



T.C.
TOKAT GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

TOKAT İLİNDEN TOPLANAN DOĞAL PETEKLİ BALLARDA
PESTİSİT KALINTI DÜZEYLERİNİN ARAŞTIRILMASI

YÜKSEK LİSANS TEZİ
Seher DİLEK KOÇAK

Danışman: Doç. Dr. Yaşar GÜLMEZ

TOKAT- 2024

ETİK SÖZLEŞME

Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü tez yazım kılavuzuna göre, Doç. Dr. Yaşar GÜLMEZ danışmanlığında hazırlamış olduğum “Tokat İlinden Toplanan Doğal Petekli Ballarda Pestisit Kalıntı Düzeylerinin Araştırılması” adlı Yüksek Lisans tezinin bilimsel etik değerlere ve kurallara uygun, özgün bir çalışma olduğunu, aksinin tespit edilmesi halinde her türlü yasal yaptırımını kabul edeceğimi beyan ederim.

....../....../.....

Seher DİLEK KOÇAK

İmza

JÜRİ KABUL VE ONAY



ÖNSÖZ

Tez çalışmamda tecrübelerinden ve bilgilerinden yararlandığım, öğrenimim süresince sürekli desteğini eksik etmeyen danışmanım, sayın Doç.Dr. Yaşar GÜLMEZ'e, yüksek lisans eğitimime katkı sunan tüm hocalarıma, beni yetiştirerek eğitim hayatımı destekleyen aileme, Jüri üyeleri Doç. Dr. Hayriye Sibel GÜLSE BAL, Dr. Öğr. Üyesi Servet ARSLAN'a tezime olan katkılarından dolayı teşekkür ederim. Çalışmayı 2023/40 numaralı proje numarası ile destekleyen, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonuna, sonsuz teşekkürlerimi sunarım.



İTHAF

Bu çalışmamı her zaman beni gönülden destekleyen değerli eşim Ali'ye, sevgili çocuklarım Asya ve Rüzgar'a ithaf ediyorum.



ÖZET

TOKAT İLİNDEN TOPLANAN DOĞAL PETEKLİ BALLARDA PESTİSİT KALINTI DÜZEYLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Dilek Koçak, Seher

Yüksek Lisans, Biyoloji Ana Bilim Dalı

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Yaşar GÜLMEZ

Ağustos 2024, x + 28 sayfa

Tarımsal üretimde yoğun pestisit kullanımı hem arı sağlığını tehdit etmekte hem de ballarda kalıntı sorunu ortaya çıkararak gıda güvenliği açısından risk oluşturabilmektedir. Polinatör böceklerin başında gelen bal arılarının kullanılan pestisitlerle temas etme ve onları kovana taşıyarak bala bulaştırma ihtimalleri oldukça yüksektir. Bu çalışmada Tokat ilinin Almus, Artova, Erbaa, Merkez, Niksar, Reşadiye, Pazar, Turhal ve Zile ilçelerinde arıcılardan temin edilen toplanan 24 adet doğal petekli bal örneği pestisit kalıntısı bakımından analiz edilmiştir. Analizler Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Merkez Laboratuvarında hizmet alımı şeklinde yaptırılmıştır. İncelenen bal numuneleri arıların tamamını kendilerinin ördüğü petekler içerisinde üretilen ballar olup böylece temel petek veya çok yıllık balmumu aracılığıyla bala pestisit kalıntısı bulaşma ihtimali ortadan kaldırılmıştır. Analiz sonuçlarına göre 24 adet bal numunesinden sadece bir tanesinde pestisit kalıntısı limit değerlerinin üzerinde tespit edilmiştir. Limit değerlerinin üzerinde pestisit içeren bal numunesi Reşadiye ilçesinden alınmış olup etken maddeleri Tebuconazole ve Primicarb olan insektisit ve fungisitlerdir. Çalışmada, analiz edilen doğal petekli bal örneklerinin bir tanesi hariç, insan sağlığına zararlı pestisit kalıntısı bulunmadığı belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Tokat, Doğal petekli bal, Pestisit, Kalıntı

ABSTRACT

INVESTIGATION OF PESTICIDE RESIDUE LEVELS IN NATURAL COMB HONEY COLLECTED FROM TOKAT PROVINCE

Dilek Koçak, Seher

Master's Degree, Department Of Biology

Thesis Advisor: Assoc. Dr. Yaşar GÜLMEZ

August 2024, x + 28 pages

Intensive use of pesticides in agricultural production threatens both bee health and poses a risk to food safety by causing residue problems in honey. Honey bees, which are the leading pollinator insects, are very likely to come into contact with the pesticides used and to contaminate the honey by carrying them to the hive. In this study, 24 natural comb honey samples collected from beekeepers in the Almus, Artova, Erbaa, Merkez, Niksar, Reşadiye, Pazar, Turhal and Zile districts of Tokat province were analyzed for pesticide residue. Analyses were performed at Tokat Gaziosmanpaşa University Central Laboratory. The honey samples examined were honey produced in combs that the bees produced in the same year, thus eliminating the possibility of pesticide residue contamination to the honey through foundation comb or perennial beeswax. Pesticide residues above the limit values were detected in only one of the 24 honey samples analyzed. The honey sample containing insecticides and fungicides which have active ingredients Tebuconazole and Primicarb, above the limit values was taken from Reşadiye district. The study revealed that all natural comb honey samples analyzed except one did not contain pesticide residues harmful to human health.

Keywords: Tokat, Natural honeycomb honey, Pesticide, Residue

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ETİK SÖZLEŞME SAYFASI.....	i
JÜRİ KABUL VE ONAY.....	ii
ÖNSÖZ/TEŞEKKÜR (İSTEĞE BAĞLI)	iii
İTHAF (İSTEĞE BAĞLI)	iv
ÖZET (TÜRKÇE).....	v
ABSTRACT (İNGİLİZCE)	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ÇİZELGELER LİSTESİ.....	viii
ŞEKİLLER LİSTESİ	ix
KISALTMALAR LİSTESİ	x
GİRİŞ	1
LİTERATÜR ÖZETLERİ.....	11
MATERYAL YÖNTEM	14
1.1.Numunelerin Toplanması	14
1.2.Kalıntı Analizleri	16
1.3.Anket Çalışması	18
BULGULAR VE TARTIŞMA	19
SONUÇ VE ÖNERİLER	24
KAYNAKLAR	25
ÖZGEÇMİŞ	28

ÇİZELGELER LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 1.1. 2022 yılı dünya bal üretimi sıralamasında ilk on ülke (Tarım ve Orman Bakanlığı,2024).....	2
Çizelge 1.2., 2022 yılı ülkeler bazında balırası koloni sayısı (Tarım ve Orman Bakanlığı,2024).....	3
Çizelge 1.3. Türkiye 2014-2023 arıcılık istatistikleri (TÜİK, 2024).....	4
Çizelge 1.4. Yıllara göre pestisit kullanım miktarları (TÜİK, 2024).....	8
Çizelge 1.5. Karadeniz Bölgesi'nde pestisit kullanımı (Özercan ve Taşçı,2022).9	
Çizelge 3.1. Bal Numunelerinin Alındığı Bölgeler ve Alınma Tarihleri.....	14
Çizelge 3.2. Çalışmada analizi yapılan pestisitler.....	16
Çizelge 4.1. Analiz Sonucu.....	20
Çizelge 4.2. Arıcılarla yapılan anket sonuçları.....	21

ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa

Şekil 3.1 Tokat ili haritası.....	14
-----------------------------------	----



SİMGE VE KISALTMALAR LİSTESİ

Simgeler

g	Gram
kg	Kilogram
km	Kilometre
m	Metre
Mg	Mikrogram
mg	Miligram
ng	Nanogram
ppb	Milyarda bir

Kısaltmalar

AB	Avrupa Birliği
FAO	Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü
LOD	Gözlenebilme sınırı
MRL	Maksimum Kalıntı Limiti
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
USEPA	Amerika Birleşik Devletleri Çevre Koruma Ajansı

1. GİRİŞ

Son zamanlarda dünya nüfusunun hızla artması nedeniyle besin maddelerine ihtiyaç artmakta ve doğal gıdaya ulaşım her geçen gün daha da zorlaşmaktadır. Tarımsal ürünlerin kalitesini ve miktarını artırmada günümüz imkanlarından yararlanılmakta ve tarım ürünlerine zarar veren etkenleri azaltmak ya da ortadan kaldırmak için sürekli bir mücadele verilmektedir. Bu mücadelenin önemli bir ayağını zararlıları kontrol altına almada kullanılan pestisit adı verilen kimyasallar oluşturmaktadır. Özellikle tarım alanlarında bilinçsiz şekilde kullanılan bu kimyasallar çevre ve insan sağlığını gün geçtikçe daha fazla tehdit etmektedir. Bitkisel üretimde yabancı otlar veya tarım ürünlerine zarar veren böceklerle karşı kullanılan pestisitlerin çoğunun gıda ürünlerine geçerek insan sağlığına zararlı kimyasal kalıntılar içermesinin yanı sıra hayvansal üretimi de olumsuz yönde etkilediği aşikardır (Acoğlu, 2020). Bu kimyasallardan belki de en fazla etkilenen hayvan grubu bitkilerle sürekli etkileşim halinde olan arılardır. Zirai mücadele alanlarında zaman zaman görülen toplu arı ölümleri, arı kolonilerinin zayıflaması veya arı ürünlerinin kalite ve miktarının azalması gibi doğrudan etkilerin yanı sıra, pestisit kalıntıları arı ürünlerinin tüketimi yoluyla insan sağlığını da tehdit edebilir. Öte yandan ekosistemin çok önemli bir bileşeni olan arı popülasyonlarında azalma sonucu çiçekli bitkilerin tozlaşmasında ve dolaylı olarak bitkisel üretimde ciddi kayıplar ortaya çıkabilir.

