



Teoriden Pratiğe

KİMYASAL MÜCADELE

Editör:
Dr. Nevzat BİRİŞİK



Yazarlar:

Dr. Nevzat BİRİŞİK
Dr. Ayşe ÖZDEM
Dr. Aynur KARAHAN
Mustafa SEZGEN
Dr. Sait ERTÜRK
Dr. Mustafa ALKAN
Dr. Emel ÇAKIR
Emine Arzu ELİBÜYÜK
Ercan KOCA
Dr. Pelin AKSU

Faruk DOĞAN
Dr. Arzu AYDAR
Dr. Yasemin SABAHOĞLU
Dr. Abdullah YILMAZ
Dr. Münevver KODAN Dr.
Yasemin GÜLER Gamze
ERDURMUŞ Nuran YİĞİT
Dr. Vildan BOZKURT
Ali Faik YILDIRIM
Dr. Yunus BAYRAM

Gıda ve Kontrol Genel Müdürlüğü
1. BASKI ANKARA 2018



TEORİDEN PRATİĞE KİMYASAL MÜCADELE

Editör
Dr. Nevzat BİRİŞİK

Yazarlar

Dr. Nevzat BİRİŞİK
Dr. Ayşe ÖZDEM
Dr. Aynur KARAHAN
Mustafa SEZGEN
Dr. Sait ERTÜRK
Dr. Mustafa ALKAN
Dr. Emel ÇAKIR
Emine Arzu ELİBÜYÜK
Ercan KOCA
Dr. Pelin AKSU
Faruk DOĞAN

Dr. Arzu AYDAR
Dr. Yasemin SABAHOĞLU
Dr. Abdullah YILMAZ
Dr. Münevver KODAN
Dr. Yasemin GÜLER
Gamze ERDURMUŞ
Nuran YİĞİT
Dr. Vildan BOZKURT
Ali Faik YILDIRIM
Dr. Yunus BAYRAM

Bu kitap; bitki sağlığının en önemli yöntemlerinden biri olan kimyasal mücadeleleyi ayrıntıları ile anlatmak amacıyla Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü (TAGEM) ile Ankara Ziraai Mücadele Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü (AZMMAE) tarafından hazırlanarak Gıda ve Kontrol Genel Müdürlüğünce (GKGM) yayınlanmıştır. Kitabın tüm hakları Fikir ve Sanat Eserleri Kanunu gereğince Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı'na aittir.

Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığının yayım faaliyeti kapsamında sınırlı sayıda basılmış olup, ücretsiz dağıtılmaktadır. Hiçbir surette para ile satılamaz.

ISBN: 978-605-2207-13-0

1. BASKI: 2018 - 5000 ADET

Tasarım ve Baskı Hazırlık

Atakan İNCEKLİ

atakanincekli@yahoo.com

Telefon : 0532 433 73 54

Baskı

Matsa Basımevi

İvedik O.S.B., Matbaacılar Sitesi 1514. Sokak No: 42

Yenimahalle / ANKARA

Telefon : 0 (312) 395 20 54

Faks : 0 (312) 395 20 54

İÇİNDEKİLER

Sayfa

1. TEORİDEN PRATİĞE KİMYASAL MÜCADELE VE GELECEK STRATEJİSİ	17
1.1. Giriş	17
1.2. Kimyasal Mücadeleye Genel Bakış	28
1.3. Türkiye’de Kimyasal Mücadele	34
1.4. Kimyasal Mücadelede Avantajlar, Sorunlar, Fırsatlar ve Riskler	39
1.5. Türkiye’nin Kimyasal Mücadele Vizyonu ve Stratejisi	43
2. DÜNYADA VE TÜRKİYE’DE KİMYASAL MÜCADELE	51
2.1. Dünyada Kimyasal Mücadele	52
2.2. Türkiye’de Kimyasal Mücadele	58
3. BİTKİ KORUMA ÜRÜNLERİNİN İÇERİĞİ, YAPISI VE FORMÜLASYON TİPLERİ	73
3.1. Aktif Madde, Yardımcı Madde, Formülasyon	74
3.2. Bitki Koruma Ürünlerinin Sınıflandırması	76
3.3. Formülasyon Tipleri ve Özellikleri	78
3.3.1. Sıvı formülasyonlar	78
3.3.1.1. Suda çözünen konsantre SL (Soluble Concentrate)	78
3.3.1.2. Emülsiyon (emülsiyeye olabilen) konsantre EC (Emulsifiable Concentrate)	79
3.3.1.3. Düşük hacimli sıvı ULV (Ultra-Low Volume Liquid)	80
3.3.1.4. Süspansiyon konsantre SC (Suspension Concentrate)	80
3.3.1.5. Kapsül süspansiyon CS (Capsule Suspension)	82
3.3.1.6. Suda yağ emülsiyonu EW (Emulsion, Oil in Water)	83
3.3.1.7. Tohum ilaçlaması için akıcı konsantre FS (Flowable Concentrate for Seed Treatment)	83
3.3.1.8. Yağda dağılan OD (Oil Dispersion)	83
3.3.2. Katı formülasyonlar	84
3.3.2.1. Toz DP (Dustable Powder)	84
3.3.2.2. Granül GR (Granule)	84
3.3.2.3. Islanabilir toz WP (Wettable Powder)	85
3.3.2.4. Suda çözünen toz SP (Water Soluble Powder)	85
3.3.2.5. Suda dağılan granül WG (Water Dispersible Granules)	86
3.3.2.6. Suda çözünen granül SG (Water Soluble Granule)	87
3.3.2.7. Kuru tohum ilacı DS (Powder for Dry Seed Treatment)	87
3.3.3. Yeni geliştirilen formülasyonlar	87
3.3.3.1. Süspoemülsiyon SE (Suspo-Emulsion)	87
3.3.3.2. CS ve SC’nin karışımı formülasyonlar ZC	88
3.3.3.3. CS ve EW’nin karışımı formülasyonlar ZN	88
3.3.3.4. CS ve SE’nin karışımı formülasyonlar ZE	88
3.4. Bitki Koruma Ürünlerinin Birbiriyle Karıştırılması	88
3.4.1. Bitki koruma ürünlerinde etkileşim	88

3.4.1.1. Kümülatif etki	89
3.4.1.2. Antagonistik etki	89
3.4.1.3. Sinerjistik etki	89
3.4.1.4. Artırma etkisi	89
3.4.2. Kimyasal ve fiziksel uyum	89
3.4.3. Pestisit karışımlarında karşılaşılan bazı olumsuz durumlar	90
3.4.4. Karışım için bilgi kaynağı ve karışımın test edilmesi	90
3.4.4.1. Kavanoz testi	91
3.4.4.2. Tarla testi	92
3.4.5. Tank karışımları	92
4. ETKİ MEKANİZMALARINA GÖRE PESTİSİTLERİN SINIFLANDIRILMASI	99
4.1. İnsektisitlerin Etki Mekanizması	99
4.2. Fungisitlerin Etki Mekanizması	101
4.2.1. Etki şekline göre fungisitler	102
4.2.2. Etki mekanizmalarına göre fungisitler	103
4.3. Herbisitlerin Etki Mekanizmaları	106
4.3.1. Herbisitlerin etki mekanizmalarına göre sınıflandırılması	107
4.3.2. Fitotoksosite	116
5. BİTKİ KORUMA ÜRÜNLERİNİN RUHSATLANDIRILMASI, İMALATI, KONTROLÜ, DEPOLANMASI, TAŞINMASI, SATIŞI VE BERTARAFI	123
5.1. Bitki Koruma Ürünlerinin Ruhsatlandırılması	124
5.2. Bitki Koruma Ürünlerinin İmalatı	127
5.3. Bitki Koruma Ürünlerinin Kalite Kontrolü	128
5.4. Bitki Koruma Ürünlerinin Taşınması	128
5.5. Bitki Koruma Ürünlerinin Depolanması	130
5.5.1. Bitki koruma ürünü üreticileri, toptancı ve bayiler için depolamada dikkat edilecek esaslar	131
5.5.2. Tarımsal üretim alanlarında bitki koruma ürünü depolanması	134
5.6. Bitki Koruma Ürünlerinin Satışı	135
5.7. Bitki Koruma Ürünlerinin Bertarafı	137
6. PESTİSİT UYGULAMA TEKNİKLERİ VE KALİBRASYON	147
6.1. Pülverizasyon Kalitesi	149
6.2. Meteorolojik Koşullar	151
6.3. Bitki Koruma Ürünü Uygulama Teknikleri	153
6.3.1. Bitki koruma ürünü uygulama tekniklerinin ayrıntılı sınıflandırılması	153
6.3.2. Pestisit uygulama tekniklerinin hacimsel sınıflandırılması	164
6.4. Kalibrasyon (Ayar)	165
6.4.1. Tarla ve bağ-bahçe pülverizatörlerinin kalibrasyonu	166
6.4.1.1. İlerleme hızının kontrolü	166
6.4.1.2. Meme verdisinin belirlenmesi	167

6.4.1.3. İlaç normunun belirlenmesi	168
6.4.1.4. İlaç deposuna eklenecek ilaç miktarının belirlenmesi;	169
6.4.2. Sırt pülverizatörlerinin kalibrasyonu	170
6.5. Bitki Koruma Ürünlerinin Çiftlik Arazisi İçinde Taşınması ve Hazırlanması	171
6.6. Pülverizatörlerin Seçim ve Bakım Tekniği	173
7. BİTKİ KORUMA MAKİNELERİNİN KULLANIMI VE YENİ TEKNOLOJİLER	181
7.1. Türkiye’de Bitki Koruma Makinelerinin Mevcut Durumu	181
7.2. Bitki Koruma Makinelerindeki Yeni Teknolojiler	184
7.2.1. Akıllı (Smart-Intelligent) pülverizatörler	184
7.2.1.1. Uzaktan algılama yöntemi	185
7.2.1.2. Ultrasonik algılama yöntemi	186
7.2.1.3. Lazer tarama ile algılama yöntemi	187
7.2.1.4. Termal görüntüleme yöntemi	187
7.3. Elektrostatik İlaçlama Tekniği	187
7.3.1. Kontrollü damla uygulamaları	191
8. PESTİSİTLERİN İNSAN SAĞLIĞINA VE ÇEVREYE OLAN ETKİLERİ	199
8.1. Pestisitlerin Etkileri, Teması ve Toksik Etki Sınıfları	200
8.2. Pestisitlerin Vücuda Alınma Yolları	202
8.3. Pestisitler ve İnsan Sağlığı	205
8.3.1. Pestisitler ve Kanseri İlişkisi	205
8.3.2. Pestisitlerin sinir sistemine (nörolojik) etkileri	208
8.3.3. Pestisitlerin üreme ve çoğalmaya etkileri	209
8.4. Pestisitlerin Çevreye ve Doğal Hayata Olan Etkileri, Tesbiti ve önlenmesi	212
8.4.1. Doğal düşmanlara etkisi	212
8.4.2. Pestisitlerin faydalı organizmalara olan yan etkilerinin belirlenmesi	215
8.4.3. Pestisitlerin doğal düşmanlar üzerindeki olumsuz etkisini azaltmak için önerilen tedbirler	216
8.4.3.1. Polinatör arılar, pestisitler ve korunma önerileri	217
8.4.3.2. Pestisitlerin balıklara ve suda yaşayan canlılara olumsuz etkileri ve önerilen tedbirler	221
8.4.4. Pestisitlerin toprak organizmalarına ve mikroorganizmalarına olumsuz etkileri	224
9. ZARARLI ORGANİZMALARIN PESTİSİTLERE KARŞI DİRENÇ GELİŞTİRMESİ VE DİRENÇ YÖNETİMİ	233
9.1. İnsektisitlere karşı direnç gelişimi ve önlenmesi	234
9.2. Fungisitlere Karşı Direnç Gelişimi ve Önlenmesi	238
9.3. Herbisitlere Karşı Direnç Gelişimi ve Önlenmesi	248
10. PESTİSİT KALINTILARI	257
10.1. Pestisitlerin Bitki ve Topraktaki Akıbeti (Davranışı)	260
10.2. Maksimum Kalıntı Limiti (MRL)	261
10.3. Pestisit Kalıntılarının Azaltılma Yolları	264

11. ENTEGRE MÜCADELEDE KİMYASAL MÜCADELENİN PRATİĞİ	281
11.1. Entegre Mücadele Neden Önemlidir	282
11.2. Entegre Mücadelede Cezbedici ve Tuzakların Kullanımı	284
11.3. Entegre Mücadelede Tahmin ve Erken Uyarı Sistemlerinin Kullanımı	286
11.4. Entegre Mücadelede Kullanılacak Bitki Koruma Ürünlerinin Seçimi	287
11.5. Entegre Mücadelenin Yaygınlaştırılması ve Teşvikler	288
12. BİTKİ KORUMA ÜRÜNLERİ VE MAKİNELERİNİN MEVCUT DURUMU, DENETİMİ VE İŞLEYİŞ PRATİĞİ	293
12.1. Bitki Koruma Ürünlerinin Mevcut Durumu ve Denetimi	294
12.2. Bitki Koruma Ürünlerinin Ruhsatlandırılması ve kısıtlamasına dair işlemler	295
12.3. Zirai Mücadele Alet ve Makineleri ile ilgili İzin ve Ruhsat işlemleri	298
12.4. Bitki Koruma Ürünleri ve Makineleri İçin Düzenlenen Belgeler	300
12.5. BKÜ'lerin Çevre ve Sağlık Risklerinin azaltılmasına yönelik faaliyetler	301
12.6. Bitki Koruma Ürünleri ve Makineleri ile ilgili Bilişim Uygulamaları	303
13. EKLER	307
Ek 1. Pestisit Formülasyon Tipleri ve Kodları	308
Ek 2. İnsektisit Direnç Çalışma Komitesi Etki Mekanizması Sınıflandırması	312
Ek 2.1 İnsektisitlerin etki mekanizmaları (Mode of Action, MoA) ve sınıflandırılması	312
Ek 2.2. Fungisitlerin etki mekanizmaları (Mode of Action, MoA) ve sınıflandırılması	319
Ek 2.3. Herbisitler ve etki mekanizmaları (Mode of Action, MoA)	320
Ek 3. Pestisitlerin Zararlılık ve Önlem İfadeleri	324
Ek 3.1. Fiziksel zararlılık ifadeleri	324
Ek 3.2. Sağlığa ilişkin zararlılık ifadeleri	326
Ek 3.3. Çevresel zararlılık ifadeleri	328
Ek 3.4. Bazı karışımlara ilişkin ilave etiket bilgileri	328
Ek 3.5. Önlem ifadeleri	328
Ek 3.5.1. Önlem ifadeleri — Genel	328
Ek 3.5.2. Önlem ifadeleri — Tedbir	329
Ek 3.5.3. Önlem ifadeleri — Müdahale	330
Ek 3.5.4. Önlem ifadeleri — Depolama	332
Ek 3.5.5. Önlem ifadeleri — Bertaraf	332
Ek 4. Faydalı İnternet Adresleri	333
EK 5. BKÜ'nin deneme yetki belgesi ile üretim ve iştilal izin belgeleri	334
EK 6. Bitki Koruma Ürünü İmal ve İthal Ruhsat Belgesi ve Etiket Örnekleri	335
EK 7. Zirai Mücadele Alet ve Makineleri ile ilgili imal izni, imal ve ithal ruhsatları	336

ÇİZELGELER ve ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge	
Çizelge 1.1. 2007-2015 yıllar bazında BKÜ ithalat, imalaet, ihracat ve kullanım verileri	39
Çizelge 1.2. Bitki sağlığında kullanılan mücadele yöntemlerinin karşılaştırılması	43
Çizelge 5.1. Tehlike sınıflarına göre kimyasalların depolanma durumları	133
Çizelge 5.2. Örnek bir kimyasal madde depolama çizelgesi	133
Çizelge 6.1. Damla bağıl boyutları (Hembree 2010)	149
Çizelge 6.2. Damla çapı sınıflandırmaları	150
Çizelge 6.3. İlaçlama yapılacak hedeflere göre optimum damla çapları (Matthews 1992)	151
Çizelge 6.4. 5 km/h rüzgar hızında damlaların hareketi (Anonymous 2009a)	151
Çizelge 6.5. Rüzgar koşulları ve uygulama tavsiyeleri	152
Çizelge 6.6. Pülverizasyon sınıfları	164
Çizelge 8.1. Akut toksisite tehlike kategorileri ve LD ₅₀ ve LC ₅₀ değerlerine göre tehlike tahminleri	202
Çizelge 8.2. Deride korozyon/irritasyon tehlike kategorileri ve önlemler	204
Çizelge 8.3. Gözde irritasyon tehlike kategorileri ve önlemler	204
Çizelge 8.4. Kansere neden olma kategorileri ve önlemler	208
Çizelge 8.5. Üreme sistemi toksisitesi kategorileri ve önlemler	212
Çizelge 8.6. Yan etki çalışmalarının değerlendirildiği laboratuvar, yarı tarla ve tarla sınıf değerleri	216
Çizelge 8.7. Kimyasal bileşiklerin tehlike sınıflandırmasındaki toksisite eşik değerleri	221
Çizelge 8.8. Sucul akut toksisite kategorileri ve önlemler	223
Çizelge 8.9. Sucul kronik toksisite kategorileri ve önlemler	224
Çizelge 9.1. Fungisitlerin FRAC kodları, kimyasal grup ve direnç riski	240
Çizelge 9.2. Fungisitleri karşı direnç riski yüksek olan funguslar	241
Çizelge 9.3. Fungisitlere karşı direnç riski orta derecede olan funguslar	242
Çizelge 9.4. Fungisitlere karşı direnç riski düşük olan funguslar	243
Çizelge 10.1. Bazı pestisitlere ait dönüşüm ürünleri ve kalıntı tanımları	258
Çizelge 10.2 Meyve suyu bileşim oranları ve sınıflandırılması	269
Çizelge 11.1. Bitki koruma ürünlerinin toplam risk değerlerine göre sınıflandırılması	288

ŞEKİL

Sayfa

Şekil 1.1. Akut Etki	29
Şekil 1.2. Kronik Etki	29
Şekil 1.3. Zirai mücadele yöntemlerinin zararlı organizmaları öldürme etkileri (Biyolojik Etki)	41
Şekil 3.1. Suda çözünen konsantre (SL)	78
Şekil 3.2. Emülsiyon konsantre formülasyonu (EC)	79
Şekil 3.3. Süspansiyon konsantre formülasyonu (SC)	81
Şekil 3.4. Kapsül süspansiyon CS formülasyonunun çalışma prensibi	82
Şekil 3.5. Tohum ilaçlaması için akıcı konsantre formülasyonu	83
Şekil 3.6. DP (toz) formülasyonu	84
Şekil 3.7. Granül formülasyonu (GR)	84
Şekil 3.8. SP formülasyonu ve su ile karışması	85
Şekil 3.9. WG formülasyonu ve su ile karışması	86
Şekil 3.10. Kuru tohum ilacı DS ve ilaçlanmış tohum	87
Şekil 5.1. Bitki koruma ürünleri veri tabanının Gıda ve Kontrol Genel Müdürlüğü internet sayfasında yer alan görünür yüzü	126
Şekil 5.2. Tehlikeli madde taşınmasına örnek gösterim	129
Şekil 5.3. Taşımada kullanılacak aracın önüne ve arkasına takılan yazılı turuncu levha örneği ve levhanın boyutları	129
Şekil 5.4. Atık yönetimi şeması	137
Şekil 5.5. Bitki koruma ürünü uygulamasında ortaya çıkan atıklar	140
Şekil 5.6. Tekirdağ ili, Muratlı ilçesinde yürütülen ambalaj atıklarının değerlendirilmesi projesi ile ilgili hazırlanan afiş	141
Şekil 5.7. ÇİÇEK Projesi için dağıtılan atık toplama konteynırı ve hazırlanan afiş	142
Şekil 6.1. Damla çapı ve yüzey alanı	150
Şekil 6.2. Farklı nispi nem oranlarında damlaların buharlaşma durumu	153
Şekil 6.3. Bant uygulaması	154
Şekil 6.4. Yüzey uygulama	154
Şekil 6.5. Bazal uygulama	155
Şekil 6.6. Çatlak ve yarık uygulaması	155
Şekil 6.7. Yönlendirilmiş uygulama	155
Şekil 6.8. Yaprak uygulaması	156
Şekil 6.9. Hatal-fital ve silecek uygulaması	156
Şekil 6.10. Toprak uygulaması	157
Şekil 6.11. Ağaç enjeksiyonu	157
Şekil 6.12. Kapalı alan uygulamaları	157
Şekil 6.13. Spot uygulama	158
Şekil 6.14. Sulama sistemi ile uygulama	159
Şekil 6.15. Tohum ilaçlaması	160

Şekil 6.16. Solarizasyon	160
Şekil 6.17. Zehirli yem kısmi dal ilaçlaması	161
Şekil 6.18. Gece uygulamaları	162
Şekil 6.19. Yerfıstığında gündüz ve gece kanopinin durumu	162
Şekil 6.20. Kalibrasyonda önemli parametreler	165
Şekil 6.21. İlerleme hızının kontrolü	166
Şekil 6.22. İlerleme hızının ilaç normuna etkisi	167
Şekil 6.23. Meme tipi ve basınç	167
Şekil 6.24. Meme verdisinin belirlenmesi	168
Şekil 6.25. Depo karışımının hazırlanması	169
Şekil 7.1. Sırt pülverizatörleri (a) ve atomizörü (b)	182
Şekil 7.2. Yardımcı hava akımlı bahçe pülverizatörleri	182
Şekil 7.3. Kule tipi yardımcı hava akımlı bahçe pülverizatörleri	183
Şekil 7.4. Hidrolik tarla pülverizatörleri	183
Şekil 7.5. Akıllı pülverizasyon sistemi	185
Şekil 7.6. Konvansiyonel ve ultrasonik uygulama tekniği	186
Şekil 7.7. Elektrostatik pülverizasyon tekniği	188
Şekil 7.8. Elektrostatik pülverizatörün çalışma prensibi	189
Şekil 7.9. Elektrostatik bağ-bahçe pülverizatörleri (ESS sprayer)	190
Şekil 7.10. Elektrostatik tarla pülverizatörleri (ESS sprayer)	190
Şekil 7.11. Elektrostatik sera pülverizatörleri (Kabassima and Parrela 1995)	190
Şekil 7.12. Döner diskli memeli el ve sırt pülverizatörleri (Micron sprayer)	191
Şekil 7.13. Döner diskli memeli bağ bahçe pülverizatörleri	192
Şekil 7.14. Döner diskli memeli yabancı ot ilaçlama makineleri (Micron sprayer)	192
Şekil 7.15. Döner diskli memeli sıra arası yabancı ot ilaçlama makineleri (Micron sprayer)	193
Şekil 8.1. Toksik maddelerin sucul organizmalarda biyobirikimi ve besin zinciri	222
Şekil 9.1. Seleksiyon baskısının etkisi	244
Şekil 9.2. Hedef yeri değişikliğinden kaynaklanan herbisit dayanıklılığı	250
Şekil 10.1. Pestisitlerin Maksimum Kalıntı Limitleri Yönetmeliği Rehberinin ön sayfa görünümü	262
Şekil 10.2. İşleme faktörleri veritabanında kurutulmuş ürünlerde bazı pestisitler için işleme faktörleri	272
Şekil 11.1. Ekonomik zarar eşiği ve ekonomik zarar düzeyi	282
Şekil 11.2. Entegre Mücadelede yöntemlerin yeri	284

ÖNSÖZ

Hızla artan dünya nüfusu, her geçen gün gıdaya olan talebi de artırmaktadır. Dünyada tarıma elverişli üretim alanlarının azalması, iklim değişikliği ve bitkisel üretimi sınırlayan zararlı organizmaların sayısının artması gibi riskler sürdürülebilir bitkisel üretimi tehdit etmektedir. Bu nedenle bitkisel üretimin her aşamasında önemli ekonomik kayıplara neden olan çok sayıda zararlı organizma bulunmaktadır. Günümüzde bitkisel üretimde zararlı organizmalarla mücadelede insan sağlığı, çevre ve doğal denge dikkate alınarak tüm mücadele metodlarının uyum içinde uygulandığı Entegre Mücadele Yöntemleri önem kazanmıştır.

Bu kapsamda Bakanlığımızın değerli bitki sağlığı uzmanları tarafından, ülkemizdeki zararlı organizmalarla mücadelede insan ve çevre sağlığını ön planda tutan ve tüm dünyada kabul gören “Entegre Mücadele” yaklaşımına uygun dört ciltlik bir kitap seti hazırlanmıştır. Bu kitaplarda bitki sağlığındaki temel mücadele yöntemleri olan “Kültürel Mücadele, Biyolojik Mücadele, Biyoteknik Mücadele ve Kimyasal Mücadele” konuları ele alınmıştır. Böylece ülkemizde bitki sağlığında görev alan tüm paydaşlar ve üreticiler için, zararlı organizmalarla mücadelede; yetiştiricilik pratiklerinin uygulanması, dayanıklı çeşit, faydalı mikroorganizma, yararlı böcek, feromon, tuzak ve pestisit kullanımı konusunda güncel ve pratik bilgiler sunulmuştur. Ayrıca tüm kitaplarda ülkemizin tarım politikaları ile uyumlu olacak şekilde Bakanlığımızın ilgili konulardaki yaklaşımı, stratejisi ve gelecek vizyonu da paylaşılmıştır.

Bakanlığımızın Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel M¼d¼rl¼ğ¼ (TAGEM) ile Gıda ve Kontrol Genel M¼d¼rl¼ğ¼ (GKGM)'n¼n gayret ve işbirliğı ile hazırlanan bu eserler Bakanlığımızca basılmış, ücretsiz olarak dağıtılarak üretici, akademisyen, sektör temsilcileri ve bu konuda çalışma yapan diğerkurum ve ilgililerinin hizmetine sunulmuştur. Bu eserlerin tüm¼ Bakanlığımız web sayfası üzerinden de ücretsiz olarak erişime açılmıştır.

Bu eserlerin hazırlanmasında ve basımında emeğı geçen her iki Genel M¼d¼rl¼ğ¼m¼z çalışanları ile Araştırma Enstitülerinin kıymetli araştırıcılarına teşekkür eder, bu eserlerin ÷lkemiz tarımına ve konu ile ilgili paydaşlara faydalı ve hayırlı olmasını temenni ederim.

Dr. Ahmet Eşref FAKIBABA
Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanı

TEŞEKKÜR VE ŞÜKÜR

Bitki sağığı mücadele uygulamalarının ana başlıklar altında kitaplaştırılarak üretici, teknisyen, tekniker, mühendis, danışman ve tüm ilgililerine ulaştırılması fikri 2010 yılında olgunlaşmıştır. Kitabın amacı ve içeriğı bugünkü adı Biyolojik Mücadele Araştırma Enstitüsü olan “Adana Zirai Mücadele Araştırma Enstitüsünde” Müdür olarak görev yaparken olgunlaştırılmış ve asıl amaç olarak araştırma ve uygulama faaliyetlerinden elde edilen tecrübenin sahaya aktarılması olarak benimsenmiştir. Geçen yedi yıllık süre zarfında Bakanlığımıza bağılı dört adet Zirai Mücadele Araştırma Enstitüsünün her biri için kendi uzmanlık ve görev alanlarıyla ilgili olarak mevcut teorik bilgiyi derlemek ve kendi pratik tecrübeleriyle harmanlayarak tarım sektörünün kullanımına sunmak için çalıştık. Bu uzun süre zarfında çok sayıda mesai arkadaşım ve bitki sağığı uzmanı ile birlikte büyük emekler harcayarak Bitki Koruma alanındaki ana mücadele yaklaşımını içeren dört ciltlik bir eser ortaya çıkardık. Bunlar;

- I. *Teoriden Pratiğı Biyolojik Mücadele (2012, Adana Biyolojik Mücadele Araştırma Enstitüsü)*
- II. *Teoriden Pratiğı Biyoteknik Mücadele (2013, Bornova Zirai Mücadele Araştırma Enstitüsü)*
- III. *Teoriden Pratiğı Kültürel Mücadele (2015, Diyarbakır Zirai Mücadele Araştırma Enstitüsü)*
- IV. *Teoriden Pratiğı Kimyasal Mücadele (2018, Ankara Zirai Mücadele Merkez Araştırma Enstitüsü)*

Bir insanın meslek hayatında yapabileceğı en güzel hizmet olan “Kalıcı Eser” hükmündeki bu kitapların yazımında emeğı geçen tüm bilim insanı mesai arkadaşlarıma teşekkür ediyorum. Bu kitapların yazımının planlanması, özellikle redaksiyonu, tasarımı, basımı ve dağıtımı esnasında çok büyük emeğı geçen isimsiz kahramanlar olan değerli mesai arkadaşlarım; Sayın Dr. Yunus Bayram, Dr. Suat Kaymak, Murat Şahin, Cahit Coşkun Altunoğılu, Yalçın Ocak ve Süha Dinçer’e de şükranlarımı sunuyorum.

Ayrıca bu eserlerin yazımı için harcanan zamanın büyük bir kısmının asıl hak sahipleri olan sevgili eşim ve kızıma teşvik ve sabırlarından dolayı sonsuz minnettarım, iyi ki varsınız !..

Son olarak; insanlığın kadim mesleklerinden biri olan “Ziraatçı”lığın onurlu bir üyesi olmayı nasip ettiği, bu alanda ülkemize ve insanlığa hizmet etmek için çok sayıda imkan verdiği ve bu eseri ortaya çıkarmaya fırsat tanıyarak bizleri “Sadaka-i Cariye” sahibi kılan Allaha’a (c.c) sonsuz şükürler olsun.

Dr. Nevzat BİRİŞİK

Mart 2018, Ankara



***TEORİDEN PRATİĞE
KİMYASAL MÜCADELE
VE GELECEK STRATEJİSİ***

Dr. Nevzat BİRİŞİK

Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürü



TEORİDEN PRATİĞE KİMYASAL MÜCADELE VE GELECEK STRATEJİSİ

1

Dr. Nevzat BİRİŞİK

Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürü

1.1 Giriş

Milattan Önce (M.Ö.) yaklaşık 9500 yılında başlayan “Tarım Devrimi” insanoğlunun yeryüzündeki hayat serüveninin en önemli dönüm noktasıdır. Tarım devrimi; insanoğlunun avcılık ve toplayıcılık yoluyla gıda tedarik eden ve bu nedenle göçebe olarak yaşayan bir toplum modelinden, ekip-biçen, depolayan ve satan bir toplumsal yaşam modeline geçişinin serüvenidir. Yerküredeki yüzbinlerce yıllık yaşantımız aşağıda dört ana dönem olarak sınıflandırılmış tarım devrimi ile şekillenmiş veya şekil değiştirmiştir. Tarım devrimleri sadece tarımsal üretim şeklini değiştirmemiş aynı zamanda birey, toplum, devlet ve ticaret yapısını da değiştirmiş ve dönüştürmüştür. Bu bağlamda her tarımsal devrin-devrimin bir güç/enerji kaynağı ve toplumsal yaşam modeli oluşmuştur (Anonim 2018). Bugün yani 21. yy’da sahip olduğumuz medeniyetin kurucu unsuru olan “Tarım Devrimlerinin” kısa özetleri ve neden oldukları sosyo-ekonomik sonuçlar aşağıda özetlenmeye çalışılmıştır.

I. Tarım Devrimi: Bitkilerin ve hayvanların ehlileştirilmesi, kültüre alınması ya evcilleştirmesi (*Domestication*) dönemi: Bu dönemde yoğun bir şekilde hayvanların evcilleştirmesi ve bitkilerin kültüre alma çalışmaları yapılmıştır. İnsanoğlunun temel besin ve enerji kaynağı olan buğday, çeltik, baklagiller, turunçgiller vb. bitkiler ile koyun ve keçi gibi hayvanlar bu dönemde kültüre alınmıştır. Bu dönemde tarımsal faaliyetlerin büyük bir kısmı Basra körfezinden başlayarak Dicle ve Fırat nehir deltalarının sağından ve solundan kuzeye doğru ilerleyip, Kuzey Irak'tan, Mezopotamya ve Amik ovasına uzanan, oradan da Nil deltası üzerinden Mısır'a ulaşan ve Kuzey Sudan'da biten "Bereketli Hilal (*Fertile Crescent*)" olarak bilinen coğrafyada ortaya çıkmıştır. Büyük olasılıkla eş zamanlı veya birkaç asır sonra Çin'i ortadan ikiye bölerek doğuya doğru ilerleyen Sarı ırmak ile Hindistan'ı kuzeyden güneye doğru bölen İndus nehir etrafında benzer bir tarım medeniyeti doğmaya başlamıştır. Genel olarak 1. Tarım devrimi olarak nitelendirilen bu dönem M.Ö.: 9500 ile MS 700 yılları arasını kapsamaktadır.

Bu devrin en büyük güç kaynağı insan sayısı olmuştur, pratik olarak çok sayıda insan ferdine (bireye) sahip olan topluluk daha güçlü, daha güçlü olan toplum ise daha çok sayıda ürüne sahip olmuştur. Bu karşılıklı ilişkiden dolayı adı geçen bölgelerde hızla büyük kentler kurulmuş ve bunun bağlı sonucu olarak ta aynı topluluklar devletleşmeye başlamıştır. Bu dönemin sosyolojik veya politik adı insan gücünün sayısal egemenliğidir. Yani "**MAN POWER (İNSAN GÜCÜ)**" dönemi, kısacası ne kadar çok kişi iseniz o kadar güçlüsünüz.

II. Tarım Devrimi: Tarımda alet geliştirilmesi ve ticaret dönemi: Tarım işçiliğinde at, katır vb. hayvanlar ile demir sabanın kullanımı, sulama amaçlı kuyu ve su kanallarının yapılması, ticaret yoluyla kültüre alınan bitkilerin başka yerlere taşınması, üçlü ve dörtlü rotasyon (ekim nöbetinin) sisteminin kullanılması bu döneme denk gelmektedir. Bu dönemin en önemli itici gücü gelişen ticaret ve buna bağlı olarak yeni bitki ve bilgilerin farklı coğrafyalara taşınmasıdır. Sarı Irmak deltasında yer alan Çin'in Xi'an kentinden başlayan ve İstanbul'da biten ipek yolu ile Hindistan'ın Kalküta şehrinde başlayıp Kızıl Denizi geçerek Venedik ve Cenova'da biten Baharat Yolu mal ticaretinin ana yolu olduğu gibi bitki, hayvan, bilgi ve teknoloji değişiminin de ana yolu olmuştur. Bu dönemde özellikle Arap tacirler marifetiyle Ortadoğu'da kültüre alınan bitkiler Uzak Asya ve batıya taşınmış ve özellikle Çin'den çok sayıda yeni bitki türü getirilmiştir. Bu ticaret yolları üzerinde bulunan şehirlerde tarım, bilim, sanat ve ticaret hızla gelişmiş olup bugün bile bu iki yol ticaret ve bilimin önemli güzergâhıdır. Aynı dönemde farklı bir coğrafya olan İngiltere'de ise özellikle ekim nöbeti ve bu

yolla hastalık ve zararlıların kontrol altına alınması ile demir kullanılarak bazı ekim, hasat ve harman makinelerinin yapılması tarımsal ilerleme sürecine çok büyük değerler katmıştır. Bu dönem kısaca M.S. 700 ile M.S. 1800 yılları arasını kapsamaktadır.

Bu devrin sosyolojik veya politik tanımı bir önceki dönemdeki insan sayısından esinlenerek yapılan tanımdan daha fazlasına ihtiyaç duymaktadır. Çünkü tarımsal üretimi artırmanın tek yolunun daha çok insan sahibi olmadığı bir devre girilmiştir. Bu dönemde şehirlerin büyümesi ve devletlerin gelişmesi neticesinde üretimin ana sermayesi toprak olmuş, insan sayısı ikinci sıraya düşmüştür. Demir ve demirden elde edilen tarım aletlerinin keşfiyle daha çok tarım arazisi işlemek veya daha çok toprağa sahip olmak önemli hale gelmiştir. İnsan sayısının çokluğunun önemi sahip olunan toprak varlığından sonra gelmiştir. Bu devirde daha çok arazi feth edenler daha büyük ekonomiler kurmuş ve daha büyük devletler oluşturmuştur. Bugün bile dünyanın büyük şehirleri olan Kahire, Pekin, İstanbul, Şam, Roma, Londra bu devrin şehirleridir. Bu kentler büyük arazilere sahip büyük imparatorlukların büyük şehirleridir, çünkü mal ve sermaye birikimine yol açan üretim hala tarımdan gelmektedir. Büyük miktardaki tarımsal üretimler de büyük arazilerden gelmektedir, bu arazilerin veya şehirlerin verimli büyük topraklar olmasının yanında ticaret yollarının üzerinde bulunması veya yakınında olması gerekmektedir. Yani ekonomiyi büyüten ve güçlü devletleri ortaya çıkaran ana unsur; arazi varlığı ve ticaret yollarına hakimiyettir. Bu nedenle bu dönemin adı **“LAND POWER (ARAZİ GÜCÜ)”** dönemidir. Yani kimin daha çok arazisi, toprağı varsa ve bu arazinin veya toprağın ne kadar kısmını ekip biçebiliyorsa o kadar güçlüdür. Bu dönemde sadece bireylerin değil devletlerin ve imparatorlukların da hayatta kalmasına neden olan en büyük güç hala arazi varlığına bağlı tarım yapma kabiliyeti ve tarımsal ürünlere bağlı olarak gıda üretme ve ticaret yapma kabiliyetidir. Bunun dışında kalan tüm güç unsurları bu gerek şartın karşılanmasından sonra bir anlam ifade etmektedir. Çünkü muhasara edilmiş bir kale iyi yetişmiş silahlı askerle dolu olsa bile aç ve susuz kalan askerler bir süre sonra kendiliğinden kaleyi teslim edebilmişlerdir.

III. Tarım Devrimi: Endüstriyel ve Entansif tarım devri: Bu dönemin en belirgin özelliğı tohumda ıslah yapılması, sulama imkân ve kabiliyetinin gelişmesi ve üretimde gübre, aşı, tarım ilacı ve makine kullanımı yoluyla insan sayısına ve arazi varlığına daha az bağımlı, makine ve girdiye daha çok bağımlı bir tarım sistemine geçilmiş olmasıdır. Bu süreçte özellikle makine, ilaç ve gübrede geliştirilen teknolojilerin büyük çoğunluğu endüstri devriminin ürünleridir. Özellikle savaş teknolojilerine yönelik yapılan çalışmalar sonucu elde edilen teknolojilerin

ikinci veya üçüncü kullanım alanı tarım olmuştur. M.S. 1800-2000 yıllarını kapsayan bu dönem dünyanın büyük bir bölümünde ki hala geçerli olan tarım üretim modelini yani “*Endüstriyel Tarım*” modelini ortaya çıkarmıştır. Bu dönemde asıl teknoloji ve bilgi üretimi yenedünya olan ABD ve başta Almanya ve İngiltere olmak üzere Avrupa ülkelerinde meydana gelmiştir. Özel bir adlandırma olarak bu dönemin en parlak kısmı olan 1950-1970 arasındaki sürecine “Yeşil Devrim” denilse de, bir genelleme yapılarak III.Tarım Devrimi Dönemine tümünden “Yeşil Devrim” denilebilir. Bu isimlendirme kendi içinde son derece tutarlıdır, çünkü dünyadaki temel gıda üretimi bu süreç içinde yaklaşık 15 kat artmıştır. Bu artışa etki eden ana unsurlar; tohum, gübre, sulama, ilaç ve mekanizasyondur. Bu faktörlerin her biri bitkisel üretimin bir kat artmasına katkıda bulunmuştur. Örneğin: daha önce dekara 75 kg buğday veren çeşitler ıslah ile 150 kg kapasiteye erişmiş, sulamayla aynı çeşidin verimi 300 kg’a, gübreleme ile 450 kg’a, tarım ilaçları ile zararlılarla mücadele sonucu buğdayda yaşanan kayıplar azaltılarak ortalama verim 600 kg/da çıkmış yani yaklaşık 8 kat artmıştır. Bu durum buğday, mısır, çeltik, patates, soya vb. tüm temel besin ürünlerinde yaşanmıştır. Diğer taraftan yerkürede yıl içerisinde fiili işlenen tarım arazisi de iki yüz yıl öncesine göre yaklaşık 5 kat artmıştır. Daha önce yalnızca hayvan ve insan işgücü ile ekip-biçilen alan tarımsal mekanizasyon, nadasın azaltılması, ikinci ürün ekimi ve seracılık yapılması marifetiyle yaklaşık 5 kat artmıştır. Buna bağlı olarak dünya nüfusu hızla artmış ve özellikle son 100 yılda 5 kat artarak 7,5 milyara çıkmıştır. Bu süre zarfında kişi başı gıda tüketimi de kayıp ve israf dahil yaklaşık 3 kat artmıştır. Yapılan tüm bu değerlendirmeler; III.Tarım devrimi döneminde tarımsal üretim açısından dünyada çok büyük bir bolluk ve bereket dönemi olduğu gerçeğini ortaya koymaktadır. Bu nedenle bugün bir milyardan fazla sayıda insan aşırı beslenme sonucu oluşan obeizte sorunu ile uğraşmaktadır. Ancak tüm bu gelişmelere rağmen bu gün 800 milyon civarında insan açlıkla mücadele etmektedir. Bu durumun başlıca nedenleri; muhafaza ve nakil şartlarının yetersizliği, dış ticaretteki yüksek vergiler, serbest pazar ekonomisinin tarım ve gıda sektöründe yarattığı bazı rekabet bozucu unsurlar, aşırı kentleşme, küresel iklim değişikliği ve diğer bazı sebeplerden dolayı bazı ürünlerdeki üretimin azalmasıdır. Ayrıca kırsal alandaki refah artışının kentlere göre düşük kalması, savaşlar ve sosyal nedenler gıda paylaşımındaki adaletsizliği doğurmaktadır.

Bu değerlendirmelerden elde edilen verilerin sonucunda III.tarım devrinin sosyolojik adı “**HARD POWER (ZORUN GÜCÜ)**” olarak ifade edilebilir. Çünkü çelik bulunmuş, motor keşfedilmiş, endüstri devrimi gerçekleşmiş ve endüstriyel gıda üretimi ve ticareti başlamış ve tarım sadece insan, arazi ve su

kaynağına bağılı yapılan bir faaliyet olmaktan çıkmıştır. Bu dönemde dünyada güçlü olmanın kaynağı tarım yapmak veya tarımsal ürün ticareti yapmaktan çıkmıştır. Gücün kaynağı; çelik, silah, nükleer güç ve bilişim teknolojilerine sahip olmak olmuştur, tarım artık güçlü olmanın değil güçlü kalmanın bir unsurudur. Süper güç veya güçlü devlet olmak için tarım yeter değil, gerek şart olmuştur. Çünkü “Güçlü Devlet” olmanın bir gerek şartı da gıdada bağımlı olmamaktır, yani yeter miktarda gıdayı üretmek veya temin edebilecek kadar güçlü olmaktır. Bu dönemden kalma “Tarımda kendi kendine yeterli ülke” ifadesi çoğumuzun bilgisi dâhilindedir. Bu ifadeden amaç tarımdan zengin olmak değil, tarım ve gıdada muhtaç olmamaktır. Çünkü gücün kaynağı tarımdan sanayi başta olmak üzere başka alanlara kaymıştır.

IV. Tarım Devrimi: Biyoloji ve teknolojinin yön verdiği tarım devri: Son tarım devrimi ise M.S. 2000 yılından başladığı varsayılabilecek zaman yani içinde bulunduğumuz dönemdir. 21. yy. başlangıcını tarihi bir dönem veya bundan sonra yaşanılacakları bir devrim olarak kabul etmek için henüz erken olmakla beraber bazı veriler yeni bir çağın başlangıcı olduğu öngörüsünü güçlendirmektedir. Örneğin; günümüzde tarımda çalışan nüfus, tarım dışı alanlarda çalışan nüfustan daha azdır. Uzun yıllar gıda ithalatçısı durumunda olan gelişmiş sanayi ülkeleri son yıllarda teknoloji yoğun bir üretim yaparak bazı ürünlerde ihracatçı konuma gelmişlerdir. Ayrıca çiftçilikten gelmeyen girişimcilerin tarım toprağı olmayan alanlarda (sera, deniz, balkon, çatı vb) kültürel olarak üretim yapmaya başlamışlardır. Kitabımızın ana konusu olan kimyasal mücadelenin yoğun kullanımı sürdürülebilir olmadığı ve teknolojinin baş döndürücü bir hızla ilerlemesi ile üretilecek alternatif mücadele ürün ve yöntemleri yeni bir dönemin kapısını aralayacaktır. Bu dönemin en belirgin özelliğı kuşkusuz biyoteknoloji, nanoteknoloji ve bilişim teknolojilerinin tarımda daha yoğun ve etkin kullanılması olacaktır.

Günümüzde bilişim, tasarım ve inovasyon esaslı büyümeyi kast eden ve özellikle teknolojik ve sanayi için kullanılan *Dönüşüm 4.0*, ya da *Endüstri 4.0* gibi terimler tarım için de kullanılmaktadır. Bu yaklaşım özünde tarımın teknoloji ve bilişim yoğun bir iş olacağı vurgusu yapmaktadır. Elimizdeki veriler ve gözlemler önümüzdeki yüzyılda teknolojinin tarımda yoğun bir şekilde kullanılacağına kesinlikle işaret etmektedir. Ancak yurt dışından arazi satın almalar veya kiralamalar, denizi doldurarak tarım yapma fikri ve kent tarımı gibi yeni yaklaşımlar daha genel bir adlandırma ihtiyacını ortaya çıkarmaktadır. Bu dönem de tarımsal üretim; emek yoğun bir süreçten, bilgi yoğun bir sürece, doğal risklere açık bir üretimden, planlama ve kontrollü koşullarda yapılan bir üretime dönüşecektir.

Bitki ıslahı biyoloji ve genetik biliminden daha çok etkilenecek, ülkeler kendi arazi varlığı ile sınırlı olmayan bir üretim modeline doğru yönelecek, bazı girdi piyasalarında monopoli riskleri doğabilecektir. Gelecek dönemde tarım sadece bir üretim ve ihtiyaç giderme alanı değil, özellikle biyolojik bilgi ve teknoloji-lerin üretildiği ve başka sektörlerle biyoloji ilminden güç ve know-how aktarılan bir dönem olacaktır.

Bu dönemi diğer tüm dönemlerden farklı kılan unsur artık insanoğlunun %50'sinden daha az sayıda kişinin tarım yaptığı gerçeğidir. 2010 yılından beri dünyada kentlerde yaşayan insan sayısı tarih boyunca ilk kez %50'nin üstüne çıkmıştır. Dünyada yaşayan 7,5 milyar insanı doyurmak için artık nüfusun yarısı tarım ve gıda sektöründe çalışıyor. Bu dönem az sayıda insanın çok sayıda insanı doyurduğu bir dönem olacaktır. Çünkü gelişmiş tüm ülkelerde tarım yapanların milli gelirden kişi başına aldıkları pay tarım dışı sektörlerden daha düşüktür. Bu durum politik olarak tarımı ve tarım kesimini zayıf düşürmek yerine daha güçlü kılabilir. Çünkü çoğunluğun gıda güvenliği ve güvenilirliği azınlığın elindedir ve kentte yaşamaya alışan insanlar asla geri dönüp ticari amaçlı tarım yapmayacaktır. Bu tesbitlerden sonra şu çıkarımları yapmak mümkün olabilir. Sosyolojik olarak çiftçi ailesinden kentsel çekirdek aileye dönüşmüş toplum bunu geriye döndürmekte çok zorlanacaktır. Tarım artık üretimin, ticaretin ve ekonomin değil, siyasetin, sosyolojinin, turizmin, teknolojinin ve ülke güvenliğinin çok daha önemli bir parçası olacaktır. Bu nedenle modern devletler tarım yapanlara destek vermeye devam edecek, iklim değişikliği, çevresel kirlilik, tarımdan göç vb. nedenlerle tarımsal faaliyetler her gün daha da zor olacaktır. Gelecek dönemin en belirgin özelliği tarımın bir kültür ve yaşam şeklinden çıkıp bilgi teknoloji ve strateji yoğun bir alan olarak yönetilmesi olacaktır. Özellikle üretim sürecinin hiçbir yerinde bulunmayan ve nüfusun büyük bir kesimini oluşturan kent nüfusu için gıda temin etmek ve bu gıdaların “Güvenilirliğini (*Food safety*)” sağlamak son derece yetkin, planlı ve güçlü bir kamu idaresi gerektirir.

Diğer önemli bir husus ise; bu dönemde tarımın büyük şirketler marifetiyle yapılacağı bu nedenle piyasada bazı temel gıda ürünleri üzerinde tekelleşme risklerinin ortaya çıkma ihtimalidir. Yer kürede artan insan trafiği ile tohum ve süsbitkileri başta olmak üzere artan bitki ve bitkisel kökenli ürün ticareti ve bu ticaretin hergün çeşitlenmesi bitki sağlığı üzerinde riskleri her geçen gün artırmaktadır. Bitki sağlığı için tehdit oluşturan bir zararlı organizmanın dünyanın bir ucundan diğer ucuna taşınması günler içinde mümkün olabilmektedir. Ayrıca küresel iklim değişikliğinin beklenmedik sonuçlarının yaratabileceği çevre ve doğa felaketleri gıda sistemleri üzerinde çok büyük tahribatlara sebep ola-

bilecektir. Tüm bu risklerin yönetimi “riskleri doğru ölçen ve doğru yöneten” güçlü bir kamu otoritesi gerektirir. Bu nedenle bu tarım devriminin sosyolojik adı “**SMART POWER (AKILLI GÜÇ)**” olacaktır. Bu dönemin kazananı; çok arazisi, çok insanı, çok makinesi olan değil, biyoloji ve biyoinformatik bilgiye sahip, makro ve mikro planlama yapabilen, üretimde ve ticarete strateji üretebilen, değişen koşullara adapte olabilen, risk yönetebilen, öngörebilen ve bilgiye ve bilgi üretmeye değer verenler olacaktır (Anonim 2, 2018).

Yukarıda anlatılan her bir dönemin kendi doğal şartlarında geliştiğini ve nihayetinde “Tarım Devriminin” bugünkü medeniyetimizin kurucu unsuru olduğu kesindir. Kategorik olarak hiçbir değişim veya dönüşüm süreci kötü veya iyi olarak değerlendirilemez. Çünkü bilimsel keşif veya gelişmelerin hiç biri tek başına olumlu veya olumsuz etkiler yaratmadığı gibi tarihin akışındaki diğer sosyal süreçlerden bağımsız da değildir. Bu nedenle her tarım devriminin doğa ve insan yaşamı üzerine çok sayıda olumlu etkileri olduğu gibi olumsuz etkileri de olmuştur. Fakat insanoğlu her seferinde iyi-kötü ayrımını yapabilecek ve varlık alemine karşı kendi asli sorumluluğunu hatırlayabilecek ve gereğini yapabilecek kabiliyettedir.

Tarım devriminin her aşamasında bitki koruma ya da daha genel bir ifadeyle bitki sağlığı çalışmaları yapılmıştır. Tarım devrimi süreçlerine bağlı olarak ve çoğunlukla iç içe olacak şekilde bitki sağlığı uygulamaları da gelişme göstermiştir. Tarihi gelişim sürecine göre bunlar;

- I. Kültürel Mücadele,
- II. Biyolojik Mücadele,
- III. Biyoteknik Mücadele,
- IV. Kimyasal Mücadele,

olarak sınıflandırılabilir. Bu yöntemlerin her biri müstakil olarak kullanılabilirdiği gibi bunların birlikte kullanılma haline ise “Entegre mücadele” denmektedir. Kültürel mücadele I. Tarım devriminden beri kullanılan ve maalesef son zamanlarda ihmal edilen bir konudur. Biyoteknik mücadele ise daha çok II. Dönemde başlamış ve bugün için güncelliğini koruyan bir konudur. Biyolojik mücadele ise ilk iki dönemde doğal biyolojik mücadele olarak bilinse de III. Dönemde yaygın kullanılmış olup, gelecek dönemde daha çok uygulanacak olan bir yöntemdir. Kimyasal mücadele ise III. Dönemde başlamış olan ve IV. Dönemde daha ileri teknolojilere evrilecek ve hala mücadelenin özünü oluşturacak gibi görünen yöntemdir. Entegre Mücadele ise tek başına bir mücadele metodu olmayıp bir

zararlı yönetim şeklidir. Ancak IV. Tarım devrimi döneminde herhangi bir zararlının yalnızca ve tek başına bir tek mücadele yöntemi ile sürdürülebilir şekilde kontrol altına alınması mümkün olmayacağından tüm bitki sağlığı sisteminin veya daha dar anlamıyla bitki koruma veya zirai mücadele çalışmalarının entegre (bütünleşik) bir yaklaşımla ele alınması gerekecektir. Bu nedenle bu çağın mücadele konsepti bitki sağlığı ana şemsiyesi altında “Entegre Mücadele” yöntemi olacaktır.

Bugün için bitki sağlığının önemi, bitkisel üretim ve sürdürülebilir tarımın içindeki rolü izaha ihtiyaç duymayacak şekilde ortadadır. Bitkisel üretimde etkin bir bitki sağlığı mücadele programına rağmen %30-35 civarında kayıp oluşmaktadır. Bitki sağlığı veya bitki koruma çalışmaları olmadığında ise bu kayıp oranı ortalama %70-75, bazı ürünlerde ise %100 olabilmektedir. Bu durum bize başta kimyasal mücadele olmak üzere diğer bitki koruma metotları uygulanmadan dünyada üretilen bitkisel ürün miktarının %50 oranında azalacağını göstermektedir.

Bitkisel üretimi artırmanın esaslarından biri zararlı organizmalardan kaynaklanan kaybı azaltmak ise diğeri de daha yüksek verim veren çeşit ve hatların geliştirilmesidir. Maalesef 2000’li yılların başından beri yapılan ıslah çalışmalarında yaygın üretimi yapılan buğday, mısır, çeltik, pamuk vb. ürünlerde önemli derecede verim artışına neden olacak yeni bulgular elde edilememektedir. Yani ıslah yolu ile toplam tarımsal üretimi artırmak imkânı çok azalmış, türlerin genetik kapasitesinin neredeyse sınırına gelinmiştir. Ayrıca son iki yüzyılda yapılan tarımsal üretim modelinin başta toprak, su ve biyolojik çeşitlik olmak üzere doğal kaynaklar üzerindeki bazı olumsuz etkileri gözle görülür hale gelmiştir. Tarımsal üretimi etkileyecek olan 9 temel faktör için 21.yy öngörüsü aşağıdaki şekildedir.

- Dünya nüfusunda % 30 (9-10 milyar),
- Gıda talebinde % 60,
- Sera gazı salınımı %160,
- Küresel ısınma 4 °C,
- Hastalık ve zararlı baskısında artış beklenmektedir, bunun dışında ise;
- Bitkisel biyolojik çeşitlilikte % 23,
- Kişi başına arazi varlığında % 24,
- Tarımda kullanılan suda %20,
- Birim alandaki verimde % 8 azalma beklenmektedir.

Bitki sağlığı çalışmalarını yalnızca birincil üretimde meydana gelen kayıpların azaltılması olarak değerlendirmemek gerekir. Bitkisel ürünler tarla, bahçe,

bağ ve seradan sonrada zararlı organizmalardan zarar görmeye devam eder. Çünkü bitki sağlığında gerekli tedbirlerin alınmaması; insan gıdası olarak tüketilen ürünlerde böceklenme, bakteriyel veya fungal etmenlerden kaynaklanan küflenme ve toksin gelişimi gibi insan sağlığına zararlı, gıda güvenilirliğini sekteye uğratan ve üretimden sonra %15 civarında gıda kaybına yol açabilecek durumların ortaya çıkmasına neden olabilir.

Dünyada ve ülkemizde huzur ve barışın temini için gerekli en önemli unsurlardan biri de gıda güvenliğinin sağlanmasıdır. Gıda güvenliği; toplumun her bir bireyinin her zaman, istediği miktarda sağlıklı ve güvenilir gıdaya erişiminin sağlanmasıdır. Yani her devlet vatandaşlarının ihtiyaç duyduğu kadar sağlıklı gıdayı temin edebilmek ve her bir ferdinin ekonomik gücünü bu gıda maddelerini satın almaya veya tedarik etmeye uygun hale getirmekle görevlidir. Bu nedenle tüm dünya ve ülkemiz için gelecekte ne kadar gıdaya ihtiyaç olduğunun, bunun maliyetinin ve sağlık risklerinin ne olacağının bu günden bilinmesi ve yönetilmesi son derece önemli ve stratejiktir.

Dünya nüfusu 1900 yılında yaklaşık 1,5 milyar iken, bugün 7,5 milyarı geçmiştir. Birleşmiş Milletler dünya nüfusunun artmaya devam ederek 2075 yılında 9-10 milyar olacağını tahmin etmektedir. Ülkemiz nüfusunun ise 2055 yılında 98,1 milyon, sonrasında ise 100 milyon olacağı ve daha sonra bir miktar düşerek sabitleneceği tahmin edilmektedir.

Bu veriler bize 100 yılda dünya nüfusunun yaklaşık dört kat arttığını ve gelecek yüzyılda ise %50 oranında artacağını ancak 22. ve 23. yy'da ise sabitleneceğini göstermektedir. Gıda üretimini etkileyen bu verilere ilaveten göz önünde bulundurulması gereken diğer bir husus ise günlük beslenme rejimidir. Yani kişi başına kilo kalori cinsinden alınan günlük gıda miktarıdır. Bu miktar artan gelir seviyesi ve refah düzeyi ile birlikte her geçen gün artmaktadır. Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) verilerine göre dünya nüfusunun en zengin %20'lik kısmı üretilen toplam gıdanın %76,6'sını tüketmektedir. Yine dünya nüfusunun çoğunluğunu oluşturan %60'lık kesim ise üretilen gıdanın %21,9'nu tüketirken en fakir %20'lik kesim ise bu paydan ancak %1,5 almaktadır. Bu istatistiklerde en gelişmiş ülkelerin (Kuzey Amerika ve Batı Avrupa) kişi başına 3400-3800 kcal. tükettiği fakat dünyanın geri kalanının ancak bu rakamların yarısı veya daha azı oranında beslendiği görülmektedir. FAO aynı zamanda 2011 yılında açlık çeken dünya nüfusunun 1 milyarı aştığını fakat kötü beslenen nüfusun da en az 925 milyon civarında olduğunu duyurmuştur.

Sonuç olarak; dünya nüfusunun 21. yy sonunda bugünden %50 fazla olacağı, beslenme rejiminin etkisiyle gıda talebinin ise bu günden %60-70 daha fazla olacağı beklenmektedir. Peki bu durumda yapılması gereken nedir? diye sorulduğunda, bu soruya genellikle verilen ilk ve tek cevap bugünkü toplam küresel gıda üretiminin %60-70 oranında artırılması önerisidir. Bu öneri genel olarak akla yatkın olmakla birlikte aşağıdaki hususlar değerlendirildiğinde çözümün önerildiği kadar basit olmadığı görülecektir.

1. Mevcut üretimin %60-70 oranında artırılması bitkilerin genetik kapasitesi ve başta su ve toprak olmak üzere doğal kaynakların miktarı açısından mümkün değildir.
2. İklim değişikliğinden kaynaklanan riskler (kuraklık, don, dolu, sel vb) ve biyolojik çeşitliliğin azalması bu miktarda üretim artışına imkan tanımamaktadır.
3. Dünyada üretilen 4,5 milyar ton civarındaki gıda uygun koşullarda muhafaza edilerek ihtiyaç duyulan yerlere nakledilebilirse hali hazırda insanlık için yeterlidir,
4. Daha fazla üretmek açlığa çözüm olmayacağı gibi gıda maliyetlerini de artıracaktır.
5. Daha fazla üretim için verilen destekler neticesinde oluşan arz fazlası ürünlerin ticareti gümrük tarifeleri ve karantina önlemleri ile engellenmekte böylece maliyet artırılmaktadır.
6. Mevcut üretimi bu kadar yüksek oranda artırmak ve doğal kaynakları tüketmek bizden sonraki birkaç bin yılda yaşayacak insanlık neslini açlığa mahkûm etmek olacaktır.

Sorunun orta ve uzun vadede çözümü için ise aşağıdaki çözüm önerileri geliştirilebilir.

1. Bitkisel ve hayvansal üretimde birincil üretim aşamasında hastalık, zararlı, kötü üretim ve hasat tekniklerinden dolayı dünyada oluşan yaklaşık %35 kaybın %15'e düşürülmesi.
2. Birincil üretimden sonra taşıma, depolama, pazarlama ve tüketim sürecinde oluşan dünyadaki ortalama %33 civarındaki gıda kayıp ve israfının %13 dolayına düşürülmesi.
3. Aşırı ve hatalı girdi kullanımı ile enerjiden kaynaklanan maliyetlerin düşürülmesi.

4. Yoğun mekanizasyon kullanılarak yapılan monok¼lt¼r (tek t¼r üretim) tarımın azaltılması,
5. Yeni bitki-hayvan t¼rlerinin k¼lt¼re alınması, ıslah edilmesi ve üretimin çeşitlendirilmesi.
6. Tarımsal ¼r¼nlerin i ve dış ticaretinde vergi y¼k¼n¼n hafifletilmesi, üretici veya birliklerin ticaret kabiliyetinin geliştirilmesi.

Bu öz¼m önerileri nihai gıda üretimde %50 oranında artış sağlayacak, maliyetlerin artmasını engelleyecek ve gıdaya erişimi m¼mk¼n kılabilecektir. Bu öneriyi ¼lkemizde ¼retilen toplam tarımsal hasıla ve gıda ¼retimi ¼zerinden ¼rneklendirecek olursak;

- a) T¼rkiye’de yıllık 145 milyon ton tarımsal hasıla elde edilmektedir. Bu rakam %30 civarındaki üretim kayıplarından sonra elde kalandır, yani gerçekte yaklaşık 207 milyon ton üretim için girdi kullanılmış ve maliyetine katlanılmıştır.
- b) Elde edilen 145 milyon ton ¼r¼n ise %30 kayıp ve israfla ancak soframıza ulaşmakta ve t¼ketilmektedir. Yani gerçekte t¼ketilen kısım 101 milyon tondur.
- c) ¼lkemizde nihai olarak t¼ketilen gıda miktarı üretim için maliyetine katlanılan ve bedeli ¼denmiř olan birincil ¼retimin yaklaşık %48’idir. Buradan hareketle ¼lkemizde;
- d) ¼retimdeki kayıplar %30 dan %15’e d¼ř¼r¼l¼rse birincil ¼retim 176 milyon ton,
- e) Gıda üretim, nakil, ambalaj, pazarlama ve t¼ketim aşmasındaki kayıplar ise %30’dan 10 d¼ř¼r¼l¼rse 159 milyon ton gıda t¼ketime arz edilmiş olur.

Dolayısıyla bu iki tedbirin yeterince alınması ¼lkemizde t¼ketime sunulan gıda üretimini %57 oranında artarak 101 milyon tondan 159 milyona çıkmasına imkan vereceği gibi, bu artış için ilave üretim maliyetlerine katlanılmamış ve doğal kaynaklar ¼zerindeki baskı artırılmamış olur.

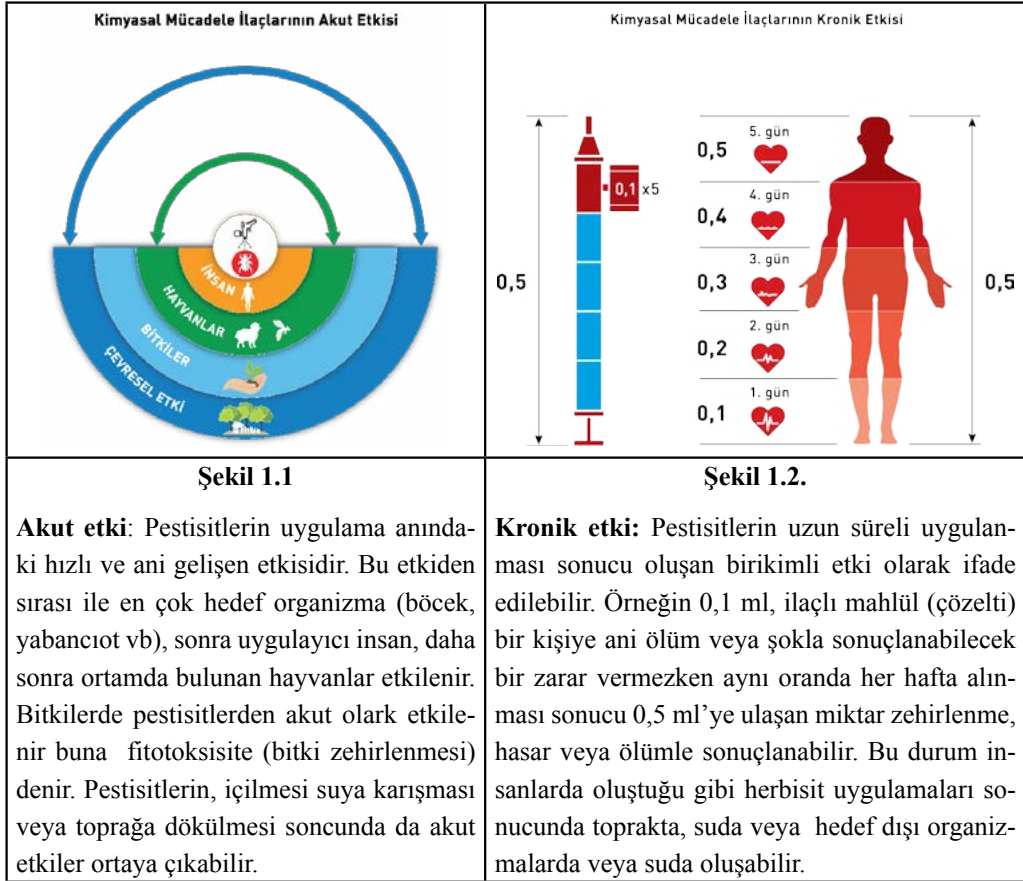
Bu kayıpların azaltılmasının her aşamasında ise doğru ve zamanında alınmış bitki sağlığı tedbirlerine ve teknik olarak doğru karar verilmiş ve icra edilmiş bitki koruma uygulamalarına ihtiyaç vardır. Yani tohum sertifikasyonundan karantinaya, eradikasyon çalışmalarından zararlı risk analizine kadar sağlıklı ve doğru y¼netim s¼releri işletilmeli, ayrıca entegre zararlı y¼netimi anlayışı ile k¼lt¼rel, biyolojik, biyoteknik ve kimyasal m¼cadele y¼ntemleri bir arada kulla-

nılarak yerel sorunlara yönelik üretilmiş etkin yerel çözümlerle mücadele edilmelidir. Bu çalışmalar birincil üretimde zararlı organizmalardan dolayı oluşacak kayıpları azaltmak, sonrasında ise oluşacak insan sağlığı risklerini azaltmayı ve depo zararlıları vb. etkenlerden kaynaklanan kayıpları azaltmayı hedeflemelidir.

1.2. Kimyasal Mücadeleye Genel Bakış

Kimyasal mücadelenin tarihçesi, teknik detayları, toksikolojik özellikleri, formülasyon ve uygulama şekilleri ile ilgili detaylı açıklamalar kitabın diğer bölümlerinde yer aldığından bu kısımda daha fazla açıklama yapmaya gerek duyulmamıştır. Bu bölümde daha çok kimyasal mücadelenin tarımsal faaliyetler, bitkisel üretim ve bitki sağlığı uygulamaları bağlamında teknik ve idari yönetimi, sürdürülebilir kullanımı, güvenlik tedbirleri ile sağlık risklerinin genel bir değerlendirilmesi yapılacaktır.

Genel olarak kimyasal mücadele; bitkilerde ekonomik kayba neden olan zararlı organizmalarla öldürme etkisine (toksik etki) sahip sentetik veya doğal yollarla elde edilmiş kimyasallar kullanılarak yapılan mücadeledir. Pestisit (zararlı öldüren) adı verilen bu ürünler hedef organizmayı solunumu durdurmak, sinir sistemini bloke etmek, sindirim sistemini bozmak veya deri değişimi veya metamorfozu durdurmak gibi metabolizmanın doğal bir sürecini engellemek suretiyle öldürürler. Öldürme etkisi genel olarak ani (akut) olup, uygulamanın ilk anında etki yüksek seviyede başlar, ikinci fazda doza bağlı olarak etki bir miktar artar ve daha sonra azalan bir etki göstererek bir süre sonra öldürme etkisini kaybeder. Uygulama esnasında bu kimyasalların bir kısmı zararlı organizmanın bünyesine, bir kısmı uygulama alanındaki bitkinin bünyesine, bir kısmı da hedef dışı diğer organizmalara isabet eder ve diğer bir kısmı da doğaya salınarak doğadaki gıda zincirine veya su döngüsüne dahil olur. Bitki bünyesine dahil olan kimyasallar bitkideki biyo-kimyasal reaksiyonlardan etkilenir ve zaman içinde parçalanarak zararsız forma, nadiren de zehirli olan metabolitlere dönüşürler. Böcek, yabancı ot, hastalık gibi zararlı organizmaların bünyesine isabet eden kimyasallar öldürme etkisi sonucu canlının bünyesinde doğaya karışır ve pasif parçalanma sürecine dahil olur. Toprak, su, diğer bitkiler veya canlılar gibi hedef dışı alanlara veya organizmalara atılanlar ise suyun, ışığın, havanın, toprağın, mikroorganizmaların ve diğer faktörlerin etkisi ile parçalanırlar. Bu parçalanma sonucunda oluşan yeni formlarının bir kısmı toksik etkiye sahip olabilir, toprakta veya bazı canlıların bünyesinde birikebilir, fakat nihayetinde doğada zaman içinde parçalanır. Pestisitlerin akut ve kronik etki şekilleri ve mekanizması aşağıdaki şekil 1.1 ve şekil 1.2’de açıklanmaya çalışılmıştır.



Öldürme etkisine sahip olan bu kimyasalların tarımda kullanılmasının çok büyük faydaları yanında son derece önemli insan, hayvan, bitki ve çevre sağlığı riskleri oluşturabileceği de bilinmektedir. Bu nedenle tarım ilacı olarak bilinen ve teknik olarak pestisit olarak adlandırılan bu kimyasallar dünyadaki en gelişmiş kontrol ve denetim sistemlerine tabi olarak üretilir ve satılır. Sistemin tümü en üst seviyede güvenliği ve en ekonomik seviyede biyolojik etkiyi (zararlı organizmayı öldürme etkisini) hedefler. Bitki Koruma ürünlerinin üretimi ve kullanımı Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) bünyesinde yer alan International Plant Protection Convention (IPPC) tarafından geliştirilen bazı standartlara göre yapılmaktadır. Bu standartlara (<https://www.ippc.int/en/core-activities/standards-setting/ispm/>) adresinden ulaşılabilir. Ayrıca ülkemizin de üyesi olduğu Avrupa ve Akdeniz Bitki Koruma Örgütü (EPPO) tarafından coğrafi ve bölgesel farklılıklar gözetenilerek hazırlanmış ve bu konuda dünyadaki

tüm ilgili uzmanların katılımı ile geliştirilen ve ihtiyaca göre sıklıkla güncellenen toplam 341 adet Bitki Koruma Ürünleri Standartları (Standards on Plant Protection Products) bulunmaktadır. Bu standartlara <http://archives.eppo.int/index.htm> linkinden ulaşılabilir.

Pestisit kullanımında diğer önemli bir konu ise tüketiciye yansiyabilecek sağlık risklerinin belirlenmesi ve yönetimidir. Bu konuda Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Teşkilatı (FAO) ve Birleşmiş Milletlere bağlı Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından Uluslararası Gıda Standartları olarak bilinen “*Codex Alimentarius*” çalışmaları yapılmaktadır. Bu çalışmalarla da tarımda kullanılan pestisitlerin hangi üründe hangi oranda kalıntı (Maximum Residue Limit -MRL) bulunduğu insan sağlığı için risk teşkil etmeyeceği çok detaylı bilimsel araştırmalar neticesinde belirlenmektedir. Bu karar sürecinde uygulama sonucunda bitkide kalan kalıntı miktarı, kültürel şartlara bağlı olarak bireylerin söz konusu ürünü tüketim miktarları, aynı etkili maddenin diğer gıda maddeleri ile vücuda alınma miktarları, birlikte etkileşim vb. birçok husus göz önünde bulundurulur. Yapılan çalışmalar neticesinde bu güne kadar tarımda kullanılan kimyasallar için 4844 adet aktif madde/gıda ürünü kombinasyonu için insan sağlığına zararlı olmayan seviye MRLs (*Maximum Residue Limits*) belirlenmiştir. Bu MRLs <http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/standards/pestres/en/> linkinden yayınlanmakta olup bu veriler ülkelerin kendi düzenlemesine referans teşkil etmektedir. Ayrıca bu teknik çalışmaları yapan paneller, yeni bilimsel veriler ışığında kalıntı limitlerini güncellediği gibi, ülkeler kendilerine ait bazı hassasiyetleri veya özel uygulamaları bu çalışmaların yapıldığı bilimsel panellere önererek yeni düzenlemeler veya mevcut üzerinde değişiklik isteyebilirler.

Bu bağlamda ülkemizde ve dünyanın gelişmiş tüm ülkelerinde bir kimyasal mücadele ürünün üretilmesinde, ruhsatlanmasında ve piyasaya arzı ile denetiminde yasal ve idari olarak bir boşluk olmadığı, tam aksine son derece etkili ve sıkı bir sistematığın işlediği bilinmelidir. Pestisit üretimi, dağıtımı ve kullanımı esnasında doğacak risklerin azaltılmasında uluslararası kurumlarda çok sayıda çalışma yapmıştır (Fait A, ett all, 2018). Bu kapsamda Türkiye’de alınan tedbirler beş ana basamak olacak şekilde şöyle sıralanabilir.

Araştırma geliştirme aşamasında yapılan çalışmalar;

- Geliştirilen molekülün sıcakkanlılarda, suda, havada, toprakta, kuşlarda, arılarda, balıklarda, toprak altı canlılarda toksik etkisinin belirlenmesi,
- Hedef organizmada (böcek, bakteri, fare vb) öldürücü en düşük dozun belirlenmesi,

- Hedef dışı organizmalarda yayılım riskinin ve olası etkisinin belirlenmesi,
- Elde edilen form¼lasyonun kendisinin ve piyasada bulunan diğerk ürünlerle karışımının toksikolojik ve ekotoksikolojik çalışmalarının yapılması.

Ruhsatlanma aşamasında yapılan çalışmalar;

- Ülke veya bölge bazında ruhsat protokolünün geliştirilmesi,
- Hedef zararlı organizmanın ülkede ekonomik seviyede zararlı olduğunun belirlenmesi,
- Özel koruma alanları, korunan türler ile üretim tekniklerine dair üründe içerik ve etiket düzenlemesi yapılması,
- İhtiyaç olması durumunda bölgesel veya dönemsel yasakların belirlenmesi,
- Ülkedeki yetkili ruhsatlandırma otoritesinin istediğı içeriklerin laboratuvar analizinden geçirilmesi, saflık oranlarının belirlenmesi vb. tüm diğerk bilgi ve belgeleri temini,
- Standart ilaç deneme metotlarına göre biyolojik etkinlik çalışması yapılması.

Üretim, depolama, nakil ve satış aşamasında yapılan çalışmalar;

- Fabrika, imalathane vb. üretim yerlerinin her bir ürün grubu (fungusit, herbist vb) için üretim öncesi izin amaçlı, üretim aşamasında denetim amaçlı kontrolü yapılması,
- Depolanacak yerlerin statüsünün belirlenmesi, depolama izni verilmesi, kaydı ve denetiminin merkez veya taşra teşkilatlarınca yapılması,
- Üretilen tüm bitki koruma ürünlerinin ambalajlarında insan ve çevre sağlığına dair riskler belirtilip ve özel önlem önerileri yazılması,
- Nakil araçlarının ruhsatlanması, şoförlerin yetkilendirilmesi, taşıma usullerinin belirlenmesi. Depolama ve taşıma ile ilgili konular AB normlarına göre yapılır. Avrupa Birliğinin EC Regulation 1907/2006 (REACH) ve bu konudaki kimyasal bitki koruma ürünleri dahil tüm mevzuata <http://reach.immib.org.tr/tr-tr/Turkiyedeki-Mevzuat> linkinden ulaşılabilir.
- Bitki Koruma Ürünlerinin toptan ve perakende satış yetkisi sınavla alınmaktadır.
- Tarım ilaçları ancak belirli standartlara haiz yetkili tarım ilacı bayiiilerince satılabilir.

- Tarım ilacının önerilmesi ancak Ziraat Mühendislerince yapılabilir ve bazı ülkelerde fumigantlar veya biyosidal etkisi olan belirli ürün grupları reçeteye tabidir. Ancak ülkemizde normal koşullarda, kimyasalların tümü reçeteye tabi olup, her yıl düşük risk grubunda yer alan bitki ve kimyasallar için istisnalar düzenlenmektedir.
- Başta su havzaları, biyosfer koruma alanları ve özel koruma alanları ile organik ve iyi tarım alanlarında kimyasal kullanımı yasaklanmış veya sınırlandırılmış veya izne bağlanmıştır. Bunun için her bir tedbirin mevzuatına ayrıca bakılmalıdır.

Kullanım esnasında alınan tedbirler;

- Bitki koruma ürünü kullanıcılarının belirli bir eğitimden geçmesi, sertifikalandırılması ve uygulama esnasında gerekli güvenlik tedbirlerini almaları zorunludur.
- Ticari amaçlı bitki koruma ürünü uygulaması yapacak olan profesyonel uygulayıcılar ayrıca yetkilendirilirler, ülkemizde teknisyen, tekniker veya mühendis olmayan kişilere ticari uygulayıcı (profesyonel uygulayıcı) yetkisi verilmez.
- İlaç mahlulü hazırlama ve uygulama sırasında eldiven, kask, maske, çizme ve su geçirmez dış kıyafet giyilmesi zorunludur,
- BKÜ uygulamasında kullanılan zirai ilaç aletleri özel üretim ve satış iznine tabidir. Bu makine ve aletler ülkemizde tüm tarım makineleri içerisinde en hassasiyetle takip edilen, düzenlenen ve denetlenen tarım alet ve makineleridir.
- Başta arı ölümleri olmak üzere çevre sağlığı risklerinin önlenmesi için; uygulama öncesi duyuru ve uygulama sonrası “Bu Alana Tarım İlacı Uygulanmıştır” ibaresinin görünür biçimde asılması mecburiyeti vardır.
- Üretici Kayıt Defterine tabi ürünler için yapılan tüm bitki koruma ürünleri uygulamaları üretici veya profesyonel uygulayıcı tarafından “Üretici Kayıt Defterine” kaydedilir.
- Bu kayıtlar satış veya ihracat esnasında alıcıya verilir ve kopyası beş yıl süreyle saklanır.

Kullanım sonrası alınan tedbirler ve yapılan çalışmalar;

- Her bir bitki koruma ürünü için kullanımdan “hasada kadar geçen süre”ye kadar beklenmesi gereken süreler vardır ve bu süreler etiket bilgisinde yer almak zorundadır.

- Kullanılan kimyasalların ambalajlarının yıkanması, toplanması ve bertarafı önemli bir konu olup, bakanlığımız ve bazı meslek örgütleri bu konuda bölgesel projeler yürütmektedir.
- Raf ömrü dolduğı halde kullanılmayan veya piyasada iken yasaklanan veya sınırlanan kimyasal mücadele ilaçları toplatılarak özel tesislerde prosedürüne göre bertaraf edilir.
- Bitkisel üretimde kullanılan kimyasalların gıda zincirinde yarattığı risklerin ölçülmesi, takibi ve raporlanması: Ülkemizde gerek üretim aşamasında (hasat öncesi) gerekse üretim sonrası (hasat sonrası ve satış noktalarında) olmak üzere “pestisit kalıntısı ile mücadele” programı yürütölmektedir. Bu programın sonuçlarına göre bazı kimyasal uygulamalar mevsimsel, bölgesel veya ürün bazlı sınırlama veya yasaklama getirilebilmektedir.
- Kimyasalların uzun süreli kullanımından dolayı zararlı organizmalarda direnç veya ilaçta biyolojik etki düşüklüğü görölebilir ve ilgili kamu otoritesi bunu takip eder.
- Kimyasal mücadele uygulamaları neticesinde toprak ve su kaynaklarında oluşan riskler, meydana gelen kalıntılar ve çevre sağlığı üzerine olası etkileri ilgili kamu otoritelerince izlenir ve raporlanır. Ülkemizde Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Orman ve Su İşleri Bakanlığı ve Çevre ve Şehircilik Bakanlıkları bu konuda yüzey ve yeraltı suları, göletler ve bazı bölgelerdeki topraklarda çalışmalar yürütmektedir.

Bilindiğı üzere kimyasallar yalnızca bitki sağlığında değil, insan, hayvan ve çevre sağlığı çalışmalarında da kullanılmaktadır. Ancak bitki sağlığında kimyasal kullanımının insan, hayvan ve çevre sağlığında kimyasal kullanılmasından hem bitki sağlığının genel felsefesinden hem de teknik gerekliliklerden kaynaklanan ve aşağıda belirtilen bazı farkları vardır (Döring et al, 20011).

- **Bitki sağlığında kimyasallar tedavi amaçlı değil koruma amaçlı kullanılır:** kimyasal kullanımında amaç bir bitkiyi yada gıdayı zararlı bir organizmadan korumaktır, yani enfeksiyon kapmış bir bitkinin içindeki mikro-organizmayı öldürmek yada bulaşık bir bitkiyi tedavi etmek değildir. İnsan ve hayvan sağlığında kimyasal kullanımında yaklaşım bunun tam tersidir ve tedbir veya koruma adına ilaç önerilmez.
- **Bitki sağlığında birey değil popölasyon korunur:** yani koruma veya mücadele prosedürü her bir bitki için tek tek ele alınmaz. Bahçenin, tarlanın, seranın vb. tümü düşünölerek uygulama yapılır. Bazen arazinin bir

bölgesi veya ağacın bir yeri ilaçlanabilir fakat amaç yine tüm bahçenin veya tarlanın korunmasıdır. Çevre sağlığı uygulamaları buna benzerdir. Hayvan sağlığında özellikle kanatlı üretiminde benzer bir yaklaşım vardır. Ancak insan sağlığında halk sağlığı hizmetleri hariç tedavi prosedürleri olabildiğince birey merkezlidir.

- **Uygulamanın ekonomik değeri başarısından daha önemlidir:** Karantina veya eradikasyon amaçlı kimyasal kullanımı hariç, bitki sağlığında tüm kimyasal uygulamalar ekonomik olarak avantaj sağladığında yapılır. Bu nedenle herhangi bir zararlı organizmaya karşı mücadeleye karar verilirken ekonomik bir değerlendirme yapılır ve uygulama sonucunda kâr elde edilmeyecekse uygulamadan vazgeçilir. Çevre ve insan sağlığında işin ekonomik değeri ölçülmez ve önemsenmez, ancak hayvan sağlığında karantina ve pet tedavisi hariç tedavi yöntemi ve prosedürüne karar verilirken ekonomik bir değerlendirme yapılır.
- **Bitki sağlığında kullanılan kimyasalların yan etkisi bitkide değil gıda zincirinde ölçülür:** hastalık veya zararlılarla mücadele de kullanılan bütün kimyasallar bir takım yan etkilere yol açabilir. Bu konuda insan sağlığında asıl amaç ilacın, kullanan bireydeki etkisini bilmektir. Hayvan sağlığında ise antibiyotikler ve hormonlar hariç diğer kimyasallarda konu ekonomik yönüyle değerlendirilir. Ancak bitki sağlığında kullanılan her türlü kimyasalın gıda zincirine dahil olma ihtimalinden dolayı konu çok büyük hassasiyetle ele alınır. Bir kimyasalın kullanımı ancak insan sağlığına olan riski elemine edilebiliyorsa veya yönetilebiliyorsa izin verilir. Uygulamada bitkinin kısa süreli şok yaşaması, strese girmesi, verim düşmesi veya bazen fitotoksite yaşayarak ölmesi yalnızca ekonomik bir değerlendirme konusudur.

1.3. Türkiye’de Kimyasal Mücadele

Ülkemizde 24 milyon hektar alanda bitkisel üretim yapılmakta ve yaklaşık 120-125 milyon ton civarında bitkisel ürün elde edilmektedir. Dünyanın en büyük biyolojik çeşitliliğine sahip coğrafyalarından olan Anadolu’da 12 bin civarında bitki türü bulunmakta olup, bunların yaklaşık 3 bin türü endemiktir. Türkiye’de bugün için 165 civarında bitki ekonomik olarak yetiştirilmekte olup, böcek, akar, nematod, bakteri, virüs, mantar, viroid, fitoplazma gibi makro ve mikro zararlı organizmalar ile tavşan, çekirge, fare ve domuz gibi “Genel Zararlılar” olmak üzere mücadele edilmesi gereken 605 zararlı organizma bulunmaktadır. Bu zararlı organizmalarla mücadele maliyeti ise 1/3’ü kimyasal, 1/3’ü

işçilik ve son 1/3’de makine-yakıt maliyeti olmak üzere yıllara göre değişmekle birlikte yaklaşık olarak 6-10 milyar TL’dir. Ülkemizde şuan aktif olan 6930 adet bitki koruma ürünü bayisi bulunmaktadır. Bu bayiler dışında bitki sağlığına kamuda hizmet veren 4300 kadar, özel sektörde ise 2000 bin kadar olmak üzere yaklaşık 13-14 bin kişi bitki sağlığı çalışmalarında yer almaktadır. Ülkemizde zararlı organizmaların kontrolü ve kimyasal m¼cadele dahil tüm bitki sağlığı konularında FAO, AB ve diğer uluslararası normlar dikkate alınarak çok sayıda düzenleme yapılmıştır. Bakanlığımızın bu konudaki çalışma ve yasal düzenlemelerine <http://www.tarim.gov.tr/GKGM/Menu/2/Faaliyetlerimiz> linkinden ulaşılabilmektedir.

Ülkemizde kimyasal bitki koruma ürünlerinin zirai m¼cadelede kullanılması süreci genel olarak dünyadaki seyri ile uyumlu olmuştur. Ülkemizde 1950’li yıllarda kullanılmaya başlayan kimyasal m¼cadele ürünlerine ait tarihi veriler daha detaylı olarak kitabın ikinci bölümünde yer verilmiştir. Burada ise yaklaşık 67 yılı bulan bu süreci kategorik olarak incelemeye, dönemler arasındaki farklılıkları değerlendirmeye ve bazı çıkarımlar yaparak bugüne ışık tutup yarına dair bazı öngörülerde bulunulmaya çalışılmıştır.

I. 1957 öncesi dönem: Bu dönemde kullanılan çok az kimyasal madde olup, yaygın bir bitki sağlığı teşkilatı ve özel bitki sağlığı mevzuatı yoktur. Süne ve çekirge m¼cadelesi için yurt dışından bazı kimyasallar getirilmiş ve kullanılmış olup, kimyasal m¼cadele daha çok devlet tarafından salgın (epidemi) yapan zararlı organizmalar ve karantina için uygulanmıştır.

II. 1957-1984 arası dönem: 1957 yılında 6968 sayılı Zirai M¼cadele ve Zirai Karantina Kanununun yürürlüğe girmesi ile bitki sağlığı çalışmaları tek çatı altında toplanmış, kimyasal m¼cadele ile ilgili ilaçların ve aletlerin ruhsatlanmasına başlanmış, imal, ithal, satış ve kullanım ile ilgili düzenlemeler yapılmıştır. Bu dönemde Zirai M¼cadele ve Zirai Karantina Genel Müdürlüğü eli ile çok sayıda kimyasalın biyolojik etkisi denenmiş, ruhsatlanmış, bu konuda özel sektörün önü açılmış ve bitki koruma sektörü oluşmuştur. Pamuk, buğday, trunçgil ve zeytinde çok önemli çalışmalar yapılmış olup kimyasal m¼cadele konusunda yaygın bir eğitim, yayım, araştırma ve analiz kapasitesi meydana gelmiştir. Bu dönemde kimyasal m¼cadele dahil tüm bitki sağlığı çalışmalarında ana aktör devlet olmuştur.

III. 1984-2005 arası dönem: Bitki sağlığı çalışmalarının Hayvan sağlığı ve Gıda Hizmetleri ile birleştirildiği ve bu amaçla Zirai M¼cadele ve Zirai Karantina Genel Müdürlüğünün Veteriner hizmetleri ve Gıda Hizmetleri Genel

Müdürlükleri ile birleştirilerek Koruma ve Kontrol Genel Müdürlüğünün kurulduğu dönemdir. Bu dönem ülkemizde bitki koruma alanındaki özel sektörün güçlendiği çok sayıda imalatçı ve ithalatçı firmanın kurulduğu, yaygın bir bayii ağının oluştuğu devletin kimyasal mücadele ürünleri konusunda yayım ve eğitim görevinden izin, ruhsat ve denetim görevine geçtiği bir dönemdir. Bu dönemde ayrıca devlet mücadelesinden, devlet yardım mücadelesine ve ilaç dağıtımından ilaç desteklemesine geçilmiştir. Bu bağlamda pestisit kullanan üreticilere veya zeytin sineği ile mücadele eden birliklere 1999 yılına kadar destek verilmeye devam edilmiştir. Bu dönemde ülkenin her yanına tarım ilacı ulaştırılmış, tarım ilacı kullanımı artmış, başta çekirge, fare, süne ve kımıl olmak üzere zararlı organizmalar kontrol altına alınmıştır. Bu dönemin diğer önemli bir göstergesi ise bayii sayısının artışı, üreticinin kimyasal mücadele kullanımındaki bilinç seviyesinin gelişmesi ve bitki koruma ürünü sektöründeki üretim, pazarlama ve tanıtım ağının güçlenmesi olmuştur.

IV. 2005- sonrası dönem: Türkiye’den Rusya Federasyonuna ve Avrupa Birliğine (AB) yapılan meyve ve sebze ihracatında önce karantinaya tabi zararlı organizmaların varlığının tespiti, daha sonra yapılan analizlerde yüksek kalıntı tespit edilmesi veya AB veya Rusya’da ruhsatlı olmayan bazı aktif maddelerin kullanıldığına belirlenmesi neticesinde ülkemizden yapılan ihracatta sınırlama ve yasaklama getirilmiştir. Bu durum ülke içinde de tarım ilacı kullanımının sorgulanmasına ve AB ile uyumlu olacak şekilde bazı yasaklamalar ve kısıtlamalara gidilmesine neden olmuştur. Bu dönemde bitki sağlığı ile ilgili temel düzenleme 2010 yılında AB ile 12. fasıl müzakereleri kapsamında çıkarılan “**5996 sayılı Veteriner Hizmetleri, Bitki Sağlığı, Gıda ve Yem Kanunu**” ile yapılmıştır. Bu dönemde kimyasal mücadele ürünlerinin kullanımının kontrol altına alınması, azaltılması, kalıntı riskinin yönetilmesi, tüketici ve çevre sağlığını gözeticek şekilde diğer mücadele yöntemlerinin öne çıkarılması hedeflenmiştir.

Son dönemde Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı tarafından güvenli kimyasal mücadele için yapılan düzenlemeler, alınan karar ve hayata geçirilen projeler ile bu çalışmaların sonucunda elde edilen sonuçlar kısaca şöyle özetlenebilir.

- ✓ 2005 yılında “Bitki Sağlığında Entegre Mücadele Uygulama Projesi” başladı.
- ✓ 2006 yılı ortalarında meyve ve sebzede “Hasat Sonrası Kalıntı Denetimi” başladı.
- ✓ 2006 yılında zeytin sineği ve mecburi haller dışında “Uçakla Mücadele” kaldırıldı.

- ✓ 2008 yılında ilaç kullanımıının kaydı için “¼retici Kayıt Defteri” uygulaması başladı.
- ✓ 2008 yılında ilaç (BK¼) “Bayilik Sınavı” uygulaması başladı.
- ✓ 2009 BK¼ için “Reçeteli İlaç Satışı Zorunluluğu” getirildi.
- ✓ 2010 BK¼ “Uygulayıcıların Sertifikalandırılması” alışması başladı.
- ✓ 2010 Biyolojik ve Biyoteknik M¼cadele ¼r¼n¼ kullanım desteği verilmeye başlandı.
- ✓ 2009-2013 İnsan sağlığı ve evre için riskli olan 181 aktif madde yasaklandı.
- ✓ 2010 yılında Entegre ve Kontroll¼ ¼r¼n Y¼netimi (EK¼Y) projesi başlatıldı.
- ✓ 2011 yılında Bitki Pasaportu Sistemi y¼r¼rl¼ęe girdi.
- ✓ 2012 yılında tarla, bağ, bahçe ve seralarda “Hasat ¼ncesi Pestisit Denetimi” başladı.
- ✓ 2012 yılında “Entegre M¼cadele Hizmet İçi Eğitim” programı başlatıldı.
- ✓ 2013 yılında bazı kimyasallar için “projeli ve denetimli” kullanım imkanı getirildi.
- ✓ 2014 “Bitki Koruma ¼r¼n¼ Veri Tabanı Programı” hizmete açıldı.
- ✓ 2016 yılında t¼m BK¼ ¼r¼nlerinin ithalatı elektronik ortama taşınmıştır.
- ✓ 2017 yerli Bitki Koruma ¼r¼nlerine ruhsat alma imkanı getirildi,
- ✓ 2018 yılında t¼m BK¼ ¼retimden son kullanıcıya kadar izlenmesi amacıyla “BK¼ Kare Kod İzleme” programı uygulamaya konulmuştur.

Bu g¼n için ¼lkemizde farklı ¼r¼nlerde kullanımına izin verilen ve kalıntı riski oluşturan toplam **378** adet ruhsatlı pestisit aktif maddesi bulunmaktadır. Pestisit kalıntısı ile m¼cadele Bakanlığımızın ¼nceliklerinden olup, bu konudaki çalışmalar çok yıllık bir plan dahilinde y¼r¼t¼lmektedir. Bu amaçla bakanlığımıza bağlı 20 ve ¼zel sekt¼re ait 40 laboratuvar pestisit analizi konusunda yetkilendirilmiştir. Bu laboratuvarlar AB izleme programında da yer alan minimum 262 pestisit aktif maddesinin analizini yapmak ¼zere bakanlığımızca talimatlandırılmış olup, genel olarak kalıntı analizi yapan bakanlığımız gıda kontrol laboratuvarları ¼lkemizde ruhsatlı aktif sayısından daha fazla sayıda aktif madde analizi yapabilmektedir. ¼rneęin: İstanbul Gıda Kontrol Laboratuvarı 618, Antalya 420, İzmir 343 ve Hatay 335 farklı aktif madde analizi yapabilmektedir.

Ayrıca ülkemizin coğrafik koşulları ve ürün desenleri nedeni ile her bölgede kullanılan pestisitler farklı olduğundan bölge laboratuvarları kendi bölgelerindeki ürünler ve aktifler konusunda uzmanlaşmıştır.

Bitki sağlığında kullanılan Bitki Koruma Ürünlerinin niteliği, ruhsatlandırılması, kontrolü ve izlenmesi önemli olduğu gibi bu ürünlerin hangi alet ve makinelerle kullanıldığı da önemlidir. Tarımda kullanılan çok sayıda makinede denetim ve izne tabi olmadığı halde 13 Haziran 2010 tarihinde yayınlanan 5996 sayılı “Veteriner Hizmetleri Bitki Sağlığı, Gıda ve Yem Kanunu”na göre bitki sağlığında kullanılan makine ve aletlerinin üretim, ithalat ve satışı izin ve denetime tabidir. Kanunun konuyla ilgili dördüncü kısmının giriş bölümü şöyledir.

Bitki koruma ürünleri ile ziraî mücadele alet ve makinelerinin onayı ve üretimi

MADDE 18-

- (1) *Bitki koruma ürünleri, ziraî mücadele alet ve makineleri ile zararlı organizma mücadelesinde kullanılan diğer ürünlerin üretimi, ithalatı, kullanımı, ambalajlanması, etiketlenmesi, tanıtımı, nakliyesi, depolanması, reçeteli ya da reçetesiz satışı, onayı, kontrolü ve teminine ilişkin işlemler Bakanlık tarafından belirlenir.*
- (2) *Bitki koruma ürünleri ile ziraî mücadele alet ve makinelerinin üretimi, ithalatı ve piyasaya arzı için Bakanlıktan onay alınması zorunludur. Bitki koruma ürünlerinin onaylanmasına ilişkin esaslar Bakanlıkça belirlenir. Onaya ilişkin bilgilerin gizliliği esastır.*
- (3) *Bakanlık, insan, hayvan, bitki ve çevreye olan olumsuz etkileri sebebiyle, bazı maddelerin bitki koruma ürünleri üretiminde kullanılmalarını, tüm bitkilere ya da belli bir bitki grubuna uygulanmalarını yasaklayabilir, kısıtlayabilir ya da kullanımına ancak belli esaslara bağlı olarak izin verebilir.*

Yukarıda adı geçen kanun, bitki sağlığı ve buna bağlı olarak kimyasal mücadelede kullanılan ürünler dahil kullanılan tüm bitki koruma ürünleri ile uygulama alet ve makineleri hakkında detaylı bir düzenleme yapmıştır.

Yapılan tüm çalışmalar ve alınan tedbirler neticesinde ülkemizde bitkisel üretim son 10 yılda 105 milyondan 125 milyon tona çıktığı halde 2002 yılında 55 bin ton olan ilaç kullanımı **%27 azaltılarak 2011 yılında 40 bin tona düşürülmüştür.** Ülkemizdeki 2007-2015 yılları pestisit kullanımı Çizelge 1.1 verilmiştir, çizelgeden de görüleceği üzere son yıllarda genel olarak 40 bin ton

civarında seyretmektedir. Ülkemiz dünya'daki toplam 3 milyon tonu bulan kimyasal mücadele ürünü kullanımı içinde payı, tarımsal hasıla ve arazi varlığına oranla daha az kimyasal kullanılan bir ülkedir. Türkiye Avrupa'nın en büyük ve Dünya'nın 7. büyük tarımsal ekonomisi olduğu halde **hektara 1,3 kg ilaç kullanımı ile Dünya'da 19. sıradadır.** Bu miktar örneğin Kosta Rika'da hektara 50, Hollanda'da 10, ABD'de 5, Fransa 4,6, Yunanistan'da 2,8, Almanya 2,5 ve Ürdün'de 1,4 kg'dır. Ülkemizde pestisit kalıntıları ile mücadele amacıyla hasat öncesi denetim, piyasa denetimi, kontrollü kullanım, ihracat denetimi bazı belirli aktiflerin bazı alan ve ürünlerde yasaklaması vb. çok sayıda tedbir neticesinde kalıntı ile mücadelede büyük başarılar elde edilmiştir. Bu başarılı çalışmalar neticesinde 2015 yılında, AB Türkiye'den ithal edilen domateslerde sınır kontrollerini kaldırmış, 2016 Rusya Federasyonu denetimi ¼ oranında düşürmüştür.

