



T.C.
ORMAN VE SU İŞLERİ BAKANLIĞI
ORMAN GENEL MÜDÜRLÜĞÜ



ORMAN BİTKİLERİNDE ZARARLI VE HASTALIKLARLA MÜCADELEDE KULLANILAN İLAÇLAR

köklerinde hayat var...

Orman Zararlılarıyla Mücadele Dairesi Başkanlığı

Organik insektisitler
Fumigantlar
Nematisitler
Malathion
Nikotin
Akarisitler
Fenitrothion
Trifluralin
Imidacloprid
Piretroitler
Benzoyl üreler
Sabadilla Yağları
Azadiksisitler
Aza
Ryania
Fungisitler
Pirimethrin
Fenitrothion



ORMAN BİTKİLERİNDE ZARARLI VE HASTALIKLARLA MÜCADELEDE KULLANILAN İLAÇLAR

ISBN: 978-605-4610-96-9

Ankara - 2016

Tasarım: CTA Reklam Hiz. Bas. Yay. Ltd. Şti.

köklerinde hayat var...

Orman Zararlılarıyla Mücadele Dairesi Başkanlığı





ORMAN GENEL MÜDÜRLÜĞÜ





BAKAN SUNUŞU



Prof. Dr. Veysel EROĞLU
Orman ve Su İşleri Bakanı

Gelecek nesillerin emaneti olarak değerlendirdiğimiz ormanlarımızı daha gelişmiş ve zenginleşmiş olarak gelecek nesillere aktarmak için yoğun çaba sarf ediyoruz. Bu çerçevede Ülkemizi yeşil ve mavinin kucaklaştığı bir ülke haline getirmek gayesiyle Milli Ağaçlandırma ve Erozyon Kontrolü Seferberliği (2008-2012) başlattık. Milli Ağaçlandırma ve Erozyon Kontrolü Seferberliği kapsamında; 5 yılda 2 milyon 429 bin hektar sahada ağaçlandırma, erozyonla mücadele ve ormanların iyileştirilmesi çalışmalarını tamamladık. Bu çalışmalar sayesinde yaklaşık 2 milyar adet fidan toprakla buluşturulmuştur. Ağaçlandırma Seferberliği ile açık alanlar, karayolu kenarları, okullarımız, hastane ve sağlık ocaklarımız, mezarlıklarımız büyük bir hızla ağaçlandırılmıştır.

Bu çalışmalarla birlikte 2003-2015 yılları arasında toplam; 4 milyon 42 bin hektar alanda ormanların geliştirilmesi ve genişletilmesine yönelik çalışma gerçekleştirerek, bu alanlarda toplam; 3 milyar 500 milyon fidanı toprakla buluşturduk. Uyguladığımız yeni stratejiler neticesinde 2002 yılında 208 milyon dekar olan orman varlığımızı 9 milyon dekar artırarak 217 milyon dekara çıkardık. Dünyada orman varlığını arttıran nadir ülkelerden birisi olduk. Ormanlarımızı bu seviyeye getirmek için onların sağlığını düşündük ve buna yönelik çalışmalar yaptık. Ülkemizde her yıl 50 civarında zararlı böcek çeşidi ormanlarda etkili olmakta, bu zararlılara karşı yılda yaklaşık 500 bin hektar sahada mücadele yapılmaktadır. Bu mücadele çalışmalarında kimyevi madde kullanımlarından kaçınılmakta ve bunun için kurulan 54 laboratuvarında üretilen faydalı böcekler ile biyolojik mücadeleye öncelik verilmektedir. Biyolojik mücadelenin geliştirilmesi için her yıl ihtiyaca göre; 600 bin adedin üzerinde faydalı böcek üretilip ormanlara bırakılmakta, 50 bin adet kuş yuvası asılmakta ve ortalama 150 adet faydalı karınca yuvası nakli gerçekleştirilmektedir.

Atalarımızdan bize miras kalan ve onları geliştirmek için büyük emek verdiğimiz güzide ormanlarımızı zararlı böcek ve hastalıklara karşı korumak için kullanılacak uygun ilaçları belirliyoruz. Orman zararlıları ve hastalıkları ile mücadelede başucu kitabı olacak bu yayının tüm vatandaşlarımıza; özellikle orman köylülerimize, ilgili Devlet Kurumlarına ve Sivil Toplum Kuruluşlarına ve teşkilatımızdaki tüm personelimize faydalı olacağına inancım tamdır. Bu kitabın hazırlanmasında emeği geçen personelimize teşekkür eder ve işlerinde başarılı olmalarını temenni ederim.



ORMAN GENEL MÜDÜRLÜĞÜ





ÖNSÖZ

Gelişen uluslararası ticaret ve turizm ile buna bağlı insan hareketleri sebebiyle dünyada olduğu gibi ülkemizde de bitki sağlığı konusunda, yurt dışı kaynaklı riskler artmıştır.

Orman ekosisteminde bütün bitkiler ve canlı organizmalar bir birleriyle dengeli bir etkileşim içindedirler. Bazen bu denge de orman bitkileri aleyhine bozulmalar yaşanmaktadır. Bozulan bu dengenin yeniden tesis edilmesinde bitki sağlığı konusunda bilimsel çalışmalar yapan orman mühendisi meslektaşlarımızın üstün gayretleri bulunmaktadır.

Ormanların, hastalık ve zararlı türlerle karşı dirençli ve dayanıklı olarak yetiştirilmesi için ormancılık tekniklerinin usulüne uygun şekilde uygulanması büyük önem taşımaktadır. Bu uygulamaların yeterli olamadığı durumlarda ormanların sağlığının korunabilmesi için ekonomik boyutta zarar veren türlerle mücadele edilmesi gereklidir. Ormanların sağlığını tehdit eden böcek, hastalık ve diğer zararlı unsurların ormanlarda doğurabileceği zararları önlemek, azaltmak ve onlarla mücadele edebilmek için, biyolojik özellikleri ile ağacın hangi kısmında ve nasıl zarar yaptığını bilmek ve doğru usullerle mücadele yapmak gerekmektedir.

Anadolu coğrafyası ormanlarında milyonlarca yılda oluşan bitki desesinde, gerek iklim değişimleri, gerekse şehirleşme ve sanayileşmeden kaynaklanan değişimler sebebiyle orman bitkilerinde meydana gelen zararlı etkilerin gözlemlenmesi ve bu etkiler ile mücadele için bilimsel gelişmelerin ışığında yeni mücadele tekniklerinin bilinmesine ve uygulanmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Hazırlanan bu kitap, ülkemiz ormanlarında ve diğer orman bitkilerinde bu hususta yapacağımız çalışmalara ışık tutacaktır.

Bakanlığımız ve Genel Müdürlüğümüz ormanların korunması, geliştirilmesi ve sürdürülebilir bir anlayışla yönetilmesi konusunda emin ve kararlı politikalar sergilemektedir. Bu politikaların biri de ormanların ve orman bitkilerinin sağlığında meydana gelecek değişiklikleri takip etmek ve meydana gelen zararları en az seviyede tutmaktır.

Hazırlanan bu kitap orman sağlığı ve orman bitkileri üzerinde hastalık ve zararlılara sebep olan organizmalar hakkında gerek kamuda çalışan gerekse serbest çalışan meslektaşlarımıza ışık tutacaktır.

Ayrıca bu kitap ormanlarımızda bitki sağlığı konusunda çalışanların yetki ve sorumluluklarının tespit edildiği **“Orman Bitkisi ve Bitkisel Ürünlerine Arız Olan Zararlı Organizmalar ile Teknik Mücadele Yönetmeliği”** ile **“Orman Bitkisi ve Bitkisel Ürünlerine Arız Olan Zararlı Organizmalar ile Mücadele Usul ve Esasları”** isimli 305 numaralı tebliğin uygulanmasında yardımcı olacaktır.

Bu kitabın hazırlanmasında katkı sağlayan bütün akademisyenlere ve teknik personelimize teşekkür eder, çıkarılan bu kitabın memleketimize, ülke ormanlarının sağlığının korunmasında ve orman bitkisi ile bitkisel ürünlerine arız olan zararlılarla mücadele edilmesinde çalışan bütün meslektaşlarımıza hayırlı olmasını dilerim.

ANKARA, 2016

İsmail ÜZMEZ
Orman Genel Müdürü



ORMAN GENEL MÜDÜRLÜĞÜ





İÇİNDEKİLER

1.GİRİŞ.....	1
2. ORMAN ZARARLILARIYLA MÜCADELEDE TEMEL BİLGİ VE TANIMLAR.....	4
2.1. Orman Ekosisteminde Doğal Denge.....	4
2.2. Ekonomik Zarar	5
2.2.1. Ekonomik zarar eşiğini etkileyen faktörler	6
2.2.1.1. Zararlının türü	6
2.2.1.2. Ürünün ekonomik değeri.....	6
2.2.1.3. Mücadele yönteminin maliyeti	6
2.2.2. Zararlıların ekonomik açıdan sınıflandırılması	6
2.2.2.1. Ekonomik zararlı olmayan türler	7
2.2.2.2. Nadiren zararlı olan türler	7
2.2.2.3. Sürekli zararlı olan türler	7
2.2.2.4. Vahim türler.....	7
2.3. Önceden Tahmin ve Erken Uyarı.....	8
2.3.1. Zararlının biyolojisinin izlenmesi.....	8
2.3.2. Bitki fenolojisinin izlenmesi.....	9
2.3.3. Zararlıların gelişme eşikleri, termal konstantları ve sıcaklıkla olan bazı ilişkilerinden yararlanma	9
2.3.4. Yaşama alanları ve klimogramdan yararlanma.....	10
2.4. Hastalıkların Belirtileri, İşaretleri ve Ekonomik Kayıplar	11
3. ORMAN BİTKİLERİNDE ZARARLI VE HASTALIKLARLA MÜCADELE YÖNTEMLERİ	13
3.1. Yasal Mücadele/Karantina.....	13
3.1.1. Karantina önlemleri	15
3.1.2. Ormancılıkta karantina ve önemi	17
3.1.3. Türkiye’de karantina organizasyonu.....	17
3.1.4. Ormancılık ve zirai karantina farklılıkları	18
3.2. Kültürel Önlemler.....	20
3.2.1. Biyolojik çeşitlilik ve ağaç türü çeşitliliği	21
3.2.2. Meşcere tiplerinin büyüklüğü	23
3.2.3. Gençleştirme yöntemleri	23
3.2.4. Ağaçlandırmalarda tür ve orijin seçimi	23
3.2.5. Tali ağaç, ağaççık ve otsu floranın varlığı	25
3.2.6. Meşcere yaşı ve kapallık	26
3.2.7. Dikili kurular ve ölü ağaçlar	26
3.2.8. Dikim öncesi toprak hazırlığı	27
3.2.9. Ayıklama ve aralama	28
3.2.10. Dayanıklı ağaç yetiştirilmesi	29
3.2.11. Gübreleme ve yabancı ot mücadelesi.....	29
3.2.12. Temiz üretim materyali	30
3.2.13. Dikim aralığı	31
3.2.14. Sulama ve drenaj	32
3.2.15. Tercih olunmama ve antibiosis	32
3.2.16. Tuzak bitkiler	32
3.2.17. Tolerans	32
3.2.17. Diğer kültürel önlemler	34



3.2.18. Kabuk böcekleriyle kültürel mücadele.....	35
3.3. Mekanik Mücadele.....	39
3.3.1. Ezme	39
3.3.2. Toplama	39
3.3.3. Engelleme	40
3.3.4. Tuzaklarla yakalama	40
3.3.4.1. Tuzak ağaçları ve odunları	40
3.3.4.2. Işık tuzakları	41
3.3.4.3. Tuzak bitkileri	41
3.3.4.4. Tuzak hendekleri.....	42
3.3.4.5. Tuzak çukurları	42
3.3.4.6. Tuzak yığınları	42
3.3.4.7. Yapışkan tuzaklar	42
3.3.4.8. Feromon tuzaklar	43
3.3.5. Bitki artıklarının yok edilmesi	43
3.3.6. Hastalık kaynaklarının ortadan kaldırılmasının önemi	44
3.3.7. Yok etme mücadelesi.....	45
3.3.8. Ara konukçu bitkilerin ortadan kaldırılmasının önemi	45
3.3.9. Üretim zamanının etkisi	46
3.3.10. Depolama önlemlerinin önemi.....	47
3.4. Fiziksel Mücadele.....	47
3.4.1. Yüksek sıcaklıktan yararlanma	47
3.4.1.1. Yüksek sıcak hava.....	47
3.4.1.2. Sıcak su	47
3.4.1.3. Solarizasyon.....	47
3.4.2. Düşük sıcaklıktan yararlanma.....	48
3.4.3. Yakma	48
3.4.4. Su altında bırakma	48
3.4.5. Suya daldırma	49
3.4.6. Aletlerin steril ve dezenfekte edilmesi.....	49
3.5. Biyoteknik Yöntemler	49
3.5.1. Biyoteknik mücadelede avantajlar ve sorunlar	50
3.5.2. Biyoteknik yöntemlerin tanımı ve gelişimi	51
3.5.3. Biyoteknik yöntemler içerisinde kullanılan maddeler.....	52
3.5.3.1. Cezbediciler	52
3.5.3.2. Tuzaklar	54
3.5.4. Tuzak ve feromonların zararlı böcekleri izleme amacıyla kullanımı	55
3.5.5. Tuzak ve feromonların zararlılarla mücadele amacıyla doğrudan kullanımı	56
3.5.5.1. Kitle halinde tuzakla yakalama yöntemi ..	56
3.5.5.2. Cezbet ve yok et yöntemi.....	56
3.5.5.3. Çiftleşmeyi engelleme tekniği.....	57
3.5.5.4. Juvenil hormon analogları	57
3.5.6. Feromonların üretimi, orman zararlılarına karşı kullanılan feromonlar	58
3.5.6.1. Böceklerde feromon Üretimi	58



3.5.6.2. Kabuk böceklerinin feromon biyolojisi	58
3.5.6.3. Orman arazilerinde feromon tuzaklarının asılmasında dikkat edilecek hususlar	60
3.5.7. Feromonların ormancılıkta kullanımı ve ülkemizde yapılan bazı uygulamalar	60
3.5.8. Feromon tuzaklarının arazide uygulanması ve tuzakların performansını etkileyen faktörler	61
3.6. Biyolojik Mücadele	64
3.6.1. Biyolojik mücadelenin avantajları	65
3.6.2. Biyolojik mücadelenin dezavantajları	67
3.6.3. Biyolojik mücadele konusundaki bazı sorunlar ve riskler	68
3.6.4. Doğal düşmanlarda aranan özellikler	68
3.6.5. Doğal düşmanların etkinliğini sınırlandıran faktörler ..	69
3.6.6. Zararlılara karşı biyolojik mücadele yöntemleri	71
3.6.6.1. Doğal düşmanların popülasyonlarının korunması	71
3.6.6.2. Doğal düşmanlarının etkinliklerinin arttırılması	72
3.6.6.3. Doğal düşman popülasyonlarının arttırılması	72
3.6.7. Zararlılara karşı kullanılan biyolojik mücadele etmenleri	73
3.6.7.1. Omurgalılar / kuşlar	73
3.6.7.2. Böcekler	75
3.6.7.3. Akarlar	75
3.6.7.4. Funguslar	75
3.6.7.5. Bakteriler	76
3.6.7.6. Virüsler	79
3.6.7.7. Rickettsia	80
3.6.7.8. Protozoa	80
3.6.7.9. Nematodlar	81
3.6.8. Mikrobiyal mücadele	81
3.6.9. Mikroorganizma toksinleri	82
3.7. Kimyasal Mücadele	82
3.7.1. Kimyasal mücadeleye karar vermede etkili faktörler	83
3.7.1.1. Zararlıların türü	84
3.7.1.2. Zararlıların biyolojisi	84
3.7.1.3. Bitkinin çeşidi	84
3.7.1.4. Doğal düşmanlar	84
3.7.1.5. İklim faktörleri	84
3.7.1.6. Ekonomik zarar eşiği ve Maliyet/potansiyel zarar oranı	85
3.7.2. Kimyasal mücadelede başarıyı etkileyen faktörler ..	85
3.7.2.1. İlaçlamalarda hedefler ve özellikleri	85
3.7.2.2. Doz	87
3.7.2.3. Püskürtme hacmi	88
3.7.2.4. Kalibrasyon	89
3.7.2.5. Bitkiye bağlı özellikler	89



3.7.2.6. Pestisite bağlı özellikler	90
3.7.2.7. Su	90
3.7.2.8. Çevreye bağlı özellikler	90
3.7.3. Kimyasal mücadelede kullanılan alet ve makineler	90
3.7.3.1. Atomizörler	90
3.7.3.2. Pülverizatörler	91
3.7.3.3. Diğerleri	94
3.7.4. İlaçların fitotoksitesitesi	95
3.7.5. İlaçların birbiriyle karıştırılması	95
3.7.6. Kimyasal mücadelede alınması gerekli önlemler ...	96
3.7.6.1. İlaçların uygulanması sırasında alınması gerekli önlemler	97
3.7.6.2. İlaçların saklama koşulları ve depolanması sırasında alınması gerekli önlemler	98
3.7.7. İlaçların hazırlanması ve uygulanması	98
4. PESTİSİT TOKSİKOLOJİSİ	99
4.1. Pestisitlere Maruz Kalma Yolları	100
4.2. Pestisit Kaynaklı Zehirlenmeler ve Belirtileri	100
4.3. Toksisitenin Oluşumu	102
4.4. Toksisitenin Belirlenmesi	103
4.5. Toksikolojik Değerler	103
4.5.1. Güvenlik Faktörü (GF)	104
4.5.2. ADI (Acceptable Daily Intake)	104
4.5.3. MPI (Maximum Permitted Intake)	104
4.5.4. ARID (Acute Reference Dose)	104
4.5.5. AOEL (Acceptable Operator Exposure Level)	104
4.5.6. Maksimum Rezidü Limiti (MRL)	105
4.6. Pestisitlerin Zararlı Etkilerinden Korunmada Alınacak Önlemler ve İlk Yardım	105
4.7. Pestisit Zehirlenmelerde Kullanılan Antidotlar	106
4.8. İnsektisitlerin Avantaj ve Dezavantajları	107
4.9. Pestisitlerin Yayılımı	108
4.9.1. Hava ile yayılım	108
4.9.2. Su ile yayılım	108
4.9.3. Yiyecekler aracılığı ile yayılım	108
4.9.4. Toprak aracılığıyla yayılım	109
4.10. İlaçların Çevreye ve Diğer Organizmalara Etkileri .	109
4.10.1. Pestisitlerin karasal ortamda yaşayan organizmalara etkisi	109
4.10.1.1. Toprak solucanlarına etkisi	109
4.10.1.2. Toprak fauna ve florasına etkisi	109
4.10.1.3. Kuşlara etkisi	110
4.10.1.4. Doğal düşmanlara etkisi	110
4.10.1.5. Balıklarına etkisi	110
4.10.2. Pestisitlerin sucul ortamda yaşayan organizmalara etkisi	111
4.10.2.1. Balıklara etkisi	111
4.11. LD ₅₀ Değeri ve Zehirlilik sınıfları	111



5. PESTİSİTLERLE İLGİLİ TEMEL BİLGİLER.....	114
5.1. Pestisitlerin Yapısı	115
5.1.1. Aktif madde.....	115
5.1.1.1. Aktif maddelerde aranan özellikler	116
5.1.2. Dolgu maddesi	117
5.1.2.1. Katı haldeki dolgu maddelerinde aranan özellikler	117
5.1.2.2. Sıvı haldeki dolgu maddelerinde aranan özellikler	118
5.1.3. Diğer maddeler	119
5.2. Pestisitlerin Sınıflandırılması.....	120
5.2.1. Etkiledikleri canlı gruplarına göre	120
5.2.2. Etkilediği canlının biyolojik dönemine göre	120
5.2.3. Zararlıya giriş yollarına göre	120
5.2.4. Bitki yüzey veya dokularındaki hareketine göre ...	121
5.2.5. Aktif madde gruplarına göre	121
5.2.6. Formülasyonlarına göre	122
5.3. Sık Kullanılan Formülasyonlar ve Özellikleri	125
5.3.1. Toz ilaçlar (DP).....	125
5.3.1.1. Toz ilaçlarda aranan özellikler.....	125
5.3.2. Islanabilir toz ilaçlar (WP)	127
5.3.2.1. Islanabilir toz ilaçlarda aranan özellikler	127
5.3.3. Suda çözünen toz ilaçlar (SP).....	128
5.3.4. Kuru tohum ilaçları (DS)	128
5.3.5. Granüller (GR).....	128
5.3.5.1. Granül ilaçlarda aranan özellikler	128
5.3.6. Peletler	129
5.3.7. Tabletler (TB)	129
5.3.8. Emülsiyon konsantre ilaçlar (EC)	129
5.3.8.1. Emülsiyon konsantre ilaçlarda aranan özellikler	129
5.3.9. Akıcı konsantre ilaçlar (SC).....	130
5.3.10. Yağlar (EW)	130
5.3.10.1. Yağlarda aranan özellikler	130
5.3.11. ULV ilaçlar (UL)	131
5.3.12. Aerosoller (AE)	131
5.3.13. Zehirli yemler (RB).....	131
5.3.14. Gaz halinde olanlar (GA)	132
5.4. Pestisitlerde İsimlendirme.....	132
5.5. Pestisitlerde Ruhsat	133
5.6. Pestisitlerde Etiket veya Prospektüs	134
5.7. Pestisitlerin Etki Mekanizmaları	136
5.8. Pestisitlere Dayanıklılık (Direnc)	144
5.8.1. Dayanıklılık tipleri	145
5.8.2. Dayanıklılığın önlenmesi	145
5.9. Pestisit Karışımlarında Dikkat Edilmesi	
Gerekenler	146
5.10. İlaçlama Suyunda pH'ın Önemi	148
5.11. Önemli Terim ve Tanımlar	148



6. ZARARLILARA KARŞI KULLANILAN PESTİSİTLER.....	152
6.1. İnsektisitler	152
6.1.1. Biyoınsektisitler.....	153
6.1.1.1. Bitkisel kökenli olanlar	153
6.1.1.2. Mikroorganizma kökenli olanlar (Mikrobiyal insektisitler)	157
6.1.2. Anorganik insektisitler	159
6.1.3. Organik insektisitler	160
6.1.3.1. Klorlandırılmış hidrokarbonlar	161
6.1.3.2. Organik fosforlar	161
6.1.3.3. Karbamatlı bileşikler.....	163
6.1.3.4. Piretroitler	164
6.1.3.5. Benzoyl üreler	165
6.1.3.6. Neonikotinoidler	165
6.1.4. Yağlar	166
6.1.4.1. Petrol yağları	166
6.1.4.2. Katran yağları	166
6.1.5. Dinitro bileşikler	167
6.1.6. Fumigantlar.....	167
6.2. Akarisitler	168
6.3. Nematisitler	169
6.4. Mollussisitler	169
6.5. Rodentisitler.....	169
6.5.1. Zehirli yem halinde kullanılanlar	169
6.6. Fungusitler.....	170
7. ENTEGRE ZARARLI YÖNETİMİ (EZY).....	179
7.1. Neden Entegre Mücadele	179
7.2. EYZ'nin Amaç, Hedef ve İlkeleri	180
7.3. Entegre Mücadelenin Yararları	181
7.4. EYZ Uygulamaları	181
8. ORMAN ZARARLILARINA KARŞI ÖNERİLEN PESTİSİTLER VE DOZLARI	184
8.1. Orman Zararlılarına Karşı Ruhsatlı Ürünler	184
8.1.1. İlaçlar.....	184
8.1.2. Feromonlar: Feromonlar prospektüslerine uygun koşullarda saklanmalıdırlar.	187
8.2. Tarımda Ruhsatlı Ortak Zararlılar	189
8.3. Etkili Maddeler ve Özellikleri	191
KAYNAKLAR.....	197



1.GİRİŞ

Orman bitkisi ve bitkisel ürünlerinde ürün kayıplarına neden olan zararlı böcek ve diğer hayvansal organizma popülasyonlarını, meydana getirdikleri zararı önlemek ya da azaltmak amacıyla, ekonomik zarar seviyesinin altına düşürebilmek için uygulanan yöntemlere zararlılar ile mücadele denir. Bu amaca ulaşmak için öncelikle doğal denge, çevre kirliliği, ekonomik zarar eşiği göz önüne alınır. Orman korumada temel amaç; zararlıları elimine etmeden ve doğal dengeyi bozmadan aşırı çoğalmalarını önleyerek, ekonomik zarar seviyesinin altında tutmaktır. Doğada zararlı ve yararlılar bir denge içerisinde. Bu doğal denge ancak dışarıdan yapılan bir müdahale ile bozulabilir.

Zararlı organizmalarla yapılacak mücadelede, yapılan harcamanın, kurtarılacak değerden daha düşük miktarda olması istenir. Bununla beraber bazı hallerde gelecekte daha büyük zararları önlemek adına ekonomik olmayan bir mücadele yolu da seçilebilir. Örneğin, ormancılıkta zararlı organizmalarla yapılacak mücadelede, koruma ormanlarında daima kolektif yararlar düşünülür. Buna karşın işletme ormanlarında genellikle ekonomik gayeler göz önünde bulundurulur.

Zararlı organizmalarla mücadelede seçilen yöntemin bölgesel koşullara uygun olması gerekir. Bu koşullar da her ülke için, hatta ülkenin farklı bölgelerinde farklılıklar gösterir. Belirli bir bölgede uygulanması düşünülen mücadele yöntemi, başka bir bölge için uygun olmayabilir. Bu hususta ürünün cinsi, böceğin biyolojisi, ekolojik etkenler, coğrafi durum, mücadelenin şekli vb. koşullar mücadeleden önce dikkate alınmalı ve mücadeleye başlamadan önce etraflıca incelenmelidir.

Böceklerin biyolojisinin ekseriyetle bilinmemesi veya az bilinmesi, yaşadıkları yerlere güçlükle ulaşılabilmesi ve vücutlarının küçük olması gibi sebepler, onlarla yapılacak mücadeleyi çoğu zaman güçleştirmekte ve başarı ihtimalini de azaltmaktadır. Bundan dolayı böceklerle karşı ormanı korumada kültürel önlemlere, kimyasal ya da mekanik mücadeleden daha fazla önem vermek gerekir. Alınan koruyucu önlemlere karşın böcekler doğal denge sınırını aşarsa, o zaman mücadeleye geçme zorunluluğu doğar.

Günümüzde zararlı organizmalara karşı yürütülen modern mücadele anlayışı ve çalışmalarında, organizmaların diğer organizmalar ve etkenlerle ilişkilerini irdelleyip, aralarındaki ilişki zincirini bozmadan, zararlı popülasyonlarını bitkilerde ekonomik zarar yapmayacak düzeyde tutmak esastır. Bunlara rağmen kalite ve kantite kayıplarına neden olan zararlı organizmalara karşı mücadele gereği ortaya çıkıyorsa, öncelikle diğer yöntemler, yeterli olmazsa çevreye en az zararı olacak kimyasal mücadele yöntemlerine başvurulur.

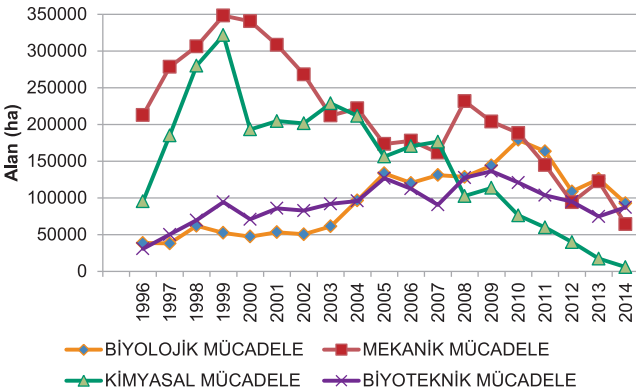


Diğer taraftan kimyasal mücadele çalışmalarında ilaçlar vazgeçilemez unsurlardandır. Ancak ilaçların çevrede yarattığı sorunlar da büyük boyutlarda olup günümüzün önemli konularındandır. Bu sorunların en aza indirilmesi için pestisitlerin en akılcı biçimde kullanılmaları gerekmektedir. Bu bakımdan onların özelliklerinin bilinmesi, alınacak önlemlerin belirlenebilmesi açısından önem taşımaktadır.

Kimyasal mücadele çalışmalarında kompleks düşünce, bir bitkide zararlı ve yararlılar ile çevrenin bir bütün halinde düşünülmesidir. Bunun için tüm organizmaların varlığını belirli düzeylerde korumak gereklidir. Böylece doğal denge büyük ölçüde korunmuş ve zararlıların popülasyonları en aza indirilmiş olur.

Ülkemizde ormanların usulsüz müdahalelerden korunması, ormanlarda tahribata yol açan hastalık ve her çeşit zararlılarla mücadele edilmesi, ormanların sağlığının korunması ve zararlılarının yayılmasını önlemek için karantina tedbirlerinin alınması Orman Genel Müdürlüğü'nün görevidir. Bu görevi yerine getirmek üzere Orman Zararlılarıyla Mücadele Dairesi Başkanlığı kurulmuştur. Ayrıca Orman Bölge Müdürlüklerinde kurulmuş Orman Zararlılarıyla Mücadele / Orman Koruma Şube Müdürlüğü taşra teşkilatı olarak bu görevleri yerine getirmekte ve koordine etmektedir.

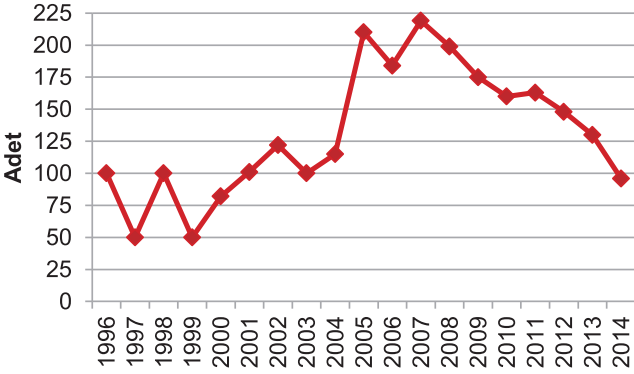
Orman bitkisi ve bitkisel ürünlerine arız olan zararlılara karşı mücadele amacıyla geniş orman ekosistemlerinde gerçekleştirilmesi mümkün olan çeşitli yöntemler uygulanmakta ve bunların arazi koşullarında uygulanabilirliği ve ekonomik olması ön planda tutulmaktadır. Bu çerçevede yapılan mücadele faaliyetlerinin 1996-2014 döneminde değişimi Şekil 1'de gösterilmiştir. Kimyasal mücadelenin gittikçe daha az alanda uygulandığı, çalışmaların daha çok biyolojik ve biyoteknik mücadele şeklinde sürdürüldüğü görülmektedir. Son yıllarda kimyasal mücadelenin hemen hemen terk edildiği söylenebilir.



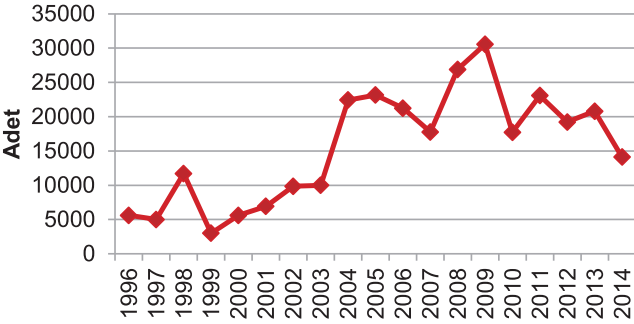
Şekil 1. Orman Genel Müdürlüğü 1996-2014 dönemi yapılan mücadele faaliyetleri



Orman Genel Müdürlüğü diğer mücadele yöntemleri ile birlikte biyolojik mücadeleye öncelik vermektedir. Ayrıca Orman Bölge Müdürlükleri bünyesinde kurulmuş olan Orman Zararlılarıyla Mücadele / Orman Koruma Şube Müdürlükleri bu görevleri yerine getirmekte ve koordine etmektedir. Yapay kuş yuvalarının ormanlık alanlara asılması ve kırmızı orman karıncası (*Formica rufa*) yuvalarının nakledilmesi örnek olarak verilebilir (Şekil 2, 3).

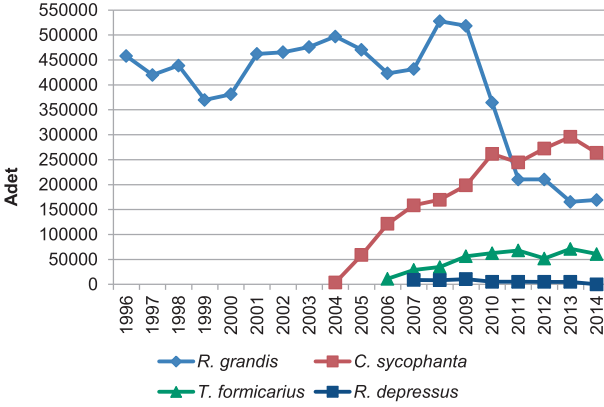


Şekil 2. Orman Genel Müdürlüğü 1996-2014 dönemi yapılan *Formica rufa* nakil sayıları



Şekil 3. Orman Genel Müdürlüğü 1996-2014 dönemi yapılan kuş yuvası uygulamaları

Son yıllarda biyolojik mücadele kapsamında zararlı böceklerle karşı avcı böceklerin üretimi çalışmaları artarak devam etmektedir (Şekil 4). Yaklaşık 30 yıldır yapılan *Rhizophagus grandis* üretimine ilave olarak, son yıllarda bazı önemli avcı türlerin de üretim ve ormanlara salım çalışmaları önem kazanmış bulunmaktadır. Doğu ladini ormanlarında *Dendroctonus micans* ile mücadelede kullanılan *R. grandis*'in üretim miktarı ormanların önemli bir bölümünde doğal dengenin sağlanmış olmasından dolayı azalmış bulunmaktadır. Bunun yanında çam kese böceği ile biyolojik mücadelede kullanılan *Calosoma sycophanta* isimli avcı böceğin üretim miktarı hızla artarak devam etmektedir.



Şekil 4. Orman Genel Müdürlüğü 1996-2014 dönemi avcı böcek üretimleri

2. ORMAN ZARARLILARIYLA MÜCADELEDE TEMEL BİLGİ VE TANIMLAR

Orman zararlılarıyla mücadele denildiğinde; her türlü orman bitkisi veya bitkilerden elde edilen ürünlere zararlı böcek ve diğer canlı organizmaların yaptıkları zararları önlemek ya da azaltmak amacıyla, bu organizmaların popülasyonlarını ekonomik zarar seviyesinin altına düşürebilmek için uygulanan yöntemler anlaşılmaktadır. Bu amaca ulaşmak için öncelikle doğal denge ve ekonomik zarar eşiği göz önünde tutulur.

2.1. Orman Ekosisteminde Doğal Denge

Doğada organizmalar birbirleriyle belirli bir ilişki içinde yaşarlar. Bu ilişki genelde bir beslenme ilişkisidir ve çok sayıda halkadan meydana gelmiş bir zincire benzetilebilir. Doğadaki organizmaların insanlarla olan ilişkileri, bu organizmaların zararlı veya yararlı sıfatını almalarını sağlamaktadır. Buna göre doğada zararlı ve yararlı organizmalar bir arada ve belirli bir denge içinde bulunurlar ki doğadaki bu sisteme “doğal denge” adı verilir. Doğal denge, bir kefesinde zararlıların, diğer kefesinde de yararlıların bulunduğu bir teraziye benzetilebilir. Dışarıdan herhangi bir müdahale yapılmadığı sürece bu terazi sürekli dengededir. Bu durumda zararlı ve yararlıların popülasyon yoğunlukları denge halinde olup bunun düzeyi de genelde ekonomik zarar eşiğinin altındadır. Dolayısıyla zararlı organizmaların meydana getirdiği zarar, ekonomik bakımdan önemli değildir ve bunun sonucunda da herhangi bir mücadele yönteminin uygulanmasına gerek yoktur.

Dışarıdan bu sisteme yapılacak müdahaleler dengeyi bozulmasına neden olur. Bu da genelde yararlıların aleyhine gelişir. Çünkü yararlılar, dış müdahaleden hem doğrudan hem de dolaylı olarak etkilenirler. Örneğin, yararlı organizmalar, zamansız



uygulanacak bir mücadele sonucunda doğrudan, konukçusunun, yani besini olan zararlı organizmanın ölümü nedeniyle besinsiz kalmaları sonucunda ise dolaylı olarak etkilenirler. Şüphesiz bunun sonucunda da yararlı popülasyonu azalır, aralarındaki beslenme ilişkisi sonucu da zararlı popülasyonu aşırı artar. Bu durumda denge bozulmuş olup, zararlı üzerindeki baskı unsuru olan yararlı organizmanın azalmış olması zararlı popülasyonunun yükselmesine sebep olur.

Doğal dengeyi bozan etkenleri aşağıdaki gibi özetlemek mümkündür:

- 1) Doğal afetler
- 2) Orman yangınları
- 3) Doğal bitki türlerinin egzotik türlerle değiştirilmesi
- 4) Orman ve çayır-meraların azalması
- 5) Zararlılarla bulaşık ithal tohum/fidan kullanılması
- 6) Uygun olmayan mücadele yöntemlerinin seçilmesi
- 7) Mücadele yöntemlerinin uygun olmayan zamanda veya şekilde uygulanması

Bu etkenlerden doğal afetlerin dışında olanların hemen hemen hepsi insanların neden olduğu etkenlerdir.

2.2. Ekonomik Zarar

Orman bitkileri ile beslenen zararlıların doğada sürekli olarak görülmesi olağan bir durumdur. Birkaç bireyin orman bitkileriyle beslenmeleri ekonomik açıdan hiç önemli olmadığı gibi doğal dengenin korunması açısından da gereklidir. Ancak zararlı popülasyonlarının belirli bir düzeyin üzerine çıkması ekonomik açıdan istenmeyen bir durumdur. Hangi zararlı yoğunluğuna kadar ekonomik zararın olmadığı veya hangi zararlı yoğunluğundan itibaren ekonomik kayıplardan söz edilebileceğini belirlemek üzere bazı bilimsel araştırmalar yapılarak ekonomik zarar eşiği ve ekonomik zarar seviyesi belirlenebilmektedir.

Herhangi bir zararlının ekonomik zarara neden olan en düşük popülasyon yoğunluğuna “ekonomik zarar seviyesi” adı verilir. Zararlı popülasyonunun bu seviyeye ulaşmadan herhangi bir mücadele yöntemi uygulanarak popülasyon artışının engellenmesi gerekir. Zira bu durumda mücadele uygulaması sonucunda elde edilecek yarar, uygulama için sarfedilen masraftan daha yüksektir.

Ekonomik zarar eşiği (EZE) ise herhangi bir zararlının artan popülasyonu karşısında ekonomik zarar seviyesine ulaşmadan zararlı popülasyonunu düşürme girişimlerinin gerekli olduğu noktadır. Bu popülasyon yoğunluğunda mücadele için harcananlarla, mücadele sonucunda elde edilecek ürünün değeri eşittir. Diğer bir deyişle EZE, ekonomik açıdan zararlının orman bitkisi üzerinde bulunmasına izin verilebilecek en yüksek popülasyon yoğunluğudur. Bu yoğunluğun üzerindeki popülasyon seviyesi ürüne ekonomik düzeyde zarar verecektir. Bu eşik, zararlıya karşı uygulanacak mücadelenin sadece



ekonomisi açısından değil, aynı zamanda yararlı türlerin doğada varlıklarının korunması bakımından da önemlidir. Zararlı popülasyonlarının EZE civarında tutulmasıyla hem zararlı türün hem de onunla geçinen yararlı türlerin doğada korunması sağlanmış olur.

Maliyet/Potansiyel Yarar Oranı zararlılara karşı mücadelenin ekonomisi ile ilgili bir diğer kavramdır. Bu oranda pay, zararlıya karşı uygulanacak mücadelenin maliyetini, payda ise mücadele sonunda üründe sağlanacak potansiyel yani beklenen yararın parasal değerini gösterir. Bu oranda payda ne kadar büyükse mücadelenin o kadar ekonomik ve kârlı olduğu anlaşılır.

2.2.1. Ekonomik zarar eşliğini etkileyen faktörler

2.2.1.1. Zararlının türü

EZE değeri aynı orman bitkisi üzerinde bulunan zararlı türüne göre değişir. Örneğin afidler özsu emerek yaptıkları zararın yanında tatlımsı madde salgılamaları nedeniyle fumajine, bitki virüs hastalıklarını bir bitkiden diğerine taşıyarak virüs hastalıklarının artmasına neden olmaları yüzünden bitkilerde ağır zararlar meydana getirirler. Bunun için EZE değerleri düşüktür.

2.2.1.2. Ürünün ekonomik değeri

Ürünün ekonomik değeri de EZE değerini etkileyen önemli bir faktördür. Örneğin çamlarda zararlı yaprak bitlerinin EZE değeri doğal ormanlarda düşük iken, suni gençleştirme sahalarında yüksek olabilir.

Orman bitkisinin çeşidi, ürününün ekonomik değerinin farklı olması nedeniyle EZE değerini etkileyen faktörlerdendir. Örneğin gal arısının EZE değeri okalıptüs veya meşede kesteneden daha düşüktür. Çünkü kestane, okalıptüs veya meşe tohumundan ekonomik olarak daha değerli olan bir bitkidir.

Orman bitkilerinin genç dönemlerinde EZE değeri genellikle daha düşüktür. Çünkü bitkiler genç dönemlerinde zararlılardan daha çok etkilenirler.

2.2.1.3. Mücadele yönteminin maliyeti

Mücadele yönteminin maliyeti, EZE'nin saptanmasında önemli olan masraf unsurlarının başında gelir. Bu nedenle EZE değerini etkileyen önemli bir faktördür. Yüksek mücadele maliyetinde EZE değeri de yüksek olmalıdır. Bir zararlıyla savaşta yeni ve daha ucuz yöntemlerin geliştirilmesiyle EZE değeri de düşecektir.

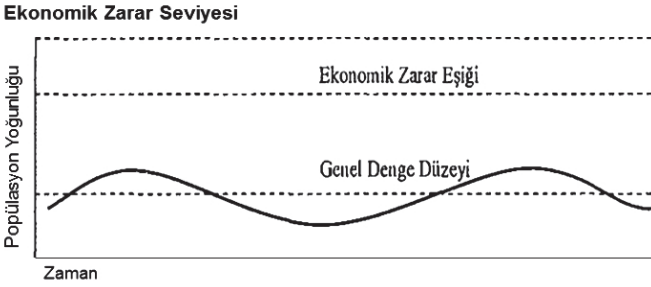
2.2.2. Zararlıların ekonomik açıdan sınıflandırılması

Ekonomik zarar eşliği, ekonomik zarar seviyesi ve doğal denge bir arada düşünüldüğünde zararlılar dört gruba ayrılabilir.



2.2.2.1. Ekonomik zararlı olmayan türler

Bu gruba giren zararlıların popülasyon yoğunlukları sürekli olarak EZE değerinin altında olup popülasyon düzeyi genel denge düzeyi çevresindedir. Dolayısıyla türün popülasyonu dengededir. Bu gruptaki türlere karşı herhangi bir mücadeleye gerek yoktur.



Şekil 5. Ekonomik zararlı olmayan türlerde popülasyon seyri.

2.2.2.2. Nadiren zararlı olan türler

Zaman içindeki popülasyon yoğunlukları genel olarak EZE'nin altında seyreden, fakat ender olarak EZE'nin üzerine çıkan türlerin bulunduğu gruptur. Popülasyonun denge düzeyi EZE'nin altındadır. Bu türlere karşı sadece popülasyon yoğunlukları EZE'ne ulaştığı dönemde mücadele uygulanması gerekir. Bu türlere karşı uygulanacak mücadele yöntemi ile zamanının iyi seçilmesi gerekir. Aksi halde doğal denge bozulacağından popülasyonun genel denge düzeyi EZE'ne yaklaşır ve bunun sonucunda zararlı ile sürekli mücadele edilmesi gerekir.

2.2.2.3. Sürekli zararlı olan türler

Popülasyon yoğunlukları zaman içinde sık sık EZE'ne ulaşan türlerdir. Bu gruptaki türlerde popülasyonun denge düzeyi EZE'ne çok yakındır. Bu nedenle her yıl veya yılda birkaç kez mücadele uygulamalarının yapılması gerekir. Uygulanacak mücadele yöntemlerinin doğal dengeyi sağlayacak veya en azından doğal dengeyi daha da bozmayacak yöntemler olmasına dikkat edilmelidir. Böylece zararlıya karşı mücadele uygulamalarının sıklığı ve yoğunluğu giderek azaltılabilir. Aksi halde tür, vahim türler grubuna girebilecek özellik kazanabilir.

2.2.2.4. Vahim türler

Popülasyonun genel denge düzeyi EZE'nin üzerinde olan ve zaman içindeki popülasyonu sürekli EZE'nin üzerinde seyreden türlerdir. Bu nedenle zararlı popülasyonunun EZE'nin altına düşürülmesi için sürekli ve yoğun olarak mücadele yapılması gerekir. Bu gruptaki zararlılara karşı mücadele oldukça masraflıdır.



2.3. Önceden Tahmin ve Erken Uyarı

Herhangi bir zararlıya karşı mücadelenin başarısı her şeyden önce mücadele zamanının doğru saptanmasına bağlıdır. Mücadele zamanı eğer önceden tahmin edilebilirse hazırlıkların zamanında yapılabilmesi nedeniyle başarı daha da artmış olacaktır. Buna bir de zararlı yoğunluğunun tahmini eklenecek olursa zararlıya karşı mücadelenin rasyonelliği de sağlanmış olur. Bunlara göre önceden tahmin ve uyarı; zararlı popülasyonunun değişmesinde etkili olan tüm faktörleri değerlendirerek zararlının ekonomik zarar eşiğine ulaşip ulaşamayacağını, eğer ulaşacaksa bunun zamanını tahmin ederek mücadele etmektir. Böylece zamanında ve doğru şekilde uygulanacak yöntemlerle doğal denge ve çevre sağlığı yüksek oranda korunmuş olacaktır.

Önceden tahmin, kısa süreli veya uzun süreli olabilir. Kısa süreli tahmin, tuzak ve örneklemelerle gerçekleştirilir. Zararlının zarara başlayacağı zamandan kısa süre önce, örneğin 1-2 hafta önce tahmin edilir. Uzun süreli tahmini ise zararlının zarara başlayacağı zamandan çok önce, örneğin birkaç ay ve hatta bir yıl önceden yapılan tahmindir. Bunun için zararlı popülasyonu üzerine abiyotik ve biyotik etkenlerin etkileri ele alınarak aralarındaki ilişkiden zararlının zarar yapacağı zaman çok önceden kestirilebilir. Şüphesiz bu uzun süreli önceden tahmin oldukça güçtür ve gerekli verilerin net bir şekilde elde edilmiş olması gerekir. Örneğin abiyotik faktörlerin zararlı üzerindeki etkileri, biyotik faktörlerden doğal düşmanların zararlı popülasyonu üzerindeki etkisi ve karşılıklı ilişkileri ile ilgili bilgilerin detaylı ve net olarak bilinmesi gereklidir. Buna rağmen çoğu kez benzer sonuçların alınamayacağı göz ardı edilmemelidir. Önceden tahmin çalışmalarında;

- ✓ Yıllarca sürdürülecek sayımlar ile zararlı popülasyonundaki sayısal değişimler,
- ✓ Farklı fiziksel ve biyotik şartlarda zararlının biyolojik gelişme, davranış ve beslenme durumundaki değişimler,
- ✓ Fiziksel şartların ve özellikle iklim faktörlerinin zararlı üzerine olan etkilerinin belirlenmesi, gibi konuların açıklığa kavuşturulması ve bunlarla ilgili net verilerin elde edilmesi gerekir. Bu üç hususa ek olarak zararlının ekonomik zarar eşiğinin de belirlenmiş olması gereklidir.

Önceden tahmin ve erken uyarı çalışmalarında 4 ayrı yöntemden yararlanılır ve genel olarak bunlardan bir arada yararlanılarak doğru sonuçların alınmasına çalışılır.

2.3.1. Zararlının biyolojisinin izlenmesi

Zararlının çıkış zamanı ve yoğunluğu belirlenip, bunun zarar başlangıcı veya mücadele zamanı ile olan ilişkisine ait bilgiler birleştirilerek tahminde bulunulabilir. Bunun için genel olarak tuzaklardan yararlanılır. Örneğin *Ips typographus* ve *Orthotomicus erosus*, *Pityokteines curvidens* vb. gibi zararlılar için eşeysel çekici



tuzaklardan yararlanılır. *Thaumetopoea pityocampa* gibi zararlılarda ise yapışkan tuzaklar adı verilen tuzaklarından yararlanılır. Çam kese böceğinin temmuz-eylül aylarında ibrelere koyduğu yumurta koçanlarının ormandaki yoğunluğuna bakılarak, çam kese böceğinin popülasyonunun fazla olacağı önceden tahmin edilebilir. Mantar hastalıklarında sporlanma durumu ve zamanı gözlenerek önceden tahmin edilebilir.

Zararlı biyolojisinin izlenmesinde tuzak odunu veya tuzak ağaçlarından da yararlanılır. Örneğin, kabuk böceklerinin popülasyon yoğunluğu, hazırlanan tuzak odunları veya tuzak ağaçlarını kontrol ederek ergin çıkışı, yumurta bırakışları ve yumurta açılışları, larva ve pupa dönemleri izlenir.

2.3.2. Bitki fenolojisinin izlenmesi

Zararlılar bitkilerin belirli dönemlerinde ortaya çıkarlar. Örneğin *Gravitar marta osmana*, sedirlerde kozalakların olgunlaşmaya başladığı dönemde zararlı olur. Kestane gal arısı, tomurcuklarda veya yaprak çıkış noktalarında haziran sonu-temmuz ayında yumurtalarını bırakır. Zararlılar ile bitkinin fenolojisi arasındaki ilişkiden yararlanılarak önceden tahmin ve uyarı gerçekleştirilebilir.

2.3.3. Zararlıların gelişme eşikleri, termal konstantları ve sıcaklıkla olan bazı ilişkilerinden yararlanma

Zararlıların fizyolojik faaliyetleri belirli bir sıcaklıktan itibaren başlar. Bu sıcaklığın altında uyuşuk durumdadırlar. İşte fizyolojik faaliyetlerin başladığı sıcaklık derecesine o zararlının gelişme eşiği adı verilir ve bu da (°C) harfi ile gösterilir. Gelişme eşiklerinin her bölgede veya her bitki üzerinde aynı olacağını düşünmemek gerekir. Çünkü gelişme eşiği; böceğin vücut yapısı, vücut muhtevası, yağ dokularının azlığı veya çokluğu vb. gibi böceğin kendisi ile ilgili özelliklere göre değişebileceği gibi beslenmenin yeterli olup olmadığına, besinin kalitesine, ortam sıcaklığının derecesine ve bunun süresine, hatta böceğin biyolojik dönemlerine göre değişir. Bu nedenle özellikle polifag böceklerde gelişme eşiği ihtiyatla dikkate alınmalıdır. Oligofag böcekler için de aynı durum söylenebilir. Monofag böceklerde ise gelişme eşiği yine değişebilir ancak polifag ve oligofag böceklerdeki kadar aşırı değildir. Ayrıca hesaplanan gelişme eşiklerinin bu hesaplama sırasında seçilmiş düşük sıcaklık ile yüksek sıcaklığa göre de değişebileceğini göz ardı etmemek gerekir. Aynı böcek türü için gelişme eşiği örneğin, 20°C ile 25°C sıcaklıktaki süreler ele alınarak hesaplandığında farklı, 25°C ile 30°C sıcaklıktaki süreler ele alınarak hesaplandığında farklı değer olarak karşımıza çıkabilmektedir. Bu da böceklerdeki gelişme hızının, yani organizma faaliyetleri hızının her sıcaklıkta farklı olmasından ve yüksek sıcaklıklarda organizma faaliyetlerinin ağırlaşmasından kaynaklanır. Örneğin, çam kese böceği sıcaklık -10°C'nin altına düştüğünde kese içinden çıkamadığından beslenemez. +35°C'de ise pupa olmak için toprağa girer.



Ortamin gelişme eşiği üzerindeki sıcaklıklar, söz konusu zararlının gelişmesine etkili olan sıcaklıklardır ve buna etkili sıcaklık adı verilir. Bir zararlının belirli gelişme dönemini veya bir dölünü tamamlayabilmesi için belirli miktarda etkili sıcaklık toplamını almış olması gerekir. Bu toplam etkili sıcaklık her tür için aynı ve sabit olup termal konstant adını alır. Termal konstant (ThC) ile gösterilir ve birimi de gün/derecedir. Buraya kadar açıklananlar $ThC = t \times (T-C)$ eşitliği ile ifade edilir. Burada; t: gelişme için gerekli zamanı, T: ortam sıcaklığını, C: ise gelişme eşiğini gösterir. Diğer bir deyişle (T-C) etkili sıcaklık olup, her gün alınacak rasatlar sonunda sürekli toplanarak termal konstanta ulaşması hesaplanır.

Böcekler her ne kadar gelişme eşiği üzerinde fizyolojik faaliyetlerine başlarsa da bazı faaliyetleri için belirli sıcaklık koşullarının bulunması gerekir. İşte böceklere karşı mücadelede önceden tahmin ve erken uyarı çalışmalarında bu ilişkilerden de yararlanılır.

2.3.4. Yaşama alanları ve klimogramdan yararlanma

Yaşama alanları, belirli sıcaklık dereceleri ile orantılı nem değerlerinde zararlının popülasyonunda meydana gelen ölüm oranlarının saptanarak sınırlarının belirlenmesiyle ortaya konur. En düşük oranda ölümün meydana geldiği sıcaklık ve nem sınırları o zararlı için en uygun yaşama alanını (vital optimum) ifade eder. Ölüm oranının orta düzeyde olduğu sıcaklık ve orantılı nem sınıfları uygun yaşama alanı, ölümün çok yüksek oranda olduğu sıcaklık ve nem değerleri ise zararlı için uygun olmayan yaşama alanını teşkil eder. Diğer taraftan bir bölgenin aylık ortalama sıcaklık ve orantılı nem değerlerinin kesiştiği noktalar birleştirildiğinde elde edilen çokgen, o bölgenin ilgili yıl için klimogramıdır. Bölgenin klimogramı ile söz konusu böceğin yaşama alanları bir arada gösterildiğinde salgının hangi aylarda olacağı ve bunun yoğunluğu belirlenmiş olur.

Zararlıların popülasyonları üzerinde sıcaklık ve nem dışında besin, konukçu bolluğu, konukçu uygunluğu, yağmur gibi etkenler de olumlu veya olumsuz etkiye sahiptirler. İşte bu etkenlerin de göz önüne alınması gerekir ki buna bonitasyon adı verilir. Bonitasyon belirli bir kat sayıdır ve aylık, yıllık ve bölgelere göre hesaplanabildiğinden önceden tahmin çalışmalarında yararlanılabilecek bir ekolojik değerdir.

Zararlıların salgınlarının önceden tahmin edilmesinde onların hayat tablolarından da yararlanılır. Hayat tabloları zararlıların popülasyonlarının belirli döllerdeki yoğunluklarının seviyesi hakkında fikir verir. Hayat tablolarının hesaplanmasında ölüm faktörü, net üreme gücü, üreme çağındaki dişilerin yaşam uzunluğu ve doğal artış kapasitesinin hesaplanmasıyla popülasyonun durumu gerçek olarak ortaya konabilir.

Herhangi bir zararlıya karşı önceden tahmin ve erken uyarı çalışmasına başlanabilmesi ve başarılı olabilmesi için bazı temel



verilerin elde edilmiş olması gerekir. Bunları aşağıdaki gibi özetleyip sıralamak mümkündür:

- 1) Zararlıının biyolojisi ve davranışları ile ilgili net ve tüm bilgilerin elde edilmiş olması,
- 2) Zararlıının çevre faktörleriyle olan ilişkisinin tümüyle belirlenmiş olması,
- 3) Zararlıının biyotik etkenlerle ilgili ilişkisinin belirlenmiş olması.
- 4) Mikroklimalar düzeyinde meteorolojik gözlem istasyonları kurulması,
- 5) Meteorolojik gözlem istasyonlarındaki bilgilerin düzenli olarak bir merkezde toplanması,
- 6) Meteorolojik bilgilerin merkeze ulaştırılması için gerekli ulaşım ağının kurulmuş olması,
- 7) Bu sistemin aksamaz çalışabilmesi ve bilgilerin doğru bir şekilde yorumlanıp doğru kararlar alınabilmesi için yeterli sayıda ve nitelikte teknik elemanın her kademede sağlanması gereklidir.

2.4. Hastalıkların Belirtileri, İşaretleri ve Ekonomik Kayıplar

Hastalık etmenlerinin etkisine karşı konukçunun tepkisine hastalık belirtisi (semptom) denilmektedir. Bu tepkiler; bitki organlarının belirli bir kısmında veya bütün yapılarında; renk, boyut ve biçim bakımından değişiklikler olarak ortaya çıkar. Mesela, fidanlıkta fideciklerin meydana geliş zamanında, büyüme oranında ve olgunlaşma tarihindeki değişimler de hastalık belirtisidir.

Bitkilerdeki hastalık belirtileri

Yapraklarda ortaya çıkan hastalık belirtileri arasında; renk değişmesi, yaprak çarpıklaşması ve yaprak azalması, genel küf büyümesi ve mantar üreme yapılarının ortaya çıkması sayılabilir.

Gövdelerde ve dallarda ortaya çıkan hastalık belirtileri arasında; kabukta ve odunda yarık oluşması, çatlak oluşması, sulu sızıntı çıkması, yapışkan bakteri sızıntısının görülmesi, reçine akıntısının ortaya çıkması, çarpıklık veya biçim bozukluğunun meydana gelmesi, doku bozukluğu oluşumunun gelişmesi, mantar üreme yapısının çıkması, parazit bitki organlarının ortaya çıkması, gövdede küçük kabarcıkların veya çökmelerin belirmesi sayılabilir.

Köklerde görülen hastalık belirtileri arasında; kök çürüklüğü yaratan mantarların sebep olduğu reçine sızıntısının oluşması, çürümenin oluşması, mavi mürekkep gibi bir renkte toprağın veya köklerin sıvı ile boyanması bulunmaktadır.

Belirtilerine göre hastalıklar

Bitki hastalıkları, belirtilerine (semptom) göre; lekelenme, solgunluk, yanıklık, çürüklük, ur, pas, devrilme, rastık, külleme ve mozaik hastalığı olarak adlandırılır.



Bunlardan başka belirtilerine göre tanımlanan; lekeli doku ölümü (antraknoz), çillenme, kavrulma, bodurlaşma, zambak-sıvı akıntısı, sulu şişkinlik, mazi, cadısüpürgesi ve sararma hastalıkları bulunmaktadır.

Ekonomik kayıplar

Tarım bitkisi yetiştirmede ve orman gibi mevcut bitki topluluklarından faydalanmada amaç; bitkilerden elde edilen ürünleri arttırmak ve verimlilik sağlamaktır. Bunun için;

- 1) Bitki yetiştirme alanları kazançlı (ranta) ve akılcı-mantıklı (rasyonel) kullanılmaya çalışılır.
- 2) Bitki yetiştirilen alanların genişletilmesine gayret edilir.
- 3) Fidancılıkta tek tür bitki yetiştiriciliği (monokültür) yapılır.
- 4) Gübre kullanılır.
- 5) Ormancılıkta karışık meşcereler (bük) kurulmasına çalışılır, doğal gençleştirme ve ağaçlandırma yapılır.
- 6) Nitelik ve nicelik bakımından bitki ürünü artışı sağlanmaya çalışılır.
- 7) Verim bakımından yüksek özellikli bitki türlerinin yetiştirilmesine gayret edilir.

İnsanlar tarafından doğadaki bitki gelişme-büyüme tarzlarının değişikliğe uğratılması ve verimin artırılmasına yönelik bitki varyetesi seçilmesi sonucunda; yetiştirilecek olan bitkiler, hastalık etmenlerine ve olumsuz hava hallerine maruz kalmaktadır. Bu yüzden bazen salgın hastalıklar meydana gelebilmektedir.

Milletler arası ilişkilerin artması, taşımacılıkta ve ulaşımında önemli gelişmeler olması, hastalık etmenlerinin ve etmenlerinin kolaylıkla taşınmasına ve yayılmasına yol açtığından bitki hastalıkları, her türlü tedbire rağmen dünya ölçüsünde yayılabilmekte, bitki ürünü materyallerinin eksilmesine ve kalitenin düşmesine, dolayısıyla ekonomi kaybına yol açmaktadır.

Dünya nüfusunun hızla artması; bu nüfusa gerekli olan tarım ürünü besinlerine, bitki ürünü hammaddeleri ve orman ürünü hammaddelerine olan ihtiyacı arttırmıştır. Bu çeşit ürünlerin artırılması ise başka tedbirlerin yanında, bitkilerin hastalıklardan ve hasar vericilerden korunması tedbirlerinin alınması ile ancak mümkün olmaktadır. Çünkü bitki hastalıklarından meydana gelen bitki kökenli ürünlerin kaybına karşı, bitki koruma bilimi ilkelerine uymak ve bunları uygulamak suretiyle büyük ölçüde üretim artışı meydana gelecektir.

Ağaç hastalıklarının sebep olduğu kayıpların tam olarak hesabını ve değerlendirilmesini yapmak oldukça zordur. Bazı hastalıklar çok küçük hasar yaptığı halde bazıları büyük ölçüde kayıplara neden olmaktadır.

Parklardaki ve bahçelerdeki söğütlerde (*Salix* sp.) görülen lekeli doku ölümü (antraknoz) hastalığı mantarı (*Marssonina salicicola*) ağaçların estetik görünüşünü bozar. Benzer olarak, mavileşme mantarları (*Ceratocystis* sp.) çam kerestesinde hoş olmayan bir



görünüş yaratır. Su lekesi hastalığının etmeni olan *Erwinia salicis* bakterisi tarafından sebep olunan renk değişmesi söğüt kerestesini faydasız hale getirir.

Phytophthora cinsi mantarlar orman bitkilerinin köklerini çürüterek devrilme hastalıklarına sebep olarak fidanlıklarda çok sayıda bitkiyi tahrip edebilmektedir. Böyle durumlarda, çoğunlukla hastalandırılmış bitki sayısı görünenlerden çok daha fazla olmaktadır. Çünkü görünüşte sağlıklı olan bitkiler, aslında devrilme hastalığı ile bulaşık fidanlık toprağından dolayı hastalandırılmış durumda olabilmektedir.

Bazı hastalıklar, bitkilerin ölümüne sebep olmaktadır. Mesela bal mantarı (*Armillaria mellea*) çok büyük sayı ve çeşitlilik (geniş spektrum) gösteren bir konukçu bitki sayısına sahip olduğu için bitkilerin hem çürümesine hem de ölümüne yol açar. Karaağaç ölümü hastalığının etmeni olan *Ceratocystis ulmi* mantarı, hassas karaağaç (*Ulmus* sp.) türlerini yok etmektedir. Kestane ölümü hastalığının etmeni olan mantar bütün dünyada yayılış göstererek kestane ağaçlarını öldürmektedir.

3. ORMAN BİTKİLERİNDE ZARARLI VE HASTALIKLARLA MÜCADELE YÖNTEMLERİ

Orman bitkilerinde zararlıları ve hastalıklarla mücadele; orman bitkilerinin ve ürünlerinin zararlı ve hastalık etkilerinden ekonomik ölçüler içinde korunması amacıyla, çevre ve insan sağlığını göz önünde tutarak yapılan girişimlerin bir bütünüdür. Günümüzde bu amaca ulaşabilmek için, mücadelenin Entegre Zararlı Yönetimi (EZY) şeklinde yürütülmesi gerekmektedir. EZY, orman bitkilerinde zarar oluşturan etmenlerin popülasyon dinamikleri ve çevre ile ilişkilerini dikkate alarak uygun olan tüm mücadele metodlarını ve tekniklerini uyumlu bir şekilde kullanarak, zararlı popülasyonlarını ekonomik zarar eşiğinin altında tutmaya yarayan bir yönetim sistemidir. Buradaki zararlı deyimi; bitkilerde sorun olan böcek, nematod, kemirgen ve kuşlar gibi zararlıları; fungus, bakteri, virüs gibi hastalık etmenlerini kapsamaktadır. Dolayısıyla bu sistemde; belirli bir orman ekosisteminde bulunan hastalık, zararlı ve mücadele olarak ayrı ayrı değil, birbirlerini tamamlayacak şekilde yapılmaktadır. Yani EZY, bir mücadele yöntemi olmayıp, tüm mücadele yöntemlerini birbirlerini tamamlayacak şekilde bir arada kullanan, insan sağlığı, çevre ve doğal dengeyi dikkate alan, sürdürülebilir bir mücadele sistemidir.

3.1. Yasal Mücadele/Karantina

“Karantina” deyimi Latince “Quadragesima” yani 40 sayısından gelmektedir. 1347’de Venedik’te ülkeye bulaşmasından korkulan vebaya karşı, gelen gemiler 40 gün süreyle karaya yanaştırılmamış, açıkta bekletilerek kontrolden sonra yanaştırılmış ve bu işleme karantina denilmiştir. Önceleri sadece insanlarla ilgili salgın hastalıkların 40 günlük inkübasyonunu (hastalığın ortaya çıkması için geçmesi gerekli gün sayısı) kapsayan bu kavram, zamanla hayvan



ve bitki hastalıkları için de kullanılmaya başlanmıştır. Böylece bugünkü anlamıyla her türlü bitki ve bitkisel materyalin ülkeye giriş ve çıkışındaki kontrollerinin yapıldığı uygulamalar bütünü olan karantina çalışmaları ortaya çıkmıştır. Artık bugün bu çalışmalar bütün ülkelerce benimsenmiş, kanun ve yönetmeliklerle düzenlenmiştir.

Karantina, “Her türlü bitki ve bitkisel kökenli materyalin ülkeye giriş, çıkış ve ülke içinde dolaşımında uygulanan; kanun, tüzük ve yönetmeliklere dayalı, bitki sağlığı açısından tehlikeli hastalık ve zararlıları dikkate alarak yapılan muayene, kontrol ve diğer faaliyetleri kapsayan bir çalışmalar bütünüdür”.

Doğal türlerin yaşaması için elverişli olan şartlar, pek çok yabancı tür için de uygun özellikler taşımaktadır. Bundan dolayı ülkemize herhangi bir biçimde giren yabancı türlerin yaşama ve epidemi oluşturma şansı da yüksektir. Bunun yanında ülkemizde odun üretimi, odun ham maddesine olan talebi karşılayamamakta ve diğer ülkelerden önemli miktarda odun ithaline gerek duyulmaktadır.

Tarım ve ormancılık sektöründe hastalık ve zararlıların ülkeler arası ve ülke içerisinde taşınmasında gün geçtikçe artış gösteren küresel ticaretin rolü çok önemlidir. Küreselleşme bir yandan insanlar ve ülkeler arası ekonomik, sosyal, teknolojik, politik, kültürel ve ekolojik açıdan bütünleşme ve dayanışmayı beraberinde getirirken diğer yandan ticarete konu olan her türlü bitki ve bitkisel ürünlerin yabancı istilacı tür (YİT) taşınmasında giderek artan bir risk oluşturmaktadır.

Karantina gerek ihracatta, gerekse ithalatta vazgeçilmeyecek faaliyetlerden birisidir. Bugünkü dünyamızda ulaşım araçları hem çeşitlenmiş hem de süratlenmiştir. Bunun sonucu olarak da turizm büyük önem kazanmış, insanlar yeni yerler, ülkeler görmek amacıyla ülkelerinden çok uzaklarda olan yerlere bile gider olmuşlardır. Geçmişe oranla ülkeler arası mesafeler çok kısalmıştır. Geçmişte ulaşılması çok güç ülkeler bugün kapı komşumuz durumuna gelmişlerdir.

Başka ülkelerden ülkemize giren çeşitli bitki hastalıkları zamanla geniş alanlara yayılarak önemli tehditler oluşturmaktadır. Bu hastalıklar mantarlardan; *Ceratocystis ulmi* tarafından karaağaçta (*Ulmus* sp.) sebep olunan karaağaç ölümü ve *Peridermium pini* f. *aecicola*’nın yabancı orijinli ve hızlı gelişen çamlar (*Pinus* sp.) ile yapılan ağaçlandırmada alanlarındaki genç çam ağaçlarında oluşan iğne yaprak kabarcık hastalıklarıdır. Devrilme hastalığının etmenlerinden olan *Phytophthora cactorum* mantarına maruz kalmış olan orman fidanlıklarından, fideciklerin başka fidanlıklara veya dikim yerlerine nakledilmesi, bu hastalıkların ülke içinde yayılmasına sebep olmaktadır.

Kerestede; mavi renklenme bulunduğu takdirde, bu ürünün götürüldüğü ve kullanıldığı her yöreye, *Ceratocystis* sp. mantarı yayılmış olur. Ayrıca kereste başlangıç çürümesine veya ileri



derecede çürümeye maruz durumda olan odun materyalinin kullanılması ile bu hastalık etmenleri yayılmış olur.

3.1.1. Karantina önlemleri

Ülkemizde bulunmayan veya belirli bir alanda bulunan tüm bitki hastalık ve zararlıları ile ithali yasak bitki ve bitki aksamının, dış ülkelerden yurda giriş ve yayılışını önlemek, ülkenin bir bölgesinde bulunup temiz olan diğer alanlara bulaşması ve yayılması istenmeyen bitki hastalık ve zararlıları ile bunları taşıyan nakil vasıtası, ambalaj ve diğer maddelerin, yurt içinde dolaşmasına engel olmak, ihraç edilecek bitki ve bitkisel ürünlerin muayene ve kontrol edilmelerini sağlamak amacı ile çıkarılmış olan yasal mevzuat ile buna yardımcı olan teknik kontrollerin bütününe karantina önlemleri denir. 5996 sayılı kanunun 15. maddesi “ormanlarda iç karantina hizmetleri Orman ve Su İşleri Bakanlığı tarafından yapılır” denilmektedir.

İç Karantina

İç karantina yurda girmiş fakat henüz tümüyle yayılmamış tehlikeli böcekler ve hastalıklar ile bunların konukçularının temiz bölgelere bulaşmaması, yayılmaması, yerleşmemesi için alınan yok edici, sınırlayıcı, uzaklaştırıcı faaliyetleri içine alan uygulamalardır.

Dış Karantina

Her türlü bitki ve bitkisel kökenli materyalin giriş ve çıkışında uygulanan; kanun, tüzük ve yönetmeliklere dayalı bitki sağlığı açısından tehlikeli hastalık ve zararlıları dikkate alarak yapılan muayene kontrol ve diğer faaliyetleri içeren çalışmalar bütünüdür.

1) İhracatta Karantina

İhracatta görülen karantina faaliyetleri dış ülkelere ihraç olunacak ürünlerin alıcı ülke ve transit geçirilecek ülkelerin karantina koşullarına uygun olarak hazırlanmasını sağlayan kontrolleri içine almaktadır. Bu kontroller sonunda Bitki Sağlık Sertifikası veya İhraç İzin Belgesi düzenlemektedir. Her ülkenin kendine mahsus karantina mevzuatı (kanun, tüzük ve yönetmelikleri) vardır. Bu mevzuatlarda o ülkeye ait tehlikeli böcekler, hastalıklar ile ithali yasak veya şarta bağlı bitkiler ve transit hükümleri bulunmaktadır. Karantina inspektörleri ihracat ile ilgili kontrollerde alıcı ülkelerin yürürlükteki karantina hükümlerine göre hareket etmektedirler.

2) İthalatta Karantina

İthalattaki karantinada amaç, ülkemizde bulunmayan veya düşük oranda bulunan tehlikeli etmenlerin, bunların konukçularının ve ithali yasak bitki ve bitki parçalarının yurdumuza girişini önlemektir.

Ülkemiz jeolojik konumu gereği, Asya, Avrupa ve Afrika kıtalarından gelebilecek etkilere açık olup, ihracat, ithalat ve transit geçişlerde yoğun bir trafiğe maruz kalmakta ve bu özelliğinden dolayı her anlamda büyük risk altında bulunmaktadır.



Orman bitkisi ve bitkisel ürünlerinin ithalat ve ihracatı yabancı istilacı orman bitkisi zararlılarının ana taşınma yollarından biri olup, bu durum ülkemiz ormanlarına YİT'in (Yabancı İstilacı Tür) girişi için uygun koşullar yaratmaktadır. Yeterli bilginin olmayışı, yasal düzenlemelerin yetersizliği ve denetim eksikliği de bu duruma adeta davetiye çıkarmaktadır.

Yabancı İstilacı Tür (YİT); “belirli bir ekosistemde doğal olmayan, yerleşmesi ve yayılması çevre/orman ya da insan üzerinde zarara yol açan veya açabilecek tür” şeklinde yapılabilir. Yabancı İstilacı Tür; geldiği ülkede doğal baskılayıcı unsurların bulunmaması nedeniyle çok hızlı yayılmakta ve zararı çok zor önlenebilmektedir.

Ait olmadıkları ekosisteme gelerek yaşamayı, yayılmayı, yani yeni alanlarda yapılanmayı başaran istilacı türlerin verebilecekleri zararlar; ekolojik önem taşımakta olup, bu türler istila edilen ekosistemlerin biyolojik çeşitlilik, yapı ve fonksiyonları üzerinde güçlü yıkımlara neden olmaktadır.

Tüm dünyada, yerli ağaç türleri üzerinde istilacı patojen ve böcek epidemilerinin giderek arttığı görülmektedir. Avrupa'da ilk kez 1999 yılında Portekiz'de görülen, Japonya ve Çin Halk Cumhuriyeti başta olmak üzere birçok Doğu Asya ülkesinde çam ormanlarında aşırı derecede tahribata yol açan çam odun nematodu *Bursaphelenchus xylophilus* da yine Kuzey Amerika orijinli olup, önemli YİT'ler arasında bulunmaktadır. İşlem görmemiş ahşap ambalajlarla taşınabildiği belirlenen bu nematod, 2008 ve ardından da 2010 yılında İspanya'da görülmüştür. Gerekli karantina tedbirlerinin alınmaması nematodun kıtalar arası taşınmasında en büyük sebep olarak bilinmektedir.

AB bitki sağlığı politikasının temel prensibi, bitki ve bitkisel ürünlere zararlı organizmaların ülkeye girişini ve bunların ülke içerisinde yayılmasını önlemektir. AB bitki sağlığı rejimi “Bitkilere veya Bitkisel Ürünlere Zararlı olan Organizmaların Topluluğa Girişlerine ve Topluluk İçerisinde Yayılımına Karşı Koruyucu Önlemlere İlişkin 8 Mayıs 2000 tarih ve 2000/29/AT sayılı Konsey Direktifi” ile yürütülmektedir.

Uluslararası Bitki Koruma Sözleşmesi

Eylül 1951'de bitki koruma uzmanları toplantısında IPPC olarak benimsenen bu taslak 1951 Ekim'de yapılan Konferans'ta FAO tarafından onaylanmıştır.

Bölgesel Bitki Koruma Örgütleri

Dünyanın pek çok yerinde Bölgesel Bitki Koruma Örgütleri (RPPO) bulunmaktadır ve tüm ülkelerin RPPO üyesi olma hakkı vardır. Uluslararası Bitki Koruma Konvansiyonu (The International Plant Protection Convention; IPPC) kültüre alınmış ve yabani bitkileri, zararlıların giriş ve yayılışlarını önleme yoluyla, korumayı amaçlayan uluslararası bir bitki sağlığı anlaşmasıdır. Günümüzde IPPC altında 9 adet Bölgesel Bitki Koruma Örgütü (RPPO) bulunmaktadır.



- 1) Asya ve Pasifik Bitki Koruma Komisyonu (APPPC) Bölge: Doğu Asya, Hindistan, Güneydoğu Asya adaları ve Pasifik. 1956 yılında kurulmuştur.
- 2) Karayip Bitki Koruma Komisyonu (CPPC). Bölge: Karayip. 1967 yılında kurulmuştur.
- 3) Güney Amerika Bölgesi Bitki Sağlığı Komitesi (COSAVE) Bölge: Güney Amerika Güneyi. 1992 yılında faaliyete başlamıştır.
- 4) And Ülkeleri Komitesi Comunidad Andia (CA) Bölge: Kuzey-batı güney Amerika. 1969 yılında kurulmuştur.
- 5) Avrupa Akdeniz Bitki Koruma Örgütü (EPPO) Bölge: Avrupa ve Akdeniz. 1951 yılında kurulmuştur.**
- 6) Afrika Bitki Sağlığı Konseyi (IAPSC). Bölge: Afrika, Madagaskar. 1954 yılında kurulmuştur.
- 7) Kuzey Amerika Bitki Koruma Örgütü (NAPPO). Bölge: Kuzey Amerika. 1976 yılında kurulmuştur.
- 8) Bölgeler Arası Tarım Sağlığı Örgütü (OIRSA) Bölge: Merkez Amerika. 1947 yılında kurulmuştur.
- 9) Pasifik Bitki Koruma Örgütü (PPPO) Bölge: Avustralya, Pasifik. 1995 yılında kurulmuştur.

Ülkemiz Avrupa ve Akdeniz Bitki Koruma Örgütü (European And Mediterranean Plant Protection Organization; EPPO) bölgesinde yer almaktadır. EPPO, Avrupa ve Akdeniz Bölgesinde, bitki koruma alanında uluslararası işbirliğinden sorumlu hükümetler arası bir organizasyondur.

3.1.2. Ormancılıkta karantina ve önemi

Günümüzde gelişen küresel ticaret ve açılan yeni pazarlar nedeniyle, zararlı böcekler, patojenler ve diğer yöreye özgü olmayan zararlılar tarafından ormanların sağlığına karşı yeni tehditler ortaya çıkmaktadır. Habitat değişikliği ve artan uluslararası zararlı göçler, yeni istilacı türler nedeniyle, orman bitkisi ve bitkisel ürün ticareti, bitki üretiminde kullanılan araç ve gereçler, taşımada kullanılan araçlar, toprak taşımaları, endüstriyel ekipmanlar ve kişisel bagajlar gibi diğer maddelerde ülke içerisinde veya ülkeler arasında zararlıların yayılmasına katkıda bulunmaktadır. Zararlı risk yönetimi, ormanların sağlıklı kalması ve sürdürülebilir ormancılık amaçlarının yerine getirilmesi konularında son derece önemlidir. Genişleyen küresel ticaret ve artan yeni orman bitkisi zararlılarının yayılması riskleri ve zararlıların yeni yerlere yerleşmesine neden olan yerel iklim değişikliği gibi faktörlerden dolayı ormanların sağlığını ve canlılığını korumak ve orman karantinası tedbirlerini almak son derece önemlidir.

3.1.3. Türkiye’de karantina organizasyonu

Ülkemiz uluslararası düzeyde bitki koruma ve karantina hususunda kısa adı EPPO olan, 1951 yılında 15 ülke tarafından kurulan, bugün 50 üyeye sahip ve merkezi Paris’te bulunan Avrupa ve Akdeniz Ülkeleri Bitki Koruma Organizasyonu (European and



Mediterranean Plant Protecion Organization)'na 1958 yılında üye olmuştur ve örgüt ile işbirliğine devam etmektedir.

Ülkemizde karantina ile ilgili tüm faaliyetler günümüze kadar tarım ve orman bitkisi ayırt edilmeksizin Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı tarafından yürütülmektedir. Son yıllarda Orman ve Su İşleri Bakanlığı'nın ormancılık karantinasını kendi bünyesinde gerçekleştirme girişimleri bulunmaktadır. Orman Genel Müdürlüğü Teşkilat ve Görevleri Hakkında Kanun Hükmünde Kararnamenin Değiştirilerek Kabulü Hakkında Kanun'da 2011 yılında değişiklikten sonra 2/a maddesi uyarınca ormancılık karantina hizmetlerinin yürütülmesi kurumun görev tanımında yer almıştır. Ayrıca 2006 yılında çıkarılan 5531 sayılı meslek yetki yasasının 5. maddesinde ormancılık karantina hizmetlerinin yapılması hususunda orman mühendisi, orman endüstri mühendisi ve ağaç işleri endüstri mühendislerine bu hak ve yetkiyi tanımlmıştır.

Orman Genel Müdürlüğü son yapılanma sürecinde Orman Zararlıları İle Mücadele Dairesi Başkanlığı'na bağlı Ormancılık Karantina Şube Müdürlüğü'nü kurmuştur. Şubenin kuruluşunda, görevleri arasında "Ormanlarda ve orman ürünlerinde gereklilik halinde iç ve dış karantina tedbirlerini alarak uygulanmasını sağlamak" şeklinde bir görev tanımı yapılmıştır.

3.1.4. Ormancılık ve zirai karantina farklılıkları

Karantina uygulamaları açısından tarım ve orman alanlarında zararlı organizmaların büyük ölçüde birbirinden farklı oldukları bilinen bir gerçektir. Genel olarak her iki alanda da etkili olan zararlılar bulunmakla birlikte sınırlı sayıdadır. Sadece ülkemiz açısından bile durum değerlendirildiğinde bu tespiti yapmak kolaylıkla mümkündür.

Doğu Karadeniz Bölgesinde ladin ormanlarımızda zararlı olan *Dendroctonus micans*, 1960'lı yıllarda ülkemize girmiş ve bugüne kadar ladin ağaçlarında yoğun olarak ölümlere neden olmuş ve kısmen sarıçam ağaçlarında zararı tespit edilmiş olmasına rağmen ülkemizde tarım bitkilerinde en küçük bir zararı olmadığı gibi yayılış yaptığı diğer ülkelerin hiç birinde de zararına rastlanmamıştır. Bir başka orman zararlısı olan *Leptoglossus occidentalis* Kuzey Amerika kökenli olup 1999 yılında Avrupa'ya girmiştir. Çam ve diğer bazı ibrelili türlerde zarar yapmakla beraber en ekonomik zararını fıstıkçamında yapmaktadır. Kozalak zararlısı olan bu tür karantinaya dâhil türlerdendir. Bu tür sadece orman ağaçlarında zararlı olup hiçbir tarım bitkisinde zararı tespit edilmemiştir.

Cydalima perspectalis isimli zararlı, Doğu Asya kökenli bir şimşir ağacı zararlısıdır. 2006 yılında Avrupa'da tespit edilmiştir. Türkiye'de 2011 yılında *Buxus*'ta zararı görülmüştür. Bu türde yalnızca bir orman ağacı olan *Buxus*'ta etkilidir.

Ülkemizde 2009 yılından beri zararlı olan domates güvesi, *Tuta absoluta* egzotik bir türdür. Güney Amerika orijinli bir zararlı olan *Tuta absoluta*, Avrupa'da ilk olarak 2006 yılında İspanya'da görülmüş ve



daha sonra tüm Güney Avrupa ve Kuzey Afrika'ya yayılmış durumdadır. Domates dışındaki birkaç sebze türünde de zararlı olmasına rağmen orman ağaçlarının hiç birinde zararı yoktur.