Bal arıları Hymenoptera takımının Apidae familyası içinde yer alan sosyal böceklerdendir. Dünyada bal üretimi için kullanılan 13 bal arısı türü bulunmaktadır. Bunlardan, *Apis mellifera* türü, özellikle Avrupa ve Orta Doğu'da yaygın olarak yetiştirilmektedir. Arıcılık faaliyetlerinde başta bal olmak üzere çeşitli doğal ürünler üretilmekte ve aynı zamanda polinasyona katkıları nedeniyle ekosistemlerde verimliliği artıran böceklerin başında bal arıları gelmektedir. Arıcılıktan balın yanı sıra propolis, balmumu, arı sütü, arı ekmeği, arı zehiri gibi her biri farklı içerik ve kullanım alanlarına sahip diğer doğal ürünler de elde edilmektedir.

Arıcılık, ülkemizde ciddi bir potansiyele sahip olup önemli bir tarımsal üretim kolu olarak her geçen gün daha fazla gelişmektedir. Anadolu'nun sahip olduğu flora çeşitliliği, iklim özellikleri, topografik yapısı, önemli bir arı gen kaynağı bölgesi olması ve arıcılık istatistikleri bakımından dünyada ilk sıralarda yer alması gibi nedenler ülkemizde arıcılığı avantajlı hale getirmektedir. Ülkemiz, konumu gereği zengin bitki

çeşitliliğine neden olan Avrupa-Sibirya, İran-Turan ve Akdeniz flora elemanlarını içeren farklı iklim kuşaklarına sahip olduğundan, neredeyse yılın her mevsiminde arıcılık için uygun şartları taşımaktadır. Kültür bitkileri ve doğal olarak yetişen nektarlı bitkilerin yanı sıra çam, meşe ve kayın ağaçları gibi salgı balı kaynağı olan bitkilerden çeşitli içeriğe sahip balların üretimi mümkün olmaktadır (Soysal ve ark., 2007).

Avrupa bal arısı olarak bilinen *Apis mellifera* türünün Türkiye'nin farklı coğrafik bölgelerinde, 6 alt türü (ırk) ve çok sayıda ekotipleri barınmaktadır. Ülkemizde bulunan başlıca bal arısı alt türleri Anadolu arısı (*A.m. anatolica M.*), Kafkas arısı (*A. m. caucasia*), Karniyol arısı (*A.m. carnica*), Suriye Arısı (*A. m. syrica*), İtalyan arısı (*A. m. ligustica*) ve İran arısı (*A. m. meda*)'dır (Kara ve Keskin, 2013). Ülkemiz dünyada koloni sayısı bakımından üçüncü sırada, bal üretimi bakımından yıllık 100 bin tonun üzerinde bal üretimi ile dünyada Çin'den sonra ikinci sırada yer almaktadır (Çizelge 1.1), koloni sayısı bakımından da dünya ülkeleri arasında ilk üçte yer almaktadır. 2023 yılı verilerine göre 114 bin ton bal üretimine inmiştir, balmumu üretimi ise 3.971 ton olmuştur (Anonim, 2024).

Çizelge 1.1. 2022 yılı dünya bal üretimi sıralamasında ilk on ülke (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2024)

Ülkeler	Bal üretimi (ton)
Çin Halk Cumhuriyeti	461.900
Türkiye	118.297
İran	79.535
Hindistan	74.204
Arjantin	70.437
Rusya	67.014
Meksika	64.320
Ukrayna	63.079
Brezilya	60.966
ABD	56.849

Çizelge 1.2. 2022 yılı ülkeler bazında balarısı koloni sayısı (Tarım ve Orman Bakanlığı,2024)

Ülkeler	Koloni sayısı
Hindistan	12.848.197
Çin Halk Cumhuriyeti	9.216.664
Türkiye	8.733.394
İran	7.527.258
Etiyopya	7.105.876
Tanzanya	3.050.651
Arjantin	2.964.676
İspanya	2.953.000
Rusya	2.889.693
Amerika Birleşik Devletleri	2.696.000

Türkiye’de arıcılık yapan işletme sayısı 100 399 adet olup, bal üretimi 114 886 ton olarak gerçekleşmiştir (Çizelge 1.3). Türkiye’de yapılan arıcılık faaliyetleri bölgelere göre değişim göstermektedir. Karadeniz bölgesi, koloni varlığı bakımından 1 226 806 adet koloni ve 20 934 ton bal üretimi ile ilk sırada yer almaktadır. Tokat’ın yıllık bal üretimiye yaklaşık olarak 540 tondur (Yılmaz, 2024).

Çizelge 1.3. Türkiye 2014-2023 arıcılık istatistikleri (TÜİK, 2024)

Yıl	Arıcılık yapan işletme sayısı	Yeni kovan	Eski kovan	Bal	Bal mumu
	(Adet)	(Adet)	(Adet)	(Ton)	(Ton)
2014	81 108	6 888 907	193 825	103 525	4 053
2015	83 475	7 525 652	222 635	108 128	4 756
2016	84 047	7 679 482	220 882	105 727	4 440
2017	83 210	7 796 666	194 406	114 471	4 488
2018	81 830	7 904 502	203 922	107 920	3 987
2019	80 675	7 929 368	198 992	109 330	3 971
2020	82 862	7 956 933	222 152	104 077	3 765
2021	89 361	8 456 305	277 089	96 344	3 766
2022	95 386	8 734 938	249 738	118 297	4 165
2023	100 399	8 969 387	255 494	114 886	3 971

Bal ve diğer arı ürünleri insanlık tarihinde çok uzun yıllardır besin olarak ve antimikrobiyal, antibakteriyel, antiviral vb. gibi insan sağlığına yararlı etkileri nedeniyle tedavi amaçlı veya koruyucu hekimlikte kullanılmaktadır (Samarghandian ve ark., 2017). Bal, Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği'ne, göre “bitki nektarlarının, bitkilerin canlı kısımlarının salgılarının veya bitkilerin canlı kısımları üzerinde yaşayan bitki emici böceklerin salgılarının, bal arısı (*Apis mellifera*) tarafından toplandıktan sonra kendine özgü maddelerle birleştirerek değişikliğe uğrattığı, su içeriğini düşürdüğü ve petekte depolayarak olgunlaştırdığı, doğası gereği kristalleşebilen doğal ürün” olarak tanımlanmaktadır. Balın doğal içeriğinde şeker, su, vitamin, mineral, asitler, enzimler gibi maddeler bulunmaktadır. Bu maddeler balın besleyici, enerji verici, bağışıklığı güçlendirici ve tedavi edici özelliklerini oluşturmaktadır. Doğal bir ürün olan ve bileşiminde sağlık açısından faydalı birçok biyoaktif maddeler bulunan bala herhangi bir madde katılamaz ve balın doğal yapısı bozularak içeriğinden herhangi bir madde çıkarılamaz. Yine Bal tebliğine göre; “Doğal petekli bal: Temel petek kullanılmadan, arılar tarafından peteği ile üretilen balı” ifade etmektedir (Anonim, 2020).

Bal, hayvanlardan doğrudan elde edilen işlenmemiş bir ürün olduğu için Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı tarafından “Hayvansal birincil ürün” olarak tanımlanmıştır (Anonim, 2011b). Bal, yıkanabilir, temizlenebilir veya ayıklanabilir bir gıda maddesi olmadığından üretimden tüketiciye ulaşana kadar sağlık ve hijyen kurallarına uygunluk bakımından üzerinde özenle durulması gereken besin maddelerinin başında gelmektedir (Çukur ve ark., 2016). Türk gıda kodeksi bal tebliğine göre balda bulunabilecek maksimum pestisit kalıntı limiti en fazla 0,01 mg/kg olmalıdır (Anonim, 2011a).

Balmumu 12-18 günlük işçi arıların abdomen kısmında yer alan dört çift balmumu bezi tarafından üretilmekte, besinlerin depolanmasına ve gelişim sırasında yavruların barınmasına hizmet etmektedir. Petek örme ve sır tabakası oluşturmada kullanılan balmumu yeni salgılandığında kremi beyaz veya hafif turuncu gibi açık renklidir. Bal ve polenle temas ettikçe ve kuluçka faaliyetleri sırasında rengi sarıdan kahverengiye doğru koyulaşmaktadır (Topal ve ark., 2020). Balmumu lipofilik tabiatı gereği (tau-)fluvalinate ve coumaphos gibi belirli pestisitlerin birikimine izin vermektedir (Vegh, 2023) ve buharlaşabilen kimyasalları absorbe ettiğinden dolayı depolandığı ortamda sağlık açısından risk taşıyan maddeler bulunmamalıdır. Bal sağımı yapıldıktan sonra boşalan petekler arıcılar tarafından sonraki yıllarda da kullanılmakta ve böylece kovan içinde uzun süre kalabilmektedir. Polen ve nektarla kovana taşınan pestisit kalıntıları zamanla balmumunda biriktiğinden eski petekler potansiyel bir pestisit kaynağı olmaktadır (Korkmaz, 2016; Seğmenoğlu ve Baydan, 2012). Bu bakımdan bal arılarının aynı yıl ördüğü ve içine bal depoladığı peteklerde depolanan “doğal petekli bal” pestisit kalıntısı içerme yönünden daha az risklidir.