BKÜ (Ton)	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
İthalat Miktarı	20.377	24.957	14.945	26.010	33.433	25.823	26.152	15.919	23.063
İmalat Miktarı	29.545	32.500	27.794	35.330	46.904	40.021	41.205	26.156	21.271
Satılan Miktarı (Bayiler+İhraç)	49.929	49.471	39.697	53.863	73.065	62.599	63.721	45.688	44.335
İhraç Edilen Miktarı (Ton)	5.100	5.400	5.242	5.600	5.450	4.980	5.826	5.966	5.309
Bayilere Satılan Miktarı	44.829	44.071	34.455	48.263	67.615	57.619	57.895	39.723	39.026
Tüketim Miktarı	48.716	38.836	37.651	38.555	39.534	42.611	39.440	39.723	39.026

Çizelge 1.1. 2007-2015 yıllar bazında BKÜ ithalat, imalat, ihracat ve kullanım verileri

1.4. Kimyasal Mücadelede Avantajlar, Sorunlar, Fırsatlar ve Riskler

Kimyasal mücadelenin en önemli avantajı zararlı organizmayı kısa sürede yüksek oranda öldürme kabiliyetine sahip olmasıdır. Ayrıca bu ürünlerin standart üretiminin olması, yaygın bulunması, kolay erişilebilir olması ve kullanımının kolay olması bu yöntemin diğer önemli avantajlarıdır. Kimyasal mücadele ürünlerinin başlıca avantajları aşağıdaki şekilde özetlenebilir.

- Yüksek ve hızlı öldürme kabiliyeti,
- Etkisinin üretici tarafından kısa sürede ve kolayca görülmesi,
- Birden fazla zararlı organizmaya aynı anda uygulanabilmesi.
- Gelişmiş mekanizasyon imkanlarından dolayı kolay uygulanabilir olması,
- Ürünlerin fabrikasyon ve standart olması,
- Ürünlerin muhafaza ve naklinin kolay olması,

- Erişilebilir ve ekonomik olması,
- Üreticinin kimyasal mücadele konusunda kültür ve alışkanlığının olması,
- Uygulama için fazla işgücüne ihtiyaç duyulmaması
- Entegre mücadele stratejisine uyumunun yüksek seviyede olması.

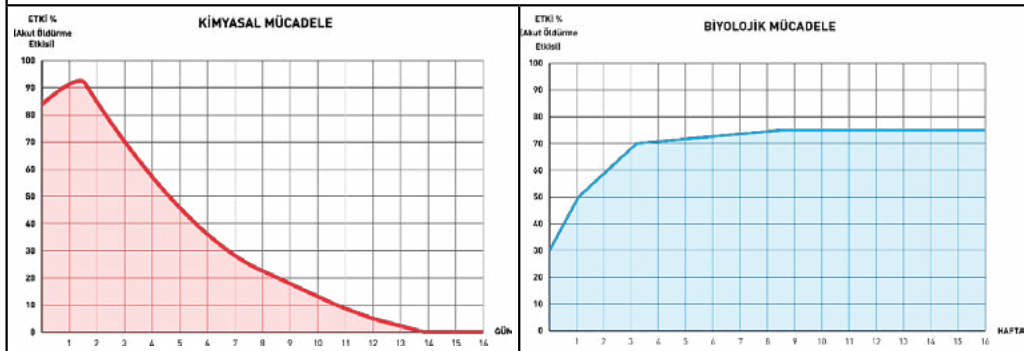
Kimyasal mücadelede sorunların çözümü ve bu mücadele yönteminin etkinliğinin artırılması hususunda ki en büyük fırsat; olası risklerin yönetimi için etkin kamu otoritesinin varlığıdır. Bunun yanı sıra kimyasal mücadele ürünlerinde kamu ve özel sektörde yüksek Ar-Ge kapasitesinin mevcut olması, bu ürünlerle ilgili yaygın ve etkin yayım, tanıtım ve bilgilendirme ağının varlığı ile gelişen üretici bilinci ve profesyonel uygulamanın yaygınlaşması çok büyük fırsatlardır. Kimyasal mücadelenin önündeki en büyük engel insan ve çevre sağlığı üzerinde yarattığı olumsuz etkiler olmakla beraber bunun dışında da önemli diğer bazı sorunlar mevcut olup bu sorunlar genel olarak aşağıdaki şekilde özetlenebilir.

- İnsan başta olmak üzere sıcakkanlı canlılarda kronik (uzun süreli) toksisite riski,
- Toprak ve su kaynaklarında oluşan birikimli kalıntı riski
- İlaç üretim fabrikalarında çalışanlarda, depo ve bayiler ile uygulayıcı çiftçilerde oluşabilecek akut (ani) ve kronik toksisite riski,
- Atık ambalajlardan kaynaklanan gecikmeli ve dolaylı çevre sağlığı riskleri,
- Yerel üretim imkanı olmayan aktif veya formülasyonlar için dışa bağımlılık,
- Hatalı uygulamalarda oluşabilecek bitki ölümleri (fitotoksisite),
- Zamanla gelişebilecek direnç ve dayanıklılık nedeni ile oluşan ekonomik kayıplar,
- Yeni formülasyon veya molekül geliştirmede her geçen gün artan maliyet,
- Uygulama dozuna uyulmaması, tavsiye dışı kullanım, hasada kadar geçmesi gereken süreye riayet edilmemesi nedeniyle gıda ve yemde kalıntı riski oluşması,
- İntihar, zehirlenme vb. amaç dışı kullanım ihtimali.

Kimyasal mücadelenin bu sorunlarına rağmen bu konudaki en büyük risk bu ürünler ve uygulama yöntemi konusundaki yaygınlaşan ve pekişen olumsuz kamuoyu algısı ve bu konuda özellikle özel sektördeki yetersiz sosyal sorumluluk anlayışıdır. Bu olumsuz algı daha çok üretimin hiçbir yerinde bulunmayan bu nedenle konuyla ilgili olarak risk seviyesini doğru bir şekilde ölçme imkânından yoksun kentli ve üst gelir sahibi tüketicilerde oluşmaktadır.

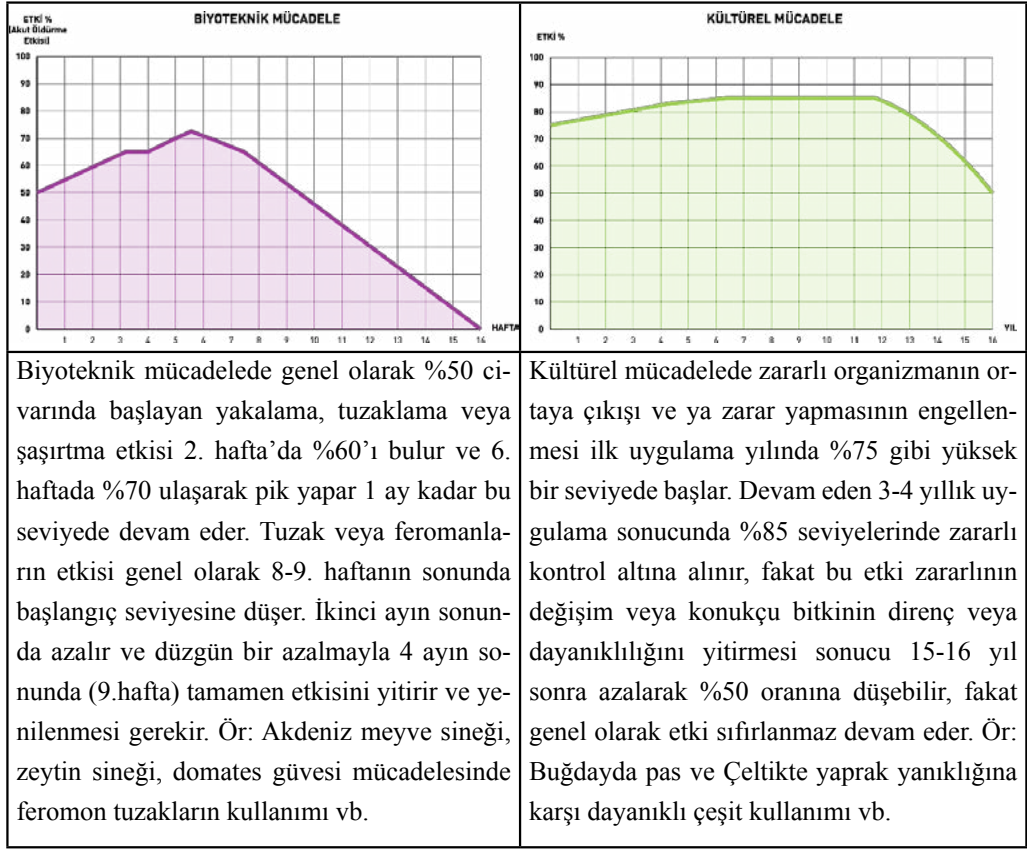
Kimyasal Mücadelenin diğer mücadele yöntemleri ile akut öldürme etkisi ve uzun süreli koruma etkisi aşağıdaki şekil 3'te gösterilmiştir. Şekil 1.3'te herhangi bir zararlı organizma veya bir mücadele ürünü üzerinden hesap edilmemiş olup, mücadelede kullanılan birçok ürün ve farklı bitki türleri üzerindeki etkilerinin ortalaması olarak gösterilmiştir. Bu gösterimlerde kimyasal mücadelenin en kısa sürede en yüksek öldürme etkisine sahip olduğu ve bu durumun diğer tüm mücadele yöntemlerine göre en bariz üstünlüğü olduğu açıkça görülmektedir.

Şekil 1.3. Zirai mücadele yöntemlerinin zararlı organizmaları öldürme etkileri (Biyolojik etki)



Kimyasal mücadelenin etkisi uygulama anında %85 gibi oldukça yüksektir, uygulamadan yaklaşık 36 saat kadar artan öldürme (bu etki hem akut hem de kısa süreli kronik etki dahil olacak) şekilde etkisi gösterir ve %95'i bulur. Daha sonra hızla düşerek ilk hafta %30'a, daha sonra genel olarak 14. günde öldürme etkisi sonlanır. Bu nedenle mücadelenin devamı için tekrar eden uygulamalara ihtiyaç duyulur. Ör: Yaprak biti, yaprak kurtları, beyazsinek mücadelesi vb.

Biyolojik mücadele uygulamalarında %30 dolayında düşük akut etki (yeme, yakalama) ile başlanır, fakat ilk bir haftanın sonunda öldürme etkisi %50'yi bulur. Genelde ilk 3 haftanın sonunda %70 gibi yüksek bir etkiye ulaşır (yeme, yakalama, parazitleme) ve az bir artmayla 8-9. haftadan sonra bu etki %75 dolaylarına çıkar ve yıllarca bu seviyede devam eder. Ör: Trunçgillerde unlu bit, bağ salkım güvesi veya hububatta süne için yapılan biyolojik mücadele vb.



Yukarıda bahsi geçen bu dört yöntemin biyolojik etki dışında, maliyet, erişilebilirlik ve ülkemizde yakın zamanda gelişme potansiyelleri göz önünde bulundurularak yapılan değerlendirme çizelge 1.2'de sunulmuştur. Çizelgede görüleceği üzere kimyasal mücadele genel toplamda biyoteknik ve kültürel mücadeleden daha az puan almasına rağmen üretici için çok önemli olan 1, 2, 3 nolu parametrelerden en yüksek puanı almıştır. Ayrıca Erişilebilirlik olan 7 nolu parametrede ise en yüksek değer olan 5 puanı almıştır, kültürel mücadelede erişilebilirlik bilgi ve tecrübe iken kimyasal mücadelede erişilebilirlik hem kimyasalın kendisine, hemde kullanılan alet ve makinesine erişimi kast etmektedir. Ülkemizdeki yaygın firma, dağıtıcı ve bayi ağı tüm üretim alanlarımızda istenilen kimyasal bitki koruma ürününe istenilen zamanda istendiği kadar erişimi mümkün kılmaktadır. Bitkisel üretim için erişilebilirlik çok önemli olup, üreticiler tarafından kimyasal mücadele ürünlerinin biyolojik ve biyoteknik mücadele ürünlerine göre daha çok tercih edilmesinin esas sebeplerinden biri de budur. Dünyanın birçok böl-

gesinde kimyasal mücadele ürünlerine erişilebilirlik konusunda hala çok ciddi sorunlar bulunmaktadır. Fare, çekirge ve meyve sinekleri gibi salgın yapan zararlı organizmalarla mücadelede kimyasal mücadele ürünlerine erişememek açlık gibi felaketlerle sonuçlanır.

Çizelge 1.2. Bitki sağlığında kullanılan mücadele yöntemlerinin karşılaştırılması.

No	Kriterler (Toplam içindeki ağırlığı*)		Biyoteknik Mücadele		Kültürel Mücadele		Biyolojik Mücadele		Kimyasal Mücadele	
1	Biyolojik Etkinlik	20	İyi	15	İyi	12	İyi	15	Çok iyi	19
2	Maliyet	15	İyi	10	İyi	10	İyi	10	Çok iyi	15
3	Uygulanabilirlik	15	İyi	10	İyi	10	İyi	10	Çok iyi	15
4	Kalıntı	10	Çok iyi	10	Çok iyi	9	İyi	8	Kötü	3
5	Faydalılara yan etki	10	Çok iyi	9	Çok iyi	9	İyi	7	Kötü	3
6	Etki Süresi	10	Çok iyi	10	Çok iyi	8	İyi	9	Orta	5
7	Erişebilirlik	5	Orta	3	Çok iyi	5	Kötü	2	Çok iyi	5
8	Direnç Kazanımı	5	Çok iyi	5	Çok iyi	5	İyi	3	Orta	2
9	Çevreye Duyarlılık	5	Çok iyi	5	Çok iyi	5	İyi	4	Kötü	2
10	Gelişme Potansiyeli	5	İyi	3	Orta	2	İyi	4	İyi	3
	Toplam Puan	100		80		75		72		72

1.5. Türkiye'nin Kimyasal Mücadele Vizyonu ve Stratejisi

Tarımsal üretim için kimyasal girdilerin kullanımı bugün hala bir zorunluluk olarak devam etmektedir. Gelecekte de gübre, ilaç, hormon ve diğer kimyasal girdilerin tarımda kullanımı devam edecek gibi görünmektedir. Bu girdilerin kullanılmadığı bir tarım sistemi dünya nüfusunu beslemekte yetersiz kalacağı gibi, daha iyi alternatifler olmadığı sürece doğal kaynaklar üzerindeki baskı bu girdilerin kullanımının engellenmesiyle azaltılmayacaktır. Örneğin; yapılan bazı çalışmalarda organik tarım yapıldığında verim azaldığı, zararlı organizmalarla mücadelede kimyasallar yerine mekanik yöntemler kullanıldığında daha çok fosil yakıt tüketildiği dolayısıyla aynı miktarda ürün almak için daha çok arazi işlendiği ve daha çok girdi kullanıldığı tespit edilmiştir. Önemli olan herhangi bir girdi veya teknolojinin genel bir yaklaşımla kötülenmesi veya yasaklanması değil, bilimsel olarak risklerinin ortaya konulması ve uygulamanın akılcı şekilde yönetilmesidir.

Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığının kimyasal mücadele konusundaki vizyonu:

- Bitkisel üretimde hasat öncesi ve üretim aşamasında zararlı organizmalardan kaynaklı kayıpların azaltılması amacıyla kimyasal mücadele için yeterli ve gerekli miktarda Kimyasal BKÜ'nün ülkede bulunması, üretilmesi, ithali, ruhsatlandırılması ve üreticilerin bu ürünlere erişiminin mümkün kılınmak,
- Kimyasal BKÜ kullanımından kaynaklanan insan, çevre ve hayvan sağlığı risklerini izlemek, analiz etmek ve bu analizler sonucunda önerilen gerekli tedbirleri almak,
- Kimyasal BKÜ önerilmesi, taşınması, depolanması ve güvenli kullanımına dair her türlü bilginin güncel ve erişilebilir olmasını sağlamak,
- Kimyasal BKÜ konusundan kamuoyunda oluşan olumsuz algının sosyal sorumluluk projeleriyle yönetilip, kalıntı vb. konularda gerekli tedbirleri almaktır.

Kimyasal mücadele konusunda belirlenen bu vizyona ulaşmak için aşağıdaki stratejik çalışmaların yapılması gerekmektedir.

- Ülke içinde geliştirilen yeni BKÜ'nin ruhsat alabilmesi ile ilgili gerekli yasal düzenlemenin yapılması, toksikoloji ve ekotoksikoloji çalışmalarının ülke içinde yapılabilir hale getirilmesi,
- Ruhsata esas denemeler için kullanılan “standart ilaç deneme metotlarının” uluslararası normlar ve yeni verilere göre güncellenmesi,
- Sebze ve meyve başta olmak üzere iyi tarım ve organik tarım sistemleri için önerilecek kimyasal ürünler için “Faydalılara yan etki denemeleri”nin yapılmasını sağlaması,
- Üreticilerin ihtiyaç duyduğu BKÜ'ne erişimi sağlamak için, ruhsatlama, ithal, imal, nakil, depolama ve denetimle ilgili mevzuatın güncel tutulması ve ihtiyaca göre düzenlenmesi,
- Bitki Koruma Ürünlerinin doğru ve etkin kullanımını sağlamak amacıyla üretici, mühendis, teknik eleman ve tedarikçilerin ulaşabileceği Bitki Koruma Ürünleri Veri Tabanının (<https://bku.tarim.gov.tr/>) güncel ve aktif tutmak, bu portalın kullanımını ve etkinliğini artıracak tedbirleri alınması,
- Sürdürülebilir bir tarımsal üretim için hatalı, fazla ve tavsiye dışı kimyasal kullanımını önlemek ve doğal kaynaklar üzerinde kimyasal mücadeleden kaynaklı baskıyı azaltmak için iyi tarım projelerinin desteklenmesi,

- BK¼ güvenli kullanımı, kaçakçılığın ve sahteciliğın önlenmesi amacıyla öncelikle kimyasal kücadelede kullanılan pestisitlerin; üretim bandından çiftçiye ulaşıncaaya kadar dijital ve gerçek olarak Qkod (karekod) sistemiyle izlenmesi için gerekli tedbirleri almak,
- Kimyasal M¼cadele’de “Direnç Yönetimi Stratejisinin” geliştirilerek ülkesel, bölgesel olarak ürün veya zararlı organizma bazında direnç yönetimi hususunda gerekli eylem planlarının hazırlanması,
- Avrupa Birliğine uyum kapsamında veya diğerk nedenlerle yasaklanan aktiflerin gözden geçirilerek Türk tarımının ihtiyaç duyduğu aktiflerle ilgili olarak; sınırlı kullanım, kontrollü kullanım (1,3 D- Chlorpropene), özel kullanım (Metil Bromide), yasaklama veya serbest bırakma konusunda güncelleme yapılması,
- Bitki Koruma Ürünü atık ve ambalajlarının yönetimi hususunda “Özel Sektör Destekli Sosyal Sorumluluk Projeleri” yürüt¼lmesi, bu kapsamda her köye üreticilerin ilaçlama depolarını dolduracağı, BK¼ ve Korunma Tedbirleri ile ilgili bilgi alacağı bir pano ve BK¼ ambalajlarının toplanacağı geri dönüş¼me sokulacağı bir özel çöp kutusu (konteynır) içeren “BK¼ Dolum İstasyonu” yapılması ve atık-ambalajların belirli aralıklarla toplanmasının sağlanması,
- BK¼’nin reçeteli olarak kullanılması ve Bakanlığın serbest danışmanlık sistemine entegre edilerek “Yetkili Bitki Koruma Ofislerinin” işlevsel hale getirilmesi, böylece bayilerin yalnızca ürün satan değil aynı zamanda hizmet satan kurumlar haline dönüş¼tür¼lmesi,
- Piyasaya arz edilen BK¼’nin biyolojik etkinlikleri hakkında izleme çalışmalarının yapılması ve her bir BK¼ için orijinal veya emsal olmasına bakılmaksızın 10 yılda bir biyolojik etkinlik denemesinin yapılmasını veya yaptırılmasını sağlamak,
- Yerel BK¼’nin geliştirilmesi ve ihracatı için gerekli araştırma çalışmaları ile inovasyon çalışmalarına ağırlık vermesi,
- Bitki sağlığı uygulamalarından kaynaklanan başta kalıntı olmak üzere insan, hayvan ve çevre sağlığı konusunda toplum duyarlılığını göz önünde bulundurarak gerekli tedbirlerin alınması, risk değerlendirme çalışmaları yapılarak, sonuçların kamuoyu ile paylaşılması,
- Ülkemizde yürüt¼len bitki koruma faaliyetlerinin alan bazında 2023 yılına kadar %50 oranında Entegre M¼cadele (IPM) şeklinde yapılması için Entegre M¼cadele yaklaşımına uygun kimyasal aktif ve form¼lasyonların ruhsatlan-

masını ve kullanılmasını temin edici idari ve teknik tedbirlerin alınması kimyasal mücadele konusunda istenen kalite ve vizyona ulaştıracaktır.

Bu çalışmaların yapılmasıyla Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı etkin bir bitki sağlığı faaliyeti yürütürken, kimyasal ilaç kullanımının azaltılmasıyla insan ve çevre sağlığının korunmasını da desteklemiş olacaktır. Ülkemizin gıda güvenliğinin garanti altına alınması elbetteki kıt kaynakların sürdürülebilir kullanımına ve sektörel büyümeye bağlıdır. Bu amaçla kimyasal mücadele olanaklarının doğru ve etkin kullanılması, kimyasal kullanımından kaynaklanan risklerinin azaltılması ülkemizde tarımsal üretim için gerekli doğal kaynakların muhafazasına, insan ve çevre sağlığının korunmasına ve gıda güvenilirliğine çok büyük katkılar sağlayacaktır.

Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığının bitki sağlığı ile ilgili mevzuat, bitki koruma ve karantina faaliyetleri, eğitim ve denetim çalışmaları ile iller bazındaki uygulama programları Gıda ve Kontrol Genel Müdürlüğü tarafından yıllık olarak yayınlanan “**Bitki Sağlığı Uygulama Programı**”ında yer almaktadır. Bu programda kimyasal mücadele ile ilgili olarak yasaklanan aktif maddeler, bazı kimyasallar için verilmiş olan sınırlı izinler ve kullanım alanları, kullanım miktarlarının raporlanması ve fumigasyon işlemlerinde dair her türlü düzenleme yer almaktadır. Bu program her yıl güncellenmekte olup, <https://www.tarim.gov.tr/GKGM/Menu/2/Faaliyetlerimiz> ve <https://www.tarim.gov.tr/Konular/Bitki-Sagligi-Hizmetleri/Bitki-Sagliginda-Yayinlar?Ziyaretci=Ciftci> linklerinden erişime açılmaktadır.

Bu kitap çalışmasında bitki sağlığında mücadele yöntemleri ile ilgili olarak kimyasal mücadelenin felsefesi, diğer yöntemlerden ayrılan yönleri, genel prensipler, yarattığı riskler ve dikkate alınması gereken hususlar üzerinde durulmuştur. Belirli bir bitkide belli bir zararlı organizma için herhangi bir ilaç ve ilaçlama önerisinde bulunulmamıştır. Bu tür bilgileri ihtiyaca göre Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü ve Gıda ve Kontrol Genel Müdürlüğü tarafından ortaklaşa bitki sağlığı araştırmaları yapan enstitü ve üniversitelerin katılımı ile güncellenmektedir. Bu bilgiler zirai mücadele teknik talimatları ile entegre mücadele teknik talimatları şeklinde <http://www.tarim.gov.tr/Konu/962/Zirai-Mucadele-Teknik-Talimatları> ve http://www.tarim.gov.tr/Konu/921/Entegre_Mucadele adlı linklerde yayınlanmaktadır.

KAYNAKÇA

Anonim 1- 2018. Agricultural revolution, english history. <https://www.britanica.com/topic/agricultural-revolution>

Anonim 2-2018. The Agricultural Revolution: Timeline, Causes, Inventions & Effects. <https://study.com/academy/lesson/the-agricultural-revolution-timeline-causes-inventions-effects.html>

Döring *ett* all, 2011. Plant pathology. Concepts of plant health – reviewing and challenging the foundations of plant protection.

Fait A, *ett* all, 2018. Preventing health risks from the use of pesticides in agriculture. http://www.who.int/occupational_health/publications/en/oehpesticides.pdf





DÜNYADA VE TÜRKİYE'DE KİMYASAL MÜCADELE

Dr. Ayşe ÖZDEM

Dr. Aynur KARAHAN



DÜNYADA VE TÜRKİYE’DE KİMYASAL MÜCADELE

2.

Dr. Ayşe ÖZDEM

Dr. Aynur KARAHAN

Tarımsal üretimi artırmanın en önemli yolu birim alandan daha çok ürün alınması, yani verimin artırılmasıdır. Verimin arttırılmasında en önemli faktörlerden biri bitkisel üretimi sınırlayan zararlı organizmalarla mücadele etmektir. Hastalık, zararlı ve yabancı otların zararından bitkileri korumak; bu yol-la tarımsal üretimi artırmak ve kalitesini yükseltmek amacıyla yapılan tüm işlemlere “Zirai Mücadele” ya da başka bir deyişle “Bitki Koruma” denmektedir. Bugün dünyada, bitkilerde zarar yapan hastalıklar, zararlılar ve yabancı otların, hasattan önce neden olduğu ürün kaybı %30-35 olup, bunun %14’ü zararlılardan, %11’i hastalıklardan ve %10’u da yabancı otlardan ileri gelmektedir. Hasattan sonra ise; böcekler, kemirgenler, kuşlar ve zararlı mikroorganizmalar, ortalama %14’lük bir ek zarara sebep olmaktadır. Böylece toplam zarar %50’yi bulmaktadır. Yapılan araştırmalar, mücadele yapılmadığı zaman, bu kaybın iki kat artabileceğini göstermektedir. Bu durum, gıda noksanlığına bağlı olarak ortaya çıkan hastalıkların artmasına, kıtlığa, göçlere ve savaş gibi insani felaketlere yol açabilmektedir. Bu nedenle bitki sağlığı tedbirleri bir ülkede gıda güvenilirliğinin sağlanması açısından son derece önemlidir. Zararlı organizmalardan dolayı oluşan kayıpların engellenmesinde hâlihazırda kültürel, fiziksel, biyolojik, biyoteknik ve kimyasal mücadele

yöntemleri kullanılmaktadır. Ancak kolay uygulanması, kısa sürede etkili sonuçlar alınması nedeniyle tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de en fazla tercih edilen yöntem kimyasal mücadeledir. Kimyasal mücadelede pestisitler kullanılmakta olup, bu zirai mücadele araştırma ve uygulamalarında kullanılan her türlü kimyasal madde ve preparatları ifade etmektedir.

İnsanoğlu özellikle yerleşik yaşama geçip, tarımı yaşam biçimi olarak kabul ettiği dönemden itibaren yaşamını bitkilerle iç içe devam ettirmiştir. Yerkürede insanoğlundan daha eski olan, yaklaşık 450-500 milyon yıldır var olan bitkiler, güneş enerjisini kimyasal enerjiye dönüştürdükleri fotosentez olayı sonucunda oluşturdıkları karbonhidrat, protein ve yağlar ile insanlar ve hayvanların beslenmesinde önemli bir yere sahiptir. Bu özelliklerinin yanı sıra solunumları sırasında atmosfere verdikleri oksijen ile de canlıların büyük bir çoğunluğu için vazgeçilmez bir yaşam kaynağıdır.

Dünya üzerindeki yaşamın devam etmesinde önemli görevler üstlenmiş olan bitkiler, birçok canlı veya cansız faktörün tehdidi altındadır. Canlı faktörler arasında yer alan bakteri, böcek, fitoplazma, fungus, virüs, viroid gibi zararlı organizmalar ile yabancı otlardan kaynaklanan tehditler bitkiler açısından oldukça önem arz etmektedir. Bu organizmaların bitkilerde oluşturduğu kayıp ve zararlar ile insanoğlu avcılık ve toplayıcılıkla yaşamını devam ettirdiği çağlardan bu yana karşılaşmıştır. 40.000 yıl kadar önce Batı Asya’dan Avrupa’ya göç ettiği tahmin edilen ve Danimarka’da turba bataklıklarında bulunan bazı insan kalıntılarının midelerinde Çavdarmahmuzu (*Claviceps* sp.) ve Rastık (*Ustilago* sp.) sporları bulunmuştur. Ancak o çağlarda yerleşik hayata geçmemiş olan insanoğlu bu organizmaların bitkilerde oluşturdıkları zarar ya da kayıpların çokta farkında olmamıştır.

2.1. Dünyada Kimyasal Mücadele

İnsanoğlu, özellikle göçebelikten vazgeçip yerleşik yaşama geçtikten sonra, bulunduğu yerlerde yetiştirdiği ürünlere daha bağımlı hale gelmiş ve bu nedenle hastalık, zararlı ve yabancı otlardan kaynaklanan kayıplardan daha fazla etkilenmiştir. Bu kayıp ve zararlar o zamanın kayıtlarına da geçmiştir. Örneğin, M.Ö. 2500 yılına ait Babil tabletlerinde zararlı otları toplayan kadınlardan, M.Ö. 650 yılına ait bir Asur tabletinde ise hububat başaklarında zararlı bir püştülden söz edilmektedir. Bu kayıp ve zararları oluşturan Mildiyö, Pas ve Külleme gibi hastalıklardan, eski yazıtların yanı sıra kutsal kitaplarda da bahsedilmektedir. Tarih boyunca kıtlık ve açlık felaketlerine yol açan önemli etkenlerden biri de çekirge ve böcek istilalarıdır. Nitekim kutsal kitaplarda geçen hikâyelerden biri

de gökyüzünün çekirgelerle kaplanması ve şehirlerin çekirgeler tarafından istila edilmesi olayıdır. Mısır’da IV. Hanedanlık dönemine (M.Ö. 2625-2475) ait bir duvar resminde, üst yarısı yenmiş bir başak ile altında bir çekirge ile kurbağa resmi bulunmaktadır. Bitki Koruma ile ilgili en eski belgelerden biri olarak kabul edilen bu resimde çekirge zararının ifade edildiği anlaşılmaktadır. M.Ö. 4. yüzyılda Romalıların hububatta görülen pas ve diğer hastalıklardan dolayı oluşan kayıplar nedeniyle çok fazla kıtlık çektikleri ve pagan olan toplumun bu olayı “Robigus” adlı bir tanrıya atfedip, gazabından korunmak ve onu memnun edebilmek için, her ilkbaharda pas renginde olan köpek, koyun gibi hayvanları kurban ettikleri “*Robigalia*” ayinini düzenledikleri bilinmektedir.

Zararlı organizmaların mücadelesinde kimyasalların kullanımına ilişkin ilk izler 4000 yıl kadar önceye dayanmaktadır. Günümüzde halen akarlar ve bitki hastalıklarının mücadelesinde kullanılmakta olan kükürdün, insektisit olarak kullanıldığına dair ilk kayıt M.Ö. 2500 yılına kadar gitmektedir. Bu dönemde Sümerliler kükürdü akarisit olarak kullanmıştır. Roma öncesi medeniyetler yenmiş kükürdü beşeri ilaç olarak ve kükürtlü tuğlaları ise fümigant, ağartıcı ve dini ayinlerde tütsü olarak kullanmışlardır. Romalılar ise, kükürdü ya da dumanını kullanarak böcekleri öldürmüş ve hasta odasını arındırmıştır. M.Ö. 8. yüzyılın başlarında Homer’in yazdığı ünlü destan “*Odyseia*” da kükürdün bitki hastalıkları üzerindeki tedavi edici etkilerinden söz edilmektedir.

M.Ö. 2000 yılında Babil’in ünlü hükümdarı Hammurabi çiftçiler için bir genelge yayınlamış, bu genelgede kültürel bazı yöntemlerin yanı sıra zararlılarla ve yabancı otlarla mücadele etme zorunluluğu getirmiştir. Eski Hint uygarlığında bitki hekimliği anlayışının ilk izlerine rastlanmış, M.Ö. 2000 yılına ait Hindu kitabı, “*Rig Veda*”da zararlılarla mücadelede zehirli otların kullanımı tavsiye edilmiştir. Bu otların, böcek öldürücü etkilerinin olduğu Firavunlar zamanında Mısırlılar tarafından da bilinmektedir. Yine Hint kayıtlarında bitki hastalıklarına karşı koruma ve tedavi amaçlı fil sütü ya da kaplan etinden yapılmış bulamaçlar ya da bitki ekstraktlarının kullanıldığı belirtilmiştir. Çin’de bulunan bazı kayıtlarda (M.Ö. 1796) köylülerin yılın onuncu ayını farelerle savaş ayı ilan edip, bu savaşımı duman kullanarak yaptıklarından söz edilmektedir. Ayrıca kül ve kireci kapalı yerlerde zararlılara ve tohum yiyen böceklerle karşı (M.Ö. 1200), daha sonraki yıllarda ise arsenik ve bazı bitki ekstraktlarını böcek öldürücü olarak (M.Ö. 200) kullanmışlardır. Bunların yanı sıra M.Ö. 1000 civarında Çinlilerin bazı predatör karıncaları turuncgil bahçelerindeki zararlı böceklerin ergin ve larvaları ile mücadele etmek için kullandıkları bilinmektedir. Hatta bu karıncaların ağaçtan ağaca rahatça geçebilmeleri için bambu çubukları ağaçlar arasına bağla-

mışlar ve belki de bilinen en eski entegre zararlı yönetimini turuncgil bahçelerinde uygulamışlardır (Taylor et al. 2007). Ayrıca, M.Ö. 1200 yılında kutsal sayılan bazı tuzların herbisit olarak kullanıldığına ilişkin bilgiler de bulunmaktadır.

M.Ö. 470 yıllarında yaşayan Yunan filozof Democritus’un yazılarında, zeytinden elde edilen bir maddenin külleme ve diğer yanıklık hastalıklarında nasıl kullanılacağı açıklanmıştır. Bunun yanı sıra zeytinin ezilmesi ile elde edilen ‘*amurca*’nın karıncalar, köstebekler ve yabancı otlara toksik olduğu Milattan önce birinci yüzyılda Marcus Terentius Varro tarafından belirtilmiş ve yabancı otlara karşı kullanımı tavsiye edilmiştir. *Amurca*, yabancı otlar kadar böcekler ile mücadelede de kullanılmıştır. Palladius, idrar katılmış hıyar veya acı bakla ekstraktlarının *amurca* ile karışımının kabaktaki zararlı larvaların uzaklaştırılmasında kullanıldığını yazmıştır (Taylor et al. 2007). Aynı dönemlerde *Helleborus niger*, *H. orientalis* ve *Veratrum album* adı verilen bitkilerden elde edilen helleboran adlı ekstraktın kemiriciler ve böcekler için kullanıldığı bilinmektedir. Bitkisel kökenli böcek öldürücülerden biri olan nikotin, ilk olarak doğal yollarla, tütün yapraklarının ezilmesi ile elde edilmiş ve yaprak bitlerinin mücadelesinde kullanılmıştır. *Chrysanthemum cinerariaefolium* bitkisinin çiçeklerinden ekstrete edilen piretrin binlerce yıldır insektisit olarak kullanıldığı bildirilmiştir. Çinlilerin krizantem bitkilerini ezdiklerini ve tozunu insektisit olarak kullandıklarına ilişkin M.Ö. 1000’e kadar uzanan eski kayıtlar mevcuttur. Çin’deki Chou Hanedanlığının böcek öldürücü etkilerinden dolayı piretrini yaygın olarak kullandığı bilinmektedir. Napolyon savaşlarında ise, Fransız askerleri pireleri ve vücut bitini uzak tutmak için bu bitkinin çiçeklerini kullanmıştır.

Milattan Sonra (M.S.) 77’de soda, arsenik ve zeytinyağının zararlılara karşı kullanımı, Romalı akademisyen Pliny tarafından önerilmiştir. Arap âlim Abu Mansur M.S. 970’de yazdığı kitapta 584 bitkisel ürünün toksikolojik ve farmakolojik özelliklerini tanımlamıştır (Thacker 2002). On birinci yüzyılda İbni Sina hastalıkların gözle görülemeyecek kadar küçük bazı etkenler (mikroplar) nedeniyle oluştuğunu ve hastalıklardan korunmada temizliğin (hijyenin) çok önemli olduğunu bildirmiştir. On ikinci yüzyılın sonuna doğru İspanya’nın güneyinde yaşayan Arap ziraatçı Ibn-al Awwam tarafından yazılan yaklaşık 1000 sayfalık “*Kitāb al-Filāḥa*” isimli tarım ansiklopedisinde, meyve ve bağlarda görülen hastalıkların çok detaylı olarak belirtileri anlatılmış ve mücadele yöntemlerinden söz edilmiştir (Anonymous 2017a).

Zararlı organizmalar ile mücadelede kimyasalların kullanımı 1500’lü yıllara kadar yavaş bir gelişim göstermiştir. 15. yüzyılın sonlarına doğru Kristof Kolumb’un Yeni Dünya’ya yaptığı seyahatler sonucu Eski ve Yeni Dünya arasında

hayvan ve bitkilerin değiş tokuşu gerçekleşmiş ve bunun sonucunda her iki kıta, yeni zararlı organizmalar ile tanışmak zorunda kalmıştır. Yeni hastalık etmenleri, böcek ve yabancı otların girişine paralel olarak mücadele metotları da gelişme göstermiştir. 16. yüzyıldan itibaren inorganik bileşikler mücadelede yaygın şekilde kullanılmaya başlanmıştır. On yedinci yüzyılda bitki korumada önemli bir adım olan tohum dezenfeksiyonunu Johann Rudolf Glauber gerçekleştirmiştir. Günümüzde “*Glauber’s salt*” olarak da bilinen sodyum sülfatı 1625 yılında keşfetmiş, buna mucizevî tuz (*sal mirabilis*) adını vermiş, tıbbi olarak kullanımının yanı sıra tohumları bununla muamele ederek yüzeysel olarak bulaşmış mikroorganizmalardan tohumu arındırmayı başarmıştır. 1650’li yıllardan itibaren balla karıştırılmış arsenik, karınca yemi olarak kullanılmıştır. Tütün ekstraktları 1690 yılında kontak insektisit olarak, dumanı ise 1773 yılında fumigant olarak kullanılmıştır. Fransa’da Mathieu Tillet 1755 yılında buğdayda Sürme hastalığına karşı tohumlara bakır sülfat uygulamış ve bakır sülfat ile muamele edilmiş tohumlardan gelişen buğday bitkilerinde sürme hastalığının daha az olduğuna dikkat çekmiştir. Ancak Sürme hastalığına neden olan etkenin paraziter bir etmen olduğunu anlayamamış ve sürmeden dolayı oluşan zehirli tozun bitkiyi öldürdüğünü ifade etmiştir. İlk kez Fransa’da 1807 yılında Benedict Prevost, buğdayda Sürme hastalığına neden olan sporların canlı bir etmen olduğunu tespit etmiş ve bakır sülfatın Sürme sporlarının çimlenmesini engellediğini keşfetmiş, Alman fitopatolog Julius Kühn ise buğday tohumlarının bakır sülfat ile Sürme hastalığına karşı ilaçlaması standart bir metot haline getirilerek çiftçilerin kullanımına verilmiştir. Arsenik ve civa da ilaç olarak yine bu yüzyılda yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Bakır arsenat, kurşun arsenat ve kalsiyum arsenatın tamamı, 19. yüzyılın ortalarından sonuna kadar yaygın olarak kullanılmıştır. Kurşun arsenat 1892 yılında bahçe ilaçlamalarında kullanılmıştır. 1900’lerin başında sodyum florür ve kriyolit (bir florin alüminyum tuzu) zararlıların mücadelesinde kullanılmak üzere piyasaya sunulmuştur.

1845-1846 yıllarında Avrupa’da Patates mildiyöşü epidemi yapmış ve tüm patates ürünü tahrir etmiştir. Gıda ihtiyacının önemli bir bölümünü patatesten karşılayan İrlanda’da büyük bir kıtlık ortaya çıkmış ve bir buçuk milyona yakın ölüm vakası yaşanmış, bir o kadar kişi göç etmiş ve İrlanda’nın nüfusu dörtte birden daha fazla oranda azalmıştır. Bu hastalık nedeniyle yumruda oluşan çürümenin engellenmesi için, 1845’de Belçika’da Morren tarafından, bakır sülfat, sofr tuzu ve kireç su ile karıştırılarak toprak ilaçlanmış, ancak yeşil aksam ilalanmadığından başarılı sonuç alınamamıştır. Yaşanan büyük kıtlık nedeniyle İrlanda’ya yardım eden ölkeler arasında Osmanlı İmparatorluğu da yer almıştır.

1845 yılında Osmanlı Sultanı I. Abdülmecit, İrlandalı çiftçilere 1.000 sterlin ile beraber yiyecek dolu üç gemi de göndermiş, Drogheda limanına Osmanlı denizcileri tarafından gıda yardımı bırakılmıştır. Osmanlı arşivlerinde İrlanda ileri gelenlerinin Sultan’ın yardımına teşekkür ettikleri bir mektup bulunmaktadır.

Patates mildiyözü gibi kıtlığa sebep olmasa da, Avrupa’da önce İngiltere sonra da 1840’da Fransa’da bağlarda görülmeye başlanan Külleme hastalığı, 1854 yılına kadar Fransa şarap üretiminin %80 azalmasına sebep olmuştur. 1845 yılında, İngiltere’de, Edward Tucker Bağ küllemesine karşı kükürt ve sönmüş kireci su ile karıştırarak uygulamış, bu karışım Fransa’da da başarıyla kullanılmıştır. 1867’de Patates böceğinin mücadelesi için Paris Yeşili’nin diğer arsenik bileşikler ile denenmesinden başarılı sonuçlar alınması arsenit ve kalsiyum arsenit adlı bileşiklerin ticari olarak üretilmesi ve kullanılmasına olanak vermiştir. Fransa’da 1878 yılında Bağ mildiyözü hastalığı ortaya çıkmış, hızla yayılarak önemli verim kayıplarına sebep olmuştur. Pierre Marie Alexis Millardet, asmada Bağ mildiyösünün mücadelesinde bakır, kalsiyum ve demir tuzlarının tek başlarına ya da bir arada kullanarak etkinliğini araştırmış ve deneme sonuçlarını 1885 yılında yayınlamıştır. Sonraki yıllarda “Bordo Bulamacı” olarak adlandırılan bakır sülfat ve sönmüş kireçten oluşan bu karışım, günümüzde hala meyve ve bağlarda bakteri ve funguslar tarafından oluşturulan birçok hastalığın mücadelesinde başarı ile kullanılmaktadır. 1913 yılında organik civalı bileşikler tohum ilaçlamalarında kullanılmaya başlanmış ve yasaklandığı 1960’lı yıllara kadar kullanımı artarak devam etmiştir (Agrios 2005). 19. yüzyılda ve 20. yüzyılın başlarında Avrupa ve ABD’de seyreltilmiş sülfürik asit, demir sülfat, bakır sülfat, bakır nitrat ve sodyum arsenat hububatta geniş yapraklı yabancı otların mücadelesinde kullanılmıştır. Bitki koruma ürünlerinin havadan ilk uygulaması, *Ceratonia catalpa*’nın mücadelesi için, 1921 yılında ABD’nin Ohio eyaletinde yapılmıştır. Bu amaçla kurşun arsenat tozu ilaçlama yapmaya uygun hale getirilen uçaklardan atılmış ve bu uygulama yaygınlaşarak devam etmiştir (Taylor et al. 2007).

Yukarıda sözü edilen birçok inorganik kimyasal, memelilere yüksek toksisiteleri ve fazla miktarda kullanılmaları nedeniyle bir müddet sonra tercih edilmemeye başlanmıştır. Ancak, bunlardan bir kısım kimyasal hala fungisit olarak hastalıkların mücadelesinde geniş kullanım alanı bulmaktadır.

Organik klorlular, organik fosfatlılar, karbamatlar ve piretroidler gibi sentetik organik insektisitlerin 20. yüzyılda keşfi ile günümüzde yaygın olarak kullanımı devam eden aktif maddeler ilaç sektörüne girmiştir. 1934 yılında fungisit olarak kullanılan ilk dithiokarbamatlı bileşik thiram keşfedilmiştir. İkinci Dünya

savaşı sırasında ve ondan önceki dönemde silah amaçlı geliştirilen kimyasallar, yukarıda sözü edilen aktif maddelerin öncüleri olmuş ve tarım ilaçları sanayinin gelişmesini sağlamıştır. 1939’da İsviçreli kimyacı Paul Hermann Müller tarafından dichlorodiphenyl trichloroethane (DDT)’nin insektisit özelliği keşfedilmiştir. Müller, Patates böceği üzerinde DDT’nin insektisit özelliğini saptayarak 1948’de Nobel Ödülü almış ve bu buluş insektisitlerin kullanımında yeni bir dönemin başlangıcı olarak kabul edilmiştir. Aslında DDT ilk olarak İkinci Dünya Savaşı döneminde askeri birliklerde sarıhumma, sıtma, tifüs gibi hastalıkların mücadelesinde kullanılmıştır. Savaşın sonrasına ise bu hastalıkların yaygın olduğu ülkelerde geniş insan kitleleri üzerinde kullanımı devam etmiştir. Ancak, zaman içerisinde bu kimyasalın memeliler üzerindeki toksik etkileri ortaya çıkmış ve kullanımdan kaldırılmıştır. Sentetik pestisitlerin çevre üzerindeki etkileri, 1950’li yıllarda ABD’de DDT’nin Ateş karıncalarının eradikasyonu programı çerçevesinde havadan ilaçlama şeklinde kullanımı ile ortaya çıkmaya başlamıştır. 1958 yılında sivrisinekler ile mücadelede yine havadan yapılan uygulamalar sonucunda ortaya çıkan toplu kuş ölümleri Rachel Carson’un dikkatini çekmiştir. Bu olay Carson’un DDT’nin insan, hayvan sağlığı ve çevre üzerindeki olumsuz etkilerine halkın dikkatini çektiği “Sessiz Bahar (Silent Spring)” isimli kitabını 1962 yılında yayınlamasına neden olmuştur. Bu kitap, DDT’nin ABD’de yasaklanması ve ABD Çevre Koruma Kurumu (US Environmental Protection Agency, EPA)’nın tesis edilmesine varan bir sürecin başlangıcı olmuştur.

Nitrofenoller, klorofenoller, creosote, naftalin, amonyum sülfat, sodyum arsenat ve petrol yağları gibi kömür üretiminin veya diğer endüstriyel işlemlerin yan ürünleri olan pestisitler fungus, böcek ve yabancı ot mücadelesinde 1940’lı yıllara kadar kullanılmıştır. Bu ürünlerin çoğu yüksek oranlarda uygulanmaları, seçici olmamaları ve fitotoksisite problemleri nedeniyle kullanımdan kaldırılmışlardır. 2,4-D, 2,4-DP ve 2,4,5-T gibi phenoxy herbisitler ve Alman bilim adamları tarafından sinir gazı olarak denenilen parathionun keşfi İkinci Dünya Savaşı yılları olan 1943- 1945 yılları arasına rastlamaktadır. 1950’lerden sonra klorlandırılmış hidrokarbonlar, organik fosfatlılar ve karbamatlar gibi yeni organik pestisitler ve ilaçlama tekniklerinin geliştirilmesi ile tarla ürünleri, çayır ve ormanlarda da pestisitlerin kullanımına başlanmıştır. İlk sentetik piretroid olan allethrinler 1949’da, karbamatlı insektisitlerden isolan, demeton, pyramat ve pyralon ise 1951’de sentezlenmiştir. Malathion 1950’de kullanıma verilmiştir. İlk repellent etkili diethyltoluamide (deet) 1955’de, ilk mikrobiyal insektisit olan *Bacillus thuringiensis* ise 1938’de kullanılmaya başlanmıştır. Bakteriyel hastalıklara karşı 1950’li yıllarda streptomycin kullanılmış, onu fungal hastalık-

ların mücadelesinde kullanılan cycloheximide takip etmiştir. Atrazine, paraquat ve picloram gibi herbisitler 1958 ve 1960’da geliştirilmiştir. 1965’de ilk sistemik fungusit carboxin keşfedilmiş bunu benomyl gibi yaygın olarak kullanılan diğer sistemik fungusitler izlemiştir.

Pestisitlere yönelik araştırmalar 1970 ve 1980’li yıllarda devam etmiştir. Bu yıllarda dünya pestisit pazarına glyphosate, sulfonylurea ve imidazolinone (imi), dinitroaniline ve aryloxyphenoxypionate (fop) ve cyclohexanedione (dim) grubundan herbisitler giriş yapmıştır. Bunların yanı sıra üçüncü nesil pyrethroidler sentezlenmiş, avermectin, benzoylurea ve *Bacillus thuringiensis* (Bt) insektisit olarak pazara girmiştir. Bu dönemde fungusit olarak triazole, morpoholine, imidazole, pyrimidine ve dicarboxamide grupları dünya pestisit pazarına tanıtılmıştır (Unsworth 2010). Bu süreçte kullanılan pestisitler tek yönlü bir etki mekanizmasına sahip olduklarından direnç problemleri ortaya çıkmış ve bu olumsuz etkiyi ortadan kaldırabilmek için yeni yönetim stratejileri ortaya konulmaya başlanmıştır.

Yukarıda sözü edilen pestisit gruplarının çevre dostu, toksikolojik özellikleri daha iyi ve seçiciliği daha yüksek olan yeni üyelerinin geliştirilmesi yönündeki çalışmalara 1990’lı yıllarda odaklanılmıştır. Bunların yanı sıra triazolopyrimidine, triketone ve isoxazole (herbisit), strobilurin ve azolone (fungisit), chlonicotinyl, spinosyn, fiprole ve diacylhydrazine (insektisit) gibi yeni pestisit grupları ortaya konulmuştur. 1960’lı yılların sonu ve 1970’lerde tarım terminolojisine yerleşmeye başlayan “Entegre Zararlı Yönetimi” kavramı ile birlikte, zararlıları tamamen eradike etmek yerine, onları ekonomik zarar eşiğinin altında tutabilmek için, kimyasal mücadele yanında diğer mücadele metotlarının da birlikte kullanıldığı bir yönetim stratejisi ön plana çıkmıştır. Bununla birlikte zararlı organizmalarla mücadele ederken, çevreye ve faydalı organizmalara daha az etkili pestisitlerin kullanımına öncelik verilmeye başlanmış ve kimyasal mücadele yine dünyada en etkili mücadele yöntemi olarak kullanılmaya devam etmiştir.

2.2. Türkiye’de Kimyasal Mücadele

Zararlı organizmalarla mücadele metotları içerisinde genellikle uygulanmasının daha kolay olması, hızlı ve etkili sonuç alınması gibi avantajlarından dolayı kimyasal mücadele hep daha öncelik kazanmış, daha hızlı ilerlemiş ve daha geniş kullanım alanı bulmuştur. Özellikle, büyük salgınlar nedeniyle oluşan kıtlıklar ya da nüfusun artması ile doğru orantılı olarak gıdaya olan ihtiyacın artması mücadelenin önemini daha da arttırmıştır. İnsanoğlunun başa çıkmak zorunda kaldığı kıtlık ve salgınların büyük bir bölümü ise çekirgeler tarafından

oluşturulmuştur. Çekirge istilaları Afrika’nın yanı sıra Ortadoğu coğrafyası ve Anadolu topraklarında tarih boyunca yaşanmıştır. 1185 yılında yaşanan büyük çekirge istilasında, Doğu Anadolu’da insanlar ölü eti yemek zorunda kalmıştır. Bazı tarihi kayıtlar geçmişte Anadolu’da çekirge istilalarına karşı “Çekirge suyu” ya da “Sığircık suyu” olarak adlandırılan suların böceklerin bulunduğu yerlere serpildiği bildirilmektedir. Bugünkü bilgilerimiz salgın bölgelerinde ortama konulan suyun sığircık kuşlarına böcekleri yerken yapışan gagalarını açmada ve su ihtiyacını karşılamada yardımcı olabileceği ve bu yolla av tüketim kapasitesini artırarak mücadeleye olumlu katkı sağlayabileceği yönündedir.

Kimyasal ilaçların yaygın olarak bulunmadığı dönemlerde çekirge felaketi ile mücadele, insan gücüne bağlı kalmış ve bu da mücadeleyi zorlaştırmıştır. Mücadele, çekirgelerin kuru ot veya barut ile yakılması, hendekler kazılarak buraya doğru sürülerek gömülmesi şeklinde gerçekleştirilmiştir. Osmanlı döneminde, Fas çekirgelerinin yumurta paketleri çukurlara doldurulup kireçle itlaf edilmiştir. Genç çekirgelerin üzerine bir tulumba ile %3-5 oranında Arap sabunu veya %5 gaz yağı ya da katran püskürtmekte etkili bir yöntem olarak kullanılmıştır. Paris yeşili ve arsenikte çekirge mücadelesinde başarılı olmuştur. Ancak, savaş yılları olması nedeniyle bu kimyasalların temini mümkün olmadığından büyük ölçekli olarak kullanılamamıştır. Bunun yanı sıra buğday kepeği, malt veya arpa kepeği ile karıştırılan zehir de kanatlı çekirgelere karşı uygulanmıştır (Yıldırım 2014). Çekirge afeti geçmişte olduğu gibi Cumhuriyetin ilk yıllarında da ülkemiz için bir tehdit unsuru olmuştur. 1930 yılında ortaya çıkan çekirge afeti 17 ili, 1945 yılındaki afet ise 9 ilde 40 ilçeyi etkisi altına almıştır (Demir 2013).

Görüldüğü gibi Osmanlı döneminde, ortaya çıkan lüzum üzerine, sistematik bir şekilde zirai mücadele faaliyetlerine başlanmıştır. Bu faaliyetlere; Cumhuriyet döneminde bakanlığımız bünyesinde kurulan teşkilatların yönetimi, icraatı ve denetimi altında daha planlı bir şekilde diğer tüm paydaşların katılımı ile devam edilmiştir. Bu nedenle kimyasal mücadelenin tarihçesine bakarken öncelikle Osmanlı ve Cumhuriyet dönemlerinde ziraat ve zirai mücadelenin gelişimine bakmak daha doğru bir yaklaşım olacaktır.

Osmanlı Devleti döneminde ilk kez 1846 yılında “Ziraat Nezaretî” kurulmuş, ancak uygulanacak bir ziraat programı bulunmadığından 4 ay sonra Ziraat Nezaretinin Ticaret Nezaretine bağlanmasına karar verilmiştir. Bu bakanlık 1869’da “Ticaret ve Ziraat Nezaretî” ismini almış ancak 1872’de ziraat kelimesini atılarak “Ticaret ve Nafia Nezaretî” ismiyle devam etmiş olup bu nezaretin bünyesinde bir Ziraat Müdürlüğü muhafaza edilmiştir. Bu dönemde ziraat müdürlükleri-

nin kurulması, ziraat ve orman okullarının açılması, ziraat ile ilgilenilmesi için idare amirlerine talimat verilmesi, Sultan Abdülaziz döneminde Mithat Paşa’nın kendi teşebbüsü ile Tuna valiliği sırasında numune çiftlikleri ve özellikle çiftçiler için kredi sağlayan “Menafi Sandıkları”nı kurması ve hükümetin bunu diğer illere yayması tarım tarihimiz açısından son derece önemlidir (Karaca (1992) tarafından.

1892 ziraat işlerinin “Ticaret ve Nâfia Nezâreti”nden alınarak, açılması planlanan “Ziraat Nezâreti”ne aktarılmasının kararlaştırıldığı, Osmanlı Devleti tebaasının askerlikten sonraki en önemli uğraşının ziraat olduğunun belirtildiği ve tesis edilmiş olan ziraat okulları, numune çiftlikleri ve numune tarlalarının açılacak olan “Ziraat Nezâreti”ne bağlanmasının istenildiği Çeşme (2014) tarafından bildirilmiştir. Osmanlı Devleti için ziraatin önemi, Halkalı Ziraat Mektebi’nin ön kapısının üst kısmında Sırrı Zade Ali Rıza Efendi tarafından yazılan 1893 tarihli şiirin, “...*Yüce Padişah Abdülhamit anladı, sezdi; O büyük binalar yurdu süsledi; Ziraat her zaman yurda temeldi, Diyerek fikrini açık söyledi*” mısraları ile de ifade bulmuştur. Tanzimat ile beraber ekonomik gelişmenin üç önemli alanı olarak görülen orman, maden ve ziraat ile ilgili işleri yürütmek üzere 7 Şubat 1893 tarihinde “Orman ve Maadin ve Ziraat Nezâreti” adı altında bağımsız bir nezâret kurulmuş ve 1911 yılına kadar ziraat işleri bu nezaret altında yürütülmüştür. 1911 yılından itibaren “Ticaret ve Ziraat Nezâreti” ismini almıştır (Çeşme 2014).

Osmanlı döneminde, 1915-1917 yılları arasında, Ege Bölgesinde önemli bir Fas çekirgesi salgını olduğu ve çekirge ile savaşımı yönetmek üzere Almanya’dan Prof. Dr. Bücher’in getirildiği Mesude İleri Eralp’e atfen Karaca (1992) tarafından bildirilmiştir. Bu dönemde geçici kaydıyla ilk “Zirai Mücadele Teşkilatı” kurulmuş olup devlet teşkilatı içinde zirai mücadele ilk kez resmen yer almıştır.

Osmanlı döneminde ziraat ile ilgili bürokratik yapının kurulması çalışmalarının yanında ziraat eğitiminin de temelleri atılmaya çalışılmıştır. Memleketimizde ilk zirai öğretime 1846 yılında Ayamama Ziraat Mektebinde başlanmıştır. İlk zirai mücadele eğitimi de aynı tarihte başlamakla birlikte 1848 yılında çıkarılan bağlarda floksere talimatnamesi ve 1886 yılında kurulan Halkalı Ziraat Mektebi ile daha da ilerlemiştir.

Osmanlı dönemine ait ziraat ile ilgili eserlere baktığımızda, kesin tarihi ve yazarının kimliği bilinmeyen, 1577 yılına dayanan en eski kopyası Topkapı kütüphanesinde saklanan, “Risale-i Revnak-i’l Bostan” isimli eski bir yapıtın bazı

bölümlerinde bitki hastalıkları ve bazı böceklerden söz edildiği bildirilmiştir. Yine 1847’de “Meclis-i Ziraat” üyesi olan tıp doktoru Hayrullah Efendi tarafından tercüme edilen Osmanlıca “Beyt-i Dihkani” (Çiftlik evi) isimli 2 ciltlik kitapta ziraat ile ilgili her konuya değinilmiştir.

Zirai mücadele eğitimi ile birlikte, bu alanda bazı kitaplar yazılmıştır. Bilindiği kadarıyla bunlardan ilki 1913 tarihli “Emrazı Umumiyei Nebatat (Genel Bitki Hastalıkları)” isimli kitaptır. Halkalı Ziraat Mektebi Âlîsi 1910-1911 son sınıf öğrencileri tarafından yazılmış ve Matbaayı Hukukiye tarafından bastırılmıştır. Bu kitap, bitkiler ve ağaçlarda sorun olan hastalık ve haşaratı kapsamakta, tedavi ve yok edilme şekillerinden bahsetmektedir (Anonim 2017). Zirai mücadele alanında bir diğer kitap Fitopatolog Ali Rıza Erten tarafından yazılmıştır. Kitap 856 sayfa olup, Osmanlıca dilindedir ve 1928 yılında basılmıştır. Kitabın ikinci bölümünde “Mezru Nebatatın Düşmanları” alt başlığı ile bir bölüm yer almış ve böceklerin morfolojik tanımının yanı sıra böceklerle savaş yöntemleri anlatılmıştır. Kitapta ayrıca kimyasal mücadelede kullanılan araç ve gereçler tanıtılmış, fumigasyon da dahil olmak üzere birçok yöntem anlatılmış ve bazı böcek ilaç reçeteleri de verilmiştir. Kitabın üçüncü bölümü “Nebatat Hastalıkları”na ayrılmış, bu bölümde önce hastalıklardan söz edilmiş ve daha sonra ilaçlar anlatılmıştır. Bu kitapta “Uspulun” adlı civalı preparatın adı geçmiş ve yine 56 hastalığa karşı kullanılabilecek ilaç reçetesi yer almıştır. Bu reçetelerde kullanılan maddelerden bazıları odun kömürü tozu, kül, kil, sönmüş kireç, Bordo bulamacı, ispiroto, zeytinyağı, burgunyon bulamacı, alçı tozu, naftol, çimento, şap, talk, amonyak olarak verilmiştir.

Cumhuriyet döneminde 1933 yılına kadar Osmanlıdan kalan okullar devam etmiş olup, 1933 yılında Ankara’da Yüksek Ziraat Okulu açılmış, 1936 yılının kasım ayında entomoloji ve fitopatoloji dersleri okutulmaya başlanmıştır. Bu enstitü 1946 yılında kurulan Ankara Üniversitesine Veteriner ve Ziraat Fakülteleri adı altında bağlanmıştır. Daha sonra 1956 yılında Ege Üniversitesinde Bitki Sağlığı bölümü kurulmuş, Çukurova Üniversitesinde ise ilk olarak 1970 yılında Bitki Koruma Bölümü, “Bitki Koruma Kürsüsü” olarak faaliyete geçmiştir. Atatürk Üniversitesinde 1977 yılında ayrı bir bölüme dönüştürülen Bitki Koruma Kürsüsü, 1979 yılında ilk öğrencilerini almıştır. Bu dört Ziraat Fakültesinin Bitki Koruma Bölümleri daha sonradan kurulanlara öncülük etmiştir.

Cumhuriyet dönemi ile birlikte 1924 yılında, Ziraat Vekaleti bünyesinde, Zirai Mücadele Şube Müdürlüğü kurulmuştur. Zirai Mücadele faaliyetlerinde aktif olarak görev yapan Zirai Mücadele Araştırma Enstitülerinin kuruluşları ise birbirinin ardı sıra gerçekleşmiştir. 1926 yılında Mersin’de, entomolojik sorunla-

rı çözmek ve fauna tespitleri yapmak amacıyla “Zirai Mücadele Laboratuvar Şefliği” faaliyete geçmiştir. Almanya’da Entomoloji konusunda eğitim görmüş olan Haydar İrtel ilk kurucu müdür olarak görev yapmıştır. Ziraat Vekâleti tarafından 1931 yılında, Mersin’deki laboratuvar Adana’ya taşınmıştır. “Seyhan Zirai Mücadele İstasyonu” adını alan bu kuruluş günümüzde Biyolojik Mücadele Araştırma Enstitüsü olarak bilinmektedir. Bornova Zirai Mücadele Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü 1931’de, Birinci Dünya Savaşı sırasında meydana gelen çekirge salgını ile mücadelede çekirge zabiti olarak görevlendirilen ve ihtisasını Almanya’da yapan, aynı zamanda Tarım Bakanlığı görevini de yürüten Nihat İyriboz tarafından “Garbi Anadolu Emraz ve Haşarat Mücadele İstasyonu” adıyla kurulmuştur. Zirai Mücadele Merkez Araştırma Enstitüsü 1934 yılında Ankara’da Alman Profesör Gustav Gassner’in Müdürlüğünde “Merkez Mücadele Enstitüsü” adıyla Fitopatoloji bölümü halinde faaliyete başlamıştır. 1938’de Prof. Dr. Frederick Simon Bodenheimer ile Entomoloji Bölümü açılmıştır. Diyarbakır Zirai Mücadele Araştırma Enstitüsü ise 1954 yılında Ziraat İşleri Umum Müdürlüğüne bağlı olarak Elazığ Zirai Mücadele Araştırma Enstitüsü adıyla kurulmuştur. 1955 yılında, Elazığ Zirai Mücadele Araştırma Enstitüsüne bağlı Diyarbakır Geçici Süne Araştırma İstasyonu faaliyete geçmiştir. 1958 yılında Enstitü Elazığ’dan Diyarbakır ili merkezine taşınmıştır.

“Nebatları Hastalık ve Zararlı Böceklerden Koruma Kanunu” 5 Şubat 1936 tarihinde çıkarılmıştır. 1957 yılında ise bazı eski kanunlar ve tüzükler yürürlükten kaldırılarak yeni oluşturulan 6968 sayılı “Zirai Mücadele ve Zirai Karantina Kanunu” Resmi Gazete’de yayınlanarak yürürlüğe girmiştir. Zirai mücadele faaliyetlerinin yurt geneline yayılmasında Zirai Mücadele ve Zirai Karantina Genel Müdürlüğü teşkilatının kurulması etkili olmuştur. Zirai Mücadele Araştırma Enstitüleri de bu teşkilatın kurulması ile batı ülkelerindeki benzerleri seviyesinde araştırma yapan kuruluşlar haline getirilmiştir. Bu dönemde “Zirai Mücadele Enstitü ve İstasyonlarında Çalıştırılanların İhtisasları ve Ünvanları Hakkında” Tarım Bakanlığı tarafından bir tüzük hazırlanmış ve bu tüzüğün yürürlüğe konulması Bakanlar Kurulu tarafından 10 Ağustos 1963 tarihinde kararlaştırılmıştır. Tüzük 10 Eylül 1963 tarihinde yayınlanmıştır. Tüzüğün üçüncü ve dördüncü maddelerinin uygulanmasına dair bir talimatta 19 Haziran 1967 tarihinde yürürlüğe girmiştir. Bunların yanı sıra Zirai Mücadele Araştırma Konseyi, Zirai Mücadele Çalışma Grupları ve Zirai Mücadele Araştırma Komiteleri Çalışma Yönetmeliği çıkarılmıştır. Görüldüğü gibi Zirai Mücadele Araştırma faaliyetlerinin sistematik bir şekilde yürütülebilmesi için gerekli yasal ve idari düzenlemeler bu dönemde tamamlanmıştır. Tarım Bakanlığı’nın yeniden yapılandırma çalış-

maları çerçevesinde, 18 Haziran 1984 tarihinde Zirai Mücadele ve Zirai Karantina Genel Müdürlüğü lağvedilmiştir. Görevleri, Koruma ve Kontrol Genel Müdürlüğü bünyesinde kurulan Mücadele Programları Dairesi, Kontrol Hizmetleri Dairesi ve Tohum Tescil ve Sertifikasyon Dairesi Başkanlıkları, zirai mücadele araştırmaları ise 1991 yılında kurulan Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü tarafından yürütölmeye başlanmıştır.

Bitki koruma ürünlerinin dünyada büyük boyutlarda kullanımı 1940 ile 1945 yılları arasına rastlamaktadır. Bu yıllarda İkinci Dünya Savaşı devam etmektedir ve savaşta kullanılmak üzere geliştirilen kimyasal silah teknolojisi tarım ilaçları üretiminde de kullanılmaya başlanmıştır. Ülkemizde ise zirai mücadele ilaçlarının mücadele tekniğine uygun sistematik bir şekilde kullanılmaya başlanması 1950’li yıllara dayanmaktadır. Yaygın olarak kullanılan ilk pestisit organik klorlu grubundan DDT ve benzen hexachloride (BHC)’li ilaçlar olup, çekirge mücadelesinde kullanılmışlardır. Bu pestisitlere daha sonra organik fosforlar olarak adlandırılan gruplar da katılmış ve kimyasal mücadele ivme kazanmıştır. Pestisit kullanımının yaygınlaştırılması ve üreticiye benimsetilmesi için birçok zararluya karşı “Devlet Mücadelesi” şeklinde çalışmalar yapılmıştır. Bunlara ilaveten 1960’tan sonra hazırlanmaya başlanan 5 yıllık kalkınma planlarında zirai mücadelede pestisit tüketiminin arttırılması hedeflenmiştir. 1957 yılında 6968 sayılı “Zirai Mücadele ve Zirai Karantina Kanunu” yürürlüğe konulmuştur. Bunu takiben 1958’de Zirai Mücadele İlaç ve Aletleri hakkında bir nizamname çıkarılmış ve bitki koruma ürünlerinin ithali, imali, satışı ve ihracı belli esaslara bağlanmıştır. Bu nizamname ile bitki koruma ürünleri ruhsata tabi maddeler olarak nitelendirilmiş ve ruhsatlandırmalar bu nizamnamenin hükümleri çerçevesinde yapılmıştır.

1995 yılında ilk defa bitki gelişim düzenleyicilerini de içine alan bir ruhsatlandırma yönetmeliğı yürürlüğe konulmuştur. “Pestisit ve Benzeri Maddelerin Ruhsatlandırma Usul ve Esasları” isimli bu yönetmelik ile bitki koruma ürünlerinin ruhsatlandırılması için Avrupa Birliğı mevzuatına yakın bir sistem oturtulmuştur. Yine 1995 yılında çıkarılan “Zirai Mücadele İlaçları Kontrol Yönetmeliğı” ile de piyasaya verilecek hale gelmiş veya piyasaya verilmiş olan bitki koruma ürünlerinin alınan örneklerin analizler yapılarak, yani kalitelerinin test edilerek, sorunlu çıkan bitki koruma ürünlerinin formölasyonlarına uygulanacak yasal işlemler belirlenmiştir.

Kimyasal mücadelenin ölkemizde yaygınlaşmasında, ekonomik anlamda yetiştiriciliğı yapılan ürünlerde epidemiler oluşturan zararlı organizmalar et-

kin olmuştur. Süne (*Eurygaster* spp.), bunlardan biri olup, bu zararlının mücadelesinde kimyasallar geniş alanlarda sistematik bir şekilde uzun yıllar devlet mücadelesi kapsamında kullanılmıştır. Süne salgınlarına ilişkin ulaşılabilen ilk kayıtlardan biri 1887 yılında Çukurova’da etkili olan salgındır. Bu salgının bir benzerinin 1905’de Diyarbakır’da ortaya çıktığı bildirilmiştir. 1927-1929 yılları arasında Güney Anadolu, 1939-1941 yılları arasında da Güney Doğu Anadolu Bölgesinde salgın yapmıştır. Devlet, 1928 yılından itibaren Süne mücadelesinin içinde yer almış ve bu dönemde el, kalbur ve atrapla toplanarak yok edilmeye çalışılmıştır. Süne kimyasal mücadele, 1954 yılında Diyarbakır ve Şanlıurfa illerinde parathion ve DDT’li ilaçlar ile yapılan denemeler ile başlamıştır. 1955 yılından itibaren bu ilaçlar kullanılarak yer aletleri ve uçaklarla kimyasal mücadele yapılmıştır. Trichlorphone aktif maddeli ilaç 1957 yılında ve fenthion aktif maddeli bitki koruma ürünü ise 1959 yılında Süne nimf ve yeni nesil erginlerinin mücadelesinde uygulamaya verilmiştir. Güneydoğu Anadolu Bölgesinde 1955-1959 ve 1966-1972 yılları arasında yaşanan şiddetli Süne salgınları sırasında Diyarbakır Zirai Mücadele Araştırma Enstitüsü tarafından alternatif insektisitler üzerinde de çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmalar sonucunda DDT toz ve trichlorphone etkili maddeli toz ve sıvı formülasyonlu bitki koruma ürünlerinin kullanılabileceği belirlenmiştir. 1983 yılından itibaren DDT kullanımına son verilerek sıvı formülasyonlu bitki koruma ürünlerinin kullanımına gidilmiştir. 1987 yılından itibaren Süne mücadelesinde düşük hacimli sıvı (ultra-low volume liquid, ULV) ilaçlama tekniği uygulanmaya başlanmıştır (Şimşek ve ark. 1996). Ülkemizde 2006 yılından itibaren yer aletlerine geçilmiş ve uçakla ilaçlama yasaklanmıştır.

Ülkemizde kimyasal mücadelenin yoğun olarak yapıldığı bir diğer ürün pamuktur. Çukurova Bölgesinde DDT ilk olarak 1950’li yıllardan itibaren pamuk zararlılarına karşı kullanılmaya başlanmıştır. Bölgede 1956 yılından itibaren sulu tarımın yaygınlaşmasının sonucu olarak, zararlı organizmalardan kaynaklanan epidemilerin görüldüğü ve bunlara karşı 1970’li yılların sonuna kadar ağırlıklı olarak organik fosforlu ve klorlu hidrokarbonlar, 1970’li yılların sonundan itibaren sentetik piretroidler ve karbamatların, 1980’li yılların sonundan itibaren ise böcek gelişimini engelleyici gruptan insektisitler kullanılmıştır. Tarım ürünlerinde verimi artırma çabaları, diğer yandan buna paralel olarak yoğun ve bilinçsiz pestisit kullanımı nedeniyle etkisizlik sorunları baş göstermiş ve 1973 yılından itibaren birçok aktif maddenin bazı zararlılara karşı kullanımı tavsiye-den çıkarılmıştır. Örneğin dieldrin 1971, aldrin, chlordane ve heptachlor 1979 yılında tamamen yasaklanmış, DDT ve BHC’nin kullanımına 1978 yılında kısıtlama getirilmiş ve 1985 yılında ise tamamen yasaklanmıştır.

Ülkemizde kimyasal mücadelenin uzun yıllardır düzenli olarak yapıldığı bir diğer ürün zeytindir. Zeytin sineği [*Bactrocera oleae* (Gmel.)] ile mücadele bir cezbedici insektisit karışımının birlikte kullanımı ile yapılmakta olup, bu karışım Zirai Mücadele Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü tarafından geliştirilmiştir. 1978 yılından önce Zeytin sineği mücadelesi için bir iki defa ithal cezbedici insektisit karışımı ithal edilmiş ve Dikili’deki zeytinliklerde mücadele yapılmıştır. Zeytin sineğini cezbedici olarak ülkemize Zitan, Buminal, Naciman 73, Stanley 2, Stanley 7 gibi maddelerin ithal edildiği, ancak bu cezbedicilerin çoğu zaman temininde güçlük çekildiği Güvener (1996) tarafından bildirilmiştir. 1978 yılından itibaren ülkemizde gerek Zeytin sineği gerekse Akdeniz meyvesineği [*Ceratitis capitata* (Wied.)]’ne karşı adı geçen maddelerin yerine geçecek bir cezbedici maddenin geliştirilmesi yönünde çalışmalar, Zirai Mücadele Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü bünyesinde, Kimya Mühendisi Ayten Güvener ve arkadaşları tarafından başlatılmıştır. 1978-1982 yılları arasında 48 adet farklı bileşimde cezbedici madde kombinasyonu hazırlanmıştır. Bunlardan bir tanesi laboratuvar denemelerinde ümit var bulununca 1982 ve 1984 yıllarında Dikili’de havadan uygulama şeklinde tatbikat denemesi Bornova Zirai Mücadele Araştırma Enstitüsü tarafından yapılmıştır. Alınan olumlu sonuçlar üzerine ülkemizde de cezbedicinin üretilebileceği anlaşılmış ve 1985 yılında ZİRAY ismi ile patenti alınmıştır. 1985 yılından itibaren Edremit’teki TARİŞ zeytinyağı fabrikasında her yıl 300-500 ton ZİRAY üretimi yapılarak 18-20 milyon zeytin ağacının ilaçlanması sağlanmaktadır. Üretim 1996 yılından itibaren Zirai Mücadele Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü - Ankara, Balıkesir ili Gömeç tesislerinde yapılmaya başlanmış ve ülkemizde Akdeniz meyvesineği ve Zeytin sineği mücadelesinde kullanıma sunulmuştur ve 2017 yılında ise marka tescil belgesi alınmıştır.

Ülkemizde zirai mücadelede kullanılan bitki koruma ürünlerinin ruhsat veya tavsiye amacıyla biyolojik etkinlik denemeleri 1950’li yıllarda başlamıştır. İlk zamanlar bu denemeler Zirai Mücadele Araştırma Enstitülerinde çalışan araştırmacıların kendi bilgi birikimleri, deneyimleri ve literatürden yararlanarak hazırladıkları çalışma planlarına göre yapılmıştır. Bu planlar uygulamaya geçirilmeden önce Enstitü Araştırma Komitesinde görüşülmüş ve bunu takiben ilgili Araştırma Çalışma Grup Toplantılarında raportörlerin ve grup üyelerinin önerileri ve katkıları doğrultusunda son şekli verilmiştir (Bulut ve Arslan 1996). 1969 yılında Tarım Bakanlığı Zirai Mücadele ve Zirai Karantina Genel Müdürlüğü Araştırma Şubesi tarafından hazırlanan ve Zirai Mücadele Araştırma Enstitülerinde “Beyaz Kaplı Kitap” olarak bilinen Enstitülerin çalışma yönergesini içeren yayının “Zirai Mücadele Araştırma Projeleri ile Raporlarına Ait Açıklamalar” bölümünde,

ruhsat almak üzere Bakanlık emriyle gönderilen ilaçların denemelerinin “E projesi” kapsamında yürütüleceği belirtilmiştir (Anonim 1969). Daha sonradan bu çalışmalar yine enstitülerde “Ruhsat Amacı ile İlaç Denemesi (Rid)” adı altında yürütülmüştür. Ülkemizde ruhsat alacak ilaçların denemeleri 1988 yılına kadar Araştırma Enstitüleri tarafından yapılmış, bu yıldan sonra biyolojik etkinlik denemeleri özel firmalar tarafından yapılmaya başlanmıştır. Ülkemizde kullanılan ilaç deneme metotları 1989 yılından itibaren Akdeniz ve Avrupa Ülkeleri Bitki Koruma Organizasyonu (European and Mediterranean Plant Protection Organization, EPPO) tarafından geliştirilen metotlara uyarlanarak standart metotlar haline getirilmiştir.

Türkiye’de bitki koruma ürünleri sanayi 1951 yılında kurulmaya başlanmış ve o zamandan bu yana özel teşebbüs firmalarının faaliyetinde bulundukları bir üretim dalı olmuştur. 6968 sayılı Zirai Mücadele ve Zirai Karantina Kanunu’nun 1957’de yayınlanması ve ilgili tüzüklerin 1958’de devreye girmesi ülkemizde kullanılacak tüm bitki koruma ürünlerinin ister yerli ister ithal olsun kalitelerinin uluslararası standartta olması zorunluluğunu getirmiştir. Bakanlığımız tarafından yayınlanan mevzuat çerçevesinde yürütülen uygulamalar ile ülkemizde bitki koruma ürünleri sanayinin düzgün yapılması sağlanmış ve dolayısıyla Bakanlığımızın tarım ilaçları sanayine katkısı büyük olmuştur.

Günümüzde dünya pestisit pazarı 56 milyar ABD dolarına ulaşmıştır. 2017 yılına kadar 68.5 milyar dolara çıkacağı tahmin edilmektedir. 2014 yılı verilerine göre Türkiye’deki pestisit pazarı yaklaşık 600 milyon ABD doları ve yıllık ortalama pestisit tüketimi 40 bin ton civarındadır. Kullanıldıkları zararlı gruplarına ya da hedef alınan organizmaya göre yapılan sınıflandırmada; en önemli üç büyük pestisit grubu, insektisit, fungisit ve herbisitlerdir. Dünyada, herbisitler pestisitler içinde %47’lik bir payla birinci sırayı almaktadır. Bunu %29 ile insektisitler izlemekte, fungisitlerin ise %19’luk bir payı bulunmaktadır. Herbisitler ve insektisitler, kullanımın %70’den fazlasını oluşturmaktadır. Diğer pestisit grupları ise %5’lik bir paya sahiptir. Dünyada ortalama pestisit kullanımı ABD’de 2.2 kg/ha iken, Çin’de bu oran 10.3 kg/ha, Hollanda’da 8.8 kg/ha, Kolombiya’da 15.3 kg/ha’dır. Türkiye’de hektara pestisit kullanımı diğer ülkelere göre oldukça düşük olup, 1.3 kg’dır (Anonymous 2017b).

Türkiye, 160 milyar TL civarındaki yıllık tarımsal gayri safi milli hâsıla ve 18.7 milyar ABD doları tutarındaki ihracatı ile Dünyanın yedinci, Avrupa’nın ise en büyük tarımsal ekonomisine sahiptir. Türkiye’de 24 milyon hektar ekilebilir alan, 30 farklı agroekolojik bölge, 165 ticari bitki türü bulunmaktadır. Ülkemiz-

de yaklaşık 600 zararlı organizma ile resmi olarak mücadele edilmektedir. Bu zararlı organizmalarla mücadelenin maliyeti 3-6 milyar TL, kazanılan ekonomik değer ise 10-20 milyar TL’dir. Mücadele yapılmadığı zaman meydana gelebilecek kayıp ise 25-35 milyar TL’dir (Kaymak ve ark. 2015).

AB uyum çalışmaları çerçevesinde dünyada ve ülkemizde kullanımda olan aktif madde sayısında belirgin bir azalma olmuştur. Ülkemizde ruhsatlı aktif madde sayısı 2006 yılında 408 adet iken, 2010 yılında 389 adet ve 2016 yılında 363 adettir ve bu kapsamda 4643 adet Bitki Koruma Ürünü bulunmaktadır. Piyasaya yeni aktif maddenin sürülmesinin ve yeni aktiflerin kullanımının yerleşmesi uzun zaman almaktadır. Dolayısıyla yasaklanan aktif maddelerin yerine piyasada dolaşımda olan aktiflerin daha sık ve yoğun kullanıldığı görülmektedir. Pestisitlerin sentezlenmesinden ruhsatlandırılmasına kadar geçen süre içerisinde yapılan harcama 2000 yılında 184 milyon dolar iken, 12 yıl sonra ise 256 milyon dolara ulaşmıştır.

Türkiye’de 2003 yılında bayilere satılan bitki koruma ürünü miktarı 29.675 ton iken 2012 yılında 52.397 tona ulaşmıştır. Aynı yıllar itibariyle ithalat miktarı 7.183 tondan 22.675 tona; imalat miktarı ise 23.396 tondan 36.164 tona yükselmiştir.

Yukarıda da özetlendiği gibi, nüfusa bağlı olarak artan gıda ihtiyacı beraberinde dünya bitkisel üretim ticaretinin yoğunlaşmasına ve bu ticaret ile birlikte zararlı organizmaların taşınma riskinin de artmasına yol açmaktadır. Bu da kimyasal mücadelenin geçmişte olduğu gibi gelecekte de önemini koruyacağını bir işaretidir. Ancak günümüzde çevre duyarlılığının öne çıktığı göz önüne alındığında, mevcut bitki koruma ürünlerini veya geliştirilecek olanların çevreye daha duyarlı olanlardan seçilmesi önem arz etmektedir.

Bunun yanı sıra sürdürülebilir bitkisel üretim için, kimyasal mücadelenin biyolojik ve biyoteknik mücadele yöntemleri gibi alternatif mücadele yöntemleri ile birlikte düşünülerek kullanılacağı entegre mücadele yönetim stratejilerinin geliştirilmesi yönünde araştırma çalışmalarına 2023 Bakanlığımız hedeflerine uygun olarak aralık vermeden devam edilmesi gerekmektedir.

KAYNAKÇA

Agrios G.N. 2005. Plant Pathology, 5th ed. Elsevier Academic Press, USA, 922 p.

Anonim 1969. Tarım Bakanlığı Zirai Mücadele ve Zirai Karantina Genel Müdürlüğü Araştırma Şubesi 1 No.lu Yayın, Ayyıldız Matbaası A.Ş., Ankara, 55 s.

Anonim 2017. Mesleğimizin Duayenleri. <http://www.esinti.biz/bitkihekimi/duayen.htm> (Erişim tarihi: 20.04.2017)

Anonymous 2017a. *Kitāb al-filāha*. http://www.filaha.org/author_ibn_al_awwam.html (Erişim tarihi: 24.03.2017)

Anonymous 2017b. <http://www.washingtonpost.com/blogs/wonkblog/wp/2013/08/18/the-world-uses-billions-of-pounds-of-pesticides-each-year-is-that-a-problem> (Erişim tarihi: 20.04.2017)

Bulut H. ve Arslan A. 1996. Standart İlaç Deneme Metotları, II. Ulusal Zirai Mücadele İlaçları Simpozyumu Bildiriler, 18-20 Kasım 1996, Ankara.327-333.

Çeşme V. 2014. Osmanlı’da Ziraati Modernleştirme Sürecinde Halkalı Ziraat Mektebi (1892-1928): Kuruluşu ve İdari Yapısı, Osmanlı Bilimi Araştırmaları, XV/2: 39-80.

Demir A. 2013. Osmanlı Devletinde Haşereler Karşı Bir Önlem: Çekirge Suyu, Halk Kültüründe Su Uluslararası Sempozyumu, 7-8 Kasım 2013, Namık Kemal Üniversitesi.

Güvener A. 1996. Zeytin sineği [*Bactrocera oleae* (Gmel.)] Mücadelesi İçin Geliştirilen Cezbedici Madde “ZIRAY”, II. Ulusal Zirai Mücadele İlaçları Simpozyumu Bildiriler, 18-20 Kasım 1996, Ankara. 149-155.

Karaca İ. 1992. Türkiye’de Fitopatoloji Tarihi, Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları, Ege Üniv. Basımevi, No: 507, 178 s.

Kaymak S., Özdem A., Karahan A., Özercan B., Aksu P., Aydar A., Kodan M., Yılmaz A., Başaran M.S., Asav Ü., Erdoğan P. ve Güler Y. 2015. Ülkemizde Zirai Mücadele Girdilerinin Değerlendirilmesi, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü, Zirai Mücadele Merkez Araştırma Enstitüsü, Ankara.

Şimşek Z., Şimşek N., Özkan M., Derin A. ve Güllü M. 1996. Türkiye’de Süne (*Eurygaster* spp.)’ye karşı Uygulanan Kimyasal Mücadelenin Gelişimi ile Süne ve Kımıl (*Aelia* spp.) Mücadelesinde İzlenmesi gereken Stratejiler, II. Ulusal Zirai Mücadele İlaçları Simpozyumu Bildiriler, 18-20 Kasım 1996, Ankara. 101-113.

Taylor E.L., Holley A.G. and Kirk M. 2007. Pesticide Development, A Brief Look at the History, Southern Regional Extension Forestry, SREF-FM-010, 6 p.

Thacker J.R.M. 2002. An Introduction to Arthropod Pest Control, Cambridge University Press, The Pitt Building, Trumpington Street, Cambridge, United Kingdom, 337 p.

Unsworth J. 2010. History of Pesticide Use, International Union of Pure and Applied Chemistry, (http://agrochemicals.iupac.org/index.php?option=com_sobi2&sobi2Task=sobi2Details&catid=3&sobi2Id=31) (Erişim tarihi: 06.03.2017).

Yıldırım M.A. 2014. Birinci Dünya Savaşı Yıllarında Osmanlı Devleti’nin Beşinci Düşmanı: Çekirgeler, Gaziantep University Journal of Social Sciences, 13(4), 1017-1042.





***BİTKİ KORUMA
ÜRÜNLERİNİN İÇERİĞİ,
YAPISI VE
FORMÜLASYON TİPLERİ***

Mustafa SEZGEN



3.

BİTKİ KORUMA ÜRÜNLERİNİN İÇERİĞİ, YAPISI VE FORMÜLASYON TİPLERİ

Mustafa SEZGEN

Bitki ve bitkisel ürünlere arız olan hastalık, zararlı, yabancı ot gibi zararlı organizmaları yok eden ya da kontrol altına alan, bitkisel ürünleri üretim, depolama ve nakliye sırasında da bu organizmalara karşı koruyan, formülasyon haline getirilmiş preparatlar bitki koruma ürünü (BKÜ) olarak tanımlanmaktadır. Bu tanım, insektisitleri, fungisitleri, herbisitleri, akarisitleri, nematisitleri, mollussisitleri, rodentisitleri, bitki büyüme düzenleyicileri, repellentleri ve atraktantları içine almaktadır. “Bitki Koruma Ürünlerinin Ruhsatlandırılması Hakkında Yönetmelik”te ise bitki koruma ürünü “Kullanıcıya farklı formlarda sunulan, bitki ve bitkisel ürünleri zararlı organizmalara karşı koruyan veya bu organizmaların etkilerini önleyen, bitki besleme amaçlı olanlar dışında bitki gelişimini etkileyen, koruyuculara ilişkin özel bir düzenleme kapsamında bulunmayan ancak bitkisel ürünleri koruyucu olarak kullanılan, istenmeyen bitki veya bitki kısımlarını yok etmek, istenmeyen bitki gelişimini kontrol etmek veya önlemek amacıyla kullanıcıya bir veya daha fazla aktif madde içeren bir formülasyon halinde sunulan aktif madde ve preparatları tanımlar” şeklinde yer almaktadır (Anonim 2011).

Zararlı anlamına gelen ve Latince bir kök olan “**pest**” ile öldüren veya öldürme eylemi anlamına gelen “**cide**” kelimelerinin birleşmesiyle oluşan **pesticide (pestisit)**, bitki koruma ürünlerini de içine alan bir terim olmakla birlikte; halk sağlığında kullanılan haşere ilaçlarını, biyosidalleri ve çevre koruma ilaçlarını da kapsamaktadır.

3.1. Aktif Madde, Yardımcı Madde, Formülasyon

Bir bitki koruma ürünü içerisinde bulunan ve zararlılar üzerinde öldürme, kaçırma, çekme gibi biyolojik etkinliği olan maddelere **aktif madde** denilmektedir. Aktif maddeler pestisit üreten firmaların laboratuvarlarında oldukça zahmetli ve pahalı Ar-Ge çalışmaları sonucunda sentezlenip ortaya çıkarılmaktadır.

Kimyasal olarak sentezlenmiş maddelerin, biyolojik olarak etkinliği kanıtlanmış virüs, bitki ekstraktı, bakteri vb. gibi biyolojik etkinliği olan preparatların, zararlıları daha etkili, daha ekonomik, insan ve çevre sağlığına daha az zararlı olacak şekilde kontrol etmek amacıyla, çeşitli yardımcı maddeler ile yapılan fiziksel karışımına **formülasyon** adı verilir. Bayiden alınan her pestisit bir formülasyondur.

Aktif maddelerin formülasyon haline getirilmeden uygulanması bazı sorunlara neden olmaktadır;

- Aktif maddenin tek başına suda çözünmesi ve suda homojen bir şekilde dağılması kimyasal yapısı nedeniyle mümkün olmayabilir. Oysaki pestisitlerin çoğu su ile seyreltilip kullanılmaktadır.
- Aktif madde fiziksel veya kimyasal özelliğinden dolayı işlenip pestisit haline getirilemeyebilir. Örneğin; bulaşma nedeniyle öğütme işleminin yapılamaması gibi.
- Dozu az uygulanmak istendiğinde bu ayarlama homojen olarak yapılamaz.
- Aktif maddenin stabilitesi (raf ömrü) formülasyona katılan yardımcı maddelerle sağlanabilir. Bu nedenle raf ömrü süresince yüksek biyolojik etki ancak uygun formülasyon sayesinde görülebilir.
- Aktif maddenin bitki yüzeyine yapışması, yağmurla akıp gitmemesi gibi fiziksel kayıplar formülasyona katılan yardımcı maddeler ile sağlanabilir.
- Doğrudan aktif madde uygulamaları çevreye, faydalı organizmalara ve insanlara daha çok zararlı olabilir.
- Aktif maddenin fiziksel olarak böcek bünyesine alınabilmesi ancak formülasyondaki bazı yardımcı maddeler vasıtası ile olmaktadır.

Bu nedenlerden dolayı sentezlenen aktif maddeler; biyolojik aktiviteyi optimize etmek, kullanımı ve uygulamayı geliştirmek, raf ömrünü en üst düzeye çıkarmak, üretim ve kullanım sırasında güvenliği sağlamak, kullanım kolaylığı,

uygulanan aktif madde dozunun düşürülmesi, her türlü atık miktarının azaltılması ve ürünler için bir rekabet avantajı sağlamak amacıyla formülasyon haline getirilerek piyasaya sunulmaktadır (Öztürk 1997).

Bir aktif maddenin formülasyonuna karar verilirken, aktif maddenin su ve diğer çözücüler ile olan ilişkisi, katı veya sıvı oluşu, stabil kaldığı pH aralığı, ürünün uygulama yöntemi, toksisite ve çevresel kaygılar ile ülkedeki ruhsatlandırma kuralları gibi kriterler göz önünde bulundurulur.

Bitki koruma ürünü formülasyonu standart bir isimlendirme ve kodlama sistemi ile belirtilmektedir. Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (Food and Agriculture Organization, FAO) ve Dünya Sağlık Örgütü (World Health Organization, WHO) tarafından kabul edilmiş ve 2008 yılında Croplife International tarafından yayınlanmış olan “Pestisit Formülasyon Tipleri ve Kodları” Ek 1’de verilmiştir.

Bir bitki koruma ürünü içerisinde etkili madde dışında kalan bütün maddeler, yardımcı madde olarak tanımlanmaktadır. Yardımcı maddeler etkili maddenin kullanıma hazır preparat haline gelebilmesi için, formülasyona konulan maddelerdir. Bu maddeler hem ilaç imalatını, hem de ilacın taşınmasından uygulanmasına kadar birçok işlemi kolaylaştırır. Formülasyonu oluşturan aktif madde dışındaki yardımcı maddeler formülasyon tipine göre iki-üç adet olabileceği gibi bu sayı bazen 20’ye kadar çıkabilmektedir.

Pestisit aktif maddeleri uluslararası ruhsatlandırma standartlarını karşılamak için optimum biyolojik etkinliğe ve tatmin edici raf ömrüne sahip ürünler üretmek için formüle edilmelidir. Bu nedenle formülasyon tipine uygun olan yardımcı maddelerin seçimi önem arz etmektedir.

Sıvı pestisit formülasyonlarının ana yardımcı maddelerinden biri çözücüler (solvent)’dir. Aktif maddenin çözünürlük özelliklerine bağlı olarak birçok aktif madde için kullanılırlar. Su en basit ve en güvenli çözücüdür. Ancak birçok aktif madde suda çok düşük çözünürlüğe sahiptir. Bununla birlikte, genellikle polar ve polar olmayan organik çözücüler, özellikle petrol bazlı alifatik ve aromatik çözücüler içinde yeterince çözünürler. Bunlara örnek olarak en çok kullanılan çözücü olan ksileni verebiliriz.

Surfaktantlar (yüzey aktif maddeler) aktif maddelerin ya da aktif madde içeren çözeltilerin su ile karışmasını (emülgatör), ıslanmasını, su içerisinde kolayca dağılmasını (disperse) sağlayan maddelerdir. Ayrıca yüzey aktif maddeler bitki yüzeyine uygulanan pestisitlerin yayılma ve tutunması da gerçekleştirir. Bu özel-

liklerinden dolayı surfaktantlar farklı formülasyon türleri için en önemli yardımcı maddelerdir.

Aktif maddenin ilaç içindeki oranının düşürülmesini ve aktif maddenin bitkiye homojen olarak dağılmasını sağlayan maddelere dolgu maddesi ya da taşıyıcı adı verilmektedir. Yüksek emme gücüne sahip taşıyıcılar granül (GR) formülasyonlarda, düşük ya da emme gücü olmayan taşıyıcılar ise ıslanabilir toz (WP), ıslanabilir granül (WG) gibi formülasyonlarda kullanılmaktadır. Katı formülasyonlar için talk ve kaolin kullanılırken, sıvı formülasyonlar için su ve ana çözücüler dolgu maddesi olarak kullanılmaktadır. Ancak su SL formülasyonlar için çözücü; SC, SE gibi formülasyon tipleri için ise dolgu maddesi olarak kullanılmaktadır.

Su ya da herhangi bir organik çözücünde çözünmeyen ya da çok az çözünen, ancak çok ince zerrelere halinde öğütülerek su içerisinde askıda kalması sağlanan aktif maddeler ile hazırlanan formülasyonların (WP, SC, WG) su ile seyreltildiklerinde iyi bir süspansiyon özelliği gösterebilmeleri için formülasyona süspanse edici maddeler ilave edilir. Bu maddeler pestisit uygulama esnasında bir tortu halinde dibe çökmesini engelleyerek homojen bir ilaçlamanın yapılmasını sağlamaktadır.

Formülasyon üretimi için yukarıda bahsedilen ana yardımcı maddelerin yanı sıra, diğer bazı yardımcı maddeler de kullanılmaktadır. Formülasyonun mikroorganizmalar tarafından bozunmasını önlemek için formülasyona katılan koruyucular (biyositler); genellikle su bazlı (SC), (SL), (EW) formülasyonlara ilave edilen ve ilaçların donma noktalarını -10°C 'ye kadar düşürerek soğuk bölgelerde ilacın donarak bozulmasını önleyen donma önleyiciler (antifrizler); formülasyonda kullanılan yüzey aktif maddeler; ilacın hazırlanması ve ilaçlama tankına aktarılması esnasında oluşan köpürmenin engellenmesi için formülasyona katılan köpük önleyiciler (antifoam); aktif maddenin formülasyon içerisinde bozulmasını önleyen, çok yavaşlatan ve formülasyonun uzun süre dayanıklı kalmasını sağlayan stabilizatörler; aktif maddenin kararlı kaldığı pH'yı formülasyon içerisinde sağlamak için pH düzenleyiciler; özellikle tohum ilaçlarında ve zehirli yemlerde kullanılan ve tohumluğun ilaçlandığını veya serpilenden zehirli olduğunu gösteren renk maddesi formülasyona ilave edilen diğer yardımcı maddelerdir.

3.2. Bitki Koruma Ürünlerinin Sınıflandırması

Bitki koruma ürünlerinin; kimyasal yapılarına, fiziksel özelliklerine, uygulama tekniklerine ve biyolojik etkilerine göre çeşitli şekilde sınıflandırılırlar (Yıldırım 2012);

1. Fiziksel özelliklerine göre;

- a) Katı olanlar [toz (DP), ıslanabilir toz (WP), granül (GR)],
- b) Sıvı olanlar [emülsiyon konsantre (EC), süspansiyon konsantre (SC), suda çözünen konsantre (SL) gibi].

2. Kullanım tekniğine göre;

- a) Herhangi bir sıvı ile seyreltilmeden direkt uygulanan ilaçlar [granül (GR), ultra düşük hacim (ULV) gibi],
- b) Su, yağ veya herhangi bir sıvı seyreltici ile karıştırılıp uygulanan ilaçlar [emülsiyon konsantre (EC), ıslanabilir toz (WP), süspansiyon konsantre (SC) gibi].

3. Kullanıldıkları zararlı grubuna göre;

- a) Yabancı otlar üzerinde etkili olanlar (herbisit),
- b) Fungusları öldürenler (fungisit),
- c) Böcekleri öldürenler (insektisit),
- d) Akarları, kırmızı örümcekleri öldürenler (akarisit),
- e) Nematodları öldürenler (nematisit),
- f) Yumuşakçaları, salyangozları öldürenler (mollussisit),
- g) Fareleri öldürenler (rodentisit),
- h) Büyüme düzenleyiciler (BGD),
- i) Uzaklaştırıcılar (repellent),
- j) Cezbediciler (atraktant) olarak sınıflandırılırlar.

4. Zararlının biyolojik dönemine göre;

- a) Larvaları öldürenler (larvisit),
- b) Yumurtaları öldürenler (ovisit),
- c) Hem yumurta ve hem de larvayı öldürenler (ovalarvisit),
- d) Erginleri öldürenler (adultisit).

5. Zararlıda etki şekline göre;

- a) Mide zehiri olanlar,
- b) Değme, temas (kontakt) etkili olanlar,
- c) Gaz halinde solunuma etki eden ilaçlar.

6. Bitkide etki şekli ve davranışına göre;

- a) Sistemik,
- b) Yarı sistemik,
- c) Sistemik olmayan.