Kırmızı palmye böceği *Rhynchophorus ferrugineus* Mısır'dan sadece ucuz olduğu için ithal edilen palmyeler ile ülkemize gelmiş ve çok kısa zamanda Akdeniz sahilinde kent peyzajında kullanılan palmye ağaçlarını kurutmuştur. Uzakdoğu orijinli bir tür olan tarım ve orman ağaçlarının ortak zararlısı *Anoplophora chinensis* karantina listesinde olmakla birlikte ülkemizde 2014 yılından itibaren görülmeye başlamıştır.

Hâlen uygulamada olan Bitki Karantinası Yönetmeliğinin eklerinde bulunan türler incelendiğinde ilk paragrafta açıklanan duruma dair birçok böcek tespit edilebilir. Örneğin *Dendroctonus frontalis* bunlardan biri olup bu tür Amerika kıtasında yayılış yapmaktadır ve sadece çam türlerinde zararı vardır. Dolayısıyla ülkemize bulaşması durumunda konu sadece ormancılık açısından önem taşıyacaktır. Kuzey Amerika orijinli bir tür olan *Acleris gloverana* henüz kıta dışına çıkmamış olup; *Tsuga* ve *Abies* gibi sadece orman ağaçlarına özgü bir türdür.

Güney Afrika kökenli bir tür olan ve EPPO'nun karantina listesinde bulunan *Margarodes prieskaensis* sadece üzüm bitkisinde zararlı olup ormancılık ile ilgili bir tür değildir.

Çam odun nematodu, *Bursaphelenchus xylophilus* (Nematoda: Parasitaphelenchidae), Doğu Asya ülkelerinin (Japonya, Kore, Çin ve Tayvan) doğal çam ormanları ve Avrupa çam ormanları için büyük bir tehlike olarak bilinen çam kuruma hastalığına neden olan bir organizmadır. Avrupa Bitki Koruma Organizasyonu'nun karantina listesinde A1 kategorisindeki çam odun nematodunun yakın geçmişte Avrupa'da (1999'da Portekiz'de) bulunması, bu patojenin Avrupa'nın diğer bölgelerindeki yayılışı ile ilgili endişeleri arttırmıştır. Türkiye'de çam ormanlarının geniş bir yayılışa sahip olması, çam odun nematodu için gerekli olan duyarlı konukçu sayısının fazla olması anlamına gelmektedir. Bu türün ülkemize girmesi durumunda ormanlarımızda büyük sıkıntıya neden olacağı öngörülmektedir.

Zararlı böcekler besin tercihleri açısından; tek bir bitki türü ile beslenenler (monofag), akraba bitki türleri ile beslenenler (oligofag) ve çok sayıda bitki türü ile beslenenler (polifag) olmak üzere 3 grupta incelenir. Gerek ülkemizde bulunup da sınırlı bir yayılış gösteren gerekse ülkemizde olmayan ve dış karantina listesinde bulunan orman bitkisi zararlısı türlerin önemli bir kısmı monofag ve oligofag türlerdir. Yani bu türler ya sadece tek bir tür orman ağacı ya da birbirine akraba, aynı cins veya familyadan farklı ağaç türlerinde zararlıdır. Bu türlerin tarım bitkilerinde zararları söz konusu olmadığı gibi orman ağaçlarında da tercihleri sınırlıdır. Bu örneklerden hareketle tarım ve orman zararlılarına dair karantina uygulamaları, özellikle türlerin tespiti ve teşhisi bakımından birbirinden çok farklıdır. Her ikisi de elbette ciddi bir eğitim gerektiren uzmanlık işidir. Bazı



ortak türler olsa bile bu türlerin farklı konukçu bitkilerdeki belirtileri (semptomları) birbirinden farklıdır. Yani aynı zararlıyı bir tarım bitkisinde kolay tespit etmek mümkün iken bir orman bitkisinde bunun tespiti imkânsız olabilir. Bunun tersi de elbette geçerlidir.

3.2. Kültürel Önlemler

Zararlı ve hastalıkların yaşamlarını güçleştirmek, nüfuslarını azaltmak veya engellemek amacıyla alınan önlemlere kültürel önlemler denilmektedir. Zararlılara karşı mücadelede öncelikle kültürel önlemlerden yararlanılır. Burada amaç zararlının yok edilmesi değil, önceden alınan önlemlerle bitkileri veya ürünleri zararlılardan korumaktır.

Kültürel önlemler genellikle ucuz uygulamalar olup, çoğunlukla bilinen ve uygulanan yöntemlerdir. Zararlılara karşı bir mücadele yöntemi olarak ortaya çıkmaları ve kullanılmaları için zararlının biyolojisinin, beslenme ve diğer davranışlarının iyi incelenmiş olması gerekir.

Modern ormancılık anlayışına göre, ormanların kurulması ve işletilmesi sırasında, orman ekosisteminin faydalı fauna unsurlarının ve bunların habitatlarının dikkate alınarak, meşcere kuruluşundan idare süresinin sonuna kadar orman gelişme çağları ve strüktürlerinin, bu türler üzerindeki etkilerinin bilinmesi ve habitatları buna göre koruma, düzenleme ve geliştirme prensibiyle hareket edilmesi gerekmektedir. Bu açıdan baktığımız zaman, orman faunasının yararlı elemanlarından olan böcekçil kuşlar, parazit ve avcı böcekler vb. organizmaların korunabilmesi için, ormancılık faaliyetlerinin planlanması ve uygulanmasında bir takım hususların dikkate alınması ve bazı kurallara uyulması gerektiğini görürüz. Bunun için öncelikle, faydalı türün ekolojik isteklerinin ne olduğunun ve bu türün ormandaki hangi teknik faaliyetten ne şekilde etkilendiğinin bilinmesine ihtiyaç vardır. Örneğin, aynı yaşlı orman kuruluşunun, karışım şeklinin veya diri örtü temizliğinin; faydalı bir türün barınma, beslenme ve çoğalma imkânları açısından ne gibi olumlu veya olumsuz etkileri olacağı önceden bilinmeli veya tahmin edilebilmelidir.

Ormanlarda hastalık ve zararlı afetlerinin ortaya çıktığı yerlerin, genellikle, teknik veya plansız müdahalelerle doğal kuruluşu bozulmuş sahalara olduğu dikkat çekmektedir. Örneğin, geniş alanda yapılan tıraşlama kesimleri, monokültür tesisi veya hatalı pestisit kullanımına maruz kalan alanlar bunlardan bazılarıdır. Doğal kuruluşu bozulmamış ormanların ise hem faydalı türlerin barınmasına elverişli olması hem de zararlıların kitle üremesine meydan vermeyişi, dolayısıyla daha sağlam bir bünyeye ve daha dengeli bir biyolojik yapıya sahip olduğu bilinmektedir. Bu yapıdaki ormanlar, flora ve fauna bakımından daha zengin olup bünyesinde çeşitliliğin gelişmesine imkan vermekte, tür çeşitliliği ise kitle üremesi yapabilen zararlıların popülasyon patlamalarını frenlemektedir. Şu halde, doğal denge unsurlarının güçlü olduğu bu özellikteki ormanların korunması



ve ormancılık faaliyetlerinde doğayı taklit etmenin esas alınması, biyolojik dengenin devam edebilmesi için gereklidir. Ormanda yaban hayatının korunmasına dair genel prensipler, biyolojik dengenin korunmasını ve dolayısıyla biyolojik mücadeleye sağlam bir zemin hazırlanmasını sağlayacağı için, bu prensiplere uyulması, aynı zamanda biyolojik mücadele esaslarına da uygun bir hareket tarzı olmaktadır.

Ormancılıkta ekosistem zenginliği ve dolayısıyla fauna çeşitliliğini ve bu arada faydalı böcek ve kuş popülasyonlarını etkileyen başlıca faktörler; biyolojik çeşitlilik ve ağaç türü sayısı (karışım), meşcere tiplerinin büyüklüğü, gençleştirme yöntemleri, ağaçlandırmalarda tür ve orijin seçimi, tali ağaç, ağaçcık ve otsu floranın varlığı, meşcere yaşı ve kapallılık, dikili kuru ve ölü ağaçlar, dikim öncesi toprak hazırlığı, ayıklama-aralama ve diğer silvikültürel önlemlerdir. Ayrıca;

- Değişik yaşlı ormanlar tesisi
- Uygun tür ve orijin seçimi
- Egzotik türler yerine doğal türler
- Doğaya yakın ormancılık
- Fidanlıkların kuruluş yeri
- Gençleştirme ve bakım tedbirleri, temiz işletmecilik
- Kesim çalışmalarında titizlik

orman alanlarında dikkat edilmesi gereken önemli kültürel uygulamalardır.

Kültürel mücadelenin başlıca faydaları şu şekilde özetlenebilir:

- 1) Çevre dostu bir uygulama olması,
- 2) Kalıntı sorununa yol açmaması,
- 3) Uygulamanın etkisinin uzun sürmesi,
- 4) Tekrar eden uygulamalar sonucunda etkisizlik veya direnç sorunu oluşmaması,
- 5) Kullanıcı sağlığını tehdit etmemesi,
- 6) Entegre mücadele stratejisine yüksek seviyede uyumlu olması,
- 7) Bazı yöntemlerin uygun arazi koşullarında az bilgi ve teknolojiyle uygulanabilmesi,
- 8) Uygulama için gelişmiş makinalara ihtiyaç duyulmaması.

3.2.1. Biyolojik çeşitlilik ve ağaç türü çeşitliliği

Bir ekosistemde çeşitlilik ne kadar fazla ise, orada ciddi zararlara sebep olabilecek bir böcek epidemisinin başlama riski, ilerleme hızı ve sonuçta tahrip etkisi o oranda düşük olur. Söz gelimi, meşe ya da diğer geniş yapraklı türler ile karışık yaşlı bir çam meşceresinde bulunan arthropod sayısının, çoğu zaman, aynı yaşlı saf çam meşceresindekinden daha fazla olduğunu görürüz. Suni yolla tesis edilen iğne yapraklı ormanlar uygun tür ve orjin kullanılmaması halinde doğaya zıt kuruluşlar olarak daima tehlikelerle karşı karşıyadır. Aynı yaşta olmaları nedeniyle aynı hızla büyürler. Aynı sıklıkta oluşları nedeniyle hem kök hem de tepe taçları arasında gerçekleşecek sürekli rekabet ağaçların sağlıklı büyümelerini



önleyecektir. Saf ve özellikle aynı yaştaki ağaçlardan oluşan meşcereler (yani monokültür), böceklerin kitle halinde üremelerine çok elverişlidir. Çünkü böceklerin çoğu monofag ya da oligofagdır. Diğer taraftan, asalaklar ve avcılar da ancak karışık meşcerelerde çoğalma ve gelişme imkânı bulabilirler. Çünkü zararlı bir böceğe ait doğal düşmanlar, genellikle hayat devrelerinin sadece bir kısmını bu zararlı üzerinde geçirir; diğer devrelerini ise başka bir türde geçirirler. Başka bir tür ise ancak başka bir bitkide bulunacağından, karışık meşcere doğal düşmanlar için daha uygundur. Hatta bazen ortamda, asalak ve avcı için gereken ikinci bir konukçu yoksa bunların yaşama şansı da yoktur. Yani konukçu olarak en az iki farklı monofag zararlıya muhtaç olan faydalı bir tür, aslında ortamda bulunacak en az iki farklı konukçu bitki türüne de muhtaç durumdadır. İşte açıklanan bu sebeplerle, monokültür, genel olarak biyolojik çeşitliliğin fakirleşmesi demektir. Örneğin, çam kese böceğinin Türkiye ve yayılış yaptığı diğer ülkelerdeki en önemli yumurta parazitoiti olan *Ooencyrtus pityocampae* (Mercet) (Hym.: Encyrtidae) diğer kese böceklerinin de yumurtalarını parazitler. Bu türlerden *Thaumetopoea solitaria* Frey. ülkemizde *Pistacia* türlerinde yaşar. *O. pityocampae* erginlerinin bir kısmı sonbaharda çam kese böceği yumurtalarından çıktıktan sonra kışı geçirmek ve bir generasyon daha verebilmek için kışı yumurta döneminde geçiren *T. solitaria* yumurtalarını arar. Eğer alternatif konukçuları bulamazsa ölür. Bu nedenle, kızılçam ormanlarımız içinde yer yer yetişen *Pistacia* türleri çam kese böceği ile biyolojik mücadelede faydalı olmaktadır. Diğer bir örnek ise, çam sürgün bükücüsü *Rhyacionia buoliana* (Den. & Schiff.) (Lep.: Tortricidae) ve bunun hymenopter paraziti *Orgilus obscurator* Ness. (Hym.: Braconidae)'dur. Bu parazitin dişisi çiçeklerle, özellikle yabani havuç *Dacus carota* ile beslendiği zaman 20 gün, fakat çiçek bulamayınca ancak 4 gün kadar hayatta kalabilir. Oysa 4 gün, bir dişinin yumurtalarının hepsini koymasına imkân vermeyecek derecede kısa bir zamandır.

Değişik yaştaki yapraklı ağaç türlerinin iğne yapraklı türlerle karıştırılması halinde, karışımda barınacak kuş türü sayısında da artış meydana gelir. Örneğin bir araştırmada, saf sarıçam meşcerelerinin 7 kuş türü barındırmasına karşılık, sarıçam+yapraklı ağaç karışımlarında 14 kuş türünün barındığı kaydedilmiştir. Keza, gerek çam+meşe karışık meşceresinde, gerekse değişik yaşlı saf çam meşceresinde bulunan toplam arthropod sayısı, aynı yaşlı saf çam meşceresindekinden daha fazladır.

Plântasyon sahalarında, yaban hayatı popülasyonunun geleceğini teminat altına alan mozaik bir yapı tesis edilmelidir. Sahaya planlı bir şekilde dağıtılacak yapraklı tür dikimleriyle bu sağlanabilir. Ayrıca, plântasyon çalışmaları aynı zamanlarda olsa bile değişik mekânlarda yapılacak olursa, farklı kuruluş özelliklerine sahip meşcereler ortaya çıkacağından, yaban hayatı habitatlarının devamlılığı da mümkün hale gelir. Ağaçlandırma çalışmalarında yörenin doğal öncü ve süksesyon türleri en az %10 oranında karışıma sokulmalıdır. Bir meşcere içinde ne kadar çok ağaç türü ve



değişik yaş sınıfı varsa, hayvan dünyasındaki çeşitlilik de o kadar fazla olur. Mümkün olan yerlerde grup ve büyük grup karışımlar kurularak karışık meşcereler tesis edilmeli; doğal ve yapay gençleştirme kombinasyonlarından yararlanılmalıdır. Ormanda tür çeşitliliği olması yaban hayatı için büyük avantajdır. Ancak, farklı türlerin münferit karışımlar halinde olması yerine, alan karışımları oluşturması ve böylece habitat çeşitliliğinin artması, bu avantajı daha da güçlendirir. Kesim yapılacak sahalar içinde de kalsa, dik yamaç, sarp kayalık, derin dere tabanı ve uçurum gibi marjinal bazı alanlar müdahale dışı bırakılmalıdır. Yaban hayvanlarının çeşitli ihtiyaçları dikkate alınarak, orman içi suların kıyılarında, dere vadilerinde, yüksek ve sarp yerlerde bazı ağaç toplulukları kesilmeden bırakılmalıdır.

3.2.2. Meşcere tiplerinin büyüklüğü

Meşcere birimleri küçüldükçe o sahada rastlanan habitat tipleri çoğaldığından çeşitlilik ve dolayısıyla faydalı böcek sayısı artmaktadır. Zira, meşcerelerin küçülmesiyle, birim alanda kaydedilen flora ve fauna türlerinde kural olarak genel bir artış ortaya çıkmaktadır.

3.2.3. Gençleştirme yöntemleri

Orman içi boşluklarda yaşayan tür sayısı, ormanın diğer kısımlarında yaşayanlardan daha fazladır. Buralardaki tür zenginliği, açıklıkların orman içine göre daha yüksek sıcaklık ve rutubet sağlaması veya bu türler için elverişli örtü şartları ve muhafazalı yerler sağlamasıyla açıklanabilir. Çiçekli otsu bitkilerin korunması, omurgasız ve bilhassa biyolojik mücadelede önemli bir yeri olan Hymenoptera (Chalcididae, Proctotrupidae, Ichneumonidae vs.) takımında tür zenginliği sağlama açısından önemlidir. Keza, kuşlar için de özellikle yaşlı meşcerelere bitişik alanlarda otsu ve çiçekli bitkilerin bulunması, tür zenginliği için şarttır. Otsu bitkiler, orman içi boşluklarda rüzgâr, sıcaklık ve rutubet bakımından uygun iklimik şartlar oluşturarak, topraktaki azot rezervinin serbest hale geçmesini hızlandırır ve böylece özellikle çiçekli otların verimini arttırmak suretiyle olumlu rol oynarlar.

Doğal yolla gençleştirilen ormanlarda, tıraşlama sahasının dar olduğu, yani 0,02 ha'dan küçük olduğu yerlerde, dikim gereksiz görülmektedir. Bu alanlar boş bırakılabilir. Daha büyük açıklık ve boşlukların ise mümkünse değişik türlerle ağaçlandırılması gerekir. Böylece, bırakılan küçük çaplı boşlukların muhtelif otsu bitkilerle, büyük boşluk ve açıklıkların da çevrelerindeki farklı ağaç türleriyle çeşitlendirilmesiyle, buralarda birçok faydalı organizmaların gelişmesine imkân sağlanabilir.

3.2.4. Ağaçlandırmalarda tür ve orijin seçimi

Doğal yayılış alanları dışında ve yetişme ortamına yabancı ağaç türü bileşimi tesis yerinin yetişme çevresi koşullarıyla türün yetişme çevresi isteklerinin bağdaşmaması nedeniyle bütün idare süresi



boyunca sorun oluşturmaktadır. Ağalandırmada kullanılacak bitki türleri öncelikle ülkemize ve özellikle çalışmanın yapıldığı bölgeye ait olmalıdır. Kültürleri kurarken kullanılacak olan tohumların rastgele orijinlerden getirilmiş olması, zayıf yetişme nedeniyle sekonder zararlı böceklerin aktif duruma geçmesine, aynı zamanda iklimatik faktörlere karşı dayanıksız kültürler yetişmesine neden olur. Bundan dolayı kültürleri kurarken kullanılacak tohumların, o yörede bulunmadığı takdirde, hasat ve tesis mıntıkları göz önünde tutularak seçilmiş uygun orijinlerden olması büyük önem taşır. Günümüzde entomolojik problem yaşadığımız alanların büyük bir kısmında ortak sorun, tür ya da orijin seçiminde yapılan hatalardır. Yabancı türler, yerel genetik değerler için risk taşır; istilacı yapıları ya da patolojik tehlikeleri ile yerel türleri tehdit edebilir. Bu nedenle yabancı türlerle ağaçlandırma çalışması yapmak, yerel biyolojik çeşitliliği tahrip etmek anlamına gelir. Ayrıca, geniş alanların tek türle ağaçlandırılması yerine farklı türler ile yapılan ağaçlandırma doğaya uygun ormancılık açısından daha uygundur. Egzotik ağaç türlerinin yetiştirilmesinde, ürünün kullanım alanları ve büyüme potansiyelinden ziyade, o yetişme yöresine uygunluğu dikkate alınmalıdır. Çünkü gençliğinden itibaren sağlam ve sağlıklı olarak yetiştirilen bireylerin zararlıların saldırılarına karşı çok daha dayanıklı oldukları bilinmektedir. Orman içinde, biyolojik çeşitlilik için uygun farklı yaşam ortamları yaratılması açısından ağaçların yanı sıra daha kk ağaççıkların hatta yabani meyve ağaçlarının kullanılması, açık sahaların mutlaka bırakılmasına zen gösterilmelidir. Ağalandırmada dikkat edilmesi gereken en önemli nokta, çalışma yapılacak alanın ekolojik özellikleridir. İyi niyetle başlanan girişimler zaman zaman doğal evre için fayda yerine zararlı sonuçlara da neden olabilmektedir. Bunun en tipik rneği, aslen orman niteliğinde olmayan alanların ağaçlandırma ile ormana dönüştürülmesidir. Kendine özgü ekolojik koşullara ve ekosistem bütünlüğüne sahip kumul, sulak alan, turbalık, fundalık, maki, ayırık, mera ya da bozkır ekosistemlerini ağaçsız diye ağaçlandırmak yalnızca alanın doğal peyzajını değiştirmekle kalmaz, aynı zamanda biyolojik dengesini yok eder; bu da nadir ekosistemlerin ve sahip oldukları değerli doğal yaşam ortamlarının yok olmasına neden olur.

Bir bölgede doğal olarak yetişmekte olan bitkiler dışında ağaçlandırma, fidanlık tarım için ürün elde etmek amacıyla bitki yetiştirilmesi hedeflendiği takdirde o bölgede yetiştirilecek olan bitki türünün belirlenmesinde bazı ölçütlere dikkat edilmesi gerekir. Bu ltler arasında yetiştirilmesi planlanan bitkinin;

- 1) Nitelik ve nicelik bakımından verimli olması,
- 2) Yrenin evre şartlarına uyum sağlaması bakımından yetenekli olması,
- 3) Canlı ve cansız etmenlerin sebep olduğu hastalıklara karşı direnç gösterme yeteneği taşıması yer alır.

Bu ltler dikkate alınarak bitki yetiştirme planlamasının yapılması uzun ömürlü olan ağaçları içinde barındıracak olan arazilerde:



- 1) Doğal gençleştirme yöntemiyle kurulacak ormanlık alanlar için,
- 2) Yapay yöntemle kurulacak olan ağaçlandırma alanları için,
- 3) Meyve bahçeleri için büyük önem taşır. Çünkü isabetsiz bir karar ile dikkat dışı tutulacak herhangi bir ölçüt uzun zaman dönemleri boyunca yetiştirilecek olan ağaçlarda olumsuz etkilerini devam ettirecektir. Bunun sonucunda ürünün niteliği ve niceliği olumsuz etkileneceğinden belki de yetiştirilmesi hedeflenen bitkinin popülasyonu tamamen ölecektir.

Dayanıklılık bir bitkinin bazı hastalık etmenlerinin etkisini durdurmak veya sınırlama kabiliyetidir. Bilindiği gibi bir bitki türü hastalanıyorsa hassas konukçudur. Hastalanmıyorsa dirençli veya dayanıklıdır. Hassaslık ve dirençlik hassas konukçuya olduğu kadar, hastalık etmenine ve çevreye de bağlıdır. Bir bitki bir hastalık etmeninin bir ırkına hassas başka ırkına dirençli aynı şekilde bir sıcaklık derecesine hassas bir başkasına dirençli olabilir. Bir hastalık etmeni bir bitki türünün bazı bireylerini veya çeşitlerini hastalandırabilir, bazılarında ise bu etkiyi yaratmayabilir. Bitki hastalıklarına dayanıklı bitkilerin ıslah yoluyla ortaya çıkarılması veya mevcutlarının belirlenmesi bitki koruma ve hastalıkları ile mücadele bakımından büyük önem taşımaktadır.

Hastalıklara karşı tam dayanıklılığa bağışıklık (immunité) denilmektedir. Kalıtıma dayanan hastalığa direnç özelliği bir, birkaç veya çok sayıda gen tarafından yönetilmektedir. Dayanıklılık yeteneği yalnızca dirençli bitkinin dayanıklılık genleri ile yönetilmez, kuşkusuz ki hastalık etmeninin kalıtım özellikleri de işe karışır. Etmenin hastalık oluşturma gücü ve kabiliyeti (virülens) de kendi genleri tarafından denetlenir. Hem dayanıklı bitkinin hem de hastalık etmeninin kalıtım özelliklerinde meydana gelen mutasyon olayları yoluyla ortaya çıkan geniş değişkenlik (varyasyon) imkânları, bir zaman sonra bitkilerin dirençlilik özelliğini kaybetmeleri ile son bulmaktadır. Yani hastalık etmeni, yeni ırklar meydana getirerek kendilerini dayanıklı bitkileri de etkileyebilir hale getirmektedir.

Bitkilerin hastalıklara dayanıklılığında rol oynayan diğer bir etkende savunma düzeneğidir. Bitkide hastalıklara karşı savunma olayı iki şekilde kendini gösterir.

- 1) Bitki kendisinde hastalık olgusundan önce mevcut olan, engeller ve kimyasal bileşikler aracılığıyla kendisini hastalık etmenlerine karşı savunur. Buna pasif savunma veya pasif direnç denilmektedir.
- 2) Bitki hastalığın bulaşmasından sonra geliştirdiği yapı değişimleri ve biyokimya tepkimeleri sonucu oluşan maddeleri ile bitki hastalık etmenlerine karşı kendini savunur. Buna aktif savunma veya aktif direnç denilmektedir.

3.2.5. Tali ağaç, ağaççık ve otsu floranın varlığı

Silvikültürel müdahaleler sırasında çoğu diri örtü olarak kabul edilen, fakat yaban hayvanlarının ve faydalı bir çok organizmanın hem örtü hem de besin kaynağı olan *Alnus* sp., *Platanus* sp.,



Populus tremula, *Rubus* sp., *Vitis* sp., *Carpinus* sp., *Malus communis*, *Craetagus* sp., *Rhamnus frangula*, *Ilex* sp., *Sorbus* sp., *Betula* sp., *Amelanchier* sp., *Quercus coccifera*, *Smilax* sp., *Pyrus* sp., *Prunus* sp., *Castanea sativa* ve *Eucalyptus* sp. gibi türler, işletme amacıyla ortaya koyulan meşcere kuruluşunu engellemeyecek miktarlarda ve dağılımda sahada orman örtüsü içinden ziyade boşluk ve açıklıklarda bırakılmalıdır. Orman ağaçlarından meşe, kayın, kestane, ağaççık ve çalılardan muşmula, armut, kuşburnu, ahududu, böğürtlen, katırtırnağı gibi çiçekli ve meyveli türler hektarda en az 10 adet kalmalıdır. Özellikle parazit erginlerinin beslenmeleri için nektar alabileceği böyle ağaçlar doğal düşmanların performansları açısından çok önemlidir. Bu nedenle bakım müdahaleleri sırasında tali ağaç türleri, ağaççık ve çalılar korunmalıdır. Örneğin, doğal olarak bulunan bir çalı türünde 100'ün üzerinde böcek bulunurken alana yapay olarak getirilen bir türde ise ancak birkaç tür böcek bulunabilmektedir.

3.2.6. Meşcere yaşı ve kapalılık

Orman ekosisteminde faydalı faunanın zenginliği, büyük ölçüde meşcerelerin yaşına ve ayrıca yatay ve dikey kapalılığa göre oluşan boşluk strüktürüne bağlıdır. Ormanların sıklık periyotlarında, mevcut kuş türü sayısının önce hızla yükseldiği, bunu takiben belli bir süre sonra yavaş yavaş azaldığı ve nihayet ormandaki ağaç sayısının azalmasına paralel olarak tekrar arttığı tespit edilmiştir. Kuş türleri, özellikle belirli yaş sınıfındaki meşcereler karşısında belirli tercihler göstermektedir. Örneğin, bir araştırmacı, saf sarıçam meşcerelerinde yaşayan kuş sayısının, ağaçlarda meydana gelen boşluk yapısının bir fonksiyonu olduğunu bulmuştur. Bu araştırmada, sarıçam ormanlarında; 1-3 yaşındaki gençliklerde 5 kuş türü, 3-35 yaşındaki meşcerelerde 6-8 tür, 25-45 yaşındaki meşcerelerde ise sadece 4 tür barındığı tespit edilmiştir. Meşcerenin ileriki çağlarında ise bu sayı tekrar yükselmektedir. Örneğin, 40-100 yaşındaki çam meşcerelerinde 8-10 kuş türünün barınabildiği tespit edilmiştir. Buradan anlaşılmaktadır ki, bütün kuş türleri, ormanın yaş sınıflarına bağlı olarak belli tercihler göstermektedir. Şu halde, belirli bir alan dâhilindeki ağaç yaşlarının daha geniş sınırlar içinde değişmesinin, kuş türü sayısının artmasına imkân sağladığı söylenebilir. Bu ifade omurgasızlar için de geçerlidir. Örneğin, başka bir araştırma sonucu, 60 yaşında bir çam meşceresindeki ağaçların tepe çatılarında 247, 112 yaşındaki bir meşcerede ise 281 arthropoda türü tespit edilmiştir. Benzer şekilde 39 yaşındaki bir ladin meşceresinde 17 coleopter familyasına ait 64 tür, 85 yaşındaki bir meşcerede ise yine Coleoptera'dan 23 familyasına ait 86 tür kaydedilmiştir.

3.2.7. Dikili kurular ve ölü ağaçlar

Yaşlı veya kuruyup ölmüş ağaçların (dikili kuru) muhafaza edilmesi, bu mikrohabitatlara bağlı olan bitki ve hayvan türlerindeki çeşitliliği arttırabilmenin en etkili ve ucuz yoludur. Kural olarak hektarda, yapraklı ormanlarda 7-10, karışık ormanlarda 4-6 ve iğne yapraklı ormanlarda 1-3 adet kovuk ve çürümüş ağaç bırakmaya



(ağaçkakan ağaçları olarak) gayret edilmelidir. Böcekli ağaçlardan kabuğu dökülmeye başlayanlar artık çekiciliğini kaybettikleri için yeni böcek üretmezler. Bu nedenle sahada bırakılmalarında sakınca yoktur. Seçilecek ölü veya yaşlanmış ağaçlar, mümkün olduğunca yollardan uzaklarda olmalıdır. Ölü ağaç serveti işletme ormanlarında 5 m³/ha, diğer ormanlarda 15 m³/ha olmalıdır. Bir ormanda orta vadede amaçlanan ölü ağaç hacmi, var olan servetin %1-2'si (5-10 m³/ha) kadardır. Ölü ağaç servetinin %50'den fazlasının çapı 20 cm'den kalın ve yine %50'si dikili kuru olmalıdır. Işık ve sıcaklık isteyen ve odunda yaşayan türler için meşe en iyi bilinen ölü ağaç türüdür. Toplam orman faunasının 1/5'inin herhangi bir şekilde ölü ağaçlara bağlı olduğu unutulmamalıdır. Nitekim ölü ağaç içerisinde yaşayan organizmaların birçoğu özel nitelikli isteklere sahiptirler. Bu ortamlar algler, mantarlar, likenler, yosunlar, böcekler, kuşlar ve küçük memelilerin özel yaşam alanlarını oluştururlar. Dik veya yatık tepesi kırılmış, çatal ve eğri-büğrü değersiz ağaçlar, ölü ağaç kaynağı olarak görülmeli ve değerlendirilmelidir. Büyük kuş topluluklarını barındıran, böcek, mantar ve diğer organizmalara yuva olmuş ağaçlar kesilmemelidir. Yaşlı ve kuru ağaçlarda barınan ve zararlı böcekleri yiyen türler içinde *Vespa crabro* L. (Hym., Vespidae) gibi avcı böcekler, Picidae familyasından *Dendrocopos minor*, *D. medius*, *D. leucotos*, *Dryocopus martius*, ve *Picus viridis* gibi bazı ağaçkakan türleri, güvercinlerden Tahtalı *Columba palumbus*, ya da yarasalardan *Myotis nattereri*, *Nyctalus noctula* gibi türler bulunabilir.

3.2.8. Dikim öncesi toprak hazırlığı

Dikim yapılacak sahayı dikime hazırlamak için yapılan işlemlerde, örneğin dikim öncesinde alandaki diri örtünün veya dip kütüklerinin kaldırılması ve toprağın işlenmesi sırasında toprak özelliklerinin kaybolmamasına dikkat etmek gerekmektedir. Bu, sahada gelişecek otsu türlerin çeşitliliğini devam ettirmeye yarayan bir tedbirdir. Derin işlemede, bitkilerin kök kısımlarında kalan üst toprak tabakası ve humusun, kütükleri çekip sürütmek suretiyle dökülmesini ve böylece yeniden toprağa kazandırılmasını sağlamak, toprağın üst tabakalarında gelişen çiçekli otsu bitkilerin korunması bakımından çok önemlidir.

Toprak işleme öncelikle bitkilerin gelişmelerini hızlandıran, kök sisteminin iyi gelişmesini sağlayarak kuvvetli bünyeli olmalarını sağlayan kültürel bir önlemdir. Şüphesiz kuvvetli ve sağlam bünyeli bitkiler zararlı ve hastalık etmenlerinden daha az etkilenirler. Örneğin kökleri iyi gelişmiş fidanlarda toprak altı zararlıları fazla zarar meydana getiremez.

Toprak işleme, aynı zamanda işleme sırasında toprakta mevcut zararlıların yok edilmesi açısından da önemlidir. Zararlıların bir kısmı kışı toprakta pupa döneminde geçirir. Kışın yapılacak toprak işleme bu zararlıların popülasyonunu önemli ölçüde azaltır. Bu nedenle de bu zararlılara karşı kışın toprak işleme önerilir. Toprakta yaşayan mayıs böceği, telkurtları, bozkurtlar gibi toprak altı zararlılarının



larvaları ilkbahar ve yaz aylarında yapılacak toprak işlemesi ile büyük oranda yok edilir.

Bitki üretimi yapılacak toprakta, ürün bitkilerinin talep edeceği besinlerin ve rutubetin, devamlı olarak sağlanacak durumda bulunması gereklidir. Böylelikle, niteliği ve niceliği yüksek ürünler elde edilebilecektir.

Toprak işleme çalışmaları, fidanlık çalışmaları ve ağaçlandırma sahalarında uygulanmaktadır. Bu işlem ile:

- 1) Toprak altüst edilerek ve karıştırılarak gevşetilmekte
- 2) Toprak su dengesi ve toprak havalanması sağlanmakta
- 3) Toprak sıcaklığı üzerinde etki edilmektedir.

Toprağın işlenmesi ile meydana gelen değişimler sonucu toprak mikroorganizmalarının bileşimi etkilenmekte, aynı zamanda bitki gelişmesi iyileştirilmektedir.

Böylece, toprak işlemesi sonucunda; bitkinin sağlığı kuvvetlenmekte, toprak şartlarının bitki gelişimine teşvik edici ve uygun hale gelmiş olması ile hastalık etmenlerinin olası hasarları engellenip azalmaktadır.

Meşede (*Quercus* sp.); kök öldürücüsü mantarın (*Rosellina quercine*) ve bal mantarının (*Armillaria mellea*) sebep oldukları bitki ölümü hastalıklarında olduğu gibi, toprak içerisinde gelişmekte olan mantar miselinin bitkiye doğal açıklıklardan veya yaralardan giriş yaptığı durumlarda hastalık etmeninin toprak içinde ilerlemesini önlemek üzere tecrit hendekleri kazılması başka bir toprak işlemesi çeşididir.

3.2.9. Ayıklama ve aralama

Ormanlarda, aralama faaliyetleri ile yerli doğal düşmanların aktivitesine yardımcı olacak değişiklikler meydana getirmek mümkündür. Örneğin, avcı türler sıcaklığı sever; dolayısıyla, kapalılık buna göre ayarlanabilir. Bunun için, zararlı türün bulunduğu ormanda aralama gibi bazı kültürel ve silvikültürel tedbirlerin uygulanabilmesi için, gerekirse amenajman planında bazı değişiklikler yapılabilir. Bir meşcerenin asli ağaç türleri arasında yapılacak bir aralama, dönem başında yapılmalıdır. Plantasyonda erken uygulanacak bir aralama, fauna elemanlarından hem omurgalı hem de omurgasız türleri bakımından en uygun olanıdır. Çünkü bu işlem meşcerenin sık ve sıkışık kapalı olduğu çağda meşcereye ışık nüfuzunu sağlar. Aralama ile bir alanda değişik strüktürler oluşturmak mümkündür. Örneğin, bazı yerlerde aralama ile kapalılık kırılarak, çeşitli otsu bitkiler ve çalılardan oluşan kommünitelerin ortaya çıkması sağlanabilir. Bu, faunadaki çeşitliliği artırır. Bilindiği gibi fazla sık yetiştirilen bitkiler, genellikle zayıf yapılı olurlar. Bunun için gençliğinden itibaren meşcerelerin büyüme tikanıklıklarına neden olacak derecelerde sık kalmaları uygun bakım tedbirleri ile giderilmeli, böylelikle dirençli ve sağlıklı fertler yetiştirilmelidir. Orman bitkilerinde mantar hastalıkları ormanın çatısının gevşetilerek hava



sirkülasyonunu daha fazla sağlanmak suretiyle nem oranı düşürülerek mücadele yapılabilir.

Orman ağaçları gibi çok yıllık bitkilerde yapılan normal budamalar ve gençleştirmek amacıyla yapılan aşırı budamalar bitkilerin kuvvetli gelişmelerini, dolayısıyla zararlılardan daha az etkilenmelerini sağlar. Gençleştirme ve özellikle budama, zararlı ile bulaşık bitki kısımlarının uzaklaştırılmasını sağladığından, zararlı popülasyonlarının azaltılmasını da sağlayan bir kültürel önlemdir.

3.2.10. Dayanıklı ağaç yetiştirilmesi

Kuvvetli ve sağlam bünyeli bitkiler zararlılardan daha az etkilendiği gibi, zararlılar böyle bitkiler üzerinde daha az beslenir ve çoğalırlar. Bu nedenle bir kültür tesis edilirken her kademede buna yönelik önlemlerin alınması gerekir. Özellikle entegre zararlı yönetimi programlarında bu önlemlere öncelikle yer verilir. Ormancılık çalışmalarında amaç yeni bir kültür bitkisi yetiştirmek değil mevcut bitki desenine göre uygun orijinli bitki yetiştirmektir.

Orman bitki türlerinin aynı zararlıdan etkilenmeleri farklıdır. Bu farklılık bitki türünün söz konusu zararlıya karşı dayanıklılığının farklı olmasından kaynaklanır. Bundan yararlanarak suni gençleştirme sahalarında dayanıklı türler yetiştirmek suretiyle zararlılardan korunmak mümkündür. Günümüzde zararlılara karşı dayanıklı bitki türlerinin geliştirilmesi için ıslah çalışmaları yapılmaktadır.

3.2.11. Gübreleme ve yabancı ot mücadelesi

Gübreleme, bitkinin gelişmesini sağlaması açısından önemlidir. Ormanlarda gübreleme imkânsız gibi bir şey olup, ancak fidanlıklarda, park ve bahçelerde gübreleme yapılabilir. Ancak gübrelemenin tek yönlü değil de dengeli bir şekilde yapılması gerekir. Böylece bitki sağlam bünyeli gelişir ve zararlılardan daha az etkilenir. Örneğin fazla azotlu gübrelemeler bitkilerde vejetatif gelişmeyi artırır, bitkinin hücrelerinin su miktarının fazla olmasına neden olur. Özellikle yaprak bitleri, kabuklu bitler, tripsler gibi bitki özsuyla beslenen sokucu-emici ağız parçalarına sahip böceklerin tercih ettiği ortam meydana gelmiş olduğundan bu böcekler aşırı çoğalıp daha zararlı olurlar.

Potaslı gübrelemeler bitkilerin hücre çeperlerinin daha kalın olmasını sağladığından bitkiler de sağlam bünyeli gelişir. Sokucu-emici ağız parçalarına sahip yaprak bitleri, kabuklu bitler gibi böcekler bu durumda fazla zararlı olamazlar. Bu nedenle yaprak bitlerine karşı bitkilerin potasça zengin gübrelerle gübrenmesi önerilir.

Fidanlıklarda bitkilerin besin ve suyuna ortak olan yabancı otların, sökülerek veya toprağı işleyerek ya da herbisitlerle yok edilmesi, fidanların sağlıklı ve kuvvetli gelişmelerini sağlar. Fosforlu gübreler bitkilerde generatif gelişmeyi teşvik eder.



Kireç ya da kireçli gübreler toprak asitliliğini giderir. Toprakta asitliliğin azalması bitkinin de iyi ve sağlam bünyeli gelişmesini sağladığından, bitki zararlılardan daha az etkilenir. Bitki sağlığı açısından en önemli konu yanmamış hayvan gübresinin asla kullanılmamasıdır. Hayvan gübreleri içinde çok sayıda yabancı ot tohumu ve hastalık etmeni barındırdığı gibi danaburnu, bozkurt, mayıs ve haziran böceği gibi zararlılara uygun barınma ortamı oluşturarak popülasyonun artmasına neden olur.

Fidanlıkta bitki üretimi yapmak için gübreleme bir zorunluluktur. Buna karşılık, ormancılığın uğraş alanı olan geniş sahalarda gübreleme pratik olmayacağından uygulanmaz. Sadece orman toprağının canlı yani mikroorganizmalar bakımından zengin olmasına gayret edilir. Bu bakımdan orman zemininde humus denilen ölü örtünün bulunması iyiye işarettir.

Gübreleme, toprağa organik maddelerin ve mineral maddelerin katıştırılmasıdır. Organik gübre olarak;

- 1) Çiftlik gübresi
- 2) Harç (kompost) gübre
- 3) Yeşil gübre kullanılır.

Mineral gübre olarak da bitki gelişmesi için gerekli bazı elementler eklenir.

Gübreleme uygulaması sonucunda toprakta; toprak çeşidine göre değişen bir ölçüde, su ekonomisi düzelir, verimlilik artar, tanelilik yapısı (tekstür) islah olur ve havalanma sağlanır.

Ayrıca toprağa gübre ilavesi sonucu;

- 1) Toprak mikroorganizmalarının faaliyeti artmaktadır.
- 2) Gübre ile beraber gelen ve rekabet eden mikroorganizmalar sayesinde toprakta barınmakta olan hastalık etmenlerine karşı bitki koruması bakımından önemli ve olumlu bir etki ortaya çıkmaktadır. Toprağa karıştırılan organik maddeler sayesinde, özellikle ağır topraklarda gözeneklilik yaratılır. Böylelikle toprakta su kaybı azalır, su tutma oranı artar yıkanma olayı sonucu giden toprak unsurlarının kaybı azalır ve erozyon hasarı büyük ölçüde düşer. Gözeneklilik arttıkça toprağın havalanması ve mikroorganizmaları artar.

3.2.12. Temiz üretim materyali

Yeni orman kurulmasında, sağlam ve kuvvetli bitki yetiştirmek için her şeyden önce sağlıklı tohum, fide veya fidan kullanılmalıdır. Hastalık veya zararlı ile bulaşık olmayan üretim materyali kullanmak son derece önemli bir kültürel önlemdir.

Temiz tohum ile çimlenme gücü yüksek ve dolayısıyla kuvvetli bünyeli bitki yetiştirilerek zararlılara karşı koruma sağlanmış olur. Tohum temizliği tohum böcekleri ve nematod gibi tohumla taşınan zararlıların taşınmasını da önlemesi bakımından önemli olan bir kültürel önlemdir.



Temiz fide veya fidan özellikle kök-ur nematodları gibi zararlıların temiz alanlara yayılmaması veya sonradan bitkinin tamamen zarar görmemesi açısından da çok önemlidir. Sağlıklı, sağlam, bulaşıksız, aynı zamanda yüksek verimli olan tohumlar ve çoğaltmada kullanılan bitki kısımları kullanılması, bitki üretiminde ve yetiştirilmesinde en önemli konulardan biridir.

Çoğu bulaşıcı hastalık etmeni, tohumda ve çoğaltma materyalinde bulunmakta ve bunlar ile nakledilmektedir. Böylelikle bir bölgede mevcut olan ve hüküm süren hastalıktan dolayı, bulaşık tohumların ve diğer bulaşık bitki kısımlarının kullanılmış olması sebebi ile o yörede yapılan üretim başarısı düşmekte ve yetiştirilmesi hedeflenen bitki ürününün niteliği ve niceliği bakımından kayıp ortaya çıkmaktadır. Bunlardan başka, hastalığın hüküm sürmediği diğer yeni yörelere de hastalık yayılması olmaktadır.

Bitki üretiminde kullanılacak tohumların ve diğer bitki kısımlarının hastalık etkenlerinden ve hasar vericilerden yoksun-temiz olması gerektiğinden her ülke ve her devlet kendi tedbirlerini almalıdır. Bunun için böyle iş ve işlemler ile uğraşanlara, görevli olan kuruluşlar tarafından bizzat tohumlar ve çoğaltmada kullanılacak bitki kısımları, hem elde edilmekte hem de bunların sağlıklı olduğuna dair sertifikalar verilmektedir.

Tohumun kalitesi, elde edilecek bitki materyalinin niteliğini ve niceliğini doğrudan etkilemektedir. İyi tohum:

- 1) Temiz,
- 2) Hastalık etmenlerinden arınmış,
- 3) Canlılığı (vitalite) ve büyüme gücü iyi,
- 4) İyi gelişen bir anaçtan alınmış,
- 5) Kalıtım özellikleri üstün olma gibi özellikleri taşımalıdır. Böylece elde edilecek fideliklerde iyi vasıflı olacaktır.

Ekilen tohumların taşıdığı hastalık etmenleri elde edilecek üründe nitelik ve verim kayıplarına sebep olmaktadır. Bu sebepten tohum materyalinin korunması için kimya maddeleri ile veya sıcak su ile işleme sokulması gerekmektedir.

Aşılama işleminde ise alınan aşı kalemlerinin sağlıklı olmasına dikkat edilmelidir. Vejetatif yoldan çoğaltılan bitkilerde çeliklerin sağlıklı bireylerden alınması son derece önemlidir. Sağlıklı tohumlar ve bitki kısımları arazide belli teknikler kullanılarak yetiştirilir. Bunların sağlıklı ve temiz olması laboratuvarında test edilir. Denemesi ve denetlenmesi tekrar arazide gerçekleştirilir.

3.2.13. Dikim aralığı

Seyrek yetiştirme, bitkinin birim alandan daha fazla besin alması bakımından kuvvetli ve sağlam gelişmesini sağlar. Sık yetiştirilmiş bitkiler zayıf ve cılız olduklarından, üzerlerinde kabuklu bitler, unlu bitler ve yaprak bitleri gibi zararlılar daha fazla zarara neden olurlar.

Bazı böcekler, örneğin yaprak bitleri, kabuklu bitler ve unlu bitler rutubeti çok severler, güneş ışığından hoşlanmazlar. Bu nedenle sık



dikilmiş ağaçlandırma sahalarında daha zararlı olurlar. İşte bu yüzden bu gibi zararlılarla mücadelede seyrek dikim önerilir. Ormanlarda zamanında tekniğine uygun bakımların yapılması, ormanların zararlı organizmalara karşı dayanıklı hale getirilmesine neden olur. Ayrıca mantar zararlarına karşı nemi azaltmak ve ormanı havalandırmak için seyrekleştirme yapılır.

3.2.14. Sulama ve drenaj

İyi sulanmayan bitki gelişemez, zayıf ve cılız kalır. Dolayısıyla zararlılardan fazla etkilenir. Ancak aşırı sulama da bitkinin vejetatif gelişmesini arttırdığından, özellikle sokucu-emici ağız parçalarına sahip böceklerin tercih edeceği dolayısıyla da daha fazla zarar göreceği duruma neden olur. Ormanlarda sulama mümkün değildir, ancak fidanlık ve bahçelerde sulama yapılabilir. Taban suyu yüksek fidanlıklarda drenaj hendekleri açılarak fazla su tahliye edilebilir.

3.2.15. Tercih olunmama ve antibiosis

Tercih olunmama; bazı bitkilerin beslenme, yumurta bırakma, sığınma gibi davranışları itibarıyla zararlılar tarafından tercih edilmemesidir. Bitkinin iç ve dış yapısı, örneğin tüylü, mumsu yapıda yapraklara sahip oluşu, rengi, içerdiği koku ve tadı bazı böceklerin tercih etmediği özellikler olabilir ve bu özelliklere sahip bitkilerin yeni ağaçlandırmalarda kullanılması böceklerin zararına karşı korunmayı sağlar.

Antibiosis; bir bitki çeşidinde zararlıların biyolojik faaliyetlerine olumsuz yönde etkisi olabilecek özel zehirli bileşiklerin bulunması veya besin maddelerinin yeterince bulunmaması durumunda ortaya çıkan bir dayanıklılıktır. Örneğin çam kese böceği kızılçam ve karaçamda yoğun zarar yaparken aynı sahada bulunan fıstık çamlarında pek fazla zarar yapmaz. Çünkü ibrelerin kimyasal bileşimleri arasında önemli fark bulunduğu için larvalar fıstık çamına gitmez.

3.2.16. Tuzak bitkiler

Zarar gören bitkinin arasına, zararlıların çok sevdiği ve tercih ettiği bitkilerin dikilmesi veya ekilmesiyle zararlıların tuzak olarak ekilmiş bu bitki üzerinde toplanması sağlanarak zararlı ile mücadele edilir. Bu yöntem özellikle biyolojik mücadele etmeni organizmaların da barınması ve varlıklarını sürdürmeleri açısından önemli bir yöntemdir. Örneğin fıstık çamı zararlısı *Leptoglossus occidentalis* kışı baklagillerde geçirdiğinden fıstık çamı ormanlarının altına veya bitişğine tuzak amacıyla baklagiller ekilerek zararlı böceğin toplanması sağlanır.

3.2.17. Tolerans

Bitkilerin zararlıların saldırılarına karşı koyabilme, zarar gören dokularını tamir edebilme ya da yenileyebilme yeteneği tolerans olarak bilinir. Böylece toleranslı bitkiler zararlıların olumsuz etkilerini en düşük düzeye indirerek onlara dayanırlar ve canlı, kuvvetli kalarak



fizyolojik faaliyetlerini sürdürüp gelişimlerini sürdürürler. Toleransta bitkinin etkinliği daha fazladır. Bu nedenle antibiosisten farklıdır. Çünkü antibiosiste zararlı ile bitkinin etkinliği bir aradadır ve aralarındaki ilişki sonucunda dayanıklılık ortaya çıkar. Kurak geçen bir yılın ardından ağaçlarda strese bağlı olarak kabuk böcekleri artarak ormanı tehdit etmeye başlar. Ancak kurak yılın ardından bol yağışlı ve ılıman geçen bir yılda ağaçlar iyi beslendiklerinden güçlenecek ve ağaçlara gelen kabuk böceklerinin kambiyumda yapacağı zarara karşı fazla reçine salgılayarak kabuk böceğinin zararını önleyecektir.

Bitkilerde dayanıklılığa etki eden faktörler 4 grup altında toplanabilir.

a) Bitkinin morfolojisi ve anatomisi

Bitkinin morfolojik yapısı ile ilgili faktörlerdir. Bitki yüzeyinin tüylü oluşu, sokucu-emici ağız parçalarına sahip böceklerin beslenmesine uygun olmayışı nedeniyle bitkinin bu tür böceklerden daha az zarar görmesi sonucunu getirir.

Kuvvetli gelişmiş bitkiler böceklerin daha az saldırısına uğrar. Örneğin I. bonitet ormanlarda kabuk böceklerinin daha az yumurta bıraktığı saptanmıştır.

b) Bitkinin biyolojisi

Bunda ilk akla gelen bitkinin yaşıdır. Örneğin yaşlı bitkiler yaprak bitlerine daha dayanıklıdır. Zarar görmüş organları hemen tamir edebilen bitkiler bu nedenle zarardan daha az etkilenirler. Yine aynı şekilde zarar görmüş bazı bitkiler yeni organlar meydana getirerek zarardan kurtulmuş olurlar. Böylece iki özellik nedeniyle bitkilerin dayanıklılığı ortaya çıkmış olur.

c) Bitkinin biyokimyasal yapısı

Bitkilerin içerdiği bazı tat ve kokular örneğin alkaloid, esans yağları, reçineler gibi kimyasal bileşikler zararlıları cezbedici veya kaçırmaya özelliğe sahiptirler. Kaçırmaya özellik bitkinin dayanıklılığını, cezbedici özellik de bitkinin hassasiyetini doğurur.

Bir bitkinin herhangi bir zararlıya karşı dayanıklılığı, taşıdığı ilgili genlerle kontrol edilir ve kalıtsallaşır. Bu genler; zararlıya zehirli veya zararlına tercih etmediği, zararlıyı kaçırmaya etkiye sahip biyokimyasal ürünlerin oluşmasını sağladığı gibi bitkide morfolojik ve anatomik özelliklerin oluşmasını da sağlar.

d) Çevre faktörleri

Bu konuda ışık, sıcaklık, nem gibi iklim faktörleri ile toprak önemli faktörlerdir. Örneğin yaprak bitleri serin iklim koşullarından daha çok hoşlandıkları için bitkilerde daha fazla zarar meydana getirirler. Tabii ki serin iklimdeki bitkiler yaprak bitlerinden fazla zarar gördüklerinden hassasiyet olayı ortaya çıkar. Aynı şekilde kabuklu bitler, unlu bitler



gibi zararlılar nemden çok hoşlanırlar ve bu yüzden nemin yüksek olduğu bölgelerde bitkiler bu zararlılardan daha fazla etkilenir.

Bazı zararlı böcekler ışıktan kaçır ve bu nedenle ancak geceleri toprak yüzüne çıkarak beslenirler. Çam kese böceği bunun en tipik örneğidir. Işık, bitkilerin morfolojik yapılarını da etkilemek suretiyle dolaylı etkiye sahiptir.

Toprak, içerdiği besin maddelerinin bitkinin bünyesini ve gelişmesini doğrudan etkilemesi nedeniyle dayanıklılığın ortaya çıkmasında önemli bir etkidir.

3.2.17. Diğer kültürel önlemler

Dallarda yaşayan veya gövde kovuklarında yuva yapan kuşların tür zenginliği bakımından, yapraklı türlerden oluşan ormanlarda, iğne yapraklılardan genellikle daha üstündür. Bu sebeple, yapraklı yetişme muhitlerinin saf çam meşcerelerine çevrilmesi yerine, değişik türlerin yetişmesine imkân veren silvikültür teknikleri ve uygun büyüklükte bloklar oluşmasını sağlayacak çapta tıraşlamalar düşünülebilir. Zaten bunu sağlamayan bir tıraşlama uygulaması, kuşların tıraşlamadan sonra sahayı terk etmesine yol açar. Habitatın tamamını yok eden tıraşlama kesimlerinden kaçınılmalıdır.

Silvikültürel çalışmalarda her zaman doğal orman toplumları dikkate alınmalı ve hem yan meşcere hem de orman kenarları mutlaka korunmalıdır. Kurulacak yeni ormanlar doğal ormanlar gibi küçük alanlı ve değişik yaşlı mozaik yapıları içermelidir. Doğal oluşmuş boşluklardan değişik yaşlılık sağlamak için gerektiğinde yararlanılmalıdır. Ekonomik değeri düşük fakat ekolojik değeri yüksek bilhassa geniş yapraklı ormanlarda idare süreleri uzatılmalıdır. İşletme amaçları zedelenmeden, orman içinde ve dışında kapalılık değişimlerine gidilerek ışık ve sıcaklık ayarlamaları yapılmalı, çiçekçe zengin yabani flora desteklenmelidir. Doğal zenginliği ve çeşitliliği artırmak için, ormanda var olan küçük boşluklar kendi haline bırakılmalıdır. Doğada kendi haline bırakılmış “doğa ormanı hücreleri”nin sayısı yeterli miktarlara ulaşıncaya kadar teşvik edilmelidir. Silvikültürel müdahaleler kuşların kuluçkaya yattığı veya yavru uçurduğu mart-ağustos dönemi dışında yapılmalıdır. Özellikle iğne yapraklı ormanlarda, mümkünse kışın karlı dönemlerde yapılmalıdır. Denetimli yakma, kuşların yuva bağlama zamanından önce yapılmalıdır. Kesimler belli bir noktada yoğunlaşmamalı, mümkün olduğu kadar geniş bir alana dağıtılmalıdır. Doğaya uzak silvikültürel müdahaleler neticesinde kurulmuş ormanlarda, rüzgâr, fırtına ve kar zararlarının ardından entomolojik sorunlar sıkça yaşanmaktadır. Bu nedenle, böyle alanlarda gerekli teknik çalışmalar yapılarak temiz bir işletmecilik uygulanmalıdır. Orman yollarının kenarlarında ve yollara zarar vermeyecek uzaklıklarda yaşlı ağaçlar ve ağaç toplulukları bırakmak, “orman iç kenarı” oluşturacağından ihmal edilmemelidir. Çok yönlü yararları dikkate alınıp, “orman dış ve iç kenarları”nın bozulmasına izin verilmemelidir. Kesilen veya devrilen ağaçların kökleri olduğu gibi bırakılmalıdır. Kesilen artıkların



bir kısmı, silvikültürel müdahaleyi engellemeyecek miktar ve düzende alanda bırakılmalıdır. Kesim artıklarıyla oluşturulacak çalı yığınları, bilhassa geniş yapraklı ağaçlardan kurulu ormanlarda ihmal edilmemeli, silvikültürel müdahalelerin geleceğini engellemeyecek şekilde, mümkünse bütün alana serilmelidir. İstif yapılacaksa, bu istifler gevşek olmalı, irili ufaklı boşluklar bulundurulmalıdır.

Bitki topluluklarını hastalıklardan korumak üzere başvuru olan mücadele yöntemlerinden biri de yetiştirme tedbirleridir. Yetiştirme tedbirlerinin ilkeleri;

- 1) Bitki üretim sahasından hastalık etmeninin uzaklaştırılması,
- 2) Bunların kendiliğinden bitkiden uzaklaştırılması,
- 3) Hastalık etmenine karşı konukçu bitkinin direncinin artırılması,
- 4) Hastalık etmenine uygun olmayacak şartların yaratılması,
- 5) Hastalanmış bitkilerden bulaşıksız ürün elde edilmesidir.

Usulüne uygun olmayan bitki yetiştirme yöntemleri ile sebep olunan anormallikler, mantarların neden olduğu hastalık belirtileri ile benzerlik göstermektedir. Örneğin, bitki gövdelerinin suda ıslanmış gibi görünüşü, neticede kararması ve sağlığının bozulması, toprak mantarlarının istilası kadar topraktaki aşırı nitrattan dolayı olabilir. Benzer şekilde, bitkilerin sararması (kloroz) olayı virüs hastalığı ve mikoplazma hastalığı kadar demir eksikliğinden, kalsiyum eksikliğinden ve magnezyum eksikliğinden dolayı olabilir. Böyle durumlarda toprak şartlarına dikkat edilerek bunların yetiştirilmesi amaçlanan bitkinin gelişmesine uygun duruma getirilmesiyle kaçınılabılır.

3.2.18. Kabuk böcekleriyle kültürel mücadele

Kabuk böceklerine karşı mücadelede küçük yapılı olmaları, yaşadıkları yere güçlkle ulaşılabilmesi ve biyolojilerinde yöreye göre ortaya çıkan farklılıklar nedeniyle seçilen mücadele metodunun uygulanması ve mücadelede başarı kazanılması güçleşmektedir. Bundan dolayı, kabuk böceklerine karşı alınabilecek koruyucu önlemler, onlara karşı uygulanacak kimyasal ve mekanik mücadeleden daha fazla önem taşımaktadır.

Kabuk böceklerine karşı alınacak koruyucu önlemlerin başında, ormanın doğaya uygun işletilmesi gelir. Çünkü kabuk böceklerinin çoğalmasını kolaylaştıran modern işletme değil, doğaya uygun orman kuruluşundan uzaklaşan faaliyetlerdir. Scolytinae türlerinin zararı genellikle ağaçların, zayıflatıcı faktörlerin etkisi altında kaldığı alanlarda görülmektedir. Bir sahada yörenin asli ağaç türü, çeşitli nedenlerle uzaklaştırılıyor ve yerine işletme amaçları doğrultusunda daha hızlı gelişen, odunu daha değerli yerli veya yabancı ağaç türü getiriliyorsa getirilen türün yöreye uyum sağlaması gerekmektedir. Aksi takdirde kabuk böcekleri için uygun bir ortam oluşmakta ve plantasyonlar şiddetli zararlar karşılığında karşıya kalmaktadır. Plantasyonları tesis ederken, seçilen türlere uygun yörelerde ve iklim koşullarında kurulmasına dikkat edilmelidir. Kullanılacak tohumlar uygun orijinlerden toplanmalıdır. Tohumların gelişigüzel orijinlerden



toplanması zayıf yetiştirme koşulları nedeniyle sekonder zarar karakterine sahip olan kabuk böceklerinin epidemi yapmasına neden olabilmektedir.

Aynı türden oluşan meşcereler kabuk böceklerinin çoğalması ve epidemi yapabilmesi için oldukça uygun ortam oluşturmaktadır. Bir diğer ifadeyle monokültür, zararlı böceklerin üreme ve yayılmalarını kolaylaştırmakta, buna karşın zararlı türlerin doğal düşmanı konumundaki parazit ve avcılarının sayılarının azalmasına neden olmaktadır. Bundan dolayı, mümkün olduğunca karışık meşcerelerin kurulması gerekmektedir. Çünkü karışık meşcerelerde zararlı türler için gerekli ağaç miktarı sınırlı olduğundan kabuk böceklerinin böyle ormanlarda epidemi yapması zorlaşmaktadır. Aynı türden plantasyon kurulmak zorunda kalınıyorsa, aynı yaşta olmayan bir meşcere kurulmasının zararın azaltılmasında etkili bir uygulama olacağı görülmektedir.

Meşcere bakımlarının zamanında yapılmadığı alanlarda ağaçların tepe ve gövdelerinin iyi gelişemediği bilinmektedir. Bu meşcerelerde fırtına ve kar gibi faktörlerin etkisi ve zararı daha şiddetli olmaktadır. Bu sahalarda zarar görmüş olan ağaçların meşcere dışına çıkarılmasında gecikmeler yaşanır, kabuk böceklerinin böcek ocağı meydana getirmesi için oldukça uygun şartlar ortaya çıkmaktadır. Bu yüzden zamanında yapılan meşcere bakımı büyük önem taşımaktadır. Özellikle düzenli aralamaların yanı sıra kesilen ve kurumuş ağaçların hemen ormandan uzaklaştırılması gerekmektedir. İşletme ormanlarımızda, kuruluşlarından kesim aşamasına gelinceye kadar uzun bir dönem boyunca gençlik ve diğer meşcere bakım önlemlerinin alınması gerekmektedir. Bu önlemler içerisinde aralamalar gerek etkisi bakımından gerekse uzun bir periyodu kapsaması bakımından en önemli müdahalelerdir. Gençlikten itibaren düzenli olarak yapılan meşcere bakımlarına bağlı olarak ağaçların tepe ve gövdesi iyi gelişmekte, kökleri de kuvvetli olmaktadır. Gerekli bakımların zamanında yapıldığı meşcerelerde ağaçlar fırtına ve kabuk böceği zararına karşı daha dirençli olmaktadır. Sıklık bakımlarının yanı sıra aralamalarla fizyolojik olarak zayıf gözüken, hastalıklı ağaçlar meşcereden çıkarılırsa kabuk böceklerinin kolayca üremesinin önüne geçilmiş olur. Aralamalar başta olmak üzere tüm bakım çalışmalarına zamanında başlamak, müdahaleleri mutedil ve sık olarak tekrarlamak sağlıklı bir meşcere yetiştirmek için önemlidir. Meşcereye yapılan müdahale kuvvetli olursa, ağacın uzun süre gölgede kalmış olan kambiyum bölgesi doğrudan doğruya güneşe maruz kalarak zarar görmektedir. Bunun sonucunda kabuk böceklerinin kolaylıkla üreyebileceği bir ortam ortaya çıkacaktır. Meşcerede boşaltma kesimleri sırasında da dikkatli olunmalı, devirme ve sürütme esnasında diğer ağaçların kök, gövde ve kambiyumlarının zarar görmemesi sağlanmalıdır. Kabuk böceği zararının önüne geçilmesinde, zararlı böceklerin besinin azaltılması özellikle orman ürünlerini korumada etkili bir yöntem olarak karşımıza çıkmaktadır. Bunun için kesilen ürününü orman içinde ya da depolarda bekletmeden piyasaya sunmak, eğer bekletilmesi



gerekirse kabuklarını soyarak artık materyali yok etmek gerekmektedir. Tomruk ve diğer orman ürünlerinin kısa süre içinde kullanılması, bu materyalleri böcek zararından korumanın en etkili metodudur. Çünkü ağaç kesildikten kısa bir süre sonra kabuk böceği zararına karşı hassaslaşır. Kesilen ağacın floem ve diri odun kısmı kurudukça, böcekler için daha az çekici hale gelmektedir. Kabuklu emvalin bir süre ormanda beklemesi gerekirse, vejetasyon mevsimi dışında kesilmesi önerilebilir.

Kabuklu emvalin satışından önce depolarda uzun süre bekletilmesi böcek ocaklarının oluşmasına neden olmaktadır. Kabuklu emvalin standartlarının ihtiyaca göre ayarlanması ve talep edilen kadar üretilmesi orman depolarında uzun süre bekletilmesinin önüne geçecektir. Kabuklu emvali işleyen endüstri kuruluşlarının da teşvik edilmesi emvalin piyasaya arzında faydalı olacaktır.

Orman emvalinin bekletildiği depo yerlerinin seçiminde orman zararlılarıyla mücadele konularına gerekli önem verilmeli, kabuk böceği zararını minimum seviyeye düşürmek için depolar orman alanlarına en az 5 kilometre mesafede tesis edilmelidir. Günümüzde faaliyet gösteren orman depolarının çoğu orman içinde veya bitişiğindedir. Bu depoların çevresinde yer alan iğne yapraklı ormanlarımızda sürekli olarak kabuk böceği zararı yaşanmaktadır. Bu zararı kısmen azaltmak için feromon tuzakları ve tuzak odunları kullanılmalıdır.

Ökse otu özellikle göknar ormanlarında ağaçları zayıflatarak, kabuk böcekleri için cezbedici bir ortam yaratmaktadır. Bu yüzden tepesinde ökse otu bulunan ağaçların böcek saldırısına uğrama riski her zaman göz önünde bulundurularak, böcekli olduğu anlaşılan ağaçlar hemen kesilmeli ve ormandan çıkarılmalıdır.

Göknar sahalarında kapalılığın bozulması meşcerelerin alt tabakasında diri örtü oluşumuna neden olmaktadır. Oluşan diri örtü su ve besin rekabetine yol açmakta ve ağacın yeteri kadar beslenememesini beraberinde getirmektedir. Bu nedenle göknar meşcerelerinin kapalılığının bozulmaması ve gerekli olduğu zaman diri örtü mücadelesinin yapılması kabuk böceği zararını azaltacaktır.

Meşcerelerin makro besin elementleri özellikle de azot döngüsünün kırılması ile yetersiz beslenme durumu ortaya çıkmakta bu da meşcereleri böcek zararına karşı daha hassas hale getirmektedir. Bundan dolayı besin elementlerinin azalmasına yol açacak her türlü müdahaleden kaçınmalı, mümkün olduğu ölçüde organik maddenin toprağa karışması sağlanmalıdır. Bu amaçla iğne yapraklı ormanlarda C/N oranının yüksek olmasından kaynaklanan ve azot mineralizasyonunu kısıtlayan yüksek C/N oranı ölü örtünün hafif ve kontrollü yakmayla düşürülüp, bitkilerin azot bakımından daha iyi beslenmesi sağlanabilir.

Orman yangınlarından zarar gören ağaçlar kısa bir süre sonra kabuk böceklerinin saldırılarına uğramaktadır. Bu yüzden zarar gören ağaçların kesilerek, sahadan hemen uzaklaştırılması böceklerin



çoğalarak dikili ağaçlarda zarar yapmaması için büyük önem taşımaktadır. Ormanlarımızda kabuk böceği epidemilerinin genellikle yangın ve fırtına zararından sonra ortaya çıkması bunun önemli göstergelerinden birisidir.

Karların erimesinden sonra toprağın gevşek olduğu zamanlarda esen şiddetli rüzgârlar ve çığ orman alanlarında çok sayıda devrik ve kırık ağaçlara neden olmaktadır. Bu yüzden ilkbaharda orman alanları iyice gezilerek kar ve fırtına zararı ile ortaya çıkan bu ağaçlar mümkünse alandan çıkarılmalı, değilse kabukları hemen soyulmalıdır. Bunun yanı sıra üretim esnasında kesilen ağaçların dip kütüklerinin kabukları da soyulmalıdır. Çünkü üretim sonrasında bu alanlar kabuk böcekleri için uygun ortamlardır.

Kabuk böceklerine karşı alınabilecek bir diğer koruyucu önlemdedir, uygun olmayan besin ortamı oluşturmaktır. Böceklerin kolayca üreyemeyeceği ortamı oluşturmak için çabuk kurutma işlemi gerçekleştirilebilir. Odunları kurutmak için, iyi havalanacak şekilde istiflemek gerekmektedir. Kabuk böceklerinin üremelerine engel olmak için kesimden sonra ormanda kalan dal, tepe kısımları ve kütük gibi kesim artıkları ormandan hemen çıkarılmalı ya da yakılmalıdır. Ormanda kesim yaparken ağaçların, gövdenin yüksek kısımlarından kesilmesi hem ekonomik kayıpların meydana gelmesine neden olmakta hem de ortaya çıkan dip kütük, kabuk böcekleri için böcek ocağı haline dönüşmektedir. Üretim sırasında kesimin olabildiğince yere yakın bölümden yapılması ve dip kütüğün az bırakılması büyük önem taşımaktadır.

Kabuk böceklerinin popülasyonunun düzenli aralıklarla kontrol edilmesi meşcereyi epidemiye karşı koruyabilmek bakımından önem taşımaktadır. Bu amaçla, belirli kabuk böceği türlerinin popülasyon düzeyleri tuzak ağaçları ve feromon tuzaklarıyla sürekli olarak izlenmelidir. Ormandan böcekli materyal uzaklaştırıldıktan sonra böcek ocakları tuzak ağaçları ile sürekli olarak gözetim altında tutulmalıdır.

Biyolojik olarak böcek ocaklarının genişlemesi ilk zararın görüldüğü yerin çevresindeki ocağın genişlemesi veya 5-10 km'den daha uzaklara uçabilen böceklerin oluşturduğu tali ocakların, primer ocaklar haline geçmesi şeklinde gerçekleşir. Burada önemli olan nokta ilk olarak ortaya çıkan böcek ocağının genişlemesini önlemek için zamanında müdahale etmektir. Tuzak ağaçları 10 günlük periyotlarla kontrol edilerek, böceğin biyolojisi takip edilmelidir. Tuzak ağaçlarına yeterli sayıda ergin geldikten sonra, larvalar pupalaşmadan ağaçların kabukları soyulmalı ve yakılmalıdır. Kabuk böceklerinin biyolojisi iklim şartlarına göre farklılık göstermektedir. Bu nedenle tuzak ağaçları iklim koşulları göz önünde bulundurularak tesis edilmelidir.

İnsanlar tarafından ormanda tarla veya yerleşim yeri kazanmak için yapılan açmalar, kaçak kesimler ve otlatma zararları gibi olumsuz etkiler fizyolojik olarak zayıf düşen meşcerelerde, kabuk böceği



ocaklarının ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Bu yüzden orman köylüsünün ormandan düzensiz faydalanmasını önleyici faaliyetlere destek verilmelidir. Orman köylüsünün gelir seviyesini artırmak amacıyla meraların ıslahı, arıcılık, alabalık üretimi mantarcılık, hayvancılık gibi faaliyetlere öncülük edilmeli ve yöre insanına yol gösterici olunmalıdır. Sorunlu alanlarda kabuk böceği ile mücadelede biyolojik mücadele tercih edilmeli, bu alanlarda zararlı türlerin popülasyonlarını baskı altında tutabilen doğal düşman fertlerinin de ortadan kalkmasına neden olan, kimyasal mücadeleden kaçınılmalıdır. Uygulanacak biyolojik mücadele mekanik ve biyoteknik mücadele ile desteklenmelidir.

3.3. Mekanik Mücadele

İnsanoğlunun zararlılara karşı uyguladığı ilk mücadele yöntemi mekanik mücadele olmuştur. İlk çağlarda insanlar zararlıları mevcut bir araç ile (taş, sopa vb.) öldürmüşlerdir. Mekanik olarak zararlıları yok edebilmek ya da zarar yapmalarını önlemek için el, araç ya da makineler kullanarak yapılan mücadele şeklidir.

3.3.1. Ezme

Yoğun olarak bulunan bazı zararlıların, el veya tel fırça ile ezilmek suretiyle popülasyonları düşürülebilir. Örneğin, sünger örücüsünün yumurtalarını koyduğu ağaç gövdeleri veya dallardaki yumurtalar tel fırça ile kazınarak ezilir. Ağaçların kök boğazı veya gövdelerinde odun dokusunda galeri açarak zarar yapan reçine kelebeği larvaları, galerilerine tel sokularak öldürülmek suretiyle popülasyonları azaltılır.

3.3.2. Toplama

Özellikle bir arada yaşayan zararlıların kendileri bulundukları bitki organları ile birlikte kesilip toplanarak zararının önüne geçilebilir. Örneğin çam kese böceği ve altın kelebek gibi zararlılar kış aylarında toplu halde bulundukları keselerinin, üzerindeki bitkilerin dalları ile birlikte kesilerek bitkilerden uzaklaştırılması suretiyle yok edilir. Bu yöntem söz konusu zararlılara karşı uygulanabilecek en etkili mücadele yöntemidir.

Yumurta toplamak, ancak yumurtalarını kümeler halinde koyan böceklerle, örneğin *Lymantria dispar* (L.)'a karşı uygulanır. Yumurtalar iğne yapraklara, örneğin *Thaumetopoea pityocampa* (Schiff.) ya da sürgünlere, örneğin *Malacosoma neustria* (L.) (Lepidoptera, Lasiocampidae) toplu halde bırakılmış ise, sürgün ve iğne yapraklar toplanıp yumurtalarla birlikte ormandan uzaklaştırılır.

Büyük ve miktarı az olan böceklerin, bitki ya da toprak üzerinde bulunan larvaları elle toplanır. Toprak işlenirken meydana çıkan mayıs böceği larvalarıyla danaburunları da toplanarak yok edilir. Yüksek boylu ağaçların üzerinde bulunan zararlılar için ağaçların altına bezler serilir ve ağaçlar sarsılarak bezin içine dökülen böcekler toplanıp yok edilir.



Böceklerin erginlerini toplamak, daha ziyade mayıs böceği ve benzerleriyle *Hylobius abietis* (L.) (Coleoptera, Curculionidae) ve genç ağaçlardaki tırtıllara karşı uygulanır.

3.3.3. Engelleme

Kabuk böceklerinin, orman içi istif yerlerinde veya depolardaki kabuklu emvallerde yaşayanlarının ormana dönüşünü engellemek için emvaller naylon ile örtülür. Naylonların alt kısımları toprakla kapatılarak zararlı böceklerin dışarı çıkmaları engellenir. Böylece büyük ölçüde zararın önüne geçilebilir, bir nevi fumigasyon işleminde yapılabilir.

Kuş zararını önlemek için fidanlıklarda fidanlar üzerine bezler gerilerek veya bazı parçalar bu iplere asılarak kuşların yaklaşması engellenmiş olur.

3.3.4. Tuzaklarla yakalama

Toplanması güç olan ve gizli yerlerde yaşayan böcekleri ve diğer zararlıları çeşitli yöntemlerle pusuya düşürerek yakalayıp yok etmek mümkündür. Tuzaklar böceklerin yönelimlerinden ve bazı davranışlarından yararlanmak amacıyla geliştirilmiş yakalama araçlarıdır. Fare zararlılarıyla mücadelede tuzaklar kullanılır. Tuzaklar bitki koruma çalışmalarında sıkça kullanılan araçlardır. Böceklerin biyolojilerinin incelenmesinde, popülasyon yoğunluklarının belirlenmesinde, göçlerinin izlenmesinde tuzaklardan yararlanılır.

Tuzaklar zararlılara karşı mücadelede doğrudan ve dolaylı olmak üzere iki şekilde kullanılır. Dolaylı olarak mücadele zamanının saptanmasında tuzaklardan yararlanılır. Zararlıların ergin uçuşları feromon veya besin gibi cezbedici maddelerin bulunduğu tuzaklar yardımıyla izlenerek bu zararlılara karşı en uygun mücadele zamanı saptanır.

Tuzaklar, zararlılara karşı mücadelede doğrudan zararlı popülasyonlarını azaltmak suretiyle de kullanılır. Tuzaklar yardımıyla zararlılar kitle halinde yakalanabilirler.

3.3.4.1. Tuzak ağaçları ve odunları

Kabuk altında ya da odun içinde üreyen böcekleri (kabuk böcekleri, odun deliciler), yumurta koymak için cezbeden, kesilmiş ya da gövdeleri halka şeklinde yontularak boğulmuş ağaçlara "tuzak ağacı" denir. Özellikle sekonder zararlı böcekleri yok etmek için kullanılan tuzak ağaçları yatık ve dikili olmak üzere iki şekilde hazırlanır. Yatık tuzak ağaçlarının kontrolü dikililere oranla daha kolay olduğundan, pratikte genellikle yatık tuzak ağaçları kullanılır. Tuzak ağaçlarının hazırlanma zamanı, böceğin generasyon durumu ve uçuş zamanı ile ilgilidir.

Tuzak ağaçları, ekseriya mücadele edilecek böceğin uçuş zamanından 2 hafta önce hazırlanır. Zamanının tespitinde, ağacın özelliği ile kabuk kalınlığının etkisi vardır. Az miktarda bir zarar olduğunda her hektar için 5-10 adet tuzak ağacı yeterlidir. Fakat



büyük afetlerde bu miktar 50-60 ağaca kadar çıkabilir. Tuzak ağaçlarının dallarının kesilip kesilmemesi eşit etkiye sahiptir.

Böcek kuluçkalarının bulunduğu tuzak ağaçlarının kabukları bezler üzerinde soyularak dökülen böceklerle birlikte imha edilir. Kabuğun ne zaman soyulacağına saptanması çok önemlidir. Kabuklar erken, yani böcekler ağaca girerken soyulurlarsa, böceklerin bir kısmı açıkta kalarak dikili ağaca gitmek zorunda kalırlar. Şayet kabuk soyma işlemi geç, yani böcekler erginleşerek ağacı terlettikten sonra yapılırsa, bu durumda da tuzak ağacı hazırlamakla böceğin yok edilmesine değil, aksine çoğalmasına yardım edilmiş olur. Bundan dolayı tuzak ağaçlarındaki böceklerin gelişmeleri sürekli olarak, yaklaşık on günde bir kontrol edilir ve ilk koyulan yumurtalardan meydana gelen larvalar pupa haline geçmeden önce kabukları bezler üzerinde soyularak, dökülen böceklerle birlikte yok edilir.

Tuzak odunları da hortumlu böceklerle kabuk böceklerini yakalamak için kullanılır. Yeni kesilmiş olan ağaçların gövde ve dallarından 10-25 cm çapında ve 1-1,5 m uzunluğunda yuvarlak odunlar hazırlanarak gerek görülen yerlere koyulur. Hazırlanacak tuzak odunlarının çapı ve kabuk kalınlığında zararlı böceğin tercihi dikkate alınır.

Bir hektar için 30-60 adet tuzak odununa gereksinim vardır. Tuzak odunları, böcekleri cezbetme özelliğini 3-4 hafta korurlar. Bunların tamamen kurumadan önce yenilenmeleri gerekir. Orman içindeki küçük açıklıklara konulması ve nemlerini muhafaza etmeleri için üzerlerinin dal ile örtülmesi gerekir. Odun içindeki böcekler olgun larva, en geç pupa dönemine ulaştınca ormandan çıkarılmalıdır.

3.3.4.2. Işık tuzakları

Böceklerin birçoğu geceleri ışık (genellikle ultraviyole ışık) bulunan yerlere giderler. Onların bu özelliklerinden faydalanarak böceklerle mücadelede ışık tuzaklarından yararlanılır. Işık tuzaklarının esası, aydınlatılmış bir yüzeye ya da ışığa gelen böcekleri yakalamaktır. Ormanlarda yapılan mücadelelerde ışık tuzaklarını kullanmak pratik değildir. Bununla beraber, böceklerin uçuş zamanını ve çok uçtukları günleri tespit etmek ve böceklerin tür ve miktarı hakkında fikir edinebilmek gibi çalışmalar için ışık tuzaklarından yararlanılabilir.

3.3.4.3. Tuzak bitkileri

Zararlı böceklerin zararlı oldukları yerlere onların sevdiği bitkiler ekilir ya da dikilir. Örneğin; çilek, pancar ve özellikle hıyar gibi bitkiler mayıs böceği (*Melolontha melolontha*), (Coleoptera, Melolonthidae) ve Elateridae (Coleoptera) larvaları ile mücadele için kullanılır. Bu bitkilerin yapraklarının birdenbire solması, köklerinin zararlılar tarafından yenmekte olduğunu gösterir. Hastalanan bitkiler toprağı ile birlikte çıkarılarak köklerinde toplanan böcekler yok edilir.

Fidanlıklarda telkurtlarının zarar yaptıkları yastıklara patates, pancar, havuç, yonca vb. parçaları toprak yüzeyinden 3-4 cm



derinlikte olmak üzere yerleştirilir. Bunlar ara sıra kontrol edilerek yemeğe gelen larvalar yok edilir.

3.3.4.4. Tuzak hendekleri

Bu hendekler, toprak üzerinde hareket eden larva, nimf ve erginleri (örneğin, *Hylobius abietis* ve *Gryllotalpa gryllotalpa*) yakalamak için yararlıdır. Korunmak istenen alanın etrafına 25-30 cm genişliğinde ve 30-35 cm derinliğinde kenarları dik bir hendek kazılır ve tabanına aşağı yukarı onar adım aralıklarla 10-12 cm derinliğinde çukurlar açılır. Gerektiğinde bu çukurlara saksılar da yerleştirilebilir. Hendekler ara sıra kontrol edilerek içine düşen zararlı böcekler öldürülür, yararlılar ise serbest bırakılır. Bu usul kumlu topraklarla kayalık yerlerde kullanılmaz.

3.3.4.5. Tuzak çukurları

Koşan ve yürüyen böcekleri yakalamak için kullanılır. Bunun için, toprağa kenarları dik ve böceğin çıkmayacağı şekilde düz satırlı bir kap yerleştirilir. Bu amaçla cam kaplar kullanmak en iyisidir. Kabin ağzına, içine böcek yiyen hayvanların (örneğin; kurbağa vb.) girmelerine engel olmak için tahta ya da yassı bir taş konur. Kabin içine böcekleri cezbetmek için çeşitli yemler (örneğin; çürümüş meyve, hayvan leşleri vb.) yerleştirilir ve tuzak sık sık kontrol edilerek kabin içine düşen böcekler toplanır.

3.3.4.6. Tuzak yığınları

Tel kurtları ve danaburunları sonbaharda gübre ve komposto yığınları içinde toplanırlar. Bu zararlıları yakalamak için uygun yerlerde gübre ve komposto yığınları hazırlanır. Yığınlar ise ara sıra kontrol edilerek buraya gelmiş olan böcekler toplanarak yok edilir.

Bazı böceklerin kışlamaları için tuzaklar hazırlanır ve bunlar kış sonlarında toplanarak üzerinde veya içinde toplanmış böcekler toplu halde öldürülür. Hayvan gübresinin sıcak gübre olması nedeniyle danaburnu nimf ve erginleri kışlamak üzere buralara toplanır. Kış sonunda yani şubat sonlarında buralar açılarak nimf ve erginler toplu olarak imha edilir.

