

**PESTİSİTLER VE ARILAR ÜZERİNDEKİ ETKİLERİNİN İNCELENMESİ****Aysel KEKİLLİOĞLU**

Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Fen Edebiyat Fak. Biyoloji Bölümü, Türkiye  
(akekillioğlu@hotmail.com,)

**Zekerya BIÇAK**

Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Fen Bil. Enst. Biyoloji A.B.D, Türkiye

**ÖZET**

Gıda maddelerinin ilk üretimden son tüketimine kadar geçen gıdalara zarar veren mikroorganizma ve zararlıları uzaklaştırmak veya yok etmek, bunlara ilave olarak bitkilerin büyümesini düzenlemek amacıyla pestisitler kullanılmaktadır. Tarımda bu maddeler, zararlılara karşı mücadelede öncelikli ve yaygın olarak, yüzyıllardan beri doğrudan veya dolaylı olarak kullanılmaktadır. Bu maddelerin kullanılmasıyla belirgin oranda, ürün miktarında ve kalitesinde artışlar gözlenmektedir. Ancak bu tarım ilaçları suda, toprakta, meyva ve sebzeler üzerinde uzun süre bozulmadan kalarak çevre kirliliğine neden olmakta ve dolayısıyla besin zinciri yoluyla insana kadar ulaşabilen çeşitli zararlar oluşturmaktadır. Bal arıları (*Apis mellifera* L.) insanlar için bal, polen, propolis, arı sütü gibi değerli ürünleri üretmenin yanı sıra, doğada tozlaşma görevini de yapmaktadır. Son yıllarda bal arısı başta olmak üzere tozlayıcıların azalması, dünyada büyük kaygılara neden olmaktadır. Kültür bitkilerinin nektar ve polenlerindeki pestisit kalıntıları, aynı zamanda bal arılarının azalmasında da önemli rol oynamaktadır. Sonuç olarak bu çalışma kapsamında; pestisitler tanım, kullanım, tarihsel süreç, sınıflandırma, mevzuat bakımından arılara etkileri bağlamında ekonomik ve ekolojik olarak incelenip değerlendirilmektedir.

26

**Anahtar Kelimeler:** Pestisitler, Arılar, Ekonomi, Ekoloji, Tarım

**PESTICIDES AND THE INVESTIGATION OF THEIR EFFECTS ON BEES****ABSTRACT**

Pesticides are used to remove or eliminate microorganisms and pests that damage food from the first production to the last consumption of foodstuffs, as well as to regulate the growth of plants. In agriculture, these substances have been used directly or indirectly for centuries as a priority and widely used in pest control. Significant increases in product quantity and quality are observed with the use of these substances. However, these pesticides remain intact in water, soil, fruits and vegetables for a long time and cause environmental pollution and thus cause various damages that can reach human beings through the food chain. Honey bees (*Apis mellifera* L.) produce valuable products such as honey, pollen, propolis, royal jelly for humans, as well as pollination in nature. In recent years, the decrease of pollinators, especially honey bee, causes great worries in the world. Pesticide residues in nectar and pollen of cultivated plants also play an important role in the reduction of honey bees. As a result of this study; pesticides are examined and evaluated

economically and ecologically in the context of their definition, usage, historical process, classification and their effects on bees.

**Keywords:** Pesticides, Bees, Economy, Ecology, Agriculture

## 1. GİRİŞ

Günümüz dünyasının en önemli sorunlarından biri hızla artan dünya nüfusedir. Buna karşın erozyon, yeni yerleşim yerlerinin açılması ve yeni fabrikalar kurulması gibi nedenlerle tarıma elverişli alanlar giderek azalmaktadır. 2016'da dünyadaki beslenme yetersizliği yaşayan insan sayısı, 2030 yılı için tahmin edilen yaklaşık 900 milyondan daha az olsa da, 2015'teki 777 milyondan 815 milyona yükselmiştir.[1] Yapılacak iş, birim alandan elde edilecek ürün miktarını arttırmaktır. Bunun için de modern üretim teknikleri ve girdilerin kullanılması bir zorunluluktur.[2]

Tarım ilacı (Pestisit) bu girdilerin başında gelmektedir. 1940 lı yıllardan beri üretimi arttıran en önemli bileşendir. Kısa sürede etki göstermesi ve kullanımının kolay olması nedeniyle, pestisit kullanımı en çok tercih edilen yöntemdir. Pestisitlerin kullanılmadığı durumlarda ürünlerde % 60' lara varan oranlarda kalite ve verim düşüklüğü olduğu bilinmektedir. Bu nedenle, ürün kaybına sebep olan zararlı organizmaları kontrol etmek amacıyla tüm dünya ülkelerinde olduğu gibi, ülkemizde de bitki koruma ürünlerinin kullanılması kaçınılmazdır.[3]

Ülkemizde tarımı yapılan kültür bitkileri, sayıları 200'ü aşan hastalık ve zararlıların tehdidi altında olup yeterli savaşım yapılmadığı için toplam ürünün yaklaşık 1/3'i kayba uğramaktadır. Bu kayıpların önlenmesi bakımından pestisitlerin daha uzun yıllar büyük bir kullanım potansiyeline sahip olacağı kuşkusuzdur. [4] Dünyada 3 milyon ton ülkemizde ise 50 bin tona ulaşan pestisit tüketimi [5] bunun en önemli göstergesidir. Ancak gittikçe artan pestisit tüketimi pek çok sorunu beraberinde getirmektedir. TÜİK verilerine göre 2012 ve 2013 yıllarında Türkiye'de yıllık pestisit tüketimi miktarı 1071 – 1032 gr/hektar olmuştur. Birim alana tüketim değerleri gelişmiş ülkelere göre düşüktür. Örneğin hektara tüketim ABD'de 2.2 kg, Fransa'da 2.9 kg, İtalya'da 5.6 kg, Hollanda'da 8.8 kg, Çin'de 10.3 kg ve Japonya'da da 13.1 kg olarak bilinmektedir. [6]

Bu çalışmada; pestisitler tanım, kullanım, tarihsel süreç, sınıflandırma, mevzuat bakımından arılara etkileri bağlamında ekonomik ve ekolojik olarak değerlendirilmektedir

## 2. PESTİSİTLER

### 2.1 Pestisit Nedir

Terim olarak pestisit kısaca "pest" adı verilen zararlı canlıları öldürmek amacıyla kullanılan madde anlamına gelmektedir. Genel anlamıyla pestisit insan kullanımına sunulan gıdalarda istenmeyen hayvan ve bitkileri öldürmek amacıyla kullanılan alet, metot veya kimyasal olarak tanımlanabilir.[7] Tarım alanları dışında pestisitler, orman ağaçlarındaki çeşitli zararlılara karşı, su kanallarında akışı engelleyen veya demiryolu ulaşımını güçleştiren yabancı otlara karşı da kullanılmaktadır. Pestisitlerin etki ettiği unsurları; böcekler, kemirgenler, akarsular, mantarlar, bakteriler, kuşlar, salyangozlar, yabancı bitki ve otlar, büyükbaş ve küçükbaş hayvanların dış

parazitleri vb. olarak sıralamak mümkündür. Organik, tabii organik ve sentetik organik gruplar altında birbirinden farklı pek çok pestisit olup, bu pestisitlerin bileşiminde tehlikeli olan arsenikli, cıvalı, boratlı, florürlü bileşikler, kükürt, azot ve fosfor bulunmaktadır.[2]

İnsektisit (böcek öldüren)
Herbisit (otları öldüren)Akarisit
Fungusit (fungusları öldüren)
Akarisit (akarları öldüren)
Rodentisit (kemirgenleri öldüren)
Nemasit (nematodları öldüren)
Mollussitit (yumusakçaları öldüren)
Bakterisit (bakterileri öldüren)
Virisit (Virüsleri öldüren)

Tablo 1. Hedef Türlerine Göre Pestisit Çeşitleri

## 2.2 Pestisit Tarihi

Pestisitlerin kullanımı çok eski tarihlere dayanmaktadır. M.Ö. 1000 civarında Homer'in kayıtlarında, kükürt fumigasyonundan söz edilmektedir. Democraticus M.Ö. 470 yılında, bitki küfünün önlenilebilmesi için yapraklarının zeytin ekstreleri ile yağlanması gerektiğinden söz etmiştir. M.Ö. 200 yıllarında Cato, üzüm bağlarında kükürt dumanını, Romalılar sıçan savaşı için çöpleme bitkisini (Helleborus) kullanmışlardır. [6] M.Ö. 1500'lere ait bir papirüs üzerinde bit, pire ve eşek arılarına karşı insektisitlerin hazırlanışına dair kayıtlar bulunmuştur. [4] Bilinen ilk pestisit ise Mezopotamya'da antik Sümer'de kullanılan kükürt tozudur.[2, 8, 9] Pestisit olarak 16. yy'da botanik kökenli nikotin kullanılmaya başlanmıştır. Halen bazı bölgelerde çok yüksek riskli nikotin balık avlamak için de kullanılmaktadır. [9,2] 19. yüzyılda doğal pestisit olarak pyrethrum (pire otu) ve rotenon kullanılmıştır.[2] 19.yy'da zararlılara karşı inorganik pestisitler kullanılmış.[4] Zirai mücadelede uçakla ilaçlama yapılmaya 1921 yılında başlanmıştır.[8]

