

Tarım ilaçları kullanımı ve riskleri

Osman TIRYAKI, Ramazan CANHİLAL, Sümer HORUZ

Erciyes Üniversitesi Seyrani Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, 38039, KAYSERİ

ÖZET

Günümüz modern tarımında pestisitlerin (tarım ilacı) kullanılması kaçınılmazdır. Ancak pestisit kullanılırken, hem ürünün hastalık, zararlı ve yabancıotlara karşı korunması hem de insan ve çevreye olumsuz etkileri birlikte değerlendirilmelidir. Entegre zararlı yönetimi (Integrated Pest Management, IPM) olarak da bilinen bu sistemde tarımsal ürün kalite ve kantite olarak artırılabilen ve gıda güvenliği ve tarımsal ekosistem olumsuz etkilenmemektedir. Bu çalışmada, Türkiye’de AB ülkelerinde ve Dünyada pestisit kullanımı karşılaştırılmış ve pestisit kullanımının avantaj ve dezavantajları ile pestisitlerin tarımsal ekosistemdeki davranışları açıklanmıştır. Ayrıca güvenli ve etkili olarak pestisitlerin uygulanması, ürünlerde olası kalıntı ve bu kalıntıya etki eden faktörler gibi konulara değinilmiştir. Bunların yanında AB hızlı alarm sisteminde yayımlanan kalıntı yönünden uyarı alan ülkelerin durumu karşılaştırılmıştır.

Anahtar Kelimeler

Pestisit,
IPM,
Pestisitlere dayanıklılık,
Pestisit kalıntısı
Hızlı alarm sistemi

The use of pesticides and their risks

ABSTRACT

Pesticide usage is inevitable in modern agriculture. However, either crop protection against pests and diseases or human health and environment should be considered mutually in pesticide treatments. It is possible to increase quality and quantity of crop without damaging food safety and agricultural ecosystem by using pesticides in the framework of Integrated Pest Management (IPM). In this study, pesticide usage in Turkey, EU Countries and World were compared. Advantageous and disadvantageous of pesticide usage and fate of pesticide in the agro-ecosystem were discussed. In addition, the effective and safe application of pesticides, pesticide residues, and factors affecting residues were also evaluated. A comparison among countries of the notifications by EU-RASFF (Rapid Alert System for Food and Feed) was also performed.

Keywords

Pesticide
IPM
RASFF
Pesticide resistance
Pesticide residue.

* Sorumlu yazar (Corresponding author) e-posta : osmantiryaki@yahoo.com

1. GİRİŞ

Tarımsal ürünlerin verim ve kalitesini artırmak için modern tarım tekniklerinin ve girdilerinin kullanılması gerekmektedir. Bitki koruma ürünleri içerisinde yer alan pestisit kullanımı da bu girdilerden biridir ve modern tarımın tamamlayıcı bir bileşenidir. Pestisit kullanımı, tarımsal ürünü hastalık, zararlı ve yabancıotların zararından koruyabilmek, kaliteli üretimi güvence altına alabilmek için kullanılan bir tarımsal mücadele şekli olup, 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.

Hastalık, zararlı ve yabancıotlara karşı farklı zirai mücadele yöntemleri arasında, % 95'in üzerinde bir paya sahip olan kimyasal mücadele bugün de geçerliliğini korumaktadır. 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 [1].

Ancak, pestisitlerin kullanımı insan sağlığı ve çevreye olumsuz etkileri gibi birçok sorunu da beraberinde getirmektedir. Yoğun ve bilinçsiz bir şekilde kullanılmaları sonucunda gıdalarda, toprak, su ve havada pestisit kendisi ya da dönüşüm ürünleri kalabilmektedir. Tüm dünyada tarımsal sistemin ayrılmaz bir parçası olarak pestisit kullanımında tarımsal ürünlerde kalıntı riski ve çevreye olumsuz etki yapması dikkatle üzerinde durulması gereken bir konudur. Ayrıca ruhsatlandırma sonrası, pestisit tarla koşullarında akıbeti ve çevreye olan etkileri de araştırılmalıdır.

Bu makalede bitki koruma sorunlarının üstesinden gelmek için pestisit kullanımı ve bu kullanım sonucu insan sağlığı ve çevre açısından olası riskler tartışılmıştır. Tarımsal ürünlerin gerek iç ve dış tüketimi ve gerekse doğal

çevrenin korunması açısından bu konu özel öneme sahiptir.

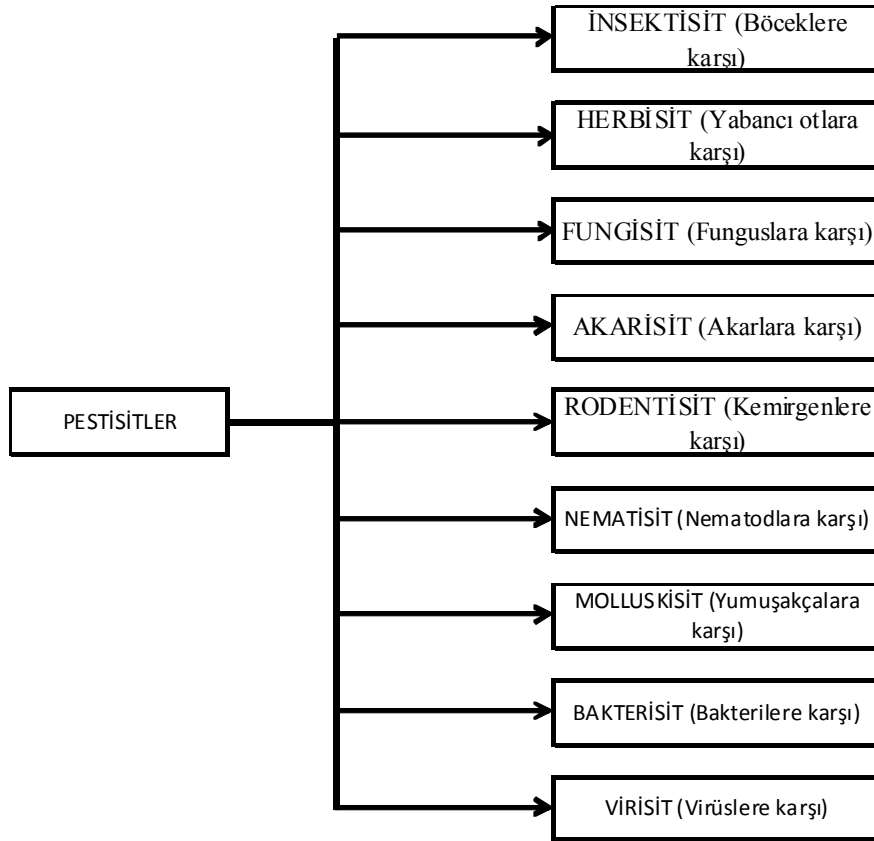
2. PESTİSİTLERİN SINIFLANDIRILMASI

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. Kullanıldıkları zararlı gruplarına ya da hedef alınan organizmaya göre yapılan sınıflandırmada; en önemli üç büyük pestisit grubu, insektisit, fungusit ve herbisitlerdir [2, 3]. Şekil 1' de pestisitlerin hedef alınan organizmalara göre sınıflandırılması şematize edilmiştir. Pestisitlerin kimyasal yapılarına göre sınıflandırılmalarında en önemlileri, organik klorlu pestisitler, fosforlular, karbamatlar, doğal ve sentetik pretroidlerdir.

