

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**MELEN HAVZASINDA PESTİSİT UYGULAMALARI VE PESTİSİTLERİN
BİYOLOJİK BOZUNMA, YÜZEYSEL AKIŞ VE SIZMA YÜZDELERİNİN
TAHMİNİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Müh. Halide SAĞLAM

Anabilim Dalı: Çevre Mühendisliği

Programı: Çevre Bilimleri ve Mühendisliği

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Melike GÜREL

EKİM 2008

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**MELEN HAVZASINDA PESTİSİT UYGULAMALARI VE PESTİSİTLERİN
BİYOLOJİK BOZUNMA, YÜZEYSEL AKIŞ VE SIZMA YÜZDELERİNİN
TAHMİNİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Müh. Halide SAĞLAM

(501051712)

Anabilim Dalı: Çevre Mühendisliği

Programı: Çevre Bilimleri ve Mühendisliği

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Melike GÜREL
Diğer Jüri Üyeleri: Prof. Dr. Bilsen BELER BAYKAL(İTÜ)
Prof. Dr. Mehmet KARPUZCU(GYTE)

EKİM 2008

ÖNSÖZ

Bu çalışma sırasında bilgi, hoşgörü ve anlayışı ile daima yanımda olan, tavsiye ve yardımlarını benden esirgemeyen değerli danışman hocam Yard. Doç. Dr. Melike GÜREL'e tüm içtenliğimle teşekkür ederim.

Çalışmamın her aşamasında yardımlarıyla yanımda olan, bilgi birikimini benimle paylaşan ve çalışma sırasında özellikle hesaplamaların yapılması sırasında her türlü desteği veren Dr. Ali ERTÜRK'e teşekkürü bir borç bilirim.

Bugüne değin, maddi ve manevi desteklerini hiç esirgemeyen, elde ettiğim başarılarıdaki en büyük paya sahip, daima yanımda olan ve bundan sonra da olacaklarına inandığım ailem ve eşim İlhan SAĞLAM'a, tüm çalışmam boyunca beni yalnız bırakmayarak yardımlarını esirgemeyen, karşılaştığım sıkıntılarıma ortak olarak bana güç veren ve yol gösteren değerli arkadaşlarım Çevre Yük. Müh. Burcu VARDAR'a, Çevre Müh. Veysel EROL'a, Çevre Müh. İrep GÖZEN'e, Çevre Müh. Çiğdem TAVŞAN'a ve katkısı olmasa da Çevre Müh. İbrahim ÖKTEM'e en içten teşekkürlerimi sunarım.

Ekim 2008

Halide SAĞLAM

İÇİNDEKİLER

KISALTMALAR	vii
TABLO LİSTESİ	viii
ŞEKİL LİSTESİ	x
SEMBOL LİSTESİ	xii
ÖZET	xiii
SUMMARY	xiv
1. GİRİŞ	1
1.1. Çalışmanın Anlam ve Önemi	1
1.2. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı	2
2. LİTERATÜR ÇALIŞMASI	3
2.1. Pestisitlerin Tanımı ve Kullanımı	3
2.1.1. Türkiye’de ve Dünya’da Pestisit Kullanımı	3
2.2. Pestisitlerin Sınıflandırılması	6
2.2.1. İnsektisitler	6
2.2.2. Herbisitler	6
2.2.3. Fungisitler	7
2.3. Pestisitlerin Kimyasal Sınıflandırılması	8
2.4. Pestisit Özellikleri	8
2.4.1. Aktif bileşen	9
2.4.2. Toksisite	9
2.4.3. Formülasyon	10
2.4.4. Etkili doz	10
2.4.5. Yarılanma ömrü	11
2.4.6. MKS (Maksimum Kirletici Seviyesi-Maximum Contaminant Level)	11
2.4.7. Pestisitlerin topraktaki kalıcılığı	12
2.4.8. Pestisitlerin sudaki çözünürlüğü	12
2.5. Pestisitlerin Toksikolojik Sınıflandırılması	13
2.6. Pestisit Taşınım ve Dönüşüm Yolları	14
2.6.1. Pestisitlerin ayrışması	16
2.6.2. Pestisitlerin Uçması (Volatilization)	18
2.6.3. Yüzeysel akış	18
2.6.4. Sızma	19
2.6.5. Pestisitlerin bünyeye alınması	20
2.6.6. Adsorpsiyon	20
2.7. Pestisitlerin Hareketini Etkileyen Faktörler	23
2.7.1. Toprak özellikleri	23
2.7.2. Ortam şartları	33
3. MELEN HAVZASININ GENEL ÖZELLİKLERİ	37
3.1. Coğrafi Durum	37
3.2. Topoğrafya	39
3.3. İklim ve Meteoroloji	40

3.4.	Toprak Yapısı	40
3.5.	Arazi Kullanımı	44
3.6.	Sosyo-Ekonomik Yapı	50
3.6.1.	Tarım	51
4.	MELEN HAVZASINDA PESTİSİT KULLANIMI	53
4.1.	Çeşitli Özelliklere Göre Pestisitlerin Tanımlanması	58
4.2.	Pestisitlerin Taşınım ve Dönüşümleri ile İlgili Tahmin Çalışması	62
4.2.1.	Yüzeysel Akış Tahmin Çalışması	62
4.2.2.	Sızma Çalışması	69
4.2.3.	Biyolojik Bozunma Çalışması	71
5.	DEĞERLENDİRMELER VE ÖNERİLER	83
	KAYNAKLAR	87
	EKLER	92

KISALTMALAR

AB	: Avrupa Birliği
BKS	: Bitkinin Su Kapasitesi
BTG	: Büyük Toprak Grupları
CBS	: Coğrafi Bilgi Sistemi
CDFA	: California Department of Food and Agriculture
DOSB	: Düzce Organize Sanayi Bölgesi
USEPA	: United States Environmental Protection Agency
EPIC	: Environmental Policy Integrated Climate
FIFRA	: US-The Federal Insecticide, Fungicide and Rodenticide Act
GUS	: Groundwater Ubiquity Score
MKK	: Maksimum Kirletici Konsantrasyonu
PEH	: Potantial Environmental Hazard
SDWA	: Safe Drinking Water Act
SN	: Soğurma Noktası
STK	: Su Tutma Kapasitesi
WHO	: World Health Organisation

TABLO LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 2.1 Türkiye’de Yıllara Göre Pestisit Tüketimi (kg veya L)*.....	4
Tablo 2.2 AB Ülkelerinde 1993-1995 Tüketimlerine Göre Hektara Düşen Yıllık Ortalama Pestisit Miktarı.....	5
Tablo 2.3 Pestisit Kalıcılığı ve Adsorpsiyonu: Yeraltı Suyundaki Potansiyel Etkisi.....	12
Tablo 2.4 Pestisitlerin EPA’ya Göre Toksikolojik Sınıflandırılması.....	14
Tablo 2.5 Pestisitlerin WHO’ya Göre Toksikolojik Sınıflandırılması.....	14
Tablo 2.6 Farklı Toprak Yapıları için Kalıcı Solma Noktası, Su Tutma Kapasitesi ve Bitkinin Su Kapasitesi.....	31
Tablo 2.7 Toprağın Bünye Sınıfına Göre Ortalama Hacimsel Ağırlıkları...	32
Tablo 2.8 Toprak Özellikleri.....	33
Tablo 3.1 Melen Havzası’nda Düzce İli İlçelerinin Toprak Yapıları için Kalıcı Solma Noktası, Su Tutma Kapasitesi ve Bitkinin Su Kapasitesi.....	42
Tablo 3.2 Melen Havzası Düzce İli İlçelerinin Ortalama Hacimsel Ağırlık Değerleri.....	43
Tablo 3.3 1987 Yılı Melen Havzası Arazi Kullanım Dağılımı.....	48
Tablo 3.4 2006 Yılı Melen Havzası Arazi Kullanım Dağılımı.....	48
Melen Havzası’nı Oluşturan İllerin Havza İçindeki Arazi Dağılımları.....	49
Tablo 3.5 Dağılımları.....	49
Tablo 3.6 Melen Havzası’nın 1987- 2006 Yılları Arasında Arazi Kullanım Değişimi (%).....	49
Tablo 3.7 Düzce İli İlçelerinde Çalışanların Sektörlere Göre Dağılımı.....	50
Tablo 3.8 2004 Yılı Düzce İlçeleri Ekili Tarım Alanları (Akçakoca hariç).	51
Tablo 3.9 2005 Yılı Düzce İlçeleri Ekili Tarım Alanları (Akçakoca hariç).	51
Tablo 4.1 Düzce İli İlçelerinde Toplam Pestisit Kullanımı (Akçakoca İlçesi hariç).....	53
Tablo 4.2 2005 Yılı Düzce İli İlçelerinde Birim Pestisit Tüketimi (Akçakoca İlçesi hariç).....	54
Tablo 4.3 Düzce İli İlçelerinde Pestisit Tüketimi (Akçakoca İlçesi hariç)...	55
Tablo 4.4 Pestisitlerin Toksikolojik Bilgilere Göre Sınıflandırılması.....	58
Tablo 4.5 Melen Havzası’nda Kullanılan En Toksik Pestisitler.....	60
Tablo 4.6 Melen Havzası’nda Fazla Tüketilen Pestisitler.....	61
Tablo 4.7 Pestisitlerin Yüzeysel Akışla Taşınabilirliği.....	67
Tablo A.1 Diğer Pestisit Türleri.....	94
Tablo B.1 Pestisitlerin Kimyasal Sınıfları, Yapıları ve Tanımları.....	99

Tablo D.1	Düzce Merkez İlçesinde Pestisit Tüketimi.....	127
Tablo D.2	Cumayeri İlçesinde Pestisit Tüketimi.....	130
Tablo D.3	Çilimli İlçesinde Pestisit Tüketimi.....	132
Tablo D.4	Gölyaka İlçesinde Pestisit Tüketimi.....	134
Tablo D.5	Gümüşova İlçesinde Pestisit Tüketimi.....	136
Tablo D.6	Kaynaşlı İlçesinde Pestisit Tüketimi.....	138
Tablo D.7	Yığılca İlçesinde Pestisit Tüketimi.....	140
Tablo E.1	Pestisitlerin Kod Numaraları ve Kayıt Bilgileri.....	143
Tablo F.1	Pestisitlerin Suda Çözünürlük ve Buhar Basıncı Değerleri.....	148
Tablo G.1	Pestisitlerin Sızma Eğilimleri.....	152

ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 2.1	Pestisitlerin Taşınım ve Dönüşüm Yolları..... 15
Şekil 2.2	Hidrolojik Döngü..... 18
Şekil 2.3	Pestisitlerin Topraktaki Davranışını Etkileyen Faktörler..... 24
Şekil 2.4	Toprak Yapısı Şeması..... 25
Şekil 2.5	Düzce İli İdari Haritası 26
Şekil 3.1	Toprak Yapısına Bağlı Olarak Su Tutma Kapasitesi ve Soğurma Noktası Değişimi..... 37
Şekil 3.2	Melen Havzası'nın Türkiye Haritasındaki Konumu ve Uydu Görüntüsü..... 38
Şekil 3.3	Melen Havzası Bileşenleri..... 39
Şekil 3.4	Düzce Ovası Topoğrafyası 39
Şekil 3.5	Melen Havzası Büyük Toprak Grupları Haritası 41
Şekil 3.6	1987 Yılı Melen Havzası Sınıflandırılmış Uydu Görüntüsü 45
Şekil 3.7	2006 Yılı Melen Havzası Sınıflandırılmış Uydu Görüntüsü 45
Şekil 3.8	1987 Yılında Melen Havzası Arazi Kullanımı..... 46
Şekil 3.9	2006 Yılında Melen Havzası Arazi Kullanımı..... 46
Şekil 4.1	Hesaplanan Net Yağış..... 62
Şekil 4.2	DSİ'nin 1340 Numaralı Akım Rasat İstasyonunun Konumu..... 64
Şekil 4.3	Hidrograf Analizi Sonucu Elde Edilen Yüzeysel Akış Verileri.... 65
Şekil 4.4	Hesaplanan Yüzeysel Akış..... 66
Şekil 4.5	Toprakta Anlık Bulunan Endosülfanın Yıllık Zemine Ulaşan Ortalama Miktarına Oranı..... 74
Şekil 4.6	Toprakta Anlık Bulunan Alphacymetrinin Yıllık Zemine Ulaşan Ortalama Miktarına Oranı..... 74
Şekil 4.7	Toprakta Anlık Bulunan Azinfos-Metilin Yıllık Zemine Ulaşan Ortalama Miktarına Oranı..... 75
Şekil 4.8	Toprakta Anlık Bulunan Diclorvosun Yıllık Zemine Ulaşan Ortalama Miktarına Oranı..... 75
Şekil 4.9	Toprakta Anlık Bulunan Methidathionun Yıllık Zemine Ulaşan Ortalama Miktarına Oranı..... 76
Şekil 4.10	Toprakta Anlık Bulunan Parathionun Yıllık Zemine Ulaşan Ortalama Miktarına Oranı..... 77
Şekil 4.11	Toprakta Anlık Bulunan Parathion-Metilin Yıllık Zemine Ulaşan Ortalama Miktarına Oranı..... 77
Şekil 4.12	Toprakta Anlık Bulunan Lambda Cyhalothrinin Yıllık Zemine 78

	Ulaşan Ortalama Miktarına Oranı.....	
Şekil 4.13	Toprakta Anlık Bulunan 2-4-D Dimetilaminin Yıllık Zemine Ulaşan Ortalama Miktarına Oranı.....	78
Şekil 4.14	Toprakta Anlık Bulunan Karbarilin Yıllık Zemine Ulaşan Ortalama Miktarına Oranı.....	79
Şekil 4.15	Toprakta Anlık Bulunan Chlorpyrifos-Etilin Yıllık Zemine Ulaşan Ortalama Miktarına Oranı.....	79
Şekil 4.16	Toprakta Anlık Bulunan Glifosfat İsoöpropilamin Tuzunun Yıllık Zemine Ulaşan Ortalama Miktarına Oranı.....	80
Şekil 4.17	Toprakta Anlık Bulunan Metalaksilin Yıllık Zemine Ulaşan Ortalama Miktarına Oranı.....	81
Şekil 4.18	Toprakta Anlık Bulunan Pestisitlerin Yıllık Zemine Ulaşan Ortalama Miktarlarına Oranlarının Karşılaştırılması.....	82
Şekil I.1	Temel Veri Dosyasının Biçimi	165
Şekil I.2	Pestisit ile İlgili Zamana Bağlı Veri Dosyasının Biçimi.....	166

SEMBOL LİSTESİ

C:	Herhangi bir zamandaki konsantrasyon
C₀:	Başlangıç konsantrasyonu
f:	Toprak tabakasında organik karbon içeriği
f:	Tabaka boyunca su akış hızı
GP:	Pestisit tabaka boyunca geçen akıntı sonucunda kalan miktarı
GP₀:	Pestisit tabaka yüzeyinden 10 mm derinlik tabakasındaki başlangıç miktarı
k:	Ayrışma hızı
K_{OC}:	Organik Karbon Dağılım Katsayısı
K_{OM}:	Organik Madde Dağılım Katsayısı
K_d:	Toprak/Su Dağılım Katsayısı
LD₅₀:	Lethal Dosage
LC₅₀:	Lethal Concentration
OHA:	Ortalama hacimsel ağırlık
STK:	Toprağın su tutma kapasitesi
t:	Zaman
T_{1/2}:	Toprak yarılanma ömrü

MELEN HAVZASINDA PESTİSİT UYGULAMALARI VE PESTİSİTLERİN BİYOLOJİK BOZUNMA, YÜZEYSEL AKIŞ VE SIZMA YÜZDELERİNİN TAHMİNİ

ÖZET

Bu çalışmanın amacı, Melen Havzası'nda kullanılan 44 pestisit'in temel kimyasal ve fiziksel özelliklerini belirlemek, su ortamına ulaşmaya kadar toprak ortamındaki davranış ve hareketlerini tahmin etmek, pestisitlerin birçok özelliklerine ve iklim şartları gibi dış etkenlere bağlı olarak yüzeysel akış ya da sızma ile taşınım yollarını incelemek, su ortamına taşınırken toprak ortamında maruz kalacakları temel reaksiyonları bulmak ve biyolojik bozunma, yüzeysel akış ve sızma yüzdeleri tahmin etmektir.