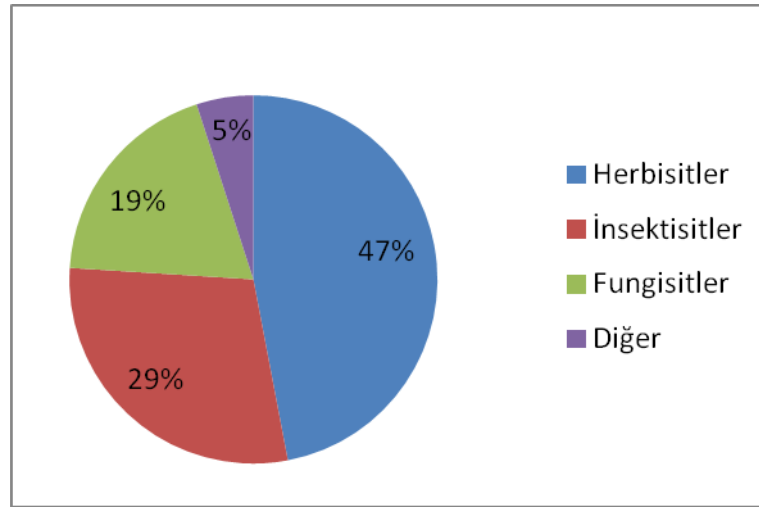
1940'lardan sonra pestisit üretiminde organik kimyadan faydalanılmış, DDT ve diğer iyi bilinen insektisit ve herbisitler keşfedilmiştir.[4] DDT, organoklorürlü pestisitlerden dünya üzerinde en çok bilinen, ucuz ve en çok kullanılmış olanıdır. Bu bileşik 1874 yılında sentezlenmiş olmasına karşın, insektisit etkisi ancak 1939 yılında tespit edilmiştir.[10] DDT Amerikada ilk kez 1943'de antimalaryal kampanya sırasında pestisit olarak insanlığın hizmetine girmişti.[9] Pestisitlerin sayısı ve kompleksliği 1940 yıllar boyunca hızla artmıştır. İnsektisit olan DDT ve HCH ile hormon karakterli olan herbisitlerden 2,4-D ve MCPA 1940 yılların sonunda kullanılmaya başlanmıştır. Bunları 1950 li yıllarda dieldrin ve aldrin gibi insektisitler takip etmiştir.[11] Zaman içerisinde DDT'nin yan etkilerini ortaya çıkmaya başlamış bu kimyasalın, bitkilerde genetik bozulmalara neden olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca haşaratların, DDT'ye karşı bağışıklık kazandığı, DDT'nin insan sağlığı üzerinde de olumsuz etkileri olduğu tespit edilmiştir. 1971 yılında ABD'de yasaklanmıştır. Günümüzde tümüyle yasaklanmıştır [6,8]

EPA (Environmental Protection Agency)'da 1978'de yasaklanmış veya kullanımı sınırlandırılmış pestisitler ile ilgili ilk defa bir liste yayınlamıştır. İkinci liste ise 1985 yılında yayınlamıştır.[8]

Bugüne kadar 6000 kadar sentetik bileşik patent almasına karşın, bunlardan 600 kadarı ticari kullanım olanağı bulmuştur.[4]

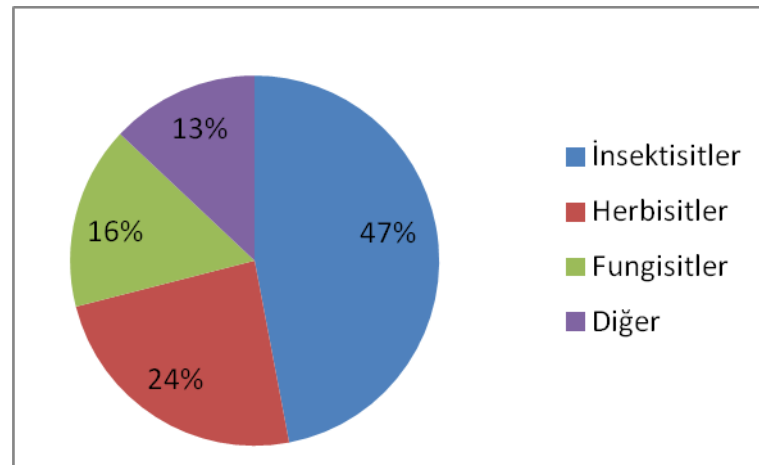
### 2.3 Dünyada ve Türkiye’de Pestisit Kullanımı

Dünyada tarım ilacı üretimi 3 milyon ton, Türkiye’de tarım ilacı tüketimi ortalama 33.000 ton pestisit kullanılmaktadır.[6] 2000 yılında yapılan bir araştırmaya göre [12] Dünya pestisit pazarında Herbisitler tarım ilaçları içinde % 47’lik bir payla birinci sırayı almaktadır. Bunu % 29 ile insektisitler izlemekte, fungusitlerin ise % 19’luk bir payı bulunmaktadır (Şekil 1). [13] Parasal olarak değerlendirildiğinde tüketimin % 31’ini insektisitler, % 26’sını herbisitler, % 20’sini de fungusitler oluşturmaktadır.



Şekil 1: Pestisit gruplarına göre dünyada tarım ilacı kullanımı[13]

Türkiye’de %47’si insektisit, %24’ü herbisit, %16’sı fungusit ve %13’ü diğerleri olan (Şekil 2), pestisit üretimi ise 33.000 tondur. Dünya pestisit piyasasındaki payın % 80’i gelişmiş ülkelerin iken Türkiye’ nin payı %0,6’ dır.[13]



Şekil 2: Pestisit gruplarına göre Türkiye’de tarım ilacı kullanımı.[13]

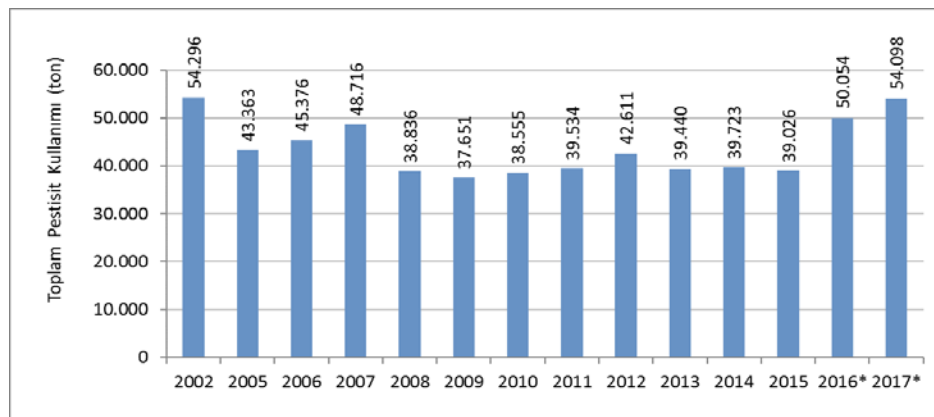
Türkiye’de ise pestisit kullanımı 1960’lı yıllarda yaygın bir hal almıştır. Türkiye pestisit tüketimi, 1979 yılında 8.395 ton iken [2,13,14] 2017 yılında 54.098 ton’a ulaşmıştır. [5,15] 40 yıllık süreçte yaklaşık 7 kat artmıştır. Tarımsal uygulamaların yoğunlaştırılması, öncekinden daha yüksek

taleplere cevap vermek için artan bitkileri kurtarmak ve zararlılara karşı tüketilen kimyasal Böcek ilacı tarım ürünleri miktarları artıyor. Tablo 2, Türkiye’de 2006 ve 2017 yıllarında kullanılan başlıca pestisitlerin özetini verir. [5]

Yıl	İnsektisitler	Fungisitler	Herbisitler	Akarisitler	Rodentisit	Diğer	Toplam
2006	7.628	19.900	6.956	902	3	9.987	45.376
2007	21.046	16.707	6.669	966	51	3.277	48.716
2008	9.251	16.707	6.177	737	351	5.613	38.836
2009	9,914	17.863	5.961	1.533	78	2.302	37.651
2010	7.176	17.396	7.452	1.040	147	5.344	38.555
2011	6.120	17.546	7.407	1.062	421	6.978	39.534
2012	7.264	18.124	7.321	859	247	8.766	42.611
2013	7.741	16.248	7.336	858	129	7.128	39.440
2014	7.536	16.674	7.794	1.513	149	6.007	39.723
2015	8.117	15.984	7.825	1.576	197	5.327	39.026
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

Tablo 2. Türkiye’de 2006 ve 2017 yılları arasında kullanılan pestisitlerin miktarı (ton ). [2,5,15]

