

1. GİRİŞ

Günümüz dünyasında ve ülkemizdeki bugün en önemli problemlerden biri de artan insan nüfusedir. Artan nüfusun yaşamını sürdürebilmesi için gerekli ilk koşul beslenmedir. İnsanları besleyebilmek için verimli tarım arazileri araştırılmış, ekilebilir alanlardan alınabilecek ürünleri artırma çalışmaları yapılmıştır. Sulama, gübreleme, toprağın iyi işlenmesi, tohum ıslahı gibi yöntemlerle verimlilik sürekli olarak artırılmaktadır. Ancak, elde edilen ürünlerin büyük bir kısmı hasat öncesinde ve sonrasında zararlı bitkiler, hayvanlar ve mikroorganizmalar tarafından yok edilmektedir. Tarım ürünlerini sadece üretim aşamasında değil, depolama, taşıma, işleme, pazarlama ve tüketim aşamasında da hastalık ve zararlılardan korumak amacıyla kullanılan genetik, biyoteknik, mekanik ve kimyasal mücadele yöntemleri içinde en etkin olanı kimyasal yöntemlerdir. Çünkü bu yöntem kolay uygulanır ve kısa sürede çözüm oluşturur. Bu nedenle de, ürünü tehlikeye atmak istemeyen üretici ‘ilaçlı’ mücadele yolunu seçmektedir. Ancak, söz konusu kimyasalların yaygın, yoğun ve bilinçsizce kullanımı, çevre kirlenmesi, doğal dengenin bozulması ve canlılarda direncin gelişmesi gibi başka önemli sonuçlar doğurmaktadır. Yağışlarla yeraltı ve yüzey sularına karışan bu kimyasallar su canlılarında birikim yapmakta, besin zincirine girerek bu yolla insanlara kadar ulaşmaktadır. Pestisit denilen söz konusu kompleks kimyasalların sulardan giderilmesi atık su temizlemesi ve içme suyu elde edilmesinde kullanılmakta olan çeşitli yöntemler ile istenilen verimlere ulaşılamamakta, ileri artım yöntemleri ile sulardan uzaklaştırılmaları ancak mümkün olabilmektedir.

Modern teknoloji ve özellikle de kimya endüstrisindeki en son gelişmeler oldukça yüksek miktarda kimyasal madde üretimine yol açmıştır. Bu durum tarımsal üretimde tarımsal mücadele içinde geçerlidir. Örneğin yetmişlerin başından beri 500 aktif, oldukça toksik bileşenleri içeren 60.000’den daha fazla tarım ilacı A.B.D. ‘de kullanılmaya başlanmıştır (Zeren 1997).

Pestisitler, tarımsal alanlardan süzülen yağmur sularıyla, evsel ve endüstriyel atıksu deşarjlarıyla, suların püskürtülerek ilaçlanmasıyla, kazalar sonucunda, yağmur ve rüzgâr gibi faktörlerle sulara karışabilmektedir (Rau ve Wooten 1980). Alıcı sulardaki canlılar üzerindeki olumsuz etkilerin yanı sıra, zararlı etkilerinin besin zinciri yoluyla daha geniş kitlelere ulaşabilmesi, pestisitlerin alıcı sulara deşarj edilmeden önce arıtılmasını zorunlu hale getirmektedir. Artan nüfusla orantılı olarak sürekli artış gösteren besin talebi yoğun tarımsal üretimi gerektirir. Bu da, hem bitki koruma hem de zararlıların kontrolünde pestisitlerin oldukça yüksek oranda kullanımı zorunluluğunu ortaya çıkarmaktadır. Ancak, bu konuda esas problem, pestisitlerin çevresel dağılımlarıyla besin zincirinin bazı basamaklarında bazı türlere zarar vermeleridir. Bir besin seviyesinden diğerine geçerken biyoakümülyasyonla kalıntı miktarı 10–100 kez arttığı ileri sürülmektedir. Besin seviyesinin en üst düzeyindeki bir organizmanın daha alt düzeydekilerden bin kez daha fazla seviyede pestisit konsantrasyonuna sahip olduğu iddia edilmektedir (Rau ve Wooten 1980).

Bilindiği gibi ülkemizin birçok yörelerinde (başta Akdeniz ve Ege Bölgeleri olmak üzere) iklim koşullarının da müsait olması sebebiyle yetiştirilen meyve ve sebzelerde zirai mücadeleler amacıyla yoğun bir şekilde çeşitli pestisit kimyasalları kullanılmaktadır. Söz konusu pestisitler kullanıldığı su, bitki veya topraktan dolaylı olarak sebze ve meyvelere de geçerek orada birikebilmektedir.

Diğer tarafından, Konya kent merkezindeki halk pazarlarında ve marketlerinde satılan sebze ve meyvelerin büyük bir çoğunluğunun ülkemizin söz konusu yöre ve bölgelerinden getirildiği bilinen bir gerçektir.

İşte bu nedenle, bu araştırmada, Konya halk pazarlarında satışa sunulan çeşitli meyve ve sebze örneklerinde pestisit kalıntısı arama çalışmaları yapılmıştır. Bu çalışmada ayrıca, söz konusu meyve ve sebze örneklerinde belirlenen pestisit kalıntı seviyelerinin uluslararası müsaade edilebilir kritik sınır değerlerinin üstünde olup olmadığı veya herhangi zararlı değerlere ulaşp ulaşmadığı araştırılmıştır.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1. Pestisitlerin Tanımı ve Çeşitleri

Bitkilerin gelişmesini sınırlandıran, tarımsal üretimi azaltan zararlı böcek, yabancı ot, fungus ve kemirici hayvanlarla mücadelede çok değişik tür ve kimyasal bileşimlerde kimyasal maddeler kullanılmaktadır. Bu zararlılarla mücadele etmek için kullanılan bu tür sentetik organik maddelere pestisit denir. Pestisitler; besin maddelerinin üretimi, tüketimi ve depolanması sırasında besin maddelerini bozan ve bitkilere zarar veren böcekleri, mikroorganizmaları ve diğer zararlıları yok etmek için kullanılan kimyasal maddelerdir (Gündüz 1994, Gür ve ark. 2006).

Dünya Sağlık Teşkilatı (WHO) ile Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Teşkilatı (FAO) bitki koruma ilacını, “istenmeyen bitki ve canlıları kontrol altında tutmak veya önlemek için kullanılan madde veya maddeler karışımıdır” şeklinde tanımlamaktadır (Şişli 1994).

Halen 300 kadar sentetik organik pestisit bilinmektedir. Bunlardan yola çıkılarak değişik ad ve formülasyonda 10.000’in üstünde ticari pestisit preparatı hazırlanmıştır. Sayıları ve formülasyonları çok olmasına rağmen, pestisitler kimyasal formüllerine göre veya kullanılma amaçlarına göre birkaç ana gruba ayrılır (Gündüz 1994).

Pestisitler, zararlılara doğrudan doğruya uygulanmazlar. Bunlar tabiatı icabı zehirli maddeler oldukları için, daha emniyetli, daha ekonomik, insan ve çevre sağlığı açısından daha az zararlı olacak şekilde bazı yardımcı maddeler ile karıştırılarak kullanılırlar. İşte bu fiziksel karışıma “Formülasyon”, içinde belli yüzdede bulunan pestisite de “Etkili madde” veya “Aktif madde” adı verilir. Bu formülasyonun içinde; aktif madde, yardımcı maddeler, emülgatörler, dolgu maddeleri bulunmaktadır. Bir formülasyonda bulunması gereken özellikler FAO ve WHO tarafından belirlenerek belli esaslara bağlanmış ve bu özelliklerin tayin edilebilmesi için de standart metotlar geliştirilmiştir (Kaya ve Yavuz 1995).

Zehirli özellik gösteren bir maddenin pestisit olarak kullanılması için bazı özellikleri taşıması gerekir. Zehirli özellik gösteren bir kimyasal maddenin ideal bir pestisit olabilmesi için şu sıralı özellikleri taşımalıdır: 1)Biyolojik olarak aktif olmalı, 2)Etkili olmalı, 3)Güvenilir olmalı, 4)Yeteri kadar stabil olmalı, 5)Kullanıcılar açısından güvenilir olmalı, 6)Tüketiciler açısından güvenilir olmalı, 7)Evcil hayvanlar açısından güvenilir olmalı, 8)Yaban hayatına zararlı olmamalı, 9)Faydalı organizmalara zararlı olmamalı, 10)Çevre için kabul edilebilir olmalı (Durham 1994).

Zararlılarla mücadelede kullanılan bu kimyasal maddelerin ilk uygulamaları çok eski zamanlara dayanmaktadır. Pasteur'un bitki ve hayvanlara zarar veren bazı mikropları ortaya çıkarmasından sonra bu zararlılarla mücadele için bazı kimyasal maddeler sentezlenmiş ve kullanılmıştır. Bakır içeren bordo karışımı Pasteur'un buluşundan hemen sonra uygulanmaya başlanmıştır. Daha sonra 19. yüzyılın ortalarına doğru elma bahçelerinde görülen hastalık ve böcek zararlılarını önlemek amacıyla kireç, sülfür karışımları ve arsenik kullanılmıştır. Bunların dışında, doğal olarak oluşan rotenon, pyrethris gibi böcek öldürücüler bol miktarda kullanılmıştır. 1939 yılında DDT'nin böcekler ve 2,4-D'nin yabancı otlar üzerindeki öldürücü etkilerinin tespit edilmesiyle tarımda ilk olarak yapay kimyasal maddelerle mücadele başlatılmıştır. Çeşitli hayvansal ve bitkisel zararlıların öldürülmesiyle tarımsal üretimden elde edilen kazanç artmıştır. Gün geçtikçe tarımla uğraşanların kazançlarındaki artış, bu kimyasal maddelerin daha fazla kullanılmasını teşvik etmiştir. Pestisitlerin kullanılması sadece bitkisel üretimi artırmakla kalmayıp, hastalık taşıyan bazı böceklerin mücadelesi sonucu milyonlarca insanın sarı humma, beyin iltihaplanması, sıtma ve benzer hastalıklardan korunmasını da sağlamıştır. Ayrıca bitkilerde olduğu gibi, evcil hayvanların çeşitli hastalık ve haşerelerden korunmuş olmasıyla da büyük ekonomik yararlar sağlanmıştır. Pestisitlerin kullanılmasıyla gıdalar üretildikleri yerlerden herhangi bir zararının olumsuz etkisi altında kalmadan sofralara gelebilmişlerdir. Bu kadar yararlı görülen pestisitlerin kullanılmasını sınırlayan üç önemli sorun vardır. Bunlardan birincisi, özellikle zararlı böceklerin zamanla bu öldürücü kimyasal maddelere karşı direnen duruma gelmesidir. Bu durumda, dirençli böceklerin öldürülmesini sağlayacak daha etkili kimyasal maddelerin üretimi yoluna gidilmiştir. İkincisi, bazı kimyasal öldürücülerin

yapılarının bozulmadan yıllarca çevredeki etkilerinin devam etmesidir. Kimyasal maddeler içerisinde bu özelliğe sahip olanlar çeşitli yollarla taşınarak diğer ortamlarda birikmekte ve buradaki yaşamı da etkilemektedir. Buna bağlı olarak ortaya çıkan üçüncü sorun, kimyasal maddelerin kullanıldıkları hedeflerin dışında kalan bazı bitki ve hayvanlar için de toksik olmalarıdır. Söz konusu kimyasal maddeler toprakların fauna ve florasını etkiledikleri gibi balık ve diğer yabani yaşamdaki hayvanları da büyük ölçüde etkilemekte, kuş ve balıklar tarafından alınan kimyasal öldürücüler zamanla hayvanların vücut dokularında birikerek yoğunlaşmakta ve toksik dozlara ulaşmaktadır (Topbaş ve ark. 1998).

Pestisitler kullanıldıkları zararlı grubuna göre bazı sınıflara ayrılmışlardır. Bunlar; 1)Böcekleri öldürenler (İnsektisit), 2)Fungusları öldürenler (Fungusit), 3)Fungusların faaliyetini durduranlar (Fungustatik), 4)Yabancı otları öldürenler (Herbisit), 5)Kene ve uyuz böceklerini öldürenler (Akarisit), 6)Bakterileri öldürenler (Bakterisit), 7)Yaprak bitlerini öldürenler (Afisit), 8)Kemirgenleri öldürenler (Rodentisit), 9)Nematodları öldürenler (Nematosit), 10)Salyangozları öldürenler (Molluskisit), 11)Algleri öldürenler (Algisit), 12)Kuşları öldüren veya kaçırınlar (Avensit), 13)Kaçırıcılar (Repellent), 14)Çekiciler (Atraktant). Bunlardan insektisit, fungusit ve herbisitler diğerlerine oranla daha fazla miktarlarda kullanıldıklarından çevresel etkileri yönünden daha önemlidir (Dökmeci 1988).

Formulasyona göre: suda çözünen tozlar, sulu çözeltiler, emülsiyon konsantre ilaçlar, granüller, aerosoller, zehirli yemler şeklinde; zararlı organizmanın biyolojik dönemine göre: erginleri, larvaları ve yumurtaları öldüren bileşikler şeklinde; zararlı organizmaların habitatına göre: kültür bitkisi zararlıları, orman zararlıları, depo ürünleri zararlıları şeklinde; dayanıklılık durumuna göre: dayanıklı, orta derecede dayanıklı ve dayanıksız olmak üzere üç gruba ayrılabilir. Dayanıklılık; uygulama noktasında pestisit kalıntılarının % 75-100'ünün etkinliğinin kaybolması için gereken zamanı ifade eder. Dayanıksız pestisitlerin uygulandıkları alanda kalma süreleri 1-2 haftadır. Bu süre orta derecede dayanıklı pestisitlerde 1-18 ay ve dayanıklı pestisitlerde ise 2-5 yıldır (Topbaş ve ark. 1998).

Aşağıda, yaygın olarak kullanılan başlıca pestisitler hakkında kısaca bilgi verilmiştir.

2.1.1. İnsektisitler

Günümüzde pestisitler içerisinde en fazla kullanılmakta olan kimyasal maddeler insektisitlerdir. İnsektisitler genel olarak üç kimyasal grup altında toplanmaktadır. Bunlardan klorlu hidrokarbonlar grubunun en önemli temsilcisi DDT (Diklor-Difenil-Trikloreten)'dir. Başlangıçta DDT'nin kullanılmasıyla birlikte gerek insan sağlığı ve gerekse tarımsal üretim bakımından büyük yararlar sağlanmıştır. Oldukça etkili olması, fiyatının ucuz olması, DDT'nin fazla oranda tercih edilmesinin sebebidir. Buna karşılık DDT'nin yaygın olarak kullanımı ile birlikte çok geçmeden zararlı etkileri ortaya çıkmaya başlamıştır. Söz konusu kimyasal maddenin yan etkileri nedeniyle tüm dünya ülkelerinde kullanımı yasaklanmaya başlanmıştır. Uygulandıktan sonra topraktaki kalıcılığının çok uzun olması, biyolojik olarak çok az miktarda bozulması gibi özellikleri nedeniyle kullanıldığı hedeflerin dışındaki canlıları da etkileyen DDT, çevreye ölüm saçan çok tehlikeli bir kimyasal madde durumuna geçmiştir. İkinci kimyasal grup olan organik fosfatlar, genellikle biyolojik yollarla zamanla bozulmaktadır. Toprak ve su içerisinde birikmeleri azdır. Ancak bu kimyasal maddeler, klorlu hidrokarbonlara oranla insanlar için daha zararlıdır. Üçüncü kimyasal grup karbamatlar: diğer öldürücü kimyasal maddelere oranla memeli hayvanlar üzerinde daha az toksik etkilere sahiptir ve kolaylıkla biyolojik ayrışmaya uğrarlar (Topbaş ve ark. 1998).

2.1.2. Fungusitler

Bu kimyasal maddeler insektisit ve herbisitlere oranla daha az miktarda kullanılırlar. Bu nedenle çevre kirlenmesine diğer iki grubun etkili olduğu kadar etkiye sahip değildirler. Bu grup içerisinde insan sağlığı yönünden en zararlı olan kimyasal madde organik civa bileşikleridir. Tohum ilaçlamasında kullanılan bu

kimyasal bileşikler, ancak bulaştırılmış tohumların yanlışlıkla çiftlik hayvanlarına yedirilmesi ile bazı zehirlenmelere neden olmaktadır. Özellikle elma bahçelerinde ve üzüm bağlarında oldukça yüksek dozlarda kullanılan bakırlı kimyasal maddeler toprak yüzeyinde fazlaca birikebilmektedir. Aynı şekilde ağır metalleri içeren fungusitlerin kullanılmasıyla da topraklarda çinko, civa, demir ve mangan birikmesi görülmektedir (Tok 1997).

2.1.3. Herbisitler

Yabancı ot öldürücüler oldukça fazla kullanılan kimyasal maddelerdir. Her ne şekilde uygulanırlarsa uygulansınlar bu kimyasal maddelerin büyük bir kısmı toprağa geçer. Son 20 yıl içerisinde tarım alanlarındaki istenmeyen otların yok edilmesiyle tarımsal üretimde önemli bir artış kaydedilmiştir (Özer 1982).

Bugün çok fazla miktarlarda kullanılan 75 değişik bileşimde herbisit vardır. Herbisitler de kullanıldıkları hedeflerin dışındaki ortamlarda yaşayan canlılar için zararlı olmaktadır. Herbisitlerin çevreye verdiği zararın, bütün diğer pestisitlerin toplamından daha fazla olduğu bildirilmiştir (Özer 1982).