3.3.4.7. Yapışkan tuzaklar

Çok küçük uçucu böcekler ile alt kanatları olmadığı için uçamayan böcekler karşı bazı yapışkan maddeler tuzak olarak kullanılıp popülasyonları azaltılabilir. Örneğin yaprak bitleri veya çam kese böceği larvaları uçamazlar. Çam kese böceği pupa olmak için toprağa ineceği sırada yapışkan maddelerin ağaç gövdelerine sürülmesi suretiyle macuna yapışıp kalırlar. Böylece yapışıp kalmış böcekler 2-3 günde bir temizlenmelidir. Aksi halde yapışıp kalan böcekler macun üzerinde bir tabaka oluşturacağından diğer böcekler bu tabaka üzerinden yürüyerek toprağa ulaşabileceklerdir.

Yapışkan maddeler; diğer tuzaklarla bir arada kullanılarak, böceklerin kitle halinde yakalanmasını sağlayabilirler. Örneğin yaprak bitleri gibi zararlılara karşı, renkli tuzaklara ve eşeysel cezbedici



tuzaklara yapışkan maddeler sürülerek böcekler yakalanmış olur. Böylece renk veya feromon gibi vasatların çekiciliğine kapılarak tuzağa hızla ulaşan böcekler, yapışkan maddeye takılıp kalırlar.

3.3.4.8. Feromon tuzaklar

Böceklerin salgıladıkları feromonlardan yararlanmak amacıyla geliştirilmiş tuzaklardır. Genellikle böceklerin erkek ve dişilerinin karşı eşeyi uyarmak amacıyla salgıladıkları feromonlardan yararlanıldığından eşeyssel tuzaklar adı da verilir. Günümüzde bu feromonların sentetik olanları da elde edilmiştir ve özellikle kabuk böcekleri ve lepidopter türlerine karşı mücadelede önceden tahmin ve erken uyarı çalışmalarında geniş olarak ülkemiz de dâhil birçok ülkede kullanılmaktadır. Bu tür tuzaklar değişik yapıya sahiptir. Feromon tuzaklar böceklerin ve özellikle bazı lepidopter türlerinin erginlerinin kitle halinde yakalanmasında doğrudan bir mücadele aracı olarak da kullanılır. Böceklerle karşı mücadelede biyoteknik yöntemlerden olan bu uygulamalar biyoteknik yöntemler bölümünde açıklanacaktır.

3.3.5. Bitki artıklarının yok edilmesi

Zararlılarla mücadelede üretim sonrası ormanda kalan bitki artıklarının yok edilmesi büyük önem taşır. Çünkü bu artıklar, birçok zararlı için kışlama ve barınma yeridir.

Gıda kaynağını değiştirmek

Böceklerin gıda kaynaklarını değiştirmek suretiyle onlarla mücadele etmek mümkündür. Böceklerin, gıda kaynaklarını değiştirmek, gıdanın miktarını azaltarak, bileşimini değiştirerek ve kimyasal ya da mekaniksel engeller kullanılarak sağlanır.

Gıda miktarını azaltmak

Zararlı böceklerin gereksinimi olan gıdanın azaltılması ya da yetersiz hale getirilmesi, özellikle orman ürünlerini korumada etkili bir mücadele yöntemidir. Bu, ürünü çabuk kullanma, yeni kesilmiş tomrukların kabuklarını soyma ve artık materyalin yok edilmesi ile gerçekleştirilir.

Tomruk ve diğer orman ürünlerinin kısa süre içinde kullanılması, bu materyalleri böcek zararından korumanın en emin yoludur. Fakat bu basit koruma yönteminin ne kadar sık olarak dikkatten kaçtığı ya da ihmal edildiği de bir gerçektir. Bir ağaç kesildikten ya da hayatini kaybettikten kısa bir süre sonra böcek saldırılarına karşı hassaslaşır. Kesilen ağacın floem ve diri odun kısmı kurudukça, odunda yaşayan böcekler için daha az çekici olur. Odunu böcek ve fungus zararından korumanın en etkili yollarından biri, onu kesilir kesilmez kullanmak, gecikmeden yangın, böcek, rüzgâr ve diğer etkenlerden kurtarmaktır.

Kabuk böceklerinin epidemik bir durum alması, onların genellikle yangın, fırtına ve gaz zararlarından sonra çoğalmaları sonucu meydana gelir. Kesilen ağaçların derhal boyanarak kabuklarının soyulması kurtarma işleminin ilk basamağıdır. Ağacın kesilmesiyle



değerlendirilmesi arasındaki sürenin kısalması, böcekler için gerekli gıdanın miktarı ile böcek saldırısından doğacak zarar şansının oranını azaltır.

Ormanda kesim artıklarının uygun bir şekilde kullanımı böceklerle mücadele ve yangın koruma yönünden önemlidir. Yangın bakımından ince, tutuşabilen kısımlar dikkate alınır. Fakat bu tip ince artıklar, kabuk böcekleri dışında diğer orman zararlıları açısından çok önemli değildir. Çünkü orman için önemli olan böcekler genellikle büyük dallar, kırılmış ya da yarılmış tomruklar ile kütük gibi daha büyük parçaları tercih ederler. Bu gibi büyük artıklar, derhal kullanılarak, kabukları soyularak, yakılarak ve başkaca uygun yöntemlerle zararsız duruma sokulmalıdır. Boylamanın sürekli olarak yapıldığı ormanlarda daima taze artık materyal bulunacağından böyle bölgelerde yaşayan böcekler çoğalmaları için yeterli besini bulurlar. Fakat bir yörede boylama işlemi sonuçlanırsa, gıdanın azalması nedeniyle böcekler dikili ağaçlara giderek onların gelişmesine engel oldukları gibi ölmelerine de neden olabilirler. Böyle afetler genellikle az görülür ve ender olarak da büyük zararlar yaparlar.

Zayıf düşmüş çam ve ladin ağaçları ile bunların üretimi ya da budanması sonucu ortaya çıkan üretim artıkları *ips* türlerinin tercih sebebidir. Bu problem genellikle, meşcereleri sonbahar ve kışın ferahlandırarak ve çıkan ürünü alandan mümkün olduğu kadar çabuk saha dışına çıkarılarak halledilebilir. Şayet ferahlandırma yazın yapılmışsa, materyal birkaç gün içinde derhal ormandan çıkarılmalıdır. Bu böcekler, tehlikenin fazla olduğu uzun yaz kuraklığında ve özellikle güney yörelerde ve yamaçlarda katlı generasyonlar oluştururlar.

Çam artıklarıyla ilişkili bir grup da hortumlu böceklerdir. Bu böcekler çam gövdelerinde beslenir ve çıkan genç erginler, gençliğin kabuklarını yiyerek onları yok eder. Bunlardan *Hylobius abietis* (L.) en önemlisidir.

3.3.6. Hastalık kaynaklarının ortadan kaldırılmasının önemi

Hastalık etmenlerinin dağılıp yayılmasına engel olmak üzere hastalıklı materyalin ve ara konukçu bireylerin yok edilmesi yoluna sık sık başvurulmaktadır. Bu konuda iki önlem vardır. Birincisi sağlık koruma etkinliği (sanitasyon), ikincisi yok etme (eradikasyon) şeklindedir.

Sağlık koruma etkinlikleri hastalık taşıyan ve bulaşık bitki artıklarının toplanması ve ürün bitkilerini bu çeşit materyallardan uzak yetiştirme, temiz tutma esasına dayanır. Yok etme hastalık ile bulaşık ve hastalığın yayılmasına hizmet edecek materyalin bir şekilde tahrip edilmesi uzaklaştırılması ve yok edilmesi anlamına gelir.

Sağlık koruma etkinlikleri

Bu konuda;

- 1) Her çeşit hastalıklı dalların, yaprakların, sürgünlerin ve meyvelerin yerden toplanması,



- 2) Fidanlıkta bitki artıklarının toplanması,
- 3) Orman zeminindeki bulaşmaya neden olan hastalık etmenine ait kısımların ve artıkların hastalıklı bitki kalıntılarından toplanması,
- 4) Yakacak odunun ormandan hemen çıkarılması ve özellikle tomrukların kabuğunun hastalık etmenlerini taşıyan böceklerin yerleşmesine karşı soyulması işlerinden bahsetmek mümkündür. Toplanan hastalık ile bulaşık organik materyali imha işlemi veya toprağa derin gömme işlemi uygulanır.

Hastalanmış bitkiler fidanlık toprağından çıkarılır. Böylece yetiştirme sahalarından uzaklaştırılır. Yetiştirme işlerinde kullanılan aşı kalemlerinin ve bitki çeliklerinin temiz ve bulaşıksız olmasına dikkat edilmelidir. Kullanılan aletler ve bitkilere temas eden makine parçaları dezenfekte edilmiş ve hastaliksız bulundurulmalıdır.

3.3.7. Yok etme mücadelesi

Hastalık etmenlerinin yayılmasını engellemek üzere uygulanan diğer tedbir hassas konukçu bitkileri ve ara konukçu bitkileri yok etme çalışmalarıdır. Diğer şartlar elverişli olduğu takdirde bir bölgede hastalık görüldüğünde bunun varlığının yok edilmesi hedeflenerek bulaşık ve hastalık şüphesi olan bitkiler ortadan kaldırılmalıdır. Böylece tüm hassas konukçuların yok edilmesi usulü dünyada ve ülkemizde bazı vesileler ile ve hastalık olguları üzerine uygulanmaktadır.

Ülkemizde çok yaygın bir ağaçlandırma uygulaması olarak çeşitli bölgelerdeki geniş ormanlık alan boşluklarını çabuk büyüsün boş alanı çabuk örtsün düşüncesi ile mesela sahil çamı (*P. pinaster*), monteri çamı (*P. radiata*), veymut çamı (*P. strobus*) gibi hızlı büyüyen yabancı orijinli türlerin dikilmesi bu ağaçların 10-15 sene sonra iklim şartlarının olumsuz olduğu herhangi bir anda, *Peridermium pini* f. *aecicola* ve *P. pini* f. *corticola* gibi pas mantarlarının saldırısına uğraması ile kitle ölümü ile karşılaşmaktadır. Bu başarısızlığın sonucunda da tüm ağaçlar tıraşlanmak suretiyle yok edilir.

3.3.8. Ara konukçu bitkilerin ortadan kaldırılmasının önemi

Bir hastalık etmeninin hayatının bir dönemini bir bitkide diğer dönemini de başka bir bitkide veya yabancıl bitkide geçirmesi sonucu bunlardan ekonomik amacı olmayan veya yetiştirilmesi amaçlanmayan bitkinin ortadan kaldırılması ile hastalık etmeninin hayatının ilerleyişinin kesintiye uğratılması ve diğer konukçu bitkinin hastalıktan kurtulması sağlanır. Böylelikle bir bitkiyi yetiştirebilmek için değersiz sayılarak ortadan kaldırılan diğer bitkiye ara konukçu denilmektedir. Ara konukçunun yok edilmesi biçimindeki mücadele yöntemi hastalık etmenin belli bitkiden başka diğer bitkilerin de bünyesinde kışlayabilme yeteneği olasılığı karşısında vazgeçilmez bir önlemdir.

Çamda (*Pinus* sp.) sürgün bükücü pas hastalığının etmeni olan (*Melampsora pinitorqua*) mantarının ara konukçusu olan titrek kavak (*Populus tremula*) yine çamda iğne yaprak kabarcık hastalığının



etmeni olan *Peridermium pini* f. *aecicola* mantarının ara konukçuları olan yaban otlarından kanarya otu (*Senecio* sp.), pire otu (*Inula* sp.) ve öksürük otu (*Tussilago* sp.) gibi bitkilerin bu ağaçların etrafında kaldırılması işlemi ormancılık çalışmalarında uygulanmaktadır.

3.3.9. Üretim zamanının etkisi

Genelde üretim zamanını belirleyen en önemli faktör iklimdir. Çürüme etmenlerinin odunsu gövdelere saldırmaları bakımından kış kesimi en iyisidir. Kışın kesilen ağaç gövdelerinin kesit yüzeyleri düşük sıcaklık bakımından mantar sporlarının çimlenmesine elverişli değildir. Sporlar çimlense bile miselin odun dokusu içerisinde gelişmesi yavaş olur. Ayrıca spor çimlenmesi neme de bağlıdır. Böylelikle daha sonra hava ısındığında odun kuruyacağından sporlar yine çimlenemez. Bundan dolayı kışın kesilen odun ormanda bırakılabilir. Buna karşılık hava ısındıkça odunda çatlamalar olur, çürüme etmenleri için yeni giriş yerleri ortaya çıkar. Mevsim ilerledikçe mantarların yayılma yapılarından spor saçılması başlar, atmosferde spor yoğunluğu artar ve dolayısıyla bunların oduna bulaşma olasılığı artar. Yaz başlangıcında kesim yapıldığında bu zamana kadar odun dokusu içindeki besin maddeleri artmış olacağından etmenler tarafından odunun tahrip edilme ihtimali de artar. Bu şekilde besin maddelerinin bol olduğu dönemde kesim yapılırsa şekerler gibi nem çeken (higroskopik) besinler, odunda nemli ortam yaratır. Hem besinin hem de nemin varlığı çürüklük etmenlerini tahrik eder, gelişmelerine uygun ortam sağlar.

Ağaç gövdesi içinde meydana gelen değişiklikler bakımından kesim zamanı incelenirse, mesela ladin (*Picea* sp.) ve göknaar (*Abies* sp.) ağaçlarının marttan temmuza kadar kesilen gövdeleri kışın kesilenlere göre daha fazla çürür. Bu dönem içinde odun dokusu içindeki besin maddelerinin zengin olması değil hormon içeriği ve vitamin rol oynamaktadır. Hormonların odun hücresi çeperine etkisi göz önüne alınırsa kambiyum hücrelerini boyuna ışınal (radyal) çeperleri kışın kalın yazın incedir. Çürüklük etmeni mantarların vitaminler ve hormonlar bakımından heterotrof olduğu bilinmektedir. Yani bunların gelişmesi hormonlara ve vitaminlere bağımlı bulunmaktadır. Baharda ağaç gövdesine su yürüyünce kambiyum hücrelerinin kalın çeperleri inceler ve kambiyum faaliyete geçer. Çeşitli vitaminler ve hormonlar tomurcuklardan kambiyuma iletilir. Hormonlar ulaştıkça konukçu odun hücresinin çeper yapısında bulunan selüloz mikrofibrillerinin arasında bağlantı noktaları gevşer. Bu arada mantar hüflerinin gelişmesinin devam ettiği konukçunun dokuları içinde bağlantı noktaları arasına doğru mantar hüflerinin büyümesi kolaylaşır. Bu vitamin ve hormon artışı odunun yıllık halkalarının meydana getirilmesinin sonuna yani ağustos ayına kadar devam eder. Bu zamana kadar vitaminler ve hormonlar azalır. Bu dönemden sonra yani güzün ve kışın kesilen odun materyali çürümeye karşı marttan temmuza kadar kesilenlerden daha dayanıklı olmaktadır. Buna ek olarak marttan temmuza kadar odunun pH'sinin düşük olması nedeniyle mantar gelişmesine daha uygundur. Kayın



(*Fagus sp.*) odunu için ister yazın ister kışın kesilsin aynı oranda çürüme olmaktadır. Kayın odununda %15 oranına varan bollukta besin maddeleri vardır. Bu besinler çürütücü mantara öyle gelişme imkânı sağlar ki hangi zamanda kesim yapılırsa yapılsın aynı şiddette çürüme meydana gelir.

3.3.10. Depolama önlemlerinin önemi

Depolama şartları, bitkilerin sağlıklı ve nitelikli kalması bakımından önemlidir. Depolamada en önemli etken sıcaklık şartlarıdır. Kesilmemiş odun materyali su altında bırakma işlemi ile çürütücü mantar faaliyeti önlenmiş olur. Çünkü aerob özellikli olan mantarlar, oksijen yokluğundan dolayı, odun materyaline etki yapamaz. Yağmurlama ile aynı olumlu etki elde edilebilir. Ladin (*Picea sp.*) ve göknar (*Abies sp.*) tomrukları, üstü örtülme yoluyla güneşten ve yağmurdan korunursa ve de hava akımı ile kurutulursa, direnç süresinin uzunluğu iki misli daha artırılabilir. Tomruk depolama yerinin suyu iyi sızdırma-akıtma (drenaj) uzaklaştırılmalıdır. Demir yolu traversleri ve telefon direkleri empenye edilmiş olduğundan, toprak nemi ile temas ettikleri halde uzun süre dayanıklılık gösterip geç çürümeye uğrar.

3.4. Fiziksel Mücadele

Zararlıların yaşadıkları ortamın fiziksel özelliklerini değiştirmek suretiyle zararlıları yok etmeye veya faaliyetlerini azaltmaya yönelik çalışmalara fiziksel mücadele adı verilir.

3.4.1. Yüksek sıcaklıktan yararlanma

Yüksek sıcaklık birçok canlı ve bu arada orman bitkisi ve bitkisel ürünleri zararlıları için de öldürücüdür.

3.4.1.1. Yüksek sıcak hava

Daha çok depolanmış ürünlerdeki zararlılar için kullanılır. İşlenmiş kerestenin kullanımdan önce fırınlanması ile içinde böcekler için ait değişik dönemdeki zararlılar yok edilirler.

3.4.1.2. Sıcak su

Yumru, kök, soğan gibi toprakaltı organları veya çelik, fidan gibi bitki materyali üzerinde bulunan nematod, akar ve böcekler, bu materyalin sıcak su içinde belirli bir süre tutulması sonucu yok edilebilir. Burada önemli olan bitki materyalinin canlılığını koruması için suyun sıcaklığı ve bu su içinde kalma süreleridir.

3.4.1.3. Solarizasyon

Fidanlıklarda toprağın, güneş radyasyonunun meydana getirdiği sıcaklık yardımıyla dezenfekte edilmesi ile toprak patojenleri, nematodlar, toprak böcekleri ve yabancı otlara karşı etkili olunabilmektedir. Toprak solarizasyonunda beş temel ilke vardır.

- 1) Solarizasyon sıcaklığın en yüksek olduğu ve güneş ışığının en yoğun olduğu zaman yapılmalıdır.



- 2) Toprak iyice işlendikten sonra, su ile doyurulmuş olmalıdır.
- 3) Toprak yüzeyi düzgün olmalıdır.
- 4) Kullanılacak polietilen örtü saydam ve 25-30 mikron kalınlıkta olmalıdır.
- 5) Uygulama süresi 4-6 hafta olmalıdır.

Solarizasyon uygulamasında toprak yüzeyi düzleştirildikten sonra sulama yapılarak toprak suyla doyurulur. Sonra saydam polietilen ile örtü toprak yüzeyine degecek şekilde ve gergin olarak örtülür. Kenarları, hem sıcaklığın düşmesine neden olabilecek hava girişinin engellenmesi, hem de gerginliğin sağlanması bakımından toprakla örtülür. Böylece 4-6 hafta tutulur. Bu süre içinde toprak neminin tarla kapasitesinde tutulabilmesi gerektiğinden arada sulama yapılabilir. Solarizasyon ile toprak sıcaklığı 55°C'a kadar yükseltilebildiğinden toprak patojeni ve yabancı otların yanında çok sayıda nematod türü, akar ve böcekler de yok edilebilmektedir.

3.4.2. Düşük sıcaklıktan yararlanma

Düşük sıcaklıklarda (-20 veya -30°C) tohumların bir süre saklanması suretiyle zararlıların yaşama ve çoğalma faaliyetlerinin azaltılması veya durdurulması esasına dayanır.

3.4.3. Yakma

Özellikle toplu olarak bulunan zararlılar bu yöntemle yok edilebilir. Ancak doğal düşmanlar ve tozlayıcı böcekler gibi yararlı organizmaları da yok etmesi nedeniyle yakma doğal dengeyi bozan bir işlemdir.

Kışın budama artıklarının, sonbaharda üretimden arta kalan bitki artıklarının yakılması, zararlıların popülasyonlarını azaltsa da yukarı da açıklandığı nedenle doğal dengeyi bozduğundan uygulanması sakıncalı olan bir yöntemdir. Bu nedenle ormanlarda yapılan bakım kesimlerinden sonra kabuklu emvaller ormandan zamanında çıkarılmalıdır.

3.4.4. Su altında bırakma

Bitkiler veya tohumlar bir süre su altında bırakılınca özellikle toprak altı zararlılarının bir kısmı yok olur, bir kısmı da toprak yüzeyine çıkar ve böylece yok edilir. Danaburnu, solucan ve fare gibi zararlılar da bu yolla toprak yüzüne çıkarlar ve sonra yok edilir.

Mantarların tümü ve bazı aerob özellik taşıyan bakteriler, gelişmek için oksijene ihtiyaçları vardır. Bu nedenle hastalıklı bitki kısımlarını ve toprağı su altında tutmak, oksijene ihtiyaç duyan etmenlerin yarattığı hastalıklara karşı bir tedbirdir.

Kavak (*Populus* sp.) fideciklerinde kabuk hastalığı etmeni olan *Dothichiza populea* mantarına karşı, fideciklerin dikilmeden önce 48 saat süreyle taze su altında tutulması gerektiği ileri sürülmektedir.



Kesilmiş ağaçlardan elde edilen tomrukların, kullanılacakları zamana kadar çürüklüklerden korunmak üzere, havuzlarda su içinde tutulması eskiden beri uygulanan bir yöntemdir.

3.4.5. Suya daldırma

Özellikle tohum böcekleri için kullanılır. Tohumlar ekilmeden önce suya batırılır. Bulaşık olanlar hafif olduklarından su yüzünde kalırlar ve bunlar elimine edilerek ekim yapılır.

3.4.6. Aletlerin steril ve dezenfekte edilmesi

Budama, aşılama ve kesme gibi bitki yetiştirme, mücadele, üretim ve ürün elde etme işlerinde kullanılan aletlerin her iş için kullanımından sonra iyice yıkanması, temizlenmesi hatta steril edilmesi (çamaşır suyu iyi bir sterildir) alışkanlık haline getirilmelidir. Böylece birçok hastalığın yeni konukçulara bulaşması önlenmiş olacaktır.

3.5. Biyoteknik Yöntemler

Biyoteknik mücadele; zararlı organizmaların direk olarak yok edilmesi yerine bazı tekniklerle normal seyrindeki biyolojik ve fizyolojik davranışlarının engellenerek kontrol altına alınmasıdır. Canlılar hayatlarının doğal seyri içerisinde besin, eş ve barınak ararlar. Ayrıca özellikle böcekler belirli biyolojik evrelerden geçerek ergin hale gelirler. Biyoteknik mücadele, zararlı organizmaların bu doğal yaşam sürecine bazı teknikler kullanılarak müdahale edilmesidir. Bu işlemler için ise temel olarak üç farklı biyoteknik mücadele ürünü ve/veya bunların kombinasyonu kullanılır.

Başlıca biyoteknik mücadele ürünleri:

- 1) Tuzaklar,
- 2) Cezbediciler veya uzaklaştırıcılar,
- 3) Böcek gelişimini bozucu kimyasal ve hormonlardır.

Biyoteknik mücadele yönteminin önemli ürünlerinden biri olan tuzaklar insanoğlu tarafından çok uzun yıllardır kullanılmaktadır. Evlerde bulunan karasineklerin mücadelesinde pekmezin cezbedici olarak kullanılması veya naftalinin güveler için uzaklaştırıcı olarak kullanılması bilinen örneklerdendir. Bu tuzaklar besin, renk, ışık ve ses tuzakları olarak gruplandırılabilir. Bu tuzaklar renk tuzakları (sarı yapışkan tuzak vb.) gibi tek başına kullanıldıkları gibi daha çok diğer tuzak veya feromonlarla entegre edilerek de kullanılır. Diğer önemli bir biyoteknik mücadele ürünü olan cezbedicilerin (feromonlar) ve uzaklaştırıcıların (repellentler) varlığı ise birkaç yüzyıldır bilinmektedir. Günümüzde böceklerin besin aramalarında, yumurtlama yerlerini ve cinsel eşlerini bulunmasındaki davranışlarının bazı kimyasal maddeler tarafından uyarılıp kontrol edildiği oldukça net bir şekilde belirlenmiştir. Bunlar zamanımızda doğal veya sentetik olarak elde edilip mücadelede çeşitli amaçlar için kullanılmaktadır. Bu konuda ilk kez Alman bilim adamları tarafından 1959 yılında ipek böceğinin feromonunun kimyasal yapısı



tanımlanmış ve böceklerden elde edilmiştir. Bu gelişmeden sonra yaklaşık 40 yıl içerisinde 1500 civarında böceğe ait değişik biyolojik fonksiyonlar için kullanılan feromonlar tespit edilmiştir.

Feromonlar zararlılarla mücadelede genel olarak üç şekilde kullanılır.

- 1) Monitoring-izleme: Bir böceğin belirli bir bölgedeki çıkışının ve popülasyonunun takibi.
- 2) Çiftleşmeyi engelleme: Belirli bir alanda bir zararlı türün dişi ve erkeğinin buluşmasının önlenmesi böylelikle çiftleşmenin ve üremenin önlenmesi. Ülkemizde ruhsatlı feromonlar çiftleşme feromonlarıdır.
- 3) Kitlesel yakalama: Mücadele amaçlı olarak bir zararlının dişi ve/veya erkek bireylerinin olabilecek en fazla sayıda yakalanarak yok edilmesi.

3.5.1. Biyoteknik mücadelede avantajlar ve sorunlar

Biyoteknik yöntemlerin en önemli avantajı yüksek derecede zararlıya has olmasıdır. Ayrıca biyoteknik mücadele ürünlerinin çevre koşullarına kolay adapte edilebilmesi, muhafaza ve nakliye koşullarının biyolojik mücadele ürünleri gibi özel koşullar istememesi ve faydalı organizmalar ile hedef dışı organizmalar üzerine bilinen önemli yan etkilerinin olmaması diğer avantajlarıdır. Biyoteknik mücadele uygulamalarında çok komplike alet ve makineye ihtiyaç duyulmaması ve uygulama etkinliğinin uzun sürmesi üretici açısından son derece önemli avantajlardır. Özellikle tuzak sistemlerinde feromon yayıcının ömrü bittikten sonra tuzakın diğer aksamının yeni feromon yayıcı konulmak suretiyle kullanılmaya devam edilmesi mücadele maliyeti açısından avantaj yaratmaktadır. Bütün bu faydaların ve avantajlarının dışında biyoteknik mücadelenin bitki sağlığındaki en büyük avantajı kalıntı sorununa sebep olmamasıdır. Çok düşük dozlarda kullanılan ve böcek gelişimini aksatarak zararlıyı kontrol eden hormonlar dışında, feromon ve tuzaklar kalıntıya sebep olabilecek hiçbir risk taşımamaktadır. Biyoteknik mücadele ürünlerinin biyolojik mücadele ürünlerinin kullanımı üzerine hiçbir yan etkisi olmadığı gibi, aksine biyolojik mücadelenin etkisini artıran sinerjistik bir etkiye sahiptir. Bu yönüyle biyoteknik mücadele metotları ve ürünleri entegre mücadele için kilit rolündedir.

Biyoteknik mücadele ürünlerinin başlıca faydaları aşağıdaki şekilde özetlenebilir.

- 1) Çevre ve kullanıcı dostu olması
- 2) Kalıntı sorununa yol açmaması
- 3) Uygulamanın etkisinin uzun sürmesi
- 4) Entegre mücadele stratejisine yüksek uyumu
- 5) Bazı yöntem ve ürünlerin basit işletme koşullarında hazırlanabilmesi
- 6) Uygulama için gelişmiş makinelere ihtiyaç duyulmaması
- 7) Muhafaza ve nakil koşullarının kolaylığı
- 8) Tekrar kullanılabilmesi



9) Özellikle tuzak sistemlerin mücadeleyi görünür kılması.

3.5.2. Biyoteknik yöntemlerin tanımı ve gelişimi

Zararlıların biyolojik, fizyolojik ve davranış özellikleri üzerinde etkili olan bazı yapay veya doğal maddeleri kullanarak çiftleşme, beslenme, barınma gibi normal özelliklerini bozmak suretiyle uygulanan yöntemlere “Biyoteknik Yöntemler” adı verilir. Bu amaca ulaşmak için feromon, tuzak, feromon-tuzak sistemleri, cezbediciler, yumurtlamayı engelleyiciler, uzaklaştırıcılar, beslenmeyi engelleyiciler, kısırlaştırıcılar, böcek gelişmesini engelleyiciler, böcek gelişmesini düzenleyiciler ve kısır böcek salınması gibi bazı doğal veya sentetik bileşik ya da yöntemlerden yararlanılır. Biyoteknik yöntemlerin en büyük avantajı türe özgü oluşu ve çevre koşullarına kolay uyum sağlamasıdır. Bu yöntemler, özellikle ana veya ekonomik öneme sahip zararlılara karşı uygulanırsa, ilaç kullanımını en aza indirdiği ya da sıfırladığı için o alanda daha önceleri kimyasal ilaç kullanımı nedeniyle bozulmuş olan doğal dengenin en kısa sürede yeniden kurulmasına katkıda bulunur.

Doğal dengenin yeniden kurulmasının sonucunda da daha az ekonomik öneme sahip olan zararlılar doğal düşmanlar tarafından kolaylıkla kontrol altına alınabilir, kimyasal mücadeleye duyulan gereksinim ise giderek azalır. Biyoteknik yöntemlerde zararlılarla mücadele amacıyla bazı bileşiklere gereksinim duyulmaktadır. Bu bileşikler canlılarda doğal olarak bulunabileceği gibi sentetik olarak da üretilebilirler. Zararlı böceklerle mücadele amacıyla en geniş kullanım alanına sahip olan biyoteknik yöntem eşeysel (cinsel) feromon-tuzak sistemleridir. Eşeysel feromonların ve tuzaklar ile yayıcıların tarihsel gelişimine bakıldığında, dişi kelebeklerin erkek kelebekleri cezbedip onları kendi bulundukları noktaya çekme kabiliyetine sahip oldukları 120 yıl önce yapılan araştırmalarla ortaya konmuştur. Feromonların yapay olarak üretilmeye başlamasından önce dişi kelebeklerin doğrudan cezbedici olarak yerleştirildiği tuzaklar ilk kez 100 yıl önce kullanılmıştır. Biyoteknik mücadele tarihindeki en önemli gelişme ipek böceğinin eşeysel cezbedicisinin 1950’li yıllarda kimyasal olarak tanısının yapılması ve ardından Schneider’in ilk basit elektroantenogram sayesinde erkek kelebeklerin antenlerinin dişinin salgıladığı cezbedici maddeyi algılayan organ olduğunu ispatlamasıyla yaşanmıştır. Aynı tür içindeki dişilerin erkekleri kendine çekmek amacıyla salgıladığı bu tip cezbedici maddeler keşfedildikten sonra feromon olarak adlandırılmıştır. Dişi ipek böceklerinin eşeysel cezbedicisi 1959 yılında bombykol olarak dünyada tanısı yapılan ilk feromon olmuştur. Bu feromonun bulunuşundan sonra bilim adamlarının çalışmaları zararlı böceklerin koklama duyusu ve kokuya yönelimi üzerinde yoğunlaşmıştır.

Dünyada meyve zararlılarına karşı cezbedici besin veya kimyasal maddelerle hazırlanan tuzakların kullanılması 1920-1930 yılları arasında başlamıştır. Daha sonra 1950 ve 1960’lı yıllarda yukarıda bahsedilen buluşların ardından besin cezbedicilerinin yanı sıra



sentetik eşeysel cezbediciler ve bunlardan hazırlanan tuzaklar da geliştirilmiştir. 1970'li yıllarda yapışkan tuzaklar araştırılmaya ve böceklerle mücadelede kullanılmaya başlanmıştır. 1980'den sonra ise kitle halinde tuzakla yakalama ve çiftleşmeyi engelleme tekniği birçok tarım ve orman zararlılarına karşı denenmiş ve uygulamaya verilmeye başlanmıştır.

3.5.3. Biyoteknik yöntemler içerisinde kullanılan maddeler

3.5.3.1. Cezbediciler

Bitkilerde ve böceklerde, zararlı böcekleri kendisine tadı, rengi, kokusu gibi özellikleriyle çektiği için “cezbedici” olarak adlandırılan maddeler bulunmaktadır. Bunlar feromonlar, besin cezbedicileri, yumurta bırakma cezbedicileri ve kairomonlardır. Biyoteknik yöntemler içerisinde geniş bir kullanım alanına sahip olan bu maddeler amaca yönelik olarak yalnız başına veya bir tuzak sistemi içinde kullanılabilirler. Aşağıda sırasıyla cezbediciler kısaca tanıtılmakta ve bunların tuzak sistemlerinde kullanımına ilişkin bilgiler verilmektedir.

3.5.3.1.1. Eşeysel feromonlar

Böceklerde iç salgı ve dış salgı bezleri olmak üzere iki tip salgı bezi vardır. Bazı dış salgı bezleri bir kanal vasıtasıyla salgılarını böceğin vücudunun dışına salgırlar ki bu salgılardan biri de feromonlardır. Feromonlar böceklerin beslenme, çiftleşme, savunma, gizlenme vb. davranışlarını belirlemede etkilidir. Bu davranışlardaki özelliklerine ve biyolojik etkinliklerine göre feromonlar aşağıdaki gibi sınıflandırılabilirler.

- 1) Çiftleşme veya eşeysel feromonlar
- 2) Alarm feromonları
- 3) Çiftleşmeyi arttıran feromonlar
- 4) Toplanma feromonları
- 5) İz-işaret feromonları
- 6) Sosyal böceklerdeki kraliçe yetiştirme feromonları

Bu feromonlar içinde zararlı böceklerle mücadelede en fazla kullanılan eşeysel feromonlardır. Eşeysel feromonlar erkek ve dişi böcek tarafından salgılanır. Bir eşey tarafından salgılanan bu feromon (koku) ile karşı eşey (karşı cins) çiftleşme bakımından uyarılmış olur. Eşeysel feromonlar böceklerle karşı mücadelede doğrudan ve dolaylı olmak üzere iki şekilde kullanılırlar.

Feromonlar; dolaylı yoldan, zararlıların çıkış zamanını ve sayısını izleyip mücadeleye karar verme ve zamanını belirlemek amacıyla kullanılır. Bunun için türe özgü geliştirilmiş tuzaklardan yararlanılır. Eşeysel çekici tuzaklar değişik yapı ve formda olabilirler. Eşeylerin feromonları tuzakların içinde yer alan fitil ya da kapsüllere depolanarak kullanılır ve böylece karşı eşey tuzağa cezbedilmiş olur. Düzenli aralıklarla örneğin haftada bir kontrol edilen tuzaklardaki sayımlar sonucunda ergin sayısı ve ergin çıkış zamanı gibi zararlıyla



mücadeleye yönelik tahmin-uyarı çalışmalarında bu tuzaklar kullanılmaktadır.

Feromonlar orman zararlılarıyla mücadele çalışmalarında doğrudan iki şekilde kullanılır. Bunların ilki zararlıların kitle halinde yakalanarak mücadele edilmesidir. Bu yöntemde amaç belirli aralık ve yoğunlukta feromonlu cezbedici tuzaklar yerleştirilerek zararlıların kitle halinde yakalanıp sayılarının azaltılmasıdır. Feromonların ikinci doğrudan uygulama şekli ise çiftleşmeyi engelleme tekniğidir. Bunun için, her türe özgü ayrı ayrı geliştirilmiş sentetik eşeysel feromonlar kapsüller içinde mücadele için belirlenmiş bölgeye belirli yoğunluklarda asılarak uygulanır. Bu uygulama sonucunda mücadele alanı feromonla doyurulmuş ve zararlı böceğin karşı eşeyi bulması ve çiftleşmesi engellenmiş olur. Böylece çiftleşme olmayacağı için üreme de engellenmiş olur. Bu yöntemin başarılı olabilmesi için mücadele yapılan zararlı türün döllenmek suretiyle üremesi gerekir.

Feromonlar ayrıca zararlılara karşı doğrudan kısırlaştırıcı olan kemosterilantlarla bir arada kullanılabilir. Böylece feromonlar cezbedici olarak kullanılıp tuzağa gelen böcekler kısırlaştırılarak üremeleri engellenmiş ve sonraki döller için sayıları azaltılmış olur. Feromonların parazitoit, avcı, bal arısı ve diğer tozlayıcı böcekler gibi yararlı organizmalar ile omurgalı hayvanlara ve insanlara bilinen herhangi bir olumsuz etkisi yoktur. Bu nedenle feromonlar entegre mücadele, organik ve iyi tarım alanlarında alternatif bir mücadele şekli olarak başarılı bir şekilde kullanılmaktadırlar.

3.5.3.1.2. Besin cezbedicileri

Besin cezbedicileri, böceklerin ve özellikle de sinekleri çeken kimyasal maddelerdir. Melas gibi fermente veya bozulmuş kimyasal hammadde artıkları olabildikleri gibi, pekmez, amonyak türevleri, boraks tuzları, enzimatik asit ve protein hidrolizatlar gibi saf veya işlenmiş kimyasal maddeler ve preparatlar da olabilir. Bu kimyasalların kullanım amaçları türe göre değişmektedir.

3.5.3.1.3. Yumurta bırakma cezbedicileri

Böceklerde dişilerin yumurtlama yerlerini seçmesinde, görme duyusu ile ilgili uyarıcılar, koku uyarıcıları ve tat uyarıcıları belirleyici olurlar. Yumurtlama davranışları ile ilgili kimyasal uyarıcılar, konukçu bitki, böcekler ve türler arasında, yumurtlama esnasında ve sonrasında üretilir ve salgınlırlar. Bu bileşiklerin algılanması böceklerin antenleri, ağız parçaları, bacaklarındaki duyu organları veya üreme organlarındaki tat alıcı ve koku alıcı yapılar yardımıyla olur. Dişinin yumurtlama yerini seçmesi konukçusunun kokusu ve yaşama ortamının kokusuyla yakından ilişkilidir. Konukçu bitkinin çıkardığı uçucu kimyasal maddeler bazı böcek türlerinin dişilerini cezbeder ve yumurtlama davranışlarını olumlu yönde etkiler.



3.5.3.1.4. Kairomonlar

Kairomonlar, bir organizma tarafından meydana getirilen ve yayıcı organizma için uygun olmamasına karşın alıcı bireylerde pozitif tepki oluşturan kimyasal maddelerdir.

3.5.3.2. Tuzaklar

Bitki zararlısı böceklerle mücadelede bu zararlıların erginlerinin doğaya çıkış zamanının belirlenmesinde renk, şekil, koku vb. böceklerin dikkatini çekecek bir ya da birden fazla özelliği bulunan özel olarak tasarlanmış yakalayıcı araçlara “tuzak” denir. Tuzaklar sadece böceğin ilk çıkış zamanını göstermekle kalmaz. Bazı durumlarda böceğe karşı ilaçlama zamanının belirlenmesinde veya doğrudan mücadele amacıyla kimyasal mücadeleye alternatif olarak kullanılır. Her iki durumda da tuzaklar kimyasal bitki koruma ürünü kullanımını azaltmaya yarar. Zararlılara karşı kullanılan tuzaklar genellikle besin, görsel, feromon, ışık ve su tuzakları olarak 5 grupta sınıflandırılırlar. Bu tuzaklar tek tek kullanılabildiği gibi besin+görsel, besin+feromon, görsel+feromon şeklinde ikili veya besin+görsel+feromon tuzakları şeklinde üçlü birleşim olarak tek bir tuzak gövdesi üzerinde de kullanılabilir. Bu şekilde bir zararlıya karşı birden fazla çekici özelliğin tek tuzakta bir arada kullanılması genel ismiyle “tuzak kombinasyonu” olarak adlandırılır.

3.5.3.2.1. Besin tuzakları

Besin tuzakları hazırlanırken genellikle fermente olabilen ve kokusuyla zararlı böceği çok uzak mesafelerden çekebilen maddeler kullanılır. Bu maddeler belirli oranda karıştırılarak uygun büyüklükteki kaplara konduktan sonra bitki veya ağaç dallarına bir ip ya da tel yardımıyla asılır. Kokuya gelen böcekler kabın ağız kısmından içindeki sıvı ortama düşerek yakalanırlar. Bu tip tuzakların her hafta kontrol edilerek eksilen miktarda sıvının eklenmesi ve 15 günde bir karışımın yenilenmesi zorunluluğu vardır.

3.5.3.2.2. Görsel tuzaklar

Bazı renklerin zararlı böcekler için çekici olduğu bilinmektedir. Üzeri kurumayan bir yapışkanla kaplanan renkli karton ya da plastik dikdörtgen vb. şeklinde tablalar, zararlının bulunduğu alana belirli aralıklarla yerleştirilir. Türe göre fidanlıkarda bitkilerin 10-15 cm üzerine gelecek şekilde sırayla bir ip ya da tel yardımıyla bu tablalar asılır. Bu tuzakların olumsuz yönü ise yararlı böcekleri ya da hedef olmayan türleri de yakalaması ve doğal dengenin bozulmasına neden olabilir. Bu nedenle bazen sarı rengin çekiciliğinden vazgeçilerek doğal düşmanları korumak amacıyla ahşap renginde tuzaklar besin cezbedicisi veya feromonla birlikte kullanılabilir. Tuzakların yakalama etkinliğini yitirmemesi için birkaç haftada bir ya da kirlendikçe yenisi ile değiştirilmesi önemlidir.



3.5.3.2.3. Feromon tuzakları (eşeyssel çekici tuzaklar)

Kullanımına en sık rastlanan tuzaklar, türe özgü olan ve bireylerin çiftleşme çağrısı olarak karşı cinsi cezbetmek için salgıladığı feromon maddesi ve bu feromonla hazırlanan eşeyssel çekici tuzaklardır. Dişi böceklerin çiftleşme çağrısı olarak vücutlarından çıkardığı koku erkekleri cezbeder. Her böcek türü kendi özel kokusuna sahiptir. Bu kokular ya doğal olarak böceğin vücudundan elde edilerek ya da sentezi yapıp üretilerek tuzak sistemlerinde kullanılır. Türe özgü feromon maddesi, kapsül ya da yayıcılara belirli miktarda emdirilir. Türü en çok cezbeden renk ve biçimde hazırlanan tuzağa kurumayan yapışkan sürülmüş bir tabla yerleştirilir ve bunun üzerine de feromon kapsülü tutturulur. Hazırlanan bu tuzak sistemi yere çakılı bir sırığa telle ya da iple asılır. Bu tuzaklar saha içinde uygun aralıkta ve yükseklikte, eğer mücadele edilen tür için önemli ise hâkim rüzgâr yönünde yerleştirilir. Feromonu algılayan karşı eşey, tuzağı bulur ve yapışkan tabla üzerine düşerek tuzağa yakalanmış olur. Bir feromon tuzağından beklenen en önemli özellik, tuzak ömrü süresince feromonu en etkili miktara yakın oranda ve sürekli olarak yaymasıdır.

3.5.3.2.4. Işık tuzakları

Böceklerin ışığa yönelmesi eski çağlardan beri bilinmekte olup zaman zaman bilimsel amaçla onları toplama ve mücadelede bundan yararlanma yoluna gidilmiştir. Böceklerin bu özelliklerinden yararlanarak onları yakalamak için geliştirilen ışık tuzaklarında genel işleyiş; böceklerin çekici bir ışık cinsi olan morötesi ışık ile hazırlanan tuzağın içine çekilmesi ve orada tutulması veya yok edilmesidir. Diğer mücadele yöntemlerinin etkili olmadığı dönemlerde ışık tuzaklarının pek çok zararlı böceğe karşı kullanıldığı yönünde bilgiler olmakla birlikte günümüzde ışık tuzaklarının açık alanlarda mücadele yöntemi olarak kullanılması pek mümkün görünmemektedir. Çünkü doğada var olan böcek sayısına kıyasla, ışık tuzakları tarafından yakalanan böcek sayısı çok az olmaktadır. Işık tuzakları günümüzde genellikle araştırma çalışmalarında, belirli bir alanda böcek türlerinin belirlenmesinin zorunlu olduğu hallerde ve bazı zararlı böceklerin çıkış zamanları ile faal oldukları dönem ve yoğunluklarının saptanmasında kullanılmaktadır.

3.5.4. Tuzak ve feromonların zararlı böcekleri izleme amacıyla kullanımı

Tuzak ve feromonların zararlı böceklerle mücadelede dolaylı şekilde kullanılması, bu böceklerin izlenen alanda bulunup bulunmadığını, varsa doğada ilk görüldüğü tarihi ve mücadeleyi gerektirecek sayıda olup olmadığını saptamak veya mücadeleye karar vermek şeklindedir. Zararlı böceğin varlığının saptanması, bu zararlının o bitkiye bulaşmadan ve zarar vermeden önce veya erken dönemde bu bulaşmayı tahmin etmede kullanılabilir. Böylece gerekli ve uygun mücadelenin ne zaman yapılacağı hakkında fikir sahibi olunabilir. Bazen, tuzaklarda yakalanmanın çok az olması, bizlere böcek sayısının çok az olduğunu ve bir mücadele yapmanın gereksiz



olduğunu söyleyebilir. Günümüzde bitkilere zarar verme potansiyeli olan böcekleri saptamak ve sayıca durumunu izlemek konusunda özellikle feromon tuzakları çok gelişmiş ve birçok zararlı ile mücadele programının ayrılmaz parçası haline gelmiştir.

Zararlıların popülasyonlarını izleyip mücadeleye karar verme ve zamanını belirlemek amacıyla kullanılır. Bunun için geliştirilmiş tuzaklardan yararlanır. Cinsel tuzaklar veya eşeysel çekici tuzaklar adı verilen bu tuzaklar değişik yapıdadırlar. Tuzaklara eşeylerin feromonları yerleştirilmek suretiyle kullanılır. Böylece karşı eşey tuzağa cezbedilmiş olur. Sürekli kontrol ve sayımlarla zararlının popülasyon yoğunluğu, ergin çıkışları gibi zararlıyla mücadeleye yönelik bilgiler elde edilmiş olur. Günümüzde birçok zararlı böcek türünün popülasyonunu bu şekilde izlemek mümkündür. Feromonlu cezbedici tuzaklardan özellikle önceden tahmin ve erken uyarı çalışmalarında yararlanılmaktadır. Bu zararlılarla ilgili feromonların hemen hemen tümünün sentetik olanları elde edilmiş olup çok sayıda preparat bulunmaktadır.

3.5.5. Tuzak ve feromonların zararlılarla mücadele amacıyla doğrudan kullanımı

Zararlılarla mücadelede doğrudan kullanılan tuzak ve feromon sistemleri; kitle halinde tuzakla yakalama yöntemi, cezbet ve yok et yöntemi, çiftleşmeyi engelleme tekniği ve oto-şaşırtma tekniğidir. Böceklerle sentetik feromonlar kullanılarak mücadele son on yılda büyük önem kazanmıştır.

3.5.5.1. Kitle halinde tuzakla yakalama yöntemi

Zararlılara karşı kimyasal ilaç kullanımını engellemeyi veya en aza indirmeyi hedefleyen yöntem genellikle besin tuzakları, görsel tuzaklar, feromon tuzakları ya da bunların birleşimi halinde uygulanır. Araziye asılan izleme tuzaklarıyla ilk ergin çıkışı saptanır saptanmaz belirli aralıklarda yoğun olarak aynı tip tuzaklar yerleştirilir. Amaç, zararlının hedeflenen erkek veya dişi bireylerini bu tuzaklara çekip çok sayıda yakalayarak doğada bulunan erkek sayısının dişi sayısına oranını bozmaktır. Böylece o böceğin çiftleşme şansı azalacağı için doğada döllenmiş yumurta bırakamaz, zararlı sayısı ve zararı giderek azalır. Üzerinde önemle durulması gereken konular; tuzakların birbirine uzaklığı, belirli alanda bulunması gereken tuzak sayısı ve tuzaklardaki cezbedicilerin yenilenme aralığıdır.

3.5.5.2. Cezbet ve yok et yöntemi

Bu yöntem, böceği yok edici rol oynayan insektisit doğada geniş bir alana bulaştırmadan veya bitki örtüsü üzerine yaymadan çok küçük miktarlarda ve sınırlı bir alanda ya da kapta kullanmak, bu zehirli karışıma cezbedici bir madde ekleyip böceği buraya çekerek bitkiye zarar vermeden yakalamak ve yok etmektir. Dünyada bu yöntem uygulanırken cezbedici madde olarak genellikle feromon ya da kairomon kullanılır. Bugüne kadar dünyada ve Türkiye’de alınan sonuçlar değerlendirildiğinde “cezbet ve yok et” yöntemi alışılmış



mücadele sistemlerine göre bazı avantaj ve dezavantajlara sahiptir. Feromon ve insektisit karışımının kullanıldığı cezbet ve yok et yöntemi orman zararlıları için yeni kullanılmaya başlamıştır.

3.5.5.3. Çiftleşmeyi engelleme tekniği

Bu yöntemin esası dişi böceklerin erkek böcekler tarafından kolay bulunabilmek ve çiftleşmek için vücutlarından yaydıkları feromonun (kokunun) yapay olarak üretilip “yayıcı” denen ve genellikle polietilenden üretilen küçük aparatların içine doldurularak mücadele alanına asılmasıdır. Bu yayıcılar belirli bir düzende asılırsa içlerinden salgıladıkları feromon ile uygulandıkları alanda yoğun bir koku bulutu oluşturulur. Bu koku bulutu ortamda bulunan dişilerin salgıladığı kokuyu örter. Erkekler bu yapay koku tarafından ya yanlış yöne doğru çekilir ya da yapay ve doğal kokuları birbirinden ayıramaz. Bazen de yapay koku tarafından yapılan yoğun uyarı sonucunda erkek böceklerin alıcıları veya merkezi sinir sistemi etkilenir, kokuya yönelimde azalmalar meydana gelir ve böcekler nereye gideceklerini şaşırırlar. Bunun sonucunda erkekler dişileri bulamaz ve çiftleşme gerçekleşmez. Dişiler içgüdüsel olarak yumurta bıraksa bile döllenmemiş yumurtalardan ürüne zarar verecek larva çıkmayacağı için ürünlerde zarar oluşmaz. Bu tekniğe “Çiftleşmeyi engelleme” denir.

3.5.5.4. Juvenil hormon analogları

Böceklerde iç salgı bezleri salgılarını vücut içine salgılar ve bu salgılarına hormon adı verilir. Corpora allata adı verilen salgı bezi gençlik hormonu (juvenil hormon) salgılar. Bu hormon, deri değiştirme hormonu ile birlikte böceklerin gelişme dönemlerindeki faaliyetlerini düzenler. Juvenil bir büyüme hormonudur ve ergin dönemde cinsel olgunluğu ve yumurta gelişimini kontrol eder. Ergin öncesi dönemlerde ise larva ve pupa dönemlerinin belirli bir sırada belirmesini sağlar. Juvenil hormon ile deri değiştirme hormonlarından herhangi birinin zamansız salgılanması veya yeterli düzeyin altında ya da üzerindeki miktarlarda salgılanması böceklerde gelişmeyi durdurur veya anormal gelişmeye neden olur. İşte juvenil hormonun böceklerde dışarıdan ve zamansız verilmesi suretiyle böceklerde gelişme düzenini bozmak mümkündür. Bunun için sentetik olarak juvenil hormonlar elde edilmiştir ki bunlara juvenil hormon analogları adı verilir. Juvenil hormon analogları (JHA) böceklerle karşı mücadelede;

- 1) Böceklerin embriyo gelişme düzenini bozarak.
- 2) Böceklerin başkalaşım düzenini bozarak,
- 3) Böceklerin bir gelişme döneminden diğer gelişme dönemine geçiş düzenini bozarak etkili olan bileşiklerdir.

Gelişme düzenlerini bozmak, dolayısıyla gömlek değiştirememelerini sağlayıp zararlarını engellemek amacıyla etkili dozlar oldukça düşüktür ve bu dozlar türlere göre değişir. JHA ile ilgili çalışmalar hızla artmaktadır. Özellikle yaprak bitleri, lepidopter tırtılları ile bazı coleopterlerde sonuçlar başarılıdır. Son yıllarda bazı



preparatlar uygulamaya verilmiştir. JHA, birer kimyasal preparat olmaları nedeniyle sentetik kimyasallar gibi düşünülseler de etki mekanizmalarının farklılığı ve sıcakkanlılara zehirliklerinin düşük olması gibi özellikleri ile biyoteknik yöntemlerden biri olarak sayılmaları daha doğrudur. JHA, günümüz modern biyoteknik mücadele anlayışında ve özellikle entegre mücadele programlarında yeri fazla olan bileşiklerdir.

3.5.6. Feromonların üretimi, orman zararlılarına karşı kullanılan feromonlar

3.5.6.1. Böceklerde feromon Üretimi

Türler içinde kimyasal iletişimlerini belirlemeye yarayan feromonlar, birçok böcek türünün cinsel ve sosyal düzenlerinde büyük rol oynamaktadır. Böyle büyük bir öneme sahip olan feromonların böceklerle mücadelede kullanılması öncelikle tam olarak üretimi ve uygulamasıyla ilgilidir. Bunun için öncelikle feromon bileşenlerinin böceklerden ayrıştırılması gerekmektedir. Bu işlemde böceklerin abdominal segmentlerinden ve son bağırsaklarından elde edilen derişik ekstrat kullanılmaktadır. Böcek bağırsaklarından elde edilen derişik yeşil yağlı ekstrat önce gaz kromatografisinde, sonra kütle spektrometresinde işleme sokularak bileşenlerine ayrılmakta ve her madde teşhis edilmektedir. Gaz kromatografisi yöntemiyle buharlaştırılan maddenin ya da gazların karmaşık karışımları araştırılarak farklı bileşik maddesi tespit edilir. Farklı bileşik maddeler, bilinen maddelerle karıştırılmak suretiyle bunların arasında henüz formülü bilinmeyen tek bir bileşen belirlenir. Ayrılan maddenin molekül iyonlarının kütle yapısının belirlenmesi için kütle spektrometresine gönderilir. Sonuçta ilgili böceğin feromon maddesinin formül yapısı tespit edilmiş olur. Bundan yararlanılarak elde edilen feromonun üretilmesine bu defa yapay olarak çalışılır.

Kabuk böcekleri (Scolytinae) toplanma veya bir arada bulunma (Aggregation) feromonu üretilir. Bu maddenin kabuk böceklerinin sosyal davranışlarında iki fonksiyonu vardır.

Primer olarak, uygun kuluçka materyalinin bulunarak belirlenmesi ve topluca işgal edilmesine hizmet eder.

Sekonder olarak, toplanmanın başarılmasından sonra, karşı eşeylerin birbirlerini bulmasına yarar. Bu gibi maddeler “popülasyon çekici” feromonlar olarak tanımlanırlar ve monogam türlerde (*Xyloterus lineatus* gibi) dişi, poligam türlerde ise (*Ips* spp.) erkekler tarafından üretilir. Yapılan araştırmalarda *I. typographus*’un her iki cinsiyeti de toplama feromonunun sentezi için (S)-(-)-Cins verbenol ve 2-Methyl-3-büten-2-ol’u üretebilirler. Bu türün erkekleri çok az miktarda da, kaçırıcı madde olarak bilinen verbenol üretilebilmektedir. Kabuk böcekleri haberleşmede sinyal, amitinol ve terpen de üretebilir.

3.5.6.2. Kabuk böceklerinin feromon biyolojisi

Türler arasında kimyasal haberleşmeyi sağlayan feromonlar birçok böceğin cinsel ve sosyal düzeninde büyük rol oynamaktadır.



Feromonun böcek tarafından üretilbilmesi için gerekli koşullar:

- Gıda maddelerinin alımı, yani böceğin bir süre beslenmiş olması
- Uygun atmosferde, terpen buharında kalmış olması gerekir.

Dendroctonus cinsi kabuk böcekleri kabuğa girdiklerinde ve konukçu ağacın reçinesi ile temas ettiklerinde reçinede bulunan monoterpen oksidasyonu sonucu oluşan bir koku maddesi üretmektedir. Böceklerin haricen bir monoterpenle işleme sokulduklarında ya da terpenle kaplanmış bir atmosfere bırakıldıklarında da bu maddeyi ürettikleri deneysel olarak kanıtlanmıştır. Bir diğer çalışma ile kabuk altında yiyimde bulunan *D. micans* bireylerinin, büyük oranda oksidasyonla oluşan terpineol ürettikleri, kuluçka ağacından alınmış ve henüz yiyimde bulunmayan genç erginlerin ise α pinenin oksidasyonu ile oluşan myrtenol ürettikleri belirlenmiştir.

Bir kabuk böceğinin kuluçka ağacını işgali üç aşamada gerçekleşir:

- Dağılma ve konukçu seçme (Önce ergin erkek bireyler konukçu ağacı arayarak bulurlar.)
- Toplanma (Konukçu ağaca yerleşen erkekler toplanma feromonuyla diğer ergin dişileri çekerler.)
- Yerleşme ve kuluçkalanma (Toplanan bireylerin popülasyon sonucu, yumurta koyma devresi başlar.)

Birinci aşamada kabuk böcekleri eski kuluçka yerlerini terk ederek yeni konukçu ağacı belirlemek üzere dağılır. İkinci aşamada konukçu ağacı seçen böcek kabuğa girme sırasında türdeşlerini çekebilen feromon üretirler. Üçüncü aşamada toplanmayı sağlayan feromon tarafından çekilmiş bireyler ağacı işgal etmekte ve yerleşmektedir.

Böcekler arasında kimyasal haberleşmenin sağlanabilmesi için;

- Günlük veya mevsimlik hava hareketleri ve iklim koşulları,
- Feromon bileşiklerinin kombinasyonu,
- Konukçu bitkinin koku maddesi,
- Tür ve popülasyonların özel durumları, önem taşımaktadır.

Birçok kabuk böceği feromonlarında uçucu madde, molekül optik aktivitenin biyolojik etkisine bağlıdır. Odun zararlısı kabuk böceklerinde etanolün çekici etkisi oldukça fazladır. Etonol ve reçinenin ortak çekicilik etkisi pek çok durumda geçerli olmaktadır.

Kabuk böceklerinin feromon biyolojisinde feromon üretiminin düzeni, iklim şartlarına bağlanmaktadır. İklim koşulları, erginin çıkışını, uçmayı ve konmayı belirlemektedir. Birçok türde konukçunun işgali öğleden sonra en yüksek noktaya ulaşmaktadır. Ancak serin günlerde uçuş öğle saatlerinde sıcak günlerde ise akşam saatlerinde olmaktadır.

Kabukta üreyen kabuk böceklerinin aksine, odunda üreyen *Scolytus* ve *Platypus* türleri çekici madde üretimleri sırasında hiçbir



gıda alımında bulunmamaktadır. Dolayısıyla bunların dışkı üretimi de yoktur. Çünkü toplanma feromonu bağırsak aracılığı ile dışkısız dışarıya verilmektedir.

3.5.6.3. Orman arazilerinde feromon tuzaklarının asılmasında dikkat edilecek hususlar

- Tuzaklar orman içi kesimlerin yapıldığı boşluklar, yol kenarları, orman içi açıklık kenarları ve orman içi depo yerlerinin bulunduğu mıntikalara asılmalıdır.
- Tuzakların en yakın dikili sağlıklı ağaca olan mesafesi 10 m, zayıf dikili ağaçlara olan uzaklığı ise en az 15 m olmalıdır.
- Tuzaklar direk güneş ışığı alan yerlere değil, daha ziyade yarı gölgelik yerlere asılmalıdır.
- Tuzaklar arası mesafe en az 50 m olmalıdır.
- Feromon preparatları 6 haftada veya prospektüste verilen süre sonunda bir yenisi ile değiştirilmeli, ancak eskisi bulunduğu yerden alınmadan orada bırakılmalıdır.
- Tüm tuzaklar numaralandırılmalı, haftada bir kontrolleri yapılarak tuzak toplama kaplarına düşen böcekler alınmalıdır. Ancak faydalı böcek türleri de yakalanmışsa bunlar derhal araziye bırakılmalıdır.
- Tuzaklardan optimal etkinliğin alınabilmesi için, ilkbaharda meşcere kontrol edilerek çekici madde kaynağı olabilecek özellikteki ağaçlar meşcereden çıkarılmalıdır.
- Böcek tuzaklarının asılamadığı yerlerde feromonlu tuzak ağaçları yöntemi kullanılabilir. Küçük böcek ocakları varsa ve tuzaklar arası mesafe yeterli olmuyorsa tuzakların zarar görüp tahrip edilebileceği bir alansa, haftalık kontroller zaman kaybına neden oluyorsa, şiddetli zarara uğramış kırılıp yıkılan ağaçların, bulunduğu bir ormansa ve de elde yeterince feromon tuzağı yoksa bu yöntem uygulanabilir.

3.5.7. Feromonların ormancılıkta kullanımı ve ülkemizde yapılan bazı uygulamalar

Ülkemiz ormanlarında belli sayıdaki türlerle temsil edilen ve kıymetli yapacak odun üreten ibrelili orman ağaçlarına arız olarak sürekli tekrarlanan, sekonder ve primer karakterdeki zararlılarıyla önemli kayıplara neden olan *Ips sexdentatus* (Börn.), *Tomicus piniperda* (L.), *T. minor* (Htg.), *Orthotomicus erosus* (Woll.), *Pityokteines curvidens* (Germ.), *Xyloterus lineatus* (Oliv.), *Ips typographus* (L.), *Lymantria dispar* (Lep.: Erebidae), *Thaumetapoea pityocampa* (Schiff.) (Lep.: Notodontidae) ve *Rhyacionia buoliana* (Lep.: Tortricidae) türlerine karşı ilk feromonlu tuzak denemeleri 1982 yılında Prof. Dr. Mehmet SEREZ tarafından Trabzon-Maçka ladin ormanlarında zararlı olan *Ips sexdentatus* üzerinde başlatılmıştır. İleriki yıllarda feromon denemeleri diğer kabuk böcekleri türleri ile *T. pityocampa* ve *R. buoliana* üzerinde sürdürülmüş ve olumlu sonuçlar alındığı görüldükten sonra kitlesel mücadelede feromonlu tuzakların bundan böyle uygulamalarda kullanılması için uygulayıcılara tavsiye edilmiştir.



Zira bu böceklerin her yıl tekrarlanan zararlarıyla kuruyan ağaçlar grup ve kümeler halinde kesildiği için ormanlarda büyük boşluklar meydana gelmektedir. Bu açıklıkların genişliği çoğu kez bir ağaç boyunu geçtiği için sahanın yabınlaşmasına neden olmaktadır. Yabınlaşan sahaların tekrar eski haline dönüştürülmesi ise diri örtü ile mücadele toprak işleme ve fidan dikimi gibi oldukça masraflı çalışmaları gerektirmektedir.

Diğer bir yandan, böcek kurutması sonucu yapılan kesimler anormal olduğundan, planlı işletmecilikte öngörülen saha, servet, eta gibi değerleri olumsuz yönde etkilemekte ve planlı işletmeciliği amacından uzaklaştırabilmektedir.

Geçmişten bu yana özellikle kabuk böceklerine karşı uygulanan mekanik yöntemlerle tuzak ağaçları hazırlanarak veya kimyasal ilaçlarla kombineli bir şekilde mücadele yapılmasına rağmen, böceklerin zararı sonucu ağaçların kuruması veya artım kaybı nedeniyle büyük ekonomik kayıplar meydana gelmektedir. Bu nedenle, özellikle kimyasal uygulamalara başvurulduğunda, ortaya çıkacak olumsuzluklar, ilaçların ekolojik dengeye verdiği telafisi mümkün olmayan zararlar ve tuzak ağaçların değeri de ilave edildiğinde bu zararlıların kontrolünde tuzak ağaçları yerine, çevre dostu ve daha ekonomik feromonlu tuzakların kullanılmasının daha uygun olacağı düşüncesinden hareketle, ülkemizde yürütülen çalışmaların sonuçları, diğer ülkelerde alınan sonuçlarla birlikte değerlendirilmiştir.

Son 30 yıldan bu yana ülkemizdeki orman zararlısı kabuk böceklerine karşı feromonlu tuzak uygulamaları değişik bölgelerde sürdürülmekte ve başarılı sonuçlar alınmaktadır. Eğer uygulamalarda başarısızlık varsa bunun nedeni; feromon preparatlarının bayat olması, soğuk depolarda saklanmamış olması, tuzakların asılmasında böceğin uçuş zamanı dikkate alınmaksızın asılmış olması, tuzak yerlerinin tam olarak iyi seçilmemiş olması gibi etkenler olabilmektedir. Orman zararlısı kelebek türlerine karşı feromonlu tuzak denemelerinden de olumlu sonuçlar alınmıştır. Özellikle çam kese böceğine karşı, yoğun olarak yapışkan yüzeyli veya kelebek toplayıcı özel tuzaklar asıldığı takdirde kitlesel yakalamada başarılı sonuçlar alınmaktadır.

1980'li yıllarda özellikle kabuk böceklerine karşı denemesi yapılan feromonlu tuzaklardan başarılı sonuçlar alındıktan sonra, bugün değişik orman bölgelerinde kitlesel mücadele amaçlı olarak kullanılmaları sağlanmıştır.

3.5.8. Feromon tuzaklarının arazide uygulanması ve tuzakların performansını etkileyen faktörler

Genellikle tuzakların arazideki pozisyonu ve asılış düzeni, yoğunlukları, mesafeleri, kontrol sıklığı, uygulamanın amacına, tuzağın tipine, böceğin biyolojisine, popülasyon yoğunluğuna, bitki örtüsünün ve konukçunun dağılımına, feromon konsantrasyonuna ve feromonun açığa çıkma oranına göre değişmektedir. Gölge,lik,



güneşlik, rüzgâr yönü ve konukçuya asılma yönü ve yerden yükseklik gibi faktörler de tuzağın etkinliğini etkileyen faktörlerdir.

A-Tuzakla ilgili faktörler

Tuzağın tipi ve şekli

Böcek takımlarına, onların familyalarına ve türlere göre kullanılacak tuzak tipleri bellidir ve kullanılmadan önce denenmiş olması ve etkinliğinin belirlenmiş olması gerekir. Bu belirleme sonucu ortam ve çevre koşullarına göre tuzak seçimi yapılabilir.

Örneğin; lepidopter türlerine özellikle doğadaki makro türlere karşı Funnel tipi tuzakların yanı sıra Delta ve Pherocon tuzakları da kullanılmaktadır. Ancak tozlu ortamlarda özellikle yapışkan tabla ihtiva eden Delta tipi tuzaklarda yapışkan tablanın etkisini çabuk kaybetmesi nedeniyle yakalamalar Funnel tipi tuzaklara kıyasla çok daha az olmaktadır. Bu nedenle, makro türlerin hedeflendiği tozlu yörelerde Funnel tipi tuzaklar tercih edilmelidir.

Tuzağın rengi

Örneğin vizüel tuzaklarda renk hedeflenen böcek türüne göre önceden yapılan spectral ve histolojik çalışmalarla belirlenmiştir. Bu renk genellikle sarı rengin tonları ve floresan sarısıdır. Testereli arılar (*Haplocampa* spp.) beyaz renk tarafından cezbedilir. Bir feromon tuzağı uygun bir renk ile kombine edilirse etkinliği artar. Orman zararlısı böceklerle karşı kullanılan tuzak renkleri, zararlının seçtiği konukçu ağacın kabuğunun renginde olmalıdır. Ancak, kabuk böcekleri daha ziyade siyah rengi tercih ederler.

Tuzağın asılma yeri, yönü, tuzaklar arası mesafe, asılma düzeni ve feromonun tazeliği

Tuzağın konukçuya asılma yeri, türe ve tuzak tipine göre değişir. Lepidopter türlerine karşı kullanılan Delta ve Pherocon tipi tuzaklarda, tuzakların hâkim rüzgâr yönüne asılması önemlidir. Orman ağaçları için tuzak yüksekliği genellikle yerden 1,5-2,0 m'dir. Tuzaklar arası mesafe ise tuzağın asılma amacına göre değişir. Feromon tuzakları monitör olarak kullanılacaksa tuzak yoğunluğu genellikle hektara bir adettir. Görsel tuzakların çalışması için renklerinin böcekler tarafından algılanması gerektiğinden yoğunluğu daha da yüksektir. Tuzaklar genellikle asılacak yöreyi en iyi şekilde temsil edebilecek yere asılmalıdır. Feromon preparatları prospektüs talimatına göre değiştirilmelidir. Bir yöreye monitör olarak birden fazla tuzak asılacaksa tuzakların bir hat üzerine gelmesine dikkat edilmelidir.

Tuzağın asılma zamanı ve kontrol süresi

Tuzaklar mutlaka ergin çıkışından önce asılmalı ve tuzaklarda yakalanmalar sürdükçe kontrollere devam edilmelidir. Kontrol periyodu normalde haftada bir olmakla beraber ilk çıkışların tayini vs. gibi kritik dönemlerde haftada 2-3 kez de kontrol edilebilir. Asılan



tuzaklar her hafta kontrol edilmezse, tuzaklara düşen zararlı böcekler çürüyerek feromonun kokusunu baskılar ve feromona böcek gelmez.

B. Feromon yayıcılarla ilgili faktörler

Bir zararlının feromonunun tüm bileşenleri, izomerleri ve bunların oranları tam olarak tanımlanmadığı zaman yakalama verimi de düşük olmaktadır. Feromon yayıcılardan feromonun açığa çıkma oranı ve etki süresi yayıcıların tiplerine ve hazırlama amaçlarına göre, farklılıklar olduğu anlaşılmıştır. Feromon yayıcılarının aşırı sıcaklık yüzünden kısa zamanda etkisinin azalması veya yeterli sıcaklığa ulaşamadığında açığa çıkma oranının yetersiz olması da yakalama yüzdesini etkilemektedir.

C. Çevre faktörleri

Tuzakların yakın çevresindeki ağaçların gövde, dal ve yaprakları feromon dalgalarının çevreye yayılmasını engelleyici rol oynamalarına rağmen, bazı kelebekler için koku dalgalarını daha kolay takip edebilmelerini sağlamaktadır. Konukçu bitkilerin renk, koku, tat ve görünüşleri böcekler için davet edici ve uyarıcı olma özelliği taşımaktadır.

Arazinin engebeli veya düz olması ve yükseltisi, feromon dalgalarının yayılmasını engelleyici veya artırıcı rol oynayarak tuzakların yakalama verimlerini etkilemektedir. *Lymantria monacha* ile yapılan bir feromon denemesinde, en fazla oranda yakalamanın 200-300 metrede, en az yakalanmanın 500 metrenin üstündeki yüksekliklerde gerçekleştiği belirlenmiştir.

D. İklim Faktörleri

Sıcaklık, orantılı nem, yağış gibi iklim faktörleri böceklerin hayat dönemlerinin dolayısıyla da feromon tuzağının yakalama etkinliğini etkilemektedir. Ortalama sıcaklığın anında düştüğü ve soğuk havaların başladığı anlarda tuzaklara düşen böcek sayısında da hızlı bir düşüş olmaktadır.

E. Türlerle ilgili faktörler

Zararlı popülasyonunun yoğun olduğu zamanlarda, tuzaklar çok kısa sürede doygunluğa ulaşmaktadır. Böyle durumlarda yapışkan yüzeyli tuzaklardan tam bir randıman alınamamaktadır. Aynı durum değişik türleri ve hedeflenmeyen organizmaları da çeken besi tuzakları için de zararlı türün biyolojisi, popülasyon yoğunluğu ve dinamiği, arazide aynı feromondan etkilenen akraba türlerin varlığı, zararlının doğal düşmanları ve arazide önceden yapılan uygulamalar feromon tuzaklarının yakalama verimini önemli ölçüde etkilemektedir.

Feromon tuzaklarının asıldığı yörelerde aynı feromondan etkilenen yakın türlerin de bulunması yakalanmaların düşmesine neden olmaktadır.



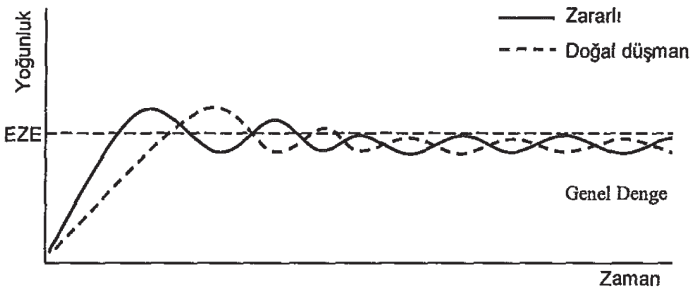
F. Orman arazilerinde tuzakların asılması ile ilgili hususlar

Ormanlık alanlarda tuzaklar zararlı türün popülasyon yoğunluğunun fazla olduğu mıntikalara böceğin uçuş zamanından önce asılır. Kelebekleri yakalamada tuzaklar, ağaç dallarına yerden 1,5-2,0 m yüksekliğe ve rüzgâr almayacak şekilde asılmalıdır. Kabuk böceklerine karşı kullanılacak tuzaklar ise iki sıırk arasına ve en yakın ağaca olan mesafesi 10 m olacak şekilde fazla güneş almayacak yerlere asılırlar.

3.6. Biyolojik Mücadele

Orman bitkileri ve bitkisel ürünlerinde zarar yapan organizmalar üzerinde yaşayan birçok canlı vardır. Bunlar, doğada canlılar arasında mevcut beslenme ilişkisinin bir gereği olarak zararlıların popülasyonlarını baskı altında tutarlar. Bu canlılara, orman bitkisi zararlıları açısından doğal düşmanlar adı verilir. Çünkü bunlar zararlıları yok ederek onların popülasyonlarını azaltırlar. Bu canlılara insanlar açısından ise yararlılar adı verilir. Çünkü bunlar, insanların planladıkları üretimlerine etki eden zararlı organizmalara saldırdıklarından ve onların popülasyonlarını azalttıklarından insanlara yarar sağlamış olurlar.

Zararlılar ile onların doğal düşmanları arasındaki ilişki Şekil 6' da gösterildiği gibi süreklidir. Başlangıçta zararlı popülasyonu yüksektir ve beslenme ilişkisinin gereği besin bolluğu nedeniyle doğal düşmanın popülasyonu arasında denge oluşur ve bu denge durumu herhangi bir olumsuzluk olmadığı sürece devam eder. İşte zararlılar ile onların üzerinde yaşayan canlılar arasındaki bu ilişkiden yararlanarak zararlıların popülasyonları baskı altında, yani ekonomik zarar eşiğinin altında tutulabilir. Zararlı popülasyonlarını ekonomik zarar eşiği altında tutmak üzere onlar üzerinde yaşayan organizmalardan yararlanılması ile ilgili çalışmalara biyolojik mücadele adı verilir. Biyolojik mücadele, doğanın kendi baskı mekanizmalarından yararlanılarak geliştirilmiş ve olumsuz etkileri yok denecek kadar az olan bir mücadele yöntemidir.



Şekil 6. Zararlı ile onun üzerinde yaşayan doğal düşmanının zaman içinde popülasyon gelişmesi.



3.6.1. Biyolojik mücadelenin avantajları

Biyolojik mücadelenin, diğer mücadele yöntemlerine göre avantajları ve üstün yanları şu şekilde özetlenebilir:

Yan etkilerinin olmayışı, doğal dengeyi koruması

Biyolojik mücadelede, kimyasal mücadelenin aksine, yan etkiler ortaya çıkmamaktadır. Yani, biyolojik mücadele sebebiyle insan, hayvan, bitki ve faydalı organizmalarda herhangi bir zarar meydana gelmemektedir. Çevre ve insan sağlığına olumsuz etkisi yoktur.

En az masrafla en iyi sonucun alınabilmesi / ekonomik oluşu

Düşük maliyetle yüksek oranda kontrolün sağlanması, biyolojik mücadelenin bir başka avantajıdır. Çünkü bilindiği gibi, pestisitlerle yapılan mücadelenin, genellikle geniş alanlarda yürütülmesi ve çoğu kez birbirini izleyen birkaç dönem tekrarlanması gerekmektedir. Bu durumda, gerek pestisidin maliyeti ve gerekse aplikasyon giderleri hayli yüksek olmaktadır. Biyolojik mücadelede ise faydalı türlerin kitle halinde üretimi ve kullanılacağı alana nakli için başlangıçta önemli bir masraf gerekmesine karşılık, bu masraf ileriki yıllarda azalmakta ve böylece ilk kuruluş masrafı tolere edilmiş olmaktadır. Yani, ilk kuruluş masraflı olsa da tabiata salınan ve yerleştiği bölgede üreyerek popülasyonu artan faydalı türün ekonomik yararı sürekli olmaktadır.

Devamlı etki /etkisini idame özelliği

Biyolojik mücadelenin, ilk tesisten sonra yok denecek bir masrafla kendi kendini devam ettirebilme özelliği vardır. Zira canlı organizmaların kullanılması sayesinde, biyolojik mücadelede başlatılan etki, devamlılık arz etmektedir. Yani kullanılan organizmanın faydalı etkisi, zararlı türün popülasyon yoğunluğu normale ininceye ve ekosistemde denge durumu oluşuncaya kadar azalmaksızın, hatta artarak sürmektedir. Hâlbuki mekanik ve kimyasal mücadelede zararlı üzerindeki etki, ancak mücadelenin bilfiil yürütüldüğü zamana özgü kalmakta, mücadele, zararlıyı ancak belli bir süre etki altına alarak kontrol edebilmekte ve dolayısıyla sürekli veya devamlı mücadele programının uygulanması, yani mücadelenin tekrarlanması gerekmektedir.

Zararlılarda dayanıklılık ve bağışıklığa yol açmaması

Biyolojik kontrol çalışmalarında, pestisit kullanımı sonunda ortaya çıkabilen dayanıklılık ve bağışıklık kazanma probleminin veya sekonder zararlı türlerin ortaya çıkma riskinin olmayışı da biyolojik mücadelenin diğer bir avantajıdır. Zira kimyasal bileşiklerin devamlı ve ölçüsüz tarzda kullanılması halinde, zararlılar bu maddelere karşı direnç geliştirerek bağışıklık kazanırlar. Faydalı türler ise ekseriya dayanıklılık kazanma kabiliyetinden mahrumdurlar. Bu durumda faydalı türler kullanılan ilaçlara mağlup olurken, zararlılar, kazanmış oldukları dayanıklılık sayesinde hayatta kalmayı başarırlar. Böylece, kimyasal mücadele neticesinde faydalıların olumsuz etkilendiği, zararlı popülasyonunun ise hızla arttığı durumlarla sıkça karşılaşılır.



Dolaylı faydalar sağlaması

Biyolojik kontrol elemanları, konukçuyu direkt olarak öldürmekten başka; üreme gücünü azaltma, gelişimde dengesizlikler yaratma, parazit-avcı ve abiyotik faktörlere karşı zararlının direncini kırma veya hassasiyet oluşturma gibi dolaylı sonuçlar doğurmak suretiyle de ayrıca fayda sağlarlar.

Bu avantajlarının yanında biyolojik mücadele çalışmaları zaman gerektirir. Doğal düşman popülasyonunun zararlı üzerinde baskı kurabilmesi, yani denge durumu için belirli bir sürenin geçmesi gerekir. Bu süre içinde bir miktar zarara da katlanılması gerekir. Biyolojik mücadele çalışmalarında buna başlangıç riski adı verilir. Zararlı popülasyonu ile onun doğal düşmanı arasında denge durumunun sağlanması için belli bir süre geçmesi gerekir. Bu süre;

- 1) Çevre faktörlerine,
- 2) Orman bitkisinin tür ve çeşidine,
- 3) Uygulama şekline,
- 4) Uygulanan diğer mücadele yöntemlerine,
- 5) Zararlının türüne,
- 6) Zararlının popülasyon yoğunluğuna,
- 7) Doğal düşman türüne,
- 8) Doğal düşman türünün popülasyon yoğunluğuna göre değişir.

Zararlıların doğal düşmanları adı verilen organizmalar zararlılar üzerinde; parazit, parazitoit ve avcı olarak yaşarlar.

a) Parazit: Yaşamını tek bir konukçu bireyi üzerinde tamamlayan ve konukçusunu öldürmeyip zayıflatan organizmalara denir.

b) Parazitoit: Tüm gelişimini konukçunun içinde veya üzerinde gerçekleştiren ve bu süreçte konukçusunun ölümüne neden olan organizmalara parazitoit adı verilmektedir. Parazitoitler gelişme açısından konukçularına mutlak bağımlıdır. Bunlar da konukçularının içinde yaşıyorlarsa iç parazitoit, dışında yaşıyorlarsa dış parazitoit adını alırlar. Insecta sınıfı içinde yer alan parazit doğal düşmanlardan hemen hemen tamamı parazitoit olarak yaşarlar.

Ektoparazitoitler (dış parazitoitler): Bu tür parazitoitler yumurtalarını konukçunun üzerine veya yakınına bırakırlar. Çıkan larvalar konukçu üzerinde beslenirler. Gelişmelerini tamamlayan larvalar konukçu kadavrası civarında pupa olurlar. Ektoparazitoitlerde dişiler konukçu üzerine yumurtalarını koymadan önce konukçusunu sokarak paralyze ederler.

Endoparazitoitler (iç parazitoitler): Bu parazitoitler yumurtalarını (bazı parazitoitler larvalarını) konukçularının içine veya üzerine bırakırlar. Çıkan larvalar konukçunun içinde beslenerek gelişmelerini tamamlarlar. Endoparazitoitler larval gelişimlerini tamamladıktan sonra pupa olurlar ve konukçularını ergin olarak terk ederler. Bazı endoparazitoitler ise larval gelişimlerini tamamladıktan sonra konukçularını terk ederler ve konukçu kadavrasının dışında ve yakınında pupa olurlar.



- **Primer parazitoit:** Parazitoit olmayan bir konukçu üzerinde veya içinde gelişen parazitoittir. Konukçuları fitofag, saprofag, caprofag ve avcı böcekler (predatör) olabilir.
- **Hiperparazitoit:** Diğer bir parazitoit üzerinde veya içinde gelişen parazitoittir

Parazit ve parazitoit organizmalar saldırdıkları konukçu dönemlerine göre de isim alırlar. Konukçusunun yumurta döneminde yumurtasını bırakıp ergin olan parazitoitlere yumurta parazitoiti adı verilir. Konukçusunun larva döneminde yumurta bırakıp ergin olanlara larva parazitoiti, konukçusunun larva döneminde yumurta bırakıp konukçusunun pupa döneminde ergin olanlara larva-pupa parazitoiti, konukçusunun pupa dönemine yumurta bırakıp ergin olanlara da pupa parazitoiti adı verilir.

Parazit ve parazitoitler açısından önemli bir olay da hiperparazitizm olayıdır. Parazit bir bireyin konukçusundaki diğer bir parazit bireye saldırmaması olarak tarif edilebilecek hiperparazitizm zararlılara karşı biyolojik mücadele çalışmalarında istenmeyen bir olaydır. Çünkü hiperparazitler primer parazitler üzerinde yaşayan, primer parazit popülasyonunu azaltan organizmalardır.

c) Avcı: Yaşamları boyunca birden fazla sayıda ava ihtiyaç duyan, avlarını arayıp bulan, avına saldırarak dıştan beslenen ve öldüren canlılara “predatör= avcı”, üzerinde beslendiği canlıya da “av” adı verilir.