Bu amaç doğrultusunda öncelikle pestisitler ile ilgili literatür çalışması yapılmış olup bu çalışmada pestisitlerin sınıflandırılmaları, özellikleri, doğadaki davranışları ve bu davranışlarını etkileyen faktörler verilmiştir. Çalışma alanı olarak seçilen Melen Havzasının genel özellikleri verilmiş ve havza genelinde kullanılan pestisitler değerlendirilerek hesaplamalarda kullanılmak üzere en toksik pestisitler (Alphacymetrin, Azinpos Metil, Diclorvos, Lambda cyhalothrin, Methidathion, Omethoate, Paraquate ve Parathion-Metil) ve miktar olarak en fazla kullanılan pestisitler (2-4 D dimetilamin, Acetoclor, Butralin, Karbaril, Karbosülfan, Chlorpyrifos-Etil, Endosülfan, Glifosfat Isopropilamin tuzu, Metalaksil) seçilmiştir.

Bu pestisitlerin doğadaki olası hareketleri ve dönüşümleri konusunda hesaplamalar yapılmış ve Düzce ili ilçelerinde kullanılan pestisitlerin biyolojik bozunma, yüzeysel akış ve sızma yolu ile taşınım ve dönüşüm yüzdeleri tespit edilmeye çalışılmıştır.

Yapılan hesaplamalar neticesinde; Methidathionun sızma eğilimi, Azinpos-Metil, Karbaril, Chlorpyrifos-Etil ve Glifosfat Isopropilamin tuzunun yüzeysel akışta çözünme eğilimi, Paraquate ve Metalaksilin ise hem yüzeysel akışta çözünme hem de toprakta birikme eğilimi olduğu tespit edilmiştir. Tüm bu hesaplamalar yapılırken her mekanizma tek başına irdelenmiş, adsorpsiyon-desorpsiyon prosesleri hesaba dahil edilmemiştir.

PESTICIDE APPLICATIONS IN MELEN WATERSHED AND ESTIMATION OF BIOLOGICAL DEGREDDATION, SURFACE FLOW AND INFILTRATION PERCENTAGES

SUMMARY

The aim of this study are explaining of general chemical and physical properties 44 pesticides that are used in Melen Watershed, estimation of movement and behaviour of pesticides in soil until reaching the water body, studying fate methods that depend on pesticide properties and environmental factors such us climate of pesticides and estimation of biyological degredation, surface runoff and infiltration percentages.

Through this aim; firstly detailed literature information taht contains classification and fate of pesticides and factors that effect their behaviour was given. General information about Melen Watershed where was picked up for study area was also given. The most toxic pesticides (Alphacypmetrin, Azinpos-Methyl, Diclorvos, Lambda cyhalothrin, Methidathion, Omethoate, Paraquate and Parathion-Methyl) and most consumed pesticides (2-4 D dimetilamin, Acetoclor, Butralin, Carbaril, Carbosulfan, Chlorpyrifos-Ethyl, Endosulfan, Glyphospate Isopropilamine salt, Metalaksil) that are used in Melen Watershed are chosen to use for calculations.

Movement and transformation reaxions were calculated and percentages of biological degredation, surface runoff and infiltration were estimated.

According to calculations; Methidathion tend to infiltrate, Azinpos-Methyl, Carbaril, Chlorpyrifos-Ethyl and Glyphospate Isopropilamine salt tend to move by surface runoff by dissolving and Paraquate and Metalaksil tend to both dissolve in surface runoff and accumulate in soil layer. While calculationg every mechanism, it is thought that there is no other mechanism such us adsorption and desorption.

1. GİRİŞ

1.1 Çalışmanın Anlam ve Önemi

1980’li yıllardan beri çevre kirliliği konusunda kontrollerin ve hazırlanan yönetmeliklerin artması halkın çevre konularındaki bilincinin artmasıyla da paralellik göstermektedir. Aslında dikkatler insan üretimi olan kimyasalların kullanımları/yanlış kullanımları ve toprak ve su ortamları üzerindeki kirletici potansiyeli olmaları üzerine odaklanmaktadır.

Tarım kimyasalları (pestisitler) iki nedenle eski çağlarda kullanılan ürünlerden ve diğer ‘çevresel kimyasallardan’ farklıdır. Birincisi, bu kimyasallar tarım alanlarında tohum, haşere ya da hastalık kontrolü, mahsulün ya da ürünün korunması suretiyle kalitenin artması için özellikle tasarlanmışlardır. İkincisi ise, bu tasarlanmış kullanımları nedeniyle tarım kimyasallarının uygulamaları kontrol altında gerçekleşmektedir ve çevresel davranışları diğer birçok sentetik kimyasallara göre daha iyi bilinmektedir.

Bununla birlikte pestisitler yanlış kullanıldıklarında ve/veya bilinçsiz uygulandıklarında tehlikeli olabilmektedirler. Bu mikrokirleticilerin tüm yaşayan organizmalar üzerinde toksik ve kanserojen etkiye sahip olmaları, uygulamalarının dikkatli yapılmasını gerektirmektedir. Pestisitlerin uygulama alanından taşınimleri ya da dönüşüm prosesleri geçirmeleri ve yüzey ve yeraltı suları gibi hedef olmayan alanları kirletmeleri hem halk hem de çiftçiler için çevresel kirliliğin getirdiği kayıplar kadar ekonomik olarak da kayba neden olmaktadır.

Günümüzde tüm pestisitlerin çevresel davranışlarına ilişkin araştırmalar ve gelişmeler endüstrilerde, akademik alanda, ulusal ve yerel laboratuvarlarda ve enstitülerde devam etmektedir. Her bir pestisit için ihtiyaç duyulan şey değişik şartlar altında toprakta bozunma hızları ve bozunma yolları ile topraktaki hareket potansiyellerinin belirlenmesidir. Topraktaki hareketliliği etkileyen faktörler de çok önemlidir ve dikkate alınmalıdır.

Türkiye’de Avrupa ülkeleri ile kıyaslandığında tarım alanlarının genişliğine rağmen pestisit tüketimi çok azdır. Ülke genelinde çeşitli su kaynaklarında pestisit etkilerine yönelik çalışmalar devam etmektedir. Temelde pestisitlerin yanlış zamanda yanlış dozajda uygulanmaları problem yaratmaktadır.

1.2 Çalışmanın Amacı ve Kapsamı

Bu çalışmanın amacı, çalışma alanında kullanılan pestisitlerin temel kimyasal ve fiziksel özelliklerini belirlemek, su ortamına ulaşıncaya kadar toprak ortamındaki davranış ve hareketlerini tahmin etmek, pestisitlerin birçok özelliklerine ve iklim şartları gibi dış etkenlere bağlı olarak yüzeysel akış ya da sızma ile taşınım yollarını incelemek, su ortamına taşınırken toprak ortamında maruz kalacakları temel reaksiyonları bulmak ve biyolojik bozunma, yüzeysel akış ve sızma yüzdelerini tahmin etmektir.

Bu amaç doğrultusunda öncelikle pestisitler ile ilgili literatür çalışması yapılmış olup bu çalışmada pestisitlerin sınıflandırılmaları, özellikleri, doğadaki davranışları ve bu davranışlarını etkileyen faktörler verilmiştir. Çalışma alanı olarak Melen Havzası seçilmiş, havzanın genel özellikleri verilmiş ve havza genelinde kullanılan pestisitler değerlendirilerek hesaplamalarda kullanılmak üzere en toksik pestisitler ve miktar olarak en fazla kullanılan pestisitler seçilmiştir.

Bu pestisitlerin doğadaki olası hareketleri ve dönüşümleri konusunda hesaplamalar yapılmış ve Düzce ili ilçelerinde kullanılan pestisitlerin biyolojik ayrışma, yüzeysel akış ve sızma yolu ile taşınım ve dönüşüm yüzdeleri tespit edilmeye çalışılmıştır.

2. LİTERATÜR ÇALIŞMASI

2.1 Pestisitlerin Tanımı ve Kullanımı

USEPA (Çevre Koruma Ajansı)'ya göre pestisitler; herhangi bir zararlıyı yok etmek, engellemek, uzaklaştırmak ve azaltmak için kullanılan madde veya madde karışımlarıdır (USEPA, 2008).

Fakat bazı pestisitler çok kalıcıdır ve doğada uzun süreler kalırlar. Kalıcılık kimi pestisit için iyi bir özelliktir; çünkü, bu uygulanan bölgede tarım zararlılarını etkili bir şekilde öldürmek için uzun süre kalıcı olduğu anlamına gelmektedir. Bununla beraber, bu durum pestisitlerin bazı koşullar altında su kaynaklarına karışması için yeteri kadar uzun süre uygulandığı bölgede kalacağı anlamına da gelmektedir. Aynı zamanda suya giren pestisitler toksik etki gösterebilirler. Yağış ve tarımsal sulama, pestisitleri uygulandıkları alanlardan su sistemlerine taşımaktadır. Bu pestisitler omurgasız canlılarda ve balıklarda birikebilmekte ve besin zincirine katılarak kuşlara, memelilere ve hatta insanlara geçmektedir (Cook ve diğ., 1993). Pestisitlerin son olarak ulaştıkları nokta uygulanma şartlarına bağlı olarak değişmektedir (Güvensoy, 2000).

2.1.1 Türkiye’de ve Dünya’da Pestisit Kullanımı

Türkiye’de pestisit kullanımını gerçek biçimiyle ortaya koyabilmek için, ülkedeki pestisit tüketim miktarlarının ve tüketilen pestisitlerin niteliklerinin üzerinde durulması gerekmektedir. Ancak bu konu beraberce incelendiği takdirde, ülkenin pestisit kullanımı değerlendirilmiş olmaktadır (Delen ve diğ., 1997). 1979’dan 2002’ye kadar, etki ettikleri canlı gruplarına göre pestisitlerin tüketimleri Tablo 2.1’de özetlenmiştir (Delen ve diğ., 1997).

Tablo 2.1’de görüldüğü gibi, 1979’da 8.395.848 kg-L olan tüketim, 2002’de 12.198.917 kg-L’ye ulaşmıştır. 22 yıllık sürede, ekonomik duruma, zararlıların salgın hastalık yapmasına göre, tüketim bazı inişler ve çıkışlar göstermekle birlikte, tüketimde %45,29’luk bir artış olmuştur. Bu da, ortalama %2,05’lik yıllık artışı

göstermektedir. Durum parasal olarak düşünüldüğünde tüketimde değer olarak insektisitlerin %31, herbisitlerin %26 ve fungusitlerin de %20 ve diğer pestisitlerin %23'lük payı ortaya çıkmaktadır (Delen ve diğ., 1997).

Tablo 2.1: Türkiye’de Yıllara Göre Pestisit Tüketimi (kg veya L)*

Pestisit Grupları	1979	1987	1994	1996	2002
İnsektisitler	2.287.658	3.303.446	2.064.991	3.027.380	2.250.898
Akarisitler	203.107	240.360	192.279	223.857	296.809
Yağlar	1.594.526	2.147.106	2.147.106	2.871.160	2.428.238
Fumigant ve Nematisitler	315.665	322.227	530.738	1.076.661	1.559.489
Rodentisit ve Mollusisitler	5.600	2.124	2.509	3.268	1.794
Fungisitler	1.537.315	2.611.960	2.201.406	2.951.191	1.964.292
Herbisitler	2.451.977	3.495.044	3.902.588	3.643.971	3.697.397
TOPLAM	8.395.848	12.112.267	10.871.792	13.797.488	12.198.917

* Göztaşı ve toz kükürt dahil değildir.

Dünya pestisit tüketimindeki artış her ne kadar son yıllarda bir duraklama eğiliminde olsa da (ECPA, 2003), 1983-1993 döneminde % 3,4, 1993-1994’de ise % 18,5’lik yıllık artış hızına ulaşmıştır (Lorbeer ve diğ., 2001). Bu değerlere göre, Türkiye’nin 12 yıldaki pestisit tüketimindeki ortalama yıllık artış, özellikle 1983-1995 yıllarındaki dünya pestisit tüketimindeki yıllık artışın altında kalmaktadır. Eğer ülkemizin 1983- 1995 yılları pestisit tüketimi temel alınırsa, 1983 yılında 12.145.611 kg-L pestisit tüketilmesine karşın, 1995 yılında tüketim 11.516.007 kg-L’ye düşmüştür. Diğer bir deyişle 1995 yılındaki pestisit kullanımı 1983 yılındaki pestisit kullanımı ile karşılaştırıldığında Türkiye’de pestisit tüketimi 12 yılda yaklaşık %5 kadar azalmıştır (Delen ve diğ., 1997).