Gıda güvenliği ve sağlıklı gıdaya ulaşım günümüzün en önemli sorunlarından biri haline gelmiştir. Tarımda kullanılan zirai ilaçlar çok geniş bir alana yayılmış olup toprak, su, hava gibi farklı ortamların kontamine olmasıyla birlikte üretilen doğal ürünlerin pestisit kalıntısı içerme riski artmıştır. Bal gibi doğal ürünlerde bulunan pestisitler insan ve hayvan sağlığına zararlarının yanı sıra ihracatta karşılaşılan ekonomik kayıplar gibi sorunları da beraberinde getirmektedir. Ülkemizde arıcılık faaliyetleri ve arı ürünleri üretiminin gıda güvenliği kapsamında sürekli izlenmesi, arıcılık sektörü ve çevresel sürdürülebilirlik açısından oldukça önemlidir (Çukur ve ark., 2016).

Tarımsal ilaçlamanın gıda ürünlerinin miktar ve kalitesini artırmaya katkısı olmakla birlikte, bal arısı gibi polinatör böcek popülasyonlarına olumsuz etkileri nedeniyle tozlaşmanın azalması ve bunun sonucu olarak bitkisel gıdaların azalması gibi bir kısır döngü ortaya çıkmaktadır. Öte yandan tarım ilaçları ile “doğal” çevre bozulduğundan arı ürünlerinde temiz gıda sorunu ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle gıda üretiminin devamlılığı ve çevresel sürdürülebilirlik açısından bal arılarının tarım ilaçlarından korunması bir zorunluluktur (Şahin ve ark., 2023).

Çevre Koruma Ajansı'nın (USEPA, 2023) tanımına göre “pestisit, (1) herhangi bir zararlıyı önlemek, yok etmek, uzaklaştırmak veya hafifletmek amacıyla kullanılan, (2) bitki düzenleyici, yaprak dökücü veya kurutucu olarak kullanılan veya (3) azot stabilizatörü olarak kullanılan" herhangi bir madde veya madde karışımıdır. Pestisitler tarımda ürün verimini artırmak için, ürüne zarar verebilecek canlıları kontrol altına almak için kullanılan biyolojik veya kimyasal maddelerdir. Pestisitler kimyasal yapılarına, fonksiyonel gruplarına, etki şekillerine, toksisitelerine ve etkilediği organizmalara göre sınıflandırılabilir (Vegh ve ark., 2023). Etkilediği organizma grubuna göre en önemli üç pestisit grubu; insektisit (böceklerle karşı), fungusit (mantarlara karşı) ve herbisit (yabani otlara karşı) şeklindedir. Bunun dışında bakterisit (bakterilere karşı), rodentisit (kemirgenlere karşı), akarisit (akarlara karşı), algisit (algilere karşı) gibi gruplandırmalar da yapılmaktadır. Bunlardan en yaygın olarak kullanılan pestisit grubu fungusitlerdir (Çağlayan ve ark., 2023).

Bal arıları bal, polen, propolis gibi bitkisel ürünleri kovanlarına taşıyarak koloninin besin ihtiyacını karşılamak ve koloni varlığını sürdürmek için çiçekli bitkilere muhtaçtırlar. Arılar polen, nektar ve diğer bitkisel kaynakları toplamak üzere çiçekleri ziyaret ettikleri sırada bitkilere ürün verimliliği ve nesillerinin devamlılığı açısından çok önemli olan polinasyon hizmeti sunarlar. Ancak, modern tarımda pestisit kullanımı nedeniyle polinatör böceklerin sayılarının azalması, tozlaşma etkinliğinin de azalmasına neden olmaktadır. Pestisitler arılar ve diğer yararlı böcekleri fizyolojik, davranışsal ve sağlık yönlerinden tehlikeye atmaktadırlar. Bal arılarının temel besin kaynağı polen ve nektar olduğundan arı kolonilerine pestisitlerin başlıca bulaşma şekli bu besinlerin kolonideki ergin ve larvalar tarafından tüketilmesidir. Sosyal yaşam, bireyler arasında besin alışverişi ve yavru bakımı gibi biyolojik özellikler koloni bireyleri arasında bulaşıklığın hızlı artmasına neden olmaktadır.

Pestisitler sadece uygulama alanlarında ve hedef organizmalarda değil, topraktan sızma yoluyla yeraltı sularına karışarak veya buharlaşma yoluyla atmosfere yayılarak çok geniş bir alanda çeşitli organizmalara zarar verebilir. Havaya dağılan pestisitler rüzgarla taşınıp, sis ve yağışlar aracılığıyla ekosistemdeki döngüsünü sürdürmekte ve hedef dışı canlıları da etkileyebilmektedir (Polat ve ark., 2020). Pestisit oranının çok yüksek olma durumunda ise arılar kovana ulaşmadan ölebilir, ancak arı kaybıyla sonuçlanan bu durum belki de insan sağlığını etkileme ihtimali bulunan daha büyük felaketleri önlemektedir (Güney, Arıcılık Enstitü Sayı 5).

Arı kovanlarında pestisit birikimi ekotoksikolojik etkilere neden olmaktadır, ancak arı ürünlerinin kontamine olması ve bu ürünlerin insanlar tarafından tüketilmesi ise bir gıda güvenliği sorunudur. Pestisit kalıntıları kısa sürede ortaya çıkan deri ve göz rahatsızlıkları, baş ağrısı, kusma gibi belirtilerin yanı sıra uzun dönemde ortaya çıkabilen kanser, diyabet astım, Parkinson hastalığı ve genetik mutasyonlar gibi kronik etkilere de neden olabilmektedir (Vegh ve ark., 2023; Sharma ve ark., 2023).

Dünya genelinde, arı kovanlarında şimdiye kadar 80 farklı pestisit kalıntısı tespit edilmiştir (Kerkich ve ark., 2024). Ancak balda tespit edilen pestisit konsantrasyonlarının tüketici sağlığı açısından risk oluşturmadığı, arılara karşı akut toksisitenin ise oldukça nadir olduğu belirtilmiştir (Karise ve ark., 2107).

Ballarda pestisit kalıntılarının sürekli izlenmesi ve böylece maksimum kalıntı limit değerlerinin üzerine çıkmasının önlenmesi hem tüketici sağlığını koruma hem de çevrede arıcılık yapan üreticileri bilgilendirme açısından büyük önem taşımaktadır. Bu bağlamda balın çevresel etki değerlendirmede bir indikatör olduğu belirtilmiştir (Kerkich ve ark., 2024).

Bal arılarının çok hareketli olması, arazide çeşitli yüzeylerle doğrudan temas ederek yiyecek aramaları ve bu esnada vücut kılları yoluyla çevredeki kirletici maddeleri biriktirmelerine ve sonuçta bunları kovana taşımalarına olanak tanır (Sharma ve ark., 2023). Arılar beş km veya bazen 14 km mesafeye kadar uçabilmeleri nedeniyle pestisitlere maruz kalma ihtimalleri de yükselmektedir. Pestisitlerin arılara bulaşmaları; bulaşık polen ve nektar tüketerek, pestisit kullanılan tarım alanlarında bitikler ve toprakla temas ederek, uçuş sırasında soluma yoluyla, kirlenmiş yüzey suyu içerek veya pestisit uygulanması esnasında püskürtülen pestisitlerle doğrudan temas etmeleri gibi çeşitli

şekillerde olmaktadır (Kerkich ve ark., 2024). Dolayısıyla çevrede bulunma ihtimali olan toksik maddelerin arı ürünlerine bulaşma potansiyeli oldukça yüksektir. Bununla birlikte, arı ürünlerinde bulunan tehlikeli bileşikler ve bunlarla ilişkilendirilen plasenta hasarı, bronşit hiperaktivitesi, kötü huylu tümör, böbrek lezyonu, sinirsel dejenerasyon gibi belirtilerin kaydedildiği çok az sayıda çalışma bulunmaktadır (Sharma ve ark., 2023).

Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) verilerine göre 2019 yılında dünyada 4,16 milyon ton pestisit kullanılmış, en fazla pestisit kullanan ülkeler ise sırasıyla Çin, Amerika Birleşik Devletleri ve Brezilya olmuştur. Ülkemiz hektar başına 26 kg olmak üzere yıllık 33 bin ton pestisit kullanımı ile Avrupa’da ilk sırada yer almaktadır. Türkiye’de pestisit kullanımı bölgelere göre değişmekte, en fazla pestisit kullanılan bölge Akdeniz Bölgesi iken il bazında ise yoğun tarımın yapıldığı Antalya, Manisa ve Adana en fazla pestisit kullanılan illerdir (Özercan ve Taşçı, 2022).