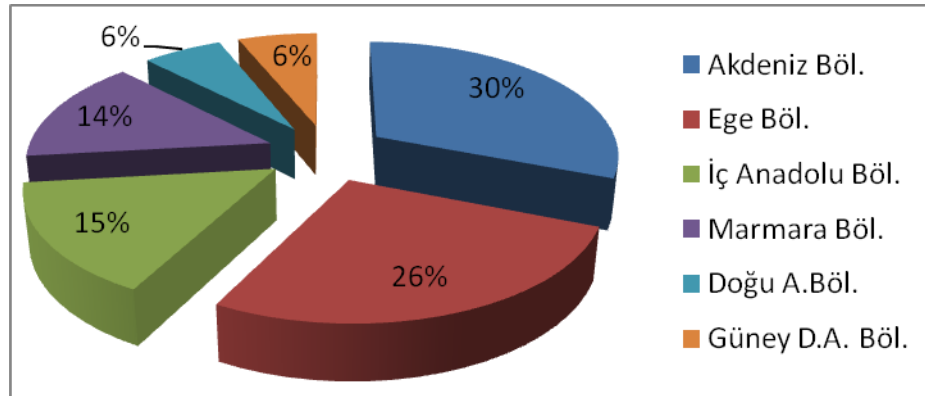
Türkiye’de 2017 yılında toplam tarım ilacı kullanım miktarı, 2016 yılına göre %8,08 artarak 54.098 ton’ a yükselmiştir. Tarım ilacı kullanım miktarları gruplar bazında incelendiğinde dünyada olduğu gibi ülkemizde de en büyük grubu fungusitler (mantar öldürücü) oluşturmaktadır. 2017 yılında toplam tarım ilacı kullanımının %44’ünü fungusitler oluşturmuştur. Bunu %22,8 ile insektisitler (böcek öldürücüler), %23,5 ile herbisitler (yabancı ot öldürücüler), %4,9 ile akarisitler (akar öldürücüler), %0,5 ile rodentisitler (kemirgen öldürücüler) ve %12,4 ile diğerleri (bitki aktivatörü, bitki gelişim düzenleyici, böcek cezbedici, fumigant, nematisit) izlemektedir. [2,5,15]



Grafik 1- Yıllar İtibariyle Toplam Tarım İlacı Kullanım Miktarları. [15]

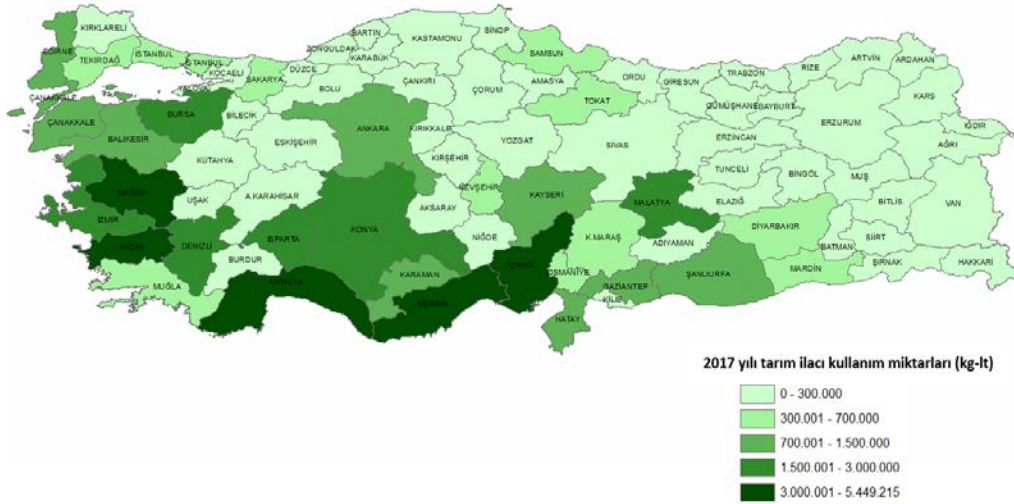
Pestisit tüketimi genelde bölgesel olarak ağırlık kazanmakta, özellikle polikültür tarımın yapıldığı alanlarda yoğunlaşmaktadır. Tarım ilacının kullanımı bölgeler bazında sıralandığında, Ege ve Akdeniz Bölgeleri tüketim toplamı, genel olarak ülke tüketiminin %34’den fazlasını, hatta bazı yıllar %50’sine yakını oluşturmaktadır. Doğu Anadolu ve Güney Doğu Anadolu Bölgelerindeki kullanım ise, ülke tüketiminin ancak %10’u kadardır. [14]

Pestisit kullanım miktarının düşük olması üreticilerin daha bilinçli olduğu, İyi Tarım Uygulamalarının kullanıldığının bir göstergesidir. [8]



Şekil 3. 2014 Yılı bölgelere göre pestisit tüketim oranları. [2]

2017 yılı itibariyle en fazla tarım ilacı kullanılan ilk 5 ilimiz; toplam kullanımın %10,1'i ile Antalya, %9'u ile Manisa, %9'u Adana, %5,7'si ile Mersin ve %5,7'si ile Aydın olmuştur.



Şekil 4. 2017 Yılı İller Bazında Bitki Koruma Ürünlerinin Kullanımı. [15]

Türkiye'de pestisit kullanımı, gelişmiş ülkelerle karşılaştırıldığında oldukça düşük düzeydedir. Hektara başına pestisit kullanımı; 2000 yılında FAO'dan (gıda ve tarım örgütü) alınan verilerde Ülkemizde hektara kullanılan ilaç miktarı 0.5 kg. iken bu miktar Fransa ve Almanya'da 4.4 kg., İtalya'da 7.6 kg., Hollanda'da 17.5 kg., Yunanistan'da 6.0 kg., Belçika'da 10.7 kg.'dır. Son yıllarda etkili madde olarak pestisit kullanımı, dış pazarlarda önemli sorunlar yaratabilmektedir. [16,14,12]

Kullanılan pestisitlerin % 55'inin Kuzey Amerika ve Batı Avrupa'da tüketildiği belirtilmiştir. Türkiye'de pestisit kullanımı yıllık 30.000-35.000 ton arasında değişmektedir. [17]

## 2.4 Pestisitlerin Kimyasal Sınıflandırılması

Pestisitler, görünüş, fiziksel yapı ve formülasyon şekillerine göre, etkiledikleri zararlı ve hastalık grubu ile bunların biyolojik dönemine göre, içerdikleri aktif maddenin cins ve grubuna göre,



zehirlilik derecesine ve kullanım tekniğine göre çok değişik şekillerde sınıflandırılırlar. Bunlardan en çok kullanılan sınıflandırma şekilleri ise kullanıldıkları zararlı gruplarına ve yapısındaki aktif madde grubuna göre yapılan sınıflandırmalardır

**2.4.1- Organik klorlu pestisitler:** Yapılarında, karbon, hidrojen ve klor atomları ihtiva eden basit bir kimyasal gruptur. [18] DDT (dikloro difenil trikloroethan), aldrin, dieldrin, heptachlor, endosulfan, lindane, endrin bu gruba örnek verilebilir. Çevreye verdikleri zararlar nedeniyle bu grubun üyelerinin kullanımı yasaklanmaktadır. [20] İlk kez 1847 yılında DDT sentezlenmiştir. Düşük uçuculuk, kimyasal stabilite ve yağda çözünme özelliklerinden dolayı çevrede ve vücutta kalıcılıkları ile besin zincirine katılma oranları yüksektir. Bu zararlı etkilerin fark edilmesinin ardından, pek çok ülkede yasaklanmaya başlanmıştır. 1972 yılında ABD’de, Türkiye’de 2009 yılında tamamen yasaklanmışlardır. [20] Ancak endosulfan ülkemizde halen kullanılmaktadır. Endosulfanın doğada yarılanma ömrü 3-7 gündür. Süt, yağ ve dokularda birikme özelliği, grubun diğer üyelerine göre çok düşüktür.

**2.4.2- Organik fosforlu pestisitler:** Dünyada pestisit tüketiminin yaklaşık % 45’ini bu grup bileşikler oluşturur. [18] ilk kez 1937 yılında Alman kimyacı Schrader ve ekibi tarafından sentezlenmiş ve ardından bu bileşiklerin bazıları (sarin, tabun, soman) potansiyel sinir gazı olarak 2. Dünya Savaşı sırasında geliştirilmiştir.[20] Kimyasal savaşta günümüzde en çok kullanılan insektisitlerdir.[10] Organik fosforlular, fosforik asit türevleridirler. Chlorpyrifos, coumaphos, diazinon, dichlorvos, malathion, trichlorfon, parathion, mevinphos bu gruba örnek verilebilir. Temas, sindirim ve solunum yolu ile etkilerini gösterirler. Bu grup insektisitler, ergin, larva ve nimf dönemlerini kontrol ederler. [19]

**2.4.3- Karbamatlı pestisitler:** ilk olarak 1930’larda sentezlenmiş ve fungusit olarak kullanılmıştır.[20]\_Karbamatlılar; karbamik asit esterleridirler. Aldicarb, carbaryl, carbofuran, methiocarb, methomyl, oxamyl, pirimicarb bu gruba örnek verilebilir.[19] Calabar fasulyesinden sentezi yapılır. İnsan üzerindeki zehirlenme etkileri organik fosforlularla aynı olmakla beraber, enzim düzeylerinin normale dönmesi daha kısa sürede olur.[18] Bal arıları ve balıklar için zehirlidir.[10]

**2.4.4- Piretroit pestisitler:** Bu grup insektisitlerin bulunuşu, krizantem bitkisinden (*Chrysanthemum cinerariifolium*) eldesiyle başlamıştır.[20] Alpha-cypermethrin, cyfluthrin, bifenthrin, lamda-cyhalothrin, deltamethrin, permethrin, fenvalerate piretroitlere örnek verilebilir. Doğada kolayca parçalanabilirler. [19] Son yıllarda çok önem kazanmıştır. Ancak, kolay bozulmalarının yanı sıra, üretim maliyetinin oldukça yüksek olması, üretiminin sürekli olmasındaki zorluklar doğal piretroitlerin dezavantajlarındandır. [18]