Ayrıca; aşağıda pestisit grupları esas alınarak bunların insanlar üzerindeki etkileri incelenmiştir (Haktanır ve Arcaç 1998).

a) Bakırlı Pestisitler

Besinlerdeki bakır kalıntısı % 10 veya daha yüksek düzeyde ise, ağız yoluyla alınması çok tehlikelidir. Asıl önemli olan husus, bulaşık gıdalarla alınan çok düşük düzeydeki bakır iyonlarıdır. Bakır iyonları vücuttaki bazı organlarda ve enzim yapısındaki bakır dengesini bozar, birçok organ ve enzimin aktivitesini engeller. Neticede karaciğer, beyin ve böbrekler normal çalışamaz ve Wilson hastalığı diye bilinen bazal gangliyonlarda dejenerasyon ile karaciğerde siroz meydana gelir. Bakırın proteinlerle bileşikler oluşturması bazı patolojik bozukluklar ortaya çıkarır.

Akut eklem romatizması, eklemlerdeki sistemik bozukluklar, damarlarda ve böbreklerde komplikasyonlar oluşturan bir kollojen doku hastalığı ve böbrek iltihabı, vücuttaki bakır dengesinin bozulması sonucu görülmektedir. Ayrıca kan kanseri ve kalpte miyokard infarktüs'ün sebebi de vücutta bulunan yüksek orandaki bakır iyonlarıdır (Haktanır ve Arcak 1998).

b) Kükürtlü Bileşikler

Yüzeyinde kükürtlü bileşikler bulunan besinler yenirse vücutta sülfid formuna dönüşür ve bazen bağırsaklarda absorbe edilerek hemoglobin ile birleşebilir. Neticede enterogenous cyanosis adı verilen bağırsak morarması ortaya çıkar (Haktanır ve Arcak 1998).

c) Civalı Pestisitler

Tarım Orman ve Köyişleri Bakanlığı tarafından, civalı pestisitlerin çok zehirli olmaları sebebi ile ruhsatları 1985 yılında iptal edilmiş ve satışları yasaklanmıştır. İnorganik ve organik civalı bileşikler bütün canlılar için toksik olup toleransları sıfırdır. Bünyeye alınan civa, karaciğer tarafından absorbe edilir ve bütün vücuda yayılır. Civa, hayati organlarda özellikle karaciğer, böbrek ve beyinde birikebilmektedir. Türkiye'de uzun yıllar tohum ilacı olarak kullanılan civalı pestisitlerin yasaklanmasından ve mevcut stokların da eritilmesinden sonra, civa zehirlenmesinden kaynaklanan zehirlenmelerde azalmıştır (Haktanır ve Arcak 1998).

d) Klorlandırılmış Hidrokarbonlu Pestisitler

Bu gruba giren pestisitler, vücuttaki yağ dokularında birikmekte, kronik zehirlenme ve hastalıklara sebep olmaktadır. Örneğin karaciğerdeki birikim bazen siroz hastalığına dönüşebilmektedir. Bazı klorlandırılmış hidrokarbonlu pestisitlerin

farklı ülkelerde insan dokusunda birikme düzeyi Çizelge 2.1’de açıklanmıştır (Haktanır ve Arçak 1998).

Çizelge 2.1. İnsan yağ dokusundaki ortalama klorlu hidrokarbon düzeyi (mg/kg) (Anonim, 1995)

Yıl	Ülkeler	DDT ve DDE benzerleri	Aldrin Dieldrin	Gamma BHC	
1964	Hindistan	28	11.6	0.03	1.7
1964	USA	10	6.9	0.29	0.06
1965	İngiltere	3.1	2	0.21	0.34
1967	Avustralya	1.7	0.9	0.05	-
1967	İtalya	8.2	7.5	0.45	0.06
1967	İsrail	6.4	7.8	-	-
1968	Hollanda	2	1.7	0.17	0.1
1968	Fransa	52	3.2	-	-

Bu gruptaki pestisitlerden dieldrin’in gebelik esnasında placentadan fötüse ve dolayısıyla doğan bebeklere geçtiği Çizelge 2.2.’de açıklanmıştır. Bebekler ayrıca anne sütü ile de pestisit entoksikasyonuna uğrayabilmektedirler (Haktanır ve Arçak 1998).

Çizelge 2.2. Fetus ve yeni doğan bebeklerin dokularındaki dieldrin kalıntıları (Anonim, 1995)

Doku veya organ	Dieldrin (ppm)
Embriyo dokuları	0.045
Yağlı dokular	0.17
Karaciğer	0.007
Böbrek	0.005
Beyin	0.005
Bebek kanı	0.0013

e) Organik Fosforlu Pestisitler

Vücuttaki iki önemli enzim olan kolinesteraz organik fosforlu pestisitlerin etkisiyle inaktif hale getirilmektedir. Bu gruptaki pestisitler, serin proteinaz ve sülfidril grubu enzimlerin faaliyetini de engellemektedir. Akut toksikasyonun tedavisinden sonra bile adali zafiyet, depresyon, konuya konsantre olmada güçlük, kolay sinirlenme, baş ağrısı ve görme bozukluğu gibi rahatsızlıklar 2-3 ay daha devam edebilmektedir. Bazen de tedaviden 1-2 hafta sonra yüzde his bozukluğu ve kısmi felç başlamaktadır. Bu da sinir dokusunda bulunan proteinlerin fosforlanması sonucunda oluşan akson dejenerasyonu şeklinde açıklanmaktadır (Haktanır ve Arçak 1998).

f) Karbamatlı Pestisitler

Bu gruptaki pestisitler, organik fosforlu ilaçlar gibi kolin esteraz enzimini inaktive etmektedir. Koruyucu fungusitlerden dithiokarbamatlılar grubuna dahil olan thiramın uygulamadan sonra DDC'ye indirgendiği ve glikozid, alanin ve dipeptid ürünlerinin oluştuğu, bu parçalanma ürünlerinin ise indirekt yolla DNA'yı etkilediği ve hatta kromozomlar üzerinde mutasyon oluşturma tehlikesinin bulunduğu anlaşılmıştır. Metalik dithiokarbamatlardan Ziram da bulunan çinko atomu, bakır iyonları gibi organizmadaki çinko dengesini bozmaktadır. Neticede bazı enzimler bloke edilmekte, kanserojenik değişmeler meydana gelmekte ve çinko anne sütüne geçebilmektedir (Haktanır ve Arçak 1998).

2.2. Pestisitlerin Topraklardaki Hareketi

Pestisitler genellikle bitkilere, toprak yüzeyine ve toprak içine püskürtülür veya uygulanırlar. Uygulanan pestisitlerin büyük bir bölümü toprağa geçer. Toprak içerisine giren bu kimyasal maddeler şu durumlardan biri veya birkaçı ile karşılaşabilir; 1)Topraktan buharlaşarak herhangi bir kimyasal değişikliğe uğramadan atmosfere karışabilirler, 2)Topraklar tarafından adsorbe edilebilirler, 3)Toprağın alt katlarına doğru yıkanabilirler ve difüze olabilirler, 4)Toprak içerisinde veya toprak yüzeyinde kimyasal değişikliklere uğrayabilirler, 5)Toprak mikroorganizmaları tarafından parçalanabilirler, 6)Bitkiler tarafından alınırlar (Topbaş ve ark. 1998).

2.2.1. Buharlaşma

Bazı pestisitler topraklarda buharlaşma yolu ile hareket etmektedir. Pestisitlerin toprak yüzeyinde buharlaşarak uzaklaşmaları, yani atmosfere karışmaları veya toprak profili içerisinde buhar olarak hareketleri, büyük ölçüde pestisitlerin buhar basınçlarına, toprakların bünyesine, toprağın su kapsamına, toprağın adsorpsiyon özelliklerine ve toprak sıcaklığına bağlıdır. Aynı zamanda toprakların

pH'ları da pestisitlerin buhar olarak topraktaki hareketlerini etkilemektedir. Topraklara uygulanan fumigantlar genellikle fazlaca buharlaşabilen kimyasal maddelerdir. Bu özellikleri nedeniyle tüm toprak gözeneklerine girerek hedefleri olan mikroorganizmaları bulur ve etkilerler. Fumigantlar içerisinde en yüksek buhar basıncına sahip olan kimyasal madde metil bromid'dir. Bu maddenin buhar basıncı 20°C de 1400 mm Hg ve 40°C de 2600 mm Hg'dir. Toprağın üzeri herhangi bir örtü tabakası ile kaplı olmadığı takdirde kısa bir süre sonra buharlaşarak atmosfere karışırlar. Toprak sıcaklığının artması, kil miktarı ve organik madde miktarının azalması buharlaşmayı artırıcı faktörlerdir. Toprakta kil ve organik madde miktarının artmasıyla birlikte pestisitlerin adsorpsiyonları da artmakta, dolayısıyla buharlaşma oranı azalmaktadır. Sıcaklık da bu açıdan oldukça önemli olup, bazı durumlarda pestisitler toprağa düşmeden buharlaşabilir ve rüzgârın da yardımıyla kısa sürede havaya karışabilir. Atmosfer içerisinde yapılan analizler, buhar basınçları oldukça az olan DDT, dieldrin gibi kimyasal maddelerin de buharlaşma ile atmosfere karışabildiğini göstermiştir. Bu özelliklere sahip olan maddeler daha sonra hava akımlarıyla uygulandıkları bölgelerden çok uzaklara taşınabilmektedir. Atmosfer içerisine buharlaşarak karışan öldürücü kimyasal maddeler daha sonra yağışlarla yeniden toprak yüzeyine veya taban sularına ulaşmaktadır (Topbaş ve ark. 1998).

Pestisitlerin buharlaşmaları ıslak topraklarda kuru topraklara oranla daha az olmaktadır. Toprak gözeneklerinin tamamen su ile doymuş duruma geçmesiyle buhar şeklindeki hareket tamamen durmaktadır. Bu durum, suyun pestisitlerin toprak içerisine geçişini ve adsorbe olmasını engellemesinden ileri gelmektedir. Toprak yüzeyinden buharlaşma ile pestisit kayıpları toprağın sıkışması veya bir örtü ile kaplanması sonucu azalır (Gür ve ark. 2006).

2.2.2. Adsorpsiyon

Adsorpsiyon olayı, toprak kolloidlerinin yüzeyi tarafından pestisit moleküllerinin ya da iyonlarının tutulması olayıdır. Topraklar tarafından pestisitlerin adsorpsiyonları toprakların ihtiva etmiş oldukları kil miktarı, kilin tipi, organik madde miktarı, toprağın yapısı, su geçirgenliği ve su içeriği, toprak sıcaklığı ve pH'sı

gibi etmenlere bağılı bulunmaktadır. Pestisitlerin topraklar tarafından adsorpsiyonu büyük ölçüde içerdiği organik madde ve kilin miktarına, elektriksel yüküne ve yüzey genişliğine bağılıdır. Genellikle killi topraklar kumlu topraklara göre bünyelerinde daha fazla pestisit adsorbe etmektedir. Pestisitlerin organik madde ve kil tiplerine göre adsorpsiyonları şu sıraya göre gerçekleşmektedir; Organik madde > Vermikülit > montmorillonit > illit > kaolinit Sözkonusu sıra aynı zamanda katyon değişim kapasitesinin sırasıdır. Toprak kolloidleri mikroskobik zerrecikler olduğundan zerreler ne kadar küçük olursa yüzey alanları ve dolayısıyla etki alanları da o ölçüde büyük olacaktır. Yukarıdaki sırada vermikülit ve montmorillonit killilerinin diğer killere göre daha etkili olma nedeni, içermiş oldukları ara tabakalar ve dolayısıyla daha fazla yüzey alanlarından ileri gelmektedir. Diğer taraftan pestisit çeşidine göre de killere adsorpsiyon olayı farklılık göstermektedir. Örneğin atrazin ve simazin, kaolinit tarafından adsorbe edilmedikleri halde illit ve montmorillonit tipi killere tarafından fazlaca adsorbe edilmektedir (Topbaş ve ark. 1998).

Toprak pH'sının pestisit adsorpsiyonu üzerindeki etkisi, pestisitlerin yapısına bağılıdır. Genel olarak en fazla pestisit tutulma oranı pH 6 civarında gerçekleşmektedir. Toprak sıcaklığının artması genel olarak pestisit adsorpsiyonunu azaltmaktadır. Özellikle tiokarbamatların çözünürlükleri sıcaklığın artmasıyla birlikte azalmaktadır. Diğer taraftan, pestisitlerin çözünürlükleri de adsorpsiyonu etkilemektedir. Az çözünür olan pestisitlerin adsorpsiyonları fazladır. Ayrıca pestisitlerin molekül büyüklüğü ve yapısına bağılı olarak da adsorpsiyonda artış olmaktadır. Büyük moleküle sahip olan ve amino ve karbonil grupları içeren pestisitlerin adsorpsiyonu fazla olmaktadır (Topbaş ve ark. 1998).

2.2.3. Difüzyon ve Yıkanma

Toprak içerisine girmiş olan pestisitlerin toprakların alt katlarına doğru yıkanması, moleküler difüzyon ve kütle taşınım şeklinde olmaktadır. Bu duruma etki eden başlıca faktörler; pestisit moleküllerinin difüzyon özellikleri, toprakların yapısı, toprağın su kapsamı ve pestisitlerin topraklarda tutulma durumlarıdır. Difüzyon yolu ile pestisitlerin hareketi hem toprak ve hem de hava içerisinde olabilmektedir.

Pestisitlerin kütle taşımını biçimindeki hareketleri, yıkanma ile eş anlamlıdır. Toprak yüzeyinde bulunan pestisitler, yağış ve sulama suyu ile toprağın alt katlarına doğru profil boyunca yıkanmaktadır. Pestisitlerin topraklardan yıkanmaları üzerine adsorpsiyonun büyük etkisi vardır. Kuvvetli bir şekilde adsorbe olan pestisitlerin yıkanmaları oldukça güçtür. Diğer taraftan pestisitlerin yıkanmasında toprak özelliklerinin de önemi büyüktür. Örneğin kumlu toprakların su geçirgenliği killi topraklara oranla daha fazla olduğundan pestisitlerin kumlu topraklardaki yıkanmaları daha fazladır. Genel olarak herbisitler, fungusit ve diğer pestisitlere oranla topraklarda daha hareketlidir (Topbaş ve ark. 1998).

Kolay çözünen ve az adsorbe edilen herbisitlerin büyük bir kısmında yer alan aktif maddeler toprağın çeşitli derinliklerine kadar yıkanabilmektedir. Suda çözünerek toprağın derinliklerine inen herbisitler, zamanla toprak derinliklerinden yukarı doğru da hareket edebilirler. Bu durum özellikle suyun toprak yüzünden buharlaşması sonucu toprağın alt kesimlerindeki suyun yukarı doğru hareket etmesinden kaynaklanmaktadır. Suyun bu hareketi sırasında herbisitler de su ile birlikte toprak yüzeyine tekrar çıkmaktadır (Topbaş ve ark. 1998).

2.2.4. Kimyasal Değişiklikler

Pestisitler, toprak mikroorganizmalarına bağlı olmaksızın toprakta kimyasal değişikliklere uğrayabilirler. Toprak yüzeyinde bulunan DDT gibi pestisitler çok yavaş da olsa güneş ışığının etkisi ile parçalanabilmektedir. Ancak bu gibi parçalanmalar önemli miktarlarda değildir. Doğrudan doğruya toprağın katalizörlüğü ile ortaya çıkan parçalanma bu miktarlardan daha fazladır. Çok sayıda pestisit, saf kimyasal olaylar ile ayrılabilir. Özellikle asit topraklarda bu parçalanma silikat kil fraksiyonuna bağlı olarak değişmektedir. Toprak bileşikleri tarafından ayrışma olaylarının katalizlenmesi genellikle kil mineralleri yüzeyleri yakınındaki hidrojen iyonu konsantrasyonunun yükselmesine atfedilebilir. Buna ilave olarak demir ve alüminyum oksitler gibi toprak bileşikleri de ayrışmayı katalizlemektedir. DDT, eldrin, malathion, diazinon ve atrazin gibi kimyasal maddelerin parçalanması genellikle bu yolla olmaktadır. Katalizlenmeyen kimyasal ayrışma reaksiyonları

hidroliz, oksidasyon, iyonizasyon ve tuz oluşumundan ibarettir (Topbaş ve ark. 1998).

2.2.5. Toprak Mikroorganizmaları Tarafından Parçalanma

Pestisitlerin topraklardan uzaklaşmasında en önemli etmen toprak mikroorganizmaları tarafından parçalanmalarıdır. Pestisit moleküllerinde bulunan -OH, -COO, -NH₂ ve -NO₂ grupları, mikroorganizmaların hücumuna neden olmaktadır. Bazı bakteri ve mantarların etkisiyle DDT (Diklor-Difenil-Trikloretan) havasız koşullar altında çok hızlı bir şekilde DDD (Diklor-Difenil-Dikloretan) şekline dönüştürülmektedir. Diğer organik hidrokarbonlar ise, örneğin, aldrin, dieldrin ve heptaklor sadece çok az miktarda biyokimyasal olarak parçalanabilmektedir. Organik fosfat şeklindeki insektisitler bazı mikroorganizmalar tarafından toprakta çok hızlı bir şekilde parçalanabilir. Oldukça fazla miktarda kullanılan 2,4-D, fenil üreler, alifatik asitler ve karbamatlar, mikroorganizmalar tarafından kolayca parçalanabilir. Yine organik fungusitlerin çoğu mikrobiyal yolla parçalanabilmektedir. Bazı pestisitlerin mikroorganizmalarca parçalanmaları ise oldukça düşük düzeyde gerçekleşmektedir (Gündüz 1994).