Çizelge 1.4. Yıllara göre pestisit kullanım miktarları (TÜİK, 2024)

Yıl	İnsektisitler	Fungusitler	Herbisitler	Akarisitler	Rodentisitler ve Mollusitler	Diğer	Toplam
2015	8117	15 984	7 825	1 576	197	5327	39026
2016	10 425	20 485	10 025	2 025	259	6 835	50 054
2017	11 436	22 006	11 759	2 452	236	6 209	54 098
2018	13 583	23 047	14 794	2 486	309	5 801	60 020
2019	11 609	19 698	12 644	2 124	264	4 958	51 297
2020	12 347	20 600	13 250	2 200	280	4 995	53 672
2021	11 071	19 098	13 320	2 342	283	6 851	52 965
2022	12 205	19 446	14 553	2 462	298	6 410	55 374
2023	12 326	19 614	15 509	3 104	297	6 916	57 766

Tokat ili yağışlı Karadeniz iklimi ile Kurak İç Anadolu iklimi arasında geçiş bölgesi olmasının yanı sıra lokal olarak Akdeniz iklim ve bitki örtüsü özelliklerini de taşımaktadır. Tokat Türkiye’nin sayılı orman bölgelerinden biridir. Coğrafyasından kaynaklanan fazla miktarda çeşitli bitki ve ağaç türleri görmek

mümkündür. Ormanlar daha çok Almus, Reşadiye ve Niksar ilçeleri dolaylarındadır. Karaçam, sarıçam, köknar, gürgen ve sedir gibi ağaç türleri en yaygın olanlarıdır. Bu ağaç türlerinin içerisinde yer yer fındık, kızılıçık, yabani erik, elma, ahlat, alıç, gibi türlere de rastlanmaktadır. Kelkit havzası boyunca geniş ovaları, Yeşilırmak, Kelkit ve Çekerek gibi büyük akarsuları nedeniyle çok eski zamanlardan beri tarımsal olarak oldukça bereketli topraklara ve ürün çeşitliliğine sahiptir. İl genelinde tahıl, baklagil üretimi, sebzecilik, meyvecilik faaliyetleri, ayçiçeği, tütün, şekerpancarı gibi endüstriyel ürün yetiştiriciliğinin yanı sıra arıcılığın da dahil olduğu çeşitli hayvancılık dallarında üretim yapılmaktadır. Tokat ilinin iklim yapısındaki çeşitlilik, dengeli yağış profiline sahip olması, zengin bir flora ve endemik bitki türlerini barındırması, dağlık alanlardaki yüksek irtifa, serin ve temiz hava koşulları, bal arılarının sağlıklı ve verimli bir şekilde çalışmasına katkı sağlar. Bu nedenle yerli arıcıların yanı sıra farklı illerden gelen gezgin arıcılar tarafından da bal üretimi için Tokat ili tercih edilmektedir.

Bitkisel üretim alanlarında zararlı böceklerle mücadelede pestisitler kullanılmakta, kullanılan bu kimyasalların üretilen ballarda kalıntı bırakma ihtimali bulunmaktadır. Nitekim ülkemizin çeşitli bölgelerinde pestisit kalıntılarının arılar üzerine olumsuz etkilerini gösteren ya da bal numunelerinde limit değerin üzerinde kalıntı tespit eden araştırmalar bulunmaktadır (Canbay ve ark., 2014; Toptancı ve Bayrak, 2012; Muku ve ark., 2019; Şahin, 2023). Tokat, Karadeniz Bölgesinde Samsun'dan sonra en fazla pestisit kullanan ikinci il durumundadır (Özercan ve Taşçı, 2022). Kullanılan bu pestisitlerin balda kalıntı bırakıp bırakmadığı sürekli izlenmesi gereken bir durumdur ancak, şimdiye kadar sınırlı bir alan ve bal numunelerinde yapılan bir çalışma (Kara ve ark., 2022) dışında, Tokat ilinde üretilen ballarda kalıntı mevcudiyeti ile ilgili araştırma bulunmamaktadır.

Çizelge 1.5. Karadeniz Bölgesi'nde pestisit kullanımı (Özercan ve Taşçı,2022)

Karadeniz bölgesi - İller	Toplam pestisit kullanımı(kg-lt)	%
Samsun	813.512	31,7
Tokat	370.999	14,5
Amasya	290.377	11,3
Trabzon	281.245	11,0

Ordu	162.130	6,3
Giresun	141.154	5,5
Düzce	127.119	5,0
Bolu	126.551	4,9
Çorum	109.173	4,3
Kastamonu	43.322	1,7
Zonguldak	36.201	1,4
Karabük	23.114	0,9
Sinop	19.116	0,8
Bartın	7.611	0,3
Bayburt	5.413	0,2
Gümüşhane	4.943	0,2
Artvin	2.200	0,1
Rize	1150	0,0
Karadeniz bölgesi toplam	2.565.330	100,0

Bu çalışmada, Tokat ilinin büyük bir kısmını temsil edecek şekilde belirlenen ilçelerinden alınan doğal petekli bal numunelerinde pestisit kalıntısı araştırılması ve yörede kullanılan zirai ilaçlardaki etken maddelerin ballara bulaşma durumunun belirlenmesi amaçlanmaktadır.

2. LİTERATÜR ÖZETLERİ

Isparta'ya bağlı ilçelerden alınan yirmi adet çiçek kovan ballarından yedisinde pestisit kalıntısına rastlanmıştır, diğer örneklerde ve Isparta merkezde marketlerde satışa sunulmuş ballarda analizi yapılan pestisitler tespit edilememiştir. Çalışmada yer alan insektisitlerin Isparta ve çevresinde çok fazla kullanılmasından ötürü, bu insektisitlerden diazinon, klorpirifos, malathion, ethion, sipermetrin ve deltametrinin tespit edildiği belirtilmiştir (Canbay ve ark., 2014).

Antalya, Alanya, Aydın, Bozdoğan, Adana ve Kozan 'dan alınan ve hiçbir işlem görmemiş 20 adet turunçgil (portakal ve limon) balında 13 adet pestisit kalıntı analizi yapılmıştır. Yapılan analizde karbendazim 7.84 ng/g, klorpirifos 5.05 ng/g, imazalil 10.96 ng/g, metalaksil 6.97 ng/g ve tiabendazol 12.11 ng/g olarak belirlenmiştir. Aynı ballarda karbaril, koumafos, boskalit, piriprosifen, diazinon, diklorvos, haloksifop ve metidation tespit edilememiştir (Toptancı ve Bayrak, 2012).

Ülkemizin Doğu Akdeniz bölgesinin Adana, Hatay ve Mersin illerinden temin edilen 30 farklı çiçek balı örneğinin pestisit ve naftalin içeriklerinin belirlenmesi için yapılan çalışmada, bal örneklerinin tamamında belirlenme sınırının (LOD) üstünde herhangi bir pestisite rastlanmamıştır. Toplam 30 farklı bal örneğinin sadece bir tanesinde naftalin tespit edilmiştir. Naftalin değeri maksimum kalıntı değeri (MRL) seviyesi olan 10 ppb'nin altında bulunmuştur. İki bal örneğinde ise naftalin değeri LOD seviyesinin altında iz miktarda saptanmıştır (Muku ve ark., 2019).

Gümüşhane iline bağlı üç farklı ilçenin merkezleri ile bu ilçelerin 20 farklı köyünden alınan bal numunelerinde bölge tarımında kullanılan Cyfluthrin, Cypermethrin, Deltamethrin ve Malathion olmak üzere dört farklı pestisit bileşeni analiz edilmiştir. 20 farklı süzme çiçek balından sadece ikisinde Cyfluthrin, Cypermethrin ve Malathion pestisiti tespit edilirken, 4 tane bal numunesinde ise Deltamethrin tespit edilmiştir (Şahin, 2023).

Muş ili Zoverer Bölgesi ve Darabi Bölgesinden temin edilen 10 farklı bölgedeki arılıklardan süzülerek alınmış bal örneklerinin analizi sonucunda elde edilen verilere göre; çalışılan bal örneklerinde Bromopropylate (4,4 Dipromobenzop, Chlorfenvinphos,

Flumethrin, Taufluvalinate, Coumaphos ve Amitraz (Metabolitleri dahil) pestisit kalıntılarına rastlanmamıştır (Kutlu ve Bengü, 2020).

Tekirdağ ve bağlı ilçe merkezlerindeki bal üreticilerinden 33 adet bal örneği toplanarak neonikotinoid analizi yapılmıştır. Namık Kemal Üniversitesi Bilimsel ve Teknolojik Araştırmalar Uygulama ve Araştırma Merkezinde incelenen ballarda, maksimum kalıntı limiti üzerinde herhangi bir neonikotinoid pestisit kalıntısı tespit edilmemiştir (Özdemir, 2016).

Kırklareli İli civarında arıcılık yapan 57 üreticiden toplanan petekli bal örneklerinde, streptomisin, tetrasiklin, kloramfenikol antibiyotikleri ile imidacloprid, tribenuron metil, propargit ve pendimethalin pestisitleri kalıntılarının tespitine çalışılmıştır. Analiz sonuçları bölgeden toplanan peteklerde herhangi bir antibiyotik kalıntısının bulunmadığını göstermiştir. Pestisitler açısından bakıldığında ise imidacloprid ve tribenuron metil yönünden peteklerde LOD seviyesinin altında kalıntı belirlenmiştir. 57 örneğin dört tanesinde pendimethalin seviyesi MRL düzeyi olan 50 ppb'nin üzerinde tespit edilmiştir. Propargit Avrupa Komisyonu tarafından yasaklanmış bir akarisitir. Analizi yapılan 57 örneğin 11 tanesinde bu akarisite sınır değerin üzerinde rastlanmıştır (Kurultay ve ark., 2016).