Tablo 2.1’de verilen değerler ortalama olarak hesaplanırsa Türkiye’de yıllık hektar başına 0,03 kg-L insektisit, 0,004 kg-L akarisit, 0,009 kg-L fumigant ve nematisit, 0,03 kg-L fungusit ve 0,04 kg-L herbisit olmak üzere toplam 0,15 kg-L pestisit kullanıldığı sonucuna ulaşılmaktadır. Bu değerler kayıtlı pestisit tüketimi olup, ülkemizde illegal pestisit tüketimi olduğu gerçeği unutulmamalıdır.

Konuya mali açıdan bakıldığında, dünya pestisit üretiminin yıllık 3 milyon ton civarında olduğu, yıllık satış tutarının da ortalama 30 milyar Avro’ya ulaştığı

görülmektedir. Bu miktar içinde Türkiye'nin payı ancak %0,6 kadardır (Öztürk, 1997). Türkiye'de tüketilen pestisitlerin yıllık satış tutarları 1990-2000 yılları arasında yaklaşık 200 milyon Dolar ile 300 milyon Dolar arasında değişmektedir (Dağ ve diğ., 2000).

Türkiye'de teknik bileşiklerle adlandırılanların dışında 1.250 adet sertifikalı pestisit bulunmaktadır. Ancak bunların yalnızca 10 tanesi ülkemizde üretilmektedir. Pestisitlere alternatif olması bakımından geliştirilen ve araştırmaları devam eden yeni tarım metodları (organik tarım, alternatif tarım ve ekolojik tarım gibi) pestisit tüketimini yalnızca % 5 oranında etkileyebilmektedir. Türkiye gelişmiş ülkelerle kıyaslandığında daha düşük miktarlarda pestisit kullanmaktadır (Öztürk, 1997).

Türkiye'nin pestisit tüketimi AB ülkeleriyle karşılaştırılacak olursa, AB ülkelerinin 1993-1995 ortalamasına göre hektar başına yıllık pestisit tüketimleri Tablo 2.2'de görülmektedir (Oksam ve diğ., 1997).

Tablo 2.2'den görüldüğü gibi, Hollanda ve Yunanistan AB'nin en yoğun, Belçika ve Finlandiya ise en az pestisit tüketen ülkeleridir.

Tablo 2.2: AB Ülkelerinde 1993-1995 Tüketimlerine Göre Hektara Düşen Yıllık Ortalama Pestisit Miktarı

Ülkeler	Pestisit Tüketimi (kg/ha-yıl)
Almanya	2,6
Avusturya	4,0
Belçika	1,2
Danimarka	1,7
Finlandiya	1,2
Fransa	5,6
Hollanda	13,8
İngiltere	6,4
İrlanda	8,0
İspanya	2,3
İsveç	4,4
İtalya	9,3
Lüksemburg	4,4
Portekiz	6,0
Yunanistan	13,5

Hektara düşen etkili madde miktarı 1993-1999 döneminde en düşük değere 490 g ile 1994'de ve en yüksek değere 706 g ile 1997'de ulaşmıştır (Turabi, 2004). Bu

değerler, Türkiye'nin AB ülkelerine göre oldukça az pestisit tükettiğini göstermektedir (Delen ve diğ., 1995).

2.2 Pestisitlerin Sınıflandırılması

2.2.1 İnsektisitler

Yaklaşık 1.000.000 böcek türünün 10.000' i tarım ürünlerine zarar veren türlerdir ve bunun yaklaşık 700 çeşidi dünya çapında hem tarlada hem de depoda bulunan ürünlere çok fazla zarar vermektedir. 1940'ların sonlarında insektisitler; arsenikler, petrol yağları, nikotin, pyrethrum (pirekapan), rotenone (bitki köklerinden elde edilip böcek ilaçlarında kullanılan etkili bir bileşim), sülfür, hidrojen siyanür gazı ve kriyolit (sodyum alüminyum florit bileşiminde bir mineral) ile sınırlıydı (Ware, 1994).

Ürünlere ve yaşam alanlarına uygulanan insektisitler gözle görülmezler ve bu pestisitler bir süre sonra bozunmaktadırlar (Cook ve diğ., 1993).

2.2.2 Herbisitler

Herbisitler, ya da kimyasal yabancı ot öldürücüler, yoğun ve yüksek derecede makinalaştırılmış tarımın uygulandığı ülkelerde yabancı ot kontrolünde mekanik metodların yerini almaktadır. Herbisitler toprağı işleme, çapalama ve elle çekmeden daha etkili ve ekonomik yabancı ot kontrolü sağlarlar. Herbisitler yaygın bir şekilde çiftliklerden uzakta, örneğin; endüstriyel bölgeler, yol kenarları, ark kenarları, sulama kanalları, çitler, rekrasyon alanları, demiryolu bentleri ve enerji hatlarında kullanılmaktadır. Herbisitler zararlı olabilecek, yangın tehlikesi mevcut olan ve insanların çalışmalarını engelleyici sakıncalı bitkileri gidermektedir. Bu da ekin biçme maliyetini azaltmaktadır (Ware, 1994).

Herbisitler normal bitki büyümesinin bozulması ya da durmasına neden olabilecek maddelerdir. Bitkinin herbisit etkisine maruz kalma derecesi hassaslığına bağlıdır, hatta bitkinin ölümüyle de sonuçlanabilmektedir. Bu hassasiyetin aralığı genelde “seçicilik” göstergesidir. Diğer bir deyişle, uygulanan herbisitler tüm bitkileri değil yalnızca bazı bitkileri etkilemektedir. Yabancı ot kontrolü için tavsiye edilen dozajda uygulandığında birçok bitki türü için tehlikeli olan herbisitler “seçici olmayan herbisitler” olarak nitelendirilmektedir. Memelilere olan toksisitelerinin düşük

olması nedeniyle, uygulamada herbisitlerin memeli ya da böcekleri değil, yalnızca bitkileri önemli ölçüde etkiledikleri kabul edilmektedir. Herbisitler genellikle bitkinin tohum büyümesi, su ve besin taşınımı, fotosentez, hücre gelişimi ve protein sentezi gibi bir ya da daha fazla ardışık sürecini etkilemektedirler.

Bazı herbisitlerin kalıcı olması hem bir avantaj hem de dezavantaj olarak görülebilir. Bu maddelerin toprakta uzun süre aktif kalması, çevresel açıdan daha az istenmektedir. Bununla birlikte, çiftçi için yabancı ot kontrolü, ürün büyüme mevsiminin başından sonuna kadar (genellikle 3 ila 6 ay) hem ekonomik açıdan hem de hasat edilebilirlik açısından gereklidir.

Herbisitler mevcut su ortamlarına girme potansiyeli bakımından çeşitlilik göstermektedir. Bazı herbisitler yağmur ya da sulama sularıyla çözelti formuna geçebilecek kadar suda çözünürlüğe sahiptirler (Güvensoy, 2000).

2.2.3 Fungisitler

Fungisitler, mantarların ya da mantar sporlarının kontrolü ya da öldürülmesinde kullanılan kimyasal bileşikler ve biyolojik organizmalardır. Hedef mikroorganizmaların birçoğu, mantarla ilişkili organizmaları içeren biyolojik canlılar topluluğunun üyeleridir. Yine de Amerika Birleşik Devletleri'nde yasal tanım daha geniş kapsamlıdır. US-FIFRA (The Federal Insecticide, Fungicide and Rodenticide Act of 1947) fungileri “klorofilsiz talıbitki (yosun öbeklerinden ve koyunotlarından daha az gelişmiş yapıda olan, klorofilsiz bitkiler) örneğin; yaşayan insanlar ve diğer hayvanların üzerinde veya içinde olan ve bunun yanı sıra belli bir procesten geçen yiyecek, içecek ya da ilaçların üzerinde veya içinde olanların haricindeki zehirli mantar, kurum, zararlı küf, küf tabakası (mold), bira mayası ve bakteri” olarak tanımlamaktadır (Güvensoy, 2000).

Fungisitler, en yaygın kullanılan kimyasallar arasındadırlar. İnsektisitler ya da herbisitlerden daha geniş bir kullanım alanına sahiptirler. Çok çeşitli endüstrilerde koruyucu olarak kullanılırlar. Bunlar arasında, tekstil, plastik, kauçuk, boya, zambk, polimer emülsiyonu, ahşap, deri, oyma ve matbaacılık, kozmetik, ilaç ve beton yapı malzemeleri bulunmaktadır. Bu kullanım alanları normalde fungisitlerin bitki ve hayvan korunması için kullanımının dışındadır.

Fungisitlerin evlerde ve tarımda geniş kullanım alanlarının olması, su kalitesinin devamlılığı açısından önemlidir. Fungisitlerin yanlış uygulama, depolama ve bertaraf

yolu ile alıcı ortamlara girmesi nedeniyle belirgin bir tehlikeleri vardır. Bunun yanısıra, yasal ve doğru uygulama ile muamele görmüş alanlardan da sürüklenme, akış ve sızma yoluyla kirlilik tehlikesi oluşabilmektedirler (Cook ve diğ., 1993).

Ek A' da diğer pestisit türleri ile ilgili bilgi verilmektedir.

2.3 Pestisitlerin Kimyasal Sınıflandırılması

Bazı pestisitlerin kimyasal yapıları birbirleri ile benzerlik göstermektedir. Bu kimyasallar aynı kimyasal sınıfa dahil olurlar ve sıklıkla birbirlerine yakın toksik etkiye sahiptirler.

Ek B'de verilmekte olan Tablo farklı kimyasal sınıfların özet tanımlarını vermektedir ve birçok sınıfın kimyasal yapısını sunmaktadır (PAN Pesticide Database, 2007).

2.4 Pestisit Özellikleri

Pestisitlerin görevi haşereleri öldürmektir, ancak bu özellikleri sebebiyle diğer hayvanlara ve insanlara karşı da tehlike oluşturabilmektedirler. Birçok pestisit (özellikle insektisit, nematisit ve rodentisit gibi) yalnızca hedef haşerelerde yoğunlaşmakla kalmayıp diğer hayvanların hayatı için de tehlikeli olabilmektedirler. Pestisitlerin etkileri içerdikleri etken madde miktarındaki farklılıklara göre değişmektedir. Belli bir miktarda uygulanan pestisit hedef haşereyi öldürür ancak insanlar için tolerans limitleri içerisinde olabilir. Bununla birlikte, akut bir etki göstermeleri beklenmese de ciddi kronik problemlere sebep olabilmektedirler. Hatta insanlar haşereleri öldüren seviyeleri tolare edebilseler dahi bu maddeler hala ev hayvanları ve çiftlik hayvanları gibi hedef olmayan hayvanların sağlıkları açısından zararlı etkilere sahip olabilirler. Asıl tehlike ise pestisit uygulanan alanda kalmaması bunun yerine diğer organizmlara karşı etkili olabilecek kaynak haline geldiği su ortamı gibi diğer alanlara taşınmasıyla başlamaktadır. Alıcı ortamlar pestisitler sebebiyle kirlendiğinde temizlenmeleri oldukça zor ve pahalıdır (Güvensoy, 2000).

Pestisitlerin ne içerdiğini ve insanlar için ne kadar tehlikeli olduğunun anlaşılabilmesi amacıyla birçok kavram tanımlanmıştır. Bu kavramlar bu bölümün geri kalan kısmında açıklanmıştır. Bu kavramların anlaşılması belirtilen spesifik kimyasalların tehlikelerinin değerlendirilebilmesini sağlamaktadır.

2.4.1 Aktif bileşen

Aktif bileşen, pestisit gibi birçok kimyasaldan oluşabilen bir karışımda kastedilen amacı yerine getiren kimyasaldır. Pestisitlerde, aktif bileşen hedef haşerenin öldürülmesini sağlayan maddedir ve haşerelere karşı toksik etki göstermesinin yanında diğer hayvanlara karşı da tehlike potansiyeline sahiptir. Pestisit içindeki diğer maddeler genellikle inerttir (reaktif olmayan) ve uygulama sırasında aktif bileşenin taşınmasını kolaylaştırmaktadır. Aktif bileşen genellikle pestisit içerisindeki tüm bileşenlerin çok küçük bir yüzdesini oluşturmaktadır. Borik asit ve şekerli sudan yapılan ve birçok böceğin öldürülmesinde kullanılan basit bir böcek yemi bu kavrama örnek olarak verilebilir. Borik asitin (aktif bileşen) gerçek miktarı %1'den daha düşük olabilir. Diğer % 99'luk kısmı ise hedef haşere için taşıyıcıdır. Şekerli su hedef zararlıyı öldürme fonksiyonuna sahip değildir fakat az miktarda etkili aktif bileşenin ulaşımını sağlamaktadır (Cook ve diğ., 1993).

2.4.2 Toksisite

Pestisitlerin toksisiteleri ile ilgili birçok tanım mevcuttur. Bu tanımlar belirli hayvanların pestisite belirli bir süre maruz kalmasından sonra hayvanda oluşan toksisite içindir. Bu tanımlar hedef haşerelere ya da insanlar ile hedef olmayan hayvanlara uygulanabilir. Toksisite ölçümü için kullanılan birimlerin en yaygın olanları LD₅₀ ve LC₅₀ dir (Cook ve diğ., 1993).

2.4.2.1 LD₅₀

LD₅₀ maddelerin toksisitelerinin bir ölçütüdür. LD₅₀ test edilen hayvanların yarısını öldüren pestisit dozudur. LD₅₀ belli bir süre zarfında belirli bir hayvan türü için uygulanan pestisitten etkilenen nüfusun yarısının ölmesi için vücudunda bulunması gereken miktardır. Hayvanlarda kimyasalların LD₅₀'lerinin değerlendirilmesi her hayvan için toksisitenin göreceli derecelerini vermektedir. Örneğin; sıçanlar için LD₅₀'si 113 mg/kg olan DDT nin toksisitesi sıçanlar için LD₅₀ si 1.400 mg/kg olan etil alkolden daha azdır ("mg/kg" terimi test edilen hayvanların kilogramları başına düşen toksin miktarı demektir). LD₅₀ ler için test standardı olarak sıçanların kullanılması yaygındır ancak alabalık, ay balığı ve su piresi gibi diğer hayvanlar da zaman zaman kullanılmaktadır. Sıçanlar için hesaplanan LD₅₀ bilgileri 70 (insanların ortalama ağırlığı, kilogram) ile çarpılarak insanlar için LD₅₀ değerleri tahmin edilebilmektedir. Bu tahminlerde, insanların sıçanlarla aynı maddelere karşı aynı

duyarlılıkta oldukları kabul edilmektedir. Bu çevrim ile insanlar için etki limitleri kusursuzca hesaplanamamakta, sadece tahmin edilebilmektedir (Cook ve diğ., 1993).