2.2.6. Bitkiler Tarafından Alınma

Birçok herbisitler bitki kökleri ile topraktan alınır ve böylece inaktif hale geçer. Örneğin mısır bitkileri arasında yer alan yabancı otlara karşı kullanılan simazin, mısır bünyesinde parçalanmakta ve kimyasal yapısı bozulduğu için mısır bitkisine zarar vermemektedir (Topbaş ve ark. 1998).

Diğer taraftan baklagil bitkileri içerisinde yer alan yabancı otlara karşı kullanılan 2,4-D, baklagil bitkilerince bünyelerine alınmakta ve herhangi bir zararlanma meydana getirmemektedir. Buna karşılık, bünyesinde β -oksidaz enzimi bulunduran ve bu enzim sayesinde herbisitleri parçalayan bitkiler de mevcuttur. Yukarıda verilen örnekler, bitkilerin herbisitleri hem kimyasal yapılarını bozarak,

hem de miktarlarını azaltarak etkili olduklarını göstermektedir (Topbaş ve ark. 1998).

2.3. Türkiye’de Pestisit Kullanımı

Türkiye’de tarımsal mücadele için gerekli olan ilaçların teknik maddesi ya yurt içindeki fabrikalarda imal edilmekte ya da dış ülkelere ithal edilmektedir. Türkiye’de pestisit kullanımı daha çok polikültür tarımın yapıldığı Akdeniz ve Ege bölgelerinde yoğunlaşmaktadır (Dağ ve ark. 2000; Çizelge 2.3.)

Çevre ve insan sağlığına zararlarından dolayı bazı pestisitlerin kullanımı ülkemizde yasaklanmıştır. Bu pestisitlerin çoğu organik klorlu pestisitlerdir. Ancak pestisitlerin kullanımına yönelik yasaklar çoğu kez ihlal edilmiştir. Örneğin; 1985 yılında DDT’ nin kullanımı yasaklanmış olmasına rağmen bazı bölgelerimizde özellikle Güneydoğu Anadolu’da süne (*Eurygaster integriseps*) mücadelesinde 1990’ lı yıllara kadar kullanılmıştır. Günümüzde organik klorlu insektisitlerden ülkemizde ruhsatlı olan yalnızca Endosülfandır (Kelle 1989).

Çizelge 2.3. Türkiye’ de pestisitlerin kullanım oranları (Dağ ve ark. 2000)

İnsektisit	% 46
Herbisit	% 23
Fungisit	% 25
Diğerleri	% 6

Çizelge 2.4. Türkiye’ de ürünlere göre pestisit kullanımı (Anonim, 1998)

	ALAN(Kha)	ORAN (%)
Hububat	14750	19.7
Pamuk	430	20.4
Sebze	780	16.2
Meyve	120	12.7
Bağ	480	7.7
Narenciye	80	6.8
Tütün	180	3.1
Çeltik	60	2.6
Baklagiller	1970	2.5
Ayçiçeği	580	1.0
Diğerleri		6.5

Çizelge 2.5. Türkiye’ de kullanımı yasaklanmış pestisitler ve yasaklanma sebepleri
(Anonim, 1995)

Etkin madde	Yasaklanma Tarihi	Yasaklanma sebebi
Aldrin	1979	Kanserojen, vücutta birikme, yaban hayatına zararlı
HCH	1985	Kanserojen
DDT	1985	Kanserojen, yaban hayatına zararlı
Dieldrin	1971	Kanserojen, yaban hayatına zararlı
Endrin	1979	Kanserojen, teratojen
Heptaklor	1979	Kanserojen
Klordan	1979	Kanserojen
Lindan	1979	Kanserojen, teratojen, üremeye etki, akut zehirlilik
Dinozeb	1988	Kanserojen
Civa	1982	Sulu ortam canlılarına etki, akut zehirlilik
Arsenik trioksit	1982	Kanserojen
Paratyon (etil)	1979	Sulu ortam canlılarına etki, akut zehirlilik
Dominozid	1989	Kanserojen
Klordimeform	1979	Kanserojen
Toksafen	1989	Kanserojen, Sulu ortam canlılarına etki, yaban hayatına kronik etki
Fenoprop	1991	Kanserojen

2.4. Pestisitlerin Kullanım Alanları

Pestisitler ağırlıklı olarak tarımsal mücadelede kullanılmaktadırlar. Meyve ve sebzeler başta olmak üzere hububat (buğday, arpa vb.), çeltik (pirinç), mısır, pamuk, soya fasulyesi, şeker pancarı, kolza gibi tarım ürünlerini zararlı canlılardan korumak için kullanılır. Aynı zamanda hayvancılıkta hayvanları üzerlerinde bulunan zarar verici canlılardan arındırmak içinde kullanılmaktadır. Yine bir kapalı ortamda bulunan zararlı canlıların giderilmesinde de pestisitler kullanılmaktadır. Bir odada bulunan sivrisineklerin öldürülmesinde kullanılan sprey şeklindeki pestisitler bu duruma örnek olarak verilebilir (Şişli 1994).

2.5. Pestisitlerin Çevre Kirlenmesindeki Yeri

Tarımsal savaş amacıyla bitkiye, toprağa ve tohuma uygulanan pestisitler, öldürücü etkilerini yerine getirdikten sonra bitkinin çeşitli organlarında asimile olabildikleri gibi toprakta çeşitli değişimlere de uğrayabilmektedirler. Bu değişimler kısaca; 1)Topraktan uzaklaşma, 2)Toprakta tutunma, 3)Başka bileşiklere dönüşme şeklinde özetlenebilir. Topraktaki pestisit artıkları ile su, atmosfer, gıda ve canlı dokularında ilaç kalıntıları arasında dinamik bir denge vardır. Fiziksel, kimyasal ve biyolojik olarak yer değiştiren bu kalıntıların esas bileşiği topraktır. Gerek toprağa ve gerekse bitkiye uygulanan pestisitlerin önemli bir kısmı uygulama esnasında atmosfere geçmektedir. Atmosferden tekrar yağış ve tozlarla toprağa düşen pestisitler ve onların bozunma türevleri belirli bir sirkülasyonun içine girmektedir. Gerek atmosferden yağış ve tozlarla ve gerekse topraktan düşey profil yıkanması ve yüzey akış ile yer değiştiren pestisit kalıntıları akarsular yardımı ile, önemli çevre öğelerinden olan rezervuar, göl ve denizlerde yoğunlaştığı ve biriktiği tespit edilmiştir. Canlıların özellikle yağ dokularında yoğunlaşan organoklorlu pestisit artıklarının bu dokulara gelişleri, başta bitkisel gıdalarla olmak üzere su ve solunan hava aracılığı ile gerçekleşmektedir. Bu süreçte, pestisit artıkları dolaylı ve dolaysız bir şekilde taşınmaktadır. Bitkilerin kökleri aracılığı ile topraktan pestisit artıklarını kök, gövde, yaprak ve tohumlarında depo ettiklerini günümüze kadar yapılan çalışmalar göstermiştir. Diğer önemli bir kirlenme biçimi de bitkilerin, topraktan

buharlaşan pestisitleri yapılarına almalarıdır. Çevre kirleticileri olarak bazı artık maddeler içerisinde öncelik indeks değerlerine göre sıralandığında baş sırayı pestisitler almaktadır. Bunu ağır metaller, CO₂ ve SO₂ izlemektedir (Topbaş ve ark. 1998).

2.5.1.Pestisit Hava Kirliliğine Etkisi

Pestisitlerin çevreye olan etkisini değerlendirmede atmosfer, hidrolik döngünün önemli bir unsuru olarak çok önemli bir yere sahiptir. Hidrolik döngünün bir parçası olan yağış sayesinde yerüstü ve yeraltı suları tekrar yenilenir. Atmosfere partikül ve buhar halinde karışan pestisitler yağışlarla temizlenir ve bunlar akarsu, çay, göl ve toprakta birikirler. Ayrıca pestisitler, atmosferdeki diğer gaz ve partiküllere tutunmak suretiyle de toprak yüzeyinde birikirler. Buradan yerüstü ve yeraltı sularına ulaşırlar. Pestisitlerin yağmur ve havadaki konsantrasyonu lokal olabilmekte ve yıl boyunca dalgalanma göstermektedir. Hava ve yağmurdaki en yüksek konsantrasyonlar ilkbahar ve yaz aylarında meydana gelmektedir. Bununla beraber, hava, yağmur ve çiğdeki insektisid konsantrasyonları, bazı bölgelerde sonbahar ve kışın yüksek oranda kullanıldıkları için bu mevsimlerde de yüksek oranda saptanmaktadır. Hava, yağmur, kar ve çiğdeki pestisitlerin çevre açısından önemini belirtmek oldukça zordur, çünkü bu ortamlar için henüz standartlar ve kriterler henüz belirlenememiştir (Topbaş ve ark. 1998).

2.5.2.Pestisit Su Kirliliğine Etkisi

Pestisitlerin su ekosistemine ulaşmaları değişik yollarla olmaktadır. Örneğin drenaj ve sulama kanalları içindeki ve çevresindeki yabancı otlara veya sivrisinek gibi vektör böceklerin mücadelesi sırasında bataklıklara doğrudan yapılan pestisit uygulamaları ile karışmaktadır. Pestisit kullanılmış alanlardaki ilaçların, yağmur suları ile toprak alt sularına veya ırmaklara karışması yoluyla da çeşitli pestisitler akuatik bitki ve böceklere ulaşmaktadır. Ayrıca havadaki ilaç zerreciklerinin rüzgarla sulara taşınması veya pestisit üretimi yapan fabrika artıklarının durgun veya

akarsulara boşaltılması sonunda denizler pestisitlerle kirlenmektedir. Uygulama aletlerinin ve boş ambalaj kaplarının yıkanıp temizlenmesi sırasında da ilaç artıkları sulara karışmaktadır. Bir su ekosistemine ulaşan pestisit su içinde dağılışı ilacın stabilitesine, formülasyonuna ve kimyasal yapısına bağlıdır. Bazı organik pestisitlerin suda erime ve homojen şekilde dağılma özelliği çok yüksektir. Buna karşılık bazı organik tuzlar suda çözünmeden çökmektedirler. Pestisit bakiyelerinin suda eser miktarda bulunması halinde bile akuatik canlıların besin zincirinde çok önemli yeri olan zoo ve phyto planktonun gelişmeleri önlenabilir. Sudaki organizmaların ilacı absorbe veya metabolize etmesi, sudaki pestisit seviyesine, organizmanın fizyolojisine, sıcaklığa ve daha önceden bünyede mevcut ilaç kalıntısına bağlıdır. Pestisitlerin etkisiyle ölen organizmalar dibe çökerek birikirler. Çürüme esnasında açığa çıkan CO₂ veya zehirli gazlar diğer akuatik organizmalara da zarar verir. Halen pestisit kalıntısı için açık denizlerde yakın bir tehlike söz konusu değildir. Ancak drenaj ve sulama kanalları dar körfezler, bazı göl ve durgun sular ile kuyu sularında değişik oranlarda pestisit kalıntılarına rastlanılmaktadır (Gündüz 1994).

2.5.3. Pestisit Toprak Kirliliğine Etkisi

Bitki hastalık ve zararlılarına karşı kullanılan pestisitler yağmur, rüzgar gibi çeşitli abiyotik etkenlerle toprağa dolaylı yolla ulaşabilmektedir. Topraktaki zararlı böceklerle, nematodlara ve tohum ilaçlamaları sırasında tohumla uygulanan pestisitler ise direkt toprağa karışmaktadır. Bu şekilde toprakta devamlı birikim halinde olan pestisitler, tüketilen ürünler aracılığı ile insan, evcil hayvanlar ve yaban hayatına ulaşarak çevre sağlığını olumsuz yönde etkileyebilmektedir. Pestisitlerin toprakta kalıcı olması, kullanılan ilacın grubuna, formülasyon şekline, toprak tekstürüne, ilacın adsorbe edilme durumuna, toprak nemi ve sıcaklığına, ilacın yağmur, sulama veya drenaj suları ile yıkanma özelliğine göre değişmektedir. Pestisit kalıntıları ile bulaşmış topraklarda yetiştirilen ürünlerin, ilaçları topraktan bünyelerine aldıkları belirlenmiştir. Organik fosforlu ve carbamatlı pestisitlerin aksine klorlandırılmış hidrokarbon toprakta uzun süre kalmaktadır (Haktanır ve Arcaç 1998; Çizelge 2.7.).

Çizelge 2.6. Klorlandırılmış hidrokarbonların topraktaki kalıcılık süreleri (yıl)
(Anonim, 1995)

Pestisit	Minimum	Ortalama	Maximum
Aldrin	1	3	6
Chlordane	3	4	5
Heptachlor	3	4	5
Lindane	3	6.5	10
Dieldrin	4	8	25
DDT	4	10	30

2.5.4. Pestisitlerin Gıda Kirliliğine Etkisi

Bitki hastalık ve zararlılarına karşı kullanılan pestisitlerin toksite derecesine göre, son uygulama ile hasat arasında geçmesi gereken belirli süreleri vardır. Eğer ilaç uygulamasından hemen sonra ürünler hasat edilirse, bitki yüzeylerindeki yağlı, nemli veya mumlu tabakalarda, ilaç kalıntıları bulunabilir. Bu besinlerin tüketilmesi, insan ve çevre sağlığı bakımından büyük tehlike oluşturabilir. Tarım Orman ve Köy İşleri Bakanlığı, 1988 yılında Nisan ayında üreticiler tarafından bilinçsizce kullanılan 2.4-D tertipli hormon ilaçlarının satışını yasaklamıştır. Soğuk kış aylarında seralarda domates ve patlıcanların verim artışı için verilen 2.4-D tertipli hormonların insan sağlığına zararlı olduğuna ilişkin şüpheler üzerine yapılan bu yasaklama yerinde bir karar olarak karşılanmıştır (Topbaş ve ark. 1998).

2.6. Pestisitlerin Bitkisel ve Hayvansal Gıdalara Geçiş Yolları

Hava, su ve toprağa geçen pestisidler çeşitli iç ve dış faktörlerin etkisiyle doğrudan ya da dolaylı olarak gıdalara geçerler. Geçiş yolları maddeler halinde şu şekilde özetlenmiştir: Pestisitlerin atmosfere geçişi; a) Toz halindeki pestisitlerin havaya karışması, b) Rüzgarın etkisiyle toz halindeki pestisitlerin havaya karışması,

c)Pestisit üreten fabrikadan çıkan baca gazlarının çevreye yayılması. Pestisitlerin suya geçişi; a)Su içinde veya su kenarında meydana gelen akuatik bitkilerin veya böceklerin mücadelesi için ilaçların doğrudan doğruya tatbik edilmesi, b)İlaçlı bitkiler veya toprak yüzeylerinde toprak üstü ve toprak altı drenaj suyundaki hareketi, c)Yağmur suları ile yıkanması, d)İlaç artığı ihtiva eden bitki, böcek ve toprağın çeşitli yollarla su ekosistemine taşınması, e)İlaç endüstri artıklarının akarsu veya durgun sulara doğrudan veya dolaylı olarak boşaltılması, f)Uygulama aletlerinin veya boş ambalaj kaplarının su kaynaklarında yıkanması. Pestisitlerin Toprağa Geçişi; a)Direkt olarak toprakta uygulanan pestisitlerin toprakta birikimi, b)Bitkiye uygulanan pestisitlerin sulama suyu veya yağmur suyu ile toprağa geçmesi ve birikmesi, c)Atmosferde partikül veya toz halinde uçuşan pestisitlerin yağmur suyu ile yoğunlaşarak toprakta birikmesi, d)Pestisit endüstri artıklarının toprağa boşaltılması (Topbaş ve ark. 1998).

Bu ve bunun gibi birçok nedenin bir araya gelmesi ile havada, suda, toprakta oluşan pestisitler, iklim, rüzgar, sıcaklık, bakiyelik durumu vs. etkisiyle gıdalara geçmekte ve oluşan bu durumda canlı hayatını olumsuz yönde etkilemektedir. Pestisitlerden özellikle klorlanmış hidrokarbon insektisidleri vücut yağında depo edildiğinden daha fazla konsantre olmaktadırlar. Pestisit kalıntısı içeren bir hayvanı yiyen türde bazı fizyolojik düzensizlikler ve ölüm meydana gelmektedir. Gıda halkasının son zincirinde konsantrasyon yüksek olduğundan avcı türleri daha büyük riske maruz kalmaktadır (Gür ve ark. 2006).

2.7. Pestisitlerin Kalıcılık Durumları

Pestisitlerin uygulandıktan sonra kendilerinin veya bozunma türevlerinin ne kadar süreyle toprak ve suda kalabildikleri geniş ölçüde pestisit molekül yapısına, toprak, su ve çevre şartlarına bağlı bulunmaktadır (Gündüz 1994).