Çanakkale ilinin Biga ilçesine bağlı olan köylerinde, arıcılıkla uğraşan kişilerden hasat zamanında, direkt olarak alınan *Pinus brutia* Ten. (kızılçam), *Arbutus unedo* Linneus (Kocayemiş) ve *Erica sp.* (süprügeotu) çiçeklerinden üretilen çam, davulga ve püren bal örneklerinin pestisit ve antibiyotik kalıntı analizleri incelenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre analizlenebilen 305 adet pestisitin kalıntısına rastlanılmamıştır (Polat, 2011).

Tokat ilinde yapılan bir çalışmada 2019 ve 2020 yıllarında ilden ve ilçelerinden temin edilen 24 adet çiçek balı örneğinde fizikokimyasal, pestisit ve mineral analizleri yapılmıştır. Araştırma sonucunda toplam üç numunede pestisit tespit edilmiştir. Bunlar triamenol+triadimefon, metrafenone, cypermethrin, boscalid, deltamethrin, kresoxim methyl olup üç örnekte sınır değerleri aşılmış olup, diğer örneklerde ise pestisit kalıntı düzeyleri limit değerleri aralığındadır (Kara ve ark., 2022).

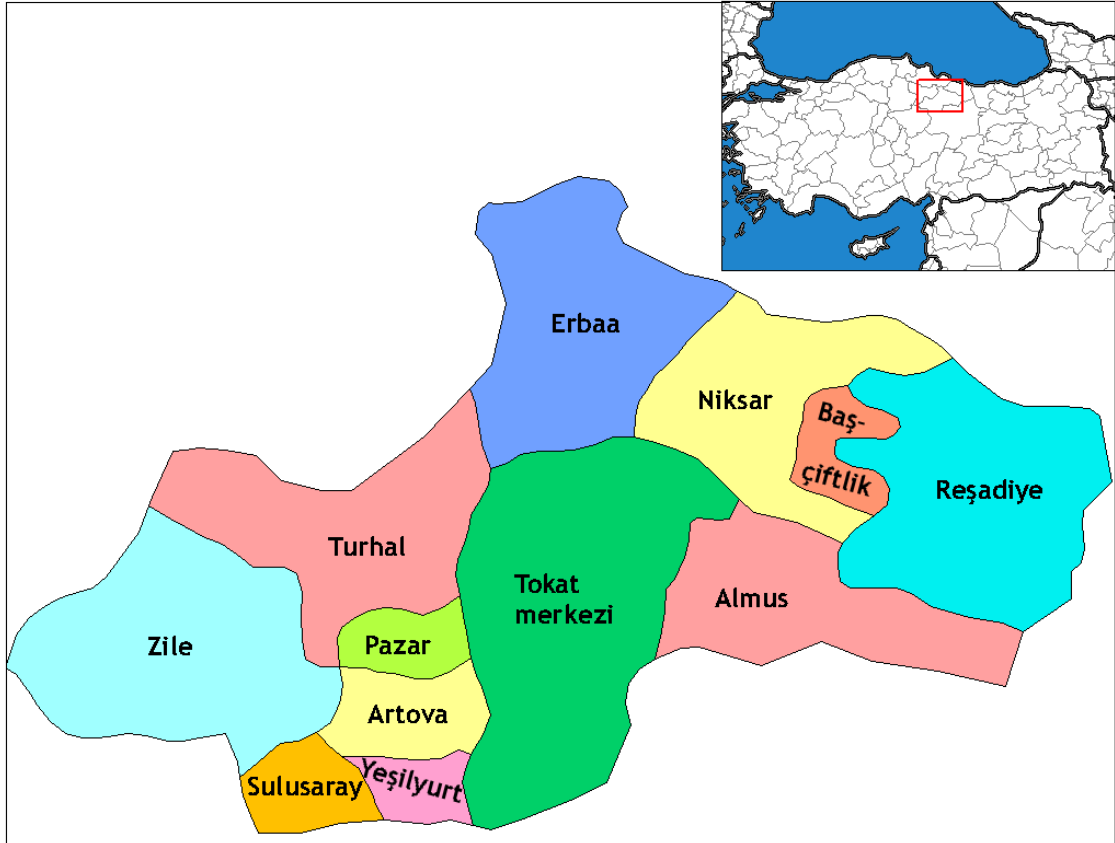
Türkiye genelinden 200 arıcıdan alınan 600 adet ve marketlerden alınan 10 adet özel firmaya ait bal örnekleri biyokimyasal, mineral madde, antibiyotik, pestisit ve naftalin kalıntıları ile balların polen içerikleri analiz edilmiştir. Biyokimyasal bileşenlerle ilgili veriler Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği, AB ve Kodeks standartlarıyla karşılaştırılmıştır. Türkiye genelinde toplanan tüm bal örneklerinde yapılan antibiyotik analizlerinde %29.5 oranında sülfonamid, %3.3 oranında tetracycline, % 11.9 oranında streptomycine kalıntıları içerdiği belirlenmiştir. Pestisit kalıntı analizleri sonucunda ise Türkiye geneli amitraz kalıntı miktarı %4.7, coumaphos kalıntı miktarı ise %1.4 olarak tespit edilmiştir (Gül, 2008).

Antalya ili Akseki ve İbradı ilçelerinde arı yetiştiricilerinden 30 dolu çerçeve petekli bal alınmış ve her çerçeve petekli bal ikiye ayrılarak yarısı süzölmüş, yarısı da petekli olarak etiketlenmiş ve analiz edilmiştir. Toplam 60 adet bal örneğinde 331 adet pestisit bileşeni, 25 adet antibiyotik bileşeni ve naftalin kalıntı analizi yapılan çalışmada, bal örneklerinin hiçbirinde pestisit ve antibiyotik bileşeninin kalıntısına rastlanmamıştır. Yalnız üç adet petekli bal örneğinde Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliğinde naftalin için belirtilen 10 µg/kg düzeyinin altında naftalin tespit edilmiştir. Bu üç naftalin içeren petekli bal çerçevelerinden alınan süzme bal örneklerinde naftalin kalıntısına rastlanmaması, petekli balların süzme ballara göre naftalin kalıntısı bakımından daha fazla risk taşıdığını göstermektedir (Çakar ve Gürel, 2019).

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Numunelerin Toplanması

Tokat ilinin Almus, Artova, Erbaa, Merkez, Niksar, Reşadiye, Pazar, Turhal ve Zile ilçelerinden Temmuz 2023 ve Ekim 2023 tarihleri arasında toplam 24 adet doğal petekli bal örneği toplanmıştır. Tarım alanlarına yakın/uzak, ilin büyük bir kısmını temsil edecek şekilde farklı bölgelerden numune toplamaya özen gösterilmiştir. Bu ilçelerde belirlenen arıcılara bal sezonu öncesinde ‘kasnak’ adı verilen, temel petek içermeyen çerçeveler dağıtılmıştır. Arıcılar tarafından kovana yerleştirilen bu çerçevelere arıların balmumu örerek içine bal doldurmaları sağlanmıştır. Daha sonra arıcılardan geri alınan çerçevelerdeki doğal petekli bal numuneleri sızdırma yöntemiyle her bir numune yaklaşık 250 g olacak şekilde kapaklı kavanozlara konarak analiz edilene kadar oda sıcaklığında muhafaza edilmiştir. Bal numuneleri etiketlenerek analiz için laboratuvara gönderilmiştir.



Şekil 3.1. Tokat ili haritası

Çizelge 3.1. Bal numunelerinin alındığı bölgeler ve alınma tarihleri

Numunenin Alındığı İlçe	Numunenin Alındığı Lokalite	Alınma Tarihi
1. Erbaa	Merkez	Eylül 2023
2. Almus	Merkez	Eylül 2023
3. Zile	Karakuzu Köyü	Ağustos 2023
4. Turhal	Merkez	Ağustos 2023
5. Niksar	Şıhlar Köyü	Eylül 2023
6. Niksar	Hanyeri Köyü	Eylül 2023
7. Pazar	Kalaycık Köyü	Eylül 2023
8. Pazar	Merkez	Eylül 2023
9. Niksar	Çamiçi Yaylası	Eylül 2023
10. Erbaa	Evciler köyü	Eylül 2023
11. Niksar	Başçiftlik	Eylül 2023
12. Erbaa	Karayaka Köyü	Eylül 2023
13. Tokat	Merkez	Ağustos 2023
14. Artova	Aydoğdu Köyü	Eylül 2023
15. Artova	Merkez	Eylül 2023
16. Artova	Merkez	Eylül 2023
17. Artova	Merkez	Eylül 2023
18. Zile	Kervansaray Köyü	Ağustos 2023
19. Zile	Ağılcık Köyü	Ağustos 2023
20. Turhal	Yazıtepe Köyü	Ağustos 2023
21. Turhal	Çivrıl Köyü	Ağustos 2023
22. Reşadiye	Karaağaç Köyü	Ekim 2023
23. Reşadiye	Karlıyayla Köyü	Ekim 2023
24. Reşadiye	Özlüce Köyü	Ekim 2023

3.2. Kalıntı Analizleri

Analizler Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Merkez Laboratuvarında hizmet alımı şeklinde yaptırılmıştır. Toplam 24 adet bal numunesinde 261 farklı pestisit taraması yapılarak kalıntı olup olmadığı araştırılmıştır. Tarama yapılan pestisitler Çizelge 3.2 ‘de verilmiştir.