7. Formülasyon şekillerine göre.

Bu sınıflandırmada pestisit aktif maddesi fiziksel ve kimyasal özelliklerine göre çeşitli yardımcı maddeler ile uygulamaya hazır hale getirilmiş şekilde sınıflandırılır. Formülasyon şekillerine göre sınıflandırma aşağıda ayrıntılı bir biçimde açıklanmıştır.

3.3. Formülasyon Tipleri ve Özellikleri

Ek 1’de verilen ve 2008 yılında Croplife International tarafından yayınlanmış olan “Pestisit Formülasyon Tipleri ve Kodları” listesinde belirtilen formülasyon tiplerinden, kimyasal mücadele alanında en çok kullanılanlar aşağıda verilmiştir (Anonymous 2008).

3.3.1. Sıvı formülasyonlar

3.3.1.1. Suda çözünen konsantre SL (Soluble Concentrate)

Su ile seyreltilip uygulanan formülasyon tipidir. Berrak ve homojen görünümündedirler. Bu formülasyonda kullanılan aktif maddeler suda ya da suda çözünebi- len bir solventte çözünebilmektedirler. Emülgatör içermezler ancak, ilaç damla- larının yaprak yüzeyine daha iyi dağılmasını sağlamak amacıyla formülasyona yüzey gerilimi artııcı surfaktantlar ve donma önleyici maddeler eklenebilir. Glyphosate, diquat, methomyl gibi aktif maddeler SL formülasyon tipine uygun aktif maddelerdir. İmalatı, ambalajlanması ve taşınması kolaydır. Su ile seyreltildik- leri ilacın rengine benzeyen berrak bir solüsyon meydana getirirler. (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Suda çözünen konsantre (SL)

SL formülasyonlu bitki koruma ürünlerinin üretimi

SL formülasyonlu pestisitlerin üretimi için üretim tankı yarıya kadar su ile doldurulur. Gerekli ise ısıtılarak yavaş yavaş reçetesine uygun şekilde aktif madde karıştırılmakta olan tanka ilave edilir. Yaklaşık 3 saat devam eden karıştırma işlemi sonucunda gerekli ise aktif maddeyi stabil halde tutacak yardımcı maddeler ilave edilir. Bu işlemlerin sonunda bitmiş ürün dinlenme tankına alınır ve kalite kontrol işlemlerinden geçirilir. Uygun sonuçlar alınması durumunda ambalajlama ünitesinde doldurma işlemleri yapılır. Aktif madde ve yardımcı maddeler ile pH düzenleyiciler, antifriz (donma engelleyiciler) ve su SL formülasyonuna ait genel girdileri oluşturmaktadır.

3.3.1.2. Emülsiyon (emülsiyeye olabilen) konsantre EC (Emulsifiable Concentrate)

Su ile seyreltilen sıvı formülasyon tipidir. Suda çözünemeyen aktif maddeler için uygundur. EC formülasyonlarda aktif maddenin çözünmesi için organik solventler ya da bazı yağlar kullanılır. Çözücü olarak kullanılan solventin veya yağın hidrofob özelliğinden dolayı su ile karışmazlar. Su ile karışımını sağlayabilmek amacıyla emülgatör adı verilen yüzey aktif maddeler ilave edilir. Yüksek biyolojik etkiye sahiptir. Kolayca seyreltilip uygulanabilir. Malathion, cypermethrin, dimethoate gibi aktif maddeler için uygun formülasyon şeklidir. Birden fazla aktif maddenin aynı formülasyon içerisinde kullanılmasına imkan verir. Seyreltilmeden önce çeşitli renklerde, berrak ve homojen olabilen bu formülasyon, su ile seyreltiklerinde süt benzeri bir hal alırlar (Şekil 3.2). Aktif maddeyi çözmede kullanılan çözücünden dolayı;

- Doz aşımalarında fitotoksiteye neden olabilir.
- Kolay alevlenebilir, taşınmaları ve depolanmalarına dikkat edilmelidir.
- Çevreye ve kullanıcıya zararlı etkileri olabilir.
- Özel ambalaj gerektirdiğinden imalatı yüksek maliyetlidir.



Şekil 3.2. Emülsiyon konsantre formülasyon (EC)

EC formülasyonlu bitki koruma ürünlerinin üretimi

EC formülasyonlar kolay üretim işlemine sahiptir. Teknik madde ve yardımcı maddeler organik solvent içinde kolay çözünemiyorsa ve vizkositesi yüksek ise karıştırma tankı olarak buhar veya yağ ile ısıtmaya uygun cidarlı tanklar tercih edilir. Ayrıca ısıtma havuzlarında teknik madde ön bir ısıtmaya tabi tutulabilir. Bununla birlikte üretim aşamasında organik çözücülerin buharlaşma sorunu vardır. Üretiminde çözücülerin buharlaşma ve düşük parlama noktasına sahip olmasından dolayı sıkıntılar yaşanabilmektedir. EC formülasyonu üretim tesislerinde mutlaka iyi bir havalandırma sistemi bulunmalı ve yangın tehlikesine karşı gerekli önlemler alınmalıdır. Aktif madde, çözücü, yüzey aktif madde (emülgator) EC formülasyonlara ait genel girdileri oluşturmaktadır.

Formülasyon üretiminde üretim kapasitesi ile bağlantılı olarak reçeteye uygun şekilde öncelikler belirlendikten sonra tüm girdiler belirli bir süre boyunca uygun bir karıştırıcıyla karıştırılmakta ve kalite kontrol sonuçlarının uygunluğundan sonra dolum gerçekleştirilmektedir.

3.3.1.3. Düşük hacimli sıvı ULV (Ultra-Low Volume Liquid)

Seyreltilmeden ya da çok az miktarda su veya yardımcı diğer maddeler ile seyreltilip uygulanabilir. Uygulamada özel ULV ekipmanları kullanılır. Daha önceleri sivrisinek ve çekirge mücadelesi için geliştirilen bu formülasyon tipi ve ilaçlama tekniği, daha sonraları tarım alanlarında da kullanılmaya başlanmıştır. 100 mikrondan küçük damlacıklar halinde püskürtülen bu formülasyon tipinde ilaçlama esnasındaki buharlaşmaları önlemek için formülasyona buharlaşma ısısını yükselten maddeler ilave edilir. Aktif madde miktarı %100'e kadar çıkabilir. Halk sağlığı haşere kontrol programları ve ormancılıkta da kullanılır. Görünüşleri EC formülasyona benzer. Uçakla ilaçlama için uygun olan ULV formülasyonun kullanımı ülkemizde 2006 yılında havadan ilaçlamaya getirilen sınırlama ile birlikte oldukça azalmıştır.

3.3.1.4. Süspansiyon konsantre SC (Suspension Concentrate)

Suda çözünmeyen katı aktif maddeler için uygun olan formülasyon tipidir. Bu formülasyon tipi EC-WP arasında bir formülasyondur. 1 ile 15 mikron arasında öğütülen aktif ve yardımcı maddeler taşıyıcı olarak kullanılan su içerisinde askıda kalırlar. Kullanılacak aktif maddenin taşıyıcı ortamda çözünürlüğünün az olması, ve taşıyıcı ortamda stabil kalması gerekmektedir. WP formülasyonlara göre kullanıcıya ve çevreye tozuma açısından daha az zararlıdırlar. Bu nedenle; uygulayıcılar ve çevre sağlığı açısından gelecek vadeden formülasyon tiplerinin

den biridir. Süspansiyon kabiliyetleri iyidir. Solvent içermedikleri için fitotoksik etki daha az görülür. Su bazlı bir formülasyon tipi olduğu için 0°C'nin altında donmayı engelleyici maddeler eklenebilir. Üretilmeleri esnasında özel işlemler gerektiğinden ve kullanılan yardımcı maddelerin fazlalığından dolayı diğer formülasyonlara göre pahalı formülasyonlardır. Kıvamlı bir yapıya sahiptirler ve yağlıboya görünümündedirler (Şekil 3.3).



Şekil 3.3. Süspansiyon konsantre formülasyon (SC)

SC formülasyonlu bitki koruma ürünlerinin üretimi

Süspansiyon konsantre formülasyon (SC) üretiminde, diğer formülasyon üretimlerinden farklı olarak bilyeli değirmenler kullanılmaktadır.

Ezici değirmenlerde kullanılan bilyeler genellikle zirkonyumdan yapılır ve çapları 1.5-2.3 mm çapındadırlar. Zirkonyum bilye çapı aktif maddenin fiziksel özellikleri dikkate alınarak seçilir.

Bitki koruma ürünü olarak üretilecek SC formülasyonun ana girdisi olan aktif madde ve yardımcı maddeler suda hemen hemen hiç çözünmediği için aktif madde ve yardımcı maddeler ön bir karışımdan ve değirmenden geçirilir. Daha sonra bilyeli ıslak değirmene bir pompa yardımı ile yollanır. SC yapılacak ürünün istenilen inceliğe ulaşmasında süre önemlidir. İstenilen inceliğe düşürülmüş ürün için geçen süre bir zaman sayacı ile belirlenir ve pompa ayarı bundan sonra değiştirilmez. Bu işlem genellikle partikül çapı 3-15 mikron oluncaya kadar devam eder. Kalite kontrol verilerinden onay alındıktan sonra değirmenden geçirilme işlemi durdurulur ve dinlenme tankına alınır. Aktif maddenin ve formülas-

yonun fiziksel ve kimyasal özelliklerine bağlı olarak belirli bir süre dinlendirilir. Dinlendirilen ürün dolum tesislerine uygun bir tesisatla pompa yardımı kullanılarak nakledilir. İstenilen miktarlarda dolumu yapılarak depolara veya doğrudan dağıtıma gönderilir (Knowles 2005). Aktif madde, ıslayıcı ve disperse ediciler, donma engelleyiciler, suspanse ediciler (çökeltme engelleyiciler) SC formülasyonuna ait genel girdileri oluşturmaktadır.

Kalite kontrol açısından güvenli bir SC formülasyon genel olarak yüksek erime noktasına sahip olmalı, aktif madde suda çözünmemeli ve suda bozunmamalıdır. Süspansiyon kabiliyeti bitki koruma ürününün suda dağılım kabiliyetinin bir göstergesidir ve önemli bir özelliğidir (Öztürk 1997).

3.3.1.5. Kapsül süspansiyon CS (Capsule Suspension)

Bu formülasyonlar sıvı damlacıkları veya katı aktif madde parçacıklarının genellikle polivinil veya diğer materyallerle kaplanarak yuvarlak şekilde parçacıklar haline dönüştürülmesi ile elde edilirler. Genellikle kapsül çapı 1-20 µm arasındadır. Kapsül şeklindeki formülasyonlara, etkili maddenin toksisitesini, uçuculuğunu ve parlama özelliğini azaltabilmek amacıyla başvurulmaktadır. Etkili maddeyi kuşatan zarf materyali değişik oranlarda kırılarak ilacı yavaş yavaş serbest bırakmakta ve dolayısıyla uçuculuğu yüksek bir ilacın ömrü birkaç dakikadan birkaç güne kadar uzayabilmektedir. Görünüşleri SC formülasyonlara benzemektedir. Yeterli miktarda su ile seyreltilerek kullanılmaktadırlar. Uygulamada, kapsülün çevresindeki su buharlaşır ve kapsül içindeki aktif madde kapsülün dışına çıkarak etkili olmaktadır (Şekil 3.4) (Kahyaoğlu 2001).



Şekil 3.4. Kapsül süspansiyon CS formülasyonun çalışma prensibi

3.3.1.6. Suda yağ emülsiyonu EW (Emulsion, Oil in Water)

Suda yağ emülsiyonu formülasyonları (EW), emülsiyon konsantre formülasyonların (EC) aksine yapılarında tamamen veya bir miktar su bulundurmaktadır. EW'ler mikro emülsiyonlarla makro emülsiyonlar arasında bir formülasyon tipidir. EC formülasyonlar ile karşılaştırıldığında daha az solvent içerirler ve daha uzun stabiliteye sahiptirler. EW formülasyonlar su ile seyreltilerek kullanılırlar ve püskürtüldüğünde damlacığın çevresinde dayanıklı bir tabaka oluşturmaktadırlar. Bu tabaka sayesinde damlacık büyüklüğü daha uzun süre buharlaşmadan kaldığı için insektisit etkisi daha uzun sürmektedir.

3.3.1.7. Tohum ilaçlaması için akıcı konsantre FS (Flowable Concentrate for Seed Treatment)

Süspansiyon konsantre (SC) formülasyon tipindeki ilaçlar gibi üretilmektedirler. Tohuma daha iyi yapışmayı sağlayan ve tohumluğun ilaçlandığını gösteren maddeler ile SC formülasyonlardan ayrılırlar. Genellikle pembe veya kırmızı vb. renklerde olmaktadır (Şekil 3.5).



Şekil 3.5. Tohum ilaçlaması için akıcı konsantre formülasyon

3.3.1.8. Yağda dağılan OD (Oil Dispersion)

Yağ bazlı süspansiyon adı da verilen, OD formülasyon su içermeyen ya da çok az içeren bir süspansiyon konsantredir. Bu formülasyon tipi çok iyi biyolojik etki gösteren çevre dostu formülasyondur. Aktif madde yağın ya da yağların metil esterleri içerisinde dağıtılır. İçerisinde aktif madde olan taşıyıcı yağın uygulama esnasında su ile kolayca karışmasını sağlayan yüzey aktif maddeler tıpkı EC formülasyonda olduğu gibi bu formülasyon tipinde de kullanılmaktadır. Görünümleri daha az kıvamlı olmakla birlikte SC formülasyonlara benzemektedir.

3.3.2. Katı formülasyonlar

3.3.2.1. Toz DP (Dustable Powder)

Doğrudan kullanıma uygun, çok ince öğütülmüş formülasyonlardır (Şekil 3.6). Düşük miktarda aktif fazla oranda diğer madde içermektedirler. İyi bir biyolojik etki için incelik önemlidir. Özel tozlama ekipmanları ile uygulanmaktadır. Rüzgarla sürüklenmeden dolayı çevreye ve diğer kültür bitkilerine zararlı etkileri olabilmektedir. Uygulama esnasında uygulayıcıya zarar verebilmektedir. Ucuz olmaları ve su bulunmayan yerlerde uygulama kolaylığından başka avantajları bulunmamaktadır. Ülkemizde toz kükürt dışında **toz formülasyonlu bitki koruma ürünlerinin satışı ve kullanımı 26.10.2005 tarihinden itibaren yasaklanmıştır.**



Şekil 3.6. DP (toz) formülasyon

3.3.2.2. Granül GR (Granule)

Direk uygulama amacı ile üretilmiş katı formülasyon tipidir. Boyutları ile toz formülasyonlardan ayrılmakta ve boyutları 0.25 mm ile 1 mm arasında değişmektedir (Şekil 3.7). Formülasyonun %90'ı üretici tarafından taahhüt edilen boyut aralığında olmalıdır. Aktif maddenin taşıyıcı bir maddeye emdirilmesi sonucu üretilmektedir. Bu nedenle taşıyıcı maddenin aktif maddeyi iyi tutması ve uygulama sonrasında iyi bırakması gereklidir. Bu formülasyonda tozuma istenmeyen bir durumdur. Genellikle toprak altı zararlıları için kullanılmaktadır.



Şekil 3.7. Granül formülasyon (GR)

3.3.2.3. Islanabilir toz WP (Wettable Powder)

Su ile seyreltilerek uygulanan toz görünümde formülasyonlardır. İçerdikleri aktif madde oranı %25-80 arasında değişmektedir. Suda çözünmeyen katı aktif maddeler için uygun bir formülasyon tipidir. Katı taşıyıcılar, dağılmayı ve ıslanmayı kolaylaştıran maddeler içeren bir formülasyon şeklindedir. Aktif madde ve yardımcı maddeler su içerisinde askıda kalmaktadır. İyi bir askıda kalma (süspansiyon olma)'nın gerçekleşebilmesi için formülasyona giren maddelerin ince öğütülmüş olması gerekmektedir. Bu formülasyon tipinin üretilmesi kolay olduğu için WG ve SC formülasyonlara göre ucuz maliyetlidirler. Fakat tozuma nedeniyle imalat esnasında üretimde çalışan işçiye ve uygulama esnasında çiftçiye ve çevreye zararlıdır. Ayrıca depolamada kekleşme topaklaşma sorunu da bulunmaktadır. Bu tür olumsuzluklardan dolayı WP formülasyonların yerini WG ve SC formülasyonlar almaktadır. Görünüşleri toz formülasyonlara benzemektedir.

WP formülasyonlu bitki koruma ürünlerinin üretimi

Yardımcı ve aktif madde üretilmek istenen oranlarda uygun bir karıştırma ünitesinde ön karışıma tabi tutulduktan sonra değirmenlerden geçirilerek istenilen inceliğe getirilmektedir. Kalite kontrol analizinden sonra dolum işlemine geçilmektedir. WP formülasyonunun genel girdilerini aktif madde, süspansiyon ediciler, disperse ediciler, diğer yardımcı ve dolgu maddeleri oluşturmaktadır.

3.3.2.4. Suda çözünen toz SP (Water Soluble Powder)

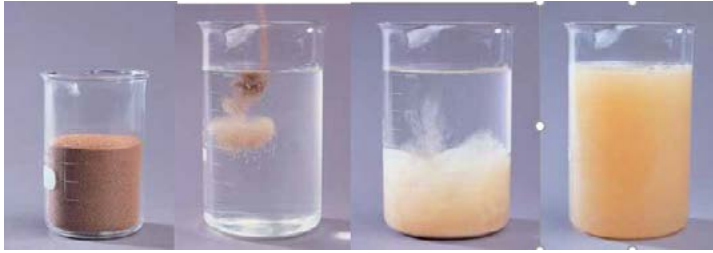
Su ile çözünebilen aktif maddeleri içeren formülasyonlardır. Aktif maddenin yanında yardımcı maddelerinde suda çözünebilmesi gerekmektedir (Şekil 3.8). %85'e kadar aktif madde içerebilmektedirler. Nispeten ucuz ve kolay üretilmektedirler. Uygulanmaları genellikle basittir. Aktif madde ve yardımcı maddeler suda çözüldüğünden çamurumsu oluşum ya da uygulama aletlerinin memelerini tıkkama gibi bir sorunları bulunmamaktadır. Bununla birlikte her toz görünümündeki formülasyonda olduğu gibi bunlarda da tozuma sorunları vardır. Bunların yerine granül haline getirilmiş suda çözünen granüller (SG) ya da suda çözünen ambalajlarda uygulamaya hazır preparatlar kullanılmaya başlanmıştır (Knowles 2005).



Şekil 3.8. SP formülasyon ve su ile karışması

3.3.2.5. Suda dağılan granül WG (Water Dispersible Granules)

Granül görünümündedirler. Islanabilir toz formülasyonların mekanizmasına benzer bir mekanizma ile üretilmektedirler. WG formülasyonlar bünyelerinde aktif madde dışında, aktif maddenin ıslanabilmesini, suda dağılmasını, zerrelere tutunmasını sağlayan maddeler ile su ile seyreltilmeleri esnasında granülün kolayca dağılmasına yardımcı olan maddeler bulundurmaktadırlar. WP formülasyonların uygulamaları esnasında meydana gelen tozuma tehlikelerini bertaraf etmek için geliştirilmişlerdir. Granüller taşıma ve depolama esnasında tekrar toz haline gelmemelidir. Suda ıslanabilir tozların (WP) oluşturduğu bulamaca benzer bir bulamaç oluşturmaktadırlar (Şekil 3.9).



Şekil 3.9. WG formülasyon ve su ile karışması

WG formülasyonlu bitki koruma ürünlerinin üretimi

WG formülasyon tipi farklı yöntemlerde üretilebilmekle beraber genelde üç ana yöntem kullanılmaktadır. Birinci yöntem olan bir formülasyonu granül halinde üretme yönteminde aktif madde ve yardımcı maddeler pasta haline getirilmektedir. Ham formülasyon sıkıştırma yöntemi ile belirli bir elekten belirli bir basınç altında geçirmekte, daha sonra yapısındaki nem oranı %2'nin altına gelinceye kadar kurutma işlemine tabi tutulmaktadır. Bitmiş ürün kalite kontrol onayından sonra ambalajlama ünitesine gönderilmektedir. İkinci yöntemde, önceden kuru toz haline getirilmiş formülasyon doğrudan sıkıştırılarak akışkan yataklar yardımı ile granül haline getirilmektedir. Üçüncü yöntemde, ana reaktörde belirli bir çapta toz halinde bulunan ham formülasyona belirli bir sıcaklıkta su püskürtülerek granül haline getirilmektedir. Bitmiş ürün reaktörden alınmadan önce nem oranı %2'nin altına düşüncüye kadar kurutulmakta, kalite kontrol onayından sonra ambalajlama ünitesine yollanmaktadır.

WG formülasyonların genel girdilerini aktif madde, ıslatıcı madde, süspanse ediciler, disperse ediciler, diğer yardımcı ve dolgu maddeleri oluşturmaktadır (Knowles 2005)

3.3.2.6. Suda çözünen granül SG (Water Soluble Granule)

Granül görünümlü formülasyondur. Suda çözünen toz (SP) formülasyonlara alternatif olarak geliştirilmişlerdir. Su ile çözünebilen aktif maddeler için uygundur. Tozuma açısından SP'lere oranla daha güvenilir formülasyonlardır.

3.3.2.7. Kuru tohum ilacı DS (Powder for Dry Seed Treatment)

Toz (DP) formülasyonlu bitki koruma ürünleri gibi üretilirler. Fakat kuru tohum ilaçlarının tohumluğa iyi yapışması için formülasyona yapıştırıcı maddeler ilave edilmektedir. Ayrıca ilaçlı tohumun ayırt edilmesi için renk maddelerinin ilavesi de gerekmektedir. Bu nedenle DS formülasyondaki ilaçlar genellikle pembe, kırmızı ve mor gibi renklerde olmaktadır (Şekil 3.10).



Şekil 3.10. Kuru tohum ilacı DS ve ilaçlanmış tohum

3.3.3. Yeni geliştirilen formülasyonlar

Bu formülasyonlar su ile seyreltilerek kullanılmaktadır. Aktif maddelerin beraber formüle edilmesi, ilaçların uyumsuzluğuna yol açabilecek tank karışımı ihtiyacını ortadan kaldırarak daha az ilaçlama uygulaması ile daha geniş bir spektrumda zararlı kontrolü sağlamaktadır.

3.3.3.1. Süspoemülsiyon SE (Suspo-Emulsion)

Bu formülasyon tipi süspansiyon konsantre (SC) formülasyonlar ile (EW) suda yağ emülsiyonların kombinasyonundan oluşan bir formülasyon tipi olup, katı ve sıvı aktif maddelerin çeşitli yöntemler ile bir arada kullanılmasına imkan vermektedir. Bu formülasyon tipi geliştirilirken özellikle bir ilaçlama ile birden çok zararlının kontrol altına alınması hedeflenmiştir. Bu sebeple de fiziksel, kimyasal ve biyolojik uyum içerisinde olan birden fazla aktif madde bu formülasyonda kullanılabilmektedir.

3.3.3.2. CS ve SC'nin karışımı formülasyonlar ZC

ZC formülasyonu CS ve SC formülasyonlarının karışımı olup, her biri genellikle bir veya birden fazla aktif madde içeren çok küçük katı partiküller ve mikrokapsüllerin stabil sulu süspansiyonlarıdır.

3.3.3.3. CS ve EW'nin karışımı formülasyonlar ZN

ZN formülasyonu CS ve EW formülasyonlarının karışımı olup, her biri bir veya birden fazla aktif madde içeren emülsiyonların ve mikrokapsüllerin stabil sulu süspansiyonlarıdır.

3.3.3.4. CS ve SE'nin karışımı formülasyonlar ZE

ZE formülasyonu CS ve SE formülasyonlarının karışımı olup, her biri bir veya birden fazla aktif madde içeren katı parçacıklar ve emülsiyonlar ile mikrokapsüllerin stabil sulu süspansiyonlarıdır (Anonymous 2016).

Yukarıda bahsi geçen formülasyon tiplerinden başka ülkelerin ihtiyaçlarına ve üretici firmaların ticari tercihlerine göre üretilen çok çeşitli formülasyon tipleri vardır. Formülasyonların tamamına ilişkin bilgiler Ek 1'de verilmiştir.

3.4. Bitki Koruma Ürünlerinin Birbiriyle Karıştırılması

Bitki koruma ürünlerinin karıştırma ihtiyacı; kültür bitkilerinde ürün kayıplarına yol açan zararlı, hastalık ve yabancı otların aynı dönem içinde ortaya çıkarak zarar meydana getirmeleri durumunda, bunlara karşı yapılacak kimyasal mücadelerinin birleştirilmesi olarak tanımlanabilir. Kombine mücadele uygulaması, birleşik mücadele uygulaması veya tank karışımı olarak adlandırılan bu uygulama tarzı ile, uygulama sayısı azaltılarak zaman, işçilik, enerji ve ekipman maliyetinden tasarruf sağlanır.

Ancak bilindiği gibi pestisitler tek başlarına kullanılmak üzere geliştirilir ve imal edilirler. Kombine mücadele uygulamasını gerçekleştirmek üzere iki veya daha fazla ilacın bir tank karışımı içinde bir arada bulundurulması, özel koşullara bağlı olup, bilgi ve dikkat gerektirir. Özellikle son yıllarda sıvı gübre kullanımının yaygınlaşması ve bunların tank karışımlarına katılması yönündeki eğilim, karışım hazırlama işlemini daha önemli hale getirmiştir.

3.4.1. Bitki koruma ürünlerinde etkileşim

Bitki koruma ürünlerinin birbirleri veya diğer kimyasal maddelerle karışımlarında ortaya çıkabilecek olası dört farklı etkileşimden söz edilebilir.

3.4.1.1. Kümülatif etki

Karışıma giren her bitki koruma ürünü, ayrı olarak uygulandıklarında ortaya koydukları performansın aynısını birleşim şeklinde de göstermeleri halidir. Bir aradaki bitki koruma ürünleri, birbirlerinin etkilerini ne arttırmalı ne de azaltmalıdır. Kombine mücadele uygulaması için ideal etkileşim şeklidir.

3.4.1.2. Antagonistik etki

İki farklı bitki koruma ürününün kombinasyon şeklinde ortaya koydukları biyolojik performanslarının, ayrı olarak uygulandıklarında gösterdikleri biyolojik performanslarından daha düşük düzeyde kalması halidir. Böyle bir karışımla, hedef organizmaların kontrolü sağlanamazken fitotoksiste tehlikesi de artış gösterir.

3.4.1.3. Sinerjistik etki

İki bitki koruma ürününün birlikte uygulandığında ortaya çıkan etkinin tek başına uygulamadaki etkisinden daha yüksek olmasıdır. Gerçek sinerjistik etki, kombinasyona giren pestisit kullanım dozunun düşürülmesi imkânını sağlar. Buna örnek olarak, pyrethrum insektisitlerle piperonyl butoxide arasındaki ilişki gösterilebilir.

3.4.1.4. Artırma etkisi

Bir bitki koruma ürününün etkisinin, bitki koruma ürünü olmayan başka bir kimyasalın ilavesiyle artırılması olayıdır. Buna örnek olarak bazı herbisitlerle kullanılan yayıcı yapıştırıcıları gösterebiliriz.

3.4.2. Kimyasal ve fiziksel uyum

Kombine mücadele amacına dönük başarılı bir tank karışımının oluşturulmasında esas olan kimyasal ve fiziksel uyumun sağlanmasıdır.

Kimyasal uyumla amaçlanan, karışıma giren kimyasal maddelerin (pestisit, bitki gelişim düzenleyicileri, gübre, su vb.) birbirlerini etkilememeleri ve böylece kimyasal yapılarını koruyarak stabil kalmalarıdır. Söz konusu kimyasal maddeler arasında kimyasal uyumsuzluğa yol açacak en önemli faktör pH'dır. Var olan pH farklılıkları, bitki koruma ürünlerinin aktif maddelerinin bozulmasına sebep olarak biyolojik etki düşüklüğü meydana getirmektedir. Genel olarak, püskürtülerek uygulanan çoğu pestisit için optimum pH aralığı 5-7 yani hafif asidik ortamdır. Kimyasal bozulmada, pH farklılığı başlıca unsur olmakla beraber, suyun sertlik derecesi, olağanüstü hava şartları ve tank karışımının uygulama

ma öncesi uzun zaman bekletilmesi gibi faktörler de az çok katkıda bulunmaktadır. Keza, sıvı gübrelerdeki kuvvetli elektrokimyasal yapı da tank karışımlarında uyum sorununa sebep olabilecek önemli bir niteliklidir.

Fiziksel uyum ise, hazırlanmış olan karışımın homojen görünümlü bir manzara ortaya koymasıdır. Fiziksel uyumsuzluk karışımın stabil kalmaması, kristal oluşumlar, ince parçacıklar ve çamurumsu yapılar şeklinde kendini gösterir. Buna yol açan, formülasyonda bulunan yardımcı maddelerdir. Bu oluşumlar, püskürtme ekipmanının süzgeç ve memelerini tıkayarak uygulamayı problemli hatta bazen imkansız hale getirirler.

Uyumsuzluk, herbisitlerde çok sık olarak ortaya çıkar. Bunun sebebi, EC formülasyonlarla WP formülasyonların birbirine karıştırılmasıdır. Benzer olarak, EC insektisitlerle fungisitlerin veya herbisitlerin karıştırılması da uyum sorunları oluşturabilir.

3.4.3. Pestisit karışımlarında karşılaşılan bazı olumsuz durumlar

- Karışıma giren bir veya daha fazla bitki koruma ürününün biyolojik etkisi azalabilir,
- Tankta oluşan tortu, püskürtme sistemindeki süzgeç ve memeleri tıkayabilir,
- Karışımın kimyasal konsantrasyonu yüksek olduğundan bitkinin bodur kalması veya tohumun çimlenmemesi gibi fitotoksik tehdit artabilir. Aşırı ilaç kalıntısı oluşabilir.
- Aşırı akıp-gitme hareketi sebebiyle, bitkinin ilaçla iyi bir şekilde kaplanması mümkün olmayabilir.

3.4.4. Karışım için bilgi kaynağı ve karışımın test edilmesi

Bitki koruma ürünlerinin veya bitki koruma ürünleri ile diğer kimyasal maddelerin bir arada bulunduğu sağlıklı tank karışımlarının oluşturulabilmesinde bilgi ve dikkat büyük önem taşır. Ekonomik avantajlar sunan bir pratik, özenli davranılmadığı hallerde arzu edilmeyen sonuçlarla karşılaşmamıza sebep olabilir.

Bir kombinasyona karar verip, bunun hazırlığına başlayabilmek için iki bilgi kaynağından yararlanılır. Preparat ambalajları üzerindeki etiket ve çeşitli yetiştirici kuruluşlarca hazırlanmış karışım tabloları “Zirai Mücadele İlaçları Etiket Yönetmeliği”ne göre, etikette bulunma zorunluluğu olan ve “karışabilirlik özelliği” veya “diğer ilaçlarla karışma durumu” başlığı altında verilen karışım bilgi-

si, kombinasyon programının esası olmalıdır. Eğer etiketteki açıklamalar yeterli değilse, karışım tablolarına başvurulabilir. Her iki bilgi kaynağı da, hazırlanacak karışım için tatmin edici bulunmazsa, yerel tarım kuruluşları veya ruhsat sahibi ilaç firmalarının bölgesel veya merkez kuruluşları ile temasa geçilerek tamamlayıcı bilgiler alınmalıdır.

Yukarıda sözü edilen kaynaklardan temin edilen bilgi çerçevesinde, özellikle pH talepleri aynı olan ve dolayısıyla kimyasal uyum açısından sorun çıkarmayacağı varsayılan preparatların seçimi yapıldıktan sonra, fiziksel uyumun niteliğinin tespiti için kavanoz testine başvurulur. Bu test sonucunda, karışımın homojen görünüşünü koruyup korumadığı, diğer bir ifade ile kombinasyonun tank karışımı hazırlamaya uygun olup olmadığına karar verilir.

3.4.4.1. Kavanoz testi

1. Adım: Testin uygulanabilmesi için bazı malzemelere ihtiyaç bulunmaktadır.
 - a) 1 litrelik temiz bir kavanoz ve karıştırmak için tahta bir çubuk veya plastik bir kaşık,
 - b) Sıvı formülasyonlarda küçük miktarlarda ölçüm yapılabilmesi için enjektör ya da küçük bir kaşık yine katı formülasyonlar için de bir kaşık kullanılabilir.
2. Adım: Kavanoza yarım litre su konur. Eğer tank karışımına sıvı gübre ilave edilecekse, kavanoza, su yerine yarım litre sıvı gübre konur.
3. Adım: Kavanozdaki su veya sıvı gübre üzerine, bitki koruma ürünleri, formülasyon şekline göre sırasıyla ve tarladaki kullanım dozu dikkate alınarak ilave edilir. Formülasyon sırası, önce WP, daha sonra SC, SP, yüzey aktif madde (surfaktant) SL ve EC gelecek şekilde olmalıdır. Ancak WP formülasyonlu bitki koruma ürünü kavanoza ilave edilmeden önce, kavanozdan alınan bir miktar su veya sıvı gübre ile bulamaç haline getirilip, hazırlanan bu ön karışım, kavanoza, karıştırarak ilave edilir. Benzer işlem, diğer formülasyonlar için de yapılmalıdır.
4. Adım: Kavanoza her ön karışım ilavesinden sonra kapak kapatılarak iyice çalkalanmalıdır.
5. Adım: Kavanoza yapılan ilaveler tamamlandıktan sonra kavanozun kapağı iyice kapatılıp en az 10 kez altüst edilerek karıştırılmalı ve daha sonra 1 saat süreyle beklemeye bırakılmalıdır.
6. Adım: 1 saat sonunda; yağ tabakası ayrışması, büyük yağ kümecikleri, katı parçacıklar, dipte tortu, şeklinde homojen görünüşü bozan oluşumlar ortaya çık-

mışsa, karışımın fiziksel bir uyum göstermediği ve böyle bir karışımın uygulanmasından olumlu sonuç alınamayacağı anlaşılır.

Geçen süre sonunda, karışım homojen görünüşünü koruyor ise, kombinasyonun uygun olduğu ve tank karışımı yapılabileceği sonucuna varılır.

3.4.4.2. Tarla testi

Tank karışımı uygulamalarında ele alınan pestisit ve diğer kimyasal maddelerin, kimyasal ve fiziksel açıdan karışabilirliği mümkün olsa bile, meydana gelen karışımın her iklim şartında ve her tavsiye bitki çeşidinde kullanılabileceği genellemesine gitmek yanlış olur. Çünkü bilindiği gibi, pestisitlerin fitotoksitesinde çevre koşulları, bitkinin fenolojik durumu ve çeşidinin önemli rolleri vardır. Buradan hareketle, hazırlanmış olan karışımın geniş çaplı uygulamasına geçilmeden önce, birkaç bitki üzerinde veya ufak çaplı bir alanda tarla denemesine tabi tutulması gerekmektedir. Uygulamadan en az iki-üç gün sonra, alanda yapılacak gözlemlerle karışımın biyolojik etkileri izlenmelidir.

Yukarıda sözü edilen ön çalışmalardan olumlu sonuçlar alınması halinde, geniş alan uygulaması için tank karışımının hazırlığına geçilir. Bu aşamanın, hazırlanmış olan karışımın süratle uygulanması için tarla başında gerçekleştirilmesi ve kavanoz testindeki prensiplerle hareket edilmesi gerekir.

3.4.5. Tank karışımları

Bu bölümde, tamamlayıcı nitelikte görülen ve önceki bölümlerde üzerinde durulmamış, az durulmuş veya tekrarında fayda görülen karışım bilgileri, kısa metinler halinde verilmeye çalışılmıştır.

- Asidik ortamda stabil kalan aktif madde ile alkali ortamda stabil kalan aktif madde birbirine karıştırılmamalıdır.
- Demir sülfatı, fenoksi herbisitlerin amin formülasyonları ile karıştırmak gerekir. Aksi halde, oluşan tortu, uygulama ekipmanının süzgeç ve memelerini tıkayabilir.
- Tank karışımlarında gübrelerin olumsuz etkilerinden sakınmak gerekir. Çok sayıda gübre yüksek pH değerine sahipken, bazıları düşük pH değeri gösterirler. Üre ve amonyum içeren azotlu gübreler, tank karışımının pH'sının yükselmesine sebep olurlar ki bu, pestisitler için uyum sorunu oluşturur. Ancak, diğer taraftan, fosfatlı ve fosforik asitli bazı fosforlu gübreler düşük pH'lı tank karışımlarına yol açar.

- Karışımın hazırlanmasında kullanılan suyun özellikleri, karışımın kalitesini etkileyebilir. Kuyu suyu demir, kalsiyum ve diğer elementleri içerebilir. Kalsiyum ve magnezyum, amin tuzu formülasyonları ile reaksiyona girerek, herbisitlerin aktivitesini azaltan, çözünmez tuzların oluşumuna yol açar.
- İlaçların seyreltilmesinde sıkça şehir suyu kullanılır ve bu karışımın pH'sının yüksek olması anlamına gelir. Yüksek pH, karışımdaki ilacın/ilaçların kimyasal ömrünü, dolayısıyla biyolojik etkisini azaltır. Suyun pH'sı 6'dan küçük ise, karışımın, genel olarak stabil kalacağı düşünülür. Eğer, suyun pH'sı 6-7 arasında ise, karışımın, genellikle uygun sayılacağı kabul görse de hemen uygulanması gerekir.
- 15°C'nin altında ve 35°C'nin üzerindeki sıcaklıklarda karışımın stabil kalması zorlaşır.
- Tank karışımı hazırlanırken adjuvant ve surfaktant ilavesi, karışma işlemini kolaylaştıracığından ve ilacın/ilaçların aktivitesini arttıracığından yerinde bir tercih olur.
- Katı formülasyonlardan toz, toz tohum ve granül ilaçlar, gerek kendi içlerinde ve aralarında, gerekse suyla seyreltilerek uygulanan diğer formülasyonlarla karıştırılmamalıdır. Söz konusu formülasyonlar daima tek başlarına kullanılmalıdırlar.
- Tank karışımlarının iki ilaçla sınırlı tutulması ortaya çıkabilecek sorunları azaltır.
- Genellikle karışıma girecek ilaçların aynı formülasyon tipinde olmaları tercih edilmelidir.
- Herbisitlerde karışım problemleri ile sıkça karşılaşılır.
- Tank karışımları uygulama alanında hazırlanmalı ve muhtemel stabilite sorunları dikkate alınarak süratle uygulanmalıdır.
- İki ve daha fazla ilacın kombinasyonu kimyasal konsantrasyonu arttıracığından, bitkide fitotoksik tehdidin yükselebileceği ve ayrıca aşırı köpüklenmeden dolayı dozlama hatasına düşülebileceği gözden uzak tutulmalıdır.
- Tank karışımlarının hazırlanmasında etiket bilgisi esas alınmalıdır. Etiket bilgisinin yeterli olmadığı durumlarda ilgili firmalarla temas kurulmalıdır.

- Özellikle yurtdışında yetiştirici kuruluşlar tarafından hazırlanan karışım tabloları, sınırlı sayıda aktif madde içermeleri, formülasyon yardımcı maddelerinin de karışım üzerinde etkili olmaları ve bölgesel iklim ve bitki çeşidi farklılıkları gibi sebeplerle ihtiyacı karşılamakta yetersiz kalmaktadırlar.
- Karışımlardaki aşırı pH seviyelerini dengelemek, akıp-gitme kayıplarını önlemek, pestisitler ve gübreler arasında uyum sağlamak, su sertliğini gidermek ve köpüklenmeyi engellemek amacıyla yayıcı/yapıştırıcı (adjuvant) denilen kimyasal maddeler kullanılabilir. Ancak, bu işlevsel maddelerin, ilgili ilaç firmaları ile temasa geçilerek uygulamaya sokulması gerekir.
- Olumlu ya da olumsuz sonuç alınmış bütün karışım programları için tutulan notlar, daha sonra hazırlanacak karışım programlarına önemli bilgi kaynağı olabilir.
- Teknik personelce veya firmasınca önerilmedikçe, bitki koruma ürünlerine yayıcı yapıştırıcı, pH düzenleyici gibi başka bir katkı maddesinin katılması uygun değildir.

KAYNAKÇA

Anonymous 2008. CropLife International Technical Monograph no 2, 6th Edition. Revised May 2008. Catalogue of pesticide formulation types and international coding system (amended).

Anonim 2011. Bitki Koruma Ürünlerinin Ruhsatlandırılması Hakkında Yönetmelik, 25.03.2011 tarihli ve 27885 sayılı Resmi Gazete, Ankara.

Anonymous 2016. Manual on development and use of FAO and WHO specifications for pesticides First edition - third revision. Rome, March 2016.

Anonymous 2017. https://ec.europa.eu/food/plant/pesticides_en. (Erişim tarihi: 23.02.2017).

Kahyaoğlu M. 2001. Lambda Cyhaltohrin'in Üç Farklı Formülasyonunun Patates Böceği [*Leptinotarsa decemlinata* Say) Col: Chrysomelidae] 'ne Biyolojik Etkileri Üzerinde Araştırmalar (Yüksek Lisans Tezi), A.Ü. Fen Bil. Ens., Bitki Koruma Ana Bilim Dalı, Ankara.

Knowles A. 2005. New Developments in Crop Protection Product Formulation T&F Informa UK Ltd. 349 p.

Öztürk S. 1997. Tarım İlaçları. Ak Basımevi, 551, İstanbul.

Yıldırım E. 2012. Tarımsal Zararlılarla Mücadele Yöntemleri ve İlaçlar. 3. Baskı. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No, 219, 330s.





ETKİ MEKANİZMALARINA GÖRE PESTİSİTLERİN SINIFLANDIRILMASI

*Dr.Sait ERTÜRK
Dr.Mustafa ALKAN
Dr.Emel ÇAKIR
Emine Arzu ELİBÜYÜK
Ercan KOCA*



ETKİ MEKANİZMALARINA GÖRE PESTİSİTLERİN SINIFLANDIRILMASI

Dr.Sait ERTÜRK

Dr.Mustafa ALKAN

Dr.Emel ÇAKIR

Emine Arzu ELİBÜYÜK

Ercan KOCA

Zararlı organizmaların pestisitleri bünyelerine alma şekilleri ve pestisitlerin zararlı organizmalara nüfuzu çeşitli yollarla olmaktadır. Zararlı organizma ile temas eden pestisitlerin onları öldürme ve yavaşlatma (paralize) etme şekilleri insektisitlere, fungusitlere ve herbisitlere göre değişmektedir.

4.1. İnsektisitlerin Etki Mekanizması

Birçok ülke bitki koruma ürünlerinin etiketlerinde İnsektisit Direnç Çalışmaları Komitesi (Insecticide Resistance Action Committee, IRAC)'nin gruplandırmasını kullanmakta olup bu gruplandırmanın tavsiye edildiği bilinmektedir.

İnsektisitlerin etki mekanizmaları, IRAC'a göre sinir ve kas sistemi üzerine etki edenler, büyüme ve gelişmeyi etkileyenler, solunum sistemini etkileyenler, mideyi etkileyenler ve etki şekli açıklanamayan ya da herhangi bir hedef yerine özelleşmeyenler olmak üzere 5 ana grup ve 28 alt grupta değerlendirilmektedir (IRAC 2017). IRAC etki mekanizması sınıflandırma tablosu Ek 2.1'de verilmiştir.

Sinir ve kas sistemi üzerine etki eden gruplar

Günümüzde çoğu insektisit sinir ve kas sistemi üzerinde etkilidir ve bu insektisitlerin etkileri genellikle hızlıdır. IRAC sınıflandırmasında 28 tane grup vardır ve bunlardan 12 tanesi sinir ve kas sistemi üzerine etkili olan grupta yer almaktadır. Bu gruptaki insektisitlerin çoğunluğu ise asetilkolinesteraz sistemi üzerine etki eden grupta yer almaktadırlar (IRAC 2017). İnsektisitlerin zararlıda hedeflediği bölgeler özel biyokimyasal ve fizyolojik olayların meydana geldiği bölgelerdir. Yaygın olarak zararlılar ile mücadelede kullanılan ve iyon kanallarını hedef alan insektisitler voltaj kapılı sodyum kanalları, gama aminobutirik asit ve glutamat kapılı klor kanalları, nikotonik reseptörler ve ryanodin reseptörleri üzerinde etkili olmaktadır (IRAC 2017, Kumargal ve ark. 2012, Cordova et al. 2006). Yukarıda da bahsedildiği gibi farklı insektisit gruplarının sinir sistemi üzerinde farklı yollarla etkili olabileceği ve mücadele stratejisinin oluşturulmasında bu bilgilerin kullanılabileceği düşünülmektedir.

Büyüme ve gelişme üzerine etki eden gruplar

Böceklerde gelişim juvenil hormon ve ecdizon hormonu adı verilen iki temel hormon tarafından kontrol edilmektedir (Cordova et al. 2006). Doğal ve sentetik juvenil hormonlar juvenoidler olarak adlandırılmaktadırlar. Bugüne kadar binlerce juvenil hormon ve analogları sentezlenmiş ve yapıları aydınlatılmıştır (Coats 2012). Bu moleküller genellikle alifatik yapıdadırlar ve böceğin büyüme gelişmesinde etkilidirler. Böcek büyüme düzenleyicileri, bu hormonlardan birini taklit ederek veya kütikula oluşumunu/çökmesini veya lipid biyosentezini doğrudan bozarak etkili olmaktadır. Bu gruptaki insektisitler genellikle yavaşta orta-derece yavaşa kadar değişen oranlarda etkili olup, larva dönemleri uygulamalarında metamorfozisi durdurmakta veya engellemektedirler. Ayrıca kitin biyosentezi deri değiştirmeyi engellerken, asetil koenzim A ise karboksilaz enzimini inhibe ederek lipid biyosentezinin ilk basamağını engeller ve ölüme neden olur. Pyriproxyfen, fenoxycarb, etoxazole, teflubenzuron ve buprofezin aktif maddeleri bu gruba örnek olarak verilebilirler.

Solunum sistemi üzerine etki eden gruplar

Tüm hayati hücresel süreçlerin enerjisini sağlayan ATP, mitokondriyal solunum sonucunda üretilmektedir. Birkaç insektisit, elektron taşıma ve/veya oksidatif fosforilasyon inhibisyonu ile mitokondriyal solunumu etkilediği bilinmektedir (IRAC 2017). Bu sistemde bireysel hedeflere etki eden böcek öldürücü ilaçlar genelde hızlı ve orta derecede hızlı etkilere sahiptir. Bu gruba örnek olarak diafenthiuron, sulfuramid, bifenazete, rotenon, tebufenpyrad, aluminium phosphide, potasyum cyanide ve ctenopirafen verilebilir.

Sindirim sistemi üzerine etki eden gruplar

Bu gruba giren insektisitler Lepidopterlere karşı özelleşmiş mikrobiyal toksinlerdir. Bu toksinler sprey şeklinde böcekler üzerine uygulanabildiği gibi bu mikrobiyal toksinleri içeren transgenik bitkiler vasıtası ile de bu gruptaki insektisitler böcekleri etkilemektedirler. Bu kimyasallar mide zarındaki reseptörlere bağlanarak porların yapısını bozmakta ve bunun sonucunda iyonik dengesizlik ve sepsisemi ile sonuçlanan ölümler meydana gelmektedir. Mideyi hedefleyen insektisitlerin kullanımındaki kısıtlayıcı faktör hedef alınan zararlının mide pH'sıdır. Midenin asidik veya bazik olması bu gruba giren insektisitlerin işleyişini doğrudan etkilemektedir. Bu grupta *Bacillus thuringiensis*'in farklı ırklarının yanı sıra Cry, Vip ve mCry proteinleri de yer almaktadır. Bt'nin etki şekli bu güne kadar birçok çalışmanın konusu olmuş ve son yarım asır boyunca konu ile ilgili pek çok araştırma yürütülmüştür. Bununla birlikte yoğun çalışmalara rağmen, böcek toksisitesi ile spesifik moleküler mekanizmalar arasındaki ilişki yakın zamanlarda anlaşılmaya başlanmıştır. Bt'de endotoksinler büyük moleküller şeklinde sentezlenirler, hassas böceklerde bu endotoksinler orta bağırsağın içinde çözülür ve 27-140 kDa arasında değişen büyüklüklerde daha küçük polipeptidler ortaya çıkar (Whalon and McGaughey 1998). Bu toksinlerin böcekteki etkilerinin böcekten böceğe değiştiği ve hedef alınan organizmada işleyiş bakımından farklılıklar gösterdiği bilinmektedir.

Hedef yeri bilinmeyen ve herhangi bir hedef yerine özelleşmeyen gruplar

Bu grup nsektisitlerin hedef alan üzerindeki fonksiyonları çok iyi tanımlanmamış olup, herhangi bir etki alanına özelleşmeyen birden fazla sistem üzerinde etkili olmaktadır (IRAC 2017).

Dolaşım sistemi üzerinde etkili olan gruplar (Antikoagülanlar)

Bazı rodentisitler antikoagülan özellikleri ile ön plana çıkmaktadırlar. Bu maddeler kan pıhtılaşması için gerekli olan K vitamininin sentezini durdurmaktadırlar. Ayrıca kılcak damarların geçirgenliğini artırarak kanın damarlardan diğer organlara ve vücut boşluğuna sızmasına neden olarak kan kaybı neticesinde ölüm meydana gelmektedir. Antikoagülanların kumarinler ve inandionlar olmak üzere iki sınıfı vardır. Kumarinler genellikle tek doz alım sonrası akut ölümle sonuçlanacak şekilde etki ederken, inandionlar ise birkaç dozda alınmak suretiyle kronik ölüme sebep olmaktadır.

4.2. Fungisitlerin Etki Mekanizması

Fungisitler fungal bitki hastalıklarına karşı kullanılan, fungus ve fungus benzeri organizmaların gelişimini engelleyen ya da öldüren kimyasallardır. Fungi-

sitlerin kullanım yerleri yeşil aksam, tohum, toprak, ağaçlarda gövde ve yaralara uygulama, hasat sonrası depo bitki koruma ürünü uygulamaları şeklindedir (Toro ve ark. 2001). Fungisitler, hücre duvarı geçirgenliğini bozarak, mitokondrial fonksiyonlar, solunum, protein ve enzim sentezi gibi metabolik faaliyetleri engeller, bunun sonucunda fungus sporlarının çimlenmesini veya çim tüplerinin uzamasını engelleyerek enfeksiyon yapmalarına mani olurlar. Ayrıca bazı fungusitler bitki dokularına nüfuz etme yeteneğine sahiptir. Bu fungusitler bitki içerisinde taşınarak, hastalık etmenleri daha önceden enfeksiyon yapmış olsalar dahi doku içerisinde fungus gelişimini baskılayarak hastalık belirtilerinin oluşmasını engellemektedir. Fungisitler bitkideki hareketlerine ve taşınmasına, kullanım yerine, koruyuculuğuna, etki mekanizmasına, etki yerine, kimyasal gruba ve direnç durumlarına göre gruplandırılmaktadır.

4.2.1. Etki şekline göre fungusitler

Koruyucu fungusitler

Koruyucu fungusitler bitki yüzeyinde aktivite gösterirler, derine inmezler ve bitki ile patojen fungus arasında kimyasal bir bariyer oluştururlar. Bunların bitki içerisinde herhangi bir hareketi yoktur. Koruyucu fungusitler enfeksiyondan önce uygulanmalıdır ve koşullar hastalık için uygun olduğunda ve bitkilerin yeni dokuları oluştuğunda tekrarlanması gerekmektedir.

Sistemik (penetrant) fungusitler

Sistemik fungusitler bitki tarafından absorbe edilirler ve devamında dokularda funguslara karşı antifungal etki gösterirler. Bu gruptaki fungusitler penetrant fungusitler olarak değerlendirilirler ancak sistemik hareketin seviyesi farklılık gösterir. Genel olarak bu fungusitlerin etki yeri özelleşmiştir. Sistemik fungusitleri bitki içerisindeki hareket yeteneğine göre dört gruba ayırmak mümkündür.

- a) Lokal sistemik fungusitler: Yaprak içerisinde sadece kısa mesafelere dağılabilmektedir.
- b) Translaminar fungusitler: Bitki içinde kısıtlı harekete sahiptirler. Yaprığın bir yüzüne uygulandıklarında kısa mesafede hareket ederler ve yaprağın diğer yüzüne ulaşabilirler.
- c) Ksilem hareketli fungusitler: Ksilem dokuları vasıtasıyla suyun dokulara taşınması esnasında ksilemde yukarı doğru yaprağın uçlarına ve dış kısımlarına hareket eder. Bu hareket acropetal (yukarı doğru) hareket olarak bilinir.

- d) Amphimobile (iki yönlü) fungusitler: Ksilemden yukarı doğru bitki dokularına besin taşıyan floemden ise aşağı doğru hareket eder.

4.2.2. Etki mekanizmalarına göre fungusitler

Etki yerleri özelleşmemiş fungusitler (çok yer engelleyici fungusitler, klasik fungusitler)

Mikroorganizmalarda birden fazla etki yeri vardır. Hücre membranı, değişik enzimleri ve diğer molekülleri etkileyerek ya da aminoasitler, peptitler ve diğer metabolitlerle reaksiyona girerek bu etkiyi gerçekleştirmektedirler. Bu fungusitlerin hiçbiri sistemik özellikte değildir. Bu fungusitlerin fungal hücrede özel bir etki yerinin olmayışı nedeniyle değişik biyokimyasal olayları, molekülleri de etkileyebilmekte ve bitki kütikulasını geçerek bitkide fitotoksik etkiye neden olabilmektedir. Etki yerleri özelleşmemiş fungusitlerin dayanıklılık oluşturma riskleri bulunmamaktadır, ancak bazen organizmanın yapısında değişiklik olmaksızın kimyasal maddeye uyum sağlaması sonucu duyarlılık azalabilir. Bu fenotipik adaptasyon kimyasal maddelerin kullanımının sonlandırılmasıyla ortadan kalkmakta organizma tekrar eski duyarlılığını kazanmaktadır, yani kalıcı değildir. Etki yerleri özelleşmemiş fungusitler içerisinde kükürt, bakırlı fungusitler ve organik metaller, dithiocarbamatlılar, trichloromethylthiocarboxamidler, sulphamidler, guanidinler yer almaktadır.

Etki yerleri özelleşmiş fungusitler (tek yer engelleyici fungusitler)

Bu fungusitler fungal hücrede tek etki yerine sahiptir. Fungal hücrede özel bir yere bağlanmakta ve o bağlandığı bölgedeki fonksiyonları bozmaktadır. Etki yerleri özelleşmiş fungusitler benzimidazoller, carboxamidler, hyroxyprimidinler, aromatik hydrocarbonlar ve dicarboximidler, sterol biyosentezi engelleyen fungusitler, phosphonatlar, anilinopyrimidinler, phenylpyroller, strobilurinler, hydroxylanilid gruplarıdır. Etki yerleri özelleşmemiş ve etki yerleri özelleşmiş fungusit grupları ve etki mekanizmaları Ek 2.2’de verilmiştir.

Fungisitlerin etki mekanizmaları ile dayanıklılık riskleri arasında yakın bir ilişki bulunmaktadır. Bu nedenle etki mekanizmalarının bilinmesi önem arz etmektedir.

Kükürt özellikle küllemelere etkili bir fungusittir. Yüksek akarisit özelliği de vardır. Etki mekanizması hakkında üç farklı görüş mevcuttur.

1. Doğrudan etki teorisi: Doğrudan etki teorisine göre elementer kükürtün kendisi toksik özelliktedir. Tam olarak ispatlanamayan bu görüşten sonra

1922’de spor çimlenme denemesinde kükürt partiküllerinin etkili olması beklenen funguslara etkili olmadığı belirlenmiştir (Tweedy 1969).

2. Oksidasyon teorisi: Oksidasyon teorisine göre elementer kükürdün oksidasyon ürünleri olan sülfür dioksit, sülfür trioksit, pentathionic asit gibi diğer ürünler toksik yapıdadır. Daha sonra yapılan çalışmalarda bu görüş çürütülmüştür.
3. Hidrojen sülfid teorisi: Hidrojen sülfid teorisinde elementer kükürt hidrojen sülfide indirgenir ve oluşan hidrojen sülfid toksik etki gösterir, bu görüş kükürdün fungitoksik etkisinin hidrojen sülfitten kaynaklanmadığı bildirilerek çürütülmüştür.

Etki mekanizması hakkında güncel görüş ise, kükürdün yavaş biçimde hava ile okside olarak kükürt dioksit dönüşmesidir. Nem etkisi ile sülfür asidi oluşmakta ve yaprak yüzeyindeki yüksek asidik çevre fungal sporların çimlenmesini engellemektedir. Örneğin Kükürdün oksidasyonu sıcaklıkla ilişkili olup be nedenle serin koşullarda kullanılan kükürdün etkinliğinin düşmektedir. Kükürt tarafından oluşturulan bu asidik ortam aynı zamanda fitotoksik olmasının da nedenidir. Bakırlı bileşiklerin fungusit etkileri bakır iyonlarından kaynaklanmaktadır. Fungal sporlar çim borusu oluşturarak çimlenmektedir, bu sırada sporun çevresini de bakırın asitlendirmesinden dolayı çim borusu gelişimini engellemektedir (Delen 2008).

Dithiocarbamatların çok geniş bir kullanım alanı vardır ve iki alt grubu mevcuttur. Bunlardan dimethyldithiocarbamatların etki mekanizması tam olarak açıklanamamıştır. Bu alt grup üyelerinin bakır ve diğer ağır metallerle kompleks oluşturarak ana birleşikten daha toksik yapılar oluşturabileceği bildirilmektedir (Delen 2008). Diğer alt grubun da etki mekanizması proteinlerin sulphydril grupları ile etkileşime girerek enzim salınımını engelleyerek etkisini göstermesidir (Roberts and Huston 1999).

Trichloromethylthiocarboximidler içerisinde en çok bilinen captan, folpet ve captofol’dür. Bu grup fungusitler hidrolitik ve metabolik olarak indirgenir, cysteine ve glutathion gibi bileşiklerin varlığında hücre yapılarıyla özellikle thiol’lerle mekanizması bilinmeyen reaksiyonlara girer.

Sulphamide’ler grubu içerisinde dichlofluanid ve tolyfuanid olmak üzere iki etkili madde bulunmaktadır. Her iki yapıda hidrolitik ve metabolik olarak indirgenerek thiol’lerle reaksiyona girmesi sonucu membran ile ilişkili olayları, oksidatif fonksiyonu ve mitokondrial reaksiyonları engelleyerek etkilerini gösterirler.

Guanidine'lerin hücre membranını parçalamak ve hücre geçirgenliğini değiştirmek yoluyla etki ettiği bildirilmektedir. Aynı şekilde mitokondrial membranı da etkilerler. Bu grup fungusitlere dodine örnek olarak verilebilir.

Benzimidazole grubunda en çok tanınan fungusitlerden benomyl, carbendazim, thiabendazole ve thiophanate methyl yer almaktadır. Bu grup fungusitler fungal β -tubuline bağlanarak hücresel mikrotüp alanlarını çatlatırlar, fungal hifin hücresel ince yapısında bozulmalar oluştururlar, mitosisi engelleyerek çim borusunun gelişimine müdahale ederler ve bu yolla fungal gelişmeyi engellerler.

Carboxamidlerde yer alan fungusitler Basidiomycotan üyelerine yüksek etki gösterirler. Sistemik etkili carboxin, oxycarboxin, flutolanil ve thifluazime gibi fungusitler bu grupta yer alır. Solunumu engelleyerek etki gösterirler.

Hydroxyprimidinler külemeye karşı etkilidirler ve küleme sporlarının kütiküladan girişinde kullandıkları appressorium oluşumunu engellemektedir. Patojen penetre ettikten sonra ve haustorium'larını oluşturarak konukçu dokusuna girdikten sonra hydroxyprimidine'lerin hastalığın yapraktaki gelişimine etkisi düşüktür. Bu grupta buprimate, ethirimol ve triadimenol yer alır.

Aromatik hidrokarbonlar ve dicarboximidler, her iki grup kimyasal yapıları farklı olmakla birlikte etki mekanizmaları birbirine benzemektedir. Hem spor çimlenmesini hem de miselyal gelişmeyi engellemektedir (Delen 2008). Bu grup fungusitlerden biphenyl, phenylphenol, quintozene (PCNB), hexachlorobenzene, tecnazene, dichlorane, chloroneb, etridiazole, tolclophos- methyl, iprodine, vinclozoline, procymidone ve chlorolinate sayılabilir.

Phenylamidler RNA sentezini DNA sentezinden daha çok etkilemektedirler. Ribozomal RNA sentezinden sorumlu olan RNA polimeraz enzimini engellerler. Peronosporales ve phytiales üyelerine etkilidirler. Bu grupta metalaxyl, mefonoxam (metalaxyl-M), fulalaxyl, benalaxyl, ofurace, cyprofuram ve oxadixyl yer almaktadır.

Sterol biyosentezi engelleyen fungusitler olan steroller, funguslarda membran fonksiyonlarında, yapısal olayların regüle edilmesinde ya da steroid hormonların sentezlenmesinde görev alırlar ve yaşamsal öneme sahiptir. Bu gruptaki fungusitler fungal sterol biyosentezini engellerler. Bu fungusitler spor çimlenmesi üzerine etkileri oldukça az olmasına rağmen çim borusu uzamasını yüksek derecede etkilerler. Oomycotina sınıfı üyeleri sterol sentezleme yeteneğinde olmadıklarından sterol biyosentezi engelleyen fungusitlere duyarlı değildirler. Bu fungusitlerin pas, küleme, rastık, tohum ve toprak kaynaklı etmenlerin bu-

lunduğu Ascomycotina, Basidiomycotina ve Deuteromycotina üyeleri funguslara etkilidirler. Bu fungusitlere örnek olarak triforine, buthiobate, pyrifenox, triarimol, fenarimol, nuarimol, imazalil, myclobutanil, prochloraz, triflumizole, dodemorph, fenpropimorph, fenpropidine, spiroxamine ve protioconazole sayılabilir.

Phosphonatların etki mekanizması tam olarak anlaşılamamakla beraber phosphonatın fungusu doğrudan etkilediği ve bitkinin savunma mekanizmasını uyarak patojenin yayılmasını engellediği ileri sürülmektedir. Funguslarda spor çimlenmesini, miselyal gelişimi ve sporulasyonu engellemektedir (Roberts and Hutson 1999). Özellikle Oomycotina üyelerine etkili fungusitlerdir. Bu grupta yaygın kullanımı olan phosphorous acid mildiyölere etkili bir fungusittir. Anilinopyrimidinler içinde cyprodinil, mepanipirim ve pyrimethanil olmak üzere üç fungusit yer alır. Ascomycotina ve Deutromycotina üyelerine etkilidirler. Bu grup üyeleri spor çimlenmesini, appressorium oluşumunu ve kütikuladan girişi zayıf bir şekilde etkilerken, spor çimlenmesine etkili değildirler, hastalık oluşumunu ve sporulasyonu etkileyerek tedavi edici özelliğe sahiptirler.

Phenylpyrroler *Pseudomonas pyricinia* tarafından oluşturulan antifungal bileşik pyrrolnitrin'den türevlenmiş pyrrolnitrin, fenpiclonil ve fludioxanil'dir. Tohum kaynaklı fungusların mücadelesinde etkilidirler. Funguslarda şeker ve aminoasit alınımları ile ilgili oldukları gibi lipidlerin metabolizmasını, nükleik asitlerin sentezini, mutatik uyumsuzlukları içeren hücre ve çekirdek bölünmesini, solunum ve şekerlerin metabolize edilmesi gibi olayları da etkilerler. Fungisit Direnç Çalışma Komitesi (FRAC) ise fungal hücrede bir işlemin çevrimini ya da yapılmasını (sinyal iletimini) engellediğini bildirmektedir.

Strobilurin'ler *Strobilurus tenacellus*'un sekonder antifungal metabolitidir. Mitokondrial solunumu engeller, spor çimlenmesine yüksek etkilidir. Azoxystrobin, kresoxim-methyl, metominostrobin, pyraclostrobin ve trifloxystrobin etkili fungusitler bu grupta yer alırlar. Hydroxyanilidler, tek üyesi fenhexamid olup özellikle *Botrytis* spp.'ye karşı oldukça etkilidir. Çim borusu ve miselyal gelişim üzerine etkilidir. Ayrıca sterol biyosentezini de engellediği bildirilmektedir (Delen 2008).

4.3. Herbisitlerin Etki Mekanizmaları

Yabancı otlar; tarım arazilerinde ürünün verim ve kalitesini azaltan, tarım arazisi dışında ise bulunduğu ortamda yapılan faaliyetlere zararlı olan ve bu ortamlarda yetişmelerini istemediğimiz tüm bitkilerdir. Bu bitkilerle kültür arazisinde mücadele yapılmadığında meydana gelen ürün kaybı %31.62 oranındadır. Herbisitler genellikle iş gücünün pahalı olduğu yerlerde kullanılır.

Herbisit uygulamalarının yararları;

- Sıra üzeri yetiştirilen bitkilerde toprak işleme aletleriyle yapılacak bir yabancı ot kontrolü kültür bitkilerine zarar verebilir.
- Yabancı otlarla yapılacak mekanik uygulama toprakta bulunan yabancı ot tohumlarının çimlenmesini teşvik eder.
- Yoğun toprak işlemesiyle hem toprak yapısı bozulur hem de rüzgar ve su erozyonuyla toprak kaybı yaşanır.
- Çok yıllık otsu ve odunsu yabancı otların mekanik uygulamalarla ortadan kaldırılması zor olmaktadır. Herbisit uygulamalarıyla daha kolay ve ekonomik olarak bu yabancı otları ortadan kaldırma olanağı vardır.
- Herbisit uygulamaları tarım kesiminde fazla bulunan iş gücünün diğer sektörlerle gitmesine ve bu nedenle de iş gücünün dengeli dağılmasını sağlar.
- Yabancı otları kültür alanında rekabetin başlangıcında ortadan kaldırmak herbisitlerle mümkün olurken; mekanik uygulamalarla ancak yabancı otlar belli yüksekliğe eriştiğinde yani kültür bitkisi ekiminden en erken 2-4 hafta sonra uygulanabilir.

Neden kimyasal mücadele;

- ✓ Hızlı sonuç
- ✓ Uygulama kolaylığı
- ✓ Düşük maliyet

4.3.1. Herbisitlerin etki mekanizmalarına göre sınıflandırılması

Herbisitler bitkileri öldüren veya gelişmelerini engelleyen kimyasal maddelerdir. Herbisitler bitkilerde bazı reaksiyonlara etki ederek bitkilerin gelişmelerini engeller veya ölümüne sebep olurlar. Bunlar; aminoasit sentezini engelleyiciler, fotosentezi engelleyiciler, pigment sentezini engelleyiciler, fide kök/gövde gelişim engelleyiciler, mitoz bölünme engelleyiciler ve oksin tipi bitki büyüme düzenleyicileridir.

Aminoasit sentezini engelleyiciler

Proteinlerin yapı taşı olan aminoasitlerin sentezlenmesinde görev alan enzimlerin çalışmasını engellemek suretiyle etkili olurlar. Enzimler katalizör olarak görev aldıkları biyokimyasal süreçlerin reaksiyon hızlarını artıran kimyasal yapılarıdır. Enzimlerin çalışmasının engellenmesi hayati öneme haiz bir veya bir-

kaç aminoasitin sentezine mani olur ve bu aminoasitlerin yetersizliği nedeniyle yabancı ot ölür. Bu gruptaki herbisitler EPSP sentez inhibitörleri, ALS-AHAS inhibitörleri ve glutamin sentez inhibitörleri olarak 3 grupta incelenebilir:

a. EPSP sentez inhibitörleri: Bu grupta yer alan glyphosate shikimik asit yolundaki veya aminolevulinic acid yolundaki reaksiyonları durdurarak bitkilerin ölmesine neden olur. 5-enolpyruvyl shikimate-3-phosphate synthase (EPSP synthase) enziminin çalışmasını engelleyerek etki eder. Bu nedenle bitkide bazı aromatik amino asitler (tryptophan, phenylalanine ve tyrosine), flavonoidler, ligninler, anthocyaninler ve coumarinlerin sentezi durur.

Glyphosate succinyl CoA çevrimini durdurarak klorofil, cytochromeler ve peroxidase oluşumunu engelleyerek bitkiyi öldürür.

Glyphosate'ın etkileri:

Gelişmeyi hemen durdurur.

- Genel bir kloroz görülür.
- Bitki türüne bağlı olarak 1-3 hafta içinde nekrozlar oluşur.
- Bazı bitkilerde kırmızımsı bir renk oluşumuna neden olur.
- Dar yapraklılar geniş yapraklılardan daha hassastır.

Glyphosate'ın özellikleri:

- Bitkide yavaş metabolize edilir.
- Toprakta mikroorganizmalar tarafından parçalanabilir.
- Yapraklardan alınır ve bitki içerisinde taşınır (Sistemik).
- Toprakta alınmaz.
- Total herbisittir.

Genel yabancı ot mücadelesi yapılan alanlarda, tarım dışı alanlarda, koruyucu başlık kullanılarak sıra üzerine ekilen bitkilerde yabancı ot mücadelesinde, meyve ve bağ alanlarında, orman alanlarında ve GDO içeren kültür bitkilerinde kullanılabilir.

b. ALS-AHAS inhibitörleri: Bu gruptaki herbisitler klorofildeki acetolactate synthase (ALS) ve acetohydroxy synthase (AHAS) enzimlerini bloke ederek etkili olurlar. Bitkiye uygulandıklarında bitkide isoleucine, leucine ve valine aminoasitlerinin sentezi durur ve bu aminoasit olmadığı için birçok protein sentezlenemez ve bitki ölür.

ALS-AHAS inhibitörlerinin etkileri:

- Gelişmeyi hemen durdurur, eğer çıkış sonrası uygulama yapıldıysa boğumlar arası mesafe kısılır.
- Genel bir kloroz ve bazı bitkilerde kırmızımsı bir renk oluşumu görülür.
- Bitki türüne bağlı olarak 3-4 hafta içinde nekrozlar oluşur.
- Bazı bitkilerde boy kısalmasına ve yaprakların gelişmeden küçük kalmasına neden olur.
- Bazen bitkiyi öldürmeden bütün sezon boyunca fide halinde kalmasına neden olur.

ALS-AHAS inhibitörlerinin özellikleri:

- Bitkide yavaş metabolize edilir.
- Toprakta mikroorganizmalar tarafından parçalanması yavaştır.
- Kök, gövde ve yapraklardan alınır ve bitki içerisinde taşınır (Sistemik).
- Çok düşük miktarlarda kullanılır.
- Memelilere toksisitesi oldukça düşüktür.
- Birçok kültür bitkisinde yabancı ot kontrolü için kullanılabilir. Seçici herbisitlerdir. Hem dar hem de geniş yapraklı yabancı otları kontrol edebilir.

ALS-AHAS inhibitörü herbisit grupları:

- ✓ Sulfonylurea (bensulfuron, nicosulfuron, tribenuron, prosulfuron, primisulfuron, triflurosulfuron, chlorsulfuron, rimsulfuron, triasulfuron, metsulfuron, thifensulfuron),
- ✓ Imidazolinone (imazamox),
- ✓ Triazolopyrimidine (flumetsulam, cloransulam),
- ✓ Pyrimidinylthio-benzoates (pyrithiobac, bispyribac-sodium).

c. Glutamine sentez inhibitörleri: Glufosinate bitkileri glutamine sentezini engelleyerek öldürür. Glufosinate bitkide glutamine sentezini durdurduğu için bitki dokularında amonyum birikir ve bu amonyum hücrelerin parçalanmasına neden olur. Etkisi yaprak dokularında görülür.

Glufosinate'in etkileri:

Gelişmeyi hemen durdurur,

- Uygulamadan 3-5 gün sonra genel bir kloroz ve solgunluk görülür.
- Bitki türüne bağlı olarak 1-2 hafta içinde nekrozlar oluşur ve bitki hızla ölür.
- Belirtiler ışık şiddetinin fazla olduğu zamanlarda, yüksek nispi nemde ve nemli topraklarda şiddetlenir.

Glufosinate'in özellikleri:

- Toprakta mikroorganizmalar tarafından parçalanması hızlıdır.
- Yapraklardan alınır ve bitki içerisinde sınırlı taşınır.
- Total herbisittir.
- Genel yabancı ot mücadelesi yapılan alanlarda, tarım dışı alanlarda, koruyucu başlık kullanılarak sıra üzerine ekilen bitkilerde yabancı ot mücadelesinde, meyve alanlarında, orman alanlarında ve GDO içeren kültür bitkilerinde kullanılabilir.

Fotosentezi engelleyiciler

a. Fotosistem-1 inhibitörleri: Fotosistem-1 inhibitörü herbisitler kontak etkili olup sıklıkla membran parçalayıcı olarak isimlendirilirler. Herbisit uygulamasından hemen sonra hücre duvarı parçalanarak hücre içeriği hücreler arası boşluğa boşalır. Bu gruptaki herbisitler fotosistem-1'in ışık reaksiyonu sırasında normal elektron transfer sürecindeki elektronları tutarlar. Hücre membranının parçalanması ikincil tepki olarak meydana gelmektedir.

Bu grup herbisitler bipyridyliumler içerisinde bulunur. Bu herbisitler katyonik yapıda oldukları için suda çözünürlükleri oldukça yüksektir ve toprak kolloitleri tarafından güçlü şekilde tutuldukları için topraktan alınımı mümkün değildir. Elektron taşınması sırasında sekteye uğrayan kimyasal süreç içerisinde oluşan stabil olmayan karakterdeki hidroksil kökü hücre membranındaki yağ asitleri ile tepkimeye girer ve hücre duvarının parçalanmasına neden olur.

Paraquat/Diquat'ın etkileri:

- Bitkide çok iyi taşınmaz ve temas ettiği bitki dokularında zarara neden olur.
- Herbisit in temasından dakikalar sonra bitki ıslanmış görünümünde olur. Uygulamadan saatler sonra kloroz, solgunluk ve kuruma görülür.

- Işık şiddetinin düşük olması herbisit bitkide taşınmasını artırır.
- Bitki yapraklarında nekroz 1-3 gün içinde görülür.

Paraquat/Diquat'ın özellikleri:

- Gelişmiş bitkide metabolize olmaz.
- Toprakta parçalanmadan çok uzun süre kalabilir ancak bitki tarafından alınmazlar.
- Yapraklardan alınır ve bitki içerisinde taşınmazlar (Kontak).
- Toprakta alınmaz.
- Total herbisittir.
- Paraquat genel yabancı ot mücadelesi yapılan alanlarda, tarım dışı alanlarda kullanılır. Diquat da genel yabancı ot mücadelesi yapılan alanlarda, tarım dışı alanlarda, patatesten ve su yabancı otları ile mücadelede yaygın olarak kullanılmaktadır.
- Paraquat 2013 yılında yasaklanmıştır.

b. Fotosistem-2 inhibitörleri: Fotosistem-2 inhibitörü herbisitler normal elektron transfer sürecinde Q_B proteinine bağlanarak plastoquinone havuzuna elektron transferini bloke ederler. Bu gruptaki herbisitler çıkış öncesi ve/veya çıkış sonrası olarak kullanılırlar. Yapraktan uygulandığında epidermis boyunca hareket ederek hücre ve kloroplastlara taşınırlar. Burada Q_B proteinine bağlanarak fotosistem-2 içerisinde plastoquinone havuzunun elektron alıp taşımasını bloke ederler. Eğer topraktan alınırsa herbisit kök içine alınır ve ksilem boyunca yukarıya doğru taşınır ve aynı şekilde etki eder. Belirtiler çok hızlı ortaya çıkar.

Fotosistem-2 inhibitörlerinin etkileri:

- Kökten alındığında herbisit etki önce alt yapraklarda kendini göstermeye başlar, daha sonra belirtiler üst yapraklarda da görülmeye başlar. Yapraklar suya batırılmış gibi bir görünüm alır ve damarlar arası dokularda kloroz görülür.
- Yapraklardaki nekrozlar yaprak uçlarından ve kenarlardan başlayarak ilerler. Fotosentez başlar başlamaz fide öldüğü için bazı zamanlarda yabancı otun çıkışı dahi görülmez.
- Yapraktan uygulama yapıldığında herbisit temas eden noktalarda fitotoksisite belirtileri görülmeye başlanır.

- Yapraktan uygulanan herbisit bitki içerisinde çok fazla taşınmaz. Bitki yapraklarında önce kloroz ardından da nekroz oluşumu görülür. Kloroz ve nekrozlar yaprak ucu ve kenarlarından başlayıp ana damara doğru ilerler.
- Bitki ölümü birkaç gün içerisinde olur.

Fotosistem-2 inhibitörleri genel olarak aşağıdaki alt gruplar altında incelenir:

-Simetrik triazineler: Bu gruptaki herbisitler bitkide kök, gövde ve yapraklardan alınabilir ve bitki içerisinde taşınabilir (sistemik). Bu gruptaki herbisitlerin bazıları toprakta çabuk süzülerek yeraltı su kaynaklarına karışabilir. Bu gruptan atrazine, yabancı otların dayanıklılık kazandığı herbisitlerin başında gelmektedir. Bu gruptaki herbisitler mısır, pamuk ve sorghum gibi bitkilerde yabancı ot mücadelesi için kullanılır. Atrazine, cyanazine, ametryn, prometon, propazine, prometryn ve simazine bu grupta bulunur.

-Triazinonlar (Asimetrik triazineler): Bitkide kökten alındığında hızla emilerek ksilemde taşınırlar. Yapraktan alındığında bitkinin diğer kısımlarına taşınmazlar. Bu gruptaki herbisitler toprakta çabuk süzülerek yeraltı su kaynaklarına karışabilir. Bu gruptaki herbisitler bezelye, patates, havuç, buğday, mısır ve soya gibi bitkilerde yabancı ot mücadelesi için kullanılır. Metribuzine ve hexazinone bu grupta bulunur.

-Üre benzeri yapıdakiler: Bu gruptaki herbisitler de bitkide kökten alındığında hızla emilerek ksilemde taşınırlar. Yapraktan alındığında bitkinin diğer kısımlarına taşınmazlar. Bu gruptaki herbisitler bezelye, patates, havuç, buğday, mısır ve pamuk gibi bitkilerde yabancı ot mücadelesi için kullanılır. Diuron, metobromuron, monolinuron, siduron, tebuthiuron, fluometuron ve linuron bu grupta bulunur.

-Urasiller: Bitkide kökten alındığında hızla emilerek ksilemde taşınırlar. Yapraktan alındığında bitkinin diğer kısımlarına taşınmazlar. Bu gruptaki herbisitler nane, pekan ve meyve ağaçlarında yabancı ot mücadelesi için kullanılır. Bu gruptaki herbisitler toprakta çabuk süzülerek yeraltı su kaynaklarına karışabilir. Kültür bitkisi yetiştirilmeyen alanlarda da kullanılabilirler. Terbacil ve bromacil bu grupta bulunur.

-Pyridazinolar: Bitkide kökten alındığında hızla emilerek ksilemde taşınırlar. Yapraktan orta düzeyde absorbe edilebilirler ve bitkinin diğer kısımlarına sınırlı miktarda taşınabilirler. Toprakta organik maddeye çok sıkı bağlanırlar. Şeker pancarında kullanılır. Pyrazon bu grupta bulunur.

-Phenyl karbamatlar: Yapraktan hızlıca alınabilir. Floem üzerinden bitkinin diğer kısımlarına taşınması sınırlıdır. Şeker pancarında kullanılır. Toprakta organik maddeye çok sıkı bağlanırlar. Desmedipham ve phenmedipham bu grupta bulunur.

-Nitriller: Yapraktan çabuk absorbe edilirler. Bitkide taşınması sınırlı veya yoktur. Dar yapraklı kültür bitkileri içerisindeki geniş yapraklı yabancı otları kontrol etmek için kullanılırlar. Bromoxynil ve ioxynil bu grupta bulunur.

-Benzothiadiazoller: Yapraklardan ve köklerden absorpsiyonu mümkündür. Kontak etkili bir herbisittir. Bezelye, soya fasülyesi ve mısır gibi kültür bitkilerinde yabancı otları kontrol etmek için kullanılırlar. Bentazon bu grupta bulunur.

-Phenyl pyridazinler: Yapraklardan hızla alınırlar. Kontak etkili bir herbisittir. Kabak, mısır ve buğday gibi kültür bitkilerinde yabancı otları kontrol etmek için kullanılırlar. Pyridate bu grupta bulunur.

-Asit amitler: Yapraklardan hızla alınırlar ancak bitkide taşınması sınırlıdır. Kontak etkili bir herbisittir. Arpa, çeltik ve buğday gibi kültür bitkilerinde geniş yapraklı yabancı otları kontrol etmek için kullanılırlar. Propanil bu grupta bulunur.

Pigment sentezini engelleyiciler

Bitkilerin yapraklarında bulunan klorofil mavi ve kırmızı spektrumlardaki ışığı absorbe ederek yeşil ışığı yansıttığı için yaprağın yeşil renkte gözükmelerini sağlar. Karotenoidler klorofillerle beraber bulunan sarı-turuncu renkli pigmentlerdir. Bu pigmentler Singlet oksijenin oksidatif enerjisini sönmölendirerek klorofili korur. Antioksidan olarak görev yapar. Pigment sentezini engelleyici herbisitler karotenoidlerin kaybı klorofilin ışıktaki parçalanmasına ve bitki dokularının beyazlamasına neden olur.

Pigment sentezini engelleyicilerin etkileri:

- Bitki yapraklarının beyaz renk alması görülür (Büyük yabancı otlar veya bitkilerde beyazlama geçicidir).
- Damarlar beyazlaşır, yaprakta damar araları yeşil renkte kalır.
- Hassas bitkilerde pembe renk oluşumu görülebilir.
- Hassas bitkilerde nekrozlar görülür.
- Bitki boyu kısalmır.

Pigment sentezini engelleyicilerin özellikleri:

- Toprakta mikroorganizmalar tarafından parçalanabilir.
- Yapraklardan veya kökten alınır ve bitki içerisinde taşınır (Sistemik).
- Oxyfluorfen total ve selektif herbisit olarak kullanılabilir.
- Oxyfluorfen glyphosate ile karıştırılarak genel yabancı ot mücadelesi yapılan alanlarda, tarım dışı alanlarda, meyve ve bağ alanlarında kullanılabilir. Oxyfluorfen yalnız kullanıldığında ise ayçiçeği, soğan ve karnabaharda yabancı ot mücadelesinde kullanılabilir.

Fide kök/gövde gelişim engelleyiciler

Bu gruptaki herbisitlere asit amidler de denir. Bu herbisitlerin hücre bölünmesini etkileyerek fidenin gelişmesini etkilediği düşünülmektedir.

Kök/Fide gelişim engelleyicilerin etkileri:

- Bitki yapraklarının kenarlarında içe doğru bükülme görülür.
- Tohum çimlense de fide gelişmeden ölür.
- Yapraklar kösele gibi hal alır.
- Soyada yapraklar kalp şeklini alabilir.

Kök/Fide gelişim engelleyicilerin özellikleri:

- Toprakta mikroorganizmalar tarafından parçalanabilir.
- Yapraklardan veya kökten alınır ve bitki içerisinde taşınır (sistemik).
- Metolachlor pamuk, patates, mısır ve yer fıstığında yabancı ot mücadelesinde kullanılabilir.

Mitoz bölünme engelleyiciler

Bu gruptaki herbisitler Mitoz bölünmenin metafaz aşamasında iğ ipliklerinin oluşumunu veya fonksiyonunu etkiler. Bunun sonucunda profaz aşamasında oluşan eş kromozomların iğ ipliklerinin üzerine dizilip hücrenin kutuplarına çekilmesi mümkün olmaz.

Mitoz bölünme engelleyicilerin etkileri:

- Köklerinde şişkinlikler görülür ve yan köklerle sekonder kök gelişimi durur.
- Tohum çimlense de fide topraktan çıkarken ölür.
- Kütükçü kök oluşumu görülebilir.

- Geniş yapraklı bitkilerde hipokotilin kalınlaşabilir.
- Bazı dar yapraklılarda mor renk oluşumu görülebilir.

Mitoz bölünme engelleyicilerin özellikleri:

- Toprakta mikroorganizmalar tarafından parçalanabilir.
- Suda çözünürlükleri az olup buharlaşma ve ışıktaki parçalanmaya oldukça hassastırlar.
- Gövde veya kökten alınır ve bitki içerisinde sınırlı taşınır.
- Bu gruptaki herbisitler ayçiçeği, pamuk, patates, mısır ve yer fıstığı vb. yabancı ot mücadelesinde kullanılabilir.

Oksin tipi bitki büyüme düzenleyicileri (hormonlar)

Bu gruptaki herbisitler hormon yapısındadır. Bu bileşikler bitkide hücre bölünmesi ve farklılaşması da dahil olmak üzere pek çok süreci etkileyebilirler. Bu grupta üzerinde en çok çalışma yapılan hormon İndol Asetik Asit (IAA)'dır. Bu hormonlar bitkilerin büyüme noktalarında düşük yoğunlukta bulunurlar. Sentetik auxinler, IAA gibi etki ederler ve yüksek dozda kullanıldıklarında bitkiyi büyümeye zorlarlar. Bu grubun ilk ticari herbisiti 2,4-D olup geniş yapraklılarla mücadelede kullanılmaktadır. Dar yapraklılar bu herbisite çimlenme, erken fide dönemi, sapa kalkma, başak oluşturma ve çiçeklenme dönemlerinde hassas iken kardeşlenme dönemi başlangıcında ve sarı olum dönemlerinde toleranttır.

Sentetik oksin etkileri:

- RNA polimeraz aktivitesi artar ve RNA ve protein sentezi artar.
- Hücre duvarı serbestleşir ve hücre büyür.
- Kontrolsüz hücre büyümesi ve gelişme görülür.
- Etilen üretimi artar.
- Vasküler dokular tıkanır.
- Dar yapraklılarda yanlış zamanda uygulandığında, anormal başak oluşumu veya yan köklerde anormal büyümeler görülebilir.
- Epinasti görülür.
- Odunsu bitkilerin gövdesinde çatlaklar ve gövdede kalınlaşma ve uzama görülür.
- Büyüme noktalarında kloroz, solgunluk ve nekroz oluşumu görülür.

- Yapraklarda kıvrılma ve ipliksi şekil oluşumu görülür.
- İlk belirtiler herbisit uygulamasından birkaç saat sonra görülmeye başlanırken ölüm 3-4 hafta içerisinde gerçekleşir.
- Tohum çimlense de fide topraktan çıkarken ölür.
- Kütükçü kök oluşumu görülebilir.
- Geniş yapraklı bitkilerde hipokotilin kalınlaşabilir.
- Bazı dar yapraklılarda mor renk oluşumu görülebilir.

Sentetik oksin özellikleri:

- Gövde veya kökten alınır ve bitki içerisinde taşınır (sistemik).
- Toprakta mikroorganizmalar tarafından parçalanabilir.
- Köklerin veya gövdenin büyüme noktalarında birikir.
- Buğday, arpa, yulaf, sorghum, çeltik, mısır ve yer fıstığı vb. ürünlerde kullanılabilir.
- 2,4-D ester yüksek uçuculuğu nedeniyle mono-kültür tarım alanlarında kullanılabilir.
- Dicamba dar yapraklı bitkiler içerisindeki geniş yapraklıları kontrol etmek için kullanılabilir.
- Clopyralid şeker pancarı, buğday, soğan ve kanolada geniş yapraklıları kontrol etmek için kullanılabilir.
- Picloram karışım içerisinde kanolada geniş yapraklıları kontrol etmek için veya total herbisit olarak kültür bitkisi yetiştirilmeyen alanlarda kullanılabilir.

Herbisit Dayanıklılık Çalışmaları Komitesi (HRAC)'ne göre herbisitler ve etki mekanizmaları Ek 2.3'de verilmiştir (HRAC 2017).

4.3.2. Fitotoksisite

BBKÜ'lerin bitkiler üzerinde meydana getirdiği zehirli etkiye fitotoksisite denir. Bu etki, BKÜ'nün kendi formülasyon yapılarına, kullanma dozuna, kullanılan aletlere veya dış etkenlere bağlı olarak, bitkilerin gövde ve yapraklarında yanıklık, şekil bozukluğu ve ürünlerde lekeler gibi şeklinde kendini göstermektedir. BKÜ'nin genellikle tavsiye edilen dozlarda ve normal şartlarda uygulandığı takdirde fitotoksisite yapmaması gerekir. Ancak, bazı hallerde BKÜ'lerin yüksek dozda kullanılması, aletlerin memelerinin bozuk olması veya aletlerle

çok yoğun ilaç atılması, uygulama esnasında havanın çok sıcak, çok güneşli olması veya bitkinin susuzluktan kurumaya yönelmiş olması gibi nedenlerle fitotoksisite olayı meydana gelebilir. Ancak, bitkilerde fitotoksisite görüldüğü zaman, bitki koruma ürününden önce diğer etkenlerin bir tesiri olup olmadığının araştırılması gerekmektedir.

KAYNAKÇA

Brown A.E., Ingianni E. 2013. No. 41: Mode of Action of Structural Pest Control Chemicals. Pesticide Information Leaflet. University of Maryland Extension. http://pesticide.umd.edu/uploads/1/3/5/6/13565116/pil41_modeofaction-structural_2005-2013.pdf. Erişim tarihi: 18.05.2017

Coats J.R. 2012. *Insecticide mode of action*. Academic Press.

Cordova D., Benner E.A., Sacher M.D., Rauh J.J., Sopa J.S., Lahm G.P. and Rhoades D.F. 2006. Anthranilic diamides: a new class of insecticides with a novel mode of action, ryanodine receptor activation. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 84(3), 196-214.

Delen N. 2008. Fungisitler. Nobel Basımevi, Yayın No: 1360. 318 s.

HRAC 2017. HRAC Mode of Action Classification Scheme.

IRAC 2017. IRAC Mode of Action Classification Scheme.

Köller W. 1992. Target research in the discovery and development of fungal inhibitors. In: Köller, W., ed., Target sites of fungicide Action. 255-310. CRC Press, London.

Köller W. 1999. Chemical approaches to managing plant pathogens. In Ruberson, J. R. ed., Handbook of Pest Management. Pp. 337-376. Marcel Dekker, New York.

Kumargal D., Çömelekoğlu Ü. and Aşkın A. 2012. İyon kanallarını hedef alan insektisitler. *Mersin Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 5(2).

Martin H. 1969. Inorganics. In: Torgeson D. C., ed., Fungicides An Advantage Treatise, Vol. 2., 101-117. Academic Press, Newyork and London.

Robert T. and Huston D. 1999. Metabolic Pathways of Agrochemicals. Part Two, Insecticides and Fungicides. The Royal Society of Chemistry.

Toros S., Maden S. ve Sözeri S. 2001. Tarımsal savaşım yöntem ve ilaçları. Ankara Üni. Ziraat Fakültesi yayınları, No:1520 (IV. Baskı), 417 s.

Tweedy B.G. 1969. Elementer sülfür. In: Torgeson, D.C., ed., Fungicides An Advanced Treatise, Vol., 2. 119-145. Academic Press, New York, PLondon.

Whalon M.E. and McGaughey W.H. 1998. "Bacillus thuringiensis: use and resistance management." *Insecticides with Novel Modes of Action*. Springer Berlin Heidelberg. 106-137.



***BİTKİ KORUMA ÜRÜNLERİNİN
RUHSATLANDIRILMASI,
İMALATI, KONTROLÜ,
DEPOLANMASI, TAŞINMASI,
SATIŞI VE BERTARAFI***

*Dr. Pelin AKSU
Faruk DOĞAN*



BİTKİ KORUMA ÜRÜNLERİNİN RUHSATLANDIRILMASI, İMALATI, KONTROLÜ, DEPOLANMASI, TAŞINMASI, SATIŞI VE BERTARAFI

5. Dr. Pelin AKSU
Faruk DOĞAN

Ülkemizde bitki koruma ürünlerinin tarımsal üretimde kullanımı 1950’li yıllarda başlamış, 1957 yılında, Zirai Mücadele ve Zirai Karantina Kanunu’nu çıkarılmıştır. Bitki koruma ürünlerinin ve bitki gelişim düzenleyicilerinin ruhsatlandırılması, bu yasaya dayalı olarak çıkarılan Ziraî Mücadelede Kullanılan Pestisit ve Benzeri Maddelerin Ruhsatlandırılması Hakkında Yönetmelik çerçevesinde yürütülmüştür. Bitki koruma ürünlerinin ticareti yine yukarıda sözü edilen yasaya dayalı olarak çıkarılmış bulunan Ziraî Mücadele İlaçlarının Toptan ve Perakende Satılması ve Depolanması Hakkında Yönetmelik ile düzenlenmiştir. Bu yönetmeliğin hükümleri, bitki koruma ürünlerinin kullanımındaki gelişmelere paralel olarak sürekli güncellenmektedir. Bitki koruma konusuna dinamik ve etkin bir yaklaşım sağlanabilmesi için, uluslararası gelişmeler, Avrupa Birliği standartları veya uygulamaları ile bilimsel tavsiyeler izlenmektedir. Herhangi bir pestisitinin kullanımı dünyada yasaklanmış ise, ülkemizde de bu pestisitinin yasaklanması veya kullanımının kısıtlanması gibi gerekli tedbirler alınmak-

tadır. Bu kapsamda tüm düzenlemeler 11 Haziran 2010 yılında yayımlanan 5996 sayılı “Veteriner Hizmetleri, Bitki Sağlığı, Gıda ve Yem Kanunu” Avrupa Birliği mevzuatı ile uyumlu ve “Gıda Güvenliği” yaklaşımına uygun olacak şekilde güncellendi. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı tarafından zirai mücadelede kullanılan pestisitler; kimyasal ve fiziksel özellikleri, biyolojik etkinlikleri, kalıntıları, toksikolojik ve eko-toksikolojik özellikleri üzerinden uluslararası kabul gören analiz yöntem ve teknikleri dikkate alınarak 5996 sayılı kanun ve ilişkili ikincil mevzuat dikkate alınarak ruhsatlandırılmaktadır. Bakanlık, ruhsatlı bitki koruma ürünlerini, imalat ya da ithalat aşamasından tüketimlerine kadar izlemektedir. Piyasa denetimleri sırasında alınan numunelerde ürün standartlarına aykırılık saptanması halinde Zirai Mücadele İlaçları Kontrol Yönetmeliği uyarınca gerekli cezai yaptırımlar uygulanmaktadır.

5.1. Bitki Koruma Ürünlerinin Ruhsatlandırılması

Ülkemizde ve dünyada zirai mücadelede kullanılacak bir kimyasalın bitki koruma ürünü olarak kullanılabilmesi için yetkili makamlar tarafından ruhsatlandırılması gerekmektedir. Ruhsatlandırma mekanizması ülkeden ülkeye değişmekle birlikte, genel olarak bakıldığında bitki koruma ürünü olarak kullanılacak kimyasalların yapısal özelliklerinden kaynaklı tüm bilgilerin detaylı bir şekilde dosya halinde hazırlanarak ruhsattan sorumlu yetkili makamlara verilmesinden sonra, incelemeler neticesinde uygun görülenlerin bitki koruma ürünü olarak ruhsatlandırıldığı görülmektedir. Ülkemizde bitki koruma ürünlerinin ruhsatlandırılmasında yetkili makam Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı’dır. Ülkemizde gerçek ve tüzel kişiler ile kuruluşlar ruhsatlandırmak istedikleri bitki koruma ürününe ait bilgileri, konu başlıkları altında düzenli bir şekilde toplayan bir dosya hazırlayarak Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Gıda ve Kontrol Genel Müdürlüğü’ne ruhsat başvurusunda bulunurlar. Başvuru dosyası içerdiği bilgi ve belgeler yönünden incelenmekte, eksik evrak bulunmaması durumunda ruhsat başvurusu Genel Müdürlük tarafından kabul edilmektedir. Ruhsatlandırma işlemleri Avrupa Birliği ülkelerinde aktif madde üzerinden yapılırken, ülkemizde bitki koruma ürünlerinin formülasyonları üzerinden gerçekleştirilmektedir. Ruhsatlandırma, Bitki Koruma Ürünlerinin Ruhsatlandırılması Hakkında Yönetmelik’de yer alan usul ve esaslar uyarınca Gıda ve Kontrol Genel Müdürlüğünce yapılmaktadır (Anonim 2011a).

Ruhsat başvurusu kabul edilen bitki koruma ürünü dosyası, Bakanlık tarafından kendi konularında uzman kişilerden oluşturulan Ruhsatlandırma Komisyonu tarafından aşağıda belirtilen temel konular dikkate alınarak incelenmektedir.

Bu konular, fiziksel ve kimyasal özellikler, toksikolojik ve ekotoksikolojik çalışmalar, biyolojik etkinlik deneme raporları ile dayanıklılık ve kalıntı çalışmalarını içermektedir. Yukarıda sözü edilen konularda Komisyon incelemesinden geçen ürünlere Genel Müdürlük tarafından 10 yıl süre ile ruhsat verilmektedir. Bu süre sonunda Yönetmelikte belirtilen şartların ilgili firma tarafından sağlanması durumunda on yıllık süreler halinde ruhsat süresi uzatılmakta olup bu işleme “temdid” denilmektedir.

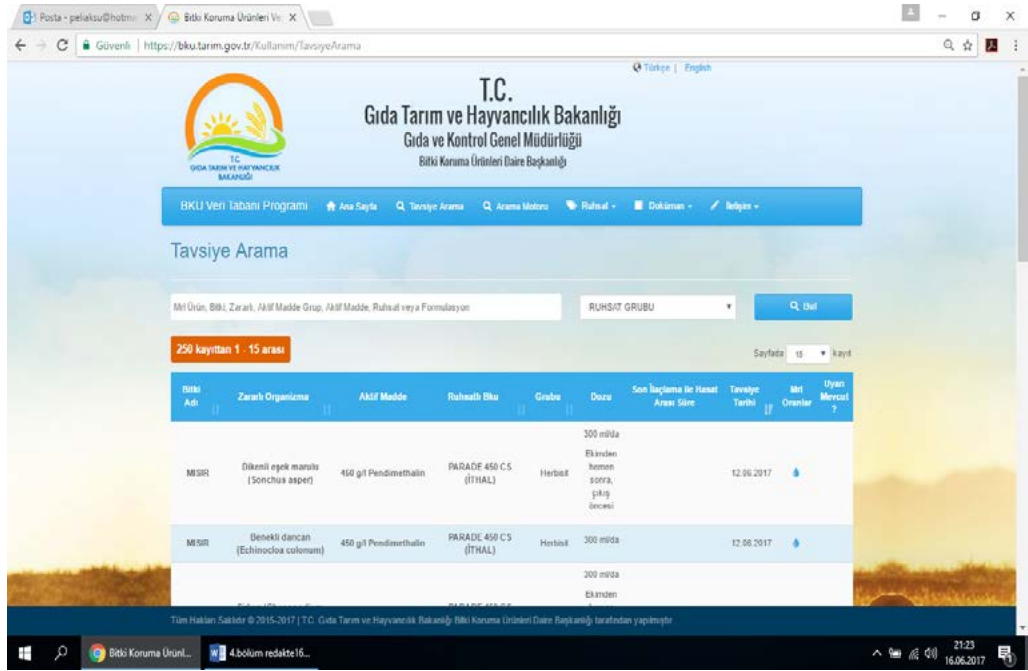
Gerçek ve tüzel kişiler ile kuruluşlar, ruhsatlandırmak istedikleri bitki koruma ürünü içindeki aktif maddenin ülkemizdeki ruhsat durumunu göz önünde bulundurarak başvuruda bulunmak zorundadırlar. Başvurular aşağıda belirtilen koşullar çerçevesinde yapılmaktadır;

- a) Bir bitki koruma ürünü, ülkemizde daha önceden ruhsatlandırılmamış yeni bir aktif maddeyi içeriyorsa “Aktif Maddesi Ruhsatsız Bitki Koruma Ürünü” başvurusu,
- b) Bir bitki koruma ürünü içinde ülkemizde daha önceden ruhsatlandırılmış bir aktif madde içeriyorsa “Aktif Maddesi Ruhsatlı Bitki Koruma Ürünü” başvurusu,
- c) Aktif madde içeriği, formülasyon tipi ve miktarı ile daha önceden ülkemizde ruhsatlı bir bitki koruma ürünü için “Emsalden Ruhsatlandırma” başvurusu,
- d) Ruhsatlı bitki koruma ürününün, farklı bitki ve bitkisel ürün veya zararlı organizma için “Tavsiye” başvurusu (bitki koruma ürününün etiket genişletmesi olarak da bilinir)’dur.