Pestisit artıklarının toprak ve sudaki kalıcılıklarını etkileyen başlıca süreçler ise şunlardır: a) Pestisit bozunma süreçleri, b) Toprak-su ortamının fiziksel ve kimyasal özellikleri, c) Pestisit artıklarının toprak ve sudaki fiziksel hareketleri. Özellikle toprak zararlılarına karşı etkili bir şekilde kullanılan pestisitler, toprakta parçalanmaya karşı dirençli oldukları ve çok az parçalandıkları için bu grup pestisitler öncelikle toprak ve suda olmak üzere çevrede uzun süre kalarak büyük bir artık birikimi oluşturdıkları da bilinen bir gerçektir (Gündüz 1994).

Çizelge 2.7. Bilinen Bazı Pestisitlerin Kalıcılık Durumları ve Uygulanan Dozları
(Anonim, 1995)

PESTİSİD	UYGULAMA DOZU	KALICILIK SÜRESİ
Aldrin/Dieldrin	0.1 ml/kg	>9 yıl
Allylalcohol	2.5 ml/kg	4-8 gün
Atrazine	1 ppm	17 ay
Capton	-	65 yıl
Chlordane	12.5 ppm	>12 yıl
2.4 D	2.0 ppm	4-8 hafta
DOT	5-10 ppm	>4 yıl
Diazinon	-	9 yıl
Dilerdin	100 ppm	>6 yıl
Endrin	-	3 yıl
HCH	5 ppm	>11 yıl
Heptachlor	5 ppm	>9 yıl
Monuran	10 ppm	3 yıl
Mylone	-	>4 gün
Nabam	100 ppm	>20 gün
PCP	-	>5 yıl
Simazine	1 ppm	17 ay
Toxaphone	140 ppm	>6 yıl
Chlorate, Na	150 ppm	>1 yıl
COEC	4 ppm	6 hafta
Ferbam	-	28 gün
Vapam	-	1 saat

2.8. Pestisit Kalıntılarının Azaltılma Yolları

Tüketime hazır hale gelen bitkisel ve hayvansal kaynaklı gıdalardaki pestisit kalıntısı düzeyine; ürünün çeşidi, pestisit çeşitli özellikleri (etki şekli, kimyasal yapısı, vb.), iklim şartları, ilaçlama ile hasat arasında geçen süre gibi pek çok faktör etki etmektedir. Bu faktörler arasında, kalıntı pestisit miktarını asgari düzeye indirme hususunda en fazla etkili olanı şüphesiz ilaçlama ile hasat arasında geçen sürenin uzunluğudur. Bu sebeple bitkisel ürünler için çeşitli ülkeler hasat aralığı tüzüğü çıkararak bir nebze de olsa kalıntı pestisit düzeyini asgari seviyede tutabilecek önlemler almayı uygun görmüşlerdir. Pestisit kullanımının tamamen kontrollü bir şekilde uygulanması durumunda bile gıdalarımız az da olsa pestisit kalıntıları ihtiva edebilecektir (Hışıl 1982).

Bu nedenle mevcut şartlarda gıda maddelerinin üretimi aşamasında uygulanacak teknolojik işlemlerle pestisit kalıntılarının azaltılması alternatif bir yol olmaktadır (Hışıl 1982). Günümüzde birçok araştırmacı pestisitlerin zararlı etkilerini en aza indirmek amacıyla teknolojik işlemlerin etkinlikleri üzerinde yoğun olarak çalışmaktadırlar. Bu aşamada uygulanabilecek yöntemleri şöyle sıralayabiliriz: a)Yıkama, b)Kabuk soyma, c)Isıl işlemler (haşlama, pişirme, pastörizasyon, sterilizasyon), d)Muhafaza (Depolama), e)Işınlama, f)Mikroorganizmalar yoluyla parçalama, g)Bazı katı maddelerin ilavesi (Hışıl 1982).

2.8.1. Yıkama

Su ile yıkama ürünlerdeki pestisit kalıntılarını önemli düzeyde azaltmaktadır. Örneğin; DDT ile ilaçlanmış domatesler su ile yıkandığı takdirde ilaç kalıntısı % 89-91 bazı kontakt (temas) tesirli ilaçlar ile ilaçlanmış şeftaliler yıkandığı takdirde ise ilaç kalıntısı % 100 oranında uzaklaştırılabilmektedir. Yıkama sırasında pestisit kalıntılarının azaltılması üzerine, ilacın kimyasal yapısı, ürünün özellikleri ve ilaç kalıntısının parçalanma süresi gibi çeşitli faktörler etkilidir. Ürün yüzeyine kısmen yapışan süspansiyon halindeki pestisit kalıntıları, emülsiyon halinde hazırlanmış olanlara göre su ile yıkamada kolayca uzaklaştırılabilirler. Sistematik etkiye sahip

ilaçların yıkama ile uzaklaştırılması söz konusu değildir. Buradan da anlaşılacağı üzere yıkama daha çok kontakt etkili ilaçlar için uygun bir yöntemdir. Yarı sistematik, yarı kontakt etkiye sahip ilaçlarda yıkamanın etkisi, tamamen kontakt etkiye sahip olan ilaçlara nazaran daha azdır (Gündüz 1994).

2.8.2. Kabuk Soyma

Kontakt etkiye sahip pestisitlerin etkisini ortadan kaldırmada, yıkamadan sonra bir diğer etkili yöntem kabuk soymadır. Yapılan bir araştırmada mısır koçanlarındaki dış yaprakların uzaklaştırılması ile pestisit kalıntısının % 99 düzeyinde azaldığı belirtilmiştir. Kabuk soyma işleminin patateslerde DDT kalıntısını % 64 seviyesinde, domateslerde ise % 99 seviyesinde ortadan kaldırmıştır (Fahey ve ark. 1969).

2.8.3. Isıl İşlemler

Pestisit kalıntılarının azaltılmasında ısı işlemlerin etkileri endotermik veya ekzotermik olabilir. Pestisitlere ısı işlem uygulanması sonucunda kristal yapılarında değişimler meydana gelmekte ve birtakım kimyasal olaylar (yükseltgenme-indirgenme reaksiyonları, dehidrasyon, dekompozisyon) neticesinde kalıntı miktarlarında azalmalar vuku bulmaktadır. Bu değişimlerin çoğu endotermik ısı etkisi sonucunda meydana gelmektedir. Örneğin patateslerde uygulanan kaynatma, pişirme işlemi sonucunda Azodrin kalıntısı % 83-86 oranında, elma suyuna uygulanan ön ısıtma işlemi sonucunda Carbaryl'in % 14.7 oranında azaldığı bilinmektedir (Lamp ve ark. 1968).

2.8.4. Muhafaza (Depolama)

Gıdaların muhafaza sırasında da pestisit kalıntılarında bir azalma söz konusudur. Ancak burada depolama şartları büyük önem arz etmektedir. Özellikle depo sıcaklığı, depo nem düzeyi ve hava akımı büyük bir öneme sahiptir. Yapılan araştırmalar neticesinde daldırma yöntemiyle ilaçlanıp iki ay süreyle depolanan

portakallarda Benomyl-C kalıntısı % 28.5-36.7 düzeyinde azaldığı görülmüştür. Yapılan bir diğer araştırmada çeşitli pestisitler kullanılarak 1 yıl süreyle oda sıcaklığında ve 37,8 °C'de depolanan ıspanak ve kayısı konservelerindeki pestisit kalıntısı miktarları, oda şartlarında muhafaza edilen konservelerden daha az olmuştur (Fahey ve ark. 1969).

2.8.5. Işınlama

Pestisit kalıntılarının azaltılması üzerine etkili bir diğer yöntemde ışınlama (X, β , α , γ ışınlarıdır) dır. Patates yumrularına x ışınları uygulanarak yapılan bir araştırmada, Aldrin ve Heptachloroxide'in önemli düzeyde etkilendiği, Endrin'in ise pek fazla etkilenmediği belirtilmiştir. Yine 1 ppm Metoxychlor, Heptachlor ve DDT içeren ambalajlanmış süt ve tereyağların ultraviyole ışınlarına maruz bırakılmaları sonucunda bu üç pestisit de parçalandığı belirtilmiştir (Solar ve ark. 1971).

2.8.6. Mikroorganizmalar Yoluyla Parçalanma

Pestisit kalıntılarının parçalanmasında çeşitli mikroorganizmaların etkili olduğu bulunmuştur. Çeşitli mikroorganizmaların fosforlu insektisidleri parçalaması araştırılmıştır. Fosfor kaynağı olarak Aspon, Diazinon, Malthion, Parathion gibi pestisitleri kullanabilen bakteriler toprak ve lağımdan izole edilmişlerdir. İzole edilen bu bakterilerin her birinin bu pestisitlerden bir kaçını fosfor kaynağı olarak kullandığı bulunmuştur (Rosenberg ve Alexander 1979).

2.8.7. Bazı Aditiflerin İlavesi

Kimyasal maddelerden H₂O₂ (Hidrojen peroksit)'in pestisit kalıntılarını parçaladığı yapılan çalışmalarla tespit edilmiştir. % 0.03 H₂O₂ ile 16 saat muamele edilen sütlerde Diazinon'un % 72'si, Trichlorpan'ın ise % 80,7'sinin parçalandığı, %0.03 H₂O₂ ile muamele edilen sütlerde ise BHC grubu pestisitlerin % 43,7, DDT grubu pestisitlerin ise % 47,1 oranında azaldığı belirtilmiştir (Li ve Bradley, 1969).

Etin pişirilmesi esnasında Lindane'ın parçalanması üzerine bazı gıda aditivlerin etkileri Sek ve ark. 1980 tarafından araştırılmıştır. Araştırma sonucunda BHA (Butilayed hidroksi anisol) , C vitamini ve Asetik asit gibi gıda aditivlerinin etteki Lindane kalıntısını % 30-95 arasında değişen oranlarda parçaladığı görülmüştür. Yağ oranı yüksek olan etlerde Lindane parçalanması daha az olduğu ve bu durumda pestisitlerin özellikle yağ dokularında akümüle olduğu ortaya çıkmıştır (Sek ve ark. 1980).

2.9. Araştırma Konusu İle İlgili Çalışmalar

Havada, suda, toprakta ve gıdada birikim gösteren ve dolayısıyla tüm atmosferi etkileyen bu pestisitler üzerine birçok çalışma yapılmıştır.

Aydın ve arkadaşlarının (2003) yapmış olduğu bir denemede, kanalizasyon sisteminin çeşitli noktalarından, özellikle sistemin çıkışından, ana drenaj kanalının üç farklı noktasından atık su numuneleri toplanmıştır. Atık su numuneleri lindane, mirex, aldrin, heptachlore, metoxychlore, o,p'-DDE, p,p'-DDD, p,p'-DDT ve dieldrin gibi organik klorlu pestisitlerin bulunup bulunmadığının belirlenmesi için analiz edilmiştir. Analizlerde katı faz ekstraksiyonu ile sıvı-sıvı ekstraksiyon metodları karşılaştırılmıştır. Bu çalışmada alınan numuneler içerisindeki organik klorlu pestisitler alındıkları yere göre çeşitlilik göstermiştir.

Gaw ve arkadaşları (2006) tarafından yapılan bir çalışmada, Yeni Zelanda'nın üç bölgesinden toplanan toprak örneklerindeki iz element konsantrasyonları ve toplam DDT seviyeleri ölçülmüştür. Bu üç bölgedeki toprakların tamamındaki arsenik, kadmiyum, bakır, kurşun ve Σ DDT seviyeleri tayin edilmiştir. Bu değerler arsenik için 2-58 mg kg⁻¹, kadmiyum için 0.1-1.5 mg kg⁻¹ bakır için 5-523 mg kg⁻¹, kurşun için 5-243 mg kg⁻¹, Σ DDT için 0.03-34.5 mg kg⁻¹ değerleri arasında bulunmuştur. Kadmiyum ve çinko hariç kirlетici seviyelerinin tarımın yapıldığı topraklarda otlak olarak kullanılan topraklardan çok daha yüksek olduğu görülmüştür.

Hussain ve arkadaşları (2002) tarafından yapılan bir çalışmada, Mutlan bölgesindeki tarlalardan toplanan mangoların üç farklı çeşidindeki Cypermethrin, Methamedophos, Monocrotophos, Cyfluthrin, Dieldrin ve Methyl Parathion gibi yaygın olarak kullanılan pestisit atıklarına ulaşmak amaçlanmıştır. Örneklerde organik çözücü olarak Cyclohexane ve ethylacetate, temizlemede Gel Permeation Chromatograph (GPC) kullanılmış ve örnekler elektron yakalayıcı dedektörlü (ECD) otomatik sistem gaz kromatografisi ile (GC) analiz edilmiştir. Bütün örneklerde bu aranan pestisitlerin farklı farklı değerleri bulunmuştur. Buna rağmen bütün değerlerin halk sağlığı referanslı FAO/WHO tarafından belirlenen izin verilebilir sınırlar içerisinde olduğu yapılan bu çalışmayla görülmüştür.

Ochiai ve arkadaşları (2005) tarafından yapılan çalışma, sebzelerde, meyvelerde ve yeşil çayda bulunan klorlu, karbamatlı, fosforlu vb. 85 çeşit pestisit beş grubunun tayininde kullanılan termal desorpsiyon ve GC-MS'in birleştirildiği SBSE'nin kullanımıyla geliştirilmiştir. Bu metot ile sebze, meyve ve yeşil çayda pestisit atıklarının $\mu\text{g/kg}$ cinsinden seviyeleri belirlenmiştir.

Kaihara ve arkadaşları (2000) tarafından yapılan çalışmada, taze meyve ve sebzelerdeki 27 çeşit pestisitini tayini için SFE'li bir eleme metodu kurulmuştur ve HPLC ile bitirilmiştir. Yarı otomatik olan analizlerin eleme çalışmaları için kullanışlı olduğu görülmüştür. Bu çalışmada pestisit ve diğer metabolitlerin tayini için SFE ve HPLC kullanımı ele alınmıştır. Önerilen metodun detaylarında meyve ve sebzeler gibi sulu numunelerin SFE araçları için uygun olmadığı görülmüş ve bundan dolayı numunelerdeki suyun SFE' den önce absorbe edici polimerler ile giderilmesi gerektiği belirtilmiştir. Tayin edilen 27 çeşit pestisitinin değerlerinin 0.005-0.01 $\mu\text{g/kg}$ arasında olduğu ortaya konulmuştur.

Chen ve arkadaşlarının (2005) yapmış olduğu bir çalışmada, çok çeşitli sebzelerin yetiştirilmiş olduğu Guangzhou bölgesi çevresinde bulunan 43 yeraltı ve yüzey topraklarındaki PAH_s ve organik klorlu pestisitlerin içerikleri, dağılımları ve muhtemel kaynakları incelenmiştir. Sonuçlar PAH_s seviyelerinin 42 ile 3077 $\mu\text{g/kg}$ arasında olduğunu ve kirlilik derecelerinin diğer araştırmalarla ve toprak kalite

standartlarıyla karşılaştırıldığında makul seviyelerde olduğu görülmüştür. Korelasyon analizleri PAH_s içeriklerinin önemli ölçüde toprak numunelerindeki toplam organik karbon içerikleri ve siyah karbon içerikleriyle bağlantılı olduğunu göstermiştir. Ayrıca DDT konsantrasyonlarının 3,58 ile 8,31 µg/kg arasında değerler aldığı ve toprak numunelerinde DDT/(DDD+DDE) oranlarının 2'den daha yüksek olduğu belirtilmiştir. HCH_s konsantrasyonlarının ise 0,19-42,3 µg/kg arasında değerler aldığı bu yapılan çalışma ile ortaya konulmuştur.

Goto ve arkadaşları (2006) yaptıkları çalışmalarında, sebze ve meyvelerde bulunan 9 tane N-methyl karbamatlı pestisitleri için bir kısa kolon içerisindeki direkt numune enjeksiyonlu ESI LC/MS/MS metodunu kullanmışlardır. Etil asetatlı pestisitlerin ekstraksiyonundan sonra bu öz saf su içerisinde yeniden erimesi ve kuruluğunun sağlanması için buharlaştırılmıştır. Meyve ve sebzelerden ortalama giderimin gün içerisinde %0,2 ile %7,6 günler arasında %0,8 ile %18,4 olan sapma katsayılarıyla 0,01 µg/g seviyesinde %56,0 ile %119,1 arasında değerler aldığı görülmüştür. Bu metodun meyve ve sebzeler üzerindeki karbamatlı pestisit kalıntılarını izlemek için yeterli olduğu ve yine mevcut olan bu metodun gıdalardaki diğer pestisit atıkları içinde uygulanabilir olduğu ileri sürülmüştür.

Blasco ve arkadaşları (2002) tarafından yapılan bir çalışmada, şeftali ve nektarlarda bulunan imidacloprid, carbendazim, methiocarb ve hexythiazox pestisitlerini tayin etmek için sıvı kromatografisi atmosferik basınç kimyasal iyonizasyon mass spektrometresi metodu kullanılmıştır. Numunelerin etil asetat ve susuz sodyum sülfat ile özü çıkarılmıştır. Carbendazim için giderim verimlerinin % 64±9 arasında hexythiazox için % 108±14 arasında değerler aldığı görülmüştür. Bu çalışma ile tarım kooperatiflerinden alınan 159 tane şeftali ve nektar numunelerinde bulunan imidacloprid, carbendazim, methiocarb ve hexythiazox pestisitlerinin belirlenmesi ve sayıya dökülmesi için kullanılan metodun uygulanabilir olduğu görülmüştür.

