlenmesi ve daralması, istilacı türlerin artışı ile iklim değişikliği gibi küresel değişimler, arıların azalmasına, bal veriminin ve üretimin düşmesine neden olmaktadır.

Yıllara göre toplam sera gazı salınımı incelendiğinde 1990 yılında Türkiye'nin toplam sera gazı emisyonu yaklaşık 220 milyon ton CO₂ eşdeğeri iken 2017 yılında bu rakam 537 milyon ton CO₂ eşdeğeri olarak hesaplanmıştır. Türkiye bal üretiminde dünyada önemli bir konuma sahipken son yıllarda artan çevresel kirlilik nedeniyle verim sorunları ile karşı karşıya kaldığı söylenebilir. Kovan sayılarında artış olmasına rağmen bal verimlerinde ciddi düşüşler gözlenmektedir. Bu çalışmada 1990–2017 yıllarını kapsayan dönemde bal verimi üzerine, metan (CH₄), karbondioksit (CO₂), diazot oksit (N₂O) salınımı, pestisit, insektisit, fungusit, herbisit kullanımı ve sanayi üretim indeksinin etkisi araştırılmıştır.

Araştırma sonucunda, CH₄, CO₂, N₂O ve pestisit kullanımının %1 artması sonucunda bal veriminin sırasıyla %0,70; %0,74; %0,37 ve %0,36 düştüğü belirlenmiştir. Yoğun tarımda en çok kullanılan N₂O'nun temel sera gazı ürünü olduğu göz önünde tutulduğunda hem tozlayıcıları hem de ekosistemi korumak için, pestisit ve gübre kullanımı en aza indirilmelidir. Sürdürülebilir tarımsal üretim için pestisit ve gübre kullanımının az olduğu iyi tarım uygulamalarının veya hiç olmadığı organik tarım teşviklerinin artırılması hem doğrudan hem de dolaylı olarak bal verimi üzerinde etkili olabilir.

Dünya bal üretiminde önemli konuma sahip olan Türkiye, önemli bir çevresel değer olan arıların ve onların yaşam ortamlarının korunması için ciddi önlemler almalıdır. Sürdürülebilir tarım ve çevre için, özellikle de arıcılık için, çevresel kirliliği azaltmaya yönelik faaliyetler mutlaka hayata geçirilmelidir. Arıcılar, kovan yönetimi, değişen çevre ve iklim koşulları konusunda bilgilendirilmeli, yayım çalışmaları yapılmalı, arıcılara kurslar verilmeli, üniversite, bakanlık ve arıcılar entegre çalışarak, sektör güçlendirilmelidir.

Ülke genelinde arıcılık faaliyetlerinde yapılan hataların önüne geçilerek bilinçli yetiştiricilik ve üretim desteklenmeli ve kaynaklar korunarak üretim sürdürülebilir hale getirilmelidir. Aksi takdirde çevresel problemler, koloni kayıpları ve üretim kaybı şeklinde kısır döngü devam edecektir. Türkiye'nin gerek ekonomik koşulları gerekse sahip olduğu ekolojik zenginlik düşünüldüğünde; sürdürülebilir, örgütlü ve bilinçli arıcılık mutlaka geliştirilmesi gereken bir tarımsal faaliyettir. Türkiye'de bal üretimini ve verimini artırmaya yönelik olarak 2018-2023 yılları için bal ormanı eylem planları oluşturulmuş ve kriterler belirlenmiştir (OGM, 2019). Bu kriterler ve eylem planlarının genişletilmesi sonucunda bal veriminde önemli artışlar oluşabileceği söylenebilir.

Çevreyi koruyarak yapılan olan tarım ve sanayi üretimi, arıcılık sektörünün gelişmesi için ortam oluşturmuş olacaktır. Tüm sektörlerce alınacak önlemler sonuç verecek, birbirini güçlendiren bir etkiyle gerçek çevre koruma ve temiz üretim sağlanabilecektir. Bu yüzden Türkiye çevre koruma konusunda makro ve sektörel bazda ciddi önlemler almalıdır. Türkiye için sirküler ekonomi modeli bir önlem olarak yaygınlaştırılabilir.