Gerçek ve tüzel kişiler ile kuruluşların ruhsat başvurularının haricinde; Bitki Koruma Ürünlerinin Ruhsatlandırılması Hakkında Yönetmelik’te çerçevesi çizilen ve ihtiyaç duyulduğu durumlarda Gıda ve Kontrol Genel Müdürlüğü tarafından uygulaması talimatlandırılan, acil durumlar için bitki koruma ürünlerinin geçici kullanımı söz konusudur. Herhangi bir zararlı organizmanın bir üründe ekonomik anlamda zarar yapması ve bu organizmaya karşı ülkemizde ruhsatlı bir bitki koruma ürününün bulunmaması durumunda acil durumlar için geçici kullanım devreye girmektedir. Bu durumda ruhsatlı bir bitki koruma ürününün tavsiyesi olmayan bir üründe ve zararlı organizmada geçici olarak kullanımına belirli bir süre ile Bakanlık tarafından izin verilmekte olup, bu durum “Geçici tavsiye” olarak adlandırılmaktadır.

Ruhsatlandırmaya ilişkin tüm detaylar Bitki Koruma Ürünlerinin Ruhsatlandırılması Hakkında Yönetmelik'te yer almaktadır. Bu yönetmelikte yer alan gereklilikleri taşıyan bir ürün ruhsatlandırılarak üreticilerin hizmetine sunulmaktadır. Aynı yönetmelik çerçevesinde bitki koruma ürünü tanımına uyan her türlü ürün ülkemizde ruhsatlandırılarak yasal olarak satışa sunulabilmektedir. Ruhsatlandırılmamış bitki koruma ürünlerinin ülke sınırları içerisinde piyasaya arzı ve kullanılması ise kesinlikle yasaktır.

Ruhsatlı bitki koruma ürünlerine ait bilgileri içeren veri tabanı, Bakanlık internet sayfasında kullanıcıların erişimine sunulmuştur. Güncel ruhsat bilgilerinin ve bitki koruma ürünleri ile ilgili duyuruların bulunduğu veri tabanı örnek olarak Şekil 4.1'de yer almaktadır (Anonim 2017).



Şekil 5.1. Bitki koruma ürünleri veri tabanının Gıda ve Kontrol Genel Müdürlüğü internet sayfasında yer alan görünür yüzü

Ruhsatlı bitki koruma ürünlerinin ruhsatları bazı durumlarda iptal edilmekte veya yasaklanmaktadır. Ruhsat iptaline neden olan durumlar maddelerde açıklanmaktadır:

- a) Uluslararası kuruluşlar tarafından insan ve çevre sağlığı ve benzeri konularda sakıncaları görülen aktif maddelerin kullanımının yasaklanması halinde bu aktif maddenin tüm formülasyonlarına ait ruhsatlar iptal edilmektedir.
- b) Bakanlıktan onaylı bir bitki koruma ürününün kalite kontrol analizleri sonucunda ruhsat alırken uygun bulunan ruhsata esas dosyasındaki formülüne ve spesifikasyonuna uymadığının tespit edilmesi halinde ve/veya Bakanlığa bilgi vermeden onaya esas özelliklerinde değişiklik yapıldığının tespiti halinde idari para cezası verilmekte, tekrarı durumunda ise bitki koruma ürününün ruhsatı iptal edilmektedir.
- c) Bakanlıkça yaptırılan deneme ve kalıntı analizleri sonucunda tespit edilen kalıntı miktarları ülkesel maksimum kalıntı limitinin üzerinde çıkması halinde, bitki koruma ürününün birden fazla konuda tavsiyesi varsa o konudaki tavsiyesi etiketinden çıkarılmakta, şayet tek bir konuda tavsiyesi var ise ruhsatı iptal edilmektedir.
- d) Bitki koruma ürünlerinin kontrolüne ilişkin mevzuat hükümlerine göre ruhsat iptali gerekli görülen bitki koruma ürününün ruhsatı Bakanlık tarafından iptal edilmektedir.
- e) Bir bitki koruma ürününde dirençten dolayı etki düşüklüğünün bilimsel çalışmalarla tespit edilmesi halinde, direnç görülen konudaki tavsiyesi etiketinden çıkartılmaktadır.

5.2. Bitki Koruma Ürünlerinin İmalatı

Formülasyon halinde geliştirilmiş bir bitki koruma ürününün ekonomik olarak üretilebilmesi ve piyasaya arz edilebilmesi için ilgili kurumlarca işletme izninin alınmış olması gerekmektedir. Üretim tesisi, imar ve çevre mevzuatına uygun olmalı, yerleşim yerlerine yakın olmayan alanlarda kurulmalıdır.

Ülkemizde bir bitki koruma ürünü üretim tesisinde bulunması gerekli bölümler ve bu tesisin taşınması gereken nitelikler Bitki Koruma Ürünü Üretim Yerleri Usul ve Esasları Hakkında Yönetmelik çerçevesinde belirtilmiştir (Anonim 2011b). Bu tesislerde yurtiçinde piyasaya sunulan bitki koruma ürünlerinin üretimi yapılabildiği gibi, Bakanlık'tan özel izin alındıktan sonra ihracata yönelik

bitki koruma ürünlerinin de üretimi yapılabilmektedir. İhracata yönelik bitki koruma ürünlerinin üretiminde aktif maddenin veya bitki koruma ürününün ülkemizde ruhsatlı olma şartı aranmamaktadır.

5.3. Bitki Koruma Ürünlerinin Kalite Kontrolü

Bitki koruma ürünleri üretimi tamamlandıktan sonra piyasaya arz edilmesi ile bayilerde yerini alarak üreticinin kullanımına sunulmaktadır. Tüm üretim sezonu boyunca ve hasattan sonra bile kullanılan bitki koruma ürünlerinin kontrol ve denetimleri oldukça önemlidir. Bitki koruma ürünlerinin kalite kontrolleri, Bakanlık tarafından hazırlanan programlar çerçevesinde veya gerek görüldüğü zamanlarda veya şikâyetle ilgili müracaatlarda yapılmaktadır. Bitki koruma ürünlerinin kalite kontrollerinde bitki koruma ürününün aktif madde miktarı, görünüşü, pH'ı, stabilitesi ve formülasyon tipine göre çeşitli fiziksel özellikleri kontrol edilmektedir.

Bitki koruma ürününün kalite kontrollerinin standartlara ve firmasınca beyan edilen içerik ve özelliklere uygun olmaması halinde üreticisine idari para cezası verilmekte ve tekrarı halinde ruhsatı iptal edilmektedir. Bitki koruma ürünlerinin kontrolleri ile ilgili detaylı bilgiler, 2011 yılında yayımlanarak 2017 yılında halen yürürlükte olan Bitki Koruma Ürünlerinin Kontrol Yönetmeliği'nde yer almaktadır (Anonim 2011c).

5.4. Bitki Koruma Ürünlerinin Taşınması

Gelişen teknolojiyle birlikte bitki koruma ürünlerinin kullanım alanlarının ve miktarlarının artması ile nakliyesi gündeme gelmiş, tehlikeli madde olarak sınıflandırılan bu kimyasalların taşınmasına özel kural ve kriterler getirilerek bu kurallara uyulması zorunlu kılınmıştır.

Ülkemizde ve dünyada tehlikeli madde taşımacılığı genel olarak kara yolu taşımacılığı, deniz yolu taşımacılığı, demir yolu taşımacılığı ve hava yolu taşımacılığı olmak üzere 4 başlıkta toplanmaktadır. Her ülke kendi mevzuatları çerçevesinde ve uluslararası taşımacılık kuralları gereğince uyulması gereken hususlara riayet etmekle yükümlüdür. Taşıma ile ilgili kurallar taşınacak malların hazırlığı, yüklenmesi ve boşaltılması ile sonraki taşımayı kapsamaktadır.

Tehlikeli madde sınıfına giren bitki koruma ürünleri hangi yol ile taşınacaksa ilgili mevzuata uygun olmak zorundadır. Dünyada tüm taşıma türleri, her ülkenin yetkili kurumlarınca yasalaştırılmış ve mevzuatlar ile uyulması gereken kurallar ve izlenecek yollar belirlenmiştir. Ayrıca, bu hususlar uluslararası antlaşmalar (Basel Sözleşmesi) ile teminat altına alınmıştır. Bunun yanı sıra Birleşmiş Mil-

letler (BM) Tehlikeli Maddelerin Taşınması Uzmanları Komisyonu (Committee of Experts on the Transport of Dangerous Goods) tarafından bu konuda zaman zaman tavsiye niteliğinde kararlar çıkarılmaktadır.

Bitki koruma ürünlerinin güvenli bir şekilde taşınması için hazırlık aşamasında ürünlerin koli veya varil gibi dış ambalajlara paketlenmesi, bu ambalajlar üzerine bitki koruma ürününün kimyasal sınıflandırılmasına göre uluslararası geçerli işaretlemelerin ve etiketlemelerin yapılması gerekmektedir. Etiketlemelerde tehlike sınıflandırması, tehlike sembolleri, bitki koruma ürünü olduğuna dair bilgiler ile firma adı ve iletişim bilgileri yer almaktadır. Uluslararası işaretleme bulunmayan durumlarda Birleşmiş Milletlerin önerisi dikkate alınmaktadır. Kimyasalların taşınmasında etiketlenmeye örnek olarak Şekil 4.2 ve 4.3 verilebilir.



Şekil 5.2. Tehlikeli madde taşınmasına örnek gösterim

Paketli (ambalajlı) veya paketsiz (ambalajsız) olarak tehlikeli madde taşınmasında kullanılan aracın önüne ve arkasına tehlike tanımı ve sınıfına uygun olarak yazılı veya yazısız turuncu plakalar takılmalı, ayrıca tehlikenin tanımına göre tehlike sınıfını içeren ikaz levhası/levhaları konteynırın dört tarafına takılmalıdır (Şekil 4.2).



Şekil 5.3. Taşımada kullanılacak aracın önüne ve arkasına takılan yazılı turuncu levha örneği ve levhanın boyutları

Tehlike sınıfına göre kullanılan turuncu uyarı levhası 30 x 40 cm boyutlarında, üst bölmedeki ve alt bölmedeki kod 10 cm yüksekliğinde olmalıdır. Birleşmiş Milletler tehlike kodları olan ve örnek olarak verilen levhadaki 40 kodu yanıcı veya kendi kendine ısınan veya kendi kendine ayrışan maddeyi, 3175 kodu da maddeyi göstermektedir. Tehlikeli Mallar Acil Eylem Kod Listesine göre 3175, yanıcı sıvı içeren katı olarak tanımlanmıştır (Şekil 5.3) (Anonymous 2009).

Her ne kadar güneş ışığından ve yağmur gibi hava koşullarından etkilenmeyen kapalı ortamlarda taşıma yapılsa da, konteyner içinde nemlenme oluşabil-mekte bu durum bazı bitki koruma ürünlerinin fiziksel ve kimyasal özelliklerin-de bozulma meydana getirebilmektedir. Nemlenmenin önlenmesi için paketleme materyallerinin kuru olduğundan, ambalajlarda herhangi bir sızıntı olmadığın-dan emin olunmalıdır. Taşımayı yapacak sürücünün bitki koruma ürünü taşı-ma lisansına sahip olması gerekmektedir. Taşımada kullanılan araçlarda yangın söndürücü, koruyucu kıyafetler, ilk yardım malzeme kiti ve temizlik ekipmanı bulunmalıdır. Kullanılan güzergâhta önceden belirlenmiş ve izin verilmiş alan-larda park ve mola verilebilmektedir. Ülkemizde park ve mola yerleri valilikler-ce belirlenmektedir.

Bitki koruma ürünleri kesinlikle gıda maddesi, yem veya insan tüketiminde kullanılan diğer mallarla birlikte taşınmamalı, taşıma için kullanılan araç hasarlı olmamalıdır. Herhangi bir kaza anında yangın tehlikesine karşı önlem olarak aracın aküsü çıkarılmalıdır (Anonymous 2006).

5.5. Bitki Koruma Ürünlerinin Depolanması

Bitki koruma ürünleri, tehlikeli kimyasallar sınıfında yer alan maddeler oldu-ğu için güvenli olarak depolanmaları, depolamada kullanılacak alanların da özel kriterleri sağlaması gerekmektedir. Herhangi bir kaza veya kaçak durumunda, insan veya çevreye maruziyet olduğundan, depolama ünitesinin tasarlanması ve planlanması depolamada ilk olarak dikkat edilmesi gereken husustur. İyi plan-lanmış bir depolama ünitesi, olası bir kaza sonucu yeraltı sularına, toprağa veya doğal habitata bulaşma (kontaminasyon) kaynağı olan sızıntı veya akıntıları en-gelleyecek önlemleri içermesi gerekmektedir. Diğer bir bakış açısıyla depola-ma ünitesi, ekonomik kayıplara neden olmaması için, depolama boyunca bitki koruma ürününün fiziksel ve kimyasal özelliklerini kaybetmeyecek özellikleri barındıracak şekilde tesis edilmelidir.

Ülkemizde, bitki koruma ürünü depolama alanı olarak belirlenecek bina ve yerlerin özellikleri Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı tarafından yayınlanan Bitki Koruma Ürünlerinin Toptan ve Perakende Satılması ile Depolanması Hak-kında Yönetmelik çerçevesince belirlenmiştir (Anonim 2011d).

Depolama alanları; yangına karşı korunaklı, rahat yükleme boşaltma yapılabilecek yerler olmalı ve mümkün ise bu alanlar belirlenirken rüzgâr yönleri de dikkate alınmalıdır. Ayrıca bu depolama alanları su baskınına uğramayacak yerlerden seçilmeli, herhangi bir bitki koruma ürününün akıntı ve sızıntısına karşı tedbirler alınmış, kolay temizlenebilen bir yüzeye sahip olmalıdır. Olası sızıntı durumunda, sızıntı kontrollü olarak atık toplama havuzlarında toplanmalıdır. Depolarda ayrıca duvar ve tavan ısı yalıtım sistemleri bulunmalı, bitki koruma ürünleri doğrudan güneş ışığına maruz bırakılmamalıdır. Bu amaçla camlara ışığı geçirmeyen yağlı boya veya cam yerine ısı ve ışık geçirmeyen malzemeler kullanılmalıdır. Yine depo içerisindeki raflar; kalorifer peteği, su şebekesi gibi yerlerden uzak, yerden bir miktar yüksek ve yükleme boşaltma yapmaya uygun bir şekilde planlanmalı ve depolanacak ambalaj büyüklüklerine uygun ölçülere sahip olmalıdır. Bitki koruma ürünleri depolarında amaç dışında başka malzemeler kesinlikle bulunmamalıdır. Bitki koruma ürünlerinin depolara yerleştirilmesinde, ambalaj büyüklükleri dikkate alınmalı ağırlık durumlarına göre herhangi bir ezilme olmayacak şekilde yerleştirilmelidir. Depolamada bitki koruma ürünlerinin fiziksel ve kimyasal özellikleri göz önünde bulundurularak yan yana gelmemesi gerekenlere dikkat edilmelidir. Örneğin; depolamada kuvvetli asidik özellik taşıyan kimyasallarla, kuvvetli bazik özellik taşıyan kimyasallar yan yana getirilmemelidir. Depolama ünitesi mutlaka iyi bir havalandırma sistemi ve yangın tertibatına sahip olmalıdır (Kürkçü ve ark. 2011).

5.5.1. Bitki koruma ürünü üreticileri, toptancı ve bayiler için depolamada dikkat edilecek esaslar

Bitki koruma ürünlerinin depolamasında özel kriterler ve şartlar aranmakta, kimyasal maddeler için geçerli olan kriterler uygulanmaktadır. Kimyasal maddeler için bu esaslar;

- a) Kimyasal maddeler tehlike sınıflarına uygun olarak depolanmalıdır. Alfa-betik depolamadan kaçınılmalıdır.
- b) Toksik ve çok toksik kimyasallar ile patlayıcılar bağımsız bölüm veya kabinlerde depolanmalıdır.
- c) Özellikle yanıcı kimyasallar ısı kaynakları ve güneş ışınlarından korunacak biçimde depolanmalıdır.
- d) Tüm tehlikeli kimyasalların “Güvenlik Bilgi Formları (Material Safety Data Sheet-MSDS)” sağlanmalıdır.
- e) Ambalajlı kimyasalların etiketleri standartlara uygun olmalıdır.

- f) İşletmeler uluslararası normlara uygun ve kendi bünyelerinde kullandıkları bir etiketleme ve işaretleme sistemi geliştirip kullanabilirler.
- g) Depolama raflarının üzerine izin verilebilecek en fazla depolama miktarları açıkça görülecek şekilde yazılmalıdır.
- h) Depolama raflarından malzemenin düşmemesi için önlem alınmalıdır.
- i) Cam türü, kolay kırılabilir kaplar genellikle göz hizasının altında depolanmalıdır.
- j) Depo binalarının yıldırım koruması olmalıdır.
- k) Depo binalarının dökülme ve sızmaya karşı güvenli drenajları olmalıdır.
- l) Depo rafları ve kapıları topraklanmalıdır.
- m) Depo zemini kaymaz ve kolay temizlenebilir malzemedен yapılmış olmalıdır.
- n) Depo kapısında “Güvenlik ve Sağlık İşaretleri Yönetmeliği”ne uygun işaretleme yapılmalıdır.
- o) Depoda yangın güvenliği önlemleri alınmış olmalıdır.
- p) Havalandırma sistemi kimyasal maddenin özelliğine uygun olmalıdır.
- q) Kimyasal maddenin dökülme ve sızmalarına karşı gerekli engelleyici malzeme ve uygun “kişisel koruyucu donanım (KKD)” bulunmalıdır.
- r) Çalışanlar veya depoyu kullananlar için boy ve göz duşu olmalıdır.
- s) İlk yardım malzeme kiti bulunmalıdır.
- t) Özellikle yanıcı kimyasallar ısı kaynakları ve güneş ışınlarından korunacak biçimde olmalıdır (Anonim 2011d).

Kimyasalların depolanmasında tehlike sınıflarının kullanımına ilişkin Çizelge 5.1’de bir örnek verilmiştir. Çizelgeye göre; aynı tehlike sınıfına sahip kimyasallar birlikte depolanabilmekte, aynı şekilde tahriş edici veya zararlı sınıfında yer alan bir kimyasal ile kolay alevlenen bir kimyasal da birlikte depolanabilmektedir. Ancak zehirli bir kimyasal ile oksitleyici bir kimyasalın aynı depoda bulundurulmasının uygun olmadığı görülmektedir.

Çizelge 5.1. Tehlike sınıflarına göre kimyasalların depolanma durumları

	Tahriş edici veya zararlı	Toksik (zehirli, çok zehirli)	Oksitleyici veya yanıcı	Parlayıcı veya kolay alevlenir
Parlayıcı veya kolay alevlenir	Depolanabilir	Depolanamaz	Depolanamaz	Depolanabilir
Oksitleyici veya yanıcı	Belirli şartlar sağlanırsa depolanabilir	Depolanamaz	Depolanabilir	Depolanamaz
Toksik (zehirli, çok zehirli)	Depolanabilir	Depolanabilir	Depolanamaz	Depolanamaz
Tahriş edici veya zararlı	Depolanabilir	Depolanabilir	Belirli şartlar sağlanırsa depolanabilir	Depolanabilir

Kimyasal madde depolamasına bir örnek de Çizelge 5.2’de verilmiştir. Çizelgeye göre aynı özelliklere sahip olan etil alkol ile isopropil alkol aynı dolapta depolanabilmektedir.

Çizelge 5.2. Örnek bir kimyasal madde depolama çizelgesi

Kimyasal	Tehlike Sınıfı	pH	İnorganik/ Organik	Katı/sıvı
Amonyum Hidroksit	Aşındırıcı	Bazik	İnorganik	Sıvı
Sülfürik Asit	Aşındırıcı	Asidik	İnorganik	Sıvı
İsopropanol	Yanıcı	Nötral	Organik	Sıvı
Asetik Asit	Aşındırıcı	Asidik	Organik	Sıvı
Nitrik Asit	Aşındırıcı/ Oksitleyici	Asidik	İnorganik	Sıvı
Etil Alkol	Yanıcı	Nötral	Organik	Sıvı
Formalin	Toksik	Nötral	Organik	Sıvı

Çeşitli özelliklere sahip bitki koruma ürünlerinin muhafazasında depo sıcaklığı ortalama 4-30°C arasında olmaktadır. Ancak emülsiyon konsantre (EC) formülasyonlu bitki koruma ürünlerinin bazılarının alev alma sıcaklığının düşük

olması nedeniyle depolama ünitesinin sıcaklığının kontrolü oldukça önemlidir. Alev alması 23 ile 60°C arasında olan bitki koruma ürünlerinin 23°C'nin altındaki oda sıcaklıklarında depolanması alev alma tehlikesini ortadan kaldırmakta, fumigantlar için de düşük sıcaklıklarda depolama ile patlama tehlikesinin önüne geçilmektedir.

Aşağıda yer alan ana koşullar tüm kimyasalların depolanmasında kullanılmalıdır.

- a) Kimyasal tipine ve tehlike sınıfına göre depolanma alanları etiketlenmelidir.
- b) Depo alanları belli aralıklarla denetlenmelidir.
- c) Koridorlar, geçiş yerleri, yürüme alanları, kapı önleri, giriş ve çıkışlar temiz tutulmalıdır.
- d) Depo alanları iyi havalandırılmalı, depolarda sabit ve uygun sıcaklık korunmalıdır.
- e) Yangın kaynakları bertaraf edilmeli, ortamda açık alev, direk güneş ışını maruziyeti engellenmelidir.
- f) Acil yardım ekipmanları (yangın söndürücüler vb.) kolay ulaşılabilir yerlerde ve kullanıma hazır tutulmalıdır.
- g) Kimyasalların dökülmesi, dağılması, su kanallarına ulaşması engellenmelidir.
- h) Damlatan ya da akıtan yerler temizlenmelidir.

5.5.2. Tarımsal üretim alanlarında bitki koruma ürünü depolanması

Bayiden satın alınan farklı miktar ve ambalaj büyüklüğüne sahip bitki koruma ürününün tamamı, bir uygulama sırasında kullanılarak bitirilememekte, ambalaj içerisinde bir miktar ürün kalabilmektedir. Bazen de üretici uygulama yapmadan hemen önce değil de daha uzun zaman önce bitki koruma ürünü satın almaktadır. Bu durumda en çok yapılan yanlışlardan birisi bitki koruma ürünü üreticinin evinde saklaması, hatta ürünleri gıda maddeleri ile aynı ortamda bulundurmasıdır. Bu nedenle çeşitli zehirlenmelerin yaşandığı bazı vakalara rastlanabilmektedir.

En ideal depolama üreticinin uygulama yapmadan hemen önce ihtiyacı kadar bitki koruma ürünü satın alması olsa da, gerçekte bunu uygulamanın oldukça zor olduğu bilinmektedir. Üreticilerin satın aldıkları bitki koruma ürünleri kullanılıncaya kadar kimyasalların depolanmasındaki temel önlemler dikkate alınarak depolanmalıdır. Üreticinin tarımsal üretimde kullandığı veya kullanacağı

tüm alet, ekipman, teçhizat ve bunların yanı sıra mücadelede kullandığı bitki koruma ürünleri ayrı bir depo veya dolapta saklanmalı, özellikle çocukların erişmeyeceği yerler veya alanlar kullanılmalıdır. Bu amaçla kullanılan dolap veya deponun çocuk ve hayvanların olumsuz olarak etkilenmemesi için kullanılmayan zamanlarda mutlaka kilitli tutulması gereklidir. Depo olarak kullanılan alan veya dolabın özellikle ışık/güneş almayan, serin ve kuru olması depolanacak bitki koruma ürününün fiziksel ve kimyasal özelliklerinin bozulmadan muhafaza edilebilmesi için önemlidir. Depolanacak ürünün etiketinde depolama ile ilgili herhangi bir uyarı olup olmadığı da kontrol edilmeli, etikette belirtilen özel bir durum veya koşul varsa mutlaka sağlanmalıdır.

Bitki koruma ürünlerinin depolanmasında dikkat edilmesi gereken hususlar;

- a) Bitki koruma ürünleri orijinal ambalajı ile muhafaza edilmelidir.
- b) Gıda ve yemlerle birlikte bulunmamalıdır.
- c) Depo alanı beton zemin olmalıdır.
- d) Deponun içi kuru olmalı ve iyi havalanmalıdır.
- e) Depo veya dolap kilitli tutulmalıdır.
- f) Ambalajlarda akıntı ve sızıntı veya bozulma belirtilerinin olup olmadığı belirli aralıklarla kontrol edilmelidir.
- g) Akıntı veya sızıntı halinde kirli suların, insanların yaşam alanları, hayvanların beslendiği saha veya su ihtiyacının karşılandığı kaynaklara gitmesi önlenmeli, depo sahası hendek veya benzeri kanallarla çevrilerek kirli su uygun bir havuz veya kuyuda toplanmalıdır.
- h) Bitki koruma ürünleri herhangi bir yangın anında büyük tehlike doğuracağından yangından korunmalı, bunun için yangın ikaz sistemleri, kıvılcım geçirmez kablo tesisatı ve benzeri emniyet tertibatı alınmalıdır.

Bitki koruma ürünleri ısı kaynaklarından uzak tutulmalıdır. Depolarda yangın söndürme ve emniyet araçları bulundurulmalı ve kolay bulunur bir yerde tutulmalıdır (Barut 2007).

5.6. Bitki Koruma Ürünlerinin Satışı

Bitki koruma ürünlerinin toptan ve perakende satışları belirli ölçütler dikkate alınarak Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığından yetki alınmış gerçek kişi vasıtası ile yapılır. Bakanlık tarafından yayınlanan Bitki Koruma Ürünlerinin Top-
tan ve Perakende Satılması ile Depolanması Hakkında Yönetmelik çerçevesince bayi olarak faaliyet gösterecek kişi veya kurumların özellikleri belirlenmiştir.

Bitki koruma ürünlerini toptan veya perakende satabilmek için kişilerin bayilik belgesine sahip olmaları gerekmektedir. Bayilik belgesine; üniversitelerin Ziraat Mühendisliği, Eczacılık, Kimya Mühendisliği veya Kimyager bölümlerinden mezun olanlar ile bitki sağlığı ile ilgili dersleri alarak mezun olmuş tekniker veya ziraat teknisyenleri; bitki koruma ile ilgili konuları içeren bayilik ve toptancılık **sınavından geçer not aldıktan sonra sahip olabilmektedir.**

Bayi veya toptancı izin belgesi için yapılan sınavda yer alan konular;

- a) Zirai mücadele ve entegre mücadele teknik talimatları,
- b) Kültürel, Biyolojik, Biyoteknik ve Kimyasal Mücadele yöntemleri,
- c) Bitki koruma ürünleri hakkında mevzuat,
- d) Bitki koruma ürünlerinin çevreye ve insan sağlığına etkileri ve korunma yolları,
- e) Bitki koruma ürünlerinin uygulamaya hazırlanması, formülasyon şekilleri ve karışılabilirlikleri,
- f) Tarım ürünlerinde bitki koruma ürünlerinin kalıntı sebepleri ve kalıntının önlenmesi,
- g) Bitki koruma ürünlerinde direnç ve yönetimi,
- h) Bitki koruma ürünlerinin satışında barkod uygulamaları,
- i) Bitki hastalık ve zararlıları ile yabancı otlar,
- j) Toksikoloji ve ekotoksikoloji,
- k) Entegre zararlı yönetimi, entegre ürün yönetimi ve organik tarım,
- l) Mesleki diğer konuları içermektedir.

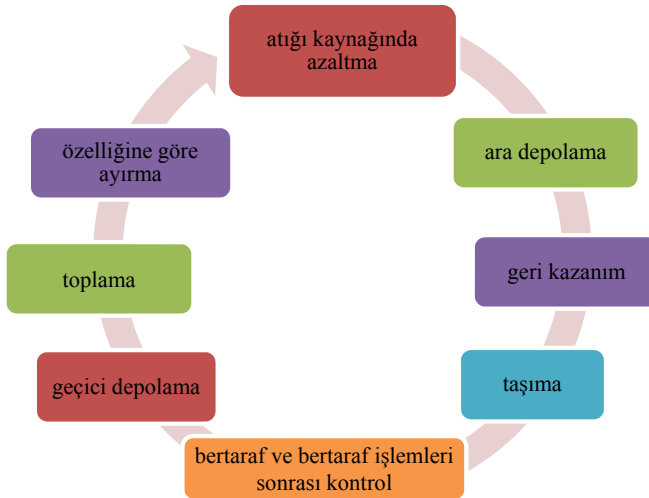
Bayi olarak kullanılacak satış yerlerinin tabanı su veya sıvı geçirmeyen, kolay temizlenebilen, nem, yağmur ve doğrudan güneş ışınlarını almayan, ısıtma ve havalandırmaya müsait, en az 20 m² alana sahip binalar olmalıdır. Bitki koruma ürünlerini teşhir edebilecek muhafazaya elverişli, yeterli miktarda raf, dolap, kapalı bölme veya vitrin bulunmalıdır. Yapı içinde gerektiğinde el ve yüz yıkamaya müsait lavabo, laboratuvar tipi duş sistemi bulunmalıdır. Olası yangınlara karşı, ilgili yönetmeliklere uygun bir yapılanma gerçekleştirilmelidir. Bitki koruma ürününün fiziksel ve kimyasal yapısı dikkate alınarak gruplandırılmalı, grupların adları bölmelere yazılmalıdır. Çok zehirli olanlar için kapalı dolaplar kullanılmalı, dolaplarda “Çok Zehirli Bitki Koruma Ürünleri” ibaresi asılmalı-

dır. Yabancı ot ilaçlarının kültür bitkilerine olabilecek etkisi sebebi ile raflarda ayrı şekilde tutulmalıdır. Bitki koruma ürünlerinin olumsuz etkilerine maruz kalınmaması için satış yerlerinde muhafazalı bir oda bulunmalıdır. Satış yerlerinde, zararlı kokuların giderilmesi için havalandırma sistemi, el ve yüz yıkanabilecek su ve lavabo tertibatı ile yeterli oranda yangın söndürme cihazı bulunmalıdır.

Bitki koruma ürünü satış yerleri, apartman katlarında, çevresine zarar verebilecek ev ve işyerleri arasında olmamalı, ilk bakışta görülebilecek ve okunabilecek şekilde “Bitki Koruma Ürünleri İnsan, Hayvan ve Çevre İçin Zehirli ve Tehlikelidir.” uyarısı asılı olmalıdır. Satış yerlerinde insan ve hayvan ilaçları ile gıdaları satılamaz ve bitki koruma ürünleri ile birlikte bulundurulamazlar (Anonim 2011d).

5.7. Bitki Koruma Ürünlerinin Bertarafı

Ruhsatları iptal edilerek yürürlükten kalkmış (yasaklanmış veya kullanımı sonlandırılmış) veya raf ömrü (son kullanım tarihi) dolmuş yada kalite veya içerik yönünden hatalı üretildiği tespit edilmiş BKÜ’leri atık olarak kabul edilmektedir. Bu ürünler içerdikleri aktif maddelerden dolayı tehlikeli atık kapsamında değerlendirilmekte, bu nedenle atık yönetiminde tehlikeli atıklar için geçerli olan yasal düzenleme ve mevzuatlara tabi tutulmaktadır. Bu şekilde tanımlanmış atıkların yönetimi kısaca Şekil 5.4’te şematize edilmiştir.



Şekil 5.4. Atık yönetimi şeması

Genel olarak atık yönetiminde, atık oluşumunun önlenmesi veya atık kaynağının azaltılması ilk hedeflenendir. Atık üretiminin kaçınılmaz olması halinde, atıkların yeniden kullanımı, geri dönüşümü ve ikincil hammadde elde etme amaçlı işlemler ile geri kazanılması, enerji kaynağı olarak kullanılması veya bertaraf edilmesi gerekmektedir. Ülkemizde 2015 yılında Resmi Gazete’de yayımlanarak yürürlüğe giren Atık Yönetimi Yönetmeliği usul ve esasları uygulanmaktadır. İlgili yönetmelik, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından uluslararası mevzuatlarla uyumlu olarak hazırlanmış, 2017 yılında da bazı maddelerinde değişiklik yapılmıştır. Atıkların kaynağında ayrı toplanması, geçici depolanması, taşınması ve işlenmesi sırasında su, hava, toprak, bitki, hayvan ve insanlar için risk yaratmayacak; gürültü, titreşim ve koku yoluyla rahatsızlığa neden olmayacak; doğal çevrenin olumsuz etkilenmesini önleyecek ve böylece insan sağlığı ve çevreye zarar vermeyecek yöntem ve teknikler kullanılmalıdır. Atıkların toplanması, taşınması, geri kazanılması ve/veya bertaraf edilmesi işlemleri, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı’ndan gerekli izin ve/veya çevre lisansı almış tesisler, üretici/yetkilendirilmiş kuruluşlar, atık taşımaya yetkili/lisanslı taşıyıcılar tarafından izinleri/lisansları kapsamında gerçekleştirilmektedir.

Atıkların bu firmalar/tesisler dışında üçüncü kişiler tarafından toplanması, taşınması, geri kazanım ve/veya bertaraf faaliyetlerinin gerçekleştirilmesi, diğer maddelerle ve yakıtlara karıştırılarak yakılması ise yasaktır. Yine aynı şekilde, atıkların toprağa, denizlere, göllere, akarsulara ve benzeri alıcı ortamlara dökülmesi, doğrudan dolgu yapılması ve depolanması suretiyle çevrenin kirletilmesi yasaktır. Tehlikeli atıkların neden olduğu çevresel kirlenme ve bozulmadan kaynaklanan zararlardan dolayı tehlikeli atığın toplanması, taşınması, geçici ve ara depolanması, geri kazanımı, yeniden kullanılması ve BERTARAFI faaliyetlerinde bulunanlara verdikleri zarar için para cezası işlemi uygulanmaktadır. Atıklar doğrudan kanalizasyon sistemine boşaltılmamalı, doğrudan havaya verilmemeli, düşük sıcaklıklarda yakılmamalı ve diğer atıklar ile karıştırılmamalıdır.

Atık yönetiminin belirlenebilmesi için atığın tanımlanması gerekmektedir. Tanımlanan atığın atık kodu belirlendikten sonra, bertarafına kadar geçici depolama alanına alınabilir, tehlikeli atıklar en fazla 6 ay geçici depolama alanında depolanabilmektedir. Geçici depolamalar atığın üretildiği yerde yapılmaktadır. Aylık 1000 kg’ın altında tehlikeli atık üreten üreticiler, tehlikeli atıklarını geçici olarak depoladığı alanlar için geçici depolama izninden muaf tutulmakta, ayda 1000 kg’ın üzerinde tehlikeli atık üreten üreticiler ise geçici depolama izni almak zorundadırlar. Tehlikeli atıkların geri kazanımı veya BERTARAFI için yeterli kapasiteye sahip tesislerin bulunmaması halinde atıklar, AB ve/veya OECD

üyeleri ile Liechtenstein'e ihraç edilebilmektedir. Atıkların ihracatı ve transit geçişine ilişkin esaslar Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından belirlenmektedir (Anonim 2015).

Ülkemizde tehlikeli atıkların bertarafında lisanslı yakma tesisleri ve düzenli depolama alanları bulunmaktadır. Lisanslı yakma tesislerinin ilki 1996 yılında Kocaeli Büyükşehir Belediyesi tarafından kurulan İZAYDAŞ (İzmit Atık ve Artıkları Arıtma Yakma ve Değerlendirme A.Ş.)'dır. İZAYDAŞ bünyesinde ara depolama alanları ve yakma ünitesi bulunmaktadır. Bazı çimento fabrikaları da özel olarak Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'ndan aldıkları tehlikeli atık yakma lisansı ile ayrı bir yakma hattını bertaraf için kullanmakta ve enerji geri kazanımı sağlamaktadır.

Yakma tesislerinde dikkat edilmesi gereken hususlar aşağıda verilmiştir.

- a) Yakma fırınının girişi en az 900°C olmalıdır.
- b) En düşük yakma sıcaklığı 850°C olmalı, %1'den fazla halojenli organik madde içeriyorsa 1100°C sıcaklıkta işlem yapılmalıdır.
- c) Yakma hücresinin yanında nihai yakma bölümü ve ilave bir yakıcı bulunmalıdır.
- d) Asgari sıcaklık eşiği aşıldığında, sıcaklık kaybı yaşanmaması için yakıcı otomatik olarak devreye girmelidir.
- e) Yakma bölümünde alıkonma süresi en az 2 saniye olmalıdır.

Atıkların bertarafında, bertaraf edilmek istenen numuneler tartılarak ilgili sınıflara ayrılmakta ve daha sonra döner fırınlarda yaklaşık 1000-1200°C sıcaklıkta en az 2-3 saniye süre ile yakma işlemine tabii tutulmaktadırlar. Yüksek sıcaklıklarda organik bileşikler hızlıca karbondioksit (CO_2) ve su (H_2O) moleküllerine dönüşmekte ve ciddi anlamda ısı enerjisi açığa çıkmaktadır. Yakma işleminden sonra oluşan cüruf, döner fırın ile son yakma odası birleşim yeri altından alınmakta ve analizi yapıldıktan sonra ilgili depolama alanlarına gönderilmektedir. Uçucu küller içerdikleri ağır metallerin çözünmeyen bileşiklerine dönüştürülmekte ve preslenerek kek haline getirildikten sonra depolama alanlarına sevk edilmektedir.

Raf ömrü dolmuş ya da yasaklanmış bitki koruma ürünleri, unutulmuş bitki koruma ürünü stokları, boş bitki koruma ürünü ambalajları (metal, şişe, çanta, kutu veya plastik kaplar ile bunların kapakları), bitki koruma ürünü uygulanması sırasında kullanılan ve ürün ile bulaşmış (kontamine) çizme, eldiven ve kıyafetler de tehlikeli atık olup, bertaraf edilmesi gerekmektedir (Şekil 4.5).



Şekil 5.5. Bitki koruma ürünü uygulamasında ortaya çıkan atıklar

En çok yapılan yanlışlardan biri de kullanılan bitki koruma ürününün boş ambalajının tarlada yakılması veya gömülmesidir. Uygun olmayan sıcaklıklarda bu maddelerin yakılması ile dioksin ve furan gibi zararlı gazlar açığa çıkmakta ve çevre kirliliğine neden olmaktadır. Toprağa gömme ile de toprak ve su kaynakları kirlenmekte, özellikle toprakta yaşayan canlılara zarar verilmektedir. Bazen üreticilerin içinde kalan bitki koruma ürünü ile birlikte ambalajları çevreye rastgele atıkları da bilinmektedir.

Bitki koruma ürünlerinin kullanıldıktan sonra boş ambalajlarının bol suyla çalkalanması gerekmektedir. Bu nedenle; genellikle sıvı bitki koruma ürünü etiketlerinde “kullanılan bitki koruma ürünü boş ambalajının dörtte birine kadar temiz su koyarak iyice çalkalayınız. Çalkalama suyunu ilaçlama tankına boşaltınız. Bu işlemi üç kez tekrar ediniz” şeklinde bir uyarı bulunmaktadır. Su ile çalkalandıktan sonra bitki koruma ürünü kap ve ambalajları ayrı olarak biriktirilmelidir. Bitki koruma ürünlerinin boş kap ve ambalajlarının başka bir amaç için kullanılmaması, onların bertaraf edilmesi gereken atık oldukları unutulmamalıdır. Ayrıca ambalaj atıklarının lisanslı tesislerde yakılması ile enerji kazanımı olmakta, elde edilen enerjinin gıda dışı alanlarda kullanımına izin verilmektedir.

Günümüzde bazı belediyeler çevre kirliliğinin de önüne geçilebilmesi için bitki koruma ürünlerine ait boş kap ve ambalajların toplanması ile ilgili üreticilere teşvik programları yürütmektedir. 2013-2014 yıllarında Tekirdağ ili, Muratlı ilçesinde gerçekleştirilen proje ile üreticilerin kullandıkları bitki koruma ürünlerinin boş ambalaj ve kutularını getirmesi teşvik edilerek, çevre kirliliğinin önüne geçilmesi ve bu boş ambalaj kutularının geri dönüşüme kazandırılmasına çalışılmıştır (Şekil 5.6).



Şekil 5.6. Tekirdağ ili, Muratlı ilçesinde yürütülen ambalaj atıklarının değerlendirilmesi projesi ile ilgili hazırlanan afiş

Atık ambalajların toplanması ve bertarafı için Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Gıda ve Kontrol Genel Müdürlüğü ile bir çok il projeli uygulama ve yayım çalışmaları yapmışlardır. Bu konuda özellikle 2012-2014 yıllarında yürütülen ülkesel ÇİÇEK (Çiftçiler Çevresini Koruyor) projesi son derece önemlidir. Bu proje kapsamında özellikle örtü altı sebze üretimi yapılan Antalya ilinde atık toplama üniteleri kuruldu. Ayrıca 2010 yılında Tokat tarım il müdürlüğü tarafından “Kullanılmış Zirai İlaç Ambalajlarının Toplatılması Projesi” yürütülmüştür. Yapılan benzer çalışmalar bu konuda üretici ve kamuoyu duyarlılığını artırmıştır.



Şekil 5.7. ÇİÇEK Projesi için dağıtılan atık toplama konteynırı ve hazırlanan afiş

Üretimi ve bertaraf edilmesi oldukça zor olan bitki koruma ürünlerinin uygulama dozlarına uyarak zamanında kullanımı kadar ihtiyaç miktarınca tedarik edilmesi de önemlidir. Başta entansif tarımın yapıldığı yerler olmak üzere, ülkemiz genelinde tarımsal üretime katkı sağlayan üreticilerimizin, sürdürülebilir bir yaklaşımla, bu anlayış içerisinde hareket etmesi ve bitki koruma ürünlerini etiketlerinde belirtilen uyarı ve talimatlara uygun şekilde kullanmaları çevre ve insan sağlığının azami ölçüde korunması açısından önem arz etmektedir.

Bu konuda BKÜ üreten özel sektör firmaları başta olmak üzere Bakanlık ve yerel yönetimlerin sosyal sorumluluk kapsamında daha çok proje yürütmeleri gerekmektedir.

KAYNAKÇA

Anonim 2011a. Bitki Koruma Ürünlerinin Ruhsatlandırılması Hakkında Yönetmelik, 25.03.2011 tarihli ve 27885 sayılı Resmi Gazete, Ankara.

Anonim 2011b. Bitki Koruma Ürünü Üretim Yerleri Usul ve Esasları Hakkında Yönetmelik, 06.07.2011 tarihli ve 27986 sayılı Resmi Gazete, Ankara.

Anonim 2011c. Bitki Koruma Ürünlerinin Kontrol Yönetmeliği, 20.05.2011 tarihli ve 27939 sayılı Resmi Gazete, Ankara.

Anonim 2011d. Bitki Koruma Ürünlerinin Toptan ve Perakende Satılması ile Depolanması Hakkında Yönetmelik, 10.03.2011 tarihli ve 27870 sayılı Resmi Gazete, Ankara.

Anonim 2015. Atık Yönetimi Yönetmeliği (02.04.2015 tarihli ve 29314 sayılı Resmi Gazete) ve Atık Yönetimi Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik (23.03.2017 tarihli ve 30016 sayılı Resmi Gazete), Ankara.

Anonim 2017. Bitki Koruma Ürünleri Veritabanı, T.C. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, <https://bku.tarim.gov.tr/> (Erişim tarihi: 13.06.2017).

Anonymous 2006. Guidelines for the Safe Transport of Crop Protection Products, CropLife International, 51 s.

Anonymous 2009. Dangerous Good Emergency Action Code List, National Chemical Emergency Centre, United Kingdom, 194 s.

Barut A. 2007. Tarım İlaçlarının Üreticiler Açısından Kullanımı, Tarım İlaçları Kongre ve Sergisi Bildiri Kitabı, Ankara.

Kürkçü E.A., Arslan Tatar Ç.P., Babaarslan E., İlik Ö., Şentürk F., Tiryaki B. ve Yaşaroğlu C.B. 2011. Kimyasalların Güvenli Depolanması, T.C. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü, İş Sağlığı ve Güvenliği Merkezi Müdürlüğü, Ankara, 78 s. http://www.isgum.gov.tr/rsm/file/isgdoc/IG7-Kimyasal_Depolama_Rehberi.pdf





***PESTİSİT UYGULAMA
TEKNİKLERİ VE
KALİBRASYON***

Dr. Arzu AYDAR

Dr. Yasemin SABAHOĞLU



PESTİSİT UYGULAMA TEKNİKLERİ VE KALİBRASYON

6.

Dr. Arzu AYDAR

Dr. Yasemin SABAHOĞLU

Kimyasal mücadele uygulamaları kullanılan pestisit, makine, hedef organizma ve uygulamanın yapıldığı alana göre başlıca dört ana kategoriye ayrılabilir.

1. Havadan ilaçlama (Uçak, helikopter, dron vb.)
2. Yerden ilaçlama (Pülverizatör, atamizör vb.)
3. Bitkiye enjeksiyon veya sürme yolu ile yapılan ilaçlama
4. Sulama ve besleme sistemi yoluyla yapılan ilaçlamalar (damlama, sisleme vb.)
5. Kapalı alan ilaçlaması (depo fumigasyon, serada toprak dezenfeksiyonu vb.)
6. Tohum ilaçlaması

Havadan ilaçlamalarda kullanılan pestisidin faydalı böcekler gibi hedef dışı organizmalara gitmesi, zararlı kontrolünde istenen sonucu vermemesi, uygulama esansında doğurduğu uygulayıcı riskleri vb. nedenlerle 2005 yılından beri yasaklanmıştır. Ancak kontrol edilemeyen epidemi riskinin ortaya çıkması veya zeytin ve çeltik alanları gibi başka mücadele metotlarının kullanılmadığı yerlerde bakanlık iznine tabi olarak bu

yöntem kullanılabilir. Enjeksiyon veya sürme yolu ile kullanım ruhsatı olan BKÜ olsada tarımsal üretimde bu yöntem ekonomik olmadığından çok kullanılmaz. Daha çok genetik kaynak koruma veya peyzaj uygulamalarında kullanılır. Sulama veya besleme sistemi yoluyla kullanımına izin verilen BKÜ vardır, ancak bu uygulamalarda sınırlı sayıda zararlı organizma kontrol altına alındığı gibi, çok miktarda pestisit kullanımı gerektiği gibi toprak ve su kaynakları üzerinde ciddi ekotoksikoloji riskleri vardır. Kapalı alan uygulamaları çok daha az alanda özel eğitim ve yetki almış “fumigatörler” tarafından daha çok kuru gıda depolarında, konteynır, hangar ve seralarda yapılan uygulamalardır.

Ülkemizde yapılan kimyasal mücadele uygulamaları daha çok 2. Kategoride yani yerden ilaçlama kategorisine girmektedir. Bu kategorideki uygulamalar kullanılan pestisitlere ve makinelere bağlı olarak 5 ana grupta toplanmaktadır.

- 1. Pülverizatörler:** Taşıyıcı bir sıvı ile karıştırılmış etkili maddeyi, damlalar halinde bitkiye ulaştıran makinelerdir.
- 2. Tozlayıcılar:** Toz veya granül şeklindeki katı etkili maddeyi, hava akımı etkisiyle bitkiye ulaştıran makinelerdir.
- 3. Fümigatörler:** Gaz halindeki etkili maddeyi, istenilen bölgeye ulaştıran makinelerdir.
- 4. Mikrogranül Aplikatörleri:** Toz veya granül haldeki katı etkili maddeyi, toprak yüzeyine veya içine ulaştıran makinelerdir.
- 5. Toprak Enjektörleri:** Sıvı haldeki etkili maddenin, toprak içerisine gönderilmesini sağlayan makinelerdir.

Pülverizatörler, en yaygın kullanılan bitki koruma makineleridir. Tarla, bağ-bahçe ve sera ilaçlamalarında kullanılan farklı tip ve modellerde pülverizatörler bulunmaktadır. Bu pülverizatörlerin çalışma prensipleri (hidrolik pülverizatör, yardımcı hava akımlı pülverizatör, pnömatik pülverizatör, sisleyici vb.), hedefe ilaçlı sıvıyı ulaştırma şekilleri (yardımcı hava akımı, elektrostatik kontrollü damla uygulamaları vb.), yönlendirme aparatları ilaçlamanın uygunluğunu ve efektifliğini doğrudan etkilemektedir. Özellikle bitki genelinde (yaprak altı, yaprak üstü, dallar, meyve vb.) çok iyi bir kaplamaya ihtiyaç duyulan hastalık ya da zararlı mücadelesinde hava akımının önemi büyüktür. Hava akımının hızı ve açısı doğru seçildiğinde ilaç damlaları hedef yüzeye daha çok yerleşirken sürüklenme ile kayıplar da önemli ölçüde azaltılabilmektedir. Pülverizatörlerde fan üzerinde yeralan ve hava akımını yönlendiren deflektörler özellikle bahçe ilaçlamalarında tüm gövde ve yeşil aksama göre ayarlanabilmekte ve böylece ağacın üst, orta ve alt bölgelerinde tekdüze dağılım sağlanabilmektedir.

Zararlı organizmalara karşı ilaçlamalarda amaç, hedef yüzey üzerinde etkili ve tekdüze bir dağılım sağlamaktır. Hedefe yerleşmeyen miktar ise kayıp olarak değerlendirilmektedir. İlaç kayıpları, havaya ve toprağa kayıplar ile sürüklenmeyi içermektedir. İlaçlama etkinliğini optimize etmede ve kayıpları azaltmada etkili faktörler altı grupta toplanmaktadır;

- Bitki koruma makinesinin doğru seçimi,
- Etkili bir uygulama tekniği seçimi,
- Hedef özelliklerinin doğru belirlenmesi,
- Bitki koruma ürününün formülasyonu,
- Hava koşulları,
- Operatörün bilgi ve becerisi.

6.1. Pülverizasyon Kalitesi

Etkili maddenin taşıyıcı su veya yağlı çözeltiler içine karıştırılarak hedef yüzeylere damlalar halinde iletilmesi işlemine pülverizasyon (püskürtme) adı verilir. Pülverizasyonun kalitesi kullanılacak meme tipi ile doğrudan bağlantılıdır. Pülverizasyon kalitesinin uygunluğu ise damla dağılımına bağlı olarak homojen bir uygulama yapılması ile belirlenmektedir.

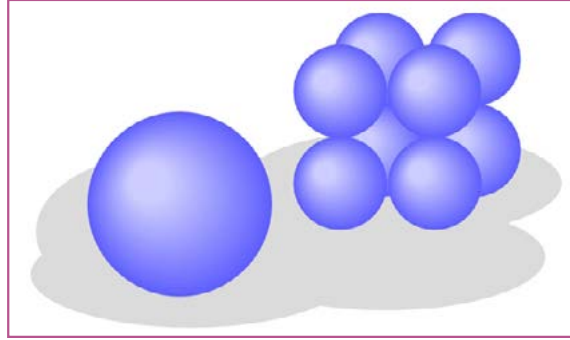
Tüm pestisit uygulamaları için meme tipinin ve boyutunun seçimi en önemli bir teknik özelliktir. Etkili bir ilaçlama için meme tipi doğru seçilmelidir. Meme tipine bağlı olarak oluşacak patern, verdi ve damla çapı ise pülverizasyon kalitesini oluşturmaktadır. Günümüzde gelişmiş meme tasarımları üstün damla boyut karakteristiklerine sahiptir (Çizelge 6.1).

Çizelge 6.1. Damla bağıl boyutları (Hembree 2010)

Damla Çapı (µm) *	Sınıflandırma	
<100	Sisleme	İğne noktası
100-175	İnce pülverizasyon	Saç teli
175-250	Çiseleme	Dikiş ipliği
250-375	Hafif yağmur	Zimba teli
375-450	Hafif yağmur	Zimba teli
>450	Sağanak	Kurşun kalem ucu

*Hacimsel ortalama çap (VMD)

Küçük damlalar büyük damlalara göre daha az miktarda bir hacime sahiptirler. Ancak hacimleri küçüldükçe, aynı hacimdeki tek bir büyük damlaya göre daha fazla alan kaplayarak, hedef üzerinde daha tekdüze dağılım sağlamaktadırlar (Şekil 6.1).



Şekil 6.1. Damla çapı ve yüzey alanı

İngiliz Bitki Koruma Kurulu (British Crop Protection Council, BCPC) ya da Amerikan Tarım ve Biyoloji Mühendisleri Topluluğu (American Society of Agricultural and Biological Engineers, ASABE) tarafından yapılan damla boyut sınıflandırmalarında ise verilen hacimsel ortalama çap değerleri daha detaylı bir şekilde tanımlanmaktadır (Çizelge 6.2) (Anonymous 2009 a,b).

Çizelge 6.2. Damla çapı sınıflandırmaları

ASABE		BCPC	
Sınıflandırma	VMD (μm)	Sınıflandırma	VMD (μm)
Çok ince	<150	Çok ince	100
İnce	150-250	Çok ince/İnce	154
Orta	250-350	İnce/Orta	241
Kaba	350-425	Orta/Kaba	356
Çok kaba	425-500	Kaba/Çok kaba	451
Aşırı kaba	>500	-	-

Yeterli seviyede biyolojik etkinlik sağlanabilmesi için hedef yüzeyler üzerinde yeterli sayıda ve uygun çapta damlaların bulunması gerekmektedir. Her hedef yüzey için en yüksek biyolojik etkinlik sağlayacak optimum bir damla çapı vardır. Örneğin; insektisitler ve akarisitlere karşı 100 μm 'den daha küçük çaplı damlalarla yapılan ilaç uygulamalarında biyolojik etkinliğin arttığı saptanmıştır (Himel 1969). İlaçlama yapılacak hedeflere göre optimum damla çapları Çizelge 6.3'de verilmiştir.

Çizelge 6.3. İlaçlama yapılacak hedeflere göre optimum damla çapları (Matthews 1992)

İlaçlama yapılacak hedef	Damla çapı (VMD, μm)
Uçan böceklere karşı (İnsektisit)	10-50
Yaprak üzerindeki böceklere karşı (İnsektisit)	30-50
Yaprak ilaçlaması (Fungisit)	40-100
Toprak ilaçlaması (Herbisit)	250-500

Damlaların hedefte toplanma etkinliğinde sürüklenme yoluyla oluşan kayıplar oldukça önemlidir. Sürüklenme (drift) ilaçlama sırasında veya ilaçlamadan sonra hedef alandan hedef olmayan alana doğru ilaç damlalarının hava içerisinde hareketi olarak tanımlanmaktadır (Özkan 1995). Sürüklenme kayıplarında ise damla büyüklüğü bir faktördür.

Büyük damlalar hedefe daha hızlı bir şekilde ulaşmaktadır. Yani büyük damlalar daha hızlı düşerken aynı zamanda rüzgardan daha az etkilenmektedirler. Bir damla ne kadar yüksekte bırakılırsa o kadar daha güçlü rüzgara maruz kalmakta ve sürüklenme olasılığı da daha fazla olmaktadır. 150 μm 'den daha küçük damlalar sürüklenme eğilimi göstermektedirler. Çizelge 6.4'de 5 km/h rüzgar hızındaki damlaların hareket mesafeleri görülmektedir. Damla yeteri kadar büyükse hızlı bir şekilde hedefe ulaşabilmekte, ancak aşırı küçükse hedefe ulaşması fazla zaman almakta ve orta seviyede rüzgar koşullarında bile sürüklenme eğilimi göstermektedir.

Çizelge 6.4. 5 km/h rüzgar hızında damlaların hareketi (Anonymous 2009a)

Damla çapı (μm)	3 m'lik mesafeden düşme süresi (s)	5 km/h rüzgar hızında yanal hareket mesafesi (m)
5	3600	5000
20	252	350
100	10	13
240	6	8.5
400	2	2.6
1000	1	1.5

6.2. Meteorolojik Koşullar

Rüzgar hızı: Rüzgar hızı sürüklenmeyi etkileyen en önemli meteorolojik faktördür. Rüzgar hızı günün farklı zamanlarında değişkenlik gösterebilmekte-

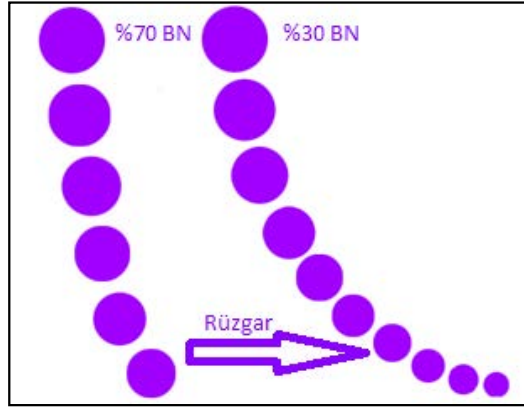
dir. Bu nedenle ilaç uygulamaları değişkenlik göstermeyen sabit rüzgar hızı ve yönünün sağlandığı zamanlarda yapılmalıdır. Çizelge 6.5’de rüzgar hızına bağlı olarak genel ilaç uygulama tavsiyeleri görülmektedir (Deveau and Beaton 2011).

Çizelge 6.5. Rüzgar koşulları ve uygulama tavsiyeleri

Rüzgar Koşulu	Rüzgar Hızı (m/s)	Tanımlama	İşaretler	Uygulama
Durgun	0-0,5	Küçük damlalar havada asılı kalır	Duman düşey yönde	Uygulama yapılmaz
Şiddetli rüzgar	Uygun değil	Rüzgar yönü değişken	Rüzgar yönü değişken	Uygulama yapılmaz
Hafif rüzgar	0,5-0,8	Pülverizasyon için uygun	Duman rüzgar yönünde	Uygulama yapılabilir
Hafif esinti	0,8-2,6	Pülverizasyon için ideal	Yüzde rüzgar hissi, hareketli yapraklar	Uygulama yapılabilir
Yüksek rüzgar	2,6-4,4	Yüksek sürüklenme riski	Hareketli dallar ve toz bulutu	Uygulama yapılmaz

Rüzgar yönü: Uygulama alanının etrafında insanların yaşam alanları, hassas bitkiler ve su kaynakları gibi hassas alanlar varsa sürüklenmeyi kontrol altına almak zorunluluğu bulunmaktadır. Rüzgar yönü sürekli izlenmeli ve hassas alanlarla ilaçlama alanı arasında her yönde en az 30 m’lik tampon bölgeler oluşturulmalı ve bu alanlar ilaçlanmamalıdır.

Hava sıcaklığı ve nemi: Hava sıcaklığı ve nemi birlikte sürüklenmeyi etkileyen iki faktördür. Yüksek hava sıcaklığı ve düşük nispi nem sürüklenme için en büyük riski oluşturan koşullardır. Damlaların içindeki suyun buharlaşma miktarı havanın nispi nemine ve sıcaklığına bağlıdır (Şekil 6.2) (Anonymous 2001). Sıcaklık arttığında nispi nem azalmakta ve bu da buharlaşma riskini arttırmaktadır. Buharlaşmanın ortaya çıkmasıyla damla boyutu küçülmekte, damlanın havadaki hareket süresi artmakta ve sürüklenme riski yükselmektedir. Sıcaklık ise doğrudan hedef yüzey üzerindeki damlaların buharlaşmasına neden olurken, dolaylı olarak hava türbülansına ve stabilitesine etki etmektedir. Düşük nispi nem ve 25°C’nin üzerindeki hava sıcaklıkları küçük damlalarda buharlaşma kaybına neden olmaktadır (Wolf 2000). Genel olarak 8-25°C aralığı ilaçlama zamanına bağlı olarak ilaçlama için uygun kabul edilir. Ayrıca %45 nispi nemin altında ilaçlama tavsiye edilmez.



Şekil 6.2. Farklı nispi nem oranlarında damlaların buharlaşma durumu

6.3. Bitki Koruma Ürünü Uygulama Teknikleri

Doğru uygulama tekniklerinin uygun ekipmanla kullanımı zirai mücadelenin başarısında önemli olduğu açıktır. Pestisit uygulama tekniklerinin temel amacı maksimum etkinlikle hedef yüzeyi kaplarken, hedef dışına taşınmayı engellemektir. Bu nedenle uygulama teknikleri çevreyi güven altında tutacak şekilde hedef odaklı olmalıdır. Zararlı etmenle ilgili yeterli bilgi edinilmesi hedefin tanımlanması için önemlidir. Örneğin zararlının bitkide zarar oluşturduğu bölge (yaprak altı, yeşil aksam, kök bölgesi vb) önemli olduğu gibi, etmene bağlı olarak belirlenecek uygulama zamanı da diğer önemli bir noktadır. Hedef yüzeydeki kaplama ve damla çapı istekleri yine etmenin boyut ve hareketliliğine göre belirlenmektedir. Kullanılacak pestisitın etki mekanizması ve fiziksel özellikleri uygulama öncesinde, uygulama sırasında ve sonrasında taşıma, karıştırma ve depo karışımının tekdüzeliği ve mücadelede kullanılacak makine ve ekipman vb. konularda bilgi sahibi olmak uygulama başarısı gerekli güvenlik önlemlerin alınması açısından önemlidir.

6.3.1. Bitki koruma ürünü uygulama tekniklerinin ayrıntılı sınıflandırılması

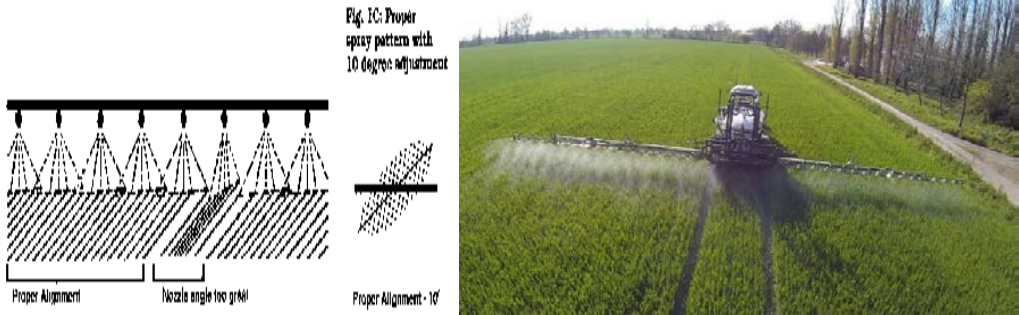
İlaçlamanın etkinliği açısından; zararlı etmen, hedef bitki karakteristikleri, pestisitın özellikleri, ekipmanın uygunluğu ve maliyet gibi tüm istekleri karşılayabilecek şekilde bir uygulama tekniğinin seçilmesi önemlidir. Gerek tarla ve gerekse bahçe için çok sayıda pestisit uygulama tekniği bulunmaktadır. Farklı etkilere sahip olan bu tekniklerden yaygın olan bazıları aşağıda verilmiştir:

a) Bant uygulaması: Pestisitlerin birbirine paralel çizgiler üzerinde ve arasında bir veya birden fazla boşluk kalacak şekilde uygulanmasıdır. Birçok bitkide bant ilaçlaması kimyasal tüketimin azaltılmasında etkili bir yöntemdir. Tüm yüzey uygulamasına göre sıra arası ve sıra üzeri mesafeye bağlı olarak ilaçlanacak alan çok daha azdır. Özel makineler kullanılabileceği gibi mevcut makinelerde bant genişliği dışında kalan memeler kapatılarak gerekli iş genişliği sağlanabilir (Şekil 6.3).



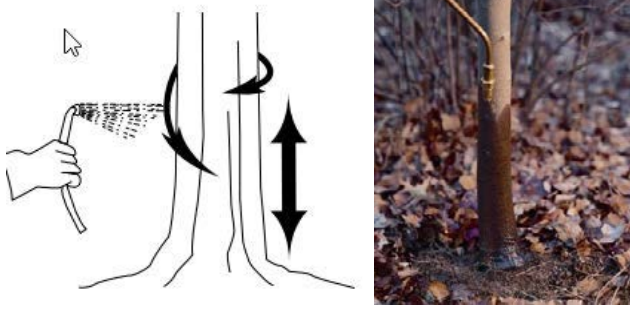
Şekil 6.3. Bant uygulaması

b) Yüzey uygulama: Pestisitlerin tüm tarla yüzeyine veya bitki örtüsüne dağıtılacak şekilde uygulanmasıdır. Bum üzerindeki memeler, hüzmeleri çakışacak ve tekdüze bir dağılım sağlanacak biçimde ayarlanır. Bum yüksekliği ve ilerleme hızı sürüklenmeyi azaltmaya yönelik olarak daha düşük tutulur (Şekil 6.4).



Şekil 6.4. Yüzey uygulama

c) Bazal uygulama: Herbisitlerin ağaç ya da çalı tipi bitkilerin alt bölgesine ve kabuğuna uygulanmasıdır. Bu uygulamada kabuğa nüfuz edebilmesi için taşıyıcı olarak su yerine yağ kullanılır ve yaklaşık kökten 30-35 cm'ye kadarlık kısımda uygulama yapılır. Sirt pülverizatörü veya el tipi pülverizatör uygulamada kolaylık sağlar. İçi dolu konik hüzmeli meme veya 20 derecelik açılı yelpaze hüzmeli meme düşük basınçta kullanılarak iyi bir ilaçlama sağlanabilir (Şekil 6.5).



Şekil 6.5. Bazal uygulama

d) Çatlak ve yarık uygulaması: Kapalı alanlarda pestisitın küçük miktarlar halinde çatlak ve yarıklara uygulanmasıdır (Şekil 6.6).



Şekil 6.6. Çatlak ve yarık uygulaması

e) Koruyucu perde ile yönlendirilmiş uygulama: Özellikle zararlı etmen hedef alınarak hedef dışı canlılarla teması azaltmak üzere yapılan uygulamalarıdır. Memelerin etrafında yer alan koruyucular pestisitın sıra üzerindeki ana bitkiye ulaşmasına engel olur. Bunun yanı sıra koruyucu örtüler sürüklenmeyi minimize etmek amacıyla da kullanılmaktadır (Şekil 6.7).



Şekil 6.7. Yönlendirilmiş uygulama

f) Yeşil aksam (yaprak) uygulaması: Pestisit, bitki üzerindeki yaprakların bulunduğu bölgeler hedef alınarak uygulanmasıdır. Traktörle çekilir ya da asılır tip pülverizatörler veya sırt pülverizatörleri uygulama için kullanılabilir. Bağ-bahçe uygulamalarında yönlendirme için özel deflektörler kullanılmaktadır (Şekil 6.8).



Şekil 6.8. Yaprak uygulaması

g) Halat-fital veya silecek uygulaması: Yabancı ot ilaçlamalarında bitki-yabancı ot arasındaki yükseklik farkı nedeniyle kullanılmaktadır. Pestisit, bitkiden uzun olan yabancı otların üzerinden silme hareketi ile geçebilecek bir ekipman ile uygulanmaktadır (Şekil 6.9).



Şekil 6.9. Hatal-fital ve silecek uygulaması

h) Toprak uygulaması: Pestisit doğrudan toprak yüzeyine veya içine uygulanmasıdır. Toprak içi uygulamalarda, toprak işleme veya sulama ekipmanları ile pestisit toprak içine geçişi söz konusudur. Toprak enjeksiyonunda ise toprak yüzeyinin hemen altına pestisit basınçlı olarak uygulanarak kök bölgesinden emilim sağlanmaktadır (Şekil 6.10).



Şekil 6.10. Toprak uygulaması

1) Ağaç enjeksiyonu: Ağaç kabuklarının altına pestisit doğrudan uygulanmasıdır (Şekil 6.11).



Şekil 6.11. Ağaç enjeksiyonu

i) Kapalı alan ilaçlamaları: Örtüaltı veya sera gibi kapalı alanlarda yapılan pestisit uygulamalarıdır



Şekil 6.12. Kapalı alan uygulamaları

j) Spot uygulama: Pestisitın sınırlı alanlarda doğrudan hedefe yönelik uygulanmasıdır (Şekil 6.13).



Şekil 6.13. Spot uygulama

k) Fumigasyon: Fümigantlar özel sıcaklık ve basınçta gaz halinde kullanılan ve solunum yoluyla etkili olan bitki koruma ürünleridir. Gaz geçirilmezliğin sağlanmasının ardından fümigasyon ortamına ürün miktarı veya fumigasyon yapılacak hacim üzerinden gidilerek belli miktarda fümigant verilerek alan fumigasyonu gerçekleştirilmektedir. Toprak fumigasyonu; toprakta bulunan, patojen toprak funguslarına, değişik nematod türlerine, yabancı ot tohumlarına ve toprak altı vegetatif çoğalma organlarına karşı yapılır. Kullanılan sıvı preparatlar gaz etkisi gösterirler. Küçük tarla pülverizatörlerine benzeyen ekipman, memelerin yerine takılacak özel hortumlar yardımı ile sıvı fumigantı buharlaşmanın gerçekleşeceği toprağın içine enjekte eder. Fumigasyon uygulamaları Ülkemizde Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı tarafından verilen fumigasyon operatörü ve yardımcısı belgesine sahip olan uzmanlar tarafından yapılabilmektedir.

l) Sulama sistemi ile uygulama: Pestisitlerin sulama suyuna karıştırılarak bitkiye sulama sistemi ile verildiği uygulamalardır. İlaçlama etkinliği meteorolojik koşullardan minimum etkilenirken yüzey ilaçlaması yapılmadığından hastalık ve yabancı ot gelişimi aza indirilmektedir. Bu uygulamada kalibrasyon ve sistemin doğru kullanımı çok önemlidir. Ayrıca sulama sisteminde kimyasal enjeksiyon parçası mutlaka yer almalıdır (Şekil 6.14).



Şekil 6.14. Sulama sistemi ile uygulama

m) Tohum ilaçlaması: Bitki çoğaltım materyali olarak kullanılacak tohumların, özel teknikler kullanılarak pestisit ile uygulamaya tabi tutulmasıdır. Bu uygulamayla tohumların, üzerinde veya içinde ya da topraktaki belirli hastalık etmenlerinden korunması amaçlanır. Son yıllarda geliştirilmiş olan sistemik etki-deki tohum ilaçları, bitkileri bir döneme kadar hem toprak hem de hava kaynaklı hastalık etmenlerinden koruyabilmektedir. Bu yüzden tohum ilaçlamalarında önemli derecede artış vardır. Tohum ilaçlaması değişik şekillerde yapılabilmektedir (Şekil 6.15). Bunlar;

- i. Yüzey ilaçlaması: Tohumlar, kuru ya da ıslak olmak üzere farklı formülasyonlarla işleme tabi tutulmaktadır. Kuru tohum ilaçlamasında bidon ya da doz ayarlayıcısı otomatik ve sürekli çalışan basit aletler yardımıyla özel formülasyonlu (tohum ilacı olarak hazırlanmış) toz ilaçlar karıştırılarak ilaçlanır. Tohum yüzeyine ilacın homojen biçimde dağılması sağlanır. İlaçlama genellikle ekimden hemen önce yapılmalıdır. Genel olarak 100 kg tohum için 100–250 g ilaç kullanılır. Sıvı ilaçlar, bir örtü üzerine serilecek tohumlara ilacın püskürtülmesi ile uygulanır. Ayrıca tohumların bir süspansiyon içerisinde daldırma yöntemi ile tutulup daha sonra kurutulması da sözkonusu olabilir. Bu uygulamaların hepsi çiftçi tarafından gerçekleştirilebilir.
- ii. Kaplama: Formülasyonlarda yapışmayı artıran bağlayıcı maddeler kullanılarak gelişmiş uygulama teknolojileri ile ancak firmalar tarafından yapılabilmektedir.
- iii. Peletleme: Tohumların pelet haline dönüştürülmesi ve taşınması için fiziksel şekillerinin değiştirildiği ve diğer tohum uygulamalarına göre en gelişmiş ve pahalı teknik ve makineleri gerektiren bir yöntemdir.



Şekil 6.15. Tohum ilaçlaması

n) Solarizasyon: Toprağın, güneş ışınlarının ısı enerjisiyle meydana getirdiği sıcaklık yardımıyla dezenfekte edilmesine solarizasyon adı verilir. Özellikle seracılıkta ve yazları sıcak geçen bölgelerde açık alanlarda da uygulanabilen bir yöntemdir. Bu amaçla toprak yüzeyi hava geçirmeyecek şekilde şeffaf bir naylon örtü ile örtülür. Yaz aylarında zaten yüksek olan hava sıcaklığı (özellikle seraların içinde), şeffaf örtü altında daha da yüksek derecelere ulaşır ve topraktaki yabancı ot tohumları ve zararlı etmenler canlılığını yitirmektedir. Solarizasyon için öncelikle iyi bir toprak hazırlığı yapılmalıdır (25-30 cm derinliğinde işleme). Güneş ışığının en yoğun ve sıcaklığın en yüksek olduğu zaman uygulanmalıdır. Toprak sulanarak iyice suya doyurulmalıdır. Uygulama süresi 4-6 hafta olmalıdır. Toprak yüzeyi düzgün olmalıdır. Kullanılan polietilen örtü saydam ve 25-30 mikron kalınlığında olmalıdır. Su kapasitesinin azalmaması için ara sıra sulanmasında yarar vardır (Şekil 6.16).

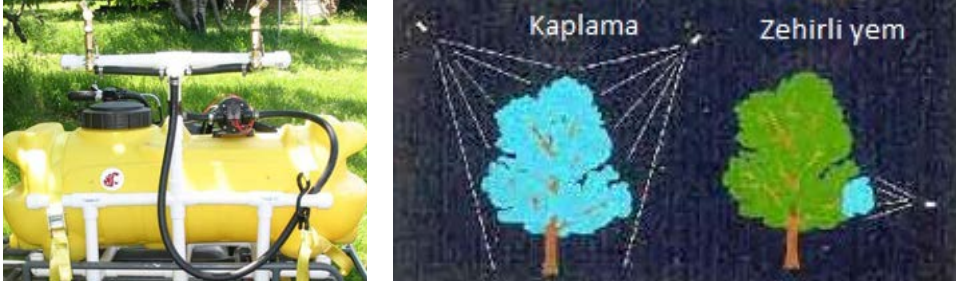


Şekil 6.16. Solarizasyon

o) Depo ilaçlaması: Zararlı etmenlere karşı depo boş ya da dolu iken pestisitlerle yapılan uygulamalardır. Boş depo ilaçlamaları, temizlik ve kireçleme işlerinden 1 hafta sonra ve ürün girmeden en az 15 gün önce sırt pülverizatörü ile yapılmaktadır. Pülverizasyondan sonra depo en az 12 saat kapalı tutulmalıdır. Bazı ürünlerde, özellikle hububatta depoya alınmadan önce koruyucu ilaçlamaya ihtiyaç duyulmaktadır. Boş depo ilaçlandıktan sonra ürün ilaçlanarak içeriye alınır. Bu amaçla preparat ürüne karıştırma bidonları veya sererek kü-

rekle karıştırma gibi yöntemlerle ilave edilip iyice karıştırıldıktan sonra ambara yerleştirilir. Ancak ürün için bu ilaçlama yapılamaz. Ürün depoda iken bulaşma görülürse fumigasyon uygulanarak dolu depo ilaçlaması yapılmaktadır. Formülasyona göre ihtiyaç duyulan sıcaklık ve uygulama süresi ile etki süresi değişiklik göstermektedir.

ö) Zehirli yem kısmi dal ilaçlaması: Meyvelerde bazı zararlılara karşı tam bir kaplama sağlayacak şekilde yüzey ya da yeşil aksam ilaçlaması yerine bölgesel ilaçlama tavsiye edilir. İlaçlamalar daha çok sırt pülverizatörü veya traktörle çekilir tip pülverizatörlerin tabancası ile 2-3 mm çaplı memeler kullanılarak gerçekleştirilir. Özellikle meyvenin çok olduğu dallar seçilerek 1-2 m² lik alana ilaçlama yapılır. Ağacın geri kalanı ilaçlanmaz. Aynı sırada ilaçlanan ağaçtan sonra gelen ağaca uygulama yapılmaz. Tekrarlanan ilaçlamalarda ise, bir önceki ilaçlamada uygulama yapılmış ağaç atlanır (Şekil 6.17).



Şekil 6.17. Zehirli yem kısmi dal ilaçlaması

p) Gece ilaçlamaları: Bu uygulama tekniklerinin özellikle bitkinin, zararlı etmenin ya da bitki koruma ürünün ihtiyaçlarına ve özelliklerine bağlı olarak standart koşullar haricinde kullanımları söz konusu olabilmektedir. Gece ve kış ilaç uygulamaları bu şekilde yapılan uygulamalardır.

Herbisitler için gece ilaç uygulamaları gündüz için bir alternatif olabilmektedir. Optimum herbisit performansını elde etmek için herbisit uygulama zamanı önemli bir parametredir. Gece uygulamaları daha yüksek emilimden dolayı gündüz uygulamalarına göre herbisit etkinliğini artırarak bir avantaj sağlamaktadır. Ayrıca gece ilaç uygulamaları aynı ekipmanla daha kısa sürede daha çok alanı ilaçlama olanağı sağlamaktadır.

Kanola bitkisinin yetiştiriciliğinde yüksek verim elde edebilmek için kısa bir zaman diliminde ekimi gerçekleştirilmeli ve ilaçlamaları tamamlanmalıdır. Bu nedenle kanola yetiştiriciliğinde yabancı ot mücadelesinde gün içi koşullarının

ilaçlama için yetersiz olduğu ve uygun gündüz ilaçlama zamanını beklemenin ekonomik kayıplara neden olması koşulunda gece herbisit uygulamaları yapılabilmektedir (Şekil 6.18) (Anonymous 2015).



Şekil 6.18. Gece uygulamaları

Herbisit uygulamalarından sonraki sıcaklıklar herbisitinin degrade olmasına da etkili bir faktördür. Bu da herbisit uygulamasının güvenliği ve etkinliği açısından oldukça önemlidir. Bu nedenle özellikle yüksek gündüz sıcaklıklarının olduğu koşullarda gece herbisit uygulamaları tavsiye edilmektedir (Anonymous 2017a).

Yer fıstığı mücadelesinde özellikle *Rhizoctonia* kök çürüklüğü ve beyaz küf gibi hastalıkların mücadelesinde ilaç uygulamaları ile bitkinin iç kısımlarına ilacın ulaştırılması zor olmaktadır. Gece yer fıstığının yaprakları bükülerek kapanmakta ve bitki kanopisinin iç kısımlarına ilacın ulaşması daha kolay olmakta, daha yüksek penetrasyon ve kaplama ile biyolojik etkinliğin artırılması mümkün olmaktadır. Geceleri özellikle sistemik fungusitler tercih edilmektedir. Ayrıca gün aydınlanmadan önceki saatlerde oluşan çiğ fungusitin bitkinin taç kısmına taşınmasında yardımcı olduğundan dolayı bu saatlerde ilaçlama yapılması uygun olabilmektedir (Şekil 6.19) (Augusto et al. 2010).



Yerfıstığı gündüz



Yerfıstığı gece

Arılar gündüz saatlerindeki beslenmeleri sırasında yapraklar ve çiçeklerle temas halindedirler. Bu nedenle pestisit kaynaklı arı zehirlenmelerinin önüne geçebilmek için pestisit uygulamalarının akşam geç saatlerde, gece ya da sabahın

erken saatlerinde yapılması önerilmektedir. Akşam ilaç uygulamaları sabahın erken saatlerindeki uygulamalara göre arılara daha az zarar vermektedir. Sıcak günler ve geceler arıların beslenme süresini uzatmaktadır. Bu nedenle aşırı sıcak gün ve gecelerde ilaç uygulamaları günün daha geç ve sabahın daha erken saatlerinde yapılmalıdır (Hooven et al. 2013).

r) Kış ilaçlamaları: Bağ ve bahçelerde çok yıllık yabancı otlar kış aylarında çimlenmekte baharda gelişerek çiçeklenmekte ve yaz başında ölmektedirler. O yüzden bu yabancı otların mücadelesi ayrı bir şekilde değerlendirilmelidir. Bu yabancı otlar için ilk uygulamalar geç sonbahar ya da kış aylarında toprak donmadan önce ve ilkbaharın ilk aylarında ot çıkışından önce yapılmalıdır (Majek 2014).

Hasat sonrası yabancı ot mücadelesinde soğukun yabancı ot üzerindeki etkisi donma sıcaklığına, süresine ve yabancı ot türüne bağlıdır. Bu koşullarda yapılan zorunlu herbisit uygulamaları havanın daha sıcak ve bitkinin daha aktif olduğu sabah geç ve öğle saatlerinde yapılmalıdır. Bu koşullarda ideal olarak ilaçlamalar güneşli günlerde yapılmalıdır. Sıcaklıkların düştüğü gün batımından 2 saat önce ilaçlamalar durdurulmalıdır. İlaçlamalar gün içinde minimum 8°C sıcaklığa ulaşıldığında yapılmalıdır (Anonymous 2017b).

Kışlayan böceklerle mücadele etmek ve hastalık enfeksiyonlarını engellemek için yaprak döken ağaçlara özellikle meyve bahçelerinde sonbahar, kış ve erken ilkbaharda uyuma döneminde yağ uygulamaları yapılmaktadır. Bu uygulamalar Kasım ayının sonunda başlamakta Şubat ayının ortalarına kadar devam etmektedir. Bu amaçla yapılan ilaç uygulamaları faydalı böcekler ve çevre üzerinde daha az zararlı olmaları açısından da önemlidir (Strange 2012).

Bitki koruma ürünü uygulamalarında pestisitler farklı yollarla hedef dışı alanlara taşınabilmektedir. Yerleşim alanlarına yakın tarım alanlarından sürüklenme yoluyla pestisitlerin taşınması özellikle son yıllarda insanlar üzerinde endişe yaratmaktadır. Pestisitlerin sıcaklıkla atmosferde buharlaşması, yeraltı sularına sızması ve yüzey sularına karışması riskleri de yine uygulamaların bir sonucu olarak ortaya çıkmaktadır. Bunun dışında yerleşim bölgelerindeki küçük alanlarda da (çim alanı ve meyve-sebze bahçeleri) ilaç uygulamalarında artış görülmektedir. Bu bölgelere yakın akarsu ve göllerde yoğun yaz yağmurlarının ardından pestisit miktarının arttığı araştırmalar sonucunda ortaya konulmuştur. Farklı şekillerde ortaya çıkabilen pestisit kontaminasyonunu önlemek için aşağıdaki hususlara dikkat edilmelidir (Kard et al. 2013).

- ✓ Yağmur sırasında kimyasal mücadele yapılmamalıdır.
- ✓ 3 m/s'nin üzerindeki "yüksek ve şiddetli rüzgar" koşullarında ilaç uygulaması önerilmemektedir.
- ✓ Birim alana uygulanacak ilaçlı su miktarı (ilaç normu) bitki vejetasyon dönemine göre ayarlanmalı ve daha fazla miktarda pestisit sürüklenmesine neden olacak yüksek ilaç normu uygulamalarının yapılmamasına dikkat edilmelidir.
- ✓ İlaçlama makinesinin doğru bir şekilde kalibrasyonu yapılmalıdır.
- ✓ Entegre Zararlı Yönetimi uygulanmalıdır.
- ✓ Yeraltı sularını, nehir ve gölleri korumak için noktasal ve akma kayıplarına engel olacak tedbirler alınmalıdır.
- ✓ Mümkün olduğunca düşük toksisiteli ve kısa ömürlü kimyasallar tercih edilmelidir.
- ✓ Kimyasal atıklarının bertarafında gerekli önlemler alınmalıdır.

6.3.2. Pestisit uygulama tekniklerinin hacimsel sınıflandırılması

Pestisitlerde taşıyıcı olarak genellikle su kullanılmaktadır. Ancak yağ ya da hava da zaman zaman taşıyıcı olabilmektedir. Taşıyıcının görevi kimyasal ürünün hedefe iletilmesini ve istenilen dağılım ve kaplamanın yüzeyde elde edilmesini sağlamaktır. Bu nedenle taşıyıcı hacim veya uygulama hacmi; kullanılan bitki koruma makinesi, bitki morfolojisi, etmenin zarar şekli, çalışma hızı ve çevresel faktörlere bağlı olarak belirlenmektedir.

Pestisitlerin hedefe dağıtılması formülasyonuna bağlı olarak farklı şekillerde (pülverizasyon, tozlama, granüle uygulamalar vb.) olabilmektedir. Sıvı formülasyonlu pestisitlerin uygulanmasında uygulama hacmi gözönüne alınarak sınıflandırılması Çizelge 6.6'da verilmiştir.

Çizelge 6.6. Pülverizasyon sınıfları

Uygulama Hacmi (L/ha)	Uygulama Şekli	
	Tarla	Bağ- Bahçe
Yüksek hacim (HV)	> 600	> 1000
Orta hacim (MV)	200 – 600	500 -1000
Düşük hacim (LV)	50 – 200	200 – 500
Çok düşük hacim (VLV)	5 – 50	50 – 200
Ultra düşük hacim (ULV)	< 5	< 50

6.4. Kalibrasyon (Ayar)

Doğru pestisit uygulaması, etkili mücadele sağlayacak yeterli miktarda ilacın uygulanmasıdır. Uygulama normunu belirleyen faktör de ekipmandır. Kalibrasyon, pestisitlerin uygulanması sırasında birim alana istenilen ilaç normunun dağıtılabilmesi için pülverizatör parçalarının ayarlarını içeren bir işlem dizisidir. Amaç, ilaçlama makinesinin belli bir alana, doğru miktarda kimyasalı uygulamasını garanti altına almaktır. Çünkü elinizde doğru karışım bulunsun da yanlış miktarda uygulama söz konusu olabilir. Yetersiz ilaç uygulamasının sonucu ise mücadele edilemeyen zararlı organizmalar problem yaratmaktadır. Fazla uygulanan pestisitler ise kirlilik, insan ve çevre sağlığında sorunlar ve yüksek maliyeti beraberinde getirmektedir. Pestisit düzgün dağılımı ekipmandaki aşınma, ölçüm hataları, memelerdeki hatalar, patinaj, hızölçer hatası ve sürtünme kayıpları gibi birçok faktöre bağlı olarak olumsuz etkilenerek değişebilmektedir. Bu nedenle, ilaçlama makinesinin doğru kalibre edildiğinden her zaman emin olunmalıdır.

- ✓ Pülverizatörlerin %60'ında ± 10 'dan fazla kalibrasyon hatası olduğu,
- ✓ Pülverizatörlerin %40'ında memelerdeki sıvı çıkışlarında ± 10 'dan fazla varyasyon olduğu,
- ✓ Pülverizatörlerin %32'sinde doğru olmayan ilerleme hızlarının seçildiği,
- ✓ Pülverizatörlerin %27'sinde uygun olmayan bum yükseklikleri, meme aralıkları ve meme açıları olduğu,
- ✓ Pülverizatörlerin %13'ünde manometrelerde gösterge hataları veya yanlış basınç değerlerinin seçildiği,

Pülverizatörlerin %8'inde memeleri besleyen boru hatlarındaki çap seçimlerinin basınç düşmelerine neden olacak şekilde yanlış seçildiği belirlenmiştir (Şekil 6.20) (Anonymous 2017c).



Şekil 6.20. Kalibrasyonda önemli parametreler

Hava koşulları, bitki özellikleri ve bitki büyüme dönemi de göz önüne alınarak yapılacak bir kalibrasyonla ilaçlamadan şu faydalar sağlanabilmektedir:

- ✓ Daha düşük ilaç normu kullanımı,
- ✓ Minimum uygun doz kullanımı,
- ✓ Sürüklenmenin azaltılması,
- ✓ Hedefteki ilaç miktarının çoğaltılması,
- ✓ Yüksek kalitede ürün elde edilmesi,
- ✓ Çevre ve bitkide minimum kalıntı,
- ✓ Zamandan tasarruf,
- ✓ Operatör sağlığının korunması.

6.4.1. Tarla ve bağ-bahçe pülverizatörlerinin kalibrasyonu

Doğru kalibrasyon için 4 önemli kontrol mutlaka yapılmalıdır;

- İlerleme hızı (km/h),
- Memenin tipi, meme verdisi (L/dak) ve çalışma basıncı (bar),
- İlaç normu (L/ha),
- Depoya eklenecek ilaç miktarı (L).

6.4.1.1. İlerleme hızının kontrolü

İstenilen ilaç normunun elde edilebilmesi için, traktörün ilerleme hızının tam olarak bilinmesi çok önemlidir. Çünkü tekerleklerdeki patinajdan dolayı traktör-metrede görülen hızdan sapmalar olabilir. Bunun için, 100 m’den az olmayan bir uzaklık belirlenir. Bu uzaklık ilaçlama hızında geçilir ve geçen zaman saniye olarak kaydedilir (Şekil 6.21).



Şekil 6.21. İlerleme hızının kontrolü

Aşağıdaki eşitlikten ilerleme hızı hesaplanır;

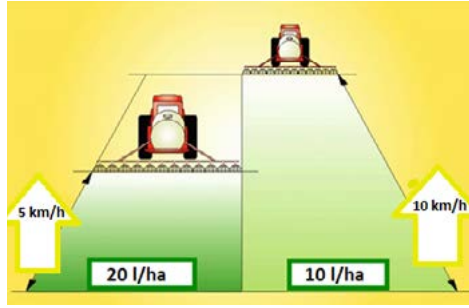
$$\text{İlerleme hızı } \left(\frac{\text{km}}{\text{h}} \right) = \frac{\text{Uzaklık (m)} \times 3,6}{\text{Zaman (s)}}$$

Örneğin 100 m, 46 saniyede alınmışsa, pülverizatörün ilerleme hızı;

$$\text{İlerleme hızı } \left(\frac{\text{km}}{\text{h}} \right) = \frac{100 \times 3,6}{46} = 7,8 \text{ km/h}$$

olarak belirlenir.

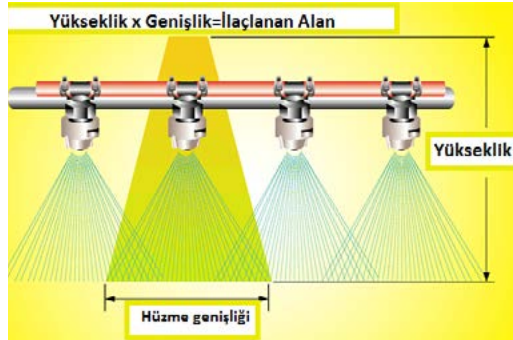
Traktörün ilerleme hızı artırıldığında oransal olarak ilaç normunun düşürüldüğü gözönünde bulundurulmalı ve optimum çalışma hızları tercih edilmelidir (Şekil 6.22)



Şekil 6.22. İlerleme hızının ilaç normuna etkisi

6.4.1.2. Meme verdisinin belirlenmesi

İlaçlama makinesinin toplam alana atacağı ilaçlı su karışımı (ilaç normu), her bir memesinden çıkan sıvı miktarına doğrudan bağlıdır. Uygun meme tipi ve çalışma basıncı belirlendikten sonra verdi ölçümlerinin mutlaka yapılması gereklidir. Memeler arası mesafe ve meme açısı pülverizatör tipine göre değişebilir ancak bum üzerinde hepsi eşit uzaklıkta bulunmalıdır. (Şekil 6.23).



Şekil 6.23. Meme tipi ve basınç



Şekil 6.24. Meme verdisinin belirlenmesi

Ölçüm için pülverizatör uygun basınçta çalıştırılarak 1 dakika süreyle temiz su püskürtülür. Püskürtülen su, memelerin altına yerleştirilen kaplarda toplanarak ölçülür. Bu işlem mümkünse tüm memeler için ya da en azından bumun sağ, sol ve orta kısmından olmak üzere birkaç meme için yapılmalıdır (Şekil 6.24). Ayrıca bu ölçümler her ilaçlamadan önce tekrarlanmalıdır. Çünkü oluşabilecek tıkanmalar, aşınmalar ve memenin yapısındaki fiziksel hatalar verdirinin değişmesine sebep olmaktadır.

6.4.1.3. İlaç normunun belirlenmesi

İlerleme hızı ve meme verdisi belirlendikten sonra aşağıdaki eşitlikten ilaç normu hesaplanır;

$$\text{İlaç normu} \left(\frac{\text{L}}{\text{ha}} \right) = \frac{\text{Meme verdisi} \left(\frac{\text{L}}{\text{dak}} \right) \times \text{Meme sayısı} \times 600}{\text{İş genişliği (m)} \times \text{İlerleme hızı} \left(\frac{\text{km}}{\text{h}} \right)}$$

İş genişliği (m) = İki meme arası mesafe × Bumdaki meme sayısı

Örneğin 1 meme için ölçülen verdi 2.5 L/dak ise ve bumda 20 adet meme varsa;

$$\text{İlaç normu} = \frac{2,5 \times 20 \times 600}{0,5 \times 20 \times 7,8} = 385 \text{ L/ha}$$

olarak bulunur.

Eğer gerçek norm önerilen veya hedeflenen normdan % 5 daha yüksek veya daha düşük ise basınç ve ilerleme hızında ayarlamalar yapılmalıdır.

Tüm yüzey ilaçlamasından farklı olarak bant ilaçlamasında yalnızca bantlar üzerine ilaç püskürtülmektedir. Bu nedenle tüm yüzey ilaçlamasında kullanılan normun aşağıdaki eşitlik ile hesaplanması uygun olacaktır.

$$\text{İlaç normu} \left(\frac{\text{L}}{\text{ha}} \right) = \frac{\text{Meme verdisi} \left(\frac{\text{L}}{\text{dak}} \right) \times 600}{\text{Bant genişliği (m)} \times \text{İlerleme hızı} \left(\frac{\text{km}}{\text{h}} \right)}$$

6.4.1.4. İlaç deposuna eklenecek ilaç miktarının belirlenmesi;

Meme verdisi ayarlanıp, kontrolleri tamamlandığında depoya konulacak ilaç miktarı da aşağıdaki eşitlikten hesaplanabilir.

$$\text{İlaç/Depo} = \frac{\text{Depo hacmi (L)} \times \text{Doz} \left(\frac{\text{L}}{\text{ha}} \text{ veya } \frac{\text{g}}{\text{ha}} \right)}{\text{İlaç normu} \left(\frac{\text{L}}{\text{ha}} \right)}$$

Örneğin; 600 L'lik depoya, uygulama dozu 2 L/ha olan ilaçtan, ilaç normu 240 L/ha olacak şekilde yapılacak uygulama için bitki koruma ürünü aşağıdaki hesaba eklenmelidir (Şekil 6.25).

$$\text{İlaç/Depo} = \frac{600 \times 2}{240} = 5 \text{ L}$$



Şekil 6.25. Depo karışımının hazırlanması

Etkili bir ilaçlama ve ilaçlanan yüzeyler üzerinde kalan aşırı pestisit kalıntıları azaltmak için pülverizatörün kalibrasyonu belirli aralıklarla yapılmalıdır. Çalışma koşulları ve kullanılan kimyasaldaki değişimler yeni bir kalibrasyon gerektirmektedir. Ayrıca memelerde oluşan aşınmalar ile verdi arttığından veya azaldığından kalibrasyon çok önemlidir. Verdi artıkça hedeflenen ilaç normun-

dan daha fazlası tarlaya uygulanmaktadır. Verdi azaldıkça ise hedeflenen ilaç normundan daha az ilaç tarlaya uygulanmakta ve etkisiz bir ilaçlama ortaya çıkmaktadır.

6.4.2. Sırt pülverizatörlerinin kalibrasyonu

Traktörle çekilir veya asılı tip tarla ve bağ-bahçe pülverizatörlerinin yanı sıra sırt pülverizatörleri de bazı ilaçlamalarda kullanılmaktadır. Eğer sırt pülverizatörleri veya tabanca ile ilaçlama söz konusu ise kalibrasyon aşağıdaki işlem basamaklarına göre yapılabilir:

- 100 m²'lik bir alan işaretlenir.
- Depoya ölçülü miktarda su konularak bu alan ilaçlanır ve depoda kalan su miktarı ölçülür (Püskürtme, ilaçlı su zerrelere bitkide damla oluşturup akmayacak şekilde olmalıdır). İlaçlama öncesi ve sonrasındaki su miktarı arasındaki fark kaydedilir. Aşağıdaki formülden ilaç normu (L/ha veya L/da) hesaplanır.

$$\text{İlaç normu} = \frac{\text{Harcanan su miktarı (L)}}{\text{İlaçlanan alan (da,ha)}}$$

- Ölçülen norm ile önerilen norm karşılaştırılır. Eğer gerçek norm, önerilen veya hedeflenen normdan % 5 daha yüksek veya daha düşük ise ya basınç, ya ilerleme hızı ya da her ikisinde de ayarlamalar yapılarak kalibrasyon yenilenir.
- Depoya konulacak ilaç miktarı aşağıdaki eşitlikten hesaplanır

$$\text{İlaç/Depo} = \frac{\text{Depo hacmi (L)} \times \text{Doz (L/ha veya g/ha)}}{\text{İlaç normu (L/ha veya L/da)}}$$

veya

- Makinenin deposu temiz su ile doldurulur.
- Tarlada bitkisel örtüyü veya yüzeyi ıslatacak şekilde sabit bir yürüme hızında ve meme için tavsiye edilen basınçta depo boşalınca kadar bu su püskürtülür (Püskürtme, ilaçlı su zerrelere bitkide damla oluşturup akmayacak şekilde olmalıdır).

- Su bittikten sonra ıslanan alan ölçülür. Aşağıdaki formülden ilaç normu (L/ha veya L/da) hesaplanır.

Harcanan su miktarı (L)

İlaç normu= -----

İlaçlanan alan (da, ha)

- Ölçülen norm ile önerilen norm karşılaştırılır. Eğer gerçek norm, önerilen veya hedeflenen normdan % 5 daha yüksek veya daha düşük ise ya basınç ya ilerleme hızı ya da her ikisinde de ayarlamalar yapılarak kalibrasyon yenilenir.
- Depoya konulacak ilaç miktarı aşağıdaki eşitlikten hesaplanır.