Zohair ve arkadaşlarının (2006) yapmış olduğu bir araştırmada, İngiltere'den organik tarımla yetişen dört çeşit patates ve üç çeşit havuç alınmış ve bu sebzelerde dahil olmak üzere onların yetiştirildiği topraklarda bulunan PAH_s, PCB_s ve OCPs

kalıntıları incelenmiştir. Toprak örnekleri, ürün kabukları ve özleri üç kopya halinde ekstrakte edilmiş, açık kolon kromatografisiyle tam temizlenmiş, duyarlı mass dedektörlü gaz kromatografisinin kullanıldığı analitik metotla analiz edilmiştir. Topraktaki PAH_s, PCB_s ve OCPs konsantrasyonları sırasıyla PAH_s için $590 \pm 43 - 2301 \pm 146 \mu\text{g/kg}$, PCB_s için $3,56 \pm 0,73 - 9,61 \pm 1,98 \mu\text{g/kg}$ ve OCPs için $52,2 \pm 4,9 - 478 \pm 111 \mu\text{g/kg}$ şeklinde olduğu görülmüştür. Desiree patatesleri ve Nairobi havuçlarının bütün çeşitlerinin PAH kirliliğine karşı daha duyarlı olduğu, PCB_s ve OCPs kirliliklerinin ise patates çeşitlerine dayandığı görülmüştür. Toprakta ve havuçta PCB ve OCP konsantrasyonları arasında önemli bir bağıntı olduğu ancak toprak ve patateslerde bu kirliliklerinin konsantrasyonları arasında herhangi bir bağıntı olmadığı görülmüştür. Kabukları soyulan havuç ve patateslerde %52-100 arasında bir giderim sağlanmıştır.

Colume ve arkadaşları (2001) tarafından yapılan bir çalışmada, Avrupa Birliklerinde müsaade edilen 25 çeşit pestisitlerin sebzelerdeki kalıntıları elektron yakalayıcı dedektörlü gaz kromatografisi ile incelenmiştir. Lindane ve Captan dışında diğer bütün pestisitlerin tayin limitlerinin hemen hemen $1-10 \text{ ng/g}$ olduğu görülmüştür. Bu metot ayrıca bu pestisitlerin bunlardan başka 100 sebze üzerindeki durumlarını incelemek içinde kullanılmıştır.

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

3.1.1. Meyve ve Sebze Örnekleri

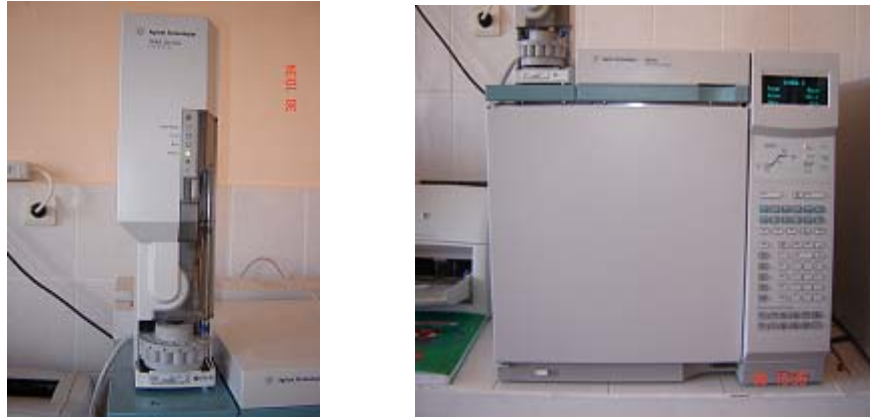
Bu çalışmada; Konya merkezindeki çeşitli süpermarketlerde halka satılan 24 adet sebze (kabak, patlıcan, patates, domates, salatalık, turp, fasulye, karnabahar, mor lahana, maydanoz, yeşil biber, ıspanak, dolma biber, marul, kuru soğan, taze soğan, brokoli, pırasa, beyaz lahana, limon, şeker pancarı, roka, dereotu, kereviz) ve 18 adet meyveden (elma, armut, siyah üzüm, erik, ayva, havuç, beyaz üzüm, hurma, portakal, nar, muz, mandalina, bal kabağı, greyfurt, çilek, kivi, yer elması, muşmula) oluşan toplam 42 adet numune kullanılmıştır. Kullanılan sebze ve meyve örneklerinin sadece yenilebilen kısımları incelenmiştir. Çalışmada, meyve ve sebze örneklerinin analizlere hazırlanması, söz konusu örneklerde pestisit kalıntılarının tayini ve benzeri tüm analiz ve tayin işlemleri Fen-Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü Laboratuvarlarında gerçekleştirilmiştir.

3.1.2. Kullanılan Araç ve Gereçler

- Hassas terazi (1 mg hassasiyetinde) (Şekil 3.3)
- Blender (Şekil 3.3)
- Rotary evaporatör
- Cam kromatografi kolonu (20x300 mm) (Şekil 3.5.)
- Gaz kromatografisi (GC), HP Agilent 6890 (Şekil 3.1.-Şekil 3.2.)
- EC (Electron Capture) dedektör
- Gaz kromatografi kolonu, Agilent HP-5 kapillar kolon; uzunluk: 30 m, iç çap (id): 0,25 mm, film kalınlığı 0,25 µm
- Etüv (Şekil 3.3.)



Şekil 3.1. Analizlerde kullanılan (GC) cihazı



Şekil 3.2. Agilent 7683 injector (solda), fırın ve dedektör kısmı (sağda)



Şekil 3.3. Çalışmalarda kullanılan hassas terazi, etüv ve blender

3.1.3. Kullanılan Kimyasallar ve Ayıraçlar

Kullanılan kimyasal maddeler kromatografik saflıktadır.

- Aseton, Merck
- Susuz granüler sodyum sülfat (Na_2SO_4), Merck
- Florisil, 60-100 mesh, Merck
Florisil 200 °C' de 12 saat pastör fırınında bekletilerek aktive edildi.
- Petrol eteri, Merck
- Dietil eter, Merk
- Filtre kağıdı, Whatman no. 4
- Cam pamuğu



Şekil 3.4. Çalışmalarda kullanılan kimyasallar ve deney tüpleri

3.1.4. Referans Pestisit Standartları

Bu çalışmada kullanılan referans pestisit standartları 10 ppm' lik hazır çözeltiler halinde Dr. Ehrenstorfer firmasından temin edilmiştir. Pestisit standartları, 1 ppm olarak dilüe edildikten sonra GC'ye verilmiştir.

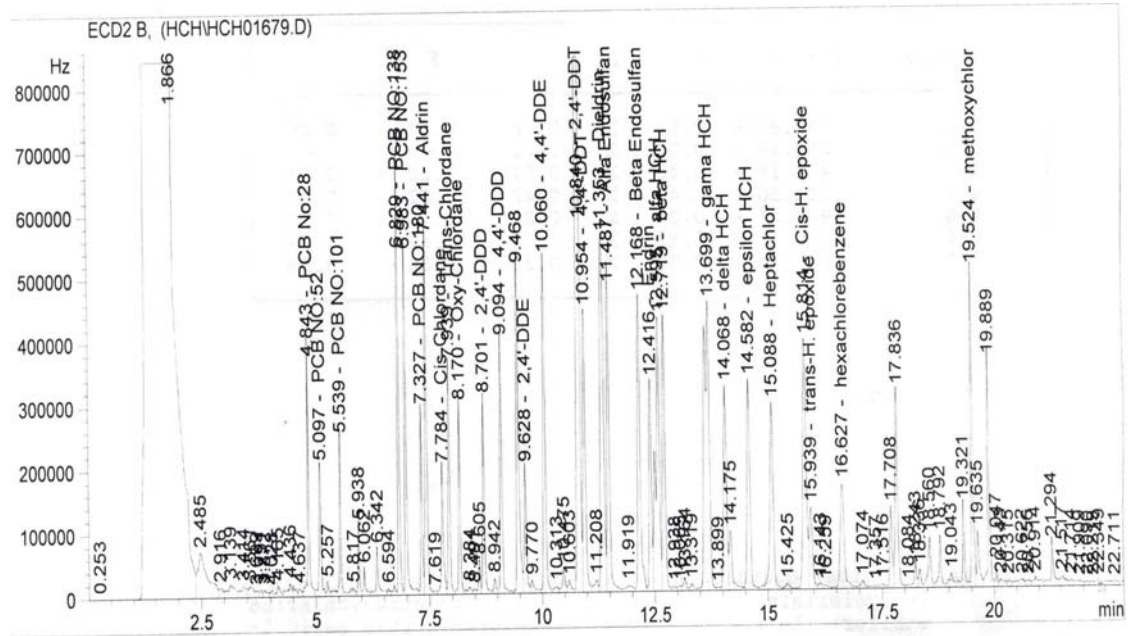
3.2. Metod

3.2.1. Pestisit Kalıntılarının Ekstraksiyonu

Analitik örneklerde Luke ve arkadaşlarının (1975) pestisit türevleri ve metabolitlerinin en verimli çözücüsü olarak saptadıkları aseton ekstraksiyon solventi

olarak kullanıldı. Luke ve arkadaşlarının (1975) çalışmalarından yararlanılarak bir metot oluşturuldu.

Bu çalışmada; ekstraksiyon için önce 100 g meyve veya sebze numunesi alındı. Numune bıçakla küçük parçalara ayrıldı. 100 ml aseton eklendi. Blender’de yüksek devirde homojenize edildi. Süzgeç kağıdıyla ayırma hunisine (250 ml’lik) süzüldü. Süzüntünün üzerine 40 ml petrol eteri ve 40 ml dietil eter ilave edildi ve 1 dakika karıştırıldı (Şekil 3.5.). Su fazı (alt faz) ikinci bir ayırma hunisine alındı. Üst faz (organik faz) 20 g Na_2SO_4 ’ten geçirilerek balon jojeye alındı. Diğer ayırma hunisindeki faz 40 ml dietil eter ile karıştırıldı. Alt faz tekrar bir ayırma hunisine alındı. Üst faz yine Na_2SO_4 ’ten geçirilerek balon jojeye alındı. Ayırma hunisine alınan alt faz 30 ml dietil eter ile karıştırıldı. Alt faz atıldı. Üst faz Na_2SO_4 ’ten geçirilerek balon jojeye alındı. Balon jojede toplanan üst fazlar rotary evaporatörde 0,5 ml kalıncaya kadar uçuruldu. Üzerine 2 ml aseton eklendi ve clean up (temizleme) aşamasına geçildi.



Şekil 3.5. Örnek bir standart kromotogramı



Şekil 3.6. Dereotu numunesinin ekstraksiyon aşamaları



Şekil 3.7. Şeker pancarı (solda) ve greyfurt (sağda) numunelerinin ekstraksiyon aşamaları

3.2.2. Ekstraksiyondaki Pestisit Kalıntılarının Saflaştırılması (Clean-up Aşaması)

Elde ettiğimiz ekstraktta bulunan mevcut kirlilikleri gidermek için florisil kolon yöntemi kullanıldı. Pestisitlerin elusyonu için dietil eter ve petrol eteri elusyon solventi olarak kullanılmıştır (Shyre ve ark. 1998).

Cam kromatografi kolonu hazırlanırken, florisil ve sodyum sülfatın oranı pestisitlerin geri kazanımı açısından oldukça önemlidir. Luke ve arkadaşları (1975) florisil ve sodyum sülfat oranını 8:1 olarak önermişlerdir.

Ekstraksiyondaki pestisit kalıntılarının saflaştırılması için önce cam kromatografi kolonunun altına cam pamuğu yerleştirildi. Cam pamuğu üzerine 7 gram florisil ve onun üzerine de 2 gram susuz sodyum sülfat eklendi. 15 ml aseton ile kolonun ön yıkaması yapıldı.

Aseton kolondan iyice süzildükten sonra rotary evaporatörde uçurulup üzerine 2 ml aseton ilave ettiğimiz eluat kolona verilerek bir deney tüpüne toplandı. Deney tüpüne toplanan numune azotla tamamen uçuruldu. Bu deney tüpünün kenarından 0,25 ml hexan sızdırılarak ilave edildi ve tüpte iyice karıştırılarak mili vialle aktarıldı ve GC'ye verildi. Analizler, son eluat çözeltisinin 1 µl' si ile üç tekrar olarak yapıldı. Sonuç olarak üç analizin ortalaması alındı.

3.2.3. Pestisit Kalıntılarının Kromatografik Analizi ve Analiz Koşulları

Enjeksiyon bloğu: 270 °C

Kolon fırını sıcaklık programı: 80 °C.....1 dk

Rampa I: 80 °C –180 °C.....30 °C/ dk

Rampa II: 180 °C –205 °C.....3 °C/ dk

205 °C.....4 dk

Rampa III: 205 °C-290 °C.....20°C / dk

290 °C.....2 dk

Dedektör: ECD, 320 °C; make up gaz: Azot (N₂), 60ml / dk

Taşıyıcı gaz ve akış hızı: Helyum (He), 47 cm / sn

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Elmada aranılan bütün pestisit çeşitlerinin varlığı tespit edilmiştir. En yüksek pestisit kalıntı miktarı 0,3558 ppb değeri ile 2,4'-DDD'de en düşük pestisit kalıntı miktarı ise 0,0002 ppb değeri ile dieldrin ve endrin'de bulunmuştur (Çizelge 4.1.). Ayvada aranılan bütün pestisit çeşitlerinin varlığı tespit edilmiştir. En yüksek pestisit kalıntı miktarı 0,2852 ppb değeri ile oxy-chlordane'de en düşük pestisit kalıntı miktarı ise 0,0022 ppb değeri ile dieldrin'de bulunmuştur. Erikde cis-heptachlorepoxyde ve trans-heptachlorepoxyde dışında tüm pestisitler bulunmuştur. En yüksek pestisit kalıntı miktarı 1,3094 ppb değeri ile endrin'de en düşük pestisit kalıntı miktarı ise 0,0009 ppb değeri ile heptachlor'da bulunmuştur. Siyah üzümde aranılan bütün pestisit çeşitlerinin varlığı tespit edilmiştir. En yüksek pestisit kalıntı miktarı 0,5315 ppb değeri ile 4,4'-DDE'de en düşük pestisit kalıntı miktarı ise 0,0009 ppb değeri ile gamma-HCH'de bulunmuştur Beyaz üzümde aranılan bütün pestisit çeşitlerinin varlığı tespit edilmiştir. En yüksek pestisit kalıntı miktarı 0,2814 ppb değeri ile oxy-chlordane'de en düşük pestisit kalıntı miktarı ise 0,0022ppb değeri ile dieldrin'de bulunmuştur. Hurmada aranılan bütün pestisit çeşitlerinin varlığı tespit edilmiştir. En yüksek pestisit kalıntı miktarı 0,0832 ppb değeri ile oxy-chlordane'de en düşük pestisit kalıntı miktarı ise 0,0002 ppb değeri ile cis-heptachlorepoxyde 'de bulunmuştur. Greyfurtda aranılan bütün pestisit çeşitlerinin varlığı tespit edilmiştir. En yüksek pestisit kalıntı miktarı 0,2666ppb değeri ile oxy-chlordane 'de en düşük pestisit kalıntı miktarı ise 0,0010 ppb değeri ile dieldrin 'de bulunmuştur. Portakalda cis-heptachlorepoxyde hariç aranılan bütün pestisit çeşitlerinin varlığı tespit edilmiştir. En yüksek pestisit kalıntı miktarı 3,6987 ppb değeri ile oxy-chlordane 'de en düşük pestisit kalıntı miktarı ise 0.0002 ppb değeri ile heptachlor'da bulunmuştur. Narda alpha-HCH, delta-HCH, epsilon-HCH, heptachlor, trans-heptachlorepoxyde, hexachlorobenzene dışında tüm pestisitler bulunmuştur. En yüksek pestisit kalıntı miktarı 0,5709 ppb değeri ile 2,4'-DDD'de en düşük pestisit kalıntı miktarı ise 0,0003 ppb değeri ile α -endosulfan'da bulunmuştur. Çilekte aranılan bütün pestisit çeşitlerinin varlığı tespit edilmiştir. En yüksek pestisit kalıntı miktarı 3,0119ppb değeri ile heptachlor'da en düşük pestisit kalıntı miktarı ise 0,0202ppb değeri ile hexachlorobenzene'de bulunmuştur. Muzda

aranılan bütün pestisit çeşitlerinin varlığı tespit edilmiştir. En yüksek pestisit kalıntı miktarı 0,3996 ppb değeri ile oxy-chlordane 'de en düşük pestisit kalıntı miktarı ise 0,0018 ppb değeri ile 2,4'-DDT 'de bulunmuştur. Mandalinada 2,4'-DDT, 4,4'-DDT, dieldrin, α -endosulfan, β -endosulfan, endrin, ϵ -HCH, heptachlor, cis-heptachlorepoxyde, trans-heptachlorepoxyde, hexachlorobenzene dışında tüm pestisitler bulunmuştur. En yüksek pestisit kalıntı miktarı 0,0867 ppb değeri ile 2,4'-DDD'de en düşük pestisit kalıntı miktarı ise 0,0001 ppb değeri ile δ -HCH 'da bulunmuştur (Çizelge 4.2.). Kivide aranılan bütün pestisit çeşitlerinin varlığı tespit edilmiştir. En yüksek pestisit kalıntı miktarı 0,3195 ppb değeri ile oxy-chlordane 'de en düşük pestisit kalıntı miktarı ise 0,0025 ppb değeri ile α -HCH 'de bulunmuştur. Balkabağında aranılan bütün pestisit çeşitlerinin varlığı tespit edilmiştir. En yüksek pestisit kalıntı miktarı 0,2175 ppb değeri ile oxy-chlordane 'de en düşük pestisit kalıntı miktarı ise 0,0007 ppb değeri ile dieldrin 'de bulunmuştur. Havuçda aranılan bütün pestisit çeşitlerinin varlığı tespit edilmiştir. En yüksek pestisit kalıntı miktarı 0,3404 ppb değeri ile oxy-chlordane 'de en düşük pestisit kalıntı miktarı ise 0,0017 ppb değeri ile dieldrin 'de bulunmuştur. Armutta α -HCH β -HCH, γ -HCH, δ -HCH, ϵ -HCH, heptachlor, cis-heptachlorepoxyde, trans-heptachlorepoxyde, hexachlorobenzene dışında tüm pestisitler bulunmuştur. En yüksek pestisit kalıntı miktarı 1,1129 ppb değeri ile oxy-chlordane 'de en düşük pestisit kalıntı miktarı ise 0,0020 ppb değeri ile endrin 'de bulunmuştur. Yerelmasında 2,4'-DDT, α -endosulfan, β -endosulfan, endrin, γ -HCH, δ -HCH, ϵ -HCH, heptachlor, cis-heptachlorepoxyde, trans-heptachlorepoxyde, dışında tüm pestisitler bulunmuştur. En yüksek pestisit kalıntı miktarı 0,0605 ppb değeri ile oxy-chlordane'da en düşük pestisit kalıntı miktarı ise 0,0002 ppb değeri ile aldrin 'da bulunmuştur. Döngelde(muşmula) α -endosulfan, β -endosulfan, endrin, dieldrin, δ -HCH, ϵ -HCH, trans-heptachlorepoxyde, hexachlorobenzene, α -HCH, β -HCH, 4,4'-DDT, trans-chlordane dışında tüm pestisitler bulunmuştur. En yüksek pestisit kalıntı miktarı 0,4182 ppb değeri ile oxy-chlordane'da en düşük pestisit kalıntı miktarı ise 0,0188 ppb değeri ile 4,4'-DDE 'da bulunmuştur.