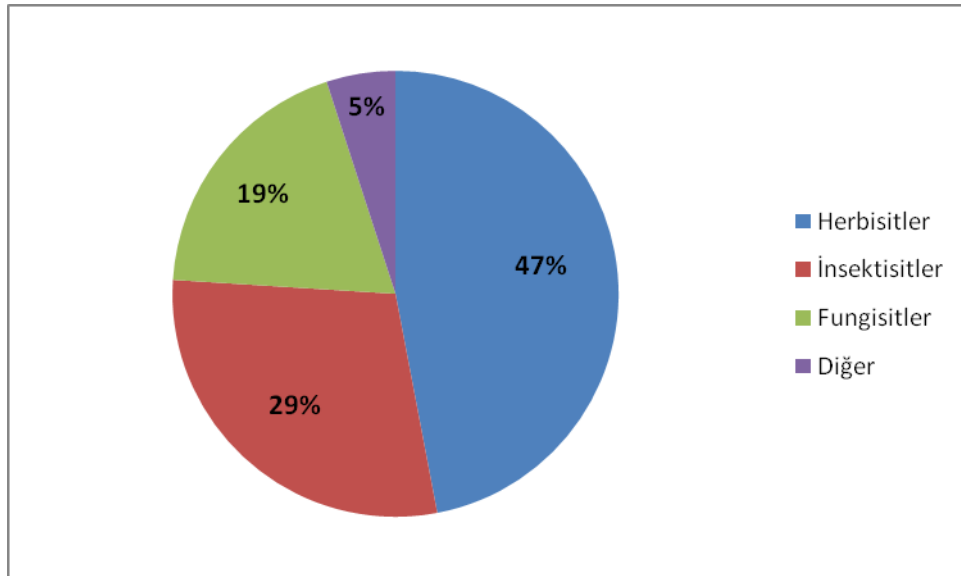
3. PESTİSİT KULLANIMI

3.1. Dünyada Pestisit Kullanımı

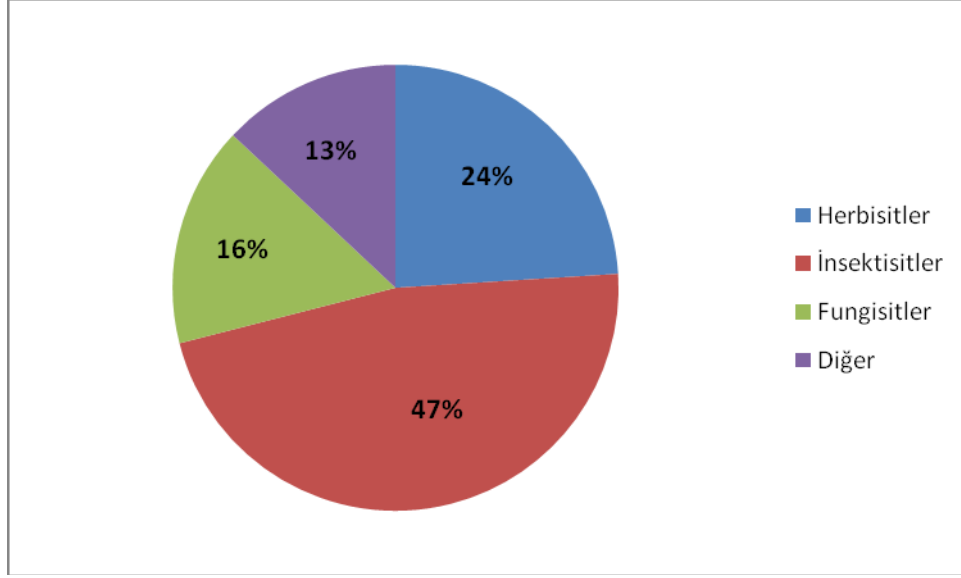
Dünyada tarım ilacı üretimi 3 milyon ton, yıllık satış tutarı ise 25-30 milyar \$ arasında değişmektedir. Dünya pestisit pazarında tonaj olarak yılda % 1 civarında bir büyüme beklenmektedir [4]. Herbisitler tarım ilaçları içinde % 47'lik bir payla birinci sırayı almaktadır. Bunu % 29 ile insektisitler izlemekte, fungusitlerin ise % 19'luk bir payı bulunmaktadır. Herbisitler ve insektisitler, kullanımın % 70'den fazla bir bölümünü kapsamaktadır. Diğer pestisit grupları ise % 5'lik bir paya sahiptir (Şekil 2). Parasal olarak değerlendirildiğinde tüketimin % 31'ini insektisitler, % 26'sını herbisitler, % 20'sini de fungusitler oluşturmaktadır [4, 5].



Şekil 1. Pestisitlerin kullanım amaçlarına göre sınıflandırılması



Şekil 2: Pestisit gruplarına göre dünyada tarım ilacı kullanımı



Şekil 3: Pestisit gruplarına göre Türkiye’de tarım ilacı kullanımı.

3.2. Türkiye’de Pestisit Kullanımı

Türkiye’de tarım ilacı tüketimi ortalama 33.000 tondur. Bu miktarın % 47’sini insektisitler, % 24’ünü herbisitler, % 16’sını fungisitler, % 13’ünü de diğer gruplar oluşturmaktadır (Şekil 3). Bu pestisitlerin yıllık satış tutarı da yaklaşık 230-250 milyon dolardır [1].

Türkiye’de 2008 yılı sonu itibariyle 4100 adet ruhsatlı bitki koruma ürünü bulunmaktadır. Ülkemizde ruhsatlı etkili madde sayısı ise 418 adettir. Ancak AB mevzuatı uyum çalışmaları kapsamında olumsuz özellikleri nedeniyle, 01.01.2009 tarihi itibariyle 75 adet, 31.08.2009 tarihi itibariyle de 49 adet pestisit imalatı ve ithalatı durdurulmuştur (www. kkgm.gov.tr). Şu anda AB’de kullanımdan kaldırılan, ama Türkiye’de hala piyasada olan 101 etkili madde kalmıştır. Bunların da 2010 yılı başında alınacak bir kararla yasaklanması düşünülmektedir (Koruma Kontrol Genel Müdürlüğü ile karşılıklı görüşme, 13.08.2009).

3.3. AB Ülkelerinde ve Türkiye’de Birim Alanda Pestisit Kullanımı

Çeşitli ülkelerin hektar başına kg olarak pestisit tüketimleri Çizelge 1’de görülmektedir. Ülkemizdeki pestisit tüketimi, AB ülkelerinininki ile kıyaslandığında AB ülkelerinin çok gerisinde olduğumuz görülmektedir. Hollanda ve Yunanistan AB’nin en yoğun, Belçika ve Finlandiya ise en az pestisit tüketen ülkelerdir [6]. Türkiye’nin tüketimi ise, yıllara göre hektara 400-700 g arasında değişmektedir.

Hektara düşen etkili madde miktarı 1990’larda 400-500 g iken [7], 2006 yılında 705 g’a ulaşmıştır [8]. Bu değerler, Türkiye’nin AB ülkelerine göre oldukça az pestisit tükettiğini göstermektedir. Ancak bilindiği gibi, Türkiye’de oldukça heterojen bir pestisit tüketimi vardır. 1998 yılında, ülke tüketiminin % 42.02 si Akdeniz ve Ege Bölgesi’nde, % 4.8’i ise Doğu Anadolu Bölgesinde gerçekleşmiştir. Ayrıca Türkiye’de hektar başına daha az pestisit tüketilmesine karşın, en yoğun tüketilen pestisitler çevre ve sağlık açısından önemli risk taşıyanlardır [9].

Tablo 1. Bazı AB ülkelerinde birim alanda tüketilen ortalama pestisit miktarları [6].

| ÜLKELER | PESTİSİT TÜKETİMİ (kg/ha) |
|------------|---------------------------------|
| Hollanda | 13.8 |
| Yunanistan | 13.5 |
| İtalya | 9.3 |
| İrlanda | 8 |
| İngiltere | 6.4 |
| Portekiz | 6 |
| Fransa | 5.6 |
| İsveç | 4.4 |
| Lüksemburg | 4.4 |
| Avusturya | 4 |
| Almanya | 2.6 |
| İspanya | 2.3 |
| Danimarka | 1.7 |
| Belçika | 1.2 |
| Finlandiya | 1.2 |

4. PESTİSİT KULLANIMININ DİĞER DİSİPLİNLERLE İLİŞKİSİ

Pestisit kullanımı her ne kadar tarımsal bir faaliyet olarak gözükmekte ise de yukarıda adı geçen IPM (Integrated Pest Management) ilkeleri gereği, pestisitlerin uygulama anında ve uygulamadan sonra akıbetleri birçok bilim disiplinlerini ilgilendirmektedir. Bunlar tarım, biyoloji, kimya, fizik, ekoloji, tıp, mühendislik, ticaret, ekonomi ve kalıntı analizlerinin güvenilirlik değerlendirmesi için istatistiktir (Şekil 4).