Depo hacmi (L) x Doz (L/ha veya g/ha)

İlaç/Depo= -----

İlaç normu (L/ha veya L/da)

Örneğin; deposu 20 litre olan bir sırt pülverizatörü ile 2 m genişliğinde ve 100 metre uzunluğunda bir alan (200 m²=0,2 da) ıslatılmış olsun. Buna göre ilaç normu;

20 L

İlaç normu= ----- = 100 L/da

0,2 da

250 mL/da dozda önerilen preparatın makinenin deposuna koyulacak miktarı ise;

20 L x 250 mL/da

İlaç/Depo = ----- = 0,05 L =50 mL

100 L/da x 1000

Yüksek ilaç normları gerektirdiğinden tabanca ile ilaçlama, özel koşullar hariç tercih edilmemelidir.

6.5. Bitki Koruma Ürünlerinin Çiftlik Arazisi İçinde Taşınması ve Hazırlanması

Taşıma: Bitki koruma ürünleri, tehlikeli maddelerin karayoluyla taşınması yönetmeliğine uygun olarak deneyimli kişiler tarafından taşınmalıdır. Araçta

ürünün yerleştirileceği bölmede akmaya veya sızıntıya sebep olabilecek delici ve kesici parçalar bulunmamalıdır. Ürünlerin taşınmasında aşağıdaki hususlar göz önünde bulundurulmalıdır.

- ✓ Ürün orijinal ambalajı içinde ve okunabilir etiketi ile taşınmalıdır.
- ✓ Dökülme riskine karşı orijinal ambalaj plastik bir torba ya da yerleştirilmelidir.
- ✓ Depolamaya bağlı riskleri azaltmak için ihtiyaç duyulduğu kadar pestisit satın alınmalı ve taşınmalıdır.
- ✓ Ürünün taşıma sırasında sızıntı yapıp yapmadığı kontrol edilmelidir.
- ✓ Ani dökülme riskine karşı kişisel koruyucu ekipmanlar üründen uzak bir yerde hazır bulunmalıdır.
- ✓ Ürün ambalajı çarpma ve darbelere maruz bırakılmamalıdır.
- ✓ Ürün pülverizatörün deposuna karıştırılıp seyreltildikten sonra da taşıma sırasında hiçbir noktadan sızıntı olmamasına dikkat edilmelidir.
- ✓ Traktörle seyir halindeyken pülverizatördeki tüm meme, hortum ve valflerin kapalı olup olmadığı kontrol edilmelidir.
- ✓ Pülverizatör deposu seyreltilmiş pestisit ile dolu ise deposunun üzerinde pestisit bilgisi verilmelidir.

Hazırlama: İlaç uygulamasına başlamadan önce bitki koruma ürünün pülverizatör deposunda su ile karıştırılması aşamasında aşağıdaki hususlar göz önünde bulundurulmalıdır.

- ✓ Ürünün etiketi dikkatlice okunarak önerilen talimatlar izlenmelidir.
- ✓ Uygun kişisel koruyucu ekipman kullanılmalıdır. Koruyucu iş tulumu, nitril eldivenler, maske, yüz siperi ve lastik çizmeler asgari koruyucu ekipmanlardır.
- ✓ Kullanılacak pülverizatörün kalibrasyonu tamamlanmış olmalıdır.
- ✓ Depoya konulacak bitki koruma ürününün miktarı ve ilaç normu kalibrasyon yapılırken hesaplanmalıdır.
- ✓ Depo karışımı kullanımdan hemen önce hazırlanmalı ve bekletilmemelidir.
- ✓ Karışım su kaynaklarından uzakta ve çevre için güvenli bir yerde hazırlanmalıdır.
- ✓ Kontaminasyonu önlemek için hazırlama işlemi yapılan yer düzenli olarak değiştirilmelidir.

İlaç uygulamasının tamamlanmasının ardından pülverizatör en kısa sürede içten ve dıştan yıkanarak temizlenmelidir. Yıkama işlemi su kaynaklarından uzakta ve tüm parçaların arınması sağlanacak şekilde tamamlanmalıdır.

6.6. Pülverizatörlerin Seçim ve Bakım Tekniği

Başarılı bir kimyasal savaş, en az ilaç kullanarak en yüksek biyolojik etkinliğin sağlanması, çevre kirliliğinin en aza indirilmesi ve ekonomik bir ilaç uygulamasıyla mümkündür. Bu amacın gerçekleştirilebilmesinde en uygun makine seçiminin rolü büyüktür. Ayrıca bu ekipmanların ayar ve bakımlarının doğru bir şekilde yapılarak en uygun işletme koşullarında çalıştırılmaları gerekmektedir.

Bir tarımsal işletmede kullanılacak pülverizatörün seçiminde dikkat edilmesi gereken hususlar aşağıdaki gibidir:

- ✓ İşletmenin büyüklüğü, ürün deseni ve üretim için uyguladığı tarımsal yöntemler,
- ✓ Ekim genişliği ve arazi şartları,
- ✓ Hedef bitki ve zararlı etmenin özellikleri,
- ✓ İlaçlama tekniği,
- ✓ İlaçlama sayısı ve pestisit özellikleri,
- ✓ İlaç uygulamaları sırasında ihtiyaç duyulacak ilerleme hızı,
- ✓ Traktör modeli ve teknik özellikleri,
- ✓ İlaç uygulamaları için maliyet, işçi sayısı ve işçi sağlama durumu,
- ✓ Üretici firmanın kullanılan teknoloji ve güvenilirlik açısından incelenmesi,
- ✓ Seçimi yapılacak pülverizatörün kullanma, ayarlanabilme kolaylığı, manevra, emniyet, konfor, yapısal sağlamlık, tamir-bakım ve servis-yedek parça durumlarının incelenmesi,
- ✓ Alım ve nakil olanakları ile ödeme koşullarının incelenmesi,
- ✓ Pülverizatörün, Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı tarafından verilen deney raporuna sahip olması.

Pülverizatörün seçimi yapıldıktan sonra, üzerinde yer alan ve ilaçlamanın etkinliğini doğrudan değiştiren ilaçlama başlıklarının (ilaçlama memeleri) uygun olup olmadığı da mutlaka değerlendirilmelidir.

Pülverizatörlerin ömürlerini uzatmak ve verimliliklerini artırmak için tamir, bakım ve koruma esaslarının yerine getirilmesi gerekmektedir. Pülverizatörlerin bakımları işe hazırlama, iş sonrası bakım ve mevsimlik bakım olarak yapılmaktadır.

İşe hazırlama bakımı

- ✓ İş öncesi sökülmüş parçalar yerine takılmalı ve çalışmayı engelleyecek unsurlar ortadan kaldırılmalıdır.
- ✓ İşleyen parçalar için yağlama gerekiyorsa yapılmalıdır.
- ✓ Emniyet düzenleri kontrol edilmelidir.
- ✓ Yağ ve yakıt kontrolü yapılmalıdır.
- ✓ Filtreler kontrol edilip temizlenmelidir.
- ✓ Memeler kontrol edilip temizlenmeli ve eksik varsa tamamlanmalıdır.
- ✓ Pülverizatör ayarları (kalibrasyonu) temiz su ile yapılmalıdır.

İş sonrası bakımı

- ✓ Pülverizatörün kullanımından hemen sonra temizlenmesi makinenin güvenliği ve bir sonraki yapılacak ilaç uygulamasına hazırlık açısından yararlı olur. Ayrıca parçaların zarar görmesi de engellenir. Pülverizatörün temizlenmesi sırasında aşağıdaki işlem basamakları takip edilmelidir:
- ✓ Depoda kalan ilaçlı sıvı en az 10 kat su ile seyreltilerek ilaçlanan alana atılmalıdır.
- ✓ Korumacı kıyafetler mutlaka kullanılmalı, eğer gerekiyorsa deterjan veya ilacı temizleyecek diaktif maddeler yıkama sırasında kullanılmalıdır.
- ✓ Pülverizatörün ve traktörün dış yüzeyleri de yıkanmalıdır.
- ✓ Depo ve depo ağzındaki filtre temizlenmelidir.
- ✓ Pompa çalışırken deponun içi temizlenmelidir. İlaçla temas eden bütün parçalar yıkanmalıdır.
- ✓ İlaçlama sıvısı tamamiyle boşaltıldıktan sonra pompa durdurulup depoya en az 1/5'i kadar temiz su doldurulmalı ve temizlik maddeleri eklenmelidir.
- ✓ Pompa yeniden çalıştırılarak bütün parçaların depoda hazırlanan bu karışımla temizlenmesi sağlanmalıdır.

- ✓ Depo, boşaltma tapası açılarak boşaltılmalı ve pompa kısa bir süre boşta çalıştırılmalıdır.
- ✓ Pompa durdurulduktan sonra tıkanma ihtimaline karşı tüm filtre ve memeler çıkarılıp temizlenmelidir.
- ✓ Filtre ve memeler takıldıktan sonra, bazı ilaçların aşındırıcı etkiye sahip olması nedeniyle depo kapağı açık bırakılmalıdır.

Mevsimlik bakım

- ✓ Mevsimlik bakım tüm ilaçlamalar tamamlandıktan sonra yapılacak bakımdır.
- ✓ Tamir, yağlama, revizyon ve değiştirme gereksinimi olan parçalar gözden geçirilmeli ve gerekli bakım işlemleri tamamlanmalıdır.
- ✓ Kullanılmayan dönemde pülverizatör hangar, garaj, sundurma gibi koruma alanlarında bulundurulmalıdır. Böylece güneşliği ve yağış sebebiyle oluşacak deformasyonlardan korunma sağlanmalıdır.
- ✓ Özellikle kışa girerken pompa, memeler ve hortumlar sökülerek temizlenip ayrı bir yerde saklanmalıdır. Sökülemeyen bağlantı ve boşaltma elemanları da koruma malzemesiyle sarılmalıdır.
- ✓ Çekilir tip pülverizatörlerde lastiklerin basıncı aralıklı olarak kontrol edilmeli ve şişirilmelidir.

Ülkemizde BKÜ uygulama makinaların bakım, temizlik ve kalibrasyonu genel olarak çok dikkat edilmeyen bir konudur. Bu nedenle doğru ilaç ve norm seçilse dahi bazen istenen biyolojik etki elde edilemediği gibi kalıntı riski de ortaya çıkabilmektedir.

KAYNAKÇA

Augusto J., Brenneman T. B. Culbreath A. K. and Sumner P. 2010. Night spraying peanut fungicides II. application timings and spray deposition in the lower canopy. Plant Disease / Vol. 94 No. 6.

Anonymous 2001. <http://www.pestnetwork.com/continue/pestdrift.html> (accessed: January 2001)

Anonymous 2009a. Spray nozzle classification by droplet spectra. S572.1.: ASABE St. Joseph., Michigan.

Anonymous 2009b. Spray nozzle classification. <http://www.bcpc.org/open-access/classic-publications> (accessed: January 2009).

Anonymous 2012. Private Pesticide Applicator Training Manual 19th Edition Methods Of Pesticide Application And Types Of Equipment, Chapter 9. <https://www.extension.umn.edu/agriculture/pesticidesafety/ppatmanual.html> (accessed: January 2012)

Anonymous 2015. Night spraying outperforms dawn for weed management. Science Issue of Canola Digest.

Anonymous 2017a. Post- Harvest applications of rounup brand agricultural herbicides. crop protection. Tech Bulletin. http://www.rounup.ca/uploads/documents/CP_Post%20Harvest%20Application.pdf (accessed: January 2017).

Anonymous 2017b. <https://www.ag.ndsu.edu/winterstorm/winter-storm-information-farm-and-ranch-information/farm-and-ranch-crops-general/herbicide-use-during-cold-weather> (accessed: January 2017).

Anonymous 2017c. <http://psep.cce.cornell.edu/Tutorials/core-tutorial/module19/index.aspx> (accessed May 2017).

Celen I. And Onler E. 2011. Agricultural and Biological Sciences, Pesticides in the Modern World - Pesticides Use and Management Chapter 8, SBN 978-953-307-459-7, Published: October 21, 2011 under CC.

Deveau J. and Beaton D. 2011. Pesticide Drift from Ground Applications. OMAFRA Factsheet 88-118.

Fishel F. M. and Ferrell J. A. 2013. Managing Pesticide Drift1 PI232. Agronomy Department, UF/IFAS Extension. <http://edis.ifas.ufl.edu>.(accessed: August 2013)

Grisso R., Hipkins P., Askew S.D., Hipkins L. and McCall D. 2013. Nozzles: Selection and Sizing Fact Sheet Publication 442-032. <https://www.ext.vt.edu> (accessed: March 2013)

Hembree K. 2010. Drift Management. <http://cefresno.ucdavis.edu>. (accessed: October 2010)

Himel C.M. 1969. The optimum size for insecticide spray droplets. Journal of Economic Entomology, 62:919-925.

Hooven L., Sagili R. and Johansen E. 2013. How to reduce bee poisoning from pesticides. A Pacific Northwest Extension Publication L Pnw 591.

Kard B., Shelton K. and Luper C. 2013. Pesticides in residential areas, protecting the environment. Oklahoma Cooperative Extension Fact Sheets.

Landers A. 2012. Improved Pesticide Application Technologies

<http://www.nysaes.cornell.edu/ent/faculty/landers/pestapp> (accessed: April 2012)

Majek B. 2014. Annual weed control in vineyards. plant and pest advisory. <http://plant-pest-advisory.rutgers.edu/annual-weed-control-in-vineyards-2/>

Malik R.K., Pundir A., Dar S.R., Singh S.K., Gopal R., Shankar P.R., Singh N. and Jat M.L. 2012. *Sprayers and Spraying Techniques – A manual*, CSISA, IRRI and CIMMYT. 20 pp.

Matthews G.A. 1992. Pesticide Application Methods. 2. Edition, Longman, New York, 405p.

Özkan H.E. 1995. Herbicide formulations, adjuvants and spray driftmanagement. In:Hand on Weed Management Systems, Chapter 7,Ed:A.E. Smith, Marcek Dekker Inc., pp.217-244, USA.

Schick R.J. Spraying Technology Reference Guide Spraying Systems Co. Bulletin No. 459C. http://www.spray.com/literature_pdfs/B459C_Understanding_Drop_Size.pdf (accessed: April 2016)

Stover E., Scotto D., Wilson C. and Salyani M. 2002. Spray Applications to Citrus: Overview of Factors Influencing Spraying Efficacy and Off-target Deposition1. Horticultural Sciences Department, Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida. HS851 Publication Date: April.2002.

Southcombe E.S., Miller P.C.,Ganzelmeier H.,Van De Zande J.C., Miralles A.and Hewitt A.J. The International (Bcpc) Spray Classification System Including A Drift Potential Factor The 1997 Brighton Crop Protection Conference(-re-scanned: RPB, April 2005)

Strange M. 2012. What are Dormant Sprays? Master Gardener Newspaper Articles.<http://ucce.ucdavis.edu/files/datastore/268-329.pdf> (accessed: February 2012)

Wolf R. 2000. Equipment to Reduce Spray Drift. Application Technology Series. Biological and Agricultural Engineering Dept. Fact Sheet Kansas State University.



***BİTKİ KORUMA
MAKİNELERİNİN
KULLANIMI VE YENİ
TEKNOLOJİLER***

*Dr. Yasemin SABAHOĞLU
Dr. Arzu AYDAR*



BİTKİ KORUMA MAKİNELERİNİN KULLANIMI VE YENİ TEKNOLOJİLER

7. Dr. Yasemin SABAHOĞLU
Dr. Arzu AYDAR

Kimyasal mücadelede ilaç uygulama etkinliğine ilaçlama ekipmanının tipi, tasarımı ve ilaçlama normu (standart ölçü, olması gereken miktar) önemli derecede etki etmektedir. Bu nedenle gerek tarla ve gerekse bağ-bahçe uygulamalarında, ülkemiz koşullarında ilaçlama normlarını belirlemek ve bu bilgileri teknik personele ve üreticilere ulaştırmak son derece önemlidir. Tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de kimyasal mücadelede hergün yeni teknolojiler, makineler ve aletler üretilmektedir. Bu sebeple makinelerin genel çalışma ve kullanım prensiplerinin bilinmesi ve üretici şartlarında ilaçlama normlarının ayarlanabilmesi çevre sağlığı, halk sağlığı ve etkili bir kimyasal mücadele için son derece önemlidir.

7.1. Türkiye’de Bitki Koruma Makinelerinin Mevcut Durumu

Ülkemizde ilaç uygulaması yapan çiftçilerin çoğu, ilacın büyük bir bölümünün hedefe ulaşmadığını ve yetersiz etkinlik olabileceğini düşünerek yüksek uygulama hacimlerinde ya da ilacın dozunu artırarak ilaçlama yapmaktadır. Özellikle meyve bahçelerinde, bitki tacı (kanopisi) yoğun olduğundan oldukça yüksek ilaç normları kullanılmaktadır. Aynı şekilde herbi-

sit uygulamalarında da çok miktarda ilaç tüketimi ile karşılaşmaktadır. Tarım arazilerinin genellikle küçük parçalara bölünmüş olması da nitelikli makine ve aletlerin kullanımını zorlaştırmakta ve etkinliği daha az düşük teknolojiye uygulama aletlerinin kullanımına sebebiyet vermektedir. Örneğin küçük parsel ilaçlamalarında ya da traktör girişinin zor olduğu eğimli/ engebeli arazilerde, hidrolik memeli tabanca ile ilaçlama yapılan sırt pülverizatörü veya sırt atomizörü kullanılmaktadır (Şekil 7.1).



a) Sırt pülverizatörü



b) Sırt atomizörü

Şekil 7.1. Sırt pülverizatörleri (a) ve atomizörü (b)

Traktörle çalışmaya uygun olan daha büyük bahçelerde yardımcı hava akımlı bahçe pülverizatörleri kullanılmaktadır (Şekil 7.2). Üzerinde hidrolik konik hüzmeli meme bulunan bu pülverizatörler çoğunlukla yuvarlak bumlu olarak tasarlanmakla birlikte son yıllarda özellikle düzgün tesis edilmiş bodur/yarı bodur meyve bahçelerinde ve telli terbiye sistem ile tesis edilmiş bağlarda kullanılmak üzere kule tipi bum sistemine sahip pülverizatörlerde yerli olarak üretilmektedir (Şekil 7.3).



Şekil 7.2. Yardımcı hava akımlı bahçe pülverizatörleri



Şekil 7.3. Kule tipi yardımcı hava akımlı bahçe pülverizatörleri

Benzer şekilde tarla ilaçlamalarında da orta ve yüksek hacim uygulamalarına uygun hidrolik tarla pülverizatörleri yaygın olarak kullanılmaktadır (Şekil 7.4). Bu pülverizatörler depo kapasitelerine ve çatı yüksekliklerine göre traktöre asılır ya da çekilir tip olarak imal edilmektedir. Özellikle mısır gibi bitki yüksekliği fazla olan ürünlerde kullanılmak üzere çekilir tip, yüksek çatılı ve ince tekerlekli pülverizatörler üretilmektedir.



Şekil 7.4. Hidrolik tarla pülverizatörleri

Son yıllarda dünyaya paralel olarak ülkemizde de bodur meyve yetiştiriciliğindeki artış, gelişen seracılık teknolojisi vb. nedenler daha düşük hacimde ilaç uygulama imkanlarını sunan makinelerin üretimi ve kullanımını gündeme getirmiştir. Ülkemiz tarım makineleri sektörünün her geçen gün kapasitesini büyütmesi ve teknolojisini geliştirmesi, üretici ve tüketicilerde artan gıda güvenirliliği bilinci daha az kimyasal kullanarak yeterli biyolojik etki almakla ilgili çalışmaların artmasına neden olmuştur. Bu çalışmalar kapsamında bazı firmalar düşük hacim uygulamasına uygun tarla ve bağ/bahçe pülverizatörleri imalatına başlamıştır. Böylece hedefe yönelik ilaçlama yapabilen farklı tasarımlara sahip yeni teknolojiler geliştirilmeye ve kullanılmaya başlanmıştır.

7.2. Bitki Koruma Makinelerindeki Yeni Teknolojiler

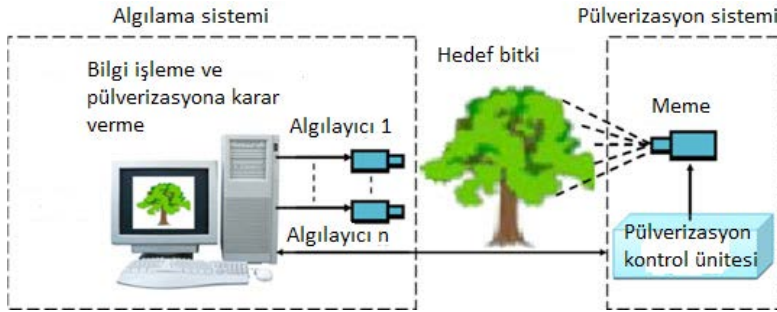
Geleneksel ilaçlama sistemleri kullanıldığında atılan ilacın %30'dan daha az bir miktarı hedefe ulaşmakta kalan kısmı hedef dışı alan veya organizmalara gitmektedir. Pestisit uygulamalarındaki uygun ekipman ve teknoloji eksikliği yüksek kimyasal girdisine neden olarak ekonomik açıdan da kayıplara neden olmaktadır. Özellikle meyve bahçeleri konvansiyonel pülverizatörler ile ilaçlandığında uygulama başladıktan sonra hedef ağaçların şekil ve boyutlarına göre pülverizatör üzerinde ayarlamalar yapmak mümkün olmadığından, eğer makine kalibrasyonu yapılmamış ve ilaçlama normuda ayarlanmamışsa bazı alanlar hiç ilaçlanmadığı gibi bazı alanlarda ise fazla ilaçlama veya kayıplar yaşanabilir.

Bu nedenle son yıllarda bitki koruma makinelerin geliştirilmesine ve iyileştirilmesine yönelik çalışmalarda; sürüklenme yoluyla oluşan ilaç kayıplarını azaltarak püskürtülen ilaç damlalarının hedefte toplanma etkinliğini artırmak, bitki kanopisi içerisine ilaç penetrasyonunu artırmak, yaprak alt yüzeylerinde toplanan kalıntı miktarını azaltmak, hedef olmayan alanlara ilaç püskürtülmesini önleyerek ilaç tüketimini azaltmak ve böylece ilaçlama maliyetini düşürmek gibi hedeflere ulaşmak için mevcut ekipmanlarda bazı değişiklikler yapılması ya da bazı yeni sistemlerin kullanıma sunulması amaçlanmaktadır. Bu sistemlere genel olarak akıllı pülverizatörler denilmektedir.

7.2.1. Akıllı (Smart-Intelligent) pülverizatörler

Hedef odaklı ilaçlama yaparak pestisit tüketimini ve pestisitlerin çevre üzerinde oluşturduğu riskleri azaltmayı amaçlayan akıllı pülverizatörler hedefi algılama, püskürtme ve kontrol sistemlerinden oluşmaktadır. Günümüzde tarımsal üretimde özellikle yabancı ot kontrolü, bitki görüntüleme ve bahçe yönetimi konularında yaygın olarak araştırılmakta ve kullanılmaya başlanmaktadır.

Tüm akıllı pülverizasyon sistemlerinde hassas bir pülverizasyon işleminin gerçekleştirilebilmesi için algılama teknolojisi önemli bir rol oynamaktadır. Bu sistemlerde uygulanan algılama teknikleri spektral yansımayı ve uzaktan algılamayı içermektedir. Bu pülverizatörler, hassas tarım uygulamalarında maksimum etkinlik ve verimlilik sağlayan pülverizasyon sistemlerinden oluşmaktadır. Pülverizasyon sistemleri ise hedefi algılama ve püskürtme ünitelerinden oluşmaktadır (Şekil 7.5). Algılayıcılar, veri işleme ve karar verme üniteleri algılama sistemini ortaya koymaktadır. Püskürtme sistemi ise püskürtme kontrol ünitesi ve pülverizatörden oluşmaktadır (Hong et al. 2012).



Şekil 7.5. Akıllı pülverizasyon sistemi

Hedefi algılayarak ilaçlama yapabilen pülverizasyon sistemleri yabancı ot mücadelesinde ve bağ-bahçelerdeki pestisit uygulamalarında kullanılmaktadır. Yabancı ot mücadelesinde, otların sınıflandırılması ve konumunun algılanması bu sistemlerle yapılabilmekte ve tarladaki yabancı otlar ve kültür bitkileri ayrı ayrı algılanabilmektedir. Bağ ve bahçelerdeki kimyasal mücadelede ise hedef algılama sistemleri bitkinin konumunu, ağacın hacmini, hastalık oranı ve şiddetini algılayabilmekte ve püskürtme işlemi bu bilgilere göre yapılabilmektedir.

Hedef algılama sistemleri görüntü algılama, spektrometre, uzaktan algılama ve termal algılama gibi algılayıcılardan oluşmaktadır. Bu algılayıcılar farklı dalga boylarında çalışmaktadırlar. Algılama sistemlerinde görüntüler bitkinin fiziksel özellikleri, dokusu ve ışığı yansıtma özelliklerine göre değerlendirilmektedir. Bu özelliklerine göre bitkiler algılanmakta ve sınıflandırılmaktadır (Song et al. 2015).

7.2.1.1. Uzaktan algılama yöntemi

Uzaktan algılama yöntemi cisimlerle direkt temas etmeden fiziksel özellikleri hakkında bilgi elde etmek olarak tanımlanmaktadır. Bu yöntem arazi kullanımında ortaya çıkan değişikliklerin tespit edilmesinde ve sürdürülebilir çevre çalışmalarında kullanılmaktadır. Uzaktan algılama sistemleri kullanıcılara strateji belirleme ve zamanında karar verme olanağı sağlamaktadır. Tarımsal uygulamalarda bu algılama yöntemi bitkilerin birbirinden ayrılarak sınıflandırılması, hassas tarım ve hastalık-zararlı yönetiminde kullanılmaktadır (Kavzaoğlu ve Çölkesen 2011). Uzaktan algılama yöntemi ile uydu aracılığıyla nesneler büyük ölçekli olarak algılanmaktadır. Bu yöntem hedeften yansıyan güneş ışınlarını algılama esasına dayanmaktadır. Bitkiler farklı dalga boylarında farklı yansıma ve soğurma özelliklerine sahiptirler. Bu nedenle tarladaki bitki, yabancı ot ve toprak farklı yansıma özellikleri göstermektedir. Böylece uydu aracılığı ile uzaktan gönderilen görüntülerde, bitkiler farklı yansıma özellikleri ile ayırt edilebilir.

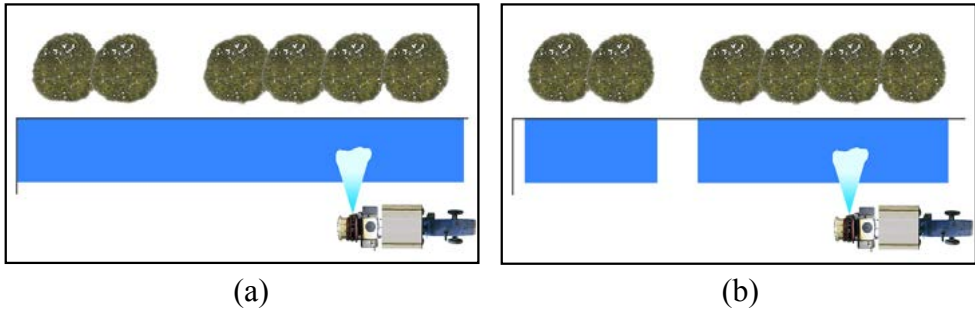
mektedir. Bu yöntem kullanılarak bitkilerde veya alanda hastalık veya zararlı yoğunluğu da tespit edilebilmektedir.

7.2.1.2. Ultrasonik algılama yöntemi

Geleneksel büyük bahçelerde farklı meyve ağacı çeşitleri, farklı sıra arası ve üzeri mesafeler ve farklı ağaç şekil ve boyutları ile aynı bahçede bulunabilmektedir. Benzer özellikteki bağ ve bahçelerde bile omca/ağaçların yükseklik, genişlik ve yoğunlukları yetiştirme sezonuna bağlı olarak değişmektedir. Doğru ilaç uygulama hacminin belirlenmesi özellikle erken dönemde doz aşımı geç dönemde ise etkili dozun altında kalarak etkisizlik sorunlarını ortaya çıkarması açısından önemlidir. Yanlış uygulamalar zararlının direnç kazanmasına ve hastalık ve zararlı kontrolünde etkisizliğe neden olabilmektedir. Bu nedenle ilaç uygulamasının etkinliğini optimize etmek için ağaç hacminin ve buna bağlı olarak uygulama hacminin hesaplanarak ilacın uygulanması oldukça önemlidir.

Ultrasonik algılayıcılar yüksek frekanslı ses dalgaları üreterek, algılayıcı tarafından geri alınan ses dalgalarını değerlendirilmektedir. Bu nedenle ultrasonik algılama sistemleri ağaçların boyutunu, yoğunluğunu ölçmekte ve buna göre pülverizasyon sistemini kontrol etmektedir (Stajneko et al. 2012). Bu sistem % 90'ın üzerinde ortalama doğrulukla ağaçların hacmini tahmin edebilmektedir. Ultrasonik algılayıcıların en önemli avantajları sağlam yapılı ve düşük maliyetli oluşlarıdır. Ancak ses dalgalarının sapma açısından dolayı ölçüm mesafelerindeki artışla birlikte hata payları da artmaktadır. Aynı zamanda bu algılayıcıların doğrulukları ortam sıcaklığı, nemi ve traktör hızından etkilenebilmektedir (Chen et al. 2012).

Ultrasonik algılayıcıların kullanıldığı ilaç uygulamalarında, kapama ilaçlama yapan geleneksel sistemlerin (Şekil 7.6a-b) aksine ağacı gördüğünde pülverizasyona devam eden ağacı görmediğinde pülverizasyonu kesen algılama sistemine sahip pülverizatörler kullanılmaktadır (Escola et al. 2007).



Şekil 7.6. Konvansiyonel ve ultrasonik uygulama tekniği

7.2.1.3. Lazer tarama ile algılama yöntemi

Lazer genellikle elektromanyetik radrasyonları, görünür ışık ve yakın kızıl ötesi ışığı yaymak ve ölçmek için kullanılmaktadır. Lazer tarama ve algılama sistemi hedefe giden ve geri dönen ışık süresini kullanarak hedefin mesafesini hesaplamaktadır. Lazer tarama sistemi ağacın yüksekliğini, genişliğini ve hacmini ölçmek için kullanılabilir (Wei and Salyani 2004).

Lazer tarama sistemleri ultrasonik algılayıcılara göre kısmen daha pahalı olmakla birlikte daha yüksek doğruluk oranı ve tarama seçeneği gibi avantajlara sahiptir. Lazer tarama sistemi ile kısa bir zaman periyodunda daha fazla hedef bilgisi toplanabilmekte ve bu sistemler hava ve çevre koşullarından ultrasonik algılayıcılar kadar etkilenmemektedirler. Bu sistemler bahçe uygulamalarında değişken uygulama hacimli pülverizatör geliştirilmesinde daha etkili kullanılmaktadır.

7.2.1.4. Termal görüntüleme yöntemi

Termal görüntüleme yöntemi temas ve yayılma olmaksızın ısı algılamaya dayalı bir teknolojiyi içermektedir. Isı akımındaki değişiklikler, madde yüzeyinde kısmi ısı değişimine neden olmaktadır. Termal bir kamera elektromanyetik spektrumun termal bölgesindeki radrasyonu algılamakta ve bu radrasyonun görüntüsünü üretmektedir. Yaprığın yüzey sıcaklığı bitki türünden, bitkinin yetiştirme koşullarından ve iklimsel faktörlerden etkilenmektedir. Termal görüntüleme tarladaki bitki sıcaklık dağılımını ve bitkinin enerjisini izlemekte ve böylece bitki hastalık belirtisinin belirlemede ve ilaçlamanın kontrolünde kullanılabilir.

7.3. Elektrostatik İlaçlama Tekniği

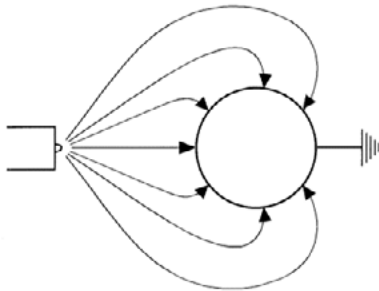
Özellikle bitki yoğunluğunun az olduğu ilk vejetasyon döneminde konvansiyonel ilaçlama teknikleri ile tekdüze dağılım ve yüksek biyolojik etkinliğe ulaşılabilmektedir. Ancak bitki yoğunluğunun artmasıyla birlikte pestisit bitki içine penetrasyonu ile ilgili birtakım problemler ortaya çıkmakta, penetrasyon kötüleşmekte ve bitki üst yüzeylerinde aşırı doz etkisi oluşurken bitki alt bölgelerinde ise etkisizlik ortaya çıkmaktadır. Buna bağlı olarak biyolojik etkinlik değerleri düşmektedir.

Pestisit uygulamalarının pek çoğu hedefe yönelik olarak ürünün ön ve üst yüzeyinden yapılmaktadır. Yoğun bitki kanopisine sahip ürünlerde bitkinin her bir bölgesi püskürtülen ilacın ancak yarısını yakalayabilmektedir. Böylece püskürtülen ilacın sadece % 3'ü bitki yaprak alt bölgesine ulaşabilmektedir. Bununla

birlikte hastalık ve zararlılar kanopi içinde ve kanopinin daha alt ve iç bölgelerinde daha yaygın görülmektedir. Dolayısıyla kanopi içerisindeki kontrol zayıf olmakta ve bu durum verim ve kalitede düşüşe sebep olmaktadır.

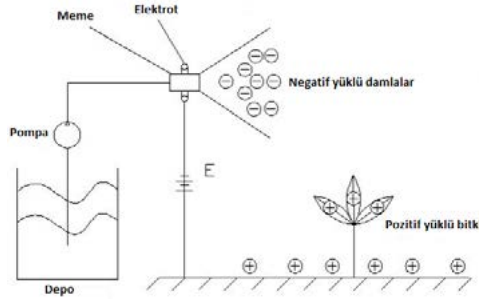
Elektrostatik ilaçlama tekniği, uzun yıllardır araştırılmaya başlanmış olup uzun yıllar içerisinde bağ-bahçe, tarla ve sera uygulamaları için farklı pülverizatörler geliştirilmiştir. Elektrostatik ilaçlama tekniği tüm çevresel riskleri ortadan kaldırmak için geliştirilmiş bir ilaçlama tekniğidir. Bu teknik; tekdüze damla boyutunun oluşturulması, hedef yüzey üzerindeki damla dağılım düzgünlüğü, tutunma, kaplama oranlarının iyileştirilmesi üzerinde oldukça iyi bir performans sahiptir.

Elektrostatik ilaçlama tekniği; elektrostatik kuvvet yardımıyla damla bulutunun hedef yüzeye doğru pülverizasyonu esasına dayanmaktadır. Bu teknikte en önemli unsur yüksek potansiyele sahip olan elektrostatik memedir. Yüklü damlalar memeden püskürtüldüğünde, üzerine etki eden kuvvete bağlı olarak, hedef alan hattı boyunca hareket etmeye zorlanmakta ve elektrik alan hatları hedef yüzeye ulaşıldığında sonlanmaktadır. Küçük bir damla için elektrostatik kuvvet yerçekimi ya da atalet kuvvetlerinden daha güçlü olduğundan yüklü bir damlanın hareketi elektrostatik kuvvet tarafından kolaylıkla kontrol edilebilmektedir. Elektrostatik çekim gücü ile damlalar bitki yaprak, dal ve meyvelerinin etrafını sarmakta ve arka kısımlarına ulaşmakta ve damlalar bitki yüzeyi ile temas eder etmez elektriksel yüklerini kaybetmektedirler (Şekil 7.7) (Pregler 2009).



Şekil 7.7. Elektrostatik pülverizasyon tekniği

Damlacık oluşumu için pestisit depodan memelere pompalanırken elektrotla sıvı püskürtücü arasındaki elektriksel alan damlayı indükleyerek yükleme yapmaktadır (Şekil 7.8). Negatif yüklü damlalarla pozitif yüklü nesneler arasındaki çekim gücüne dayandırılan bu durum, damlaların hedef yüzey üzerine doğru hareketini kolaylaştırmaktadır (Jia et al. 2013).



Şekil 7.8. Elektrostatik pülverizatörün çalışma prensibi

Elektrostatik pülverizatörler ile küçük ve eşit büyüklükteki damlaların hava ile birleşmesiyle hidrolik pülverizatörlere göre daha iyi kaplama oranına ulaşılmaktadır. Aynı zamanda elektrostatik pülverizatörler tekdüze damla çapı üretimi ve gelişmiş kaplama karakteristikleri ile düşük hacim uygulamalarına uygundur. Düşük hacim uygulamalarına olanak sağlayan bu yöntemde hidrolik pülverizatörlere göre 10-25 kat daha az su kullanımı söz konusudur. Elektrostatik pülverizatörlerde üretilen küçük damlalar ile kimyasalların toksik etki riski de azaltılmaktadır. Çünkü büyük damlalarda içlerinde daha yüksek oranda kimyasal bulunduracağından bitki üzerindeki toksik etki riski de daha yüksek olmaktadır.

Bağ-bahçe, tarla ve sera uygulamaları için farklı kapasiteli elektrostatik pülverizatörler üretilmekte ve uygulamada kullanılmaktadır. Bir elektrostatik pülverizatörün performansı püskürtülen ilacın dağılımı, kaplama oranı, hedef dışı kayıplar ve hedef yüzey üzerindeki pestisit miktarı dikkate alınarak değerlendirilmektedir.

Geleneksel hidrolik bir pülverizatör ile yardımcı hava akımlı elektrostatik pülverizatör püskürtülen ilacın dağılımı açısından karşılaştırıldığında, elektrostatik pülverizatörde püskürtülen ilacın % 60'ının hedef bitki üzerinde, % 9'u sıra üzerinde, % 1'i sıra arasında, %3'ü sıra altında ve %27'si bilinmeyen şeklinde dağılım gösterirken; hidrolik pülverizatörde bu değerler sırasıyla % 16, % 27, %4, %2 ve %51 olmaktadır (Anonymous 2017). Yani elektrostatik pülverizatörle yapılan kimyasal mücadele de hedef bitki alanına ulaşan mahlül oranı dört kat fazladır. Bu ilaçlamanın dört kattan daha fazla başarılı olabileceği, ilaç kaybının en az dörde bire düşürüldüğü sonucunu doğurur. Bu teknolojiler sayesinde azaltılmış doz uygulamaları mümkün hale gelirken çevre sağlığı üzerindeki risklerde azalmış olur. Aşağıda şekil 7.9 - 11'de bağ-bahçe, tarla ve sera uygulamalarında kullanılan elektrostatik pülverizatörleri görülmektedir.



Şekil 7.9. Elektrostatik bağ-bahçe pülverizatörleri (ESS sprayer)



Şekil 7.10. Elektrostatik tarla pülverizatörleri (ESS sprayer)



Şekil 7.11. Elektrostatik sera pülverizatörleri (Kabassima and Parrela 1995)

7.3.1. Kontrollü damla uygulamaları

Kontrollü damla uygulamaları (Controlled Droplet Application, CDA) ilaç kayıplarını azaltmaya ve çevre korumasına yönelik etkili bir ilaçlamayı hedefleyen uygulamalardır. Bu uygulamalarla, gerçekleştirilecek ilaçlamanın niteliğine uygun, optimum boyutlarda damla çapı üretilmesi ve ilaç uygulama hacminin azaltılması amaçlanmaktadır. Böylece hedef yüzey üzerindeki kaplama iyileşmekte ve biyolojik etkinlik artmaktadır. CDA kullanımına uygun düşük hacim uygulamalarında döner diskli memeler kullanılarak konvansiyonel bir sırt pülverizatörüyle uygulanan 250-300 l/ha uygulama hacmi, 10-20 l/ha değerine düşürülebilmektedir. Böylece geleneksel uygulamalara göre ilaç masrafından % 60 civarında tasarruf sağlanırken, uygulama için gereksinim duyulan iş gücü ve zaman da azalmaktadır. Bununla birlikte, bu uygulamalarla yüksek hacim uygulamalarıyla yapılan ilaçlamalara göre operatörün ilaçla teması ve uygulamanın zorluklarından kaynaklanan kullanıcı hataları daha az olmaktadır. Böylece operatör iş güvenliği sağlanmaktadır. Ayrıca CDA uygulamaları, pestisit kullanımını azaltmaya yönelik uygun tüm tekniklerin kombine bir şekilde kullanımını amaçlayan “Entegre Zararlı Yönetimi” (IPM) sisteminin içerisinde de yer almaktadır (Sabahoglu ve Aydar 2007).

Döner diskli memeli el tipi pülverizatörleri hafif yapılı, kullanımı kolay makinelerdir. Daha çok bağ ve bahçelerde, tarla kenarlarında ve seralarda yabancı ot kontrolünde kullanılmaktadırlar. Döner diskli memeli sırt pülverizatörlerinde damlalar havanın etkisiyle hedefe taşınmakta ve iyi bir kaplama ve penetrasyon oluşmaktadır. Bu makinelerle düşük hacim uygulamasıyla 1 depo ile daha geniş alanlar ilaçlanmakta ve verimlilik artmaktadır. Sebze ve meyve bahçeleri, pirinç, pamuk, kahve gibi tarla ürünleri ve sera ilaçlamalarında kullanılmaktadır (Şekil 7.12).



Şekil 7.12. Döner diskli memeli el ve sırt pülverizatörleri (Micron sprayer)

Bağ-bahçe ilaçlamalarında kullanılan döner diskli memeler yardımcı hava akımlı bahçe pülverizatörleri üzerine monte edilmektedir. Böylece ilacın hedefe doğru yönlendirilmesi yardımcı hava akımının etkisiyle olmaktadır. Bu makinelerde penetrasyon, kaplama oranı ve sürüklenme kontrolünde artış; uygulama hacmi, su miktarı, iş gücü ve zaman gereksiniminde azalma hedeflenmektedir. Meyve bahçeleri ve bağlarda insektisit ve fungusit kontrolünde kullanılmaktadırlar (Şekil 7.13).



Genellikle traktöre asılır tipte geliştirilen döner diskli yabancı ot ilaçlama makineleri, meyve bahçelerinde ve bağlarda sıra araları ve ağaç altlarındaki yabancı ot kontrolünde kullanılmaktadırlar. Bu makinelerde döner diskli meme başlıklarının etrafında sürüklenmeyi azaltmaya yönelik bir koruyucu perde bulunmaktadır. Böylece rüzgarlı hava koşullarında da ilaçlama yapmaya olanak sağlanmakta ve kültür bitkisinin herbisitle teması engellenmiş olmaktadır (Şekil 7.14).



Şekil 7.14. Döner diskli memeli yabancı ot ilaçlama makineleri (Micron sprayer)

Sıraya ekimi yapılan ürünlerde sıra arası yabancı ot mücadelesinde kullanılmaktadır. Bunlarda bum yüksekliği farklı sıra arası genişliklerine ve bitki yatağının yüksekliğine göre ayarlanabilmektedir (Şekil 7.15).



Şekil 7.15. Döner diskli memeli sıra arası yabancı ot ilaçlama makineleri (Micron sprayer)

Tarımda artan işçilik maliyetlerinden dolayı yabancı ot mücadelesinde kimyasal mücadelenin oranı hergün daha da artmaktadır. Ülkemiz üreticisi insektist ve fungusit kullanımında daha deneyimli iken herbisit kullanımında daha az tecrübe sahibidir. Ayrıca yabancı ot ilaçlamalarına yönelik mekanizasyonda diğer alanlara göre daha zayıftır. Bu nedenle özellikle yabancı ot mücadelesinde makine seçimi, kalibrasyon ve ilaçlama normu için teknik destek alınmalıdır.

KAYNAKÇA

Anonymous 2017. What Growers Should Know About Air-Assisted Electrostatic Spraying, SwissFoodTechManagement,Inc. <http://www.iandmsmith.com/upload/WhatGrowersShouldKnow2.pdf>

Chen Y., Zhu H. and Ozkan H.E. 2012. Development of A Variable-Rate Sprayer With Laser Scanning Sensor To Synchronize Spray Outputs To Tree Structures. Transactions of the ASABE, Vol. 55(3): 773-781, ISSN 2151-0032.

Escolà A., Camp F., Solanelles F., Llorens J., Planas S., Rosell J. R., Gràcia F., Gil E. and Val L. 2007. Variable Dose Rate Sprayer Prototype For Dose Adjustment In Tree Crops According To Canopy Characteristics Measured With Ultrasonic and Laser Lidar Sensors. https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/.../ECPA_Variable%20dose_2007.pdf

Hong S., Minzan L. and Zhang Q. 2012. Detection System of Smart Sprayers: Status, Challenges, And Perspectives. Int J Agric & Biol Eng. Vol. 5 No.3.

Jia W., Xue F., Qiu B. and Wang Z. 2013. Design and Performance of Inductive Electrostatic Sprayer. Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology 5(21): 5102-5106, 2013.

Kavzoğlu T. ve Çölkesen İ. 2011. Uzaktan Algılama Teknolojileri ve Uygulama Alanları. www.gtu.edu.tr/Files/UserFiles/.../kavzoglu_Colkesen_Calistay.pdf

Pregler B. 2009. Electrostatic Sprayers . Wine Business Monthly.

Sabahoğlu Y. ve Aydar A. 2007. Tarımsal İlaçlamalarda Düşük Hacim Uygulamaları. Tarım İlaçları Kongresi, Ankara.

Song Y., Sun H., Li M. and Zhang Q. 2015. Technology Application of Smart Spray in Agriculture: A Review. Intelligent Automation and Soft Computing, Vol. 21, No. 3, 319–333.

Stajniko D., Berk P., Lešnik M., Jejčič V., Lakota M., Štrancar A., Hočevar M. and Rakun J. 2012. Programmable Ultrasonic Sensing System for Targeted Spraying in Orchards Sensors 12, 15500-15519.

Wei J. and Salyani, M. 2004. Development Of A Laser Scanner For Measuring Tree Canopy Characteristics: Phase 1. Prototype development. Transactions of the ASAE, 47, 2101–2107.





PESTİSİTLERİN İNSAN SAĞLIĞINA VE ÇEVREYE OLAN ETKİLERİ

***Dr. Abdullah YILMAZ
Dr. Münevver KODAN
Dr. Yasemin GÜLER***



PESTİSİTLERİN İNSAN SAĞLIĞINA VE ÇEVREYE OLAN ETKİLERİ

8.

**Dr. Abdullah YILMAZ
Dr. Münevver KODAN
Dr. Yasemin GÜLER**

Pestisitlerin üretilmesi, taşınması, depolanması, uygulanması ve pestisitlerle bulaşan ürünlerin tüketilmesi veya kullanılması, toprak, su, hava yoluyla canlıların yaşadığı ortamlara taşınması, kısa veya uzun sürede insan ve çevre üzerinde istenmeyen etkilere neden olabilmektedir.

Pestisitlerin akut (iveğen) ve kronik (süreğen) olarak zehirlenmelere neden olduğu bilinmektedir. Akut zehirlenme; bir maddenin vücuda veya çevreye bulaşmasından hemen sonra organların çalışma sistemlerinde değişikliklerin meydana gelmesi, işlevlerini kaybetmeleri veya tam yerine getirememeleri şeklinde tanımlanabilir. Kronik zehirlenmeler ise birikim özelliği olan maddelerin vücuda ve çevreye uzun veya kısa süreli devamlı alınması sonucu meydana gelen zehirlenmeler olarak tarif edilebilir. Bu tip zehirlenmeler sürekli olarak herhangi bir şekilde pestisitler ile temas halinde olan, pestisit üretiminde çalışanlarda, kullanıcılarda ve tüketicilerde görülebilir. Pestisitlerden kaynaklı kronik zehirlenmeler, kanser, doğum anomalileri, nörolojik bozukluk, üreme kapasitesinin düşmesi gibi çeşitli zararlara neden olabilmektedir.

Bu nedenle kullanılan pestisitlerin yan etkilerini sürekli olarak izlenerek risk tesbit edildiğinde ilgili aktif, formülasyon veya preparatın yasaklanması veya bitki, zaman yada bölge bazında sınırlandırma tedbirleri alınmaktadır.

8.1. Pestisitlerin Etkileri, Teması ve Toksik Etki Sınıfları

Pestisitlerin zehirliliği kimyasalın grubuna, formülasyonuna, alınan miktara, insanın yaşına, cinsiyetine, vücut savunma sisteminin sağlıklı olmasına, maruz kalma süresine, vücuda giriş yollarına (ağız, deri, göz, solunum yolu) göre değişiklik göstermektedir. Akut zehirlenme, kaza veya kasıtlı olarak pestisitlerin canlı vücutuna solunum yolu, deri yolu, göze temas veya ağız yolu ile alınması sonucu ortaya çıkmaktadır. Bunun sonucunda; kısa süre içerisinde (24 saatten az) bir veya birkaç defa maddeye maruz kalınarak 14. güne kadar ortaya çıkan olumsuz etkiler “Akut toksisite” olarak tanımlanmaktadır. Genellikle pestisit üretimi veya uygulaması yapılan işlerde çalışanların üzerine dökülmesi, kazaen veya bilerek yutulması, bulaşık ellerle yeme, içme sonucunda ağız yoluyla ilaca maruz kalma, depolama sırasında temas etmiş yiyeceklerin tüketilmesi akut toksisiteye neden olmaktadır.

Ağız yolu ve deri yolu ile oluşan akut toksisite, maruziyetlerin önlenmesi veya uyarılması açısından LD_{50} (Lethal Doz); solunum yoluyla ortaya çıkacak akut etkiler ise LC_{50} (Lethal Konsantrasyon) olarak ifade edilmektedir. LD_{50} ve LC_{50} değerleri kobay hayvanları kullanılarak yapılan deneylerden elde edilir ve tek doz olarak popülasyondaki canlılara uygulandığında %50’sini öldüren doz değeridir. Birim olarak LD_{50} mg/kg, LC_{50} ise mg/l olarak ifade edilir. Bu değerlerin rakamsal olarak küçülmesi pestisitlerin zehirliliğinin arttığını gösterir (Anonymous 2016a). Pestisitlerin, alerjen, gözlerde ve deride tahrişe sebep olma durumları da akut toksisite olarak ifade edilir. Alerjen, gözlerde ve deride tahriş durumları deney hayvanlarında yapılan çalışmalara göre belirlenmekte olup, alerjen veya değil, tahriş edici veya değil olarak pestisitler sınıflandırılır.

Solunum yolu ile pestisitlerin akut etkisi; üretim, uygulama veya pestisit uygulanan alanlarda bulunma sırasında, pestisit buharı veya partikülü içeren havanın solunmasıyla meydana gelmekte ve burun, boğaz ile akciğerlerde hasarlara yol açabilmektedir. LC_{50} değerleri ve tehlike kategorisinde pestisit formülasyonuna göre değişiklik göstermektedir. Uygulayıcılar solumadan ziyade deri yoluyla ilacı daha çok absorbe etmektedirler. Bazı pestisitler için kasık bölgesinden deri yoluyla absorpsiyon kana ilacın direk enjeksiyonu ile eş değerdedir. Vücudun tüm alanları deri yoluyla ilaçtan etkilendiğinden, tüm ilaçlama işlemi süresince olabildiğince vücudun daha fazla kısmının kapatılması gerekmektedir.

Pestisitlerin akut zehir kimliğini belirlemede kullanılan LD₅₀ değerleri gerek Dünya Sağlık Örgütü gerekse Avrupa Birliği ve diğer kuruluşlar tarafından yapılan toksikolojik hayvan deneyleri sonucu elde edilen değerlere göre sınıflandırılmakta ve bu değerlere göre uyarılarda bulunularak, ürün etiketleri üzerinde piktogramlar (resimli işaret) yer almaktadır (Çizelge 8.1) (Anonymous 2013). Belirlenen değerler pestisitlerin vücuda alınış şekillerine göre değişir. Alerjik, tahriş edici olmaları ve zarar durumuna göre uyarı işareti, alınacak önlemler, ilk yardım yöntemleri etikette yer alır. Pestisit etiketleri üzerine yazılması zorunlu olan bu bilgiler, pestisitlerle temas sonucu ne gibi belirtilerin ortaya çıkacağı ve buna göre tedavinin bilinmesi açısından önemlidir. Akut toksisiteden kaynaklanan belirtilerin nezle, grip ve mevsimsel hastalıklarla da karıştırılmaması önemlidir (Damalas and Koutroubas 2016, Ergün ve ark 2016).

Küçük dozlarda belirli aralıklarla tekrar tekrar kullanılan maddelerden ortaya çıkan her türlü zarar kronik etki olarak ifade edilmektedir. Kronik zehirlenme etkisi çok uzun sürede ortaya çıktığından bazen etkenin kesin belirlenmesi mümkün olmayabilir. Kronik etkilerin bazıları pestisite maruziyetin kesilmesiyle ortadan kalktığı gibi, bazı etkilerde kalıcı olabilmektedir. Kronik toksisite, pestisitlerin üretim, araştırma ve uygulama işlerinde çalışanlarda daha sık ortaya çıkmaktadır. Pestisitlerin kronik toksisitesi deney hayvanlarının aktif maddelere 18-24 ay arasındaki sürelerde maruz bırakılması ile belirlenmektedir.

Deneylerin sonucuna göre uzun süre maruziyette zararsız olabilecek en yüksek konsantrasyon (Maximum Acceptable Concentration MAC), eşik limit değeri (Threshold Limit Value, TLV), kimyasal maddenin zararlı hiçbir etkisinin oluşmadığı en yüksek doz (No Adverse Effect Level, NOAEL) gibi değerler saptanarak çalışan ve tüketici sağlığı korunmaktadır (Güley ve Vural 1976). Kimyasal mücadelede kullanılan kimyasalların gıda ve yemde bulunulmasına izin verilen en yüksek seviye (MRL) NOAEL değeri üzerinden verilmektedir.

Çizelge 8.1. Akut toksisite tehlike kategorileri ve LD₅₀ ve LC₅₀ değerlerine göre tehlike tahminleri

Sınıflandırma	Kategori 1	Kategori 2	Kategori 3	Kategori 4
Ağız yolu (LD ₅₀ mg/kg/vücut ağırlığı)	≤ 5	5 ≤ 50	50 ≤ 300	300 ≤ 2000
Deri (LD ₅₀ mg/kg/vücut ağırlığı)	50	50 ≤ 200	200 ≤ 1000	1000 ≤ 2000
Solunum (LC ₅₀ ppm)	100	100 ≤ 500	500 ≤ 2500	2500 ≤ 20000
Buhar (LC ₅₀ mg/L)	0.5	0.5 ≤ 2	2 ≤ 10	10 ≤ 20
Toz (LC ₅₀ mg/L)	0.05	0.05 ≤ 0.5	0.5 ≤ 1	1 ≤ 5
Resimli işareti				
İşaret kelimesi	Tehlikeli	Tehlikeli	Tehlikeli	Uyarı
Tehlike bildirimi	H310 Öldürür	H310 Öldürür	H301 toksik	H302 Zararlı

8.2. Pestisitlerin Vücuda Alınma Yolları

Göze temas: Pestisitlerin karıştırılması, tanka doldurulması, çalkalama veya makinelerin bakımı sırasında meydana gelmektedir. Bu bulaşmalar sonucu olası körlük veya görme bozukluğu oluşabilmektedir. Bu tehlikelerden korunmak için koruyucu gözlük kullanılmalıdır. Pestisit uygulama ve hazırlama sırasında kontak lens kullanılmamalıdır. Gözlerin pestisitle bulaşma riskine karşı kullanıcıların yanlarında göz yıkama solüsyonu veya temiz su taşımaları gerekmektedir.

Ağızdan alma: Pestisit ile bulaşık ellerle yeme, içme ve sigara kullanma sonucunda ağız yoluyla maruz kalma görülmektedir. Bu maruziyete neden olan durum, tıkalı makine parçalarının ağızla üflenmesi ve bulaşık kapların yiyecek içecek malzemesi olarak kullanılmasından kaynaklanmaktadır.

Solunum yoluyla alma: Pestisit uygulamaları sırasında bir kısım pestisit havada asılı kalmaktadır. Pestisit içeren bu havanın solunmasıyla ise solunum yoluyla etkilenme meydana gelmektedir. Solunum yoluyla maruz kalmayı en aza indirmenin en etkin yolu kimyasal kartuşlu solunum maskesi kullanmaktır. Kimyasal kartuşlu maske, bir veya daha fazla filtre maddesine sahiptir. Fiber filtre tozları engellemekte, aktif kömür içeren kartuş ise buhar ve aerosolü uzak tutmaktadır. Kartuş, koku veya tat yoluyla buhar algılandığında, soluk alıp verme sınırlandığında veya üreticisinin tavsiye ettiği kullanım süresine göre değiştirilmelidir. (Damalas and Koutroubas 2016).

Deri yoluyla temas: Pestisit her hangi bir şekilde deriye bulaşması ile absorpsiyon olmaktadır. Uygulayıcı solumadan ziyade deri yoluyla pestisiti daha çok absorbe etmektedir. Örneğin kulak kanalı, alın, kasık bölgesi ve kafa derisi en fazla etki altında kalan bölgelerdir. Pestisitlere deri yoluyla maruz kalmaları en aza indirmek için, giyilecek şapkanın kumaş ve deri olmaması, pestisitlerle uğraş halindeyken kauçuk eldiven giyilmesi gibi önlemlerin alınması zararlılık durumuna göre tavsiye edilmektedir.

Pestisitlerin akut toksik etkilerinden korunmak için uygulama öncesi, etiketi çok dikkatli okunmalı, pestisit hazırlanması ve uygulanması sırasında özel elbise, eldiven, maske, gözlük gibi koruyucular kullanılmalıdır. Uygulama uygun hava koşullarında ve günün serin saatlerinde yapılmalı, pestisitlerle uğraş halinde iken her hangi bir şey yememeli, içilmemeli, ilaçlama sonrası elbiseler değiştirilip, eller ve yüz sabunlu su ile yıkanmalıdır. Pestisitler içecek ve yiyecek maddelerinden uzak yerlerde depolanmalı özellikle artık pestisitler kiler, mutfak vb. yerlerde muhafaza edilmemelidir.

Pestisitlerin cilde ve göze bulaşması sonucu ortaya çıkabilecek olası etkilerin risk değerlendirmesinde kullanılmak üzere, deride irritasyon ve alerji testi ile gözde irritasyon testi uluslararası metotlara göre yapılarak elde edilen değerlere göre sınıflandırılmaktadır (Çizelge 8.2). Bu risklere dikkat çekmek ve korunmak için pestisitlerde gözde irritasyon testinin yapılması önemlidir. Göz için irritasyon testi deney hayvanlarında yapılarak verdiği tepkiye göre sınıflandırılmakta ve pestisit etiketlerinde yer almaktadır (Çizelge 8.3) (Anonymous 2016b). Detaylı sınıflandırma Ek 3’de yer almaktadır.

Çizelge 8.2. Deride korozyon/irritasyon tehlike kategorileri ve önlemler.

Sınıflandırma	Kategori 1A/1B/1C	Kategori 2
Resimli işareti		
İşaret Kelimesi	Tehlikeli	Uyarı
Zararlılık ifadesi	H314: Ciddi derece yanıklara ve göz hasarına neden olur	H315: Deride tahrişe neden olur
Önlem ifadeleri (Korunma, güvenlik, BERTARAFI' nda, depolama sırasındaki önlemler)	P260 P264 P280 P301 + P330 + P331 P303 + P361 + P353 P363 P304 + P340 P310 P321 P305 + P351 + P338 P405 P501	P264 P280 P302 + P352 P321 P332 + P313 P362 + P364

Çizelge 8.3. Gözde irritasyon tehlike kategorileri ve önlemler

Sınıflandırma	Kategori 1	Kategori 2
Resimli işareti		
İşaret kelimesi	Tehlikeli	Uyarı
Zararlılık ifadesi	H318: Ciddi derece göz hasarına neden olur	H315: Gözde tahrişe neden olur
Önlem ifadeleri	P305 + P351 + P338 + P310	P264 + P280 + P305 + P351 + P338 P337 + P313

8.3. Pestisitler ve İnsan Sağlığı

8.3.1. Pestisitler ve Kansere İlişkisi

Kanser genel olarak; kontrol edilemeyen zararlı hücre çoğalması olarak adlandırılmaktadır. Bu çoğalma kanser hücresinde, normal hücrelere göre yapısal ve işlevsel farklılıklar meydana getirmekte; hücre normalde yaptığı işlevlerini yapmazken, bazen de normalde olmayan bazı yeni işlevleri yapabilmektedir (Kutluk ve Kars 2001). Canlılarda büyüme ve gelişme sisteminin kontrolü için bulunan düzenleyici (regülatör) gen hücre büyüme ve gelişmesinin düzenli olmasını sağlamaktadır. Kanserojen madde, büyüme ve gelişmeyi kontrol eden enzimi engellemekte ve somatik hücrelerin kötü huylu (malign) olarak büyümesi ile karsinomalar ortaya çıkabilmektedir. Protein sentezinin genetik kontrolünde, enzimlerin engellenmesi veya teşvik edilmesi ile büyümeyi kontrol eden mekanizmanın bozulması veya kimyasal kanserojenlerin böyle bir enzimle birleşerek, hücrede büyüme ve gelişmeyi kontrol eden mekanizmayı bozması sonucunda karsinomalar oluşur. Kimyasal kanserojenler bu etki mekanizmasını ya doğrudan doğruya kendileri veya metabolitleri yoluyla yaparlar (Güley ve Vural 1976).

Kanser hastalığının en önemli nedenlerinden birinin 60—400 arasında kanserojen madde içeren tütün olduğu bilinmektedir. Akciğer kanserinin yanı sıra alkollü içki ile birlikte sigara, larinks pankreas, böbrek, mesane ve yemek borusunda oluşan kötü huylu tümörlerin %30'unun sigaradan kaynaklandığı ispat edilmiştir. Diğer bir neden ise hava, su ve toprak kirliliği olarak tahmin edilmektedir. Bunun oranı ise tüm kanserlerin %1-4'ünü oluşturmaktadır. Akciğer kanserinin %5'ten azının hava kirliliğinden kaynaklandığı bildirilmektedir. Asbest, aflatoksinler (küflü gıdalar) ve ultraviyole ışık da önemli kanser nedenleri arasında gösterilmektedir. Ayrıca *Helicobacter pylori*, Hepatit B-C virüsleri, HPV (Human Papilloma Virüs), HIV/AIDS kansere neden olan mikrobiyolojik etmenlerdir. Kanseri tetikleyen diğer faktörler arasında yetersiz ve dengesiz beslenme, aşırı karbonhidrat, protein, tuz tüketimi, kavrulmuş gıda, fiziksel aktivite yetersizliği gibi yaşam tarzından kaynaklanan faktörler ile genetik yatkınlık gösterilmektedir (Anonymous 2003).

İnsanlar, pestisitlere üretimleri ve kullanımları sırasında direk maruz kalabildikleri gibi pestisitlerin çevrede ve gıdalarda kalıcı olabilmeleri nedeniyle dolaylı olarak da maruz kalmaktadırlar. Pestisitlerin bir kısmının da kanserojen oldukları uzun yıllar kullanıldıktan sonra ortaya konulmuş ve bu pestisitlerin kullanımı yasaklanmıştır. Bazı pestisitlerin ise kullanılmaya başlanmadan önce hayvan deneyleri sırasında kanserojen oldukları kanıtlanmış ve piyasaya sunul-

mamıştır. Son yıllarda çoğu kanser vakasından pestisitler sorumlu tutulmakta, her pestisit kanser nedeni olduğu, kullanımlarının tamamen yasaklanması gerektiği algısı kamuoyunda yaygınlaşmaktadır. Bu şekildeki yanlış algı, gerçekte hangi maddelerin kanserojen olduğu konusunda bilgi kirliliğine neden olmaktadır.

Pestisitler araştırma aşamasında, deney aşamasında ve piyasaya sürülme aşamasında insan ve çevre sağlığı açısından kanser riski dahil birçok denetim ve kontrolden geçen kimyasallardır. Ayrıca hem ülkemizde hemde dünyada kullanıma sunulduktan sonrada bu amaçla izlenmekte ve bu yönde herhangi yeni bir bulgu elde edildiğinde; sınırlama, yasaklama, bertaraf gibi tüm tedbirler uygulanmaktadır. Pestisitlerin kanserojenik etkisi sigara, alkol, asbest, aflatoksinler, mikrobiyolojik etmenler, ultraviyole ışınlar, hava kirliliği, genetik yatkınlık, beslenme alışkanlıkları, hormonal bozukluklar gibi nedenlerden sonra sayılmaktadır.

Pestisit üretimde çalışan işçiler üzerinde yapılan araştırmalarda pestisitlerin genel olarak kanser vakası sayısını artırdığı yönünde ortak bir görüşe varılamamıştır. Ancak çiftçiler üzerinde yapılan çalışmalarda belirli bir pestisit grubu olan böcek öldürücülere (insektisit) maruz kalan çiftçilerdeki kanser riskinin, maruz kalmayan insanlarla karşılaştırıldığında yüksek olduğu görülmüştür. Gıda tüketimi yolu ile pestisitlere dolaylı maruz kalanlar için yapılan çalışmalarda da bir uzlaşma sağlanamamıştır. Bazı çalışmalar kanser vakası sayısını veya yoğunluğunu (insidans) pestisitlerle ilgili bulurken, bazıları ilgisiz bulmuştur. Örneğin ülkemizde 1980 yılından beri yasaklı olan **DDT ve DDD adlı kimyasaların kanser vakalarıyla ilişkili olduğu orataya konmuştur** (Andersson et al. 2014).

Bir kimyasalın kanser yapma riski değerlendirilirken Birleşmiş Milletler bünyesinde çalışma yapan Dünya Sağlık Örgütü (World Health Organization, WHO)'ya bağlı bir kuruluş olan Uluslararası Kanser Araştırmaları Ajansı (International Agency for Research on Cancer, IARC)'nın yapmış olduğu sınıflandırma ve değerlendirmeler dikkate alınmalıdır.

Bu kuruma göre kanserojen maddeler, kanserojen olma durumlarına göre Grup 1, Grup 2A, Grup 2B, Grup 3 ve Grup 4 olmak üzere beş gruba ayrılmıştır. Grup 1'e epidemiyolojik çalışmalar sonucunda insanda kanser gelişimine neden olduğuna dair yeterli ve güçlü kanıtlar bulunan maddeler girmektedir. Bu grup içerisinde formaldehit, benzen, etilen oksit, asbest, aflatoksin, arsenik, berilyum, kadmiyum, tamoksifen, sigara vb. yer almaktadır. Grup 2A'ya ise insan çalışmalarında kanserojen olduğuna dair sınırlı kanıt, hayvan deneylerinde ise

yeterli kanıt olan maddeler girmektedir ve bu maddeler muhtemelen veya büyük olasılıkla kanserojen olarak sınıflandırılmaktadır. İnsan çalışmalarında sınırlı kanıt fakat hayvan deneylerinde yetersiz kanıt varsa, insanlar için olasılıkla kanserojen anlamında olan Grup 2B içerisinde değerlendirilmektedir. Eğer insan çalışmalarında ve hayvan deneylerinde yetersiz veya sınırlı kanıt olursa, Grup 3 yani insanlar için kanserojen olarak sınıflandırılmazlar. Grup 4 insan ve hayvan deneylerinde maddenin kanserojen olduğuna dair kanıt eksikliği olduğu zaman kullanılmakta ve insanlar için muhtemelen kanserojen değil anlamına gelmektedir (Anonymous 2008, Anonymous 2013).

Bu sınıflandırmanın yanısıra içerisinde ülkemizin de bulunduğu dünyada 56 ülkenin ve değişik ticari örgütlerin üye olduğu Birleşmiş Milletler Avrupa Ekonomik Komisyonu tarafından hazırlanan Küresel Harmonize Sistem (Global Harmonisation System, GHS)’de yer alan Kimyasalların Sınıflandırması, Ambalajlanması ve Etiketlenmesi direktifine göre kanserojenik etki durumları 1, 1A, 1B ve 2 olarak gruplandırılmıştır (Çizelge 8.4) (Anonymous 2008, Anonymous 2013).

Grup 1 kanserojen maddeleri içermektedir ve bu maddeler yasaklanmıştır. Grup 1A’da değerlendirmeler, insanlarda yapılan deneylerden elde edilen kanıtlara dayanılarak yapılırken, Grup 1B’de ise hayvan deneylerinden elde edilen kanıtlar göre yapılmaktadır. Eğer insan ve hayvan deneylerinde yetersiz veya sınırlı kanıt olursa, bu maddelerde şüpheli bulunarak Grup 2’ye alınmaktadır. Bu sınıflandırma Kanser Araştırma Kurumu ile aynı değerlendirmeyi yapmakla birlikte kategori işaretleri farklıdır. Grup 1A ve 1B’de yer alan pestisitler ülkelerin kullanım durumu, miktarı, sıklığı, koruyucu kıyafet kullanılması gibi durumlar dikkate alınarak değerlendirilmekte ve kullanılıp kullanılmayacağına karar verilmektedir. Ülkemiz bu konuda Avrupa Birliği ile birlikte hareket etmekte olup, bu işaretleme sistemi sadece pestisitler için değil tüm kimyasal maddeler için geçerlidir.

Çizelge 8.4. Kanserle neden olma kategorileri ve önlemler

Sınıflandırma	Kategori 1A veya Kategori 1B	Kategori 2
Resimli işareti		
Uyarı kelimesi	Tehlike	Dikkat
Zararlılık ifadesi	H350: Kanserle yol açabilir.	H351: Kanserle yol açma şüphesi var.
Önlem ifadesi Tebdir	P201 P202 P281	P201 P202 P281
Önlem ifadesi Müdahale	P308 + P313	P308 + P313
Önlem ifadesi Depolama	P405	P405
Önlem ifadesi Bertaraf	P501	P501

8.3.2. Pestisitlerin sinir sistemine (nörolojik) etkileri

Sinir sistemi, endokrin sistemle (hormonal sistem) birlikte organların fonksiyonlarını kontrol etmektedir. Nörotoksinler, sinir sisteminde protein sentezini etkileyerek, sinir aksonları boyunca elektrik impulslarının dağılımını, sinir iletimi (nörotransmitter) aktivitesini ve miyelin kılıfını bozarak etkilerini göstermektedirler. Bazı nörotoksinler de selektif olarak, işitme ve görme gibi duyu organlarına zarar vermektedir. Bazıları ise beyin veya perifer sinirlerin belirli bölgelerini etkileyebilmektedir (Vural 2005). Pestisitlerin meydana getirdiği nörotoksisite vücutta enzimatik olaylara katılmasıyla olmaktadır. Pestisit biyotransformasyonu sonucunda biyoaktivasyona uğrayan pestisit metabolitleri doku makromoleküllerine (DNA, protein) kovalent olarak bağlanarak biyolojik yarı ömürlerini artırmaktadır. Pestisit metabolitlerinin DNA gibi önemli hücresel makromoleküllerle ya da nörolojik önemi olan esterazlara bağlanmasıyla, nörotoksik anormallikler hızlanmaktadır (Korkmaz ve ark. 2016). Pestisit toksikolojisinde biyotransformasyonun önemini artıran üç önemli enzim yer almaktadır.

Bunlardan sitokrom P450 rediktaz; birçok memelide ve böcekde bulunan bir hemoproteindir. Poliklorlubifeniller ve siklodienler (DDT, aldrin/dieldrin, klor-dan, toksafen, heptaklor, lindan, endosulfan ve mireks) sitokrom P450'yi indükleyen pestisit sınıflarıdır. Bu grup pestisitlerin kullanımı 30 yılı aşkın bir süreden bu yana ülkemizde yasaktır.

Glutasyon-S-transferaz (GST) ise sitotoksik ve kanserojenik maddelere karşı hücreyi korumada önemli rol oynayan bir izoenzimdir. Pestisit metabolitleri, GSH ile konjuge edilerek inaktif hale getirilmektedir.

Pestisitler, özellikle de insektisitler, sinir sistemini hedef almaktadır. Böcekler ve insanların sinir sistemleri benzer olduğundan, böceklerin sinir sistemini hedef alan pestisitler insanları da olumsuz etkilemektedir. Standartlara uymayan koruyucu ekipmanların kullanılması, yiyecek ve içeceklerdeki pestisit kalıntıları insanlarda nörotoksik etkinin kaynağını oluşturmaktadır. Pestisit uygulamaları sırasındaki absorbe edici materyallerin pestisiti emmesi sonucu kullanıcı sürekli pestisite maruz kalmaktadır. Aynı zamanda aerosol ve düşük hacim uygulamalarında (ultra low volume, ULV) nörolojik bozuklukların meydana geldiği bilinmektedir. Vücuda uzun yıllar ve düşük miktarlarda alınan pestisitlerin toksik etkileri daha sonra ortaya çıkmakta ve bu etkiler çoğu zaman geri dönüşümsüz olmaktadır. Nörotoksik kimyasalların göz, solunum sistemi, kardiyovasküler sistem, sindirim sistemi, kaslar, santral sinir sistemi üzerinde etkileri görülmektedir. Bu etkiler akut, kronik ve gecikmiş etkilerdir.

Özellikle fumigantların (alüminyum fosfit, metil bromid vb.) kullanımında vücuttaki birçok mekanizma etkilenmektedir. Bazı fumigantlardan kaynaklanan zehirlenmelerde kalıcı sinir sistemi hasarları görüldüğüne dair vakalar mevcuttur. En yaygın kronik merkezi sinir sistemi hastalıklarından biri olan Parkinson hastalığının, kimi çalışmalarda pestisit maruziyeti ile ilgisi bulunurken, kimi çalışmalarda da herhangi bir ilgi bulunamamıştır (Keifer and Firestone 2007). Bundan dolayıdır ki; özellikle fumigant uygulamalarını Fumigasyon Operatör Belgesi sahibi kişilerin yapması önemlidir.

8.3.3. Pestisitlerin üreme ve çoğalmaya etkileri

Üreme sistemine toksisite, “doğurganlık üzerine etki” olarak tanımlanan, dişi ya da erkeğin üreme işlevlerinin azalması ya da çiftleşmeden önceki dönemde ve gelişme süreci içindeki organizmaya pestisitlerin olumsuz etkisini ifade etmektedir. Teratojenik etki, hamilelik dönemi içinde fetüsdeki bozukluklardır. Reprodüktif etki ise, pestisit maruziyetinin dişi veya erkeklerin üreme sistemle-

rine olan olumsuz etkilerini ifade etmektedir. Pestisitler endokrin sistemini bozucu etkisinden dolayı üreme sistemini olumsuz etkilemektedir. İç salgı bezleri hipofiz, tiroit, paratiroit, eşeysel bezler, pankreas, böbrek üstü bezleri tarafından üretilen, hormonları salgılayan, vücudun çalışmasını kontrol eden, iç dengenin sağlanmasında görev alan, belirli doku hücrelerindeki biyokimyasal tepkimeleri ve kimyasalları sentezleyen organ ve dokuların tümü “endokrin sistem” olarak adlandırılmaktadır (Vural 2005). Bazı pestisitlerin veya kimyasalların vücuda alındıklarında endokrin sisteme dahil olarak, hormonları taklit edip, üreme sistemini bozdukları; cinsiyet bozukluklarına, cinsiyetsiz doğumlara, sperm sayılarında azalmaya, erkek organizmalarda dişilik, dişi organizmalarda erkeklik özelliklerinin artmasına sebep oldukları tespit edilmiştir (Colborn et al. 1993).

Pestisite maruz kalmış kadın ve erkeklerde üreme sisteminde görülen etkiler; kadın ve erkekler için doğurganlığın azalması, rastgele düşükler, doğum defektleri, erkekler için anormal sperm, erkek çocuk azlığı, kadınlar için fetal büyüme geriliği, erken doğum, çocukluk nörodavranışsal sorunları, gelişimsel immunotoksisite, çocukluk dönemi kanserleri şeklinde sıralanmaktadır. *Üreme (fertilite) ve genel üreme performansı ile ilgili olarak kimyasal tesislerde çalışan işçilerin çocuk babası olamamaları konusunda yapılan bir değerlendirmede; işçilerin sperm testi sonucunda bütünüyle spermin olmadığı veya yeteri kadar olmaması, buna karşın kimyasal maddeler ile karşılaşmayanların çocuk sahibi olmaları, pestisitlerin üreme performansına olumsuz etkilerini gündeme getirmiştir.* Doğurganlığın azalması ile ilgili yapılan epidemiyolojik çalışmada uzun yıllar fumigant olarak kullanılan dibromochloropropane (DBCP) üreten tesislerde çalışan işçilerde sperm yokluğu veya azlığı görülmüştür. Seralarda çalışan ve değişik pestisitlere maruz kalan işçilerde ve onların özellikle oğullarında sperm eksikliği uzun yıllar devam ederek üreme toksisitesi gözlenmiştir. DBCP’ye maruz kalan işçilerde anormal derecede erkek çocuk eksikliği olduğu bilinmektedir. Kadınlarda görülen bebek düşükleriyle ilgili Kanada’da yapılan bir çalışmada, özellikle koruyucu elbise giymeyerek herbisit uygulayan kadınlarda, düşüklerin yaygın olduğu tespit edilmiştir.

Etil parathion, methamidophos, carbaryl piretroid, fenvalerate aktif maddeli pestisitlere maruz kalan erkeklerde spermlerdeki kromozom sayısı değişiklikleri, pestisit maruziyeti, üriner sistem analizleri, hücredeki kromozom sayısı eksikliği arasında kuvvetli ilişki tespit edilmiştir (Frazier 2007). Erkek ve dişi üreme sistemindeki değişiklikler, ergenlik çağı başlangıcındaki olumsuz etkiler, üreme döngüsünün normalliği, cinsel davranış, üreme, doğum, gebelik sonuçları, üreme fonksiyonunda erken yaşlanma “Cinsel fonksiyon ve üremede olumsuz

etkiler” olarak sınıflandırılmaktadır. Gelişimsel toksisite, doğumdan önce veya sonra ceninin normal gelişimini etkileyen ve gebeliğin başlamasından önce ebeveynlerden birinin maruz kalmasından veya prenatal gelişim sırasında veya cinsel olgunlaşma öncesinde gelişmekte olan yavrunun maruz kalmasından dolayı meydana gelen tüm etkiler “Yavruların gelişimi üzerindeki olumsuz etkiler” olarak sınıflandırılmaktadır (Anonim 2013).

Üreme sistemine toksik olarak sınıflandırılan maddeler iki kategoriden birinde yer almaktadır. Her kategoride cinsel fonksiyon ile üreme üzerindeki ve gelişim üzerindeki etkiler ayrı ayrı ele alınmaktadır. Üreme sistemine toksik maddeler için zararlılık kategorileri Kategori 1, Kategori 1a, Kategori 1b ve Kategori 2 olarak sınıflandırılmıştır. Üreme toksisitesi insan ve hayvan çalışmalarıyla tespit edilmişse Kategori 1’de değerlendirilmektedir. Sadece insan çalışmalarında üreme toksisitesi tespiti var ise Kategori 1a, sadece hayvan çalışmalarında tespit var ise Kategori 1b olarak sınıflandırılmaktadır. Kategori 2 ise insanlarda üreme sistemine toksisitesi yönüyle şüpheli madde olarak tanımlanmakta, toksik olduğuna dair kesin kanıt bulunmamaktadır. Üreme ve gelişmeye toksisite deneyleri deney hayvanlarında veya insanlarda yapılmış epidemiyolojik çalışmalar esas alınarak sınıflandırılmakta ve pestisit etiketlerinde H harfi ile zarar verme ihtimalinin ne olduğu, P harfi ile ise bu zarara karşı nasıl bir önlem alınacağı yer almaktadır (Çizelge 8.5) (Anonim 2013).

Çizelge 8.5. Üreme sistemi toksisitesi kategorileri ve önlemler

Sınıflandırma	Kategori 1A veya Kategori 1B	Kategori 2	Anne sütü üzerine veya anne sütü ile geçen etki- ler için ilave kategori
Resimli işareti			İşaret yok
Uyarı kelimesi	Tehlike	Dikkat	Uyarı kelimesi yok
Zararlılık ifadesi	H360: Doğmamış çocukta hasara yol açabilir veya üremeye zarar verebilir.	H361: Doğmamış çocukta hasara yol açma veya üremeye zarar verme şüphesi var.	H362: Emzirilen çocuğa zarar verebilir.
Önlem ifadesi	P201	P201	P201
Tedbir	P202 P281	P202 P281	P260 P263 P264 P270
Önlem ifadesi Müdahale	P308 + P313	P308 + P313	P308 + P313
Önlem ifadesi Depolama	P405	P405	
Önlem ifadesi Bertaraf	P405	P405	

8.4. Pestisitlerin Çevreye ve Doğal Hayata Olan Etkileri, Tesbiti ve önlenmesi

8.4.1. Doğal düşmanlara etkisi

Fauna içinde yer alan doğal düşmanlar tarım zararlıları üzerinde baskı oluşturan önemli unsurlardır. Bunlar canlı etmenler olup, doğada devamlılıklarının sağlanması oldukça önemlidir. Genellikle pestisitler doğal düşmanları tamamen yok etmez, ancak biyolojilerini olumsuz şekilde etkiler, etkinliklerini azaltır veya kısmen yok ederler. Örneğin; cinsiyetler oranı, üreme potansiyeli, doğurganlık ve ömürlerinde olumsuz etkide bulunur. Bunlardan en önemlisi sekonder zararlıların ortaya çıkması ve artmasıdır. Predatör ve parazitoitler pestisitlere

doğrudan, konukçuları yoluyla veya çiçekteki nektar ve poleni yutma yoluyla temas ederler. Araştırmalar bazı pestisitlerin öldürücü olamayan kalıntılarının doğal düşmanlara uzaklaştırıcı etki yaptığı, dolayısıyla uygulama yapılan alanlarda arama davranışı sürelerinin azaldığı görülmüştür. Genel olarak pestisitlere predatörler parazitoitlerden daha toleranslıdır (Bellows and Fisher 1999, Cloyd 2012).

Doğal düşmanların pestisitlere kısa süreli (24 saatten az) maruz kalmalarının etkileri yada sonuçları böceğin ağırlığı, boyutu ve cinsiyeti, gelişim evresi, açlık ve beslenme etkileri, diyapoz durumu böceğin ölümü üzerine teki eder. Örneğin yumurta parazitoitleri konukçusu içinde iken pestisit uygulaması yapılırsa daha az etkilenirler veya hiç etkilenmezler.

Doğal düşmanların pestisitlere uzun süre (24 saatten fazla) maruz kalması sonucunda; günlük bırakılan yumurta sayısında azalma, döl sayısında azalma, canlılığın azalması ve avlanma veya parazitlenme davranışında değişiklik bulunmaktadır. Bazı doğal düşmanlarda davranış bozukluğu olarak, konukçuyu bulma yeteneğinin eksilmesi, koordinasyon bozukluğu, avlanmada azalma, geçici hareketsizlik, beslenmenin olmaması ve uygulama yapılan alandaki konukçusundan-avından veya o olandan uzaklaşma görülür.

Doğal düşmanların yaşı, türü, tipi (parazitoit, predatör vb.), yaşam dönemi, cinsiyetive pestisit türü, etki şekli, uygulama yöntemi, uygulama zamanı, uygulama dozu da doğal düşmanlar üzerindeki dolaylı etkilerin boyutunu da etkiler. Bunun yanı sıra floemde beslenen böceklerin bitkinin çıkardığı ballı maddelerde beslenmeleri sonucu floemde bulunan pestisit kalıntısından dolaylı etkilenebilirler. Bazı pestisitler ayrıca repellent etki gösterebilir veya konukçu bitki fizyolojisini değiştirebilir. Böylece pestisitler zararlıların popülasyonunu düzenlemeye çalışan doğal düşmanların yeteneğini dolaylı olarak etkilenmektedirler.

Pestisitler doğal düşmanların üreme oranını doğrudan etkileyerek konukçu ve avları ile fenolojik uyumu etkileyebilirler. Özellikle üreme oranındaki artış konukçu ve parazitoit uyumunun bozulması sebebiyle parazitoitlere dezavantaj getirebilir. Pestisitler doğal düşmanların doğurganlıklarını etkilerler, pestisite maruz kalan dişilerin üreme organlarının zarar görmesi sonucu deformasyonlar meydana gelir, bunun sonucu olarak yumurtlama süresinde, yumurtaların döl lenmesinde azalma görülür ve çoğunlukla döl lenmemiş yumurtalar meydana gelebilir. Döl lenmemiş yumurtalardan erkek ve döl lenmiş yumurtalardan dişi birey meydana geldiği için dişi sayısında azalma olur, buda cinsiyetler oranını etkiler. Bu durum parazitoit ve predatörlerin popülasyon dinamiklerini olumsuz

anlamda etkiler. Pestisitler, dışının sınırlarındaki iletişimi etkilemesiyle yumurta dölleme davranışını değiştirmekte ve çiftleşmenin gecikmesine neden olarak doğurganlık süresini azaltmaktadır. Pestisit uygulaması yapılan alandan doğal düşmanlar konukçuları olsa bile uzaklaşarak başka alana yönelirler, buda konukçuları aramak için daha fazla enerji sarf etmelerine ve yaşamlarının azalmasına neden olur. Böylece ölüm oranları artar ve döl veremezler. Pestisitler, böceklerde koku sistemini etkileyerek, ortamdaki uzaklaşma veya rahatsız olmalarına neden olarak yönelme davranışını bozmaktadır.

Seçici pestisitlerin kullanılması, doğal düşmanların korunması için çok önemlidir. Zararlılarla kimyasal mücadelede seçici pestisitlerin kullanılması, zararlıları başarılı bir şekilde kontrol ederken, aynı koşullar altında, doğal düşmanlar ve ekosistem üzerinde düşük etki göstermeleri önemlidir. Böylece entegre zararlı yönetimi programlarında zararlılar ile başarılı bir şekilde mücadele edilirken, faydalıların iyi bir biyolojik mücadele performansı sergilemesi sağlanabilir.

Seçicilik genellikle üç sınıfa ayrılır (Fernandes et al. 2010, Bellows and Fisher 1999). Bunlardan ilki ekolojik seçiciliktir. Zararlı mücadelesinde, duyarlı doğal düşmanların pestisit ile temasını asgari düzeye indirmek için, genellikle pestisitlerin uygulama zamanı, yerleştirilmesi veya formülasyonu yoluyla manipüle edilir. Örneğin faydalı, pupa döneminde iken veya baharda çıkmadan önce bazı pestisitlerin uygulamaları yapılabilir. Ekolojik seçicilik genellikle sıcaklığın en az olduğu saatlerde insektisit uygulamaları ile başarılıdır, çünkü doğal düşmanlar bu koşullarda daha az hareket ederler. Dolayısıyla, bu amaçla alınan herhangi bir önlem, doğal biyolojik mücadele programlarını olumlu yönde etkiler. Örneğin patates bitkisinde zararlı *Liriomyza* spp'nin mücadelesi için, aktivitelerinin daha yüksek olduğu ve bu sırada doğal düşmanlarının varlığının azaldığı sabah 06:00-07:00 saatlerinde ilaçlamanın yapılması en uygundur. Böylece biyolojik mücadele etmenlerinin yüksek oranda ölümü önlenir ve korunmuş olurlar.

İkincisi olan davranışsal seçicilik doğal düşmanları, pestisitler ile temastan uzak tutan ya doğal olarak sahip oldukları ya da sonradan gelişen davranışları içermektedir. Örneğin bir parazitoit, mide zehirine maruz kaldığında temizlenmeyi azaltır, böylece toksik maddeyi daha az miktarda bünyesine alacaktır. Genel olarak, parazitoitler pestisitlere predatörlerden daha hassastır ve organik fosfatlı gruptaki ilaçlar, doğal düşmanlara daha toksiktir.

Üçüncü seçicilik sınıfı ise fizyolojik seçiciliktir. Doğal düşman doğuştan insektisitlere hassas değildir veya faydalı popülasyonu ilaca tekrar tekrar maruz kaldıkça tolerans geliştirmektedir. Örneğin predatör akarlar, Elma iç kurdunun

mücadelesi için kullanılan organik fosfatlara tolerans kazandırılarak akarların entegre mücadelesinde kullanılmalarına olanak tanınır. Benzer şekilde akarlar karşı kullanılan akarisitler, hymenopter yaprak biti parazitoidini etkilemez. Pestisitlerin doğal düşmanlara fizyolojik seçiciliği teknikleri Uluslararası Biyolojik Mücadele Organizasyonu (International Organization of Biological Control, IOBC / OILB) tarafından geliştirilmiştir. Pestisitlerde IOBC tarafından belirlenen metotlara göre zehirlilik sınıflandırması yapılmaktadır.

8.4.2. Pestisitlerin faydalı organizmalara olan yan etkilerinin belirlenmesi

Pestisitlerin faydalı organizmalar üzerine yan etkileri, pestisitlerin ruhsatlandırılmasında ve entegre mücadele programlarında pestisitlerin tavsiyeleri yapılırken önemli kriterlerden biri olarak değerlendirilir. Pestisitlerin faydalı organizmalara etkilerinin belirlenmesi ve değerlendirilmesi, hataları en aza indirmek için laboratuvar, yarı tarla ve tarla denemeleri şeklinde üç aşamalı yürütülmektedir. Laboratuvar denemelerinde bir faydalıya zararsız bulunan pestisit için yarı tarla ve tarla koşullarında denemelere gerek yoktur. Laboratuvar denemelerinde faydalıya zararlı bulunan pestisitler (sınıf değeri M ve üzeri), yarı tarla denemelerine alınır. Yarı tarla denemelerinin amacı; laboratuvarda zararlı olan pestisitin daha gerçekçi koşullarda faydalının canlılığı, yumurta verimi, parazitlenme kapasitesi veya av tüketimin üzerinde laboratuvarda gözlenen etkiyi gösterip göstermediğini test etmektir. Yarı tarla denemelerinde zararlı olarak etki gösteren pestisitler (sınıf değeri M ve üzeri) tarla denemelerine alınır. Pestisitlerin zararlı etkileri konusunda kesin kanıya varmak için bunların gerçek tarla koşullarında denenmesi gerekmektedir.

Yan etki çalışmalarının sonuçlarının değerlendirildiği laboratuvar, yarı tarla ve tarla sınıf değerleri aşağıda verilmiştir (Çizelge 8.6) (Anonim 2009). Ülkemizde Turunçgil zararlılarına karşı kullanılmak üzere ruhsat alacak ilaçların, 1 parazitoit (örneğin; *Anagyrus pseudococci*), 1 predatör (örneğin; *Chilocorus bipustulatus*) ve 1 predatör akar (örneğin; *Amblyseius swirskii*) için yan etki çalışmalarının zararsız çıkması zorunludur.

Çizelge 8.6. Yan etki çalışmalarının değerlendirildiği laboratuvar, yarı tarla ve tarla sınıf değerleri

LABORATUVAR SINIF DEĞERLERİ		
Sınıf değeri	Etki (%)	Zararlılık Sınıfı
N	< 30	Zararsız veya az zararlı
M	30–79	Orta derecede zararlı
T	> 79	Zararlı
YARI TARLA SINIF DEĞERLERİ		
Sınıf değeri	Etki (%)	Zararlılık Sınıfı
N	0-50	Zararsız veya az zararlı
M	51–75	Orta derecede zararlı
T	> 75	Zararlı
TARLA SINIF DEĞERLERİ		
Sınıf değeri	Etki (%)	Zararlılık Sınıfı
N	0-50	Zararsız veya az zararlı
M	51–75	Orta derecede zararlı
T	> 75	Zararlı

8.4.3. Pestisitlerin doğal düşmanlar üzerindeki olumsuz etkisini azaltmak için önerilen tedbirler

Doğal düşman türleri arasında insektisitlere karşı tolerans farklılıkları görüldüğü için, öncelikle agroekosistemde doğal düşmanların doğru tanımlanması gerekmektedir. İnsektisitlerin uygun şekilde kullanılması, zararlılarla mücadelede biyolojik mücadele etmenlerinin korunması açısından önemlidir. Seçici pestisitlerin zararlılara karşı etkinlik gösterirken, predatörler ve parazitoitler üzerinde etkilerinin daha düşük olmasından dolayı bu tür ilaçlara öncelik verilmesi önemlidir. İlaçlama yapılacak alanda parazitoit ve predatörlerin bulunup bulunmamasına ve bu etmenlerin gelişme dönemlerine göre uygulanacak insektisitler değişebilir.

Doğal düşman yoğunlukları ve çeşitliliği bahçelerde ve pestisitlerin uygulanmadığı alanlarda önemli derecede yüksektir. Zararlıların önemli yaşam dönemlerinde pestisit uygulamalarını sınırlayarak veya uygulamayı birçok doğal düşmanın aktif olmadığı veya korunaklı yerlerde bulundukları zamanlarda yaparak popülasyonlarında artış sağlanabilir. Pestisit uygulamaları arasındaki süre yete-

rince uzunsa, faydalılar yeniden koloni oluşturabilirler, fakat her sezon birkaç uygulama, doğal düşman topluluklarının yok olmasına sebep olur. Dolayısıyla, konvansiyonel alanlara kıyasla, organik alanlarda doğal düşmanların yoğunluğu ve çeşitliliği daha yüksektir.

Buna göre ilaçlamaya karar verirken aşağıdaki konulara dikkat edilerek, pestisitlerin doğal düşmanlara etkisi azaltılabilir.

- Doğal düşmanlar üzerinde pestisitlerin olumsuz etkilerini azaltmak için en iyi metot pestisit uygulamalarından kaçınmaktır.
- Zararlı yönetiminde pestisit kullanıldığında, yalnızca gerektiğinde ve ekonomik zarar eşğini korumak adına uygulanabilir.
- Bir pestisitinin uygulamasının gerekliliği veya uygunluğuna ilişkin karar alınırken, zararlıların ürün üzerindeki etkisinin ve zararlıların ne zaman soruna neden olabileceğinin belirlenmesi önemlidir.
- Biyolojik mücadelenin yeterli olduğu alanlarda pestisit kullanmaktan kaçınmak gerekir, bunun için de doğal düşmanların etkiliğinin bilinmesi şarttır.
- Ana zararlıların mücadelesi için karar verileceği zaman, sekonder zararlılara doğal düşmanların etkisi göz önüne alınmalıdır.
- Seçici ilaçların tercih edilmesi gerekmektedir.

8.4.3.1. Polinatör arılar, pestisitler ve korunma önerileri

Bal arısı (*Apis mellifera* L.) tarımsal ekosistemlerde polinasyonda (tozlaşmada) kullanılan en yaygın arı türü olmasına rağmen, tüm dünyada bugüne kadar tanımlanmış yaklaşık 16.000 arı türü bulunmaktadır (Michener 2000). Arılar pek çok tarım ürününün polinasyonunda, çok sayıda poleni taşımada fonksiyonel rol oynayan kılıklı bir vücut yapısı, çiçek yapısına özelleşmiş beslenme davranışları ve yavrularını yetiştirmek için çiçeklerin polen ve nektarına bağlı olmaları nedeniyle diğer polinatörlerden daha üstün ve etkilidirler (Free 1993).

Tüm tarım ürünlerinin 1/3'ünden daha fazlası, tohum ve meyve oluşumu için polinatör arılara ihtiyaç duymaktadır. Ayrıca pek çok et ve mandıra ürününün eldesi de yem bitkilerinin tozlaşmasında görev alan arıların varlığına dolaylı olarak bağlıdır. Batı Avrupa'da arıların tozlaşmadaki rollerinin değerinin, bal ve bal mumundan elde edilen değerden 30-50 kat daha fazla olduğu tahmin edilmekte-

dir. Afrika’da bu fark 100 kata kadar ulaşmaktadır. Yeterli polinasyon sayesinde daha iyi ağırlıkta meyve ve tohum gelişir. Örneğin yabanmersinlerinde, meyve ağırlığı arının varlığında 0.578 g, yokluğunda 0.348 g olmaktadır. 100 çiçekten elde edilen ürün miktarı, arı olduğunda 51.1 g iken, yokluğunda sadece 16.8 g’da kalmaktadır (Bradbear 2009).

Pestisitlerin arılar üzerindeki etkisi, doza ve diğer karşılaşma koşullarına bağlı olarak letal veya subletal olabilir. Yön bulma, yön belirleme ve iletişim kabiliyetlerinde azalma, beslenme davranışında ve motor aktivitelerde değişiklik, kısa ve uzun dönem hafıza kaybı, öğrenme davranışı ve duyuşsal algılamada bozulma, bağışıklık sisteminde düşüş dolayısıyla hastalık ve zararlılara karşı duyarlılıkta artış, üreme ve gelişim bozuklukları subletal etkilerin bir sonucudur (Johnson and Corn 2015). Herbisitlerin sıklıkla arılar için tehlikeli olmadıkları düşünülmektedir, fakat bu doğru değildir. Arılar kovan veya yuvalarına yakın taze suya sahip değiller ise, sabahları yaprakların üzerindeki çiğleri toplarlar. Böyle bir ürün uygulandığında, arılar su toplarken zehirlenebilirler. Bu olaydan korumak için arıcı, arılığına daima taze su temin etmelidir. Su kaynağı asla kurumamalıdır, aksi takdirde arılar hemen diğer alanları su için araştırmaya başlayacaklardır. Suyun temin edilmesi, ayrıca enerjinin su bulmaya harcanması yerine daha fazla bal yapımına kullanılması için de önemlidir.

Birçok ülkede çiftçiler bitkilerin polinasyon ihtiyacının farkında olmayıp hatalı pestisit kullanımı nedeniyle arıların ölümüne neden olurlar. Oysa polinasyon için arıların olmaması çiftçinin ürününün %75’ini kaybetmesi anlamına gelebilir. Pek çok arı yetiştiricisi bile polinasyon hakkında bilgi sahibi değildir ve arıları korumak için ihtiyaç duyulan şeyler hakkında çiftçileri bilgilendiremezler. Avrupa, Avustralya, Yeni Zelanda ve Kuzey Amerika’da meyve yetiştiricileri çiçeklenme döneminde arı temin edebilmek için arıcılara ödeme yaparlar. İyi bir hasat için bunun kendilerine daha büyük bir şans vereceğini bilirler. Çiftçinin, arıcıya korunaklı bir alan sağlaması, arıcının da çiftçiye kalıcı polinasyonu temin etmesi için aralarında bir sözleşme yapılmalıdır. 10 kovan için ihtiyaç duyulan alan sadece 10-60m² arasındadır ve bu arazinin kullanılmayan herhangi bir noktasında olabilir. Aslında en iyi önerilerden biri plantasyonun (bahçenin-tarlanın) içinde çitle çevrili bir alanda kalıcı bir arılığın bulundurulması ve bu alanda asıl ürünün çiçeklenme dönemi dışında arıların besini olabilecek bitkilerin yetiştirilmesidir.

Ülkemizde yukarıda ifade edilen düzenlemeler “Arıcılık Yönetmeliği”nin çizdiği çerçevede gerçekleştirilir. Bu yönetmelik, arıcılığı geliştirmek için araştırma, gen kaynaklarının tespiti ve muhafazası, ıslah, hastalık ve zararlıları ile

mücadele, üretim, polinasyon, yayım ve eğitim hizmetlerini düzenlemek amacıyla 30.11.2011 tarihli Resmi Gazetede 28128 sayı ile yayınlanarak yürürlüğe girmiştir (Anonim 2011).