2.4.2.2 LC₅₀

LC₅₀ toksisitenin bir diğer ölçütüdür. LC₅₀ test edilen hayvanların belli bir süre zarfında yarısını öldüren maddenin ağız yoluyla alınması gereken konsantrasyonudur. LC₅₀ test edilen hayvanlarda etkilenen hayvan nüfusunun yarısını öldürecek olan madde miktarıdır. Bu öldürücü konsantrasyon hava ya da su ortamında bulunabilmektedir. Eğer LC₅₀ bir balık türü için mevcut ise, sudaki toksin konsantrasyonu su ortamında mevcut olan balıkların yarısını öldürecek olan seviyelerde demektir. Ay balığı gibi balıklar sıklıkla LC₅₀ lerin testleri için ölçü olarak kabul edilebilir, ayrıca su piresi de yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Cook ve diğ., 1993).

2.4.3 Formülasyon

Pestisitler birçok fiziksel form ya da formülasyonda olabilirler. Suda dağılabilen tanecikler, tozlar, aerosoller, çözeltiler, katı yemler ya da sıvı yemler gibi formlarda olabilirler. Uygulamada sağladıkları avantajları bakımından bu formlarda satılmaktadırlar. Formülasyonlar bitki yüzeyindeki veya topraktaki tortulaşmayı etkilerler. Bitki tarafından alınımını ya da toprağın üst yüzeyine doğru hareketi etkileyebilir veya kontrol altına alabilmektedirler. Ayrıca formülasyonlar yağmur sularına karışmış olan ya da sulama sularındaki pestisitlerin erozyon veya akış karakteristiklerini de kontrol etmektedir (Güvensoy, 2000).

2.4.4 Etkili doz

Etkili doz hedef haşerenin öldürülebilmesi için gerekli olan miktardır. Etkili dozdan daha az olan miktarlarda hedef zararlı çoğunlukla ölmemektedir. Bu durumda pestisit çevre açısından kazanç sağlamak yerine istenen sonuçlara ulaşamayacak ya da zararlıyı elimine edemeyecek şekilde uygulanmış olmaktadır. Etkili dozdan büyük miktarlar ise hedef zararlının ölümünü daha iyi gerçekleştirmiş olmamaktadır. Aksine bu yüksek dozaj, daha fazla hedef olmayan canlının ölmesine, uygulama için daha fazla para harcanmasına ve doğanın kirlenmesine sebep olmaktadır (Cook ve diğ., 1993).

2.4.5 Yarılanma ömrü

Yarılanma ömrü ($T_{1/2}$) kimyasalın kalıcılığının bir ölçütüdür. Bir maddenin yarılanma ömrü o maddenin konsantrasyonunun yarısının bozunması için gerekli olan zamanı ifade etmektedir. Diğer bir deyimle, eğer bir pestisit 10 günlük yarılanma ömrüne sahipse, normal koşullarda uygulamadan 10 gün sonra pestisitinin yarısının bozunması gerekmektedir. Bu sürenin sonunda, pestisitler aynı anlamda aynı bozulma hızı sabiti ile parçalanmaya devam etmektedirler (Güvensoy, 2000).

Yarılanma ömrü bazen de uygulanan pestisitinin yarısının tamamen bozunması ve karbondioksit olarak serbest kalması için geçen süre olarak tanımlanır. Genellikle yarılanma ömrünün ölçümü sadece etkisizleştirmeye bağlanmaz ve ikinci tanım daha yaygın kullanılır. Toprak altında ve yeraltı suyunda $T_{1/2}$ değeri daha yüksektir. Böylece pestisitler bozunmadan suda daha derinlere ulaşabilir ve kalıcılıkları artar. Yeraltı sularında için pestisitlerin bozunması için değerler, ($T_{1/2}$ değerleri), zor bulunmaktadır (Rao ve diğ., 1988).

Genellikle, yarılanma ömrünün uzun olması maddenin doğada daha uzun süre kalabilmesi anlamına geldiğinden hareket potansiyelinin yüksek olması demektir. Toprağın nemi, sıcaklık, mevcut oksijen, mikrobiyal nüfus, toprak pH'ı, fotodegradasyon ve diğer faktörler maddenin yarılanma ömrünün değişmesine sebep olabilmektedir (Güvensoy, 2000).

2.4.6 MKK (Maksimum Kirletici Konsantrasyonu-Maximum Contaminant Level)

Maksimum Kirletici Konsantrasyonu, MKK, terimi ABD'de SDWA (Safe Drinking Water Act-Güvenilir İçme Suyu Yasası) ile kirletici olarak düzenlenen toksik kimyasalların konsantrasyonlarını tanımlamaktadır. MKK spesifik olarak pestisitlere uygulanmamasına rağmen, genel anlamda kullanılmaktadır. SDWA'ya göre pestisitler içme sularında belirlenen MKK'nın üzerinde bulunduğu zaman insan sağlığını olumsuz etkilemektedirler. SDWA ve diğer ilgili yönetmelikler maksimum kirletici seviyelerine gelen içme su kaynaklarında kirliliği su kaynaklarının iyi yönetimi ile önlemeye çalışmaktadırlar (Cook ve diğ., 1993).

2.4.7 Pestisitlerin topraktaki kalıcılığı

Kalıcılık; bir pestisitın “tükenmeyen gücü” anlamına gelmektedir. Birçok pestisit topraktaki çeşitli kimyasal ve mikrobiyal reaksiyon sonucunda parçalanır ya da “ayrışır”. Bazı pestisitleri güneş parçalar. Genellikle, toprak mikroorganizmalarının birçok pestisiti karbondioksit, su ve diğer inorganik bileşenlere kadar parçaladığı kimyasal yollar pestisitlerin kısmi etkisizleştirilmesi ile sonuçlanır. Bazı pestisitler “metabolit” adı verilen metabolizmalarından gelen doğal ara madde bileşikleri oluşturur. Bu bileşiklerin biyolojik aktiviteleri çevresel öneme sahiptir. Kök tabakasının altında mikroorganizmaların hızla azalması nedeniyle bu derinliğin ötesine ulaşan pestisitlerde daha az bozunma eğilimi görülür. Ancak bazı pestisitlerde kök tabakasına ulaştıktan sonra da kimyasal reaksiyonlar neticesinde bozunma devam etmektedir.

Tablo 2.3’te pestisit kalıcılığı ve adsorpsiyon özelliklerinin yeraltı suyuna olan potansiyel etkileri verilmektedir (Rao ve diğ., 1988).

Tablo 2.3: Pestisit Kalıcılığı ve Adsorpsiyonu: Yeraltı Suyundaki Potansiyel Etkisi

Kalıcılık	Adsorpsiyon	Potansiyel Etki	
		Yeraltı Suyu	Yüzeysel Su
Kalıcı değil	Kısmen düşük	Düşük	Düşük
Kalıcı değil	Kısmen yüksek	Düşük	Orta
Kısmen kalıcı	Kısmen yüksek	Orta	Orta
Kısmen kalıcı	Kısmen düşük	Yüksek	Yüksek
Kalıcı	Kısmen yüksek	Orta	Yüksek
Kısmen kalıcı ve kalıcı	Düşük – yüksek	Yeraltı suyunda ve yüzeysel suda oluşan etkiler bölgenin belirli koşullarına göre değişmektedir.	

2.4.8 Pestisitlerin sudaki çözünürlüğü

Pestisitlerin davranışlarını etkileyen en önemli özelliklerden birisi de suda çözünürlüğü yani suda ne kadar kolay çözündüğüdür. Eğer pestisitın suda çözünürlüğü yüksekse, yağmur suları ile yüzeysel akışla kolayca taşınabilir veya sızma neticesinde yeraltı suları için kirletici potansiyeli oluşturabilirler. Buna ek

olarak, suda çözünebilen pestisitler balıklar ve diğer organizmalar üzerinde negatif etkilerinin olacağı yüzey sularında kalmaya daha eğilimlidirler. Eğer bir pestisit suda çözünürlüğü düşükse pestisit genellikle toprağa adsorplanır ve üzerine pestisit adsorplanmış toprak partiküllerinin yüzey sularına taşınması sonrasında bu partiküller yüzeysel suyun tabanına çökebilirler (Tansel ve Laha, 1998).

2.5 Pestisitlerin Toksikolojik Sınıflandırılması

Dünyada pestisit üretimi 1951 yılından bu yana çoğunlukla özel sektör tarafından sahiplenilmiştir. Bu ilerlemeden sonra, pestisitlerin farklı bakış açılarına göre sınıflandırılması kanunlara ve yasalara bağlı hükümet destekleri ile gerçekleştirilmiştir. Pestisitlerin toksikolojik sınıflandırılması ile ilgili çalışmalar akut toksisite ve kronik toksisiteye karar verilmesi ve kanser çalışmalarının geliştirilmesi bakımından devam etmektedir. Tolerans limitleri ve LD₅₀ (test hayvanlarının %50 si için öldürücü doz) ile çevrenin haşerelere karşı korunması, flora ve fauna üzerindeki olumsuz etkilerinin azaltılması için en iyi ve uygun ekonomik dozajların ve de uygulama yöntemlerinin belirlenmesini amaçlamaktadır. Bu çalışmalar “iyi tarım uygulamaları” olarak bilinmektedir. (Güvensoy, 2000).

Her pestisit türüne karşı tolerans limitlerinin belirlenmesinde, topraktaki hareket yolları, topraktaki kalıcılığı, kimyasal kompozisyonları ve suda çözünürlükleri göz önüne alınmaktadır. Pestisitler toprakta çok çeşitli mekanizmalara bozunabilmektedirler. Organik yapılı pestisitler diğerlerine göre daha kısa sürelerde bozunmaktadırlar ve bu durum yeryüzündeki kalıcılıklarına, toprak çeşidine, sıcaklığa, üretilen ürüne, rüzgar erozyonuna ve su ile toprağın derinliklerine sızma özelliklerine bağlı olarak değişmektedir (Güvensoy, 2000).

Pestisitlerin sızma ya da yüzey akışı ile su kaynaklarına ulaşması toksisiteye sebep olmaları bakımından son derece önemlidir. Pestisitlerin bazı özelliklerinin çok iyi bilinmesine rağmen, su ortamına ulaşmalarından sonraki davranışlarının tahmin edilmesi çok güçtür. USEPA ve WHO (Dünya Sağlık Örgütü)’ne ait toksikolojik sınıflandırmalar Tablo 2.4 (Ware, 1994) ve Tablo 2.5 (Öztürk, 1997)’te verilmektedir. Türkiye Pestisitlerin Toksikolojik Sınıflandırılması da WHO Sınıflandırılması ile aynıdır (TTPC, 1983).

Tablo 2.4: Pestisitlerin EPA'ya Göre Toksikolojik Sınıflandırılması

TOKSİSİTE SINIFLANDIRMASI				
Tehlike Göstergeleri	I (Tehlikeli)	II (Sakınılmalı)	III (Dikkat)	IV (Dikkat)
AĞIZ YOLUYLA LD ₅₀	50 mg/kg ve daha düşük	500 mg/kg ve daha düşük	5000 mg/kg ve daha düşük	5000 mg/kg'dan daha büyük
SOLUNUM YOLUYLA LD ₅₀	0,2 mg/kg ve daha düşük	0,2-2 mg/kg	2-20 mg/kg	20 mg/kg'den daha büyük
DERİ YOLUYLA LD ₅₀	200 mg/kg ve daha düşük	200-2.000 mg/kg	2.000-20.000 mg/kg	20.000 mg/kg'den daha büyük
GÖZE ETKİLERİ	Korozif, korneal donukluk 7 gün içerisinde geçmez.	Korneal donukluk 7 gün içinde geçer; tahriş 7 gün sürer.	Korneal donukluğa sebep olmaz; tahriş 7 gün içinde geçer.	Tahriş sebep olmaz.
CİLDE ETKİLERİ	Korozif	72 saat ciddi tahriş görülür.	72 saat orta dereceli tahriş görülür.	72 saat hafif dereceli tahriş görülür.

Tablo 2.5: Pestisitlerin WHO'ya Göre Toksikolojik Sınıflandırılması

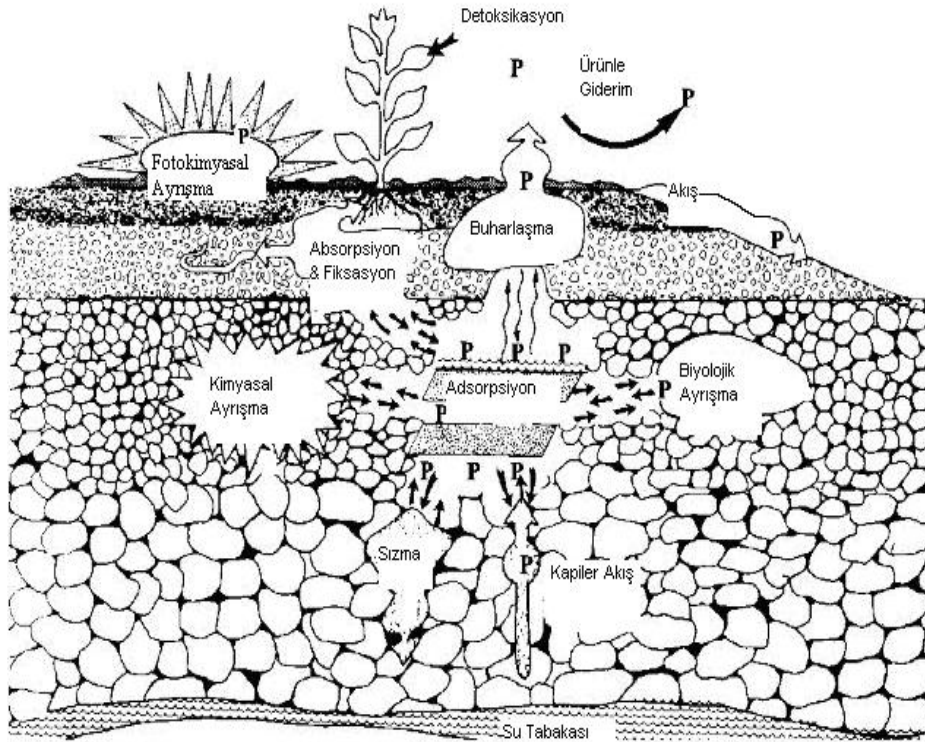
	AĞIZ YOLUYLA LD ₅₀ (mg/kg)		DERİ YOLUYLA LD ₅₀ (mg/kg)	
SINIF	KATI	SIVI	KATI	SIVI
Ia : Aşırı Tehlikeli	≤5	≤20	≤10	≤40
Ib : Tehlikeli	5-50	20-200	10-100	40-400
II : Orta Tehlikeli	50-500	200-2.000	100-1.000	400-4.000
III : Az Tehlikeli	>500	>2.000	>1.000	>4.000
Liste 5	Pestisitler normal dozda kullanıldıklarında akut toksisiteye sebep olmamaktadırlar.			