**2.4.5- Doğal Pestisitler:** Doğal bitkisel orijinli pestisitler sentetik pestisitlere alternatif olarak kullanılabilir. Ancak bu doğal orijinli maddeler birçok organizmaya örneğin balıklara karşı yüksek toksisiteye sahiptirler. Bazı bitkisel ekstraktların zararlılara karşı toksisiteyi yüksektir. Minimum çevresel riskleriyle mikrobiyal pestisitler, sentetik pestisitlerin en önemli alternatifleridirler. Bakteriler, funguslar ,baculoviruslar ve protozoa lar bu alanda kullanılacak mikroorganizmalardır. Mikrobiyal pestisitlerle ilgili ilk ve çok başarılı örnek *Bacillus thuringiensis* bakterisidir. Bu bakteri 1901 de bulunmuş ve ticari olarak 1930 yıllarda Lepidoptera zararlılarına karşı kullanılmıştır. Daha sonraları aynı bakterinin farklı ırkları Dipter ve Coleopter zararlılarına karşı kullanılmaktadır. [11]

## 2.5 Pestisitlerin Çevreye Yayılımı

Uzun yıllardır bilinçsizce kullanılan tarımsal ilaçlar doğal dengenin bozulmasına, zararlıların zamanla pestisitlere karşı direnç kazanmasına, besinlerde kalıntı bırakmasına ve ekosistemin kirlenmesine neden olmuştur. Çünkü bu kimyasallar, alıcı ortama toprak, su ve hava yolu ile karışmakta, zor parçalandıkları ve biyolojik olarak birikim gösterdikleri için çevrede uzun süre aktif kalabilmektedir. [17] İdeal bir pestisit yalnızca hedef organizmayı etkileyen, kalıcı olmayan ve çevresel etkileri zararlı olmayan kimyasal madde olarak tanımlanabilir. Birçok pestisit hedef dışı organizmalarda doğrudan toksik etkilere sahip olmamakla birlikte, ekosistemde taşınmakta ve ekosistemde zararlı olabilmektedir.[11] Pestisitlerin püskürtülerek uygulanması sırasında bir kısmı buharlaşma ve dağılma nedeniyle kaybolurken, diğer kısmı bitki üzerinde ve toprak yüzeyinde kalmaktadır. Havaya karışan pestisit rüzgârlarla taşınarak yağmur, sis veya kar yağışıyla tekrar yeryüzüne dönmekte, bu yolla hedef olmayan diğer organizma ve bitkilere ulaşmakta ve bunlarda kalıntı ve zehirlenmeye neden olabilmektedir.[2]

**2.5.1- Hava Yolu ile Yayılım:** Pestisitler havaya püskürtme, sis ve duman makineleri, basınçlı kutulardan bireylerin püskürtmesi, yoluyla karışır. Parçacıkların büyüklüğüne, dağılan hacime, hava akımının hızına, havanın sıcaklığına, diğer bazı faktörlere bağlı olarak belirli bir alanda kalabilir veya istenmeyen bölgelere kayabilir. İnsanları solunum, deriden emilim, pestisitlerin yiyecek ve su ile alınması sonucu etkileyebilir. [18]

**2.5.2- Su Yolu ile Yayılım:** Pestisitler topraktan yayılımla su kütlelerine girebilir. Bu doğrudan toprak yüzeyinden akıntılarla veya evlerden, bitkilerden ve tarımsal bölgelerden olabilir. Bazı pestisitler su akımı, toprağa enjekte edilmeleriyle, yağmur ve karla yıkanarak yer altı sularına sızabilir. Arazi çalışmalarında pestisitlerin sulandırılmalarının ve kaba doldurulmalarının kuyuların yanında yapılması, Kuyu sularından yararlanılarak pestisitlerle kirlenmiş kapların yıkanması da bu durumu artırır. [18]

**2.5.3- Yiyecekler Aracılığı ile Yayılım:** Pestisit kaplarının yiyeceklerle birlikte taşınması ve depolanması çok tehlikelidir. Bu nedenle meydana gelen birçok kirlilik ve kitlesel etkilenme gerçekleşir. Dünyanın birçok ülkesinde pestisitlerin yiyeceklerle birlikte depolanmasını ve taşınmasını engelleyen sıkı yasalar bulunmaktadır. Yiyeceklerde kullanılan pestisitler, genellikle böceklere etkili olabilecek minimal miktardadır. Teorik olarak insana zarar vermeyecek boyuttadır. Bazı pestisitler bitkilerde ve hayvanlarda yoğunlaşabilir. Hayvanlar vücutlarında pestisitleri biriktirerek söz konusu dolaşım döngüsüne yol açabilir. DDT insanda yağ dokusunda birikir. [18]

**2.5.4- Toprak Aracılığıyla Yayılım:** Toprak kirliliği, sadece toprağın kirliliği olarak kalmaz. Söz konusu pestisitler topraktan havaya buharlaşabilecekleri gibi yer altı sularına sızarak veya akararak da tehlike oluşturabilir. Toprak kirliliğine bağlı olarak canlılar ve insanlar pestisitleri doğrudan alabilirler. Ayrıca pestisitler, toprak aracılığıyla bitkilere geçebilir ve bazı kültür bitkilerinde söz konusu kimyasallar toksik düzeyde birikebilir.[18] Yapılan araştırmalar sonucu bazı organik klorlu pestisitlerin toprağa tatbik edilmesi halinde %50'den fazlasının 15-16 yıl toprakta kalabileceği tesbit edilmiştir. [9]



## 2.6 Pestisitlerin Etkileri

WHO 1995 yılında yayınlanan raporuna göre, her yıl dünyada kabaca 1 milyon insan pestisit sebebiyle zehirlenmekte, 20.000 kadarı da ölmektedir. [10]

Dünya’da, toplam 30000 pestisit türü mevcut olup, bunun 2600’ü yoğun bir şekilde kullanılmaktadır. Sadece % 3’ünün insan sağlığına etkileri incelenmiştir. [17] Literatür çalışmasında; bir kısım pestisitlerin deneysel olarak canlılarda teratojenik, karsinojenik, nörotoksik, immünolojik, sitotoksik ve hepatotoksik etkilerinin olabileceği, kromozom anormalliklerini arttırdığı, kardiyovasküler sistem, üreme sistemi dahil birçok sistemin etkilenmesine neden olduğu belirlenmiştir. [11,21] İnsanlarda zehirlenmeler, ilaçların vücutta deri, solunum veya sindirim organı yolu ile girmesi sonucu meydana gelmektedir. Özellikle DDT gibi uzun süre kalıcılığı ve vücutta birikme özelliği olan organik klorlular düşük dozda da olsa kronik zehirlenmelere de neden olmaktadır. [9]

Organofosfatlı insektisitler; dermal, solunum, gastrointestinal, gibi farklı yollardan organizmaya girerek absorbe edilir ve etki gösterir. lipofilik yapıları nedeniyle yağda depolanma eğilimindedir. Kolinesteraz enzimi inhibisyonu yaparak otonomik ganglionlarda, beyindeki pek çok sinapsta asetilkolin birikimine neden olur.[20] Semptom ve belirtiler 1 saatten kısa zamanda ortaya çıkar. Deri yolu ile olan zehirlenmelerde bu süre 12-24 saate kadar uzayabilir.[22] Kolinesteraz enziminin etkisini gösteremediği durumda, asetilkolinin sinirlerdeki etkisi sürekli olur, kaslar sürekli çalışırlar; sonuçta ölüm meydana gelir. [10] Genellikle yumuşak vücutlu böceklerin kontrolü için tarımda kullanılırlar.[23]

Organoklorlu insektisitler; santral sinir sistemi üzerine etkili bileşiklerdir. Yağda depolanmaları ve uzun süre bu şekilde kalıp yavaş olarak vücuda salınmaları nedeniyle kronik zehirlenmeler de meydana gelmektedir. Hem besin zincirine katılabilir hem de anne sütü aracılığıyla anneden bebeğe geçebilir. Santral sinir sisteminde etki eder. DDT, sinir membranında sodyum-potasyum kanallarının geçirgenliğini değiştirir ve sodyum kanallarının yavaş kapanmasına neden olarak aşırı sinir stimülasyonu yapar. Gebelik döneminde maruz kalınması halinde plasentayı geçerek bebekte gelişim geriliğine veya düşüklere yol açtığı bildirilmektedir.[20] Organoklorlu pestisitler, suda çözünmezler ve buharlaşmazlar. Bu yüzden toprakta kalıcılıkları uzun sürelidir. Kolay bozunmadıkları için de yağ dokusunda birikerek canlı organizmalara zarar verebilirler. DDT vb. bazı organoklorlu pestisitlerin, 1970’li yıllardan itibaren canlı ve insanlar üzerinde kanserojen, sinir sistemini etkileyici etkilere sahip olduğu tespit edilmiştir. Bu sebep ile Avrupa ülkelerinin çoğunda kullanımları, satışları kısıtlanmış veya yasaklanmıştır. [9,10,17,22]

Piretroidler; oral ve dermal yoldan temasla zehirlenme söz konusu olabilir. Piretrinlerin oral ve dermal absorpsiyonları düşükken, piretroidler bu yollardan daha fazla absorbe olur. Sprey şeklindeki ürünlere temas sonucu solunum yoluyla zehirlenme de olabilmektedir. Oral yolla alımda absorpsiyon hızlıdır ve karaciğerde de hızla metabolize olur. İnaktif metabolitleri halinde çoğunlukla idrarla atılırlar. Sodyum kanallarının fazla açık kalmasını sağlarlar. Bu sayede santral sinir sisteminde aşırı uyarılma olur. [20] Sinir hücrelerini bloke ederek zehirlilik etkisini gösterirler. Sıcakkanlılara karşı toksik etkisi çok düşüktür. Memeli vücudunda birikmeden dışarı atılır. [19]