3.6.2. Biyolojik mücadelenin dezavantajları

Biyolojik mücadele uygulamalarının avantajları yanında bazı dezavantajları da vardır.

Esaslı bilgi istemesi

Biyolojik mücadele, geniş çapta, esaslı ve detaylı bilgi sahibi olmayı gerektirir. Biyolojik mücadelede başarı için özellikle iyi bir biyoloji ve ekoloji bilgisi şarttır.

Başlangıçta risk taşıması

Biyolojik mücadele, başlangıçta belli bir zararı (başlangıç riski) göze almayı gerektirir. Hâlbuki mekanik mücadelede böyle bir risk söz konusu değildir. Keza, kimyasal mücadelede de uygulayıcının baştan alması gereken bir risk söz konusu değildir; zarar ancak sonradan ortaya çıkar.

Neticenin geç alınması

Biyolojik mücadelede başarı, diğerlerine göre daha geç elde edilir. Bu da uygulayıcıyı sabırlı olmaya zorlar ve belli bir süre beklemesini gerektirir.



3.6.3. Biyolojik mücadele konusundaki bazı sorunlar ve riskler

- ✓ Biyolojik mücadele ürünleri canlı materyallerdir ve muhafazası, nakli ve uygulaması zordur.
- ✓ Biyolojik mücadele ürünlerinin uluslararası ticarete konu olması durumunda karantina etmenlerinden biri olması, yani yeni zararlı organizmaların ülkeye sokmaması gerekir. Bu konuda FAO tarafından yayınlanmış olan ISPM 3 (*Guidelines for the export, shipment, import and release of biological control agents and other beneficial organisms*) ve EPPO tarafından yayınlanan PM 6 (*Safe use of biological control*) uluslararası standartlarına uyulması son derece önemlidir.
- ✓ Faydalı organizmaların kullanıldığı yerde bulunan diğer faydalı canlılara zarar vermemesi gerekir.
- ✓ Faydalı organizmaların salındığı bölgede az sayıda bulunan türlere zarar vermemesi ve özellikle toprak mikroflorasında geri dönüşümsüz olacak şekilde diğer türleri baskılamaması gerekir.
- ✓ Bunların dışında bilinmeyen diğer bazı potansiyel risklerinde göz önünde bulundurulmasında fayda vardır.

Mikrobiyal biyolojik mücadele ürünleri konusunda ise;

- Özellikle mikrobiyal preparatların formülasyonunda güçlükler yaşanması,
- Mevcut formülasyonların raf ömrünün kısa olması,
- Özel uygulama aletleri ile uygulanması ihtiyacı,
- Yetersiz kullanım bilgisi,
- Kimyasallar kadar piyasa da yaygın bulunmamaları,
- Biyolojik etkinlik denemelerine ait metodoloji konusunda çalışma yapılması ihtiyacı,
- Biyolojik etki seviyelerinin kimyasallara oranla düşük olması sayılabilecek diğer sorunlardır.

3.6.4. Doğal düşmanlarda aranan özellikler

Bir doğal düşman türünün başarılı bir biyolojik mücadele etmeni olabilmesi için bazı özelliklere sahip olması gerekir. Bu özellikler aşağıdaki gibi özetlenebilir.

- 1) Doğal düşman sıcaklık, nem ve diğer çevre faktörlerine karşı geniş toleranslı olmalıdır.
- 2) Doğal düşman konukçusu zararlıya her bitki üzerinde saldırabilmelidir.
- 3) Doğal düşman monofag veya oligofag olmalıdır. Yani konukçu dizisi az olmalıdır. Polifag olmayıp hedef türe has olmalı veya seçiciliği yüksek olmalıdır.
- 4) Doğal düşmanın biyolojisi ile konukçusunun biyolojisi uyuşmalıdır.
- 5) Doğal düşman konukçusu zararlıyı arayıp bulma yeteneğine sahip olmalıdır. Hedef türün düşük yoğunlukta bulunduğu zamanlarda bile azami nispette konukçu veya av bulabilmelidir.



- 6) Özellikle parazitoitler, parazitlenmiş ve parazitlenmemiş konukçuları ayırt edebilme yeteneğine sahip olmalıdır.
- 7) Generasyon süresi kısa olmalı, süratle üreyebilmeli veya üretilmelidir.
- 8) Diğer tabii düşmanlarla iyi rekabet edebilmelidir.
- 9) Şayet nakledilecekse, getirileceği yerin ekolojik şartlarına adapte olabilecek yapıya veya tolerans genişliğine sahip olmalıdır.
- 10) Kolay ve ucuz tekniklerle kitle üretimine elverişli olmalıdır.
- 11) Yüksek ve sürekli performans gösterebilmelidir.

Sayılan bu özelliklerin tümünün bir doğal düşman türü üzerinde bulunması çoğu kez mümkün değildir. Bu nedenle yukarıdaki özelliklerden mümkün olduğunca çoğuna sahip olan doğal düşman başarılı bir doğal düşmandır.

3.6.5. Doğal düşmanların etkinliğini sınırlayan faktörler

Ekosistemde doğal düşmanların etkin olmasını engelleyen faktörler vardır. Bunları bilmek ve tanımak doğal düşmanların yeteneğini artırıcı önlemlerin alınabilmesi bakımından önemlidir. Böylece biyolojik mücadele çalışmasının başarısı da artırılmış olur. Bu faktörler aşağıdaki gibi özetlenebilir.

İklim

İklim bitki ve üzerinde yaşayan zararlı tür için uygun olabilir. Fakat aynı iklim doğal düşmanın etkinliğini engelleyen faktör de olabilir. Bu durum özellikle egzotik yani dışarıdan getirilmiş türler için önemli ve geçerlidir.

Hayat dönemlerindeki uyumsuzluk

Bu durum çoğu kez iklim yüzünden ortaya çıkabilir. Bazen kalıtsal bir özellikten, bazen de zararlı ile doğal düşmanı arasındaki karşılıklı aktivitenin bir arada olmamasından ortaya çıkar.

Ergin gıdası

Erginleri zoofag olmayan doğal düşman türlerinde yaşam ve üreme için ergin gıdasına ihtiyaç vardır. Parazitoitlerin hemen hemen tümü ve avcılarının pek çoğu ergin dönemlerinde farklı beslenme rejimine sahiptir. Bunlar çiçeklerin balözü, polen, nektar ve meyvelerden herhangi bir nedenle sızan şekerli su, bazı böcekler tarafından salgılanan tatlımsı maddeler, konukçu zararlıının vücudundan herhangi bir nedenle veya doğal düşmanın ovipozitörünü batırması sonucu sızan vücut sıvısı ile beslenirler. Doğal düşman erginlerinin varlıklarını sürdürebilmeleri ve üreme güçlerinin yüksek olması için bazı dönemlerde erginlerin beslenmesine elverişli ortamın hazırlanması gerekir. Örneğin unlu bitler, kabuklu bitler ve yaprak bitleri gibi tatlımsı madde salgılayan zararlıların doğal düşmanlarının fazla sayıda oluşunun bir nedeni de salgılanan tatlımsı madde ile doğal düşman erginlerinin beslenmesidir.



Konukçu uygunluğu

Konukçusunun iri oluşu, yoğunluğu, bulunduğu yer ve konukçunun yakalanabilirliği gibi hususlar bu konuda önem kazanır.

Alternatif konukçu

Hedef zararlıının bulunmadığı zamanlarda doğal düşmanlar varlıklarını sürdürebilmeleri için bir başka konukçu ile beslenebilmelidir. Burada önemli olan türler arası rekabettir. Özellikle egzotik türlerin yerleştirilmesinde büyük önem kazanır ve sürekli izlenmesi gerekir.

Kannibalizm

Avcı türlerin bazılarında rastlanan bu özellik bir tür içinde bireylerin birbirlerine saldırması olarak açıklanabilir. Kannibalizm; örneğin çam kese böceğinin avcısı *Calosoma sycophanta*, birçok coccinellid ve neuropter türlerinde rastlanan bir özelliktir. Genellikle besin azlığı veya popülasyon yoğunluğunun artması gibi durumlarda ortaya çıkar. Doğal düşman popülasyonunu azaltan bir özellik olarak olumsuz, besin yokluğunda bazı bireylerin diğer bireylerle beslenerek varlıklarını sürdürebilmeleri bakımından olumlu olarak nitelendirilir.

Barınak bitkilerin varlığı

Doğal düşmanlar yazın aşırı sıcaklarda veya kışın aşırı soğuklarda bazı bitkilerin çatlak ve yarıkları arasında, kavlamış kabukların altlarında geçirirler. Böyle bitkilerin olmayışı doğal düşmanın popülasyonunu dolayısıyla etkinliğini azaltır.

Karıncalar

Karıncalar genel olarak doğal düşmanları kaçıracıdır. Karıncalar yaprak bitleri, unlu bitler ve kabuklu bitler gibi tatlımsı madde salgılayan böceklerle ortak yaşarlar. Karıncalar bu zararlıların salgıladıkları tatlımsı maddelerle beslenirler ve onları doğal düşmanlarından korur, bir bitkiden diğerine taşırlar ve hatta kış aylarında yuvalarına götürüp soğuklardan korurlar. Karıncalar, bu nedenle doğal düşmanların etkinliğini azaltan önemli faktörlerdendir.

Hiperparazitler

Doğal düşmanların popülasyonlarını azaltmaları nedeniyle hiperparazitler zararlı kabul edilirler.

Kültürel uygulamalar

Bazı kültürel uygulamalar doğal düşmanların varlıklarını sürdürmelerini, popülasyonlarını korumalarını sağlar.

Pestisitler

Pestisitler doğal düşmanların popülasyonlarının azalmasına neden olurlar. Pestisitler doğal düşmanları doğrudan öldürmek ve onların konukçalarını öldürerek besinsiz kalmalarına neden olmak üzere hem doğrudan, hem de dolaylı olarak etkilerler. Özellikle geniş



etki spektrumu olan, yani çok sayıda zararlıyı etkileyen pestisitlerin bu yöndeki olumsuzlukları daha fazladır.

Zararlılarla mücadelede pestisitler önemli ve vazgeçilmez nitelikli unsurlardır. Ancak pestisitlerin hem doğal düşmanlara, hem de ekosistemdeki diğer canlılara olumsuz etkileri vardır. Bu olumsuzlukların en aza indirilmesi bakımından pestisitlerin orman bitkileri zararlılarıyla mücadelede mecbur kalınmadıkça kullanımından kaçınılmalı ancak mecburiyet durumunda bilinçli bir şekilde kullanılmıdır. Bunun için mümkün olduğunca spesifik yani bir veya bir grup zararlıyı etkileyen pestisitlerin seçilmesi, pestisit seçiminde onların doğal düşmanlara olan etkilerinin göz önünde tutularak doğal düşmanlara düşük etkili olanların seçilmesi, doğal düşman popülasyonlarının düşük olduğu dönemlerde kullanılması, şerit ilaçlamalar veya kısmi ilaçlamalar gibi yöntemlerle pestisitlerin uygulanması gibi hususlar pestisitlerin doğal düşmanlara olan etkisini en aza indirebilecek uygulamalardır.

Toz

Toz doğal düşmanlar üzerinde olumsuz etkiye sahiptir. Bu nedenle özellikle yol kenarlarındaki ormanlarda doğal düşmanlar daha az bulunmaktadır.

3.6.6. Zararlılara karşı biyolojik mücadele yöntemleri

Zararlılara karşı biyolojik mücadele yöntemleri üç grup altında toplanır.

- 1) Doğal düşmanların popülasyonlarının korunması,
- 2) Doğal düşmanların etkinliklerinin artırılması,
- 3) Doğal düşmanların popülasyonlarının artırılması.

Bu üç yöntem aynı zamanda bir zararlıya karşı uygulanacak biyolojik mücadelenin aşamalarını teşkil eder. Biyolojik mücadele yöntemleri birbirinden ayrı düşünülmemelidir. Çünkü bu yöntemler birbirinin tamamlayıcısı durumundadır.

3.6.6.1. Doğal düşmanların popülasyonlarının korunması

Doğal düşmanların zararlılar üzerinde önemli doğal baskı unsurları oldukları sürekli göz önünde tutularak öncelikle onların doğadaki popülasyonlarının korunması gerekir. Bu amaçla daha mücadeleye başlanmadan bazı önlemlerin alınması gerekir.

Bir orman tesisinde ağaçlar arası mesafenin uygun seçilmesi, uygun şekil budamasının yapılması, orman kenarına rüzgâr kıran veya çit bitkilerinin seçilmesi gibi hususlar bu konuda önemli olanlardır.

Doğal düşmanların doğada popülasyonlarının korunmasında önemli bir konu bitki zararlı ve hastalıklarına karşı kullanılacak pestisitlerdir. Özellikle parazitoitler insektisitlerden olumsuz etkilenirler. Bunun için parazitoitlere etkisi düşük olan insektisitlerin seçilmesi onların korunması önemlidir. Aynı şekilde fungal olan doğal



düşmanların popülasyonlarının korunması için öncelikle bunlara etkisi düşük olan fungusitlerin seçilmesi gerekir.

Doğal düşmanların popülasyonlarının korunmasında bazı kültür işlemlerin uygulanması da önemlidir. Örneğin üretim artışı diye nitelendirilen bitki kalıntılarının yakılması yerine toplanıp bir yere yığılması, doğal düşmanların korunmasını sağlayacak uygulamalardır.

3.6.6.2. Doğal düşmanlarının etkinliklerinin artırılması

Bu konuda en önemli husus doğal düşmanların ergin beslenmesinin sağlanmasıdır. Bunun için ağaçlar arasında bol çiçek açıp, bol nektar, balözü ve polen taşıyan bitkilerin korunması veya dikilmesi gibi erginlerin beslenmesini sağlayacak uygulamaların yapılması sağlanabilir. Balözü ve polence zengin bitkilerin ağaçlar arasında yetiştirilmesi Syrphidae (Diptera) türleri ile birçok hymenopter erginlerinin beslenmesi ve üreme güçlerinin artırılması sağlanabilir.

3.6.6.3. Doğal düşman popülasyonlarının artırılması

Bunun için öncelikle doğadaki popülasyonlarının artırılmasına yönelik uygulamalara ağırlık verilmesi gerekir. Doğal düşmanların etkinliklerinin artırılması konusundaki uygulamalar onların popülasyonlarının da artırılmasını sağlayacak uygulamalardır. Örneğin, çam kese böceği ile yapılan mekanik mücadele kapsamında toplanan yumurtalardaki yumurta parazit ve parazitoitlerinin sahaya dönmeleri için orman içine bırakılmaları, ayrıca çam kese böceğinin toplanan keselerinin adacıklarda veya sandık kafeslerde toplanması sırasında parazitlerin ve parazitoitlerin ormana dönmeleri için haftada bir karıştırılması gibi uygulamalar yapılır. Ayrıca çam kese böceğini larvaları ile beslenen *Calosoma sycophanta* üretilerek ormanlara bırakılmaktadır. Kabuk böcekleri ile biyoteknik ve mekanik mücadelede uygulamalar yeterli olmuyorsa yerli doğal düşmanlar (*R. grandis*, *T. formicarius*, *R. dispar* vb.) kitle halinde üretilip biyolojik mücadele kapsamında doğaya salıverilmek suretiyle popülasyonlarının artırılması sağlanır. Biyoteknik mücadele kapsamında araziye konulan feromonlar 3-7 günde bir kontrol edilerek tuzaklarına düşen faydalı böcekler ormana bırakılır. Bu konuda yerli doğal düşmanlar yeterli olamıyorsa egzotik türlerin getirilmesi gerekir. Bunun için öncelikle zararlı türün baskı altında olduğu, yani popülasyonunun ekonomik zarar eşiği altında bulunduğu bölge veya ülkelerdeki doğal düşmanlar üzerinde durulmalıdır. Çünkü zararlının baskı altında tutulmasında büyük bir ihtimalle doğal baskı unsurlarından olan doğal düşmanlar etken olabilir. Böylece saptanan doğal düşmanlar getirilip kitle halinde üretilerek doğaya salıverilir. Salıverilme işlemi ile her şey bitmiş değildir. Bundan sonra doğal düşmanın sürekli izlenerek etkinliğinin ve popülasyonunun devam edip etmediği kontrol edilmelidir. Yeni getirildiği bölgenin çevre koşullarına adapte olamayan egzotik doğal düşman türlerinde kitle halinde üretilip salıverilme işleminin periyodik olarak yapılması



gerekir. Örneğin kestane gal arısının doğal düşmanı olan *Torymus sinensis*'in İtalya'dan getirilerek yurdumuzda kitle halinde üretilip doğaya salıverilerek doğal düşman popülasyonlarının arttırılması ile ilgili örnekleri teşkil eder.

3.6.7. Zararlılara karşı kullanılan biyolojik mücadele etmenleri

Zararlılara karşı kullanılan biyolojik mücadele etmenleri çok değişik canlı grupları içinde bulunurlar.

3.6.7.1. Omurgalılar / kuşlar

Omurgalılar içinde biyolojik mücadele etmeni olarak en çok kuşlardan yararlanılır. Kuşlar içinde en önemli türler ise; baştankaralar ve sıvacı kuşudur. Kuşlar böcek yiyen en önemli hayvanlardır. Bu türler arasında guguk kuşu, sıgırcık, bülbül, ispinoz, ağaçkakan ve baştankara türleri önemli böcekçil kuşlardır. Kuşların korunması ve böcek popülasyonları üzerindeki etkilerinin devamını sağlamak için, ormanlara, kuşların isteklerine uygun özellikte, ahşaptan yapma suni yuvalar asılmalıdır. Bu yuvaların amacı; böcekçil kuşların üreme şartlarını iyileştirerek ve dolayısıyla sayılarının artmasını sağlayarak ormanın böcek zararlarına karşı korunmasını temin etmektir.

3.6.7.1.1. Biyolojik mücadelede kuş yuvaları kullanılması

Kuşların korunması ve böcek popülasyonları üzerindeki etkilerinin devamını sağlamak için, ormanlara, kuşların isteklerine uygun özellikte, ahşaptan yapma suni yuvalar asılması gerekir. Bu yuvaların amacı; böcekçil kuşların üreme şartlarını iyileştirerek ve dolayısıyla sayılarının artmasını sağlayarak ormanın böcek zararlarına karşı korunmasını temin etmektir. Yuvaların kullanıldığı yerler, böcek yiyen kuşların tabii yuvalanma şartlarının yeterli olmadığı ormanlardır.

Yuva tipleri

Suni kuş yuvaları; böcekçil kuşların yuvalanmasına elverişli biçimde, ahşaptan hazırlanan genellikle sandık biçiminde kuş barınaklarıdır. Bu yuvalar; büyük, küçük ve kama yuva olmak üzere 3 tiptedir:

Büyük yuva

Büyük yuva; uçma deliği 60 mm çapında olup Sturnidae, Upupidae, Picidae ve Strigidae familyalarına mensup kuş türlerinin yuvalanmasına elverişli büyüklükte bir yuvadır.

Küçük yuva

Küçük yuvanın; uçma deliği 35 mm çapında olup, Paridae, Sittidae, Troglodytidae, Muscicapidae, Picidae, Turdidae ve Ploceidae familyalarına mensup kuş türlerinin yuvalanmasına elverişli tiptedir.



Kama şeklinde yuva

Kama şeklinde yuva; uçuş deliği 30 mm x 40 mm boyutunda olup, Certhiidae familyasına mensup kuş türlerinin yuvalanmasına elverişlidir.

3.6.7.1.2. Kuş yuvalarının asılması

- 1) Yuvaların asılış yüksekliği yerden 3-4 m kadar olmalıdır.
- 2) Kuşların emniyette olabilmesi için, yuvaların mümkün olduğu kadar yoldan uzak yerlere asılmasına gayret edilmelidir. Yuvaların asılma mesafesi, birbirinden en az 20 metre olmalıdır.
- 3) Yuvaların, uçuş deliği bulunan yüzleri doğuya ve güneye bakacak şekilde asılmasında yarar vardır.
- 4) Yuvalar genellikle kapalılığı yüksek, dolayısıyla karanlık, rutubetli ve serin meşcere kısımlarına, fakat ışığın içeri girebildiği boşluklara asılmalıdır. Yuvanın açıkta duran tek ağaçlara ve güneşe doğrudan maruz alanlara asılması doğru olmaz. Zira yavrular sıcaktan ölebilir; erginler de yuvaya girip çıkarken yırtıcı kuşlar saldırdığında ormanın kapalı kısmına kaçarak kendini koruyamazlar.
- 5) Yuva asılan ağaçların gövdelerine, yağlı boya ile kolaylıkla görülebilecek biçimde işaret konulmaktadır. Ağaçlara konulan işaret, yuvaların takibi ve çalınan yuvaların anlaşılması bakımından faydalıdır. Asılan yuvaların takibi amacıyla koordinat değerleri alınabilir.
- 6) Asılacak yuva sandıklarının sayısı; ağaç türlerine, meşcere yaşına ve zararlı böcek tehdidi altında bulunup bulunmadığına göre değişir. Genel olarak, iğne yapraklı meşcerelerde hektara 5 adet küçük, 3 adet büyük kuş yuvası, yapraklı ormanlarda 5 – 10 adet kuş yuvası homojen dağılım sağlayacak tarzda yerleştirilmelidir.
- 7) Büyük ve küçük yuvalar; ucuna özel bir tertibat takılmış sırkalar yardımıyla, asma kancalarından ağaçların dış tarafındaki 5-10 cm çapındaki yaş dallarına, boşlukta kalacak şekilde asılmalı; ağaç gövdelerine tutturulmamalıdır.
- 8) Bir ağaca, genellikle bir yuva asılır. Ancak, büyük ağaçlara birden fazla yuva asılması gerektiğinde, yuvaların değişik yüksekliklerde ve uçuş deliklerinin değişik yönlerde olmasına dikkat edilmelidir.
- 9) Kuşlar, yuvalanacakları yeri bir süre gözlediklerinden ve ancak güvenden sonra yerleştiklerinden, yuvanın ilkbaharda işgal edilmesi için, mümkünse sonbaharda, en geç kış sonunda asılması gerekir.

3.6.7.1.3. Yuvaların yapım özellikleri

Yuva sandıklarının yapımı sırasında göz önünde bulundurulacak hususlar şunlardır:

- 1) Yuvalar, yumuşak ve sert ahşaptan yapılabilir. Ancak sert ahşaptan yapılan yuvalar ağır olduğundan yumuşak ahşap tercih edilmektedir.



- 2) Yuva tahtaları 15 mm kalınlıkta biçilir.
- 3) Tahtaların dış yüzleri rendelenmeli, iç yüzeyleri rendelenmemelidir. Çünkü iç yüzeyleri rendelenmiş yuvalardan kuşların çıkamayıp öldükleri görülmüştür.
- 4) Uçuş deliği, planında gösterildiği şekilde ve yuva tiplerine göre değişik büyüklükte ve tarzda açılır.
- 5) Küçük ve büyük tip yuvalar önden, kama yuvalar üstten açılacak şekilde yapılır.
- 6) Asma telini tutturma kancası, yuva asıldığında öne eğik duracak şekilde, ağırlık merkezinin gerisine çakılır.
- 7) Yuva asma teli, 4 mm çapında ve zamanla askı yerinden açılmayacak sertlikte olmalıdır.
- 8) Küçük ve büyük yuvalarda, asma telinin alt ucu, yuvanın örtüsündeki kancaya takılır. Kama yuvalarda ise arka yüze çiviyle tutturulur.

3.6.7.2. Böcekler

Böceklerin birçoğu zoofag yani hayvansal organizma ile beslenir. Zararlılara karşı biyolojik mücadele etmenlerinin çoğunluğu Insecta sınıfı içinde yer alır. Bunlar zararlılar üzerinde avcı ve parazitoit olarak yaşarlar.

a) Avcı böcekler

Çoğunluğu Orthoptera, Heteroptera, Neuroptera, Coleoptera, Lepidoptera, Diptera ve Hymenoptera takımları içinde yer alırlar.

b) Parazitoit böcekler

Zararlı böceklerde iç veya dış parazitoit olarak yaşarlar. Bunlar Diptera ve Hymenoptera takımlarına bağlı familyalar içinde yer alırlar.

3.6.7.3. Akarlar

Zararlılar üzerinde yaşayan akarların hepsi avcıdır, konukçuları yani avları da genellikle bitki zararlısı akarlardır.

3.6.7.4. Funguslar

Ascomycota şubesinin Hypocreales takımında yer alan mitosporik entomopatojen funguslar ve Glomeromycota şubesinin Entomophthorales takımı içerisinde bulunan funguslar böceklerin mikrobiyal mücadelesinde en fazla üstünde durulanlar olmuştur. Birkaç takson haricinde (örn: *Culicinomyces*) funguslar konukçularını integümentden doğrudan geçerek enfekte etmesi bakımından böcek patojenleri arasında farklı bir yere sahiptir. Bu nedenle ağız yolu ile alınması gereken patojenlerin etkisiz olduğu sokucu-emici ağız yapısına sahip böceklerin mikrobiyal mücadelesinde oldukça ön plana çıkmış bir gruptur. Böcek kütikulasına tutunan fungus sporları çimlendikten sonra bir penetrasyon yapısı oluşturarak enfeksiyonu başlatırlar. Hemakole ulaşan fungus genellikle maya benzeri şekilde hemolimf içerisinde çoğalır ve böceğin ölümüne neden olur. Bazı fungusların salgıladıkları toksinler (örn: destruxin) nedeniyle ölüm hastalığının erken dönemlerinde de gerçekleşebilir. Konukçu ölümünü



takiben fungus hifsel gelişim gösterir ve çevre şartlarının uygunluğunda ölü konukçu üzerinde sporulasyon gerçekleştirerek yayılır. Bazı funguslar dayanıklı dinlenme sporları da üretebilirler. Hypocreales takımındaki fungusların yayılımı tamamen pasif iken entomophthoralean funguslarda oluşturulan konidiler aktif olarak fırlatılırlar. Ölüm konukçu-fungus etkileşimine bağlı olarak 3-5 günde gerçekleşebilmekte ancak arazi uygulamaları sonucunda çevre şartlarına bağlı olarak bu süreç uzayabilmektedir. Bu süreç içerisinde hastalık, böceğin beslenmesini, gelişimini, davranışını ve çoğalma kapasitesini etkileyebilmektedir.

Yapay besi ortamlarında nispeten ucuz bir maliyetle üretimlerinin mümkün olması mitosporik entomopatojen fungusların çeşitli zararlıların mücadelesine yönelik biyoinsektisit olarak geliştirilmelerini hızlandırmıştır. Bunların büyük kısmını *Metarhizium*, *Beauveria*, *Isaria* ve *Lecanicillium* türleri oluşturmaktadır.

3.6.7.5. Bakteriler

Entomopatojen bakteriler günümüzde zararlı böceklerle karşı en fazla kullanılan mikroorganizmalardır. Spor oluşturanlar ve spor oluşturmayanlar olmak üzere iki gruba ayrılırlar. Bunlardan spor oluşturanlar böceklerle karşı mücadelede kullanılırlar. Ancak en fazla kullanılanları spor oluşturan fakültatif bakterilerin kristal taşıyanlarıdır. Bakteriler böcek vücuduna besinleriyle birlikte ağız yoluyla girerler. Kristal taşıyan spor formundaki bakteri, böcek vücudunda sporangium içinde endosporlar ve protein taşıyan kristaller oluşturur. Bu kristaller toksin ihtiva ederler. Böcek bu toksin veya bakterinin bütün vücudu sarması sonucu ölür.

Entomopatojen bakterilerin çoğunluğu *Bacillus* ve *Coccobacillus* cinsleri içinde yer alır. *C. acridiorum* çekirgelerde patojen olan bir türdür. *B. popilliae* ve *B. thuringiensis* diğer önemli iki türdür. *B. thuringiensis*' in çok sayıda varyetesi vardır ve başta lepidopterler olmak üzere, dipterlere karşı kullanılmaktadır. Çok sayıda biopreparatları geliştirilmiş olup özellikle lepidopter larvalarına karşı kullanılmaktadır. Yurdumuzda da kır tırtılı (*Lymantria dispar* L.), çam kese böceği (*Thaumatopoea pityocampa* Schiff.), yaprak bükenler (*Archips* spp.) gibi zararlı lepidopter türlerine karşı önerilmekte ve kullanılmaktadır.

Birçok bakteri türü, özellikle böcekler üzerinde üreyip kitle halinde ölümler yapar. Bakteriler çok basit yapılı, genetik materyali bir zarla çevrili olmayan, genellikle klorofilsiz ve bölünerek çoğalan tek hücreli canlılardır. Şekillerine göre bakteriler genellikle çubuk, yuvarlak, spiral ve virgül şeklinde olmaktadır. Bakteriler basit yapılı olmalarına rağmen, canlılar âleminin dengesini sağlamada çok önemli rol oynarlar. Yeryüzünde bakterilerin bulunmadığı yer neredeyse yoktur. Bu küçük canlılar topraktan okyanusların derinliklerine ve havaya kadar her ortamda yaşayabilirler.



Biyopestisit nedir?

Aktif maddeleri doğal olan preparatlardır (Hayvan, bitki, mineral veya mikrobik (bakteri, virüs) kökenli). Bu preparatlar, bilimsel ve modern formülasyonlarıyla zararlılara karşı yerden ve havadan uygulamalar için geliştirilmiştir. Tarım ve ormancılıkta kullanılmaktadır. Dünyada entegre mücadelesi kapsamında *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* (Btk), en yaygın kullanılan biyopestisittir. Lepidoptera zararlı böcek türlerine (çam kese böceği, sünger örücüsü, altın kelebek vb.) karşı bakteri kökenli ve tamamen biyolojik olan formülasyon, dünyanın birçok yerinde havadan ve yerden uygulanmaktadır.

B. thuringiensis (Bt) genellikle biyolojik pestisit olarak kullanılan, Gram-pozitif, toprakta yaşayan bir bakteridir. *B. thuringiensis* çeşitli kelebek türlerinin tırtıllarının bağırsaklarında, yaprak yüzeylerinde, sucul ortamlarda, hayvan dışkısında, böcek popülasyonunun yoğun olduğu ortamlarda, un değirmenleri ve tahıl depolama tesislerinde doğal olarak bulunmaktadır. Sporlanma sırasında, birçok *B. thuringiensis* suşunun δ -endotoksinleri denilen kristal proteinleri (proteinli inklüzyonlar) üreterek böcekleri öldürdüğü görülmüş bu da böcek öldürücü maddeler olarak kullanımına yol açmıştır.

Btk nasıl çalışır?

Btk'nın etkili olabilmesi için hedef zararlı larvası tarafından yenilmesi gerekmektedir. Larvayı öldüren, sindirilen bakteri değil bakterinin ürettiği protein kristalidir. Bu kristal çam kese böceği vb. larvalarına karşı öldürücü toksin taşımaktadır. Bu toksin yüzünden larva bağırsağı paralize olur ve larva beslenmeyi durdurduğu için de zararlının ölümüne neden olur.

Btk neden çevre dostu ve biyolojiktir?

- ✓ Btk tüm dünyada doğal biçimiyle çevrede bulunabilmektedir.
- ✓ Gram pozitif, sporlu bir bakteridir.
- ✓ Sadece lepidoptera larvalarına karşı zehirli olan karakteristik proteinler (toksik proteinler) üretir. Günümüzde dipter ve coleopter larvalarına karşı etkili bakteriler de ortaya konulmuştur.
- ✓ Toprağın mikroflorasının ortak bileşenidir.

3.6.7.5.1. Btk'nin özellikleri, kullanımı ve avantajları

- 1) Çevre ile dost, etkin mücadelede sürdürülebilir bir çözümdür.
- 2) Sadece hedef zararlılara karşı etkilidir.
- 3) Kimyasallardan daha hızlı bir şekilde çevrede parçalanır.
- 4) Arılar, faydalı böcekler, kuşlar, balıklar ve memeliler gibi hedef dışı organizmalara karşı zararsızdır.
- 5) Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından güvenli olarak ilan edilmiştir.
- 6) *B. thuringiensis* esaslı bioinsektisitler havanın serin olduğu sabah erken saatlerde uygulanırsa kalıcılığı ve etkililiği maksimum seviyeye yükselmektedir.



- 7) Bu tipteki bioinsektisitler böcekleri hastalandırarak öldüren doğal ürünler olduğu için böceğin ölümü birkaç gün alabilmektedir. Ancak bu dönemde böcek hareketsizdir ve beslenmez.
- 8) Bu tipteki ilaçlar kullanılır iken ilaçlama suyunun asitliğine dikkat edilerek mümkün oldukça PH'sı 7 veya 7 den az sular tercih edilmelidir.
- 9) *B. thuringiensis* esaslı biyoinsektisitler entegre mücadele programları için önemli bir çözüm seçeneğidir.
- 10) Diğer ilaçlara göre etki şekli farklı olduğundan zararlılar üzerinde direnç oluşturmaz.
- 11) Uygulanması kolaydır. Her türlü yer aleti ile yerden ve uçak ile havadan püskürtülebilirler.
- 12) Kalıntı problemi yoktur. Her zaman hatta hasat zamanı bile kullanılabilirler.
- 13) Toksik özelliklerinin uygunluğu nedeniyle kullanıcılar için hiçbir riski yoktur.
- 14) *B. thuringiensis* esaslı biyoinsektisitler; yağmurlu havalarda yıkanma, nemsiz kuru havalarda ölme ve havadan ilaçlamalarda mevcut bitki örtüsünün 10 metre üzerinden atılırsa yere ulaşmama riskleri vardır.

Bakteriler, böcek vücuduna besinleriyle birlikte ağız yoluyla girerler. Kristal taşıyan spor formundaki bakteri, böcek vücudunda sporangium içinde endosporlar ve protein taşıyan kristaller oluşturur. Bu kristaller toksin ihtiva ederler. Böcek bu toksin veya bakterinin bütün vücudu sarması sonucu ölür. *Bacillus* cinsine ait türler en önemli mikrobiyal pestisitlerdendir. Amerika'da, 1948 yılında kayıtlı ilk mikrobiyal insektisit *Bacillus* cinsine ait türlerdir. Bacillaceae familyasının diğer bir *B. thuringiensis*'in yaygın bir şekilde zararlı böceklerle karşı kullanılmaktadır. *B. thuringiensis* satışları 1961'den beri dünyada bütün mikrobiyal pestisitlerin önemli bir bölümünü oluşturmaktadır.

Son yıllarda insektisidal aktivitesi yüksek olan *B. thuringiensis* bakterileri üzerinde durulmaktadır. Bu bakterilerin spor ve kristal karışımları, toz, ıslanabilir toz veya sulu karışım şeklinde kullanılmaktadır. *B. thuringiensis*'ten hazırlanan karışımların uygulandığı böcekler, bu karışımların ihtiva ettiği toksinler sebebiyle ölürler. Bu bakteriler oldukça geniş bir yayılım gösterirler. *B. thuringiensis* insektisidal toksinlere sahiptir. Bu toksinler bakteriyal gelişim başlamadan önce böcekleri öldürmektedir. *B. thuringiensis*, yüksek oranda insektisidal δ -endotoksinler üretmektedir ve ticari olarak kullanılan en önemli böcek patojenidir.

B. thuringiensis topraktan, böceklerden, depolanmış ürünlerden ve ibrelili ağaçların yapraklarından izole edilmiştir. Genellikle *B. thuringiensis* ölü böceklerden izole edilmiş ve izole edildiği böceklerle karşı toksik aktivite gösterdiği tespit edilmiştir. Enfekte olan böcek larvaları öldüğünde, ölü böcek vücutları *B. thuringiensis* tarafından üretilen kristal ve sporlarla dolar.



B. thuringiensis'in larvalar üzerinde sebep olduğu belirtiler, yavaş hareket etme, beslenmeyi bırakma, sıvı halde dışkı çıkarma, kusma ve vücut içeriklerinin kahverengiden siyaha dönüşmesi olarak sayılabilir. Zehirlenen böcek, toksin aktivitesi sebebiyle hemen ölebildiği gibi 2–3 gün içerisinde kan zehirlenmesi sonucu da ölebilir.

B. thuringiensis dünyada en yaygın olarak kullanılan biyolojik mücadele etmenidir. 2000'li yıllara kadar Birleşmiş Milletlerde 200'e yakın *B. thuringiensis* ürünü kayıtlara girmiş bulunmaktadır. Çevre ve insanlar için güvenilir olması nedeniyle *B. thuringiensis*'in gelecekte kullanımı artacaktır. Cry proteinleri, memeliler, kuşlar, kara ve suda yaşayanlar ve sürüngenler üzerinde toksik değildir. Ancak, zararlı böceklerle karşı oldukça etkilidir.

Bu basilin epizootik özelliği zayıftır. Yani basil, böcekler arasında bulaşıcı hastalık şeklinde kolayca yayılamaz. Dolayısıyla, epizootik meydana getiremeyen ve inokulum potansiyeli düşük olan bu basil, kendiliğinden çoğalıp enfeksiyon yapamadığından, yani sürekli etkiye sahip olmadığından, aynen insektisitlerde olduğu gibi her defasında yeniden uygulanmak istemektedir. Bununla beraber, selektif özellik gösterdiği için faydalı türleri öldürmeyen bu bakteri ile özellikle lepidopter tırtıllarına karşı başarılı mücadele yapılabilir.

3.6.7.6. Virüsler

Virüsler konukçularına çoğunlukla oral olarak sindirim sisteminden, bazıları ise mekanik olarak parazitödlere yolu ile (örn: Polydnaviridae) giriş yaparlar. Ergin dişilerden yumurtaya bulaşma ile dikey yayılım da gerçekleşebilir (örn: *Neodiprion sertifer* NPV). Diğer doğal açıklıklardan ve yaralardan giriş yaptıkları da belirtilmektedir. Hastalık seyri ve etkisi etmenine göre değişmekle birlikte sadece belirli dokularda virüs replikasyonu ile kronik hastalıklara neden olanlar (örn: Ascoviridae ve Cypovirüsler), vücut geneline yayılarak akut hastalıklara neden olanlar (örn: birçok baculovirüsler) olduğu gibi konukçusu ile mutual ilişki içerisinde olan virüsler (örn: Polydnaviridae) de bulunmaktadır. Kronik hastalıklar gelişmede gerileme, yaşam süresinde ve doğurganlıkta düşüş ve böcekte genel bir zayıflamaya neden olurlar. Entomopatojen virüslerin kullanımını sınırlayan temel faktör dar konukçu spektrumu, konukçuda çoğaltılma ihtiyacı ve etki hızının düşük olmasıdır. Mikrobiyal mücadele bakımından en çok ön plana çıkmış olan virüsler Baculoviridae familyasındaki türlerdir.

Baculoviridae protein yapısı içerisinde tek tek gömülü olarak bulunan Granulovirus (GV) ve çok sayıda nükleokapsidin gömülü olduğu Polyhedrovirus (NPV) cinslerini içerir. Tespit edilen konukçuların birçoğu Lepidoptera'ya bağlı olup diğerleri Diptera, Hymenoptera, Trichoptera takımlarına bağlıdır. Böcekler haricinde Decapoda ve Crustacea üyelerinde de hastalık yaptığı bildirilmiştir. GV'ler sadece lepidopter türlerinden rapor edilmiştir. Omurgalılarda ve bitkilerde hastalığa neden olan baculovirüs belirlenmemiştir.



İlk çarpıcı epizootik gözlemlerinden birisi Avrupada *Lymantria monacha* (L.) popülasyonlarındaki periyodik düşüşlerdir. Larvalar ölümden önce ağaçların yukarı kısımlarına çıkmakta olup abdomen bacaklarından tutunmuş olarak öldükleri ve vücudun parçalanması ile virüsü yaydığı bilinmektedir. 1920' li yıllarda hastalığın yayılması için çeşitli taktikler ile çalışmalar yürütülmüştür. Amerika'da ise benzer bir durum *L. dispar* L. popülasyonlarında gözlenmiştir. Klasik biyolojik mücadelede entomopatojen mikroorganizmaların kullanımına bir örnek Kanada'ya Avrupa'dan gelmiş olan *Neodiprion sertifer* (Geoffroy) mücadelesi için İsveç'ten baculovirüsün getirilip kullanılmasıdır. Virüs introduksiyonu popülasyonda geniş alanda epizootik oluşumuna neden olmuş ve doğal olarak zararının mücadelesi sağlanmıştır. Bu virüs diğer baculovirüslerinden farklı olarak enfekteli erginlerden yumurtaya geçmek suretiyle kolaylıkla popülasyonda yayılmaktadır. Bununla birlikte yüksek virülensi etkili uzun süreli zararlı mücadelesini başarılı kılmıştır. Baculovirüslerin etkinliklerinin genetik mühendisliği ile artırılması çalışmaları gerçekleştirilmiş ancak ruhsatlandırılmasına geçilmemiştir. Birçok baculovirüs lepidopter larvalarına karşı mücadele amacı ile biyoinsektisit olarak ruhsatlanmış ve üretilmiştir. Bir NPV ise diprionid bir hymenopter mücadelesi için geliştirilmiştir.

3.6.7.7. Rickettsia

Bu mikroorganizmalar metabolizma ve morfoloji bakımından virüslere benzerler. Entomopatojen olanlar *Rickettsiella* ve *Enterella* cinsleri içinde yer alan türlerdir.

Entomopatojen *Rickettsia* türlerinin böceklerde hastalığın gelişmesi çok ağır seyreder. Bu nedenlerle uygulamada bu mikroorganizmalar henüz araştırma safhasındaki denemelerle böceklerle karşı kullanılabilir.

3.6.7.8. Protozoa

Bunlar tek hücreli canlılardır. Entomopatojen olanların önemlileri *Nosenia* cinsi içinde yer alır. Bunların bazı biyopreparatları geliştirilmiştir ve özellikle çekirgelere karşı kullanılmaktadır.

Entomopatojen protozoa türlerinin konukçularına temel giriş yolu ağız ile olup enfeksiyonları lokal veya sistemik olabilir. Genellikle konukçuya özelleşmiş, yavaş etki yapan ve kronik hastalıklar oluşturan etmenlerdir. Bununla birlikte doğal böcek popülasyonlarında önemli baskı unsurlarıdır. Mikrobiyal mücadele etmeni olarak ön plana çıkmış olan ve daha önce Protozoa içerisinde yer alan Mikrosporidia grubu funguslar içerisine aktarılmıştır. Entomopatojen protozoanların en büyük dezavantajı canlı konukçuda üretilmesi ve ölüm oranının yüksek olmayışıdır. Ancak bu gruptaki etmenlerin özellikle çok yıllık kültür alanlarında klasik biyolojik mücadele yönünden yararlı olabileceği sıklıkla dile getirilmektedir.



3.6.7.9. Nematodlar

Zararlılar ve özellikle böceklerin sindirim ve üreme organlarında çok sayıda nematod yaşar. Bunlardan önemli olanları; *Mermis*, *Agamermis* ve *Howardula* cinslerine bağlı türlerdir.

Bazı nematod türleri de böceklerde bakterilerle birlikte yaşarlar. *Neoaplectana* cinsine bağlı nematod türleri *Achromobacter nematophilus* isimli bakteri ile birlikte yaşar ve bakteriyi böcek vücuduna taşıyarak bakterinin toksini sonucu ölümlerine neden olur.

Nematodlar mikroorganizma olmamakla birlikte devamlı mikrobiyal mücadele kapsamına alınmışlardır. Nematodların böceklerle ilişkileri tesadüfi birliktelikten obligat parazitizme kadar çeşitli şekillerde olabilmektedir. Böcek paraziti nematodlar konukçularına kütikuladan doğrudan veya doğal açıklıklardan (stigmalar, ağız, anüs) giriş yaparlar. Bazı nematodlar konukçunun ölümüne neden olurken (örn: Mermithidae, Steinernematidae), bazıları da konukçunun steril olmasına veya doğurganlıkta düşüşe neden olurlar (örn: Sphaerularidae, Allantonematidae).

3.6.8. Mikrobiyal mücadele

Zararlılar üzerinde yaşayan ve onları öldüren funguslar, bakteriler, virüsler, rickettsia, protozoa ve nematodlar gibi mikroorganizmalara hastalık etmenleri, entomopatojenler veya mikrobiyal mücadele etmenleri adı verilir. Bunlarla yapılan biyolojik mücadele çalışmalarına da mikrobiyal mücadele denir.

Mikrobiyal mücadelenin başarılı olabilmesinde bazı faktörler rol oynar. Bunlar aşağıdaki şekilde özetlenebilir.

- 1) Entomopatojenin virulanslığı
- 2) Entomopatojenin spor yoğunluğu
- 3) Konukçu zararlıının biyolojik dönemi
- 4) Konukçu zararlıının fizyolojik ve sağlık durumu
- 5) Konukçu zararlıının popülasyon yoğunluğu
- 6) Nem
- 7) Sıcaklık
- 8) Işık
- 9) Bunlardan virulanslık etmenin türü, ırkı ve serotipine göre değişir.

Entomopatojen mikroorganizmalar zararlıların belirli biyolojik dönemlerinde etkili olurlar. Bu da entomopatojenin türüne göre değişir. Entomopatojenler sağlıklı zayıf olan zararlılarda daha etkilidir. Bu nedenle entomopatojenler insektisitlerin düşük dozları ile birlikte kullanılarak subletal insektisit dozu ile sağlıklı zayıflatılmış zararlı için entomopatojenin etkisi artırılmış olur.

Entomopatojenler, konukçu zararlıının yoğun popülasyonlarında hastalığın bir bireyden diğerine daha çabuk bulaşması nedeniyle daha etkilidirler. Nem özellikle entomopatojen funguslar açısından daha önemlidir. Uygulamaların akşamüzeri saatlerinde yapılmasının bir nedeni, gece boyunca yüksek oranda nemin olumlu etkisinden



yararlanarak başarının artırılmasıdır. Sıcaklık bakımından yüksek sıcaklıklar başarıyı azaltıcı bir faktördür.

Işık ve özellikle güneş ışığındaki ultraviyole ışınlar entomopatojen sporları için öldürücüdür. Uygulamaların akşamüzeri saatlerinde yapılmasının ikinci nedeni, güneş ışığının bu olumsuzluğundan korunmaktır.

3.6.9. Mikroorganizma toksinleri

Entomopatojen funguslar ve bakterilerde söz edildiği gibi bunlar böcekleri meydana getirdikleri toksinleri ile öldürürler. Bu toksinlerin büyük bir çoğunluğunun omurgalılara ve dolayısıyla insanlara olumsuz etkileri yoktur. İşte bu nedenle toksinlerden böceklerle karşı mücadelede yararlanma konusunda yoğun çalışmalar yapılmaktadır. Bu amaçla bazı toksinler biyokimyasal olarak tanımlanmış ve isimlendirilmiştir. Bunların geniş şekilde elde edilip böceklerle karşı mücadelede kullanılması konusunda yoğun ve hızlı çalışmalar yapılmaktadır. Bu amaçla üzerinde durulan toksinler daha çok entomopatojen fungus ve bakterilerden izole edilip tanımlanarak isimlendirilmişlerdir. Entomopatojen funguslardan *Beauveria bassiana*'dan Beauvericin, Beaurolides, Bassiolinide; Isaria türlerinden Isarolide; *Metarhizium anisopliae*'den Destruxin, Cytochalasin; *Aspergillus* spp.'den Aflatoxin, Aspochracine adı verilen toksinler elde edilmiştir. Bunlardan Aflatoxin omurgalılar ve dolayısıyla insanlar için de çok zehirlidir. Diğerleri böyle bir olumsuzluğa sahip değildir.

Entomopatojen bakterilerin toksinlerinden yararlanma konusunda da yoğun çalışmalar yapılmaktadır. *B. thuringiensis*'in endotoksin ve ekzotoksinleri biyokimyasal olarak belirlenmiş ve böceklerle karşı denenmiş ve ruhsatlandırılmıştır.

3.7. Kimyasal Mücadele

Orman bitkileri ile bitkisel ürünlerinin zararlı ve hastalıklarının, kimyasal bileşikler yardımıyla doğrudan veya dolaylı olarak yok edilmesine kimyasal mücadele adı verilir. Daha kapsamlı ve bilimsel tanımlama ile kimyasal mücadele, zararlı popülasyonlarının ekonomik zarar eşiği altında tutmak amacıyla kimyasal bileşiklerin kullanıldığı mücadele yöntemidir, şeklinde tarif edilebilir.

Bilinen ilk bitkisel insektisit nikotindir. 17. yüzyılda tütün tozu veya suyu olarak böceklerle karşı kullanılmıştır. Bir diğer bitkisel kökenli insektisit olan pyrethrum ise oldukça eski bir insektisit olup ilk kaydı belli değildir, ancak ilk kez İran ve Kafkasya'da kullanıldığı bilinmektedir. Avrupa'da ise ilk kez 1840 yılında Adriyatik denizinin doğu sahillerinde yetiştirilip kullanılmıştır. İkinci Dünya Savaşı'na kadar sadece inorganik bileşikler ve bazı bitkisel ekstraktlarla süregelmiştir. İkinci Dünya Savaşı sırasında DDT (Dichlordiphenyl trichlorethane)'nin askerlerdeki bitlere karşı kullanılması ve hemen mücadele sonrasında bu bileşiğin tarımsal zararlılara karşı kullanılıp



başarı sağlanmasıyla kimyasal mücadele uygulamaları artmaya başlamıştır.

Aslında ilk kez 1874 yılında sentezlenen DDT'nin insektisit özelliği 1939 yılında Paul Müller tarafından ortaya konmuştur. DDT'nin sivrisinek kontrolündeki başarısı nedeniyle 1948 yılında Paul Müller'e Nobel Tıp Bilim ödülü verilmiştir. DDT'nin sağladığı bu başarı diğer organik insektisitlerin keşfedilmesi ve zararlılara karşı kimyasal mücadele çalışmalarını daha da hızlandırmıştır. 1950 yılında malathion, 1952 yılında diazinon, trichlorfon gibi organik fosforlar, 1956 yılında karbamatlılardan carbaryl, 1965 yılında sentetik pyrethroidlerden tetramethrin, 1974 yılında cypermethrin sentezlenmiş ve zararlılara karşı kullanılmaya başlanmıştır. Art arda keşfedilen sentetik organik insektisitlerin kısa sürede yüksek etkinlik göstermesi, öldürücü etkilerinin gözle görülebilir olması, uygulamalarının basit ve kolay olması, kimyasal mücadele uygulamalarının daha da artmasına neden olmuştur.

Zararlılara karşı yaygın ve yoğun kimyasal kullanımı kısa süre sonra pek çok sorunu da beraberinde getirmiştir. Zira bilinçsizce tüketilen bu kimyasallar, gıdalardaki kalıntıları nedeniyle insan sağlığında ciddi tehlikelere neden olmuş, çevrede yaşayan diğer organizmalara da zehirli etkiler göstermiş, zararlılarda dayanıklılık gibi sorunlara neden olmuştur. Hatta bazı kimyasalların uzun süre parçalanmadan kalması nedeniyle çevrede birikimleri söz konusu olmuştur. Sonuçta 30-40 yıllık bir süre sonunda bazı sentetik organik ilaçlar yasaklanmış, bazılarının ise kullanımları kısıtlanmıştır.

Modern kimyasal mücadelede, hem pestisit kullanılmadan bitkisel ürün yetiştirmenin imkânsız olduğu hem de pestisit kullanımının sürekli artırılarak verimin de sürekli artırılamayacağı anlaşılmıştır. Bu nedenle, bir yandan pestisitlerin çevreye zarar vermeyecek şekilde ve düzeyde kullanılması, diğer yandan maliyetleri düşürebilmek için gereksiz ilaçlamalardan kaçınılması, kısaca gerçekten gerekli olduğunda pestisitlerin kullanılması fikri benimsenmiş ve bu konu entegre zararlı yönetimi stratejilerinin önemli bir unsuru olmuştur.

Kimyasal mücadelede ana unsur kimyasal bileşiklerdir. Bu bileşiklere bitki ilaçları veya özellikle pestisitler adı verilir. Pestisitler hedef aldıkları organizmalara göre (akarisit, fungisit, herbisit, insektisit) gruplandıkları gibi üretimleri veya elde edildikleri kökenlerine göre (kimyasal pestisitler, biyopestisitler) de sınıflandırıldığı için, pestisitlerin tanımı farklı şekillerde yapılabilmektedir.

3.7.1. Kimyasal mücadelede karar vermede etkili faktörler

Bir zararlıya karşı kimyasal mücadelede en önemli konu mücadeleye karar verirken göz önünde bulundurulacak faktörlerin belirlenmesi ve bunların doğru olarak gözlemlenmesidir.



3.7.1.1. Zararlının türü

Bir bitki üzerinde görülen her canlının o bitkide zarar yaptığını düşünmek hatalı olur. Örneğin, bilinen böcek türlerinin çok az bir kısmı, yaklaşık %1'i zararlıdır. Rastlanan bir böcek karşı hemen mücadeleye kalkışmak yanlış ve sonuçları olumsuz bir uygulama olacaktır. Bu nedenle öncelikle zararlının teşhis edilmesi gerekir.

3.7.1.2. Zararlının biyolojisi

Zararlıların biyolojisinin ve davranışlarının bilinmesi, zararlıya karşı mücadelede başarının şartlarından biridir. Kimyasal mücadele çalışmalarının esas hedef organizmanın en hassas dönemlerinde herhangi bir mücadele yöntemi uygulanarak onların baskı altında tutulmalarıdır. Örneğin çam kese böceği başta olmak üzere tüm orman zararlıları lepidopterlerin 1.-3. dönem genç larva dönemlerinde mücadele edilmelidir.

3.7.1.3. Bitkinin çeşidi

Bitkilerin yararlanılan organları ve bu organlar üzerindeki zararlıların bulunması mücadeleye karar vermede önemlidir.

3.7.1.4. Doğal düşmanlar

Doğal denge konusunda yapılan açıklamalar göz önünde tutularak, örneğin doğal düşmanların yoğun ve faal olduğu dönemlerde zararlıya karşı kimyasal mücadele uygulaması dengeyi bozması bakımından çok büyük zarar getirecektir. Örneğin çam kese böceğinin 4-5. larva döneminde (şubat-mart aylarında) avcısı *Calosoma sycophanta* çıkmaktadır. Eğer ilaçlama bu dönemde yapılırsa faydalı böceği de öldürmüş oluruz. Entegre zararlı yönetimi programlarında önemli unsurlardan olan doğal düşmanlar yani zararlılar üzerinde yaşayan organizmalar, uygun olmayan zamandaki bir mücadele uygulamasından zararlı türden daha çok etkilenir. Sonuçta zararlı üzerindeki biyotik baskı unsuru ortadan kalkınca zararlı daha hızlı çoğalarak zararını daha da artırır.

3.7.1.5. İklim faktörleri

İklim faktörlerinden özellikle sıcaklık, nem ve yağış mücadele uygulamalarında göz önünde tutulması gereken ve dolayısıyla kimyasal mücadeleye karar vermede önemli olan etkenlerdendir. Örneğin aşırı sıcak saatlerde bir zararlıya karşı bir ilacın kullanılması bitkide fitotoksositeye neden olurken, çok düşük bir sıcaklıktaki uygulamada da ilaç yeterli etkiyi sağlayamaz. Orantılı nem ise kimyasal mücadele uygulamalarında ilacın bitki yüzeyine yapışmasını sağlayan önemli fiziksel etkenlerdendir. Yağışlar zararlıların bitki üzerinden ayrılmalara veya ilaçların yıkanması gibi nedenlerle zararlılarla mücadeleye karar vermede sınırlayıcı etkenlerdir.



3.7.1.6. Ekonomik zarar eşiği ve Maliyet/potansiyel yarar oranı

Bu konu ilgili bölümde açıklanmış olup; yapılan mücadelenin ekonomik olup olmaması ve doğal dengenin korunması bakımından önemlidir. Kimyasal mücadeleye karar vermede başlıca etkenlerdendir.

3.7.2. Kimyasal mücadelede başarıyı etkileyen faktörler

Zararlılara karşı kimyasal mücadelede başarı sağlanabilmesi, diğer bir deyişle beklenen sonuçların alınabilmesi için bazı hususlara dikkat edilmesi gerekir. Bu mücadelenin ekonomik olması, çevrenin daha az kirlenmesi bakımından önemlidir.

Orman bitkileri ve bitkisel ürünleri zararlılarına karşı yapılan ilaçlamalarda amaç etkili maddeyi belirlenen dozla bitki yüzeyine ulaştırıp homojen olarak dağıtmaktır. Ancak bunu engelleyen birçok faktör vardır. Sonuçta etkili maddenin önemli bir kısmı bitkiye ulaştırılamaz ve homojen olarak dağıtılamaz. Bu da ilaçlamalardan beklenen sonuçların alınamamasına, zaman ve ekonomik değer kayıplarına, çevrenin daha fazla kirlenmesine neden olur. İlaçlamalarda en iyi tekniklerin kullanılması, azami dikkatin gösterilmesi durumunda dahi etkili maddenin ancak %60-70'inin bitki üzerine ulaştırılabileceği bilinmektedir. Buna göre etkili maddenin %30-40'lık bir kısmı atmosfere, toprağa gitmektedir ki bu durum çevrenin kirlenmesi sonucunu getirmektedir.

İlaçlamalardan beklenen sonuçların alınabilmesi için birtakım kavram ve özelliklerin göz önünde tutulması ve bunlar hakkında gereken önlemlerin alınması gerekir. Aynı zamanda ilaçlamalarla ilgili bazı hususların bilinmesi gerekmektedir. Öncelikle bu hususları inceleyerek beklenen sonuçların alınmasında etken olan faktörlerin tanıtılmasında yarar vardır.

3.7.2.1. İlaçlamalarda hedefler ve özellikleri

Zararlılara karşı ilaçlamalarda zararlı ile ilgili bilginin yanında hedeflerin iyi tanınması beklenen başarının sağlanması bakımından önemlidir. İlaçlamalarda öldürülmek veya faaliyeti engellenmek istenen organizmaya hedef denir. Bunlar; durgun veya sabit hedefler ve hareketli hedefler olmak üzere iki grupta toplanabilir.

3.7.2.1.1. Durgun veya sabit hedefler

Bitki üzerinde beslenmekte olan böcekler ve akarlar gibi zararlılar bu grup içinde yer almaktadır. Bunlardan kabuklu bitler gibi zararlılar ile böcek yumurtaları sabit hedeflerdir. Yaprak bitleri, tırtıllar, akarlar gibi zararlılar ise az hareketli yani durgun hedeflerdir. Durgun veya sabit hedefler ilaçlama sırasında etkilendikleri için kaçamazlar.

3.7.2.1.2. Hareketli hedefler

İlaçlama sırasında bitki üzerinde bulunmayan veya bitki üzerinden kaçan hedeflerdir. Örneğin çekirgeler, yaprak pireleri, çam



kese böceğinin kelebeği, yaprak arılarının erginleri gibi zararlılar bu gruba girerler. Biyolojik dönem olarak ise ergin dönemi hareketli hedeftir.

İlaçlamalarda hedeflerin iyi tanınması yapılacak ilaçlama ve seçilecek ilacın etki mekanizması bakımından önem taşır. Durgun veya sabit hedeflere karşı genellikle kontakt, yani değme etkili ilaçlar veya yağlar kullanılır, mide zehiri etkili ilaçlar tercih edilmezler. Ancak sistemik etkili mide zehiri ilaçlar kullanılabilir. Durgun veya sabit hedeflere karşı yapılacak ilaçlamalarda genelde orta ve yüksek hacimli püskürtme uygulanır. Hareketli hedeflere karşı ise genelde kontakt ve mide zehiri etkili ilaçlar kullanılır. Mide zehiri olanlardan sistemik etkili olanlar tercih edilmezler. Hareketli hedeflere karşı ilaçlamalarda genelde düşük veya orta hacimli püskürtme uygulanır.

Hedeflerin bitki üzerinde bulundukları organ ve yerler ile hedef zararlının biyolojisi ve morfolojik yapısı hem ilaç seçimi hem de ilaçlama şeklinde etkili rolü vardır. Örneğin, yüzeyde bulunan bir tırtıl ile yaprak dokusu içinde bulunan tırtıla karşı aynı ilacı kullanmak aynı sonucu sağlamaz. Bu durumda ya farklı etki mekanizmasına sahip ilaçlardan yararlanılır ya da zararlıların bir başka biyolojik dönemi hedef olarak seçilir.

Kabuklubitler gibi üzeri mumsu yapılı bir kabukla örtülü olan zararlılara karşı kontakt etkili ilaçlar kullanmak bu kabuk nedeniyle etkisizdir. Bunun için böyle zararlılara karşı, yağlar gibi fiziksel ölüm meydana getiren ilaçlar kullanılır. Unlu bitlere karşı ilaçlamalarda yüksek basınç ilacın böcek vücudu üzerindeki mumsu salgıyı dağıtıp vücuda ulaşabilmesi için gereklidir.

Birçok lepidopter larvalarına karşı kullanılan *B. thuringiensis* esaslı biyopreparatlar larvalarının deri değiştirme döneminde püskürtüldüğünde yeteri kadar bakteri sporu larvaların sindirim sistemine alınamadığı için etkisi düşük olur. Çünkü larva gömlek değiştirme sırasında beslenmediğinden yeteri kadar bakteri sporu larva vücuduna alınamaz. Belirli bir süre sonra larva beslenmeye başlarsa da bu süre içinde biyopreparatın yarı ömrü aşılmış olacağından, yani bakteri sporlarının çoğunluğu ışık, sıcaklık gibi etkenler nedeniyle canlılıklarını yitirmiş olacaklarından ilaçlamadan beklenen sonuç alınamaz.

Bir pestisitinin bir organizmaya etkisinin yüksek olabilmesi, o organizmanın fizyolojik faaliyetlerinin hızlı olmasına bağlıdır. Hızlı fizyolojik faaliyetler ise zararlıların aktif oldukları dönemlerinde görülür. Bu nedenle zararlılara karşı ilaçlamalar zararlıların aktif dönemlerinde yapılabilir.

Zararlıların davranışları ile ilgili özellikler arasında ağ kurtlarının ördükleri ağları arasında ve yaprak bükenlerin (*Tortrix viridana*) kıvrıdıkları yapraklar arasında beslenmeleri; bozkurtlar, maymuncuklar gibi zararlıların gün boyu toprak içinde gizlenip geceleri beslenmeleri; yeşil kurt gibi zararlıların geceleri daha aktif olmaları gösterilebilir.



3.7.2.2. Doz

Hedef organizmaya etkili olması için birim alan veya birim hacme uygulanması gereken aktif madde veya preparat miktarına doz adı verilir.

Ağaçlar gibi çok yıllık bitkilerde, depo, ambar gibi kapalı alanlarda ilaçlamalar bir tür hacim ilaçlamasıdır. Ormanda doz örneğin 100 litre suya 200 g (200 g/100 litre su), 100 litre suya 50 ml (50 ml/100 litre su), %0,1 veya %0,2 gibi önerilir.

Bakteri ve virüs kaynaklı biyoinsektisitlerde ise doz birim alana veya birim hacme spor veya partikül sayısı olarak verilir. Örneğin çok sayıda lepidopter türlerine karşı önerilen *B. thuringiensis* esaslı biyopreparatlar 24×10^8 spor/da gibi bir doz ile önerilir.

Zararlılarla mücadele teknik talimatlarında veya pestisit etiketlerinde doz, birim alan veya hacme preparat miktarı olarak verilmesine karşın, bilimsel çalışmalarda doz genelde aktif madde miktarı olarak verilir. Pestisitler piyasada çeşitli formülasyonlarda bulunur ve farklı oranlarda aktif madde içerirler. Uygulanacak preparat miktarının belirlenmesi için aşağıdaki formül kullanılır.

$$A = \frac{B \times 100}{C}$$

A: Dekara veya 100 litre suya kullanılacak preparat miktarı (g/ml)

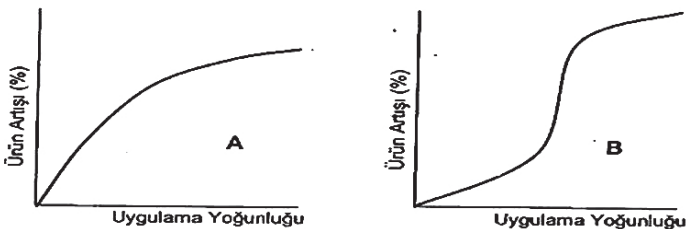
B: Dekara veya 100 litre suya konacak yani önerilen dozdaki aktif madde miktarı (g/ml)

C: Preparattaki aktif madde oranı(%)

Örneğin dekara 20 g aktif madde dozunda bir ilaçlama yapılabilmesi için, %50 aktif madde içeren bir preparattan ne kadar gerektiğini bulmak için;

$$A = \frac{20 \times 100}{50} = 40 \text{ g olarak hesaplanır.}$$

Pestisitlerde doz arttıkça elde edilen ölüm oranının artacağını düşünmek hatalıdır. Doz ile ölüm oranı arasında belirli bir ilişki vardır. Bu ilişkide doz belirli bir düzeye kadar artırıldığında ölüm oranı da artar ve belirli bir doz seviyesinden sonra ölüm oranı aynı düzeyde sürer gider. Bu ilişki aşağıdaki grafikte görüldüğü gibi bir eğri şeklindedir ve eğrinin eğimi pestisitın çeşidine göre değişir.



Şekil 7. Pestisitlerde doz-ölüm oranı ilişkisi



A'daki uygulama yoğunluğuna tepki eğrisi olan türlerde mücadele sonunda elde edilecek yarar yoğunluğun artmasıyla artar ve bu artışın oranı daha geç azalmaya başlar. Çünkü eğrinin eğimi düşüktür. Böyle zararlılara karşı mücadele uygulamasının yoğunluğunu arttırmak yararlı olacaktır. B' deki uygulama yoğunluğuna tepki eğrisi olan türlerde yoğunluğun çok az arttırılmasıyla elde edilecek ürün artışı fazladır. Burada ise eğim yüksektir. A ve B eğrileri karşılaştırıldığında uygulama yoğunluğunun birim artışı karşısında elde edilen ürün artış oranı B'de fazla, A'da ise azdır. Doz ayarlamalarında bu konunun gözden uzak tutulmaması gerekir. Doz arttıkça ölüm oranının da sürekli artacağı şeklindeki yanlış düşünce ve uygulamalar gereksiz ve aşırı ilaç harcamasının yanında, doğal dengenin aşırı bozulmasına, çevrenin aşırı kirlenmesine neden olur.

3.7.2.3. Püskürtme hacmi

Su ile püskürtülerek kullanılan pestisitlerde belirlenen doz gerek birim alana, gerekse birim hacme belirli miktardaki su ile dağıtılır. Bu su miktarına püskürtme hacmi veya ilaçlama hacmi adı verilir. Kısaca tarif etmek gerekirse püskürtme hacmi, pestisit bitkiler üzerine homojen olarak dağıtılması için gerekli su miktarıdır.

Püskürtme hacmi yüksek, orta, düşük ve çok düşük olmak üzere dört grup altında toplanabilir. Püskürtme hacmi tarla bitkileri ve ağaçlarda farklıdır. Buna göre değişik püskürtme hacimlerinde harcanması gereken su miktarı aşağıdaki gibidir.

Püskürtme hacmi	Tarla bitkileri	Ağaçlar
Yüksek	60 litre/da'dan fazla	100 litre/da'dan fazla
Orta	20-60 litre/da	50 litre/da
Düşük	0,5-20 litre/da	5 litre/da
Çok düşük	0,5-0,05 litre/da	0,5 litre/da

Püskürtme hacmi bazı faktörlere göre değişir. Bu faktörler aşağıdaki gibi sınıflandırılabilir.

a) Hedef zararlının özellikleri: Durgun hedeflere orta ve yüksek hacimli ilaçlama, hareketli hedeflere ise düşük ve orta hacimli ilaçlama uygulanır.

b) Bitkinin çeşidi: Genel olarak ağaçlarda yüksek püskürtme hacmi uygulanır.

c) Bitkinin fenolojisi: Bitkilerde fenolojinin başlangıcında püskürtme hacmi düşük, çiçeklenme ve meyve tutumu döneminde yüksektir.

Kış aylarında yapılan kış ilaçlamaları bir yıkama ilaçlamalarıdır ve yaklaşık ağacın taç izdüşümünün metre cinsinden iki katı kadar litre su ile püskürtme yapılır. Örneğin ağacın taç izdüşümü çapı 3 metre



ise $3 \times 2 = 6$ litre su harcanacak şekilde ilaçlama yapılması gerekir. Çiçeklenme öncesinde yapılan ilaçlamalar yine yıkama şeklindedir. Ancak kış ilaçlamasının %75'i kadar hacimli ilaçlama yapılır. Çiçeklenme sonrasında ise ilaçlamalar kaplama ilaçlamalardır ve bu nedenle püskürtme hacmi düşüktür. Bu da yaklaşık kış ilaçlamalarının %50'si kadar bir hacimle gerçekleştirilir.

d) Kullanılacak alet: Pülverizatörlerde ilaçlama hacmi yüksek, atomizörlerde ise düşüktür. Genel olarak atomizörlerde püskürtme, yani ilaçlama hacmi pülverizatörlerin $1/4$ 'ü kadardır. Buna göre atomizörler belirli bir alanı pülverizatörlerin harcadığı suyun $1/4$ 'ü kadarı ile damlacıklarla kaplayabilir.

e) Kullanılacak etkili madde: Bu daha çok etkili maddenin kimyasal yapısı ve formülasyonu ile ilgilidir. Çok düşük hacimli püskürtmeler, buna uygun formülasyonlarla yapılabilir. Bunun için geliştirilmiş özel formülasyonlar (ULV formülasyonlar) vardır.

3.7.2.4. Kalibrasyon

Pestisitlerin birim alana belirlenen miktarının dağıtılmasını sağlamak amacıyla sarfedilmesi gereken su miktarını saptamak için ilaçlama öncesinde yapılan işleme kalibrasyon denir. Bu işlem ilaçlamadan önce belirli alana sadece su pülverize edilerek veya formülle hesaplanmak sureti ile yapılır. Kalibrasyon pestisitlerde dozun homojen olarak dağıtılması bakımından önemli bir işlemdir. Kalibrasyon ile birim alana sarfedilecek su miktarı belirlenir ve belirlenen bu su miktarına pestisit eklenerek uygun bir ilaçlama yapılmış olur.

Kalibrasyon işleminde ilaçlamada kullanılacak alet ve püskürtme memeleri kullanılmalıdır. Çünkü kullanılacak aletin tipi ve püskürtme memesi tipleri püskürtme hacmini, bir başka deyişle sarfedilecek su miktarını etkiler.

3.7.2.5. Bitkiye bağlı özellikler

Bunlar daha çok bitkinin morfolojik yapısı, habitusu ve yaşı ile ilgili özelliklerdir. Bitki yüzeyinin mumsu bir tabaka ile kaplı olması ilaç damlacıklarının iyi yapışmasını engeller ve damlacıklar toprağa düştüğü için beklenen sonuç alınamaz. Böyle bitkilerde püskürtme suyuna özel yapıştırıcı maddeler eklenebilir.

Bitkilerin habitusu, örneğin yapraklarının birbirleri üzerine gelecek şekilde bulunmaları veya dallarının sık olarak bulunması gibi bitkinin doğal gelişimi ile ilgili özellikleri bitki yüzeyinin ilaç damlacıkları ile iyice kaplanamamasına neden olur. Örneğin çamlar gibi ibreli ormanlarda yaprakların birbirleri üzerine gelmiş bir habitusa, fıstık çamı gibi birbiri içine girmiş dalları nedeniyle sık bir taca sahip oldukları için iyi bir kaplama yapmak mümkün olmadığından ilaçlamalardan beklenen sonuç alınamaz. Bu tür bitkilerde yüksek basınç ve kısa hüzmeli pülverizatör veya atomizör ile yapılacak bir ilaçlama bu olumsuzluğu giderebilir.



3.7.2.6. Pestisite bağı özellikler

Bunlar daha çok pestisitinin kimyasal yapısı ile ilgilidir. Ayrıca pestisitinin etki mekanizması da ilaçlamalardan beklenen sonuçların alınmasında etkili olan özelliklerdendir. Örneğin, aynı zararlıya karşı art arda aynı etki mekanizmasına sahip ilaçların kullanılması, diğer her konuda uygun davranılsa bile bir süre sonra mücadelede yeterli başarıyı sağlayamayacaktır, çünkü zararlı organizma pestisite dayanıklılık kazanmış olur.

3.7.2.7. Su

Pestisitlerin su ile karıştırılması sırasında suyun temiz ve pH'sının uygun olması gerekir. Uygun pH genelde 6,0-6,5 olmalıdır.

3.7.2.8. Çevreye bağı özellikler

Burada en önemlisi çevre sıcaklığıdır. Sıcaklığın çok düşük olması ilaçların etkinliğini azaltır. Bu nedenle ilkbahar ve yaz ilaçlamalarında kullanılan ilaçlar 15°C sıcaklığın altındaki sıcaklıklarda kullanılmazlar. Yüksek sıcaklık da damlacıkların bitkiye ulaşmadan buharlaşması nedeniyle ilaçlamaların etkisini azaltır. Aynı zamanda fitotoksisiteyi de artırır. Bu nedenle genelde 30°C'nin üzerindeki sıcaklıklarda ilaçlama yapılmamalıdır.

Bakteri, fungus ve virüs esaslı biyopreparatlarla yapılacak ilaçlamalar akşamüzeri yapılmalıdır. Çünkü gece boyu sıcaklığın düşmesi, orantılı nemin yükselmesi ve güneş ışığının olmaması nedeniyle sporlar canlılığını korurlar. Sonuçta da bu biyopreparatlarla yapılan ilaçlamalardan beklenen sonuç elde edilebilir.

İlaçlamalardan sonraki yağışlar bitki üzerindeki pestisiti yıkayacağından ilaçlamalardan beklenen sonucun elde edilememesine neden olur.

3.7.3. Kimyasal mücadelede kullanılan alet ve makineler

İlaçlamalarda kullanılan püskürtme aletlerini; yer aletleri, yani yerden yapılan ilaçlamalarda kullanılan aletler ve havadan ilaçlama yapan aletler olmak üzere iki ana grupta toplanırlar.

İlaçlamalarda kullanılacak aletin tipi, basıncı, püskürtme memesi tipi ve büyüklüğü, aletin hızı, karıştırıcının bulunup bulunmaması gibi özellikler önemlidir.

Yer aletleri; atomizörler, pülverizatörler ve diğerleri olmak üzere üç grupta toplanırlar.

3.7.3.1. Atomizörler

Bunlar motorla veya elektrikle çalışırlar. Motorlu olanlar sırtta taşınanlar veya araçla çekilenler olarak ayrılabilir ve bunlar bitki ilaçlamalarında kullanılır. Elektrikle çalışanlar ise ambar ve depo ilaçlamalarında kullanılır.



Atomizörler sıvı ve toz ilaçların püskürtülmesinde kullanılırlar. Atomizörler kuvvetli hava akımı meydana getirerek, bu hava içine damlatılan sıvıyı çok küçük damlacıklara ayırarak, yani atomize ederek püskürten aletlerdir. Atomizörlerde püskürtme memesi bulunmaz. Motorun hızı arttıkça hava akımının hızı da artar ve bunun sonucu damlacıkların çapı da küçülür. Böylece sıvı sis halinde püskürtülebilir. İlaçlı suyu 10-15 metre, toz ilaçları da 15-20 metre uzaklığa ulaştırılabilir.

Atomizörler çok az su ile örneğin dekara 2-3 litre su ile ilaçlama yapabilirler. Daha çok yüzey ilaçlamalarında kullanılır. Atomizörlerin ilaçlama hızı pülverizatörden yaklaşık 4 kat daha fazladır. Kullanılan su miktarı azdır ve bunun sonucu da ilaç kaybı çok az olur. Hacim veya konsantrasyon şeklinde veriliş dozlarla yapılacak ilaçlamalarda bu aletlerin çok az su sarfettikleri göz önünde tutulmalıdır. Genel olarak atomizörler pülverizatörlerin $\frac{1}{4}$ ' ü kadar su sarfederler ve bu yüzden konsantrasyon şeklindeki dozlarla yapılacak ilaçlamalarda doz 4 katı olarak, yani ilaç miktarı 4 katı alınarak ilaçlama yapılmalıdır. Çünkü ilaçların etiketlerinde bulunan veya teknik önerilerde yer alan konsantrasyon halindeki dozlar pülverizatörler dikkate alınarak verilmiştir. Bu konsantrasyon atomizörle püskürtülecek olursa atomizörün harcadığı suyun, pülverizatörün harcadığı sudan 4 kat daha az olması nedeniyle ilaç miktarı da yüzde olarak verilmiş olur ki bu durumda ilaçlamadan beklenen sonuç alınmaz.

Araçlarla çekilen atomizörler günümüzde turbo olarak da anılmakta ve ağaçların ilaçlanmasında kullanılmaktadır.

Atomizörlerle toz ilaçlar da püskürtülebilir. Toz ilaçlar hızla püskürtüldüğünden bitki yüzeyine daha iyi yapışırlar. İyi toz bulutu meydana getirdiklerinden bitkinin her tarafının ilaçla kaplanması sağlanabilir.

3.7.3.2. Pülverizatörler

Pülverizatörler insektisiti zararlının temas edeceği yüzeylere veya üreme noktalarına uygulamak için tasarlanmıştır. İnsektisit, belli oranda suyla karıştırıldıktan sonra pülverizatör tankı içine konur. Daha sonra bir pompa yardımıyla tank içine hava sıkıştırılarak basınçla ilaçlı su karışımı püskürtülür. Temiz su kullanılması, düzenli bakım ve hasar görmüş memelerin değiştirilmesi pülverizatörlerin etkili kullanımı için büyük önem taşır. Gün sonunda eğitimli personel tarafından düzenli bakımı yapılmayan pülverizatörlerde, kalan artık ilaç parçacıkları aşınmaya sebep olarak doğru dozda ve oranda püskürtmeyi engeller. Alan spreyi uygulamaları özellikle yoğun popülasyonun azaltılması için ve rutin larva mücadelesini destekleyici olarak kullanılmalıdır. Uygulamalardan önce bir haritalama yapılarak tüm kritik alanlar belirlenmelidir. Alan spreyi uygulamaları için haşerelerin aktif olduğu sabah veya akşam saatleri tercih edilmelidir.

Sırt pülverizatörleri ve çekilen pülverizatörler olarak iki grupta toplanırlar. Sırt pülverizatörleri sırtta taşınırlar ve basınç bir tulumba

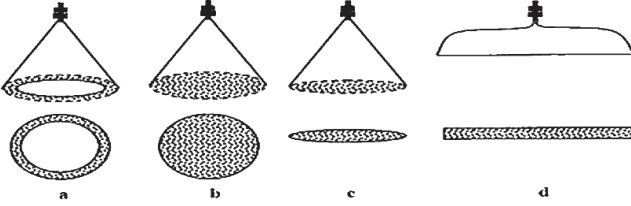


veya pompa ile meydana getirilir. Çekilen pülverizatörler makine ile çekilirler. Basınç bir motor vasıtasıyla veya aracın kuyruk milinden aldığı hareketle meydana getirilir.

Pülverizatörler basınç meydana getirerek ilaçlı suyu püskürtebilen aletlerdir. İlaçlı suyun ince damlacıklar haline getirilmesini ise püskürtme borusu ve püskürtme memesinin ana parçaları teşkil eder.

Basınç odasında motorla meydana getirilen basınçla, depodan gelen ilaçlı su püskürtme borusundan hızla hareket ettirilir ve püskürtme borusu ucunda bulunan püskürtme memesi yardımıyla küçük damlacıklara ayrılarak dışarı fırlatılır.

İlaçlamalardan beklenen sonuçların alınmasında önemli olan pülverizatör basıncı ve püskürtme memeleridir.



Şekil 8. Değişik tip püskürtme memelerinin meydana getirdikleri hüzmeye ve damlacıklarla kapladıkları alan
(a: içi boş koni, b: içi dolu koni, c: yelpaze, d: akıtma)

Genel olarak pülverizatörlerde 4 tip püskürtme memesi bulunur.

İçi boş koni şeklinde püskürtme yapan memeler koni tabanı dairenin çevresinin damlacıklarla kaplandığı memelerdir ve daha çok fidanlık bitkilerinin ilaçlamalarında, düşük basınçlı pülverizatörde kullanılır (Şekil 8a).

İçi dolu koni şeklinde püskürtme yapan memeler koni tabanı dairenin tümünün damlacıklarla kaplandığı memelerdir (Şekil 8b). Daha çok ağaçların ilaçlamalarında ve yüksek basınçlı pülverizatörde kullanılırlar.

Yelpaze şeklinde püskürtme yapan memeler hüzmeye tabanının elips şeklinde olduğu ve fidanlıklarda yabancı ot ilaçlamalarında, düşük basınçlı pülverizatörde kullanılan püskürtme memeleridir (Şekil 8c).

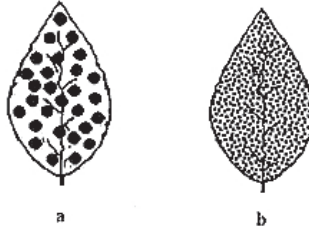
Akıtma veya çarpma memeler düşük basınçlı pülverizatörde fidanlıklarda ve yabancı ot ilaçlamalarında kullanılırlar (Şekil 8d). Püskürtme memelerinin verimi dakikada püskürttüğü su miktarıdır ve meme disk çapı, yani çıkış deliği çapına ve pülverizatör basıncına göre değişir. Delik çapı ve basınç arttıkça meme verimi de artar.

Püskürtme memesi disk çapı, yani çıkış deliği çapına göre değişik şekillerde numaralandırılır. Örneğin bazılarında 65067 gibi



beş basamaklı rakam bulunur. Amerikan sistemine göre numaralandırılmış bu beş basamaklı rakamda soldan ilk iki basamak, örneğin 65 hüzenin çıkış açısını; diğerleri ise, yani 067 ise 2,7 atmosfer basınç altında (40 p.s.i., inch kareye pound) dakikada 0,67 galon (=3 litre) meme verimi olduğunu gösterir.

Püskürtme memelerinde çıkış deliği çapı büyüdükçe, yani meme numarası büyüdükçe püskürtmedeki damlacık çapı da büyür. İri damlacıklardan bir kısmı bitkiye ulaşmadan yere düşer. Ulaşanların bir kısmı yüzey gerilimlerinin fazla olması nedeniyle adhezyon kuvvetinin de yardımıyla birkaçı birleşerek daha iri damlalar haline gelirler ve yer çekimiyle yere düşerler. Böylece her iki olay sonucunda büyük miktarda ilaç kayıpları olur. İri damlacıklardan bitkiye ulaşanlar ise yüzeyde iyi kaplama sağlayamadıklarından ilaçlamadan beklenen sonuç elde edilemez (Şekil 9).