2.6 Pestisit Taşınım ve Dönüşüm Yolları

Pestisitler genel olarak bitki yapraklarına, toprak yüzeyine veya toprağın içine karıştırılacak şekilde uygulanır. Pestisitler kimyasal yapıları bakımından çeşitlilik göstermektedirler. Dolayısıyla topraktaki davranışlarının da büyük değişkenlik göstereceği şüphesizdir. Toprakta pestisitlerin hareket ve değişimlerini

saptayabilmek için, onların bazı karakteristiklerini ve topraktaki reaksiyonlarını tartışmak gerekmektedir.

Tarım alanına uygulandıktan sonra pestisit için Şekil 2.1’de gösterilen birçok durum gerçekleşebilmektedir (Skrotch ve Sheet, 1981). Pestisitler; bitkilerin ve toprakta bulunan böcek, kurt gibi hayvanların bünyelerine alınabilmekte ya da mikroorganizmalar tarafından ayrıştırılabilmektedir. Bunların haricinde toprağın derinliklerine doğru hareket edebilmekte ve adsorplanabilmekte ya da çözünebilmektedir. Buharlaşıp atmosfere karışabilmekte ya da mikrobiyolojik ve kimyasal reaksiyonlar sonucu daha az toksik bileşenlere ayrışabilmektedir. Pestisitler kök bölgeleri dışına sızabilmekte ya da yağmur veya sulama sularıyla beraber yüzeysel akış ile taşınabilmektedir. Yüzeydeki suyun buharlaşması su ve pestisitın yukarıya doğru hareketine neden olabilmektedir (Rao ve diğ., 1998).



Şekil 2.1: Pestisitlerin Taşınım ve Dönüşüm Yolları, P = Pestisit

Pestisitler doğada farklı davranışlar gösterirler. Spray olarak uygulanan pestisitler havaya doğru hareket etmeye başlar ve neticede toprakta veya suda sonlanabilirler. Toprağa doğrudan uygulanan pestisitler, toprağa yakın olan yüzey sularına doğru akışa geçebilir veya yeraltı sularına ve toprağın derinliklerine sızabilirler. Tohum

kontrolü için pestisitlerin doğrudan suya uygulanması veya dolaylı olarak uygulandığı noktadan sızması, topraktan akışla taşınarak suya karışması, yalnızca pestisitlerin suda birikmesine sebep olmakla kalmaz, aynı zamanda buharlaşma ile havaya karışan miktarın da artmasına katkıda bulunmuş olur.

Bu olasılıklar pestisitlerin doğadaki hareketlerinin toprakta, havada ve suda devamlı olarak meydana gelen transferler ile çok karmaşık olduğunu göstermektedir. Bazı durumlarda bu değişimler sadece birbirine yakın alanlarda değil; pestisitlerin uzun mesafelerde de taşınmasını da içerebilmektedir (EXTOXNET, 1993).

Bu tür olasılıkların oluşması, bütün pestisitlerin uzun mesafelerde taşınacağı ya da tüm bileşenlerin yeraltı sularını tehdit edeceği anlamına gelmemektedir. Hangi proseslerin daha yaygın olduğunun anlaşılabilmesi için, pestisitlerin doğada nasıl hareket ettiklerini ve kirletici potansiyellerinin değerlendirilirken hangi karakteristiklerin göz önünde bulundurulması gerektiğinin iyi anlaşılmasını gerektirmektedir. Pestisitler doğaya salındıktan sonra güneş ışınları, su, kimyasal veya bakteri gibi mikroorganizmalarca parçalanabilir/ayrıştırılabilirler (Rao ve diğ., 1998).

Ya da pestisitlerin herhangi bir sebepten ötürü ayrışmaya karşı çok dirençli olması durumunda uzun süreler doğada değişime uğramadan kalabilirler. Çok hızlı sürede parçalanabilenler, hareket etmek için kısa zamanı olanlar ya da insanlar ve diğer organizmalar üzerinde negatif etkileri olan pestisitlerdir. Uzun süre kalanlar diğer adıyla kalıcı pestisitler ise, uzun süreler hareket edebilirler ve olumsuz çevresel etkinin oluşması için daha büyük bir potansiyele sahiptirler (Rao ve diğ., 1998).

2.6.1 Pestisitlerin ayrışması

Pestisit bozunması ya da parçalanması doğada kalan pestisitleri bazı reaksiyonlar ile aktif olmayan, daha az toksik ve zararsız bileşikler olarak değiştirdikleri için genellikle faydalıdır. Buna karşın, hedef haşerenin kontrol edilmesinden önce pestisit bozunması çiftçi açısından zararlı olur. Pestisit bozunması; mikrobiyolojik, kimyasal ve fotokimyasal olmak üzere üç çeşittir (OSU, 1992).

2.6.1.1 Mikrobiyolojik ayrışma

Mikrobiyolojik ayrışma, pestisitlerin mantarlar, bakteriler ve diğer mikroorganizmalar tarafından parçalanmasıdır. Pestisitlerin mikrobiyolojik ayrışma

reaksiyonlarının çoğu toprakta gerçekleşmektedir. Nem, sıcaklık, havalanma, pH ve organik madde miktarı gibi toprak koşullarının mikrobiyal büyüme ve aktivite üzerindeki doğrudan etkilerinden dolayı mikrobiyolojik ayrışma hızları etkilenmektedir (Güvensoy, 2000).

Pestisit uygulama sıklığı da mikrobiyal ayrışmayı etkileyebilmektedir. Araziye aynı pestisit uygulamasına devam edilmesi, hızlı mikrobiyolojik bozunma için daha uygundur. Tekrarlanan uygulamalar kimyasal bozunması için organizmanın etkinliğini arttırmada teşvik edici olmaktadır. Bu organizmaların nüfusu arttıkça, ayrışma hızlanmakta ve haşereleri kontrol edecek uygun pestisit miktarı azalmaktadır (OSU, 1992).

2.6.1.2 Kimyasal ayrışma

Kimyasal ayrışma, pestisitlerin organizmaları içermeyen süreçlerle parçalanmasıdır. Sıcaklık, nem, pH ve adsorpsiyon, pestisitlerin kimyasal ve fiziksel özellikleri hangi kimyasal reaksiyonun gerçekleşeceğine ve bu reaksiyonların ne kadar hızlı olacağını etkilemektedir. Işık yetersizliği, ısı ve topraktaki suya doymuş tabakalardaki oksijen nedeniyle, kimyasal ayrışma genellikle yüzeye göre daha yavaş gerçekleşmektedir. Düşük sıcaklıklar kimyasal ayrışmanın hızını büyük ölçüde düşürmektedir.

En yaygın pestisit bozunma reaksiyonlarından biri pestisit suyla reaksiyona girdiği parçalanma süreci olan hidrolizdir. Pestisite bağlı olarak, bu reaksiyon hem asidik hem de bazik koşullarda gerçekleşebilmektedir. Birçok organofosfat ve karbamat insektisiti bazik koşullar altında hidroliz olmaya elverişlidir. Bazıları ise bazik su ile karıştırıldığında birkaç saat içerisinde parçalanabilmektedir (OSU, 1992).

2.6.1.3 Fotokimyasal ayrışma

Fotokimyasal ayrışma, pestisit ışık (genellikle güneş ışığı) ile bozunmasıdır. Bu süreç, pestisitleri ağaç yaprakları, toprak yüzeyi ve hatta havada bile parçalayabilmektedir.

Pestisitlerin fotokimyasal ayrışmasını etkileyen faktörler güneş ışığının yoğunluğu, uygulama alanının özellikleri, uygulama metodu ve pestisit özellikleridir (Cook ve diğ., 1993).

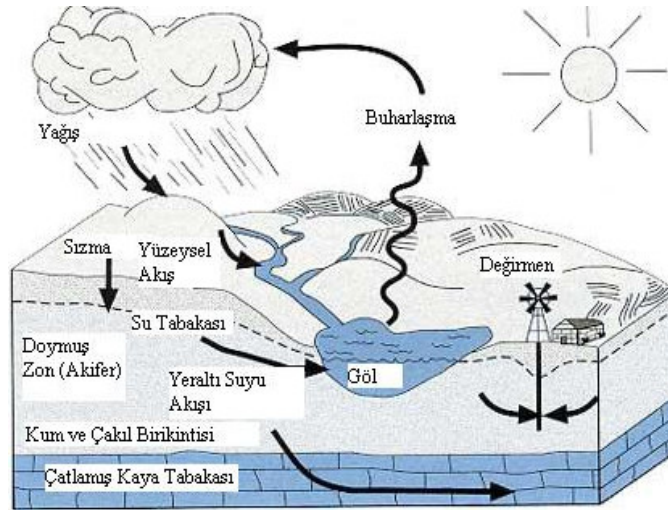
2.6.2 Pestisitlerin Uçması (Volatilization)

Bu başlık altında bahsedilen uçma, bir katı ya da sıvının gaz formuna dönüşmesidir. Pestisitler uçtuğu zaman, hava akımlarıyla hareket edebilmektedir. Pestisit uçuşunda buhar basıncı önemli bir faktördür. Yüksek buhar basıncı, pestisit uçuşu olduğunu göstermektedir. Yüksek sıcaklık, alçak nem ve hava hareketi gibi çevresel faktörler uçuşu artırıcı etki göstermektedirler. Toprak partiküllerine sıkıca adsorbe olan pestisitler daha az uçarlar; bu nedenle, sertlik derecesi, organik madde içeriği ve nem gibi toprak özellikleri pestisit uçuşunu etkilemektedir (OSU, 1992).

2.6.3 Yüzeysel akış

Pestisitler sulara yüzeysel akış ya da sızma yoluyla girebilmektedirler. Bu iki temel süreç dünya üzerindeki hidrolojik döngüyle bağlantılıdır. Şekil 2.2 hidrolojik döngüyü göstermektedir. Şekil bu suyun alçak noktalara ulaşması için çok çeşitli yollar olduğunu göstermektedir. Yüzeysel akış, eğimli bir yüzeyde suyun hareket etmesidir ve pestisitleri kendi içinde taşımaktadır (Cook ve diğ., 1993).

Akış şiddeti ve alanın eğimi; toprağın aşındırma, sertlik derecesi ve nem içeriği; yağmur ve sulamanın zamanlaması ve miktarı tarafından etkilenmektedir. Genellikle pestisit akışının en fazla olduğu zaman uygulamadan hemen sonra şiddetli veya uzun süreli yağmur yağdığı zamanlardır. Fazla sulama aşırı yüzeysel akışa özellikle pestisit uygulamasının sulama ile birlikte yapılması neticesinde de daha çok pestisit taşınmasına öncülük etmektedir. Ayrıca doymuş bir toprağa pestisit uygulandığında ilk sulama ve yağışla başlayan pestisit akışı oluşur (Cook ve diğ., 1993).



Şekil 2.2: Hidrolojik Döngü

Bitki örtüsü ve ürünün kalan kısmı yüzeysel akışın yavaş hareket etmesine sebep olmaktadır. Pestisit bitkiler tarafından ne kadar çabuk absorbe edildiği ya da bitki dokusu veya toprağa ne kadar sıkı bağlandığı gibi mevcut fiziksel ve kimyasal özellikleri de önemlidir (Cook ve diğ., 1993).

2.6.4 Sızma

Sızma, pestisit toprağın derinliklerine doğru hareket etmesidir. Pestisit sızması, kısmen pestisit kimyasal ve fiziksel özelliklerine bağlıdır. Örneğin; toprağa kuvvetli bir biçimde adsorbe olmuş pestisitlerin sızma olasılığı düşüktür. Çözünürlükte diğer bir faktördür, çünkü suda çözünen pestisitler su ile beraber toprak içerisinde hareket edebilmektedirler. Pestisit kalıcılığı ya da uzun ömürlü olması sızma olasılığını etkilemektedir. Bozunma süreci ile çok hızlı parçalanabilen pestisitler sızmaya daha az meyillidir, çünkü toprakta çok kısa süre kalmaktadırlar.

Sertlik derecesi ve organik madde içeriği gibi toprak özellikleri pestisit adsorpsiyonu üzerindeki etkileri nedeniyle sızmayı etkilemektedir. Toprak geçirgenliği veya toprak içerisinde suyun nasıl hareket ettiği de önemlidir. Geçirgenliği fazla olan topraklar pestisit sızması için daha büyük bir potansiyele sahiptirler. Örneğin, kumlu topraklarda killi topraklara göre daha hızlı bir pestisit hareketi olması beklenebilir.

Pestisit sızması; toprak özelliklerini değiştiren toprak işleme sistemlerinin kullanımı; uygulamadan sonra araziye verilecek suyun miktarı ve zamanlaması gibi uygulama metodu ve hızı ile de etkilenmektedir. Çoğunlukla uygulama yapıldıktan kısa bir süre sonra şiddetli ya da sürekli yağış olduğunda bazı pestisitler sızma eğilimi göstermektedirler (OSU, 1992).

Hava koşullarının ve sulama miktar ve zamanlamasının takip edilmesi pestisit sızmasını azaltmaya yardımcı olabilmektedir. Dikkatli pestisit seçimi önemlidir çünkü suda çözünebilirliği yüksek olan, çabuk adsorbe olamayan ve hızlı bir biçimde bozunmayan pestisitler sızmaya meyillidirler. Etiketler oran, zamanlama ve metod gibi uygulama talimatları için dikkatlice gözden geçirilmelidir. Ayrıca etiketler mevcut toprak, jeoloji ve iklim koşullarında pestisit kullanımı ile ilgili bilgiler/tavsiyeler veren ifadeleri içermelidir (OSU, 1992).