Çizelge 3.2. Çalışmada analizi yapılan pestisitler

2,4-D	EPTC	Oxycarboxin
Abamectin	Ethiofencarb	Oxydemeton-methyl
Acephate	Ethion	Paclobutrazol
Acequinocyl	Ethirimol	Paraaxon-ethyl
Acetamiprid	Etofenprox	Paraaxon-methyl
Acetochlor	Etoxazole	Parathion-ethyl
Acrinathrin	Famaxadone	Penconazole
Alachlor	Fenamidone	Pencycuron
Aldicarb	Fenamiphos	Pendimethalin
Aldicarb-sulfone	Fenamiphos-sulfone	Permethrin
Aldicarb-sulfoxide	Fenamiphos-sulfoxide	Phenmedipham
Ametoctradin	Fenarimol	Phenthoate
Amitraz	Fenazaquin	Phorate
Atrazine	Fenbuconazole	Phorate-sulfone
Azinphos-ethyl	Fenbutatin oxide	Phorate-sulfoxide
Azinphos-methyl	Fenhexamide	Phosalone
Azoxystrobin	Fenoxycarb	Phosmet
Benalaxyl	Fenoxypob -ethyl	Phosphamidon
Benfuracarb	Fenpropathrin	Pirimicarb-Desmethyl
Benomyl	Fenproxymate	Primicarb
Bensulfuron-methyl	Fenthion	Primiphos -ethyl
Bentazone	Fenthion-sulfone	Primiphos -methyl
Bifenazate	Fenthion-sulfoxide	Prochloraz
Bitertanol	Fipronil	Profenefos
Boscalid	Fipronil-sulfone	Profoxydim-lithium
Bromoxynil	Fluazifop-p-butyl	Promecarb
Bromuconazole	Fluazinam	Prometryn
Bupimate	Flubendiamide	Propaquizafob
Buprofezin	Fludioxinil	Propargite
Butralin	Flufenoxuron	Propazine
Butylate	Fluopicolide	Propiconazole
Cadusafos	Fluopyram	Propoxur
Carbaryl	Fluquinconazole	Propyzamide
Carbendazim	Fluroxypyr	Prothiophos
Carbofuran	Flusilazole	Pymetrozine
Carbofuran-3-hydroxy (3-Hydroxycarbofuran)	Flutriafol	Pyraclostrobin
Carbosulfan	Forchlorfenuron	Pyrazophos
Carboxin	Formetanete hydrochloride	Pyridaben
Carfentrazone-ethyl	Fosthiazate	Pyridaphenthion
Chlorantraniliprole	Furathiocarb	Pyridate
Chlorbufam	Haloxyp-R-methyl	Pyrimethani
	Heptenophos	Pyreproxifen

Chlorfenvinhos	Hexaconazole	Quinalphos
Chlorfluazuron	Hexaflumuron	Quizalafop-ethyl
Chloridazon	Hexythiazox	Rimsulfuron
Chlorpyrifos	Imazalil sulfate	Sethoxydim
Chlorsulfuron	Imazapyr	Simazine
Clethodim	Imidacloprid	Spinosyn A
Clodinofof-propargyl	Indoxacarb	Spinosyn D
Clofentezine	Iodosulfuron-methyl-	Spirodiclofen
Clothianidine	sodium	Spiromesifen
Cyantraniliprole	Ioxynil	Spiroxamine
Cyazofamid	Isocarbofos	Sulfoxar
Cycloate	Kresoxim Methyl	Tebuconazole
Cycloxydim	Lenacil	Tebufenozide
Cyflufenamid	Linuron	Tebufenpyrad
Cyhalothrin	Lufenuron	Teflubenzuron
Cymoxanil	Malaoxon	Tepraloxydim
Cypermethrin	Malathion	Terbutryn
Cyproconazole	Mandipropamid	Terbutylazine
Cyprodinil	MCPA	Tetraconazole
Dazomet	Mecarbam	Tetramethrin
Deltamethrin	Mepanipyrin	Thiabendazole
Demeton-s-methyl	Mepanipyrin-hydroxypropyl	Thiacloprid
Demeton-S-methyl-sulfone	Metaflumizone	Thiamethoxam
Desmedipham	Metalaxyl M	Thifensulfuron-methyl
Diafenthiuran	Metamitron	Thiobencarb
Diazinon	Methacrifos-poz	Thiodicarb
Dichlofluanid	Methamidophos	Thiophanate-methyl
Dichlorfos	Methidathion	Tolclofos-methyl
Diclofop -methyl	Methiocarb	Tolfenpyrad
Diclotophos	Methiocarb-sulfone	Tolyfluanid
Diethofencarb	Methiocarb-sulfoxide	Tralkoxydim
Difenacozole	Methomyl	Triadimefon
Diflubenzuran	Methoxyfenozide	Triadimenol
Dimethenamid	Metolachlor-S	Triasulfuron
Dimethoate	Metosulam	Triazophos
Dimethomorph	Metrafenone	Tribenuron-methyl
Diniconazole	Metribuzin	Trichlorfon
Dinocap	Mevinphos	Trifloxystrobin
Dioxacarb	Molinate	Triflumizole
Diphenamid	Monocrotophos	Triflumuron
Diphenylamine	Monolinuron	Triticonazole
Diuron	Myclobutanil	
DMF	Nicosulfuron	
Dodine	Novaluron	
Emamectin	Nuarimol	
Emamectin benzoat	Omethoate	
EPN	Oxadixyl	
Epoxiconazole	Oxamyl	

3.3. Anket Çalışması

Numune alınan arıcılara beş sorudan oluşan bir mini anket yapılmıştır. Bu anketin amacı kalıntı tespit edilmesi muhtemel olan numunelerdeki kalıntının kovanlarda zararlılara karşı kullanılan kimyasallardan mı yoksa çevrede kullanılan zirai ilaçlardan mı kaynaklandığını tespit etmektir. Arıcılara sorulan sorular şunlardır:

1. Kaç kovanla arıcılık yapıyorsunuz?
2. Arılığınızın olduğu bölgede tarımsal ilaçlama yapılıyor mu?
3. Arılığınız tarımsal ilaçlama yapılan alana ne kadar uzaklıkta bulunuyor?
4. Arı hastalık ve zararlılarına karşı kovanlarınızda ilaç kullanıyor musunuz?
5. Kovanlarınızda 2023 yılında hangi ilaçları, ne zaman kullandınız?

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

Bu çalışmada Tokat ilinin merkezi ve dokuz ilçesindeki arıcılardan alınan doğal petekli bal numuneleri pestisit kalıntısı bakımından incelenmiştir. Analizi yapılan bal numuneleri “doğal petekli bal” olarak adlandırılan, arıların kovanda kendilerinin ördüğü petekler içinde depolanan ballar olup temel petek veya daha önce kovanlarda kullanılan eski petekler içerisindeki ballar değildir. Böylece temel petek ya da eski peteklerde bulunma ihtimali olan pestisit kalıntılarının bal numunelerine bulaşması engellenmiştir. Kovana tarlacı arılar tarafından nektar ve polen aracılığıyla taşınan pestisitler bal ve balmumunda kalıntı oluşturabilirler. Özellikle balmumunda biriken kalıntılar, peteklerin birkaç yıl kullanımı nedeniyle uzun süre kovanda kaldıklarından bala bulaşma ihtimalleri daha yüksek olmaktadır (Seğmenoğlu ve Baydan, 2012). Bu nedenle çalışmada aynı yıl arılar tarafından örülmüş petekler içerisinde yer alan doğal petekli bal numuneleri kullanılmıştır.

Çalışmamız sırasında Tokat ilindeki arıcıların, Arıcılar Birliği’yle koordineli hareket ettiği, mevsimsel olarak yapılması gereken çalışmalar örneğin arı bakımı, kovan temizliği, kovan içi ilaçlamalar, bal üretimi gibi çeşitli konularda birliğin uyarılarına ve yönlendirmelerine dikkat ettikleri gözlemlenmiştir. Böylece Tokat İli Arıcılar Birliği arıcıların daha kaliteli üretim yapmaları konusunda bilinçlenmelerine katkı sağlamaktadır. İncelenen ballarda pestisit kalıntısına rastlanmaması bu bilinç düzeyini göstermektedir. Arı sağlığının korunması aynı zamanda çevresel sürdürülebilirlik açısından ekosisteme katkı sağlayarak bitkisel üretimde de kaliteyi artırmaktadır.

Toplam 24 adet doğal petekli bal numunesi 261 farklı pestisit kalıntısı bakımından analiz edilmiş, bunlardan sadece bir tanesinde Primicarb ve Tebuconazole adlı pestisitler, limit değerlerinin üzerinde, geri kalan 23 adet numunede ise incelenen pestisit kalıntı miktarı limit değerlerinin altında bulunmuştur. Pestisit tespit edilen bal numunesindeki pestisit miktarı çizelge 4.1’de verilmiştir. Tespit edilen Tebuconazole ve Primicarb etken maddeli pestisitler insektisit ve fungisit grubuna aittir. Arıcının beyanına göre kovan içi ilaçlamalarda organik içerikli asitler kullanılmıştır. Bu nedenle pestisit kalıntısının kovan ilaçlamalarından kaynaklanmadığı anlaşılmaktadır. Numunenin alındığı arılığın tarım alanına yakın bir bölgede bulunması nedeniyle balda tespit edilen kalıntının çevrede uygulanan tarım ilaçlarından bulaştığı düşünülmektedir.