Şekil 9. Büyük (a) ve küçük (b) püskürtme memesi ile yapılan ilaçlamada damlacıklar

Püskürtme memesi çıkış deliği çapı küçüldükçe meydana gelen damlacıklar küçülür ve bunların çok küçük olması halinde çoğu hedefe ulaşmadan havada asılı kalırlar veya hava akımıyla sürüklenirler. Bu durumda ilaçlamadan beklenen sonuç alınamaz. Genel olarak yer aletleriyle yapılacak ilaçlamalarda damlacık çapı 30-80 mikron olmalıdır. Havadan yapılan ilaçlamalarda ise damlacık çapı 70-100 mikron olması gerekir. Diğer bir deyişle damlacık çapı iyi bir kaplama için önemli bir kavramdır. Genellikle verimli bir ilaçlama için 1 cm²'lik alanda; insektisit uygulamalarında 20, fungusit uygulamalarında 50-70 ve herbisit uygulamalarında 30-50 adet damlacık bulunmalıdır.

Genel olarak 3 ve 4 numaralı püskürtme memeleri havadan yapılacak ilaçlamalar ile yer aletleriyle yapılan zehirli yem kısmi dal ilaçlamalarında, 2 numara püskürtme memeleri yer aletleriyle zararlılara karşı ilaçlamalarda ve 1 numara memeler de hastalıklara karşı ilaçlamalarda uygun olacak püskürtme memeleridir.

İyi bir ilaçlama yapılması için ilaçlama hızının sürekli olması gerekir. Bir işçi veya makinenin ilaçlama süresi boyunca ilaçlama hızının sabit olması, etkili maddenin belirli alana homojen olarak dağıtılması bakımından önemlidir. İlaçlama hızının ilaçlamaya başlamadan önce bilinmesi gerekir. Bunun için 4-5 tekerrürlü olarak 25 m'lik uzunluğun kaç saniyede ilaçlandığı saptanır.



$$H = \frac{3600 \times 25}{Z}$$

Bu formül ile hız km/saat olarak belirlenmiş olur. Burada Z, 25 m'lik uzunluğun ilaçlandığı saniye cinsinden zamandır. Örneğin 25 m'lik uzunluğun 30 saniyede ilaçlanmış ise ilaçlama hızı aşağıdaki şekilde hesaplandığında 3 km/saat olarak bulunur.

$$H = \frac{3600 \times 25}{30} = 3 \text{ km/saat}$$

Traktörle yapılacak ilaçlamalarda hız genel olarak 6 km/saat olarak kabul edilip ayarlanmalıdır.

3.7.3.3. Diğerleri

Bu grupta bulunan aletler değişik amaçlarla kullanılır. Örneğin toz ilaçların püskürtülmesinde kullanılan körükler, sıvı nematodisitlerin toprağa verilmesinde kullanılan enjektörler, ambar ve kapalı hacim ilaçlamalarında kullanılan "mikrojet" adı verilen aletleri sayabiliriz. Ormancılıkta ruhsatlı kitin sentezi engelleyici ilaçlar ve sentetik ilaçlar yağ veya mazotla duman haline getirilerek özel makinelerle hektara 0,150 m/lt şeklinde uygulanmaktadır.

Son yıllarda "Swinfog" adı verilen aletler sera gibi kapalı alanlarda ve şehirlerde sivrisinek ilaçlamalarında kullanılmaktadır. Yine son yıllarda "Electro-dyn" adı verilen aletlerle, elektrikle çok ince damlacıklar meydana getirilip yine elektrik yükü yardımıyla yapraklara yapıştırılmak esasına dayalı ilaçlamalar yapılmaktadır.

Havadan yapılan ilaçlamalarda uçak ve helikoptere monteli pülverizatörlerde özel memelerde ULV ve UULV ilaçlamalar yapılmaktadır.

ULV (Ultra Low Volume)

Son derece ince püskürtme tekniği ile oluşturulan aerosol sisidir. ULV cihazları el tipi veya araç tipi olabilir. İnsektisitler, su ile seyreltildikten sonra püskürtmeye müsait soğuk aerosol haline gelir. Birim başına püskürtülen miktar termal sisleme cihazlarından çok daha az olduğundan geniş alanları daha çabuk kaplayabilir. Elde taşınan ULV cihazları kapalı alanlarda kullanılmaya müsaittir. ULV aerosol jeneratör cihazlarında dikkat edilecek en önemli nokta kalibrasyon ve damlacık büyüklüğüdür.

Termal sisleme cihazları

Motorlu sisleme cihazları elde veya araca monte edilerek kullanılabilir. Portatif sisleme cihazları iki zamanlı bir motor sayesinde yüksek hızda hava akımı yaratarak düşük hacimli insektisiti ince bir sis tabakası içinde dışarı verir. Salınan damlacık büyüklüğü ULV yöntemine göre daha az kontrol edilebilir. Birkaç mikrondan 200 mikrona kadar partiküller çıkabilir. Yüksek akış hızında meydana



gelen büyük partiküller, yere erken düşerken bazı çok küçük damlacıklar hedef dışı alanlara doğru uçarak boşa atılmış olur. Yangın tehlikesi olduğundan daima eğitilmiş personel tarafından kullanılmalı ve yangın söndürme cihazları bulundurulmalıdır.

3.7.4. İlaçların fitotoksitesitesi

Pestisitlerin bitkiler üzerinde meydana getirdiği zehirli etkiye fitotoksitesite adı verilir. Pestisit çeşidine göre kuruma, sararma, yaprak dökülmesi, yanma vb. gibi değişik şekillerde görülür.

Fitotoksitesiteyi etkileyen faktörler;

- 1) Pestisit kimyasal özelliği,
- 2) Pestisit formülasyonu,
- 3) Pestisit dozu,
- 4) Uygulama yöntemi,
- 5) Bitkinin çeşidi ve yaşı çevre koşullarıdır.

Fitotoksitesitede pestisit formülasyonu ile pestisit dozu en fazla etkiye sahip olan pestisite ait özelliklerdir. Özellikle emülsiyon konsantre (EC) formülasyonlar, içerdikleri solventler ve diğer yardımcı maddeler nedeniyle fitotoksitesiteye yol açabilirler. Bu yüzden fitotoksitesite bakımından yeterli bilginin bulunmadığı bitkilerde ve özellikle bitkilerin genç dönemlerinde ilaçların islanabilir toz (WP) formülasyonlarının kullanılması gerekir. Çünkü WP formülasyonlar solvent içermediklerinden genelde düşük fitotoksitesiteye sahiptir.

Genel olarak pestisitlerin kullanım dozu arttıkça fitotoksitesite de artar. Bu nedenle pestisitler önerilen dozların üzerindeki dozlarda kullanılmamalıdır. Fitotoksitesitede bitkinin çeşidi ve bitkinin yaşı önemli role sahiptir. Pestisitler farklı bitki çeşitlerinde fitotoksitesiteye neden olabilirler. Bitkiler genç dönemlerde ilaçlara daha hassastır. Dolayısıyla pestisitler bitkilerin genç dönemlerinde daha fitotoksiktirler.

Fitotoksitesiteyi etkileyen en önemli etkenlerden birisi çevre koşullarıdır. Özellikle sıcaklık ve dik gelen güneş ışığı fitotoksitesiteyi artırır. Bu nedenle özellikle yaz aylarında ilaçlamalar gün boyu değil, sadece sabah ve akşam saatlerinde yapılmalıdır.

Her ilacın ambalajındaki etiket üzerinde fitotoksitesite ile ilgili bilgilerin bulunması zorunludur. Bu nedenle ilaçların kullanımlarından önce etiketleri üzerindeki bilgilerin iyice okunması gerekir.

3.7.5. İlaçların birbirleriyle karıştırılması

Pestisitlerin birbirleriyle karıştırılarak kullanılması uygulamada ekonomi sağlaması açısından önemlidir. Örneğin bir insektisit ile bir fungisit karıştırılarak kullanılması ile zararlı böcek ve fungus için gerekli ilaçlama bir arada yapılarak zaman, alet amortisman ve özellikle işçilik giderlerinden önemli tasarruf sağlanmış olur. Bunun gibi insektisitler birbirleriyle, bir insektisit ile bir akarisit, bir insektisit ile bir fungisit veya bir akarisit ile bir fungisit karıştırılarak kullanılabilir. Bu şekilde ilaçların birbirleriyle karıştırılarak kullanılması



halinde özelliklerini yitirmemeleri ve bitkilere zarar vermemeleri gerekir.

İlaçların birbirleriyle karışabilmesi aktif maddenin stabilitesini, yani özelliklerini koruması halinde mümkündür. Stabilitenin korunması ise aktif maddenin asit veya alkali ortamda bulunmasıyla sağlanır. Buna göre asit ortamdaki bir aktif madde ile alkali ortamda bulunan bir aktif madde birbiriyle karıştırıldığında her iki aktif maddenin stabilitesi yani özelliği korunamaz. Bu durumda da bu iki aktif madde birbiriyle karışamaz. Aktif maddenin stabilitesinin bozulmaması gerekir.

Pestisitlerin birbiriyle karıştırılarak kullanılması durumunda sağlayacağı ekonominin yanında; fitotoksisiteyi artırması, alette atım gücüğü yaratabilmesi, kalibrasyonun zorlaşması gibi dezavantajlar da ortaya çıkarabilir. Bu dezavantajların azalması için mümkün olduğunca ikiden fazla pestisiti karıştırarak kullanmaktan kaçınmak gerekir.

Pestisit karışımları hazırlanırken aşağıdaki hususlara da uyulmalıdır.

- ✓ Karıştırılması istenen pestisitlerin etiketleri iyice okunmalı ve yazılı önerilere uyulmalıdır.
- ✓ Mevcut karışım tablolarından ön bilgi edinilmelidir.
- ✓ İmalatçı firmalara veya yetkili teknik elemanlara başvurularak bilgi alınmalıdır.
- ✓ Genel olarak aynı formülasyonlu ilaçlar birbiriyle karıştırılmalıdır.
- ✓ Farklı formülasyonlu ilaçlar karıştırılacaksa karıştırma işlemi için önce suda ıslanabilir toz (WP) formülasyonlar, sonra sırasıyla akıcı konsantre (SC), suda çözünen toz (SP), yayıcı ve yapıştırıcılar, en son emülsiyon konsantre (EC) formülasyonlar eklenmelidir.

Bunlara rağmen yine de bir tereddüt varsa bir ön test yapılabilir. Bunun için bir cam kavanoza 1/2 litre su konduktan sonra karıştırılması istenen iki pestisitın uygulanacak dozadaki miktarı yukarıdaki sıraya göre tek tek katılarak iyice karıştırılır. Bir saat bekletildikten sonra yağ parçacık veya damlacıkları oluşması, katı parçacıkların oluşması, dipte tortu oluşması gibi görünümmler varsa bu iki pestisitın karıştırılmasının sakıncalı olabileceğini gösterir.

3.7.6. Kimyasal mücadelede alınması gerekli önlemler

Pestisitlerin insanlar ve çevredeki diğer canlılara olan olumsuz etkilerinin en aza indirilmesi için onların gerek depolanması, yani muhafazası, gerekse kullanılmaları sırasında bazı önlemlerin alınması veya bazı kurallara titizlikle uyulması gerekir. Böylece pestisitlerin olumsuz etkilerinden mümkün olduğunca korunmuş olur. Bu önlemlerin alınmasında gösterilecek titizlik oranında pestisitlerin olumsuzlukları da en düşük düzeye indirilebilir.

Mücadelede ilaç kullanımı insan, çevre, gıda güvenliğine ve doğal dengeye olumsuz etkileri en aza indirecek şekilde, teknik



talimatlara, gereken dozlara ve bitki fenolojisine (canlıların gelişme periyotları içerisinde meydana gelen çeşitli gelişme safhalarını inceleyen bilim dalı) uygun olarak yapılmalıdır. Yanlış bir uygulamanın insanlara, hayvanlara, bitkilere ve çevreye telafi edilemez zararlar verebileceği unutulmamalıdır. Bu nedenle mücadele ilaçlamaları çok dikkatle yapılması gereken uygulamalardır.

3.7.6.1. İlaçların uygulanması sırasında alınması gerekli önlemler

- 1) İlaçlama aletleri öncelikle kontrol edilerek sızıntı veya bazı kaçakların bulunup bulunmadığı gözden geçirilmelidir.
- 2) İlaçlamada kullanılacak koruyucu elbise, eldiven, maske, gözlük gibi teçhizatın sağlam olup olmadığı kontrol edilmelidir.
- 3) Kullanılacak ilacın etiketi iyice okunmalıdır.
- 4) İlaç hazırlanırken mutlaka eldiven kullanılmalıdır.
- 5) Boş ilaç kapakları ve ambalajları vakit geçirilmeden imha edilmelidir.
- 6) İlaç hazırlamada kullanılan kaplar ayrı olmalıdır.
- 7) İlaç hazırlama veya kullanımı sırasında hayvanlar uzaklaştırılmalıdır.
- 8) İlaç hazırlama ve ilaçlama sırasında sigara içilmemeli ve herhangi bir yiyecek yenmemelidir.
- 9) Hava rüzgârlı veya yağışlı ise ilaçlama yapılmamalıdır.
- 10) Az rüzgârlı havalarda ilaçlama yapılma zorunluluğu olduğunda rüzgâr sırttan gelecek şekilde hareket edilmelidir.
- 11) Hortum patlaması, alet deposunun sızdırması gibi arızalarda ilaçlama bırakılıp arıza giderilmeli ve eğer vücuda bulaşma olmuşsa bol sabunlu su ile yıkanmalıdır.
- 12) İlaçlama sırasında bulantı, baş dönmesi gibi zehirlenme belirtileri hissedildiğinde ilaçlama hemen bırakılmalı ve kullanılan pestisit etiketi veya ismi ile birlikte hekime veya hastaneye başvurulmalıdır.
- 13) İlaçlama bittikten sonra alet ve diğer teçhizat sabunlu su (deterjan değil) ile iyice yıkanmalıdır.
- 14) Gerek ilaç hazırlaması, gerekse ilaçlama sonrasındaki temizlik sırasında ilaçlı su rastgele dökülmemeli, böylece çevre kirlenmemeli, hayvan ve çocukların zarar görmesi engellenmelidir.
- 15) İlaçlama sonrası el, yüz gibi özellikle açık bulunan vücut kısımları bol sabunlu su ile yıkanmalıdır.
- 16) İlaçlama yapılmadan önce yetkili birimlere haber verilmeli, çevre köylere ilan yapılmalı, arıcılar ve çobanlar uyarılmalıdır. Etken maddenin özelliklerine göre ilaçlanan sahalara girişler yasaklanmalıdır.
- 17) Ruhsatsız ilaç kullanılmamalıdır. Kullanılan ilacın üretim tarihine dikkat edilmeli, yarılama ömrü göz önünde bulundurulmalıdır.
- 18) İlaçların ambalajları gelişmiş güzel bırakılmamalı, güvenlik tedbirleri alınarak tıbbi atık depolanması gibi geri dönüşüme verilmeli veya kontrollü imha edilmelidir.



- 19) İlaçlama yapacak kişilerin son altı ayda almış oldukları sağlık raporuyla astım vb. solunum yolu hastalıkları ve akıl sağlığı gibi psikolojik sorunları olmadığına ait raporları mevcut olmalıdır.

3.7.6.2. İlaçların saklama koşulları ve depolanması sırasında alınması gerekli önlemler

- 1) Pestisitler ayrı ve genellikle insan ve hayvanların uzağında olan kapalı odalarda depolanmalıdır.
- 2) İlaçların depolandığı yer mutlaka kilitli olmalıdır. İlaç depolarına uyarıcı bir yazı yazılmalıdır.
- 3) Depo iyi havalandırılabilir. Mümkünse içerdeki kirlı havayı dışarı atabilen aspiratörler bulunmalıdır.
- 4) Mümkünse depoda çeşme ve sabun bulunmalıdır.
- 5) Depoda ilaçlar ambalajı açılarak veya ambalajlarının ağızı açılarak bırakılmamalıdır.
- 6) Ambalajlarının ağzından veya ambalajlarından sızıntı yapan ilaçlar depoda tutulmamalıdır.
- 7) Depoya her girişte önce aspiratör çalıştırılarak veya kapı pencere açılarak havalandırma sağlanmalı ve sonra çalışmaya başlanmalıdır.
- 8) Depoda mümkün olduğunca kısa süre kalınmalıdır.
- 9) Herhangi bir nedenle vücuda bulaşma olduğunda vakit geçirilmeden akarsuda bol sabunlu su ile iyice yıkanmalıdır.
- 10) Depoda sigara içilmemeli, yiyecek yenmemelidir.
- 11) İlaçların depolandığı yerlerde yangına karşı önlemler alınmalıdır. Tehlikeli madde deposu olduğu görünecek şekilde tabelası olmalıdır.
- 12) Emülsiyon tipinde olan materyaller donmaya karşı korunur. Donma sonucunda emülsiyon ilaçlar etkinliğini kaybeder ve muhtemelen bitkilerde yanıklara sebep olabilir.
- 13) Gıdaların, suyun, gübrelerin ya da pestisitlerden koruyucu elbiselerin ve aletlerin bulaşabileceği yerlerde pestisitler depolanmaz.
- 14) Pestisitler orijinal kaplarında ve kapakları iyice kapatılmış şekilde depolanır.
- 15) Sızıntı olup olmadığını görmek için ilaç kapları sık sık kontrol edilmelidir.
- 16) İlaçlar ısı kaynaklarına yakın konulmaz ve besin maddelerinin bulunduğu yerde muhafaza edilmez.
- 17) Dökülen ilaç varsa hızlı ve uygun şekilde temizlenir.
- 18) Kırılmış ya da zarar görmüş pestisit kapları uygun ve emniyetli bir konumda uzaklaştırılır ve yok edilir.
- 19) İtfaiyenin telefon numarası depolarda bulundurulur.
- 20) Spesifik ilaç depolanması için etiket ve talimatlar okunarak depolama yapılır.

3.7.7. İlaçların hazırlanması ve uygulanması

Pestisitlerin önerilen uygulama dozunu su ile seyreltip uygulanması durumunda hem mücadelede hedefe ve başarıya ulaşmak için, hem de insan ve çevre sağlığına olumsuz etkileri



önleyebilmek için bir dizi kurala dikkat edilmelidir. Pestisitlerin uygulanmaya hazırlanmasında önerilen dozun ayarlanması, püskürtme hacmi, kalibrasyon, farklı pestisitlerin veya pestisit gübre karışımlarının hazırlanması gibi konular ayrı ayrı öneme sahiptirler. Hazırlanan pestisit solüsyonlarını uygularken pestisit hedefe ulaştırılması, uygulayıcının korunması, pestisitlerin çevreye ve çevrede yaşayan hedef dışı organizmalara olumsuz etkilerinin önlenmesi konularına dikkat edilmelidir.

Uygulama kriterleri

- 1) Uygun hava şartlarında yapılmalıdır (Rüzgârsız, sıcak olmayan havada ve çiğ kalkınca yapılmalıdır.).
- 2) Pestisit özelliğine göre son ilaçlama tarihi kontrol edilerek uygulama yapılmalıdır.
- 3) Uygulama günü içinde bitirilecek ya da ihtiyaç kadar pestisit hazırlanmalıdır.
- 4) Su temiz ve pH'ı uygun olmalıdır. (Genelde 6-6,5 olmalıdır.).
- 5) Rüzgâr, sıcaklık, nem, yağış gibi özellikler uygulama açısından belirleyici kriterlerdir. Rüzgârın sürüklenmeyi arttırmasıyla kayıplar ve çevre kirliliği sorunları meydana gelir. Sıcaklık, damla buharlaşmasına neden olur. Aynı zamanda fitotoksiteyi (ilaçlarının bitkiler üzerinde meydana getirdiği zehirli etki) de artırır. Yağışlar, bitki üzerindeki pestisiti yıkayabilir.

4. PESTİSİT TOKSİKOLOJİSİ

Toksikoloji kısaca "zehir bilimi" olarak tarif edilebilir. Zehir ise "canlı organizmalara zararlı olan madde" şeklinde tanımlanabilir.

Günümüzde hemen her alanda kullanılan pek çok kimyasal vardır. Toksikoloji bilimi, insanların kullandıkları tüm kimyasalların sağlığa ve çevreye etkilerini diğer bilimlerdeki gibi bazı prensiplere ve birçok tekniklere göre incelemektedir. Bu prensiplerin başında, kullanıma girmesi istenen kimyasalların doza bağlı olarak insan ve çevre sağlığı açısından risk teşkil edip etmediğinin ortaya konulması gelmektedir. Bu bağlamda, pestisitler için risk değerlendirmesi çok detaylı bir şekilde yapılmaktadır. Hatta bu araştırmalar beşeri ilaçlar olarak anılan ve insan sağlığı için kullanılan tıbbi ilaçlardan çok daha kapsamlı olmaktadır. Zira beşeri ilaçlar sadece tedavi amaçlı olarak kullanılmakta ve yanlış kullanım durumunda sadece tek bir birey bundan olumsuz etkilenmektedir. Pestisitler ise hedef organizmayı öldürmek amacıyla kullanılan ve çoğunlukla pek çok organizma için de toksik olan bileşiklerdir. Yanlış kullanımları halinde, sadece uygulayan kişiyi değil, hem çevredeki hem de ilaçlanmış ürünle beslenen tüm canlıları olumsuz etkilemektedir.



4.1. Pestisitlere Maruz Kalma Yolları

Pestisitlerin insan ve çevre sağlığı açısından risk oluşturup oluşturmadığı, öncelikle hangi canlının ne şekilde pestisite maruz kaldığı dikkate alınarak ve kullanılan doz ile ilişkili olarak araştırılır. İnsanlar pestisitlere temel olarak üç yolla maruz kalmaktadırlar:

Ağız (Oral) Yolu:

Pestisitlerin vücuda alınış yollarından biridir. Bu şekilde giriş genellikle kaza ya da dikkatsizlik sonucu ortaya çıkmaktadır. Özellikle ilaç uygulayanların ilaçlama sırasında bir şey yiyip içmeleri veya tıkanmış püskürtme memelerinin üflenmesi sırasında, ilaçlı gıdaların tüketilmesi, pestisit kutularının yiyecek veya içecek kapları olarak kullanılması, nadiren de intihar amaçlı içilmesi durumlarında görülmektedir.

Deri (Dermal) Yolu:

Pestisitlerin vücuda girişinde yaygın ve en bilinen yoldur. Pestisit deri yoluyla alınması ilaçlama öncesi, ilaçlama sırasında veya ilaçlama sonrasında olabilmektedir. Deri yoluyla zehirlenmenin şiddeti,

- ✓ İlacın deri yoluyla olan toksisitesine,
- ✓ Deriden emilme miktarına,
- ✓ Bulaşık deri alanının büyüklüğüne,
- ✓ İlacın deriyle temas halinde kalma süresine,
- ✓ Deri üzerindeki pestisit miktarına,
- ✓ Deride bulunan kesik, yara gibi özel durumların varlığına göre değişir.

Bir pestitinin deriden emilme özelliğinin olup olmadığı, ağız ve deri yoluyla bulunan LD₅₀ değerleri arasındaki farktan anlaşılır. Bu fark küçük ise pestisit deriden kolaylıkla emilebilme özelliğindedir. Sıvı ilaçların deriden penetrasyonu genellikle hızlıdır.

Solumun Yolu:

Solumun yoluyla pestisit alımı, sıvı ve toz ilaçların uygulanması sırasında olabilmektedir. Solumun yoluyla alımın özellikle buharlaşma özelliği yüksek olan fumigant ilaçlarda çok fazladır.

4.2. Pestisit Kaynaklı Zehirlenmeler ve Belirtileri

Kimyasal insan vücuduna girdiğinde ne olur?

Pestisite maruz kalan kişi, birçok olayla karşı karşıya kalır. Kimyasal madde vücut içine kadar derin penetrasyon yapamaz. Bu durumda etki, lokal olarak temas yerinde kalır. Kimyasal madde kan dolaşımına girer ve tüm vücuda yayılarak, vücudun değişik yerlerinde toksik etki yaratabilir. Genellikle belirli organlar belirli kimyasallara duyarlıdır ve çok fazla etkilenirler. Mesela, sindirim yoluyla mideye alınan parathion, akciğerlerde zarara neden olur.



Kimyasal maddeler, organizmaya girdikten sonra enzimler aracılığı ile reaksiyona girer ve maddelerin yapıları değişir. Canlılarda çeşitli reaksiyonlar sırasında ortaya çıkan bileşiklere metabolit adı verilir. Oluşan metabolitler dışarı atılabilir veya depolanabilir. Vücuda alınan kimyasallar değişik organlarda toksik etki oluşturabilir. Toksisiteyi belirleyen önemli faktörler doz, kimyasalın özelliği ve birey duyarlılığıdır. Genel olarak düşük dozlarda toksisite görülmemesine rağmen, doz arttıkça toksisite de artar. Diğer taraftan, düşük dozlarda aynı kimyasala sürekli maruz kalan canlılarda, kimyasalın özelliğine göre uzun sürede olumsuz etki görülür. Her kimyasalın toksik özelliği farklıdır. Bazıları oldukça yüksek dozlarda bile güvenilir olurken, bazıları çok küçük dozlarda bile çok tehlikeli olabilir. Bazı kimyasallar metabolizma sırasında değişime uğramaz. Klorlandırılmış hidrokarbonlar bu kimyasallara örnektir. Bazı kimyasallar ise kolaylıkla metabolize olur ve vücutta hasar oluşturmadan dışarı atılır.

Pestisit Zehirlenmesinin Belirtileri

Pestisitlerle zehirlenmesinin belirtileri, hafif bir cilt tahrişinden komaya, hatta ölüme kadar farklılık gösterebilir. Farklı kimyasalların belirtileri de farklı olabilir. Bazı kişilerde şiddetli rahatsızlıklara neden olan kimyasallar, bazılarında hiçbir etki göstermez. Pestisit zehirlenmesinin belirtileri topikal (lokal) veya sistemik olarak tanımlanır.

Topikal belirtiler:

Pestisitlerle temas edilmesi sonucunda ortaya çıkan alerjik tepkilerdir. En sık görülen şikâyetler dermatit, cildin yanması ve iltihaplanmasıdır. Pestisit püskürtülmesine maruz kalan kişilerin bazıları öksürme, hapşıma ve hırıltıya gibi tepkiler gösterebilir. Bir başka belirti ise gözlerin, burun mukozasının, ağzın ve dilin arka kısmının kuruması ve kaşınmasıdır. Bu belirtiler, kişi kimyasal ortamdan uzaklaştırılınca genellikle geçer. Ancak hapşıma ve öksürme dışında soluk almakta şiddetli sıkıntılar çekiliyorsa bu aşırı duyarlılık veya tehlikeli bir alerjik tepki belirtisidir. Bu gibi durumlarda çok dikkatli olunmalıdır.

Sistemik belirtiler:

Pestisitlerin temas ettiği noktadan vücut içinde farklı yerlere taşınması sonucunda ortaya çıkan belirtilerdir. Bulantı, kusma, halsizlik, baş dönmesi ve bağırsak sorunları çoğunlukla görülen sistemik belirtilerdir. Şiddetli zehirlenme durumlarında nabız değişebilir, soluk almak güçleşebilir. Terleme, yüksek ateş ve baygınlık görülebilir. Bu belirtiler komaya hatta ölüme neden olabilir. Pestisitlerle bir temas olduğunda, yukarıda verilen belirtilere benzer şikâyetleri olan kişilerin derhâl en yakın sağlık kuruluşuna başvurmaları gerekir. Burada yapılan muayene ve yapılacak laboratuvar tahlilleri değerlendirilerek zehirlenmenin kaynağı tespit edilmeli ve gerekli tedaviye başlanmalıdır.



Ağız, deri veya solunum yoluyla alınan pestisitler aktif madde ve formülasyona bağlı olarak ya lokal olarak kalır ya da kana karışarak tüm vücuda dağılırlar. Pestisitlerin kana geçme olayı, absorpsiyon olarak adlandırılmaktadır. Bir pestisit ne kadar hızlı absorbe edilirse, toksisitesi (zehirli etkisi) o kadar artar. Deri yoluyla absorpsiyon mide (ağız) ile olandan daha yavaştır. Pestisitlerin absorpsiyonundan sonra kan yoluyla vücuttaki diğer organlara hareketine yayılma denmektedir. Bazı pestisitler sadece kanda kalır. Bazıları ise karaciğer, beyin, böbrek ve yağ dokularına taşınır ve orada birikebilirler.

Pestisitler, normal vücut fonksiyonlarını hızlandırarak ya da yavaşlatarak, yani değiştirerek etkili olurlar. Örneğin kalp atış hızı ya da terleme gibi vücut fonksiyonları arasında dengesizlikler görülür ve bu dengesizlikler sonucunda da zehirlenmeyi karakterize eden belirtiler ortaya çıkar.

Zehirlenme belirtileri; baş ağrısı, aşırı yorgunluk, huzursuzluk, solunum zorluğu, terleme, yüksek ateş, kusma, morarma, kalpte ritim bozukluğu, konuşma güçlüğü, refleks bozukluğu, göz kızarması, göz bebeklerinin küçülmesi, ishal, bayılma ve koma gibi belirtilerdir.

Pestisitler sadece belli bir organ sistemini etkileyebileceği gibi, değişik sistemleri de etkileyebilir. Vücuda alınan pestisitler, ya metabolize olarak (yapısal değişime uğrayıp parçalanarak, zehirsiz yapılara dönüşme) ya da terleme, idrar ve dışkı yoluyla atılarak (excretion) etkilerini bir süre sonra kaybederler. Bir pestisit vücuttan atılma ya da zehirsiz bileşiklere parçalanma hızı onun toksikolojisi ile yakından ilişkilidir. Bir pestisit vücuttan ne kadar hızlı atılırsa, o kadar düşük risklidir. Pestisit vücuttan atılması ya da zehirsiz bileşiklere parçalanması yavaşsa, vücutta birikimi ve zehirliliği de fazla olacaktır. Bazı toksik etkiler geri dönüşebilir nitelikte olup, kalıcı zarar yapmazlar. Fakat etkilerinin tamamen ortadan kalkması uzun zaman alır. Bazı zehirlerin ise kalıcı zararları olmaktadır.

4.3. Toksisitenin Oluşumu

Toksisite, yani zehirliliği ortaya çıkaran en önemli faktörler; doz, pestisit vücutta kalma süresi ve organizmanın o pestisiteye duyarlılığıdır.

Doz: Toksisiteyi etkileyen en önemli faktör olup, vücut tarafından alınan kimyasalın miktarıdır. Genel olarak düşük dozlarda toksisite az görülmesine rağmen, doz arttıkça toksisite de artar. Doz-ölüm ilişkisi ilaç ve canlıya göre değişkenlik göstermektedir. Bunun yanı sıra, yukarıdaki işlemler sonucunda, aynı kimyasala düşük dozlarda sürekli maruz kalan canlıların dokularında, kimyasalın özelliğine göre, uzun süreli olumsuz etkiler görülebilmektedir.

Pestisit kimyasal özelliği: Bazı pestisitler çok yüksek miktarlarda vücuda alındığında güvenli olmalarına karşın, bazı pestisitler çok düşük miktarlarda bile zehirli olmaktadır. Pestisitlerin molekül yapılarındaki çok küçük değişiklikler



toksisitelerinde büyük değişikliklere neden olabilir. Bazı pestisitler organizmalarda birikim gösterebilirler ve bu pestisitler düşük dozlarda, uzun süreli alındıklarında sonradan toksik etki gösterebilirler.

Organizmanın duyarlılığı: Kişi herhangi bir kimyasal maddenin dozuyla karşı karşıya kaldığında, birçok faktör toksisiteyi belirler. Duyarlılık öncelikle kişinin yaşına bağlıdır. Genellikle çok genç ve oldukça yaşlı kişilerde toksik kimyasal maddelere karşı duyarlılık çok yüksektir. Bu durum daha çok bu kişilerde metabolizma faaliyetlerinin tam gelişmemesi ya da fonksiyonunu kaybetmeye başlamasından ve kimyasalın detoksifikasyonunun ve eliminasyonunun güç olmasından kaynaklanmaktadır. Beslenme ve sağlık da çok önemli rol oynar. Özellikle metabolizma ve boşaltım sisteminde rolü olan organların hastalıklı olması toksisiteyi artırır. Karaciğer ve böbrek hastalıkları bu açıdan son derece önemlidir. Bireyler arasında toksik etkinin görünmesinde, kalıtsal farklılıklar da, önemli sapmalara sebep olabilmektedir. Mesela arı sokması ile oluşan zehirlenmeler bazı insanlarda ölüme bile yol açabilmektedir. Cinsiyet toksik etkinin görünmesinde önemlidir. Genelde erkek bireyler ilaçlara karşı daha duyarlıdır.

4.4. Toksisitenin Belirlenmesi

Bütün pestisitlerin piyasaya çıkarılmadan önce hem hedef organizmaya etkinliğinin hem de insan ve çevre sağlığı açısından güvenilirliğinin test edilmesi zorunludur.

İnsanların ve çevrenin pestisite maruz kalma durumları dikkate alındığında, farklı risk grupları söz konusu olmaktadır. Bu farklı grupların pestisitlere maruz kalması değişik şekillerde olduğu için her bir risk grubuna yönelik değişik testler yürütülmektedir. Risk değerlendirmesi aşağıdaki beş farklı grup için ayrı gerçekleştirilmektedir;

- ✓ Pestisitlerin, üretimi, depolaması, taşınması ve satışıyla uğraşanlar,
- ✓ Pestisitleri kullanıma hazırlayıp, uygulayan kişiler,
- ✓ Pestisit uygulanmış alanlarda çalışan işçiler,
- ✓ Pestisit kalıntıları içeren gıdaları tüketenler,
- ✓ Çevre ve çevrede yaşayan organizmalar.

Yukarıda ilk dört sırada verilen ve pestisitlerden farklı şekilde etkilenen insanların sağlığı ile ilgili risklerin belirlenmesi amacıyla toksikolojik çalışmalar yürütülmektedir. Pestisitlerin çevre ve çevrede yaşayan organizmalara etkisi ise ekotoksikolojik çalışmalarla belirlenmektedir.

4.5. Toksikolojik Değerler

Pestisitlerin olası risklerini doğrudan insanlar üzerinde denemek mümkün olamayacağına göre toksikolojik çalışmalar insanlar ile vücut fonksiyonları benzerlik gösteren memeli hayvanlar üzerinde yürütülmektedir. Ancak hayvan denemelerinden elde edilen değerler



de doğrudan insanlar için kullanılmazlar. Her şeyden önce denemeye alınan hayvan sayısının sınırlı olması ve insanların hayvanlara oranla daha hassas olduğu kabul edildiğinden toksikolojik çalışmalardan elde edilen değerler doğrudan insanlar için kullanılmazlar.

4.5.1. Güvenlik Faktörü (GF)

İnsanların ömür boyu bir pestisiti besinleriyle almaları halinde yaşamsal ve fizyolojik faaliyetlerinde hiçbir olumsuz etkinin görülmediği dozları belirlemek için hayvan denemelerinden elde edilen NOAEL (No Observed Adverse Effect Level- Gözlenebilen hiçbir yan etki göstermeyen doz) değeri bir güvenlik faktörü (GF) ile dönüştürüldükten sonra insanlara uyarlanır. Testlerden elde edilen NOAEL değeri, insanların test hayvanlarına göre daha hassas olduğu kabul edilerek 10 kat, insanlar içinde de normal bireylere göre bebek, yaşlı ve hastalar gibi hassas bireylerin olduğu dikkate alınarak bir 10 kat daha yani toplamda 100 kat düşürülerek kullanılır.

4.5.2. ADI (Acceptable Daily Intake)

İnsanlar için yaşam boyunca, herhangi bir sağlık riski oluşturmadan, besinlerden alınabilecek, maksimum günlük alınabilir doz olarak tarif edilir. ADI, vücut ağırlığı bazında gün olarak ifade edilir ve birimi mg/kg/gün'dür.

4.5.3. MPI (Maximum Permitted Intake)

Bir insanın yaşamı boyunca, bir kimyasalı her gün besinleriyle almasında sakınca bulunmayan, maksimum müsaade edilen değer olarak tarif edilir. İnsan vücut ağırlığı ortalama 60 kg olarak kabul edilir ve ADI değeriyle 60'ın çarpımından elde edilir ($MPI = ADI \times 60$). Birimi mg/gün/kişi'dir.

4.5.4. ARID (Acute Reference Dose)

İnsanlar için kısa bir zaman diliminde (en fazla bir gün içinde), herhangi bir sağlık riski oluşturmadan, su veya besinlerle alınabilecek maksimum alınabilir doz olarak tarif edilir.

4.5.5. AOEL (Acceptable Operator Exposure Level)

Pestisitlerle çalışan insanlar için kısa bir zaman diliminde (en fazla bir gün içinde), herhangi bir sağlık riski oluşturmadan maruz kalınabilecek maksimum doz olarak tarif edilir.

Pestisitlerin taşınması, püskürtme sıvısının hazırlanması ve uygulanması, ilaçlama aletlerinin bakımı gibi işlemler sırasında; pestisitlere mesleki olarak maruz kalan insanları korumak amacıyla, hesaplanan AOEL değeri de vücut ağırlığı bazında ifade edilir ve birimi mg/kg'dır. AOEL değeri belirlenirken; yine kısa süreli toksikolojik çalışmalardan elde edilen NOAEL değeri, güvenlik faktörüne bölünür. Elde edilen bu değerler, bazı modeller kullanılarak pestisitlerin uygulamaya hazırlanması veya aplikasyonu sırasındaki riskler açısından değerlendirilir ve koruyucu kıyafet, çizme, eldiven



gibi hangi ekipmanların kullanılması gerektiği ilaç etiketinde açıkça belirtilir.

4.5.6. Maksimum Rezidü Limiti (MRL)

Pestisitlerin, insan ve hayvan yiyeceği olarak kullanılan ürünler üzerinde bulunmasına göz yumulabilen kalıntı miktarına, maksimum residü (kalıntı) limiti (MRL) veya tolerans adı verilir. MRL değeri, ppm, ppb veya mg/kg ile ifade edilir.

Bitki üzerine pestisitler uygulandıktan sonra, bitki içinde ve/veya üzerinde kalıntıları kalmaktadır. Pestisitlerin fizikokimyasal özelliğine, formülasyonuna, uygulama dozuna, iklim koşullarına, bitkinin çeşidi ve yaşına bağlı olarak değişen bir süre boyunca, pestisit kalıntıları hidrolize veya metabolize olarak parçalanır ve gittikçe azalır. Ancak hem pestisit kalıntıları, hem de onların parçalanma ürünleri, yani metabolitleri, belirli bir süre tamamen yok olmazlar. İşte MRL değeri, gıdalarla birlikte alınabilecek pestisit kalıntıları ve onların metabolitlerinin sağlık açısından herhangi bir riskin olmadığı düzeyde olup olmadığının izlenmesi için kullanılır. Dolayısıyla, bu değerler üzerindeki pestisit kalıntıları içeren gıdalar insan ve hayvanlar için risk teşkil eder. Bu değerler biraz üzerinde veya bir-iki kat fazla miktarda kalıntı içeren gıdalara "zehirli" demek doğru bir ifade değildir. Ancak, bir insanın tükettiği pek çok üründe, farklı pestisit kalıntılarının toplamda yaratacağı risk nedeniyle, bu değerler üzerinde kalıntı içeren ürünlerin tüketilmesi uygun değildir.

4.6. Pestisitlerin Zararlı Etkilerinden Korunmada Alınacak Önlemler ve İlk Yardım

Pestisit kullanmanın tehlikesi, toksisite ve maruz kalma miktarı ile doğru orantılıdır. Mümkünse düşük toksisiteye sahip olan bir pestisit kullanılmalıdır. Pestisitlere maruz kalmayı önlemek ve olası sağlık etkilerini en aza indirmek için mutlaka kimyasalın etiketinde gösterilen şekilde kişisel koruyucu donanımlar kullanılmalıdır. İnsanlar, büyük oranda dermal yoldan pestisitlere maruz kalmaktadırlar. Kimyasallara karşı koruyucu ve astarsız eldivenler giyilmesi gerekir. Minimum bir korunma sağlamak için, uzun kollu gömlekler, uzun paçalı pantolonlar ve ayakları iyi kapatan botlar giyilmelidir. Daha iyi bir korunma için vücudun tümünü kaplayan koruyucular, su geçirmez bir şapka, kauçuk botlar kullanılmalıdır. Bunlarla birlikte kimyasallar karıştırılırken, püskürtme makinelerine veya tüplere dökülürken, su geçirmez bir yağmurluk kullanılması cilde temas yollarını kapatır. Kazayla oral yoldan pestisitlerin dolaşım sistemine girmesi, genelde pestisitlerin içinde bulundukları orijinal kaplardan, etiketsiz kaplara veya yiyecek kaplarına boşaltılmasının bir sonucudur. Bu nedenle pestisitler, orijinal kutularının içinde saklanmalıdır. Etiketinin üzerinde yapışık olmasına mutlaka dikkat edilmelidir. Pestisiti bir başka kaba boşaltırken kullanılan plastik borular, boru kimyasalın içindeyken akışı sağlamak amacıyla asla ağızdan içe çekilmemelidir. Pestisit kullandıktan sonra mümkünse



bütün vücut, mümkün değilse en azından eller ve yüz sabunlu suyla iyice yıkanmalı, bundan sonra yemek yenilmelidir.

Gözler, birçok pestisite karşı son derece duyarlıdır. Sıçrama, dökülme veya pestisit bulaşmış eller ve elbiselerin gözlerle temas etmesi son derece tehlikeli olabilir. Kimyasal sıçramalarına karşı, göze tam ve sıkı oturan ve kimyasalları geçirmeyen gözlükler kullanmak, gözle olan teması tamamen ortadan kaldırabilir. Yine konsantre halde olan kimyasallar karıştırılırken ve başka kaplara aktarılırken, pestisitlerin göz seviyesinden uzak tutulması, gözlerle olan teması engellemek konusunda oldukça etkilidir.

Pestisit çeşidi, alışı yolu ve alınışı miktarına göre, pestisite maruz kalındıktan belirli süre sonra, değişik belirtileri ortaya çıkar. Önemli olan, zehirlenmenin başlangıcında gerekli önlemleri almaktır.

- 1) Öncelikle zehirlenmenin nedeninin belirlenmesine çalışılmalıdır.
- 2) Zehirlenen kişinin düzenli solunum yapması sağlanmalıdır.
- 3) Zehirlenen kişi etki alanlarından uzaklaştırılmalıdır.
- 4) Pestisitle bulaşık elbiseler hemen çıkarılmalıdır.
- 5) Zehirlenen kişinin tüm vücudu bol ve temiz su ile yıkanmalıdır.
- 6) Su yoksa pestisit bulaşmış vücut silinmelidir.
- 7) Zehirlenen kişi ağır durumda ise baş geride, çenesi ileri çekilmiş olarak yan yatırılmalıdır.
- 8) Titreme ve kasılmalar varsa, rahat bir şekilde yatırılıp hareketleri engellenmemeli, ancak dışlarının arasına katlanmış bez veya mendil konarak kasılmalara karşı konmalıdır.
- 9) Zehirlenen kişi başı dik durumda iken boğazına parmak bastırılarak kusturulmalıdır.
- 10) Zehirlenen kişiye sigara ve içecek içirilmemelidir.
- 11) Yüksek ateş soğuk su ile giderilmelidir.

Zehirlenen kişi en kısa zamanda en yakın sağlık kuruluşu ve hekime götürülmelidir. Bu sırada zehirlenmeye neden olan pestisit ambalajının veya etiketinin birlikte götürülmesi alınacak önlemlerin kısa zamanda belirlenmesi bakımından önemlidir.

4.7. Pestisit Zehirlenmelerde Kullanılan Antidotlar

Bilindiği gibi antidot, organizmaya alınmış zehirli bir bileşiğin organizma üzerindeki etkisini azaltan veya ortadan kaldıran bileşiklerdir. Antidotun uygun olarak seçilmesi, her şeyden önce zehirlenmeye neden olan pestisit biliniş olmasına bağlıdır. Bunun için zehirlenme belirtileri ortaya çıktığında, vakit geçirilmeden zehirlenmeye neden olan pestisit ambalajı veya etiketi ile birlikte en yakın sağlık ocağı veya hastaneye başvurulmalıdır. Böylece zamanında uygun önlemler alınarak ve antidot uygulanarak zehirlenen kişinin kurtarılması sağlanabilir. Aksi durumda, örneğin zehirlenmeye neden olan pestisit cinsinin tespiti için geçen süre, hastanın kaybedilmesine sebep olabilir.



4.8. İnsektisitlerin Avantaj ve Dezavantajları

Pestisitlerin ve özellikle insektisitlerin kullanılması, son yıllarda önemli tartışma konuları arasında bulunmaktadır. Bu hususta insanların konuya olan dikkati, Racheal CARSON'un 1962 yılındaki "Sessiz İlkbahar (Silent Spring)" yayınıyla çekilmiştir. İnsektisitlerin ormancılık ve tarımda daha emniyetli ve etkin kullanımı hakkında görüşler ileri sürülmüştür. İnsektisitlerin kullanımının avantaj ve dezavantajları hakkındaki bazı fikirler aşağıda verilmiştir:

İnsektisitleri kullanmanın avantajları:

- ✓ Kimyasal insektisitler, zararlı böceklerin popülasyon büyüklüğünün etkili bir şekilde azaltılmasını sağlar.
- ✓ İnsektisitlerin böcek popülasyonları üzerindeki etkileri çarpıcıdır. Popülasyon büyüklüğü ve zarar kısa sürede azaltılabilir.
- ✓ Bazı insektisitler zararlı böceklerle karşı geniş spektrumlu, bazıları ise dar spektrumludur. Bundan yararlanarak, özel bir zararlı böceği ya da zararlılar topluluğuna karşı, bir insektisit ya da insektisit kombinasyonları seçme olanağı vardır.
- ✓ İnsektisitlerin marketlerde sağlanma olanağı, özel arazi sahiplerinin zararlılarla bizzat mücadelesini kolaylaştırır.
- ✓ Ticari marketlerde uygun materyaller, formülasyonlar ve ekipmanlar bulunabilmektedir.
- ✓ Yani bir zararlı problemi gelişirse, mevcut insektisitlerle popülasyon büyüklüğü derhal önlenebilir.

İnsektisitleri kullanmanın dezavantajları

- ✓ Geniş spektrumlu birçok insektisit, çevredeki yararlı ya da zararsız organizmalara karşı tehlike ya da tehlike riski oluşturur. İlk tehlike insektisiti uygulayanlarda görülür. Ayrıca uygulama alanındaki yararlı organizmalar ya anında, ya da uzun süreli tehlikelerle karşılaşır. İnsektisitlerin çevreye olan etkileri çok önemlidir. Zira dayanıklı bazı insektisitler, çevrede uzun süre kalarak gıda zincirinde birikirler. İnsektisitlerin halk sağlığı ve yararlı organizmalar üzerindeki uzun süreli etkileri, hâlen iyi bir şekilde belirlenmiş değildir.
- ✓ İnsektisitler zararlı türler yanında, doğal rekabette geçerli olan organizmaların popülasyonlarını da değiştirir ve azaltır.
- ✓ İnsektisitler zararlı problemine geçici bir çözüm getirebilirler.
- ✓ Kimyasal insektisitler uzun süreli kullanımlarda yüksek bir gidere neden olurlar.
- ✓ Böcekler zamanla insektisitlere dayanıklılık gösterirler. Dayanıklılık gelişince, doğal mücadele etkenlerinin popülasyonu azalır ve sonunda zararlı afetleri meydana çıkar.



4.9. Pestisitlerin Yayılımı

Pestisitler çeşitli yollarla ortama yayılır.

4.9.1. Hava ile yayılım

Pestisitler havaya püskürtme, sis ve duman makineleri yoluyla karışır. Parçacıkların büyüklüğüne, dağılan hacime, hava akımının hızına, havanın sıcaklığına ve bazı diğer faktörlere bağlı olarak belirli bir alanda kalabilir veya istenmeyen bölgelere kayabilirler. Pestisitlerin hava yoluyla uygulanmalarında çok dikkatli olunması gerekir. Hava koşullarına bağlı olarak bölgeden kaymalar dikkatle değerlendirilmelidir. İnsanları; pestisiti soluma, deriden emilim, yiyecek ve su ile alınması sonucu etkileyebilir. Hava yolu bütün bu etkilenme yollarının devreye girmesini sağlayabilir. Pestisitler havadaki toz partiküllerine bağlanarak kilometrelerce uzaklara gidebilir. Havadaki diğer kimyasallarla birleşerek ikincil kirleticileri oluşturur. Bu durum canlıların ve insanların etkilemesine neden olur.

4.9.2. Su ile yayılım

Pestisitler topraktan yayılımla su kütlelerine girebilir. Bu doğrudan toprak yüzeyinden akıntılarla veya evlerden, bitkilerden ve tarımsal bölgelerden olabilir. Bazı pestisitler su akımı, toprağa enjekte edilmeleriyle, yağmur ve karla yıkanarak yer altı sularına sızabilir. Bu nedenle pestisitlerin kullanılması mutlaka denetim altında olmalı, su kütlelerinin denetimi düzenli olarak yapılmalıdır. Arazi çalışmalarında pestisitlerin sulandırılmalarının ve kaba doldurulmalarının kuyuların yanında yapılması, kuyu çevresini pestisit yoğunlaşma alanı haline getirebilir. Kuyu sularından yararlanılarak pestisitle kirlenmiş kapların yıkanması da bu durumu artırır.

4.9.3. Yiyecekler aracılığı ile yayılım

Pestisit kaplarının yiyeceklerle birlikte taşınması ve depolanması çok tehlikelidir. Bu nedenle meydana gelen birçok kirlilik ve kitlesel etkilenme gerçekleşir. Dünyanın birçok ülkesinde pestisitlerin yiyeceklerle birlikte depolanmasını ve taşınmasını engelleyen sıkı yasalar bulunmaktadır. Küçük işletmelerde ve evlerde pestisitler hiçbir zaman yiyecek ve içecek kaplarının içerisinde saklanmamalıdır. Yiyeceklerde kullanılan pestisitler, genellikle böceklerle etkili olabilecek minimal miktardadır. Teorik olarak insana zarar vermeyecek boyuttadır. Yiyeceklerin işlenmesiyle ilgili uygulamalarda yeterli bilgi sahibi olunmaması, sulandırmayla ilgili hatalar ve düzenli pestisit denetiminin yapılmaması çok büyük risklere yol açabilir. Tohumluk ilaçlaması yapılmış tanelerin, yanlışlıkla yiyeceklerde kullanılması diğer bir riski oluşturabilir. Ayrıca bu tanelerin pestisit uygulanmasından sonra, beklenmesi gereken minimal süre beklenmeden toplanmaları ve piyasaya sürülmeleri önemli risk nedenlerinden birisi olabilir. Bazı pestisitler bitkilerde ve hayvanlarda yoğunlaşabilir. Hayvanlar, vücutlarında pestisitleri biriktirerek söz konusu dolaşım döngüsüne yol açabilir.



4.9.4. Toprak aracılığıyla yayılım

Toprak kirliliğine bağlı olarak canlılar ve insanlar pestisitleri doğrudan alabilirler. Ayrıca pestisitler, toprak aracılığıyla bitkilere geçebilir ve bazı kültür bitkilerinde söz konusu kimyasallar toksik düzeyde birikebilir. Toprakta kullanılan kimyasalların kalıcı olmaması, kolayca parçalanarak zararsız hale dönüşmesi gerekir. Pestisitlerin topraktaki varlığını sürdürmesi toprağa nasıl taşındığına bağlıdır. Sızma, evaporasyon (buharlaştırma), erozyon, bitkilerce alınma vb. yollarla yayılabilir.

4.10. İlaçların Çevreye ve Diğer Organizmalara Etkileri

Toprağa, suya ve havaya bulaşan pestisitlerin çevrede yaşayan organizmalara etkilerini belirlemek amacıyla, hem karasal hem de sucul ortamlarda yaşayan organizmalara etkileri ayrı değerlendirilmektedir.

4.10.1. Pestisitlerin karasal ortamda yaşayan organizmalara etkisi

Pestisitlerin karasal ortamda yaşayan organizmalara etkisi, hem toprak içinde yaşayan çeşitli organizmaları hem de agroekosistemde bulunan faydalı organizmalar ile doğal düşmanları temsil edecek şekilde seçilen canlılar üzerinde gerçekleştirilmektedir.

4.10.1.1. Toprak solucanlarına etkisi

Topraktaki organik maddelerin ayrışmasını ve humus oluşumunu sağlayan solucanlar toprağın fiziksel yapısını düzeltirler. Bu özellikleri nedeniyle agroekosistemlerin çok önemli bir parçası olan toprak solucanlarına pestisitlerin riskini belirlemek için *Eisenia foetida* veya *Tubifex tubifex* üzerinde öncelikle laboratuvar deneyleri ile LC₅₀ (Letal Concentration) çalışmaları yürütülür. Değişik konsantrasyonlardaki pestisit karıştırılmış kum toprağa bırakılan toprak solucanları 14 gün süreyle gözlenir ve LC₅₀ (mg/kg kum toprak) değeri belirlenir.

Pestisitler, toprak solucanları üzerindeki akut LC₅₀ değerleri dikkate alınarak düşük zehirli (>1000 mg/kg), orta derecede zehirli (10-1000 mg/kg) ve yüksek derecede zehirli (<10 mg/kg) olmak üzere üç gruba ayrılmaktadır,

4.10.1.2. Toprak fauna ve florasına etkisi

Toprakta yaşayan çeşitli bakteriler, actinomycetler, funguslar, algler ve virüsler toprak mikro florasını oluşturmaktadır. Tek hücreliler, nematodlar, salyangozlar, sümüklü böcekler, örümcekler ve böcekler gibi çeşitli canlılar da toprak faunasını oluşturmaktadır. Toprak fauna ve florasında bulunan canlılar üzerinde de pestisitlerin etkilerini ortaya koyacak çalışmalar, şimdilik ruhsatlandırmada zorunlu olmasa da arzu edilen çalışmalar arasındadır.

4.10.1.3. Kuşlara etkisi

Pestisitlerin kuşlara etkisi bıldırcın (*Coturnix japonica* veya *Colinus virginianus*) ve yabanördeği (*Anas platyrhynchos*) üzerinde yürütülen akut LD₅₀ çalışmalarıyla ortaya konmaktadır. Akut LD₅₀ değerleri dikkate alınarak pestisitler kuşlara düşük zehirli (>2000 mg/kg), orta derecede zehirli (100-2000 mg/kg) ve çok zehirli (<100 mg/kg) olmak üzere üç gruba ayrılmaktadır.

4.10.1.4. Doğal düşmanlara etkisi

Pestisitler sadece zararlı organizmalara değil, aynı zamanda zararlılarla beslenen doğal düşmanlarına da etki etmektedirler. Entegre mücadele anlayışında pestisitlerin doğal düşmanlara etkili olmaması veya düşük oranda etkili olması arzu edilir. Uluslararası eşgüdümü sağlamak amacıyla, çeşitli ülkelerden birçok araştırmacının katıldığı bir grup (IOBC) tarafından çeşitli standart metotlar geliştirilmiştir. Pestisitlerin doğal düşmanlara etkilerinin belirlenmesi için bu standart metotlar kullanılarak, laboratuvar ve arazi çalışmaları gerçekleştirilmektedir.

Zararlıları kontrol edebilmek amacıyla kullanılan pestisitler, doğal düşmanları da dolaylı ve doğrudan etkilemektedirler. Bu nedenle özellikle entegre zararlı yönetiminde, pestisit seçimi açısından, pestisitlerin doğal düşmanlara etkisinin olmaması veya çok düşük olması istenmektedir. Doğal düşmanlar denildiğinde, pek çok canlı bu gruba girebildiğinden, pestisitlerin biyolojik mücadele açısından önemli olan doğal düşmanlara etkisi "Uluslararası Biyolojik Mücadele Organizasyonu (IOBC)"nın "Pestisitler ve Faydalı Organizmalar Çalışma Grubu" tarafından belirlenmektedir. Bu çalışma grubuna pek çok ülkeden, çok sayıda araştırmacıyla birlikte ülkemizden de katılımlar olmuştur. Bu grup üyeleri, birçok ilacın birçok doğal düşmana etkisini araştırmış ve standart deneme yöntemleri geliştirmişlerdir.

Bir aktif maddenin doğal düşmanlara riskinin belirlenmesi amacıyla genellikle bir parazitoit (*Aphidius rhopalosiphi*) ve bir avcı (*Typhlodromus pyri*) üzerinde önce laboratuvar denemeleri yürütülür. Bazı durumlarda *Orius*, *Chrysoperla* ve *Coccinella* spp. üzerinde de ilave denemeler istenir. Bu çalışmalardan risk oluşturmeyen pestisitler için başka bir çalışma istenmez; ancak orta ve yüksek riskli ilaçlar için doğal koşullarda çalışmalar yürütülmesi istenir.

4.10.1.5. Balarılara etkisi

Bilindiği gibi balarısı pestisitlerden etkilenen böcek türlerinin başında gelmektedir. Bitkilerin özellikle çiçeklenme döneminde yapılan ilaçlamalar, ilaçların arıların yaşadığı alanlara sürüklenmesi veya ilaçla bulaşık polen ve nektarlarının kovana taşınması nedeniyle, arılar için ciddi tehdit oluşturmaktadır. Pestisitlerin balarısı ve tozlayıcı böceklerle etkisi doğadaki bitki çeşitliliğin devamı açısından da çok önemli bir konudur. Bu nedenle, özellikle balarısına zehirli pestisitlerin kullanımına sınırlamalar getirilmiş ve genel olarak



insektisitlerin çiçeklenme döneminde kullanılmaması için, pestisit etiketlerinde gerekli ibarelerin eklenilmesi zorunlu hale getirilmiştir.

Pestisitlerin balarısı (*Apis mellifera*)'na etkisi LD₅₀ çalışmaları ile belirlenmektedir. Laboratuvar denemelerinden elde edilen LD₅₀ değerleri dikkate alınarak pestisitler arılara düşük zehirli (>1000 mg/kg), orta derecede zehirli (10-1000 mg/kg) ve çok zehirli (<10 mg/kg) olmak üzere üç gruba ayrılmaktadır.

4.10.2. Pestisitlerin sucul ortamda yaşayan organizmalara etkisi

Pestisitlerin yüzey sularında yaşayan organizmalara etkilerini belirlemek için; hem durgun hem de akarsuları simüle eden kontrollü ortamlarda, sucul otlar ile alglerden, çeşitli balık türlerine ve balık besini olan organizmalara kadar çeşitli canlılara zehirlilikleri araştırılmaktadır. Burada amaç olası riskleri belirlemek ve varsa bunu azaltmak için alınması gerekli önlemleri ortaya koymaktır. Örneğin suda yaşayan canlılar için zehirli olan bir aktif maddenin, su kaynaklarına bulaştırılmaması gerektiğinin, ilaç etiketinde belirtilmesi zorunludur.

kg) ve çok zehirli (<10 mg/kg) olmak üzere üç gruba ayrılmaktadır.

4.10.2.1. Balıklara etkisi

Pestisitlerin balıklara etkisi *Lepomis macrochirus* ve *Oncorhynchus mykiss* gibi türler üzerinde yürütülen akut LC₅₀ çalışmalarıyla ortaya konmaktadır. Akut LC₅₀ değerleri dikkate alınarak pestisitler balıklara düşük zehirli (>100 mg/l), orta derecede zehirli (0,1-100 mg/l) ve çok zehirli (<0,1 mg/l) olmak üzere üç gruba ayrılmaktadır.

4.11. LD₅₀ Değeri ve Zehirlilik sınıfları

Akut zehirlilik, bir pestisit bir kez veya kısa bir zaman dilimi içinde (24 saat) birkaç kez alınması durumunda neden olacağı zehirliliği ortaya koymaktadır. Akut zehirlilik "Lethal Doz (LD)" adı verilen öldürücü dozun belirlendiği çalışmalar ile ortaya konulmaktadır. Bu çalışmalarda belirli bir doz serisi, deney hayvanlarına ağız, deri ve solunum yoluyla verilir ve pestisitlerin ölüme neden olan miktarları belirlenir. Pestisit ağız yoluyla verilmesi besinine karıştırılarak, deri yoluyla verilmesi tıraşlanmış derisine sürülerek, solunum yoluyla verilmesi ise soluduğu havaya karıştırılarak gerçekleştirilir. Deney hayvanlarında 14 gün süreyle gözlemler yapılır. Bu süre sonunda doz- ölüm oranı ilişkisinden yararlanılarak yapılan probit analiziyle, öldürücü doz değeri belirlenir. LD₅₀ değeri deney hayvanlarının %50'sinde ölüm meydana getiren doz olarak tarif edilir. Bu değer, deney hayvanına her kg vücut ağırlığı için verilen mg cinsinden pestisit miktarını göstermektedir. Birimi mg/kg, ppm (part per million = milyonda bir kısım) veya ppb (part per billion~milyarda bir kısım)'dir.



Değişik kriter ve istatistikler dikkate alınarak hesaplanan LD değerlerine göre pestisitlerin insanlara olan zehirliliği dört grupta sınıflandırılır. Birinci sınıfta yer alan pestisitler "çok zehirli", ikinci sınıfta yer alanlar "zehirli", üçüncü sınıfta yer alanlar "orta derecede zehirli", dördüncü sınıfta yer alanlar ise "az zehirli" ibarelerini etiketlerinde taşırlar. Bu sınıflandırma WHO (World Health Organisation = Dünya Sağlık Örgütü) tarafından belirlenir. Ülkemizde uygulanan toksikolojik sınıflandırma, WHO (Dünya Sağlık Örgütü)'nun sınıflandırmasının aynısı olup, aşağıda tabloda verilmiştir.

"WHO (Dünya Sağlık Örgütü)' ya göre Zirai mücadele ilaçlarının akut toksisite yönünden sınıflandırılması [Sıçanlarda LD₅₀ (mg/kg)]

TOKSİKOLOJİK SINIFI	AKUT LD ₅₀ DEĞERİ (mg/kg)				SINIF İŞARETİ
	SIVI İLAÇLAR		KATI İLAÇLAR		
	AĞIZ	DERİ	AĞIZ	DERİ	
1- Çok zehirli	≤20	≤40	≤5	≤10	ÇOK ZEHİRLİ
2- Zehirli	>20-≤200	>40-≤400	>5-≤50	>10-≤100	ÇOK ZEHİRLİ
3- Orta derecede zehirli	>200-≤2000	>400-≤4000	>50-≤500	>100-≤1000	ZEHİRLİ
4- Az zehirli	>2000	>4000	>500	>1000	DİKKAT

Bir pestisitın zehirlilik sınıfını belirlemek için genel olarak ağızdan akut LD₅₀ değeri baz alınır. Ancak pestisitlerin özellikle uygulanmaya hazırlanması ve uygulanması sırasında deri yoluyla pestisite maruz kalma sık görüldüğünden; şayet deri yoluyla tespit edilen LD₅₀ değeri, ağız yoluyla tespit edilen akut LD₅₀ değerinden yüksek ise, sınıflandırma deri yoluyla elde edilen LD₅₀ değeri üzerinden yapılır.

Deney hayvanlarının erkek ve dişileri için belirlenen LD₅₀ değeri farklı ise en duyarlı olanının sınıf değeri baz alınır. Ayrıca aktif maddenin deney hayvanlarında kalıcı zararlar oluşturmaya, deriden kolayca penetre olması, çok uçucu olması, bünyede birikerek kronik etkiye sahip olması, antidotu olmaması gibi durumlar söz konusu ise zehirlilik sınıfı LD₅₀ değeri ile belirlenenden bir üst sınıfa kaydırılır.

İlaç üreticileri genelde aktif maddenin akut toksisite çalışmaları yanında, piyasaya sunacağı formülasyonun da akut toksisite çalışmalarını yürüterek, formülasyonun sınıf değerini de belirler. Özellikle aktif maddenin sıcakkanlılara yönelik toksisitesini düşürmek amacıyla geliştirilen mikro kapsül gibi formülasyonlarda bu yöntem tercih edilir. Ancak formülasyon için ayrıca bir çalışma yapılmadıysa, formülasyonun zehirlilik sınıfı, aktif maddenin oranı dikkate alınarak basit bir formül ile belirlenir. Eğer formülasyon birden fazla aktif maddeyi içeriyorsa ve formülasyon için ayrı toksisite çalışmaları yapılmadıysa, formülasyondaki en zehirli aktif madde sınıf değeri formülasyon için kabul edilebilir veya Finney'in harmonik ortalama formülü yardımıyla, her aktif maddenin formülasyondaki oranı



dikkate alınarak basit bir formül ile formülasyon zehirlilik sınıfı belirlenir.

Zehirlilik sınıflarının uluslararası nitelikte olan işaretleri de vardır. Bir pestisit zehirlilik sınıfı ile ilgili işaretinin ambalajı üzerindeki etikette bulunması gerekir.

"Çok zehirli" sınıfına giren pestisitlerin etiketlerinde; beyaz zemin üzerine kırmızı bir dikdörtgen çerçeve içine kırmızı renkte kuru kafa ve birbirine çapraz iki kemik işareti ve hemen altına siyah harflerle "çok zehirli" ibaresi bulunur.

"Zehirli" sınıfına giren pestisitlerin etiketlerinde; beyaz zemin üzerine kırmızı bir dikdörtgen çerçeve içine siyah renkte kuru kafa ve birbirine çapraz kemik işareti ve hemen altında siyah harflerle "Çok zehirli" ibaresi yer alır.

"Orta derecede zehirli" sınıfına giren pestisitlerin etiketlerinde; beyaz zemin üzerine kırmızı bir dikdörtgen çerçeve içine siyah harflerle yazılmış "Zehirli" yazısı yer alır.

"Az zehirli" sınıfına giren pestisitlerin etiketlerinde; beyaz zemin üzerine kırmızı bir dikdörtgen çerçeve içine siyah harflerle yazılmış "dikkat" ibaresi bulunur.

Akut toksisite çalışmaları sonucunda belirlenen bir diğer değer de LD₁₀ (%10 hayvanı öldüren doz)'dur. Bu değer, en yüksek doz seviyesi kabul edilerek yeni bir doz serisi hazırlanır. Belirlenen yeni dozlar, deney hayvanlarına yine yukarıda belirtildiği gibi uygulanarak 14 gün süreyle gözlenir. Test sonucunda ölen hayvanlara otopsi yapılır ve böylece toksisite oluşturmayacak en yüksek doz hesaplanır.

TOKSİSİTE SINIFI				
Sunuk Kalma Yolları	I	II	III	IV
Oral LD50	50 mg/kg	50-500mg/kg	50-5000 mg/kg	>5000 mg/kg
Solumum LD50	0-0,2 mg/L	0-2 mg/L	2-20 mg/L	>20 mg/L
Dermal LD50	0-200 mg/kg	200-2000 mg/kg	2000-20000 mg/kg	>20000 mg/kg
Göze Etkileri	Aşındırıcı, tahriş edici ve yakıcı, gözde bulanıklık	Bulanıklık, 7 gün içinde görülür	Bulanıklık yok, tahriş 7 gün içinde düzelir	Tahriş yok
Cilde Etkileri	Aşındırıcı-yakıcı-tahriş edici	72 saat boyunca şiddetli tahriş edici	72 saat boyunca ılımlı tahriş edici	72 saat boyunca hafif tahriş edici
Silme Kelime	TEHLİKE-ZEHİR	UYARI	DİKKAT-TEDBİR	DİKKAT-TEDBİR



5. PESTİSİTLERLE İLGİLİ TEMEL BİLGİLER

Orman bitkisi ve orman bitkisel ürünlerine zarar veren hastalık etmenleri, zararlılar ve yabancı otlar gibi organizmaları öldüren maddelere pestisit adı verilir. Pestisit kelime olarak yabancı kaynaklı olup, pest=zararlı, cide=öldürücü olmak üzere zararlı öldürücü anlamında bir bileşik kelimedir. Zararlı organizmaları engellemek, kontrol altına almak ya da zararlarını azaltmak amacıyla kullanılmaktadır. Pestisit; kimyasal bir madde, virüs ya da bakteri gibi biyolojik bir ajan, antimikrobik, dezenfektan ya da herhangi bir araç olabilir. Zararlı organizmalar insanların besin kaynakları ve mal varlıklarına zarar veren hastalık yayan böcekler, bitki patojenleri, yabani otlar, yumuşakçalar, kuşlar, memeliler, balıklar, solucanlar ve mikroorganizmalar olabilir. Her ne kadar pestisitlerin kullanılmasının bazı yararları olsa da insanlar ve diğer canlılar için potansiyel toksisitelerinden dolayı sorunlara neden olabilir. Pestisit benzeri maddeler, pestisit gibi kullanılan veya bir kısmı bu kapsama giren biyopreparatlar, böcek ve bitki gelişim düzenleyicileri, feromonlar (hormon taşıyan) ve diğer cezbediciler, beslenmeyi engelleyiciler, repellentler (böcek uzaklaştırıcı ilaçlar), tuzaklar, bitki aktivatörleri, fizyolojik hastalıkların tedavisinde kullanılan preparatlar ve benzeri maddelerdir.

Genel olarak pestisit yapımında kullanılan aktif maddeler, bazı yardımcı maddeler ile karıştırılarak kullanılır. Bu karışıma formülasyon adı verilir. Formülasyon uygulamanın amacı daha emniyetli, insan ve çevre sağlığı açısından daha az zararlı ve daha ekonomik kullanımdır. İlaç formülasyonunun içinde;

- Etken madde veya aktif madde,
- Yardımcı maddeler,
- Emülgatörler,
- Dolgu maddeleri bulunmaktadır.

Bu maddeler; katı ve sıvı ilaç formülasyonları için ayrı ayrı özelliklerde olur. Toksik özellik gösteren bir maddenin pestisit olarak kullanılabilmesi için aşağıdaki özellikleri taşıması gerekir:

- Biyolojik olarak aktif,
- Etkili,
- Ucuz,
- Güvenilir,
- Kolay uygulanabilen,
- Yeteri kadar kararlı (stabil),
- Kullanıcılar, tüketiciler ve besi hayvanları açısından güvenilir,
- Hedef canlıya spesifik olarak toksik,
- Çevre için kabul edilebilir,
- Yanıcı, korozyif, patlayıcı, boyayıcı etkisi, yaban hayatına ve faydalı organizmalara zararsız,
- Kolayca toksik olmayan maddelere dönüşebilmelidir.



Bir formülasyonda bulunması gereken özellikler Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) ve Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından belirli esaslara bağlanmış ve bu özelliklerin tayin edilebilmesi için de standart metotlar geliştirilmiştir.

Önceleri, zararlılarla mücadele amacıyla kullanılan kimyasal bileşikler olarak anılan pestisitler, günümüzde elde edildiği kaynağa göre biyopestisitler ve kimyasal pestisitler olarak gruplandırılmaktadır. Örneğin US EPA (United States Environmental Protection Agency (Birleşik Devletleri Çevre Koruma Kurumu)) tarafından biyopestisitler içinde bakteri, fungus, virüs ve protozoa gibi mikroorganizmaları içeren preparatlar "mikrobiyal pestisitler"; seks feromonları, atraktantlar, bitkilerden ekstrakte edilen doğal ürünleri içeren preparatlar da "biyokimyasal pestisitler" olarak adlandırılmakta ve ruhsatlandırılmaktadır. Hatta bitkilere genetik yollarla eklenen ve pestisit etkisi gösteren maddeleri (*Bacillus thuringiensis* gen transferi ile genetiği değiştirilmiş bitkiler gibi) de biyopestisitler olarak "bitkiye birleştirilen koruyucular" (Plant Incorporated Protectants = PIPs) adı altında ruhsatlandırmaktadır. Görüldüğü gibi günümüzde pestisit deyimi sadece kimyasal bileşikler değil kimyasal mücadele amacıyla kullanılan tüm bitki koruma ürünlerini kapsayacak kadar genişlemiştir. AB uyum sürecinde AB normlarına uymak için yasal düzenlemelerini değiştiren ülkemizde ise pestisitler artık "bitki koruma ürünleri" içindeki bir alt grup olarak ele alınmaktadır.

Türkiye'de "Bitki Koruma Ürünü (BKÜ)", bitki ve bitkisel ürünlerin yetiştirildikleri veya depolandıkları yerlerde böcek, akar, nematod, hastalık ve yabancı ot gibi zararlı etmenlere karşı kullanılacak ürünlerin tümüne verilen isimdir.

5.1. Pestisitlerin Yapısı

Pestisit deyimi, aslında mücadele amacıyla kullanılan gerek bitkisel kökenli maddeleri, gerek mikroorganizma toksinleri gerekse sentetik olarak üretilen diğer kimyasal bileşikler gibi her türlü maddeyi içeren preparatları ifade etmektedir. Bu preparatlar, hem hedef organizma üzerinde etkili olan aktif maddeyi hem de formülasyonu oluşturan diğer maddeleri içermektedirler. Yani aktif madde ile birlikte aktif olmayan yardımcı ve dolgu maddelerinin ilavesiyle uygulanabilir hale getirilmiş karışıma formülasyon veya preparat adı verilmektedir. Dolayısıyla pestisit preparat veya formülasyonları; aktif madde, dolgu maddesi ve diğer maddeler olmak üzere üç ana unsurdan meydana gelirler.

5.1.1. Aktif madde

BKÜ içinde bulunan ve hedef organizmaya biyolojik etki yapan esas maddeye "aktif madde" adı verilmektedir. Aktif madde; BKÜ preparatı oluşturabilmek amacıyla normal üretim sürecinde belirli bir safiyette üretilebilir ve buna da "teknik madde" adı verilir. Pestisit preparat ve formülasyonlarında teknik madde kullanılır. Zira aktif



maddeyi saf olarak üretmek hem teknik olarak zordur hem de çok pahalıya mal olur.

Teknik maddenin saf olarak kullanılması durumunda bazen hedefe etkileri düşük olabilir, bazen bitkilere zehirli yani fitotoksik olabilir, bazen de çevreye daha fazla zararlı olabilirler. Ayrıca çok düşük miktarlardaki teknik maddelerin geniş alanlara homojen olarak dağıtılmaları da çok güç olur. Bu nedenle teknik maddelerin saf olarak hedef organizmaya karşı kullanılması genelde uygun değildir.

Piyasaya sunulan preparatların etiketlerinde teknik madde oranı değil, aktif madde oranı verilir. Aktif madde formülasyona göre değişmek üzere preparat içinde değişik oranlarda bulunur. Örneğin toz ilaçlarda aktif madde oranı genellikle %5 kadardır. Islanabilir toz ilaçlarda %20-80, emülsiyon konsantre ilaçlarda %20-60 arasında değişir. Aktif maddenin bazı özelliklere sahip olması ve bu özelliklere uygun formülasyonların yapılması gerekir.

5.1.1.1. Aktif maddelerde aranan özellikler

a) Fiziksel özelliği: Aktif maddeler sıvı, katı, yarı katı, kristal veya mum şeklinde olabilir. Aktif madde elde edilecek formülasyona göre, örneğin sıvı formülasyonlarda uygun bir çözücüde; toz veya ıslanabilir toz formülasyonlarda, toz halindeki dolgu maddesi ile öğütülerek kullanılır.

b) Erime noktası: Katı haldeki aktif maddenin kimyasal yapısı bozulmadan sıvı hale geldiği sıcaklık derecesidir.

c) Katılaşma noktası: Aktif maddenin sıvı haldeyken ortamdan ısının çekilmesi ile katılaştığı sıcaklık derecesidir. Katılaşma derecesi aktif maddenin öğütülmesinde önemli olan bir özelliktir. Katılaşma noktası yükseldikçe aktif maddenin öğütülebilirliği kolaylaşır.

ç) Kaynama noktası: Aktif maddenin kaynamaya başladığı sıcaklık derecesidir ve yüksek olması gerekir. Formülasyonların meydana getirilmesi sırasında ve muhafazasında önemlidir.

d) Özgül ağırlık: Aktif maddenin birim hacimdeki ağırlık olarak değeridir. Bu genellikle g/cm^3 olarak verilir. Özgül ağırlık sıcaklığa göre değişir. Özellikle sıvı halindeki aktif maddeler için bilinmesi daha önemlidir. Çünkü sıvı haldeki aktif maddeler, toz halindeki formülasyonların meydana getirilmesi sırasında, sıvı haldeki aktif maddeyi emme özelliği olan dolgu maddesinin hacim olarak emebilecekleri miktarı belirlemede yararlanılır.

e) Akıcılık: Akıcılığın genellikle yüksek olması istenir. Böylece formülasyon yapımında kullanılan aletler (örneğin pompa) daha iyi çalışır.

f) Çözünürlük: Aktif maddenin çözünme kabiliyetinin yüksek olması istenir. Böylece aktif madde ucuz çözücülerde çözündürülebilir. Bu da ilacın maliyetinin daha ucuz olmasını sağlar. Çözünürlük aktif maddenin kimyasal yapısı ile ilgili bir özelliktir.



g) Dayanıklılık: Aktif maddenin depolanması ve formülasyonu sırasındaki dış etkenlere yani sıcaklık, pH gibi çevre faktörlerine dayanıklı olması gerekir. Aktif maddenin dayanıklılığının artırılması için stabilizatör adı verilen bazı maddeler formülasyonlara eklenir.

5.1.2. Dolgu maddesi

Dolgu maddesi herhangi bir kimyasal bileşik ile tepkimeye girmeyen, bitkilerde kimyasal etkileşime neden olmayan, aktif maddeyi taşıyan ve formülasyon tipini doğrudan belirleyen, sıvı veya katı halde olan unsurdur. Dolgu maddesi aynı zamanda bir preparatta aktif madde oranını düşürmeye yarayan maddedir. Toz, granül ve tablet halindeki ilaçlarda dolgu maddesi katı haldedir.

5.1.2.1. Katı haldeki dolgu maddelerinde aranan özellikler

Katı haldeki dolgu maddelerinin de bazı özelliklere sahip olmaları istenir. Bu özellikler aşağıdaki şekilde özetlenir.

a) Emme yeteneği: Dolgu maddesinin emme özelliği, sıvı haldeki aktif maddeyi bünyesine alması bakımından önemlidir. Aktif madde oranı yüksek olan toz veya ıslanabilir toz formülasyonlarda emme yeteneği yüksek olan dolgu maddeleri istenir.

b) Nem çekme: Dolgu maddesinin nem çekme özelliği ilaçların depolanması bakımından önemlidir. Ayrıca ilacın akıcılığının da azalmasına neden olduğu için nem çekme yeteneğinin düşük olması istenir.

c) Akıcılık: Dolgu maddesinin akıcılığı gerek formülasyon oluşturma sırasındaki işlemlerin, gerekse formülasyon oluşturulduktan sonra ilacın kullanımı sırasındaki işlemlerin kolaylığı bakımından önemlidir. Akıcılık dolgu maddesinin öğütülmesi sırasında aletlerin yüzeyine yapışmasını engeller. Dolgu maddesinin akıcılığı parçacık büyüklüğü ve şekliyle yakından ilgilidir.

ç) Litre ağırlığı: Dolgu maddesinin litre ağırlığı, bir litrelik hacminin ağırlığıdır ve ambalajlama, taşıma, uygulama sırasında rüzgârla sürüklenmesi bakımından önemlidir.

d) Tozuma yeteneği: İlaçların uygulama sırasında toz bulutu veya sis haline gelerek, bitkinin tüm yüzeylerini kaplaması bakımından tozuma yeteneğinin önemi vardır.

e) Öğütülme yeteneği: Dolgu maddelerine göre değişir ve bunun yüksek olması, yani kolay öğütülür olması istenir.

f) Aşındırma yeteneği: İstenmeyen bir özelliktir. Gerek öğütülme, gerekse kullanım sırasında aletlerin aşınmasına neden olduğundan, aşındırma yeteneği düşük olan dolgu maddeleri istenir.

g) Suda dağılma: Özellikle granül haldeki ilaçlar için önemli olan bir özelliktir. Toprağa verilmiş granül haldeki ilaçta bulunan aktif maddenin su ile yer değiştirmesi bakımından önemlidir. Suda



dağılıma yeteneği yüksek olan dolgu maddelerinde bu yer değiştirme daha kısa zamanda gerçekleşir.

ğ) Aşınmaya dayanıklılık: Granül haldeki ilaçlarda parçacıkların birbirine sürtünerek aşınıp küçülmesi istenmeyen bir özelliktir. Bunun için dolgu maddesinin aşınmaya dayanıklı olması gerekir.

h) Aktif madde ile uyum: Dolgu maddesinin aktif madde ile karşılaştığında, yani dolgu maddesine aktif madde emdirildiğinde, aktif maddenin özelliğinde herhangi bir değişimin olmaması gerekir. Bu da dolgu maddesinin aktif madde ile iyi uyumu halinde mümkün olabilir.

5.1.2.2. Sıvı haldeki dolgu maddelerinde aranan özellikler

Sıvı haldeki ilaçlarda ise dolgu maddesi aynı zamanda çözücü maddelerdir. Bunlar alkol, benzen ksilen, xylol, etil asetat, ethyl format ve nafta gibi maddelerdir. Bunlara aynı zamanda solvent adı da verilir. Çözücülerin bazı özelliklere sahip olması gerekir. Bu özellikler aşağıdaki şekilde gruplandırılabilir.

a) Destilasyon derecesi ve kaynama noktası: Çözücünün uçuculuğu hakkında fikir verir. Formülasyon ve uygulama sırasında önemlidir. Çözücülerin kaynama noktalarının yüksek olması istenir. Çünkü kaynama noktası düşük olan çözücüler bitkilere toksiktir.

b) Özgül ağırlık: Çözücünün kalitesini etkilemeyen bir özelliktir. Sadece formülasyonu oluşturma sırasında çözücü maddenin hacim olarak alınabilmesinde değer olarak yardımcı olur.

c) Kauri-butanol (KB) değeri: Çözünürlük değerini belirleyen bir değerdir.

ç) Aromatik miktarı: Çözücü içinde bulunan aromatik bileşiklerin miktarının yüksek olması istenir. Örneğin ksilen ve naftada aromatiklerin oranı %85-95 kadardır. Çözülende alifatik ve aromatik hidrokarbonların fazla olması çözücünün çözünürlüğünü artırır.

d) Alev alma noktası: Formülasyon oluşturma, taşıma, depolama ve kullanım sırasındaki emniyet bakımından önemlidir. Alev alma noktası yüksek olanlar bu bakımdan tercih edilirler. Alev alma noktası çözücünün alev aldığı sıcaklık derecesidir.

e) Çözme yeteneği: Bir çözücünün belirli sıcaklıkta belirli maddeleri çözme yeteneğidir. Çözücülere göre değişen bu yetenek düşük sıcaklıklarda bile bulunmalıdır. Çünkü ilaçlar çok düşük sıcaklıklarda da depolanabilmektedir.

f) Su ile karışabilirlik: Çözücünün suda çözünmesi istenmeyen bir özelliktir.

g) Renk: Çözücünün renksiz olması istenir. Bu özellikle bitkilerde ilaçların leke bırakmaması açısından önemlidir.