Kabakta aranılan bütün pestisit çeşitlerinin varlığı tespit edilmiştir. En yüksek pestisit kalıntı miktarı 0,7790 ppb değeri ile oxy-chlordane 'de en düşük pestisit kalıntı miktarı ise 0,0017 ppb değeri ile endrin 'de bulunmuştur (Çizelge

4.3.). Domateste tüm pestisitler bulunmuştur. En yüksek pestisit kalıntı miktarı 0,2877 ppb değeri ile α -HCH'de en düşük pestisit kalıntı miktarı ise 0,0002 ppb değeri ile cis-heptachlorepoxyde 'da bulunmuştur. Fasulyede aranan bütün pestisit çeşitlerinin varlığı tespit edilmiştir. En yüksek pestisit kalıntı miktarı 0,1366 ppb değeri ile oxy-chlordane'da en düşük pestisit kalıntı miktarı ise 0,0003 ppb değeri ile heptachlor ve cis-heptachlorepoxyde'de bulunmuştur. Turpda heptachlor, cis-heptachlorepoxyde, trans-heptachlorepoxyde, hexachlorobenzene dışında tüm pestisitler bulunmuştur. En yüksek pestisit kalıntı miktarı 1,3705 ppb değeri ile 2,4'-DDD'de en düşük pestisit kalıntı miktarı ise 0,0020 ppb değeri ile β -HCH 'da bulunmuştur. Salatalıkta cis-heptachlorepoxyde, trans-heptachlorepoxyde, ϵ -HCH dışında tüm pestisitler bulunmuştur. En yüksek pestisit kalıntı miktarı 0,9828 ppb değeri ile oxy-chlordane 'de en düşük pestisit kalıntı miktarı ise 0,0011 ppb değeri ile δ -HCH 'da bulunmuştur. Patateste aranan bütün pestisit çeşitlerinin varlığı tespit edilmiştir. En yüksek pestisit kalıntı miktarı 0,2651 ppb değeri ile oxy-chlordane'da en düşük pestisit kalıntı miktarı ise 0,0022 ppb değeri ile dieldrin 'de bulunmuştur. Patlıcanda aranan bütün pestisit çeşitlerinin varlığı tespit edilmiştir. En yüksek pestisit kalıntı miktarı 2,2356 ppb değeri ile cis-chlordane'de en düşük pestisit kalıntı miktarı ise 0,0015 ppb değeri ile cis-heptachlorepoxyde 'de bulunmuştur. Marulda aranan bütün pestisit çeşitlerinin varlığı tespit edilmiştir. En yüksek pestisit kalıntı miktarı 0,4264 ppb değeri ile oxy-chlordane 'de en düşük pestisit kalıntı miktarı ise 0,0036 ppb değeri ile dieldrin 'de bulunmuştur. Kuru soğanda aranan bütün pestisit çeşitlerinin varlığı tespit edilmiştir. En yüksek pestisit kalıntı miktarı 0,1011 ppb değeri ile oxy-chlordane 'de en düşük pestisit kalıntı miktarı ise 0,0003 ppb değeri ile methoxychlor 'de bulunmuştur. Taze soğanda aranan bütün pestisit çeşitlerinin varlığı tespit edilmiştir. En yüksek pestisit kalıntı miktarı 0,2271 ppb değeri ile methoxychlor'da en düşük pestisit kalıntı miktarı ise 0,0017 ppb değeri ile 2,4'-DDT ve γ -HCH'de bulunmuştur. Brokolide aranan bütün pestisit çeşitlerinin varlığı tespit edilmiştir. En yüksek pestisit kalıntı miktarı 0,2298 ppb değeri ile oxy-chlordane 'de en düşük pestisit kalıntı miktarı ise 0,0013 ppb değeri ile γ -HCH 'de bulunmuştur. Beyaz lahanada aranan bütün pestisit çeşitlerinin varlığı tespit edilmiştir. En yüksek pestisit kalıntı miktarı 10,1197 ppb değeri ile oxy-chlordane 'da en düşük pestisit kalıntı miktarı ise 0,0118 ppb değeri ile dieldrin 'de bulunmuştur. Limonda aranan

bütün pestisit çeşitlerinin varlığı tespit edilmiştir. En yüksek pestisit kalıntı miktarı 0,3563 ppb değeri ile methoxychlor'da en düşük pestisit kalıntı miktarı ise 0,0008 ppb değeri ile 2,4'-DDT 'de bulunmuştur. Şeker pancarında aranılan bütün pestisit çeşitlerinin varlığı tespit edilmiştir. En yüksek pestisit kalıntı miktarı 0,3441 ppb değeri ile oxy-chlordane 'de en düşük pestisit kalıntı miktarı ise 0,0012 ppb değeri ile 2,4'-DDT 'de bulunmuştur. Dereotunda aranılan bütün pestisit çeşitlerinin varlığı tespit edilmiştir. En yüksek pestisit kalıntı miktarı 0,5062 ppb değeri ile oxy-chlordane'da en düşük pestisit kalıntı miktarı ise 0,0019 ppb değeri ile γ -HCH 'de bulunmuştur. Rokada aranılan bütün pestisit çeşitlerinin varlığı tespit edilmiştir. En yüksek pestisit kalıntı miktarı 0,2669 ppb değeri ile oxy-chlordane 'de en düşük pestisit kalıntı miktarı ise 0,0018 ppb değeri ile 2,4'-DDT 'de bulunmuştur. Kerevizde aranılan bütün pestisit çeşitlerinin varlığı tespit edilmiştir. En yüksek pestisit kalıntı miktarı 25,3732 ppb değeri ile ϵ -HCH 'de en düşük pestisit kalıntı miktarı ise 0,3571 ppb değeri ile 4,4'-DDE 'de bulunmuştur. Karnabaharda cis-heptachlorepoxyde, trans-heptachlorepoxyde, ϵ -HCH, δ -HCH, heptachlor, hexachlorobenzene dışında tüm pestisitler bulunmuştur. En yüksek pestisit kalıntı miktarı 0,6312 ppb değeri ile oxy-chlordane 'de en düşük pestisit kalıntı miktarı ise 0,0008 ppb değeri ile endrin 'da bulunmuştur (Çizelge 4.5.). Maydanozda aranılan bütün pestisit çeşitlerinin varlığı tespit edilmiştir. En yüksek pestisit kalıntı miktarı 4,9290 ppb değeri ile methoxychlor 'de en düşük pestisit kalıntı miktarı ise 0,0075 ppb değeri ile 2,4'-DDT 'de bulunmuştur. Mor lahanada aranılan bütün pestisit çeşitlerinin varlığı tespit edilmiştir. En yüksek pestisit kalıntı miktarı 0,2676 ppb değeri ile oxy-chlordane'da en düşük pestisit kalıntı miktarı ise 0,0009 ppb değeri ile 2,4'-DDT 'de bulunmuştur. Biberde cis-heptachlorepoxyde, trans-heptachlorepoxyde, ϵ -HCH, δ -HCH, heptachlor, hexachlorobenzene, dieldrin, α -HCH, β -HCH dışında tüm pestisitler bulunmuştur. En yüksek pestisit kalıntı miktarı 0,6829 ppb değeri ile 4,4'-DDE'de en düşük pestisit kalıntı miktarı ise 0,0004 ppb değeri ile 4,4'-DDT 'da bulunmuştur (Çizelge 4.4.). Pırasada cis-heptachlorepoxyde, trans-heptachlorepoxyde, ϵ -HCH, δ -HCH, heptachlor, hexachlorobenzene, γ -HCH, β -HCH, heptachlor dışında tüm pestisitler bulunmuştur. En yüksek pestisit kalıntı miktarı 25,2426 ppb değeri ile oxy-chlordane'de en düşük pestisit kalıntı miktarı ise 0,0009 ppb değeri ile α -HCH 'da bulunmuştur. Dolma biberde cis-heptachlorepoxyde ve trans-heptachlorepoxyde

dışında tüm pestisitler bulunmuştur. En yüksek pestisit kalıntı miktarı 1,2449 ppb değeri ile 4,4'-DDE 'de en düşük pestisit kalıntı miktarı ise 0,0049 ppb değeri ile α -endosulfan 'da bulunmuştur. Ispanakta δ -HCH dışında tüm pestisitler bulunmuştur. En yüksek pestisit kalıntı miktarı 0,0778 ppb değeri ile oxy-chlordane'da en düşük pestisit kalıntı miktarı ise 0,0001 ppb değeri ile cis-heptachlorepoxide 'da bulunmuştur.

Çizelge 4.1. Meyvelerde tayin edilen pestisit kalıntı miktarları(ng/kg)

Pestisit	Elma	Armut	S. Üzüm	B. Üzüm	Erik	Ayva	Havuç	Hurma	Portakal
Aldrin	0,0019	0,4707	0,0180	0,0290	0,2625	0,0067	0,0095	0,0069	0,0137
cis-Chlordane	0,0094	0,0238	0,0271	0,0637	0,3418	0,0150	0,0215	0,0057	0,0327
trans -Chlordane	0,0073	0,0027	0,0137	0,0203	0,3571	0,0181	0,0104	0,0020	0,0191
Oxy-Chlordane	0,0886	1,1129	0,2240	0,2814	0,8269	0,2852	0,3404	0,0832	3,6987
2,4'-DDD	0,3558	0,3727	0,0144	0,0960	0,3168	0,0074	0,0808	0,0592	0,0742
4,4'-DDD	0,0026	0,1652	0,0600	0,0222	0,0861	0,0109	0,0055	0,0170	0,0196
2,4'-DDE	0,0044	0,0409	0,1133	0,0217	0,4149	0,0069	0,0075	0,0119	0,0134
4,4'-DDE	0,0014	0,1264	0,5315	0,0104	0,1439	0,0060	0,0030	0,0128	0,0062
2,4'-DDT	0,0005	0,0288	0,0025	0,0088	0,0248	0,0027	0,0012	0,0117	0,0004
4,4'-DDT	0,0003	0,3429	0,0028	0,0165	0,0414	0,0022	0,0039	0,0051	0,0005
Dieldrin	0,0002	0,0129	0,0079	0,0022	0,0163	0,0022	0,0017	0,0005	0,0005
Alpha-endosulfan	0,0004	0,0026	0,0253	0,0043	0,0230	0,0042	0,0030	0,0004	0,0011
Beta-Endosulfan	0,0020	0,0208	0,1390	0,0047	0,0080	0,0029	0,0047	0,0002	0,0003
Endrin	0,0002	0,0020	0,0040	0,0288	1,3094	0,0077	0,0081	0,0019	0,0025
Alpha-HCH	0,0041	0,0000	0,0025	0,0132	0,0086	0,0025	0,0028	0,0005	0,0007
Beta-HCH	0,0021	0,0000	0,0028	0,0052	0,2018	0,0047	0,0057	0,0014	0,0015
Gamma-HCH	0,0006	0,0000	0,0009	0,0115	0,2730	0,0028	0,0018	0,0003	0,0003
Delta-HCH	0,0160	0,0000	0,0021	0,0147	0,1676	0,0058	0,0037	0,0007	0,0003
Epsilon-HCH	0,0039	0,0000	0,0032	0,0046	0,0019	0,0059	0,0069	0,0008	0,0004
Heptachlor	0,0004	0,0000	0,0156	0,0042	0,0010	0,0045	0,0045	0,0003	0,0002
cis-H.epoxide	0,0003	0,0000	0,3320	0,0052	0,0000	0,0054	0,0025	0,0002	0,0000
Trans-H.epoxide	0,0030	0,0000	0,0603	0,0051	0,0000	0,0208	0,0199	0,0006	0,0005
Hexachlorobenzene	0,0012	0,0000	0,0114	0,0808	0,0101	0,0096	0,0067	0,0006	0,0005
Methoxychlor	0,0104	0,1416	0,0479	0,1305	0,2624	0,0260	0,0163	0,0057	0,0298

Pestisit	Mandalina	Greyfurt	Nar	Muz	Balkabağı	Çilek	Kivi	Yerelması	Muşmula
Aldrin	0,0072	0,0121	0,0090	0,0085	0,0029	0,1061	0,0061	0,0002	0,0198
cis-Chlordane	0,0169	0,0269	0,0288	0,0258	0,0166	0,1942	0,0204	0,0000	0,0258
Trans –Chlordane	0,0080	0,0452	0,0154	0,0197	0,0261	0,0715	0,0168	0,0078	0,0000
Oxy-Chlordane	0,0629	0,2666	0,4477	0,3996	0,2175	1,6127	0,3195	0,0605	0,4182
2,4'-DDD	0,0867	0,0203	0,5709	0,0568	0,0447	1,8122	0,0383	0,0442	0,0563
4,4'-DDD	0,0198	0,0157	0,0140	0,0060	0,0128	0,2137	0,0139	0,0084	0,0284
2,4'-DDE	0,0245	0,0189	0,0133	0,0125	0,0071	0,1058	0,0073	0,0176	0,0698
4,4'-DDE	0,0043	0,0049	0,0008	0,0050	0,0029	0,0599	0,0044	0,0082	0,0188
2,4'-DDT	0,0000	0,0011	0,0003	0,0018	0,0012	0,0764	0,0026	0,0000	0,0298
4,4'-DDT	0,0000	0,0025	0,0058	0,0071	0,0025	0,0842	0,0025	0,0107	0,0000
Dieldrin	0,0000	0,0010	0,0004	0,0039	0,0007	0,0577	0,0026	0,0099	0,0000
Alpha-endosulfan	0,0000	0,0055	0,0003	0,0049	0,0033	0,0402	0,0039	0,0000	0,0000
Beta-Endosulfan	0,0000	0,0026	0,0004	0,0095	0,0018	0,5664	0,0045	0,0000	0,0000
Endrin	0,0000	0,0050	0,0012	0,0254	0,0025	0,0567	0,0058	0,0000	0,0000
Alpha-HCH	0,0002	0,0214	0,0000	0,0048	0,0024	0,0286	0,0025	0,0011	0,0000
Beta-HCH	0,0012	0,0107	0,0004	0,0169	0,0043	0,0717	0,0089	0,0041	0,0000
Gamma-HCH	0,0002	0,0043	0,0410	0,0068	0,0022	0,0302	0,0027	0,0000	0,0410
Delta-HCH	0,0001	0,0097	0,0000	0,0264	0,0047	0,0891	0,0095	0,0000	0,0000
Epsilon-HCH	0,0000	0,0154	0,0000	0,0085	0,0018	0,0982	0,0053	0,0000	0,0000
Heptachlor	0,0000	0,0077	0,0000	0,0125	0,0027	3,0119	0,0057	0,0000	0,2226
cis-H.epoxide	0,0000	0,0060	0,0083	0,0199	0,0010	0,1177	0,0075	0,0000	0,0282
Trans-H.epoxide	0,0000	0,0155	0,0000	0,0280	0,0089	2,0797	0,0346	0,0000	0,0000
Hexachlorobenzene	0,0000	0,0091	0,0000	0,0316	0,0055	0,0202	0,0099	0,0146	0,0000
Methoxychlor	0,0087	0,0268	0,0016	0,0368	0,0138	0,1327	0,0641	0,0445	0,2341

Çizelge 4.2. Meyvelerde tayin edilen pestisit kalıntı miktarları(ng/kg)