Arıların pestisitlerden etkilenme belirtileri: Tecrübeli arıcı zehirlenme sırasında, arılığında bir şeylerin ters gidip gitmediğini hemen anlayabilir. Zehirlenme belirtiler arasında şunlardır:

- Kovan girişinde birikmiş ölü işçi arılar. Bunlar ölen arıların %10-20'sini temsil eder, fakat karıncalar sıklıkla ölü arıları hemen ortamdan uzaklaştıracaktır. Zehirle beslenmiş arıların bir kısmı da arazide ölür.
- Arılar sıkıntılı ve agresif olmaya başlarlar. Bu durum daha çok Lindane ve organofosforlu bileşiklerin etkisi ile oluşur.
- Arı kolonileri gürültülü ve sinirli sesler üretirler, stresli ve öfkeli davranışlar sergilerler kovan yüzeyinde telaş içinde yürürler.
- Eğer kovan açılırsa, özel alarm dansı yapan arıları görmek mümkündür. Geri dönen arılar ile kovadaki bazı arılar, spiral veya düzensiz zigzaglar yaparak taraklar üzerinde dolanırlar. Bu alarm bazen tümüyle uçuş faaliyetlerinin durmasına sebep olur. Giriş çevresinde anormal danslar sergilenir.
- Kovanın önündeki zemin üzerinde sürünürler. Eğer karıncalar tarafından yenmezler ise ölmeden önce 3 gün boyunca bu durum devam edebilir. Bazı arılar abdomenleri üzerinde kıvrılırlar.
- Zehirlenme nedeniyle ölen arıların çoğunun dili dışarıya sarkar ve uzar.
- Özellikle organofosforlu insektisitlere maruz kalmışlar ise, mide içeriklerini kusacaklardır.
- Ölmüş ve ölmekte olan açık renkli genç ve yeni çıkış yapmış arıların görülmesi, polen kontaminasyonunun bir göstergesidir.
- Zehirlenmeden sonraki süreçte kraliçe sadece erkek yumurtalar üretecektir. Bu başka sebeplerden de olabilir, ancak bu koloni ölümüne yol açacaktır.

Zehirlenmeler nadiren kolonideki tüm arıların aniden ölümüne sebep olur. Genellikle zehirlenmiş arılar ölmeden önce bir süre canlı kalır. Zehirlenmiş koloni, besin sağlayan işçilerini kaybeder ve gençlerin büyük kısmı da, arı sütü üretimi olması için kontamine polen ile beslendiklerinden bir süre sonra ölür. Bu yumurta bırakmak için boş hücreleri temizleyecek ve larvaları besleyecek arıların olmaması anlamına gelmektedir. Taraktaki birikmeden sonra, kontamine (bu-

laşık) polen gelecek 8 ay hatta bir yıl boyunca arılar için toksik olmayı sürdürür. Genellikle kraliçe zehirlenmeden sonraki ilk 30 gün içinde yerine bir başkasını koyar, aksi halde koloni kraliçesiz duruma gelir. Polen eksikliği olduğu zaman, arılar yumurtalarını yemeye başlarlar. Yumurta veya genç larva mevcut olmadığında ise, işçiler yeni bir kraliçe yetiştiremezler.

Arıların Pestisit uygulamalarına karşı korunması: Arılar pestisitlerin uygulandığı alanlardan uzak ve güvenli bir mesafede tutulabilirler. Bundan emin olmak için, bu mesafe en az 7 km olmalıdır. Bu durumda, çiftçi arılardan tozlaşma için faydalanamaz. Arıcı ve çiftçi aralarında sözleşme yapabilir. Arıcılar farklı pestisit ve kullanımları hakkında bilgi alırlar ise, çiftçiler ile bunu tartışabilir, çok tehlikeli pestisitlere karşı onları uyarabilir ve bir mutabakata varabilirler.

Arılar ilaçlama yapılmadan önce uzaklaştırılabilir ve zehir çiçeklerde aktif olduğu sürece uzak tutulabilir. Pestisitler kovanlara yakın çiçekli bitkilere uygulanırsa ve kovanları uzaklaştırmak çok zor ise, arılar kovanların içinde tutulabilir. Bu, girişin bir ağ ile kapatılması veya geniş telis çuvallarla kovanın üstünün örtülmesi ile yapılabilir. Sıcak alanlarda veya sıcak günlerde, serinletmek için çuvalların üzerine su konulması gerekir. Kuluçkaların serinletilmesi için kovan içine de su sağlanması gereklidir.

Tarımsal ekosistemler ile çevresindeki arıları korumak amacıyla Arıcılık Yönetmeliğinde, zirai mücadele tedbirleri kapsamında yapılacak ilaçlama sırasında uyulması gereken hususlara özellikle yer verilmiştir. Bu hususlar;

- Mevcut imkânlar ölçüsünde arılıkların ilaçlama yapılan alanlardan uzak yerlerde bulunmasına özen gösterilmesi,
- Zirai mücadele yapılacak yerlerdeki ve çevresindeki arıcılara, mücadele yapacak kuruluş ve şahıslar tarafından **yedi (7) gün önceden**, ilaçlama programına alınan bölgenin genişliği, kullanılacak ilacın cinsi, atılma zamanı, etki süresi ile bal arılarına olan etkisinin duyurulması,
- Arıcıların, il/ilçe müdürlüklerinden, bulundukları yöredeki zirai mücadele programları hakkında bilgi alması,
- Arılara toksik olduğu belirtilen ilaçlar yerine mümkünse zararsız maddelerinin kullanılması,
- BKÜ'nin kullanıma arz edilen hâliyle ve etiketinde belirtilen tavsiyelere göre uygulanması,

- f. Atık ve ambalajlarının kullanıcılar tarafından uygun şekilde bertaraf edilmesi,
- g. Arıların su içtiği kaynaklara ilaçların bulaştırılmaması,
- h. İlaçlamaların akşam üzeri veya sabah erken saatlerde, arıların uçuş yapmadıkları zamanlarda uygulanması şeklinde sıralanabilir.

Bir BKÜ'nün arı üzerindeki etkisini değerlendirme skalası Birleşmiş Milletler Stockholm Sözleşmesi (Anonymous 2009)'nde belirtilmiş olup aşağıda Çizelge 8.7.'de gibi etikete işlenir.

Çizelge 8.7. Kimyasal bileşiklerin tehlike sınıflandırmasındaki toksisite eşik değerleri

Organizma	Çok Toksik	Toksik	Zararlı	Zararsız
Polinatörler	$LD50 \leq 1g/arı$	$1 < LD50 \leq 10\mu g/arı$	$10 < LD50 \leq 100\mu g/arı$	$LD50 > 100\mu g/arı$

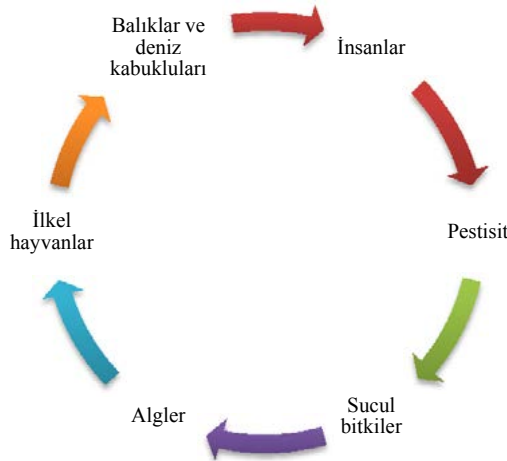
8.4.3.2. Pestisitlerin balıklara ve suda yaşayan canlılara olumsuz etkileri ve önerilen tedbirler

Pestisitler, bitki ve toprak yüzeyinden ilaçların yağmur suları ile yıkanması, pestisit fabrika atıklarının akar ve durgun sulara boşaltılması, boş ambalaj kaplarının su kaynaklarıyla buluşması ile yeraltı sularına bulaşmaktadır. Su ekosisteminde giren bir pestisit, besin zinciri içerisindeki canlılarda birikime ve canlıların kitle halinde ölümleri yanında, onların yaşama yerlerini değiştirmeleri, yumurta koymaları ve üremeyi durdurmaları suretiyle de sucul canlılar üzerinde etkili olabilmektedir. Balıklar solungaçları vasıtasıyla su ortamında pestisit kalıntılarını absorbe ederek veya dokularında kirleticileri biriktirmiş olan alt basamaklardaki türlerle beslendiklerinden pestisitlerle bulaşabilir veya zehirlenebilir.

Pestisitlere maruz kalan su canlılarında pestisit miktarına göre akut zehirlenmeler olabildiği gibi, kronik zehirlenmelerde görülmektedir. Balıklarda kronik pestisit zehirlenmesi oksidatif hasar, histopatolojik ve gelişimsel değişiklikler, mutasyon ve kanserojen içeren çeşitli etkilere neden olur. Balıkların asetil kolineraz (AChE) enzimindeki değişiklikler karbamatlı ve organofosforlu insektisitlerin balıklara etkisini belirlemede kullanılan kriterlerden biridir. Pestisitlerle bulaşık habitatta bulunan balıkların beynindeki AChE de %40 azalma olduğu görülmüştür. Bu azalma balıkların yüzme kabiliyetlerinde önemli derecede azalmaya yol açmaktadır (Rao et al. 2007). Diğer bir çalışmada ise endosulfane ve

cypermethrine maruz kalan değişik cinsteki balıklarda protein miktarının azalmadığı, bu nedenle beslenme ve düşmanlarından korunmak için gerekli aktivitelerini kaybettiği kaydedilmiştir (Jenkins et al. 2003, Veeraiah et al. 1998).

Balıkların pestisitlere uzun süre maruziyeti onlarda strese neden olmakta ve çabuk av olmalarına, uygun olmayan sulara gitmelerine neden olmaktadır, bu durum yaşamaları açısından oldukça tehlikeli görülmektedir. Bazı herbisitlerin ise balıkların normal göçünü engellediği için hayat çemberlerinde ciddi aksaklıklar meydana geldiği, kirli sulardan uzak alanlara yumurtlamak isteyen balıkların yumurtlama zamanlamasında farklılıklara neden olduğu görülmüştür (Murthy et al. 2013). Ayrıca sucul organizmaların pestisitlere uzun süre maruz kalması ve insanların bunları tüketmesi büyük tehlikedir. Balık ve diğer sucul canlıların korunması insan sağlığı açısından vazgeçilmezdir. Toksik maddelerin sucul organizmalarda biyobirikimi ve besin zinciri pestisit, sucul bitkiler, algler, ilkel hayvanlar, balıklar ve deniz kabukluları ve insanlar şeklindedir (Şekil 8.1).



Şekil 8.1. Toksik maddelerin sucul organizmalarda biyobirikimi ve besin zinciri

Bu nedenle, halk sağlığı açısından önem taşıyan bu konu, insanların maruziyetini değerlendirmek için düzenli olarak balıklarda ve sucul organizmalarda pestisit kalıntılarının izlenmesini gerektirir. Balıklarda ve sucul organizmalarda pestisit kalıntılarının izlenmesi yanında, pestisitlerin sucul organizmalara kısa ve uzun süreli toksisite çalışmaları da yapılmalıdır. Kısa süreli toksisite lethal konsantrasyon (LC_{50}) olarak ifade edilir. LC tespiti alabalık (rainbow trout) ve *Lepomis macrochirus* gibi tatlı su balıklarında, zehirli kimyasallara karşı en hassas

gruplardan biri olan ve lentik (durgun su) besin zincirinde merkezi bir konumda olan *Daphnia* (su piresi) gibi omurgasızlarda yapılır. Uygulanan konsantrasyonlarda canlılardaki etki izlenerek pestisitın piyasaya çıkması veya çıkmamasına karar verilmektedir. Bazı durumlarda ise riskli olabileceği ancak gerekli tedbirlerin alınması durumunda riskinin olmadığı etiket üzerinde uyarılarla birlikte piyasaya sunulmaktadır. Sucul ortamdaki zararlılık sınıflandırması için kullanılan kriterler;

- Akut sucul toksisite,
- Kronik sucul toksisite,
- Biyobirikim potansiyeli veya biyobirikim,
- Organik kimyasallar için bozunma (biyolojik veya biyolojik olmayan).

Pestisitlerin sucul ortama göre risklerinin belirlenmesi akut ve kronik zararın tanımlanmasına ve öncelikle sucul toksisite, bu uygunsuz bozunma ve biyobirikim hakkındaki bilgilerin değerlendirilmesine göre yapılır. Akut ve kronik kategoriler birbirinden bağımsız olarak değerlendirilir. Sucul toksisite deney hayvanlarında yapılarak verdiği tepkiye göre sınıflandırılmakta ve pestisit etiketlerinde yer almakta ve aşağıdaki Çizelge 8.8 ve 8.9 gibi etiketlenmektedir (Anonim 2013).

Çizelge 8.8. Sucul akut toksisite kategorileri ve önlemler

Akut Sucul Zararlılık	
	Akut 1
GHS İşareti	
Uyarı kelimesi	Dikkat
Zararlılık ifadesi	H400: Sucul ortamda çok toksiktir.
Önlem ifadesi tedbir	P273
Önlem ifadesi müdahale	P391
Önlem ifadesi depolama	
Önlem ifadesi bertaraf	P501

Çizelge 8.9. Sucul kronik toksisite kategorileri ve önlemler

Uzun Süreli Sucul Zararlılık				
	Kategori 1	Kategori 2	Kategori 3	Kategori 4
GHS işaret-leri			İşaret kullanılmamaktadır	İşaret kullanılmamaktadır
Uyarı kelimesi	Dikkat	Uyarı kelimesi kullanılmamaktadır.	Dikkat Uyarı kelimesi kullanılmamaktadır.	Dikkat Uyarı kelimesi kullanılmamaktadır.
Zararlılık ifadesi	H410: Sucul ortamda uzun süre kalıcı, çok toksik etki	H411: Sucul ortamda uzun süre kalıcı, toksik etki	H412: Sucul ortamda uzun süre kalıcı, zararlı etki	H413: Sucul ortamda uzun süre kalıcı, zararlı etki yapabilir
Önlem ifadesi	Tedbir	P273	P273	P273
Önlem ifadesi Yanıt	P391	P391		
Önlem ifadesi Saklama				
Önlem ifadesi Bertaraf	P501	P501	P501	P501

8.4.4. Pestisitlerin toprak organizmalarına ve mikroorganizmalarına olumsuz etkileri

Toprakta çok sayıda organizma yaşar ve bunlar toprağın fiziksel ve kimyasal yapısını düzeltirler. Bu organizmalar birbirleriyle daha çok antagonistik ve simbiyotik ilişkili olarak yaşamaktadırlar. Toprağın pestisitlerle kirlenmesi, kullanılan kimyasal maddelerin kalıcı olması, bakteri, fungus, güneş ışığı veya kimyasal yollarla bozulmadığı durumlarda toprak tipi, çözünübilirlik, kalıcılık ve iklim faktörlerine bağlı olarak toprakta pestisit birikimi oluşmaktadır. Bu durum toprakta yaşayan makro ve mikroorganizmalar için risk oluşturmaktadır.

Toprak solucanları ile ilgili yapılan çalışmalarda bu canlıların toprağın yapısı, verimliliği ve bitki üretimi üzerinde çok önemli etkiye sahip oldukları görülmüştür. Toprak solucanlarının belirli bir alandaki yoğunluk ve biyokütleleri iklime, toprak yapısına, toprak parametrelerine ve bitki örtüsüne bağlı olarak değişir. Nemli ilkbahar ve sonbahar aylarında bol bulunurlar. Soğuk ve kurak havalarda derinlere inerler (Mısırlıoğlu 2011). Bu derinlik bazı türlerde 3 metreye kadar ulaşabilir. Buna göre topraksolucanları, beslenme ve galeri açma etkinlikleriyle toprağın genel dengesini olumlu yönde geliştirebilir, gözenekliliği ve su infiltrasyonunu artırabilir, Bunun yanında topraktaki azot çevriminde önemli rol oynarlar. Ayrıca, eğimli çayırarda yüzey suyu akışını galerileri ile azaltarak, böylece su filtrasyonunu artırarak erozyonu azalttıkları görülmüştür. Toprak solucanları her gün vücut ağırlıklarının % 60'ı kadar atık üretirler ve bu atıkları bitkiler için gübre olduğu gibi mikroorganizma faaliyetinde düzenleyicisi konumundadırlar. Üre bakımından çok zengin olan bu atıklar ayrıca nitrat, fosfor, magnezyum, potasyum ve kalsiyum içerir (Mısırlıoğlu 2011). Toprak için vazgeçilmez öneme sahip olan bu makroorganizmaların hayatı toprak kirliliği arttıkça tehlikeye girmiştir. Bu kirliliğe ağır metaller, pestisitler gibi maddeler neden olmaktadır. Topraktaki makro organizmaların kirlilikten etkilenme derecelerinin de farklı olduğu yapılan çalışmalarda görülmüştür. Bu kirlilikten solucanlar ve sümüklü böcekler en fazla etkilenen gruptadır. Özellikle solucanlar toprak yapısında önemli rol oynadıklarından dolayı kirlilikten en fazla etkilenen gruptur. Bu etkileşimden dolayı toprak solucanları pestisit ruhsatlandırma sisteminde toksisite çalışması zorunlu olan organizmalardandır.

Yapılan epidemiyolojik ve laboratuvar çalışmalarında tarlada pestisit uygulamasının azaltılması solucan sayısının artmasıyla sonuçlanmıştır (Pelosi et al. 2013). Tebuconazole'un toprak solucanları üzerine ekotoksikolojik etkileri sonucunda, biyobelirteç olarak seçilen EROD, AChE, GST ve CaE enzimleri üzerine indükleyici etkisi olduğu, bu fungusitin toprak kirliliğine neden olduğu, toprakta hedef olmayan organizmalar açısından olumsuz etkilere yol açtığı belirlenmiştir (Yoloğlu 2015). Toprak için hayati öneme sahip solucanların varlığının sürdürülebilir olması için pestisit uygulamalarından sonra ne miktarda etkili maddeye maruz kalacağı tahmin edilmeli, belirli zaman aralıklarında toprak solucanı aktivitesi izlenerek varlığı kontrol edilmelidir. Ülkemizde pestisitlerin ruhsatlandırılmasında belirtilen riskler kriter alınarak işlemler yürütülmektedir. Toprakta çabuk parçalan pestisitler ve metabolitleri için (90 günden önce) ayrıntılı çalışmalara gerek duyulmamaktadır.

Mikroorganizmalarda (bakteri, mantar, alg, virüs, protozoa vb) toprağın gelişmesinde, fiziksel-kimyasal özellikleri ve verimliliği üzerine büyük rol oynarlar. Mikroorganizmalar, toprak faunasının işbirliği ile çeşitli hayvan ve bitki kalıntılarını ayrıştırarak içerdikleri mineral maddelerin açığa çıkmasını sağlarlar. Bu esnada oluşturdukları metabolitler ve ana ürünler ile toprağa yoğun bir biyokimyasal özellik kazandırırılar. Bu aktiviteler sonucu oluşan son ürünlerden çeşitli varlıklar öncelikle de bitkiler yararlanırlar. Böylece doğal yaşam süreçleri işlevini sürdürür (Anonim 2016). Topraktaki çeşitli mikroorganizmalar bazı salgıları ve filamentleriyle, toprak taneciklerinin daha iri partiküller halinde bağlanmasına neden olurlar. Bu partiküller toprak yaşamı ve toprağın canlılığı, açısından önemli olup, toprağın erozyondan korunması toprak neminin korunması ve toprak reaksiyonlarının seyrine kadar birçok toprak olayını etkiler (Anonim 2016). Tarımsal faaliyetlerde pestisitlerin kullanımıyla bitki üzerinden ve direk toprağa bulaşan kimyasal maddeler ve zararlı metabolitleri toprak mikroorganizmalarına zarar vermektedir.

Pestisitlerin mikroorganizmalar üzerine etkilerini belirlemek için bazı çalışmalar yapılmıştır. Phygon, Spergon ve Thram isimli fungusitlerin, bezelyede nodül oluşturan *Rhizobium* lara etkisi araştırılmış, ve fungusit konsantrasyonunun fazla bulunduğu ortamlarda hassas *Rhizobium* suşlarının çoğaldığı tespit edilmiştir (Odeyeni and Alexander 1977). Tarımda pestisit kullanımının başladığı yıllardan bu yana insektisit olarak kullanılan parathion metilin, toplam canlı bakteri ve aktinomiset sayısının gelişmesini teşvik ettiği; aerob endospor oluşturanlar, proteolitik ve anaerob bakterilerin sayısında ise değişiklik oluşturmadığı; maya-küf ve selülitik bakterilerin gelişmesini ise olumsuz etkilediği tespit edilmiştir. Dünyada yaygın bir insektisit olarak kullanılan cypermethrin ile muamele edilen toprakta ise, aerob endospor oluşturan bakteriler ile proteolitik bakteriler kontrol ile yaklaşık benzer bulunmuştur. Selülitik bakteriler ve maya-küf sayısının olumsuz etkilendiği görülmüştür. Toplam canlı bakteri sayısı ise inkübasyon süresinin 10. gününe kadar kontrol ile benzer bulunmuş, diğer günlerde ise cypermethrin ile muamele edilen toprakta canlı bakteri sayısının fazla bulunduğu bildirilmektedir (Dığrak ve Özçelik 2002). Tarımda yaygın olarak kullanılan herbisitlerden trifluralin uygulanan topraktaki toplam canlı bakteri sayısı inkübasyon süresince kontrolden fazla bulunmuştur (Uçan ve Dığrak 2000). Glyphosate, thiram, pentachloronitrobenzene, fenarimol aktif maddeli pestisitlerin toprağa uygulanması sonucu toprak mikroflorasının pestisit gruplarına göre farklı derecelerde etkilendiği tespit edilmiştir (Dığrak ve ark. 1999). Topraktaki organik madde, pestisit yapısı ve mikroorganizmaların pestisitleri değerlendirilme yetenekleri de mikroorganizmalar üzerine etkili olabilmektedir.

Bu gibi nedenlerden dolayı, tarımda kullanılacak olan pestisitler seçilirken toprak mikroorganizmaları tarafından kullanılabilen, hızlı parçalanabilme özelliklerine sahip olanların tercih edilmesi gerekmektedir. Dünyada ve ülkemizde pestisitlerin ruhsatlandırılmasında toprak mikroorganizmaları ile ilgili çalışmaların yapılması zorunludur. Toprağa uygulanan pestisitlerin 100. gün sonunda toprak mikro organizma faaliyetlerinde $\pm\%25$ değişim meydana getirmesi kritik seviye olarak kabul edilmektedir.

KAYNAKÇA

Andersson H.D. Tago and Treich N. 2014. Pesticides and health: A review of evidence on health effects, valuation of risks, and benefit-cost analysis. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25244910>

Anonim 2009. Pestisitlerin Faydalı Organizmalara Standart Yan Etki Deneme Metotları <https://bku.tarim.gov.tr>. Erişim tarihi:29.03.2017.

Anonim 2011. Arıcılık Yönetmeliği, T.C. Resmi Gazete 28128, 30.11.2011.

Anonim 2013. Maddelerin ve Karışımların Sınıflandırılması, Etiketlenmesi ve Ambalajlanması Hakkında Yönetmelik. T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı.

Anonim 2016. Toprak Mikrobiyolojisi. www.cilginbiyologlar.com erişim tarihi:08.08.2016.

Anonymous 2003. The causes of cancer. <https://www.iarc.fr/en/publications/pdfs-online/wcr/2003/wcr-2.pdf>

Anonymous 2008. Guidance on the Application of the CLP Criteria, Guidance to Regulation (EC) No 1272/2008 on classification, labelling and packaging (CLP) of substances and mixtures, Version 4.0.

Anonymous 2009. The Stockholm Convention as amended in 2009. UN (United Nations-The Secretariat of the Stockholm Convention), Available from: <http://chm.pops.int/Convention/ConventionText/tabid/2232/Default.aspx>

Anonymous 2016a. www.iarc.fr/en/media-centre/pr/2015/pdfs/pr240_E.pdf. Erişim tarihi 27.06.2016.

Anonymous 2016b. www.iarc.fr/en/media-centre/iarcnews/pdf/Monographs-Q&A.pdf. Erişim tarihi 27.06.2016.

Anonymous 2016c. http://monographs.iarc.fr/ENG/Classification/List_of_Classifications_Vol1-114.pdf. Erişim tarihi 27.07.2016.

Bradbear N. 2009. Bees and their role in forest livelihoods. FAO, Rome, 195 p.

Bellows T.S. and Fisher T.W. 1999. Natural enemies indirect effect pesticides, Handbook Biological control University of California Chapter 13 Marshall W. Johnson Bruce W. Tabashnik Enhanced Biological control through Pesticide Selectivity p.297 <https://books.google.com.tr>. Erişim tarihi:29.03.2017.

Cloyd R.A. 2012. Indirect Effects of Pesticides on Natural Enemies. The end of thechapter<http://dx.doi.org/10.5772/47244>

Colborn T., Von saal F.S, Soto A.M. 1993. Development effects of endocrine disrupting chemicals in wildlife and humans. Environmental Health Perspectives 101, 378–384.

Damalas C. A. and S. D. Koutroubas 2016. Farmers' Exposure to Pesticides: Toxicity Types and Ways of Prevention Toxics, 4, 1; 1-10.

Dıǧrak M, Kaçar N. ve Sönmez A. 1999. Pomarsol, Mitikol, Rubigan ve Platoon'nun Toprak Mikroflorası Üzerine Etkileri Tr. J. of Agriculture and Forestry 23 Ek Sayı 5, 1071-1077.

Dıǧrak M. ve Özçelik S. 2002. Parathion Methyl ve Cypermethrin'in Toprak Mikroorganizmaları Üzerine Etkisi. Ekoloji Çevre Dergisi, 44, (11): 25-29.

Ergün B., Ilgın S. ve Atlı Ö. 2016. Türkiye'de Akut Zehirlenmeler. www.turktox.org.tr Erişim Tarihi:01.06.2016.

Fernandes F.L. Bacci L. and Fernandes M.S. 2010. Impact and Selectivity of Insecticides to Predators and Parasitoids, *EntomoBrasilis* 3(1): 01-10.

Frazier LM. 2007. Reproductive Disorders Associated with Pesticide Exposure, Journal of Agromedicine, 12:1, 27-37.

Free J.B. 1993. Insect pollination of crops. Academic Press, Harcourt Brace Jovanovich Publ., San Diego, 684p.

Güley M. ve Vural N. 1976. Toksikoloji A. Ü. Eczacılık Fakültesi Yayınları :48.

İstanbuluoğlu H. R. ve Güleç Oğur M. 2009. Pestisit maruziyeti ve nörolojik bozukluklar. Genel Tıp Derg;19(4): 187-195.

Keifer M.C. and Firestone J. 2007. Neurotoxicity of pesticides, J.Agromedicine, 12 (1):17-25.

Kutluk T. ve Kars A. 2001. Kanser Konusunda genel Bilgiler. T.C. Sağlık Bakanlığı yayınları.

Jenkins F., Smith J., Rajanna B., Shameem U., Umadevi K., Sandhya V. and Mahadevi R. 2003. Effect of sublethal concentration of endosulfan on haematological and serum biochemical parameters in the carp *Cyprinus carpio* Bull. Environ. Contam. Toxicol. 70: 993-997.

Johnson R. and Corn M.L. 2015. Bee health: the role of pesticides. Congressional Research Service, 43p.

Mısırlıoğlu M. 2011. Toprak solucanları, Biyolojileri, Ekolojileri ve Türkiye Türleri, www.researchgate.net/publication/287999527 Erişimtarihi: 05.07.2016

Michener C.D. 2000. The bees of the world. The Johns Hopkins University Press, Baltimore, 913p.

Murthy K. S., Kiran B.R. and Venkateshwarlu M. 2013. A review on toxicity of pesticides in Fish, International Journal of Open Scientific Research Vol.1, No. 1, 15-36.

Odeyeni O. and Alexander M. 1977. Resistance of Rhizobium strain to phygon, spergon and thiram. Appl. Environ. Microbiol., 784-790.

Pelosi C. et al. 2013. Reduction of pesticide use can increase earthworm populations in wheat crops in a European temperate region. Agric. Ecosyst. and Environ, 181, 223-230.

Poulsen M.B, Andersen H.R.and Grandjean P. (2008). Potential developmental neurotoxicity of pesticides used in Europe Environmental Health 7:50.

Rao J.V., Kavitha P., Jakka N.M., Sridhar V. and Usman P. 2007. Toxicity of organophosphates on morphology and locomotor behavior in brine shrimp, *Artemia salina*. Arch. Environ. Contam. Toxicol., 539: 227-232.

Uçan K. ve Dıǧrak M. 2000. Farklı nem koşullarında Trifluralin'in bitki kök bölgesinde bulunan mikroorganizmalar üzerine etkisi, GAP Çevre Kongresi, Bildiriler Kitabı, 1. Cilt, Sayfa 581-590, Şanlıurfa, 16-18 Ekim 2000.

Veeraiah K. and Prasad D. 1998. Study on the toxic effects of cypermethrin (technical) on organic constituents of freshwater fish, *Labeo rohita* (Hamilton). Proc. Acac. Environ. Biol 7(2):143-148.

Vural N. 2005. Toksikoloji, A. Ü. Eczacılık Fakültesi Yayınları No:73

Yoloğlu E. 2015. Toprak Solucanları Üzerine Tebukonazol ve Thiramın Toksik Etkilerinin Alan Çalışması ile Değerlendirilmesi, Adıyaman Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 5 (1):24-35.





***ZARARLI ORGANİZMALARIN
PESTİSİTLERE KARŞI DİRENÇ
GELİŞTİRMESİ VE DİRENÇ
YÖNETİMİ***

***Dr. Abdullah YILMAZ
Gamze ERDURMUŞ
Emine Arzu ELİBÜYÜK
Ercan KOCA***



ZARARLI ORGANİZMALARIN PESTİSİTLERE KARŞI DİRENÇ GELİŞTİRMESİ VE DİRENÇ YÖNETİMİ

Dr. Abdullah YILMAZ
Gamze ERDURMUŞ
Emine Arzu ELİBÜYÜK
Ercan KOCA

Pestistlere Karşı Direnç Gelişimi

Direnç için araştırmacılar ve kurumlar tarafından farklı tanımlamalar yapılmaktadır. İnsektisit Direnç Çalışma Komitesi (IRAC, Insecticide Resistance Action Committee) direnci, böcek popülasyonlarında, aşırı pestisit kullanımı, bazen de yanlış kullanım sonucu ortaya çıkan, zararlı popülasyonuna etiket önerisinde uygulanan insektisit beklenen etkiyi göstermemesi ve bu durumun kalıtsal olması olarak tanımlamaktadır (Anonim 2016a). Dünya Sağlık Örgütü (WHO, World Health Organization)'ne göre direnç, normal bir popülasyondaki bireylerin çoğunu öldürdüğü tespit edilen zehirli bir maddenin belirli bir dozuna karşı, aynı türden diğer bir popülasyondaki bireylerin tolerans kazanma yeteneğinin gelişmesi olarak ifade edilmektedir. Durmuşoğlu (2016) ise bir zararlıya karşı aynı pestisit veya etki mekanizması aynı olan pestisitlerin ard arda uzun süre kullanılması sonucunda, bu zararlı popülasyonunda söz konusu pestisit ya da pestisitlere karşı önce hassasiyet azalışı görülmesi ve hassasiyeti az olan bireylerin popülasyonda artışı olarak tanımlamaktadır.

Direnç karasinekler, sivrisinekler, kırmızıörümcekler, yaprakbitleri gibi gelişme süreleri kısa ve çok sayıda döl veren zararlılarda kısa zamanda ortaya çıkmaktadır. Pestisitlere dirençle ilgili bulgular, kullanımlarını takip eden süreçte hemen tespit edilebilmektedir. Bitkileri zararlılardan korumak için pestisit kullanımı arttıkça, pestisitlere dirençli zararlı sayısı da artmaktadır. Uygulanan insektisitlerin etkisizliğini gidermek için yetiştiriciler ya dozu ya da uygulama sayısını arttırmaktadır. Bunun sonucu olarak çevre daha çok kirlenmekte, hedef dışı organizmalara olumsuz etkiler artmakta, direnç kazanan zararlıların doğal düşmanları pestisitlerden daha fazla etkilenmekte ve doğal denge tamamen zararlılar lehine bozulmaktadır.

Pestisit direnci ile ilgili ilk kayıt 1914 yılında ABD’de *Quadraspidiotus pernicious*’ta lime-sülfüre karşı görülen direnç için bildirilmiştir (Melander 1914). Bu tarihten sonra 1946 yılına kadar, toplam 11 böcek türünde insektisitlere karşı direnç belirlenmiştir. Bu sayı, 1970’de 244 türe yükselmiştir (Toros ve Maden 1991). 1914 yılından 2015 yılı sonuna kadar 597 türün 338 bileşiğe toplam 14644 durumda dayanıklılığı bildirilmiş ve en çok dayanıklılık sırasıyla Diptera, Lepidoptera, Homoptera, Acarina, Coleoptera ve Thysanoptera takımına bağlı türlerde görülmüştür (Thompson 2011). Dayanıklılık durumu en çok sırasıyla organik fosforlu bileşiklere, piretroitli bileşiklere, klorlandırılmış hidrokarbonlardan cyclodine grubu bileşiklere, DDT’ye, neonicotinoidlere ve karbamatlı bileşiklere karşı tespit edilmiştir (Thompson 2011). Zararlı organizmalar sadece insektisitlere değil, fungusit, akarist ve herbisitlere karşıda direnç geliştirebilirler. Son yıllarda tüm dünyada olduğu gibi maalesef ülkemizde de herbisitlere karşı direnç yaygınlaşmaya başlamıştır.

9.1. İnsektisitlere karşı direnç gelişimi ve önlenmesi

Böceklerde direnç gelişimi genel olarak böceğin insektistten etkileyen fizyolojik mekanizmalarını veya davranışlarını değiştirmesi ile ortaya çıkar ve aşağıdaki kategorilerde sınıflandırılır.

Davranışsal direnç: Bir insektisit uygulaması sonucu canlının doğal davranışı ya da davranış modifikasyonları ile temas yüzeyinden sakınma veya kontak süresini azaltma şeklinde olan direnç tipidir. Bu durumda böcek, ilaçlı kısımdan uzaklaşma ve ilaçlı kısımlarla beslenmeme eğilimi gösterir. Elma iç kurdunun yumurtadan yeni çıkan larvalarının meyve içeresine girerken kurşun arseniyatla kaplanmış epidermis parçalarını yemedikleri, bazı kabuklu bitlerin HCN gazlaması sırasında stigmalarını sıkıca kapatarak gazın uçup gitmesini beklemeleri bu tip direnç için en belirgin örneklerdir. İlk kaydedilen tip olan

davranışsal direnç, en ince ve ölçülmesi zor olanıdır. Bu direnç Afrika'daki sıtma eradikasyon programında, sivrisinek erginlerinin kulübelerden içeri girdiğini ve yalnızca tavana konduğunu ve bu sayede ilaçlı duvarla temastan kaçındıkları ilk davranışsal direnç olarak gözlemlenmiştir. Ayrıca Beyazsinek (*Bemisia tabaci*) popülasyonlarında eğilim yalnızca olgun pamuk bitkilerinin üstten 1/3 aşagısında kanopinin altına iyi yerleşmesi ve ilaç uygulamaları ile temastan kaçınması da bir başka örnek olarak verilebilir. Davranışsal direnç laboratuvara getirilen böcek popülasyonlarında gözden kaçabilen, arazide gözlenmesi ve ölçülmesi zor bir durumdur. Son yapılan çalışmalarda davranışsal direncin değişik kimyasallarla ilişkili olabildiğine dair korelasyonlar olduğu düşünülmektedir (Anonymous 2016a,b,c; Durmuşoğlu 2016; Velioğlu ve Erdoğan 2007).

Penetrasyon direnci: Böceğin özel bir direnç genine sahip olmaksızın, kalın kutikula, büyük vücutluluk, artan yağ oranı gibi mevsimsel varyasyonlar geliştirmesi sonucu olabilmektedir. Bu mekanizmanın böceğe daha fazla direnç sağladığı varsayılmaktadır Penetrasyon, özellikle kalıcı olmayan ya da kolaylıkla parçalanabilen insektisitlerin toksisitelerinin azalmasında etkili olarak görülmekle birlikte kalıcı insektisitlerin toksisitelerinin azalmasında daha az etkilidir. Penetrasyon azalması tek başına değil, ancak diğer direnç mekanizmalarının var olduğu zaman sinerjistik bir etki göstermektedir. Bu direnç tipi evsineği ve yeşil kurt gibi böceklerde görülmüştür. Penetrasyon direnci kazanmış bireylerde hassas bireylere göre pestisit kutikuladan emiliminin yavaş olduğu görülmüştür. Sentetik pretroitlere hassas ve dayanıklı *Anopheles* türlerinin kutikula ölçümlerinde önemli derecede farklılık görüldüğü bildirilmiş dayanıklılığı kutikula kalınlığına bağlıdır (Anonymous 2016a,b,c).

Metabolik direnç: Böceklerde görülen en yaygın direnç mekanizmasıdır. Bu direnç mekanizması insektisitleri hedef bölgelerine ulaşmadan metabolize eden ya da ayıran enzimleri içermektedir. Bu enzimler böceklerde doğal olarak bulunur ya da bitkilerde beslenmesi sonucu ortaya çıkan ve insektisitlerin hedef bölgeye ulaşmadan parçalanması ile oluşmaktadır. Bu mekanizmada insektisitler vücutta enzimlerin etkisiyle çok değişik biyokimyasal reaksiyonlar sonucu daha az toksik olan bileşiklere dönüşmektedir. Böceklerde direnç ile ilgili enzimlerden Esterazlar, Glutathion -S-Transferazlar, P- 450 Monooxygenazlardan, Esterazlar, organofosfatlı insektisitlerin aktive olmuş oxon formları tepkimeye girmekte ve esteraz inhibitörleri olarak görev yapmaktadır. Glutathion-s-transferazlar (GST) bütün metazoanlar ve bitkilerde bulunan bir izoenzim ailesidir ve temel detoksifikasyon sistemlerinden birisidir (Gürkan 2010).

Değişen etki yeri direnci: Değişen etki yeri direnç mekanizmalarında, sinir sistemindeki çeşitli düzenlemeler yoluyla insektisitlerin organizmadaki hedef bölgelerine bağlanması engellenmektedir. İnsektisitlerin böceklerde toksisisteye sebep olduğu yerlerin sayısı veya bu yerlerin yapısında meydana gelen değişikliklerin neden olduğu direnç mekanizmasıdır. Bu değişiklik, hedef bölgenin protein dizisindeki tek bir amino asitin yer değişimi ile gerçekleşmektedir. Meydana gelen amino asit değişimi hedef bölgenin temel fonksiyonunda herhangi bir kayba sebep olmadan insektisidin bağlanmasını azaltmaktadır. Bu kapsamda insektisit direncini sağlayan üç hedef bölge mekanizması önemlidir.

1. Asetilkolinesteraz (AChE) değişimi: Organik fosforlu ve karbamatlı insektisitler, arthropodların merkezi sinir sistemlerinde asetilkoliesterazın işlevini engelleyen nörotoksik etkilere sahiptir. İnsektisitlerin etkinlikleri böceklerdeki AChE miktarına bağlıdır. Böceklerde bu hipotez böcek vücudunda AChE miktarının düşük olması durumunda böceklerin ilaçlara karşı hassas olduklarını, AChE miktarının yüksek olması ise böceklerin ilaçlara karşı daha dayanıklı olmalarına sebep olduğunu öne sürmektedir. Enzim miktarında meydana gelen 2 kat azalma, dirençte de 2 kat azalmaya sebep olmaktadır. Bu da AChE miktarındaki artışın dirence neden olduğunu göstermektedir (Gürkan 2010).
2. Sodyum kanalları: Sentetik piretroidler sinir membranlarındaki volta-ja-bağımlı sodyum kanallarının fonksiyonunu değiştirerek insektisit etkilerini göstermektedirler. Böceklerde sodyum kanalının yapısında KDR (knock down resistance) ve süper KDR direnci olarak adlandırılan birtakım değişiklikler meydana gelmektedir. Böceklerde DDT ve piretroid insektisitlere karşı görülen dirence knockdown direnç (KDR) adı verilmektedir (Gürkan 2010).
3. Klorlanmış siklodienlere karşı nöron duyarlılığında azalma: Siklodienler (aldrin, dieldrin, heptachlor vb.) 1950'li yıllardan sonra tarımda zararlı böceklerin mücadelesi için çok yaygın bir şekilde kullanılmaya başlanmıştır. Siklodien direnci ile ilgili olarak yapılan çalışmalar; bu direncin temel mekanizmasının hedef yeri duyarlılığının azalması şeklinde olduğunu göstermektedir. Siklodien insektisitlerin hedef yeri GABA olarak bilinen Gamma aminobütrik asit reseptörleridir (Gürkan 2010).

İnsektisitlere karşı direncin önlenmesi

Böceklerde direnç geliştiğinin en önemli belirtisi tavsiye edilen dozda ve süre gelen uygulamalarda görülen canlı böceklerden daha fazla canlı böceğin görül-

mesidir. Zararlılara karşı pestisit uygulamalarında bazı önlemler alınarak zararlıların direnç kazanmalarının önüne geçilebilmekte veya direnç kazanma oranları azaltılabilmektedir. Bu önlemlere pestisit direnç yönetimi adı verilmektedir. Direnç yönetimi, zararlı problemlerini azaltmak için, bir çok stratejinin kullanıldığı entegre zararlı yönetiminin de bir parçasıdır. Zararlılarda direnç yönetimi için genellikle pestisit kullanım modellerinin değişimi veya kimyasal olmayan mücadele metotlarının kullanılması önemlidir. Direnç yönetiminde, zararlı popülasyonunda direnç gelişimini engellemek, direnç gelişim hızını yavaşlatmak, dirençli popülasyonda direnci zararlının mücadele edilebilir eşiğın altına indirebilmek hedeflenmektedir.

Direnç yönetimi için aşağıdaki önlemler alınarak modellemeler yapılabilir.

- Zararlı popülasyonları takip edilerek sadece gerekli durumlarda pestisit kullanılmalı ve sonuçları da izlenmeli,
- Pestisitlere alternatif mücadele yöntemleri teşvik edilmeli,
- Pestisitler mümkün olduğunca diğer mücadele yöntemleriyle bir arada kullanılarak kombine edilmeli,
- Pestisitler zararlının en hassas döneminde önerilere uygun dozda kullanılmalı, düşük veya yüksek doz kullanılmamalı,
- Bir zararlıya karşı hazırlanacak ilaçlama programlarında farklı etki mekanizmasına sahip ilaçlara yer verilmeli ve önerilenden daha sık ilaçlama yapılmamalı (Örneğin; Elma içkurdu mücadelesinde yapılması muhtemel dört ilaçlamanın ilk ikisinde Diflubenzuron aktif maddeli bitki koruma ürünü kullanıldıysa, son iki ilaçlamada etki mekanizması farklı olan lambda-cyhalothrin kullanmaya özen gösterilmelidir),
- Geniş spektrumlu, yani etkiledikleri zararlı sayısı fazla olan pestisitler tercih edilmemeli,
- Doğal düşmanlara etkisi düşük olan pestisitler tercih edilmeli,
- Etki süresi kısa olan pestisitler tercih edilmeli,
- İlaçların etkinliğini arttıracak sinerjist maddeler pestisite eklenmeli,
- Dirençle ilgili araştırmaların sonuçlarından elde edilen bilgiler uluslararası düzeyde ve düzenli olarak paylaşılmalı,
- Direncin tespit edildiği pestisitlerin durumu takip edilmeli ve gerektiğinde tavsiye edilmemeli,
- Farklı doz ya da uygulama sayısının kullanımı gerektiğinde zararlının

direnç geliştirdiği tespit edilen insektisit taksikolojik değerdendirilmesi yapıldıktan ve yetkili kurumların izni alındıktan sonra yeni doz belirle-
nerek kullanılmalıdır,

- Geniş alan uygulamalarından çok lokal alan uygulamalarının kullanımı,
- Bazı alanlarda ilaçlanmayan kısımların bırakılması, (Örneğin belirlirbir alanda dirençli olduğu tespit edilen zararlı popölasyonunun ilaçlama yapılmayarak popölasyon içerisindeki hassas bireylerin çoğalması sağlanarak sonraki dönemlerde mücadelenin yapılması gerekebilir),
- Farklı gruptan ilaçların karıştırılarak kullanılması.

Direnç yönetimi sisteminin hazırlanması ve uygulanmasında bu faktörlerin göz önüne alınması önemlidir. Direnç yönetimi ayrıca bilgili personel, izleme sistemleri, haberleşme ve yayım sistemlerini içemektedir. Bu yönetim pestisitlerin geliştirilmesi, ruhsatlandırılması, pazarlanması ve düzenlenmesi ile ilgilidir. Ayrıca direnç yönetimi konusunda hedef zararlıda benzer etki mekanizmasına sahip olan iki pestisit art arda kullanılmamalıdır. Bir direnç yönetim programının etkili olarak uygulanabilmesi için kullanıcıların pestisitlerin etki mekanizmaları konusunda bilgi sahibi olması gerekmektedir. İnsektisit Direnç Çalışma Komitesi (IRAC), üreticilere ve danışmanlara etkili ve sürdürülebilir pestisit kullanımı için İnsektisit Direnç Yönetimi (Insecticide or acaricide resistance management = IRM) stratejileri sağlamaktadır. Bu stratejiler kapsamında IRAC, insektisitleri etki mekanizmalarına (Mode of Action = MoA) göre 30 farklı grupta toplamıştır. Aynı gruptan insektisitlerin kullanılmaması konusunda etiket üzerinde pestisit grubu ve uyarılar yer almaktadır. Ülkemizde ve Dünya’da yine direnç yönetimi kapsamında bir bölgede yeni kullanımına başlanacak insektisit için direnç riski olan bazı zararlılarda başlangıca esas LD50/LC50 çalışması yapılmaktadır. Bu çalışma sonuçları arşivlenerek belirli aralıklarla LD50/LC50 çalışmaları tekrar edilmekte ve sonuçlar başlangıçta bulunan değerlerle karşılaştırılarak direnç gelişimi izlenmektedir. Ayrıca, direncin erken tespit edilmesi ve direnç yönetimi gereksinimlerini belirlemek için direnç izleme sistemlerinin kurulması gerekmektedir (Durmuşoğlu 2016; Velioğlu ve Erdoğan 2007).

9.2. Fungisitlere Karşı Direnç Gelişimi ve Önlenmesi

Fungisit direnci, patojen organizmanın bir fungusite duyarlılığının stabil ve genetik olarak azalmasıdır. Duyarlılık azaldıkça patojen fungusitten daha az etkilenmektedir. Bu durumda uygulayıcı, eski etkinliği elde edebilmek için uygulama sayısını ve sıklığını arttırmakta veya dozu yükseltmektedir. Doz yükseltilmesine bağlı olarak patojendeki duyarlılık azalışı daha da hızlı artmaktadır.

1960'lı yılların başında fungusitlere direnç potansiyel bir sorun olarak değerlendirilmiyordu. 1962 yılında ABD' den Avrupa'ya sevkiyatı sırasında *Penicilium digitatum*' un neden olduğu depo çürüklüğüne karşı koruma amacıyla limonlara sarılan difenil-emdirilmiş kağıtların etkinliğindeki eksikliklere dair raporlar yayınlanmış ve bu etki düşüklüğü dirençle ilişkilendirilmiştir (Harding 1962). Ülkemizde ise konu ilk olarak Nemli (1977) tarafından bazı *Botrytis cinerea* Pers. izolatlarının benomyl (benzimidazole)' e karşı dirençli olduğunun saptanmasıyla fungusitlere karşı direncin geliştiği görülmüştür (Nemli 1978). Bu tarihlerden günümüze kadar gerek dünyada gerekse ülkemizde pek çok çalışma yürütülmüş ve bazı önemli bitki patojeni fungusların çeşitli fungusitlere karşı direnç kazandığı tespit edilmiştir.

Mikroorganizmalar fungusitlere mutasyon sonucu direnç kazanmaktadır. Direnç kalıtsal bir özelliktir. Bu nedenle bir kez ortaya çıktıktan sonra diğer nesillere aktarılır. Direncin ortaya çıkışında dört faktörün rolü vardır. Bunlar fungusitin tipi, hastalık etmeninin tipi, hastalık şiddeti ve fungusitin seleksiyon baskısıdır. Fungisitler etki mekanizmalarına göre etki yeri özelleşmiş (spesifik tek yer engelleyici) ve etki yeri özelleşmemiş (non- spesifik çok yer engelleyici) olarak ikiye ayrılır. Funguslarda oluşan direnç ile bu etki mekanizmaları arasında önemli bir ilişki vardır.

Direnç gelişimi yönüyle riskli fungusitlerin etkinliğini uzatmak ve direnç oluşması durumunda ürün kayıplarını sınırlamak için fungusit direnç yönetimi yönergelerini oluşturmak amacıyla kurulmuş olan Fungisit Direnç Çalışma Komitesi (Fungicide Resistance Action Committee - FRAC) ise fungusitleri etki mekanizmaları ve direnç riskleri yönüyle sınıflandırmaktadır (Çizelge 9.1).

Çizelge 9.1. Fungisitlerin FRAC kodları, kimyasal grup ve direnç riski

FRAC Kodu	Kimyasal Grubu	Aktif Madde İsimleri	Direnç Riski
1	Methyl benzimidazole carbamatlılar (MBC)	Thiabendazole, thiophanate-methyl	Yüksek
2	Dicarboximide'ler	İprodione, vinclozolin	Orta-Yüksek
3	Demethilasyon engelleyiciler (DMI)	Cyproconazole, difenoconazole, fenbuconazole, flusiazole, imazalil, metconazole, myclobutanil, propiconazole, prothioconazole, tebuconazole, tetracozazole, triticonazole	Orta
4	Phenylamid'ler	Mefenoxam, metalaxyl	Yüksek
7	Carboximid'ler	Boscalid, carboxin, flutolanil	Orta
9	Anilinopyrimidin'ler	Cyrodinil, pyrimethanil	Orta
11	Quinone dış engelleyiciler	Azoxystrobin, famoxadone, fenamidone, fluoxastrobin, pyraclostrobin, trifloxystrobin	Yüksek
12	Phenylpyroller	Fludioxonil	Düşük-Orta
14	Aromatik hidrokarbonlar	Chlorneb, quintozone (PCNB)	Düşük-Orta
21	Quinon iç engelleyiciler	Cyazofamid	Orta-Yüksek
22	Benzamidler	Zoxamide	Düşük-Orta
27	Cyanoacetamid – oximler	Cymoxanil	Düşük-Orta
28	Carbamatlılar	Propamocarb	Düşük-Orta
29	Oksidatif fosforilasyon çözücüler	Fluazinam	Düşük
30	Organo kalay bileşikleri	Fentin hidroksit (Triphenyltin hidroksit)	Düşük-Orta
32	Heteroaromatikler	Hymexazole	Bilinmiyor
33	Fosfonatlar	Fosforoz asit ve tuzları	Düşük
40	Karboksilik asit amidleri	Dimethomorph	Düşük-Orta
M	Çok yer engelleyiciler	Captan, chlorothalonil, bakır, mancozeb, maneb, metiram, kükürt, thiram	Düşük

Fungisitlerin fungal hücredeki etki yeri ne kadar özelleşmiş ise, direnç riski de o derece yüksek olur. Benzimidazole, strobilurin, phenylamide gibi fungisit grupları direnç riski yüksek fungusitlere örnek olarak verilebilir. Etki yeri özelleşmemiş fungusitler olarak nitelendirilen çok yer engelleyici fungusitlerin direnç riski, etki yeri özelleşmiş fungusitlere göre daha düşük düzeydedir. Bu tip fungusitlerdeki duyarlılık azalışının kaynağının fenotipik adaptasyon olduğu düşünülmektedir (Brent and Hollomon 1998). Fenotipik adaptasyon, organizmada genetik bir değişim olmaksızın kimyasal maddeye duyarlılığının azalması durumudur. Bu durumda fungus mücadele amacıyla uygulanan fungusite uyum sağlamaktadır. Fenotipik adaptasyon, kalıcı değildir ve uyum gösterilen fungusitin kullanılmadığı ortamda organizma eski duyarlılığını tekrar kazanabilmektedir.

Kurşuni Kүf (*Botrytis cinerea* Pers.), Külleme gibi hızlı yayılan, sporulasyonunu yüksek ve heterokaryotik patojenler fungusitlere daha hızlı direnç kazanmaktadır. Hastalık şiddetinin yüksek olduğu koşullarda direnç daha çabuk ortaya çıkmaktadır. Fungusitlere direnç kazanmış patojen bireyin doğaya uyum sağlama yeteneği azalmışsa patojen yaşamını sürdürememekte ve zamanla yok olmaktadır. Ancak direnç kazanmış patojen birey doğaya iyi uyum sağlayabiliyorsa zamanla popülasyondaki dirençli birey miktarı artmaktadır. Yani doğaya uyum sağlayabilen dayanıklı bireyler fungusitlere direnç açısından daha tehlikelidir. FRAC patojenleri direnç risklerine göre yüksek, orta ve düşük olmak üzere üç gruba ayırmıştır (Çizelge 9.2 - 9.4) (Anonymous 2016b).

Çizelge 9.2. Fungisitleri karşı direnç riski yüksek olan funguslar

Hastalık Etmeni	Konukçu	Hastalığın Adı
<i>Alternaria alternata</i>	Çeşitli ürünler	Kahverengi yaprak lekesi
<i>Botrytis cinerea</i>	Çeşitli ürünler, Özellikle üzüm	Kurşuni küf
<i>Blumeria graminis</i>	Buğday/Arpa	Külleme
<i>Corynespora cassiicola</i>	Soya fasülyesi, çeşitli ürünler	Hedef lekesi
<i>Dydymella bryoniae</i>	Kabakgiller, çeşitli ürünler	Meyve çürüklüğü
<i>Mycosphaerella fijiensis</i>	Muz	Siyah sigatoka
<i>Plasmopara viticola</i>	Üzüm	Mildiyö
<i>Pseudoperonospora cubensis</i>	Kabakgiller, çeşitli ürünler	Mildiyö
<i>Pyricularia oryzae</i>	Pirinç, çim	Çeltik yanıklığı, yaprak lekesi
<i>Ramularia collo-cygni</i>	Arpa	Ramularia yaprak lekesi
<i>Sphaerotheca fuliginea</i> , <i>Podosphaera xanthii</i>	Kabakgiller, çeşitli ürünler	Külleme
<i>Venturia inaequalis</i>	Elma	Karaleke

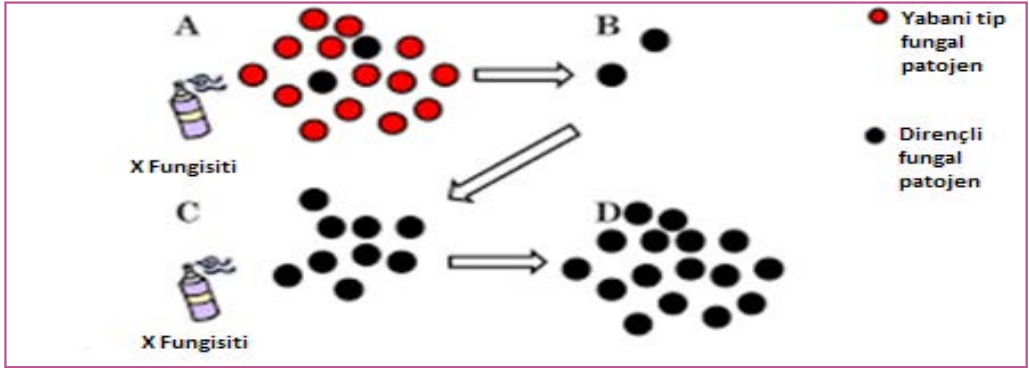
Çizelge 9.3. Fungisitlere karşı direnç riski orta derecede olan funguslar

Hastalık Etmeni	Konukçu	Hastalığın Adı
<i>Alternaria solani</i>	Patates, domates	Erken yaprak yanıklığı
<i>Ascochyta pisi</i>	Bezelye	Ascochyta yanıklığı
<i>Bipolaris maydis</i>	Mısır	Yaprak yanıklığı
<i>Bremia lactucae</i>	Marul	Mildiyö
<i>Cercospora beticola</i>	Şeker pancarı	Yaprak lekesi
<i>Cercospora kikuchii</i>	Yer fıstığı, fasülye, çeşitli ürünler	Yaprak yanıklığı
<i>Cercospora soja</i>	Soya fasülyesi	Kurbağa gözü hastalığı
<i>Colletotrichum gloeosporoides</i>	Çeşitli ürünler	Antraknoz
<i>Erysiphe necator</i>	Üzüm	Külleme
<i>Gibberella fujikuroi</i>	Pirinç	Bakana hastalığı
<i>Leveillula taurica</i>	Biber	Külleme
<i>Microdochium nivale</i>	Hububat, çim	Beyaz küf
<i>Monilinia spp.</i>	Çeşitli ürünler	Çiçek ve meyve çürüklüğü
<i>Mycosphaerella graminicola</i> (<i>Zymoseptoria tritici</i>)	Buğday	Yaprak lekesi
<i>Mycosphaerella musicola</i>	Muz	Sarı sigatoka
<i>Mycosphaerella pinodes</i>	Bezelye	Yanıklık, mor leke
<i>Mycovellosiella nattrassii</i>	Patlıcan	Yaprak küfü
<i>Oculimacula spp.</i>	Buğday/Arpa	Kuş gözü lekesi
<i>Penicillium digitatum</i>	Çeşitli ürünler	Yeşil küf
<i>Penicillium expansum</i>	Çeşitli ürünler	Mavi küf
<i>Peronospora spp.</i>	Çeşitli ürünler	Mildiyö
<i>Pestalotiopsis longiseta</i>	Çay, çeşitli ürünler	Gri yanıklık
<i>Phyllosticta citricarpa</i>	Turunçgiller	Siyah leke
<i>Phytophthora infestans</i>	Patates/domates	Geç yanıklık
<i>Pseudoperonospora humuli</i>	Şerbetçi otu	Mildiyö
<i>Pyrenophora teres</i>	Arpa	Ağbenek hastalığı
<i>Pyrenophora tritici-repentis</i>	Buğday	Tan yaprak lekesi
<i>Sclerotinia homoeocarpa</i>	Çim, çeşitli ürünler	<i>Sclerotinia</i> yaprak lekesi
<i>Setosphaeria turcica</i>	Mısır	Yaprak yanıklığı
<i>Sphaerotheca macularis</i>	Çilek, çeşitli ürünler	Külleme
<i>Stemphylium vesicarium</i>	Kuşkonmaz	Mor leke
<i>Venturia carpophila</i>	Taş çekirdekli, badem	Karaleke
<i>Venturia cerasi</i>	Kiraz	Karaleke
<i>Venturia nashicola</i>	Çin armutu	Karaleke
<i>Venturia pirina</i>	Armut	Karaleke

Çizelge 9.4. Fungisitlere karşı direnç riski düşük olan funguslar

Hastalık Etmeni	Konukçu	Hastalığın Adı
<i>Cochliobolus miyabeanus</i>	Pirinç	Kahverengi leke
<i>Fusarium</i> spp.	Çeşitli ürünler	Solgunluk
<i>Guignardia bidwellii</i>	Üzüm	Siyah çürüklük
<i>Helminthosporium solani</i>	Patates	Gümüşü leke
<i>Hemileia vastatrix</i>	Kahve	Pas
<i>Leptosphaera</i> (=Stagonospora) <i>nodorum</i>	Buğday	Yaprak lekesi
<i>Neofabraea</i> spp.	Elma, armut	Antraknoz
<i>Phakopsora pachyrhizi</i>	Soya fasulyesi	Pas
<i>Phomopsis viticola</i>	Üzüm	Bağda ölükol
<i>Phytophthora cactorum</i>	Çeşitli ürünler	Kök ve kök çürüklüğü
<i>Podosphaera leucotricha</i>	Elma	Külleme
<i>Puccinia</i> spp.	Buğday/arpa, çeşitli ürünler	Pas
<i>Pythium</i> spp.	Çeşitli ürünler	Çökerten
<i>Rhizoctonia</i> spp.	Çeşitli ürünler	Kök çürüklüğü
<i>Rhynchosporium secalis</i>	Arpa	Arpa yaprak yanıklığı
<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	Çeşitli ürünler	Beyaz çürüklük
<i>Sclerotium</i> spp.	Çeşitli ürünler	Yanıklık
<i>Taphrina deformans</i>	Armut, badem	Yaprak kıvrıcıklığı
<i>Tilletia</i> spp.	Hububat	Sürme
<i>Ustilago</i> spp.	Hububat	Rastık

Bir fungusitin seleksiyon baskısı yani popülasyon içindeki duyarlıları yok edip dayanıklı bireylerin baskın hale gelmesine yol açabilme özelliği yükseldikçe, o fungusitin direnç oluşturma olasılığı artmaktadır. Fungusitin seleksiyon baskısı yüksekse, duyarlı ve düşük derecede dirençli bireyleri yok etmekte ve popülasyonda yüksek dirençli bireylerin ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Seleksiyon baskısı düşük olduğunda ise tüm düşük dirençli bireyler yok edilememekte ve direncin ortaya çıkma şansı artmaktadır. Seleksiyon baskısının sürekli olması tüm duyarlı bireylerin yok olmasına yol açarken, kesikli olması halinde baskının düştüğü durumlarda duyarlı bireyler ile dirençli bireyler rekabete geçmekte ve tüm duyarlı bireyler selekte olamamaktadır (Şekil 9.1).



Şekil 9.1. Seleksiyon baskısının etkisi

Fungisitlere karşı geliştirilen direnç genel olarak aşağıdaki gibi sınıflandırılır:

Kalıtımsal direnç: Fungisit etkili olduğu patojenler duyarlı, etkili olmadıkları ise doğal olarak veya kalıtımsal olarak dayanıklıdır. Yani bireyin daha doğuşunda RNA ve DNA replikasyonunda bir değişiklik oluşur ve patojen birey fungisit bağlanacağı aminoasit dizilimini içermez.

Kazanılmış direnç: Kazanılmış dirençte ise kullanılan fungisit veya diğer kimyasal etkenlerin mutajenik etkisi nedeniyle patojen DNA ya da RNA'sında değişiklik oluşur ve yine fungisit etkili olduğu, bağlanacağı yeri bulamadığı için organizmaya ulaşamaz.

Tarla direnci: Doğadaki bir fungus popülasyonu bir fungisite karşı hassasiyeti farklı olan ırklar içerebilir. Irkların nispi uygunluğuna, hastalığın tipine ve fungisit kullanımındaki etkiye bağlı olarak popülasyon içerisinde dayanıklı ırkların oranının artması sonucu ortaya çıkan direnç tarla direnci olarak adlandırılır.

Çapraz direnç (Cross-resistance): Bir organizmanın bir fungisite direnç kazanırken, aynı genetik mekanizma sonucu diğer bir fungisite ya da fungisit grubuna da direnç kazanması durumu pozitif ilişkili çapraz direnç olarak nitelendirilir. Kimyasal savaşım açısından olumsuz bir durum olan pozitif çapraz direncin tam tersi de mümkün olabilmektedir. Eğer patojen mikroorganizma bir fungisite direnç kazanırken, diğer bir fungisite ya da fungisit grubuna duyarlılığı artıyorsa bu negatif ilişkili çapraz direnç olarak ifade edilir ve kimyasal mücadelede istenilen bir durumdur.

Stobilurin grubu fungisitlerle aynı etki mekanizmasına sahip QoI fungisitler arasında çapraz direnç ilişkisi vardır. Azoxystrobin'e duyarlılığı azalmış *A. so-*

lani izolatları, azoxystrobin'e duyarlı izolatlarla oranla strobilurin'ler dışındaki diğer QoI fungisitlerinden olan famoxadon'a ve fenamidon'a *in vitro*'da daha düşük duyarlılıkta bulunmuşlardır (Pasche et. al. 2005). Chlorothalonil (aromatik hydrocarbon) ve vinclozolin arasında negatif ilişkili çapraz direnç olduğu, Bu fungisitler karışım halinde kullanıldığında vinclozolin'e dirençli ve duyarlı *B. cinerea* popülasyonunda, etkili bir kontrol sağlayabildiği bildirilmiştir (Chuang and Pwu 1990).

Hastalık etmeni fungusların fungisitlere karşı direnç geliştirme mekanizmaları önemli bir araştırma konusudur olup halen pek çok fungisit grubuna karşı nasıl direnç geliştirildiği tam olarak bilinmemektedir. Fungusların fungisitlere karşı direnç kazanmasında bilinen 4 ana mekanizma vardır.

1. Hedef bölgenin değişmesi nedeniyle fungisit duyarlılığının azalması: Bu mekanizma fungusların etki yeri özelleşmiş fungisitlere karşı dirençli hale gelmesinde çok yaygın bir yoldur. Fungusun gelişimi sırasında yeni hücreler oluşurken sürekli DNA replikasyonu gerçekleşmektedir. Ancak bu replikasyon süreci içerisinde hatalar oluşabilmektedir. Bu hatalar mutasyonlar olarak bilinmektedir. Hücrede enzimlerin üretimi için DNA kod olarak kullanıldığından dolayı DNA üzerinde gerçekleşen bazı mutasyonlar hedef bölgenin amino asit sekansında değişikliklere neden olmaktadır. Bu durum fungisit ile hedef bölge arasındaki anahtar – kilit uyumunu bozmakta ve dolayısıyla fungisit molekülü artık hedef bölgeye tam olarak bağlanamamaktadır. Sonuçta hedef bölge ile fungisit molekülü arasındaki uyumsuzluk arttıkça duyarlılık azalmakta ve zamanla fungus tamamen dirençli hale gelmektedir.
2. Fungisit detoksifikasyonu: Fungus hücresi, normal hücresel süreçler için geniş bir dizi metabolik mekanizasyon içermektedir. Bu metabolik mekanizasyon fungisiti artık hücreye zarar veremeyen, toksik olmayan bir forma dönüştürebilir. Bazı fungisitler de inaktif pro-fungisit formunda uygulanmakta ve aktif forma dönüşebilmeleri için fungus hücresinde metabolize olması gerekmektedir. Eğer aktivasyon aşamasını gerçekleştiren fungal metabolizma değişirse, aktivasyon aşaması gerçekleşmez ve fungisit aktif formu üretilmez.
3. Hedef bölgenin miktarının aşırı derecede arttırılması: Fungisitler, fungusun hedef bölgesinin doğal substratı ile rekabet etmektedir. Hücre içine giren fungisit miktarı arttıkça substrat rekabet edememekte ve sonuçta hücre için kritik öneme sahip faaliyetler durmaktadır. Fazladan

hedef bölge enzimi üretilmesi fungal substratın hedef bölge enzimine bağlanabilme olasılığını arttırabilmekte böylelikle solunum gibi hücre-sel faaliyetler belirli bir düzeye kadar gerçekleşebilmektedir. Fungisit in daha yüksek dozları in vitro denemelerde dengeyi tekrar sağlayabilir ancak bu tarla koşullarında her zaman uygun olmayabilir.

4. Fungisit in hedef bölgenin dışında tutulması veya dışarı atılması: Akış pompaları, yabancı maddelerin veya dışarı atılacak endojen maddelerin atılması ya da hücre dışında tutulması için hücrede doğal olarak bulunmaktadır. Funguslar için en yaygın akış pompaları ABC ve MFS taşıyıcılarıdır. Bu akış pompalarına rağmen pek çok fungusit hücre içindeki faaliyetleri engelleyebilecek etkili konsantrasyona ulaşabilmektedir. Zaman zaman bu taşıyıcılar izolatın duyarlılığını azaltabilecek kadar fungusiti hücre dışına taşımada başarılı olmaktadır. Fungisitler hücreden spesifik bir taşıyıcı tarafından atılmaktadır. Ancak taşıyıcı molekül ile fungusit ya da fungusitin etkili olduğu hedef bölge arasında doğrudan bir ilişki yoktur. Başka bir deyişle taşıyıcı molekül aynı hedef bölgede aktifleşebileceği gibi farklı bir bölgede de aktive olabilmektedir. Spesifik bir taşıyıcının farklı hedef bölge gruplarından çok sayıda fungusiti dışarı atabildiği durumda çoklu pestisit direnci (Multidrug resistance (MDR)) gelişmektedir. Söz konusu fungusitlerin uygulanması fungusit-ihraç taşıyıcıları içeren izolatların popülasyon içinde daha yaygın hale gelmesinde yeterli seleksiyon baskısı oluşturabilmektedir.

Fungisit direnç yönetimi

Ülke ekonomisi ve insan beslenmesi açısından önemli bir yere sahip olan bitkisel üretimin en önemli girdilerinden biri hastalıklarla mücadelede kullanılan fungusitlerdir. Fungisitlerin kullanımı gerek dünyada gerekse ülkemizde her geçen gün daha da artmaktadır. Daha öncede belirttiğimiz üzere patojen kontrolünde oldukça etkili olan bu kimyasalların üretilmesi ve çiftçinin kullanımına sunulması uzun zaman almakta ve çok masraflı olmaktadır. Büyük bir emek ve maliyet karşılığı elde edilen bu bileşiklerin duyarlılık azalışı ya da direnç nedeniyle kullanılamaz hale gelmesi firmalar, çiftçiler ve en önemlisi de ülke ekonomisi için büyük bir kayıptır. Bu kaybı önleyebilmek adına fungusitin üretim aşamasından başlayarak direnç riski araştırılmalı ve kullanım kısıtları bu riskler doğrultusunda belirlenmelidir. Belirlenen kullanım stratejileri uygulayıcılara en kısa sürede duyurulmalı ve firma, üretici ve araştırmacı arasında hızlı işleyen bir iletişim ağı ve işbirliği olmalıdır.

Fungisitlere karşı direncin yönetiminde izlenmesi gereken yol aşağıdaki gibi özetlenmektedir (Urech 1990).

1. Amacın belirlenmesi,
2. Yöntem ve yaklaşımların belirlenmesi,
 - Direnç riskinin tahmini
 - Direnç stratejilerinin amacı ve test edilmesi
 - Direnç izleme metotlarının belirlenmesi
3. Çapraz direnç konusunda üretici firmalar arasında işbirliği,
4. Kullanılan stratejilerin ve direnci izleme metotlarının pratikte uygulanması,
5. Fungisitlerin piyasada kaldığı süre boyunca arazi şartlarında direncin izlenmesi.

Direnç yönetiminde ana amaç fungisitlerin hem teknik hem ticari yönden uygun olarak etkili kullanım süresini mümkün oldukça uzatabilmektir. Fungisit Direnç Çalışma Komitesi (Fungicide Resistance Action Committee, FRAC) bu amaç doğrultusunda kurulmuştur ve risk taşıyan ya da direnç kazanmış patojenleri içeren listeler, direnç yönetimi için gerekli önlemler, fungisit etki mekanizmaları ve buna bağlı direnç gelişimi ile ilgili bilgiler içeren pek çok yayını ile fungisitlerin doğru kullanımına ve piyasa ömürlerinin uzatılmasına hizmet etmektedir.

Fungisitlere karşı direnç oluşumunu geciktirebilmek için alınması gereken önlemlerin başında kültürel önlemlere (dayanıklı çeşit ve sertifikalı tohumluk kullanmak, bitki artıklarını uygun şekilde bertaraf etmek, vb.) gereken önemin verilmesi gelmektedir. Kültürel önlemler patojen yoğunluğunu ve dolayısıyla sezon içerisindeki fungisit uygulama sayısını azaltmaktadır. Entegre zararlı mücadelesi (IPM) benimsenmeli ve kimyasal mücadele patojenin kontrol altına alınmasında son aşama olmalıdır.

Kimyasal mücadeleye karar verildiğinde fungisit seçimi ve uygulanması konusunda çok dikkatli olunmalıdır. Fungisit sadece etiketinde tavsiye edilen ürünler için ve tavsiye edildikleri dozda uygulanmalıdır. Direnç riski yüksek olan tek yer engelleyici fungisitler kullanılırken bir önceki uygulamada veya sonraki uygulamalarda farklı etki mekanizmasına sahip ürünler kullanmaya dikkat edilmelidir. Kullanılan bitki koruma ürününün içerisindeki aktif maddelerin etki mekanizmaları da ürün etiketi üzerinde belirtilmektedir. Yüksek riskli olarak

nitelendirilen tek yer engelleyici fungusitlerin çok yer engelleyici fungusitlerle, aralarında çapraz direnç ilişkisi olmayan diğer tek yer engelleyici fungusitlerle, aralarında negatif çapraz direnç ilişkisi olan fungusitlerle karışım halinde veya dönüşümlü olarak kullanılması popülasyon içerisindeki dirençli ve hassasların kontrol altına alınabilmesini sağlamaktadır.

Fungisitlerin daha piyasaya arz edilmeden önce direnç riskleri açısından araştırılması ve buna uygun kullanım stratejileri belirlenmesi ayrıca kullanıldığı süre boyunca ortaya çıkabilecek direnç riskinin izlenerek direnç yönetim stratejilerinin güncellenmesi direnç riski yüksek patojenler ve fungusitler açısından çok önemlidir. Bütün bu önlemlerin alınabilmesi ve uygulanabilmesi için araştırmacılar, firmalar ve çiftçiler arasında işbirliği ve uyum olmalıdır. Tarafların tamamı gerekli önlemleri almak ve uygulamaları yerine getirmek konusunda istekli ve kararlı olmalıdır.

9.3. Herbisitlere Karşı Direnç Gelişimi ve Önlenmesi

Evrim ve doğal seleksiyon bugün dünya üzerindeki bitkilerin ortaya çıkmasına neden olan süreçlerdir. Çoğu bitki, özellikle de yabancı otlar farklı çevre koşullarına maruz kaldıklarında hayatta kalmalarına imkan sağlayacak ölçüde genetik varyasyon gösterirler. Çoğu herbisitler bitkilerde mevcut biyolojik süreçteki özel bir yer üzerine etki ederler. Etki edilen bu yer genellikle tek bir genin bazen de birkaç genin kontrolü altındadır. Gen sıralamasında tek bir genin mutasyonu ile herbisit zehirli etkisine karşı hedef yerde dayanıklılığa neden olan küçük değişiklikler meydana gelebilir. Bir yabancı ot popülasyonunu etkili olarak kontrol etmek için normal kullanım koşulları altında bir herbisit uygulaması yapılan popülasyon içindeki bazı yabancı ot biyotiplerinde görülen ve genetik olarak ortaya çıkan hayatta kalma yeteneğine **dayanıklılık** denir.

Yaygın kanaatin aksine herbisit dayanıklılığı son yıllarda ortaya çıkan bir durum değildir. Herbisitlere dayanıklılıkla ilgili ilk öngörüler neredeyse ilk selektif herbisit kullanılmaya başladığı tarihlere kadar uzanmaktadır. Herbisitlere karşı ilk dayanıklılık 1957'de ABD'de ortaya konulan simazine dayanıklı *Senecio vulgaris*'dir. Bundan sonra başka herbisitlere karşı da dayanıklılık vakaları da belirlenmiştir. Bu güne kadar 103'ü dar yapraklı yabancı ot türü olmak üzere toplam 247 yabancı ot türünde ve 461 biyotipe dayanıklılık tespit edilmiştir.

Dayanıklılık herbisit uygulamasının sonucunda ortaya çıkan bir mutasyondan çok doğal mutasyon sonucunda ortaya çıkan ve önceden az sayıda bulunan dayanıklı bitkilerin popülasyonunun artmasıdır. Herbisitlere direnç açısından yabancı

ot popülasyonu oldukça değişken olduğu halde bireyler görünüş olarak benzer, genetik düzeyde çok küçük farklılıklar gösterebilir. Bu nedenle morfolojik olarak hassas bireylerden dayanıklı bireyleri ayırmak zor olup, tarla veya bahçedeki hassas popülasyon ile herbisit uygulamaları sonucu görünürlüğü artan dayanıklı popülasyon arasındaki farklılığı ayırt edilememektedir. Gözlemlenebilir tek farklılık bir herbisit daha önce kontrol edebildiği belirli yabancı ot türlerini artık daha fazla kontrol edememesidir.

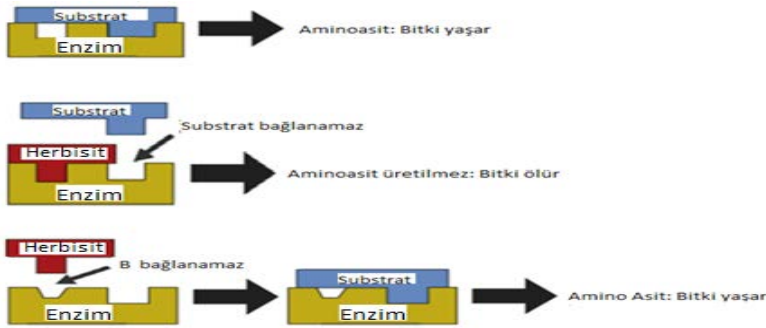
Dayanıklı bireyler popülasyondaki hassas bireylerin aksine yaşamaya ve çoğalmaya devam etmektedir. Sürekli herbisit etkisine maruz kalma, seleksiyon baskısını arttırmakta ve popülasyondaki dayanıklı bireylerin sayısı da hızla artmaktadır. Bazı yabancı otlar, herbisitlere dayanıklılık gösteren biyotipleri oluşturan tohumlar verebilmektedir. Çok fazla sayıda tohum üreten bu tip bitkilerde tohumların büyük kısmının aynı yıl içinde çimlenmesiyle dayanıklılık görülme süreci hızlanmaktadır. Fazla sayıda tohum üretilmesi genetik varyasyonla bağlantılı olarak dayanıklılık görülme ihtimalini arttırmaktadır. Tek yıllık yaşam döngüsü olan ve çok fazla sayıda tohum üreten yabancı otlarla kıyaslandığında, vejetatif çoğalma yapılarıyla çoğalan çok yıllık yabancı otlarda dayanıklılık oluşumu daha yavaştır. Bunun temel sebebi çok yıllık yabancı otların daha az genetik varyasyon göstermeleri ve tohumla çoğalmaya daha az bağlı olmalarıdır.

Yabancı otlarda herbisit dayanıklılığının görülme süresini etkileyen en önemli faktörlerin başında kullanılan herbisit kimyasal yapısı gelmektedir. Yapılan gözlemler sonucunda Triazin grubundan herbisitlerin düzenli kullanımı durumunda dayanıklılık 10 yıla yakın bir süreçte ortaya çıkarken, Sulfonilurea grubu herbisitlerde bu süre sadece 4 yıldır.

Yabancı otların tohum üretme potansiyeli ve herbisit grubunun etkisi bir arada değerlendirildiğinde dayanıklılık daha kolay anlaşılabilir. Sulfonilurea grubu herbisitlerde dayanıklılığın yabancı ot türüne bağlı olmakla beraber 1 milyon yabancı otta bir bireyde bulunduğu tahmin edilmektedir. Bir tarlada metre karede 10 yabancı ot olduğunu düşünürsek ortalama 10 hektarlık bir alanda en az 1 dayanıklı birey var demektir. *Amaranthus* türlerinin her bir bitkide 100.000’den fazla, *Chenopodium* türlerinin ise 50.000’den fazla tohum ürettiğini göz önüne alırsak 10 hektarda 1 dayanıklı bireyden başlayan popülasyon 4-5 yıl sonra milyonlarca dayanıklı bitki meydana getirebilmektedir. Yabancı otlarda herbisitlere karşı gelişen dayanıklılık temelde 4 şekilde karşımıza çıkar. Bunlar:

1. Hedef yerinin değişmesi: Yabancı otlarda belirli noktaları hedef alan herbisitler bitkideki bu noktalara bağlanarak çeşitli reaksiyonları dur-

dururlar. Bu dayanıklılık mekanizmasında, herbisit normalde aktif olduğunda bağlandığı noktaya bağlanamaz. Bu nokta, herbisit bağlandığı ve yabancı otun hayati fonksiyonları için önemli olan enzim, protein, hücre duvarı veya belirli hücre organelleri olabilir. Bu durum anahtar-kilit mekanizması olarak da düşünülebilir. Her kilidin kendine ait bir anahtarı olduğu gibi belirli reaksiyonları durdurabilen herbisitler vardır. Kilit (enzimin üretilmesini sağlayan genetik yapı) değiştiğinde anahtar (herbisit) işe yaramayacaktır (Şekil 9.2).



Şekil 9.2. Hedef yeri değişikliğinden kaynaklanan herbisit dayanıklılığı

2. Metabolizmanın hızlanması: Birçok herbisit, kullanıldığı yabancı ot tarafından metabolize (zararsız hale getirilme) edilme kapasitesi vardır. Bu kapasitenin üzerinde kullanılacak herbisit miktarı (doz) yabancı ot tarafından metabolize edilemediğinde yabancı ot ölmektedir. Herbisitlere dayanıklı yabancı ot biyotipleri herbisiti fitotoksik olmayan metabolitlere hassas yabancı otlardan daha hızlı indirgeyebilir. Bu sayede tavsiye edilen dozda kullanılan herbisit yabancı ota zarar vermez.
3. Bağlama veya izole etme: Bazı yabancı otlar bitki hücrelerine giren herbisit molekülünü sıklıkla bir vakuol içinde ya yarı bileşik haldeki bir şekere bağlayarak ya da hücrenin aktif bölgesinden çıkarılarak inaktif hale getirebilmektedir. Böylelikle kullanılan herbisit dozunun yabancı ota zarar vermesi mümkün olmaz.
4. Hedef proteinin fazla üretimi: Herbisit belirli bir protein türünün üretimini hedef aldığı anda; yabancı ot, bu proteini normalden çok yüksek miktarda sentezleyerek herbisit oluşturacağı etkiyi ortadan kaldırabilir. Hedef yerinin değişmesi ile oluşan dayanıklılıkta kullanılan herbisit dozu ne kadar artırılırsa artırılсын yabancı ot zarar görmez. Tavsiye edi-

len dozun 10-20 katındaki dozlarda uygulanan herbisitler bile yabancı otta zarar oluşturmaz. Ancak metabolizmanın hızlanması, bağlama ve izole etme ile hedef proteinin fazla üretimi şeklinde görülen dayanıklılıklarda herbisit dozunun artırılması dayanıklı yabancı ot biyotiplerini kontrol etmeyi mümkün kılmaktadır. Bu nedenle bir yabancı ot biyotipinde görülen dayanıklılığın hangi mekanizmadan kaynaklandığının bilinmesi, uygun dayanıklılık yönetim stratejisinin belirlenmesi için önemlidir.

Herbisitlerde çapraz dayanıklılık:

Çapraz dayanıklılık, bitkide genetik farklılık sonucunda ortaya çıkan ve bu özellik sayesinde değişik kimyasal sınıflardan herbisitlere karşı koyabilme kabiliyetidir. Hedef yeri ve hedef yeri dışı çapraz dayanıklılık olmak üzere iki tip çapraz dayanıklılık mekanizması vardır.

Hedef yeri çapraz dayanıklılığı: Bu dayanıklılık şekli bir herbisit, bitkide etkili olduğu mekanizmada değişikliğin meydana gelmesiyle ortaya çıkmakta ve bitkilerde aynı etki yerini inhibe eden değişik kimyasal sınıflardan herbisitlere karşı dayanıklılık oluşmasını sağlamaktadır. Eğer bir bitkide bir herbisite karşı hedef yeri çapraz dayanıklılık oluşmuşsa, o bitki aynı etki mekanizmasına sahip diğer herbisitlere karşı da direnç gösterir. Bu dayanıklılık şekli aşağıdaki etki mekanizmasına sahip yabancı otlarda görülür.

- a) ALS inhibitörü herbisitlere dayanıklılık
- b) ACCase inhibitörü herbisitlere dayanıklılık
- c) PS2 inhibitörü herbisitlere dayanıklılık
- d) Başka etki mekanizmasına sahip herbisitlere dayanıklılık

Hedef yeri dışı çapraz dayanıklılık: Bu dayanıklılık mekanizması yabancı otun hedef yeri çapraz dayanıklılık dışında başka mekanizmalar geliştirmesiyle farklı etki mekanizmasına sahip diğer herbisit gruplarına karşı da dayanıklılık göstermesi şeklinde tanımlanmaktadır. Herbisitlerin hedef aldığı enzim veya proteinlerin daha fazla üretilmesi ve bitkilerde herbisit indirgenme sürecini hızlandırarak ve buna bağlı olarak da hedef bölgeye daha az aktif maddenin ulaşması hedef yeri dışı çapraz dayanıklılığın temelini oluşturmaktadır. Bu dayanıklılık şekli aşağıdaki etki mekanizmasına sahip yabancı otlarda görülür.

- a) ALS inhibitörü herbisitlere dayanıklılık
- b) ACCase inhibitörü herbisitlere dayanıklılık
- c) PS2 inhibitörü herbisitlere dayanıklılık

Bir bitkide hem hedef yeri hem de hedef yeri dışı çapraz dayanıklılık mekanizmaları görülebilmektedir. Bu durum herbistlere karşı çoklu dayanıklılık olarak tanımlanmaktadır. Herbisitler tarla ve bahçede doğru bir şekilde uygulanmış ve herbisitinin etkinliğini olumsuz yönde etkileyecek herhangi bir durum söz konusu değil ise, ilaçlama yapılan yerlerde gözlemler yapılır. Tarla ve bahçe gözlemi esnasında öncelikle herbisitinin etkinliğini etkileyecek olan faktörler gözden geçirilmelidir. Bunlar; herbisit seçimi, herbisitinin uygulama zamanı, dozu, ilaçlama aleti (meme tipi, çalışma basıncı), ilaç normu, toprak koşulları (toprak nemi, toprak tipi), uygulama sırasındaki iklim koşullarıdır (yağış, sıcaklık, rüzgar hızı). Bu faktörlerin hepsi uygulanmış fakat aynı türe ait bazı yabancı otların ilaçtan etkilendiği bazılarındaki etkilenmediği görülüyorsa yabancı ot dayanıklılığından şüphelenilebilir (Anonymous 2016).

Herbisitlerde dayanıklılık yönetimi

Herbisitlere karşı dayanıklı yönetiminin prensipleri aşağıdaki şekilde özetlenebilir.

yabancı otu iyi tanımamız gerekmektedir. Bunun için;

- Mücadele edilecek yabancı otun her döneminin çok iyi tanınması gerekir.
- Mücade için tespit edilmiş Ekonomik Zarar Eşiklerine uyulmalıdır.
- Herbisitlerin münavebesine dikkat edilmesi gerekmektedir. Aynı etki mekanizmasına sahip herbisitler arka arkaya kullanılmamalıdır.
- Farklı etki mekanizmalarına sahip herbisitlerin uygun karışımlarının kullanımı dayanıklılığın oluşmasını engellemede önemlidir.
- Herbisitlerin karışabilirlik durumları hakkında bakanlık yetkilisi, firma, bayii vb ilgililerden bilgi alınmalıdır.
- Herbisitlerin etiket bilgilerine uyulması önemlidir.

Herbisitlerin yüksek dozlarda kullanımı dayanıklılık oluşumu ihtimalini artırabilir Dayanıklı bireylerin temiz alanlara bulaşmaması sağlanmalıdır. Bu nedenle dayanıklılığın olduğu arazilerin en son işlenmesi ve alet-makinelerin temizlenmesi sağlanmalıdır. Dayanıklı bitkilerin yoğun olduğu yerlerde bitkilerin tohum bağlamasına izin verilmemelidir.

Bitkiler tarafından dayanıklılık kazanılmış herbisitler kullanılmamalıdır. Farklı etki mekanizmasına sahip herbisitler önerilebilir. Gerekğinde bu tip araziler nadasa bırakılmalıdır.

KAYNAKÇA

Anonymous 2016 b. <http://www.irac-online.org/about/resistance/mechanisms/> erişim tarihi 08.08.2016.

Anonymous 2016c. 50th IRAC International Meeting, Dublin April 5-8th, 2016 , www.pesticideresistance.org 2015/16.

Anonymous 2016d. <http://www.hracglobal.com> Erişim tarihi: 03.03.2017

Brent K.J. and Hollomon D.W. 1998. Fungicide Resistance: The Assessment of Risk. FRAC Monograph No. 2, GCPF, Brussels.

Chuang T. and Pwu A. 1990. Vinclozolin resistance of *Botrytis cinerea* isolates from strawberry in Taiwan. In Proceeding of the 3rd International Conference on Plant Protection in the Tropics. Malaysia. Volume III, 122-128.

Durmuşoğlu E. 2016. Yayınlanmamış Ders Notları.

Gürkan O. 2010. Böceklerde İlaçlara Karşı Oluşan Direncin Biyokimyasal ve Moleküler Mekanizmalar. Seminer.

Harding P.R., 1962. Differential sensitivity to sodium orthophenylphenate by biphenyl-sensitive and biphenyl-resistant strains of *Penicillium digitatum*. Plant Disease Reporter 46:100-104.

Melander A. L. 1914. Can insects become resistant to sprays? J. Econ. Entomol., 7, 167-173.

Nemli T., 1977. Sistemik fungusitlere rezistans mekanizması. I. Türkiye Fitopatoloji Kongresi (20-24 Ekim 1975, İzmir), Fitopatoloji Derneği Yayınları, 2:85-94.

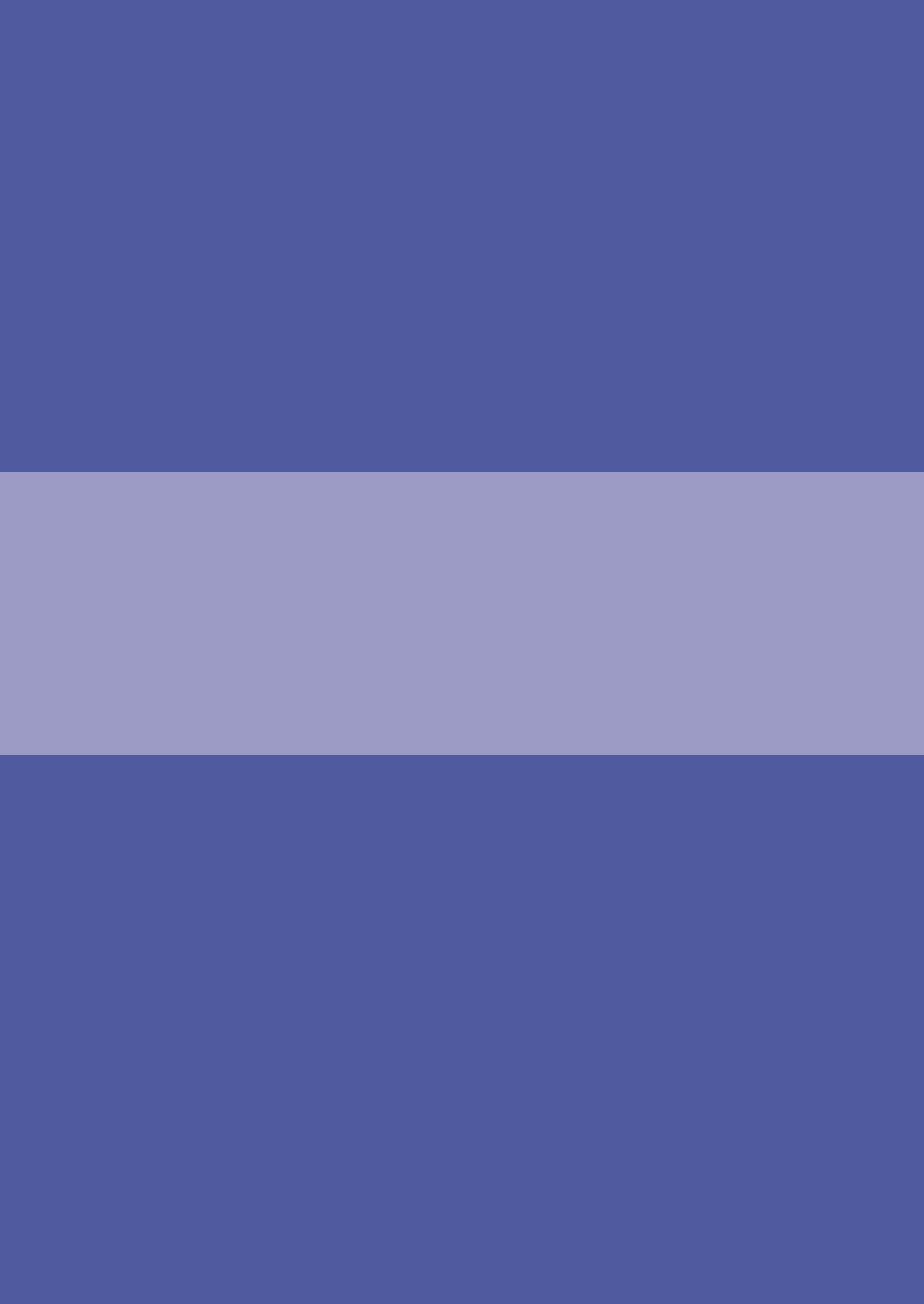
Nemli T.,1978. Benomyl'in bazı *Botrytis cinerea* Pers. İzolatarına in vitro ve in vivo etksi üzerinde araştırmalar. II. Türkiye Fitopatoloji Kongresi (9-13 Ekim 1978, Ankara), Tebliğ Özetleri,9-10.

Pasche J.S., Piche L. M. and Gudmaster N.G. 2005. Effect of the F129L mutation in *Alternaria solani* on fungicides effecting mitochondrial respiration. Plant Dis., 89: 269-278.

Thompson G. 2011. International Working Group & Country Group Review 46th Meeting of IRAC International, MSU Resistance Database.

Urech P.A. 1990. Management of fungicide resistance - a shared responsibility. In Proceeding of the 3rd International Conference on Plant Protection in the Tropics. Malaysia. Volume III, 105-109

Velioğlu A. S. ve Erdoğan C. 2007. Tarımsal Alanlarımızın Önemli Zararlıları. Bilim ve Teknik, 40 (471): 54-55.





*PESTİSİT
KALINTILARI*

*Dr. Pelin AKSU
Nuran YİĞİT*



PESTİSİT KALINTILARI

10. Dr. Pelin AKSU
Nuran YİĞİT

Gıda güvenirliliği (Food safety); gıdaların amaçlanan kullanımına uygun olarak hazırlanması ve tüketildiğinde tüketicilere zarar vermemesi anlamında kullanılan genel bir kavramdır. Daha detaylı bakıldığında ise; tüketime sunulan gıdaların gıda kaynaklı hastalıklara neden olan biyolojik, fiziksel ve kimyasal etkenleri önleyecek şekilde işlenmesi, hazırlanması, depolanması ve son tüketiciye sunulmasını ifade eder. Gelişen ve refak seviyesi yükselen toplum ve bireylerde kentleşmenin de artmasıyla birlikte Gıda Güvenirliliği ile ilgili kaygı ve beklenti yükselmiştir. Tüm gıdalarımızın kaynağı tarımsal (bitkisel ve hayvansal) üretime dayanmaktadır. Hayvansal üretimde yem kaynağı olması nedeniyle bitkisel üretime bağlı olarak gelişmektedir. Bitkisel ürün üreticileri için artan nüfus ve artan gıda talebini karşılamak, zararlı organizmalardan kaynaklanan riskleri ve kayıpları azaltmak için gübre ve pestisitler gibi kimyasalları kullanma zorunluluğu ortaya çıkmıştır.

Kitabın önceki bölümlerinde anlatıldığı üzere kimyasal mücadelede kullanılan bitki koruma ürünlerinin, doğru, bilinçli, güvenli ve tavsiye edildiği gibi kullanılması durumunda çevre ve insan sağlığı açısından da herhangi olumsuz bir duruma oluşmadığı gibi, bilinçsizce ve aşırı kullanımları sonucunda çevre ve insan sağlığı açısından da zararlı etkiler ortaya çıkabilmektedir.

Genel olarak dünyadaki tüm maddelerin belirli seviyede belirli organizmalara zararlı etkileri olabilir. Bu durumda söskonusu olan madde “zehir veya toksik madde” olarak adlandırılır. Bu genel durumu 16. yüzyıl Alman fizikçilerinden Paracelsus, “Her şey zehirdir ve her şeyde zehir vardır. Zehiri zehir yapan dozdur (miktarı)” diyerek özetlemiştir. Yani alınması gereken miktarın üzerinde alınan her madde zehirli hale gelebildiğini vurgulamıştır. Yapılan çalışmalar ve yaşanan olaylar bu söylemin doğruluğunu ortaya koyarak, günümüzde bir kural olarak yerleşmesine vesile olmuştur. Bu kural insanlar tarafından üretilen maddeler için geçerli olduğu gibi, doğada var olan maddeler için de geçerlidir. Vücudumuz için en önemli ve gerekli maddelerden biri olan su ve tuzun bile aşırı miktarda vücuda alımı ile vücudun metabolit dengesi bozulmakta, kalıcı hasarlara hatta ölüme bile neden olabilmektedir.

Kimyasal mücadelede kullanılan pestisitler bu bağlamda değerlendirildiğinde üretim amacı gereği yüksek toksisiteye sahip (öldürme etkisi) kimyasallardır ve hatalı kullanım sonucu insanlar için kuvvetli zehirlerdir. Pestisit kalıntısı; pestisit kullanımı sonucu tarımsal ürünlerde ve gıdalarda ürün üzerinde veya içinde belirlenen pestisit miktarıdır. Pestisit kalıntısı pestisitün türevlerini, yani dönüşüm ürünlerini, metabolitlerini, reaksiyon ürünlerini ve toksikolojik öneme sahip olduğu kabul edilen diğer öğeleri kapsar. Pestisitün kalıntı tanımı yapılırken tüm bu bileşenlere dikkat edilir böylece olası risklerin tamamı bir arada değerlendirilmektedir. Uluslararası kuruluşlarca belirlenmiş bazı pestisitlere ait kalıntı tanımları Çizelge 10.1’de örnek olarak verilmiştir. Bazı aktif maddelerin kalıntı tanımlarında sadece dönüşüm ürünleri toplamı yer alırken, bazılarında hem dönüşüm ürünleri hem de kimyasalın kendisi toplam olarak ifade edilmektedir.

Çizelge 10.1. Bazı pestisitlere ait dönüşüm ürünleri ve kalıntı tanımları

Aktif Madde	Toksikolojik öneme sahip dönüşüm ürünleri (metabolitleri)	Kalıntı Tanımı
Abamectin	Avermectin B1a, Avermectin B1b, Avermectin B1a’ın delta-8,9 izomeri	Avermectin B1a, avermectin B1b ve avermectin B1a’nın delta-8,9 izomeri toplamı Abamectin’dir.
Acibenzolar-S-methyl	Serbest acibenzolar acid, Konjuge acibenzolar acid	Acibenzolar-s-methyl ve serbest ve konjuge acibenzolar acid toplamı Acibenzolar-S-methyl’dir.
Bentazone	Konjuge 6-OH-bentazone, Konjuge 8-OH-bentazone	Bentazone ve konjuge 6-OH- ve 8-OH-bentazone toplamı bentazone’dur.
Chlorpropham	Chlorpropham, 3-chloroaniline	Chlorpropham ve 3-chloroaniline toplamı chlorpropham’dur.
Dimethoate	Dimethoate, Omethoate	Dimethoate ve omethoate toplamı; dimethoate’dir.
Milbemectin	Milbemycin A4, Milbemycin A3	Milbemycin A4 ve milbemycin A3 toplamı; milbemectin’dir.
Spirotetramat	Spirotetramat, BYI08330-enol, BYI08330-ketohydroxy, BYI08330-mono-hydroxy, BYI08330 enol – glucoside	Spirotetramat ve 4 metaboliti (BYI08330-enol, BYI08330-ketohydroxy, BYI08330-mono-hydroxy ve BYI08330 enol-glucoside) toplamı; spirotetramat’tır.