## 2.7 Kalıntı Yönünden Pestisitlerin Analizi

Gelişmiş ülkelerde pestisit kalıntı analizleri 1950’li yıllarda, bizde ise 1959 yılında başlamıştır. Ülkemizde ilk çalışma Otacı ve Güvener tarafından Ankara Zirai Mücadele İlaç ve Aletleri Enstitüsü Kalıntı Laboratuvarı’nda yapılmıştır. Pestisit kalıntı analizleri, özellikle Türk Akreditasyon Kurumu (TURKAK) akreditasyonuna haiz, kamu ve özel laboratuvarlarda rutin analiz olarak yapılmaktadır. Az miktarda da olsa Sağlık Bakanlığı-Refik Saydam Hıfzıssıhha Merkezi’nde zehirlenme vakası olarak analizleri yapılmaktadır.[24] Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Gıda ve Kontrol Genel Müdürlüğü’ne bağlı laboratuvarlarda, 2007 yılında analize alınan 15921 örnekten 15647 adedinde kalıntı bulunmuştur. Kalıntı bulunmayan örnek sayısı ise 274 (% 1,7) olmuştur. 2008 yılında ise 23322 örnekten, 22772 adedi olumlu, 550 (% 2,3) adedi ise olumsuz bulunmuştur.[24]

Tarımsal ürün, gıda ve yemlerde pestisit kalıntıları yönüyle birçok ülkede ülkelerin kendi veya uluslararası kuruluşların belirlediği limitlere göre çeşitli kontroller yapılmaktadır. Avrupa Birliği’nin yaptığı kontroller sonucu uygunsuzluk tespit edilen örnekler RASFF (Gıda ve Yem İçin Hızlı Alarm Sistemi)’da internet üzerinden haftalık olarak yayımlanmaktadır.[8]

## 2.8. Pestisitlerle İlgili Uluslararası Sözleşmeler ve Türkiye’deki Yasal Durum

Tehlikeli Atıkların Sınır Ötesi Taşınmasının Kontrolü ve Bertarafına İlişkin Basel Sözleşmesi 1989 yılında 179 Ülke tarafından kabul edilmiştir. Rotterdam Sözleşmesi belirli tehlikeli kimyasalların uluslararası ticareti 1998 yılında 153 Ülke tarafından kabul edilmiştir. Kalıcı Organik Kirleticiler hakkındaki Stockholm Sözleşmesi 2001 yılında 179 Ülke tarafından kabul edilmiştir. [25]

Basel Sözleşmesi, patlayıcı, yanıcı, reaktif, zehirli, enfekte, korozif, toksik veya ekotoksik olan tehlikeli atıkları kapsar; Rotterdam Sözleşmesi, sağlık veya çevresel sebeplerle yasaklanmış veya şiddetli biçimde kısıtlanmış 43 pestisit ve endüstriyel kimyasalı kapsar; Stockholm Sözleşmesi, 14 pestisit, 8 endüstriyel kimyasal ve yan ürünleri kapsar.[25] Ülkemiz 12 Ocak 2010 tarihinden itibaren Stockholm Sözleşmesine taraf olmuştur.

Birleşmiş Milletler Çevre Programınca 2001 yılında İsvec Stockholm’de yapılan toplantıda karbon bazlı çevrede uzun süre kalıp, zararlı etki oluşturan 12 grup ve bireysel organik madde belirlenmiştir. Bunlar organik klorlu pestisit bileşiklerdir. 2. İsvicre Cenevre’de 2009 yılında yapılan toplantıda ise bu sayı 21’e çıkmıştır.[26]

25.03.2011 tarihli, 27885 sayılı Resmi Gazetede yayınlanan Bitki Koruma Ürünlerinin Sınıflandırılması, Ambalajlanması ve Etiketlenmesi Hakkında Yönetmelik, bitki koruma ürünlerinin insan sağlığı ve çevre üzerinde yaratabilecekleri olumsuz etkilere karşı etkin kontrolünü ve gözetimini sağlamak üzere sınıflandırılmasına, etiketlenmesine ve ambalajlanmasına ilişkin usul ve esasları düzenlemektedir. [27]

## 3. ARILAR

Bal Arıları, Hymenoptera takımının Apoidea üstfamilyasının Apidae familyası içerisinde yer almaktadırlar.[33] Hymenoptera takımı erginlerde ağız parçaları aşağı doğru veya ileriye doğru yönelmiş tipte çiğneyici veya emici ve çiğneyici olabilir. Mandibullar genellikle avı tutmak ve öldürmek, kendini savunmak ve yuva yapmak için kullanılır. Bileşik gözleri büyüktür. Antenleri

uzun ve çok segmentli olup genellikle belirgin bir şekilde ileri doğru uzatılır veya sırtta geriye doğru kıvrılır. Symphyta üyelerinde klasik üç segmentli göğüs bulunur ancak Apocrita`da birinci abdomen segmenti göğse sıkı bir şekilde bağlanarak mezosomayı oluşturur. Apocrita`da dişilerde ovipozitör bulunur, bu yapı sokucu Hymenoptera üyelerinde bir iğne ve zehir aygıtına dönüşmüştür. Hymenoptera içinde iki alttakımın varlığı kabul edilir Symphyta (odunarıları ve yaprak arıları) ve Apocrita (yaban arıları, balarıları ve karıncalar). [28]

Hymenoptera takımında Thorax ve abdomen arasında çoğunlukla incelmış bir bel bölgesi bulunur. Baş da boyun bölgesine, oldukça serbest hareket edebilecek şekilde bağlanmıştır. Bacakları taşıyıcı-toplayıcı tiptedir. Temel ağız yapısı çiğneyici olmasına rağmen, balarılarında yalayıcı-emici tipte ağız ortaya çıkmıştır. Antenler clavate (topuzlu) veya pullose (tüylü) olabilir ve çoğunlukla tat almak için özelleşmiştir. Kanatları zarımsı yapıdadır. Uçuş esnasında, arka kanat ön kanatla kenetlenir. Holometabol canlılardır. Larvalar bacak taşıyıp taşıyamamalarına göre iki tiptir. Bazı türlerde partenogenez görülür. Bunlarda döllenmiş olan yumurtalardan diploid dişiler, döllenmemiş yumurtalardan ise haploid erkekler çıkar. Koloni yaşamı baskındır. Sosyal yaşayan türlerde, eşeyssel dimorfizmin yanında sosyal dimorfizm de görülür. Polen taşıyan türlerde dişi bireylerin bacak ve abdomenlerinde özel toplama organları bulunur. [29,30]

Hymenoptera takımı içerisinde, yaklaşık 125,000 tanımlanmış tür bulunmaktadır Hymenoptera takımı; abdomenin thoraksa tüm genişliğiyle bağlandığı, çoğunluğu fitofag olan Symphyta alttakımı ve abdomenin bazal segmentinin thoraks ile kaynaşmış olduğu ve geri kalan abdomen segmentlerinden dar bir bel bölgesi ile ayrıldığı Apocrita alttakımlarına ayrılarak incelenmektedir [31]

Regnum: Animalia
Phylum: Arthropoda
Classis: Insecta (Hexapoda)
Subclassis: Pterygota
Superordo: Endopterygota
Ordo: Hymenoptera (zar kanatlılar-Arılar)
Subordo: Symphyta , Subordo:Apocrita

Tablo 3. Arıların

sınıflandırma basamakları [31]

Subordo: Symphyta (Testereli arılar = Yaprak arıları) Cephoidea, Megalogontoidea, Orussoidea, Siricoidea, Tenthredinoidea, Xyeloidea, Unplaced, Üst familyalarını içerir. İlkel arılardır. Bel bölgeleri diğer alt takımda olduğu gibi belirgin değildir. Büyük bir kısmı parazit yaşar ve bitki öz suları ile beslenir. Türkiye'nin 6 cinsinde 23 türü vardır [29,30,32] (Resim a,b) [30]



a. *Cimbex* spp.



b. *Siricidae*

Subordo : Apocrita: Aculeta: Apoidea(balarıları), Chrysoidea, Vespoidea (eşekarıları), Scolioidea, Formicoidea(karıncalar), Thynnoidea, Pompiloidea, Tiphiidea Üst familyalarını içerir. Parasitica: Ceraphronoidea, Chalcidoidea, Cynipoidea(Gal arıları), Evanioidea, Ichneumonoidea(asalak arılar), Megalyroidea, Mymarommatoidea, Platyastroidea, Proctotrupoidea, Stephanoidea, Trigonalioidea, Üst familyalarını içerir. Göğüs ve kuyruk bölgelerinin belirgin bir bel bölgesiyle ayrılması, en tipik özellikleridir. Vücut sonunda bir yumurta koyma borusu veya iğne bulunur. [29,30,32] (Resim c,d,e,f) [30]

c. *Myrmica spp*d. *Eciton spp.*e. *Vespula spp.*f. *Bracon spp*

Bal Arıları, Hymenoptera takımının Apoidea üstfamilyasının Apidae familyası içerisinde yer almaktadırlar.[33]

Bal arıları Dünya üzerinde Apidae familyasına bağlı dört tür bal arısı bulunmaktadır. Bunlar arasında en yaygın ve ekonomik önemi bulunanı *Apis mellifera* türüdür. Dünya üzerinde ekonomik değeri yüksek bal arısı ırkları İtalyan (*A.m. ligustica*), Karniyol (*A.m. carnica*), Kafkas (*A.m. caucasica*), Avrupa esmer (*A.m. mellifera*) Anadolu (*A. m. anatoliaca*) arıları ile Düşük ekonomik değere sahip bal arısı ırkları Kıbrıs (*A.m. cypria*) Suriye (*A.m. syriaca*) arıları oluşturmaktadır [34]