5. PESTİSİT KULLANIMININ AMAÇLARI

5.1. Etkinliği

Her ne kadar kimyasal mücadele, tarımsal mücadelede bir yöntem ise de, tüm mücadele yöntemleri arasında en fazla kullanılanıdır. Çünkü kimyasal mücadele yüksek etkinliğe sahiptir, hızlı sonuç verir, bilinçli ve kontrollü kullanıldığında ekonomiktir ve ürünü toksin salgılayan organizmalardan da koruyabilir [9]

5.2. Bitkisel üretim

Yeterli ve yüksek kaliteli tarımsal üretim için pestisitlerin kullanılması kaçınılmazdır. Pestisit kullanılmaksızın üretim yapılması halinde, üretim miktarında % 60 hatta % 100 kayıp olabilmektedir [1]. Pestisitler, uygun koşullarda ve öneriler doğrultusunda kullanmak koşuluyla; üreticiye yüksek kazanç sağlarlar ve yetiştirme sezonunun ve muhafaza süresinin de uzamasını sağlarlar. Ülkemizde tarımı yapılan kültür bitkileri, sayıları 500'ü aşan hastalık ve zararlıların tehdidi altında olup yeterli mücadele yapılmadığı için toplam ürünün yaklaşık 1/3'ü kayba uğramaktadır [10]. Bu kayıpların önlenmesi bakımından pestisitlerin daha uzun yıllar büyük bir kullanım potansiyeline sahip olacağı kuşkusuzdur. Bitkisel üretim miktarının pestisit kullanımı sayesinde artırıldığı bir gerçektir. Pestisit kullanımı, dünyada tarımsal üretimi artırmanın yanında kalitesini de yükseltmiştir. Buğdayda, hastalıkların, böceklerin ve yabancıotların neden olduğu kayıplar % 27 oranındadır, ancak tarım ilaçları olmasaydı bu oran % 53'e çıkardı. Aynı şekilde kimyasal mücadelenin yapılmadığı durumda arpa kayıpları iki kat daha fazla artarak % 40, mısır kayıpları ise % 52'ye ulaşırdı [4]. Benzer şekilde, 1983-1995 döneminde domates, buğday, pirinç ve mısırın verimi sırasıyla % 17, %30, %17 ve % 28 artış göstermiştir [8].

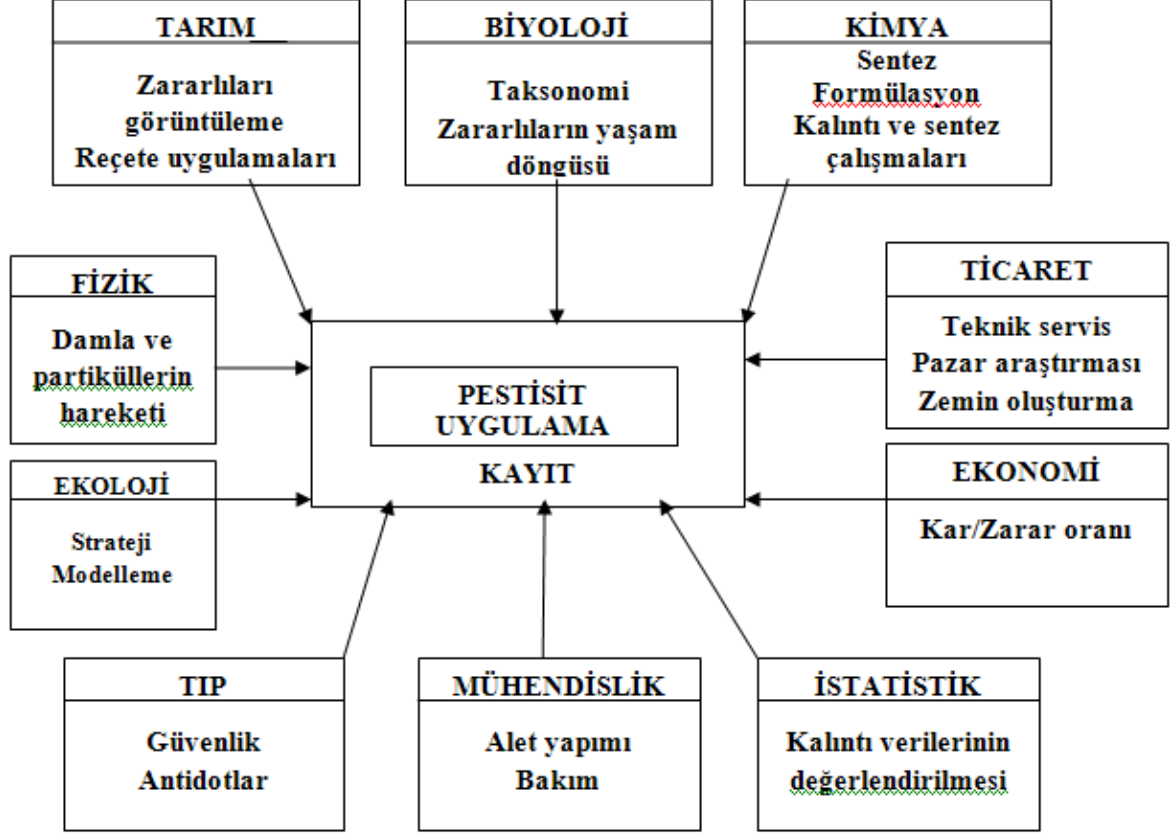
5.3. Gıda temini

1961 yılında 3 milyar olan dünya nüfusu, 2007 haziran itibariyle 6.6 milyara çıkmıştır [12]. Tarıma ayrılan alan, 1950'den günümüze kadar 1.4 milyar hektar olarak sabit kalmıştır. Nüfus 2 katına çıkıp ekim alanı sabit kaldığına göre beslenme için gerekli olan tarımsal gıda üretimi ancak modern tarım tekniklerinin kullanılmasıyla ve entansif tarım yapılmasıyla mümkün olmuştur. Yemeklik yağ, et, meyve ve sebze gibi kaynak-yoğun gıda üretimini üç katına çıkartılabilmektedir. Başlangıçta değinildiği gibi bu tekniklerden biri de pestisit kullanımınıdır. Bilinçli ve etkili bitki koruma önlemleri alınmadan entansif tarımın yapılabilme olanağı yoktur [4, 9].

5.4. Sağlığa katkıları

Yeterli düzeyde yüksek kaliteli tarımsal ürünlerin, özellikle de sağlıklı bir yaşam için gerekli olan taze meyve ve sebzelerin üretiminde bitki koruma ürünlerinin kullanımının rolü büyüktür. Geçmişte Avrupa’da yüz binlerce ızdıraplı ölüme yol açmış olan çavdar mahmuzu

gibi yaşamı tehdit eden fungal hastalıklar ve aflatoksin gibi fungal toksinlerin neden olduğu kanserler, hububat ve fıstık üretimi ve depolanmasında fungusitler kullanılarak önlenmektedir [4].



Şekil 4. Pestisit uygulamasının diğer disiplinlerle olan ilişkisi[11].

5.6. Sosyal yaşama yararı

İnsan ve çiftlik hayvanlarına zarar veren bazı zararlı böceklere karşı da pestisit kullanılabilir. Bu konuda, karasinek ve sivrisinek mücadelesi büyük önem arz etmektedir. Son yıllarda, Kızılırmak havzasındaki Nevşehir, Niğde ve Kayseri illerinde, *Simulium* cinsi sinekler, insanları rahatsız ederek bölge turizmini tehdit eder hale gelmiştir. Sorun biyolojik kökenli pestisitler

kullanılarak çözülmüştür [13]. Ayrıca demir yollarındaki yabancıotlara karşı ve diğer bazı konumlarda total herbisitlerin kullanımı gerekli olmaktadır.