5.1.3. Diğer maddeler

Pestisit içinde bulunan üçüncü unsur olan bu maddeler pestisitinin etkinliğini, dayanıklılığını arttıran, uygulama kolaylığı sağlayan ve bitkilerdeki olumsuz etkiyi azaltan kullanıcılara uyaran maddelerdir. Bu maddeler aşağıdaki gibi gruplara ayrılırlar.

a) Emülgatörler: Emülsiyon halindeki pestisitlerde bulunur ve birbiriyle karışmayan iki sıvının karışmasını, dolayısıyla ilacın su içinde homojen halde dağılımını sağlayan maddelerdir. Emülgatör maddelerin aktif madde ile tepkimeye girmemesi gerekir.

b) Stabilizatörler: Toz ilaçlarda bulunur. Dolgu maddesinin aktif maddeyi bozmasını engelleyen maddelerdir. Dolgu maddesinin yüzey asiditesini nötralize ederek, aktif maddenin bozulmasını önlerler. Bunlara deaktivatör adı da verilir.

c) Kekleşmeyi önleyiciler: Toz, ıslanabilir toz ve granül haldeki ilaçlarda bulunur. Bu maddeler ilaç zerrecileri etrafına yerleşerek, zerrecilerin birbirleri ile yapışmasını, yani topaklaşmasını önleyip akıcılığını sağlarlar.

ç) Dağıtıcılar: Bunlara dispersant maddeler adı da verilir. Islanabilir toz ilaçlarda bulunurlar. Aktif maddenin bitki yüzeyine iyice yayılmasını ve dağılmasını sağlarlar.

d) Tutucular: Islanabilir toz ilaçlarda bulunurlar. Su içinde dağılmış ilaç zerreciklerinin dibe çökmesini önleyen, su içinde asılı kalmasını sağlayan maddelerdir. Bunlar tutkal, jelatin, zatkı gibi doğal maddelerdir.

e) Yapıştırıcılar: Aktif maddenin bitki yüzeyine daha iyi yapışmasını sağlayan maddelerdir. Tanen, dekstrin, kazein gibi maddeler pestisite yapıştırıcı bir özellik kazandırır.

f) Tozumayı önleyiciler: Toz halindeki ilaçlarda bulunur ve pestisitinin tozumasını önlemek amacıyla kullanılır. Özellikle aktif maddesi çok zehirli olan pestisitlerde, örneğin tohum ilaçlarında insanlara ve çevreye zehirliliğini, tozumasını engelleyerek azaltmak gerekir. Bu maddeler gliserin, petrol yağları gibi maddelerdir.

g) Köpüklenmeyi önleyiciler: Emülsiyon ve ıslanabilir toz halindeki pestisitlerde bulunur. Bu pestisitlerde bulunan ıslatıcı maddeler ve emülgatörler ilacın su ile seyreltilmesi sırasında köpük meydana getirirler. Meydana gelen bu köpük, püskürtmenin homojen yapılmasını engellediğinden istenmeyen bir özelliktir. Köpüklenmeyi önleyen maddeler olarak pestisitlere sıvı silikonlar gibi maddeler eklenir. Köpüklenmeyi önleyici maddeler püskürtme sırasında aletin deposuna da eklenebilir.

ğ) Sinerjistler: Aktif maddenin etkisini arttıran maddelerdir. Bunlara aktivatör de denir. Islanabilir toz ve emülsiyon halindeki pestisitlerde bulunur.



h) Uyarı maddeleri: Aktif maddenin zehirliliğini pestisiti kullananlara belirtmek ve onları uyarmak amacı ile eklenen renk ve koku maddeleridir.

5.2. Pestisitlerin Sınıflandırılması

Pestisitler değişik özelliklere göre çok farklı şekillerde sınıflandırılabilirler. Bunlar aşağıdaki şekilde özetlenebilir.

5.2.1. Etkiledikleri canlı gruplarına göre

Bu sınıflandırmada etkilediği canlı ön planda tutulur. Buna göre pestisitler aşağıdaki gibi sınıflandırılır;

- Böcekleri öldürenler (İnsektisit)
- Fungusları (mantarları) öldürenler (Fungusit)
- Fungusların faaliyetini durduranlar (Fungustatik)
- Yabancı otları öldürenler (Herbisit)
- Örümcekleri öldürenler (Akarisit)
- Bakterileri öldürenler (Bakterisit)
- Yaprak bitlerini öldürenler (Afisit)
- Kemirgenleri öldürenler (Rodentisit)
- Nematodları öldürenler (Nematosit)
- Salyangozları öldürenler (Mollussisit)
- Algleri öldürenler (Algisit)
- Kuşları öldüren veya kaçırılanlar (Auensit)
- Kaçırıcılar (Repellent)

5.2.2. Etkilediği canlının biyolojik dönemine göre

Bu sınıflandırmada pestisitinin etkilediği canlının biyolojik dönemi esas alınır.

- ✓ Larvisit (Larva öldüren)
- ✓ Ovisit (Yumurta öldüren)
- ✓ Adultisit (Erginleri öldüren)

5.2.3. Zararlıya giriş yollarına göre

Pestisitler zararlı organizmaya giriş yoluna göre; mide zehirleri, değme (kontakt) zehirleri ve solunum zehirleri olmak üzere üçe ayrılır.

a) Mide zehirleri: Zararlı vücuduna ağız yoluyla alınıp, sindirim sistemine ve oradan da etkili olduğu bölüme ulaşan pestisitlerdir. Bunlar bitki yüzeyine atılarak kemirilen bitki parçaları ile birlikte veya zehirli yemler halinde vücuda alınırlar. Bazı mide zehirli etkili pestisitler, yaprak veya toprak uygulamalarından sonra bitki dokularına penetre olurlar ki bunlara da sistemik pestisitler adı verilir. Sistemik özellik gösteren mide zehirli pestisitler özellikle sokucu-emici ağız parçalarına sahip zararlılar tarafından bitki özsuğu ile birlikte vücuda alınırlar.

b) Değme zehirleri: Bunlara kontakt zehirler de denir. Bitki yüzeyine püskürtüldüklerinde, zararlıların ilaçlanmış yüzeyde



gezinmeleri sırasında deriye nüfuz ederek veya stigmalar, kıllar, tüyler vasıtasıyla vücut içine alınırlar.

c) Solunum zehirleri: Gaz haline gelerek stigmalardan veya diğer solunum organlarından vücut içine giren pestisitlerdir. Daha çok kapalı yerlerde kullanılırlar.

5.2.4. Bitki yüzey veya dokularındaki hareketine göre

a) Kontakt pestisitler: Toprağa veya bitki yüzeyine uygulandıktan sonra, uygulandığı yerde kalan ve sadece zararlıyla temas ettiğinde etkili olabilen pestisitlerdir.

b) Mezosistemik pestisitler: Bitki yüzeyine uygulandıktan sonra, yapraklardan bitki içerisine nüfuz olup, orada doku içerisinde kalan pestisitlerdir. Bu tip pestisitler uygulamadan kısa süre sonra bitki dokuları içerisine girdiklerinden dış ortam koşullarından fazla etkilenmezler.

c) Sistemik pestisitler: Tohuma, toprağa veya bitki yüzeyine uygulanabilirler ve uygulamadan sonra bitki özsuyuna dâhil olarak bitki bünyesinde hareket ederler. Yapraklara püskürtülenler, yapraklar tarafından emilime uğrayarak iletim demetleriyle ve genellikle floem borucuklarıyla bitki bünyesinde yukarı doğru hareket edip sürgün ve yaprakların uç kısımlarına ulaşırlar. Yapraktan verilen sistemik pestisitlerde en fazla emilim, genç yapraklarda ve yaprakların alt yüzeylerindedir. Sistemik pestisitlerin yapraktan emilimlerinde mevsim, yaprak tüylerinin dibindeki hücreler ve epidermis hücrelerinin kıvrımları rol oynar. Topraktan verilen veya tohuma uygulanan sistemik pestisitler ise bitki kökleri tarafından emilime uğrayarak ksilem borucukları ile bitki bünyesinde hareket edip, diğer organlara ulaşırlar. Sistemik pestisitlerin bitki bünyesindeki sirkülasyonunda bitkinin türü, toprak ve hava sıcaklığı, ışık şiddeti, bitkinin yaşı veya genç oluşu gibi faktörler rol oynar.

5.2.5. Aktif madde gruplarına göre

En çok kullanılan sınıflandırma yöntemlerinin başında gelir. Pestisit kimyasal yapısı ve aktif maddenin kökenine göre yapılan sınıflandırmadır. Bilimsel açıdan pestisitler bu gruplara göre incelenirler. Aktif madde grubuna göre gruplandırmada zararlılara karşı kullanılan pestisitler, önce hedef alınan organizmaya göre sonra da kimyasal yapı veya elde edildiği kaynağa göre aşağıdaki gibi sınıflandırılır.

A-İnsektisitler

1. Biyoinssektisitler

1.1. Bitkisel Kökenli İnsektisitler

1.2. Mikroorganizma Kökenli İnsektisitler

1.2.1. Bakteriler

1.2.2. Funguslar

1.2.3. Virüsler

1.2.4. Nematodlar



2. Anorganik insektisitler

- 2.1. Arsenikli Bileşikler
- 2.2. Florlu Bileşikler
- 2.3. Kükürtlü Bileşikler
- 2.4. Cıvalı Bileşikler

3. Sentetik organik insektisitler

- 3.1. Klorlandırılmış Hidrokarbonlar
- 3.2. Organik Fosforlar
- 3.3. Karbamatlılar
- 3.4. Sentetik Piretroidler
- 3.5. Benzoyl Üreler
- 3.6. Diğerleri

B- Akarisitler

1. Halojen ve Oksijenliler
2. Amin ve Hidrazin Türevleri
3. Kükürtlüler
4. Organik Kalaylılar
5. Diğerleri

C- Zararlı organizmalara karşı kullanılan diğer ilaçlar;

1. Kış Mücadele İlaçları ve Yazlık Yağlar
2. Fumigantlar
3. Nematisitler ve Toprak Fumigantları
4. Rodentisitler
5. Mollussisitler gibi gruplar altında yer almaktadır.

5.2.6. Formülasyonlarına göre

Pestisitlerin formülasyon şekilleri esas alınarak yapılan sınıflandırma şeklindedir. Buna göre pestisitler aşağıdaki gibi sınıflandırılır:

- ✓ Toz ilaçlar (Dust)
- ✓ Islanabilir toz ilaçlar (WP)
- ✓ Emülsiyon konsantre ilaçlar (EC veya EM)
- ✓ Solüsyon konsantre ilaçlar (SC)
- ✓ Suda çözünabilir toz ilaçlar (SP)
- ✓ Yazlık ve kışlık yağlar
- ✓ Granüller (G)
- ✓ Peletler
- ✓ Tabletler
- ✓ Toz tohum ilaçları
- ✓ Sıvı tohum ilaçları
- ✓ Aerosoller
- ✓ Zehirli yemler
- ✓ Kapsül şekli verilmiş formülasyonlar
- ✓ Akıcı konsantreler (FC)
- ✓ Kuru akışkanlar



Formülasyon şekillerine göre sınıflandırma

Su ile seyreltilip kullanılanlar		Doğrudan kullanılanlar	
BR	Biriket	DP	Toz
CS	Kapsül süspansiyonu	GP	Püskürtülebilir toz
DC	Disperse olabilen konsantre	ED	Elektrostatik sıvı
EC	Emülsiyon konsantre	GR	Granül
EO	Yağda su emülsiyonu	CG	Kapsüllenmiş granül
EW	Suda yağ emülsiyonu	GG	Makro granül
GL	Emülsiyon jel	UL	Çok düşük hacimli sıvı
GW	Suda çözünen jel	TP	Serpme toz
PC	Macun konsantre		
SC	Akıcı konsantre	Diğerleri	
SG	Suda eriyen granül	AE	Aerosol
SL	Suda eriyen konsantre	CB	Konsantre yem
TB	Tablet	FU	Fumigant
WG	Suda dağılan granül	FD	Kutu fumigant
WP	Islanabilir toz	FT	Duman tableti
		GA	Gaz
Tohum İlaçları		GS	Gres
DS	Kuru tohum ilacı	RB	Hazır yem
ES	Emülsiyon tohum ilacı	AB	Daneli yem
FS	Akıcı tohum ilacı	BB	Blok yem
SS	Suda eriyebilen toz tohum ilacı	GB	Granül yem
WS	Suda ıslanabilen tohum ilacı	XX	Diğer

FORMÜLASYON TİPLERİ

AB	Daneli yem (grain bait)	HN	Sıcak sisleme ilacı (hot fogging concentrate)
AE	Aerosol dağıtıcı (aerosol dispenser)	KK	Kombi ambalaj katı/sıvı (combi-pack solid/liquid)
AL	Seyreltilmeden uygulanan diğer sıvılar (other liquids to be applied undiluted)	KL	Kombi ambalaj sıvı/sıvı (combi-pack liquid/liquid)
AP	Diğer tozlar (any other powder)	KN	Soğuk sisleme ilacı (cold fogging concentrate)
BB	Blok yem (block bait) BR	KP	Kombi ambalaj katı/katı (combi-pack solid/solid)
BR	Briket briquette)	LA	Lak (lacquer)
CB	Konsantre yem (bait concentrate)	LS	Tohum ilaçlaması için solüsyon (solution or seed treatment)
CF	Tohum ilaçlamasında kullanılan kapsül süspansiyon (capsule suspension seed treatment)	ME	Mikro-emülsiyon (micro-emulsion)
CG	Kapsüllenmiş granül (encapsulated granules)	MG	Mikro granül (micro granules)



CL	Kontak likit veya jel (contact liquid or gel)	OD	Yağda dağılabilen (oil dispersion)
CP	Kontak toz (contact powder)	OF	Yala karışabilen akıcı konsantre (oil miscible flowable concentrate)
CR	Kristal (cyrystal)	OL	Yağla karışabilen sıvı (oil miscible liquid)
CS	Kapsül süspansiyon (capsule suspension)	OP	Yağda dağılabilen toz (oil dispersible powder)
DC	Disperse olabilen konsantre (dispersible concentrate)	PA	Macun (paste)
DF	Kuru akışkan (dust flowable)	PB	Tabaka yem (plate bait)
DP	Toz (dustable powder)	PC	Jel veya macun konsantresi (gel or paste concentrate)
DS	Kuru tohum ilacı (powder for dry seed treatment)	PR	Bitki esaslı çubuk (plant rodlet)
DT	Direkt uygulama için tablet (tablet for direct application)	PS	Pestisitile kaplanmış tohum (seed coated with a pesticide)
EC	Emülsiyeye olabilen konsantre (emulsifiable concentration)	RB	Hazır yem (bait)
ED	Elektrik yüklenebilen sıvı (electrochargeable liquid)	SB	Kırıntı yem (scrap bait)
EG	Emülsiyeye olabilen granül (emulsifiable granüle)	SC	Akıcı konsantre/süspansiyon konsantre (suspension concentrate/flowable concentrate)=FL
EO	Emülsiyon, yağda su (emulsion, water in oil)	SD	Direkt uygulama için akıcı konsantre (suspension concentrate for direct application)
EP	Emülsiyeye olabilen toz (emulsifiable powder)	SE	Suspo-emülsiyon (suspo-emulsion)
ES	Emülsiyon tohum ilacı (emulsion for seed treatment)	SG	Suda çözünen granül (water soluble granules)
EW	Emülsiyon, suda yağ (emulsion, oil in water)	SL	Suda çözünen konsantre (soluble concentrate)
FD	Kutu fumigant (smoke tin)	SO	Yayılan yağ (spreading oil)
FG	İnce granül (fine granules)	SP	Suda çözünen toz (water soluble powder)
FK	Duman mumu (smoke candle)	SS	Tohum ilaçlaması için suda çözünen toz (water soluble powder for seed treatment)
FP	Duman kartuşu (smoke cartridge)	ST	Suda çözünen tablet (water soluble tablet)
FR	Duman çubuğu (smoke rodlet)	SU	Çok düşük hacimli süspansiyon (ultra low Volume suspension)
FS	Tohum ilaçlaması için akıcı konsantre (flowable concentrate for seed treatment)	TB	Tablet (tablet)
FT	Duman tableti (smoke tablet)	TC	Teknik materyal (technical materiel)
FU	Fumigant (smoke generator)	TK	Teknik konsantre (technical concentrate)
FW	Duman granülü (smoke pellet)	UL	Çok düşük hacimli sıvı/ULV (ultra low volume liquid/ULV)
GA	Gaz (gas)	VP	Gaz neşreden ilaç (vapour releasing product)
GB	Granül yem (granular bait)	WG	Suda dağılabilen granül (water dispersible granules) = WDG
GE	Gaz üreten ilaç (gas generating product)	WP	Islanabilir toz (wetttable powder)
GF	Tohum ilaçlaması için jel (gel for	WS	Tohum ilaçlaması için suda



	seed treatment)		dağılılabilen toz (water dispersible powder for slurry treatment)
GG	Makro granül (macro granules)	WT	Suda dağılılabilen tablet (Water dispersible tablet)
GL	Emülsiyeye olabilen jel (emulsifiable gel)	XX	Diğer (others)
GP	Pülverize edilebilen toz (flo-dust)	ZC	CS ve SC formülasyonlarının karışımı (amixed formulation of CS and SC)
GR	Granül (granules)	ZE	CS ve SE formülasyonlarının karışımı (amixed formulation of CS and SE)
GS	Gres/yağ esaslı macun (Grease)	ZW	CS ve EW formülasyonlarının karışımı (amixed formulation of CS and EW)
GW	Suda çözünen jel (water soluble gel)		

5.3. Sık Kullanılan Formülasyonlar ve Özellikleri

5.3.1. Toz ilaçlar (DP)

Toz halinde doğrudan kullanılan pestisitlerdir. Aktif madde oranı %1-25 arasında değişir. Dolgu maddesi olarak daha çok CaCO_3 , alüminyum silikat, diatome toprağı gibi maddeler kullanılır. Aktif madde sıvı halde ise emme yeteneğı yüksek olan dolgu maddesine emdirilerek bir ön karışım elde edilir. Sonra bu ön karışım tekrar dolgu maddesiyle karıştırılıp öğütülerek istenen oranda aktif maddeyi içeren preparat meydana getirilmiş olur. Diğer aktif madde katı halde ise dolgu maddesi ile ayrı ayrı öğütülerek karıştırılmak suretiyle elde edilirler.

Toz ilaçlar bitkiler üzerine doğrudan serpilerek veya körükler, atomizörler gibi aletler yardımıyla atılırlar.

Gıda Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı, Gıda Kontrol Genel Müdürlüğü, ülkemizde 2006 yılı Ocak ayından itibaren tüm toz ilaçların (tohum ilaçları ve toz kükürt hariç) imal ve ithallerini, 2007 yılı Ocak ayından itibaren de kullanım süreleri dikkate alınarak satış ve dağıtımlarını yasaklamıştır.

5.3.1.1. Toz ilaçlarda aranan özellikler

Toz ilaçlarda, istenen sonuçları almayı mümkün kılan bazı özelliklerin bulunması gerekir. Bu özellikler aşağıdaki şekilde gruplandırılabilir.

a) Zerre büyüklüğü

Toz ilaçlarda aranan özelliklerin başında gelir. Zerreler küçüldükçe ilacın etkinliğı artar. Özellikle mide zehiri olarak etki artar. Çünkü zerre küçüldükçe ağız yoluyla alınacak ilaç miktarı da fazla olur. Ancak zerrelere küçülmesi ilacın akıcılığını azaltır. Ayrıca zerrelere küçüldükçe, hava akımları ile sürüklenmesi de artar. Bunun sonucu da zerrelere bitki yüzeyine inemez.



Toz ilaçlarda zerre büyüklüğü kullanılacak aletlere göre değişir. Havadan yapılacak ilaçlamalarda zerre büyüklüğü 75 mikron, yer aletleri ile yapılacak ilaçlamalarda zerre büyüklüğü 40-45 mikron olmalıdır. Toprak ilaçlamalarında kullanılacak toz ilaçlarda ise zerre büyüklüğü 10 mikrondan fazla olmamalıdır.

b) Zerrelere şekli

Çubuk, küre ve pulcuk şeklinde olabilir. Muntazam şekilli olmayanlarda akıcılık düşüktür. Pulcuk şeklinde olanlarda yüzeye yapışma yeteneği yüksektir. Zerrelere şeklini dolgu maddesinin yapısı da etkiler.

c) Zerrelere sertliği

Zerrelere sert olması istenir. Çünkü sert ve keskin şekilli zerrelere epikutikulanın aşınmasını, çizilmesini, dolayısıyla vücut suyunun dışarı çıkmasını ve sonuçta da böceğin ölmesini sağlar. Ancak sert zerrelere aletlerin aşınmasına da neden olur.

ç) Kitle ağırlığı

Belirli bir hacimde sıkıştırmadan önceki ağırlığın, aynı hacimdeki sıkıştırmadan sonraki ağırlığa oranıdır. Bu yüzden yüzde olarak ifade edilir. Oranın küçük olması, nakliye ve depolamanın kolaylaştırılması bakımından istenir.

d) Litre ağırlığı (zerre yoğunluğu)

İlacın bir litresinin ağırlığıdır. Litre ağırlığı düşük olan ilaçlar, uygulama sırasında hava akımına sürüklenip gider. Litre ağırlığı yüksek olan ilaçlarda ise meydana gelen toz bulutu zayıftır, yani iş genişliği azdır ve yüzeye yapışma yeteneği düşüktür. Litre ağırlığının yer aletleri ile atılanlarda 500-700 g, uçakla atılanlarda ise 650-750 g olması gerekir.

e) Akıcılık

Atılacak aletten sürekli olarak dışarı çıkabilmesi bakımından önemlidir. Akıcılığın yüksek olması istenir. Akıcılık zerrelere şekline, büyüklüğüne ve elektrik yüküne bağlıdır. Yuvarlak şekilli zerrelere, büyük zerrelere akıcılık fazladır.

f) Nem tutma

Zerrelere büyüklüğüne, şekline ve aktif madde ile dolgu maddesinin özelliğine göre değişir. Nem tutma özelliğinin düşük olması istenir. Depolama sırasında kekleşme ve kalıplaşmaya neden olduğundan ilacın kalitesi düşer.

g) Zerrelere elektrik yükü

Elektrik yükü zerrelere birbirlerine ve aletlere sürtünmesi sonucunda meydana gelir. Zerrelere büyüklüğü, hareketi, bulunduğu ortamın sıcaklığı ve ortamın nemine göre değişir. Büyük zerrelere



büyük, küçük zerrelere de küçük elektrik yükü taşır. Düşük sıcaklık ve yüksek nem koşullarında statik elektrik azalır.

ğ) Tozuma yeteneği

Toz ilaçların kullanılmaları sırasında homojen bir toz bulutu meydana getirmeleri istenir. Böylece homojen bir ilaçlama yapılabilir.

5.3.2. Islanabilir toz ilaçlar (WP)

Su ile karıştırıldıklarında toz zerreciklerinin su içinde asılı kaldığı, yani süspansiyon halinde kalabildiği ilaçlardır. Aktif madde ve dolgu maddesine ıslatıcı zerrelere birbirinden ayırıcı, yani disperse edici zerrelere su içinde askıda kalmasını sağlayıcı yani süspanse edici maddelerin eklenmesiyle elde edilirler.

Islanabilir toz ilaçlarda aktif madde oranı %20-80 arasında değişir. Yağmura, yani yıkanmaya karşı daha dayanıklı olup bitki üzerinde daha uzun kalabilirler. Zerre büyüklüğü 5-50 mikrondur. Süspansiyon yeteneklerinin iyi olması istenir. Aksi halde zerrelere dibe çökeceği için homojen bir ilaçlama yapmak mümkün olmaz. Yapışma yeteneğinin yüksek, köpüklenmenin düşük olması istenir.

5.3.2.1. Islanabilir toz ilaçlarda aranan özellikler

a) Zerre büyüklüğü

Islanabilir toz ilaçlarda zerrelere küçük olmalıdır. Böylece ilacın aletle atımı kolaylaşır, süspansiyon yeteneği yüksek olur ve bitki üzerine daha homojen dağılır.

b) Islanma ve yayılma yeteneği

İlaç su ile karıştırıldığında hemen ıslanmalı ve bitki yüzeyine atıldığında damlacıklar hemen yayılmalıdır. Böylece iyi bir kaplama yapılacağı için ilacın etkinliği yüksek olur.

c) Süspansiyon yeteneği

İlaç zerrelere su içinde askıda kalma özelliği olup, homojen ilaçlama yapılabilmesi bakımından önemlidir. Süspansiyon yeteneğinin düşük olması zerrelere dibe çökmesine neden olduğundan homojen ilaçlama yapılamaz.

ç) Yapışma yeteneği

Bitki yüzeyine yapışma yeteneğidir ve yüksek olması istenir. Yağmura karşı koyma yani yıkanmayı engelleme bakımından önemlidir.

d) Köpüklenme

Islanabilir toz ilaçlarda köpüklenmenin düşük, hatta hiç olmaması istenir. Konsantrasyonun değişmesi ve kalibrasyonun bozulması nedeniyle önemlidir.



5.3.3. Suda çözünen toz ilaçlar (SP)

Hem aktif maddenin, hem de dolgu maddesi ve diğer maddelerin suda çözünüp eriyik haline geldiği ilaçlardır. İnce toz görünümünde ve genellikle %50'den fazla aktif madde içerirler. Suda çözünebilen toz formülasyonlar, aktif madde belirli oranda su ile çözünebildiğinde meydana getirilebilir. Suda çözünme oranı, aktif maddenin uygulanacağı oranın altında olmamalıdır. Örneğin, trichlorphon suda %15,4 oranında çözünebildiğinden suda çözünen toz formülasyonu yapılmaktadır.

5.3.4. Kuru tohum ilaçları (DS)

Tohumluk danelerin ilaçlanmasında kullanılan ilaçlardır. Toz ilaçlardan farkı; uyarıcı olarak renk maddesi, tozmayı önleyici ve yapışmayı sağlayıcı demir oksit, vazelin gibi yardımcı maddeleri içermesidir. Bunlar doğrudan kullanılan ilaçlardır.

5.3.5. Granüller (GR)

Toz ilaçlara benzerler ve genellikle doğrudan kullanılırlar. Suda eriyen ve suda ıslanan tipleri de vardır. Aktif madde oranı %1-40'dır. Zerre büyüklüğü ise 500 ile 2000 mikron arasında değişir. Daha çok toprakaltı zararlılarına karşı doğrudan toprağa uygulanırlar. Yine toprağa uygulanan sistemik olanları da vardır. Sistemik etkili olanlar, bitki üzerinde bulunan tüm sokucu-emici ağız parçalarına sahip zararlılara karşı kullanılır. Granül haldeki ilaçlar, gübreler ile de karıştırılarak toprağa verilebilirler.

Granül ilaçlarda tozuma çok düşük olduğundan, insan ve çevre sağlığına olumsuz etkisi en düşük düzeydedir. Bu nedenle son yıllarda kullanımları artan formülasyonlardır. Ancak yeraltı sularına karışarak çevrede yarattıkları olumsuzlukları gözden uzak tutmamak gerekir. Granül haldeki ilaçların doğal düşmanlara olumsuz etkileri de en düşük düzeydedir. Bu nedenle entegre zararlı yönetimi programlarında tercih edilen bir formülasyondur.

5.3.5.1. Granül ilaçlarda aranan özellikler

a) Granül büyüklüğü

Granül ilaçlarda granül büyüklüğü 4 ile 80 mesh (*Mesh ölçüsü 1 inch = 25.4 mm uzunluğunun eşit aralıklara bölünmesiyle elde edilmektedir.*) arasında değişir. Bir ilaçta ise granül büyüklüğü 8-15, 20-35 ve 30-60 gibi daha dar bir varyasyon gösterir. Böylece daha homojen bir ilaçlama sağlanmış olur.

b) Litre ağırlığı

Granül ilaçların toprağa uygulanmasında aletin deliğinden çıkışı hacim olarak hesaplanır. Bu nedenle, yani kalibrasyonunun üniform olması için litre ağırlığının stabil olması gerekir.



c) Suda dağılma

Granül ilacın suda dağılma yeteneği, aktif maddenin toprak nemi ile parçacıkların dağılması sonucu serbest hale geçmesi bakımından önemlidir.

ç) Depolama dayanıklılığı

Granül ilacın depolama sırasında aktif maddesinin bozulmaması, granüllerin kekleşmemesi ve topaklaşmaması, akıcılığının azalmaması gerekir.

5.3.6. Peletler

Pelet halindeki ilaçlarda zerre büyüklüğü fazladır. Bunlar genellikle toprağa uygulanırlar. Toprakaltı zararlılarına karşı kullanılırlar.

5.3.7. Tabletler (TB)

Küçük yassı tablet haline getirilmiş ilaçlardır. Bir kısmı hava ile temasa geçtiğinde gaz haline geçip, zehirli gaz verirler. Tablet halindeki bazı ilaçlar dolgu maddesine yanıcı bir madde eklenerek elde edilir. Yandıklarında meydana gelen duman ve gaz ile etkili olurlar. Tablet halindeki ilaçlar kapalı yerlerde kullanılırlar.

5.3.8. Emülsiyon konsantre ilaçlar (EC)

En fazla kullanılan ilaçlardır. Çözücüler yani solventler içinde aktif maddenin çözülmesinden sonra emülgatörlerin eklenmesiyle elde edilirler. Aktif madde oranı genellikle %20-60'dır. Aktif maddenin zararlılara etkisi ve su yüzeyinde uzun süre kalışı, damlacıkların iriliği ile ilgilidir. Emülsiyon konsantre ilaçlarda damlacıkların en az iki saat su yüzeyinde kalması gerekir. Su yüzeyinde kalma süresi damlacıklar büyüdükçe artar.

5.3.8.1. Emülsiyon konsantre ilaçlarda aranan özellikler

Emülsiyon olma özelliği

Preparat suya eklendiğinde hemen su ile karışmalıdır.

Emülsiyon stabilitesi

İlacın su ile karıştıktan sonra sudan ayrılma özelliğine emülsiyon stabilitesi denir. Bu özelliğin uzun süre bozulmaması gerekir. Böylece homojen bir ilaçlama yapılabilir.

Alev alma derecesi

Bu özellik depolanma ve nakliye bakımından önemlidir. Alev alma derecesinin yüksek olması emniyet bakımından önemlidir. Alev alma derecesini daha çok solvent etkiler.



Sıcak ve soğuğa dayanıklılık

Depolama, nakliye ve uygulama bakımından önemli olan bir özelliktir. İlaç yüksek sıcaklık ve düşük sıcaklık derecelerine dayanabilmelidir.

5.3.9. Akıcı konsantre ilaçlar (SC)

Aktif madde su içinde karıştırıldıktan sonra yapı oluşturucu, yüzey gerilimi azaltıcı maddeler eklenerek elde edilen akıcı konsantre ilaçlar çamur kıvamında veya biraz daha akıcıdır. Süspansiyon haline gelmeyi güçleştiren çözücü bulunmadığı için su içinde hemen karışırlar.

5.3.10. Yağlar (EW)

Petrolün rafine edilmesi sırasında elde edilirler. Madensel yağlar adı da verilir. Doymuş ve doymamış hidrokarbonlar belirli oranlarda bulunur. Özellikleri de buna göre değişir.

5.3.10.1. Yağlarda aranan özellikler

Viskozite

Yağlardaki akıcılık özelliğini belirler. Belirli miktardaki yağın belirli çaptaki delikten geçme süresidir. Viskozimetre adı verilen alet ile ölçülür. Fitotoksisite bakımından önemlidir. İnce yağların fitotoksitesi düşüktür. Ancak bunların etkileri az olur.

Kaynama veya damıtılma derecesi

Bu özellik yağların uçuculuğunu etkiler. Damıtma sırasında hafif, orta, ağır olarak elde edilirler. Ağır yağlar daha etkilidir. Çünkü atıldıkları yüzeyde uzun süre kalırlar, yani uçuculukları düşüktür. Hafif yağlarda ise fitotoksite düşüktür.

Sülfanasyon derecesi

Yağların saflık değeri olarak da bilinir. Bunu belirlemek için, belirli miktarlardaki petrol yağı içine, yine belirli miktarlarda H_2SO_4 dökülür. Böylece yağ içindeki doymamış hidrokarbonlar dibe çöker, doymuş hidrokarbonlar ise üstte kalır. Üstteki kısma, sülfana olmayan kalıntı (Unsulfanated residue-UR) denir ve yüzde (%) olarak ifade edilir. Sülfana olmayan kalıntı değeri yağların saflığını gösterdiği için yüksek oranda olması istenir. Zira yağlar içindeki doymamış hidrokarbonlar çabuk ayrıştıklarından, yani oksitlendiklerinden fitotoksiktirler. Bu nedenle yağlarda doymamış hidrokarbonların oranının düşük olması istenir.

Kışlık yağlarda UR değeri düşük, doymamış hidrokarbonların oranı ise yüksektir. Bu nedenle kışlık yağlar fitotoksik olup, sadece ağaçların yapraklarını döktükten sonraki uyku döneminde kullanılırlar.

Yazlık yağlarda ise UR değeri %90-98 gibi yüksektir. Yazlık yağlarda doymamış hidrokarbon oranı oldukça düşük olduğundan



fitotoksik değildirlir. Ağaçlar su stresinde olmadıkları sürece ağaçların yeşil aksamalarına uygulanabilirler.

Stabilite

Düşük sıcaklıklarda yağın ayrışmaması bakımından önemlidir. - 5°C sıcaklıkta 48 saat bekletildikten sonra veya yağ su ile karıştırıldığında ayrışma olmamalıdır.

5.3.11. ULV ilaçlar (UL)

ULV bir uygulama yöntemi olduğu için bu uygulamada kullanılan ilaçlara da ULV ilaçlar adı verilir. "Çok düşük hacimli ilaçlar" olarak adlandırılabilirler.

ULV formülasyonlar sıvı haldedir ve aktif madde oranı %80'in üzerindedir. Buna göre çözücü miktarı azdır. Emülsiyon konsantrite ilaçlarda kullanılan çözücüler yani solventler ULV ilaçlarda kullanılmazlar. Çünkü ULV uygulamasının özelliği nedeniyle çözücülerin belirli özelliklere sahip olmaları gerekir. Bu özellikler aşağıdaki şekilde özetlenebilir.

- Çözücü çok az uçucu olmalıdır.
- Çözücü aktif maddeyi çok iyi çözmelidir.
- Viskozite düşük olmalıdır.
- Aktif madde ile uyuşmalıdır.

ULV ilaçlar, ULV uygulama yapabilen özel aletlerle kullanılırlar. Bunlar genellikle uçak ve helikopterlerle uygulanırlar. ULV (Çok çok düşük hacimli) ilaçlar da geliştirilmiştir. Bunlar çok hassas elektronik esaslı aletlerle uygulanırlar. Kullanımı henüz genişlemiş değildir.

5.3.12. Aerosoller (AE)

Havada sis ve duman verebilen ilaçlardır. Zerrecik büyüklüğü 0,1-50,0 mikron kadardır. Aktif madde sıvı ise sis, katı ise duman halinde havada bulunurlar. Aktif maddeyi itici ve dağıtıcı olarak basınç altındaki CO₂, bütan, propan gibi gazlar kullanılır. Özel kaplar içinde aktif madde konduktan sonra bu gazlar sıkıştırılır. Supap vasıtasıyla karışım açığa çıkarılarak kullanılır. Aerosoller daha çok ev zararlılarına karşı ve kapalı yerlerde kullanılır.

5.3.13. Zehirli yemler (RB)

Zararlıları cezbedici maddelere zehirli bileşikler katılarak elde edilirler. Daha çok kemirgenler, salyangozlar ve sümüklü böceklerle karşı kullanılırlar.

Zehirli yemler içinde üç ana unsur bulunur. Bu unsurlar ve fonksiyonları aşağıda açıklanmıştır.

a) Zehir: Esas öldürücü unsurdur. Örneğin kemirgenler için striknin sülfat, talyum sülfat, çinko fosfor ve antiguagulant maddeler kullanılır.



b) Yem: Cezbedici olan unsurdur. Bu hedef organizmanın sevdiği maddelerdir. Kepek, buğday, buğday kırmaması gibi maddelerdir.

c) Diğer maddeler: Bunlar tatlandırma (şeker, melas), cezbetme (vazelin, mısır yağı, keten yağı), iştah açıcı (mısır yağı, parafin), insanları uyarma maddesi (eozin, fuchsin, malahit yeşili) ve yapıştırma (vazelin, jelatin) amacıyla kullanılan maddelerdir.

5.3.14. Gaz halinde olanlar (GA)

Zehirli gaz vererek zararlıları öldüren ilaçlardır. Çoğu basınç altında sıvılaştırılmış haldedirler. Bunlara uyarıcı olarak bazı koku veren maddeler de eklenir. Gaz halinde kullanılan ilaçlar depo, ambar gibi kapalı alanlarda veya çadırlarla kapatılmak suretiyle toprak veya ürün fumigasyonunda kullanılırlar. Gaz etkili fakat katı halde olan ilaçlar da vardır. Bunlar hava ile temas ettiklerinde gaz haline geçerler.

5.4. Pestisitlerde İsimlendirme

Pestisitlerde genel olarak iki isim bulunur. Bunlardan birincisi pestisit ticari adı, ikincisi de aktif madde adıdır. Pestisit ticari adı preparat adı olarak da anılır ve üretici firması tarafından verilir ve tescil ettirilir, yani patenti alınır.

Pestisit ikinci ismi olan aktif madde isminin ise iki ayrı adı vardır. Birincisi ortak (genel) isim (common name), ikincisi de kimyasal isimdir (chemical name). Pestisit içerdiği aktif maddenin genel ismi, International Organization for Standardization (ISO) (Uluslararası Standartlar Organizasyonu), British Standards Institution (BSI) (İngiliz Standartlar Enstitüsü), Japanese Ministry for Agriculture, Forestry and Fisheries (JMAF) (Japon Tarım, Ormancılık ve Balıkçılık Bakanlığı), American National Standards Institute (ANSI) (Amerikan Ulusal Standartlar Enstitüsü), Entomological Society of America (ESA) (Amerikan Entomoloji Derneği) gibi kuruluşlar tarafından verilir. Bir aktif madde isminin bu kuruluşlardan hangisi tarafından verildiği, aktif madde isminin hemen yanına parantez içinde kuruluşların yukarıdaki gibi kısaltılmış isimlerinin yazılması suretiyle belirtilmiş olur. Aktif maddenin kimyasal adı ise International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC) (Uluslararası Teorik ve Uygulamalı Kimya Birliği) tarafından verilir ve kimyasal ismin hemen yanına parantez içinde kuruluşun kısaltılmış ismi yazılarak belirtilir.

İlaç üreten firmalar bir aktif maddeyi çeşitli formülasyon şekilleriyle piyasaya çıkarırlar. Böylece aynı aktif maddeye sahip çok sayıda ilaç ortaya çıkmış olur ki bunların anılması hem güçtür hem de uluslararası anlam taşımaz. İşte bu nedenlerle pestisitler uluslararası nitelikli aktif madde isimleri ve daha çok da genel isimleri ile anılırlar.



5.5. Pestisitlerde Ruhsat

Zararlı, hastalık etmenleri ve yabancı otlara karşı kullanılan pestisitler kullanıma kadar birçok evrelerden geçerek piyasaya çıkarılırlar. Bir pestisit sentez edildikten sonra laboratuvarlarda zararlı, hastalık etmeni veya yabancı otlara karşı denenir. Aynı zamanda bitkilere olan etkileri de incelenir. Bu aşamalardan olumlu sonuçlar alınması durumunda, insan ve çevre sağlığı açısından zehirliliğiyle ilgili pek çok analiz gerçekleştirilir. Toplamda yaklaşık 6-8 yıl süren bu detaylı araştırmalardan yeterli ve olumlu sonuç alınmışsa ruhsat için başvurulur ve ancak ruhsatlandırıldıktan sonra piyasaya sürülür.

Pestisit ve benzeri maddeler formülasyonları üzerinden ruhsatlandırılır. Bazı durumlarda teknik madde halinde de pestisitler ruhsatlandırılabilirler. Pestisit formülasyonunda veya aktif madde içeriğinde bir değişiklik olduğunda yeniden ruhsat alınması gereklidir. Aynı formülasyon ve içerikte olsa dahi farklı firmaların ürettiği veya ithal ettikleri pestisitler için ayrı ayrı ruhsat almak gereklidir. Aynı firma tarafından aynı formülasyon ve içeriğe sahip pestisitler, hem ithal hem de imal ediliyorsa yine ayrı ruhsatlandırılmaları gerekmektedir. Ancak aynı firma aynı içeriğe ve formülasyona sahip bir pestisiti iki farklı ticari isimle ruhsatlandırmazlar. Pestisit ruhsatları 5 yıl için geçerlidir.

Türkiye'de ilk kez ruhsatlandırılacak aktif maddeli bir bitki koruma ürünü, daha önce mutlaka AB ve G7 ülkelerinden birisinde ruhsatlı olmalıdır. Ya da ilacın ruhsatlı olduğu ürünlerin üretiminin yapıldığı ülkenin, dünyada en büyük ilk üç üretici ülkeden biri olduğunu gösterir bir belge ile ruhsatlandırmaya başvurulmalıdır.

Bilindiği gibi, aynı aktif maddeyi içeren ancak farklı kaynaklardan gelen preparatların ruhsatlandırılması emsalden ruhsatlandırma prosedürü ile gerçekleştirilmektedir. Emsalden ruhsatlandırma, bir pestisit veya benzeri maddenin daha önceden ruhsatlandırılmış olanlar eşdeğer gösterilerek ruhsatlandırılması prosedürüdür. Bu yöntemle aktif madde itibarı ile ilk defa ruhsatlandırılan pestisit ve benzeri maddelerin formülasyonları emsal alınır. Emsalden ruhsat alan pestisit, emsal alınan ile aynı aktif maddeyi aynı oranda içermeli, aynı formülasyon tipinde olmalı ve aynı fiziksel ve kimyasal özellikleri taşımalıdır.

Orman bitkilerine kullanılacak ilaçlarla ilgili ruhsat için başvuruda bulunulan formülasyon, ilgili yönetmelik esasları dâhilinde önerilecek zararlı ve hastalık etmenlerine karşı önce denenir. Bunun için firmalar piyasaya çıkarmak istedikleri pestisitleri, Orman Genel Müdürlüğü uzmanlarınca Standart Deneme Metoduna göre oluşturulan komisyonla arazi koşullarında deneterek, pestisitle ilgili raporlarını Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı'na sunarlar. Bu bakanlığın Gıda Kontrol Genel Müdürlüğü'nde, yetkili uzmanlardan oluşturulmuş komisyon tarafından pestisit özelliklerini içeren dosya ve yapılmış denemelerin raporları incelenir. Eğer bu raporlardaki sonuçlar ve



veriler yeterli ve olumlu ise, pestisite satış ve kullanım için izin yani ruhsat verilir. Bu konu, 25 Mart 2011 tarihli Resmi Gazetede yayınlanan “Bitki Koruma Ürünlerinin Ruhsatlandırılması Hakkında Yönetmelik” kapsamında yürütülmektedir.

Bir pestisit sadece ruhsatlı olduğu bitki üzerindeki ilgili zararlıya karşı kullanılmalıdır. Pestisit bir zararlıya etkili olması ve bir üründe ruhsatlı olması, bu zararlının görüldüğü tüm ürünlerde kullanılabileceği anlamına gelmez. Zira söz konusu pestisit diğer ürünlerde ruhsatlı değilse kullanılması, gerek fitotoksisite ve gerekse kalıntı riski nedeniyle uygun değildir.

5.6. Pestisitlerde Etiket veya Prospektüs

Pestisitlerin ambalajlarının üzerinde yapıştırılmış ve pestisitle ilgili bilgileri taşıyan etiketlerin bulundurulması zorunludur. Eğer pestisit ambalajı çok küçük ise ayrı bir kâğıda düzenlenmiş ve yazılmış prospektüsün bulunması zorunludur. Etiket ve prospektüste bulunması gereken bilgiler, kolay okunur ve anlaşılır olmak zorundadır ve bunların şekli "Zirai Mücadele İlaçları Prospektüs Yönergesi" ile belirlenmiştir. Pestisit etiketlerinde zemin renkleri her grup için ayrıdır. Buna göre;

Beyaz etiket: İnsektisit, akarisit ve fumigantlar

Sarı etiket: Herbisitler

Açık yeşil etiket: Fungisitler

Camgöbeği etiket: Bitki gelişim düzenleyiciler

Pembe etiket: Diğerleri (Rodentisit, Mollussisit, Nematosit vs.) için kullanılır.

Etiket ve prospektüslerde pestisit ticari ismi yani preparat isminin hemen altında İnsektisit (böcek ilacı), Fungisit (mantar ilacı) Herbisit (yabancı ot ilacı), Akarisit (kırmızı örümcek ilacı), Rodentisit (fare ilacı), Mollussisit (salyangoz ve sümüklüböcek ilacı), Fumigant (gaz etkili ilaç) ve Nematosit (nematod ilacı) ibareleri yer alır. Sonra ilacın aktif maddesi ve oranı yazılır. Aynı zamanda pestisit formülasyon şekli de belirtilir. Bu bilgilerin dışında sırasıyla aşağıdaki bilgiler bulunur.

- ✓ Ruhsat tarih ve numarası
- ✓ İlacın net ve brüt ağırlığı
- ✓ Azami perakende satış fiyatı
- ✓ İmal ve son kullanma tarihi
- ✓ Şarj numarası
- ✓ Firma adı ve adresi
- ✓ Zehirlilik sınıfı ve işareti

Pestisitlerin kullanılması ve depolanması ile ilgili bilgiler ise aşağıda gösterilmiş olanlardır.

- ✓ Tavsiye edildiği etmenler ve dozları





















- ✓ Son ilaçlama ile hasat arasında geçmesi gereken süre
- ✓ Kullanma şekli
- ✓ Arılara zehirlilik durumu ile ilgili bilgiler
- ✓ Doğal düşmanlara etkisi ile ilgili bilgiler
- ✓ Balıklara zehirliliği ile ilgili bilgiler
- ✓ Kullanılmaması gereken bitkiler
- ✓ Bitkilerde çiçeklenme zamanında kullanılmaması
- ✓ İlacın uygulanması sırasında gerekli önlemlerle ilgili bilgiler
- ✓ Bunların dışında depolama, aktivite, tavsiye ve ikaz ile ilgili uyarı işaretlerinin de bulunması zorunludur.

Pestisitlerin yukarıda belirtilen esaslara göre hazırlanmış etiketlerinin örnekleri, Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Gıda Kontrol Genel Müdürlüğü tarafından tasdik edilir. Etiket ve prospektüsler ancak bundan sonra kullanılabilir. Bu husustaki işlemler, 25 Mart 2011 tarihli Resmi Gazetede yayınlanan “Bitki Koruma Ürünlerinin Sınıflandırılması, Ambalajlanması ve Etiketlenmesi Hakkında Yönetmelik” kapsamında yürütülmektedir.

5.6.1. Uyarı sembol ve işaretleri

BİTKİ KORUMA ÜRÜNÜ ETİKETLENMESİNDE KULLANILACAK TEHLİKE SEMBOL VE İŞARETLERİ

TEHLİKE ÖZELLİĞİ	İŞARETİ	SEMBOLÜ (Turuncu zemin üzerine siyah baskı)	TEHLİKE ÖZELLİĞİ	İŞARETİ	SEMBOLÜ (Turuncu zemin üzerine siyah baskı)
PATLAYICI	E		HASSASLAŞTIRICI Solunum ile hassaslaştırıcı	Xn	
OKSİTLEYİCİ	O		HASSASLAŞTIRICI Cilt teması ile hassaslaştırıcı	Xi	
KOLAY ALEVLENİR	F		KANSEROJEN Kategori 1 ve 2	T	
ÇOK KOLAY ALEVLENİR	F+		KANSEROJEN Kategori 3	Xn	
TOKSİK	T		MUTAJEN Kategori 1 ve 2	T	
ÇOK TOKSİK	T+		MUTAJEN Kategori 3	Xn	
AŞINDIRICI	C		ÜREME SİSTEMİNE TOKSİK Kategori 1 ve 2	T	
ZARARLI	Xn		ÜREME SİSTEMİNE TOKSİK Kategori 3	Xn	
TAHİRİ EDİCİ	Xi		ÇEVRE İÇİN TEHLİKELİ	N	



5.7. Pestisitlerin Etki Mekanizmaları

Pestisitlerin böceklerle nasıl etki ettiği konusunda, yağlar gibi bazı pestisitlerin fiziksel yolla, böcek gelişim düzenleyicilerin fizyolojik olaylar üzerinde, bazı sentetik pestisitlerin de sinir sistemi üzerinde etkili olduğu keşfedilmiştir.

Büyük çoğunluğu sinir sistemi üzerinde etkili olan sentetik organik pestisitlerin etki mekanizmalarına geçmeden önce, normalde sinir sisteminde bir uyarının nasıl iletiliğinin bilinmesi gereklidir.

Sinir sisteminin ve beyin farklı bölümleri, bir uyarıyı (bilgiyi) kimyasal ve elektriksel olarak aktarır ve düzenler. Kimyasal uyarı iletimi pre-sinapslar ve post-sinapslar arasında ve sinaptik boşlukta gerçekleşir. Sinirsel iletili adı verilen kimyasal maddeler (asetil cholin = ACh = cholin ve asetik asit birleşerek meydana gelir) küçük kesecikler (sinaptik kabarcıklar) içinde iki sinir hücresi arasındaki boşluğa (sinaptik boşluk) salınır. Bu maddeler boşlukta ilerleyerek diğer sinir hücresindeki alıcı reseptörlere (ACh reseptörleri) tutunur. Tutunmanın gerçekleşmesiyle hücrede elektriksel bir değişiklik olur. Bu elektriksel değişim bir sonraki hücrede uyarının devam etmesini ve yeniden iletili madde salınmasını sağlar. Diğer yandan da asetil kolinesterase enzimi (AChE) devreye girerek alıcı reseptörlerdeki ACh ile reaksiyona girer ve onu cholin ve asetik asite parçalar. Böylece kimyasal uyarı iletimi sona ermiş olur. Elektriksel uyarı iletimi ise bir sinir hücresinin bir ucundan diğerine kadar gerçekleşir. Bir uyarı yokken yani sakin durumda, sinir hücre duvarının dış tarafında sodyum iyonları, iç tarafında ise çeşitli negatif yüklü iyonlar vardır. Herhangi bir uyarı durumunda hücre duvarlarındaki bu iyonlar çok kısa bir süre için yer değiştirir ve bu değişim bir elektrik akımı gibi hücre duvarı boyunca ilerler. Bu esnada sodyum kanalları açılır ve sodyum iyonlarının hücre içine girmesine negatif yüklü iyonların da dış tarafa çıkmasına olanak sağlar. Saliseden bile kısa bir süre sonra uyarı iletiliğinde, sodyum iyonları tekrar hücre duvarının dışına, negatif yüklü iyonlar ise yeniden iç tarafa geçer, sodyum kanalları kapanır ve yeniden sakin duruma geçilir. Piretroitli bileşikler sinir sisteminde sodyum kanallarına bağlanarak onların sürekli açık kalmasına ve uyarı durumunun sürekli olmasına neden olurlar. Organik fosforlu ve karbamatlı bileşikler ise AChE'ni bloke ederek, uyarı sonucu meydana gelen ACh'nin hidrolize olması yani parçalanmasını engellenmiş olurlar. Bu durumda sinapsislerde ACh birikerek sinir sistemindeki uyarılar sürekli olur ve sonuçta zehirlenme olayı gerçekleşmiş olur. Zehirlenmiş organizmalarda sürekli titremeler işte bunun sonucu, yani uyarı iletiminin sürekli oluşundan kaynaklanır.

İnsektisit Dayanıklılığıyla Mücadele Komitesi (Insecticide Resistance Action Committee-IRAC) olarak isimlendirilebilecek bir grup, üreticilere ve danışmanlara etkili ve sürdürülebilir pestisit kullanımı için insektisit dayanıklılık yönetimi (Insecticide or acaricide resistance management = IRM) stratejileri sağlamaktadır. Bu



stratejiler kapsamında IRAC, insektisitleri etki mekanizmalarına (Mode of Action = MoA) göre 30 civarında farklı grupta toplamıştır.

IRAC-MoA sınıflandırması dikkate alındığında AChE inhibitörleri olan karbamatlılar 1A, organik fosforlar 1B; GABA giriş klor kanalı antagonistleri olan chlordane ve endosülfan gibi cyclodiene grubu klorlandırılmış hidrokarbonlar 2A, fipronil gibi fiproller 2B grubuna; sodyum kanalı ayarlayıcıları olan DDT ve methoxychlor ile piretroidler 3. gruba; nikotinik ACh reseptörü antagonistleri olan acetamiprid, clothianidin, imidacloprid, thiacloprid ve thiamethoxam gibi neonikotinoidler 4A, nikotin 4B, bensülfap ve thiocyclam 4C grubuna; aynı yerde farklı bir noktaya bağlanan spinosad 5. gruba; klorid kanalı aktivatörü olan abamectin gibi avermektinler 6. gruba dâhil edilmiştir.

Sinir sistemi dışında etkili olan insektisitlerin etki mekanizması çok değişiklik göstermektedir. Örneğin juvenil hormon gibi davranarak etki gösteren kinopren ve methopren gibi juvenil hormon analogları 7A, fenoxycarb 7B, pyriproxyfen ise 7C grubuna dâhil edilmişlerdir. Juvenil hormon analogları (benzerleri) böceklerin başkalaşım düzenlerini bozarak etkili olurlar. Özellikle larva-pupa-ergin dönemleri arasındaki geçişlerde normal bireyler olmasını engelledikleri tespit edilmiştir.

Fumigant olarak zehirli olan, ancak etki yeri tam olarak bilinmeyen methyl bromid IRAC-MoA sınıflandırmasında 8A, chloropicrin 8B, sülfür florid 8C grubunda yer almaktadır.

Beslenmeyi engelleyici olan cryolite 9A, pymetrozine 9B, flonicamid ise 9C grubuna; akar gelişimini inhibe eden clofentezine ve hexythiazox 10A, etoxazole ise 10B grubuna dâhil edilmişlerdir.

IRAC-MoA sınıflandırmasında 11. grupta *Bacillus thuringiensis* toksinleri yer almaktadır. *Bt* esaslı biyopreparatların içerdikleri delta endotoksinler, ağız yoluyla alınıp böcek midesine ulaştıklarında bazı enzimler nedeniyle stabiliteyi kaybederek, mide epitel hücre çeperindeki reseptörlere bağlanırlar. Toksin nedeniyle zarar gören mide epitel hücrelerinde, çatlak ve delikler oluşur ve osmotik denge bozulur. Sonuçta, hem mide sıvısı hem de bakteri sporları, vücut boşluğuna geçerek kan zehirlenmesine neden olur.

Entomopatojen virüsler de böceklerin genç dönemlerinde sindirim sisteminde çoğalarak, hücre çekirdeği veya sitoplazmasında çeşitli formlarda oluşumlar meydana getirirler. Hastalanan böceklerde bu oluşumlar fizyolojik faaliyetleri etkiler ve sonuçta ölüme neden olurlar.

ATP sentezlenmesini inhibe ederek etkili olan diafenthiuron IRAC-MoA sınıflandırmasında 12A, azocyclotin, cyhexatin ve fenbutatin oxide gibi organotinli akarisitler 12B, propargite ve tetradifon ise 12C'de yer almaktadır.

Proton gradienti tahrip eden chlorfenapyr 13. grupta, Lepidoptera'da kitin biyosentezini engelleyen diflubenzuron, hexaflumuron, lufenuron ve triflumuron gibi benzen ve üre yapılarını



bir arada içeren benzoil üreler ise 15. grupta yer almaktadırlar. Homopterlerde kitin biyosentezini engelleyen buprofezin 16. grupta, dipterlerde deri değişimini önleyen cyromazine 17. grupta, ecdison engelleyici deri değişimini önleyen tebufenozide 18A, azadirachtin ise 18B grubunda yer almaktadır. Böceklerde kitin sentezini engelleyerek etkili olan insektisitlere böcek gelişim düzenleyiciler (IGR) adı da verilmektedir. Böceklerin ölümü genellikle bu bileşiklerin toksik etkilerinden değil, deri değiştirmenin normal olmaması nedeniyle açlık ve su kaybı veya avlanma nedeniyle gerçekleşir.

Octopaminergic engelleyici amitraz IRAC-MoA sınıflandırmasında 19. grupta, mitokondrilerde elektron iletimini inhibe eden fenazaquin, fenpyroximate, pyrimidifen, pyridaben ve tebufenpyrad gibi akarisitler ile rotenon 21. grupta, sodyum kanallarını bloke eden indoxacarb 22A, metaflumizone 22B'de, lipit sentezini inhibe eden spiroadiclofen ve spiromesifen gibi akarisitler ise 23. grupta yer almaktadırlar.

IRAC-MoA sınıflandırmasında bulunan diğer gruplarda, etki şekli tam olarak ortaya konulamamış aktif maddeler yer almaktadır. Bu gruplandırmalarda yer almayan; ancak yaygın şekilde kullanılan yazlık veya kışlık yağlar küçük vücutlu böceklerin üzerinde ince bir film tabası oluşturarak, onların havasız kalmasını, sonuçta da fiziksel olarak ölmelerine neden olurlar. Diğer yandan, özellikle toz halindeki pestisitlerdeki kristaller kırmızı örümcekler, tripsler, yaprak bitleri gibi yumuşak vücutlu zararlıların derilerini çizerek veya vücut sıvılarını absorbe ederek ölümlerine neden olurlar. Bu arada kemirgenlere karşı kullanılan antiguagulant maddeler ise iç kanamalara neden olarak, organizmanın kan kaybı sonucunda ölümüne neden olurlar. İnsektisitlerin bir kısmında zehirlilik, bazı metabolizma olayları sonucunda değişebilir. Bu metabolizma olayları oksidasyon ve hidroliz olaylarıdır. Örneğin, malathion ve parathion oksidasyona uğrayarak daha zehirli bileşiklere dönüşürler. Malathion oksitlenerek malaxona, parathion oksitlenerek paraoxon'a dönüşür. Oksidasyon sonucu meydana gelen bu bileşikler AChE'ni 1000 defa daha fazla engellerler. Yani malaxon malathiondan, paraoxon parathiondan 1000 defa daha zehirli bir bileşiktir. Gerek malathion ve parathion, gerekse malaxon ve paraoxon hidroliz olayı sonucunda zehirsiz hale gelirler.

Hidroliz ve oksidasyon olayının hızı hayvansal organizmaya göre değişir. Örneğin malathion böceklerde hızlı, memelilerde ise yavaş oksidasyona uğrar. Bunun sonucu meydana gelen ve malathiondan 1000 defa daha zehirli olan malaxon, böceklerde hızla, memelilerde ise daha geç meydana gelir. İşte bu nedenle malathionun LD₅₀ değerleri böceklerde 30 mg/kg, memelilerde ise 1500 mg/kg'dır. Gerek malathion, gerekse oksidasyon sonucu meydana gelen malaxon hidrolizle zehirsiz olan metabolitlere dönüşürler. Hidroliz olayı, oksidasyonun tersine böceklerde yavaş, memelilerde ise hızlı gerçekleşir. Bunun sonucu da malathion ve malaxon böceklerde



yavaş, memelilerde ise hızlı olarak zehirsiz olan metabolitlere dönüşür.

Parathionun gerek oksidasyonu, gerekse hidrolizi böceklerde ve memelilerde aynı hızla gerçekleşir. Bu nedenle de parathionun zehirliliği böceklerde ve memelilerde aynı düzeydedir.

IRAC Etki Şekline Göre Sınıflandırma Version 8.0, Aralık 2015		
Ana Grup ve Asıl Etki Yeri	Kimyasal Alt-grup ya da temsil eden Aktif Madde	Aktif Madde
1 Asetilkolinesteraz (AChE) inhibitörleri Sinire etki (Bu proteine etkisi ile ilgili güçlü kanıt, insektisidal etkilere sorumlu olmasıdır.)	1A Karbamatlar	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, Xylcarb
	1B Organofatlar	Acephate, Azamethiphos, Azinphos-ethyl, Azinphos-methyl, Cadusafos, Chlorethoxyfos, 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, Tebupirifos, Temephos, Terbufos, Tetrachlorvinphos, Thiometon, Triazophos, Trichlorfon, Vamidothion
2 GABA-kapılı klorid kanal blokerleri Sinire etki (Bu proteine etkisi ile ilgili güçlü kanıt, insektisidal etkilere sorumlu olmasıdır.)	2A Cyclodiene Organoklorinler	Chlordane, Endosulfan
	2B Fenilpirazoller (Fiproller)	Ethiprole, Fipronil



<p>3 Sodyum kanalı modülatörleri Sinire etki</p> <p>(Bu proteine etkisi ile ilgili güçlü kanıt, insektisidal etkilere sorumlu olmasıdır.)</p>	<p>3A Piretroidler Piretrinler</p>	<p>Acrinathrin, Allethrin, d-cis-trans Allethrin, d-trans Allethrin, Bifenthrin, Bioallethrin, Bioallethrin S-cyclopentenyl isomer, Bioresmethrin, Cycloprothrin, Cyfluthrin, beta-Cyfluthrin, Cyhalothrin, lambda-Cyhalothrin, gamma-Cyhalothrin, Cypermethrin, alpha-Cypermethrin, beta-Cypermethrin, theta-cypermethrin, zeta-Cypermethrin, Cyphenothrin, (1R)-trans-isomers], Deltamethrin, Empenthrin (EZ)-(1R)-isomers], Esfenvalerate, Etofenprox, Fenpropathrin, Fenvalerate, Flucythrinate, Flumethrin, tau-Fluvalinate, Halfenprox, Imiprothrin, Kadethrin, Permethrin, Phenothrin [(1R)-trans- isomer], Prallethrin, Pyrethrins (pyrethrum), Resmethrin, Silafluofen, Tefluthrin, Tetramethrin, Tetramethrin [(1R)-isomers], Tralomethrin, Transfluthrin,</p>
	<p>3B DDT Methoxychlor</p>	<p>DDT Methoxychlor</p>
<p>4 Nikotinik asetilkolin reseptörü rekabetçi (nAChR) modülatörleri Sinire etki</p> <p>(Bu sınıf bir ya da birden fazla proteine etki ile ilgili güçlü kanıt insektisidal etkilere sorumlu olmasıdır.)</p>	<p>4A Neonicotinoidler</p>	<p>Acetamidrid, Clothianidin, Dinotefuran, Imidacloprid, Nitenpyram, Thiacloprid, Thiamethoxam.</p>
	<p>4B Nicotine</p>	<p>Nicotine</p>
	<p>4C Sulfoximinler</p>	<p>Sulfoxaflor</p>
	<p>4D Butenolidler</p>	<p>Flupyradifurone</p>
<p>5 Nikotinik asetilkolin reseptörü (nAChR) allosterik modülatörleri Sinire etki</p> <p>(Bu sınıf bir ya da birden fazla proteine etki ile ilgili güçlü kanıt insektisidal etkilere sorumlu olmasıdır.)</p>	<p>Spinosynler</p>	<p>Spinetoram, Spinosad</p>
<p>6 Glutamat-kapılı klorid kanalı (GluCl) allosterik modülatörleri Sinir ve kas etkisi</p> <p>(Bu sınıf bir ya da birden fazla proteine etki ile ilgili güçlü kanıt insektisidal etkilere sorumlu olmasıdır.)</p>	<p>Avermectinler, Milbemycinler</p>	<p>Abamectin, Emamectin benzoate, Lepimectin, Milbemectin</p>
<p>7 Juvenil hormon taklitleri Büyüme düzenleyici</p> <p>(Biyolojik etkiden sorumlu hedef protein bilinmiyor ya da tam olarak ifade edilmemiş.)</p>	<p>7A Juvenil hormon analogları</p>	<p>Hydroprene, Kinoprene, Methoprene</p>
	<p>7B Fenoxycarb</p>	<p>Fenoxycarb</p>
	<p>7C Pyriproxyfen</p>	<p>Pyriproxyfen</p>



8 * Çeşitli spesifik-olmayan (çok-yer) inhibitörleri	8A Alkyl halidler	Methyl bromide ve diğer alkyl halides
	8B Chloropicrin	Chloropicrin
	8C Fluoridler	Cryolite (Sodium aluminum fluoride), Sulfuryl fluoride
	8D Boratlar	Borax, Boric acid, Disodium octaborate, Sodium borate, Sodium metaborate
	8E Tartar emetic	Tartar emetic
	8F Methyl isothiocyanate jeneratörleri	Dazomet, Metam
9 Kordotonal organ TRPV kanal modülatörleri Sinire etki (Bu sınıf bir ya da birden fazla proteine etki ile ilgili güçlü kanıt insektisidal etkilerden sorumlu olmasıdır.)	9B Pyridine azometiline türevleri	Pymetrozine, Pyrifluquinazon
10 Akar gelişme inhibitörleri Büyüme düzenleyici (Biyolojik etkiden sorumlu hedef protein bilinmiyor ya da tam olarak ifade edilmemiş.)	10A Clofentezine Diflovidazin Hexythiazox	Clofentezine, Diflovidazin, Hexythiazox
	10B Etoxazole	Etoxazole
11 Böcek orta barsak membranlarının mikrobiyal bozucuları (<i>Bacillus thuringiensis</i> toksinlerini açığa çıkaran transgenik bitkileri kapsar ancak transgenik bitkilerin dayanıklılık yönetimi için özel rehber rotasyonun etki şekline bağlı değildir.)	11A <i>Bacillus thuringiensis</i> ve ürettikleri insektisidal proteinler	<i>Bacillus thuringiensis</i> subsp. <i>israelensis</i> <i>Bacillus thuringiensis</i> subsp. <i>aizawai</i> <i>Bacillus thuringiensis</i> subsp. <i>kurstaki</i> <i>Bacillus thuringiensis</i> subsp. <i>tenebrionis</i> <i>B.t.</i> ürün proteinleri: Cry1Ab, Cry1Ac, Cry1Fa, Cry1A.105, Cry2Ab, Vip3A, mCry3A, Cry3Ab, Cry3Bb, Cry34Ab1/Cry35Ab1
	11B <i>Bacillus sphaericus</i>	<i>Bacillus sphaericus</i>
12 Mitokondriyal ATP sentaz inhibitörleri Enerji metabolizması (Bileşikler bu proteinin işlevini etkiler ancak bunun biyolojik etkiye yol açtığı açık değildir.)	12A Diafenthion	Diafenthion
	12B Organotin miticidler	Azocyclotin, Cyhexatin, Fenbutatin oxide
	12C Propargite	Propargite
	12D Tetradifon	Tetradifon
13 Proton değişiminin bozulması yoluyla oksidatif fosforilasyon ayıncıları	Pyrroler Dinitrophenoller Sulfuramid	Chlorfenapyr DNOC Sulfuramid



Enerji metabolizması		
14 Nikotinik asetilkolin reseptörü (nAChR) kanal blokerleri Sinire etki (Bileşikler bu proteinin işlevini etkiler ancak bunun biyolojik etkiye yol açtığı açık değildir.)	Nereistoxin analogları	Bensultap, Cartap hydrochloride, Thiocyclam, Thiosultap-sodium
15 Kitin biyosentezi inhibitörleri, tip 0 Büyüme düzenleyici (Biyolojik etkiden sorumlu hedef protein bilinmiyor ya da tam olarak ifade edilmemiş.)	Benzoylüreler	Bistrifluron, Chlorfluazuron, Diflubenzuron, Flucycloxuron, Flufenoxuron, Hexaflumuron, Lufenuron, Novaluron, Noviflumuron, Teflubenzuron, Triflumuron
16 Kitin biyosentezi inhibitörleri, tip 1 Büyüme düzenleyici (Biyolojik etkiden sorumlu hedef protein bilinmiyor ya da tam olarak ifade edilmemiş.)	Buprofezin	Buprofezin
17 Deri değiştirme bozucuları, Dipteran Büyüme düzenleyici (Biyolojik etkiden sorumlu hedef protein bilinmiyor ya da tam olarak ifade edilmemiş.)	Cyromazine	Cyromazine
18 Ekdizon reseptör agonistleri Büyüme düzenleyici (Bu proteine etkisi ile ilgili güçlü kanıt, insektisidal etkilerden sorumlu olmasıdır.)	Diacylhydrazinler	Chromafenozide, Halofenozide, Methoxyfenozide, Tebufenozide
19 Oktopamin reseptör agonistleri Sinire etki (Bu sınıf bir ya da birden fazla proteine etki ile ilgili iyi kanıt insektisidal etkilerden sorumlu olmasıdır.)	Amitraz	Amitraz
20 Mitokondriyal kompleks III elektron taşıma inhibitörleri	20A Hydramethylnon	Hydramethylnon
	20B Acequinocyl	Acequinocyl



Enerji metabolizması (Bu protein kompleksine etki ile ilgili iyi kanıt insektisidal etkilerden sorumlu olmasıdır.)	20C Fluacrypyrim	Fluacrypyrim
	20D Bifenazate	Bifenazate
21 Mitokondriyal kompleks I elektron taşıma inhibitörleri Enerji metabolizması (Bu protein kompleksine etki ile ilgili iyi kanıt insektisidal etkilerden sorumlu olmasıdır.)	21A METI akarisitleri ve insektisitler	Fenazaquin, Fenpyroximate, Pyridaben, Pyrimidifen, Tebufenpyrad, Tolfenpyrad
	21B Rotenone	Rotenone (Derris)
22 Voltaja bağlı sodyum kanalı blokerleri Sinire etki (Bu protein kompleksine etki ile ilgili iyi kanıt insektisidal etkilerden sorumlu olmasıdır.)	22A Oxadiazinler	Indoxacarb
	22B Semicarbazonlar	Metaflumizone
23 Asetil CoA karboksilaz inhibitörleri Lipid sentezi, büyüme düzenleyici (Bu proteine etki ile ilgili iyi kanıt insektisidal etkilerden sorumlu olmasıdır.)	Tetronic ve Tetramic asit türveleri	Spirodiclofen, Spiromesifen, Spirotetramat
24 Mitokondriyal kompleks IV elektron taşıma inhibitörleri Enerji metabolizması (Bu proteine etki ile ilgili iyi kanıt insektisidal etkilerden sorumlu olmasıdır.)	24A Phosphidler	Aluminium phosphide, Calcium phosphide, Phosphine, Zinc phosphide
	24B Cyanidler	Calcium cyanide, Potassium cyanide, Sodium cyanide
25 Mitokondriyal kompleks II elektron taşıma inhibitörleri Enerji	25A <i>Beta</i> -ketonitrile türevleri	Cyfenopirfen, Cyflumetofen
	Carboxanilidler	Pyflubumide



metabolizması (Bu protein kompleksine etki ile ilgili iyi kanıt insektisidal etkilerden sorumlu olmasıdır.)		
28 Ryanodin reseptör modülatörleri Sinir ve kas etki (Bu protein kompleksine etki ile ilgili iyi kanıt insektisidal etkilerden sorumlu olmasıdır.)	Diamidler	Chlorantraniliprole, Cyantraniliprole, Flubendiamide
29 Kordotonal organ Modülatörleri- belirsiz hedef yeri Sinire etki (Kordotonal organ işlevinin modülasyonu açık bir şekilde gösterilmiştir ancak spesifik hedef protein(ler)i biyolojik Grup 9'dan sorumludur ve tanımlanmamıştır.)	Flonicamid	Flonicamid
UN * Etki şekli bilinmeyen ya da belirsiz bileşikler (Biyolojik etkiden sorumlu hedef protein bilinmiyor ya da ifade edilmemiştir.)	Azadirachtin	Azadirachtin
	Benzoximate	Benzoximate
	Bromopropylate	Bromopropylate
	Chinomethionat	Chinomethionat
	Dicofol	Dicofol
	Kireç kükürt	Kireç kükürt
	Pyridalyl	Pyridalyl
	Kükürt	Kükürt

5.8. Pestisitlere Dayanıklılık (Direnç)

Bir zararlıya karşı aynı pestisit veya etki mekanizması aynı olan pestisitlerin art arda uzun süre kullanılması sonucunda, bu zararlı popülasyonunda, söz konusu pestisitlere karşı önce hassasiyet azalışı görülür, sonra da hassasiyeti az olan bireylerin popülasyonda artışı ile dayanıklı bireyler çoğalır. Daha sonra bu pestisite karşı dayanıklı ırk meydana gelir. Pestisitlere karşı dayanıklılık tüm zararlılarda görülür. Ancak kırmızı örümcekler, yaprak bitleri gibi gelişme süreleri kısa ve dolayısıyla yılda çok sayıda döl veren zararlılarda çok döl vermeleri nedeniyle kısa zamanda ortaya çıkar.

Dayanıklılık durumu en çok sırasıyla organik fosforlu bileşiklere (%37,3), klorlandırılmış hidrokarbonlardan cyclo dine grubuna dâhil bileşiklere (%18,4), piretroitli bileşiklere (%15,5), DDT'ye (%11,8) ve karbamatlı bileşiklere (%7,1) karşı tespit edilmiştir.



5.8.1. Dayanıklılık tipleri

Zararlılarda pestisitlere karşı dayanıklılık çeşitli şekillerde meydana gelir. Bunlar;

Morfolojik dayanıklılık

Zararlının vücut yapısı nedeniyle görülen dayanıklılıktır. Örneğin bir böceğin vücudunun sık kıllı olması, kutikulanın çok kalın olması gibi özellikleri, ilacın böceğin vücuduna nüfuz etmesini yavaşlatır ve ölüme neden olacak kadar ilacın hedef yerine ulaşmaması sonucu dayanıklılık ortaya çıkar. Bu tip böcekler çok farklı ilaç gruplarına karşı dayanıklı olabilirler.

Davranış dayanıklılığı

Zararlının davranışı nedeniyle ortaya çıkan dayanıklılık şeklidir. Bazı ambar böcekleri gaz etkili ilaçlara karşı, stigmalarını uzun süre kapalı tutarak korunurlar. Bazı böcekler de ilaçlı bölgede beslenmeyi keser ve o alandan uzaklaşmayı tercih eder.

Fizyolojik dayanıklılık

Zararlıların fizyolojik faaliyetleri sonucu biyokimyasal yollarla meydana getirdikleri dayanıklılık şeklidir. Dayanıklı bireylerdeki güçlü veya çok miktarda bulunan enzimler, vücutlarına aldıkları pestisiti parçalayarak etkisizleştirirler.

5.8.2. Dayanıklılığın önlenmesi

Pestisitlere dayanıklılıkla ilgili bulgular aslında onların yaygın kullanımlarının hemen akabinde tespit edilmiştir. Zararlıları öldürmek amacıyla pestisit kullanımı arttıkça, pestisitlere dayanıklı zararlı sayısında hızlı bir artış görülmüş ve bu dayanıklılık sorunu günümüzde pestisit kullanımının neden olduğu en önemli sorunlar içinde ilk sıralara yerleşmiştir. Zira zararlıların pestisitlere karşı kazandıkları dayanıklılık sonucunda, ilaçlardan beklenen sonuçlar alınamamış ve sonuçta hem daha fazla pestisit kullanımı hem de etkisizlik nedeniyle ürün kayıpları, ciddi ekonomik zararlara neden olmuştur. Bu arada dayanıklılık kazanan zararlıların doğal düşmanları ilaçlamalardan daha fazla etkilemiş ve doğal dengede tamamen zararlılar lehine bozulmuştur. Öte yandan aşırı ilaç kullanımı sonucu, çevre daha çok kirlenmiş ve hedef dışı organizmalara olumsuz etkilerde önemli artışlar görülmüştür.

Yukarıda açıklanan şekillerde ve bazı etkenlerle ortaya çıkan dayanıklılığı, çoğu kez yok etmek mümkün değildir. Ancak zararlılara karşı pestisit uygulamalarında bazı önlemler alınıp, bazı konulara dikkat edilerek, zararlıların dayanıklılık kazanmalarının önüne geçilebilir veya dayanıklılık kazanma oranları azaltılabilir. Bu önlemlere pestisit direnç yönetimi adı verilir ve aşağıdaki gibi gruplandırılabilir.



- ✓ Zararlı popülasyonları takip edilerek, sadece gerekli durumlarda pestisit kullanılmalı ve sonuçları da izlenmelidir.
- ✓ Pestisitlere alternatif mücadele yöntemleri teşvik edilmelidir.
- ✓ Pestisitler mümkün olduğunca diğer mücadele yöntemleriyle bir arada kullanılmalıdır.
- ✓ Pestisitler zararlıların en hassas döneminde, önerilen uygun dozda kullanılmalı, düşük veya yüksek doz kullanılmamalıdır.
- ✓ Bir zararlıya karşı hazırlanacak ilaçlama programlarında, farklı etki mekanizmasına sahip ilaçlara yer verilmeli ve önerilenden daha sık ilaçlama yapılmamalıdır.
- ✓ Geniş spektrumlu, yani etkiledikleri zararlı sayısı fazla olan pestisitler tercih edilmemelidir.
- ✓ Doğal düşmanlara etkisi düşük olan pestisitler tercih edilmelidir.
- ✓ Etki süresi kısa olan pestisitler tercih edilmelidir.
- ✓ İlaçların etkinliğini arttıracak sinerjist maddeler ilaçlara eklenmelidir.
- ✓ Dayanıklılıkla ilgili araştırmaların sonuçlarından elde edilen bilgiler uluslararası düzeyde ve düzenli olarak paylaşılmalıdır.
- ✓ Dayanıklılığın tespit edildiği ilaçların durumu takip edilmeli ve gerektiğinde tavsiye edilmemelidir.

Bunlar veya benzer önlemlere başvurularak, zararlıların pestisitlere karşı kazanacağı dayanıklılığın önüne geçilebilir. Böylece yapılacak ilaçlamalardan beklenen yeterli sonuçlar alınabilir. Bu önlemler, aynı zamanda doğal dengenin korunmasını da sağlayacak önlemlerdir. Keza çevre kirlenmesinin de azalması bu önlemlere dikkat edilerek az da olsa sağlanabilir.

5.9. Pestisit Karışımlarında Dikkat Edilmesi Gerekenler

Hastalık, zararlılar ve yabancı otlarla karşılaşıldığında bazı durumlarda, pestisit gruplarından bir veya birden fazla ilaçla mücadele etmek gerekir. Karışımlar zaman zaman, işgücü ve enerji tasarrufu için tercih edilir; ancak doğru uygulanmadığında bitkilerde fitotoksik etkiye yol açabilirler. Pestisitler karıştırıldığında özelliklerini yitirmemeleri ve bitkilere zarar vermemeleri gerekir.

Pestisit karışımlarında dört tip etkileşim gözlenir:

- ✓ **Nötr etki;** karışıma giren farklı aktif maddeli preparatlar arasında herhangi bir etkileşim olmamasıdır.
- ✓ **Sinerjistik etki;** farklı preparatların oluşturduğu karışımın etkisinin, beklenilenin üzerinde olmasıdır. Bunlar ideal karışımlardır.
- ✓ **Antagonistik etki;** karışım yapılan preparatların etkisinin, ortaya çıkan etkiden zayıf olmasıdır. Bu tür etkileşimlerde beklenen faydanın sağlanamamasının yanında, fitotoksik zararlar da sonuçlanabilir.
- ✓ **İyileştirici etki;** uygun bir ilaca katılacak katkı maddesinin, o ilacın tek başına göstereceği etkiyi arttırmasıdır.



Pestisit Karışımlarında Ortaya Çıkan Sorunlar

Fiziksel Sorunlar

Karıştırılan preparatların aktif maddelerinin uyumsuzluğu söz konusu olduğunda; karışım tankında homojen görüntü yerine kristalleşme, ayrışma, tortullaşma veya çamurlaşma görülür. Bu şekilde hazırlanan karışımlarla homojen bir ilaçlama yapmak mümkün değildir. Ayrıca ilaçlama tankının filtre ve meme sistemlerinde tıkanma sorunları ile karşılaşılır. Fiziksel uyumsuzluk sorunları genellikle EC (Emülsiyon Konsantre) ve WP (Islanabilir Toz) karışımında ortaya çıkmaktadır. Özellikle EC insektisit + WP fungisid karışımları daha fazla risk taşımaktadır. Sıvı yaprak gübrelere sahip olduğu kuvvetli elektro-kimyasal özellikler de aynı soruna sebep olabilmektedir.

Kimyasal Sorunlar

Pestisit yapımında kullanılan aktif maddelerin yapısal farklılıkları ve molekül yapıları sabit olmayan farklı preparatların karışımı ciddi uyumsuzluk problemlerine neden olmaktadır.

Pestisitlerde uyumsuzluk hızını ortam sıcaklığı, karışımın pH değeri, karışımın tank içinde kalma süresi gibi faktörler etkilemektedir. Birçok aktif madde alkali veya asit ortamlarda bozulabilmektedir. Karışım sırasındaki pH değeri çok iyi ayarlanmalıdır. Kimyasal ve fiziksel özellikleri nedeniyle fitotoksiteye sebep olabilecek bir karışım kalıntı sorununa neden olabilir. Bazı durumlarda etkili maddeler karışabildiği hâlde formülasyon şekillerinin farklılığı sebebiyle karışım yapılamayabilir. Toz ve ıslanabilir toz ilaçlar emülsiyon ilaçlarla imalatçının tavsiyesi dışında karıştırılmamalıdır. Ayrıca etkili maddeler karışabildiği hâlde, formülasyondaki solvent ve emülgatör gibi diğer maddelerin uyumsuzluğu da karıştırmayı önleyebilir.

Aynı formülasyona sahip olanlara öncelik verilmelidir. Farklı formülasyonda olanların karışım sırası ise;

- WP + EC
- SC + EC
- WP + SL
- SL + EC şeklinde olmalıdır.

Pestisit Karışımı Nasıl Yapılmalıdır?

Fiziksel ve kimyasal olarak karışmasında sorun olmayan preparatlar seçildikten sonra, hangi formülasyon olursa olsun preparat öncelikle bir kap içinde karıştırılmalıdır. Daha sonra 1/3 oranında doldurulmuş ilaçlama tankına boşaltılmalıdır. Birden fazla ilacın karıştırılması durumunda ise birinci formülasyon su ile çoğaltıldıktan sonra 1/3'ü doldurulmuş ilaçlama tankına boşaltılmalı, daha sonra yine bir kap içerisinde eritilmiş ikinci formülasyon ilave edilmelidir.



Karıştırılacak pestisitlerin etiket önerilerine uyulmalıdır. Mevcut karışım tablolarından ön bilgi edinilmelidir. İlgili firma veya teknik elemanların bilgisi alınmalıdır. Genel olarak aynı formülasyonlu ilaçlar karıştırılmalıdır. Farklı formülasyonlu ilaçlar karıştırılacaksa önce suda ıslanabilir toz (WP) formülasyonlar, sonra sırasıyla akıcı konsantre (SC), suda çözünen toz (SP), yayıcı ve yapıştırıcılar, en son emülsiyon konsantre (EC) formülasyonlar eklenmelidir.

Tereddütü gidermek için bir ön test yapılabilir. Bir saat sonra yağ parçacık veya damlacıkları, katı parçacıklar, dipte tortu oluşması gibi görünümüler varsa bu iki pestisit karıştırılmasının sakıncalı olabileceğini gösterir.