Ülke adı	Koloni sayısı (Ad)
1.Çin	8.777.150
2. Türkiye	5.339.220
3. Etiyopya	4.598.230
4.İran	3.500.000
5. Rusya	2.975.620

Tablo 4. Koloni sayısı bakımından ilk beş ülke(2009) [35]

Aşağıdaki çizelgede Türkiye’de bölgelere göre koloni varlığı gösterilmektedir

Bölgeler	Koloni sayısı (Ad)
1.Karadeniz	1.226.806
2. Ege	1.161.670
3. Akdeniz	940.329
4.Doğu anadolu	882.891
5. Marmara	547.173
6.İç anadolu	526.784
7.Güneydoğu anadolu	317.016

Tablo 5. Bölgelere göre koloni varlığı (2010) [35]

Arılar, doğada tarımsal ürünlerin önemli tozlayıcılarıdır. Dünya genelinde arı sayısında endişe verici bir azalma görülmektedir. Yapılan çalışmalarda bu endişe verici azalmanın sebeplerinden birinin de pestisitler olduğu tespit edilmiştir.[36] Bal arıları (*Apis mellifera* L.) çok değerli canlılar olup, insanlar için bal, polen, propolis, arı sütü gibi değerli ürünleri üretmenin yanı sıra, doğa için çok önemli bir olan tozlaşma görevini de yapmaktadır [1].

#### 4. PESTİSİTLERİN ARILARA ETKİLERİ

Son yıllarda bal arısı ve diğer tozlayıcıların azalması, dünyada büyük kaygılara neden olmuştur. Arı popülasyonlarındaki azalma, arıcılık sektörünü ekonomik olarak tehdit etmekle birlikte, tozlaşmanın azalmasına ve tarımsal üretimde kayıplara neden olmaktadır. Pestisit kalıntıları, bal arılarının azalmasında rol oynayan sebepler arasında ilk sırayı almaktadır. [37]

Geçtiğimiz yıllarda ABD’de bahar mevsiminde yaklaşık 2.5 milyon kovanın 600 bini aniden boşalmıştır. Türkiye’de ise arı popülasyonunun yüzde 30 oranında azaldığı belirtilirken, İspanya’da arı kolonileri ortadan kaybolmuştur. Polonya’da arı nüfusu yüzde 60 azalırken aynı günlerde Alaska, Kanada, Avustralya, Almanya, İsviçre, İtalya ve Portekiz’de de bal arılarının gizemli bir şekilde kaybolduğu bildirilmiştir. Arıların büyük koloniler halinde ortadan kaybolmasının sebepleri ve sonuçları hakkında bilim insanları çalışmaktadırlar. [35]

Dünyada insan gıdasının % 30’u arıların tozladığı bitkilerden elde edilmektedir. Yine, dünya genelinde insan gıdasının % 90’ının 82 bitki türünden elde edildiği ve bunlardan 63 (% 77) türün tozlayıcılarının arılar olduğu kaydedilmektedir. Balarısının bitkilerin % 80’inde tozlaşmayı gerçekleştirdiğini ve ABD tarımına 2000 yılında 15 milyar Dolarlık katkı sağladığı belirtilmektedir. [33]

Arılar, pestisitlere karşı duyarlıdır. Çevre kirliliği seviyesinin belirlenmesinde indikatör görevi yaparlar. Arı kayıplarına neden olan farklı gruptan insektisit (organofosforlu, karbamatlı, piretroit) tespit edilmiştir. Arıcılıkta birçok hastalık kovandaki arıları ve dolayısıyla bal üretimini olumsuz etkilemektedir. Bu hastalıklardan en önemlisi varroosis’tir. Varroosis ve diğer zararlılara karşı mücadelede zirai ilaçlar da önemli bir yer tutmaktadır. Zirai ilaçlar kovan ballarında kalıntı bırakabilmesinin yanında kovandaki arıları da olumsuz etkileyebilmekte ve arı ölümlerine neden olabilmektedir [38]

Balarılarının pestisitlerden etkilenmelerine ait bilgiler çok eskilere kadar uzanmaktadır. ABD’de elma iç kurduna karşı kullanılan paris yeşilinin 1870 yılında önemli miktarda arı ölümüne sebep olduğu belirtilmektedir. Arılar, pestisitlerden etkilenen en önemli böcek grubunu oluşturmaktadırlar. Pestisitlerin yoğun ve bilinçsiz kullanılmaları sonucunda her yıl binlerce kovan zarara uğramaktadır. 1967 yılında pamuk tarlalarında toz Cabaryl uygulamasıyla Kaliforniya’daki toplam koloni varlığının % 15’i, yani yaklaşık 70.000 arı kolonisinin söndüğü belirtilmektedir. Klorlandırılmış hidrokarbonlu, organik fosforlu, karbamatlı ve sentetik piretroitli bileşikler ile diğer gruplarda yer alan insektisitler arılar için çok zehirli ve zehirli sınıfta yer almaktadırlar. Bunun yanı sıra biyopestisitler, akarisitler, fungusitler ve herbisitler ise az zehirli veya zehirsiz sınıfta yer almaktadırlar. Zehirlenmiş arılarda vücut hareketi zayıflamakta, uçmayı başaramayan davranışlar görülmekte, bunu paraliz ve ölüm takip etmektedir. Arıların çoğu kovanda ölmektedir. Ana arı ölmediği takdirde, uzun bir süre yumurta bırakmamaktadır. Sentetik piretroitler bal arılarında toplu halde ölümlere neden olmaktadır. Sentetik piretroitler, arılarda önce düzensiz



hareketler, kuma ve halsizlik meydana getirmekte, bunu çırpınma şeklinde bir paraliz ve ölüm takip etmektedir Arıların pestisitlerin etkisiyle zehirlenmelerinin bir diğer belirtisi de kovan içindeki temizliğin çok azalması şeklinde kendini göstermektedir. Kovandaki işçi arılar, arı ölümlerini dışarıya atamazlar. Bu yüzden, kovanın giriş deliği civarında çok sayıda ölü arı birikmektedir. Kovanın içerisinde pestisitlerle bulaşması genel olarak araziden işçi arıların getirdiği ilaçlı polenlerle olmaktadır. Bu yüzden, toz formülasyonlar, sıvı olanlara oranla daha tehlikeli olmaktadır. Kovandan yeni çıkmış olan işçi arılarda ölüm görülmesi ise polenlerin ilaçlı oluşunun en önemli kanıtıdır. Kovanın ilaçla bulaşık olması, larva ölümlerine de sebep olmaktadır. 2006'lı yıllarda başlayan % 30-90 toplu arı ölümlerine ilişkin yeterince doyurucu bir bilimsel açıklamanın bulunamaması bu konu ile uğraşan insanları endişelendirmiş ve şüpheler insektisitler üzerinde yoğunlaşmıştır. İmidacloprid ( C<sub>9</sub> H<sub>10</sub>Cl N<sub>5</sub> O<sub>2</sub>)” adı verilen aktif madde üzerinde bilimsel çalışma yapılmıştır. Bu çalışmada kullanılan bu aktif maddenin 23. haftada % 94'lere varan oranlarda arı ölümlerine sebep olduğu tespit edilmiştir. [33]

Balarılarında zehirlenmenin en tipik belirtisi kovan önünde görülen ölü arılardır. Kovan önlerinde her zaman ölü arı bulunabileceği için ölümlerin miktarı takip edilmelidir. [11]

Arıcılar, Varroanın vereceği zarardan kaçınmak için bütün arı kolonilerini düzenli olarak en azından yılda 1-2 kez gözden geçirip ilaç uygularlar. Bu yüzden arıcılıkta hastalığın ilaçla kontrolü alışkanlık haline gelmiştir.[31] İnsektisit kullanımında dikkat edilecek en önemli nokta uygulama zamanıdır. Varroa akarları, arı larva veya pupaları ile petek gözlerinde gelişmelerini tamamlarken parazite karşı yapılacak ilaçlama etkili olmayacaktır. Türkiye şartları dikkate alındığında ilaçlamanın en iyi zamanı, arı ailesinde yavru faaliyetlerinin en az olduğu döneme rastlayan ilkbaharın erken ayları ve sonbaharın geç aylarıdır. İşçi arıların soğuktan korunmak için oluşturdukları kış salkımının bozulma ve ana arının ölme riski taşınması nedeniyle kışın; ilaçların bala geçip kalıntı oluşturma tehlikesi nedeniyle de yazın ilaç uygulaması sakıncalıdır.[39]