2.6.5 Pestisitlerin bünyeye alınması

Pestisitlerin hedef ya da hedef olmayan organizmalarca absorpsiyonu ya da bünyeye alınması toprağın ve pestisitlerin kimyasal ve fiziksel özellikleri ve çevre şartlarından etkilenmektedir. Bitki tarafından alındığında, pestisitler parçalanabilir ya da dokular çürüyene veya ürün hasat edilene kadar bitki içerisinde kalabilir. Pestisitlerin ürünle giderimi, pestisitlerin ve parçalanma ürünlerinin arıtma alanından mahsülün hasat edilmesi ile transfer edilmesidir. Hasat edilen gıda hammaddelerinin birçoğu kalan pestisit artıklarının bir kısmını gideren veya bozulmasını sağlayan yıkama ve işleme prosedürlerine maruz kalmaktadır. Hasat işlemi genellikle gıda ve yem ürünleri ile ilişkili olmasına rağmen, pestisitlerin ağaç ve çalı budama ve çim biçme gibi işlemler süresince transfer olabildiği ihmal edilebilmektedir (OSU, 1992).

2.6.6 Adsorpsiyon

Adsorpsiyon pestisitlerin metal bir atıcının miktasına bağlanması gibi toprak partiküllerinin yüzeyine bağlandığı dönüşümlü bir süreçtir. Adsorpsiyonda bir madde diğer maddenin dış yüzeyine tutunur. Adsorpsiyon bir pestisitinin ne kadarının toprak üzerine tutunacağını ne kadarının ise boşluk suyunda (bir başka deyişle toprak çözeltisinde) kalıp transfer ve bozunma safhalarına geçmek üzere olduğunu belirleyen bir kavram olması açısından önemlidir (Fishel, 1997). Genel olarak, adsorbanın (pestisit) sudaki çözünürlüğü arttıkça, topraktaki adsorpsiyonu azalır çünkü suda çözünebilir pestisitler topraktan ziyade toprak boşluklarındaki çözeltinin içinde kalmaya eğilimlidirler (Gan, 2002).

Pestisitlerin toprak partiküllerine adsorpsiyonu ve desorpsiyonu (çözeltinin içine geri salınma, bırakılma) taşınma ve degradasyon mekanizmalarının hızını belirleyerek pestisit kayıplarını bir anlamda kontrol etmektedir. Kuvvetlice adsorbe edilmiş bir pestisit suda çözünmesi en az muhtemel durumda olduğundan; bitki kökleri ve toprak organizmalarınca da adsorbe edilmeye veya başka taşınım süreçlerinin modifikasyonuna ihtiyaç duymadan kök bölgesinin dışında sızmaya da en az meyilli durumdadır. Ancak, eğer toprak rüzgar veya su erozyonuna maruz kalıyorsa pestisitler toprak partikülleri tarafından adsorbe edilerek uygulama bölgesinden uzaklaştırılabilirler (Fishel, 1997).

Buna ek olarak, pestisit adsorpsiyonu toprak özelliklerinin de bir fonksiyonudur ve bunların en önemli çıkarımı toprağın organik madde miktarıdır. Genellikle toprağın

organik madde miktarı ne kadar az ise pestisit adsorpsiyonun da o kadar az olduğu gözlemlenmiştir. Kumlu topraklarda veya yüzey altı topraklarında, pestisitler daha zayıf bir adsorpsiyona bağlı olarak daha serbest hareket etmeye meyillidirler (Troiano ve diğ., 2001). Organik maddece zengin toprak veya killi; iri taneli veya kumlu topraklara göre daha fazla pestisit adsorbe edebilirler çünkü kil veya organik toprak daha fazla yüzey alanına başka deyişle pestisitlerin üzerinde bağlanabileceği daha fazla yere sahiptir (Fishel, 1997). Kumlu toprak dokusu bir de yüzeye yakın bir yer altı suyu yapısıyla birleştiğinden pestisitlerin yeraltı suyuna karışma riski artmaktadır. Toprak dokusu ve yer altı suyunun derinliği Kaliforniya Pestisit Düzenleme Birimi'nin California Department of Pesticide Regulation; CDPR) Pestisit Kontaminasyonunu Önleme Akti'nin (Pesticide Contamination Prevention Act; PCPA) yürürlüğe girmesinden hemen sonra Pestisit Yönetim Bölgeleri'ni (Pesticide Management Zones; PMZs) tanımlamakta kullandığı iki önemli faktördür (Troiano ve diğ., 2001).

Nem de adsorpsiyonu etkileyen başka bir faktördür. Nemli topraklar kuru topraklara göre daha az pestisit adsorplarlar çünkü su molekülleri bağlanma yüzeyleri için pestisitlerle yarışır (Fishel, 1997).

Toprak partiküllerinin adsorplama özelliği pestisitten pestisite çeşitlilik gösterir. Paraquat veya Glyphosate gibi pestisitler çok sıkı bağlanma özelliğine sahipken diğerleri zayıf bağlar oluşturur, desorbe olur yani çözeltinin içine geri salınırlar. Pestisit adsorpsiyonu sonucunda ortaya çıkan bir problem de pest kontrolünün azalmasıdır. Örneğin, eğer bir herbisit toprak partiküllerine çok sıkıca bağlanır ve hedef zararlı bitkinin kökleri tarafından emilmez ise, bu zararlılar kontrol edilemez hale gelir. Bu nedenle bazı pestisitlerin kullanım talimatları adsorpsiyonu yüksek topraklarda da daha sık uygulama tavsiye etmektedir. Bitki hasarı pestisitlerin toprağa adsorbe olmasıyla ortaya çıkacak başka bir problem olabilir. Hasar; toprak partiküllerinden bir ekin için kullanılmış bir pestisitın takibinde ürün verecek daha hassas başka bir ekini etkileyebilecek miktarda salınmasıyla ortaya çıkar. Bu pestisitın artıkları daha sonraki ekinler için de istenmeyen kalıntıların oluşmasına neden olabilir (Fishel, 1997).

Topraktaki pestisit adsorpsiyonunun incelemesi için en faydalı indislerden birisi toprak/su dağılma katsayısı, K_d 'dir. K_d değeri adsorbe olmuş (toprak partiküllerine bağlanmış kısım) pestisit konsantrasyonunun (mg/kg) sıvı fazdaki (toprak suyundaki

çözülmüş kısım) pestisit konsantrasyonuna (mg/L) oranıdır. Küçük K_d değerleri pestisit büyük bir kısmının çözelti fazında olduğunun göstergesidir. Küçük K_d değerli pestisitlerin, büyük K_d değerlere kıyaslandığında, sızmaya karşı daha meyilli oldukları gözlenmektedir (Rao ve diğ., 1998).

Toprak/su dağılma katsayısının ölçümü genellikle sulu çamur deneyi ile belirlenmektedir. Miktarı bilinen bir pestisit (analizi kolaylaştırmak için genellikle oran etikette belirtilir) su ve toprak içeriği bilinen çamura karıştırılır. Çamuru belirlenen periodlarda (24-48 saat) karıştırdıktan sonra, çamur santrifüjlenir ve su fazında kalan pestisit miktarı belirlenir.

Toprak/su dağılma katsayısı toprakta (mg/kg) ve su (mg/L) fazlarındaki sonuç konsantrasyonlarından oran olarak kolaylıkla hesaplanabilmektedir.

Bu sorpsiyon adımından sonra, su dikkatle boşaltılır ve çamurun içerisine temiz su ilave edilir ve diğer bir dengeleme adımı gerçekleştirilir. Sorpsiyon prosesindeki tersinebilirliğin derecesi ölçülür. Her zaman, desorpsiyon deneyleri ile belirlenen dağılma katsayısı orjinal sorpsiyon deneyi ile elde edilen değerlerden daha yüksek olur (Vighi ve Funari, 1995).

K_d değeri farklı topraklarda değişkenlik göstermektedir. K_d değerindeki değişiklik toprağın pH'ı, partikül boyut dağılımı ve mevcut kil içeriğine bağlıdır, fakat en önemli parametre genellikle topraktaki organik madde içeriğidir. Birçok araştırmacı pestisit gerçek toprak hareketliliği ile ilgili değerlendirmeyi Organik Karbon Dağılma Katsayısı; K_{OC} değerine göre yapmaktadır. Bu değer toprak/su dağılma katsayısının topraktaki organik karbon içeriğine bölünmesi ile elde edilmektedir. Organik madde miktarı arttıkça, K_d değerinin de orantılı olarak arttığı gözlemlenmiştir. Bu genel durum Organik Madde Dağılma Katsayısı; K_{OM} ve K_{OC} nin, toprak/su bölünme katsayısı K_d nin topraktaki organik madde ya da organik karbon miktarına bölünmesi, tanımlanmasına olanak tanımaktadır. Bu tanımlamanın esas faydası K_{OC} veya K_{OM} değerlerinin yeni bir toprakta hiç ölçülmemiş K_d değerinin tahmin edilmesi için kullanılabilir olmasıdır (Gustafson, 1993).

Organik karbon dağılma katsayısı partiküler bir pestisit spesifik bir toprakta akış veya sızma yolu ile ne kadar kaybolacağını tahmin edilmesini mümkün kılan formül şu şekildedir:

$$K_{OC} = \frac{K_d \times 100}{f} \quad (2.1)$$

Burada;

f: Toprak tabakasındaki organik karbon içeriği,

K_{OC} : Organik karbon dağılma katsayısı,

K_d : Toprak/su dağılma katsayısıdır.

Toprak tarafından pestisitlerin adsorpsiyonu için dört önemli bakış açısı tanımlanmalıdır:

- Toprak tarafından adsorbe edilmeyen pestisitlerin K_d değerleri sıfıra eşittir (veya $K_{OC} = 0$). Böylece, bu tür pestisitler toprak tarafından adsorbe edilmeyen nitrat gibi inorganik iyonlar ile aynı davranışı göstererek sızarlar.
- Verilen bir pestisitte, toprağın organik madde (OM) içeriği fazla ise adsorpsiyonda fazla olur. Böylece OM içeriği yüksek olan topraklarda düşük organik madde yüzdesine sahip topraklarla kıyaslandıklarında sızmanın daha yavaş olacağı beklenmektedir.
- Birçok toprakta derinliğin artmasıyla organik madde yüzdesi hızla düşmektedir. Böylece, toprak derinliği arttıkça pestisit adsorpsiyonu azalmakta ve sonuç olarak sızma toprak altında daha hızlı gerçekleşmektedir.
- K_d değeri küçük olan pestisitler K_d değeri büyük olan pestisitler ile kıyaslandığında sızmaya daha eğilimlidirler (Rao ve diğ., 1998).

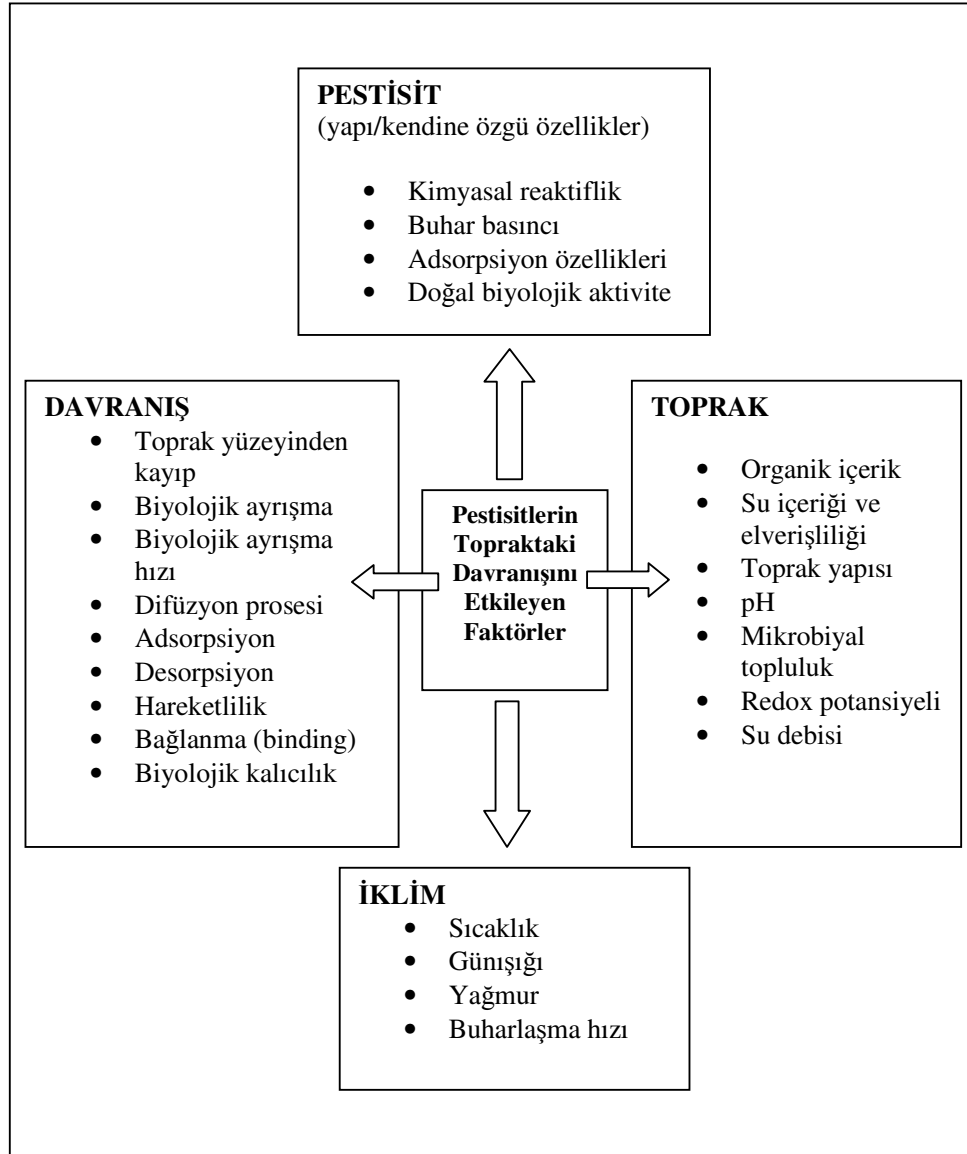
2.7 Pestisitlerin Hareketini Etkileyen Faktörler

Şekil 2.3’de pestisitlerin topraktaki davranışlarının etkileyen faktörler gösterilmektedir (Hutson ve Roberts, 1994).