Çizelge 10.1 incelendiğinde, abamectin aktif maddesinin toksikolojik bakımdan önemli dönüşüm ürünlerinin avermectin B1a, avermectin B1b ve avermectin B1a'nın delta-8,9 izomeri olduğu, kalıntı tanımı yapılırken tüm bu bileşenlerin toplamı olarak yer aldığı görülmektedir. Aynı durum çizelgede örnek olarak yer alan diğer aktif maddeler için de aynıdır.

Bitkisel ürünlerde pestisit kalıntı miktarı; uygulamanın yapıldığı bitkinin çeşidi, uygulama dozu ve uygulama sayısı, pestisit kimyasal yapısı, özellikleri, formülasyonu, son ilaçlama ile hasat arası geçen süre, iklim ve çevre koşulları ve tüketime kadar geçen süreçte uygulanan işlemler gibi birçok faktöre bağlı olarak değişiklik göstermektedir.

Pestisitlerin tarımda kullanılması yalnızca bitkisel ürünlerde değil, aynı zamanda hayvansal ürünlerde de pestisit kalıntısına neden olmaktadır. Besi hayvanları organik kirleticileri, kontamine olmuş su ve yemlerden veya pestisit uygulanmış hayvan üretim alanlarından bünyelerine alırlar. Bazı pestisitler hayvanların yağ dokularında, kaslarında, hatta beyin, böbrek veya karaciğerinde birikebilirler. Kümes hayvanları, dış parazit kontrolü ile veya yetiştirme veya depolama esnasında pestisit uygulanmış bitki veya yemleri yemesiyle de pestisite maruz kalmakta, bu hayvanların kaslarında, yağ dokusunda ve karaciğerinde pestisit birikimi olabilmektedir. Hatta yumurtada bile pestisit kalıntısı bulunabilmektedir. Bazı ülkelerde insanların pestisite maruz kalmasında kümes hayvanları ve yumurtalar ana kaynak olarak görülmektedir. Otlarla beslenen diğer hayvanlarda olduğu gibi inekler de pestisit bulaşmış ot veya yem vasıtasıyla pestisite maruz kalabilir ve bu pestisitler sütü de içeren vücudun değişik bölümlerinde birikebilir. Sütün pestisitle bulaşık olması oldukça önemlidir, çünkü süt insan sağlığı için ana besin öğelerinden biridir ve yaşamın ilk yıllarında çok miktarda tüketilmektedir. Bu nedenle, küçük yaşta çocuklar pestisite daha fazla maruz kalabilmekte ve fizyolojik özelliklerinden dolayı sağlık yönünden daha çok risk altında olabilmektedir.

Tarımsal alanlarda pestisit kullanımı ve bunların çeşitli yollarla akarsu ve denizlere taşınması, pestisitlerin denizlerdeki besin zincirine girmesine neden olabilmektedir. Pestisitler su ortamına uygulama sırasında bulaşmakta ya da tarım sahalarından yağmur suları ile taşınmaları sonucu suya geçmekte ve uzak mesafelere taşınmaktadır. Bunların su içerisindeki hareketliliği kısmen suda çözünürlük ve formülasyonlarına bağlıdır. Pestisit kalıntılarının suda eser miktarda bulunması bile sucul canlıların beslenmesinde önemli bir yeri olan zoo ve fito planktonların gelişmelerini engelleyebilmektedir. Balıklar ve kabuklu deniz hayvanları, pestisitleri etraflarını çevreleyen sudaki pestisit konsantrasyonundan çok daha yüksek konsantrasyonda bünyelerinde biriktirirler.

10.1. Pestisitlerin Bitki ve Topraktaki Akıbeti (Davranışı)

“Akıbet” kelimesi aslında bir bileşenin dağılımını, onun türevlerinin veya metabolitleri dediğimiz parçalanma ürünlerinin bir bitki, sistem veya bölümde taşınmasını, dağılmasını, dönüşmesini veya bozunmasını ifade etmek için kullanılmaktadır. Pestisitler bitki yüzeyine uygulandıktan sonra bitki yüzeyiyle etkileşime girebilirler ve rüzgar, güneş, yağmur suyu gibi çevresel faktörlere maruz kalabilirler. Pestisitler bitki yüzeyindeki mumus tabaka veya kökyüzeyi tarafından emilebilir ve bitki taşıma sistemine geçerler (sistemik) veya bitki yüzeyinde kalırlar (kontak). Pestisitler henüz bitki yüzeyinde iken buharlaşabilir, ışıqla parçalanabilir (fotolizle), kimyasal bozunuma veya mikrobiyal bozunuma uğrayabilirler.

Buharlaşma oranı hem ilgili pestisitın kimyasal yapısına hem de rüzgar hızı ve sıcaklık gibi çevresel faktörlere bağlıdır. Rüzgar hızı ve sıcaklık arttıkça pestisitler daha fazla buharlaşırlar. Fotolizle (ışınsal bozunma) pestisitlerin parçalanması moleküllerin güneş ışınlarından enerji absorblamasıyla başlar. Bu enerji ile moleküldeki bazı bağların kırılması, farklı aktif bileşenlerin oluşumu ve birbirini tetikleyen bir dizi reaksiyon sonucu pestisitın bozunması gerçekleşir. Ayrıca bazı pestisitler mikrobiyal metabolizma sonucu da parçalanırlar. Çünkü mikroorganizmalar pestisitleri besin kaynağı olarak kullanır ve onları karbondioksit ve diğer bileşenlere parçalarlar. Pestisitlerin yapılarının ve oluşan kimyasal ürünlerin birbirinden farklı olması nedeniyle parçalanma ürünleri, ilgili kimyasaldan az veya daha çok toksik olabilmektedir.

Degradasyon veya bozunma, pestisitler ve diğer organik kirleticiler için bir azalma olayıdır. Bu azalma, mikroorganizmalarla kimyasal ve toprak unsurlarının etkileşimlerini kapsayan birçok faktörden etkilenebilir. Pestisitlerin degradasyonu özellikle pH, sıcaklık, nem, toprak sürüm sistemi ve ürün çeşitleri gibi birçok faktörden etkilenebilmektedir. Sıcaklık ve nem, toprakta pestisitlerin mikrobiyal degradasyonunu kontrol eden iki ana çevresel parametredir. Kuru topraklardaki pestisit degradasyonu, genelde nemli topraklardan daha yavaştır. Pestisitlerin %50’sinin degrade olması için gerekli süre biyokimyasal yarılanma ömrü olarak ifade edilir. Bazı pestisitlerin degradasyon sürecinde kendilerinden daha zararlı metabolitleri oluşabilmekte, topraktaki pestisitlerin yarılanma ömrünü etkili biçimde uzatabilmektedir.

Azinphos-methyl ve parathion-methyl’in parçalanmasına, çevresel faktörlerin (güneş ışığı ve sıcaklık) etkisini ortaya koymak amacıyla yapılan bir çalışmada, her iki aktifin belirli konsantrasyonları 0, 20 ve 40°C’de tutulmuş ve elde edilen sonuçlardan kinetik eşitlikler, oran sabitleri, yarılanma ömürleri gibi

değerler hesaplanmıştır. Azinphos-methyl'in yarılanma ömrü, 0°C'de 124-267 gün, 20°C'de 89-231 gün, 40°C'de 25-71 gün; parathion-methyl'in yarılanma ömrü sırasıyla 48-57, 9-10.5, 1.3-1.5 gün olarak tespit edilmiş, sıcaklıkların ve güneş ışığının etkisinin görülmesi ve doğrulamanın yapılması amacıyla da aynı aktifler hem ağaç üzerinde hem de buzdolabında bekletilmiştir (Athanasopoulos et al. 2005).

Pestisitlerin sadece hedef alınan organizmaya karşı zararlı ve toksik olması istenir. Pestisit seçiminde göz önünde bulundurulması gereken belli başlı kriterler arasında suda ve topraktaki kalıcılığının az, güvenli, seçici (spesifik) ve kısa ömürlü olması gelmektedir. Pestisitlere sadece zararlıları öldüren ve onları kontrol eden kimyasal maddeler olarak bakmak yanlış olur. Nasıl ki bir beşeri tıbbi ürün insanla birlikte ele alınıyorsa, bir pestisit de, kullanım alanında, hastalıkla, zararlıyla, bitkiyle, insanla, çevre ve çevredeki diğer canlılarla birlikte değerlendirilmelidir.

Günümüz tüketicilerin istediği tarımsal ürünlerin her istendiğinde istenen şekil, kalite ve miktarda uygun fiyata üretilmesi pestisit kullanılmadan oldukça zordur. Bu en iyi çözüm, tarımsal ürünlerin üretiminde daha az tehlikeli ve daha az oranda pestisit bilinci kullanımı sağlanmasıdır. Güvenilir pestisit kullanımında en önemli hususlar; ruhsatlı ürün kullanmak, önerilen dozda uygulamak, kullanımla hasat arasında geçen süreye uymaktır. Bu uygulamalara genel olarak "İyi Tarım Uygulamaları –İTU (Good Agricultural Practices)" denmektedir. Dünyada ve ülkemizde de İTU çalışmaları yapılmakta ve bu sistemde üretilen ürünler sertifikalandırılmaktadır.

10.2. Maksimum Kalıntı Limiti (MRL)

Ruhsatlı pestisitlerin önerildiği üründe kullanımı sonucu gıdalarda, tarımsal ürünlerde veya hayvansal yemlerde yasal olarak bulunmasına izin verilen en yüksek pestisit kalıntı miktarı **maksimum kalıntı limiti (MRL, tolerans)** olarak tanımlanmakta ve 1 kg üründe bulunmasına izin verilen mg aktif madde (mg a.m./kg ürün, ppm) olarak ifade edilmektedir. Toksikolojik bir kriter olarak algılanmaması gereken MRL değerleri, ticarete konu olan ürünlerde yapılacak analiz ve kontrollerle pestisit uygun kullanılıp kullanılmadığının bir göstergesidir. MRL değerleri belirlenirken pestisit toksikolojik bilgileri, kullanıldığı tarımsal ürünler ve bu ürünlerin tüketim miktarları, kalıntı izleme çalışma sonuçları gibi verilerin tamamı göz önünde bulundurulur. Dünya Sağlık Örgütü (World Health Organization, WHO) ve Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Organizasyonu (Food and Agriculture Organization, FAO)'nun bünyesinde bulunan Kodeks Alimentarius Komisyonu (Codex Alimentarius Commission, CAC), ABD Çevre

Koruma Ajansı (Environmental Protection Agency, EPA), AB Komisyonu gibi kurumlar tarafından limitler belirlenmekte ve yönetmelikler düzenlenmektedir.

Ülkemizde pestisit kalıntı limitleri Avrupa Birliği’ndeki limitleri gözetilecek şekilde Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Gıda ve Kontrol Genel Müdürlüğü tarafından Türk Gıda Kodeksi (TGK) altında “Pestisitlerin Maksimum Kalıntı Limitleri (MRL) Yönetmeliği” olarak Resmi Gazetede yayınlanmaktadır. Bu MRL değerleri uluslararası çalışmalar, Avrupa Birliği’nde risk değerlendirmeleri ve ülkemizdeki yeni ruhsatlar ve risk çalışmaları sonucunda elde edilen veriler ışığında ihtiyaca göre tüketici sağlığı gözetilerek güncellenmektedir. TGK-MRL yönetmeliği en son 25.11.2016 tarihli ve 29899 Mükerrer sayılı Resmi Gazete’de yayımlanarak güncellenmiştir (Anonim 2016), Ayrıca Gıda ve Kontrol Genel Müdürlüğü tarafından beş ekten oluşan ve oldukça kapsamlı MRL yönetmeliğinin kullanımını anlatan detaylı bir rehber hazırlanmış ve https://www.tarim.gov.tr/GKGM/Belgeler/Mevzuat/Talimat/Pestisit_Rehber.pdf linkinden erişime sunulmuştur (Şekil 10.1).



Şekil 10.1. Pestisitlerin Maksimum Kalıntı Limitleri Yönetmeliği Rehberinin ön sayfa görünümü

Başta Avrupa Birliği ülkeleri olmak üzere gelişmiş olan ülkelerin hemen hemen hepsinde, tarımsal ürünlerin kalıntı yönüyle belirlenen maksimum kalıntı limitlerine uyulup uyulmadığını kontrol ettikleri “kalıntı izleme programları” bulunmaktadır. Tarımsal ürünlerin üretiminden tüketimine kadar geçen her aşamada pestisit kalıntılarının kontrol ve denetimlerinin yapılması önemlidir, bunun için de güvenilirliği yüksek, kolay ve hızlı analiz metotlarının kullanılır. Ülkemiz açısından da Avrupa Birliği’ne uyum çalışmalarının yürütülmesi ile ka-

ıntı izleme çalışmalarına başlanma zorunluluğu ortaya çıkmış ve 2004 yılında denetim ve izleme çalışmaları başlatılmıştır. Denetim ve izleme çalışmalarında Pestisitlerin MRL Yönetmeliğine göre değerlendirme ve cezai işlemler yürütülmektedir. Bu çalışmalarda MRL değerlerinin üzerinde kalıntı tespit edilmesinin nedenleri genellikle aşağıda sıralanan maddelerden birinden kaynaklanmaktadır:

- Bitki koruma ürünlerinin tavsiye dozundan (önerilen kullanım dozu) fazla kullanımı,
- Son ilaçlama ile hasat arasındaki süreye (bekleme süresi, preharvest interval, PHI) uyulmaması ve
- Tavsiye dışı pestisit kullanımı (bu durum ya ruhsatlı olmayan bir pestisit kullanılması ile ya da bitki koruma ürününün etiketinde yer almadığı tarımsal üründe kullanılmasıdır).

Tarımsal ürün üzerinde ve/veya içinde bulunan pestisit kalıntı miktarları milyonda kısım (ppm), milyarda kısım (ppb) gibi oldukça düşük düzeylerde bulunduğu için kalıntı analizleri zahmetli, pahalı, bilgi ve deneyim gerektiren ve diğer laboratuvar analizlerinden ayrılan özel analizlerdir.

Ülkemizde pestisit kalıntılarının analizleri ile ilgili çalışmalar, Ankara Zirai Mücadele İlaç ve Aletleri Enstitüsü Bakiye Analiz Laboratuvarında 1960'lı yıllarda başlamış, kayıtlı ilk çalışma yine aynı laboratuvar çalışanlarınca hazırlanan zehirlenme vakası sonucu un örneğinde pestisit tespitine yönelik rapordur (Güvener ve Günay 1966). Günümüzde ise daha hassas ve kesin sonuçların alındığı kalıntı analizleri, kütle taraması esasıyla çalışan cihazlarla yapılmaktadır.

Ülkemizde Gıda tarım ve Hayvancılık Bakanlığına Bağlı 41, Özel sektör tarafında kurulmuş ve bakanlıkça yetkilendirilmiş 94 olmak üzere toplam 135 akredite Gıda Kontrol Laboratuvarı bulunmaktadır. Bakanlık bünyesinde çalışan 6300 civarında gıda denetçisi ve 3000 civarında bitki sağlığı çalışanı tarafından pestisit kullanımı sonucu oluşan kalıntı riski ile mücadele edilmektedir. Bu kapsamda yıllık 50 bin civarında meyve-sebze numunesi MRL açısından analiz edilmektedir. Kalıntı ile mücadele aşağıdaki gibi sınıflandırılabilir.

1. Eğitim yayımı: İyi tarım, Organik tarım, Entegre mücadele eğitimleri.
2. Hasat öncesi denetim: Tarla, bağ, bahçe ve serada hasada gelmiş ürünlerde yapılan denetim.
3. Hallerde ve dış ticarete (İthalat ve ihracat) yapılan kontrol ve denetim faaliyetleri
4. Hasat sonrası markette ve pazarda yapılan kontrol ve denetim faaliyetleri.

Yapılan kontrol ve denetim çalışmaları sonucunda MRL tesbiti, Tavsiye dışı kullanım veya BKÜ uygulanmasına ve kaydına dair bir uygunsuzluk bulunduğu durumlarda yapılan uygulamalar şunlardır;

1. Bitkilerin sökülerek imhası
2. Ürünün toplanması imhası
3. Para cezası uygulaması

10.3. Pestisit Kalıntılarının Azaltılma Yolları

Tarımsal ürünlere veya gıdalara uygulanacak teknolojik işlemler ile kalıntının azaltılması mümkün olabilmektedir. Gıdaların yıkanması, ısıtılması, pişirilmesi, depolanması, ışığa maruz bırakılması ve asidik/bazik ortamlarda bekletilmesi gibi işlemler, pestisit özelliğine bağlı olmak kaydıyla kalıntı miktarında önemli ölçüde azalmaya neden olurlar. Yıkama/çalkalama/sudan geçirme, pestisit kalıntılarının giderilmesinde etkili yöntemlerin başında gelmektedir. Pestisit fizikokimyasal özellikleri, kullanıldığı tarımsal üründe etki şekli gibi faktörler giderim oranını etkilemektedir. Tarımsal üründe bulunan pestisitlerin sistemik veya kontak etkili olmaları (diğer bir deyişle pestisit ürünün dış yüzeyinde/kabukta yoksa içinde bulunup bulunmadığı), suda çözünürlüklerinin az veya çok olması yıkama ile pestisit gideriminin etkili olmasında en önemli faktörlerdendir. Suda çözünürlüğü yüksek ve kabukta bulunan pestisitlerin yıkama ile yüzeyden giderim oranı da yüksektir. Giderim miktarının artırılması amacıyla yıkama suyuna çeşitli oksidanlar ilave edilmektedir. Bu oksidanlar pestisiti hızlı bir şekilde degrade etmek suretiyle, kalıntının azaltılmasına katkı sağlarlar. Bu durumda pestisit dönüşüm ürünlerinin daha zehirli/ toksik olup olmadığından emin olunmalıdır. Ayrıca bu maddelerin kullanımı ile tarımsal ürünün bileşiminde bulunan bazı vitaminlerin zarar görebileceği, ürünün renginde deformasyona neden olabileceği de göz önünde bulundurulmalıdır.

Tarımsal ürünlerin hasat edilmesinden sonra üründe kalan herhangi bir kalıntının azalmasına yol açan en önemli faktör, tüketimden önce çoğu gıdaya uygulanan yıkama, kabuk soyma ve pişirme gibi işlemlerdir. Çoğu ülkede depolamanın ve bazı ticari işlemlerin gıdadaki pestisit kalıntılarına etkisi üzerine yapılan araştırmalar, mevzuat çalışmalarının bir parçası olmuştur. Gıda işleme yöntemlerinin etkileri üzerine olan veriler, tüketicinin maruz kalacağı gerçek kalıntı düzeylerini vermektedir. Bu işlemler sırasında ortaya çıkan pestisit kalıntılarındaki değişim pek çok araştırmacı tarafından incelenmiştir. Yıkama, kabuk soyma gibi işlemlerin bazıları pestisit kalıntılarında azalmaya neden olurken,

kurutma, meyve suyu üretimi ve yağ üretimi gibi işlemlerde bazı ürünlerde pestisit kalıntılarında artış olmaktadır. Bunun yanında kurutma, meyve suyu ve yağ üretimi gibi işlemler ise pestisit kalıntılarında oransal olarak artışa sebep olmaktadır. Bazı durumlarda kurutma işlemi ile pestisit degrade olmadığı halde, nem kaybından dolayı ürünün kuru madde miktarındaki artış ile daha yüksek pestisit miktarı ile sonuçlanabilmekte, bazı durumlarda da daha toksik yan ürünler veya metabolitler oluşabilmektedir.

Yurtiçi ve yurtdışı bilimsel çalışmalar ve kaynaklardan yararlanılarak hazırlanmış bazı pestisitler ve bazı ürünler için İşleme Faktörleri Veritabanı 17.01.2017 tarihinden itibaren, Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Gıda ve Kontrol Genel Müdürlüğü tarafından sunulmuştur (Anonim 2017). Bu veri tabanı, özellikle ticarete konu olan işlenmiş ürünlerde pestisit kalıntısı bulunması halinde kullanılmakta, pestisitlerin tarımsal ürün için geçerli MRL değeri ile birlikte yapılan işlemin kalıntıya etkisini gösteren katsayı da değerlendirmeye alınmaktadır.

Yıkama

Yıkama ile pestisit kalıntılarının uzaklaşmasını etkileyen en önemli faktörler; kalıntının ürünün neresinde olduğu, yıkama suyunda bekleme süresi, pestisitlerin suda çözünürlüğü, yıkama suyunun sıcaklığı ve yıkama şeklidir. Yıkama, pestisit kalıntılarını azaltmada en etkili yöntemlerden biri olmakla birlikte kalıntının ürünün neresinde bulunduğu çok önemlidir. Pestisit kalıntısı ürünün yüzeyinde ise yıkamak suretiyle uzaklaştırılabilirken, sistemik etkili bir pestisit kalıntısı ise, yani ürünün dokularında bulunuyorsa, yıkama suyu etkili değildir. Yıkamanın pestisit kalıntılarını uzaklaştırıp uzaklaştırmadığını araştırmak için yapılan bir çalışmada farklı pestisitler kullanılmış, bunlar içinden yalnızca yüksek polariteli ve sistemik bir pestisit olan methamidaphos tarla domateslerinden yıkama ile uzaklaştırılamamış, ancak suda çözünürlüğü yüksek olan pestisitlerin kalıntılarında azalma meydana gelmiştir. Pestisit uygulamasından sonra geçen süre kalıntıların suyla uzaklaştırılma oranını etkiler. Pestisit uygulandığı ürünün içine nüfus etme eğiliminde olduğundan, uygulamadan hemen sonra ve uygulamadan birkaç gün sonra yapılan yıkama işleminde pestisit kalıntı miktarlarındaki değişim farklılık gösterir. Beklenen gün sayısı arttıkça suyla uzaklaştırılan pestisit kalıntı miktarı ters orantılı olarak azalır. Yıkama suyunun sıcaklığı ve yıkama şekli pestisit kalıntılarının uzaklaştırılmasını etkiler. Pestisit kalıntılarının gideriminde sıcak suyla yıkamak ve haşlayıp kabuğunu soymak, soğuk suyla yıkamaktan daha etkilidir (Holland et al. 1994).

Fizikokimyasal özelliklerine göre suda çözünürlüğü yüksek olan pestisitler, genellikle polar yapıya sahip olup, suda yıkama ile apolar pestisitlerden daha kolay uzaklaştırılırlar. Pestisitlerin polaritesi oktanol/su partiyon katsayısının¹ yardımı ile belirlenir. Katsayı ile fazların oranı ortaya konur. Bu fazlardan oktanol polar olmayan (apolar); su ise polar fazı ifade eder. K_{ow} değeri, pestisitlerin polaritesiyle birlikte pestisit yağ dokuda birikimi hakkında bilgi verir. Yüksek K_{ow} değerine sahip ve yarılanma ömrü uzun pestisitler, yağ dokularında birikim yaparak gıda zincirine dahil olurlar (Ötleş ve Evcil 2008).

Cabras ve ark. (1998a), erik meyvesinde yıkama işlemi ile pestisit kalıntılarındaki değişmeyi incelemişlerdir. Yıkama işleminde iki farklı süre (5 ve 25 dakika) denenmiştir. Yıkama ile iprodione ve phosolane kalıntıları önemli ölçüde (yaklaşık %55) azalırken, bitertanol ve procymidone kalıntılarında değişiklik olmamıştır. Uzun süreli yıkama işlemi ilgili pestisit kalıntı seviyelerini pek etkilememiştir. Üzüm örnekleri karanlık bir ortamda, içinde su bulunan beherde, 10 dakika bekletilerek yıkama işlemine tabi tutulmuştur. Yıkama ile çalışılan pestisitlerden metalaxyl %13.4, pyridaben %18.7, vinclozolin %29, cymoxanil %33.3, folpet %43.2, oxadixyl %46.9, pyrimethanil %54.8, fenhexamid %64.5 ve procymidone %69.7 oranında giderilmiştir (Teixeira et al. 2004).

Hıyar ve çilekte organofosforlu (diazinon, malathion, chlorpyrifos, quinalphos, profenofos) ve organoklorlu (chlorothalonil, α -endosulfan, β -endosulfan) pestisit kalıntılarının uzaklaştırılmasında, asetik asit, sodyum karbonat, sodyum klorür ve musluk suyu kullanılmıştır. Asetik asit çözeltisi ortalama %58.8, sodyum karbonat %43.1, sodyum klorür %30.8 ve musluk suyu %15.5 düzeyinde pestisit kalıntılarının azalmasını sağlamıştır (Mee Kin and Guan Huat 2010). Soya fasulyelerindeki pestisit kalıntılarının giderilmesinde musluk suyu ve 0.3 ppm'lik ozonlu su kullanılmış ve ozonlu suyun pestisit kalıntılarını gidermede musluk suyuna göre daha etkili olduğu bildirilmiştir (Bajwa and Sandhu 2011).

Chlorpyrifos ve imidacloprid uygulanmış domateslerde, musluk suyu ve ozon (O₃) uygulanmış yıkama suyu kullanımında, ozon uygulamalı su ile yıkanmış domates örneklerde musluk suyuna kıyasla daha fazla azalma olmuştur. Yıkamanın pestisit kalıntılarının azaltılmasında etkili olduğu bilinmekle birlikte, ürünlerin yıkama süresinin arttırılması veya suda uzun süre bekletilmesi kalıntının azalma oranını değiştirmez. Yıkama ile sadece yüzeyde bulunan ve suda çözünürlüğü yüksek pestisitlerin uzaklaştırabildiği de unutulmamalıdır.

1 Oktanol su partiyon katsayısı (K_{ow}): birbirine karışmayan iki çözücü içerisindeki dağılımı ifade eder.

Kabuk soyma

Meyve ve sebzelerde yıkama işleminden sonra en çok uygulanan işlemlerden biri, kabuk soymadır. Kabuk yüzeyinde bulunan pestisit ve kirlilikler bu işlem ile uzaklaştırılabilir. İnsektisitlerin büyük çoğunluğu ve fungusitler hasat öncesi veya sonrası doğrudan bitki yüzeyine uygulandığında bitkinin kütikula tabakasına az miktarda geçer, yani iç kısımlara nüfus edemez. Özellikle sistemik olmayan kontak etkili pestisitler, turunçgil, muz, kavun, karpuz, kivi, ananas veya benzeri meyvelerden kabuğun soyulması ile tamamen uzaklaştırılabilir. Ancak elma, domates gibi dış kabuğu ile tüketilen ürünlerde pestisitler kabuktan et kısmına nüfus ettiği için kabuğu soyulsa bile, kalıntıda azalma daha düşük oranda olmaktadır.

Yıkamadan sonra kabuğu soyulan patateslerdeki organoklorlu ve organofosforlu pestisit kalıntıları %70-75 (Soliman 2001), şeftali örneklerinde kimyasal kabuk soyma işlemi (90°C’de 1 dak. %3 NaOH) ile thiram kalıntısı %29 oranında azalmıştır (Chavarri et al. 2005).

Piştirme

Gıdaları hazmedilir, daha lezzetli ve güvenilir hale getirmek için yapılan ısı uygulama işlemine piştirme denir. Piştirme değişik şekillerde yapılmaktadır. Piştirme işleminde kalıntı seviyesini etkileyen pek çok faktör vardır. Bunlardan en önemlileri ise zaman, sıcaklık, pH değeri, nem miktarındaki azalma ve sistemin açık ya da kapalı olmasıdır. Piştirme ve pastörizasyon sırasında uygulanan ısı, pestisitlerin bozunma ve buharlaşma miktarını artırır.

Örneğin açık sistemde pişirilen chlorothalonil kalıntılarının buharlaşma ile tamamına yakını giderilirken (%85-98 oranında), kapalı sistemde pişirilen chlorothalonil kalıntılarının ise hidroliz sonucu yarıya düştüğü (%50 oranında azalma) tespit edilmiştir. Yine kaynayan ıspanaktaki malathion’un %100’ ü, pirinçtekinin %92’ si, kaynayan domatesteki carbaryl’in %62’ sinin kayb olduğu tespit edilmiştir. Sığır kas etinde organofosforlu pestisit kalıntılarının azaltılmasında piştirme sıcaklığı ve pH’ ın ortak etkisinin, tekli etkilerinden daha fazla olduğu bulunmuştur. Ayrıca ısı ile muamele edilen bazı pestisitlerin kalıntı miktarında azalma olmadığı bildirilmiştir. Örneğin fırınlanan patateslerdeki thiabendazole kalıntısında azalma olmamış, ürün içerisindeki suyun buharlaşması sonucunda bazı sentetik pyretroid grubu pestisitlerinin konsantrasyonu artmıştır (Hajšlová et al. 1999, Holland et al. 1994).

Konserve yapma

Meyve ve sebzelerin usulüne uygun olarak yıkama, temizleme işlemlerinden sonra dolgu sıvısı içinde, hermetik kapatılmış kaplarda (teneke kutu veya cam kavanozlarda) ısıtıl işlem uygulanması ile konserve ürün elde edilir. Bu şekilde gıdaları uzun süre muhafaza edebilmek mümkün olmaktadır. Konserve dolgu sıvısında su, tuz, şeker, sitrik asit, asetik asit gibi maddeler kullanılır.

Konserve üretimi yıkama, haşlama, kabuk soyma ve pişirme aşamalarını içerdiğinden, bu işlem genelde son üründeki pestisit kalıntı miktarının aşamalı olarak azalmasını sağlar. Konserve işleminin kalıntıya etkisini ortaya koymak amacıyla çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Bazı pestisitlerin kalıntı miktarları azalırken bazılarında değişiklik gözlenmemiştir. Vinclozolin (0.73 mg/kg) uygulanan domatesten yapılan konserve suyu, püre ve ketçapta sırasıyla 0.18, 0.73 ve 0.22 mg/kg kalıntı tespit edilmiştir. Bu sonuçlar; kararlı bir pestisit olan vinclozolinin işleme sırasında önemli miktarda üründe kaldığını göstermektedir. Yapılan analizlerde çoğu organofosforlu pestisitın konservelerde degrade olduğu ve üretimden bir yıl sonra kalıntı miktarının tespit limitinin altına düştüğü bildirilmiştir (Holland et al. 1994).

Chavarri ve ark. (2005) işlemenin pestisit kalıntılarına etkisini incelemek amacıyla domates, biber, kuşkonmaz, ıspanak ve şeftali örneklerini üç insektisit (acephate, chlorpyrifos ve cypermethrin) ve dört fungusit (mancozeb, maneb, propineb, thiram) ile muamele etmişlerdir. Sonuçlar, şeftali örneğindeki acephate ve thiram hariç, yıkamayı takiben yapılan haşlama işlemiyle tüm ürünlerdeki pestisit kalıntılarının %50 'den fazla azaldığını göstermiştir. Domates ve ıspanaklardaki fungusit kullanımından gelen ethylenebisdithiocarbamate (EBDCs) kalıntıları yıkamayı takiben haşlama işlemi ile (domateslerde 98°C'de 15 dakika, ıspanaklarda 98°C'de 4 dakika) tamamıyla uzaklaştırılmıştır. Konserve yapma işleminin tüm aşamaları bütün olarak ele alındığında domates, kuşkonmaz ve ıspanak örneklerindeki pestisit kalıntıları %90-100 azalmıştır. Biber örneklerinde chlorpyrifos kalıntılarının %39' u uzaklaştırılmış, konservelerin üç ay muhafazasından sonra kalıntı miktarı tespit limitinin altına düşmüştür. Şeftali örneklerinde yapılan işlemler sonrasında acephate kalıntılarının azalmadığı, konservelerinin 2 yıl depolanmasından sonra bile örneklerde başlangıçtaki kalıntının %11'inin kaldığı tespit edilmiştir. Şeftali örneklerindeki thiram kalıntıları kimyasal soyma (90°C'de 1 dak. %3 NaOH) işlemi ile %29, yıkama ve çekirdek çıkarma işlemi ile %41, pişirme (100°C'de 15 dakika) ile %55 azalmış ve 12 ay depolamadan sonra tespit limitinin altına düşmüştür. Isıtıl işlem uygulandığı halde ürüne geçen tüm bu kalıntılar ancak yeterli saklama süresi sonunda tümüyle giderilebilmiştir.

Meyve suyu veya konsantresi yapmak

Meyve suyu, Türk Gıda Kodeksi- Meyve Suyu ve Benzeri Ürünler Tebliği'ne göre "Sağlam, olgun, taze veya soğukta muhafaza edilmiş meyvelerden, tek meyveden veya daha fazla meyvenin karışımından elde edilen, elde edildiği meyve ve meyvelerin karakteristik renk, aroma ve tadına sahip, fermente olmamış ancak fermente olabilen ürün" olarak tanımlanır (Anonim 2014). Meyve suyu ve meyve suyu içeren diğer içeceklerin birbirinden ayrılması çok önemlidir. Meyve suları esasen içerdikleri meyve miktarı ve sulandırılma oranlarına göre ayrılır. Çizelge 10.2'de bu ayrıma göre yapılan meyve suyu sınıflandırması verilmiştir.

Çizelge 10.2 Meyve suyu bileşim oranları ve sınıflandırılması

Meyve oranı	Meyve suyu kategorisi	Örnek
%100	Meyve suyu	Elma suyu, portakal, üzüm
%25 - 50	Meyve nektarı	Kayısı, şeftali, erik, vişne nektarı
%0 - 30	Meyve içeceği	Turuncgiller (%3), armut (%30), üzüm (%30)
%0	Aromalı içecek	Tang

Herhangi bir katkı içermeyen, su ilavesi yapılmamış, yani %100 oranında meyveden oluştuğunda meyve suyu, izin verilen orana (%25 – 50 oranında meyve içeriği) kadar sulandırılarak seyreltildiğinde ise meyve nektarı olarak tanımlanır. Meyve nektarına tadın düzeltilip dengelenmesi amacıyla şeker ve asit ilavesi yapılabilir. Bazı meyvelerden elde edilen pulp, kıvamlı veya çok aromatik olduğundan ve/veya bazılarının çok veya az miktarda asit içermesi gibi nedenlerden dolayı doğrudan tüketilemeyecek halde olabilir. Bu nedenle meyve suyu ve pulpların bileşiminin değiştirilmesiyle üretilen içecekler de meyve nektarı olarak isimlendirilmektedir. Meyve Suyu Tebliği'nde yer alan sınıflandırmaya göre, %0 – 30 arasında meyve içerdiğinde meyveli içecek olarak sınıflandırılmakta, aromalı içeceklerde ise meyve bulunmamaktadır. Meyve suyu üretim işleminde yıkama, ayıklama, öğütme, presleme, filtrasyon, berraklaştırma (santirifüj ederek), ısıl işlem (pastörizasyon/sterilizasyon), enzim ilavesi, konsantre etme gibi basamaklar yer almaktadır.

Meyve suyu yapımında meyve kabuğu soyularak veya soyulmadan kullanılabilir. Ticari işletmelerde genellikle kabuk soyma işlemi olmadan meyve suyu üretimi yapılır. Meyveler, kabuk soyma işlemi olmadan kullanıldığında, kontak etkili pestisitlerin yüzeyde bulunması nedeniyle kalıntı miktarı kabuğu soyula-

rak üretilene göre daha yüksek olur. Yağda çözünen parathion, folpet, captan, sentetik pyrethroidler gibi pestisitlerin büyük bir kısmı temizleme aşamasında kullanılan santrifüjleme ve ultra filtrasyon gibi işlemlerle bertaraf edilmekte ve meyve suyuna çok az bir kısmı geçmektedir (Hajšlová et al. 1999).

Domates suyu, salça ve ketçap üretimi sırasında domateslerdeki toplam kalıntıdaki azalma %21- 39 arasında değişmiştir. İşleme esnasında kalıntıların giderilmesindeki en önemli basamak, mayşenin değişik gözenek çapına sahip eleklerden geçirilmesi, yani palperleme aşaması olmuştur. Kalıntıdaki azalma oranı domatesten uzaklaştırılan posa ile orantılıdır ve en fazla etki domates pulpunun ağzı açık bir kapta kaynatılmasından dolayı ketçap üretiminde saptanmıştır. Chlorpyrifos kalıntısı ise meyve suyunda 0.97 kat, domates salçasında 3.56 kat artmıştır (Aysal et al. 1999). Portakal suları yaklaşık 4 kat konsantre edilmelerine rağmen ortalama chlorpyrifos işleme faktörü 4'ün altında, 2.6 olarak bulunmuştur. Bu durum konsantre etme işlemi sırasında chlorpyrifos kalıntılarında azalma meydana geldiğini göstermiştir (Byrne and Pinkerton 2004).

Yağ üretimi

Yağlı tohumlardan yağ eldesi önemli işlemlerden biridir. Yağlık tohumlar veya yağlık meyvelerden yağ üretimi yapılmakta, yağlık özellik taşıyan tohum veya meyveler bir takım ön işlemlere tabi tutulmaktadır. Bunlar temizleme, pamuk tohumu için linterleme, tohumun nemlendirilmesi, kabuk kırma ve ayırma gibi işlemlerdir. Ön işleme sonrasında presleme, filtrasyon, ekstraksiyon (leaching), nötralizasyon, deodarizasyon, ağartma işlemleri yapılır ve ürün ambalajlanır. Yağ üretimi sırasında pek çok işleme basamağı yer aldığından, pestisit kalıntıları üzerine etkisi yadsınamaz.

Ruiz-Méndez ve ark. (2005) zeytinyağı üretiminin farklı işlem basamaklarının pestisit kalıntılarına etkisini incelemişlerdir. Zeytin örnekleri endosulfane (α -endosulfane, β -endosulfane ve endosulfane sulfate), cymazine, oxyfluorfen ve diflufenican ile muamele edilmiş ve fiziksel rafinasyon (ağartma ve deodarizasyon) işlemine tabi tutulmuştur. Ağartma işleminde kullanılan topraklar, yalnızca cymazine' nin giderilmesinde etkili olmuştur. Deodarizasyon işleminin 240°C' de ve farklı süre uygulamalarında diğer pestisitler (diflufenican, oxyfluorfen ve α -endosulfane için 1 saat, β - endosulfane için 2 saat ve endosulfane- sulfate için 3 saat uygulama) giderilebilmiştir.

Zhao ve ark (2014), soya fasulyesinden iki farklı yöntemle yağ elde etmişler ve chlorpyrifos kalıntılarının değişimini incelemişlerdir. Sıcak presleme yöntemi için işleme faktörünü 0.5 ve soğuk presleme yöntemi için 11 bulmuşlardır.

Ayrıca yağ eldesinde soğuk presleme yöntemi kullanılacaksa ürünün gıda güvenliği açısından mutlaka değerlendirilmesi gerektiğini bildirmişlerdir.

Kurutma

Gıdaların kurutulması gıda maddesinden nemin uzaklaştırılması olarak tanımlanır. Gıdaların kurutularak dayandırılma yöntemi ilk çağlardan beri uygulanmakta olan en eski muhafaza yöntemlerindendir. Kurutma, depolama sırasında ürünün bozulmasını önlemek, gıdanın nemini düşürerek mikrobiyal gelişmeyi minimize etmek, tat, koku ve besin değeri gibi kalite özelliklerinin korunmasını sağlamak ve ürün hacmini azaltarak, taşıma ve depolamada verimliliği arttırmak amacıyla yapılır. Kurutma esnasında nemin kaybolması kalıntı düzeyini yükseltir gibi görünse de bunu pestisite bağlı olarak derişimle ele almak gerekir. Genellikle kurutma sırasında kullanılan yüksek sıcaklık yüzeydeki kalıntıların buharlaşmasını kolaylaştırır. Ek olarak güneş ışınları duyarlı pestisitlerin fotoliz veya transformasyonuna neden olabilir. Dondurarak kurutma ya da vakumla kurutma kalıntı miktarında büyük bir azalmaya neden olmaz (Hajšlová et al. 1999).

Cabras ve ark. (1998b)'ları bitertanol, diazinon, iprodione, phosolane ve procymidone aktif maddelerini kullanarak deneme bahçesinde ilaçlanan kayısı örneklerini, gün ışığında ve fırında kurutarak pestisit kalıntılarındaki değişimleri incelemişlerdir. Bahçe ilaçlamasından bir hafta sonra diazinon kalıntıları tamamıyla kaybolurken, diğer pestisitler hasat öncesi sürede kalıntı değerinin yarısının altına düşmüştür. Gün ışığı ve fırında kurutmada konsantrasyon faktörü yaklaşık 6 bulunduğu halde, kuru ürünlerdeki pestisit kalıntısı taze üründekinden daha az çıkmıştır. Gün ışığındaki kurutmada pestisit kalıntısındaki azalma fırında kurutmadan daha fazla bulunmuştur.

Sadlo ve ark. (2006), nanede pestisit kalıntılarının bulunup bulunmadığını ve bunun tüketiciler tarafından alınımını ortaya koymak için 2003-2005 yılları arasında yaptıkları çalışmada örneklerin %16'sında chlorpyrifos, %11'inde terbacil, %10'unda dithiocarbamate ve %5'inde diazinon kalıntısı tespit etmişlerdir. Örneklerin %14'ünde tespit edilen pestisit kalıntısı Avrupa Birliği'nin nane çayı için belirlemiş olduğu maksimum kalıntı limitinin üzerinde çıkmıştır.

Özbey ve Uygun (2006), nane bitkisinde organofosfatlı bazı pestisitlerin kalıntıları için doğal kurutma işleminin (20 ± 2 °C) etkisini araştırmışlar ve kurutma işlemi için konsantrasyon faktörünü 8 olarak hesaplamışlardır. Bu durumda kurutma işlemi sonrasında tespit edilen kalıntı değeri, konsantrasyon faktörüne (sekize) bölünerek taze ürünün yasal kalıntı limitine göre değerlendirilir.

Pestisitlerin İşleme Faktörleri Veritabanında en fazla kurutma işlemi için işleme faktörü bulunmakta, her bir pestisit için her üründe kurutmanın etkisinin farklı olduğu açıkça görülmektedir. Şekil 10.2’de veritabanından bazı pestisitler ve bazı ürünlerde kurutma için belirlenmiş işleme faktörleri örnek olarak verilmiştir.

Pestisit	Ürün Kodu (Ek-1)	Temel ürün	İşlenmiş ürün	İşleme Faktörü (lf)
ethofumesate	256040	maydanoz	kurutulmuş	6
ethofumesate	256030	Kereviz yaprağı	kurutulmuş	10
famoxadone	151000	üzüm	kurutulmuş	2.0
famoxadone	231010	Domates	kurutulmuş	14
fenhexamid	140020	kiraz	kurutulmuş	1.86
fenpropidin	256100	Tarhun otu	kurutulmuş	7
fluzifop-P-butyl (fluzifop asit (serbest ve konjuge))	256040	maydanoz	kurutulmuş	6
fludioxonil	151000	üzüm	kurutulmuş	1.08
fluopicolide	256040	maydanoz	kurutulmuş	6
fluopicolide	154030	Kuşüzümü	kurutulmuş	4,7
fluopyram	130010	elma	kurutulmuş	0.64
fluopyram	151010	Üzüm	kurutulmuş	2,9
Fluopyram	154030	Kuşüzümü	kurutulmuş	2,9
fluxapyroxad	130010	elma	kurutulmuş	0.80
hexythiazox	151000	üzüm	kurutulmuş	1.75
imazalil	151010	Üzüm	kurutulmuş	4,7
imidacloprid	130010	elma	kurutulmuş	0.87

Şekil 10.2. İşleme faktörleri veritabanında kurutulmuş ürünlerde bazı pestisitler için işleme faktörleri

İşleme faktörleri bakıldığında elmada kurutma işlemi ile fluopyram, fluxapyroxad ve imidacloprid kalıntılarının elmadaki kalıntı miktarlarının azaldığı, üzüm, domates, kuşüzümü ve maydanozda bulunan kalıntıların kurutma işlemi ile (pestisit stabil olup, suyun uzaklaşması ile konsantre hale gelmiştir) değişen oranlarda artmıştır.

Depolama

Hasat edilmiş ürünlerin ve gıdaların tüketimine kadar kalite özelliklerinin değişmeden korunacağı koşullarda bekletilmesi işlemi depolamadır. Depolamada gıdaların mikrobiyolojik ve enzimatik özelliklerinin korunması istenir. Bunun için depo ortamının belirli bazı kriterleri taşınması gerekmektedir. Özellikle nem, sıcaklık ve oksijen oranlarının gıdanın tipine uygun olarak seçilmesi ve ayarlanması önemlidir. Uygun olarak ambalajlanmış ve çeşitli işlemlerden geçirilmiş gıdalar, bulunduğu ambalaj içerisinde oda sıcaklığında bile saklanabilirken, hasat edilmiş meyve ve sebzeler soğuk hava depolarında tutulmaktadır. Çok yüksek nem içeren işlenmemiş sebze ve meyvelerde ise kısa süre saklanacaksa soğutucu ya da buzdolapları (0-5°C), eğer uzun süre saklamak gerekiyorsa derin dondurucu (-10 ile -20°C) kullanılmalıdır.

Hasat edilmiş tarımsal ürünlerde depolama sırasında pestisitlerin kalıntı degradasyonunda sınırlı azalma olduğu, hatta soğutucu ya da derin dondurucuda saklanması sırasında stabil kaldığı veya çok yavaş olarak azaldığı pek çok literatürle bildirilmiştir. Depolama/muhafazada önemli olan sıcaklık ve pestisit yapısıdır. Az kararlı veya uçucu pestisitler sıcaktan etkilenecek daha hızlı degrade olur.

Bir çalışmada thiodicarb üzerinde sıcaklık ve depolamanın etkisine bakılmış, -10°C’de kararlı davranış sergilerken, +4.5°C’de degradasyon saptanmıştır (Holland et al. 1994). Kyriakidis ve ark. (2005) “Sideritis” ve “Opsimo Edessas” türü üzümelerde fenthion ve fenthion sulfoxidin bozunmasını incelemişlerdir. Bu amaçla fenthionla ilaçlama yapıp ürünün bir kısmını hasat etmişler ve bir kısmını bağda bırakmışlardır. Ayrıca hasat edilen ürünleri %80 nem ve $0 \pm 0.5^\circ\text{C}$ ’de muhafaza etmişlerdir. İlaçlamadan hemen sonra fenthionun, bozunma oranı çok daha yavaş olan fenthion sulfoxide’e dönüştüğünü tespit etmişlerdir. “Sideritis” türü üzüm çeşidi için tarladaki yarılanma ömrü 7.6 gün, “Opsimo Edessas” çeşidi için yarılanma ömrü 5.6 gün ve buzdolabında saklanan üzümelerde yarılanma ömrü aynı sıra ile 42 ve 44.7 gün bulunmuştur. Fenthion sulfoxide yüzdesi 0. günde artmış, daha sonra pestisit ve metabolitin bozunmasıyla sürekli azalmıştır.

Zhang ve ark. (2007) kabak örneklerindeki chlorpyrifos, p,p-DDT, cypermethrin ve chlorothalonil kalıntılarının buzdolabında +4°C’de 48 saat süre ile muhafaza edilmesi ile sırasıyla %3.4, %2.6, %3.1 ve %3.6 oranında azaldığını bildirmişlerdir. Buzdolabında (+4°C’de) 7 gün muhafaza edilen domateslerdeki captan kalıntıları %54, procymidone kalıntıları %19 azalmış, 14 gün sonra ise captan %64, procymidone %38 oranında azalmıştır (Cengiz et al. 2007).

Depolamanın buğday örneklerindeki bifentrin kalıntılarının etkisini belirlemek amacıyla yapılan bir çalışmada, 0.5 ve 2.5 mg/kg dozunda (MRL ve 5xMRL) bifentrin ile zenginleştirilmiş örnekler 23°C’de 24, 48 ve 72 saat aralıklarla analize alınmıştır. Bu sıcaklıkta depolamada bifentrin kalıntılarında azalma olmadığı bildirilmiştir (Đorđević et al. 2013). Depolamanın kalıntı üzerine etkisini ortaya koymak için hububat depolarında yapılan araştırmalarda ise depolama ile pestisit degradasyon hızı yavaşlarken (Holland et al. 1994), elmalarda uygulanan 21 aktif maddeden (captan, cyprodinil, dodine, pyrimethanil, tebuconazole, tolyfluanid, phosalone, acetamiprid, chlorpyrifos-methyl, difenoconazole, diflubenzuron, dithianon, mancozeb, thiram, fenoxycarb, kresoxim-methyl, teflubenzuron, thiocloprid, triazamate, trifloxystrobin ve triflumuron) 5 aylık soğuk depolanması sonrasında sadece 2 aktif madde (dodine, phosalone) tespit edilmiştir (Ticha et al. 2008).

Sonuç olarak, tarımsal ürünlerin hasadından sonra uygulanan her türlü işlem, ürünün bünyesinde bulundurduğu pestisitleri az veya çok etkilemektedir. Bu etkilenim, tarımsal ürüne, pestisit kimyasal yapısına ve uygulanan işleme bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Bu konuda yapılan çalışmalar, her bir tarımsal ürün, her bir pestisit ve uygulanan her işlem için ayrı ayrı değerlendirme yapılmasını, herhangi bir genellemeye gidilmemesi gerektiğini ortaya koymuştur.

KAYNAKÇA

Anonim 2014. Türk Gıda Kodeksi- Meyve Suyu ve Benzeri Ürünler Tebliği, 06.08.2014 tarih ve 29080 sayısı Resmi Gazete, Ankara.

Anonim, 2016. Türk Gıda Kodeksi- Pestisitlerin Maksimum Kalıntı Limitleri Yönetmeliği, 25.11.2016 tarih ve 29899 Mükerrer sayılı Resmi Gazete, Ankara.

Anonim 2017. Pestisitlerin Kalıntı Limitlerinin Değerlendirilmesinde Kullanılacak İşleme Faktörleri Veritabanı, T.C. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, http://www.tarim.gov.tr/Konu/1757/Pestisit_Kalinti_Limit_Degerlendirmesi_Isleme_Faktor (Erişim Tarihi: 15.05.2017).

Athanasopoulos P. E., Kyriakidis N. V. and Stavropoulos P. 2005. A Study on the Environmental Degradation of Pesticides Azinphos-methyl and Parathion-methyl. J Enviromental Science and Health, Part B: Pesticides, Food Contaminants and Agricultural Wastes, Vol 39, Number 2, 297 – 309.

Aysal P., Gözek K., Artık N. and Tunçbilek S. 1999. 14 C-Chlorpyrifos residues in tomatoes and tomato products. Bull. Environ. Contam. Toxicol., 62, 377-382.

Bajwa U. and Sandhu K.S. 2011. Effect of handling and processing on pesticide residues in food-review. J. Food Sci. Technol., DOI 10.1007/s13197-011-0499-5

Byrne S. L. and Pinkerton S. L. 2004. The effect of cooking on chlorpyrifos and 3,5,6- trichloro- 2- pyridinol levels in chlorpyrifos- fortified produce for use in refining dietary exposure. J. Agric. Food Chem, 52, 7567-7573 .

Cabras P., Angioni A., Garau V.L., Melis M., Pirisi F. M., Brandolini V., Cabitza F. and Cubeddu M. 1998a. Pesticide residues in prune processing. J. Agric. Food Chem, 46 (9), 3772-3774.

Cabras P., Angioni A., Garau V.L., Melis M., Pirisi F. M., Cabitza F. and Cubeddu M. 1998b. Pesticide residues on field-sprayed apricots and in apricot drying processes. J. Agric. Food Chem, 46 (6), 2306-2308.

Cengiz M. F., Certel M., Karakaş B. and Göçmen H. 2007. Residue contents of captan and procymidone applied on tomatoes grown in greenhouses and their reduction by duration of a pre-harvest interval and post harvest culinary applications. Food Chemistry, 100, 1611-1619.

Chavarri M. J., Herrera A. and Ariño A. 2005. The decrease in pesticides in fruit and vegetables during commercial processing. International Journal of Food Science and Technology, 40, 205- 211.

Dorđević T. M., Šiler-Marinković S. S., Đurović R. D., Dimitrijević-Branković S.I. and Gajić Umiljendić J. S. 2013. Stability of the pyrethroid pesticide bifenthrin in milled wheat during thermal processing, yeast and lactic acid fermentation and storage. J. Sci. Food Agric. 93, 3377-3383.

Güvener A. ve Günay Y. 1966. Zehirlenmelere ve Ölüme Sebep olan Unda Aldrin Tespiti. Bitki Koruma Bülteni, Cilt: 6, No:2, Yeni Desen Tic. Ltd. Şti. Matbaası, Ankara, 43-48.

Hajšlová J. 1999. Pesticides. In: Moffat C.F., Whittle K.J. Environmental contaminants in food. 1st Ed. England: Sheffield Academic Pres; 1999. 215-262.

Holland P.T., Hamilton D., Ohlin B. and Skidmore M.W. 1994. Effects of storage and processing on pesticide residues in plant products. Pure and Appl. Chem, 66(2), 335-356.

Kyriakidis N. V., Pappas C. and Athanasopoulos P. 2005. Degradation of fenthion and fenthion sulfoxide on grapes on the vines and during refrigerated storage. Food Chemistry, 91, 241-245.

Mee Kin C. and Guan Huat T. 2010. Headspace solid-phase microextraction for the evaluation of pesticide residue contents in cucumber and strawberry after washing treatment. Food Chemistry 123, 760-764.

Ötleş S. ve Evcil E. 2008. Gıdaların İşlenmesi ve Depolanması Sırasında Pestisitlerde Meydana Gelen Değişimler 1. Gıda Bilimi ve Teknolojisi, 9 (41), 20-29.

Özbey A. and Uygun U. 2006. Effect of Drying on Organophosphorus Pesticide Residues in Peppermint (*Mentha piperita* L.), Bull Environ. Contam. Toxicol, 77, 638-642.

Ruiz-Méndez M. V., de la Rosa I. P., Jiménez Márquez A. and Uceda O. 2005. Elimination of pesticides in olive oil by refining using bleaching and deodorization. Food Additives and Contaminants, 22(1), 23-30.

Sadlo S., Szpyrka E., Rogozińska K. and Rupar J. 2006. Occurance of some pesticides residues in peppermint (*Mentha piperita* L.) in 2003-2005, Rocz Panstw Zakl Hig., 57 (3), 211-216.

Soliman K. M. 2001. Changes in concentration of pesticide residues in potatoes during washing and home preparation. *Food and Chemical Toxicology*, 39, 887-891.

Teixeira M. J., Aguir A., Afonso C. M. M., Alves A. and Bastos M.M.S.M. 2004. Comparison of pesticides levels in grape skin and in the whole grape by a new liquid chromatographic multiresidue methodology. *Analytica Chimica Acta*, 513, 333-340.

Ticha J., Hajslova J., Jech M. and Falta V. 2008. Changes of pesticide residues in apple cold storage. *Food Control*, 19 (3), 247-256.

Zhang Z. Y., Liu X.J. and Hong X. Y. 2007. Effects of home preparation on pesticide residues in cabbage. *Food Control*, 18, 1484-1487.

Zhao L., Ge J., Liu F. and Jiang N. 2014. Effects of storage and processing on residue levels of chlorpyrifos in soybeans. *Food Chemistry*, 150, 182-186.



*ENTEĞRE
MÜCADELEDE
KİMYASAL
MÜCADELENİN
PRATIĞİ*

*Dr. Vildan BOZKURT
Ali Faik YILDIRIM
Gamze ERDURMUŞ*



ENTEĞRE MÜCADELEDE KİMYASAL MÜCADELENİN PRATIĞİ

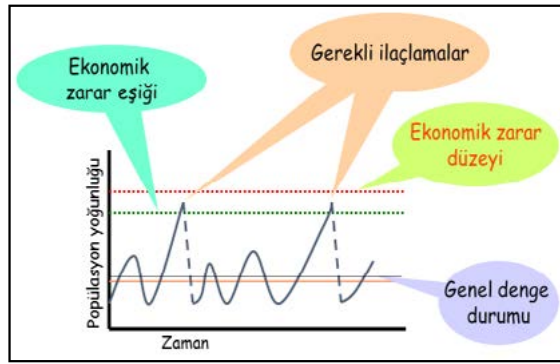
11.

Dr. Vildan BOZKURT
Ali Faik YILDIRIM
Gamze ERDURMUŞ

Entegre mücadele; kültür bitkilerinde görülen hastalık, zararlı ve yabancı otların popülasyon yoğunluklarını ekonomik zarar seviyesinin altında tutmak amacıyla bütün mücadele metotlarının birbiriyle uyumlu bir şekilde kullanılmasına dayanan bir zararlı yönetim sistemidir. Entegre mücadele programları ele alınan kültür bitkisinde en çok zararı yapan ana zararlı, hastalık ve yabancı ot mücadelesi esas alınarak ve diğer potansiyel zararlı organizmalar göz ardı edilmeden uygulanmaktadır. Zararlı bir organizmanın tarımsal ürünün kalite ve kantitesinde önemli kayıplara neden olacak kadar zarar oluşturabilmesi için popülasyon yoğunluğunun belirli bir seviyenin üzerinde olması gerekmektedir. Üründeki zararlı ile mücadelenin gerektiği durumlarda mücadele amacıyla yapılan harcamalar ürünün maliyetini geçiyorsa ekonomik zarar meydana gelmektedir. Böyle durumlarda üreticinin, vejetasyon dönemi boyunca doğal dengeyi bozmadan hangi mücadele yöntemlerinden yararlanabileceği değerlendirilerek entegre mücadele yöntemleri uygulanır.

Entegre Mücadelede hedef, hastalık etmenleri, zararlılar ve yabancı otların tamamen ortadan kaldırılması değil, bunların

popülasyon yoğunluklarının Ekonomik Zarar Seviyesinin (Ezs) altında tutulmasıdır. EZS zararlı organizmaların ekonomik zarara neden olduğu en düşük popülasyon yoğunluğudur. Zararlı organizmaların ekonomik zarar seviyesine ulaşmasına engel olmak için mücadeleye karar verildiği yoğunluk ise, ekonomik zarar eşiği (EZE) olarak tanımlanmaktadır (Şekil 11.1). Buna aynı zamanda mücadele eşiği de denilmektedir. Bu eşik daima ekonomik zarar düzeyinden önce gelmektedir. Yapılan çalışmalarla ülkemizde bulunan ekonomik zarar eşikleri hastalıklar, zararlılar ve yabancı otlar için ayrı ayrı belirlenmiş olup zirai mücadele teknik talimatlarında yer almaktadır.



Şekil 11.1. Ekonomik zarar eşiği ve ekonomik zarar düzeyi

11.1. Entegre Mücadele Neden Önemlidir

Entegre Mücadele agro-ekosistemde dengenin korunmasına yardımcı olan bir mücadele yöntemidir. Bir ekosisteme kimyasalların girişi, bu dengeyi değiştirerek bazı türlerin yok olmasına bazı türlerin de baskın duruma geçmesine neden olmaktadır. Bitki zararlısı organizmalar ile mücadelede pestisitlerin kullanımı her zaman başarılı sonuçlanmamaktadır. Bu nedenlerden biri de zararlıların pestisitlere karşı direnç geliştirmesidir. Bugüne kadar hastalık, zararlı ve yabancı otları kapsayan 600 kadar etmenin pestisitlere karşı direnç kazanmış olduğu belirlenmiştir. Bitki koruma ürünlerinin yanlış kullanımları ile aynı etki mekanizmasına sahip olan pestisitlerin birbiri ardına uygulanması, hastalık, zararlı ve yabancı otlarda direnç gelişimlerine neden olmaktadır. Bitki koruma ürünlerinin tavsiye edilenden yüksek dozlarda kullanılması, gereğinden fazla sayıda uygulama yapılması, son ilaçlama ile hasat arasındaki süreye uyulmaması ve uygulama sırasında meydana gelen sürüklenmeler tarımsal ürünlerde kalıntı meydana getirmektedir. Ayrıca tavsiye dışı kullanımlar da kültür bitkilerinde fitotoksisteye

neden olabilmektedir. Gereksiz yere pestisit uygulamak mücadele masraflarını ve dolayısıyla ürün maliyetini arttırmaktadır. Bunlara ek olarak kimyasalların hedef alınan zararlı organizmalara ulaşmaması, pestisitlerin yağışlar nedeniyle bitkiler üzerinden yıkanması, uygun dozun kullanılmaması veya zararlının biyolojik döneminin uygulanan pestisit etki mekanizmasına uygun olmaması gibi nedenler pestisit uygulamalarının başarısızlık ile sonuçlanmasına neden olmaktadır. Belirtilen bu nedenlerden dolayı diğer mücadele yöntemlerinden de yararlanılarak etkili, ekonomik, insan sağlığı, çevre ve doğal dengeyi dikkate alarak Entegre Mücadele Zararlı Yönetimi uygulamalarına geçilmiştir.

Ülkemizde, Entegre Mücadele ile ilgili temel araştırmalar, 1970 yılında başlamıştır. 1994 yılına kadar pamuk, elma, fındık, buğday, turunçgiller, mısır, patates, örtü altında yetiştirilen sebzeler, zeytin, kiraz, antepfıstığı ve bağ gibi önemli ürünlerde Entegre Mücadele projeleri yürütülmüştür. 1995 yılından itibaren yürütülen Entegre Mücadele projeleri araştırma ağırlıklı olmaktan çıkarılarak uygulama ağırlıklı hale getirilmiştir. Entegre Mücadele Araştırma, Uygulama, Eğitim ve Tanıtım Politikası, Stratejisi ve Öncelikleri gözden geçirilerek yeniden belirlenmiştir. Belirlenen politika ve stratejiye uygun olarak, 1995 yılından itibaren Entegre Mücadele Araştırma, Uygulama ve Eğitim Projeleri yürürlüğe konulmuştur.

Entegre mücadele programlarının uygulanmasında esas alınmak üzere, toplam 16 önemli üründe görülen hastalık, zararlı ve yabancı otlarla mücadele için Entegre Mücadele Teknik Talimatları hazırlanarak yürürlüğe konulmuştur. Entegre Mücadele Talimatları buğday, mısır, pamuk, patates, nohut, mercimek, örtü altında yetiştirilen sebzeler, elma, turunçgil, fındık, antepfıstığı, zeytin, kiraz, şeftali, kayısı ve bağ gibi önemli ürünler için hazırlanmıştır. 2016 yılında mevcut talimatlara ilave olarak ceviz, çeltik, çilek, nar gibi ürünler için de Entegre Mücadele Teknik Talimatları hazırlanmıştır.

Entegre mücadele; insan sağlığı, çevre ve doğal dengeyi dikkate alan sürdürülebilir bir mücadele sistemidir. Bu nedenle, Entegre Ürün Yönetimi ve Sürdürülebilir Tarımsal Üretimin temelini oluşturmaktadır. Entegre Mücadele, zararlı organizmaların mücadelesinde birden fazla mücadele yönteminin kombine edilmesine dayalı bir sistemler bütünüdür.

Entegre Mücadele uygulamalarında; Kültürel mücadele, biyolojik mücadele, biyoteknik mücadele gibi yöntemler öncelikle tercih edilir eğer kimyasal mücadele yapılacaksa bu yöntemlerle entegre edilerek kullanılır ve mücadelenin başarısı bir zararlı veya bir vejetasyon dönemi için değil uzun yıllara sari olarak

hesaplanır (Şekil 11.2). Kimyasal mücadele, Entegre Mücadele programlarında en son başvurulması gereken bir mücadele yöntemidir. Şayet kimyasal mücadele yapılması zorunlu ise; doğal düşmanlara, insanlara ve çevreye yan etkisi düşük olan, çevre dostu ve spesifik ilaçlar önerilmektedir. Bu durumda bitki koruma ürünlerinin etkili en düşük dozda ve doğal düşmanların en az zarar göreceği zamanlarda kullanılması, uygulamaların uygun alet ve uygulama tekniği kullanılarak yapılması esas alınmaktadır. Entegre Mücadele talimatlarında, uluslararası kriterlere göre seçilen ve Entegre Mücadele programları için uygun çevre dostu ve seçici olan bitki koruma ürünleri tavsiye edilmekte, mecbur kalmadıkça riski yüksek olan pestisitlere yer verilmemektedir.



Şekil 11.2. Entegre Mücadelede yöntemlerin yeri

Tarımsal ürünlerin yetiştirilmesinde bitki koruma ürünü olarak adlandırılan kimyasalların kullanımından dolayı ortaya çıkan pestisit kalıntısı, direnç gibi sorunların ortadan kaldırılması ya da en aza indirilmesi ancak dünyada kabul gören Entegre Zararlı Yönetimi (Integrated Pest Management, IPM) programlarının yürütülmesi ile mümkündür. Entegre mücadele, çevreci bir mücadele sistemi olup; insan sağlığı ve çevrenin korunmasını sağlamaktadır. Böylece, doğada var olan biyolojik zenginliğin ve canlılar arasındaki biyolojik dengenin korunmasını sağlamaktadır.

Entegre mücadele metodunun uygulanması sırasında ekonomik zarar eşikleri göz önünde bulundurulmalıdır. Kimyasal mücadele uygulamalarının doğru zamanda yapılması ile zararlı, hastalık ve yabancı otların meydana getirdiği ürün kayıpları azalır ve ilaçlama maliyeti düşer böylece tasarruf sağlanmış olur. Ayrıca, uygulama sayısı da azalacağından pestisitlerin **çevre, insan ve hayvan** sağlığı üzerine olumsuz etkileri azaltılmış olur.

11.2. Entegre Mücadelede Cezbedici ve Tuzakların Kullanımı

Entegre mücadele programlarında, kimyasal mücadele dışında diğer birçok yöntemin bir arada uygulanması ile başarıya ulaşılmaktadır. Bu yöntemlerden

biri de Biyoteknik Mücadele yöntemidir. Biyoteknik mücadele ürünleri; tuzaklar, feromonlar (cezbediciler) veya repellentler (uzaklaştırıcılar), böcek gelişimini bozucu kimyasal ve hormonlar olarak gruplandırılmaktadır. Biyoteknik yöntemler meyve zararlılarının mücadelesinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Tuzak ve feromonlar, zararlı böcek türlerinin varlığının ve ilk ergin çıkışının tespiti ile en uygun mücadele zamanının belirlenmesinde sıklıkla kullanılmaktadır. Zararlıların popülasyon takibi, bitkiye asılan tuzakların izlenmesi suretiyle olmaktadır. Tuzağa gelerek yapışan zararlılar kontrol edilip sayımları yapılarak zararlıların popülasyon yoğunluğu, ilk ergin çıkışı gibi mücadeleye yönelik bilgiler elde edilmektedir. Elde edilen bu bilgiler değerlendirilerek pestisit uygulamasına karar verme aşamasında kriter olarak kullanılmaktadır. Tuzaklar, böceklerin popülasyonlarının izlenmesinde kullanılmasının dışında kitle halinde yakalama, iletişimi ve davranışı bozma (çiftleşmeyi engelleme) gibi amaçlarla da kullanılmaktadır.

Cezbediciler, böceklerin renk, koku ya da besin maddelerine doğru yönelmesi özelliğinden yararlanılarak tuzaklarla birlikte ya da insektisitlerle karıştırılarak tarımsal ürünlerdeki zararlılarla mücadelede başarılı bir şekilde kullanılmaktadır. Besin cezbedicileri arasında sayılabilecek hidrolize protein, pekmez, kepek, melas gibi maddelerden zararlılarla mücadeleye başlama zamanının belirlenmesi ve mücadele aşamalarında yararlanılmaktadır.

Yerli kaynakların kullanılması ile yapılan çalışmalar neticesinde Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı araştırmacıları tarafından yerli bir cezbedici madde geliştirilerek preparat olarak üretilmiş ve Ziray ticari ismi ile satışa sunulmuştur. Bu cezbedici Zeytin sineği ve Akdeniz meyvesineği mücadelesinde diğer kimyasallar ile karıştırılarak geniş alanlarda kullanılmaktadır (Serez ve Zümreoğlu 2001).

Ülkemizde Kiraz sineği, Akdeniz meyvesineği, Zeytin sineği, Salkım güvesi, Elma içkurdu, Elma gövdekurdu, Elma yaprakbükeni, Baklazınını, Şeftali güvesi, Doğu meyvegüvesi, gibi önemli zararlıların mücadele zamanlarının belirlenmesinde feromon tuzakları ve cezbedici içeren besin tuzaklarından oldukça başarılı bir şekilde yararlanılmaktadır. Örneğin; kiraz sineğinin mücadele zamanının belirlenmesinde sarı yapışkan tuzak ve cezbedici olarak amonyak kapsülü kullanılmaktadır. Kiraz bahçelerinde bu tuzaklar da ilk kiraz sineği erginleri yakalandığında, kirazın fenolojisi de göz önünde bulundurularak kimyasal mücadele zamanının geldiğine karar verilmektedir. Bölgelere göre değişmekle birlikte genellikle nisan-mayıs aylarında amonyak kapsülü ile birlikte sarı yapışkan tuzaklar dekara 2 adet olarak kiraz bahçelerinde ağaçların güneydoğu yönüne

asılmaktadır. Bu tuzaklarda ilk ergin yakalandıktan sonra en geç bir hafta içinde kimyasal mücadele yapılması gerekmektedir (Anonim 2011).

Bugüne kadar daha çok monitoring (izleme) daha az mücadele amaçlı kullanılan tuzak ve feromonların, üretim teknolojisinin gelişmesi, maliyetlerin azalması ve yeni bilimsel çalışmalar neticesinde mücadele amaçlı kullanımın yaygınlaşacağı tahmin edilmektedir.

11.3. Entegre Mücadelede Tahmin ve Erken Uyarı Sistemlerinin Kullanımı

Bilgisayarlı tahmin ve erken uyarı sistemine bağlı cihazların kaydettiği meteorolojik verilerin değerlendirilmesi suretiyle sistemde bulunan yazılım ile etkili sıcaklıklar toplamlarının belirlenmesi için gün-derece hesaplamaları yapılmakta ve böylece uygulama zamanlarının doğru olarak belirlenmesi sağlanmaktadır. Tahmin ve erken uyarı sistemi, bitkisel üretimde hastalık ve zararlı mücadelesinde pestisit uygulamasının gerekli olup olmadığına karar vermek, en uygun uygulama zamanını saptamak, üreticileri uyarmak ve böylece onları bu zararlıların mücadelesinde para, enerji ve zaman kaybından kurtarmak, pestisitlerin çevreye yaptığı zararı en aza indirmek amacıyla geliştirilmiş bir sistemdir.

Bitki hastalık ve zararlılarının oluşumunun önceden tahmin edilmesinde bilgisayarlı tahmin ve erken uyarı sistemi ile alınan tarla veya bahçedeki hava sıcaklığı, nem, rüzgar hızı, güneş şiddeti, yağmur miktarı, toprak sıcaklığı, yaprak ıslaklığı gibi meteorolojik verilerden yararlanılmaktadır. Elde edilen veriler bitkisel üretimde hastalık ve zararlılarla mücadelede pestisit uygulamasının gerekli olup olmadığına karar vermek, en uygun ilaçlama zamanını saptamak, üreticileri uyarmak amacıyla kullanılmaktadır. Bilgisayar destekli elektronik **tahmin ve erken uyarı sistemlerinin** kullanılmasıyla daha doğru ve hızlı tahminler yapılabilmesi için tarla veya bahçedeki kayıtlar otomatik olarak merkeze aktarılacak olarak değerlendirilmektedir. Entegre Mücadelede tahmin uyarı sistemlerinden alınan veriler doğrultusunda en uygun mücadele zamanı belirlenmektedir. Bu sayede ürünün ve çevrenin korunması ve gereksiz ilaçlamalardan doğabilecek ekonomik kayıpların önlenmesinin yanı sıra doğru ve tam sulama takvimlerinin oluşturularak toprak kayıplarının önüne geçilmesi, su kaynaklarının gereksiz yere kullanılmasının önlenmesi, dondan dolayı oluşabilecek maddi kayıpların önlenmesi amacıyla bilgisayar teknolojisi kullanılarak ilgililer önceden bilgilendirilmektedir. Tahmin ve uyarı sisteminin uygulandığı elma bahçelerinde ve bağlarda pestisit uygulama sayıları azalmakta ve %75 oranında tasarruf sağlanmaktadır.

Ülkemizde Elma içkürdu, Elma karalekesi, Bağlarda salkım güvesi ve Bağda mildiyö ve külleme mücadelelerinde tahmin ve erken uyarı sistemi kullanılmaktadır. Elma bahçelerinde ana zararlı Elma içkürdu (*C. pomonella*), yine ana hastalık Elma karalekesi hastalığı (*V. inaequalis*) mücadelesinin yönetimi tahmin ve uyarı sistemine göre yürütülmektedir. Tahmin ve uyarı sistemlerinin uygulanması ile birlikte hastalık ve zararlıların yoğunluğu, biyolojisi ve bitki fenolojisi takip edilerek gerektiği zaman pestisit uygulaması yapılmaktadır. Böylece önceki Elma içkürduna karşı 5-6'yı bulan ilaçlama sayısı ortalama 3'e düşürülmüştür. Elma kara lekesine karşı 9-10'u bulan ilaçlama sayısı ise ortalama 5-6'ya düşürülmüştür.

Yürütülen çalışmalar ile patates tarlalarında Mildiyö hastalığına karşı Winstel Modeli, domateste mildiyö hastalığına karşı Modifiye Tomcast modeli ile Smith modeli, tarla domatesi yetiştiriciliğinde Geç Yanıklık Hastalığı'na karşı tahmin ve erken uyarı sistemleri geliştirilerek uygulamaya aktarılmıştır. Tahmin ve erken uyarı sistemi uygulamaları ile bitki koruma ürünü ve işçilik masrafları azaltmakta, ürünün maliyeti düşmekte, pestisitlerin insan ve çevre sağlığı ile doğal denge açısından olumsuz etkileri en az düzeye indirilmektedir.

11.4. Entegre Mücadelede Kullanılacak Bitki Koruma Ürünlerinin Seçimi

Entegre Mücadelede kimyasal mücadele yapılmasına karar verildiğinde ilaç seçimi öncelikle insan ve çevre sağlığı açısından oluşabilecek riski ortaya koyabilmek amacıyla aktif maddelerin memeli hayvanlar, balıklar, hedef dışı organizmalar (parazitotitler, predatörler) ve balaralarına etkileri ile topraktaki kalıcılıkları göz önüne alınarak yapılmaktadır. Bu amaçla aktif bazında, grup bazında veya ürün etiketleri üzerinden araştırma yapılır ve uygulama alanına göre en az riskli ürün seçilir

Teknik olarak pestisitlerin balık, hedef dışı organizmalar ve balaralarına olan etkiler toplandıktan sonra üçe bölünerek tek bir değere indirilmektedir. Daha sonra elde edilen bu veri ile memeli hayvanlar ve topraktaki kalıcılıklarına ait sınıf değerleri toplanarak "Toplam Risk Değeri" elde edilmektedir. Sınıflandırma kriterleri ve formül yardımıyla her bir aktif madde için ayrı hesaplama yapılmaktadır. Karışım halindeki bitki koruma ürünlerinin değerlendirilmesinde risk puanı yüksek olan sınıf değerleri dikkate alınmaktadır. Bazı aktif maddelerin faydalı organizmalara yan etkileri ile ilgili yeterli araştırma sonucu bulunmadığından, bunların değerlendirilmesinde en yüksek risk puanı esas alınmaktadır. Yapılan değerlendirmelerde herhangi bir verisi bulunmayan kriterler için en yüksek risk puanı kullanılmaktadır. Çalışmalar sonucu bugüne kadar 495 aktif madde ile 209 adet karışım halindeki bitki koruma ürünü incelemiş olup, incele-

nen tüm aktif madde ve karışımların kanserojen etkileri ile etki mekanizması da değerlendirmelerde dikkate alınmıştır. Potansiyel kanserojen etkiye sahip olan aktif maddeler Entegre Mücadele Teknik Talimatlarında önerilmemektedir. Bitki koruma ürünleri elde edilen toplam risk değerine göre aşağıdaki şekilde sınıflandırılmaktadır (Çizelge 11.1).

Çizelge 11.1. Bitki koruma ürünlerinin toplam risk değerlerine göre sınıflandırılması

Risk Değeri	Sınıf Değeri	Açıklama
3,0-5,9	1	Güvenli olarak tavsiye edilen tarım ilaçları
6,0-7,0	2	Kontrollü olarak tavsiye edilen tarım ilaçları
7,1-10,0	3	Geçici olarak tavsiye edilen tarım ilaçları
>10,0	4	Entegre mücadele programı için uygun değildir

Entegre Mücadele Programlarında yapılacak tarım ilacı tavsiyelerinde güvenli olarak, tavsiye edilen bitki koruma ürünlerine öncelik verilmekle birlikte, kontrollü olarak tavsiye edilen bitki koruma ürünleri de kullanılabilir. Özellikle ardarda yapılacak bitki koruma ürünü uygulamalarında, farklı etki mekanizmasına sahip güvenli gruptan alternatif bitki koruma ürünü bulunmaması halinde kontrollü gruptan seçim yapılmaktadır. Bazı hastalık, zararlı ve yabancı otların mücadelesinde, Entegre Mücadele Programları için uygun bitki koruma ürününün bulunmaması halinde, geçici olarak tavsiye edilen bitki koruma ürünleri önerilmektedir. Entegre Mücadele Programları için uygun BKÜ ruhsat aldığında, geçici olarak tavsiye edilen BKÜ'lerinin geçici tavsiyeleri iptal edilmektedir. Bazı durumlarda 1, 2 ve 3 sınıf değeri alan BKÜ bulunmadığı takdirde konu başlığının altında "Entegre Mücadele Programına uygun BKÜ bulunmamaktadır" ifadesi yer almaktadır. Entegre mücadele prensiplerine uygun olarak direnç gelişimini azaltmak için BKÜ seçimi ve tavsiyesinde dikkate alınmak üzere aktif maddelerin etki mekanizmaları Ek 2'de yer almaktadır.

11.5. Entegre Mücadelenin Yaygınlaştırılması ve Teşvikler

Entegre Mücadele konusunda Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı'na bağlı Araştırma Enstitüleri tarafından Bakanlık teknik personeline hizmet içi eğitimler verilmektedir. Bu eğitimler, 5996 sayılı "Veteriner Hizmetleri, Bitki Sağlığı, Gıda ve Yem Kanunu" ve bitki sağlığı ile ilgili yönetmelik, tebliğ, talimat ve genelgelere uygun olarak "Bakanlığımız Hizmet içi Eğitim Yönetmeliği" kapsamında; bitkinin fenolojik ve zararlıının biyolojik dönemleri dikkate alınacak şekilde teorik, uygulamalı ve laboratuvar ortamında sertifikalı eğitimler şeklinde yürütülmektedir.

Her yıl düzenlenen sertifikalı hizmet içi eğitimler ana hastalık ve zararlıların teorik ve pratik açıdan teşhisi, mücadelesi ve mücadele etkinliğinin kontrolü ile kimyasal mücadelede direncin ve kalıntının önlenmesi, potansiyel hastalık ve zararlıların teşhisi, yönetimi ve takibi gibi konuları içermektedir. Kursiyerlerin Entegre Mücadele stratejisi içerisinde çözüm oluşturabilecek kabiliyete erişmesi hedeflenmektedir.

Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı'nın "Biyoteknik Mücadele" konusundaki hedeflerinden birisi, Ülkemizde yürütülen bitki koruma faaliyetlerinin alan bazında 2023 yılına kadar %50 oranında Entegre Mücadele şeklinde yapılmasını içermektedir. Ayrıca, biyolojik ve biyoteknik mücadele ürünlerinin toplam bitki koruma ürünleri içindeki %1 civarında pazar payının 2023 yılına kadar %25 çıkarılması da hedeflenmektedir.

Biyolojik ve biyoteknik mücadele yöntemlerinin kullanımlarının yaygınlaştırılması için, Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı tarafından bitkisel üretimde kimyasal bitki koruma ürünü yerine biyolojik preparat, faydalı böcek, feromon veya tuzak kullanan çiftçilere maddi destek verilmektedir. Bakanlığımız tarafından 2010 yılında başlatılan ve halen devam etmekte olan biyolojik ve biyoteknik mücadele desteklemeleri kimyasal bitki koruma ürününün kullanımını azaltması bakımından teşvik edici bir uygulama olarak görülmektedir.

Biyolojik ve biyoteknik mücadele yöntemlerinin uygulanması ile kimyasal bitki koruma ürünü kullanmadan bitki hastalık ve zararlılarını kontrol altına almak isteyen üreticiler, ruhsatlı bitki koruma ürünü olan biyolojik preparatları, parazitoit ve predatörleri, feromon tuzaklarını bayilerden kolayca temin edebilmektedir. Serada üretim yapan çiftçiler dahil tüm meyve ve sebze üretimi yapan çiftçiler bu destekten faydalanabilmektedir. Bitki hastalık ve zararlılarına karşı biyolojik mücadele uygulayan çiftçilere sağlanan destekle, hem zararlılarla mücadelede daha az kimyasal ilaç kullanımı hem de daha az maliyetli üretim yapılması hedeflenmektedir.

KAYNAKÇA

Anonim 2011. Kiraz Entegre Mücadele Teknik Talimatı. T.C. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, TAGEM, Bitki Sağlığı Araştırmaları Dairesi Başkanlığı, Ankara.

Serez M. ve Zümreoğlu A. 2001. Tarım ve Orman Zararlılarına karşı biyoteknik yöntemler. Dilek Ofset Matbaacılık ve Cilt San. Himaye-i Etfal Sk. Yıldırım Han, No: 201/1 Cağaloğlu, İstanbul, 108 s.





*BİTKİ KORUMA
ÜRÜNLERİ VE
MAKİNELERİNİN
MEVCUT
DURUMU
DENETİMİ VE
İŞLEYİŞ PRATİĞİ*

*Dr. Yunus BAYRAM
Gıda ve Kontrol Genel Müdürlüğü
Genel Müdür Yardımcısı V.*



BİTKİ KORUMA ÜRÜNLERİ VE MAKİNELERİNİN MEVCUT DURUMU DENETİMİ VE İŞLEYİŞ PRATİĞİ

12.

Dr. Yunus BAYRAM

**Gıda ve Kontrol Genel Müdürlüğü
Genel Müdür Yardımcısı V.**

Ülkemizde Bitki Koruma Ürünleri ve Makinelerinin kitap kapsamındaki iş ve işlemlerinden sorumlu birim Gıda ve Kontrol Genel Müdürlüğü Bitki Koruma Ürünleri Daire Başkanlığıdır. Bu daire başkanlığı; BKÜ ve zirai mücadele alet ve makineleri ile bunlara ait üretim yerlerinin onay ve kontrollerini yapmak ve bu ürünlerin ithalatı, dağıtımı, depolanması, satışı ve denetimi ile ilgili esasları düzenlemekte ve yürütmektedir. Bu daire ayrıca; reçeteli satılacak bitki koruma ürünleri ile ilgili düzenlemeleri yapmak, bitki koruma ürünlerine ait deneme yapacak kişi ve kuruluşlara yetki belgesi vermek, BKÜ Bayi ve Toptancılık Sınavı düzenlemek ve görev sahasındaki tüm verileri toplamak ve raporlamak görevlerini yürütmektedir.

Kitabın bu bölümünde özellikle BKÜ ile zirai mücadele alet ve makinelerinin ruhsatlandırılması, imalatı, ithalatı, kullanımı, ambalajlanması, etiketlenmesi, piyasaya arzı, tanıtımı, nakliyesi, depolanması, reçeteli ya da reçetesiz satışı, onayı, kontrolü ve teminine ilişkin izin, onay gibi iş ve işlemler hakkında uygulamaya yönelik detaylı bilgiler verilecektir. Bu bölümde ayrıca ülkemizde konuyla ilgili mevcut durum hakkında okuyucunun fikir edinmesine yönelik bazı güncel verilerde verilmektedir.

12.1. Bitki Koruma Ürünlerinin Mevcut Durumu ve Denetimi

Ülkemizde 2017 yılsonu itibariyle BKÜ konusunda kaydı bulunan **464** firma bulunmakta olup bu firmalardan **153'ü** BKÜ iştigal izin belgesine sahip ve aktif durumdadır. BKÜ imalatının gerçekleştiği **68** üretim tesisi ve bu ürünlerin satışının yapıldığı **7.184** BKÜ bayi ve toptancısı bulunmaktadır. Ülkemizde **378** BKÜ aktif maddesi ruhsatlı olup, bu aktif maddelere ait hâlihazırda yaklaşık **4.864** ruhsatlı BKÜ bulunmaktadır. Ancak bu ürünlerin sadece **1.500-1.600** adedi piyasada bulunmaktadır. 2017 yılında yaklaşık **55.000** ton BKÜ ve hammaddesi ithalatı gerçekleşmiştir. Ayrıca bu kimyasallar ile birlikte feromon tuzaklar, biyolojik mücadele ürünleri, mikroorganizmalar, bitki gelişim düzenleyicileri, bakırlı ve kükürtlü preparatlar ve ihraç amaçlı ithal edilen pestisitler de bulunmaktadır. Yıllık ortalama **5.000-6.000** BKÜ veya BKÜ hammaddesi ithalat onayı düzenlenmektedir. Ülkemizde BKÜ'nin yıllık ekonomik pazar payı yaklaşık **2-2.5** milyar TL'dir. 2017 yılı sonu itibariyle Bakanlığımız kayıtlarına göre ülkemizde **343** Zirai Mücadele Alet ve Makinesi ruhsatına sahip firma ve **906** ruhsatlı alet ve makine cinsi, **4.779** Zirai Mücadele Alet ve Makine Bayisi bulunmaktadır.

Bakanlığımızca ruhsatlandırılan BKÜ ve bunların imalatında kullanılan hammaddelerin ithalat izinlerine esas uygunluk yazıları; 5996 Sayılı Kanun ve Ekonomi Bakanlığı ile Gümrük ve Ticaret Bakanlığı tarafından yürütülen Tek Pencere Sistemi üzerinden firmalarınca e-başvuru yoluyla yapılmaktadır. İthalatçı firmaların Bakanlığımıza başvurusu sonucu Bakanlığımız tarafından yapılan kontrol ve incelemelerden sonra ithalatı uygun bulunan BKÜ ile bu ürünlerin imalatında kullanılan hammaddelere e-belge olarak ithalat izinleri düzenlenmektedir. Yıllık ortalama **5.000-6.000** BKÜ veya BKÜ hammaddesi ithalat onayı düzenlenmektedir. BKÜ'nin denetimleri, Bakanlığımızca merkezden, il ve ilçe müdürlüklerimizden piyasa kontrolü, şikâyet kontrolü, analize alma, ithalat aşamasında analiz ve denetim işlemleri, firma/fabrika/ toptancı/bayi denetimleri şeklinde yapılmaktadır.

Bu kapsamda 2017 yılsonu itibariyle **761** adet BKÜ piyasa kontrolü (şikâyet, piyasa, gümrük) yapılmış olup, ruhsata esas spesifikasyonuna uygun olmadığı tespit edilen **15** adet BKÜ için idari yaptırım cezası uygulanmış ve **5** adet BKÜ'nün ise ruhsatı iptal edilmiştir. Bayilerde yapılan kontrollerde satışa sunulmuş olan BKÜ'nin etiket kontrolleri yapılmıştır. Etiketlerinde uygunsuzluk tespit edilen **31** adet BKÜ için idari yaptırım uygulanmıştır. Üretim tesisi kontrollerinde yapılan denetimlerde **20** tesis incelenmiş olup, **1** üretim tesisinin izni iptal edilmiş, **4** üretim tesisinde eksiklikler tespit edilmesi nedeniyle idari yaptırı-

rım cezası uygulanmış ve eksikliklerin giderilmesi için 2 aylık süre verilmiştir. Ayrıca Bakanlığımızca ithal izni verilen bütün BKÜ ve bu ürünlerin imalatında kullanılan hammadde ve yardımcı maddelerden piyasa kontrolü amacıyla 2017 yılı içinde **1.040** adet numune alınmış olup, numune alımı ve analizlerine devam edilmektedir.

İl Müdürlüklerince yapılan bayi ve toptancı kontrollerinde 2017 yılısonu itibariyle onaylı olan **7184** bayinin tamamı kontrol edilmiş olup, **618** bayiye ikaz, **80** bayiye ihtar, **82** bayiye idari para cezası verilmiş ve **4** bayinin ise bayilik belgesi iptal edilmiştir. Ayrıca, Gıda ve Kontrol Genel Müdürlüğünce oluşturulan kontrol ekibi tarafından yoğun tarım yapılan, bayi ve toptancı sayısı fazla olan **9** il ziyaret edilerek BKÜ ile ilgili olarak hem il müdürlüklerince yapılan çalışmalar hem de bazı bayiler yerinde kontrol edilmiş ve tespit edilen eksiklikler il müdürlüklerine bildirilmiştir.

12.2. Bitki Koruma Ürünlerinin Ruhsatlandırılması ve Kısıtlamasına Dair İşlemler

Bitki koruma ürünlerinin ruhsatlandırılması: Bitki koruma ürünlerinin ruhsatlandırılması 5996 sayılı kanun ve 09.11.2017 tarih ve 30235 sayılı “*Bitki Koruma Ürünlerinin Ruhsatlandırılması ve Piyasaya Arzı Hakkında Yönetmelik*” hükümleri çerçevesinde yapılmaktadır.

5996 sayılı kanun BKÜ’leri; kullanıcıya farklı formlarda sunulan, bitki ve bitkisel ürünleri zararlı organizmalara karşı koruyan veya bu organizmaların etkilerini önleyen, bitki besleme amaçlı olanlar dışında bitki gelişimini etkileyen, koruyuculara ilişkin özel bir düzenleme kapsamında bulunmayan ancak bitkisel ürünleri koruyucu olarak kullanılan, istenmeyen bitki veya bitki kısımlarını yok etmek, istenmeyen bitki gelişimini kontrol etmek veya önlemek amacıyla kullanıcıya bir veya daha fazla aktif madde içeren bir formülasyon halinde sunulan aktif madde ve preparatlar olarak tanımlanmaktadır. Bu ürünlerin teknik, bilimsel ve mevzuat bakımından gerekli incelemeleri yapılmış ve piyasaya arz edilebilir durumda olduğunu gösteren belgeye de “**Bitki Koruma Ürünü Ruhsatı**” denilmektedir.

Ülkenin tarımsal yapısı, üreticilerin ihtiyacı, söz konusu BKÜ’nün kullanımının yaratacağı sorunlar, göl, baraj ve akarsu kenarlarına yakın yerlerde kullanılıp kullanılmayacağı, yer altı ve içme sularına karışma durumları, uluslararası kriterlere uygun olarak yurt dışında ruhsatlı olup olmadığına ilişkin bilgiler ve benzeri kriterlere göre değerlendirilmesi tamamlanan ve uygun bulunan BKÜ için Genel Müdürlükçe İmal veya İthal BKÜ Ruhsat Belgesi düzenlenmektedir.

Bitki Koruma Ürünü olarak; pestisitler, bitki gelişim düzenleyicileri (BGD), böcek cezbedicileri (attractants), böcek uzaklaştırıcıları (repellents), böcek gelişimi düzenleyicileri (IGR), beslenmeyi engelleyiciler, biyopreparatlar, bitki aktivatörleri, fizyolojik hastalıkların tedavisinde kullanılan maddeler, biyolojik mücadele etmenleri, tuzak ve feromonlar gibi ürünler değerlendirilmekte olup, ruhsata tabidir. Bunun dışında BKÜ'nin tanımı içine giren ancak bu yönetmelikte belirtilen esaslara göre değerlendirilemeyen konularda deneme ve ruhsat esasları Bakanlık tarafından ayrıca belirlenmektedir. Ruhsatlandırma işlemi, BKÜ'nin formülasyonları üzerinden yapılmaktadır. Ancak, teknik madde halinde kullanılması gereken BKÜ, üreticilerin ihtiyacı ve uluslararası normlara uygun olarak yurt dışında ruhsatlı olup olmadığına ilişkin bilgiler ve benzeri normlar dikkate alınarak ruhsatlandırılabilir.

Bitki koruma ürünlerinin ruhsatlandırılması; 1. Yeni bir aktif maddeyi içeren veya aktif maddesi ruhsatlı olup ancak aktif madde miktarı ve formülasyonu farklı olan BKÜ'nün ruhsatlandırılması 2. Ülkemizde ruhsatlı olan ve ruhsat tarihi üzerinden en az 10 yıl koruma süresi geçmiş olan bir BKÜ emsal gösterilerek yeni bir BKÜ'nün ruhsatlandırılması olmak üzere iki şekilde yapılır. Buna kısaca orijinal veya emsal ruhsatlandırma da denir.

Temdit işlemleri: Ruhsat süresi sona eren BKÜ'nin çevre, yaban hayatı ve faydalılar, insan sağlığı, kalıntı, direnç ve biyolojik etkinlik, toksikolojik ve ekotoksikolojik çalışmalar ve benzeri konularda durumu göz önünde bulundurularak, gerek görüldüğünde bu konularla ilgili yeni bilgi ve belgeler istenilerek, ruhsat belgesinin geçerlilik süresi Genel Müdürlükçe on yıllık süre ile uzatılmaktadır. Ruhsat süresi yenileme veya uzatma işlemine temdit denilmektedir.

Ruhsatlandırma komisyonu: Bitki koruma ürünlerinin ruhsatlandırılması ve ruhsata tabi işlemlerin değerlendirilmesi için bilimsel yetkinliğe haiz bağımsız bir komisyon tarafından yapılmaktadır. Bu komisyona Bakanlık yetkilileri ile araştırma enstitülerinde görevli ve konularında en az yüksek lisans yapmış veya en az 3 yıl tecrübeye sahip kişiler ile gerektiğinde üniversiteler, kamu kurumları ve ilgili diğer Bakanlık personeli arasından seçilen kişilerden Bitki Koruma Ürünlerini Değerlendirme Komisyonu oluşturulur. Komisyon;

- a) Bakanlıkça ruhsatlandırılacak veya kullanımı sonlandırılacak BKÜ'nin biyolojik etkinliği, fizik, kimya, toksikoloji, ekotoksikoloji, kalıntı ve direnç ile ilgili konularda mevzuata uygunluk bakımından uygunluğunu değerlendirmek,

- b) Ruhsat müracaatları ve müracaat sonuçlarına yönelik ilgili firma tarafından yapılan itirazları değerlendirmek,
- c) Ülkede BKÜ uygulama ve kullanımı konularında üretici ve tüketicilerin korunmasına yönelik önlemleri belirlemek,
- ç) BKÜ ile ilgili insan ve çevre sağlığı konularında yapılan araştırma ve inceleme sonuçlarını değerlendirmek,
- d) Genel Müdürlüğün ihtiyaç duyması halinde BKÜ ile ilgili diğer konuları değerlendirmek ve Genel Müdürlüğe bilimsel danışmanlık yaparak görüş bildirmekle görevlidir.

Genel Müdürlükçe gündeme alınan ruhsata esas başvuruları değerlendirmek üzere her ayın ilk haftası komisyon toplanır ve gündemdeki konularını değerlendirerek karara bağlar. Komisyon kararları tavsiye niteliğindedir.

Etiket düzenlenmesi, etiket genişletme ve geçici tavsiye verilmesi: Bitki koruma ürününü tanıtmak, kullanmak, yer ve şekillerini belirtmek, korunma tedbirlerini göstermek amacıyla ürün ambalajı üzerine yapıştırılan veya basılan Türkçe düzenlenmiş, kolayca okunan yazı, işaret ve rakam şeklindeki açıklamaların tamamını ihtiva eden veya bu açıklamaların tamamının BKÜ ambalajı üzerinde gösterilmesi mümkün olmayan çok küçük ambalajlarda aynı hususları bir prospektüste belirtmek üzere hazırlanan her türlü yazılı veya basılı belge “Bitki Koruma Ürünü Etiket” olarak tanımlanmaktadır.

Bitki koruma ürünü etiket onayları; 25.03.2011 tarih ve 27885 sayılı “*Bitki Koruma Ürünlerinin Sınıflandırılması, Ambalajlanması ve Etiketlenmesi Hakkında Yönetmelik*” ve aynı yönetmelikte 28.10.2016 tarih ve 29871 sayılı değişiklikler çerçevesinde yapılmaktadır. Yönetmelik esasları çerçevesinde etiketi uygun bulunan BKÜ’nin etiket örnekleri Genel Müdürlükçe onaylanmakta ve onaylanmış etiket ile bu ürünler piyasaya arz edilmektedir. Ruhsatlı bulunan BKÜ formülasyonunun yeni bir konuda kullanılabilmesi için yönetmelikte belirtilen bilgi ve belgelerle Genel Müdürlüğe başvuruda bulunulması gerekmektedir. Genel Müdürlüğe sunulan bilgi ve belgelerin uygun bulunması halinde daha önce ruhsatlı bulunan bu BKÜ için ayrı bir ruhsat belgesi düzenlemeye gerek kalmadan yeni tavsiye konusu ürün etiketine ilave edilmektedir. Bu işleme etiket genişletmesi de denilmektedir.

Herhangi bir bitkisel üründe ekonomik zarara neden olan bir zararlı organizma için teknik talimatının veya ruhsatlı BKÜ’nün bulunmaması durumunda Genel Müdürlük tarafından BKÜ’ne geçici olarak üretim sezonunda sınırlı ve

kontrollü kullanılması şartıyla en fazla 120 gün süreyle geçici kullanım izni verilebilir. Geçici kullanım izniyle ilgili uygulama talimatı Genel Müdürlük tarafından ayrıca hazırlanmaktadır.

Aktif maddelerin yasaklanması veya kullanımlarının kısıtlanması: Bakanlığımızca AB uyum yasaları çerçevesinde 2009 yılından bu yana **182** aktif maddenin kullanımı sonlandırılmıştır. Ayrıca AB ve diğer ülkelerde zaman içinde insan ve çevre sağlığına zararları tespit edilen ve bazı bitkilerde MRL değerleri tespit limiti seviyesine düşürülen, tamamen yasaklanmayıp kısıtlama getirilen aktif maddelerle ilgili eş zamanlı olarak ülkemizde de kısıtlama getirilmektedir. Bu kapsamda **2** aktif maddenin MRL değerleri güncellenerek kullanımına kısıtlama getirilmiştir.

12.3. Zirai Mücadele Alet ve Makineleri ile ilgili İzin ve Ruhsat İşlemleri

Zirai mücadele alet ve makineleri imal izin belgesi: Zirai mücadele alet ve makinelerinin imalatı, imal izin belgesi ve imal ruhsatı almış işletmelerce yapılmaktadır. Zirai mücadele alet ve makineleri imal izin belgesi almak isteyen firmalar tarafından Bakanlığımıza başvuru yapılması, Bakanlığımızca işletmede yapılan incelemeler sonucunda işletmenin uygun görülmesinden sonra ilgili firmaya, Zirai Mücadele Alet ve Makineleri İmal İzin Belgesi düzenlenmektedir. Ülkemizde **343** zirai mücadele alet ve makinesi ruhsatına sahip firma ve hâlihazırda ruhsatı geçerli olan **906** zirai mücadele alet ve makinesi bulunmaktadır (Çizelge 12.1).