Çizelge 4.1. Analizi yapılan 23 numaralı bal numunesinde tespit edilen pestisit kalıntı miktarı

Bal Örneğinin Alındığı Bölge	Pestisit Adı	Pestisit Kalıntı Miktarı
Reşadiye Karlıyayla	Tebuconazole	25,20 ug/kg (0,025 mg/kg)
	Primicarb	468,73ug/kg (0,469 mg/kg)

Tarımda yoğun pestisit kullanılmasına rağmen Tokat’ın farklı ilçelerinde üretilen ballarda biri hariç pestisit kalıntısı bulunmaması oldukça dikkat çekici ve olumlu bir sonuçtur. Ülkemizde iç piyasada tüketilen ballar çoğunlukla analiz edilmeden tüketiciye ulaştırılmaktadır. Bu nedenle bu çalışmada analizi yapılan doğal petekli balların insan sağlığını tehdit eden kalıntı içermediğinin ve güvenli tüketime uygun olduklarının ortaya konması oldukça önemlidir. Yine Tokat ilinin vejetasyon, iklim ve diğer ekolojik özellikler bakımından arıcılık faaliyetlerine uygun olduğu ve katkısız doğal bal üretimi için elverişli alanlara sahip olduğu ortaya konmuştur. İncelenen bal numunelerinde kalıntı tespit edilememesinin nedenleri arasında a) tarımda kullanılan zirai ilaçların arıların ziyaret ettiği bitkilerin nektarına bulaşmaması, b) arıların zirai ilaçlama yapılan alanlardaki bitkilerden nektar veya polen toplamaması, c) zirai ilaçlamaların bal üretim sezonu öncesi veya sonrasında uygulanması gibi ihtimaller değerlendirilmektedir.

Tekirdağ, Çanakkale, Antalya ve Muş illerinde yapılan çalışmalarda çalışmamıza benzer şekilde ballarda pestisit kalıntısına rastlanmamıştır. Diğer bazı çalışmalarda ise bal numunelerinde pestisit kalıntıları limit değerlerin üzerinde olduğu bildirilmiştir (Kurultay ve ark., 2016; Kara ve ark., 2022; Şahin, 2023). Bu çalışmalar doğal petekli veya karakovan balları üzerinde yapılmadığından tespit edilen kalıntı temel petek ya da daha önceki yıllarda kullanılan peteklerdeki balmumu aracılığıyla bala bulaşmış olabilir veya bal üretim döneminde arılar tarafından toplanan nektarın ve/veya polenin pestisit kalıntıları içermesi ihtimali bulunmaktadır.

Çalışmada tespit edilebilecek pestisit kalıntılarının kaynağının kovan içi ilaçlamalardan mı yoksa tarımsal ilaçlamalardan mı olduğunun belirlenmesi ve tarımsal üretim alanlarına yakın ve uzak alanlarda üretilen balların pestisit kalıntısı bakımından karşılaştırılması amacıyla yapılan anket sonuçları Çizelge 3.3'te verilmiştir. Anket sonuçlarına göre numune alınan arıcıların kovan içi ilaçlamaları bal sağımı sonrası veya bal akımının henüz başlamadığı erken ilkbahar döneminde yaptıkları ve bu konuda Tokat İli Arıcılar Birliği'nin uyarılarına dikkat ettikleri anlaşılmaktadır. Bal üretim döneminde kovan ilaçlaması yapılmaması, çalışmada kullanılan doğal petekli ballarda arı zararlılarına karşı kullanılan ilaçların pestisit kalıntısına yol açmadığını göstermektedir. Dolayısıyla sadece bir numunede tespit edilen pestisit kalıntısının ise çevrede yapılan tarımsal ilaçlamalardan kaynaklandığı ortaya çıkmaktadır.

Çizelge 4.2. Arıcılarla yapılan anket sonuçları

Bölge	Kovan Sayısı	Bölgede Tarımsal İlaçlama Durumu	Tarım Arazisine Mesafesi	Kovanlarda kullanılan Varroa ilacı	Pestisit Kullanma Dönemi
1.Erbaa /Kızılçubuk Köyü	70 kovan	Yapılıyor	Tarım alanı içinde	Varroa için Rulamit	İlkbahar ve sonbaharda kullanıyor.
2. Almus	60 kovan	Yapılmıyor	5 km	Organik asit,Oksalik asit	İlkbahar ve sonbaharda kullanıyor.
3.Zile /Karakuzu Köyü	25 kovan	Yapılıyor	70 m	Varroa için Rulamit	İlkbahar ve sonbaharda kullanıyor.
4.Turhal /Derbentçi Köyü	15 kovan	Yapılmıyor	250 m	Varroa ve arı güvesi için Bolvit ve organik ürünler	İlkbahar ve sonbaharda kullanıyor.
5.Niksar /Şıhlar Köyü Yaylası	80 kovan	Yapılmıyor	5 km	Varroa için Rulamit	İlkbahar ve sonbaharda kullanıyor.
6. Niksar / Hanyeri Köyü	30 kovan	Yapılıyor	100 m	Varroa için Rulamit ve Şerit	İlkbahar ve sonbaharda kullanıyor.

7.Pazar /Kalaycık Köyü	150 kovan	Yapılıyor	500 m	Varroa için Rulamit	İlkbahar ve sonbaharda kullanıyor.
8. Pazar	70 kovan	Yapılıyor	Meyve bahçesi içinde	Varroa için Rulamit	İlkbahar ve sonbaharda kullanıyor.
9.Niksar (yayla)	28 kovan	Yapılmıyor	8 km	Varroa için Rulamit ve Şerit.	İlkbahar ve sonbaharda kullanıyor.
10.Erbaa /Evciler Köyü	20 kovan	Yapılıyor	2 km	Varroa için Rulamit	İlkbahar ve sonbaharda kullanıyor.
11.Niksar /Başçiftlik	22 kovan	Yapılıyor	50 m	Varroa için Şerit	İlkbahar ve sonbaharda kullanıyor.
12.Erbaa / Karayaka Köyü	40 kovan	Yapılıyor	5 km	Amitraz	İlkbahar ve sonbaharda kullanıyor.
13. Tokat / Merkez	10 kovan	Yapılıyor	3 km	Kekik, nane, okaliptüs yağı	İlkbahar ve sonbaharda kullanıyor.
14. Artova / Aydoğdu Köyü	30 kovan	Yapılıyor	500 m	Varroa için Rulamit	İlkbahar ve sonbaharda kullanıyor.
15. Artova	85 kovan	Yapılıyor	150 m	Varroa için Rulamit	İlkbahar ve sonbaharda kullanıyor.
16. Artova	35 kovan	Yapılıyor	Meyve bahçesi içinde	Rulamit ve Varoset	İlkbahar ve sonbaharda kullanıyor.
17. Artova	46 kovan	Yapılıyor	Tarım alanı içinde	Varroa için Rulamit ve Şerit	İlkbahar ve sonbaharda kullanıyor.
18.Zile /Kervansaray Köyü	5000 kovan	Yapılmıyor	500 m	Varroa için Rulamit ve Varoset	İlkbahar ve sonbaharda kullanıyor.
19.Zile /Ağlıcık Köyü	20 kovan	Yapılıyor	50 m	Varroa için Rulamit	İlkbahar ve sonbaharda kullanıyor.

20.Turhal /Yazıtepe Köyü	140 kovan	Yapılıyor	10 km	Varroa için Rulamit	İlkbahar ve sonbaharda kullanıyor.
21.Turhal /Çivril Köyü	140 kovan	Yapılıyor	6 km	Varroset ve oksalat asit	İlkbahar ve sonbaharda kullanıyor.
22.Reşadiye /Karaağaç Köyü	150 kovan	Yapılmıyor	3 km	Organik asit ve Formik asit	İlkbahar ve sonbaharda kullanıyor.
23. Reşadiye /Karlıyayla Köyü	100 kovan	Yapılmıyor	200 m	Organik asit ve Oksalik asit	İlkbahar ve sonbaharda kullanıyor.
24.Reşadiye /Özlüce Köyü	70 kovan	Yapılmıyor	4 km	Varroa için Rulamit	İlkbahar ve sonbaharda kullanıyor.

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışma, Tokat ilini temsil edebilecek şekilde farklı ilçelerde üretilen doğal petekli balların insan sağlığına zararlı pestisit kalıntısı içermediğini ortaya koyması bakımından önemli veriler sağlamıştır. Gıda güvenliği kapsamında kaliteli ve sağlık riski taşımayan doğal bal üretimi ile ilgili mevcut durumun ortaya konması son derece önemlidir.

Doğal petekli bal üretimi arıcılar arasında oldukça sınırlı olup, çoğunlukla bal üretimi esnasında temel petek ve/veya önceki yıllardan kalma kabarmış petekler kullanılmaktadır. Temel petek kullanılarak üretilen ballarda eski peteklerden pestisit bulaşma ihtimali bulunmaktadır. Bu nedenle arıcılar güvenilir işletmelerden temel petek satın almalı, arı bakımı esnasında ve bal üretim sezonlarında hijyen kurallarına özen göstermelidir. Tüketici sağlığını koruma ve çevresel sürdürülebilirlik açısından arıcılar katkısız bal üretimi ve özellikle doğal petekli bal üretimi konusunda bilinçlendirilmeli ve sağlık riski taşımayan ürünlerin üretilmesi teşvik edilmelidir. Ayrıca tarım alanlarında ilaçlamalar arıların daha az aktif olduğu zaman dilimlerinde yapılmalıdır.