2.7.1 Toprak özellikleri

Toprak yapısına karar verilirken partikül ebatları sınıflandırmasından yararlanılmaktadır. Şekil 2.4’de toprak yapısı ile ilgili şema verilmekte olup toprağı oluşturan kil, silt ve kum yüzdelere bağlı toprak yapıları gösterilmektedir (Smith ve Smith, 2001).

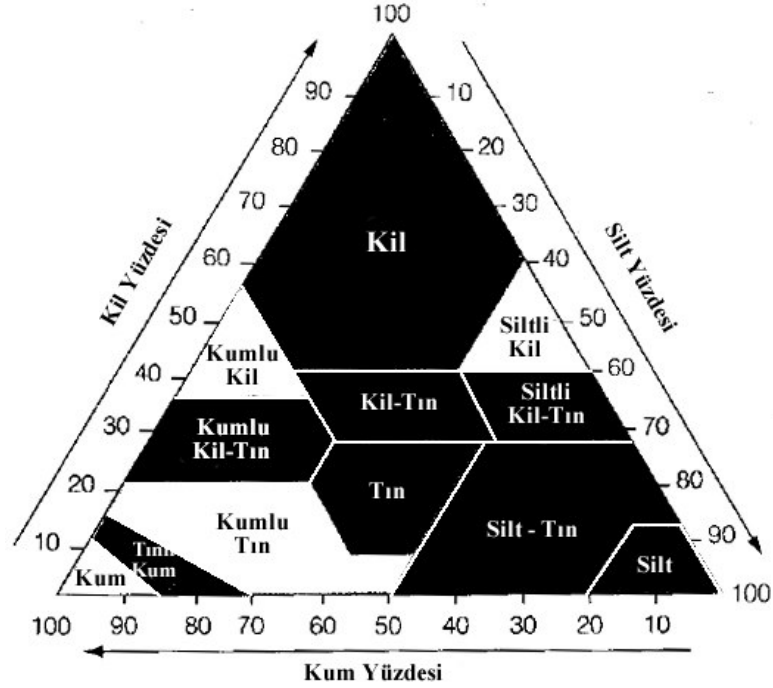
Partiküller temelde kaya parçaları, kum, silt ve kil olarak sınıflandırılırlar. Kaya parçaları partikül çapı 2,0 mm'den büyük olan partikülleri kapsar ve toprağın ince kısımları arasında sayılmazlar. Kumun çapı 0,05 ila 2,0 mm arasında değişmektedir.



Şekil 2.3: Pestisitlerin Topraktaki Davranışını Etkileyen Faktörler

ve kolaylıkla görülebilir. Siltlerin çapları 0,002 ila 0,5 mm arasında değişmektedir ve çıplak gözle zar zor görülebilmektedirler. Bunun yanı sıra un gibi hissedilirler. Kil partikülleri 0,002 mm'den küçük çapa sahiptirler ve ancak mikroskop ile görülebilirler. Kil toprağın birçok özelliğini (plastisite-basınç uygulanması durumunda şekil değiştirebilme ve basınç ortadan kalktığında oluşan şekli

koruyabilme yeteneği, toprak partikülleri ve toprak fazı arasında iyon değişimi gibi) kontrol edebilmektedir. Toprak yapısına karar verilirken kum, kil ve silt yüzdelerinden (ağırlık olarak) yararlanılmaktadır. Bu özelliklere göre toprak şekil 2.4’ de g  r  ld  ğu gibi yapısal sınıflara ayrılmaktadır (Smith ve Smith, 2001).

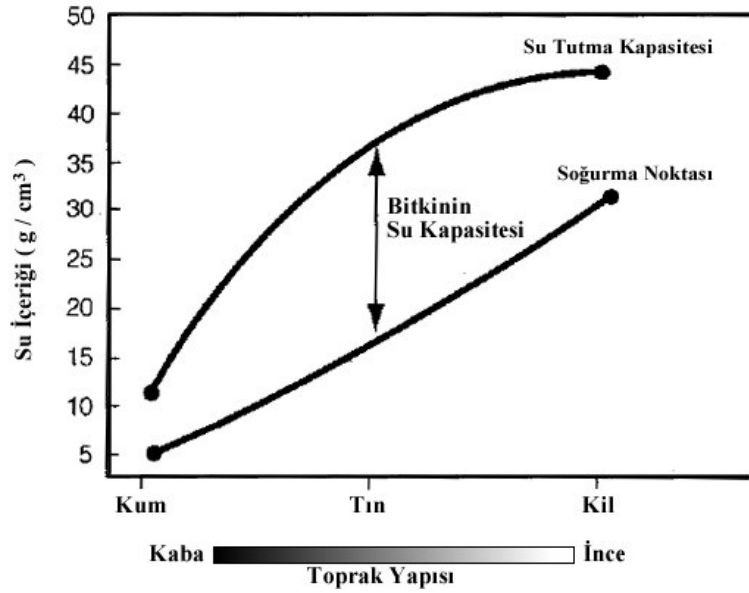


şekil 2.4: Toprak Yapısı şeması

Toprağın birim hacim başına tutabildiği su miktarı en önemli karakteristik özelliklerinden biridir. Toprağın tutabildiği maksimum su miktarı Su Tutma Kapasitesi (STK) olarak adlandırılmaktadır.

Genellikle su tutma kapasitesi verilen toprak hacminin doyurulması ve -0,05 MPa (megapaskal) değerinde soğurma (negatif basınç) uygulanması ile tahmin edilmektedir. Toprak tartılır, kurutulur ve yeniden tartılır. Ağırlıklar arasındaki fark toprağın birim hacim başına aldığı su olarak açıklanır. Eğer proses -1,5 MPa lık negatif basınç ile tekrar edilirse elde edilen su içeriği Soğurma Noktası (SN) ya da Kalıcı Soğurma Yüzdesi olarak adlandırılmaktadır. Soğurma noktası terimi bitkilerin topraktan su ekstrakte edebilme yetersizliklerine karşılık gelmektedir. Su ekstrakte edebilme yeteneği türden t  re göre değişiklik göstermektedir. Bu nedenle soğurma noktasını tanımlamak için kullanılan negatif basınç -1 ila -3,5 MPa arasında değişmektedir. Su Tutma Kapasitesi ve Soğurma Noktası arasında kalan (STK-SN)

su miktarı Bitkinin Su Kapasitesi (BSK) olarak adlandırılmaktadır ve Şekil 2.5’de gösterilmektedir (Smith ve Smith, 2001).



Şekil 2.5: Toprak Yapısına Bağlı Olarak Su Tutma Kapasitesi ve Soğurma Noktası Değişimi

BSK bitkiler tarafından alınabilecek su miktarının tahmin edilebilmesini sağlamaktadır. Toprağın su tutma kapasitesi ve soğurma noktası ağırlıklı olarak toprak yapısından ve daha küçük oranda ise kil minerallerinden, organik içerikten, taşlılıktan etkilenmektedir. Partikül boyutu doğrudan gözenekleri ve yüzey alanını etkilemektedir. Kumun hacminin %30-40'ı gözeneklerdir. Kil ve tında ise bu oran % 40-60'dır. Bunun sonucu olarak da ince yapılı topraklarda kumlu topraklara nazaran daha yüksek su tutma kapasitesi vardır ancak yüzey alanı arttıkça soğurma noktasının değeri de artmaktadır (Şekil 2.5). Tam tersi olarak; kaba yapılı topraklarda (kum gibi) düşük su tutma kapasitesi varken düşük soğurma noktası vardır. Böylece BSK en yüksek değerine kil ve tınlı toprakların arasında sayılabilecek toprak türlerinde ulaşır (Smith ve Smith, 2001).

Pestisitlerin toprakta sızma eğilimleri toprak türleriyle ilişkili olduğundan aşağıda Türkiye genelindeki toprak türleri ve özellikleri verilmektedir.

Alüvyal Topraklar (Entisol):

Türkiye’de tarıma elverişli arazinin 1/7’sini (4.100.000 ha) oluşturur. Özel iklim ve bitki örtüsü olmayan alüvyal topraklar, taşıma havzasındaki büyük toprak gruplarının fiziksel, kimyasal ve mineralojik özelliklerini gösterir. Derin yapılı, düz (% 0-1) ve

düze yakın (% 1-3) eğimli, genellikle su geçirgenlikleri iyi, verimli ve arazi değeri çok yüksek topraklardır. Türkiye'nin en verimli ovalarını meydana getirirler. Alüvyal toprakların bünyeleri kumludan-killiye kadar değişik olabilir. Deniz kenarına yaklaştıkça tınlı ve killi bünye yapısı gösteren bu topraklarda yukarı havzada kaynağa yaklaştıkça toprak bünyesinin kumluya doğru değiştiği görülür.

Ülkemizde özellikle deltalarda, taşkın ovalarında, nehir teraslarında ve yan dere ağzlarında küçük veya büyük alanlar halinde rastlanılır. En önemli alüvyal ovalar, Gediz, Büyük Menderes, Küçük Menderes, Seyhan, Ceyhan, Bakırçay, Meriç ve diğer nehir havzaları ile Bafra, Çarşamba ovaları ile Antalya, Muş ve Iğdır ovalarında rastlanılır. Sulanan arazilerde bu toprakların en önemli sorunu tuzluluk ve alkalilik tehlikesidir. Kontrollü sulama yapılması ve drenaj ihmal edilmemelidir. Erozyon tehlikesi çok az veya hiç yoktur (<http://www.volkanderinbay.net>).

Podzolik Topraklar:

Anadolu'nun kuzeyinde Karadeniz kıyı şeridi boyunca ve Güney Batı Anadolu'nun nemli bölgelerinde podzolik topraklara rastlanılır. Genellikle renklerinin kırmızı, sarı-kırmızı ve gri kahverengi olmasına göre isimlendirilen bu topraklar zonal topraklar sırasının, "sıcak ılıman iklimden tropik iklime kadar değişen iklim kuşağı altında oluşan podzolik ve lateritik topraklar" alt sırası içerisinde yer alırlar.

Yıllık yağış ortalaması 1.000 mm'nin üzerinde, yıllık sıcaklık ortalaması ise 14°C civarındadır. Yüksek ve dağlık kısımlarda sıcaklığın düşmesi ve buna karşılık yağışın aynı oluşu nedeniyle yıkanma daha yoğundur. Bitki örtüsünün yaygın türleri fund, kayın, meşe, çam, köknardır. A horizonları granüler strüktürde, tınlı veya killi tın bünyede ve daha açık renkli, B horizonu ise blokvari ve prizmatik strüktürde, killi bünyede ve daha yoğun renktedir.

Genellikle dik eğimli ve dağlık arazi yüzeylerini örten podzolik topraklarda su erozyonu çok şiddetlidir. Bu nedenle doğal bitki örtüsü orman ve meraya terk edilmemelidirler. Tarıma ayrılan araziler vadilerde, nispeten az eğimli yamaç ve eteklerde bulunan kısımlardır. Podzolik toprakların yaygın kullanma şekli orman ve orman içi mera örtüsüdür. Çok azı tarım arazisi olarak kullanılabilir. Türkiye genelinde kapladıkları alan, kesin etütleri henüz bilinmemektedir (<http://www.volkanderinbay.net>).

Hidromorfik Topraklar (Entisol):

İntrazonal topraklar sınıfının hidromorfik topraklar alt sınıfında yer alırlar. Bu toprakların özel iklimi olmamakla birlikte özel bitkileri mevcuttur. Bu bitkiler ise saz, kamış, ve bataklık bitkileri su seven bitki türleridir.

Türkiye' nin her tarafında alüvyal topraklarla yan yana veya karışık durumda, yer yer küçük veya büyük sahalar halinde rastlanır. En önemli özellikleri devamlı su tesiri altında olduklarından ıslak olmalarıdır. Bu nedenle genel olarak tarıma elverişli değillerdir. Yer yer işlenerek ziraat yapılabilir. Islaklık çok yüzeysel olan taban suyundan ileri gelir. Yılın büyük bir bölümünde toprak yüzeyi su ile göllenmiş durumdadır. Yazın kurak devrede taban suyu yüzeyden biraz aşağıya düşebilmektedir. Esas olarak çayırılık, sazlık şeklinde görülen bu topraklarda yer yer bataklıklarda bulunabilir.

Kötü drenaj, yüksek taban suyu ve bazen de denize yakın olmanın etkisiyle, hidromorfik allüviyal toprakların, yüksek oranda eriyebilir tuz ve değişebilir sodyum içerdikleri görülür. Türkiye genelinde 2.350.000 ha kadar alan kaplayan hidromorfik alüvyal toprakların 1.500.000 ha'sında tarım yapılmakta ise de fazla su drene edilerek giderilir ve ıslah edilirlse tamamı yüksek verimlilikte her türlü tarıma elverişli allüviyal topraklara dönüşürler. Genellikle düz ve düze yakın eğimli olan bu arazilerin devamlı tarım yapılamayan %40 kadarı ise mera arazisine tahsis edilmiş bulunmaktadır (<http://www.volkanderinbay.net>).

Kolüvyal Topraklar (Endisol):

Kolüvyal topraklar azonal topraklar içerisinde incelenilirler. Topografik duruma bağlı olarak gravitasyon, kayma, heyelan, yüzey akış, donma olayları sonucu taşınıp yığılmış büyük ve köşeli taş parçaları ile karışık toprak materyali karakteristik kolluviyum ana materyalini oluşturur.

Türkiye'nin hemen her bölgesinde rastlanılan bu toprakların özel iklimi, bitki örtüsü, ana materyali ve belirgin bir tabaka oluşumu yoktur. Çok yüzeysel, yüzeysel veya orta derecede yüzeysel topraklardır. Bünyeleri kumludan killiye kadar değişir. Kireç kapsamaları, reaksiyonları bulundukları bölgenin iklim koşulları ve üzerinde oluştukları ana materyale bağlı olarak değişik değerlerde bulunabilirler.

Kolüvyal topraklar oluşumları nedeniyle alüvyal topraklara çok benzerler. Aralarındaki başlıca farklılıklar şunlardır:

1. Kolüvyaller toprak katları bakımından homojen değildir, alt katları kaba ve orta bünyelidir.
2. Kolüvyal topraklarda taş ve çakıllarının kenarları köşeli, alüvyallerde ise yuvarlaktır.
3. Kolüvyal topraklar daha eğimli arazilerde bulunurlar ve eğim, materyalin taşınmış olduğu yöne doğru artış gösterir.
4. Belirgin renk özelliklerine sahip değildirler, ait oldukları materyalin renk ve özelliklerini taşırlar.
5. Geçirgenlik ve doğal drenajlarının çok iyi olması nedeniyle herhangi bir tuzluluk problemi göstermezler.
6. Taşınmalarında etken faktör yer çekimidir.