5.10. İlaçlama Suyunda pH'nın Önemi

Suyun pH'ı bazı pestisitlerin kararlılığını olumsuz yönde etkileyebilir. Bazı ortamlarda, pestisiti etkisiz hâle getiren alkali hidrolizi oluşabilir. Çok alkali sularda pestisitler daha hızlı parçalanır. Suyun pH'ı 8 veya 9'dan büyük olduğunda hidroliz hızlı olabilir. pH'da her birim artış için, hidroliz oranı 10 kat artar. Özellikle suyun pH'ı yüksek olduğu zaman, ilaçlama tankında bazı su ile birleşen pestisitler kısa sürede parçalanmaya başlarlar. Sonuç olarak, pestisit tanktan püskürtülmeden önce aktif maddeler inaktif hâle dönüşmeye başlar. Birçok insektisit ve akarisit için ideal pH derecesi 5,5-6,5 arasındadır.

İlaçlama suyu pH'nın yüksek olması, pestisitlerin çoğunun etkinliğini düşürürken; bitkiye verilen bitki besin elementlerinin alınabilirliğini olumsuz etkiler. Bu yüzden üreticilerin ilaçlama yapmadan önce kullanacakları suların pH değerlerini bilmeleri gerekir.

5.11. Önemli Terim ve Tanımlar

Abdomen: Karın, böcek vücudunun baştan itibaren üçüncü bölümü.

Aerosol: Bu herhangi bir katı ya da sıvı partikül süspansiyonunun gaz olarak uygulandığı oldukça geniş bir terimdir. Partikül çapı 0,001 mikrondan 100 mikrona kadar değişebilir.

Akarisit (Acaricide): Örümcekleri, akarları öldüren ilaç.

Aktif Madde: Etkili madde; pestisit ve benzeri maddelerin (bitki koruma ürünleri) içinde bulunan hastalık ve zararlılar ile diğer etmenler üzerine biyolojik etki yapan madde veya bitkilerin hastalıklar ve zararlılardan korunma ve kurtarılmasında bizzat esas etkiyi yapan maddelerdir.

Aktivasyon: Bir ilacın uygulamadan sonra öldürücü güç kazanması.

Akut etki: Deri, solunum veya ağızdan yüksek miktarda bir defada alındığında görülen ani etki.

Akut LC₅₀ Solunum yolu ile: Belirli bir sürede solunum yolu ile deneme hayvanlarının %50'sini öldüren ve 1 lt havada mg olarak



ifade edilen o ilacın etkili madde miktarı veya dozudur. Birimi mg/l veya mg/m^3 'tür.

Akut LD₅₀ Ağız yolu ile (oral): Deneme hayvanlarına (sıçanlara) ağız yolu ile bir defada verildiği zaman bunların belirli bir süre sonunda %50'sini öldüren ve deneme hayvanlarının vücut ağırlığının her kg'ı için mg olarak ifade edilen, o ilacın etkili madde miktarı veya dozudur. Birimi mg/kg'dır (ppm (milyonda kısım), ppb (milyarda kısım)).

Akut LD₅₀ Deri yolu ile (dermal): Deneme hayvanlarına (deneme sıçanlarına) deri yolu ile bir defada temas suretiyle verildiği zaman bunların %50'sini öldüren ve deneme hayvanlarının vücut ağırlığının her kg'ı için mg olarak ifade edilen ilacın etkili madde miktarı veya dozudur.

Akut zehirlilik (Akut toksisite): Bir kimyasal maddenin (bitki koruma ürününün) genelde bir kez veya kısa zaman diliminde (24 saat içinde) birkaç kez bünyeye alınmasından sonra zehirlenmeye neden olma gücü akut toksisite veya ani zehirlenme olarak tanımlanır. Pestisitlerin vücuda alınmasından itibaren ilk 24 saat içinde meydana gelen zehirlenmeler de denilir. Akut toksisite ölçüsü, lethal doz veya LD₅₀ olarak gösterilir. Ağızdan (oral), deriden (dermal), damar içine (intravenous), deri altına (intramuscular), karın zarına (intraperitoneal) ve solunum (inhalation) olarak belirlenir.

Akümülyasyon: Bir kimyasalın belirli bir zaman diliminde canlıdaki konsantrasyonunun çevredeki konsantrasyonuna göre artışıdır.

Akümüle olmak: Birikmek.

Antagonist: Başka bir canlının aleyhinde yaşayan canlı ya da düşman canlı.

Antidot: Pestisitlerin, sıcakkanlılarda zehirliliğini gideren, zehirlenme yapabilme özelliğini ortadan kaldıran kimyasal maddeler.

Ara konukçu: Hayatının safhalarını birden fazla konukçu bitkide geçiren hastalık etmenlerinin etkisi ile hastalanan iki konukçudan çeşitli değerlendirme ölçütleri ile tercih edilmeyeni.

Atraktant: Böcek ve benzerlerini çeken, cezbedici madde.

Atrap: Uçan böcekleri yakalamada kullanılan torbası olan saplı bir alet.

Biyopreparat: Entomopatojen bir mikroorganizmanın spor, misel ve partiküllerini içeren preparat.

Çözücü (Solvent): Emülsiyon ilaçlarda etkili maddenin çözündüğü kimyasal bileşik.

Değme Zehiri: Kontakt zehir, değme yolu ile etkili olan ilaç.

Dekompozisyon: Bozunma, ayrışma, bir ilacın etkisini kaybetmesi.

Dermal toksisite: Deri yolu ile bir defada alınmakla ölüme sebep olan doz.

Dermal: Deri yoluyla.

Detoksikasyon: Bir ilacın parçalanıp bozunması.

Dezenfekte etme: Eşyada ve materyalde bulaşık bulunan tüm canlı kısımlarını istenmeyen maddelerden temizleme işlemi.



Doğal düşman (Natural Enemy): Zararlıları öldüren veya etkilerini azaltan avcı, parazit, parazitoit veya entomopatojen organizmalar.

Doz: Belirli bir birime veya yüzeye uygulanan kimyasalın miktarıdır.

Emülsiyon: Etkili maddeden ibaret olan ilaç parçacıklarının, içinde dağılmış olarak bulunduğu sıvı.

Endoparazit: Konukçusunun dokuları içine giren ve orada beslenerek yaşayan (iç parazit).

Enfeksiyon: Bulaşma veya hastalık oluşturma.

Entomofag: Böceklerle beslenen organizma.

Entomopatojen: Böcekler üzerinde yaşayan ve hastalık oluşmasına sebep olan mikroorganizmalar.

Epidemi: Bir hastalığın veya zararının hızla yayılması, salgın.

Feromon: Böcekler tarafından dış çevreye salgılanıp özel bir reaksiyon meydana getiren ve aynı türün fertleri tarafından algılanan madde.

Fitofag: Bitki ile beslenen organizma.

Fitotoksik: Bitki yakıcı, bitki zehirleyici.

Fumigant: Gaz halinde veya uçucu formda sıvı veya gaz hâline geçerek etki gösteren toksik kimyasal madde olup, belirli alanlardaki değişik hastalık ve zararlıları yok etmek için kullanılır.

Fungisit: Fungusların (mantarların) sporlarını veya miselyumunu öldürme vasfında olan madde, kısaca fungus mücadelesinde kullanılan pestisitlerdir.

Fumigasyon: Depo ve üretim yerleri ile ürünlerde bulunan zararlıların fumigant kullanılarak imha edilmesidir.

Gal: Bitki dokularının dışı doğru genişlemesi veya kabarcık oluşturmalarıdır. Çoğunlukla hastalık veya diğer böceklerin faaliyeti neticesinde oluşur.

Gelişme Eşiği: Böceklerin fizyolojik faaliyetlerinin, gelişmelerinin başlaması için gerekli olan en düşük sıcaklık derecesi.

Habitat: Bir organizmanın veya canlının doğal alanı veya bitki ve hayvanın yetiştiği yer, ortam.

Hastalık: Mantar (fungus) bakteri, virüs, protozoa ve phytocytlerin bitkilerde meydana getirmiş olduğu zarar ve belirtilerdir.

Hypovirulent: Hastalık oluşturan etmeni yavaşlatarak iyileştirme gücü.

İnsektisit: Böcekleri yok etmede kullanılan herhangi bir kimyasala verilen isimdir.

Kalibrasyon: Bir ilacın öngörülen hedefe verilen ölçüde uygulanabilmesi için yapılan ayarlamadır. Diğer bir tanımla bir ilacın birim alana belirlenen miktarının homojen olarak dağıtılması için aynı birim alana sarf edilmesi gereken su miktarının tespiti için ilaçlama öncesi yapılan işlem.

Karantina: Dışarıdan bir ülkeye girmesi veya ülke içinde bir bölgede mevcut olup yayılması olası olan zararlı ve hastalık etmenlerine ve etkenlerine karşı alınan yasal önlemler.



Konsantrasyon: Birim taşıyıcı sıvı veya kilogram katı madde içindeki ilaç veya aktif madde miktarını ifade eder (100 ml/100 lt su veya 1 gr preparat/100 lt su ve 5 ppm gibi).

Larva: Böceklerin metamorfoz süreci boyunca yumurta döneminden sonra gelen hayat safhası.

Larvasit: Larvaları öldüren ilaç.

LD₅₀: Test hayvanlarının belirli bir süre sonunda yarısını öldürmek için gerekli dozdur. Birimi mg/kg'dır.

Lezyon: Hastalanmış veya renk değiştirmiş dokuların olduğu bölge.

Maximum Residue Limit= MRL (maksimum kalıntı limiti): Herhangi bir ilacın, herhangi bir bitkide görülen herhangi bir zararlıya karşı tavsiyelere uygun olarak uygulandığı takdirde (doz ve zaman), ürün üzerinde hasat sırasında bulunabilecek en yüksek ilaç kalıntısı miktarıdır. Birimi ppm ya da mg/kg'dır.

Mide zehiri: Ağız yolu ile alınarak, mide sindirim sisteminde zehirli olan ilaç.

Monitoring: Denetleme, izleme; organizmaların aktiviteleri, çoğalmaları, gelişme ve büyümeleri konusunda bilgilerin belli bir zaman periyodu içerisinde dikkatli bir şekilde gözlenmesi ve kaydedilmesi.

Monokültür: Sadece tek bir bitki türünün veya kültivarının geniş alanlarda saf bitki toplulukları halinde yetiştirilmesi.

Necrosis (Nekroz): Dokudaki ölü bölgeler.

Nimf (Nymph): Afit ve çekirge gibi böceklerin olgunlaşmamış dönemleri; yumurtadan çıkan ve pupa dönemi geçirmeden, yavaş yavaş olgunlaşma dönemi.

Oligofag: Birbirine yakın birkaç bitki türü veya bitki cinsi ile beslenen böcekler.

Oral: Ağız yolu ile.

Ovisit: Yumurtaları öldüren ilaç.

Parazit: Kendinden büyük bir organizmanın içinde veya konukçusunun üzerinde yaşayan ve yaşamının tüm dönemlerinin bir konukçu üzerinde tamamlayan, konukçusu üzerinde beslenerek onu zayıflatan, öldürmeyen organizma.

Parazitoit: Ergin öncesi gelişme dönemlerini bir konukçunun içinde veya üzerinde tamamlayan ve sonuçta konukçularını öldüren, erginleri serbest yaşayan organizma.

Patojen: Konukçusunda bir hastalığa sebep olan mikroorganizmalar; etmen veya hastalık faktörü.

Penetrasyon: Bir ilacın bitki içine veya parazitin konukçusu içine girişi.

Pestisit: Zararlıları öldürücü. Bitkilere zarar veren hastalık ve zararlılar ile yabancı otlara karşı mücadelede kullanılan kimyasal maddeler ve bunlardan yapılan ilaçlardır.

Polifag: Pek çok bitki ile beslenen böcekler.

Popülasyon: Aynı türden bireylerin oluşturduğu topluluk.

Predatör: Avcı; yaşamlarını birden fazla konukçu bireyi ile beslenerek devam ettiren organizma. Başka bir böcek veya hayvanı yiyerek veya parçalayarak beslenen her türlü böcek veya hayvan.



Pupa: Böceklerin beslenmeyen, larva ile ergin böcek arasındaki aktif olmadığı tam metamorfoz dönemi.

Repellent: Hayvansal organizmaları bulundukları yerlerden uzaklaştırıcı, kaçırıcı kimyasal bileşik.

Reziduel etki: Kalıcı etki, ilacın devamlılık etkisi.

Semptom: Belirti.

Sinerjik etki: Sinerjik etki iki kimyasalın birlikte gösterdiği etkidir ki bu etki her kimyasalın tek başına oluşturduğu etkinin tamamından daha yüksektir.

Sinerjist: Etki artırıcı, ilacın içindeki etkili maddenin etkisini artıran madde.

Sistemik ilaçlar: Bitkinin tüm organları ile alınabilen ve bitki öz suyu ile bitkinin bünyesinde dolaşan dokulara taşınabilen ilaçlar.

Solarizasyon: Toprakta yaşayan organizmaların, güneş ışığı ile yok edilmesi (sıcaklık yardımı ile).

Steril etme: Eşyada ve materyalde bulunan her türlü hastalık etmenini yok etme işlemi.

Süspansiyon: Etkili maddeden ibaret olan ilaç parçacıklarının, çözünmeden içinde asılı durumda bulunduğu sıvı. Asılı çözelti.

Vektör: Bir patojeni taşıyan organizma (böcek, nematod vb.).

Virülens: Bir etmenin hastalık oluşturma gücü ve yeteneği.

Virulent: Hastalık oluşturma gücü yüksek olan.

6. ZARARLILARA KARŞI KULLANILAN PESTİSİTLER

Türkiye'de, kimyasal bileşikler içeren pestisitler, Bitki Koruma Ürünleri (BKÜ) içinde sadece bir grup olarak değerlendirilmekte ve ruhsatlandırma prosedürü bu çerçevede gerçekleştirilmektedir. Bitki gelişim düzenleyiciler, feromon ve diğer böcek cezbediciler, tuzaklar, böcek kaçırıcılar (repellentler), böcek gelişimi düzenleyiciler, beslenmeyi engelleyiciler (antifeedant), biyopreparatlar, fizyolojik hastalıkların tedavisinde kullanılan maddeler ve biyolojik mücadele etmenleri pestisitler dışındaki diğer BKÜ olarak ayrılmıştır. Zararlılara karşı kullanılan pestisitler önce hedef aldıkları canlı grubuna göre; insektisitler, akarisitler, nematisitler, mollussisitler ve rodentisitler olarak sınıflandırılmış, sonra her biri elde edildiği kaynağa ve/veya etkili madde grubuna göre gruplandırılmıştır.

6.1. İnsektisitler

Burada insektisitler, öncelikle elde edildiği kaynaklar, sonra da aktif madde grupları dikkate alınarak biyoinsektisitler, inorganik insektisitler ve organik insektisitler olmak üzere üç ana grup altında ele alınmıştır.



6.1.1. Biyoinsektisitler

6.1.1.1. Bitkisel kökenli olanlar

Bitkilerin doğrudan ihtiyacı olmayan ancak yine de sentezlenen sekonder metabolitlere fitokimyasallar denilmektedir. Fitokimyasalların bazıları böcekler üzerinde çeşitli şekillerde etkili olabilmektedir. Bu özellikleri nedeniyle ilk böcek öldürücü ilaçlar bitkilerden elde edilmiştir. Günümüzde 2000 kadar bitki tür ve çeşidinin böcek öldürücü etkiye sahip olduğu bilinmektedir.

Geçmişte zararlılarla mücadelede yaygın bir şekilde kullanılan bitkisel kökenli insektisitler, 1940'lı yıllardan sonra yerlerini sentetik organik insektisitlere terk etmişlerdir. Sentetik insektisitlerin bilinçsizce kullanımı sonucu zararlılarda oluşan dayanıklılık (bağışıklık), insan ve çevreye zehirli etkileri gibi olumsuz etkileri nedeniyle günümüzde yeniden önem kazanmışlardır. Alternatif madde arayışı nedeniyle yapılan detaylı çalışmalar, bu bitkilerden çeşitli yöntemlerle elde edilen ve insektisit özelliği gösteren bileşikler arasında alkaloidler, glikozitler, fenoller, limonitler, terpenoitler, taninler ve saponinler gibi bileşikler gösterilmektedir.

Bitkisel kökenli doğal insektisitler, güneş ışığında, nemde ve rüzgârlı hava koşullarında çok hızlı bir şekilde parçalanır. Bununla birlikte bu insektisitlerin çoğu böcekleri her ne kadar hemen öldürmese de, beslenmelerini çok hızlı bir şekilde durdururlar. Dolayısıyla böceklerin ölümü için bazen günler geçmesi gerekse de zararı önleme bakımından hızlı etki gösterirler. Nikotin gibi sıccakkanlılara çok zehirli bazı bitkisel kökenli insektisitleri hariç tutarsak, bitkisel kökenli doğal insektisitlerin çoğu memelilere ve çevreye toksik değildirler. Hızlı parçalanma ve mide zehiri şeklinde etki göstermeleri, bitkisel kökenli doğal insektisitlerin bitki ile beslenen bazı zararlı böceklerle karşı daha selektif olmasını sağlar. Bitkisel kökenli doğal insektisitler çoğunlukla fitotoksik değildir. Doğal formlarında kullanıldığında dayanıklılık oluşturma riskleri pratikte yok denecek kadar azdır.

Bu avantajların yanı sıra bitkisel kökenli insektisitlerin çeşitli dezavantajlarının da olduğu bilinmektedir. Örneğin, doğada hızlı parçalandıklarından, ilaçlama zamanının çok iyi ayarlanmasını ve daha sık uygulamayı gerektirirler. Bunun yanı sıra etkili maddenin bitkiden elde edilmesi sırasında her zaman aynı oranı yakalamak güçtür. Bu nedenle standart bir etki beklenemez. Bu yüzden ruhsat almış bitkisel kökenli preparatlar çok azdır. Ayrıca bitkisel kökenli doğal insektisitlerin, özellikle de bitki ekstraktlarının depolanması neredeyse mümkün değildir. Hazırlandıktan sonra hemen kullanılmaları gereklidir. Bitkisel kökenli doğal insektisitlerin çoğunlukla daha az toksik olduğu düşünülse de, akut toksisitesi yüksek olan nikotin ve kotenon gibi bazılarının uygulanması sırasında gereken özen gösterilmelidir. Bazı bitkisel kökenli doğal insektisitlerin ruhsatlı preparatları olmadığından kronik toksiteleri ve gıdalardaki tolerans değerleri hakkındaki bilgiler yeterli değildir. Diğer



yandan, doğal kaynakların kısıtlı olması, standardizasyon ve ruhsat almadaki zorluklar nedeniyle çok azı ruhsatlı pestisitler içinde görülmektedir.

a) Anabasin

Bir alkoloiddir ve *Anabasis aphyia* isimli bitkide bulunur. İnsektisit olarak ilk kez Rusya Federasyonu'nda kullanılmıştır. Anabasin çok az olarak tütün çeşitlerinde de bulunur.

b) Azadirachtin

Bitkisel kökenli insektisit olarak son yıllarda üzerinde en çok çalışılan *Azadirachta indica* bitkisidir. *A. indica*, yaprak veya kabuklarının kurutulmasıyla toz halinde, meyve veya tohumdan limonoid yapıda olan azadirachtin ekstrakte edilerek, tohum veya tohum kabuğundan elde edilen yağ gibi çeşitli şekillerde zararlılarla mücadelede kullanılmaktadır.

Azadirachtin, böceklerde uzaklaştırıcı (repellent), beslenmeyi engelleyici (antifeedant), doğurganlığı azaltıcı, kısırlaştırıcı, öldürücü, yumurta bırakmayı önleyici, gelişme ve büyümeyi aksatıcı gibi etkiler göstermektedir. Bitkilerde önemli zarar yapan başta Lepidoptera ve Orthoptera olmak üzere pek çok takıma bağlı birçok türde bu etkiler sayısız çalışmalarda ortaya konmuştur.

Ülkemizde ise 2000 yılının ikinci yarısında Neem Azal-T/S (10 g/l EC, Verim) ticari isminde ruhsat almıştır. Dünyada, başta suda homojen olarak dağılan sıvı formülasyon olmak üzere çok değişik formülasyonları bulunmakta ve hektara 100-500 g arasında değişen dozlarda kullanılmaktadır.

c) Bitkisel kökenli yağ asitleri

Bitkilerde doğal olarak oluşan yağ asitlerinin, bitkilerden çeşitli yollarla ekstraksiyonu sonucu elde edilmektedir. Yağ asitleri, hedef organizmanın hücre membranının içeriğini bozarak, hızlı bir şekilde çözünmesini sağlar ve sonra da ölümüne neden olmaktadır. Ayrıca farklı yağ asitleri fungusit ve herbisit etki de göstermektedirler. Süs bitkilerinde zararlı olan beyazsinek, yaprak biti, trips ve kabuklu bitlere karşı kullanılmaktadırlar.

ç) Bitkisel yağlar

Doğal insektisit olarak kullanılan diğer bir grup ise bitkisel yağlardır. Belirli uçucu yağlar uzun yıllardır zararlılara karşı repellent olarak kullanılmıştır. Fakat son yıllarda yapılan çalışmalar, bitkisel yağların sadece repellent değil, kontakt ve solunum yoluyla da etkili zehirler olduğunu göstermiştir. Bu etkilerin içerdikleri fenol ve terpenoid yapıli maddelerden kaynaklandığı belirlenmiştir. Fakat hali hazırda ruhsatlı olarak kullanılanlarının sayısı çok azdır. Bunun sebebinin zararlı böcek popülasyonlarının azaltılması için kullanılan bitkisel yağ miktarı, sentetik insektisitlerle kıyaslandığında oldukça büyük miktarlara varmakta ve çevrede daha çok kalıntılara neden olmaktadır. Henüz bitkisel kökenli yağların çevreye, hedef dışı ve



yararlı organizmalara ve bitkilere uzun vadeli etkileri tam olarak çalışmadığından bu boyutlardaki kalıntıların etkisinin ne olacağı halen soru işareti olarak durmaktadır. Bu yüzden bitkisel kökenli yağların kullanımı çeşitli ülkelerde kısıtlanmıştır.

d) Capsaicin

Capsaicin, *Capsicum* (Solanaceae) cinsine bağlı bitkilerde acı tattan sorumlu olan bileşiktir. Biber meyvelerinin ekstraksiyonu sonucu elde edilmekte ve genelde sarımsak, hardal veya çeşitli yabancı otların ekstraksiyonlarıyla birlikte kullanılmaktadır.

Capsaicin, böcek ve akarlar için repellent (uzaklaştırıcı) olarak kullanılmaktadır. Bunun yanında öldürücü etkisi olduğu da bilinmektedir. Öldürücü etkisi hardal ekstraktı ile kullanıldığı zaman görülür. Capsaicin hücre membranında delikler açarak bir sinir toksini olan hardal ekstraktının bu delikler vasıtasıyla hücreye penetrasyonunu ve daha sonra da böceğin sinir hücrelerinde zehir etkisi yaparak ölümüne neden olmaktadır. Bu yüzden diğer repellent etkili maddelerin dışında düşük zararlı popülasyonlarının baskı altına almak için yeterli olmaktadır. Bunun yanında bazı preparatları nematisit ve fungisit etki göstermektedir.

e) Hellebore

Veratrum album ve *Veratrum viride* isimli bitkilerin köklerinin öğütülmesi ile elde edilir. Bu bitkilerin ekstraktlar içerdiği alkaloidler nedeniyle insektisit özelliğe sahiptir.

f) Nikotin

Tütün yapraklarının sulu ekstraktları emici ağız yapısı olan böceklerle karşı insektisit olarak kullanılmaktadır. İnsektisit özelliği yaprakların içerdiği nikotin öncelikli olmak üzere nornikotin ve anabasin alkaloidlerinden kaynaklandığı belirtilmektedir. Nikotin çeşitli ekstraksiyon yöntemleriyle *Nicotiana tabacum* ve *N. rustica*'dan genelde %2-8 oranında, nornikotin ağırlıklı olarak *N. sylvestris*'ten ve anabasin ise çoğunlukla *Anabasis aphylla*'dan elde edilmektedir.

Nikotin, böceğe genellikle gaz şeklinde trake sistemi yoluyla girmekte ve böceklerin merkezi sinir sistemindeki asıl uyarıcı sinir iletimini sağlayan asetilkolin gibi davranmaktadır. Yarım kilo toz veya kırık haldeki tütün yaprağının 5 litre su içinde bir gece bekletilip süzülmesinden sonra doğrudan kullanılabileceği ve başta yaprak bitleri olmak üzere Homoptera takıma ait diğer birçok yumuşak vücutlu zararlı böceklerle karşı etkili olduğu bilinmektedir. Nikotin sıcakkanlılara son derece toksik olduğundan kullanırken dikkat edilmelidir.

g) Piretrum

Tanacetum (Chrysanthemum) cinerariaefolium'un çiçeklerinden çeşitli metodlarla ekstrakte edilen piretrum, mevcut insektisitlerin



içinde en eski ve en güvenilir olup, halen geniş alanlarda kullanılan tek bitkisel kökenli insektisittir.

Uygun dozda piretrum, böceklerde kontakt olarak etki göstermekte ve sinir hücrelerinin aşırı uyarılması (hipereksitasyon) ile kasların istemsiz olarak sürekli kasılmasına, bunun sonucunda sinir hücrelerinin elektrolit dengesinin bozulmasına ve dolayısıyla gerekli uyarı eşiğinin (depolarizasyon) oluşmaması sonucu kasların kasılmayarak felç oluşumuna neden olmaktadır. Bunun sonucunda da böcekte hızlı bir ölüm gerçekleşir.

Piretrumun gün ışığında çabuk parçalanması en büyük dezavantajıdır. Bu sebepten dolayı genelde depolanmış ürün zararlılarına karşı mücadelede daha başarılı ve yaygın olarak kullanılır. Ayrıca birçok bitkide ekonomik önemde zarar yapan yaprak bitleri, yaprak pireleri ve tripsler gibi zararlılara karşı kullanılmaktadır.

ğ) Quassia

Quassia armara ve *Picrasma excelsa* ağaçların gövdesinden ekstrakte edilen quassin, neoquassin ve picrasmin gibi quassinoidler insektisit özelliği göstermektedirler. Quassia, nikotine benzer şekilde böceklerde kontakt ve mide zehiri olarak etki eder, fakat nikotin kadar zehirli değildir.

Quassia'nın ağaçlarda zararlı olan yaprak biti ve testereli arı türlerine karşı kullanılmaktadır. Böceklerin ergin öncesi dönemlerine daha etkili olduğu belirtilmiştir.

h) Rotenon

Bitkisel kökenli insektisit olarak kullanılan rotenoid yapıdaki rotenon, Güney Amerika'da yetişen *Lonchocarpus utilis*, Asya'da yetişen *Derris elsiptica* ve *Terphrosia virginia* bitkilerinin köklerinden ekstrakte edilmekte ve insektisit olarak kullanılmaktadır.

Rotenon böceklerde hem kontakt, hem de mide zehiri olarak etki göstermektedir. Hemen öldürme bile böceğin ağız parçalarını felç ederek beslenmeyi durdurmaktadır. Ölümün oluşması ise daha yavaş bir yol izlemekte ve çoğunlukla solunum metabolizmasında elektron taşıması zincirinin engellenmesi şeklinde oluşmaktadır.

Genellikle hortumlu böcekler, yaprak bitleri ve tripslere karşı diğer bazı bileşiklerle karışım şeklinde kullanılmaktadır.

i) Ryania

Tropikal ve subtropikal bölgede yetişen *Ryania speciosa* isimli bitkinin kök, yaprak ve gövdesinden ekstrakte edilen alkaloid yapıdaki ryanoidler uzun yıllardır bitkisel kökenli insektisit olarak kullanılır. Ryania'nın, pek çok Lepidoptera türüne karşı insektisit ve repellent olarak kullanıldığı bildirilmektedir.

Ryania böceklerin kas sistemine etkili olmaktadır. Kaslardaki hücrenin kasılmasını sağlayan organelde bulunan kalsiyum



kanallarına bağlanarak bu kanalların açık kalmasını sağlamaktadır. Böylece hücreye devamlı olarak kalsiyum iyonunun akışını sağlamakta ve kas membranında gerekli uyarı eşliğinin oluşmadan kasılmasına devam etmesine neden olmaktadır. Böylece önce felç, daha sonra da hızlı bir ölüm oluşmaktadır.

i) Sabadilla

Schoenocaulon officinale ve *Veratrum album* (Liliaceae) tohumunun su, alkol ve petrol ile ekstraksiyonu veya toz halinde öğütülerek elde edilen sabadilla, doğrudan zararlılara karşı kullanılmaktadır. İnsektisit özelliği, tohumun yapısında bulunan %3-6 oranındaki cevadine ve veratridine alkaloidlerinden kaynaklanmaktadır.

Sabadillanın zehirli alkaloidleri, böcekte kalp, sinir ve çizgili kas hücrelerinin membranında bulunan sodyum kanallarının işleyişini bozarlar. Bunun sonucunda sinir hücreleri görev yapamamakta ve böceğin önce felcine ve daha sonra da ölümüne neden olmaktadır. Bazen felç dönemi bir ya da iki gün sürebilmektedir.

Sabadilla, genellikle mücadelesi zor olan bazı Heteroptera türlerine, zararlı olan trips türlerine karşı kullanılmaktadır.

j) Sarımsak

Sarımsak (*Allium sativum* L.) ekstraktının böcekler için etkili bir repellent olduğu bilinmektedir. Sarımsak ekstraktının böceklerle repellent (uzaklaştırıcı) etkisi vardır. Bu etkiyi, ekstraktaki kükürt içeren sekonder metabolitlerin oluşturduğu düşünülmektedir. Genellikle depolanmış ürün zararlılarına karşı kullanılır. Sarımsak ekstraktı, fitofag böcekler için genel bir uzaklaştırıcı olarak etki gösterdiğinden, zararlı bitkiye gelmeden önce kullanılmalıdır, aksi takdirde zararlı bitkiyle beslendikten sonra uzaklaştırıcı etkisi yeterli olmamaktadır.

6.1.1.2. Mikroorganizma kökenli olanlar (Mikrobiyal insektisitler)

Bu grupta yer alan insektisitler; bakteri, virüs, fungus, protozoa, nematod gibi canlı gruplarının spor, misel, partikül vb. yapılarını veya toksin gibi ürünlerini içerirler. Biyoinsektisitlerin belirli böcek türlerine spesifik olmaları, sıcakkanlılara ve diğer canlılara olumsuz etkilerinin olmaması, uygulandıkları alanların dışına yayılmamaları nedenleriyle her geçen gün kullanımları artmaktadır. Biyoinsektisitler mide zehiri insektisitler gibi sadece böcek vücuduna alındığında etki gösterir ve sonradan bulaşıcı bir hastalık gibi yayılmazlar. Bu nedenle diğer mide zehiri insektisitler gibi iyi bir aplikasyon durumunda başarı gösterebilirler ve zararlı popülasyonu devam ettiği sürece de aplikasyonlarını tekrar yapmak gereklidir.

Sentetik organik pestisitlerin insan ve çevre sağlığı üzerindeki olumsuz etkileri, biyoinsektisitlerin entegre zararlı yönetimi



programlarında öncelikle yer almasına vesile olmuş ve dünyadaki kullanımları artmıştır.

6.1.1.2.1. Bakteriler

Prokaryotik canlılardan içerisinde tek hücreli organizmalardan olan bakteriler, yararlı enzimleri salgılayarak faydalı olabildikleri gibi zararlı toksinleri nedeniyle değişik organizmalarda zehirlenmelere neden olabilmektedirler. Biyolojik mücadele bölümünde açıklandığı gibi, entomopatojen bakteriler böcekler üzerinde oldukça etkilidirler. Bunlar içinde en önemlisi *Bacillus thuringiensis* (*Bt*) türüne bağlı varyetelerdir. *Bt*; spor oluşturan, gram+, aerob bir türdür. *Bt* sporulasyon sırasında kristal yapıda a, p, y ekzotoksinler ile çeşitli endotoksinler üretmektedir. Ekzotoksinler hücre içinde oluşup dışarıya salgılanırlar. Bunlardan a ve y protein yapısında olup önemsizdirler. Ancak (3 ekzotoksin (*thuringiensis*) adenin nükleotit yapıda olup memeliler için oldukça toksik bir bileşiktir ($LD_{50}=10$ mg/kg). Delta endotoksin olarak da adlandırılan endotoksinler ise büyük molekülü proteinler olup kristalin "cry" ön ekini alarak sayı ve harflerle isimlendirilirler. Endotoksin türüne göre bakterinin etkilediği böcek grupları farklı olmaktadır. Örneğin Cry I Lepidoptera, Cry II Lepidoptera ve Diptera, Cry III Coleoptera, Cry IV ise Diptera türlerine etkilidir. Rakamlar arkasına gelen "A, B veya C" gibi büyük harfler protein yapılarındaki önemli farklılıkları, parantez içinde "a, b, veya c" gibi küçük harfler ise yapıdaki küçük farklılıkları göstermektedir.

Bt varyeteleri morfolojik karakterlere göre sınıflandırılmakta, biyokimyasal veya serolojik yöntemlerle de ayırt edilebilmektedir. Günümüzde *Bt* ırklarının sınıflandırılmasında kristal yapıdaki endotoksinlerin özelliklerinden yararlanılmaktadır. Günümüzde binlerce *Bt* ırkı tanımlanmış olup bunlar 30 kadar alttüre dâhil edilmiştir.

Bt ırkları soya, balık proteini, nişasta, maya ekstraktı ve bazı iz elementlerin karışımını içeren büyük fermentasyon tanklarında çoğaltılır. Mevcut besinler tükenince yaşlı bakteri hücreleri ölür, parçalanır ve sporlarıyla kristal yapıdaki endotoksinleri serbest kalır. Santrifüjlenen fermentasyon sıvısından üst kısım atılarak *Bt* sporları ve toksin içeren çözelti elde edilir. Bu çözelti SC formülasyonlu olarak veya invert maddeler ilave edilip öğütüldükten sonra WP formülasyonlu olarak preparat haline dönüştürülür.

Bt preparatları uygulanmış bitki kısımlarını yiyen böcek, toksini ve bakteri sporlarını ağız yoluyla vücuduna alır. Suda çözünmeyen endotoksin, böceğin midesindeki alkali ortam nedeniyle bazı enzimler sayesinde stabilitesini kaybeder ve çözünürler. Midedeki epitel hücreleri zarar görür, şişer, yarılr ve mide duvarı fonksiyonunu kaybeder. Bu arada bakteri sporu da sindirim sisteminde çoğalır. Bozulan mide duvarından hem mide sıvısı, hem de bakteri sporları vücut boşluğuna geçerek kan zehirlenmesine ve dolayısıyla böceğin ölümüne neden olurlar.



B. thuringiensis var. *kurstaki* içeren preparatlar sünger örücüsü, altın kelebek, çam kese böceği, sedir yaprak kelebeği gibi lepidopterlerin larvalarına karşı önerilmektedir. Balarıları, parazitoit ve avcı böcekler, balıklara zararlı etkisi yoktur.

6.1.1.2.2. Virüsler

Böceklerin özellikle larva dönemlerinde hastalık oluşturan virüslerin tespit edilmesi, onlarla mücadelede bu organizmalardan da yararlanma olanağını beraberinde getirmiştir. Virüsler, konukçu hücrenin çekirdek veya sitoplazmasında değişik şekillerde oluşumlar meydana getirmekte ve bu duruma göre de gruplandırılmaktadır. Bunlar içinde granül oluşturan virüsler, özellikle Lepidopterlere karşı etkili bulunmuşlardır. Böceklerin sindirim sistemi ve dokularında çoğalan bu virüsler, konukçularının fizyolojik faaliyetleri üzerinde olumsuz etki bırakırlar.

6.1.1.2.3. Funguslar

Genellikle deri yoluyla böceklerle bulaşan entomopatojen funguslar, böceklerin vücut boşluğunu miselleri ile doldurarak ve salgıladıkları toksinlerle zehirleyerek öldürürler. Özellikle orantılı nemi yüksek olan bölgelerde ve mevsimlerde etkili olmaktadır. Yaprak bitleri üzerinde özellikle ilkbahar aylarında etkili olmaktadır. Bunlar dışında daha pek çok entomopatojen fungusun böcekler üzerinde etkili olduğu bilinmesine karşın ruhsatlı preparatları çok fazla değildir.

6.1.1.2.4. Nematodlar

Çoğu böceklerin sindirim ve üreme organlarında yaşayan çok sayıda nematod türü tespit edilmiştir. Bunlardan önemli olanları; *Mermis*, *Agamermis* ve *Howardula* cinslerine bağlı türlerdir. Bazı nematod türleri de böceklerde bakterilerle birlikte yaşarlar. *Neoaplectana* cinsine bağlı nematod türleri *Achromobacter nematophilus* isimli bakteri ile birlikte yaşar ve bakteriyi böcek vücuduna taşıyarak bakterinin toksini sonucu ölümlerine neden olur.

6.1.2. Anorganik insektisitler

Bunlar özellikle sentetik organik insektisitlerin keşfinden önce zararlı böceklerle karşı mücadelede geniş olarak kullanılmışlardır. Günümüzde sadece sodyum alüminyum florit ve kükürt kullanılmaktadır

a) Sodyum alüminyum florit (Na_3AlF_4)

Zehirlilik sınıfı 3 olan bu bileşiğin LD₅₀ değeri ağızdan 5000 mg/kg'dır. Mide zehiri etkilidir. Isırıcı-çığneyici ağız parçalarına sahip böceklerle karşı kullanılabilir.

b) Kükürt

Toz halinde zararlılara karşı çok eski yıllardan beri kullanılan kükürt özellikle akarisit ve fungisit etkilidir. Toz halinde kullanılan kükürdün çok ince olması gerekir ve doğal kaynaklardan elde edilen



kükürt öğütülüp elenerek doğrudan kullanılır. WP formülasyonları da elde edilmiştir. Kükürt zehirli değildir ve akarlar karşı kullanılır. Toz formülasyonunun kullanılması daha güçtür ve doğal düşmanları kaçırmaya etkisi daha fazladır. Bu nedenle WP formülasyonu tercih edilir.

6.1.3. Organik insektisitler

Tüm organik bileşiklerde olduğu gibi organik insektisitlerde de ana elementler karbon (C), hidrojen (H) ve oksijen (O)'dır. Özelliğine göre bunlara ek olarak azot (N), kükürt (S), fosfor (P), klor (Cl), brom (Br), kalay (Sn) gibi elementler de bulunur. Organik insektisitlerde molekül yapıları 5 grup altında toplanır. Bunlar;

- 1) Doymuş alifatik bileşikler,
- 2) Doymamış alifatik bileşikler,
- 3) Aromatik bileşikler,
- 4) Heterosiklik bileşikler,
- 5) Karışık yapıda olan bileşiklerdir.

a) Doymuş alifatik bileşiklerde; molekül yapısı zincir şeklindedir ve iki karbon atomu birbirine tek bağ ile bağlanmıştır (C-C). Bu iki karbon atomu arasındaki tek bağ moleküle doymuş özellik kazandırır. Bir organik bileşikte doymuş molekül yapısı o bileşiğin stabil oluşunu ifade eder. Böyle bileşikler daha güvenli kullanılırlar. Örneğin fitotoksikite riski azdır, birbirleriyle daha güvenli karıştırılırlar.

Doymuş alifatik bileşiklerin en basit hidrokarbonu metan (CH_4)'dır. Bu bileşikler C_nH_{2n+2} ile formüle edilerek sırasıyla etan (C_2H_6), propan (C_3H_8), bütan (C_4H_{10}), pentan (C_5H_{12}), hexan (C_6H_{14}), hexaden ($C_{16}H_{34}$)'e kadar varan kimyasal kökler oluşur. Bunlara alkan adı verilir.

Alkanlardan bir hidrojen (H) atomunun ayrılmasıyla alkil adı verilen kök meydana gelir. Örneğin; metan (CH_4), metil (CH_3), etan (C_2H_6), etil (C_2H_5), propan (C_3H_8), propil (C_3H_7), bütan (C_4H_{10}), bütül (C_4H_9), pentan (C_5H_{12}), pentil (C_5H_{11}), hexan (C_6H_{14}) ve hexil (C_6H_{13}) gibi.

Alkilerde; son alkan zincirinden ayrılan hidrojen atomu yerine hidroksil (OH) kökünün geçmesiyle alkoller, karboksil ($COOH$) kökünün geçmesiyle asitler, amino (NH_2) kökünün geçmesiyle aminler oluşur. Örneğin; metil (CH_3), metil alkol (CH_3-OH), asetik asit (CH_3-COOH), metil amin (CH_3-NH_2) gibi.

b) Doymamış alifatik bileşiklerde; molekül yapısı yine zincir şeklindedir ve karbon atomları arasındaki bağ ikili ($C=C$) veya üçlüdür ($C\equiv C$). Moleküle doymamış özellik veren bu ikili ve üçlü bağdır. Doymamış molekül yapıları bileşik stabil olmayan bir bileşiktir. Birbirleriyle karıştırılmalarında ihtiyatlı davranılmalıdır.

c) Aromatik bileşikler; moleküllerinde benzen halkası veya benzen türevleri (klorbenzen, metilbenzen, nitrobenzen, brombenzen



vb.) taşıyan bileşiklerdir. Bunlar aynı zamanda kokuludurlar. Aromatik bileşikler doymuş moleküle sahiptir.

d) Heterosiklik bileşikler; moleküllerinde benzen ve benzen türevleri dışında geometrik şekilleri de taşıyan bileşiklerdir. Bunlar doymamış özellik taşırlar. Karışık yapıda olanlar yukarıda açıklanan özelliklerin tümünü, birkaçını ya da en az ikisini taşıyan bileşiklerdir. Genellikle doymamış özelliktedirler.

6.1.3.1. Klorlandırılmış hidrokarbonlar

Kimyasal mücadelede çok yaygın olarak kullanılan organik insektisitler bu gruba bağlı insektisitlerdir. Yapılarında karbon ve hidrojen yanında klor bulunduran bu insektisitler, fizikokimyasal özellikleri nedeniyle çevrede uzun süre bozulmadan kalabilmekte ve lipofilik özelliği nedeniyle organizmaların yağ dokularında birikebilmektedirler. Bu özellikleri nedeniyle, uzun süre etkililiğin devam etmesi istenen toprak altı zararlılarına karşı başarıyla kullanılmışlardır.

Klorlandırılmış hidrokarbonlar yapılarında, karbon, hidrojen ve klor atomları ihtiva eden basit bir kimyasal sınıfı oluşturur. 1940'lı yıllarda böcek öldürücü olarak kullanıma giren bu ilaçlar günümüzde önemini kaybetmiştir. Bu sınıfın üyelerinin çok güçlü temas ve mide zehiri etkileri yanında, solunum organlarına etkileri de söz konusu olabilir, sistemik özellikleri ise bulunmaz. Çevresel sorunlar nedeniyle bu grup üyeleri tercih edilmez yalnız endosülfan ülkemizde halen kullanılmaktadır. Endosülfanın molekülünde oksijen ve kükürt atomları bulunur. Doğada yarılanma ömrü 3-7 gündür. Süt, yağ ve dokularda birikme özelliği, grubun diğer üyelerine göre çok düşüktür. Vücuttan hızla atılır. İnsan üzerindeki toksik etkisi daha çok sinir sistemi üzerindedir ve çoğunlukla şiddetli kasılma krizleri şeklinde kendini gösterir.

6.1.3.1.1. DDT ve benzerleri

DDT, dicofol, chlorbenzilate ve methoxyehlor bu sınıfa giren aktif maddelerdir. DDT ve benzerleri, sinir sistemindeki aksonlarda sodyum kanallarını açık kalmasına neden olarak Na^+ iyonlarının dengesini bozmakta ve böylece uyarıların sürekli olmasıyla böceklerin ölümüne neden olmaktadır.

Sıcakkanlılara olumsuz etkileri nedeniyle pek çok ülkenin ardından ülkemizde de DDT'nin kullanımı 1985 yılında yasaklanmıştır. Aynı nedenlerden dolayı 1982 yılında chlorbenzilate de yasaklanmıştır.

6.1.3.2. Organik fosforlular

İkinci Dünya Savaşı'ndan sonra zararlılara karşı kullanılmaya başlayan bu bileşiklerden ilki TEPP olarak anılan tetraethyl pyrophosphate'dir. Parathion da ilk organik fosforlu insektisitlerdendir. Sentezlenmelerinin kolay oluşu nedeniyle



dünyada 100'e yakın aktif madde değişik formülasyonlarda ruhsatlandırılmıştır.

Dünyada pestisit tüketiminin yaklaşık %45'ini bu grup bileşikler oluşturur. Sentezlenmelerinin kolay oluşu organik fosforlu bileşiklerin çeşitlenmesine neden olmuştur. Grup içerisindeki etken maddelerin buharlaşma, suda çözünme, kalıcılık, sıcakkanlılara zehirlilikleri gibi fizikokimyasal özellikleri dikkate değer farklılık gösterir. Bu nedenle de hemen hemen her zararlıya uygun özellikte organik fosforlu bir etken madde bulunabilir. Organik fosforlu pestisitler deri, sindirim ve solunum yoluyla etkili olur. Organik fosforlu pestisitlerin etki mekanizması ve kalıcılığı genellikle fosfor atomuna bağlanan kimyasal yapının özelliğine bağlıdır. Bu grup hidroliz ve oksidasyon gibi kimyasal reaksiyonlardan büyük ölçüde etkilenir. Asetilkolin artışı tüm vücutta olumsuz etkilere neden olur. Bunlar;

- ✓ Parasempatik sistemin aşırı çalışması,
- ✓ Kalbin uyarılmasına bağlı olarak kan basıncının yükselmesi,
- ✓ Çizgili kas kasılması,
- ✓ Kaslarda hissizlik ve felce varan etkilidir.

Organik fosforlu insektisitler kimyasal yapı olarak fosfor asidinin (H_3PO_4) esterleridir. Organik fosforlu insektisitlerin genel kimyasal yapıları aşağıdaki gibi gösterilebilir.

Burada X alkoxy grupları, R ise çeşitli organik grupları temsil etmektedir. Fosfor (P) atomuna çoğunlukla iki ester grubu olarak (X) methoxy (OCH_3) veya ethoxy (OC_2H_5) bağlanmaktadır. Üçüncü ester grubu (R) aliphatic, homocyclic ya da heterocyclic yapılar olabilmekte ve fosfor atomuna ester (P-O-R) ya da thioester (P-S-R) bağıyla bağlanmaktadır. Bu zayıf bağ, fosfor atomunun elektrofilik özelliğini arttırmakta ve elektron çekici özelliği kazandırmaktadır. Organik fosforluları, fosfor atomuna kükürt, oksijen, azot ve karbon atomlarının bağlanma şekline göre 6 alt grup altında incelemek mümkündür

Fosfor atomuna 4 oksijen (O) atomu bağlanmış ise "Phosphate", eğer 3 (O) ve bir kükürt (S) atomu bağlarsa "Phosphorothioate veya Thiophosphates", eğer iki (O) ve iki (S) atomu bağlarsa "Phosphorodithioate veya Dithiophosphates", $P=O$ yerine P^+S varsa "Phosphonate veya Thiophosphates" adını almaktadır. Bu farklı alt gruplar içinde yer alan aktif maddelerin buharlaşma, suda çözünme, bitki dokularına nüfuz ve dokulardaki hareketleri, sıcakkanlılara zehirlilikleri gibi fizikokimyasal özellikleri oldukça değişim göstermektedir. Bu değişimin esas olarak $P=O$ veya $P=S$ yapısından ve üçüncü ester grubu olan organik yapılardan (R) kaynaklandığı bildirilmektedir. Örneğin $P=O$ yapısındakiler $P=S$ yapısında olanlara göre daha kolay hidrolize olurlar ve kalıcılıkları bu nedenle daha düşüktür. Ancak $P=O$ yapısındakilerin suda çözünürlüğü daha yüksek olup AChE'ni daha güçlü engellerler. Bazı organik fosforlu insektisitler aynı zamanda akarisit etkiye de sahiptir. Kontakt ve mide zehiri etkilidirler. Aynı zamanda sistemik olanları da vardır. Etki ve



bekleme süreleri oldukça farklı olan bu bileşiklerin kalıcılığı genellikle 3-30 gün arasında değişir.

Sinir sisteminde ACh'i asetik asit ve cholin'e ayıran AChE enzimini bloke edip parçalanmayı engellemek suretiyle etkili olurlar.

Organik fosforlu bileşikler, klorlandırılmış hidrokarbonların yarattığı sorunlar nedeniyle kullanımlarının kısıtlanması ve/veya yasaklanmasından sonra kimyasal mücadelede en çok kullanılan insektisitler olmuşlardır. Bu grup insektisitlere zararlılardaki dayanıklılık sorunları, insan ve çevre sağlığı açısından daha düşük toksisiteye sahip insektisitlerin tercih edilmesi gibi nedenlerle kullanım miktarları azalsa da günümüzde halen yaygın kullanılan insektisitlerdir. Bu grupta yer alan 39 aktif madde yani acephate, azinphos-methyl, chlorfenvinpios, chlorpyrifos-ethyl, chlorpyrifos-methyl, diazinon, dichlorvos, diniethoate, dioxathion, EPN, ethion, ethoate-methyl, fenitrothion, fenthion, formothion, isophenfos, malathion, mephosfolan, methamidophos, methidathion, mevinpios, monocrotophos, omethoate, oxydemeton-methyl, parathion-methyl, phenthoate, plorate, phosalone, phosmet, phosphamidon, pirimiphos-methyl, propenophos, prothiophos, prothoate, pyridaphenthion, quinalphos, thiometon, triazophos ve trichlophon ülkemizde ruhsatlıdır.

Bu aktif maddelerden trichlorfon ve dichlorvos (DDVP)'un kalıcılığı ve etkisi kısa sürelidir. Azyphosethyl, diazinon, fenthion, parathion-methyl, chlorpyrifos, malathion ve phosalonun etkisi orta-uzundur. Mevinphos, phosphamidon ve monocrotophosun etkisi kısa olmasına karşın sistemik özellikleri söz konusudur. Dimethoate, oxydemeton-methyl ve phorate ise hem etki süreleri uzun hem de sistemik özellik gösteren aktif maddelerdir.

6.1.3.3. Karbamatlı bileşikler

Karbamik asit esterleri olan bu grup insektisitler organik fosforlu insektisitlere göre daha küçük bir sınıf oluşturur. İlk kez 1947 yılında geliştirilen karbamatlı bileşiklerden carbaryl 1957 yılında kullanılmaya başlanmıştır. Karbamatlı bileşikler kimyasal yapı olarak karbamin asidinin esterleridir. Amin (NH₂) kökündeki bir hidrojen atomunun yerini (COO) kökünün almasıyla oluşmuşlardır.

Karbamatlı insektisitler, kontakt ve mide zehiri etkilidirler. Bazıları sistemiktir. Akarisit etkiye sahip olanları vardır. Organik fosforlu insektisitler gibi AChE enzimini bloke ederek etkili olurlar. Bu nedenle Cholinesterase inhibitörleri adı da verilir. Memelilere toksisiteyi genelde çok yüksek olmayan, yağ dokularında birikmeyen ve nispeten kısa zamanda zehirliliklerini kaybeden bileşiklerdir.

Ülkemizde bu gruba dâhil ruhsatlı aktif maddeler benfuracarb, carbaryl, carbofuran, carbosulfan, ethiofencarb, furathiocarb, methiocarb, methomyl, pirimicarb, propoxur, thiodicarb ve triazamate'dir.



6.1.3.4. Piretroitler

Bu grup kimyasallar uzun süredir bilinmesine rağmen son yıllarda çok önem kazanmıştır. Pyrethrum cinsine ait belirli türlerin çiçeklerinin öğütülmesi ile elde edilen piretrum ekstraktı %1-2 pirethrin içerir. Doğal piretrumların insektisit olarak birçok avantajları vardır. Bunlar, geniş spektrumlu olmaları, memelilere karşı zehirliliklerinin düşük düzeyde olması ve doğal koşullarda kısa sürede dekompoze olmalarıdır. Ancak, kolay bozulmalarının yanı sıra, üretim maliyetinin oldukça yüksek olması, üretiminin sürekli olmasındaki zorluklar doğal piretroitlerin dezavantajlarındandır. Bazı piretroitlerin etkileri sıcaklıkla artmasına rağmen, çoğunlukla düşük sıcaklıklarda etkinlikleri daha yüksektir. Sentetik piretroitlerin, ışığa dayanıklı ve kalıntı etkisi yüksek insektisitler olarak geniş kullanım alanı vardır. İnsanlar üzerinde sistemik ve akut toksisiteleri düşüktür, ancak zehirlenme belirtileri organik fosforlu bileşik zehirlenmeleri ile karıştırılabilir. Doğal piretrum *Tanacetum* (*Chrysanthemum*) *cynerariforum*, *Chrysanthemum rosetum* ve *C. cauasus* gibi bitkilerin çiçeklerinin kurutulup tozlarının ekstraktlarından elde edilerek insektisit sentetik olarak üretilbilmeleri için yoğun çalışmalar başlatılmıştır.

Alphacypermethrin, beta-cypermethrin, cyfluthrin, deltamethrin ve 1 lambda-cyhalothrin gibi dördüncü nesil sentetik piretroitler hektara 10-50 gr aktif madde dozunda güçlü insektisit etkiyi göstermekte ve bitkideki kalıcılıkları 10 gün kadar sürebilmektedir. Bu yüksek insektisit etkilerine karşın memelilere toksisiteleri oldukça düşüktür. Aslında sıcakkanlılara etkilerinin düşük olması, genelde kısa sürede dekompoze olmaları, asidik ortamda hızla inaktif hale gelmeleri (memelilerin midesi asidik ortam) ve böceklerle karşı düşük konsantrasyonlarda etkili (böceklerin midesi bazik ortam) olmalarından kaynaklanmaktadır. Bu avantajları sentetik piretroitli bileşiklerin günümüzde en yaygın ve yoğun kullanılan insektisitlerden olmalarına olanak sağlamıştır.

Sentetik piretroitler geniş etki spektrumlu, kontakt ve mide zehiri etkili bileşiklerdir. Bifenthrin, fenvalerate ve tau-fluvalinate gibi akarisit etkiye de sahip olanları vardır. Özellikle ısırcı-çiğneyici ağız yapısına sahip böceklerle son derece etkilidirler. Ancak sokucu-emici böceklerle karşı etkileri nispeten azdır.

Etki mekanizmaları, sinir hücrelerinde sodyum kanallarının açık kalmasına neden olarak uyarıların sürekli olması şeklindedir.

Bu gruptan yurdumuzda ruhsatlı olan aktif maddeler alphacypermethrin, beta-cyfluthrin, beta-cypermethrin, bipfenthrin, cyfluthrin, cypermethrin, deltamethrin, esfenvalerate, fenprothrin, fenvalerate, flucythrinate, gamma-cyhalothrin, lambda-cyhalothrin, permethrin, tau-fluvalinate, tefluthrin, tralomethrin ve zetacypermethrin'dir.



6.1.3.5. Benzoyl üreler

Bu bileşiklerin insektisit etkisi, herbisit olarak denemeye alınan bazı aktif maddelerin uygulandığı yerde bulunan ve beslenen bazı böcek türlerindeki gelişme bozukluklarının fark edilmesiyle tesadüfen tespit edilmiştir. Bu bileşikler ile yapılan detaylı çalışmalar ile genel yapısı R-NH-C(=O)-NH-R şeklindeki üre yapısında olan bileşiklere benzen halkalarının ilave edilmesiyle böceklerle etkili aktif maddeler sentezlenebilmiştir. Hem üre, hem de benzen yapıları bulunması nedeniyle bu bileşiklere benzoyl urea adı verilmektedir. Günümüzde sentezlenen hemen tüm etkili maddelerde benzen ve üre yapısı muhafaza edilmiş, değişik sadece benzen halkasına halojen atomları ilave edilerek gerçekleştirilmiştir.

İlk benzoyl üre olan diflubenzuron 1972 yılında, triflumuron ise 1978 yılında sentezlenmiştir. Bunu 1986'da hexaflumuron ve flufenoxuron takip etmiştir.

Benzoyl üreler kitin sentezini engellemek suretiyle böceklerin gelişimine olumsuz etkide bulunurlar. Daha çok ağız yoluyla alındıklarında mide yoluyla etkili olsalar da az da olsa kontak etkileri de vardır. Genel olarak lepidopter ve coleopter larvaları gibi ısırıcı-çiğneyici ağız yapısına sahip tam başkalaşım gösteren böceklerin larvalarına etkilidirler. Larvalar deri değiştirmeyi gerçekleştiremediğinden ölüm genellikle su kaybı, açlık veya avlanma yoluyla olur.

Etki mekanizması itibarıyla böcek gelişim düzenleyicilerinden olan bu bileşiklerin sıcakkanlılara toksisiteleri oldukça düşüktür. Ancak bitki, toprak ve suda kalıcılıklarının genelde fazla olması nedeniyle kalıntı problemleri ile çevreye olumsuz etkilerine dikkat edilmesi gerekir.

Ülkemizde ruhsatlı aktif maddeleri chlorfluazuron, diflubenzuron, flufenoxuron, hexaflumuron, lufenuron, novaluron, teflubenzuron ve triflumuron'dur.

6.1.3.6. Neonikotinoidler

Nikotinoidler ve clonikotiniller olarak da adlandırılan acetamiprid, clothianidin, imidacloprid, thiacloprid ve thiamethoxam gibi aktif maddeler çok tüketilen insektisitler içinde yer almışlardır. Oldukça yeni olan bu gruptaki bileşikler sinir sisteminde ACh gibi davranarak nikotinic ACh reseptörlerine bağlamakta, bir uyarı sonucu doğal olarak oluşan ACh, alıcı reseptörleri tıkalı olduğu için sinaptik bölgede yığılmakta ve sonuçta böceğin ölümüne neden olarak etkili olmaktadır.

Kontakt ve mide zehiri olmaları yanında sistemik etkili olmaları nedeniyle yaprakların alt kısmında ve özellikle genç sürgünler gibi büyüme noktalarında zararlı olan hem ısırıcı-çiğneyici hem de sokucu emici ağız parçalarına sahip böceklerle oldukça etkili olmaktadır. Sistemik özellikleri nedeniyle bitkilerde uç kısımlara doğru hareket etmeleri onların hem tohumu hem yeşil aksama



uygulanmalarına olanak sağlamaktadır. Etki sürelerinin uzun olması, düşük miktarlarda böceklerle yüksek etkinlik göstermeleri, memelilere zehirliliklerinin orta derecede olması farklı etki mekanizmaları nedeniyle organik fosforlu ve karbamatlı insektisitlere karşı oluşan dayanıklı popülasyonların mücadelesinde etkili olmaları kullanım alanlarını her geçen gün arttırmaktadır.

6.1.4. Yağlar

Yağlar aslında fiziksel etki mekanizmaları nedeniyle sadece böceklerle değil, diğer zararlılara karşı da kullanılmakta bu nedenle Kış Mücadele İlaçları ve Yazlık Yağlar olarak da anılmaktadırlar.

Yağlar zararlılara karşı doğrudan veya diğer insektisitlerin emülsiyon formülasyonlarını hazırlamada eritici olarak kullanılır.

6.1.4.1. Petrol yağları

Rafine edilmiş ham petrolün 300-400°C'da damıtılması ile elde edilir. Daha sonra bazı kimyasal bileşiklerle fitotoksik etkisi giderilir. İçerdiği doymuş ve doymamış hidrokarbonların miktarına göre özellikleri de değişir. Bu özelliklerine göre bahar ve yaz aylarında kullanılanlar yazlık, bitkilerin uyku dönemlerinde yani kışın kullanılanlar kışlık olarak iki gruba ayrılırlar.

a) Yazlık yağlar: Doymuş hidrokarbonların fazla, yani sülfana olmuş kısmın fazla olduğu yağlardır. Sülfanasyon derecesi %90-98 arasındadır. Bu nedenle fitotoksik değildirler. Bitkilerin gelişme dönemlerinde, yani yaz aylarında 35 °C'nin üzerindeki sıcaklıklarda kullanılırlar. Beyaz yağlar kükürtlü ilaçlarla birlikte kullanılmamalıdır. Kullanılması halinde yapraklarda yanıklıklara neden olur. Ayrıca bitkilerde stomaları kapatmaları nedeniyle bitkinin bundan etkilenmesini en aza indirmek için beyaz yağlarla yapılacak ilaçlamalardan önce bitkinin iyice sulanmış olması veya su stresinde olmaması gerekir. Beyaz yağlarla kükürt veya kükürtlü ilaçlarla yapılacak ilaçlamalar arasında en az 15-20 günlük zaman olmalıdır.

b) Kışlık yağlar: Safılık dereceleri düşük, dolayısıyla sülfana olmuş kısmın az olduğu, diğer bir deyişle doymamış hidrokarbonların fazla olduğu yağlardır. Sülfanasyon derecesi %50-90'dır. Bu nedenle fitotoksiktirler. Kış aylarında ve yaprağını döken ağaçlara uygulanır. Bitkilerin uyku dönemlerinde kullanılırlar. Genellikle gözlerin kabarmaya başlamasından 8-10 gün önce uygulamalarının bitmiş olması gerekir.

Petrol yağları diğer insektisitlerle de karıştırılarak kullanılabilirler. Özellikle organik fosforlu insektisitlerle karıştırılmış preparatları vardır.

6.1.4.2. Katran yağları

Maden kömüründen kok kömürü elde edilmesi sırasında oluşan ham kömür katranının damıtılmasıyla elde edilirler. Suda erimezler ve böceklerle etkisi petrol yağlarından daha düşüktür. Fitotoksiktirler ve bu nedenle yaprağını döken bitkilerin uyku dönemlerinde yani



kışın kullanılırlar. Uygulamanın ağaçlarda gözlerin kabarmasından 8-10 gün önce yapılmış olması gerekir. Katran yağlarının DNOC eklenerek elde edilmiş preparatları da vardır.

6.1.5. Dinitro bileşikleri

İlk kez 1892 yılında Almanya'da kullanılmışlardır. Kontakt ve mide zehiri etkilidirler. Albuminli maddeleri etkilediklerinden ovisit etkiye de sahiptirler. Herbisit etkili olduklarından bitkilerin uyku dönemlerinde ve sadece yaprağını döken ağaçlarda kışın kullanılırlar.

6.1.6. Fumigantlar

Sadece böcekleri değil akarlar, nematodlar, omurgalılar gibi tüm hayvansal kökenli canlıları, funguslar gibi mikroorganizmaları ve hatta bitkileri gaz oluşturarak öldüren bileşiklerdir. Bunlar çoğunlukla böceklerle karşı kullanıldıklarından insektisitler grubu içinde ele alınmıştır. Katı, sıvı ve gaz halindedirler. Böceklerle ve diğer zararlılara solunum yoluyla etkilidirler. Ayrıca yumurtanın micropylinden nüfuz ederek yumurtayı da öldürürler. Fumigantlarda bazı özelliklerin bulunması gerekir. Bunlar:

- ✓ Kolay gaz haline geçebilmeli,
- ✓ Gaz iyi nüfuz edebilmeli,
- ✓ Zararlılara karşı etkili olmalı,
- ✓ Ürünlere zarar vermemeli,
- ✓ Etkisi çabuk yok olmalı,
- ✓ Patlayıcı olmamalıdır.

Böcekler zehirli gazın etkisinden korunmak için uzun süre stigmalarını kapalı tutabilirler. Bunu önlemek için gaz halindeki fumigantlar içine metil asetat, CO₂ gibi gazlar eklenir.

Fumigantlar bütün hayvansal organizmalar için zehirlidirler. Kullanımları sırasında insanlar ve evcil hayvanlar için özel önlemlerin alınması gerekir. Fumigantların uygulanması işlemine fumigasyon adı verilir. Fumigasyon işlemi yapan kişilere de fumigasyon operatörü adı verilir. Fumigasyon operatörleri fumigant maddelerin insan ve diğer canlılara zarar vermemesi için özel kurslardan geçmiş uygulayıcı uzman kişilerdir. Fumigasyon sadece bu kişiler tarafından yapılabilir. Fumigasyon sırasında gaz maskesi, eldiven gibi koruyucu araçların kullanılmasının yanında uygulamanın yapılacağı kapalı hacimlerde kesin sızdırmazlık önlemlerinin alınması gerekir.

Aluminium phosphide (A₁P)

Çıkardığı Phosphine (PH₃) gazı ile solunum zehiri etkilidir. Phosphine renksiz, karpit kokusunda ve yanıcı bir gazdır. Havaya göre özgül ağırlığı 0,74, kaynama noktası 87,4°C'dir. Tüm hayvansal organizmalar için çok zehirlidir. Sıcaklığın 13-15°C olduğunda 5 gün, 16-20°C'de 4 gün, 21°C'de 3 gün süre yeterlidir.

**Magnesium phosphide (Mg_3P_2)**

Sarımsı yeşil renkli ve kristal halindedir. Tüm hayvansal organizmalar için çok zehirlidir.

Methyl bromide (CH_3Br)

Renksiz ve sıvı haldedir. Özgül ağırlığı $0^\circ C$ sıcaklıkta 1,73'dür. Kaynama noktası $4,5^\circ C$ 'dir. Varlığını belli etmek için içine kloropikrin eklenir. Gazın özgül ağırlığı havaya göre 1,27'dir. Patlamaz ve alev almaz. Zehirlilik sınıfı I'dir. LD_{50} ağızdan 214 mg/kg, solunumla sıçanlarda 3120 ppm/15 dk., insanlarda 60000 ppm/2 saatir. Tolerans, bromür olarak yağlı tohumlarda 200 ppm, patatest 75 ppm, kum hububatta 50 ppm ve yaş meyvelerde 75 ppm'dir.

Ambarlanmış tohumlar, kuru maddeler, ev eşyaları ve toprak fumigasyonunda kullanılır. Yağlarda erimesi nedeniyle yağlı tohumlarda kullanılmamalıdır. Fitotoksik değildir. Normal dozlarda tohumların çimlenme gücüne etkisi çok düşüktür. Normal basınçlı doz 30-100 gr/m³ ve fumigasyon süresi 18-24 saatir. Depolanmış ürünlerin fumigasyonunda bromür kalıntısının zararlı etkisi nedeniyle artık kullanılmamaktadır. Sadece toprak fumigasyonunda nematisit ve fungusit etkisinden yararlanılmak amacıyla seralarda ve fideliklerde kullanılmaktadır. Birçok Avrupa ülkesinde kullanımı yasaklanmıştır.

Naftalin ($C_{10}H_8$)

Gazının ağırlığı havaya göre 4,4'dür. Toksik ve kaçınıcı etkisi vardır. Elbise güvesi, Dermestidae türlerine karşı kaçırıcı olarak kullanılır. Seralarda özel lambalarla 30 gr'lık naftalinle 28 m³'lük hacmi gazlama mümkündür.

Paradiklorobenzen ($C_2H_4Cl_2$)

Ticarete globol ve paracide olarak bilinir. Erime noktası $53^\circ C$ 'dir. Havada ağır gaz haline geçer. Gazın havaya göre ağırlığı 5,1'dir. Evlerde ve böcek koleksiyonlarında kaçırıcı olarak kullanılır.

6.2. Akarisitler

İnsektisitlerin bir kısmı, özellikle sistemik olanlar aynı zamanda akarisit etkiye de sahiptirler. Kükürt ve kükürtlü bileşikler akarisit olarak ilk kullanılan bileşiklerdir. Günümüzde elementer kükürt toz ve WP halinde akarılara karşı yoğun olarak kullanılmaktadır. Bazı fungusitler, özellikle kükürtlü olanlar akarisit etkiye de sahiptir.

Sadece akarları öldüren, böceklerle etkili olmayan bileşiklere spesifik akarisitler adı verilir. Bu bölümde ele alınan bu spesifik akarisitlerdir. Bunlar organik yapıda olan bileşiklerdir.

Türkiye'de ruhsatlı olan akarisitleri 5 grup altında toplamak mümkündür.

Halojen ve Oksijenliler: Bromopropylate ve dicofol

Amin ve Hidrazin Türevleri: Amitraz

Kükürtlüler: Propargite, Quinomethionate ve tetradifon



Organik Kalaylılar: Azocyclotin, cyhexatin ve fenbutatin-oxide

Diğerleri: Abamectin, bifenazate, clofentezine, etoxazole, fenazaquin, fenpyroximate, flubenzimine, halfenprox, hexythiazox, milbemectin, pyridaben, pyrimidifen, spirodiclofen, spiromesifen ve tebufenpyrad"dır.

6.3. Nematisitler

Nematisit etkili ilaçlar aynı zamanda toprak fumigantlarıdır. Fungisit, herbisit ve insektisit etkiye de sahiptirler. Organik yapıda olan nematisitlerin çoğu gaz verebilen bileşiklerdir ve toprağın yapısına göre değişik dağılım gösterirler. Toprak nemisi ve toprak sıcaklığı dağılımda önemli rol oynar. Fitotoksik olduklarından ancak tarlada bitki yokken uygulanabilir. Uygulanmalarından belirli bir süre geçtikten sonra, ekim veya dikimin yapılması gerekmektedir. Bazıları (oxamyl) ise fitotoksik değildir ve bu nedenle bitki mevcutken uygulanabilirler. Toprağa uygulanan sistemik insektisitlerden bazıları da nematisit etkiye sahiptir.

Yurdumuzda ruhsatlı olan aktif maddeler; cadusafos, dazomet, dichloropropene, ethoprophos, fenamiphos, fosthiazate, metam sodium ve oxamyl'dir.

6.4. Mollussisitler

Zehirli yem halinde kullanılırlar. Yurdumuzda ruhsatlı olan preparatlar aktif madde olarak metaldehyde içerirler. Bu bileşik sıcakkanlılar için düşük zehirlidir. Zehirlilik sınıfı 3'dür. LD₅₀ ağızdan 250-1000 mg/kg'dır.

6.5. Rodentisitler

Kemirgenlere karşı kullanılan kimyasal maddelere rodentisit adı verilir. Rodentisitler daha çok tarlalarda, depo ve ambarlarda ve evlerde kullanılırlar. Bunları 3 grup altında toplamak mümkündür.

- ✓ Zehirli yem halinde kullanılanlar
- ✓ Gaz halinde kullanılanlar
- ✓ Doğrudan kullanılanlar

6.5.1. Zehirli yem halinde kullanılanlar

Özel olarak hazırlanacak yemlerdir. Zehirli yem içinde üç ana unsur bulunur. Bunlar; zehir, yem ve diğer ilave maddelerdir.

Zehir olarak kullanılan maddeler; striknin sülfat, talyum sülfat, çinko fosfor ve antiguagulant maddelerdir.

Yem kısmı; buğday, patates kırmısı gibi fare ve sıçanların yiyebileceği ve sevdiği maddelerdir.

Diğer ilave maddeler olarak tatlandırma amacıyla şeker, sakkarin, melas; cezbetme amacıyla vazelin, yanmış mısır, keten yağı; iştah açıcı olarak mısır yağı, parafin; boya maddesi olarak Eosin, Malahit yeşili, Fuchsin yapıştırıcı olarak da vazelin veya jelatin kullanılır.



6.6. Fungusitler

Bitki hastalığı etmenleri ile mücadele etmek ve onları tahrip etmek için, kullanılan etkili maddeler yani ilaçlar arasında; püskürtme maddeler, toz haldeki maddeler ve gazla döñüşen maddeler vardır.

Bitki sağlığı için hastalıklara karşı kullanılan ilaçlar, insan sağlığı için kullanılan maddelerden ve ilaçlardan farklıdır. Hastalık etmenlerini taşıyan vektör özellikli birçok tahripçi böcek, istila ettiği bitkinin yüzeyinde yaşadığı ve faaliyet gösterdiği için, bunları tahrip veya defetmenin yolu; katı, sıvı ve gaz halindeki kimyasal ve zehirli mücadele maddelerinin bitki yüzeylerine uygulanması ile başarılabilir. Odun oyucu böcek larvaları bile bazı zamanlarda yüzeye çıkmakta veya yüzeye bırakılmış yumurtada gelişmektedir. Diğer taraftan parazit mantarlar esas olarak konukçularının dokuları içerisinde yaşamakta ve gelişmektedir. Bu yüzden etraftaki canlı dokulara zarar vermeden bunları öldürmek mümkün değildir. Mantarların sebep olduğu hastalıkların denetim altına alınması büyük ölçüde bu elementlerin konukçunun içerisine giriş yapmasının önlenmesine bağlı olmaktadır. Mantar sporlarını tahrip eden veya sporların çimlenmesini önleyen kimyasal maddeler ile bitki yüzeyine püskürtme ve tozlama uygulanarak ilaçlama yapılmalıdır. Mesela gerçek külleme hastalığına neden olan mantarlar gibi bazı mantarlar, bitki yüzeyinde gelişirler ve bunların miseli konukçu bitkiye hasar verilmeksizin öldürülebilir. Toprak içindeki mantarlar ve hayvanlar, ancak toprak parçacıkları arasındaki küçücük gözeneklere girebilen gazlar (fumigant) ile gazlama (fümigasyon) yöntemi kullanılarak denetim altında tutulabilir.

Mantar ve hayvan kökenli hastalık etmenleri ile mücadele için kullanılan maddeler, sadece bu parazitlere karşı zehirli etkide bulunabilir özellikte olmalıdır. Ancak temas ettikleri bitki kısımlarına hemen hemen zararsız olmalıdır. Tecrübesiz işçiler tarafından püskürtme maddelerinin kullanılması bitkiye parazitlerden daha çok zarar verebilmektedir. Bilindiği gibi ılıman bölgelerde bazı bitkiler büyümenin kesildiği bir uyuşukluk dönemi geçirmek üzere yaprak dökümüne uğrarlar. Böyle zamanlarda bitkiler, zehirli maddeler ile hasar vermeye en az elverişli durumda bulunmaktadır. Bu durumun tersi olarak büyüme mevsimi esnasında uygulanan püskürtme maddeleri kuvvetlice atılırsa hasar verici sonuç ortaya çıkmaktadır. Bu yüzden uyuşuk dönem püskürtme maddesi ve yazın uygulanan kuvvetli püskürtme maddesi şeklinde ilaçlar vardır. İlaçlar; hedef alınan bitki zararlısına ve hastalık etmenine göre seyreltilmektedir. Öldürebilecek olan en düşük yoğunluk en çok istenilen orandır.

Toprak üstü bitki kısımlarının ilaçlanması

Bu çeşit ilaçlamalar, bitkilerin toprak üstü kısımlarında ve yeşil organlarında hastalık yaratan etkenlere karşı yapılır. Hastalıklara karşı koruma maksadı ile imal edilmiş olduklarından bu ilaçlar, herhangi bir mantar veya bakteri hastalığını önleyebilmek için



uygulanırken bitkinin tüm yüzeyine ulaşacak ve örtecek şekilde atılmalıdır. Bu ilaçların fungusit özelliği taşıyanları bitki yüzeylerinde mevcut olabilen mantar sporlarının çimlenmesini durdurur, çimlenenleri öldürücü etkide bulunur ve bakterisit özellikli olanları ise bakterilerin çoğalmasını durdurarak ölüm meydana getirir. Toprak üstü bitki kısımlarına ilaçların uygulanması:

- 1) Püskürtme
- 2) Yağmurlama
- 3) Toz ilaçlama
- 4) Sis oluşturma
- 5) Gaza dönüştürme şeklinde yapılmaktadır.

Tohumların ve bitki çoğaltma kısımlarının ilaçlanması

Tohum, yumru ve soğan gibi bitki çoğaltma kısımlarının gelişmesinden önce, bunların doku içlerinde ve yüzeylerinde bulunan hastalık etmenlerinden korunmak için ilaçlanması gerekmektedir. İlaçlama yolu ile bu çeşit çoğaltma materyalinde mevcut tüm mikroorganizmaların tamamının öldürülmesi amaçlanmaz, belirlenen bazı hastalık etmenleri hedef alınarak bunlara karşı işlem yapılır.

Bu arada sistemik etkiye sahip bazı tohum ilaçları da vardır. Bunların tohumlara uygulanması ile bu işlemi görmüş olan tohumlardan gelişen bitkiler bir süre hava ve toprak kaynaklı hastalık etmenlerinden korunabilmektedir.

Bitki hastalıklarına karşı tohumların ilaçlanması yolu ile mücadele yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Bu şekildeki mücadele hem ucuza gelmekte hem de etkili koruma sağlamaktadır. İyi ve başarılı sonuçlar alınabilmesi, kullanılacak olan alete ve yöntemle bağlı olarak değişkenlik göstermektedir.

Toprağın ilaçlanması

Bilindiği gibi toprak bakteri, virüs, mantar, hayvan ve yabancı ot gibi çok sayıda hastalık etkeninin çeşitli yapılarını ve kısımlarını barındırmaktadır. Bu bakımdan bazı toprak hastalıkları ile mücadele için çeşitli yöntemler kullanılır bunlardan biri de toprak ilaçlamasıdır.

Toprakta kullanılan fungusitler

Topraktan kaynaklanan hastalıklara karşı uygulanan kimyasal maddelere toprak ilacı veya toprak fungusiti denir. Toprak ilaçları çeşitli yollardan toprağa verilmektedir. İlaçlar doğrudan toprak yüzeyine uygulanarak veya toprağa karıştırılarak verilir. İlaçlama tohumların veya çoğaltma kısımlarının;

- 1) Ekilmesinden önce,
- 2) Toprak yüzeyine çıkmasından önce,
- 3) Büyümüş bir bitki haline gelme safhasında yapılabilir.



Toprak dezenfeksiyonu

Bilindiği üzere dezenfeksiyon işlemi, hastalıkların canlı etmenlerini yok etmek anlamına gelir. Toprağın bitki yetiştirme ortamlarının ve mekanlarının (*Phytophthora*, *Verticillium*, *Pythium*, *Fusarium*, *Sclerotinia*, ve *Monilia* cinsleri mensubu) parazit mantarlardan, parazit bakterilerden, toprak hayvanları olan parazit nematodlardan, yabancı otların tohumları ve toprak altı çoğalma yapılarından kurtarılması için kimyasal maddelerin kullanılması gerekmektedir. Bu işleme toprak dezenfeksiyonu denir. Toprak dezenfeksiyonu için kullanılan ilaçlar gaz halde bulunurlar ve belli bir hastalık etmenini etkisizleştirmeyi hedeflemezler. Bu nedenle toprak dezenfeksiyonu bir bakımdan gazlama (fümigasyon) işlemidir ve çoğunlukla ilaçlarda gaz veren (fumigant) bir maddedir. Toprak dezenfeksiyonunda kullanılan kimyasal maddeler arasında kloropikrin, metilbromid, metilisothisyanat, dazomet ve formaldehit vardır. Toprak çeşitli yöntemler kullanılarak bu maddeler ile muamele edilir.

Mantar Hastalığı Etmenlerine Karşı Kullanılan İlaçlar (Fungusitler)

Mantar mücadele ilaçlarının (fungusit) özellikleri

Fungusit Latince'de mantar anlamına gelen "fungus" ile öldürmek anlamına gelen "caedo" kelimelerinden türetilen birleşik bir isimdir, teknik ve bilimsel bir terimdir. Mantar öldüren madde anlamına gelmektedir. Mantarları tahrip etme etkisi, fiziksel etkenler tarafından da gerçekleştirilmesine yani fiziksel bir eylem olmasına rağmen fungusit kelimesinden kastedilen, bitki hastalığına sebep olan mantarlarca yaratılan hastalıkları engelleyen ve önleyen kimyasal, aynı zamanda zehirli bir maddedir.

Fungusitlerin genel özelliğinin koruyucu olmasından dolayı daha hastalık ortaya çıkmadan önce, korunacak bitki bu maddeler ile muamele edilmelidir. Fungusit uygulamasında dikkat edilmesi gereken bir başka konu da bitkinin yüzeyinde hiç ilaçlanmamış kısım bırakılmamasıdır. Bitkinin herhangi bir dokusu ilaçlanmamış kalırsa burada gelişecek olan hastalık etmeni, ilacın etkisi geçtiği zaman bitkide yayılarak hastalık meydana getirir.

Mantar Mücadele İlaçları (Fungusit)

Mantar mücadele ilaçlarını etki şekillerine göre:

- 1) Koruyucu fungusit
- 2) Yarı sistemik fungusit
- 3) Sistemik fungusit olarak sınıflandırılır.

Bunun dışında sınıflandırma ölçütleri de vardır. Uygulanan konukçu bitki organına göre;

- 1) Yaprak fungusiti
- 2) Tohum fungusiti
- 3) Toprak fungusiti



Hedef alınan hastalık etmenine göre; çok engelleyici ve tek engelleyici olarak, etkili kimyasal maddeye göre ise inorganik ve organik fungusit olarak sınıflandırılabilir. İçerdiği etkili kimyasal maddeye göre ise fungusitler şu şekilde gruplandırılmaktadır:

Bakırlı mücadele ilaçları

Bakır bileşiklerinden ibaret olan ilaçlar koruyucu özellik taşıdıklarından hastalık ortaya çıkmadan önce bitkiye atılırlar. İlaçlanan bitkilerde bunların iyi ve kötü etkileri ortaya çıkmaktadır. Güz mevsiminde yaprakların daha uzun süre yeşil kalması ve dökülmenin gecikmesi bu gibi etkiler arasındadır.

Göztaşının (bakır sülfat) ilk kullanılan bakırlı mantar mücadele ilacı olduğu ifade edilmektedir. 1872 yılında ilk kurulan bordo bulamacı günümüzde değeri hala kaybolmamış bir fungusittir. Bordo bulamacı denilen bakır sülfat ve sönmüş kireç karışımı ilaç, birçok bakteri hastalığına ve mantar hastalığına karşı dünyanın her tarafında yaygın olarak kullanılmaya devam edilmektedir. Bordo bulamacı bitki üreticileri tarafından bizzat hazırlanarak uygulanır. Bu ilacın etkileyip denetim altına aldığı hastalıklar arasında mantarların ve bakterilerin meydana getirdiği yaprak lekelenmesi, gerçek külleme, doku bozulması, yanıklık ve lekeli doku ölümü (antraknoz) gibi hastalıklar vardır. Bitkilerin uyuşuk oldukları dinlenme dönemlerindeki ilaçlamalarda %2'lik (2 kg bakır sülfat + 2 kg sönmüş kireç + 100 lt su) gibi yüksek dozlu bordo bulamacı uygulanır. En sık kullanılan doz %1'lidir. Bakırlı ilaçlara karşı hassas bitkilere de hassas oldukları dönemlerde %0,5'lik gibi düşük dozda kullanılmalıdır.

Bakırlı diğer ilaçlar arasında etkili maddesi bazik bakır karbonat, bakıroksiklorür, bakırhidroksit ve bakıroksit gibi kimyasal maddeler olan hazırlanmış birçok ilaç vardır. Bakırlı ilaçlar su seyreltildikten sonra uygulanır. Ayrıca toz halindeki bakırlı ilaçlar da vardır.

Cıvalı mücadele ilaçları

Mantarlara karşı çok etkili ilaçlardır. Bu çeşit ilaçların etkili maddesi olan cıva, bitkilere ve sıcakkanlı hayvanlara karşı çok zehirdir. Birçok ülkede ve ülkemizde bu ilaçların kullanılması yasaktır. Organik cıva bileşiği özelliği taşıyan ilaçlar, inorganik olanlardan daha az zehir taşır ve bitkilerde daha az zehirli etkiye yol açar.