Bu çalışmada 2023 yılında üretilen, üreticiler arasında ‘karakovan balı’ da denilen doğal petekli bal numunelerinde pestisit kalıntı durumu ortaya konmuştur. Ancak doğal petekli ballarla, temel petek içeren süzme bal numunelerinin karşılaştırıldığı çalışmalarla ballarda kalıntı durumunun izlenmesi yararlı olacaktır. Bu analizlerin her yıl düzenli olarak yapılması gıda güvenliği ve çevresel sürdürülebilirliği daha net ortaya koyabilecektir.

KAYNAKLAR

- Acoğlu, B., 2020. Gıda İşleme Süreçlerinin Turunçgillerde Bulunan Bazı Pestisit Kalıntıları Üzerine Etkisi.(Yüksek Lisans Tezi), Uludağ Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa.
- Akça, R., 2019. Fındık Üretim Alanlarında Kullanılan İnsektisitlerin Bal Arısına (Apis Mellifera) (Hymenoptera: Apidae) Etkisinin Belirlenmesi. (Yüksek Lisans Tezi), Ondokuz Mayıs Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- Anonim, 2011a. Türk Gıda Kodeksi Pestisitlerin Maksimum Kalıntı Limitleri Yönetmeliği. Resmi Gazete, Ankara, 28157.
- Anonim, 2011b. Canlı Hayvanlar Ve Hayvansal Ürünlerde Belirli Maddeler İle Bunların Kalıntılarının İzlenmesi İçin Alınacak Önlemlere Dair Yönetmelik. Resmi Gazete, Ankara, 28145.
- Anonim, 2021. Dünya Ülkeler Bazında Koloni Sayısı.Tarım ve Orman Bakanlığı Arıcılık Araştırma Enstitüsü, <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/aricilik/Link/2/Aricilik-Istatistikleri>.
- Anonim,2020. Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği. Resmi Gazete, Ankara, 31107
- Anonim , 2024. Arıcılık istatistikleri. TÜİK,<https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Hayvansal-%C3%9Cretim-%C4%B0statistikleri-2023-49681&dil=1> (05.07.2024).
- Canbay, H., Öğüt, S., Yılmaz, M. ve Küçüköner E., 2014. Seçilen bazı pestisitlerin bal örneklerinde analizi. Süleyman Demirel Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 16(1), 1-5.
- Çakar, E. ve Gürel, F., 2019. Süzme ve petekli balların pestisit, naftalin ve antibiyotik kalıntıları bakımından karşılaştırılması. Mediterranean Agricultural Sciences, 32(3), 453-459.
- Çukur, F., Yücel, B. ve Demirbaş, N., 2016. AB ve Türkiye’de arıcılık faaliyetine yönelik gıda güvenliği uygulamaları: sorunlar ve öneriler. Tarım Ekonomisi Dergisi, 22(2), 87-95.
- Doğaroğlu, M., 2007. Çiçekten Sofraya Balın Öyküsü.Yapı Kredi Yayınları, 208, İstanbul.
- Gül , A., 2008. Türkiye'de Üretilen Bazı Balların Yapısal Özelliklerinin Gıda Güvenliği Bakımından Araştırılması.(Doktora tezi), Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Hatay.
- Güney F., 2011. Arı ürünlerinde kalıntı sorunu. Arıcılık Araştırma Dergisi, 3(5),28-32.
- Çağlayan Ç., Yavuz M. ve Şehirlioğlu B., 2023. Pestisitler ve sağlığa etkileri. https://www.env-health.org/wp-content/uploads/2023/01/Pesticides_Brief_Final.pdf (18.07.2024).

- Kara, F., Kaya, C., Yücel, E. E., Topuz, S., ve Bayram, M. 2022. Tokat yöresi ballarının bazı fizikokimyasal özelliklerinin belirlenmesi ve Türk Gıda Kodeksi 'ne uygunluğunun değerlendirilmesi. *Uludağ Arıcılık Dergisi*, 22(2), 148-165.
- Kara, M., ve Keskin, M. (2013). Türkiye'nin mevcut bal arısı genetik varlığı, ıslahı ve seleksiyonda kullanılan koloni performans karakterleri. *Bee Studies*, 5, 030-034.
- Karise, R., Raimets, R., Bartkevics, V., Pugajeva, I., Pihlik, P., Williams, I. H., Viinalass, H. ve Mand, M., 2107. Are pesticide residues in honey related to oilseed rape treatments?. *Chemosphere*, 188, 389-396.
- Kerkich, K., Bouargane, B., El Laghdach, A., Souhail, B. Ve Kadmi, Y., 2024. Recent advances in the extraction, purification and analysis of emerging pesticides in honey products: A review. *Journal Of Food Composition And Analysis*, 127, 105947
- Korkmaz M., 2016. Muğla ilinde arıcılık: Sosyo-ekonomik değerlendirme, Muğla kızılçam ormanlarında arıcılık ormancılık ilişkileri. MAYBİR, ISBN 978-605-66673-0-5 K, 122-142
- Kurultay Ş., Velioğlu H. M., ve Sağlam Ö. 2016. Kırklareli bölgesinden toplanan peteklerde pestisit ve antibiyotik kalıntısı aranması. <https://acikerisim.nku.edu.tr/xmlui/handle/20.500.11776/46> (15.07.2024)
- Kutlu, M. A., ve Aş, B. 2020. Muş ilinde üretilen ballarda bazı kalite kriterleri ile antibiyotik ve pestisit kalıntılarının tespiti. *BÜSAD*, 1(1), 1-6.
- Muku, C., Güçlü, G., ve Selli, S., 2019. Doğu Akdeniz bölgesi ballarının pestisit ve naftalin kalıntılarının LC/MS/MS ve HS-SPME GC/MS Teknikleriyle Belirlenmesi. *Çukurova Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 34(2), 142-148.
- Özdemir, N., 2016. Tekirdağ İli Çevresinde Toplanan Bal Örneklerinde Neonikotinoid Pestisit Kalıntılarının Araştırılması. Namık Kemal Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi. (NKÜBAP).
- Özercan, B. Ve Taşçı R., 2022. Türkiye'de pestisit kullanımının iller, bölgeler ve pestisit grupları açısından incelenmesi. *Ziraat Mühendisliği Dergisi*, 375, 75-88.
- Polat, B., Özüoğlu, M., Çetin, H. ve Aydın, L. 2020. Pestisit kullanımının bal arısı sağlığına ve ürünlerine etki. *Journal Of Research in Veterinary Medicine*, 39(2), 128-134.
- Polat, İ., 2011. Güney Marmara Bölgesinde Üretilen Bazı Balların Antimikrobiyal, Antioksidan Aktivitelerinin, Pestisit Ve Antibiyotik Kalıntılarının İncelenmesi (Y. Lisans Tezi), Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir.
- Samarghandian, S., Farkhondeh, T. ve Samini, F., 2017. Honey and Health: A review of recent clinical research. *Pharmacognosy Research*, 9(2), 121-7.
- Seğmenoğlu, M. S., ve Baydan, E., 2012. Ballarda rastlanabilen ilaç kalıntıları ve bulaşanlar. *AVKAE Dergisi*, 2, 24-28.
- Sharma, A., Pant, K., Brar, D. S., Thakur, A. Ve Nanda, V., 2023. A review on Api-products: current scenario of potential contaminants and their food safety concerns. *Food Control*, 145(Mart), 109499.

Soysal, M.İ., Gürcan, E.K., ve Kekeçoğlu, M. 2007. Türkiye arı yetiştiriciliğinin bal üretimi bakımından durumu. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, 4(2), 227-236.

Şahin, M., 2023. Gümüşhane Yöresinde Üretilen Ballarda GC–MS İle Pestisit Tayini. (Y. Lisans Tezi), Fen Bilimleri Enstitüsü, Namık Kemal Üniversitesi, Tekirdağ.

Şahin, Y., Armağan, V. ve Yılmaz-Aslantürk, A., 2023. Çevre politikasında kayıp halka: Bal arıları. Çağdaş Yerel Yönetimler Dergisi, 32(2), 31-54.

Tarım ve Orman Bakanlığı, 2024. Dünya Ülkeler Bazında Arıcılık İstatistikleri. <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/aricilik/Link/2/Aricilik-Istatistikleri>

Topal, E., Olgun, T., Güneş, N. Ve Oskay, D. 2020. Bal arılarında (*Apis mellifera L.*) beslenmenin hastalık ve zararlılarla ilişkisi. ANADOLU Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi, 30(1), 103-116.

Toptancı, İ. ve Bayrak, A. 2012. Turunçgil ballarında pestisit kalıntı düzeylerinin belirlenmesi. Akademik Gıda. 10(3), 22-25.

USEPA, 2023. <https://www.epa.gov/ingredients-used-pesticide-products/basic-information-about-pesticide-ingredients>. (Son erişim: Ağustos 2023).

Vegh, R., Csoka, M., Zsuzsanna, M., ve Sipos, L., 2023. Pesticide residues in bee bread, propolis, beeswax and royal jelly – A review of the literature and dietary risk assessment. Food And Chemical Toxicology, 176(June), 113806.

Yılmaz M., 2024. Sözlü görüşme. Tokat Arıcılar Birliği, (10.07.2024).

ÖZGEÇMİŞ