Pestisit	Kabak	Patlıcan	Patates	Domates	Salatalık	Turp	Fasulye	Maydonoz
Aldrin	0,0156	0,0263	0,0060	0,0040	0,0285	0,0347	0,0027	0,0732
cis-Chlordane	0,0150	0,2111	0,0205	0,0088	0,1487	1,2082	0,0114	0,2560
trans -Chlordane	0,0146	0,0187	0,0210	0,0117	0,0324	0,2158	0,0092	0,0663
Oxy-Chlordane	0,7790	2,2356	0,2651	0,1712	0,9828	0,5299	0,1366	0,9807
2,4'-DDD	0,0344	0,0772	0,0366	0,0339	0,0091	1,3705	0,0099	0,0858
4,4'-DDD	0,1450	0,0344	0,0137	0,0163	0,0535	0,0623	0,0035	0,0542
2,4'-DDE	0,0479	0,0203	0,0272	0,0162	0,0783	0,0833	0,0033	0,0940
4,4'-DDE	0,0136	0,0139	0,0083	0,0043	0,0271	0,0174	0,0012	0,0183
2,4'-DDT	0,0130	0,0021	0,0059	0,0029	0,0027	0,0066	0,0005	0,0075
4,4'-DDT	0,0030	0,0035	0,0361	0,0047	0,0013	0,0028	0,0007	0,0173
Dieldrin	0,0280	0,0150	0,0022	0,0030	0,0038	0,0158	0,0005	0,6495
Alpha-Endosulfan	0,0053	0,0027	0,0032	0,0042	0,0314	0,0285	0,0009	0,1117
Beta-Endosulfan	0,2202	0,0645	0,0031	0,0021	0,0210	0,0381	0,0014	0,1716
Endrin	0,0017	0,0030	0,0089	0,0069	0,0114	0,0788	0,0012	0,0401
Alpha-HCH	0,0079	0,0097	0,0028	0,2877	0,0056	0,0093	0,0008	0,0096
Beta-HCH	0,1021	0,0070	0,0073	0,0022	0,0133	0,0020	0,0021	0,0207
Gamma-HCH	0,0060	0,0400	0,0025	0,0003	0,0153	0,0059	0,0034	0,1469
Delta-HCH	0,0393	0,0981	0,0033	0,0006	0,0011	0,2038	0,0010	0,0313
Epsilon-HCH	0,0121	0,0377	0,0059	0,0010	0,0000	0,0044	0,0008	0,0220
Heptachlor	0,0414	0,0759	0,0051	0,0756	0,1017	0,0000	0,0003	0,2309
cis-H.epoxide	0,0018	0,0015	0,0034	0,0002	0,0000	0,0000	0,0003	0,0309
trans-H.epoxide	0,0065	0,0384	0,0107	0,0009	0,0000	0,0000	0,0005	0,1637
Hexachlorobenzene	0,0254	0,0056	0,0070	0,0005	0,0147	0,0000	0,0009	0,1767
Methoxychlor	0,2076	0,0168	0,0736	0,0055	0,0155	0,0427	0,0085	4,9290

Çizelge 4.3. Sebzelerde tayin edilen pestisit kalıntı miktarları(ng/kg)

Pestisit	Biber	Dolmabiber	Ispanak	Kurusogan	Tazesogan	Brokoli	Pırasa	Marul
Aldrin	0,0294	0,2290	0,0019	0,0017	0,0045	0,0048	0,0958	0,0226
cis-Chlordane	0,0062	0,0424	0,0065	0,0056	0,0228	0,0181	6,2794	0,0264
trans -Chlordane	0,0138	0,0706	0,0052	0,0033	0,0132	0,0146	2,2666	0,2044
Oxy-Chlordane	0,1116	1,0642	0,0778	0,1011	0,2192	0,2298	25,2426	0,4264
2,4'-DDD	0,0783	0,0396	0,0014	0,0030	0,0650	0,0572	0,0888	0,1660
4,4'-DDD	0,0684	0,1852	0,0030	0,0062	0,0130	0,0074	0,0610	0,0456
2,4'-DDE	0,0243	0,0701	0,0008	0,0020	0,0068	0,0051	0,0168	0,0201
4,4'-DDE	0,6829	1,2449	0,0011	0,0030	0,0036	0,0030	0,0734	0,0150
2,4'-DDT	0,0026	0,1106	0,0002	0,0016	0,0017	0,0026	0,0054	0,0037
4,4'-DDT	0,0004	0,0126	0,0006	0,0024	0,0019	0,0046	0,9125	0,0364
Dieldrin	0,0000	0,0908	0,0002	0,0010	0,0030	0,0020	0,0151	0,0036
Alpha-Endosulfan	0,0031	0,0049	0,0004	0,0021	0,0037	0,0043	0,0240	0,0057
Beta-Endosulfan	0,0068	0,0590	0,0007	0,0018	0,0041	0,0022	0,0115	0,0110
Endrin	0,0433	1,0112	0,0007	0,0042	0,0037	0,0067	0,0526	0,0126
Alpha-HCH	0,0000	0,0103	0,0004	0,0019	0,0021	0,0042	0,0009	0,0107
Beta-HCH	0,0000	0,0166	0,0016	0,0048	0,0066	0,0064	0,0000	0,0142
Gamma-HCH	0,0090	0,0056	0,0003	0,0009	0,0017	0,0013	0,0000	0,0316
Delta-HCH	0,0000	0,0057	0,0000	0,0024	0,0065	0,0053	0,0000	0,0166
Epsilon-HCH	0,0000	0,0311	0,0005	0,0008	0,0074	0,0081	0,0000	0,2935
Heptachlor	0,0000	0,0165	0,0003	0,0015	0,0051	0,0042	0,0000	0,0027
cis-H.epoxide	0,0000	0,0000	0,0001	0,0011	0,0052	0,0026	0,0000	0,0042
trans-H.epoxide	0,0000	0,0000	0,0010	0,0039	0,0253	0,0196	0,0000	0,0167
Hexachlorobenzene	0,0000	0,0067	0,0015	0,0008	0,0125	0,0053	0,0000	0,0133
Methoxychlor	0,0826	0,3801	0,0074	0,0003	0,2271	0,0289	0,0788	0,0215

Çizelge 4.4. Sebzelerde tayin edilen pestisit kalıntı miktarları(ng/kg)

Pestisit	Karnabahar	Beyazlahana	Morlahana	Limon	Roka	Dereotu	Kereviz	Ş.Pancarı
Aldrin	0,0262	0,6448	0,1135	0,0115	0,0050	0,0078	4,9239	0,0044
Cis-Chlordane	0,0332	1,2396	0,0514	0,0101	0,0205	0,0278	4,6156	0,0244
trans -Chlordane	0,0235	1,9743	0,0838	0,0060	0,0126	0,0202	2,0818	0,0073
Oxy-Chlordane	0,6312	10,1197	0,2676	0,2525	0,2669	0,5062	7,3614	0,3441
2,4'-DDD	0,0093	0,3713	0,0106	0,0652	0,0084	0,0070	7,1090	0,0155
4,4'-DDD	0,0020	0,3133	0,0026	0,0054	0,0049	0,0142	3,4091	0,0165
2,4'-DDE	0,0157	0,2849	0,0102	0,0116	0,0059	0,0109	4,6556	0,0090
4,4'-DDE	0,0020	0,1841	0,0185	0,0032	0,0042	0,0078	0,3571	0,0038
2,4'-DDT	0,0055	0,0550	0,0009	0,0008	0,0018	0,0045	0,3709	0,0012
4,4'-DDT	0,0021	1,1452	0,0020	0,0031	0,0022	0,0034	0,9314	0,0042
Dieldrin	0,0007	0,0118	0,0020	0,0026	0,0041	0,0022	1,1642	0,0013
Alpha-Endosulfan	0,1706	0,0361	0,0348	0,0009	0,0051	0,0084	11,1186	0,0026
Beta-Endosulfan	0,0026	0,0733	0,0032	0,0049	0,0034	0,0034	0,7664	0,0051
Endrin	0,0008	0,2013	0,0093	0,0268	0,0051	0,0066	1,8222	0,0055
Alpha-HCH	0,0087	0,0179	0,0196	0,0097	0,0019	0,0028	2,1733	0,0038
Beta-HCH	0,0001	0,0193	0,0033	0,0257	0,0093	0,0040	2,1887	0,0088
Gamma-HCH	0,0043	0,0935	0,0017	0,0202	0,0050	0,0019	0,4055	0,0028
Delta-HCH	0,0000	0,0430	0,0014	0,0637	0,0062	0,0097	14,7527	0,0107
Epsilon-HCH	0,0000	0,0198	0,0044	0,0465	0,0061	0,0054	25,3732	0,0039
Heptachlor	0,0000	0,0309	0,0011	0,0024	0,0111	0,0068	6,7738	0,0064
Cis-H.epoxide	0,0000	0,0498	0,0011	0,0016	0,0141	0,0090	0,7893	0,0022
trans-H.epoxide	0,0000	0,0549	0,0141	0,0177	0,0271	0,0143	0,6945	0,0167
Hexachlorobenzene	0,0000	0,1074	0,0053	0,2488	0,0081	0,0170	14,7997	0,0080
Methoxychlor	0,0129	0,1354	0,0411	0,3563	0,0456	0,0201	1,5738	0,0272

Çizelge 4.5. Sebzelerde tayin edilen pestisit kalıntı miktarları(ng/kg)

Meyveler	Aldrin	Cis-Chlordane	Trans-Chloradane	Oxy-Chlordane	o,p DDD	p,p DDD	o,p DDE	p,p DDE	o,p DDT	p,p DDT	Dieldrin	α Endosulfan	β Endosulfan	Endrin	α HCH	β HCH	γ HCH	δ HCH	Epsilon-HCH	Heptaklor	H.Epoksit A	H.Epoksit B	Hexachlorobenzene	Methoksiklor
Elma	0,01	0,01	0,01	0,01	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,01	0,3	0,05	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Armut	0,01	0,01	0,01	0,01	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,01	0,3	0,3	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
S. Üzüm	0,01	0,01	0,01	0,01	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,01	0,5	0,05	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
B. Üzüm	0,01	0,01	0,01	0,01	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,01	0,5	0,05	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Erik	0,01	0,01	0,01	0,01	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,01	0,1	0,05	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Ayva	0,01	0,01	0,01	0,01	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,01	0,3	0,05	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Havuç	0,02	0,01	0,01	0,01	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,02	0,1	0,05	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Hurma	0,01	0,01	0,01	0,01	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,01	0,1	0,05	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Portakal	0,01	0,01	0,01	0,01	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,01	0,5	0,05	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Mandalina	0,01	0,01	0,01	0,01	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,01	0,5	0,05	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Greyfurt	0,01	0,01	0,01	0,01	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,01	0,5	0,05	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Nar	0,01	0,01	0,01	0,01	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,01	0,1	0,05	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Muz	0,1	0,01	0,01	0,01	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,1	0,1	0,05	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
B.Kabağı	0,01	0,01	0,01	0,01	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,01	0,1	0,05	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Çilek	0,01	0,01	0,01	0,01	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,01	0,1	0,05	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Kivi	0,02	0,01	0,01	0,01	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,02	0,1	0,05	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Y.Elması	0,01	0,01	0,01	0,01	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,01	0,1	0,05	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Muşmula	0,01	0,01	0,01	0,01	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,01	0,1	0,05	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01

Çizelge 4.6. Meyvelerde Avrupa Birliği Direktiflerine göre maksimum kalıntı limitleri(mg/kg)

	Pestisitler																							
Sebzeler																								
	Aldrin	Cis-Chlordane	Trans-Chloradane	Oxy-Chlordane	o,p DDD	p,p DDD	o,p DDE	p,p DDE	o,p DDT	p,p DDT	Dieldrin	α -Endosulfan	β -Endosulfan	Endrin	α HCH	β HCH	γ HCH	δ HCH	ϵ -HCH	Heptachlor	H.Epoksit A	H.Epoksit B	Hexachlorobenzene	Methoxychlor
Kabak	0,02	0,01	0,01	0,01	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,02	0,05	0,05	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Patlıcan	0,01	0,01	0,01	0,01	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,01	0,05	0,05	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Patates	0,01	0,01	0,01	0,01	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,01	0,05	0,05	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Domates	0,01	0,01	0,01	0,01	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,01	0,5	0,5	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Salatalık	0,02	0,01	0,01	0,01	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,02	0,3	0,05	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Turp	0,01	0,01	0,01	0,01	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,01	0,05	0,05	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Fasulye	0,01	0,01	0,01	0,01	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,01	0,05	0,05	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Maydanoz	0,03	0,01	0,01	0,01	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,03	0,05	0,05	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Y.Biber	0,01	0,01	0,01	0,01	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,01	1	1	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
D.Biber	0,01	0,01	0,01	0,01	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,01	1	1	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Ispanak	0,01	0,01	0,01	0,01	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,01	0,05	0,05	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
K.Sogan	0,01	0,01	0,01	0,01	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,01	0,05	0,05	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
T.Sogan	0,01	0,01	0,01	0,01	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,01	0,05	0,05	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Brokoli	0,01	0,01	0,01	0,01	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,01	0,05	0,05	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Pirasa	0,01	0,01	0,01	0,01	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,01	0,05	0,05	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Marul	0,01	0,01	0,01	0,01	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,01	0,05	0,05	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Karnabahar	0,01	0,01	0,01	0,01	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,01	0,05	0,05	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
B.Lahana	0,01	0,01	0,01	0,01	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,01	0,05	0,05	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
M.Lahana	0,01	0,01	0,01	0,01	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,01	0,05	0,05	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Limon	0,01	0,01	0,01	0,01	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,01	0,05	0,05	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Roka	0,01	0,01	0,01	0,01	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,01	0,05	0,05	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Dereotu	0,01	0,01	0,01	0,01	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,01	0,05	0,05	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Kereviz	0,01	0,01	0,01	0,01	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,01	0,05	0,05	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Ş.Pancar	0,01	0,01	0,01	0,01	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,01	0,05	0,05	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01

Çizelge 4.7. Sebzelerde Avrupa Birliği Direktiflerine göre maksimum kalıntı limitleri(mg/kg)

Araştırılan meyve ve sebze numunelerinde tespit edilen ortalama kalıntı değerleri; kerevizde α -endosülfan, δ -HCH, ϵ -HCH, hexachlorobenzene ve pırasada Oxy-chlordane hariç Dünya Sağlık Teşkilatı (WHO) ve Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Teşkilatı (FAO)-Codex Alimentarius Commission tarafından tespit ve tavsiye edilen uluslararası maksimum limit düzeylerinin (Çizelge 4.6- Çizelge-4.7.) altında bulunmuştur.

İncelenen meyve ve sebzelerde tespit edilen organoklorlu pestisit kalıntı limitlerinin (Çizelge 4.1., Çizelge 4.2., Çizelge 4.3., Çizelge 4.4., Çizelge 4.5.) belirtilen değerlerden düşük olmasının nedeni; bu organoklorlulardan endosülfan dışındakilerin ülkemizde kullanımının yıllar önce yasaklanmış olmasıdır. Ancak araştırılan pestisitlerin yarılanma ömürlerinin çok uzun olması nedeniyle meyve ve sebzelerde kalıntılarına halen rastlanmaktadır. Endosülfanın kullanımının yasak olmamasının nedeni ise, diğer yasaklanmış organoklorlu pestisitler kadar kalıcı olmamasıdır.

Vidal ve ark. (2002)'nin İspanya'nın çeşitli bölgelerinden aldıkları taze sebze numunelerinde yaptıkları analizlere göre salatalık numunelerinde α -endosülfan ve β -endosülfan kalıntı miktarları 7–300 ng/g olarak bulunmuştur.

Colume ve ark.(2001)'nin yaptıkları çalışmada meyvelerde 9 çeşit organik klorlu pestisitlere bakılmış ve bunlardan numunelerde bulunan α -endosülfan ve β -endosülfan kalıntı miktarlarının 1–10 ng/g arasında olduğu görülmüştür.

Gonzales ve ark. (2005) tarafından marul ve pazıda organik klorlu pestisitlerin tayini yapılmıştır. Yapılan bu çalışmaya göre marul ve pazıda en yüksek değerler DDT'de en düşük değerler ise aldrin'de bulunmuş ve marulda bulunan DDT değeri 11,4 ng/g 'dir. Bizim yaptığımız çalışmada da marulda bulunan en yüksek pestisit kalıntı miktarı oxy-chlordane iken en düşük pestisit kalıntı miktarı heptachlor'dur.

Adeyeye ve ark.(1999)'nin yapmış olduğu çalışmada Nijerya'da bulunan bazı sebzelerde organik klorlu pestisitler araştırılmış ve patlıcan, domates ve kuru soğanda HCB, HCH, aldrin, DDE'nin varlığı tayin edilmiştir. Tayin edilen bu değerlere göre patlıcanda en yüksek pestisit kalıntı miktarının HCH'de, domateste DDE'de, kuru soğanda ise HCH'de olduğu görülmüştür.

Gelsomino ve ark. (1997) tarafından İtalya’da yapılan bir çalışmada havuç ve domateste aldrin, endosülfan, γ -HCH, hexachlorobenzene ve methoxychlor pestisit kalıntı miktarları araştırılmış ve en yüksek kalıntı miktarlarının havuçta da domateste de methoxychlor olduğu görülmüştür.

Mansour (2004) tarafından Mısır’da yapılan denemede ıspanak, turp, roka, pırasa, dereotu, maydanoz, kereviz, marul, soğan, domates ve çilekte HCB, dieldrin ve total DDT değerleri tayin edilmiş ve en yüksek pestisit kalıntı miktarının ıspanak için HCB, turp için dieldrin, roka, pırasa, dereotu, maydanoz ve marul için total DDT, kereviz için HCB, soğan için dieldrin, domates için HCB, çilek için dieldrin olduğu görülmüştür.