Türkiye gerek florası gerekse iklim çeşitliliği ile birçok farklı bölgede kaliteli bal üretebilmekte ve dünyaya pazarlayabilmektedir. Dünyada bilinen ballı bitki çeşitlerinin dörtte üçünü barındıran Türkiye, bu konumu ile büyük bir doğal zenginlik ve avantaja sahiptir. Bu avantajlı konumuna rağmen Türkiye'de arıcılık, az bir sermaye ve işgücü ile daha çok ek faaliyet olarak yürütülmektedir. Arıcılığın ek gelir kaynağı olarak görülmesi, profesyonel anlamda yapılmasına engel olmaktadır. Genç nüfusun arıcılığa ilgisinin artırılması yönünde yapılacak çalışmalarla arıcılık daha da geniş alanlarda ve profesyonel anlamda yapılabilecektir.

Bilinçli üretici yanında bilinçli tüketici de üretimi yönlendirmede önemlidir. Bu nedenle tüketicilerin de bilinçlendirilmesi gerekmektedir. Ne istediğini bilen tüketici iyi üretimi zorlayacak ve üreticiler piyasa talebine göre üretimini şekillendirebilecektir.

Kaynaklar

- Avrupa Komisyonu. 2019. Honey Market Presentation. CMO 17 April 2019. Web https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/food-farming-fisheries/animals_and_animal_products/presentations/market-presentation-honey_en.pdf [Erişim: 14.09.2019].
- Aızın 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: 1572-1575. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2008.08.066>
- Akaike H. 1974. A new look at the statistical model identification. *Selected Papers of Hirotugu Akaike*. Springer. 19: 716-723. https://doi.org/10.1007/978-1-4612-1694-0_16
- Calatayud-Vernich P, Calatayud F, Símó E, Suarez-Varela MM, Pico Y. 2016. Influence of pesticide use in fruit orchards blooming on honeybee mortality in 4 experimental apiaries. *Science of the Total Environment*, 541: 33-41. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.08.131>
- Cotrufo MF, Ineson P, Scott A. 1998. Elevated CO₂ reduces the nitrogen concentration of plant tissues. *Global Change Biology*, 4: 43-54. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2486.1998.00101.x>
- Craillshheim K, Brodschneider R, Neumann P. 2009. The COLOSS puzzle: filling in the gaps. *Proceedings of the 4th COLOSS Conference*. Zagreb-Croatia, March 3-4 2009. 46-49.
- Desneux N, Decourtye A, Delpuech JM. 2007. The Sublethal Effects of Pesticides on Beneficial Arthropods. *Annual Review of Entomology*, 52: 81-106. doi:10.1146/annurev.ento.52.110405.091440
- Dickey DA, Fuller WA. 1981. Likelihood Ratio Statistics for Autoregressive Time Series with a Unit Root. *Econometrica*, 49: 1057-1072. DOI: 10.2307/1912517 <https://www.jstor.org/stable/1912517>.
- FAO. 2109. Food and Agriculture Organization, Web, <http://www.fao.org/home/en> [Erişim:10.09.2019].
- Giannini TC, Acosta AL, Garófalo CA, Saraiva AM, Alves-Dos-Santos I, Imperatriz-Fonseca VL. 2012. Pollination services at risk: Bee habitats will decrease owing to climate change in Brazil. *Ecological Modelling*, 244: 127-131. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2012.06.035>.
- González-Varo JP, Biesmeijer JC, Bommarco R, Potts S G, Schweiger O, Smith H G, Steffan-Dewenter I, Szentgyörgyi H, Wojciechowski M, Vrål M. 2013. Combined effects of global change pressures on animal-mediated pollination. *Trends in Ecology and Evolution*, 28: 524-530. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2013.05.008>.
- Goulson D, Hughes WOH. 2015. Mitigating the anthropogenic spread of bee parasites to protect wild pollinators. *Biological Conservation*, 191: 10-19. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2015.06.023>.
- Güney MÇ, Kumova U, Kayaalp GT. 2016. Determination of Some Factors Affecting Honey Yield by Path Analysis. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 4: 903-906. DOI: <https://doi.org/10.24925/turjaf.v4i10.903-906.915>.
- Gürcan MSE. 2005. Tekirdağ ili arı yetiştiriciliği üzerine bir araştırma. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 2: 161-165.
- Haddad N, Bataeneh A, Albaba I, Obeid D, Abdulrahman S. 2009. Status of colony losses in the Middle East. *Proceedings of the 41st Apimondia Congress*, Mointpellier, France, 2009. 36.
- Johansen S. 1988. Statistical analysis of cointegration vectors. *Journal of economic dynamics and control*, 12: 231-254. [https://doi.org/10.1016/0165-1889\(88\)90041-3](https://doi.org/10.1016/0165-1889(88)90041-3).