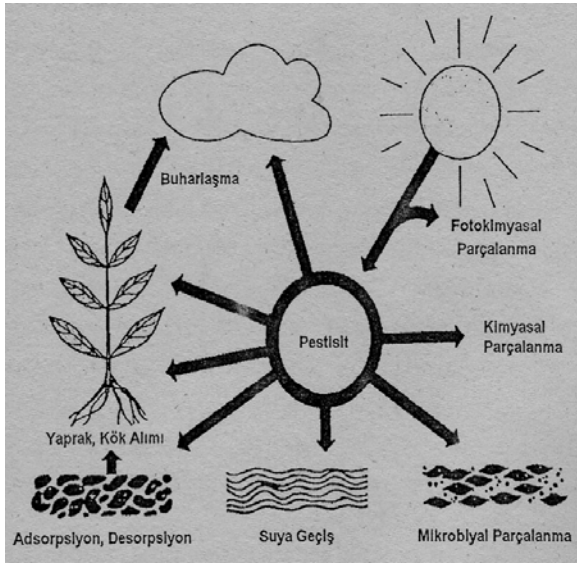
6. PESTİSİTLERİN EKOSİSTEMDEKİ DAVRANIŞLARI

Pestisitlerin çevredeki davranışları ve metabolizması ile ilgili araştırmalar, tarımcıların, toprakçının, pestisit kimyacılarının, toksikologların, ekotoksikologların,

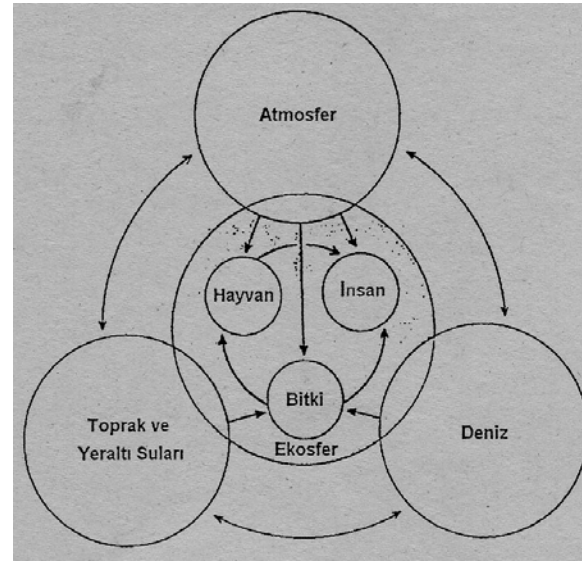
mikrobiyolog ve bitki fizyologlarının bir araya gelmesiyle çok gelişmiştir. Pestisitlerin uygulamadan sonra ekosistemdeki akıbetleri konusunu Şekil 5 özetlemektedir [14, 15, 16, 17,18].

6.1. Bitkideki Davranışları

Pestisitlerin uygulanmasından sonra bütün işlemler toprak-bitki sisteminde cereyan etmektedir (Şekil.5). Pestisitlerin metabolizmasını ve yaprağın pestisit alımını; fizikokimyasal durum, formülasyon, damla büyüklüğü ve uygulama tekniği, yağış ve nisbi nem, sıcaklık, güneşlenme, bitki çeşidi ve fizyolojik farklılıkları, stoma, yaprak alt/üst yüzeylerinin tüylülük ve mumluluk durumları ve pestisitlerin uygulama zamanı gibi faktörler etkiler [15].



Bitkideki olaylar şunlardır; (i) bitki tarafından alınan ve bitki özsuunda çözünen sistemik pestisit ksilem doku ile aşağıdan yukarı, floem ile yukarıdan aşağı taşınabilmektedirler, (ii) biyolojik olarak taşınan pestisit bitkide birikmekte ve metabolize olmaktadır, (iii) bu metabolitler de bitki bünyesinde taşınmaktadır, (iv) vejetasyon peryodu süresince ilaçlama yapılmasa da önceki yıllarda yapılan ilaçlamalardan toprakta biriken kalıntılardan dolayı bitkide pestisit kalıntısı bulunabilir.



Şekil 5. Pestisitlerin ekosistemdeki (toprak-bitki-çevre-atmosfer sistemindeki) davranışları.

6.2. Topraktaki Davranışları

Toprakta pestisitlerin parçalanması ve bitki kökünün pestisit alımını; fizikokimyasal durum, pestisitlerin uygulama metodu ve miktarı, topraktaki fizikokimyasal ve biyokimyasal reaksiyonlar, toprak tipi ve toprak özellikleri (kil, toprak organik maddesi, pH, oksijen ve su miktarı), adsorpsiyon/desorpsiyon, kimyasal ve

mikrobiyolojik parçalanma, translokasyon ve tarımsal işlemler, iklim şartları, bitki gelişimi, kök gelişimi, terleme, beslenme durumu gibi faktörler etkiler. Pestisitlerin uygulamadan sonra topraktaki akıbetleri ve taşınma yolları (pestisiti hedef zararlıdan uzaklaştıran) aşağıda sıralanmıştır [14, 18]:

- a) Yüzey akışı ile eğilimli bölgelerdeki suyun hareketi ile taşınabilirler ve su içinde çözünürler,
- b) Toprak katı maddelerine tutunarak rüzgâr erozyonu ile hedef bölgeden uzaklaşabilirler. Pestisitler rüzgârla hiç ilaçlama yapılmayan alanlara taşınabilmektedir,
- c) Buhar fazına geçerek toprak içinde veya toprak dışına hareket edebilir ve uygulanan yüzeyden hava akımı ile uzaklaşabilirler,
- d) Toprak yüzeyinden sızarak toprak derinliklerine doğru hareket edebilirler,
- e) Toprak çözeltisinde çözünen pestisitler su ile aşağı doğru hareket ettiklerinde organik madde tarafından adsorbe edilirler ve mikroorganizmalar tarafından biyolojik parçalanmaya uğrarlar,
- f) Buharlaşmanın fazla olduğu dönemlerde pestisitler desorbe olur, kapillar su ile toprak yüzeyine tekrar dönerler,
- g) Tarımsal alanlara düşen yağmur sularıyla yeraltında süzülerek veya yüzeyde kalarak yüzeyel sulara kadar ulaşır suların kirlenmesine neden olurlar,
- h) Sucul organizmaların içine girdikten sonra uzun süre organizmada değişmeden kalabilirler,
- i) Tarım alanlarına uygulanan ilaçların yağmur suları ile toprak alt sularına veya ırmaklara karışması yoluyla da pestisitler bitki ve böceklerle ulaşmaktadır,
- j) İçme sularına bulaşmaları sonucu insan, evcil ve yabani hayvanların sağlığı bakımından beklenmeyen tehlikeler yaratabilmektedirler.

6.3. Atmosferdeki Davranışları

Atmosfere partikül ve buhar halinde karışan pestisitler yağışlarla akarsu, çay göl ve toprakta birikirler. Ayrıca pestisitler atmosferdeki gaz ve diğer partiküllerle tutunmak suretiyle de toprak yüzeyinde birikir ve buradan yeraltı ve yerüstü sularına ulaşırlar. Günümüzde atmosferin pestisitlerin taşınmasında önemli rol oynadığı ilaçlanan bölgelerden çok uzaklara taşınmasına ve oralarda birikmesine neden olduğu bilinmektedir. Özetle ; (i) püskürterek uygulanan pestisitler, buharlaşarak uçarak havaya karışmakta, rüzgarla taşınabilmekte, (ii) bu yolla pestisit hedef olmayan organizma ve bitkilere ulaşabilmekte, (iii) yağışlarla tekrar toprak yüzüne dönebilmekte, (iv)

uygulandığı ortamda fotokimyasal, kimyasal ve mikrobiyal parçalanmaya uğramaktadırlar [14, 15].

7. PESTİSİTKULLANIMININ DEZAVANTAJLARI

Aşırı ve bilinçsiz kullanım sonucu artan pestisit tüketimi çevre kirlenmesi ve insan sağlığı açısından çeşitli sorunların ortaya çıkmasına yol açmıştır [8]. Bu sorunlar aşağıda sıralanmıştır.