Barkatina ve ark.(1999) tarafından Belarus’un 6 farklı yöresinden patates, havuç ve beyaz lahana numuneleri alınmış ve yapılan analizler sonucunda patateste γ -HCH’nin 0,5 $\mu\text{g/g}$ değerinde olduğu kaydedilmiş. DDE’nin ise patateste 0,4 $\mu\text{g/g}$ –0,6 $\mu\text{g/g}$, havuçta ve beyaz lahanada 0,2 $\mu\text{g/g}$ –1 $\mu\text{g/g}$ olduğu görülmüştür.

Ochiai ve ark.(2004)’nin Japonya’da yapmış oldukları bir araştırmada çeşitli sebze, meyve ve yeşil çayda bulunan pestisit kalıntı miktarları tayin edilmiştir. Bu araştırmaya göre ıspanakta DDD değerinin 0,0015 mg/kg olduğu bulunmuştur.

Arrebola ve ark. (2003) tarafından 25 sebze numunesi üzerinde yapılan bir araştırmada domateste sadece 0,015 mg/kg değeri ile α -endosülfan bulunmuş, salatalık ve biberde ise hem α -endosülfan hem de β -endosülfan pestisitleri tayin edilmiştir. Tayin edilen bu değerler salatalıkta α -endosülfan için 0,001 mg/kg ile 0,041 mg/kg arasında, β -endosülfan için ise 0,007 mg/kg iken biberde α -endosülfan için 0,013mg/kg ile 0,051 mg/kg arasında, β -endosülfan için ise 0,019 mg/kg ile 0,025 mg/kg arasında olduğu görülmüştür.

5.SONUÇ VE ÖNERİLER

Sonuç olarak, Gıda maddelerindeki pestisit kalıntılarının birçok sakıncası söz konusudur. Bu sakıncaları asgari düzeye indirmek veya tamamen ortadan kaldırmak için şunlar yapılmalıdır:

1) Kullanılan pestisitlerin insan ve çevre sağlığı açısından tolerans sınırları dikkate alınarak yapılacak analizler sonucu önemli derecede tehlikeli olanlar ortaya çıkarsa bunların ya piyasadan kaldırılması ya da kullanımına kısıtlamaların getirilmesi gerekecektir. Ancak bu işlem yapıldığı takdirde alternatif mücadele yöntemlerinin ortaya konmuş ve üreticinin hizmetine sunulmuş olması lazımdır.

2) Üreticilerin bitkilerdeki hastalık ve zararlılara karşı yapacakları mücadelenin sadece kimyasal mücadeleden ibaret olduğunu zannetmelerinin yanlış olduğu, bunun yanında yeterli bilgiye sahip olunması gerektiği de önemli faktör olarak önümüze çıkmaktadır. Halbuki kimyasal mücadeleden önce herhangi bir masrafı gerektirmeyen kültürel ve fiziki önlemleri almak suretiyle hastalık ve zararlılara karşı etkili mücadele yapılabilir. Yani bütün uygun teknik ve yöntemlerin kullanılabileceği bir strateji hedef alınmalıdır.

3) Pestisit kullanımı ile hasat zamanı arasındaki periyodun yani hasat aralıklarının her ilaç ve her ürün için tespit edilip bu konuda üreticilerin aydınlatılması mutlaka gerçekleştirilmelidir.

4) En kısa zamanda ülkemizde kullanılan her bir pestisit, ülkemiz standartlarına uygun tolerans tablolarının hazırlanması gereklidir. Bu hususta son yıllarda çalışmalara hız verilmesine rağmen henüz her bir pestisit için sağlıklı sonuçlar açıklanamamıştır.

5) Pestisit kalıntıları sebebiyle oluşabilecek problemlerin süratle çözülebilmesi ve bu gibi durumların önceden tespiti, buna bağlı olarak gerekli tedbirlerin alınabilmesi sürekli ve çabuk olarak yapılacak kalıntı izleme yöntemleriyle mümkündür. Bunu gerçekleştirebilmek için, ilgili kuruluşların bu tür analizleri yapabilen tam teşekküllü laboratuarlara ihtiyacı vardır. Bu amaçla gerek

cihaz ve gerekse teknik eleman açısından yeterli, modern ve aynı zamanda bilgisayar destekli laboratuvarlar bir an evvel faaliyete geçirilmelidir.

6) Gıdalardaki pestisit kalıntılarının zararlı etkilerini ortadan kaldırma amacıyla uygulanacak teknolojik işlerin araştırma projeleri çerçevesinde desteklenmesi ve elde edilecek araştırma sonuçlarının gerek ülke ekonomisi açısından ve gerekse insan ve çevre sağlığı açısından büyük faydalar sağlayacağı unutulmamalıdır.

6. KAYNAKLAR

Adeyeye, A. ve Osibanjo, O., 1999, "Residues of organochlorine pesticides in fruits, vegetables and tubers from Nigerian markets" *The Science of the Total Environment* 231, 227-233.

Akçin, A. ve Özer, Z., 1982, "Çapa ve Herbisit Uygulamalarının Erkenci 5 Great Northern Ve Yerli Horoz Fasulyesi Çeşitlerinin Verimlerine Etkisi" Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ziraat Dergisi, Cilt: 13, Sayı: 1-2. Erzurum.

Anonim, 1995.

Anonymous. 2005, Metot validasyonu, TÜBİTAK-Ulusal Metroloji Enstitüsü, Kocaeli.

Arrebola, F. J., Vidal, J. L. M., Rodriguez, M. J. G., Garrido-Frenich, A., Morito, N. S., 2003, "Reduction of analysis time in gas chromatography application of low-pressure gas chromatography-tandem mass spectrometry to the determination of pesticide residues in vegetables" *Journal of Chromatography A*, 1005 ,131-141.

Aydın M. E., Gür, K., Özcan, S., Sarı, S., 2003, "Organochlorine Pesticides in Sewerage System of Konya-Turkey" 12th International Symposium on Environmental Pollution and its Impact on Life in the Mediterranean Region, MESAEP, 325.

Bakırcı, İ., Tarakçı, Z. ve Coşkun, H. 1998, "Van ve yöresinde üretilen otlu lorlar üzerinde bir araştırma" V. Ulusal Süt Ürünleri Sempozyumu, 98 (Geleneksel Süt Ürünleri), Tekirdağ, MPM yayınları, 621, 195-204.

Barkatina, E. N., Pertsovsky, A. L., Murokh, V.I., Kolomiets, N. D., Shulyakovskaya, O. V., Venger, O. N., Makarevich, V. I., 1999, "Organochlorine pesticides residues in basic food products and diets in the Republic of Belarus" *Bull Environ. Contam. Toxicol.* 63:235-242.

Berrada, H., Font, G. and Molto, J.C., 2003, "Determination of Urea Pesticide Residues in Vegetable, Soil and Water Samples" *Critical Reviews in Analytical Chemistry*, 33(1):19-41.

Blasco, C., Fernandez, M., Pico, Y., Font, G., Manes, J., 2002, "Simultaneous Determination of Imidacloprid, Carbendazim, Methiocarb and Hexythiazox in Peaches and Nectarines by Liquid Chromatography-Mass Spectrometry" *Analytica Chimica Acta* 461, 109-116.

Boivin, A., Cherrier, R., Schiavon, M., 2005, "A comparison of five pesticides adsorption and desorption processes in thirteen contrasting field soils" *Chemosphere*, 61, 668-676.

Ceylan, S. (1975). Klorlu hidrokarbon insektisitlerin rezidülerinin süt., tereyağı, peynir ve içyağlarında kromatografik yöntemlerle araştırılması, Habilitasyon Tezi.

Chen, L., Ran, Y., Xing, B., Mai, B., Jianghua, H., Wei, X., Fu, J., Sheng, G., 2005, "Contents and sources of polycyclic aromatic hydrocarbons and organochlorine pesticides in vegetable soils of Guangzhou, China" *Chemosphere* 60 879 – 890.

Colume, A. , Cardenas, S., Gallego, M., Valcarcel, M., 2001, "Semiautomatic Multiresidue Gas Chromatographic Method for the Screening of Vegetables for 25 Organochlorine and Pyrethroid Pesticides" *Analytica Chimica Acta*, 436 153-162.

Dağ, S., Aykaç, V. T., Gündüz, A., Kantarcı, M. ve Şişman, N., 2000, "Türkiye’de Tarım İlaçları Endüstrisi ve Geleceği" Türkiye Ziraat Mühendisliği V. Teknik Kongresi, 17-21 Ocak, TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası, Ankara. 933-957.

Dökmeci, İ., 1988, "Toksikoloji, Nobel Tıp Kitapevi, 547, İstanbul.

Durham, W., 1994, *Pesticides and human health*, Bioscience Publication, London.

Fahey, J. E., Gould, G. E., Nelson, P. E., 1969, "Removal of gardona and azodrin from vegetable crops by commercial preparative methods." *J. Agr. Food Chem.* 17(6):1204-1206.

Gaw, S. K. , Wilkins, A. L., Kim, N.D., Palmer, G.T., Robinson, P., 2006, "Trace Element and Σ DDT Concentrations in Horticultural Soils from the Tasman , Waikato and Auckland Regions of New Zealand" *Science of the Total Environment* 355, 31-47.

Gelsomino, A., Petrovicova, B., Tiburtini, S., Magnani, E., Felici, M., 1997, "Multiresidue analysis of pesticides in fruits and vegetables by gel permeation chromatography followed by gas chromatography with electron-capture and mass spectrometric detection" *Journal of Chromatography A*, 782, 105-122.

Gonzalez, M., Miglioranza, K.S.B., Moreno, J.E.A., Moreno, V.J., 2005, "Evaluation of conventionally and organically produced vegetables for high lipophiic organochlorine pesticide (OCP) residues" *Food and Chemical Toxicology* 43, 261-269.

Goto, T., Yuko, I., Sadaji, Y., Hiroshi, M., Hisao, O., Hisamitsu, N., 2006, "The High Throughput Analysis of N-Methyl Carbamate Pesticides in Fruits and Vegetables by Liquid Chromatography Electrospray Ionization Tandem Mass Spectrometry Using a Short Column" *Analytica Chimica Acta*, 555, 2, 225.

Gündüz, T., 1994, *Çevre Sorunları*, Bilge Yayıncılık, Ankara.

Gür, K., Uçan, H. N., Dursun, S., 2006, "Distribution of some pesticide residues in vegetable and fruit samples collected from Konya Local Bazaars in Turkey" June 12-16, 2006 Albena Resort /Bulgaria, 1, 453-460.

Haktanır, K. ve Arcak, S., 1998, *Çevre Kirliliği*. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yayınları No:1503, Ders Kitabı No:457, ISBN 975-482-451-7, 323 Ankara.

Hışıl, Y., 1982, "Gıdalarda Pestisit Kalıntıları ve Azaltılma Yolları" Türkiye 3. Gıda Kongresi. Gıda Tek. Derneği Yayınları, Ankara.

Hışıl, Y.ve Tufan, G., 1986, "Meyve ve sebzelerdeki bazı pestisit kalıntılarının gaz kromatografik tayini"E.Ü.Mühendislik Fakültesi Dergisi,B,2,1:29-48.

Hou, L., Hian, K. L., 2004, "Determination of pesticides in soil by liquid-phase microextraction and gas chromatography-mass spectrometry" Journal of Chromatography A, 1038 , 37-42.

Huber, L., 1998, "Validation of analytical methods: review and strategy" LC/GC International, February: 96-105.

Hussain, S. , Masud, T., Ahad, K., 2002, "Determination of Pesticides Residues in Selected Varieties of Mango" Pakistan Journal Of Nutrition 1(1):41-42.

Jiries, A. G., Al Nasir, F. M.and Beese, F., 2002, "Pesticide and heavy metals residue in wastewater, soil and plants in wastewater disposal site near Al-Lajoun Valley,Karak/Jordan" Water, Air and Soil Pollution 133:97-107.

Kaihara, A., Yoshii, K., Tsumura, Y., Nakamura, Y., Ishimitsu, S., Tonogai, Y., 2000, "Multi Residue Analysis of Pesticides in Fresh Fruits and Vegetables By Supercritical Fluid Extraction and HPLC" Journal of Health Science, 46 (5) 336-342.

Kaya, S., Yavuz, H. (1995). Özel Toksikoloji, Medisan Yayınevi, 375-385, Ankara.

Kelle, A. (1989). Koyun ve sığır yağ dokularında organoklor pestisit rezidülerinin gaz kromatografik analizleri, Dicle Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi, 16(2): 27-32.

Lamp, F. C., Rarrav, R. P., Elkins, E. R., Cook, R. W. And Kimball, J. R. 1968, "Behavior of DDT in potatoes during commercial and home preparation" J. Arg. Food Chem. 16/2:272-275.

Li, C. F. and Bradley, R. L. 1969, "Degradation of chlorinated hydrocarbon pesticides in milk and butter oil by ultraviolet energy" J. of Dairy Sci., 52:27-30.

Luke, M. A., Froberg, J. E., Masumoto, 1975, J. Assoc. Off. Anal. Chem. 58,1020.

Manuel, M. S., Moreno, M., Arrebola,F. J.and Vidal, J. L. M., 2003, "Analysis of Acetamirid in Vegetables Using Gas Chromatography-Tandem Mass Spektromety" The Science of the Total Environment 308 , 83-96.

Manuel, S. A., 2004, "Pesticide exposure-Egyptian scene" Toxicology 198 (2004) 91-115.

Ochiai, N. , Sasamota, K., Kanda, H., Yamagami, T., Frank, D., Pat, S., 2004, "Multi-Residue Method For Determination of 85 Pesticides in Vegetables, Fruits and Green Tea By Stir Bar Sorptive Extraction and Thermal Desorption GC-MS" Global Analytical Solutions (GERSTEL),AN/2004/04-3.

Özbek, H., 1982, "Türkiye için önemli bir bal arısı (*Apis mellifera* L.) avcı böceği, *Philanthus triangulum abdelkader* Lep. (Hymenoptera: Sphecidae)" Atatürk Üniv. Zir. Fak. Derg., 13 (34): 47-54.

Öztürk, A., 1990, "Erzurum Yöresinin Faydalı ve Tıbbi Yabani Bitkilerinin Yerel ad ve Kullanılışları Yönünden Kısa Tanıtları" , Y.Y.Ü. Fen-Ed. Fak. Fen Bil. Der., 1-1, 1-18.

Rau, J. G., and Wooten, D. C., 1980, Environmental impact analysis handbook New York: McGraw-Hill.

Rosenberg, A., Alexander, M., 1979, "Microbial cleavage of various organophosphorus insecticides" Appl Environ Microbiol , May; 37(5): 886-891.

Saiber, J.N., 1999, Convantinal pesticide analytical methods "University of California.

Shyre, M., Hanschmann, G., Heber, R., 1998, "Cleanup procedure for monitoring chlorinated compounds in feed and crops" Journal of AOAC, 81(3): 513-517.

Solar, J. M., Lruzzo, J. A. and Novak, A. F., 1971, "Removal of aldrin heptachlor epoxide and endrin from potatoes during processing." J. Arg. Food chem. 19(5):1008-1010.

Şişli, M. N., 1994, Çevre Biyolojisi L Hacettepe U. Fen Fak. Biyoloji Böl. Ekoloji Ana Bilim Dalı, Beytepe-Ankara.

Tama, D. A., 1993, "Dondurulmuş olarak satılan çileklerdeki pestisit kalıntı miktarının belirlenmesi" Ekoloji – Çevre Dergisi, (Nisan-Mayıs-Haziran), sayı-7.

Tama, D. A., 1993, "İzmir ili'nde satılan elmalardaki Captan pestisit kalıntısı miktarının belirlenmesi" Ekoloji – Çevre Dergisi, (Ekim-Kasım-Aralık), sayı-9.

Tok, H. H., 1997, Çevre Kirliliği Anadolu Matbaa Ambalaj San. Tic. Ltd. Şti. Tekirdağ, 404.

Topbaş, M. T., Brohi, A. R. ve Karaman, M. R., 1998, Çevre Kirliliği, T.C. Çevre Bakanlığı Yayınları Ankara, 339.

Toros, S. ve Maden, S., 1991, Tarımsal savaş yöntem ve ilaçları. A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları, 1222. (İkinci baskı), XII-332 S.

Vidal, J.L.M., Arrebola, F. J., Mateu-Sanchez, M., 2002, "Application of gas chromatography-tandem mass spectrometry to the analysis of pesticides in fruit and vegetables" Journal of Chromatography A, 959, 203-213.

Zambonin, C. G., Cilenti, A., Palmisano, F., 2002, "Solid-phase microextraction and gas chromatography-mass spectrometry for the rapid screening of triazole residues in wine and strawberries" *Journal of Chromatography A*, 967, 255-260.

Zeren, O., Kumbur, H., Baydar, G., Yılmaz, K., 1997, "İçel İlinde Sebze ve Çileklerde Bazı Pestisit Kalınlarının Araştırılması" *Türkiye' de Çevre Kirlenmesi Öncelikleri Semp. II Bildirileri*, 22 - 23 Mayıs 1997, Gebze, 973 - 983.

Zohair, A., Salim, A., Soyibo, A.A., Beck, A.J., 2006, "Residues of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs), Polychlorinated Biphenyls (PCBs) and Organochlorine Pesticides in Organically-Farmed Vegetables" *Chemosphere* 63, 541-553.