Kalaylı mücadele ilaçları

Kalay esasına dayanan ilaçlar, bakırlı ilaçların etkili olduğu mantar hastalıklarına karşı da kullanılabilir.

Ditiyokarbamat esasına dayanan mücadele ilaçları

Ditiyokarbamatlar bitkilerin yeşil kısımlarının ve tohumların hastalıktan korunmasında kullanılan ilaçlardandır. Geniş bir etki alanına (spektrum) sahiptirler. Bu ilaçlar, ditiyokarbamik asitin türevleridir. Bunlar; thiuramdisülfidler, metalli ditiyokarbamatlar ve etilenbis ditiyokarbamatlar olarak üçe ayrılır.



Dinitro bileşiklerine dayanan mücadele ilaçları

Bu gruba giren ve bitki hastalıklarıyla mücadelede kullanılan ilaçlarda üç çeşit etkili madde vardır. Bunlar; dinitroorthokresol (DNOC), dinokap (karathan) ve binapakrildir.

Sistemik özellik taşıyan mücadele ilaçları

Uygulanan bitkinin bir dokusu tarafından bünyeye alındıktan sonra başka dokulara ve organlara götürülebilen, bitkiye hem uygulama yerinde hem de götürüldüğü bitki kısımlarında etki yapan maddelerdir. Bu ilaçlar gövdeden, tohumdan ve özellikle kökten ve yapraktan bitki bünyesine alınmakta, bitki dokuları içerisinde aşağıdan yukarıya yani kökten yukarıya ve yukarıdan aşağıya yani yapraktan diğer dokulara ve organlara taşınmaktadır.

Sistemik bitki koruma ilaçlarının sınıflandırılmasında; asilalanin, benzimidazol, karboksamid, hidroksipirimidin, morfolin, organik fosforlu olarak; pirimidin, piridin, piperidin ve himidazol, triazolden başka sistemik fungusitler gibi gruplar vardır.

Önemli Fungisitler

Anilazin: Diren ve kemat ticari isimleri ile satılmaktadır. Yaprak lekesi hastalıklarının denetim altına alınmasında kullanılır. Kimyasal yapısı, 4,6-Dikloro-N-(2-klorophenyl) 11,3,5-triazin-2 amindir. LD₅₀=2710'dur.

Benomil: Benlat ticari ismi ile satılır. Süs bitkileri, gül (*Rosa sp.*), süs ağaçlarının ve çimenlik çayır otlarının hastalıklarına karşı yaygın olarak kullanılır. Kimya yapısı; Methyl1-(Butilkarbamoyl)-2-benzimidazole-karbamattır. LD₅₀=10 000'dir.

Bordo bulamacı: En eski ve halen kullanılmakta olan çok faydalı bir mantar mücadele ilacıdır. Kullanım için hazır olduktan sonra püskürtme şeklinde verilmesi ile öldürme etkisi, karışımda bulunan bakır tuzu yani bakır sülfat sayesinde. Bu karışım bakır sülfat (mavi vitriol=göztaşı) ve sönmüş kirecin (kalsiyum hidroksit) çeşitli oranlarda karıştırılması ile hazırlanır. Formül: 2-2-250'dir. Yani 2 kısım bakır sülfat, 2 kısım sönmüş kireç taşı ve 250 kısım su (mesela 250 lt). Bu oranlar genelde faydalıdır ve standart bir karışımdır. Buradaki kireç azaltılabilir ve 1-0,5-250 veya 1,5-0,5-250 oranları belli bitkiler için tatmin edicidir. Yapraklarda çok kalıntı bırakmaz. Bu ilaca karşı bazı bitkiler çok hassas olur ve kireçten dolayı yanabilirler.

Küçük miktarda bordo bulamacı hazırlamak için; 120 gr bakır sülfat kristali 5 litre suda eritilir. Aynı bir yerde 60 gr sönmüş kireç 10 litre su ile sulandırılır. Bakır sülfat eriyiği sulu kirece katılır. Böylece 15 litre bordo bulamacı elde edilir ki bu da 2-1-250 oranına karşılık gelir. Bu iki eriyiğin karıştırılması sonucu çözünmeyen veya bağlı kalan jelatin gibi bakır çökelir. Yapraklar üzerinde kuruduğu zaman, yapraklara yapışan zar gibi bir örtü oluşturur. Karışım çok uzun kalırsa yapışkanlığını kaybeder. Bordo bulamacı taze olarak kullanılmalıdır.



Bağlı bakır bileşikler olarak; basic copper sulfate, tribasic copper sulfate, basi-cop, microcop, copper 53 fungicide ve T-B-C-S 53 pazarlanmaktadır.

Diğer bakırlı fungusitler; bordo, bordo-mix, C-O-C-S, kocide 101, miller 658, ortho copper fungicide ve coprantol ticari isimleri ile satılmaktadır.

Kadmiyumklorür: Çimenlik çayır otu bitkilerinin mantar hastalıklarına karşı kullanılır. %20,1'lik bir oran %12,3'lük kadmiyum etkili maddesine denk gelmektedir.

Kadmiyumsuksinat: Çimenlik çayır otu bitkilerinin hastalıklarını denetim altına almakta kullanılır. Cadminate ticari adı ile satılır. Etkili madde olarak %29'u metal olmak üzere %60 kadmiyumsuksinat içerir.

Kalsiyumpolisülfür: Kireçli kükürt de denilen bu ilaç gerçek külleme hastalıklarına karşı etkilidir. Bitkilerin dinlenme devresinde yoğun halde kullanılarak bitleri (aphid), küçük güveleri (mite) ve kabuklu böcekleri de kışlama durumunda tahrip eder. Bitkilerin dinlenme evresinde püskürtülmek üzere bir kısım yoğun kireçli kükürt 8-10 kısım su ile seyreltilir. Kireçli kükürt binaların, duvarların ve çardakların yakınında uygulanmaz. Çünkü buraları boyar. 50 kısım suda 1 kısım seyreltilerek bitkilerin büyüme mevsimi sırasında püskürtme maddesi olarak kullanılabilir. Kireçli kükürt toz olarak da kullanılmaya elverişlidir. 30°C'nin üstündeki hava sıcaklığı hallerinde ne toz ne de püskürtme maddesi olarak kullanılması doğru değildir.

Kaptan: Bu bir ticari isimdir. Orthocide ticari ismi ile de satılır. Karaleke ve siyah lekelenme gibi birçok yaprak hastalığını önlemede etkilidir. Kimyasal yapısı; cis-N-(trichloromethyl) thio-4-cyclohexene-1-2-dicarboximide'dir. LD₅₀=9000'dir.

Sipreks: Ticari isimlerden biri budur. Dodline olarak da bilinen bu ilaç karacevizin (*Juglans nigra*) ve çınarın (*Platanus* sp.) yaprak yanıklığı hastalığında etkilidir. Kimyasal yapısı; n-dodecyguaniidine acetat'dır. LD₅₀=1000'dir.

Demosan: Bu isim altında satılır. Khloroneb ve tersan SP çayır otlarının şerit rastık hastalığını denetim altına alır. Kimyasal yapısı; 1,4-dichloro-2,5-dimethoxbenzene'dir.

Difolatan: Bu isimle satılır. Çınardaki (*Platanus* sp.) lekeli doku ölümü hastalığında kullanılır. Kimyasal yapısı; cis-N-(1,1,2,2-tetrachloroethyl) thio - 4 - cyclohexen - 1 - 2 - dicarboximide' dir. LD₅₀=6200'dür.

Dithan M-45: Bu isim ve manzete 200 fungusite ismi ile satılır. Birçok süs bitkisinin hastalıklarını önlemede etkilidir. Kimyasal yapısı; Çinko iyonu ve manganez etilen bisdithiocarbamat ürünüdür. LD₅₀=8000'dir.



Dovisid B: Bu isimle satılır. Bazı çiçekli bitkilerin soğanlarının bazı hastalıklarında etkilidir. Kimyasal yapısı; Sodyum 2-4,5-trichlorophenate'dir.

Diren: Aynı isim ile satılır. Kemate ve anilazin adı ile de pazarlanır. Yaprak lekelenmesi hastalıklarını denetim altına alır. Kimyasal yapısı; 4,6-dichloro-N-(2-chlorophenyl) 1,3,5-triazin-2-amine'dir. $LD_{50}=2710$ 'dur.

Ferbam: Karbamatların ilk pazarlananıdır. Fermante, karbam black, carbamate, coromate ve vancide FE isimleri ile satılır. Çiçek elması (*Malus* sp.) ve ardıç (*Juniperus* sp.) bitkilerinin ardıç elma pası hastalığının etmeni olan (*Gymnosporangium clavariaforme*) mantarı denetler. Gül (*Rosa* sp.) bitkisinin siyah leke hastalığına tek başına veya birleşik püskürtme maddesi olarak etkilidir. Kimyasal yapısı; ferric dimethyl dithiocarbamate'dir. $LD_{50}=17\ 000$ 'dir.

Fore: Bu isim ile satılır. Otsu bitkilerde ve odunsu bitkilerin mantar hastalıklarını denetim altında tutmak için kullanılır. Dithane M-45'in özel formülüdür. $LD_{50}=8000$ 'den fazladır.

Formaldehit: Formalin olarak da bilinir. Toprak kaynaklı parazit mantarlara karşı kullanılır. Her türlü bitkiye yüksek derecede zehirlidir ve toprak sadece çıplak haldeyken kullanılmalıdır.

Fungineks: Bu isim ile satıldığı gibi triforine olarak da bilinir. Siyah lekelenme hastalığı, gerçek külleme hastalığı ve pas hastalığı gibi hastalıklarda oldukça etkilidir. Kimyasal yapısı; N,N(1,4-piperazinedil-bis-2,2,2-trichloroethylidene)-bis-formamide'dir.

Fungo 50: Ticari ismi Fungo 50'dir. Çimenlik çayır otlarının hastalıklarında etkilidir. Kimyasal yapısı; dimethyl4,4-o-phenylenebis 3-thioallphanate'dir.

Karathan: Bu isim ile satıldığı gibi dinocap ve mildex olarak da pazarlanır. Gerçek külleme hastalıklarını denetler. Kimyasal yapısı; 2,4-dinitro-6-octyl-phenylcrotonate, 2,6-dinitro-4-octyl-phenylcrotonate ve nitrooctyl-phenolser'dir. $LD_{50}=980$ 'dir.

Koban: Ticari olarak bu ad ile satılan bu ilaç, *Pythium* türü mantarlar tarafından sebep olunan hastalıklar için kullanılır.

Toz Kükürt: Uzun yıllardır (mesela gerçek külleme gibi) hastalıklara karşı kullanılır.

Maneb: Dithane M-22, manzate ve chem neb gibi ticari isimler altında satılan bu ilaç yaprak lekelenmesi hastalıklarında etkilidir. Kimyasal yapısı; manganese ethylene bis-dithiocarbamate'dir. $LD_{50}=6750$ 'dir.

Nabam: Dithane D-14 ve chem bam ticari isimleri ile satılır. Kimyasal yapısı; disodium ethylene-1,2-bisdithiocarbamate'dir. $LD_{50}=5000$ 'dir.



Natrifen: Aynı ticari isimle satılır. Orkide (*Orchis* sp.) tohumlarının bakteri hastalıklarına ve mantar hastalıklarında etkilidir. Kimyasal yapısı; 0-hydroxyphenyl'in sodyum tuzu'dur.

Parnon: Bu ad ile satılır. Gül (*Rosa* sp.) türlerinin gerçek külleme hastalıklarına karşı etkili olan uzun kalan bir ilaçtır. Kimyasal yapısı; a,a-bis(4-chlorophenyl)-3-pyridine methanol'dür. LD₅₀=5000'dir.

PCNB (Pentakloronitrobenzen): Terraclor ticari adı ile satılır. Toprağa yağmurlama şeklinde kullanılır ve mantarların sklerotium denilen dayanıklı misel yapısına karşı kullanılır. *Pellicularia* (*Rhizoctonia*), *Sclerotinia*, *Sclerotium*, *Plasmodiophora* ve *Botrytis* mantar cinslerinin türlerinde etkilidir. 5 litre suya 1 kaşık oranında, sera bitkilerinin devrilme hastalıklarına karşı kullanılır. *Pythium* ve *Phytophthora* türlerinde etkisizdir. Kimyasal yapısı; pentakloronitrobenzen'dir. LD₅₀=12 000'dir.

Faltan: Bu isim ve folten ismi ile satılır. Bitkilerdeki siyah lekelenme, gerçek külleme hastalığı, meyve ağacı hastalıkları ile mücadelede kullanılır. Gerçek külleme hastalıklarını denetim altına alan karbamat özellikli ilaçlardan biridir. Kimyasal formülü; N-(trichloromethylthio) panthalimide'dir. LD₅₀=10000'den büyüktür.

Figon: Ticari ismi de budur. Ayrıca dichlon olarak da satılır. Devrilme ve yaprak hastalıklarına püskürtme maddesi olarak kullanılır. Kimyasal yapısı; 2,3-dichloro-1-4-naphthquinone'dur. LD₅₀=1300'dür.

Pipron: Ticari olarak Pipron ve piperalin ismi ile satılır. Gerçek külleme hastalıkları ile mücadelede kullanılır. Kimyasal yapısı; 3-(2-methylpiperidino) propyl 3,4-dischlorobenzoate'dir.

Plantvaks: Ticari ismi Plantvaks ve oxycarboxin'dir. Süs elmasının (*Malus* sp.) pas hastalıklarının denetimi için kullanılır. Kimyasal yapısı; 5,6-dihydro-2-methyl-1,4-oxathin-3-carboxanilide-4,4-dioxide'dir. D₅₀=2000'dir.

Poliram: Bu isim ile satılır. Birçok mantar hastalığına karşı kullanılır. Kimyasal yapısı; ethylen bis (dithiocarbamate) zinc'dir. LD₅₀=10000'in üstüdür.

Potasyum permanganat: Fideciklerin devrilme hastalıklarına uygulanır. Alet ve edavatın steril edilmesinde kullanılır.

Streptomisin: Agri-strep, agrimycin 17 ve phytomycin gibi ticari isimler altında satılır. Elma (*Malus communis*), armut (*Pyrus communis*), ceviz (*Juglans* sp.) ve begonya (*Begonia* sp.) bitkilerindeki yanıklık hastalıklarına karşı kullanılır.

Termil: Bu ilaç, ticari olarak bulunan bravonun özel formülüdür ve ticari olarak satılır. Sera bitkilerinde boz küf hastalığının etmeni olan (*Botrytis cinera*) mantarını denetlemek maksadı ile tozlama yapmak üzere 300-400°C'lere ısıtıldığı zaman parçalanmadan buhar oluşturması için geliştirilmiştir. Tablet halindedir ve kimyasal yapısı; tetrachloro isophthalotrile'dir.



Tersan SP: Bu ticari isim ile satılır. Çimenlik arazilerdeki çayır otu bitkilerinin mantar hastalıklarında faydalanılır. Kimyasal yapısı; 1,4-dichloro-2,5-dimethoxybenzen'dir. LD₅₀=11000'in üstüdür.

Thiram: Arasan ve arasan 50-red ticari ismi ile tohum koruyucu olarak tersan 75 ve thylate isimleri ile pas hastalıklarının ve karaleke hastalıklarının denetimi için yaygın olarak kullanılmaktadır.

Tutan: Süs bitkilerinin depolama ve nakli sırasında, çiçeklerin *Botrytis* sp. tarafından çürütülmesini önlemek için kullanılır. Kimyasal yapısı; 2-aminobutane'dir.

Zineb: Parzate, dithane Z-78 ve chem-zineb ticari isimleri altında satılan çınardaki (*Platanus* sp.) lekeli doku ölümü hastalığı, yaprak lekesi hastalığı ve başka mantar hastalıklarına karşı koruyucu ilaç olarak kullanılır. Kimyasal yapısı; zinc ethylenne bisdithiocarbamate'dir. LD₅₀=5200'den daha yukarıdır.

Odunun Bozunmasına ve Çürümesine Karşı Kullanılan İlaçlar

Odun ürünlerinin mikroorganizmalar tarafından bozunması çok büyük maddi kayıplar meydana getirmektedir. Bakteriler, odunda renklenmeye sahip olan mantarlar, küf mantarları ve odun çürüten mantarlar gibi mikroorganizmalar odun hammaddesini ve kullanılmış odun materyalini olumsuz etkilemektedir.

Bakteriler öz odunun geçirgenliğini arttırmaktan başka, odunda büyük bir nitelik bozulmasına sebep olmaz. Oduna karşı meydana gelen bakteri saldırısına karşı, odunu korumak için, bazen bakterisitler kullanılırsa da bu uygulama ticari olarak benimsenmemiştir.

Odunda renklenmeye sebep olan mantarlar, odunun dayanıklılığına çok az etkide bulunur. Fakat sadece renklenmeden dolayı ortaya çıkan kusurdan dolayı odunun ticari değeri düşer.

Odunu tahrip eden (çürüten) mantarlar, odundan elde dılecek faydayı büyük ve olumsuz oranda etkiler. Büyük ekonomi kaybına neden olurlar.

Önemli bitki ürünü olan odunun korunmasında iki ana yöntem vardır. Birincisi; iyi inşaat teknikleri kullanarak ve su girmesine karşı engeller oluşturarak odunun dokusunun içine nem girişinin önlenmesi ve ikincisi de; çürütücü mantarlara karşı odunun kimyasal zehirli maddeler ile muamele edilmesidir.

Odunun korunmasında kullanılan kimyasal maddeler arasında; yağda çözünen fungusitler ve suda çözünen fungusitler bulunmaktadır.

Yağda Çözünen Fungusitler

Bunlar arasında; kreozot, pentaklorfenol, tributiltinoksit, bakırnaftanat, çinkonaftanat ve bakır-8-kinolinolat bulunmaktadır.



Suda Çözünen Fungusitler

Bunlar; boraks ve borikasıit, asit-bakırkromat, bakır-kromarsenat, amonyaklı-bakırarsenit, bakır-kromflorür ve bakır-krom-boron, florür-krom-arsenat-dinitrofenol'dür.

7. ENTEGRE ZARARLI YÖNETİMİ (EZY)

İkinci Dünya Savaşından sonra, sentetik olarak üretilen pestisitlerin kullanımı, diğer mücadele metotlarına göre daha pratik, başarılı ve ekonomik olmuştur. Bu nedenle üretimleri ve kullanımları hızlı bir şekilde artmıştır. Ancak sentetik kimyasalların kullanımı yaygınlaştıkça neden olduğu sorunlar artmaya başlamıştır. Bunların başında doğal dengenin bozulması, ilaçlara karşı zararlıların direnç kazanması, dayanıklı ırkların meydana gelmesi, uygulandığı ürünlerde kalıntı problemlerinin görülmesi gelmektedir. Hatta ilaç uygulamalarından sonra zararlı popülasyonlarının kısa sürede eski seviyelerine ulaşması, ikinci derecedeki zararlıların ortaya çıkması da bunlara eklenebilir. Ayrıca pestisit kullanımının sonucu olarak, toprak, hava ve su gibi çevre elementlerinin kirlenmesi, doğal düşmanlar, balansı, polinatörler gibi diğer böcekler, sıcakkanlı hayvanlar gibi hedef dışı diğer canlılara ve yaban hayatına istenmeyen yan etkileri gibi önemli sorunlar ortaya çıkmıştır. İşte bu nedenlerle Entegre Zararlı Yönetimi (EZY) fikri ortaya atılmıştır.

EZY düşüncesi bugünkü anlamıyla entegre mücadele kavramı ilk defa 1954 yılında ortaya atılmış olup ilkeleri, 1965 yılında Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Teşkilatı (FAO) tarafından Roma'da yapılan sempozyumda belirlenmiştir. Bitki koruma alanında geliştirilmiş en modern uygulama olarak kabul edilmektedir. İngilizcede yaygın olarak, Integrated Pest Management (IPM) ve Integrated Pest Control (IPC) olarak ifade edilen bu uygulama ülkemizde önceki yıllarda tamamlayıcı mücadele, tüm savaş ve entegre mücadele gibi isimlerle tanımlanmış olup günümüzde Entegre Zararlı Yönetimi olarak bilinmektedir.

EZY, FAO tarafından, "zararlı türlerin popülasyon dinamiklerini ve çevre ile ilişkilerini dikkate alarak, uygun olan bütün mücadele metotlarını ve tekniklerini uygun bir şekilde kullanarak, bunların popülasyonlarını, ekonomik zarar seviyesinin altında tutan bir zararlı yönetimi sistemidir" şeklinde tarif edilmekte ve bu tanım hemen her yerde kabul edilmektedir.

7.1. Neden Entegre Mücadele

Kimyasal mücadele, kolay uygulanabilmesi ve sonucunun hemen alınabilmesi gibi özellikleriyle en çok kullanılan yöntem haline gelmiştir. Kimyasal mücadelenin sık ve bilinçsizce kullanılması sonucu olarak da;

- ✓ İnsan ve hayvan sağlığının tehdit edilmesi,



- ✓ Gıda maddelerinde ilaç kalıntıları,
- ✓ Hastalık, zararlı, nematod ve yabancı ot türlerinin zamanla ilaçlara karşı direnç kazanmaları,
- ✓ Ekonomik zararlı olmayan bazı potansiyel zararlıların ekonomik zararlı durumuna geçmesi,
- ✓ Hedef alınmayan doğal düşmanlar, kuşlar, balıklar, arılar, yılanlar vb. canlıların öldürülmesiyle doğal dengenin bozulması, biyolojik zenginliğin azalması,
- ✓ Kültür bitkilerinde fitotoksisite ve genetik bozulmalar,
- ✓ Toprak, su ve hava kirlenmesi,
- ✓ Sık ve gereksiz ilaçlamalarla mücadele masraflarının artması vb. birçok olumsuzluklar ortaya çıkmaktadır.

Bir taraftan bu olumsuzlukları en aza indirecek, diğer taraftan da bir ekosistemdeki ürün kaybına neden olan tüm etmenleri aynı anda baskı altına alabilecek tek yöntem olan “entegre mücadele” yöntemine ağırlık verilmektedir. Entegre mücadele, “bir ekosistemdeki tüm hastalık, zararlı, nematod ve yabancı otları aynı anda baskı altına alabilmek için değişik mücadele yöntem ve tekniklerini bir uyum içinde kullanarak popülasyonları tamamen yok etme yerine, ekonomik zarar eşliğinin altında tutma sistemi” olarak tanımlanabilir.

7.2. EZY'nin Amaç, Hedef ve İlkeleri

EZY'nin amacı, zararlıların sebep olduğu kayıpları minimize etmek, zararlı popülasyonlarını en yüksek ekonomik kazanç sağlayacak seviyede tutmak, insanların diğer amaçlarını karşılamak, pestisitlerin insanlar, hayvanlar ve çevre üzerindeki risklerini en aza indirmek için çok yönlü taktiklerin iyi bir koordinasyon içinde kullanılması" şeklinde ifade edilmektedir.

EZY, belirli bir ekosistemde bulunan zararlı, hastalıkla mücadelenin ayrı ayrı değil, hepsinin birlikte yapılmasını ve uygun mücadele metodları ve tekniklerinin birbirini tamamlayacak şekilde uygulanmasını esas almaktadır. Bu mücadelede gerek zararlı gerekse doğal düşman olsun, hiçbir canlının ortadan tamamen kaldırılması istenmemektedir. Sadece, zararlı etmenlerin popülasyon yoğunluklarının ekonomik zarar seviyesinin altında tutulması amaçlanır. Yine tabiatla mevcut doğal düşmanların korunması ve desteklenmesi büyük önem taşımaktadır.

EZY anlayışı, programları ve uygulamalarında amaç; öncelikle çevre direncinin artırılması ve buna rağmen zararlı popülasyonları ekonomik zarar eşliğinin üzerinde ise selektif (seçici) ilaçlar kullanılarak zararlı popülasyonunun düşürülmesidir. Bu anlayış ve uygulamalar zararlılara karşı ilaç kullanımını en düşük düzeyde tuttuğundan insan ve çevre sağlığı da büyük oranda korunmuş olur. EZY çalışmalarında öncelikle ele alınan çevre direncinin artırılması, zararlılara karşı dayanıklı bitki çeşit ve varyetelerinin yetiştirilmesi, bitkinin sağlıklı ve kuvvetli bünyeli yetiştirilmesi için gerekli kültürel önlemlerin uygulanması, zararlıların popülasyonlarının düşürülmesini



sağlayan mekanik ve fiziksel mücadele yöntemlerinin uygulanması ve doğal düşmanların zararlılar üzerinde etkinliklerini artırıcı önlemlerin alınması gibi çalışmaları içerir. EZY'de ilaç kullanımı en son ele alınacak bir yöntemdir ve bu da çevreye etkisi en düşük düzeyde olan ilaçların, yani spesifik ilaçların seçilmesi, uygun doz, uygun zaman ve uygun şekilde kullanılması ile en düşük düzeyde tutulur.

- ✓ Ekosistem bir bütün olarak ele alınır ve incelenir,
- ✓ Entegre mücadele programları ana zararlılar dikkate alınarak hazırlanır, ancak potansiyel zararlılar da göz ardı edilmez,
- ✓ Hedef alınan türlerin tamamen yok edilmesi yerine, popülasyonları ekonomik zarar eşiğinin altında tutulmaya çalışılır,
- ✓ Entegre mücadelede, kimyasal mücadelenin ya tamamen ortadan kaldırılması ya da minimuma indirilmesi hedeflenir,
- ✓ Entegre mücadelede çevre direnci artırılmak istenir (Özellikle doğal düşmanların korunması ve desteklenmesine özen gösterilir),
- ✓ Entegre mücadele programlarında, özellikle biyolojik mücadele uygulamalarına öncelik verilir, kimyasal mücadeleye zorunlu hallerde başvurulur,
- ✓ Entegre mücadele programlarında, eğer kimyasal mücadele zorunluluğu varsa, bu durumda da çevre dostu spesifik ilaçlara yer verilir,
- ✓ Entegre mücadelede, ekonomi ve ekoloji ön planda tutulur,
- ✓ Entegre mücadelede, entegre edilen yöntem ve teknikler, birbirlerini zarar vermez, destekleyici olur.

7.3. Entegre Mücadelenin Yararları

- ✓ Kısa vadede birçok kez, uzun vadede her zaman kimyasal mücadeleye göre daha ucuzdur.
- ✓ Birim alandan elde edilen kâr ve fayda sürekli.
- ✓ Daha fazla bilgi, ancak daha az iş gücü ister.
- ✓ Birçok olumsuzluklara neden olan kimyasal mücadele uygulamalarını ya tamamen ortadan kaldırır veya en aza indirir.
- ✓ Yaban hayatı ve doğal düşmanları korur, doğal dengeyi bozmadır.
- ✓ İnsan ve hayvan sağlığına olumsuz etkisi yoktur.
- ✓ Çevreyi kirlilemez.

7.4. EZY Uygulamaları

EZY çalışmaları bir program içinde yürütülür. Bu programın doğru hazırlanması ve beklenen sonuçların alınması için bazı verilerin sağlanmış olması gerekir. EZY'de herhangi bir ormandaki zararlılar bir bütün olarak ele alınıp bir kompleks olarak düşünülür. Örneğin bir kızılçam ormanındaki zararlılar bir kompleks halinde düşünülüp ele alınarak bunların popülasyonları yıl boyu izlenir ve yoğunluklarının ekonomik zararlı durumuna gmemesi için önlemler alınır. Bunun için ağaçların ve tüm ormanın direncinin artırılması gerekir. Zararlı popülasyonlarının artması durumunda diğer mücadele yöntemlerine,



örneğin mekanik, biyoteknik ve biyolojik mücadele yöntemlerine başvurulur. Kimyasal mücadele durumunda mümkün olduğunca spesifik, yani selektif ilaçlara yer verilir. Aynı zamanda seçilen bu ilaçlar en uygun zamanda, en uygun doz ve en uygun şekilde kullanılır. Böylece ilaçların insana ve çevreye olumsuzlukları en düşük düzeye indirilmiş olur.

Çevre direncinin artırılması çalışmaları içinde özellikle doğal düşman popülasyonlarının ve etkinliklerinin artırılması önemli yer tutar. Doğal düşman türlerinin ve bu türlerin zararlı popülasyonu üzerindeki etkinliklerinin saptanması bu konudaki başlangıç çalışmalarını teşkil eder. Bu arada doğal düşmanlar ile konukçuları olan zararlılar arasındaki ilişkiler incelenir. Doğal düşmanların popülasyonları zararlı popülasyonu ile birlikte yıl boyu izlenerek yıllık popülasyon yoğunluğu seyirleri belirlenir. Böylece doğal düşmanların çevre direnci içindeki yeri ve değerleri belirlenmiş olur. Doğal düşmanların popülasyon yoğunlukları ve etkinlikleri yeterli değilse mevcut doğal düşmanların yoğunluklarını ve etkinliklerini artırıcı önlemler alınır. Alınan bu önlemlerle doğal düşmanların popülasyonları ve etkinlikleri arttırılamamış ise uygun olan, yani potansiyeli yüksek olan ve kolay üretilebilen yerli doğal düşmanlardan bir veya birkaç türü insektaryumlarda kitle halinde üretilip doğaya salıverilir. Böylece doğal düşman popülasyonu ve dolayısıyla etkinliği artırılmış olur. Eğer yerli türler yeterli gelmiyorsa bu kez dışarıdan getirilecek etkili doğal düşman türleri kitle halinde üretilip doğaya salıverilir. İşte takip edilmesi gereken sıra içinde ve kısaca açıklanan bu yöntemlerle doğal düşmanların çevre direnci içindeki etkinlikleri artırılmış ve yeterli düzeye getirilmiş olur. Bu çalışmalar sonucunda genellikle doğal denge sağlanmış olacağından zararlı türler kontrol altında olur ve bunun sonucunda çoğunlukla zararlıya karşı bir başka mücadele yöntemi uygulamasına gerek kalmaz. EZY çalışmalarında biyolojik mücadele çalışmalarının büyük yer tutması amaçlanır. EZY çalışmalarında başarılı program ve çalışmalar; biyolojik mücadele çalışmalarının özünü kavramış, gereğine inanmış, zararlı ile doğal düşmanları arasındaki ilişkileri iyi irdelemiş elemanlar tarafından daha kolaylıkla yapılabilir.

EZY çalışmalarında zararlıların biyolojisi ve davranışları ile ilgili net bilgiler gereklidir. Bunların önceden tahmin edilmesi ve böylece uyarının erken yapılabilmesi çalışmaların başarısını artırır. Böylece önceden tahmin ve erken uyarı çalışmalarının, EZY çalışmaları içinde önemli yeri vardır. Önceden tahmin ve erken uyarı çalışmaları sadece zararlı türler için değil yararlı türler, yani doğal düşmanlar için de yapılmalıdır. Bunun için zararlı-doğal düşman ilişkilerinin, bu ilişkilerin düzeyinin ve koşullarının belirlenmiş olması gerekir. Örneğin zararlının hangi yoğunluğunda doğal düşman yoğunluğu nedir, zararlı ve doğal düşman yoğunluktan hangi düzeylerde ve hangi koşullarda değişir, doğal düşmanlarının hangi yoğunlukları zararlının hangi yoğunluklarında bulunur, doğal düşmanların değişik yoğunluklarının zararlı yoğunluğu üzerindeki etkileri ve bunların



düzeyleri gibi konular zararlı-doğal düşman ilişkilerinin irdelenmesini sağlayan konulardır.

EZY çalışmalarında çevre direnci yeterince sağlanamamışsa veya belirli zamanlarda çevre direncinde etkili unsurlar örneğin doğal düşmanlar yeterli olamıyorsa diğer mücadele yöntemlerine başvurulur. Örneğin mekanik ve fiziksel mücadele yöntemleri ile biyoteknik yöntemlerden yararlanılır. Bitki üzerinde zararının yoğun olduğu dallar budanır, yere dökülmüş yapraklar toplanıp gömülür, bulaşmayı önlemek için aralama yapılır, grup halinde yaşayan zararlılar grup halinde toplanır, bulaşmayı sağlayan ve doğal düşmanlarının faaliyetini engelleyen karıncalarla mücadele edilir. Bunlara benzer diğer yöntemler uygulanarak zararlı popülasyonları azaltılmaya çalışılır. Bu arada yararlanılabilecek biyoteknik yöntemler saptanır. Örneğin uzaklaştırıcı (repellent) veya beslenmeyi engelleyici (antifeedant) maddeler kullanılır ve cezp edici (attractant), kısırlaştırıcı (kemostenlant) maddelerden yararlanılır.

EZY çalışmalarında buraya kadar açıklanan yöntemlerden yeterince sonuç alınamamışsa pestisitlerden yararlanılma yoluna gidilir. Görüldüğü gibi EZY program ve çalışmalarında pestisitlere en son yer verilir. EZY programlarında kullanılacak pestisitlerin seçimi biyopestisitler öncelikli olmak üzere, mümkün olduğunca etki spektrumu dar olan ve hatta selektif ilaçlar kullanılmalıdır. Böylece ilaçlamalardan doğal düşmanların çok az etkilenmeleri ve dolayısıyla doğal dengenin korunması sağlanarak zararlılara karşı çevre direncinden yararlanılmış olur. Orman Genel Müdürlüğü, ormanlarında zararlı olan organizmalara karşı öncelikle biyolojik mücadele seçeneğini uygulamakta, biyolojik mücadelenin yanında mekanik ve biyoteknik mücadele yöntemlerini uygulamaktadır. Mecburiyet durumunda ruhsatlı kitin sentezi engelleyici ilaçlar, bakteri kökenli ilaçlar ve diğer ruhsatlı ilaçlar kullanılmaktadır.

Önceden tahmin ve erken uyarı çalışmaları için belirli gözlem istasyonları kurulur. Bu istasyonlarda sıcaklık, nem, yağış gibi değerler elde edilir. Aynı zamanda kültüre alınmış zararlıların çıkışı da sürekli gözlenir. Bunların yanında bölgenin değişik yerlerine asılmış tuzaklar, genellikle feromon tuzakları ile zararlıların ergin çıkışı ve yoğunluğu sürekli gözlemlerle izlenir.

EZY programlarının hazırlanması ve çalışmalarının yürütülmesi için bilgili elemanlara ihtiyaç vardır. Bu elemanlar buraya kadar açıklanan konularda bilgili, ilişkileri iyi çözüp irdeleyebilen ve doğru karar verip uygulayabilen gerekli bilgi birikimine sahip elemanlar olmalıdır.



8. ORMAN ZARARLILARINA KARŞI ÖNERİLEN PESTİSİTLER VE DOZLARI

Bu bölümde, orman bitkilerinde zararlıları ile mücadelede önerilen pestisitler ve dozları alfabetik sıra ile aktif madde ve formülasyonlarına göre verilmiştir.

8.1. Orman Zararlılarına Karşı Ruhsatlı Ürünler

8.1.1. İlaçlar

BKÜ ADI	FİRMANIN ADI	AKTİF MADDE VE MİKTARI	FORMÜLASYON	ZARARLI	DOZU
DİMİLİN 25 WP	CANSA KİMYA SAN VE TİC. LTD. ŞTİ. Tuzla Kimya Sanayicileri Org. San. Böl. Melek Aras Bulv. No:39 Tepeören 34956 Tuzla / İstanbul	DIFLUBENZURON	%25 WP	Çam kese tırtılı	16 g/100 lt. su (Yüksek hacim ilaçlamasında) 20-30 g/da (Düşük hacim veya ULV ilaçlamasında (yeterli miktarda su ile))
KİTİNAZ 25 WP	DOĞAL KİMYEVİ MADDELER VE ZİRAİ İLAÇLAR SAN. VE TİC. A.Ş. Toplarönü Sok. No:16 34810 Anadoluhisari/İstanbul	DIFLUBENZURON	%25 WP	Çam kese tırtılı	
KORMİLİN	KORUMA KLOR ALKALİ SAN. VE TİC. A.Ş. Çınarlıdere Mevkii 41100 Derince / Kocaeli	DIFLUBENZURON	%25 WP	Çam kese tırtılı	
TREMİLYN 25 WP	SÜRSA TARIM TİC. LTD. ŞTİ. Göksu Mah. Zübeyde Hn. Cad. No:248 Eskikilitpen / Antalya	DIFLUBENZURON	%25 WP	Çam kese tırtılı	
DİMİTOX25 WP	İLHAN TARIM TUR. GIDA TİC. VE SAN. LTD.ŞTİ. Varlık Mah. 100. Yıl Bulv. Taşkoparan Apt. No:55 Kat 5/17 Antalya	DIFLUBENZURON	%25 WP	Çam kese tırtılı	
SAFAMYLİN	SAFA TARIM A.Ş. Kayacık Mah.3.Organize Sanayi Bölgesi İhsandede Caddesi 20. Sokak No:35 Selçuklu/KONYA	DIFLUBENZURON	%25 WP	Çam kese tırtılı	
PLAMİTİN 25 WP	PLATİN KMYA MÜM. VE DIŞ TİC. LTD. ŞTİ. Nöbethane Caddesi Demirci İşhanı No:42 Kat:5 Daire:22/23 34420 Sirkeci/İstanbul	DIFLUBENZURON	%25 WP	Çam kese tırtılı	



DİMİRÖN 25 WP	AGROFARM KİMYA SAN. TİC. A.Ş. Gülbahar Sokak Baytok Apt.No:12 Daire:8 Kat:3 81090-01 Kozyatagi- Kadıköy/İSTANBUL	DIFLUBENZURON	%25	WP	Çam kese tırtılı
DIFUSE 25 WP	FARMATEK TARIM SAN. MÜM. TİC. LTD. ŞTİ. Tuzla Kimya Sanayicileri Organize Sanayi Bölgesi Melek Aras Bulvarı Analitik Cad.No:90 Tepeören- Tuzla/İSTANBUL	DIFLUBENZURON	%25	WP	Çam kese tırtılı
DİMİLİN ODC-45	ENTOSAV İLAÇLAMA İNŞAAT TEMİZLİK VE HİZMET İŞLETMELERİ SAN. TİC. LTD. ŞTİ. O.Yılmaz Mahallesi İstasyon Caddesi 634.Sokak No:4 Daire:1- 2 41400 Gebze/KOCAELİ	DIFLUBENZURON	450 g/l	Yağlı esaslı suspansiyon konsantre	
				Sedir yaprak kelebeği (yer uygulaması)	110 ml/ha
				Altın kelebeği	75 - 100 ml/ha
				Yüzük kelebeği	75 - 100 ml/ha
				Kır tırtılı	150 - 165 ml/ha
				Postacı boynuzu	150 - 165 ml/ha
				Çam kese tırtılı	150 - 165 ml/ha
ALSYSTİN SC	BAYER TÜRK KİMYA SAN. LTD. ŞTİ. Çakmak Mah. Balkan Cad.No:53 34770 Ümraniye/İstanbul	TRİFLUMURON	480 g/l	Suspansiyon konsantre	Çam kese tırtılı
					80 ml + 4 lt su/ha (Havadan uygulama)



ALSYSTİN ULV 250		TRİFLUMURON	250 g/l	ULV	Çam kese tırtılı	Küçük tip Dyna-fog ve Swing fog ile 250 ml + 3000 ml motorin/ha Büyük tip Dyna-fog ve swing fog ile 250 ml + 5000 ml motorin/ha 250 ml + 1750 ml motorin/ha
ALSYSTİN 25 WP		TRİFLUMURON	%25	WP	Çam kese tırtılı	250 g + 5 lt motorin / ha
ALSOL 25 WP	SAFA	TRİFLUMURON	%25	WP	Çam kese tırtılı	250 gr + 5 lt. motorin / ha. Havadan Uygulama: 150 gr.+ 2 lt. su/ha
DOREX 25 WP	DOĞAL	TRİFLUMURON	%25	WP	Çam kese tırtılı	250 gr + 5 lt. motorin / ha. Havadan Uygulama: 150 gr.+ 2 lt. su/ha



NEEMAZAL T/S	VIT VERİM İNŞAAT TURİZM LTD.ŞTİ. Kâtip Mustafa Çelebi Mah. Abdullah Sok. Zafer Apt. No:3 Kat:1 Daire:3 34433 Beyoğlu/İstanbul	AZADİRACHTİN	10 g/l	Emülsiyon konsantrante	Çam kese tırtılı	200 ml / 100 lt. su
BIO-T PLUS	BİOTEK HAŞERE KONTROL SAĞLIK SOSYAL HİZM. KİM. MAD. SAN VE TİC. LTD.ŞTİ. İnönü Cad. Sümer Sk. Zitaş Blokları C:5 D:13 Kozyatağı/İstanbul	BACILLUS THURINGIENSİS	16000 IU/mg	Emülsiyon konsantrante	Kızılcamlarda Çam Kese Böceği	2000 ml / ha
FORAY 76B	ENVİROTEK ÇEVRE SAĞLIĞI TEKNİK EĞİTİM VE KİMYEVİ MADDELER SAN. TİC. LTD. ŞTİ. Mete Plaza Değirmen Yolu Cad. Huzur Hoca Sok. No: 84 İçerenköy - Ataşehir / İstanbul	BACILLUS THURINGIENSİS	16700 IU/mg	Akışkan Konsantrante	Sedirde Sedir Yaprak Kelebeği	2000 ml / ha
					Çam Ağaçları Çam Kese Böceği	2000 ml / ha

NOT:

- ❖ Orman bitkilerinde ruhsatlı pestisitlerin güncel listelerine, ruhsat süreleri biten veya yeni ruhsatlandırılan ürünler olabileceği için <https://bku.tarim.gov.tr/> adresinden ulaşılabilir.
- ❖ Ruhsatlı ürün bulunmadığı ve riskli bir durumun görülmesi durumunda 5996 sayılı Veteriner Hizmetleri, Bitki Sağlığı, Gıda ve Yem Kanunu'nun 18 nci maddesinin 5 inci fıkrasına göre bakanlık, uygun gördüğü bitki koruma ürünleri kullanımına geçici olarak izin verebilir.

8.1.2. Feromonlar: Feromonlar prospektüslerine uygun koşullarda saklanmalıdırlar.

ORMAN ZARARLILARI İLE MÜCADELEDE KULLANILAN RUHSATLI FEROMON LİSTESİ				
	Adı	Aktif Madde Oranı	Konusu	Firması ve Adresi
1	IPSSEX DISPENSER	60 mg./Dispenser Ipsdionel	Çam, Gökmar, Ladin, 12 Dişli Çam Kabuk Böceği (<i>Ips sexdentatus</i>) 4-10 ad./ha.	VIT VERİM İNŞAAT TURİZM LTD.ŞTİ. Zafer Apt. No:3 Kat:1 D:3 Beyoğlu- İstanbul
2	IPSTYP DISPENSER	1500 mg. Metil Butenol + 100 mg. Cis- Verbenol + 8 mg. Ipsdionel	Çam, Gökmar, Ladin, Sedir: 8 Dişli Çam Kabuk Böceği (<i>Ips typographus</i>) 4-10 ad./ha.	
3	ORTERO	1500 mg. Metil	Çam, Gökmar, Ladin, Sedir:	



	DISPENSER	Butenol + 100 mg. Cis- Verbenol + 30 mg. Ipsdionel	Akdeniz Çam Kabuk Böceği (<i>Orthotomicus erosus</i>) 4-10 ad./ha.	
4	PITCUR DISPENSER	75 mg. Ipsdionel	Çam, Gökmar, Ladin, Servi: Büyük Gökmar Kabuk Böceği (<i>Pityokteines curvidens</i>) 4-10 ad./ha.	
5	TOMPIN DISPENSER	1100 mg. / Dispenser (+) Alpha- pinen + 200 mg./Dispenser (-) Alpha pinen	Çam, Gökmar, Ladin, Sedir Büyük Orman Bahçivani (<i>Tomicus piniperda</i>) 4-10 ad./ha.	
6	THAPIT	2 mg. (Z)-13 Hexadecen-11-yn-1- yl acetat	Çam: Çam kese böceği (<i>Thaumetopoea pityocampa</i>) 4-6 ad./ha.	
7	SMC ORTIR	1500 mg. Metil Buteno 1+80 mg. Cis- Verbenol+25 mg. Ipsdionel	Çam, Sedir: Çam Kabuk Böceği (<i>Orthotomicus erosus</i>) 4-5 ad./ha.	
8	SMC PICU	150 mg. Ipsenol	Çam: Büyük Gökmar Kabuk Böceği (<i>Pityokteines curvidens</i>) 4-5 ad./ha.	
9	SMC İPSEK	100 mg. Ipsdienol	Çam, Gökmar, Ladin: 12 Dişli Çam Kabuk Böceği (<i>Ips sexdentatus</i>) 4-5 ad./ha.	
10	ORTTRI	25 mg. Ipsenol + 15 mg. Ipsdienol + 3 hunili tuzak	Sedir: Sedir Kabuk Böceği (<i>Orthotomicus tridentatus</i>) 4-10 ad./ha.	
11	WİTA ACUMİNATUS	Çam (Sarı, Kızıl, Kara)	Altı Dişli Çam Kabuk Böceği (<i>Ips acuminatus</i>)	
12	TYPOSAN	1500 mg./Dispenser Metil Butenol +100 mg. Cis-Verbenol + 8 mg./Dispenser Ipsdienol	Çam, Gökmar, Ladin, Sedir 8 Dişli Ladin Kabuk Böceği (<i>Ips typographus</i>) 4-10 ad./ha.	SERPAŞ LTD.ŞTİ. Çağlayan Mah. 2030 Sok. Yenigün Sitesi B Blok No:1 ANTALYA
13	SMC PİT	140 mg. Ipsenol + Çok hunili tuzak	Gökmar: Gökmar Kabuk Böceği (<i>Pityokteines curvidens</i>)	SMC İLAÇ KİMYA YAPI SAN. TİC. A.Ş. Aydınlı Yolu Cad. Pendik Köşkları D Blok No:104 Pendik /İstanbul
14	SMC DAKOL	23 mg. Ipsdionel + 75 mg. Cis-Verbenol	Kızılçam: Akdeniz Çam Kabuk Böceği (<i>Orthotomicus erosus</i>)	
15	SMC CECA	95 mg. Ipsdienol + Çok hunili tuzak	Çam, Gökmar, Ladin, Sedir: 12 Dişli Çam Kabuk Böceği (<i>Ips sexdentatus</i>)	



16	KAPAR IPSTYP	1500 mg. Metil Butenol+100 mg. Cis- Verbenol+8 mg. Ipsdionel + İskandinav Tipi Çok Hunili Tuzak	Çam, Gökmar, Ladin 8 Dişli Çam Kabuk Böceği (<i>Ips typographus</i>)	KAPAR ORGANİK TARIM SAN. TİC. LTD. ŞTİ. İvedik Organize San. Böl. 1122. Cad. 1463. Sok. No:16 06370 Ostim / Ankara
17	EROSOWIT TUBE	%1,4 Ipsdionel + İskandinav Tipi Çok Hunili Tuzak	Kızılçam: Akdeniz Çam Kabuk Böceği (<i>Orthotomicus erosus</i>)	ENVİROTEK ÇEVRE SAĞLIĞI TEKNİK EĞİTİM VE KİMYEVİ MADDELER SAN. TİC. LTD. ŞTİ. Mete Plaza Değirmen Yolu Cad. Huzur Hoca Sok. No:86 Kat:6 34752 İçerenköy - Ataşehir / İstanbul
18	IPSOWIT TUBE	148 mg. Cis- Verbenol + 10 mg. Ipsdionel	Ladin: 8 Dişli Ladin Kabuk Böceği (<i>Ips typographus</i>)	
19	SUTERRA 10515	0,9 mg (Z)-13- hexadecen-11-yn-1- yl acetate/ Disp.+Delta ve Huni Tipi Tuzak	Çam Kese Böceği (<i>Thaumetopoea pityocampa</i>)	
20	PHEROPRAX	10,8 mg. Ipsdionel + 106,8 mg. Cis- Verbenol + Tuzak	Ladin: 8 Dişli Çam Kabuk Böceği (<i>Ips typographus</i>)	BASF TÜRK KİMYA SAN. VE TİC. LTD. ŞTİ. Mete Plaza Değirmen Yolu Cad. Huzur Hoca Sok. No:84 Kat:9- 17 İçerenköy - Ataşehir / İstanbul

8.2. Tarımda Ruhsatlı Ortak Zararlılar

Orman ağaçlarında zararlı bazı polifag türler tarım bitkilerinde de önemli zararlara yol açabilmektedir. Bu türlerden henüz orman bitkilerinde ruhsatlandırılmamış, ancak tarım bitkilerinde ruhsatlı bulunan ilaçlara ait bilgiler aşağıda verilmiştir.

AKTİF MADDE	BİTKİ	DOZU
YÜZÜK KELEBEĞİ (<i>Malacosoma neustria</i>)		
190 g/l Malathion	MEYVE	400 ml /100 lt. su
190 g/l Malathion	MEYVE AĞAÇLARI	400 ml /100 lt su
650 g/l Malathion	MEYVE	125 ml / 100 lt. su larva
ALTIN KELEBEK (<i>Euproctis chrysorrhoea</i>)		
190 g/l Malathion	MEYVE	500 ml / 100 lt. su larva
190 g/l Malathion	MEYVE	500 ml /100 lt. su larva
190 g/l Malathion	MEYVE AĞAÇLARI	500 ml /100 lt su larva
450 g/l Diflubenzuron ODC	ORMAN AĞAÇLARI	150-165 ml/ha
650 g/l Malathion EC	MEYVE	125 ml /100 lt. su Larva, nimf



650 g/l Malathion	MEYVE	125 ml / 100 lt. su nimf-ergin
AMERİKAN BEYAZ KELEBEĞİ (<i>Hyphantria cunea</i>)		
%25 Diflubenzuron WP	FINDIK	20 gr / 100 l su larva
%25 Diflubenzuron	MEYVE	20 gr/ 100 l su larva
250 g/l Cypermethrin	DİŞBUDAK	25 ml / 100 l su
250 g/l Cypermethrin	DİŞBUDAK	25 ml / 100 l su
250 g/l Cypermethrin	DİŞBUDAK	25 ml / 100 l su genç larva dönemi
250 g/l Cypermethrin	DİŞBUDAK	30 ml da larva
480 g/l Chlorpyrifos EC	MEYVE AĞAÇLARI	100 ml / 100 lt. su larva
480 g/l Chlorpyrifos-ethyl EC	MEYVE	100 ml / 100 lt su
480 g/l Chlorpyrifos-ethyl	MEYVE	100 ml / 100 lt su larva
480 g/l Chlorpyrifos-ethyl	MEYVE	100 ml Larva
480 g/l Chlorpyrifos-ethyl	MEYVE AĞAÇLARI	100 ml / 100 lt su larva
DANABURNU (<i>Gryllotalpa gryllotalpa</i>)		
%25 Chlorpyrifos	AYÇİÇEĞİ	300 g + 10 kg kepek + 500 g şeker
%25 Chlorpyrifos	MISIR	3 kg + 100 kg kepek + 500 g şeker Nimf, Ergin (Zehirli yem olarak)
%25 Chlorpyrifos	MISIR	300 g + 10 kg kepek + 500 g şeker
%25 Chlorpyrifos	MISIR	300 g + 10 kg kepek + 500 g şeker (nimf-ergin)
%25 Chlorpyrifos	SEBZE	300 g / 10 kg. kepek + 500 g şeker (nimf ergin) zehirli yem olarak
%25 Chlorpyrifos	SEBZE	4 kg / 100 kg kepek + 500 g şeker, Ergin (Zehirli yem olarak)
%25 Chlorpyrifos	SEBZE	400 g / 10 kg. kepek + 500 g şeker
%25 Chlorpyrifos-ethyl WP	AYÇİÇEĞİ	300 g + 10 kg kepek + 500 g şeker
%25 Chlorpyrifos-ethyl	MISIR	300 g / 10 kg kepek ergin -nimf
%25 Chlorpyrifos-ethyl	MISIR	300 g + 10 kg kepek + 0,5 kg şeker
%25 Chlorpyrifos-ethyl	MISIR	300 g + 10 kg kepek + 500 g şeker
%25 Chlorpyrifos-ethyl	MISIR	300 g + 10 kg kepek + 500 g şeker (nimf-ergin)
%25 Chlorpyrifos-ethyl	MISIR	300 g + 10 kg kepek + 500 g şeker, nimf, ergin
%25 Chlorpyrifos-ethyl	SEBZE	300 g / 10 kg. kepek + 500 g şeker (nimf ergin) zehirli yem olarak
%25 Chlorpyrifos-ethyl	SEBZE	400 g / 10 kg kepek
%25 Chlorpyrifos-ethyl	SEBZE	400 g / 10 kg. kepek + 500 g şeker
%25 Chlorpyrifos-ethyl	SEBZE	400 g / 10 kg. kepek + 500 g şeker (larva) zehirli yem olarak
%25 Chlorpyrifos-ethyl	SEBZE	400 g / 10 kg. kepek + 500 g şeker, ergin
%25 Chlorpyrifos-ethyl	SEBZE	400 g + 10 kg kepek + 500 g şeker, ergin
500 g/l Chlorpyrifos +50 g/l Cypermethrin	DOMATES (tarla)	150 ml ilaç + 10 kg kepek + 500 g şeker ergin, nimf
MAYIS BÖCEĞİ (<i>Melolontha melolontha</i>)		
%25 Chlorpyrifos	FINDIK	15 g / m2 taç izdüşümü alanında (Satır ilaçlaması olarak)
%25 Chlorpyrifos	FINDIK	15 g/l m2 (taç izdüşüm alanına)
%25 Chlorpyrifos	FINDIK	15 g/m2 taç iz düşüm alanına



%25 Chlorpyrifos-ethyl	FINDIK	15 g/ 1 m2 ye (taç izdüşüm alanı)
%25 Chlorpyrifos-ethyl	FINDIK	15 g/l m2 (taç izdüşüm alanına)
%25 Chlorpyrifos-ethyl	FINDIK	15 g/m2 taç iz düşüm alanına
%25 Chlorpyrifos-ethyl	FINDIK	15 g/m2 taç iz düşümü alanına
MANAS (<i>Polyphylla fullo</i>)		
%10 Ethoprophos	BAĞ	7.5 g/omca
MEMELİ PAS (<i>Gymnosporangium fuscum</i>)		
%25 Metalik Bakıra Eşdeğer Bakır Sülfat	ARMUT	%1 lik bordo bulamacı çiçek tomurcukları patlamak üzereken
%25 Metalik Bakıra Eşdeğer Bakır Sülfat	ARMUT	%5 lik bordo bulamacı çiçek tomurcukları patlamak üzere iken
%25 Metalik Bakıra eşdeğer %98 Bakır Sülfat	ARMUT	%1'lik Bordo bulamacı çiçek tomurcukları patlamak üzereyken
%25 Metalik Bakıra Eşdeğer Bakır Sülfat	ARMUT	%1 lik bordo bulamacı çiçek tomurcukları patlamak üzereken
%25,2 Boscalid + %12,8 Pyraclostrobin	ARMUT	40 g/100 l su
%50 Metalik bakıra eşdeğer (Bakiroksiklorür)	ARMUT	400 gr / 100 lt su
%50 Metalik bakıra eşdeğer (Bakiroksiklorür)	ARMUT	400g (Dal sıracası yoksa)
%50 Metalik bakıra eşdeğer bakiroksiklorür	ARMUT	400 gr / 100 lt su
200 g/l Fluopyram + 200 g/l Tebuconazole	ARMUT	35 ml / 100 l su
KIRMIZI PALMİYE BÖCEĞİ (<i>Rhynchophorus ferrugineus</i>)		
200 g/l Imidacloprid + SL (Suda Çözünen Konsantr)	PALMİYE	35 ml

8.3. Etkili Maddeler ve Özellikleri

Bacillus thuringiensis

(Bt) genellikle biyolojik pestisit olarak kullanılan, gram-pozitif, toprakta yaşayan bir bakteridir. *B. thuringiensis* çeşitli kelebek türlerinin tırtıllarının bağırsaklarında, yaprak yüzeylerinde, sucul ortamlarda, hayvan dışkısında, böcek popülasyonunun yoğun olduğu ortamlarda, un değirmenleri ve tahıl depolama tesislerinde doğal olarak bulunmaktadır. Sporlanma sırasında, birçok *Bacillus thuringiensis* suşunun δ-endotoksinleri denilen kristal proteinleri (proteinli inklüzyonlar) üreterek böcekleri öldürdüğü görülmüş bu da böcek öldürücü maddeler olarak kullanımına yol açmıştır.

BACILLUS THURINGIENSIS		Bakteri	
Fiziksel Durumu	Vejetatif hücreler		
Kimyasal Formülü	-	Moleküler Ağırlığı (g/mol)	35792,0
CAS Numarası	68038-71-1	EC Numarası	
IRAC	-	EC 91/414 Durumu	



Akut oral LD ₅₀ (mg/kg)	5050	Solunum LC ₅₀ (mg/kg)				
Dermal LD ₅₀ (mg/kg)	-	ADI (mg/kg)				
ARfD (mg/kg)	-	AOEL (mg/kg)				
Zehirlilik Sınıfı	-	EPA: III	WHO:			
Etki Şekli	Mide zehiri etkili.					
Hedef Zararlılar	Çam kese böceği, sedir yaprak kelebeği					
Karışabilirlik	-					
Zehirlilik (Akut)	Arı LD ₅₀ µg/arı	Balık LD ₅₀ mg/l	Kuş LD ₅₀ mg/kg	Solucan LD ₅₀ mg/kg		
	-	0,656	5000	-		
Çevrede Kalıcılık	Suda Çözünürlük	Log P	GUS	Toprakta DT ₅₀	Koc	Kf
	10	-	0,13	2,7	5000	-

Chlorpyrifos-ethyl

CHLORPYRIFOS-ETHYL		Asetilkolinesteraz (AChE) inhibitörleri/ Organofosfatlar				
Fiziksel Durumu	Etkili madde beyaz renkli ve kristal haldedir.					
Kimyasal Formülü	C ₉ H ₁₁ Cl ₃ NO ₃ P S	Moleküler Ağırlığı (g/mol)		-		
CAS Numarası	-	EC Numarası		-		
IRAC	-	EC 91/414 Durumu		-		
Akut oral LD ₅₀ (mg/kg)	135	Solunum LC ₅₀ (mg/kg)		-		
Dermal LD ₅₀ (mg/kg)	-	ADI (mg/kg)		0,01		
ARfD (mg/kg)	-	AOEL (mg/kg)		-		
Zehirlilik Sınıfı	II	EPA: III		WHO: II		
Etki Şekli	Kontakt, mide zehiri ve gaz etkili insektisit.					
Hedef Zararlılar	Amerikan beyaz kelebeği, Yaprakbiti, danaburnu, mayıs böceği					
Karışabilirlik	Kuvvetli alkali ilaçlar dışında diğer insektisit ve fungusitlerle karıştırılabilir.					
Zehirlilik (Akut)	Arı LD ₅₀ µg/arı	Balık LD ₅₀ mg/l		Kuş LD ₅₀ mg/kg	Solucan LD ₅₀ mg/kg	
	-	-		-	-	
Çevrede Kalıcılık	Suda Çözünürlük	Log P	GUS	Toprak ta DT ₅₀	Koc	Kf
	-	-	-	-	-	-

Malathion

MALATHION		Asetilkolinesteraz (AChE) inhibitörleri/ Organofosfatlar	
Fiziksel Durumu	Etkili madde renksiz ve yağ kıvamında sıvı haldedir.		
Kimyasal Formülü	C ₁₀ H ₁₉ O ₆ P S ₂	Moleküler Ağırlığı (g/mol)	330,36
CAS Numarası	121-75-5	EC Numarası	204-497-7
IRAC	1B	EC 91/414 Durumu	Ek 1'den çıkarılmış
Akut oral LD ₅₀ (mg/kg)	1178	Solunum LC ₅₀ (mg/kg)	5,0
Dermal LD ₅₀ (mg/kg)	2000	ADI (mg/kg)	0,03



ARfD (mg/kg)	0,3	AOEL (mg/kg)		0,03		
Zehirlilik Sınıfı		EPA: III		WHO: III		
Etki Şekli	Kontakt, mide zehiri ve buhar etkili insektisit, akarisit.					
Hedef Zararlılar	Oldukça geniş konukçu dizisindeki birçok zararlıya karşı kullanılır.					
Karışabilirlik	Fenitrothion terkipli ilaçlarla karışabilir.					
Zehirlilik (Akut)	Arı LD ₅₀ µg/arı	Balık LD ₅₀ mg/l		Kuş LD ₅₀ mg/kg	Solucan LD ₅₀ mg/kg	
	0,16	0,022		359	306	
Çevrede Kalıcılık	Suda Çözün ürlük	Log P	GUS	Toprakta DT ₅₀	Koc	Kf
	145	2,75	-1,24	0,18	217	-

Cypermethrin

Sekiz değişik izomeri bulunan, yarı katı, sinek, pire ve kenelerle mücadelede kullanılan sentetik piretroid türevi bir antiparaziter ilaçtır.

Emülsiyon konsantre olan ilaç suyla hemen karıştığından her türlü aletle kullanılır. Temas ve mide yolu ile etkili bir ilaçtır. Lepidopter larvalarına karşı iyi bir sonuç alabilmek için larvalar küçük iken (1. ve 2. dönem) ilaçlama yapılmalıdır. İyi bir netice almak için ilacın dozunun tavsiyelere uygun olarak kullanılması şarttır. Günün serin saatlerinde ve rüzgârsız havada bitkilerin her tarafı iyice ıslanacak şekilde ilaçlama yapılmalıdır.

CYPERMETHRIN		Sodyum kanalı modülatörleri/ Piretroidler Piretrinler				
Fiziksel Durumu	Etkili madde beyaz renkli ve toz haldedir.					
Kimyasal Formülü	C ₂₂ H ₁₉ Cl ₂ NO ₃	Moleküler Ağırlığı (g/mol)			416,3	
CAS Numarası	52315-07-8	EC Numarası			257-842-9	
IRAC	3	EC 91/414 Durumu			Ek 1'e dâhil	
Akut oral LD ₅₀ (mg/kg)	287	Solunum LC ₅₀ (mg/kg)			3,28	
Dermal LD ₅₀ (mg/kg)	2000	ADI (mg/kg)			0,05	
ARfD (mg/kg)	0,2	AOEL (mg/kg)			-	
Zehirlilik Sınıfı	III	EPA: III			WHO: II	
Etki Şekli	Kontakt, mide zehiri etkili insektisit.					
Hedef Zararlılar	<i>H. cunea</i>					
Karışabilirlik	Yüksek alkali ilaçlar dışında diğer insektisit ve fungusitlerle karıştırılabilir.					
Zehirlilik (Akut)	Arı LD ₅₀ µg/arı	Balık LD ₅₀ mg/l		Kuş LD ₅₀ mg/kg	Solucan LD ₅₀ mg/kg	
	0,02	0,0028		10000	100	
Çevrede Kalıcılık	Suda Çözünürlük	Log P	GUS	Toprakta DT ₅₀	Koc	Kf
	0,009	5,3	1,66	60	85572	5,23



Diflubenzuron

Diflubenzuron, böceklerde ergin dişilerin kısır olmasına yol açar. Embriyolar normal gelişmelerine rağmen, kütikula salgılanması bozulduğu için dış iskelet oluşturamaz ve yumurtadan çıkmayı başaramaz. Diflubenzuron, yumurtlamayı ve yumurtadan çıkma oranını azaltır. Diflubenzuron, zararlı böcek türlerinde kitin sentezini inhibe ederek, dış iskeletin oluşumunu engelleyen ve bunun neticesinde letal etki gösteren bir larvasittir.

Larva üzerinde, diflubenzuron özellikle mideye alım ile etkili olmaktadır. Sadece bazı türlerde kontak etkinin önemli olduğu görülmüştür. Benzoyl ureas grubuna hassas türlerin larvalarında genellikle deri değiştirme kabiliyetinin engellendiği uygulamalarda görülmektedir. Larvalar deri dökümünden kaçamamakta ve yeni kutikula oluşturamadan ölmektedir. Gömlek değiştirme safhası başarıyla sonuçlansa bile genellikle daha sonra ölmektedirler. Diflubenzuronun ölümcül etkisi genellikle bir sonraki gömlek değiştirme işlemi başlamadan gözükmemektedir. Birbirini izleyen larva dönemleri sırasında kitin eksikliği ortaya çıkmakta ve gömlek değiştirme sırasında ya da kısa bir süre sonra ölüm görülmektedir. Bununla birlikte, önemli davranış etkileri hızlı bir şekilde ortaya çıkmaktadır. Diflubenzuron uygulamasından birkaç gün sonra kitin sentezinin engellenmesiyle birlikte beslenmede önemli oranda düşme görülmektedir. Diflubenzuronun akut toksisitesi çok düşüktür.

DIFLUBENZURON		Kitin biyosentezi inhibitörleri/ Benzoylureas				
Fiziksel Durumu	Etkili madde beyaz renkli ve kristal haldedir.					
Kimyasal Formülü	C ₁₄ H ₉ ClF ₂ N ₂ O ₂	Moleküler Ağırlığı (g/mol)		310,68		
CAS Numarası	35367-38-5	EC Numarası		252-529-3		
IRAC	15	EC 91/414 Durumu		Ek 1'e dâhil		
Akut oral LD ₅₀ (mg/kg)	4640	Solunum LC ₅₀ (mg/kg)		2,88		
Dermal LD ₅₀ (mg/kg)	2000	ADI (mg/kg)		-		
ARfD (mg/kg)	-	AOEL (mg/kg)		-		
Zehirlilik Sınıfı	III	EPA: III		WHO: III		
Etki Şekli	Kontakt ve mide zehiri etkili insektisit. Kitin sentezini engelleyerek etkili olur.					
Hedef Zararlılar	Orman ağaçlarında; Çam kese tırtılı, Amerikan beyaz kelebeği, Postacı boynuzu, Kır tırtılı, Yüzük kelebeği, Altın kelebek, Sedir yaprak kelebeği					
Karşıabilirlik	-					
Zehirlilik (Akut)	Arı LD ₅₀ µg/arı	Balık LD ₅₀ mg/l		Kuş LD ₅₀ mg/kg	Solucan LD ₅₀ mg/kg	
	25	0,13		1206	500	
Çevrede Kalıcılık	Suda Çözünürlük	Log P	GUS	Toprakta DT ₅₀	Koc	Kf
	0,08	3,89	0,19	3	4013	-



Triflururon

Sivrisinek ve karasinek larvaları üzerinde iç organların gelişimi üzerinde herhangi bir olumsuz etki göstermeden kitin sentezini engelleyerek larvanın gömlek değişimini engeller ve gelişim basamaklarını bozar. Larvanın erişkin evreye geçmesini engelleyerek etkisini gösterir.

TRIFLUMURON		Kitin biyosentezi inhibitörleri/ Benzoylureas			
Fiziksel Durumu	Etkili madde renksiz ve kristalize toz haldedir.				
Kimyasal Formülü	C ₁₅ H ₁₀ ClF ₃ N ₂ O ₃	Moleküler Ağırlığı (g/mol)		-	
CAS Numarası	64628-44-0	EC Numarası		264-980-3	
IRAC	15	EC 91/414 Durumu		Kararlaştırılmamış	
Akut oral LD ₅₀ (mg/kg)	5000	Solunum LC ₅₀ (mg/kg)		5,03	
Dermal LD ₅₀ (mg/kg)	5000	ADI (mg/kg)		0.0072	
ARfD (mg/kg)	1,0	AOEL (mg/kg)		0.0072	
Zehirlilik Sınıfı	III	EPA: IV		WHO: III	
Etki Şekli	Kitin sentezini engelleyici etki gösterir.				
Hedef Zararlılar	Orman ağaçlarında; Çam kese tırtılı				
Karşılabirlik	-				
Zehirlilik (Akut)	Arı LD ₅₀ µg/arı	Balık LD ₅₀ mg/l		Kuş LD ₅₀ mg/kg	Solucan LD ₅₀ mg/kg
	200	320		561	1000
Çevrede Kalıcılık	Suda Çözünürlük	Log P	GUS	Toprakta DT ₅₀	Koc Kf
	0,04	4,9	0,75	22	2757 -

Imidacloprid

Imidacloprid, neonikotinoid bileşenler sınıfına ait yeni bir pestisittir. İnsektisit olarak dünya üzerinde hızla artan bir kullanıma sahiptir. Kalıcılık etkileri fazladır, toprak içerisinde hareket etme yeteneğine sahiptirler ve topraktaki yarılanma ömürleri 48-190 gün arasında değişir. Su içerisindeki yarılanma ömrü pH 5, 7 ve 9'da 31 günden daha fazladır. Balıklarda imidacloprid toksisitesi kısmen düşüktür. Imidacloprid toprak böcekleri, arılar, termitler, beyazsinekler gibi emicilerin kontrolü amacıyla ağaç yaprakları, tohum ve toprakta kullanılırlar. Böceklerin CNS'leri üzerinde eylem gösterirler ve postsinaptik nikotinerjik asetilkolin reseptörlerini geri dönüşümsüz bloke ederler.

IMIDACLOPRID		Nikotinik asetilkolin reseptörü rekabetçi (nAChR) modülatörleri/ Neonicotinoidler	
Fiziksel Durumu	Etkili madde renksiz ve kristalimsi toz haldedir.		
Kimyasal Formülü	C ₉ H ₁₀ ClN ₅ O ₂	Moleküler Ağırlığı (g/mol)	255,66
CAS Numarası	138261-41-3	EC Numarası	-
IRAC	4B	EC 91/414 Durumu	Kararlaştırılmamış
Akut oral LD ₅₀ (mg/kg)	131	Solunum LC ₅₀ (mg/kg)	0,69



Dermal LD ₅₀ (mg/kg)	5000	ADI (mg/kg)		0,006		
ARfD (mg/kg)	0,4	AOEL (mg/kg)		0,15		
Zehirlilik Sınıfı	II	EPA: II		WHO: II		
Etki Şekli	Kontakt, mide zehiri ve sistemik etkili insektisit.					
Hedef Zararlılar						
Karışabilirlik	Thiram ve Hymexazol terkipli ilaçlar ile karıştırılabilir.					
Zehirlilik (Akut)	Arı LD ₅₀ µg/arı	Balık LD ₅₀ mg/l		Kuş LD ₅₀ mg/kg	Solucan LD ₅₀ mg/kg	
	0,0037	211		503	10,7	
Çevrede Kalıcılık	Suda Çözünürlük	Log P	GUS	Toprakta DT ₅₀	Koc	Kf
	610	0,57	3,76	191	225	2,23

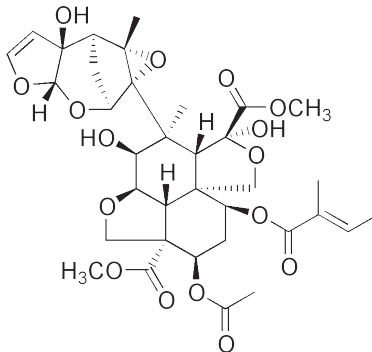
Azadirachtin

Limonoid grubuna ait, neem tohumlarında bulunan sekonder bir bileşiktir. *Beauveria* biyolojik kontrol ajanı ile sinerjik bir etkiye sahiptir.

Bitkisel kökenli insektisit olarak son yıllarda üzerinde en çok çalışılan bitki *Azadirachta indica*'dır. *A. indica*, yaprak veya kabuklarının kurutulmasıyla toz halinde, meyve veya tohumdan terpenoid yapıda olan Azadirachtin ekstrakte edilerek, tohum veya tohum kabuğundan elde edilen yağ gibi çeşitli şekillerde zararlılarla mücadelede kullanılmaktadır.

Böceklerde uzaklaştırıcı, beslenmeyi engelleyici, doğurganlığı azaltıcı, kısırlaştırıcı, öldürücü, yumurta bırakmayı önleyici, gelişme ve büyümeyi aksatıcı gibi etkiler gösteren ve *A. indica* bitkisinin yaprak ve kabuklarının kurutulmasıyla veya meyve ya da tohumdan elde edilen terpenoit yapıda bir bileşiktir.

Formülü: C₃₅H₄₄O₁₆





KAYNAKLAR

- Altındışli, F. Ö., 2004. Organik Tarımda Zararlılarla Zirai Mücadele Yöntemleri ve Uygulama Şekilleri. TAYEK/TYUAP Tarımsal Araştırma Yayın ve Eğitim Koordinasyonu, 2004 Yılı Tarla Bitkileri Grubu Bilgi Alışveriş Toplantısı Bildirileri. 07-09 Eylül, 2004 Menemen, İzmir, T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayın No: 117, 70-78.
- Anonim, 1995. Zirai Mücadele Teknik Talimatları, Cilt 1, Bitki Zararlıları. T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Anonim, 2002. Bitki Koruma El Kitabı. T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, İzmir İl Müdürlüğü Yayınları No: 352, 536 s.
- Arn, H., 1992. Mating Disruption on its Way to Perfection Some Thoughts. SROP/WPRS, 15(5): 3-5.
- Birişik, N., Altındışli, F. Ö., Kılıç, T., Özsemerci, F., Turanlı, T., Kaplan, C., Tolga, M. F., Kovancı, O. B., Pehlevan, B., Turanlı, D., Işık, F., Yılmaz, E., 2013. Teoriden Pratiğe Biyoteknik Mücadele. Ed. Birişik, N., Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Yayınları, 185s., Ankara.
- Birişik, N., Kütük, H., Karacaoğlu, M., Yarpuzlu, F., İslamoğlu, M., Öztemiz, S., 2014. Teoriden Pratiğe Biyolojik Mücadele (Editör: Dr. Nevzat BİRİŞİK). Gıda ve Kontrol Genel Müdürlüğü, Lodumlu /Ankara, 226s.
- Birişik, N., Bayram, Y., Kılıç, M., Mutlu, Ç., Öğreten, A., Eren, S., Kaplan, M., Süer, İ.E., Baran, B., Duman, K., Karaca, V., Duman, M., Çiftçi, O., Türkölmez, Ş., Peçen, A., Sağır, P., Yatkın, G., Güler, B., Kaya, C., Çelik, Y., Bars Orak, A., Yaman, B., Ateş, E., 2015. Teoriden Pratiğe Kültürel Mücadele (Editör: Dr. Nevzat BİRİŞİK). Gıda ve Kontrol Genel Müdürlüğü, Lodumlu /Ankara, 285s.
- Charmillot, P. J., Pasquier, D., Verdun, C., 2003. Mating disruption using ISONET dispensers to control grape moths. European Meeting of the IOBC/ wprs Working Group on Integrated Control in Viticulture. Volos, Greece, 18-22 March 2003. IOBC/wprs Bulletin, 26(8): 127-130.
- Çanakçıoğlu, H., Mol, T., 1998. Orman Entomolojisi (Genel Bölüm). İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları Rektörlük Yayın No: 4155 Fakülte Yayın No: 455, 404s., İstanbul.
- Demirbağ, Z., Nalçacıoğlu, R., Katı, H., Demir, İ., Sezen, K., Ertürk, Ö., 2008. Entomopatojenler ve Biyolojik Mücadele. Ed. Demirbağ, Z., Esen Ofset Matbaacılık, 325s., Trabzon.



- Durmuşoğlu, E., 2006. Bitki Zararlılarıyla Savaş Prensipleri. Bitki Korumada İyi Tarım Uygulamaları, Ed. Y. Nemli, H. Demirkan, N. Çetinkaya, Meta Basım Matbaacılık Hizmetleri, İzmir, 13-24.
- Durmuşoğlu, E., 2007. Kontrolsüz ve Bilinçsiz Pestisit Kullanımının Neden Olduğu Sorunlar ve Çözüm Önerileri. Hasad 32(270): 32-36.
- Durmuşoğlu, E., 2007. Pestisit Risk Analizi. Tarım İlaçları Kongre ve Sergisi, 25-26 Ekim 2007, Ankara, Bildiriler Kitabı, Kozan Ofset, Ankara, 211-222.
- El-Gendy, K.S., Aly, N.M., Mahmoud, F.H., Kenawy, A., El-Sebae, A.K.H., 2010. The Role of Vitamin C as Antioxidant in Protection of Oxidative Stress Induced by Imidacloprid. Food and Chemical Toxicology, 48: 215-221.
- Erdoğan, C., Velioğlu, A. S., Gürkan, M. O., 2007. Bitki Koruma Ürünlerinin Ruhsatlandırılması Aşamasında Yapılan Risk Değerlendirilmeleri. Tarım İlaçları Kongre ve Sergisi, 25-26 Ekim 2007, Ankara, Bildiriler Kitabı, Kozan Ofset, Ankara, 190-201.
- Güncan, A., Durmuşoğlu, E., 2004. Bitkisel Kökenli İnsektisitler. Hasad, 20 (233): 26-32.
- Kanat, M., 2001. Kahramanmaraş Kızılçam Ormanlarında Çam Kese Böceği (*Thaumetopoea pityocampa* (Schiff.))'ne Karşı *Calosoma sycophanta* L.'nin Kullanılması. Orman Bakanlığı Teknik Bülten 2(4): 22-24.
- Kansu, İ. A., 1988. Böcek Çevrebilimi (Böcek Ökolojisi) I. Birey Ökolojisi. AÜ Ziraat Fakültesi Yayınları No: 1045, 274 s., Ankara.
- Kansu, İ. A., 1994. Genel Entomoloji (7. Baskı). 426s., Ankara.
- Karaca, İ., Ay, R., 2002. Entomoloji (Bitki Koruma). Süleyman Demirel Üniversitesi Yayın No: 26, 102s., Isparta.
- Kast, W. K., 2001. Twelve Years of Practical Experience Using Mating Disruption Against *Euopoeilia Ambiguella* and *Lobesia Botrana* in Vineyards of the Wuerttemberg Region, Germany. IOBC/wprs Bulletin, 24(2): 71-73.
- Kaygısız, H., 2003. Tarımda İlaçlı Mücadelenin Temel Prensipleri (Güncelleştirilmiş 2. Baskı). Hasad Yayıncılık Ltd. Şti., 127s., İstanbul.
- Kehrli, P., Pasquier D., Charmillot, P. J., 2013. 25 Years of Mating Disruption in Switzerland. IOBC/wprs Bulletin, 85: 25-28.
- Kılınçer, N., Yiğit, A., Kazak, C., Er, M. K., Kurtuluş, A., Uygun, N., 2010. Teoriden Pratiğe Zararlılarla Biyolojik Mücadele. Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi, 1(1): 15-60.



- Layık, F. O., Kısmalı, S., 1994. Zararlılara Karşı Biyoteknik Yöntemlerle Savaşta Kitle Halinde Tuzakla Yakalama (Mass-Trapping) Yönteminin Kullanılması. Türkiye Entomoloji Dergisi, 18(4): 245-259.
- Liu, G.Y., Miao, W., JU, X. L., 2010. Mechanisms of Imidacloprid Resistance in Nilaparvata lugens by Molecular Modelling. Chinese Chemical Letters, 21: 492-495.
- Ogawa, K., Kobayashi T., Hojo, T., 2005. The Systematic and Efficient Use of Mating Disruption. Integrated Fruit Protection in Fruit Crops. IOBC/wprs Bulletin, 28 (2): 480.
- Oğurlu, İ., 2000. Biyolojik Mücadele. Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları Yayın no: 8
- Öncüer, C., 1997. Tarımsal Zararlılarla Biyolojik Savaş (Temel Bilgiler) Adnan Menderes Üniversitesi Yayınları No: 1, 93s.
- Öncüer, C., Durmuşoğlu, E., 2008. Tarımsal Zararlılarla Savaş Yöntemleri ve İlaçlar (Genişletilmiş 6. Baskı) Adnan Menderes Üniversitesi Yayınları No: 28, 472s., Aydın.
- Önder, F., Atalay, R., 1977. Tarımsal Savaşa Karar Vermede Rol Oynayan Faktörler. Türkiye Bitki Koruma Dergisi, 1(2): 39-51.
- Pehlivan, E., 1981. Böceklerde Çeşitli Davranış Şekilleri Ve Bunlardan Yararlanma Olanakları. Türkiye Bitki Koruma Dergisi, 5(4): 243- 252.
- Schneider, D., 1999. Insect Pheromone Research: Some history and 45 years of personal recollections. IOBC/wprs Bulletin, 22(9): 1-8.
- Selmi, E., 1998. Türkiye Kabuk Böcekleri ve Savaşı, İstanbul Üniversitesi Yayın No: 4042, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Yayın No: 11, İstanbul, 196 s.
- Serez, M., Zümreoğlu, A., 2001. Tarım ve Orman Zararlılarına Karşı Biyoteknik Yöntemler. Dilek Ofset, 108 s., Çanakkale.
- Southwood, T. R. E., Henderson, P. A., 2000. Ecological Methods. Blackwell Science, UK.
- Sümer, S., 2008. Bitki Koruma Bilimi. Nobel Yayın Dağıtım Ltd. Şti., 159s., Ankara.
- Toros, S., Maden, S., Sözeri, S., 1999. Tarımsal Savaş Yöntem ve İlaçları. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 949, Ankara, 194 s.
- Tosun, N., Onan, E., 2014. Ruhsatlı Bitki Koruma Ürünleri 2014/2015. Hasad Yayıncılık, 280 s., Ankara.

URL1: <https://bku.tarim.gov.tr/>

URL2: http://www.alanwood.net/pesticides/class_pesticides.html

URL3: <http://www.irac-online.org/>



URL4: [http:// www.russellipm-agriculture.com/traps](http://www.russellipm-agriculture.com/traps)

Ünal, G., Gürkan, M. O., 2001. İnsektisitler: Kimyasal Yapıları, Toksikolojileri ve Ekotoksikolojileri. Ethemoglu Ofset Matbaacılık, 159s., Ankara.

Varner, M., Mattedi, L., Forno, F., Lucin, R. 2002. Twelve years of practical experience using mating disruption against *Lobesia botrana* and *Eupoecilia ambiguella* in the vineyards of "Cantine Mezzacorona" located in the Piana Rotaliana Valley. Proc. of IOBC Meeting on pheromones and Other Semiochemicals in Integrated Production. Erice, Italy, September 22-27, <http://www.phero.net/iobc/sicily/program.html>

Vick, K. W., Mankin, R. W., Cogburn, R. R., Mullen, M., Throne, J. E., Wright, V. F., Cline, L. D. 1990. Review of Pheromone Baited Stick Traps for Detection of Stored Product. J. Kans. Entomol. Soc., 63: 526-532.

Yağcıoğlu, A., 2008. Bitki Koruma Makineleri. Ege Üniversitesi Yayınları, Ziraat Fakültesi Yayın No: 508, 256 s.

Yücer, M. M., 2010. Ruhsatlı Tarım İlaçları 2010. Hasad Yayıncılık Ltd. Şti., 237s., İstanbul.



NOTLAR

[illegible]



NOTLAR

[illegible]



NOTLAR

This image shows a full page of white paper with horizontal dashed lines, typical of primary-ruled notebook paper. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.



NOTLAR

This image shows a full page of white paper with horizontal dashed lines, typical of primary-ruled notebook paper. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.



www.ogm.gov.tr



ISBN: 978-605-4610-96-9

ORMAN GENEL MÜDÜRLÜĞÜ
Orman Zararlılarıyla Mücadele Dairesi Başkanlığı'nca
hazırlanmıştır.

köklerinde hayat var...