- Johansen S, Juselius K. 1990. Maximum likelihood estimation and inferences on cointegration with applications to the demand for money. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 52: 169-210. <https://doi.org/10.1111/j.1468-0084.1990.mp52002003.x>.
- Johnson RM, Pollock HS, Berenbaum MR. 2009. Synergistic Interactions Between In-Hive Miticides in *Apis mellifera*. *Journal of Economic Entomology*, 102: 474-479.
- Karahan A, Karaca İ. 2016. Adana ve Konya illerindeki arıcılık faaliyetleri ve koloni kayıpları. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 20: 226-235. DOI: 10.19113/sdufbed.07632.
- Kıvıyıcıoğlu P, Arminen H. 2014. Carbon dioxide emissions, energy consumption, economic growth, and foreign direct investment: Causality analysis for Sub-Saharan Africa. *Energy*, 74: 595-606. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2014.07.025>.
- Kluser S, Neumann P, Chauzat MP, Pettis J. 2011. UNEP emerging issues: global honey bee colony disorder and other threats to insect pollinators.
- Kojima Y, Toki T, Morimoto T, Yoshiyama M, Kimura K, Kadowaki T. 2011. Infestation of Japanese Native Honey Bees by Tracheal Mite and Virus from Non-native European Honey Bees in Japan. *Microbial Ecology*, 62: 895-906. DOI: 10.1007/s00248-011-9947-z.
- Kumova U. 2001. Varroa jacobsoni kontrolünde ülkemizde kullanılan bazı ilaçların etkinliğinin araştırılması. *Turk. J. Vet. Anim. Sci*, 25: 597-602.
- Lawton JH, Daily GC. 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. *Animal Conservation forum*, 1998. Cambridge University Press, 75-76. DOI: <https://doi.org/10.1017/S1367943098221123>.
- Le Conte Y, Brunet J, McDonnell C, Dussaubat C, Alaux C. 2011. Interactions between risk factors in honey bees. D Sammatario J Yoder. *Recent Investigations into the Problems with our Honey Bee Pollinators*. Taylor & Francis Inc, 215-222.
- Loladze I. 2014. Hidden shift of the ionome of plants exposed to elevated CO₂ depletes minerals at the base of human nutrition. *Elife*, 3, e02245. DOI: 10.7554/eLife.02245.
- Martin SJ, Highfield AC, Brettell L, Villalobos EM, Budge GE, Powell M, Nikaido S, Schroeder DC. 2012. Global Honey Bee Viral Landscape Altered by a Parasitic Mite. *Science*, 336: 1304-1306. DOI: 10.1126/science.1220941.
- Moritz RFA, Erler S. 2016. Lost colonies found in a data mine: Global honey trade but not pests or pesticides as a major cause of regional honeybee colony declines. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 216: 44-50. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2015.09.027>
- Mujica M, Blanco G, Santalla E. 2016. Carbon footprint of honey produced in Argentina. *Journal of Cleaner Production*, 116: 50-60. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.12.086>
- Nallathambi Gunaseelan V. 1997. Anaerobic digestion of biomass for methane production: A review. *Biomass and Bioenergy*, 13: 83-114. [https://doi.org/10.1016/S0961-9534\(97\)00020-2](https://doi.org/10.1016/S0961-9534(97)00020-2).
- Neumann P, Carreck NL. 2010. Honey bee colony losses. *Journal of Apicultural Research*, 49: 1-6. <https://doi.org/10.3896/IBRA.1.49.1.01>.