Zirai mücadele alet ve makinelerinin ruhsatlandırılması: Bitki koruma ürünlerinin uygulanmasında kullanılan her türlü alet, araç-gereç, makine, cihaz, ekipman ile bunların aksam, parça ve teferruatına “**Zirai Mücadele Alet ve Makineleri**” denilmektedir. Zirai mücadele alet ve makinelerinin, ruhsatlandırılması, imalatı, ithalatı, satış ve kontrolleri, 5996 Sayılı Kanuna bağlı olarak çıkarılan ve 02.04.2011 tarih ve 27893 sayılı Resmi Gazetede yayımlanarak yürürlüğe giren “*Zirai Mücadele Alet ve Makineleri Hakkında Yönetmelik*” hükümlerine göre düzenlenmektedir.

İşletmelerinde zirai mücadele alet ve makinesi imalatı yapmak üzere imal izin belgesi almış firmalar ile yurt dışından zirai mücadele alet ve makinesi getirmek isteyen ithalatçı firmalar tarafından, zirai mücadele alet ve makinesi ruhsatı almak üzere, imalat ve ithalata başlamadan önce Bakanlığımıza başvuru yapılması gerekmektedir.

Zirai mücadele alet ve makinelerinin ruhsata esas test ve deneyleri “Tarım Alet ve Makineleri Test Merkezi Müdürlüğü” tarafından yapılarak sonuç rapor-

ları Bakanlığımıza sunulmaktadır. Test ve deney sonucunda, zirai mücadele alet ve makinesinin, tarımsal ilaçlama tekniğine uygun olması durumunda Bakanlık tarafından ruhsatı düzenlenmektedir. Zirai mücadele alet ve makineleri on yıl süre ile ruhsatlandırılmaktadır. Ruhsatlandırılmamış bir zirai mücadele alet ve makinesinin imalatı, ithalatı ve kullanımı yasaktır. Ruhsat geçerlilik süresinin bitimi itibari ile ruhsat sahibi firmalar, ruhsat süre uzatımı talebinde bulunabilmektedirler. Ruhsat sahibi firması tarafından süre uzatımı talebinde bulunulmayan zirai mücadele alet ve makinelerinin ruhsatı ikaza gerek kalmadan iptal edilmektedir.

Çizelge 12.1. Ruhsatlandırılan Zirai Mücadele Alet ve Makinelerinin Cinslerine Göre Sayısal Dağılımı

Zirai mücadele alet ve makine cinsi	Adedi
Akışkan Kontrollü Pülverizatör	1
Arabalı Motorlu Bahçe Pülverizatörü	47
Bahçe Pülverizatörü	77
Fümigasyon Makinesi	2
Kendi Yürür Pülverizatör	3
Mekanik Basıncılı Püskürtücü	88
Mist Blower-Ulv Makinesi-Bahçe Pülverizatörü	53
Motorlu Sırt Atomizörü	3
Motorlu Sırt Pülverizatörü	8
Pülverizatör Pompası	55
Püskürtme Memesi	28
Püskürtme Tabancası	19
Sırt Atomizörü ve Tozlayıcısı	22
Sırt Pülverizatörü	162
Tarla Pülverizatörü	132
Tarla - Bahçe Pülverizatörü	47
Tozlayıcı	2
Turbo Bahçe Pülverizatörü	11
Yardımcı Hava Akımlı Bahçe Pülverizatörü	30
Yardımcı Hava Akımlı Tarla Pülverizatörü	116
TOPLAM (Geçerli Ruhsat Sayısı)	906

Zirai mücadele alet ve makineleri satışı: Zirai mücadele alet ve makinelerinin satışları, “Zirai Mücadele Alet ve Makineleri Bayilik İzin Belgesi” almış, yetkili gerçek ve tüzel kişiler tarafından yapılmaktadır. Bayilik İzin Belgesi verilecek girişimcilerin ziraat mühendisi veya ziraat yüksek mühendisi unvanlarından birine sahip olması gerekmektedir. Bu duruma uymayan ancak bayilik yapmak isteyen kişi ve kuruluşlar yukarıda belirtilen unvanlardan birine sahip olan bir kişiyi “satıştan sorumlu teknik eleman” olarak istihdam etmesi koşuluyla, bayi olmak üzere “Bayilik İzin Belgesi” alabilmektedir.

12.4. Bitki Koruma Ürünleri ve Makineleri İçin Düzenlenen Belgeler

Bitki koruma ürünleri deneme yetki belgesi: Bitki ve bitkisel ürünlerin yetiştirildikleri ve muhafaza edildikleri ortamlarda zararlı organizmalara karşı kullanılacak ticari formdaki bitki koruma ürünlerinin biyolojik etkinlik, kalıntı, yan etki, toksikolojik ve ekotoksikolojik denemelerini yapacak kişilerin Bakanlığımızdan “**Bitki Koruma Ürünleri Deneme Yetki Belgesi**” almaları zorunludur. Bitki koruma ürünleri deneme yetki belgesi ile ilgili iş ve işlemler, 09.11.2017 tarih ve 30235 sayılı “*Bitki Koruma Ürünleri İle İlgili Yapılacak Denemeler Hakkında Yönetmelik*” esaslarına göre yürütülmektedir. Bu kapsamda şuana kadar **118** kişiye deneme yetkisi verilmiştir. Ayrıca 09.11.2017 tarih ve 30235 sayılı yönetmeliğin yürürlüğe girmesinden sonra Deneme Yetki Belgesinin belirli yeterlilikte personel çalıştıran tüzel kişiliklere de verilmesine imkân verilmiştir. Bu belgelerin birer örnekleri EK 5’te verilmiştir.

Bitki koruma ürünleri iştigal izin belgesi: Bitki koruma ürünü ruhsatı alacak olan firmaların gerekli altyapıya sahip olduklarını gösteren bilgi ve belgeler ile birlikte başvuru yaparak Bakanlığımızdan “**Bitki Koruma Ürünleri İştigal İzin Belgesi**” ni almaları zorunludur. Bitki koruma ürünleri iştigal izin belgesi verilmesi ile ilgili iş ve işlemler, 09.11.2017 tarih ve 30235 sayılı “*Bitki Koruma Ürünlerinin Ruhsatlandırılması ve Piyasaya Arzı Hakkında Yönetmelik*” esaslarına göre yürütülmektedir. 2017 yılı sonu itibarıyla **472** firma için “Bitki Koruma Ürünleri İştigal İzin Belgesi” düzenlenmiş olup, hâlihazırda **153** firmanın iştigal izin belgesi geçerliliğini korumaktadır.

Bitki koruma ürünü üretim izin belgesi: Bitki koruma ürünü veya BKÜ teknik maddesi imalatının yapılması düşünülen üretim tesislerinde, herhangi bir üretim yapılmadan önce Bakanlığımızdan “**Bitki Koruma Ürünü Üretim İzin Belgesi**” alınması zorunludur. Bitki koruma ürünlerinin veya teknik maddelerinin belirlenen standartlarda üretimini sağlayabilmek amacıyla üretim yapılacak tesislere üretim izni verilmesi ve üretim izni almış olan tesislerin kontrolü 06.07.2011 tarih ve 27986 sayılı “*Bitki Koruma Ürünü Üretim Yerleri Usul ve*

Esasları Hakkında Yönetmelik” esaslarına göre yürütülmektedir. Bugün itibariyle, Bakanlığımızca *üretim izni verilmiş olan 67* adet üretim tesisi bulunmaktadır.

Bitki koruma ürünleri bayi ve toptancı izin belgesi: Ülkemizde, bitki koruma ürünlerinin toptan ve perakende satışı ile ilgili iş ve işlemler 10.03.2011 tarih ve 27870 sayılı *“Bitki Koruma Ürünlerinin Toptan ve Perakende Satılması ile Depolanması Hakkında Yönetmelik*” hükümlerine göre yürütülmektedir. Söz konusu Yönetmeliğin 6 ncı maddesinin birinci fıkrasının (c) bendi gereği **“Bitki Koruma Ürünleri Bayi Belgesi”** veya **“Bitki Koruma Ürünleri Toptancı Belgesi”** almak isteyen kişiler için merkezi sınav yapılmaktadır. Yapılan sınavda **70** ve üzeri puan alan kişiler başarılı sayılmaktadır. Sınava sadece ziraat mühendisi, eczacı, kimya mühendisi, kimyager, bitki sağlığı ile ilgili dersleri alarak mezun olmuş tekniker veya ziraat teknisyenleri girebilmekte ve başarılı olmaları durumunda Bitki koruma ürünleri bayi ve toptancı izin belgeleri İl Gıda Tarım Hayvancılık Müdürlükleri tarafından verilmektedir. 2017 yılı sonu itibariyle **7.184** bayi ve toptancı bulunmaktadır.

Bitki koruma ürünleri reçete yazma yetki belgesi: Bitki koruma ürünlerinin reçeteli satışı ile ilgili iş ve işlemler, 03.12.2014 tarih ve 29194 sayılı *“Bitki Koruma Ürünlerinin Önerilmesi, Uygulanması ve Kayıt İşlemleri Hakkında Yönetmelik*” hükümlerine göre yürütülmektedir. Söz konusu yönetmelik gereği reçete yazma yetkisi ziraat mühendisleri ve sadece tütünlüklerde kullanılan bitki koruma ürünlerini reçeteye yazmak üzere tütün teknoloji mühendislerine verilmektedir. Bitki koruma ürünleri reçete yazma yetki belgesi İl Gıda Tarım Hayvancılık Müdürlükleri tarafından verilmektedir. Bugün itibariyle **17.203** kişiye bitki koruma ürünleri reçete yazma yetkisi verilmiştir.

Bitki koruma ürünleri uygulama belgesi: Ticari amaçlı bitki ve bitkisel ürün üretimi yapılan alanlarda ve bitkisel ürünlerin bulunduğu depolarda, bitki koruma ürünü uygulamaları 03.12.2014 tarih ve 29194 sayılı *“Bitki Koruma Ürünlerinin Önerilmesi, Uygulanması ve Kayıt İşlemleri Hakkında Yönetmelik*” gereği yetkili kişiler tarafından veya yetkili kişi nezaretinde ve sorumluluğunda yapılması zorunludur. Bitki koruma ürünleri uygulama belgeleri İl ve İlçe Gıda Tarım Hayvancılık Müdürlükleri tarafından verilmektedir. Bugün itibariyle **446.685** kişiye **“Bitki Koruma Ürünleri Uygulama Belgesi”** verilmiştir.

12.5. BKÜ’lerin Çevre ve Sağlık Risklerinin Azaltılmasına Yönelik Faaliyetler

Bitki koruma Ürünleri (BKÜ) çok riskli kimyasallar olup, bu kimyasalların en az riskle üretilmesi, dağıtımı, satışı, kullanımı ve bertaraf edilmesi amacıyla bakanlığımızca ihtiyaç durumuna göre projeler yürütülmektedir. Bu projelerden ve çalışmalarından bir kısmı aşağıda kısaca verilmiştir.

- **Kalıcı Kirleticilerin Bertaraf Edilmesi (KOK) Projesi:** Çevre ve Şehircilik Bakanlığı ile iş birliği yapılarak “Kalıcı Kirleticilerin Bertaraf Edilmesi (KOK)” projesiyle illerde yedimeine alınmış ve yıllardır bekletilen yaklaşık 36.000 kg BKÜ 2015 yılında imha edilmiştir.
- **Atık Ambalajların Toplatılması (ÇİÇEK) Projesi :** BKÜ dernekleri ve bazı kuruluşlarla iş birliği yapılarak “Atık Ambalajların Toplatılması” amacıyla Çiftçi Çevreyi Koruyor (ÇİÇEK) projesi Antalya ilinde 2013 yılında yürütülmüştür. BKÜ’nin olası risklerinin bertaraf edilmesi amacıyla tüm kamu ve özel kuruluşlarla işbirliği içinde çalışmalar yapılmakta olup aşağıda bazı projeler hakkında özet bilgi sunulmuştur.
- **Pestisitlerin Biyolojik Etkinliklerinin Değerlendirilmesi” (PEBED) Projesi:** Ülkemizde bulunan ruhsatlı pestisitlerin biyolojik etkinliklerinin belirlenmesi ve araştırma kuruluşlarında çalışan araştırmacıların kapasitelerinin geliştirilmesi amacıyla bu proje hazırlanmıştır. Bu proje ile Bakanlığımızca ruhsatlandırılan pestisitlerin hedef organizmadaki duyarlılığı ile hedef bitkideki kalıntıları konusunda çevreye ve sağlığa daha az zarar verecek biçimde kullanılması, gıda güvenilirliliğinin sağlanması, kalıntı riski yüksek BKÜ veya ruhsatlandırıldığı tarih itibarıyla yıllarca etkinlikleri bir daha değerlendirilmemiş olan ürünler baz alınarak etkisizlik veya direnç durumunu değerlendirmek üzere çalışmalar başlatılmıştır. Proje 5 yıllık olup, 2020’de bitmesi hedeflenmektedir. Bu projenin sonuçlanmasıyla birlikte BKÜ’nin etkinliği yeniden belirlenmiş olacak, etkinliği olmayan veya direnç oluşmuş BKÜ’nin kullanımı açısından kısmen veya tamamen kısıtlanması suretiyle hatalı ve gereksiz kullanımların önüne geçilecektir. Böylece kimyasal mücadelede zararlı organizmayı kontrol edemeyen veya biyolojik etkinliği olmayan BKÜ’nin kullanımının kısıtlanması veya sonlandırılmasıyla verim kayıplarının önüne geçilmesi sağlanacağı gibi, biyolojik etkinliği azalmış veya olmayan BKÜ’nin yerine alternatif BKÜ’nin kullanımıyla söz konusu zararlı organizmaların kontrol altına alınması da sağlanacaktır.
- **Turunçgillerde Faydalılara Karşı Yan Etki Denemeleri Projesi:** Bu proje kapsamında; Bakanlığımızca Turunçgillerde en fazla kullanılan 21 aktif madde tespit edilmiştir. Bu aktif maddeleri ihtiva eden BKÜ’nin turunçgillerde faydalılara karşı yan etkilerinin olup olmadığını belirlemek amacıyla Bakanlığımızca 2 yıllık (2015-2016) program yapılmıştır. Çalışma sonucunda Bakanlığımızca ruhsatlı bulunan ve etiketlerinde Turunçgil tavsiyesi bulunan tüm BKÜ’nin faydalılara

yan etki denemesi yapılmış olup, yan etkisi tespit edilen veya yan etki denemesi yaptırmayan tüm BKÜ etiketlerinden Turunçgil tavsiyesi çıkarılarak etiketleri yeniden düzenlenmiştir. Faydalılara yan etkisi olmayan BKÜ etiketlerine ise “Turunçgilde Faydalılara Karşı Zararsız Olduğu Tespit Edilmiştir” ifadesi eklenmiştir. Aynı amaçla önümüzdeki yıllarda başta örtü altı olmak üzere risk esaslı taze meyve ve sebzelerde de çalışma yapılması planlanmaktadır.

- **BKÜ Kullanımı Sonucu Oluşan Noktasal Kaynaklı Su Kirliliğinin Önlenmesi:** Bu proje kapsamında BKÜ uygulamalarından dolayı noktasal kaynaklarda oluşan su ve toprak kaynakları bulaşıklığını önleyerek ülkemiz koşullarına uygun “En iyi Yönetim Uygulamaları” (EYU)’nın geliştirmesi hedeflenmiştir. Ayrıca bu uygulamaların İl Müdürlüklerinde çalışan sahadaki yayımcı ziraat mühendisleri aracılığıyla BKÜ uygulayan çiftçilere aktarılmasını sağlanması da hedeflenmiştir.
- **Sürdürülebilir Pestisit Kullanımının Yaygınlaştırılması Projesi:** Bakanlığımız ile UNDP işbirliğinde güvenilir gıda üretimi ve yaşanabilir çevre için pestisit kullanımının olumsuz etkilerini azaltmak, mevcut durumun tespit edilmesi, eğitim ve bilgilendirme çalışmaları, KOP Bölgesi Eylem Planı oluşturulması ve pestisitlerin çevreye uyumlu bir şekilde yönetilmesi amaçlanmaktadır. Bu amaç ile kalıcı kirleticilerin KOP Bölgesinde yerel otoriteler, tarım danışmanları ve pestisit satıcılarının, sürdürülebilir pestisit yönetimi konusunda (uygun depolama ve ambalaj, kullanım süresi dolan pestisitlerin imhası gibi) bilinçlenmelerini ve bir eylem planı oluşturulacaktır.

12.6. Bitki Koruma Ürünleri ve Makineleri ile ilgili Bilişim Uygulamaları

Bitki Koruma Ürünleri (BKÜ)’nin tüm iş ve işlemlerinin daha etkin bir şekilde yürütülmesi, günümüz teknolojisinden yararlanılması ve dünyadaki gelişmelere ayak uydurulması amacıyla Bakanlığımızca bazı yazılım programları yapılarak tüm paydaşların kullanımına sunulmuştur. Bu uygulamalar dünyada gelişmiş Ülkelerde bile çok az rastlanan ve örnek teşkil edecek çalışmalar olup, uluslararası toplantılarda da bu gibi gelişimler takdirle karşılanmaktadır. Ayrıca diğer Bakanlıklarla birlikte ortak kullanılabilecek yazılımlardan da yararlanılmaktadır. Örneğin BKÜ ve hammaddelerinin tüm ithalat işlemleri Gümrük ve Ticaret Bakanlığının hazırlayıp sunduğu “Tek Pencere Sistemi” üzerinden e başvuru ve ithalat onayları e-belge olarak düzenlenmektedir. Aşağıda bizzat Bakanlığımızca hazırlanan bazı önemli yazılımlar yer almaktadır.

Bitki koruma ürünleri veri tabanı programı ve mobil uygulaması: Bitki Koruma Ürünleri iş ve işlemleri; ruhsatlandırma, etiketleme, tavsiye, ithalat, imalat, toptan ve perakende satış, kullanım ve denetim gibi pek çok aşamadan oluşmaktadır. Bu işlemlerin yürütülebilmesi, kayıtlarının tutulması, izlenmesi, ruhsat başvurularının hızlı, güvenilir ve etkili bir şekilde sonuçlanması ve bu işlemlerin sağlıklı bir şekilde korunması, arşivlenmesi için dijital veri tabanları oluşturulmuştur. Bakanlığımızca ruhsatlı BKÜ'nin kayıt altına alındığı, geçici tavsiye dahil aktif madde önerilerinin yer aldığı ve bu ürünlerin gizlilik şartı olmayan etiket ve ruhsat bilgilerinin internet ortamında tüm ilgililer tarafından takip edilebilen “Bitki Koruma Ürünleri Veri Tabanı” programı 2014 yılından itibaren ve mobil uygulaması “Bitki Koruma Ürünleri Veri Tabanı Mobil Uygulaması” (Android ve IOS yazılımlara uyumlu) 2016 yılından itibaren yapılan çalışmalar neticesinde “www.bku.tarim.gov.tr” web adresli veri tabanı tüm paydaşların erişimine sunulmuştur. Bu veri tabanında ruhsatlandırılan bitki koruma ürünlerine ait ruhsat, kullanım bilgileri, aktif madde, zararlı organizma ve MRL değerleri ile ilgili tüm konulara ilişkin içerik bilgilerini (bitki adı, zararlı organizma adı, aktif madde adı, MRL vs.) yazmak suretiyle hızlı bir şekilde erişim sağlanabilmektedir. Ayrıca bayi ve toptancı sınavına girecek adaylar ve tüm paydaşlar için teknik talimatlar, entegre mücadele kitapları, standart ilaç deneme metotları ve Bakanlığımızca hazırlanan diğer kaynaklar “sınav kaynakları” linkinde bulunmaktadır.

Bitki koruma ürünleri takip programı: Bitki koruma ürünlerinin üretildiği fabrikadan veya ithal edildiği firmadan toptancı, bayii ve çiftçiye ulaşıncaya kadar aynı kare kod sistemi ile takibinin sağlanması amacıyla Bakanlığımızca “Bitki Koruma Ürünleri Takip Programı” hazırlanmış olup, 2018 yılı itibariyle uygulamaya konulmuştur. Bu programla hızlı, etkili, güvenilir hizmet sunulacağı gibi kayıt dışı işlemlerin, tavsiye dışı kullanımların ve illegal satışların da önüne geçilecektir. Aynı zamanda bu program ile e-reçete düzenlenebilecektir. Programın yaygınlaştırılması için sektör temsilcileri, BKÜ bayi ve toptancıları ile il sorumlularına gerekli bilgilendirme ve eğitimler verilmiştir. Ayrıca firma, fabrika yetkilileri ile il sorumlularına ve programın diğer kullanıcılarına şifreler verilerek yetkilendirilmiştir. 2018 yılı Ocak ayı itibariyle birçok önemli firma kare kodlu ürün üretimine başlamış olup yoğunlaştırılmış bayi ve toptancı eğitimleri ile 2018 yılı sonuna kadar programın kullanımı tamamen yaygınlaştıracaktır.

Zirai mücadele alet ve makineleri takip sistemi: Bakanlığımızca yazılımı tamamlanmak üzere olan ve önümüzdeki dönemde uygulamaya konulacak “Zirai Mücadele Alet ve Makineleri Takip Sistemi” ile elektronik ürün kodu tekno-

lojisinden faydalanılarak, zirai mücadele alet ve makinelerinin imalat, ithalat ve satış süreçleri ile geçmiş ve güncel konum bilgilerinin izlenmesi amaçlanmaktadır. Her bir makinenin üzerine basılan seri numarası sayesinde ürünün giriş, çıkış ve satışı raporlanarak, ürünün son görüldüğü yer, zaman ve durumu kaydedilecek ve gerçek zamanlı olarak “Tarım Bilgi Sistemi” veri tabanında takip edilebilecektir. Böylece ruhsatsız, merdiven altı ve illegal üretim ve satışın önüne geçilecektir. Ayrıca, Bakanlık tarafından düzenlenen ruhsatlar, bayilik belgeleri ve imal izin belgeleri bu program üzerinden düzenlenecektir. Bu çerçevede, bayi ve firmaların denetim işlemleri daha etkin bir şekilde gerçekleştirilecektir. Piyasada bulunan makinelerin kayıt altına alınması ile makinelerin kontrolü de etkin bir şekilde yapılabilecek ve böylece güvenilir bitki koruma ürünü uygulaması sağlanacaktır.

Bu çalışmaların dışında Bakanlığımızca her yıl doğru ve etkin BKÜ’ü kullanımını sağlamak amacıyla çok sayıda üretici ve eğitimcilerin eğitimi çalışması yapılmaktadır. Ayrıca sosyal sorumluluk projeleri kapsamında bakanlık ve özel sektör işbirliği ile ilgili çevre koruma bilincini geliştirecek çok sayıda faaliyet yapılmaktadır. BKÜ ve makine toptancı ve bayileri ile bunların denetiminde görev alan bakanlık çalışanlarına da her yıl düzenli eğitimler verilerek denetim kalitesi artırılmaya çalışılmaktadır.

13

EKLER

Ek 1. Pestisit Formülasyon Tipleri ve Kodları		
Akronim	Formülasyon Tipi	Genel Özelliği
AE	Aerosol Dağıtıcı	İçindeki sıvıyı bir sis veya köpük halinde püskürtmek üzere düşünülmüş ve genellikle madeni bir kutu veya plastik bir şişe biçimindedir. Formülasyon halinde bu kap içinde tutulan ilaç, bir valf yardımı ve itici bir gazın etkisi ile püskürtülür.
AL	Seyreltilmeden Uygulanan Diğer Sıvı Formülasyonlar	Herhangi bir formülasyon sınıflandırmasına tabi olmayan, direkt uygulanan sıvılar.
AP	Seyreltilmeden Uygulanan Diğer Toz Formülasyonlar	Herhangi bir formülasyon sınıflandırmasına tabi olmayan, direkt uygulanan tozlar.
BR	Briket	Aktif maddenin su içerisinde kontrollü salınımını sağlayan katı blok
CB	Konsantre Yem	Kullanılmadan önce seyreltilen konsantre yemler.
CP	Kontak Toz	Fareler ve böcekler üzerine etkili, direk uygulanan tozlar.
CS	Kapsül Süspansiyon	Kullanılmadan önce su ile seyreltilen bir formülasyon içerisindeki kararlı kapsül süspansiyonu.
DC	Disperse Olabilen Konsantre	Su ile seyreltilip kullanılan (serbest akışlı) homojen bir sıvı içerisindeki disperse olmuş konsantre.
DP	Toz	Seyreltilmeden uygulanan, tozlamaya uygun tozlar.
DS	Kuru Tohum İlacı	Tohum ilaçlaması için tohuma doğrudan uygulanan tozlar
DT	Direk Uygulama İçin Tablet	Herhangi bir seyreltme yapılmadan direkt olarak uygulanan tabletler.
EC	Emülsiyon Konsantre	Su ile seyreltildiğinde homojen bir emülsiyon halini alan sıvı.
EG	Emülsiyeye Olabilen Granül	Aktif maddenin suda emülsiyonu olarak uygulanan ve suda çözünmeyen bileşikler içerebilen granül formülasyon.
EO	Emülsiyon, Yağda Su	Suda dağılmış pestisit solüsyonu içeren heterojen sıvı formülasyon.
EP	Emülsiyeye Olabilen Toz	Suda çözünmeyen katı aktif maddeleri içeren ve su ile karıştırıldığında emülsiyeye olabilen tozlar.
ES	Tohum İlaçlaması İçin Emülsiyon	Tohuma direk veya seyreltilerek uygulanan Tohum ilaçlaması için emülsiyon
EW	Emülsiyon, Suda Yağ.	Bir su fazı içinde; iyi bir şekilde globulleşmiş organik sıvı.
FS	Tohum İlaçlaması İçin Akıcı Konsantre	Direkt ya da seyreltilerek tohuma uygulanan süspansiyon.

FU	Fumigant	Yakıldıktan sonra aktif maddeyi serbest bırakan katı, yanıcı formülasyon. Duman formunda aktif maddeler yayan genellikle katı yanıcı formülasyon
GA	Gaz	Basınçlı şişe veya tank içerisinde paketlenmiş gaz.
GB	Granül Yem	Hedef zararlılar tarafından yenmesi ve cezbetmesi için tasarlanmış formülasyon
GE	Gaz Üreten İlaç	Kimyasal bir reaksiyon sonucu gaz üreten formülasyon
GL	Emulsiye Olabilen Jel.	Su içerisinde emülsiyon haline gelebilen jel formülasyon.
GR	Granül	Kullanıma hazır ve büyüklükleri belli aralıklarda olan katı formülasyon.
GS	Gres / Yağ Esaslı Macun	Yağ veya yağ bazlı üretilen çok yüksek viskoziteye sahip ürün.
GW	Suda Çözünen Jel	Suda çözünebilen, jel kıvamında formülasyon.
HN	Sıcak Sisleme İlacı	Doğrudan ya da seyreltildikten sonra, sıcak sis ekipmanı ile uygulama için uygun olan formülasyon.
KK	Kombi Ambalaj Katı/Sıvı	Bir tank karışımı içerisinde aynı anda kullanımı amaçlanan, ayrı ambalajlardaki katı ve sıvı formülasyon
KL	Kombi Ambalaj Sıvı/Sıvı	Bir tank karışımı içerisinde aynı anda kullanımı amaçlanan, ayrı ambalajlardaki iki sıvı formülasyon
KN	Soğuk Sisleme İlacı	Doğrudan ya da seyreltildikten sonra, soğuk sis ekipmanı ile uygulanabilen formülasyon.
LN	İnsektisidal Tül	Örgü şeklinde yavaş ve kontrollü salınımlı olan ve aynı zamanda fiziksel bir bariyer görevini de gören, kullanıma hazır ürünlerdir. Sivrisinek tülü gibi.
LS	Tohum İlaçlaması İçin Solüsyon	Doğrudan ya da su ile seyreltilerek aktif maddenin bir çözeltisi olarak tohuma uygulanan ve suda çözünmeyen maddeler de içerebilen opak sıvı.
MC	Sivrisinek Helezonu	Bir alev meydana getirir ve yanar ve etrafına duman veya buhar şeklinde aktif maddeyi yayan helezon.
ME	Mikro Emülsiyon	Yağ ve su içeren doğrudan veya su ile seyreltildikten sonra uygulanan opak sıvı. Seyreltilmiş bir mikro-emülsiyon veya geleneksel bir emülsiyon meydana getirebilir.
OD	Yağ Dispersiyonu	Kullanımdan önce su ile seyreltilmesi amaçlanan, diğer çözülmüş aktif maddeler içerebilen, yağ ya da yağ esterleri içindeki aktif maddenin stabil bir süspansiyonu.
OF	Yağ İle Karışan Süspansiyon	Kullanmadan önce, bir organik sıvı içinde seyreltilmesi amaçlanan bir akışkan içinde aktif madde (ler) içeren stabil bir süspansiyon

OL	Yağ İle Karışan Sıvı	Organik bir sıvıda seyreltildikten sonra homojen bir sıvı olarak uygulanan formülasyon.
OP	Yağda Dağılabilen Toz	Bir organik sıvı içinde dispersiyon haline getirilmesinden sonra bir süspansiyon olarak uygulanacak toz formülasyon.
PA	Macun	Su bazlı, ince bir tabaka oluşturan bileşim
PR	Bitkisel Çubuk	Aktif madde içeren genellikle birkaç cm uzunluğundaki ve birkaç cm çapındaki küçük bitkisel çubuk.
PS	Pestisitile Kaplanmış Tohum	Pestisitile Kaplanmış tohum
RB	Hazır Yem	Hedef zararlılar tarafından yenmesi ve cezbetmesi için tasarlanmış aktif madde de içeren formülasyon
SC	Süspansiyon Konsantre	Kullanılmadan önce su ile seyreltilmesi amaçlanan sıvı olarak su ile birlikte, aktif madde (ler) ihtiva eden stabil bir süspansiyon.
SD	Direk Uygulanan Süspansiyon	Örneğin, pirinç tarlalarında doğrudan uygulama için tasarlanmış diğer çözünmüş aktif madde (ler) , içerebilen bir sıvı içinde aktif madde içeren stabil bir formülasyon.
SE	Süspo-Emülsiyon	Katı ve sıvı aktif maddelerin çeşitli yöntemlerle bir arada kullanılmasına imkan veren bir formülasyon şekli.
SG	Suda Çözünen Granül	Çözünmeyen inert maddeler içerebilen, su içinde çözüldükten sonra aktif maddein gerçek bir solüsyonu olarak uygulanan granül formülasyon
SL	Suda Çözünen Konsantre	Suda seyreltildikten sonra aktif maddenin bir çözeltisi olarak uygulanan opak sıvı. Bu sıvı suda çözünmeyen bileşikler içerebilir.
SO	Yayılan Yağ	Su üzerine uygulandığında bir yüzey tabakası oluşturan formülasyon.
SP	Suda Çözünen Toz	Su içinde çözüldükten sonra, aktif maddenin gerçek bir çözeltisi halinde uygulanacak toz formülasyon
ST	Suda Çözünen Tablet	Su içinde dağılma sonrasında aktif madde ihtiva eden bir çözelti meydana getirmek üzere tek tek kullanılan tabletler şeklinde formülasyon. Formülasyon suda çözünür olmayan bileşikler içerebilir.
SU	Düşük Hacimli Süspansiyon	ULV ekipmanları ile kullanıma hazır bir süspansiyon
TB	Tablet	Homojen şekilde oluşturulmuş katılar . Düz veya bombeli yüzleri ile boyutları genellikle daireseldir ve yüzleri arasındaki mesafe çapından daha azdır.
TC	Teknik Madde	İmalat prosesinden kaynaklanan impuriteleri de içeren aktif madde,

TK	Teknik Konsantre	İmalat prosesinden kaynaklanan impuriteyi de içeren, uygun çözelti ile seyreltilmiş aktif madde,
ULV	Düşük Hacimli Sıvı	ULV ekipmanları ile kullanıma hazır homojen sıvı
VP	Gaz Salan Ürün	Bir veya daha fazla uçucu bir aktif madde içeren, buharları havaya yayılan formülasyon. Buharlaşma oranı, normalde uygun formülasyonlar ve / veya dispenser kullanılarak kontrol edilir.
WG	Suda Dağılılabilen Granül	Suda parçalanma ve dağılma sonrasında uygulanan granüller içeren formülasyon
WP	Islanabilir Toz	Su içinde dağıtıldıktan sonra bir süspansiyon olarak uygulanan toz formülasyon.
WS	Tohum İlaçlaması İçin Suda Dağılılabilen Toz	Tohuma bir bulamaç halinde uygulama öncesinde suda yüksek konsantrasyonda çözünen toz.
WT	Suda Dağılılabilen Tablet	Su içinde dağılma sonrasında aktif maddenin bir dispersiyonunu meydana getirmek üzere, tek tek kullanılan tabletler şeklinde formülasyon
XX	Diğerleri	Yukarıda listelenmeyen diğer tüm formülasyonların geçici sınıflandırması
ZC	CS ve SC Formülasyonlarının Karışımı	Normal kullanımdan önce su ile seyreltilmesi amaçlanan, sıvı içindeki aktif maddeler ve kapsüllerin stabil bir süspansiyonu.
ZE	CS ve SE Formülasyonlarının Karışımı	Genellikle, kullanılmadan önce su ile seyreltilmesi amaçlanan, sürekli su fazında ince globülleri, katı parçacıkları ve kapsüller halinde aktif maddelerin stabil bir dispersiyonunu içeren heterojen bir sıvı oluşum
ZW	CS ve EW Formülasyonlarının Karışımı	Genellikle, kullanılmadan önce su ile seyreltilmesi amaçlanan, sürekli su fazında ince globülleri ve kapsüller halinde aktif maddelerin stabil bir dispersiyonunu içeren heterojen bir sıvı oluşum

Ek 2. İnsektisit Direnç Çalışma Komitesi Etki Mekanizması Sınıflandırması
Ek 2.1 İnsektisitlerin etki mekanizmaları (Mode of Action, MoA) ve sınıflandırılması

Ana Grup ve Birincil Etki Yeri	Kimyasal Alt Grup veya Örnek Aktif Madde	Aktif Maddeler
1 Asetilkolinesteraz (AChE) Engelleyicileri Asetilkolinesteraz enziminin salgılanmasını engeller ve hiperaktivite, kasılma, felç ve sonuçta ölüm meydana gelir	1A Karbamatlılar	Alanycarb, aldicarb, bendiocarb, benfuracarb, butocarboxim, butoxycarboxim, carbaryl, carbofuran, carbosulfan, ethiofencarb, fenobucarb, formetanate, furathiocarb, isoprocarb, methiocarb, methomyl, metolcarb, oxamyl, pirimicarb, propoxur, thiodicarb, thiofanox, triazamate, trimethacarb, xmc, xylylcarb
	1B Organofosfatlılar	Acephate, azamethiphos, azinphos-ethyl, azinphosmethyl, cadusafos, chlorethoxyphos, chlorfenvinphos, chlormephos, chlorpyrifos, chlorpyrifos-methyl, coumaphos, cyanophos, demeton-s-methyl, diazinon, dichlorvos/ DDVP, dicrotophos, dimethoate, dimethylvinphos, disulfoton, EPN, ethion, ethoprophos, famphur, fenamiphos, fenitrothion, fenthion, fosthiazate, heptenophos, imicyafos, isofenphos, isopropyl O- (methoxyaminothio - phosphoryl) salicylate, isoxathion, malathion, mecarbam, methamidophos, methidathion, mevinphos, monocrotophos, naled, omethoate, oxydemeton-methyl, parathion, parathion-methyl, phenthoate, phorate, phosalone, phosmet, phosphamidon, phoxim, pirimiphos- methyl, profenofos, propetamphos, prothiofos, pyraclofos, pyridaphenthion, quinalphos, sulfotep, tebupirimfos, temephos, terbufos, tetrachlorvinphos, thiometon, triazophos, trichlorfon, vamidothion
2 GABA Kapısı Klorid Kanalı Engelleyicisi Aktif GABA-klorid kanallarını bloke eder ve hiperaktivite, kasılma, felç ve sonuçta ölüm meydana gelir	2A Siklodien Organoklorinler	Chlordane, Endosulfan
	2B Fenilpirazoller	Ethiprole, Fipronil

3 Sodyum Kanalı Düzenleyicileri Sodyum kanallarının açık kalmasını sağlar bazı durumlarda sinirsel iletimi bloke eder kasılma, felç ve sonuçta ölüm meydana gelir	3A Piretroitler Piretrinler	Acrinathrin, allethrin, d-<i>cis-trans</i> allethrin, d-<i>trans</i> allethrin, bifenthrin, bioallethrin, bioallethrin scyclopentenylisomer, bioresmethrin, cycloprothrin, cyfluthrin, <i>beta</i>-cyfluthrin, cyhalothrin, <i>lambda</i>-<i>da</i>-cyhalothrin, <i>gamma</i>-cyhalothrin, cypermethrin, <i>alpha</i>-cypermethrin, <i>beta</i>-cypermethrin, <i>heta</i>-cypermethrin, <i>zeta</i>-cypermethrin, cyphenothrin, (1<i>R</i>)-<i>trans</i>- isomers], deltamethrin, empenethrin (EZ)-(1<i>R</i>)- isomers], esfenvalerate, etofenprox, fenpropathrin, fenvalerate, flucythrinate, flumethrin, <i>tau</i>-fluvalinate, halfenprox, imiprothrin, kadethrin, permethrin, phenothrin [(1<i>R</i>)-<i>trans</i>- isomer], prallethrin, pyrethrins (pyrethrum), resmethrin, silafluofen, tefluthrin, tetramethrin, tetramethrin[(1<i>R</i>)-isomers], tralomethrin, transfluthrin
	3B DDT Metoksiklor	DDT Methoxychlor
4 Nikotinik Asetilkolin (nA-ChR) Reseptör Düzenleyicileri Nikotin asetilkolin alıcısına bağlanarak hiperaktivite, uyuşukluk ve paralizasyon neden olur	4A Neonikotinoidler	Acetamiprid, clothianidin, dinotefuran, imidacloprid, nitenpyram, thiacloprid, thiamethoxam,
	4B Nikotin	Nicotine
	4C Sulfoksiminler	Sulfoxaflo
	4D Butenolidler	Flupyradifurone
	4E Mesoionikler	Triflumezopyrim
5 Nikotinik Asetil Kolin Reseptör Allosterik (nAChR) Düzenleyiciler Allosterik olarak aktifleşir ve sinir sisteminde hiperaktivite kasılma, felç ve sonuçta ölüm meydana gelir	Spinosinler	Spinetoram, Spinosad

6 Glutamat Kapılı Klorid Kanal Allosterik (GluCl) Düzenleyicileri Glutamat kapılı klorid kanallarını allosterik olarak aktive eder ve paralizeye neden olur	Avermektinler, Milbemisiner	Abamectin, Emamectin benzoate, Lepimectin, Milbemectin
7 Juvenile Hormon Analogları Büyümeyi düzenleyicileri	7A Juvenile hormon analogları	Hydroprene, kinoprene, methoprene
	7B Fenoksikarb	Fenoxycarb
	7C Priproksifen	Pyriproxifen
8 * Spesifik Olmayan Farklı Engelleyiciler Bileşiklere ait etki mekanizması tam olarak bilinmemektedir.	8A Alkili halidler	Methyl bromide ve diğer alkil halidler
	8B Klorpikrin	Chloropicrin
	8C Fluoridler	Cryolite (sodium aluminum fluoride), sulfuryl fluoride
	8D Boratlar	Borax, boric acid, disodium octaborate, sodium borate, sodium metaborate
	8E Tartar emetik	Tartar emetic
	8F Metil izotiyosiyenat üreteçleri	Dazomet, metam
9 Kordotonal Organ TRPV (Transient Receptor Potential Vanilloid) Kanal Düzenleyicileri Bu düzenleyiciler böceklerde beslenme ve diğer davranışları bozmaktadır	9B Pyridin azomethin türevleri	Pymetrozine, pyrifluquinazon

10 Akar Büyüme Engelleyicileri Kitin biyosentezini engellemektedir.	10A Klofentezin Diflovidazin Hektiyasoks	Clofentezine, diflovidazin, hexythiazox
	10B Etokzol	Etiozole
11 Böcek Mide Membranlarının Mikrobiyal Olarak Bozulması Protein toksinlerinin mide membran reseptörlerine bağlanarak por yapısını bozulmasına iyonik denge-sizleşmeye ve septisemiye neden olur	11A <i>Bacillus thuringien-sis</i> ve insektisidal özellikli proteinler	Bacillus thuringiensis subsp. Israelensis Bacillus thuringiensis subsp. aizawai Bacillus thuringiensis subsp. kurstaki Bacillus thuringiensis subsp. tenebrionis <i>B.t.</i> proteinleri; Cry1Ab, Cry1Ac, Cry1Fa, Cry1A.105, Cry2Ab, Vip3A, mCry3A, Cry3Ab, Cry3Bb, Cry34Ab1/Cry35Ab1
	11B Bacillus sphaericus	Bacillus sphaericus
12 Mitokondrial ATP Sentez Engelleyicileri ATP sentezinde görev alan enzimleri inhibe eder	12A Diafenthion	Diafenthion
	12B Organotin akari-sitler	Azocyclotin, cyhexatin, fenbutatin oxide
	12C Propargit	Propargite
	12D Tetradifon	Tetradifon
13 Proton Gradientini Bozarak Oksidatif Fosforilasyonu Ayıranlar ATP sentezlenmesini engellerler	Piroller Dinitrofeneller Sulfluramid	Chlorfenapyr DNOC Sulfluramid
14 Nikotinik Asetilkolin (nAChR) Reseptörü Kanal Engelleyicisi nAChR iyon kanallarını ve sinir sistemini bloke ederek paralyze neden olur	Nereistoksin ana-logları	Bensultap, cartap hydrochloride, thiocyclam, thio-sultap-sodium

15 Kitin Biosentezini Engelle- yiciler- Tip 0 Kitin biyosentezini engel- lerler	Benzoil üreler	Bistrifluron, chlorfluazuron, diflubenzuron, flucyc- loxuron, flufenoxuron, hexaflumuron, lufenuron, novaluron, noviflumuron, teflubenzuron, triflu- muron
16 Kitin Biosentezini Engelle- yiciler- Tip 1 Beyaz sinekler dahil bir çok böcek türünde Kitin biyosentezini engellerler	Buprofezin	Buprofezin
17 Deri Değiştirme Engelle- yicileri	Kromazin	Cyromazine
18 Ekdizon Reseptör Ago- nistleri Ekdizon ve deri değiştirme hormonlarının analoglarıdır	Diacylhydrazines	Chromafenozide, halofenozide, methoxyfenozide, tebufenozide
19 Oktapamin Reseptör Ago- nistleri Hiperaktivite, kasılma, felç ve sonuçta ölüme neden olur	Amitraz	Amitraz
20 Mitokondriyal Kompleks III Elektron Taşıyıcı Engel- leyicisi Hücresinin enerji kullanma- sını engellemektedir.	20A Hidramethilnon	Hydramethylnon
	20B Acequinocyl	Acequinocyl
	20C Fluacrypyrim	Fluacrypyrim
	20D Bifenazate	Bifenazate

21 Mitokondriyal Kompleks I Elektron Taşıyıcı Engelleyicisi Hücresin enerji kullanmasını engellemektedir.	21A METI akarisitler ve insektisitler	Fenazaquin, fenpyroximate, pyridaben, pyrimidifen, tebufenpyrad, tolfenpyrad
	21B Rotenon	Rotenone (Derris)
22 Voltaj Bağımlı Sodyum Kanal Engelleyicileri Sodyum kanallarını bloke ederek sinir sistemini kapatır ve paralyze neden olur	22A Oksadiazinler	Indoxacarb
	22B Semikarbazonlar	Metaflumizone
23 Asetil CoA Karboksilaz Engelleyicileri Lipid biyosentezinin ilk adımını engelleyerek böceklerde ölüme neden olur	Tetronik ve Tetramik Asit türevleri	Spirodiclofen, spiromesifen, spirotetramat
24 Mitokondriyal Kompleks IV Elektron Taşıyıcı Engelleyicisi Hücresin enerji kullanmasını engellemektedir.	24A Fosfinler	Aluminium phosphide, calcium phosphide, phosphine, zinc phosphide
	24B Siyanidler	Calcium cyanide, potassium cyanide, sodium cyanide
25 Mitokondriyal Kompleks II Elektron Taşıyıcı Engelleyicisi Hücresin enerji kullanmasını engellemektedir.	25A Beta-ketonitril türevleri	Cyenoptyrafen, Cyflumetofen
	25B Karboksanilidler	Pyflubumide
28 Ryanodin Reseptör Düzenleyicileri Kaslardaki ryanadin reseptörlerini aktive eder kasılmalara ve paralyze neden olur	Diamidler	Chlorantraniliprole, cyantraniliprole, flubendiamide

29 Kordotonal Organ Düzen- leyicileri -Tanımlanmamış Hedef Bölgeler	Flonisamid	Flonicamid
Beslenme ve diğer davranışların bozulmasına neden olur grup 9 ve grup 29'daki insektisitlerin aksine Nalav TRPV kanal komplekslerine bağlanmaz		
Bilinmeyen Bileşikler veya Belirlenmeyen MoA	Azadiraktin	Azadirachtin
	Benzoximate	Benzoximate
	Bromopropylate	Bromopropylate
	Chinomethionat	Chinomethionat
	Dikofol	Dicofol
	GS-omega/kappa HXTXHv1a peptit	GS-omega/kappa HXTX-Hv1a peptide
	Lim sulfur	Lime sulfur
	Piridalil	Pyridalyl
	Sulfur	Sulfur
*Tabloda yer alan aktif maddelerin tamamı ülkemizde ruhsatlı değildir, ruhsatlı olsa dahi ülkemizde bulunamayabilirler		

Ek 2.2. Fungisitlerin etki mekanizmaları (Mode of Action, MoA) ve sınıflandırılması

Etki Yerleri Özelleşmemiş Fungisitler	Etki mekanizması	Etki Yerleri Özelleşmiş Fungisitler (klasik fungisitler)	Etki mekanizması
Elementer Kükürt	Spor çimlenmesinin engellenmesi	Benzimidazole'ler	Hücre bölünmesinin engellenmesi, hif yapısının bozulması, mitosisi engelleyerek çim borusunun gelişimini engellenmesi
Bakırlı fungisitler ve organik metaller	Spor çimlenmesinin engellenmesi, fungal hücrede protein ve enzimleri bozar, mitokondrilerdeki oksidasif fosforulasyonun engellenmesi	Carboxamide'ler	Solunumu engellenmesi
Dithiocarbamateler	Fungusun gelişmesi, enzim ve hücre fonksiyonların durdurulması	Hydroxyprimidine'ler	Kütleme sporlarının kütikulan girisinde kullandıkları appressorium oluşumunu engellemesi
Trichloromethylthiocarbamideler	Hücre membranını bozarak metabolizmayı etkiler	Aromatik Hydrocarbon'lar ve Dicarboximide'ler	Spor çimlenmesi ve miselyal gelişimin engellenmesi
Sulphamide'ler	Membran ile ilişkili olayları, oksidatif fosforulasyonu, ve mitokondrial reaksiyonları engeller	Phenylamide'ler	Ribozomal RNA sentezinden sorumlu olan RNA polimerase enziminin engellenmesi
Guanidine	Hücre membranını parçalamak ve permeabiliteyi değiştirmek	Sterol biosentezi engelleyen fungisitler	Fungal sterol biyosentezinin engellenmesi, çim borusu uzamasının engellenmesi
Diğer Fungisitler		Phosphonate'ler	Spor çimlenmesini, miselyal gelişimi ve sporulasyonunun engellenmesi
Anilazin	Spor çimlenmesinin engellenmesi	Anilinopyrimidine'ler	Hastalık oluşumunu ve sporulasyonun engellenmesi
Chlorothalonil	Patojenin enzimatik fonksiyonlarını engeller (özellikle solunum metabolizması ve enerji oluşumunda ortaya çıkar)	Phenylpyrrole'ler	Hücre çeperinin sentezlenmesini, lipidlerin metabolizmasını, nükleik asitlerin sentezini, mitotik uyumsuzlukları da içeren hücre ve çekirdek bölünmesini, solunum ve şekerlerin metabolize edilmesini engellemektedir.
Dinocarp	Spor çimlenmesi ve miselyal gelişimin engellenmesi	Strobilurin'ler	Mitokondrial solunumu, spor çimlenmesini ve miselyal gelişimi engeller
Dithianon	Mikroorganizmalarda sulphydryl enzimleri inaktive eder	Hydroxyanilide'ler	Çim borusu ve miselyal gelişimin ve sterol biyosentezinin engellenmesi

Ek 2.3. Herbisitler ve etki mekanizmaları (Mode of Action, MoA)

HRAC Kodu	Etki Mekanizması (MoA)	Kimyasal Grup	Aktif Madde
A	AcetylCoA carboxylase (ACCase) inhibitörü	Aryloxyphenoxy-propionate 'FOPs'	Clodinafop - propargyl, cyhalofop-butyl, diclofop-methyl, fenoxaprop-P-ethyl, fluazifop-P-butyl, haloxyfop-R-methyl, propaquizafop, quizalofop-P-ethyl
		Cyclohexanedione 'DIMs'	Alloxydim, butroxydim, clethodim, cycloxydim, profoxydim, sethoxydim, tepraloxyn, tralkoxydim
		Phenylpyrazoline 'DEN'	Pinoxaden
B	Acetolactate synthase ALS (acetohydroxyacid synthase AHAS) inhibitörü	Sulfonilurea	Amidosulfuron, azimsulfuron, bensulfuron-methyl, chlorimuron-ethyl, chlor-sulfuron, cinosulfuron, cyclosulfamuron, ethametsulfuron-methyl, ethoxysulfuron, flazasulfuron, flupyr-sulfuron-methyl-Na, foramsulfuron, halosulfuron-methyl, imazosulfuron, iodosulfuron, mesosulfuron, metsulfuron-methyl, nicosulfuron, oxasulfuron, primisulfuron-methyl, prosulfuron, pyrazosulfuron-ethyl, rimsulfuron, sulfometuron-methyl, sulfosulfuron, thifensulfuron-methyl, triasulfuron, tribenuron-methyl, trifloxysulfuron, triflurosulfuron-methyl, tritosulfuron
		Imidazolinone	Imazapic, imazamethabenz-methyl, imazamox, imazapyr, imazaquin, imazethapyr
		Triazolopyrimidine	Cloransulam - methyl, diclosulam, florasulam, flumetsulam, metosulam, penoxsulam
		Pyrimidinyl(thio)benzoate	Bispyribac - Na, pyribenzoxim, pyriftalid, pyri-thiobac-Na, pyriminobac-methyl
		Sulfonilaminocarbonyl-triazolinone	Flucarbazone - Na, propoxycarbazone-Na

C1	Photosystem II inhibitörü	Triazine	Ametryne, atrazine, cyanazine, desmetryne, dimethametryne, prometon, prometryne, propazine, simazine, simetryne, terbumeton, terbuthylazine, terbutryne, trietazine
		Triazinone	Hexazinone, metamitron, metribuzin
		Triazolinone	Amicarbazone
		Uracil	Bromacil, lenacil, terbacil
		Pyridazinone	Pyrazon = chloridazon
		Phenyl-carbamate	Desmedipham, phenmedipham
C2	Photosystem II inhibitörü	Urea	Chlorobromuron, chlorotoluron, chloroxuron, dimefuron, diuron, ethidimuron, fenuron, fluometuron (bakınız F3), isoproturon, isouron, linuron, methabenzthiazuron, metobromuron, metoxuron, monolinuron, neburon, siduron, tebuthiuron
		Amide	Propanil, pentanochlor
C3	Photosystem II inhibitörü	Nitrile	Bromofenoxim, bromoxynil, ioxynil
		Benzothiadiazinone	Bentazone
		Phenyl-pyridazine	Pyridate, pyridafol
D	Photosystem-I- inhibitörü	Bipyridylum	Diquat, paraquat
E	Protoporphyrinogen oxidase (PPO) inhibitörü	Diphenylether	Acifluorfen - Na, bifenox, chlomethoxyfen, fluoroglycofen-ethyl, fomesafen, halosafen, lactofen, oxyfluorfen
		Phenylpyrazole	Fluazolate, pyraflufen-ethyl
		N-phenylphthalimide	Cinidon - ethyl, flumioxazin, flumiclorac-pentyl
		Thiadiazole	Fluthiacet - methyl, thidiazimin
		Oxadiazole	Oxadiazon, oxadiargyl
		Triazolinone	Azafenidin, carfentrazone-ethyl, sulfentrazone
		Oxazolidinedione	Pentoxazone
		Pyrimidindione	Benzfendizone, butafenacil
		Diğer	Pyraclonil, profluazol, flufenpyr-ethyl
F1	Carotenoid biyosentezi inhibitörü (phytoene desaturase aşamasında)	Pyridazinone	Norflurazon
		Pyridinecarboxamide	Diflufenican, picolinafen
		Diğer	Beflubutamid, fluridone, flurochloridone, flurtamone

F2	4-hydroxyphenyl-pyruvate-dioxygenase (4-HPPD) inhibitörü	Triketone	Mesotrione, sulcotrione
		Isoxazole	Isoxachlortole, isoxaflutole
		Pyrazole	Benzofenap, pyrazolynate, pyrazoxyfen
		Diğer	Benzobicyclon
F3	Carotenoid biyosentezi inhibitörü (hedefi bilinmeyen)	Triazole	Amitrole (lycopene cyclase'ın <i>in vivo</i> engellenmesi)
		Isoxazolidinone	Clomazone
		Urea	Fluometuron (bakınız C2)
		Diphenylether	Aclonifen
G	EPSP synthase inhibitörü	Glycine	Glyphosate, sulfosate
H	Glutamine synthetase inhibitörü	Phosphinic acid	Glufosinate - ammonium, bialaphos = bilanaphos
I	DHP (dihydropteroate) synthase inhibitörü	Carbamate	Asulam
K1	Microtubule çevrim inhibitörü	Dinitroaniline	Benefin = benfluralin, butralin, dinitramine, ethalfluralin, oryzalin, pendimethalin, trifluralin
		Phosphoroamidate	Amiprofos - methyl, butamiphos
		Pyridine	Dithiopyr, thiazopyr
		Benzamide	Propyzamide = pronamide, tebutam
		Benzoic acid	DCPA = chlorthal-dimethyl
K2	Mitosis/Microtubule inhibitörü	Carbamate	Chlorpropham, propham, carbetamide
K3	Hücre bölünmesi inhibitörü	Chloroacetamide	Acetochlor, alachlor, butachlor
			Dimethachlor, dimethanamid, metazachlor, metolachlor, pethoxamid
			Pretilachlor, propachlor, propisochlor, thenylchlor
		Acetamide	Diphenamid, napropamide, naproanilide
		Oxyacetamide	Flufenacet, mefenacet
		Tetrazolinone	Fentrazamide
		Diğer	Anilofos, cafenstrole, piperophos

L	Hücre duvarı sentezi inhibitörü	Nitrile	Dichlobenil, chlorthiamid
		Benzamide	Isoxaben
		Triazolocarboxamide	Flupoxam
		Quinoline carboxylic acid	Quinclorac (for monocots) (also group O)
M	Membran parçalayıcı	Dinitrophenol	DNOC, dinoseb, dinoterb
N	Lipid sentezi inhibitörü (ACCCasein inhibitörü olmayan)	Thiocarbamate	Butylate, cycloate, dimepiperate, EPTC, esprocarb, molinate, orbencarb, pebulate, prosulfocarb, thiobencarb = benthicarb, tiocarbazil, triallate, vernolate
		Phosphorodithioate	Bensulide
		Benzofuran	Benfuresate, ethofumesate
		Chloro-carbonic-acid	TCA, dalapon, flupropanate
O	Sentetik auxinler	Phenoxy-carboxylic-acid	Clomeprop, 2,4-D, 2,4-DB, dichlorprop = 2,4-DP, MCPA, MCPB, mecoprop = MCPP = CMPP
		Benzoic acid	Chloramben, dicamba, TBA
		Pyridine carboxylic acid	Clopyralid, fluroxypyr, picloram, triclopyr
		Quinoline carboxylic acid	Quinclorac (also group L), quinmerac
		Diğer	Benazolin - ethyl
P	Auxin taşıyıcı inhibitörü	Phthalamate Semicarbazone	Naptalam, diflufenzopyr-Na
Z	Etki mekanizması tam olarak bilinmeyenler	Aryl amino propionic acid	Flamprop-M-methyl /-isopropyl
		Pyrazolium	Difenzoquat
		Organoarsenical	DSMA, MSMA
		Diğer	Bromobutide (chloro)-flurenol
			Cinmethylin
			Cumyluron
			Dazomet
			Dymron = daimuron, methyl-dimuron = methyl-dymron, etobenzanid, fosamine, indanofan, metam, oxaziclomefone, oleic acid
			Pelargonic acid pyributicarb

Ek 3. Pestisitlerin Zararlılık ve Önlem İfadeleri**Ek 3.1. Fiziksel zararlılık ifadeleri**

Zararlılık İfade Kodu	Zararlılık Sınıfı ve Kategorisi	Zararlılık İfadesi
H200	Patlayıcılar, Kararsız Patlayıcılar	Kararsız patlayıcı.
H201	Patlayıcılar	Patlayıcı; kütleli patlama zararı.
H202	Patlayıcılar	Patlayıcı; ciddi yansıtım zararı.
H203	Patlayıcılar	Patlayıcı; yangın, patlama veya yansıtım zararı.
H204	Patlayıcılar	Yangın veya yansıtım zararı.
H205	Patlayıcılar	Yangında kütleli patlamaya yol açabilir.
H220	Alevlenir Gazlar, Zararlılık Kategorisi 1	Çok kolay alevlenir gaz.
H221	Alevlenir Gazlar, Zararlılık Kategorisi 2	Alevlenir gaz.
H222	Alevlenir Aerosoller, Zararlılık Kategorisi 1	Çok kolay alevlenir aerosol.
H223	Alevlenir Aerosoller, Zararlılık Kategorisi 2	Alevlenir aerosol.
H224	Alevlenir sıvılar, Zararlılık Kategorisi 1	Çok kolay alevlenir sıvı ve buhar.
H225	Alevlenir sıvılar, Zararlılık Kategorisi 2	Kolay alevlenir sıvı ve buhar.
H226	Alevlenir sıvılar, Zararlılık Kategorisi 3	Alevlenir sıvı ve buhar.
H228	Alevlenir katılar, Zararlılık Kategorisi 1,2	Alevlenir katı.
H240	Kendiliğinden tepkimeye giren madde ve karışımlar, Tip A Organik Peroksitler, Tip A	Isıtma patlamaya yol açabilir.
H241	Kendiliğinden tepkimeye giren madde ve karışımlar, Tip B Organik Peroksitler, Tip B	Isıtma yangına veya patlamaya yol açabilir.
H242	Kendiliğinden tepkimeye giren madde ve karışımlar, Tip C, D, E, F Organik Peroksitler, Tip C, D, E, F	Isıtma yangına yol açabilir.

H250	Piroforik Sıvılar, Zararlılık Kategorisi 1 Piroforik Katılar, Zararlılık Kategorisi 1	Hava ile temas ettiğinde ani yangınlara yol açabilir.
H251	Kendiliğinden ısınan madde ve karışımlar, Zararlılık Kategorisi 1	Kendiliğinden ısınır; alev alabilir.
H252	Kendiliğinden ısınabilen madde ve karışımlar, Zararlılık Kategorisi 2	Büyük miktarlarda kendiliğinden ısınır; yangına yol açabilir.
H260	Su ile temasında alevlenir gazlar çıkaran madde ve karışımlar, Zararlılık Kategorisi 1	Su ile temas ettiğinde kendiliğinden tutuşabilen yanıcı gazlar yayar.
H261	Su ile temasında alevlenir gazlar çıkaran madde ve karışımlar, Zararlılık Kategorisi 2, 3	Su ile temas ettiğinde yanıcı gazlar yayar.
H270	Ek-1 Başlık 2.4 Oksitleyici gazlar, Zararlılık Kategorisi 1	Yangına yol açabilir veya yangını şiddetlendirebilir; oksitleyici.
H271	Oksitleyici Sıvılar, Zararlılık Kategorisi 1 Oksitleyici Katılar, Zararlılık Kategorisi 1	Yangına veya patlamaya yol açabilir; güçlü oksitleyici.
H272	Oksitleyici Sıvılar, Zararlılık Kategorisi 2,3 Oksitleyici Katılar, Zararlılık Kategorisi 2,3	Yangını güçlendirebilir; oksitleyici.
H280	Basınç altındaki gazlar: Sıkıştırılmış gaz Sıvılaştırılmış gaz Çözünmüş gaz	Basınçlı gaz içerir; ısıtıldığında patlayabilir.
H281	Basınç altındaki gazlar: Soğutulmuş sıvılaştırılmış gaz	Soğutulmuş gaz içerir; soğuktan yanma veya yaralanmalara yol açabilir.
H290	Metaller için aşındırıcı, Zararlılık Kategorisi 1	Metalleri aşındırabilir.
EUH 001	Kuru haldeyken patlayıcıdır.	
EUH 006	Hava ile teması halinde ve havasız ortamda patlayıcıdır.	
EUH 014	Su ile şiddetli tepkime verir.	
EUH 018	Kullanım sırasında alevlenen / patlayan buhar-hava karışımı oluşturabilir.	
EUH 019	Patlayıcı peroksitler oluşturabilir.	
EUH 044	Kapalı ortamda ısıtıldığında patlama riski var.	

Ek 3.2. Sağlığa ilişkin zararlılık ifadeleri		
Zararlılık İfade Kodu	Zararlılık Sınıfı ve Kategorisi	Zararlılık İfadesi
H300	Akut Toksikite (ağız yolu ile), Zararlılık Kategorisi 1, 2	Yutulması halinde öldürücüdür.
H301	Akut Toksikite (ağız yolu ile), Zararlılık Kategorisi 3	Yutulması halinde toksiktir.
H302	Akut Toksikite (ağız yolu ile), Zararlılık Kategorisi 4	Yutulması halinde zararlıdır.
H304	Aspirasyon Zararı, Zararlılık Kategorisi 1	Solunum yoluna nüfuzu ve yutulması halinde öldürücüdür.
H310	Akut Toksikite (cilt yolu ile), Zararlılık Kategorisi 1, 2	Cilt ile teması halinde öldürücüdür.
H311	Akut Toksikite (cilt yolu ile), Zararlılık Kategorisi 3	Cilt ile teması halinde toksiktir.
H312	Akut Toksikite (cilt yolu ile), Zararlılık Kategorisi 4	Cilt ile teması halinde zararlıdır.
H314	Ciltte Aşınma/Tahriş, Zararlılık Kategorisi 1A, 1B, 1C	Ciddi cilt yanıklarına ve göz hasarına yol açar.
H315	Ciltte Aşınma/Tahriş, Zararlılık Kategorisi 2	Cilt tahrişine yol açar.
H317	Hassasiyet – Cilt, Zararlılık Kategorisi 1, 1A, 1B	Alerjik cilt reaksiyonlarına yol açar.
H318	Ciddi Göz Hasarı/Göz Tahrişi, Zararlılık Kategorisi 1	Ciddi göz hasarına yol açar.
H319	Ciddi Göz Hasarı/Göz Tahrişi, Zararlılık Kategorisi 2	Ciddi göz tahrişine yol açar.
H330	Akut Toksikite (solunum yolu ile), Zararlılık Kategorisi 1, 2	Solunması halinde öldürücüdür.
H331	Akut Toksikite (solunum yolu ile), Zararlılık Kategorisi 3	Solunması halinde toksiktir.
H332	Akut Toksikite (solunum yolu ile), Zararlılık Kategorisi 4	Solunması halinde zararlıdır.
H334	Hassasiyet – Solunma, Zararlılık Kategorisi 1, 1A, 1B	Solunması halinde nefes alma zorlukları, astım nöbetleri veya alerjiye yol açabilir.
H335	Belirli Hedef Organ Toksisitesi, Tek maruz kalma, Zararlılık Kategorisi 3, Solunum Yolu Tahrişi	Solunum yolu tahrişine yol açabilir.
H336	Belirli Hedef Organ Toksisitesi, Tek maruz kalma, Zararlılık Kategorisi 3, Anestezi	Rehavete veya baş dönmesine yol açabilir.
H340	Eşey Hücre Mutajenitesi, Zararlılık Kategorisi 1A, 1B	Genetik hasara yol açabilir.
H341	Eşey Hücre Mutajenitesi, Zararlılık Kategorisi 2	Genetik hasara yol açma şüphesi var.
H350	Kanserojen, Zararlılık Kategorisi 1A, 1B	Kansere yol açabilir.
H351	Kanserojen, Zararlılık Kategorisi 2	Kansere yol açma şüphesi var.
H360	Üreme Sistemi Toksisitesi, Zararlılık Kategorisi 1A, 1B	Doğmamış çocukta hasara yol açabilir veya üremeye zarar verebilir.
H361	Üreme Sistemi Toksisitesi, Zararlılık Kategorisi 2	
H362	Üreme Sistemi Toksisitesi, İlave Kategori, anne sütü ile veya anne sütü üzerine etki	Emzirilen çocuğa zarar verebilir.
H370	Belirli Hedef Organ Toksisitesi, Tek maruz kalma, Zararlılık Kategorisi 1	Organlarda hasara yol açar
H371	Belirli Hedef Organ Toksisitesi, Tek maruz kalma, Zararlılık Kategorisi 2	Organlarda hasara yol açabilir
H372	Belirli Hedef Organ Toksisitesi, Tekrarlı maruz kalma, Zararlılık Kategorisi 1	Uzun süreli veya tekrarlı maruz kalma sonucu organlarda hasara yol açar

H373	Belirli Hedef Organ Toksisitesi, Tekrarlı maruz kalma, Zararlılık Kategorisi 2	Uzun süreli veya tekrarlı maruz kalma sonucu organlarda hasara yol açabilir
H300 + H310	Akut toksisite (ağız) ve akut toksisite(cilt), Zararlılık Kategorisi 1,2	Yutulması halinde veya ciltle teması halinde öldürücüdür.
H300 + H330	Akut toksisite (ağız) ve akut toksisite(soluma), Zararlılık Kategorisi 1,2	Yutulduğunda veya solunduğunda öldürücüdür.
H310 + H330	Akut toksisite (cilt) ve akut toksisite (soluma), Zararlılık Kategorisi 1,2	Ciltle temas ettiğinde veya solunduğunda öldürücüdür.
H300 + H310 + H330	Akut toksisite (ağız) ve akut toksisite (cilt) ve akut toksisite (soluma), Zararlılık Kategorisi 1,2	Yutulduğunda, ciltle temas ettiğinde veya solunduğunda öldürücüdür.
H301 + H311	Akut toksisite (ağız) ve akut toksisite(cilt), Zararlılık Kategorisi 3	Yutulması halinde veya ciltle teması halinde toksiktir.
H301 + H331	Akut toksisite (ağız) ve akut toksisite(soluma), Zararlılık Kategorisi 3	Yutulduğunda veya solunduğunda toksiktir.
H311 + H331	Akut toksisite (cilt) ve akut toksisite (soluma), Zararlılık Kategorisi 3	Ciltle temas ettiğinde veya solunduğunda toksiktir.
H301 + H311 + H331	Akut toksisite (ağız) ve akut toksisite (cilt) ve akut toksisite (soluma), Zararlılık Kategorisi 3	Yutulduğunda, ciltle temas ettiğinde veya solunduğunda toksiktir.
H302 + H312	Akut toksisite (ağız) ve akut toksisite(cilt), Zararlılık Kategorisi 4	Yutulması halinde veya ciltle teması halinde zararlıdır.
H302 + H332	Akut toksisite (ağız) ve akut toksisite(soluma), Zararlılık Kategorisi 4	Yutulduğunda veya solunduğunda zararlıdır.
H312 + H332	Akut toksisite (cilt) ve akut toksisite (soluma), Zararlılık Kategorisi 4	Ciltle temas ettiğinde veya solunduğunda zararlıdır.
H302 + H312 + H332	Akut toksisite (ağız) ve akut toksisite(cilt) ve akut toksisite (soluma), Zararlılık Kategorisi 1,2	Yutulduğunda, ciltle temas ettiğinde veya solunduğunda zararlıdır.
H350i	Soluma ile kansere yol açabilir.	
H360F	Üremeye zarar verebilir.	
H360D	Doğmamış çocukta hasara yol açabilir.	
H361f	Üremeye zarar verme şüphesi var.	
H361d	Doğmamış çocukta hasara yol açma şüphesi var.	
H360FD	Üremeye zarar verebilir. Doğmamış çocukta hasara yol açabilir.	
H361fd	Üremeye zarar verme şüphesi var. Doğmamış çocukta hasara yol açma şüphesi var.	
H360Fd	Üremeye zarar verebilir. Doğmamış çocukta hasara yol açma şüphesi var.	
H360Df	Doğmamış çocukta hasara yol açabilir. Üremeye zarar verme şüphesi var.	
EUH 029	Su ile temasında toksik gaz çıkarır.	
EUH 031	Asitlerle temasında toksik gaz çıkarır.	
EUH 032	Asitlerle temasında çok toksik gaz çıkarır.	
EUH 066	Tekrarlı maruz kalmalarda ciltte kuruluğa ve çatlaklara neden olabilir.	
EUH 070	Gözle teması halinde toksiktir.	
EUH 071	Solunum yolunda aşınmaya yol açar.	

Ek 3.3. Çevresel zararlılık ifadeleri		
Zararlılık İfade Kodu	Zararlılık Sınıfı ve Kategorisi	Zararlılık İfadesi
H400	Sucul Ortama Zararlı-Akut zararlılık, Kategori 1	Sucul ortamda çok toksiktir.
H410	Sucul Ortama Zararlı-Kronik zararlılık, Kategori 1	Sucul ortamda uzun süre kalıcı, çok toksik etki.
H411	Sucul Ortama Zararlı-Kronik zararlılık, Kategori 2	Sucul ortamda uzun süre kalıcı, toksik etki.
H412	Sucul Ortama Zararlı-Kronik zararlılık, Kategori 3	Sucul ortamda uzun süre kalıcı, zararlı etki.
H 413	Sucul Ortama Zararlı-Kronik zararlılık, Kategori 4	Sucul ortamda uzun süre kalıcı, zararlı etki yapabilir.
H420	Ozon tabakasına zararlı- Zararlılık Kategorisi 1	Atmosferin üst katmanındaki ozon tabakasını tahrip ederek kamu sağlığına ve çevreye zarar verir.

Ek 3.4. Bazı karışımlara ilişkin ilave etiket bilgileri	
EUH 201/201A	Kurşun içerir. Çocuklar tarafından çiğnenebilecek veya emilebilecek yüzeyler üzerinde kullanılmamalıdır. Dikkat! Kurşun içerir.
EUH 202	Siyanoakrilat. Tehlikelidir. Cildi ve gözleri saniyeler içinde yapıştırır. Çocukların erişiminden uzak tutun.
EUH 203	Krom (VI) içerir. Alerjik reaksiyonlara neden olabilir.
EUH 204	İzosiyanat içerir. Alerjik reaksiyonlara yol açabilir.
EUH 205	Epoksi bileşenleri içerir. Alerjik reaksiyonlara yol açabilir.
EUH 206	Dikkat! Diğer ürünlerle birlikte kullanmayın. Tehlikeli gazlar açığa çıkarabilir (klorür).
EUH 207	Dikkat! Kadmium içerir. Kullanım esnasında tehlikeli dumanlar ortaya çıkar. İmalatçı tarafından sağlanan bilgilere başvurun. Güvenlik talimatlarına uyun.
EUH 208	(Hassaslaştırıcı maddenin ismi) içerir. Alerjik reaksiyona yol açabilir.”
EUH 209/209A	Kullanım esnasında çok alevlenir hale gelebilir. Kullanım esnasında alevlenir hale gelebilir.
EUH 210	Talep halinde güvenlik bilgi formu sağlanabilir.
EUH 401	İnsan sağlığına ve çevreye yönelik riskleri önlemek için, kullanma talimatlarına uyun.

Ek 3.5. Önlem ifadeleri	
Ek 3.5.1. Önlem ifadeleri — Genel	
P101	Tıbbi tavsiye gerekiyorsa, ambalajı veya etiketi saklayın.
P102	Çocukların erişemeyeceği yerde saklayın.
P103	Kullanmadan önce etiketi okuyun.

Ek 3.5.2. Önlem ifadeleri — Tedbir	
P201	Kullanmadan önce özel talimatları okuyun.
P202	Bütün önlem ifadeleri okunup anlaşılmadan elleçlemeyin.
P210	Isıdan/kıvılcımdan/alevden/sıcak yüzeylerden uzak tutun. – Sigara içilmez.
P211	Aleve veya diğer ateş kaynaklarına doğru püskürtmeyin.
P220	Kıyafetlerden/.../yanıcı malzemelerden uzak tutun/saklayın.
P221	Yanııcılarla/... karışmasını önleyici her türlü önlemi alın.
P222	Hava ile temasına izin vermeyin.
P223	Şiddetli tepkime ve alevlenme olasılığından dolayı, su ile herhangi olası temasından kaçının.
P230	... ile ıslak tutun.
P231	Asal gaz ile elleçleyin.
P232	Nemden koruyun.
P233	Kabı sıkıca kapalı tutun.
P234	Sadece orijinal kabında saklayın.
P235	Soğuk tutun.
P240	Kabı ve alıcı ekipmanı toprağa oturtun/bağlayın.
P241	Patlamaya dayanıklı elektrikli/havalandırma/tutuşturucu/.../malzeme kullanın.
P242	Sadece ateş almayan aletler kullanın.
P243	Statik boşalmaya karşı önleyici tedbirler alın.
P244	Kısma vanalarını gres ve yağdan uzak tutun.
P250	Öğütme/şok/.../sürtünmeye maruz bırakmayın.
P251	Basınçlı kap: Kullanımdan sonra bile delmeyin veya yakmayın.
P260	Tozunu/dumanını/gazını/sisini/buharını/spreyini solumayın.
P261	Tozunu/dumanını/gazını/sisini/buharını/spreyini solumaktan kaçının.
P262	Gözle, ciltle veya kıyafetle temas ettirmeyin.
P263	Hamilelikte/anne sütü verirken temastan kaçının.
P264	Elleçlemeden sonra ... ile iyice yıkayın.
P270	Bu ürünü kullanırken hiçbir şey yemeyin, içmeyiniz veya sigara içmeyin.
P271	Sadece dışarıda veya iyi havalandırılan bir alanda kullanın.
P272	Kirlenmiş kıyafetleri işyeri dışına çıkarmayın.
P273	Çevreye verilmesinden kaçının.
P280	Koruyucu eldiven/koruyucu kıyafet/göz koruyucu/yüz koruyucu kullanın.
P281	Kişisel koruyucu ekipman kullanın.
P282	Soğuk geçirmez eldiven/yüz kalkanı/gö koruyucu kullanın.
P283	Ateş/alev dayanıklı/geciktirici kıyafet giyin.
P284	Solunum koruyucu giyin.
P285	Yetersiz havalandırma varsa, solunum koruyucu giyin.
P231+P232	Asal gazla elleçleyin. Nemden koruyun.
P235+P410	Soğuk saklayın. Güneş ışığından koruyun.

Ek 3.5.3. Önlem ifadeleri – Müdahale	
P301	Yutulması halinde:
P302	Cildin üzerinde olması halinde:
P303	Cildin(veya saçın) üzerinde olması halinde:
P304	Solunması halinde:
P305	Gözle teması halinde:
P306	Giysi ile teması halinde:
P307	Maruz kalınma halinde:
P308	Maruz kalınma veya etkileşme halinde:
P309	Maruz kalınma veya kendini kötü hissetme halinde:
P310	Hemen ULUSAL ZEHİR DANIŞMA MERKEZİNİN 114 NOLU TELEFONUNU veya doktoru/hekimi arayın.
P311	ULUSAL ZEHİR DANIŞMA MERKEZİNİN 114 NOLU TELEFONUNU veya doktoru/hekimi arayın.
P312	Kendinizi iyi hissetmezseniz, ULUSAL ZEHİR DANIŞMA MERKEZİNİN 114 NOLU TELEFONUNU veya doktoru/hekimi arayın.
P313	Tıbbi tavsiye alın/doktorunuza başvurun.
P314	Kendinizi iyi hissetmezseniz, tıbbi tavsiye/müdahale alınız.
P315	Hemen tıbbi tavsiye/müdahale alın.
P320	Özel acil müdahale gerekli (etikete bakın)
P321	Özel müdahale gerekli (etikete bakın)
P322	Özel önlemler (etikete bakın)
P330	Ağzınızı çalkalayın.
P331	Kusturmayın.
P332	Cilt tahrişi oluşması halinde:
P333	Cilt tahrişi veya pişik oluşması halinde:
P334	Soğuk suya batırın veya ıslak bandaja sarın.
P335	Ciltte kalan parçaları temizleyin.
P336	Donmuş kısımları ılık su ile eritin. Etkilenmiş alanı silmeyin.
P337	Göz tahrişinin geçmemesi halinde:
P338	Kontakt lens, varsa ve çıkarması kolaysa, çıkarın. Sürekli durulayın.
P340	Zarar gören kişiyi açık havaya çıkarın ve rahat nefes alabileceği pozisyonda olmasını sağlayın.
P341	Nefes almakta güçlük çekiyorsa, zarar gören kişiyi açık havaya çıkarın ve rahat nefes alabileceği pozisyonda olmasını sağlayın.
P342	Solunum bulgularının görülmesi halinde:
P350	Bol sabun ve su ile iyice yıkayın.
P351	Su ile birkaç dakika dikkatlice durulayın.

P352	Bol sabun ve su ile yıkayın.
P353	Cildinizi su/duş ile durulayın.
P360	Kirlenmiş giysi ve cildinizi, giysilerinizi çıkarmadan önce bol su ile hemen durulayın.
P361	Kirlenmiş tüm giysilerinizi hemen kaldırın/çıkarın.
P362	Kirlenmiş giysilerinizi çıkarın ve yeniden kullanmadan önce yıkayın.
P363	Kirlenmiş giysilerinizi yeniden kullanmadan önce yıkayın.
P370	Yangın çıkması durumunda:
P371	Büyük yangın ve büyük miktarlar durumunda:
P372	Yangın durumunda patlama riski.
P373	Yangın patlayıcılara ulaştığında, yangına MÜDAHALE ETMEYİN.
P374	Yangına makul bir mesafeden normal önlemler olarak müdahale edin.
P375	Patlama riskine karşı yangına uzaktan müdahale edin.
P376	Güvenli ise sızıntıyı durdurun.
P377	Gaz sızıntısına bağlı yangın: Sızıntı güvenli olarak durdurulmadan söndürmeyin.
P378	Söndürme için ... kullanın.
P380	Alanı boşaltın.
P381	Güvenli ise tüm tutuşturucu kaynaklarını ortadan kaldırın.
P390	Maddi hasarı önlemek için sıvı döküntüleri temizleyin.
P391	Döküntüleri toplayın.
P301+P310	YUTULDUĞUNDA: ULUSAL ZEHİR DANIŞMA MERKEZİNİN 114 NOLU TELEFONUNU veya doktoru/hekimi arayın.
P301+P312	YUTULDUĞUNDA: Kendinizi iyi hissetmiyorsanız ULUSAL ZEHİR DANIŞMA MERKEZİNİN 114 NOLU TELEFONUNU veya doktoru/hekimi arayın.
P301+P330+P331	YUTULDUĞUNDA: Ağzınızı çalkalayın. İstifra etmeye ÇALIŞMAYIN.
P302+P334	DERİ İLE TEMAS HALİNDE İSE: Soğuk suya daldırın/ıslak bezlerle sarın.
P302+P350	DERİ İLE TEMAS HALİNDE İSE: Bol sabun ve su ile iyice yıkayın.
P302+P352	DERİ İLE TEMAS HALİNDE İSE: Bol sabun ve su ile yıkayın.
P303 + P361 + P353	DERİ (veya saç) İLE TEMAS HALİNDE İSE: Kirlenmiş tüm giysilerinizi hemen kaldırın/çıkartın. Cildinizi su/duş ile durulayın.
P304+P340	SOLUNDUĞUNDA: Zarar gören kişiyi temiz havaya çıkartın ve kolay biçimde nefes alması için rahat bir pozisyonda tutun.
P304+P341	SOLUNDUĞUNDA: Nefes alıp vermesi zorlaşmış ise, zarar gören kişiyi temiz havaya çıkartın ve kolay biçimde nefes alması için rahat bir pozisyonda tutun.
P305 + P351 + P338	GÖZ İLE TEMASI HALİNDE: Su ile birkaç dakika dikkatlice durulayın. Takılı ve yapması kolaysa, kontak lensleri çıkartın. Durulamaya devam edin.
P306+P360	GIYSİ İLE TEMASI HALİNDE: Kirlenmiş giysi ve cildinizi, giysilerinizi çıkarmadan önce bol su ile hemen durulayın.

P307+P311	Maruz kalınma halinde: ULUSAL ZEHİR DANIŞMA MERKEZİNİN 114 NOLU TELEFONUNU veya doktoru/hekimi arayın.
P308+P313	Maruz kalınma veya etkileşme halinde İSE: Tıbbi yardım/bakım alın.
P309+P311	Maruz kalınma veya kendini iyi hissetmeme halinde: ULUSAL ZEHİR DANIŞMA MERKEZİNİN 114 NOLU TELEFONUNU veya doktoru/hekimi arayın.
P332 +P313	Ciltte tahriş söz konusu ise: Tıbbi yardım/müdahale alın.
P333+P313	Ciltte tahriş veya kaşıntı söz konusu ise: Tıbbi yardım/müdahale alın.
P335+P334	Parçacıkları cildinizden hafifce temizleyin. Soğuk suya daldırın/ıslak bezlerle sarın.
P337+P313	Göz tahrişi kalıcı ise: Tıbbi yardım/bakım alın.
P342+P311	Solunum bulguları gösterirse: ULUSAL ZEHİR DANIŞMA MERKEZİNİN 114 NOLU TELEFONUNU veya doktoru/hekimi arayın.
P370+P376	Yangın durumunda: Güvenli ise sızıntıyı durdurun.
P370+P378	Yangın durumunda: Söndürme için ... kullanın.
P370+P380	Yangın durumunda: Alanı boşaltın.
P370 +P380 +P375	Yangın durumunda: Alanı boşaltın. Patlama riskine karşı yangınla uzaktan savaşın.
P371 +P380 +P375	Büyük yangın ve büyük miktarlar durumunda: Tahliye alanı. Patlama riskine karşı yangına uzaktan müdahale edin.

Ek 3.5.4. Önlem ifadeleri — Depolama

P401	... depolayın.
P402	Kuru yerde depolayın.
P403	İyi havalandırılan yerde depolayın.
P404	Kapalı kapta saklayın.
P405	Kilit altında saklayın.
P406	Aşındırıcılara karşı dayanıklı/dayanıklı bir iç astara sahip ... kapta depolayın.
P407	Yığınlar/paletler arasında hava boşluğu temin edin.
P410	Güneş ışığından koruyun.
P411	...°C/...°F aşmayacak sıcaklıklarda depolayın.
P412	50 °C/122°F aşan sıcaklıklara maruz bırakmayın.
P413	...°C/...°F aşmayacak sıcaklıklarda ... kg/... lbs'den büyük kütle miktarları halinde depolayın.
P420	Diğer malzemelerden uzakta depolayın.
P422	İçindekileri ... altında depolayın.
P402+P404	Kuru alanda depolayınız. Kapalı bir kapta depolayın.
P403+P233	İyi havalandırılmış bir alanda depolayınız. Kabı sıkıca kapalı tutun.
P403+P235	İyi havalandırılmış bir alanda depolayın. Soğuk tutun.
P410+P403	Güneş ışığından koruyun. İyi havalandırılmış bir alanda depolayın.
P410+P412	Güneş ışığından koruyun. 50 °C/122°F aşan sıcaklıklara maruz bırakmayın.
P411+P235	...°C/...°F aşmayacak sıcaklıklarda depolayın. Soğuk tutun.

Ek 3.5.5. Önlem ifadeleri — Bertaraf

P501	İçeriği/kabı ... bertaraf edin.
P502	Geri dönüşüm/ Geri kazanım için üreticinizden/tedarikçinizden bilgi talep edin.

Ek 4. Faydalı İnternet Adresleri

- 1) <https://bku.tarim.gov.tr/>
- 2) http://www.tarim.gov.tr/TAGEM/Menu/28/Yayinlar_veriler
- 3) <http://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/eu-pesticides-database/public/?event=homepage&language=EN>
- 4) <http://www.tarim.gov.tr/Konu/1798/Bitki-Koruma-Urunleri-ile-Hammaddelerinin-ithalat-izni-ve-E-Basvuru-Kilavuzu>
- 5) <http://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/eu-pesticides-database/public/?event=activesubstance.selection&language=EN>
- 6) <http://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/eu-pesticides-database/public/?event=pesticide.residue.selection&language=EN>
- 7) <http://www.tarim.gov.tr/GKGM/Duyuru/269/Bitki-Koruma-Urunleri-Bayilik-Ve-Toptancilik-Sinavi-Kitapciklari>
- 8) http://www.isgum.gov.tr/rsm/file/isgdoc/IG7-Kimyasal_Depolama_Rehberi.pdf
- 9) http://www.tarim.gov.tr/Konu/1819/TGK_Pestisit_Maksimum_Kalinti_Limit_Rehber
- 10) http://www.tarim.gov.tr/Konu/1757/Pestisit_Kalinti_Limit_Degerlendirmesi_Isleme_Faktor
- 11) http://arastirma.tarim.gov.tr/zmmae/menu/38/zeytin-sinegi-cezbedicisi_ziray_
- 12) http://agrochemicals.iupac.org/index.php?option=com_sobi2&sobi2Task=sobi2Details&catid=3&sobi2Id=31
- 13) www.pops.int
- 14) www.basel.int

EK 5. BKÜ'nin deneme yetki belgesi ile üretim ve iştilgal izin belgeleri

T.C.
GIDA TARIM VE HAYVANCILIK BAKANLIĞI
Gıda ve Kontrol Genel Müdürlüğü

BİTKİ KORUMA ÜRÜNLERİ
DENEME YETKİ BELGESİ

DENEME YETKİ BELGESİNİN

1- Veriliş Tarihi :
2- Numarası :
3- Geçerlilik Süresi :

DENEME YAPACAK TÜZEL KİŞİNİN

1- Adı :
2- Adresi :
3- Telefon Numarası :

YETKİ VERİLEN DENEME KONUSU

1- :
2- :
3- :

Yukarıda adı ve adresi yazılı tüzel kişiye belirtilen konuda "Bitki Koruma Ürünlerini Deneme Yetkisi" verilmektedir.

Bakan a.
Genel Müdür Yardımcısı

T.C.
GIDA TARIM VE HAYVANCILIK BAKANLIĞI
Gıda ve Kontrol Genel Müdürlüğü

Bitki Koruma Ürünü Üretim Tesisi
ÜRETİM İZİN BELGESİ

Üretim İzin Tarihi : Üretim İzin No. :

FORMÜLASYON ŞEKLİ :
KAPASİTE :
İMALATÇI FİRMANIN ADI :
FABRİKA VEYA
İMALATHANENİN ADRESİ :

5996 sayılı Veteriner Hizmetleri, Bitki Sağlığı, Gıda ve Yem Kanununun 18. maddesi gereğince, belirtilen şekilde bitki koruma ürünlerinin yukarıda yazılı adrese imal edilebilmesi için "Üretim İzin" verilmesi uygun görülmüştür.

Bakan a.
Genel Müdür Yardımcısı

T.C.
GIDA TARIM VE HAYVANCILIK BAKANLIĞI
Gıda ve Kontrol Genel Müdürlüğü

BİTKİ KORUMA ÜRÜNLERİ
İŞTİGAL İZİN BELGESİ

İZİN TARİHİ :
İZİN NUMARASI :
İZİN VERİLEN
GERÇEK / TÜZEL KİŞİ :
İŞYERİ ADRESİ :
GEÇERLİLİK SÜRESİ :

Bitki Koruma Ürünlerinin Ruhsatlandırılması ve Piyasaya Arzı Hakkında Yönetmeliğin 5. maddesindeki işlemleri tamamlayan tüzel ve gerçek kişilerden yukarıda adı ve adresi belirtilen gerçek kişilerin 3 yıl süre ile geçerli olmak ve bitki koruma ürünlerini imal, ithal, ihracat, satış, ruhsatlandırma işlerini yürütmek üzere "Bitki Koruma Ürünleri İştilgal İzin" verilmesi uygun görülmüştür.

Bakan a.
Genel Müdür Yardımcısı

Bu belge, sız koruma yetkisi Ziraat Müdürlüğünde Kullanılan Bitki Koruma Ürünlerinin Ruhsatlandırılması amacıyla düzenlenmiş olup başka bir amaçla kullanılamaz.

EK 6. Bitki Koruma Ürünü İmal ve İthal Ruhsat Belgesi ve Etiket Örnekleri

T.C.
GIDA TARIM VE HAYVANCILIK BAKANLIĞI
Gıda ve Kontrol Genel Müdürlüğü

BITKİ KORUMA ÜRÜNÜ
RUHSAT BELGESİ

İTHAL

Ruhsat No: _____ Ruhsat Tarihi: _____

Ticari Adı: _____

Grubu: _____

Aktif Madde ve Oranı: _____

Formülasyon Şekli: _____

Çözünürlüğü: _____

Ruhsat Sahibi Firma Adı ve Adresi: _____

Üretici Firma Adı ve Adresi: _____

Üretim Tesisinin Adı ve Adresi: _____

Ruhsat Belgesinin Geçerli Olduğu Süre: _____

Düzenleme Tarihi ve Nedeni: _____

5996 Sayılı Veteriner Hizmetleri, Bitki Sağlığı, Gıda ve Yem Kanunu ve Bitki Koruma Ürünlerinin Ruhsatlandırılması ve Piyasaya Arzı Hakkında Yönetmelik hükümleri gereğince yukarıda adı geçen bitki koruma ürününün Türkiye'ye ithal ve kullanılmasına müsaade edilmektedir.

Genel Müdür Yardımcısı v.

T.C.
GIDA TARIM VE HAYVANCILIK BAKANLIĞI
Gıda ve Kontrol Genel Müdürlüğü

BITKİ KORUMA ÜRÜNÜ
RUHSAT BELGESİ

İMAL

Ruhsat No: _____ Ruhsat Tarihi: _____

Ticari Adı: _____

Grubu: _____

Aktif Madde ve Oranı: _____

Formülasyon Şekli: _____

Çözünürlüğü: _____

Ruhsat Sahibi Firma Adı ve Adresi: _____

Üretici Firma Adı ve Adresi: _____

Üretim Tesisinin Adı ve Adresi: _____

İzin Tarihi ve Numarası: _____

Ruhsat Belgesinin Geçerli Olduğu Süre: _____

Düzenleme Tarihi ve Nedeni: _____

5996 Sayılı Veteriner Hizmetleri, Bitki Sağlığı, Gıda ve Yem Kanunu ve Bitki Koruma Ürünlerinin Ruhsatlandırılması ve Piyasaya Arzı Hakkında Yönetmelik hükümleri gereğince yukarıda adı geçen bitki koruma ürününün Türkiye'de imal ve kullanılmasına müsaade edilmektedir.

Genel Müdür Yardımcısı v.

İmal Tarihi:

(Barut veya damga ile ay ve yıl olarak)

(Son kullanma tarihi: (Ay ve yıl olarak)

Şarj numarası: (damga)

Ruhsatname tarihi ve numarası:

FİRMA ADI VE AMBLEMİ

Net miktarı: (kg veya l)

Azami perakende satış fiyatı:

KULLANILACAKI BITKİ VE ZARARLI ORGANİZMALAR

Bitki adı	Zararlı organizma adı (Latince isimler istenir)	Uygulama dönemi	Son uygulama ile hasat arasındaki süre

BITKİ KORUMA ÜRÜNÜNÜN UYGULAMAYA HAZIRLANMASI:

Tavsiye dozu üzerinden hesaplanan BKU önce ayrı bir kapta bir miktar su ile karıştırılır. İlâçlama makinesinin deposu yarıya kadar su ile doldurulur. Makinenin karıştırıcı çubuğu durumdakten ilâç su deposu ilâve edilir. Karıştırma devam edilerek depo suyla tamamlanır. İlâçlama tamamlandıktan sonra karıştırma işlemine devam edilir. Hazırlanan ilâç aynı gün içinde kullanılır.

BITKİ KORUMA ÜRÜNÜNÜN KULLANMA ŞEKLİ:

DİRENÇ İLE İLGİLİ BİLGİ

(Bitki koruma ürününün kullanılması döneminde ilâç dozu kullanılabileceği veya kullanılması o konuda tavsiyesi bulunmaz fakat bitki koruma ürünleri ile dirençli olan bitki kullanıp kullanmayacağı ile ilgili bilgi)

KARİŞİBİLİRLİK DURUMU

BITKİ KORUMA ÜRÜNÜNÜN TİCARİ ADI

Bakanlık Onayı (Onay için boş bırakılacak)
Formülasyon şekli

GRUBU	Fungisit (Mantar ilâci)
	Insektisit (Böcek ilâci)

AKTİF MADDENİN ADI VE MİKTARI (Müşterek adı, var ise eşdeğer sırtı oranı)

Önce etiketi okuyunuz

Evde kullanmayınız

Cocuklardan, gıda ve hayvan yemlerinden uzak tutunuz.

Bitki koruma ürününün uygulanması sırasında hiç bir şey yemeyiniz, içmeyiniz, sigara kullanmayınız.

Bitki koruma ürünü uygulanmış sahaya Gün/saat insan ve hayvan sokmayınız.

İnsan ve çevre sağlığı üzerine riskleri önlemek için tavsiye edildiği şekilde ve tavsiye edilen dozda kullanınız.

TAVSİYE EDİLEN ÜRÜNLERİN DIŞINDA KULLANILMASI KESİNLİKLE YASAKTIR. (Büyük karıdele, kurumu)

Kullanılan ürünün boş ambalajlarının içine 1/4'üne kadar temiz su koyarak iyice çalkalayınız. Çalkalama suyunu ilâçlama tankına boşaltınız. Bu işlemi 3 sefer tekrarlayınız. (sadece sıvı formülasyonlarda)

ZEHİRLENME BELİRTİLERİ. (GBF'na uygun)

İLK YARDIM ÖNLEMLERİ (GBF'na uygun)

(Yamlacak ifadelerin onlem ifadelerinin bulunduğu bölüme yer alması durumunda o bölüme atıfta bulunulmaz)

ANTİDOTU VE TEDAVİSİ

ULUSAL ZEHİR MERKEZİ (UZEM) Tel: 114

İÇİNDEKİLER

(Formülasyonu oluşturan ve smilâfandarmaya edki eden aktif madde ve yardımcı maddeler)

ZARARLILIK İŞARETLERİ

UYARI KELİMESİ

ZARARLILIK İFADELERİ

ÖNLEM İFADELERİ

P501: ... (Zorunlu ifade)

P280:

EUH010: ... (Zorunlu ifade)

KULLANILIRKEN VE DEPOLANIRKEN DİKKAT EDİLECEK HUSUSLAR

(Yamlacak ifadelerin onlem ifadelerinin bulunduğu bölüme yer alması durumunda bu başlık etikette yer almaz)

DEPOLAMA DURUMU

Normal (serin ve kuru) şartlarda orijinal ambalajında açılmadan depolandığında 2 yıl süre ile ilâçın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerinde boşgörü (tolerans) sınırları dışında bir değişiklik olmaz.

FİRMA BEYANI

RUTİSAT SAHİBİ VE ÜRETİCİ FİRMA BİLGİSİ

(Firma adı, Adresi, Tel. No.)

Firma yetkilisinin kaşe ve imza

EK 7. Zirai Mücadele Alet ve Makineleri ile ilgili imal izni, imal ve ithal ruhsatları

T. C.
GIDA TARIM VE HAYVANCILIK BAKANLIĞI
Gıda ve Kontrol Genel Müdürlüğü

**ZİRAİ MÜCADELE ALET VE MAKİNELERİ
İMAL İZİN BELGESİ**

İSLETMENİN:
İmal İzin Tarihi : _____ Numarası : _____
Üretim Çeşidi : _____
Kapasitesi : _____
Adı ve Unvanı : _____
Aplik Adresi : _____

İMALATÇI(S)NIN:
Adı Soyadı : _____
Unvanı : _____
İmza ve Mühür : _____

5596 sayılı Veteriner Hizmetleri, Bitki Sağlığı, Gıda ve Yem Kanununun 18 nci Maddesi ile bu kanuna bağlı olarak yürürlükte bulunan Ziraî Mücadele Alet ve Makineleri Hakkında Yönetmelik hükümleri gereğince, imal izni verilmesi uygun görülmüştür.

Bakan a.
Genel Müdir Yardımcısı

T. C.
GIDA TARIM VE HAYVANCILIK BAKANLIĞI
Gıda ve Kontrol Genel Müdürlüğü

**ZİRAİ MÜCADELE ALET VE MAKİNELERİ
RUHSATI
İMAL**

Ruhsat Numarası : _____ Ruhsat Tarihi : _____
Ticaret Adı : _____
Marka, Model, Tip : _____
Çinsi ve Tanımı : _____

İmal İzin Tarihi : _____ İmal İzin Numarası : _____
İmalatçı Firma : _____
(Ad, Unvan, Adres) : _____

Ruhsatname Verilen Firma : _____
(Ad, Unvan, Adres) : _____
Geçerlilik Tarihi : _____

5596 sayılı Veteriner Hizmetleri, Bitki Sağlığı, Gıda ve Yem Kanununun 18 inci Maddesi ile bu kanuna bağlı olarak yürürlükte bulunan Ziraî Mücadele Alet ve Makineleri Hakkında Yönetmelik hükümleri gereğince, yukarıda adı geçen zirai mücadele alet ve makinelerinin imal izni, 10 yıl süreyle kullanımlarına izin verilmektedir.

Bakan a.
Genel Müdir Yardımcısı

T. C.
GIDA TARIM VE HAYVANCILIK BAKANLIĞI
Gıda ve Kontrol Genel Müdürlüğü

**ZİRAİ MÜCADELE ALET VE MAKİNELERİ
RUHSATI
İTHAL**

Ruhsat Numarası : _____ Ruhsat Tarihi : _____
Ticaret Adı : _____
Marka, Model, Tip : _____
Çinsi ve Tanımı : _____

İthalatçı Firma : _____
(Ad, Unvan, Adres) : _____

Ruhsatname Verilen Firma : _____
(Ad, Unvan, Adres) : _____
Geçerlilik Tarihi : _____

5596 sayılı Veteriner Hizmetleri, Bitki Sağlığı, Gıda ve Yem Kanununun 18 inci Maddesi ile bu kanuna bağlı olarak yürürlükte bulunan Ziraî Mücadele Alet ve Makineleri Hakkında Yönetmelik hükümleri gereğince, yukarıda adı geçen zirai mücadele alet ve makinelerinin ithal izni, 10 yıl süreyle kullanımlarına izin verilmektedir.

Bakan a.
Genel Müdir Yardımcısı