- a) Pestisitler kanser, doğum anormallikleri, sinir sistemi zararları ve uzun dönemde oluşan yan etkilere neden olurlar,
- b) Pestisitler ve parçalanma ürünleri toksik maddeleri içerirler,
- c) Parçalanma ürünlerinden bazıları ana pestisitten daha toksik ve kalıcıdır,
- d) Uygulanan pestisite ve uygulama koşullarına bağlı olarak, çevre kirliliğine neden olmaktadır,
- e) Aşırı buharlaşabilenler soluduğumuz havayı kirlenmektedir,
- f) Aşırı kullanımı organizmalarda ilaca karşı direnç oluşturmakta, pestisit uygulaması başarısız olmaktadır,
- g) Hedef alınan ve alınmayan zararlıların doğal düşmanlarını ve faydalı organizmaları da öldürerek yeni salgınlar oluşturmaktadır.

7.1 Kalıntı Problemi ve Zehirlenmeler

Pestisitler öneriler doğrultusunda kullanılmadığı zaman kalıntıları ile insan sağlığı ve çevrede olumsuz etkilere yol açmaktadır. Bu kalıntılar, tarım ürünü dış pazarını ve iç tüketimi de olumsuz etkilemektedir. Ayrıca üretim, formülasyon hazırlama, taşıma, yükleme ve uygulama sırasında deri ve solunum yoluyla maruz kalma (akut zehirlenme) şeklinde mesleki zehirlenmelere sebep olabilirler. Genellikle organik fosforlar ve karbamatlılar bu tip zehirlenmeye neden olurlar. Bunlar vücutta kolinesteraz enzimini engelleyerek asetil kolin birikimine yol açarlar. Kaza ile meydana gelen zehirlenmelerde pestisitlerin yaprak ve topraktaki kalıntıları veya onların toksik dönüşüm ürünleriyle temas sonucu hastalıklar meydana gelebilmektedir. Aşırı dozlarda alınmadıkça organik klorlu pestisitlerin insanlara akut zehirlilikleri enderdir. Bu bileşikler daha çok kronik zehirlenmelere neden olmakta, sinir sistemini etkilemekte ve karaciğere zarar

vermektedirler. Son yıllarda ilaçların besin maddelerindeki kalıntılarının insanlar için kronik toksisitesi iki şekilde ele alınmaktadır:

- a. Kabul edilebilir günlük alım (Acceptable Daily Intake-ADI): Bir kişinin bir günde alabileceği kabul edilebilir günlük ilaç miktarını mg/kg olarak ifade eden değerdir.
- b. Maksimum kalıntı limitleri (Maximum Residue Limits-MRL): Gıda maddelerinde bulunmasına izin verilen en fazla ilaç miktarını (mg/kg) ifade eden değerdir.

Pestisitlerin kalıntı yoluyla kronik toksisiteyi yanında bazılarının insanlarda mutajenik, teratojenik ve kanserojenik etkilerinin de olduğu son yıllarda yapılan çalışmalarla saptanmıştır.

Pestisit uygulamasıyla tarımsal üründe kalabilecek kalıntı miktarı çeşitli faktörlere bağlıdır. Bunlar;

- a) uygulamanın yapıldığı bitki çeşidi,
- b) etkili maddenin kimyasal yapısı ve özellikleri,
- c) kullanım dozu ve tekrarı,
- d) etkili maddenin formülasyonu,
- e) uygulama ile hasat arasındaki geçen süre,
- f) uygulama anında/sonunda çevre ve iklim koşulları,
- g) hasattan tüketime kadar uygulanan işlemler
- h) ilacın formülasyonu ve uygulama dozunun fazla olması,
- i) killi toprak tipinin pestisitlerin birikimini artırması,
- j) toprak sıcaklığı,
- k) toprağın işlenmesi,
- l) bitki örtüsü
- m) toprağın mikroorganizma içeriğidir.

7.2. Hedef Olmayan Organizmalar Üzerine Etkisi

Pestisit uygulamasının % 0.015- 6.0'sı hedef alınan canlı üzerine ulaşmakta, geri kalan % 94-99.9'luk kısım ise agroekosistemde hedef olmayan organizmalara ve toprağa ulaşmakta yada çevredeki doğal ekosistemlere sürüklenme ve akıntı nedeniyle kimyasal kirleticiler olarak sulara karışmaktadır [19].

Hemen bütün insektisitler spesifik olmadıkları için sadece hedef organizmaları öldürmez, omurgalı ve omurgasız diğer organizmaları da etkilerler. Zararlı etkilerin şiddeti, insektisit ve formülasyonun

tipine, uygulama şekline ve tarımsal arazinin ve üretimin tipine bağlı olarak değişmektedir. Bilinen yan etkiler şunlardır: (i) arılar, kuşlar ve balıklar, mikroorganizmalar ve omurgasızlar gibi hedef olmayan organizmalarda ölümler, (ii) kuş, balık ve diğer organizmalarda üreme potansiyelinin azalması, (iii) hedef olmayan organizmalarda dayanıklılık oluşması sonucu insanlara hastalık taşıyan böcek ve parazitlerin kontrolden çıkması, (iv) ekosistemin yapısının ve türlerin sayılarının değişmesi gibi uzun dönemli etkiler.

7.3 Organizmalarda Pestisitlere Karşı Dayanıklılık Oluşumu (Duyarlılık Azalışı)

Pestisitlerin piyasa ömrünü, insan sağlığını ve çevreye etkililiğini en fazla etkileyen olayların başında pestisitlere karşı organizmaların duyarlılık azalışı gelmektedir. Bir pestisite organizmaların duyarlılığı azaldıkça, o pestisit etkinliği de azalmaktadır. Uygulayıcı ise, eski etkinliği elde edebilmek için devamlı doz yükseltmesine gitmektedir. Böylece artan dozlara paralel olarak çevrede pestisit kalıntıları daha fazla yoğunlaşmaya başlamaktadır. Organizmalarda oluşan çeşitli tipteki dayanıklılıklar sonucunda pestisit etkinliğindeki azalmayı aşmak için daha yüksek dozlarda uygulama gerekirken, bu da hem maliyetin artmasına ve bitkilerde fitotoksiteye neden olmakta, ürün veriminde azalmalara yol açmakta, hem de üründe ve çevrede kalıntı miktarının ve kirliliğin artmasına neden olmaktadır. 1970'de dayanıklı olarak saptanan tür sayısı 244 iken, 1980'de bu sayı 428'e yükselmiştir. Pestisitlere duyarlılık azalışı iki yolla olur; adaptasyon ve dayanıklılık. Adaptasyonda, bir organizmanın genetik yapısında değişiklik olmaksızın, bir kimyasal maddeye uyum göstermesi sonucu duyarlılığın azalmasıdır. Ancak dayanıklılıkta, organizmanın duyarlılığı genetik yapısındaki bir değişiklik sonucu azalmaktadır. Buna göre, dayanıklılık bir mutasyondur ve geri dönüşümü yoktur. Adaptasyonda ise, söz konusu pestisiti kullanımı durdurularak organizma yavaş yavaş tekrar eski duyarlılığını kazanabilir. Türkiye gibi, pestisitlerin bir ölçüde bilinçsiz kullanıldığı ülkelerde dayanıklılık kadar adaptasyon da ekonomik açıdan önem taşımaktadır. [9].

7.4. İnsanlar Üzerine Etkileri

Pestisitlerin insanlarda toksik olmaları nedeniyle mücadelede çalışan herkesin bunların kullanımı sırasında meydana gelebilecek potansiyel zarardan sakınmaları gerekir. İnsanların pestisitlere maruz kalması mesleki zehirlenmeler veya kaza ile meydana gelebilmektedir. Her iki tür zehirlenmenin ana nedenleri: i) halkın bu konuda yetersiz eğitime sahip olması ve pestisitlerin toksisite potansiyellerinin bilinmemesi, ii) uygun olmayan koşullarda depolama, iii) kaza ile saçılma sonucu gıdalara bulaşması, iv) dikkatsiz yükleme ve taşıma, v) yıkanmamış pestisit kaplarının kullanımı, vi) genel bakım ve atık değerlendirme işlemleri olarak sayılabilir [19].