- 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: 97-99. <https://doi.org/10.3896/IBRA.1.49.1.15>.
- OGM. 2019. Türkiye Cumhuriyet Tarım ve Orman Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü. Bal Ormanı Eylem Planı. [https://www.ogm.gov.tr/ekutuphane/Dokumanlar/Bal%20Orman%20C4%B1%20Eylem%20Plan%20C4%B1%20\(2018-2023\).pdf](https://www.ogm.gov.tr/ekutuphane/Dokumanlar/Bal%20Orman%20C4%B1%20Eylem%20Plan%20C4%B1%20(2018-2023).pdf) [Erişim:01.10.2019]
- Otieno M, Woodcock BA, Wilby A, Vogiatzakis IN, Mauchline AL, Gikungu MW, Potts SG. 2011. Local management and landscape drivers of pollination and biological control services in a Kenyan agro-ecosystem. *Biological Conservation*, 144: 2424-2431. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2011.06.013>.
- Parlakay O, Yılmaz H, Yaşar B, Seçer A, Bahadır B. 2008. Türkiye'de Arıcılık Faaliyetinin Mevcut Durumu ve Trend Analizi Yöntemiyle Geleceğe Yönelik Beklentiler. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 22: 17-24.
- Pedroni P. 1996. Fully modified OLS for heterogeneous cointegrated panels and the case of purchasing power parity. *Department of Economics, Indiana University*, 1-45.
- Pedroni P. 2001. Purchasing power parity tests in cointegrated panels. *Review of Economics and Statistics*, 83: 727-731. <https://doi.org/10.1162/003465301753237803>.
- 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: 597-625. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0266466604203073>
- 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 & Evolution*, 25: 345-353. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2010.01.007>.
- Ravoet J, Reybroeck W, De Graaf DC. 2015. Pesticides for apicultural and/or agricultural application found in Belgian honey bee wax combs. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 94: 543-548. <https://doi.org/10.1007/s00128-015-1511-y>.
- Snyder M, Purucker S. 2013. Honey bee colony time series analysis: The influence of stationarity assumptions.
- Soroker V, Hetzroni A, Yacobson B, Voet H, Slabezkı S, Efrat H, Chejanovsky N. 2009. Colony losses in Israel: incidence of viral infection and beehive populations. *Proceedings of the 41st Apimondia Congress, Mointpellier, France, 2009*. 38.
- Switaneck M, Crailsheim K, Truhetz H, Brodschneider R. 2017. Modelling seasonal effects of temperature and precipitation on honey bee winter mortality in a temperate climate. *Science of The Total Environment*, 579: 1581-1587. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.11.178>
- TÜİK. 2019. Türkiye İstatistik Kurumu, Web, <http://www.tuik.gov.tr/Start.do> [Erişim: 14.09.2019].
- 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: 80-95. <https://doi.org/10.1016/j.jip.2009.06.011>
- Ziska LH, Pettis JS, Edwards J, Hancock JE, Tomecek MB, Clark A, Dukes JS, Loladze I, Polley HW. 2016. Rising atmospheric CO₂ is reducing the protein concentration of a floral pollen source essential for North American bees. *Proceedings. Biological sciences*, 283(1828): 20160414. <https://doi.org/10.1098/rspb.2016.0414>.