## 5. ALTERNATİF ÇÖZÜMLER

### 5.1 Biyolojik Mücadele

Biyolojik Mücadele; doğada mevcut olan ve kültür bitkilerinde zarar yapan zararlı, hastalık etmenleri ve yabancı otlara karşı, onların doğal düşmanlarının kullanılması veya daha etkili hale getirilmesi için alınan tedbirler bütünüdür. Ülkemizde İlk olarak 1910 yılında narenciye bahçelerinde ve bazı meyvelerde zararlı olan Torbalı koşnil (Iceriapurchasi) ile mücadele amacıyla Rodoliacardinalis adlı predatör gelin böceği getirilerek turuncgil bahçelerine salınmıştır. Torbalıkoşnil sorununun çözümü için diğer bir predatör böcek olan Chilocorusbipustulatusise 1920'de yine yurt dışından getirilerek kullanılmıştır.[8] Örneğin yabancı otların kontrolünde ve hamamböceklerinin yok edilmesinde kullanılan mantarlar bulunmaktadır. [40] Biyolojik mücadelede kullanılan etmenler arasında yer alan parazitoitler, predatörler, endopatojenlerden funguslar, bakteriler ve nematodlar Ülkemizde en fazla kullanılanlardır. [8] 1998 sonunda yaklaşık 185 biyopestisit aktif bileşeni ve 700 ürün tescil edilmiştir. [40] Biyokimyasal pestisitler feromon gibi içerdiği maddelerle zararlının büyümesine ve çoğalmasına engel olurlar. Feromonlar hormonlardan farklıdır. Kimyasal olarak aldehit, ester, alkol gruplarını taşıyabilirler. Böceklerin iletişimini ve yön bulmalarını sağlayan bu maddenin kokusu 78 km`ye kadar etkisini gösterebilir. Bu kimyasal madde özel tuzaklar içerisinde hazırlanmakta ve tarım ürünlerine zarar veren böceklerle



etki edecek şekilde konulmaktadır. [40] Biyolojik mücadelede etkili olan doğal düşmanlar predatörler, parazitoidler ve patojenler olarak üç ana grupta toplanmıştır. Predatörler, zararlılar üzerinde doğrudan beslenerek etkili olan faydalı böceklerdir. [41]

Biyolojik Mücadele Etmeni	Hedef Zararlı Ürün	Ürün
<b>Yumurta Parazitoidleri</b>		
<i>Trichogramma chilonis</i> Ishii	<i>Chilo partellus</i> Swinhoe <i>Sesamia inferens</i> Walker <i>Chilo sacchariphagus</i> Bojer <i>Chilo auricillus</i> (Duggen) <i>Helicoverpa armigera</i> (Hüb.)	Sorgum ve mısır Sekerkamısı Domates, pamuk, sebze, baklagiller
<i>Trichogramma exiguum</i> Pinto & Platner	<i>Helicoverpa armigera</i> (Hüb.)	Pamuk, sebze
<i>Trichogramma brasiliensis</i> (Ashmead)	<i>Helicoverpa armigera</i> (Hüb.) <i>Pectinophora gossypiella</i> (Saund.)	Pamuk, domates
<i>Trichogramma japonicum</i> (Ashmead)	<i>Tryporyza incertulus</i> (Walker) <i>Tryporyza nivella</i> Fabricius	Çeltik Sekerkamısı
<i>Trichogrammatoidea</i> <i>bactrae</i> (Nagaraja)	<i>Plutella xylostella</i> L.	Lahana, karnabahar
<i>Telenomus remus</i> Nixon	<i>Spodoptera litura</i> (F.) <i>Spodoptera exigua</i>	Sebze, pamuk Sebze, nohut
<b>Yumurta-Larva Parazitoidleri</b>		
<i>Chelonus blackburni</i> Cameron	<i>Earias</i> sp. <i>Pectinophora gossypiella</i> (Saund.) <i>Phthorimoea operculella</i> Zeller	Pamuk, bamyas Patates
<i>Copidosoma koehleri</i> Blanchard	<i>Phthorimoea operculella</i> Zeller	Patates
<b>Larva Parazitoidleri</b>		
<i>Apanteles angaleti</i> Muesebeck	<i>Pectinophora gossypiella</i> (Saund.)	Pamuk
<i>Cotesia plutellae</i> (Kurdjumov)	<i>Plutella xylostella</i> L.	Lahana, karnabahar
<b>Predatörler</b>		
<i>Cryptolaemus montrouzieri</i> Mulsant	<i>Maconellicoccus hirsutus</i> (Green)	Guava, süs bitkileri

<i>Scymnus coccivora</i> Aiyar	<i>Ferrisia virgata</i> (Cockerell)	Guava, süs bitkileri
<i>Nephus regularis</i> (Sicard)	<i>Planococcus</i> sp.	Guava, süs bitkileri
<i>Chrysoperla carnea</i> (Stephens)	Yaprak biti gibi yumusak vücutlu böcekler	Pamuk
<i>Cheilomenes sexmaculata</i> (Fabricius)	<i>Aphis craccivora</i> (Koch) <i>Aphis gossypii</i> Glover	Fasulye, pamuk
Patojenler		
<i>Bacillus thuringiensis</i> (B.t.)	Lepidoptera larvaları	Bütün ürünler
Ha NPV	<i>Helicoverpa armigera</i> (Hübner)	Pamuk, nohut, bezelye

Çizelge 2. Dünyada organik tarımda kullanılan biyolojik mücadele etmenleri [41]

Kimyasalların insan ve çevreye olan olumsuzluklarının her geçen gün daha da artması biyolojik mücadele etmenlerinin kullanımlarının artırılması gerekliliğini ortaya çıkarmıştır. Bu amaçla “Biyolojik Mücadele Etmenlerinin Ruhsatlandırılması, İthalat, Üretimi ve Kullanımı Hakkında Tebliğ”i 2008 yılında resmi gazetede yayımlanmıştır. [8]

## 5.2 Biyoteknik Yöntemler

Hedeflenen zararlı türlerin biyoloji, fizyoloji ve davranışları üzerinde etkili olan bazı yapay veya doğal maddeler kullanarak, zararlıların normal özelliklerini bozmak suretiyle uygulanan yöntemlerdir. Biyoteknik mücadelenin bitki sağlığındaki en büyük avantajı kalıntı sorununa sebep olmamasıdır. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı 2010 yılından beri biyolojik ve biyoteknik mücadele ürünlerinin kullanımını destekleme kapsamına almıştır. Biyoteknik mücadele yöntemleri konusunda yapılacak araştırmalar ülkemizde modern tarımsal üretim sistemlerinin gelişmesine, kaynakların muhafazasına ve gıda güvenirliliğine çok büyük katkılar sağlayacaktır. [8]

## 6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Dünya nüfusunun artışı buna karşın tarım alanlarının azalmasından dolayı mevcut ekilen alanlardan daha fazla verim elde etmek için zararlılara karşı pestisit kullanımı kaçınılmazdır. Ancak artan pestisit kullanımına karşı kullanıcılarının eğitimi yasal bir zorunluluktur. İlaçlama aletlerinin doğru kullanımı, güvenlik önlemleri, pestisitlerin hedef dışı organizmalara ve çevreye olumsuz etkileri gibi konularında eğitim verilmelidir. Tarımsal savaş konusunda mutlaka yeterli birikime sahip bitki koruma uzmanlarından yardım almaları gerekmektedir. Sınır alanların, sulak alanların ve yüzey drenaj alanlarının kesinlikle ilaçlanmaması gereklidir. Korunması gerekli olan alanlarda ve canlılarda ilaçlama sonrası bulaşmanın olup olmadığı mutlaka izlenmelidir. İlaçlamalar sonrasında ortaya çıkan atıkların, ilaçlama tanklarının yıkanması, boş kutuların yok edilmesi konularında mutlaka özel dikkat gerekmektedir. Pestisitlerin depolanması, uygulanması ve atıklar konusunda düzgün kayıt tutulmasında yarar vardır

Biyolojik savaş, kimyasal savaşın her zaman alternatifi olarak üzerinde durulan bir uygulamadır. Doğa da zararlı hastalık ve yabancı ot popülasyonları üzerinde yaşamlarını sürdüren, doğal baskı unsurlarının etkinliklerinin artırılması olan biyolojik savaş çalışmaları ile kimyasal ilaçların

kullanımı azaltılabilmektedir. Ayrıca biyoteknik uygulamalar ile zararlıların yok olması sağlanabilir. Başta bal olmak üzere, tüm arı ürünlerinin insanlara faydalı olabilmesi için hiçbir yabancı madde ve kalıntı içermemesi gerekir. Arı hastalıklarında ilaç uygulamaları bal ve balmumunda kalıntı bırakır. Arı ürünlerinde ortaya çıkan kalıntılar arılar tarafından bal özü, çiçek tozları vb besinler ile kovana getirmeleri sonucu dolaylı yollardan meydana gelmektedir.

Arıların pestisitlerden etkilenmesini azaltmak için, bitkilerin çiçekli dönemlerinde imkânlar ölçüsünde ilaçlama yapılmaması gerekir. Bu uygulama arıların ilaçlardan zarar görmesinin önlenmesinde büyük önem taşımaktadır. Eğer ilaç atılma zorunluluğu varsa çok kısa sürede parçalanmış ilaçları akşam, gece veya sabahın erken saatlerinde uygulamak gerekir. Meyve bahçelerinde ağaçların altında ve civarında bulunan çiçekli yabancı otların ilaçlamadan önce imha edilmesi arı zayıyatını önlemede büyük önem taşımaktadır. Arılara daha az zarar veren pestisitlerin kullanılmasına özen gösterilmelidir. Yer aletleri ile yapılan ilaçlamalar, uçakla yapılanlara oranla arılar için daha az zararlı olmaktadır.

Türkiye'nin 56 bin tona ulaşan pestisit tüketim rakamı göz önünde bulundurulduğunda, hem dış pazardaki yerinin korunması hem de yurt içi tüketimin sağlıklı olması açısından tarımsal üretimde bilinçli ve denetimli pestisit kullanımına özen göstermesi ve kalıntı sorununu çözecek uygulamalara geçmesi önem taşımaktadır.