7.5. Çevre Üzerine Etkileri

Pestisitlerin uygulamadan sonra çevredeki ekosistemdeki akıbetleri, toprak-bitki ve atmosfer sisteminde cereyan eden olumsuz olaylar yukarıda özetlenmiştir. Pestisitlerin aşırı ve bilinçsiz kullanımları veya kısaca IPM ilkeleri doğrultusunda kullanılmaması her zaman çevre için bir risk oluşturmaktadır.

7.6. Gıdaların Kontaminasyonu

Bitkinin doğrudan yolla veya toprakta kalan pestisiti kendi bünyesine alması ve bu bitkilerin insan gıdası veya hayvan yemi olarak kullanılması sonucunda pestisitler insanların gıda zincirine girmektedirler.

Kimyasal mücadele, belirtilen riskler nedeniyle titizlikle yapılması gereken bir iştir. Bu riskleri minimuma indirmek için uygulama sırasında gerekli her türlü önlem alınmalıdır.

8. PESTİSİTLERİN GÜVENLİ VE ETKİLİ UYGULAMA KOŞULLARI

İnsan ve çevre sağlığı yönünden tarım alanında kullanılan ilaçlarının olumsuz etkilerine karşı değişik önlemler alınmalıdır [19]. Pestisitlerin çevre ve kalıntı açısından en uygun kullanım koşulları ve dikkat edilmesi gereken noktalar aşağıdaki şekilde özetlenebilir;

a) Ülkemiz insanının gıda güvenirliliğinin sağlanması ve çevreyi ve dış ticaretimizi koruyabilmek amacıyla pestisit kullanımı çok

bilinçli ve kontrollü yapılmalıdır. AB ve ABD de çevreyi ve sağlığı olabildiğince az etkileme potansiyelindeki düşük riskli ya da çevre dostu pestisitlere öncelik verilmektedir.

- b) ABD Çevre Koruma Örgütü (US EPA)' ne göre insan sağlığına düşük etkili, hedef dışı organizmalara düşük zehirli, yeraltı sularını kirletme potansiyeli düşük olanlar, zararlı organizmalarda dayanıklılık riski düşük olan pestisitler seçilmelidir.
- c) Çevre ve insanı tek bir sistem olarak gören sürdürülebilir tarım uygulanmalıdır. Bu amaçla Entegre Ürün Yönetimi (Integrated Crop Management) ve Entegre Mücadele Yönetimi (Integrated Pest Management-IPM) sistemi geliştirilmiştir. IPM; kültürel, fiziksel, mekanik, biyolojik, biyoteknolojik mücadele ve pestisit uygulamalarının, zararlıyı kontrol edebilecek uygun metotla, en ekonomik yolla, çevre ve insana en az zararlı, koordineli olarak uygulanmasıdır.
- d) Kimyasal mücadele IPM görüşü içerisinde çevre ve insan sağlığı açısından olabildiğince düşük riskli pestisitlerle yapılmalıdır [8].
- e) Hedef alınan pestin biyolojisine göre en etkin ilaçlama zamanı seçilmelidir.
- f) En etkin metot, azami koruma önlemleri olarak uygulanmalıdır.
- g) İlk etkisi kuvvetli, kalıcılığı daha kısa süren pestisit seçilmelidir.
- h) Son ilaçlama ile hasat arasındaki süreye dikkat edilmelidir.
- i) Uygulama aletinin bakım ve kalibrasyonu yapılmalıdır.
- j) Kimyasal karışım uygulama yerinde yapılmalıdır.
- k) Mümkünse doğaya ve faydalı canlılara en az zarar veren ilaç seçilmelidir.
- l) Önerilen dozda pestisit uygulaması yapılmalıdır.
- m) Uygulama öncesi gerekli önlemler alınmalı, uygulayıcılar eğitilmelidir.
- n) Ambalajı bozuk tarım ilaçları satın alınmamalı, bunlar çocuklardan, yiyecek ve içecek maddelerinden uzak güvenli yerlerde bulundurulmalıdır.
- o) Uygulama uygun hava şartlarında, rüzgârsız havada ve günün serin saatlerinde yapılmalıdır.
- p) Uygulama sırasında herhangi bir şey yenmemeli, içilmemeli gözler ovuşturulmamalı,

- ağza dokunulmamalı, ilaçlama sonrası elbise değiştirilip eller ve yüz bol sabunlu su ile yıkanmalıdır.
- q) ö) Uygulamalar çocuklara yaptırılmamalı ve ilaçlama alanından diğer işçiler de uzaklaştırılmalıdır.
- r) İlaçlama sırasında çiftlik hayvanları uzak tutulmalı, ilaçlanan alana belli bir süre geçmeden hayvan sokulmamalıdır. Bu amaçla, ilaçlı sahaya girişi engelleyecek uyarı levhaları asılmalıdır.
- s) Kullanılan alet ve yardımcı kaplar iş bittikten sonra iyice yıkanmalı, boşalan ilaç kapları yakılarak ya da çok derinlere gömülerek imha edilmelidir.
- t) Çevredeki arı yetiştiricileri uyarılmalı, kovanlar bir süre kapatılmalıdır [20].

9. PESTİSİT KALINTILARI VE AB ÜLKELERİ

AB 2002 yılından bu yana Hızlı Alarm Sistemi (Rapid Alert System for Food and Feed) ile AB ülkelerine giden ürünlerde kalıntı açısından uygun olmayanları web sitesinde yayımlamaktadır (Çizelge 2). Ülkemizde yürütülen kalıntı analiz çalışmaları sonuçlarına göre, pestisit kalıntısı açısından riskli ürün sayısının çok az olduğu bildiriliyorsa da, Hızlı Alarm Sistemi sonuçlarına göre AB ye giden ürünlerimizde pestisit kalıntısı bulunması dikkat çekmektedir. Bu anlamda uluslararası ticarete kalıntı analizlerinin, doğruluğu, güvenilirliği gündeme gelmektedir. İşte bu gerekçelerle; pestisit kalıntı analizlerinde Kalite kontrol/kalite güvencesi (QA/QC, OECD-GLP, HACPP, ISO17025, akreditasyon) sistemleri geliştirilmiştir [9, 21, 22, 23].

9.1. Eurepgap (Globalgap) ve İyi Tarım Uygulamaları

Son yıllarda, sivil toplum örgütlerinin ve tüketicilerin baskılarıyla, pestisitlerin çevreye ve sağlığa daha az zarar verecek biçimde kullanılması giderek önem kazanmış ve gıda güvenliği sorunlarının çözümünde; ekonomik açıdan karlı, sosyal açıdan yaşanabilir, çevreye zarar vermeyen ve sürdürülebilir kalkınmayı sağlayan politikalar geliştirilmeye başlanmıştır.

Bu gelişmeler çerçevesinde, 1990'lı yılların sonlarında Amerika Birleşik Devletleri Tarım Bakanlığı (USDA) ve Gıda ve İlaç Dairesi (FDA) tarafından, taze olarak tüketilen yaş meyve sebzelere gıda güvenliğinin sağlanması amacıyla İyi Tarım Uygulamaları (İTU) başlatılmıştır. Yine aynı dönemlerde Dünya Gıda Teşkilatı (FAO) da İTU'nun prensipleri üzerine çalışmalar başlatmıştır. Bununla birlikte, Avrupa Perakendecileri Ürün Çalışma Grubu (Euro Retailer Produce Working Group) tarafından 1999 yılında hazırlanan EurepGAP (Euro Retailer Produce Working Group Good Agricultural Practises) Protokolü ile yaş meyve sebze de iyi tarım uygulamalarının esasları belirlenerek, kendilerine ürün veren tüm üretici ve tedarikçilerinden bu esaslara uyulması talep edilmiştir.