## 7. KAYNAKLAR

- [1] FAO, IFAD, UNICEF, WFP ve WHO. Dünyada Gıda Güvenliği ve Beslenme Durumu Barış ve güvenlik için dayanıklılık inşası. Roma, FAO, (2017) s:10,
- [2] Arslan, S., 2016. "Türkiye'de Pestisit Kullanımı ve Çevresel Etkileri" ". XII. Uluslararası Katılımlı Ulusal Tarım Ekonomisi Kongresi, Isparta, (2016) Cilt 3, ss: 2215-2224
- [3] Tiryaki O. ve Ark., Tarım İlaçları Kullanımı ve Riskleri. Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, (2010), 26(2): 154-169
- [4] Öğreten A., Pestisitler, Zirai Mücadele Araştırma İstasyonu Müdürlüğü, Diyarbakır, (2017)
- [5] Muminjanov H. ve Karagöz A. Biodiversity of Turkey, Contribution of Genetic Resources to Sustainable Agriculture and Food Systems, Ankara, (2018), s:178
- [6] Okur O., Aydın İlinde Güvenli Tarım Uygulamalarında Sektörler Arası İşbirliği Yaklaşımı ve E-Eğitim Modeli Geliştirilmesi. Uzmanlık Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi Tıp Fakültesi Halk Sağlığı Anabilim Dalı. Aydın, (2015)
- [7] Efecan H., Halfenprox Pestisitinin Mutajenik Aktivitesinin Ames Test Sistemi İle Belirlenmesi, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, (2014)
- [8] Ülkemizde Zirai Mücadele Girdilerinin Değerlendirilmesi, Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Zirai Mücadele Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Ankara, Aralık (2015)
- [9] Belge Kurutaş E. ve Kılınç M., Pestisitlerin Biyolojik Sistemler Üzerine Etkisi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Biyokimya Anabilim Dalı, Arşiv; (2003) 12:215-228
- [10] Yavuz Erdoğan B. Samsun'da Yaygın Olarak Kullanılan Pestisitlerin Sağlığa ve Çevreye Etkileri. Samsun Ondokuz Mayıs Üniversitesi Terme Meslek Yüksek Okulu Gıda İşleme Bölümü, (2010), 19 (B) 28-35
- [11] Yıldız M. ve Ark. Tarımsal Savaşmada Kullanılan Pestisitlerin Yol Açtığı Çevre Sorunları, Türkiye Ziraat Mühendisliği VI. Teknik Kongre, TMMOB, Ankara, Ocak (2005), ss:649-667

- [12] Dağ S ve Ark. Türkiye' de Tarım İlaçları Endüstrisi ve Geleceği, V. Türkiye Ziraat Mühendisliği. Teknik Kongresi Bildirileri Ankara, (2000), ss:35-39
- [13] Yeşil S. Öğür E. Zirai Mücadelede Pestisit Kullanımının Türkiye ve Konya Ölçeğinde Değerlendirilmesi ve Pestisit Kullanımının Olası Sakıncaları, I. Konya Kent Sempozyumu, 26-27 Kasım (2011)
- [14] Durmusoglu E.ve Ark. Türkiye'de Pestisit Kullanımı, Kalıntı ve Dayanıklılık Sorunları. Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi, Ankara, 11-15 Ocak,(2010), ss:589-607
- [15] Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Tarım İlacı (Pestisit) Kullanımı, <https://cevreselgostergeler.csb.gov.tr/tarim-ilaci-pestisit-kullanimi-i-85834/> (Erişim:Haziran 2019)
- [16] Özkan B. ve Ark. "Antalya İlinde Serada Sebze Üretiminde Pestisit Kullanımının Ekonomik Açından Değerlendirilmesi ", Bahçe Dergisi, (2002) cilt.31, ss:9-16,
- [17] Kumbur H. ve Ark. Investigation of organochlorine pesticide residues in the well-water of Göksu Delta, Kastamonu University Journal of Engineering and Sciences, (2016), 2(1):1-13
- [18] MEB, Çevre Sağlığı, Pestisitler, Ankara, 2012 [http://megep.meb.gov.tr/mte\\_program\\_modul/moduller\\_pdf/Pestisitler.pdf/](http://megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Pestisitler.pdf/) (Erişim: Haziran 2019)
- [19] Çetinkaya Açar Ö., Pestisit Analizleri, T.C. Gıda Tarım Ve Hayvancılık Bakanlığı, Ulusal Gıda Referans Laboratuvarı Kalıntı/Pestisit Birimi, Temmuz (2015)
- [20] Özkaya G. ve Ark. İnsektisit Zehirlenmeleri ve Türkiye'deki Durumun Değerlendirilmesi. Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi, (2013), 70(2): 75 – 102
- [21] Kalıpcı E. ve Ark. Çiftçilerin Pestisit Kullanımı İle İlgili Eğitim ve Bilgi Düzeyi İle Çevresel Duyarlılıklarının Araştırılması. Tübvav Bilim Dergisi, (2011), 4(3) : 179-187
- [22] Yeşilleyen N. Tarım İlaçlarının Mesleki İntoksikasyonları. Türk Tabipleri Birliği, Mesleki Sağlık Ve Güvenlik Dergisi, Mart,(2011) ss:14-26
- [23] Uludağ Ö. Organik Fosfor Zehirlenmelerinde Tanı ve Tedavide Güncel Yaklaşımlar. Adıyaman Üniversitesi Sağlık Bilim Dergisi, (2015), 1(2):126-138
- [24] Tiryaki O. Türkiye'de Yapılan Pestisit Kalıntı Analiz ve Çalışmaları, Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, (2016), 32(1): 72-82
- [25] Holoubek I., Kalıcı Organik Kirleticiler hakkında Stockholm Sözleşmesi'ne Giriş, İskenderun, Mart 2017, [https://kalicikirleticiler.com/sunumlar/02\\_Holoubek\\_Introduction-to-the-SC\\_03-TR-FINAL.pdf](https://kalicikirleticiler.com/sunumlar/02_Holoubek_Introduction-to-the-SC_03-TR-FINAL.pdf) (Erişim tarihi: Haziran 2019)
- [26] Daş Y. ve Aksoy A. Yemlerde Toksikolojik Açından Oluşabilecek Doğal Olmayan Risk Faktörleri, Türkiye Klinikleri J Anim Nutr&Nutr Dis-Special Topics. (2015), 1(1):43-53
- [27] Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Bitki Koruma Ürünlerinin Sınıflandırılması, Ambalajlanması ve Etiketlenmesi Hakkında Yönetmelik. Resmî Gazete, (2010), Sayı:27530
- [28] Gullan P. J., Cranston P. S. Böcekler: Entomolojinin genel hatları, The Insects: An Outline Of Entomology, Çeviri Editörü: Ali GÖK. 4. Basımdan çeviri, Eylül,(2012), ss;220-221
- [29] Özbek H. Ichneumonid parasitoids of the sawfly Cimbex quadrimaculata (Müller) feeding on almonds in Antalya, along with a new parasitoid and new record, Turkish Journal of Zoology, (2014), 38: 657-659
- [30] Tübitak, Bilim ve Teknik, 2002 <http://www.bilimteknik.tubitak.gov.tr/sites/default/files/bilgipaket/canlilar/animalia/omurgasiz/2bilateria/1protostomia/hymenoptera.htm> (Erişim tarihi: Eylül 2019)

- [31] Karahan A. ve Ark. Thiamethoxam'ın Yaban Arısı (*Vespa sp.*) Üzerine Etkisi, Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi,(2017), (Ek Sayı 1): 221-227
- [32] Goulet H. ve Huber J. T., Hymenoptera of the world: An identification guide to families. Ottawa: Agriculture Canada. (1993)
- [33] Yıldırım E. Arılar (Apidae: Hymenoptera) Tozlaşma ve Pestisitlerin Etkileri. Ekonomik ve Teknik Dergisi, (2012), Sayı:601, ss:90-93
- [34] Karahan A. ve Ark. Imidacloprid'in bal arılarının (*Apis mellifera anatoliaca* ve *Apis mellifera caucasica*) vücut fonksiyonları, üzerine etkisinin araştırılması, Türk Doğa ve Fen Dergisi, (2018), 7(1) : 24-28
- [35] Atıcı A. Arıcılık, Bal Sektörü ve Standartlar, Ekonomik ve Teknik Dergisi, (2012), Sayı:601,s:17-20
- [36] Seçilmiş Canbay H. ve Ark. Seçilen Bazı Pestisitlerin Bal Örneklerinde Analizi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, ( 2012), 16(1), 1-5
- [37] Daş Y. ve Kaya S. Türkiye'de Üretilen Ballarda Bazı Sentetik Piretroid İnektisit Kalıntılarının İncelenmesi, Etlik Veteriner Mikrobiyoloji Dergisi, (2012), 15(1-2): 15-28,
- [38] Yarsan E. ve Çevik A. Vektör Mücadelesinde Biyopestisitler, Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi, (2007), 64(1): 61-70
- [39] Koyuncu K. Türkiye *Bombus* Alt cinsi Türleri Üzerinde Sistemik Araştırmalar ve Bunların Tozlaştırıcı Etkileri Üzerine Çalışmalar, Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi Biyoloji Anabilim Dalı, (2014)
- [40] Korkmaz A. Arıcılık, Samsun Valiliği, İl tarım Müdürlüğü, Samsun, (2010), s:4
- [41] Öztemiz S. Organik Tarımda Biyolojik Mücadele, GOÜ. Ziraat Fakültesi Dergisi, (2008), 25(2), 19-27