EUREPGAP sertifikasını, sadece çevreye ve sağlığa zarar vermeden üretim yapan ve ürünlerinde çevre ve sağlık açısından zararlı kalıntılar yada bulaşmalar olmayan kuruluşlar alabilmektedir. Sertifikası olmayan kuruluşlar AB ye sebze ve meyve gönderememektedir. EUREPGAP Protokolü, bitkinin toprağa ekiminden (tohumdan) paketlenmiş ürüne kadar süre gelen tarımsal üretim sürecini kapsamaktadır. Protokolün temel aldığı konular şunlardır;

Gıda Güvenliği: HACCP ilkelerinin uygulanmasından elde edilen gıda güvenliği kriterlerine dayalıdır.

Çevre Koruma: Tarımsal üretimin çevre üzerindeki olumsuz etkilerini minimuma indirmek için tasarlanmış olan çevre koruma iyi tarımsal uygulamalarından oluşmaktadır.

Mesleki Sağlık, Güvenlik ve Refah: Sosyal konularla ilgili olarak gösterilen bilinç ve sorumluluğun yanı sıra üretim yerleri hakkında global düzeyde mesleki sağlık ve güvenlik kriterleri belirler; ancak kurumsal sosyal sorumluluk hakkında derinlemesine yapılan denetimlerin yerini tutamaz.

Hayvan Refahı: Üretim yerleri hakkında global bir hayvan refahı kriteri düzeyi belirler.

9.2. Dünyada ve Türkiye’de Pestisit Kalıntı Limitleri

Ürünlerde bulunabilecek maksimum kalıntı limitleri (MRL) konusunda her ülkenin ulusal MRL listesi ve vardır. Ancak son yıllarda globalleşen dünyada özellikle uluslararası ticarete problem yaşanmaması için MRL konusunda uluslararası arenada geçerliliği olabilecek MRL listeleri daha fazla önem kazanmaktadır. Bu konuda FAO Kodeks limitleri ve Avrupa birliği (AB) limitleri uluslararası anlamda önemlidir. Bazen bu iki sistemin harmonizasyonu gündeme gelmektedir. Ülkemizde AB uyum sürecinde MRL listemiz, AB MRL listesi ile ters düşmeyecek şekilde yeniden ele alınmış olup, 31 Aralık 2009 tarihli Resmi Gazetenin 6. mükerrer sayısında yayımlanmıştır. MRL değerleri her ne şekilde oluşturulursa oluşturulsun, liste yayımlandıktan sonra ülkesel hale gelmektedir. Kalıntı limitleri denilince 4 ayrı MRL listesinden bahsetmek mümkündür.

- a. *Türk Gıda Kodeksi: Gıda Maddelerinde Bulunmasına İzin Verilen Pestisitlerin Maksimum Kalıntı Limitleri Tebliği*, Resmi Gazete 31 Aralık 2009 Perşembe, 27449 (6. Mükerrer) Tebliğ No 2009/62; [23]
- b. *FAO Kodeks Limitleri*: [25]
- c. *Avrupa Birliği Limitleri*: [26].
- d. *EPALimitleri*: [27].

9.3. Kalıntı Açısından AB Ülkelerinin Durumu

AB’nin Hızlı Alarm Sistemi yoluyla internetten yayınladığı rapordaki, AB ülkelerine Türkiye’den giden ürünlerin uygun bulunmayan partiler açısından durumu Çizelge 2’de özetlenmiştir. (http://ec.europa.eu/food/food/rapidalert/index_en.htm).

Çizelgede görüldüğü gibi AB’ye ülkemizden gönderilen yiyecek ve yemlerin standartlara uygun olmayan parti sayısı oldukça yüksektir ve 2007’ye oranla bu sayı 2008’de artış göstermiştir. Türkiye uygun bulunmayan parti sayısı yönünden 2007’de 121 ülke arasında, 2008’de ise 125 ülke arasında 2. sırada yer almıştır. Ancak burada üzerinde durulması gereken diğer çok önemli bir konu daha vardır. Bilindiği gibi, Türkiye artık tarımsal ürünler açısından kendi kendine yeten ülkelere değildir ve birçok tarım ürününü dış ülkelere sağlar hale gelmiştir. AB ülkelerinin tüketilecekleri yiyecekler konusunda ne ölçüde titiz oldukları tüm dünyaca bilinmektedir. Bu çizelgede dikkati çeken bir diğer konuda pestisit tüketim miktarı ile uygun bulunmayan parti sayısı arasında direk bir ilişkinin olmadığıdır. Örneğin, 13.8 kg/ha lık tüketim ile Hollanda 2008 de 63 uyarı almışken, 2.6 kg/ha ile Almanya 137 uyarı almıştır. Acaba, dış alım yoluyla Türkiye’ye giren tarım ürünlerinin kalitesi nedir ve bunlar ne ölçüde kontrol edilmektedir? AB ülkelerine Türkiye’den gönderilen bitkisel ürünlerden yıllara göre uygun olmayan parti sayıları, uygun olmama nedenleri Tablo 3’de özetlenmiştir. Çizelge 3 göstermektedir ki, AB ülkelerine gönderilen bitkisel ürünlerin uygun bulunmamasındaki en önemli neden, ülkemizde tarımsal mücadelenin gelişmiş ülkeler standartlarında yapılmamasıdır. Bu çerçevede içinde, ülkemiz insanının gıda güvenliği açısından durumu, değerlendirilmesi gereken önemli bir konudur [9].

Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 26(2): 154-169 (2010)

Tablo 2. AB ülkelerine gıda ve yem ihraç eden 10 ülkenin gönderdikleri partilerden 2007 ve 2008 yıllarında uygun bulunmayanların sayıları ve bu ülkelerde birim alana tüketim miktarları

| Ülke | Pestisit tüketimi (kg/ha) | Uygun bulunmayan parti sayısı | |
|----------------|------------------------------|-------------------------------|------|
| | | 2007 | 2008 |
| Hollanda | 13.8 | 52 | 63 |
| Yunanistan | 13.5 | 32 | 20 |
| İtalya | 9.3 | 73 | 104 |
| İrlanda | 8 | 11 | 11 |
| İngiltere | 6.4 | 52 | 51 |
| Portekiz | 6 | 9 | 6 |
| Fransa | 5.6 | 109 | 94 |
| İsveç | 4.4 | 10 | 12 |
| Lüksemburg | 4.4 | 0 | 3 |
| Avusturya | 4 | 10 | 29 |
| <u>Almanya</u> | 2.6 | 122 | 137 |
| İspanya | 2.3 | 178 | 115 |
| Danimarka | 1.7 | 34 | 39 |
| Belçika | 1.2 | 40 | 38 |
| Finlandiya | 1.2 | 2 | 1 |
| Türkiye | 0.7 | 294 | 309 |
| Çin | | 355 | 500 |
| İran | | 133 | 174 |
| Hindistan | | 86 | 159 |
| ABD | | 191 | 153 |
| Tayland | | 93 | 156 |
| Polonya | | 77 | 73 |
| Brezilya | | 58 | 62 |
| Arjantin | | 48 | 58 |
| Vietnam | | 45 | 56 |
| Mısır | | 35 | 49 |
| Endonezya | | 26 | 15 |
| Singapur | | 10 | 6 |

Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 26(2): 154-169 (2010)

Tablo 3. Türkiye’den AB ülkelerine gönderilen bitkisel ürün partilerinden uygun bulunmayanların sayısı ve uygun bulunmama nedenleri (http://ec.europa.eu/food/food/rapidalert/index_en.htm)

| Yıl | Uygun bulunmayan parti sayısı | Uygun bulunmama nedeni |
|--------------------|-------------------------------|---|
| 2004 | 182 | 16 parti-pestisit kalıntısı 88 parti-toksin kalıntısı 78 parti-diğer (Sudan boyları, küf, bakteri, böcek vs.) |
| 2005 | 202 | 34 parti-pestisit kalıntısı 129 parti- toksin kalıntısı 39 parti- diğer (Sudan boyları, küf, böcek vs.) |
| 2006 | 252 | 27 parti-pestisit kalıntısı 167 parti- toksin kalıntısı 58 parti- diğer (Sudan boyları, küf, böcek vs.) |
| 2007 | 294 | 32 parti-pestisit kalıntısı 198 parti-toksin kalıntısı 64 parti-diğer (Sudan boyları,küf, böcek vs) |
| 2008 | 309 | 60 parti-pestisit kalıntısı 203 parti-toksin kalıntısı 46 parti-diğer (Sudan boyları, küf, böcek vs.) |
| 2009 | 280 | 35 parti-pestisit kalıntısı 179 parti-toksin kalıntısı 66 parti-diğer (küf, böcek, bakteriyel kirlenme vs.) |
| 2010 (7 Ekim 2010) | 152 | 38 parti-pestisit kalıntısı 47 parti-toksin kalıntısı 67 parti-diğer (küf, böcek, bakteriyel kirlenme vs.) |

10. SONUÇ

Tarımsal sistemin ayrılmaz bir parçası olan pestisit kullanımının sadece avantajlı yönlerinden yararlanıp, olumsuz etkilerinden kaçınmak için tarımsal mücadelenin bilinçli olarak IPM ilkeleri doğrultusunda yapılması gerekmektedir. Ayrıca tarım ürünlerindeki kalıntı sorunlarının önüne geçebilmek için de laboratuvarlarda kalıntı analiz metotlarının

sıklıkla valide edilmesi, metodun geçerliliğinin dokümanite edilen delillerle kontrol edilmesi ve ISO 17025 ve OECD GLP gibi uluslararası kalite kontrol (QC) ve kalite güvencesi (QA) sistemlerine göre çalışılması gerekmektedir [28, 29, 30].

KAYNAKLAR

1. Turabi, M.S., Bitki Koruma Ürünlerinin Ruhsatlandırılması. Tarım İlaçları Kongre

Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 26(2): 154-169 (2010)

- ve Sergisi, TMMOB Zir. Müh Odası ve TMMOB Kimya Müh Odası, Bildiriler Kitabı, s:50-61, 25-26 Ekim 2007.
2. Öncüer C., "Tarımsal Zararlılarla Savaş Yöntemleri ve İlaçları" İzmir, 1995;
 3. Toros, S., et. al., Tarımsal Savaş Yöntemi ve İlaçları, Ankara, 1999.
 4. Dağ, S., et. al., Türkiye' de Tarım İlaçları Endüstrisi ve Geleceği, V. Türkiye Ziraat Mühendisliği Teknik Kongresi Bildirileri 2. Cilt, TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası, Ankara, s. 933-958, 17-21 Ocak 2000.
 5. <http://www.tarimsalpazarlama.com/makale.php?id=3051>, (Erişim 13.01.2009)
 6. Oskam, AJ., Vijftines, R.N.A., and Graveland, C. Additional E. U. policy instrumans for plant protection. Wageningen Agricultural University, the Netherlands, 1997.
 7. Turabi, M. S. Türkiye Cumhuriyeti'nde tarımsal ilaç, teşkil ve ruhsat sistemi. Tarımsal İlaçlar ve Organik Tarım Konferansı, TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası, Lefkoşa, KKTC, 9 Haziran 2004.
 8. Delen, N. Fungisitler. Nobel Yayın Dağıtım. Nobel Yayın No: 1360, Ankara Kasım, 2008.
 9. Durmuşoğlu, E ., Tiryaki, O., Canhilal, R. Türkiye'de Pestisit Kullanımı, Kalıntı ve Dayanıklılık Sorunları, VII. Türkiye Ziraat Mühendisliği Teknik Kongresi, TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası, Ankara, Bildiriler Kitabı 2:589-607, 11-15 Ocak 2010.
 10. Kansu, İ. A., Genel Entomoloji, Kıvanç Basımevi, 426 s, 1994.
 11. Tiryaki, O. "The Use of Nuclear and Related Techniques in Plant Protection and Pesticide Residue Research in Turkey", In "National workshop The use of Nuclear and Related Techniquesin Soil-Plant-Water-Nutrient Relations" (¹³C, ¹⁵N, ³²P, Neutron Probe and Enviroscan Techniques)" 27-30 November 2006 Soil and Fertilizer Research Institute, Ankara, Turkey. Lecturer
 12. http://tr.wikipedia.org/wiki/Dünya_nüfusu (Erişim tarihi:13.09.2009)
 13. Yılmaz, A., İnci, A., Tunçbilek, A.Ş., Yeşilöz, H., Koçak, O., Şirin, Ü., İça, A., Yıldırım, A., Demircioğlu, A., Düzlü, Ö., Orta Kızılırmak Havzasında (Simulium (Wilhelmia) lineatum) (Diptera: Simuliidae) İstilas. Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 4 (2), 91-96, 2007.
 14. Führ, F. Fate of herbicide chemicals in agricultural environment with particular emphasis on the application of nuclear techniques. Agrochemicals Fate in Food and Environment, IAEA, p.99-111, Vienna, 1982.
 15. Führ, F. Radiotracers in pesticide studies - Advantages and limitations. Ciencia e Cultura, (43:3), 211-216, 1991.
 16. Tiryaki, O. ¹⁴C-trifluralinin kavun bitkisindeki absorpsiyon translokasyon ve metabolizması, Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 1995.
 17. Tiryaki, O. "Pestisit Kalıntısı Araştırmalarına Genel Bakış," Nükleer Tekniklerin Tarımda Uygulanması Kursu, Antalya, 16-20 Aralık 2002.
 18. Tunçbilek, A.Ş., Ayvaz, A., Saatçi, E. Pestisitlerin Çevreye Etkisi ve Yayılma Yolları. Kayseri I. Atık Sempozyumu, Kayseri, Bildiri Kitabı, s. 316-325, 22-24 Haziran 1998.
 19. Yıldız, M., Gürkan, O., Turgut, C., Kaya, Ü., Ünal, G. Tarımsal Savaşımında Kullanılan Pestisitlerin Yol Açtığı Çevre Sorunları VI. Türkiye Ziraat Mühendisliği Teknik Kongresi, TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası, Ankara, 3-7 Ocak 2005.,
 20. Yücer, M. Ruhsatlı Tarım İlaçları. (Registrated Agrochemicals in Turkey). Hasad yayıncılık, İstanbul, 2007.
 21. Method validation and quality control procedures for pesticide residue analysisin food and feed, European Commission DG SANCO, N° SANCO/2007/3131/31 October 2007.
 22. Tiryaki, O. "İyi Laboratuvar Uygulamaları (OECD Good Laboratory Practices – GLPs)," TAEK/SANAEM Semineri, Uygulama Bölümü, Tarım Birimi, Saray, Ankara; 05.03.2008.
 23. Tiryaki, O., ve Baysoyu, D. The Use of Radiotracer Techniques for QA/QC

Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 26(2): 154-169 (2010)

- Principles in Pesticide Residue Analysis
Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tarım
Bilimleri Dergisi 13 (2):108-113, 2007.
24. <http://www.kkgm.gov.tr/mev/kodeks.html>
http://www.kkgm.gov.tr/TGK/Tebliğ/2008_41.html
 25. http://www.codexalimentarius.net/mrls/pestdes/jsp/pest_q-e.jsp
 26. http://ec.europa.eu/sanco_pesticides/public/index.cfm
 27. <http://www.epa.gov/opp00001/food/viewtols.htm>
 28. Visi, E. Quality Assurance/Quality Control in pesticide residue laboratories. Possibilities of controlling the various analytical steps. FAO/IAEA Training and Reference Centre for Food and Pesticide Control Training workshop on Introduction to QC/QA measures in Pesticide Residue Analytical Lab. IAEA's Laboratories Seibersdorf; Austria, 17 June-26 July 2002.
 29. Tiryaki, O. Method validation for the analysis of pesticide residues in grain by thin-layer chromatography. Accreditation and Quality Assurance(2006), 11 (10):506-513, 2006.
 30. Tiryaki, O., ve Aysal, P. Pestisit kalıntı analizlerinde metotların geçerli kılınması, VIII. Ulusal Nükleer Bilimler ve Teknolojileri Kongresi, Türkiye Atom Enerjisi Kurumu-Erciyes Üniversitesi Kayseri, Bildiri Özetleri :61, 15-17 Ekim 2003.