Türkiye genelinde kapladıkları alan kesin olarak bilinmemektedir. Eğim faktörüne bağlı olarak su erozyonuna hassas topraklardır. Bulundukları bölgelere göre hububat, tütün, zeytin, bağ, meyve bahçeleri gibi değişik tarımsal kullanım amaçlarına tahsis edildikleri görülür. Doğal bitki örtüleri, kurakçıl ot ve mera örtüsünden, orman örtüsüne kadar değişik olabilir (<http://www.volkanderinbay.net>).

Kahverengi Orman Toprakları:

Kahverengi Orman genellikle genç fakat çok fazla yeni olmayan arazi yüzeylerini kaplamakta olup oluşumlarının tamamlanması için yeterli zaman geçmiş değildir. Bu nedenle İntrazonal topraklar sınıfının Kalsimorfik topraklar alt sınıfına dahil edilmişlerdir.

Türkiye’de bulunan Kahverengi Orman toprakları, genellikle fazla eğimli araziler üzerinde yüzeysel profil yapılı genç topraklardır. Orta ve Batı Avrupa’nın Zonal toprakları olarak sınıflandırılan Braunerde (Kahverengi) topraklara göre daha az olgunlaşmışlardır. Düz ve düze yakın arazilerde, profil özellikleri yönünden Braunerde (kahverengi) topraklara benzerler.

Türkiye’deki Kahverengi Orman toprakları, ortalama yıllık yağışı 620-870 mm. arasında, serin mutedilden ılık mutedile kadar değişen nemli bölgelerde, yaprağı döken ağaçlardan kayın (fagus), gürgen (carpinus) ve bazı meşe (querqus) türleri ile yer yer etrafa serpilmiş durumdaki (conifer) iğne yapraklı orman vegetasyonu altında, kireççe zengin kil taşları, kalker ve marnlar, mika şistleri ve gnays’a kadar değişik ana materyaller üzerinde oluşurlar.

Türkiye'nin pek çok bölgelerinde, daha çok lokal alanlar halinde bulunurlar. Podsolik topraklara göre daha az yağışlı ve daha ılık iklimlerde teşekkül ettiklerinden, yıkanmaları zayıftır. Türkiye genelinde kapladıkları alan kesin etütleri yapılmadığından kesin bilinmemekle birlikte yaklaşık 9.6 milyon ha kadar olduğu kabul edilmektedir (<http://www.volkanderinbay.net>).

Kireçsiz Orman Toprakları:

Bu topraklar ılıman yağışlıdan ılıman az yağışıyla kadar değişen iklim kuşaklarından oluşabilirler. Bu büyük toprak grubu genellikle kireç formasyonları içermeyen ana materyaller üzerinde oluşur. Diğer bir deyişle bunlar mağmatik kayalar üzerinde, “yıllık yağışı 500-800 mm. Ve yıllık sıcaklık ortalaması 14-180°C” olan ılıman Akdeniz iklim tipinin görüldüğü yerlerde oluşurlar. Bu topraklar bazen marn, kil taşı (clay stone), kireçli sedimentler (ki bunlar SiO₂) ve nehir teraslarında farklı ana materyaller üzerinde de oluşabilirler. Bu topraklar iyi gelişmiş bir A horizonuna rastlanılır. A horizonu granüler strüktürde, mull tipinde organik madde içeren, kahverengi ve sarımsı kahverengi renler arasında değişen renklerde ve kumlu tınılıdan kumluya kadar değişim gösteren bünyeye sahip bir horizondur. Toprak oluşturan faktörler ve horizonlarla ilgili daha detaylı bilgi Ek C’de verilmektedir.

A horizonunun altında uzanan ve genellikle A horizonuna nazaran daha fazla bir kil yığılması görülen B horizonu; prizmatik veya granüler strüktüre sahiptir. B horizonunun rengi A’ya göre daha kırmızı ve daha parlaktır. Bu renk yıkanan Fe ve Mn oksitlerinden ileri gelir.

Bu toprakların doğal bitki örtüsü, orman örtüsü ve çayır bitkileridir. İğne yapraklı ormanların ve çayır formasyonlu makilere de rastlanır. Toprak reaksiyonu asit, nötr veya bazen de hafif Alkali’dir. Bazla doygunluk %’leri nadiren %100 olup genellikle %100’ün altındadır. Bu topraklar kalkerli ana materyaller üzerinde de görülürlerse de esas ana materyalleri mağmatik kayalardır. Bunlar Redzina, Terra rossa, kahverengi orman toprakları ve Grumusol’lerle ve bazen de podsolik topraklarla sınıf oluştururlar. Ülkemizde en çok yayıldıkları alanlar Ege, Marmara, Batı Karadeniz, Akdeniz kıyı şeridi ve özellikle Trakya bölgeleridir. Türkiye genelinde kapladıkları alan 2.551.300 ha kadardır. Genellikle eğimli arazi düzeylerini örten Kireçsiz kahverengi toprakların 400 ha’sı hafif ve orta derecede eğimli olup, toplamın %23.5’ini oluşturan 600.000 ha’sında tarım yapılabilir. Uygulanan Yaygın

tarım sistemi buğdaygiller ve ayçiçeği ile, bazı baklagiller ve diğer bölgesel bitki türlerinin ziraatı şeklindedir. Bu topraklarda hakim kil minerali montmorillonittir.

Kireçsiz Kahverengi Topraklar, organik madde, bitki besin maddelerinden azot ve fosforca fakir, orta derecede verimlilik kabiliyetine sahip topraklardır. Eğimli arazilerde erozyona çok hassastırlar. Çok şiddetli erozyon ile solum tabakasının 1/3'nü kaybeden bu topraklar Lithosolik karakterde ve tarıma elverişli olmayan arazi görünümündedir (<http://www.volkanderinbay.net>).

Farklı toprak yapıları için kalıcı solma noktası, su tutma kapasitesi ve bitkinin su kapasitesi ile ilişkili aralık değerler Tablo 2.6'da verilmektedir (Miller ve Donahue, 1990). Tablo 2.7'de ise toprağın bünye sınıfına göre Ortalama Hacimsel Ağırlık değerleri verilmektedir (<http://www.volkanderinbay.net>).

Tablo 2.6: Farklı Toprak Yapıları için Kalıcı Solma Noktası, Su Tutma Kapasitesi ve Bitkinin Su Kapasitesi

30 cm lik Toprak Derinliği için						
	Kalıcı Solma Noktası (KSN)		Su Tutma Kapasitesi (STK)		Bitkinin Su Kapasitesi (KSN-STK)	
Toprak Yapısı	%	cm	%	cm	%	cm
Orta Kum	1,7	0,7	6,8	3,0	5,1	2,3
İnce Kum	2,3	1,0	8,5	3,7	6,2	2,7
Kumlu Tın	3,4	1,5	11,3	5,0	7,9	3,5
İnce Kumlu Tın	4,5	2,0	14,7	6,5	10,2	4,5
Tın	6,8	3,0	18,1	8,0	11,3	5,0
Siltli Tın	7,9	3,5	19,8	8,7	11,9	5,2
Killi Tın	10,2	4,5	21,5	9,5	11,3	5,0
Kil	14,7	6,5	22,6	10,0	7,9	3,5

ABD'nin Ulusal Toprak Araştırma Birimi tarafından sızma oranları dört farklı sınıfa ayrılmıştır.

1. Çok Düşük: sızma oranı 0,25 cm'den küçük olan topraklardır. Bu grubun kil yüzdesi çok yüksektir.
2. Düşük: sızma oranı 0,25-1,25 cm arasında olan topraklardır. Bu toprakların çoğu sıg, fazla killi ya da organik madde içeriği bakımından zayıftırlar.
3. Orta: sızma oranı 1,25-2,5 cm arasında olan topraklardır. Bu toprak türü tınlı ve siltlidir.

4. Yüksek: sızma oranı 2,5 cm den büyük olan topraklardır. Bu topraklar derin kumlar, derin ve iyi karışmış siltli tın ve geçirimsizliği yüksek bazı tropik topraklardır (Miller ve Donahue, 1990).

Tablo 2.7: Toprağın Bünye Sınıfına Göre Ortalama Hacimsel Ağırlıkları

Toprağın Bünye Sınıfı	Ortalama Hacimsel Ağırlık (gr/cm ³)
Organik Topraklar	0,2-0,9
Killli Topraklar	1,1-1,3
Siltli Killi Topraklar	1,2
Kumlu-Killi Topraklar	1,23
Kumlu-Killi-Tın Topraklar	1,25
Killi-Tın Topraklar	1,28
Tın Topraklar	1,4
Kumlu-Tın Topraklar	1,52
Tın-Kum Topraklar	1,57
Kum Topraklar	1,6

Toprağın düşük organik madde, düşük nem tutma kapasitesi ve yüksek geçirimsizlik gibi fiziksel özellikleri sıklıkla sızmaya karşı hassasiyeti ile ilişkilidir.

Bunun tersine yüzeysel akış hassasiyeti yüksek nem tutma kapasitesi ve düşük geçirimsizlik ile ilişkilidir. Toprak dokusu kum, kil ve siltin belli oranlarda karışımları ile oluşur. Bu doku suyun toprak içerisinde hareketini etkiler ve pestisit gibi çözünmüş kimyasallarında hareketi etkilenir. İri taneli toprakta suyun sızma hareketi daha hızlıdır ve çözünmüş kimyasalların adsorbe olma ihtimalleri düşüktür. Kil ve organik madde içeriği daha yüksek olan topraklarda suyu ve çözünmüş kimyasalların tutulma süresi daha uzundur. Bu topraklar pestisitlerin adsorbe olabileceği geniş yüzey alanlarına sahiptir. İri taneli toprak dokusunda pestisitlerin yeraltı suyuna ulaşma ihtimalleri daha yüksektir (OSU, 1992).

Toprak geçirimsizliği suyun toprak partiküllerinin arasından aşağıya doğru ne kadar hızlı ilerlediğinin bir ölçütüdür. Yüksek geçirimsizlikte su toprak içerisinde hızla hareket eder. Çözünmüş kimyasallar da sızan suyun içerisinde hareket edebilirler. Toprağın organik madde içeriği toprağın ne kadar suyu tutacağını ve pestisitleri ne kadar adsorbe edebileceğini etkiler. Toprağın organik içeriği gübre uygulanması ya da ürününü sabanla sürülmesi gibi uygulamalarla arttıkça suyun ve çözünmüş pestisitlerin bitkiler için uygun olduğu ve nihai bozunmanın gerçekleştiği kök

tabakasında toprağın su ve çözülmüş pestisitleri tutma yetisi de artar. Tablo 2.8 genel anlamda toprağın özelliklerini özetlemektedir (OSU, 1992).

Tablo 2.8: Toprak Özellikleri

Toprak Özellikleri		
Doku (Su taneciklerinin hareketini etkiler)	Geçirimsizlik (Suyun aşağıda doğru hareket hızını ölçer)	Organik İçerik (Suyun hacminin ve toprağın pestisitleri adsorbe etme yeteneğinin ölçer)
İri taneli (kum)	Yüksek geçirimsizlik (hızlı akış)	Düşük organik içerik = Hızlı su akışı & az pestisit adsorpsiyonu
İnce taneli (kil, silt)	Düşük geçirimsizlik (düşük akış)	Yüksek organik içerik = Yüksek su tutma & fazla pestisit adsorpsiyonu

2.7.2 Ortam şartları

Ortam şartları yeraltı suyunun derinliğini, jeolojik şartları ve iklimi içermektedir. Yeraltı suyunun yüzeye yakın olduğu yerlerde toprak çok az filtre vazifesi görür. Bu durumda pestisitlerin bozunması ve adsorpsiyonu için çok az zaman vardır. Bu nedenle yeraltı suyunun yüzeye yakın olduğu bölgelerde yeraltı suyunun korunması için ekstra önlemler alınmalıdır. Göl ve nehir kenarları gibi nemli bölgeler ve alçak vadilerde yeraltı suyu toprağın sadece birkaç metre altında olabilmektedir. Eğer yağış oranı yüksek ve toprak geçirgen ise, çözülmüş pestisitleri taşıyan suyun yeraltı suyuna ulaşması sadece birkaç günü alabilmektedir. Kurak ve yüksek bölgelerde ise yeraltı suyu toprak yüzeyinin yüzlerce metre altında uzanabilmekte ve pestisitlerin yeraltı suyuna sızması çok daha yavaş gerçekleşen bir proses olmaktadır.

Yeraltı suyunun derinliğine ek olarak, toprak yüzeyi ve yeraltı suyu arasındaki jeolojik tabakanın geçirimsizliği de önemli bir yer tutmaktadır. Çakıl kalıntıları gibi geçirimsizliği yüksek malzemeler, suyun ve çözülmüş pestisitlerin serbestçe yeraltı suyuna sızmasına izin vermektedirler. Öte yandan, kil tabakaları daha az geçirimsizdir ve bu nedenle suyun hareketini engeller. Jeolojik tabakanın geçirimsizliğinin yüksek olduğu bölgelerde yeraltı suyu kalitesi düşüktür. Kireçtaşı gibi karbonat taşıyacağı kirlenmeye karşı yeraltı suyunu hassas hale getirebilmektedir. Çünkü su ile kolayca çözünerek yüzeyde su yolu ve girinti oluşturabilmektedir. Ponor denilen girintiler toprak yüzeyi ve yeraltı suyu arasında doğrudan bağlantı sağlamaktadırlar. Ponora akan kirli sular kolaylıkla yeraltı suyuna karışabilmektedir, çünkü ponorun dibinde bulunan toprak çok zayıftır ve kirlenmelerin az filtrelenmesini sağlar. Çok yağış alan

ve fazla sulama yapılan bölgelerde toprağa sızan su miktarı da fazladır. Bu yüzden özellikle toprağın geçirimsizliğinin yüksek olduğu bölgeler pestisitlerin sızmasına karşı daha hassas olmaktadır (OSU, 1992).

Cohen ve diğ. (1984) hidrojeolojik olarak hassas olan alanlarda pestisitlerin yeraltı sularına ulaşma potansiyelini belirleyebilecek bir takım çevresel davranış kriteri önermiştir. Aynı zamanda yazar hidrojeolojik olarak hassas alanların yeraltı sularına 25 cm/yıl dolmuş alanlar olarak tanımlamıştır (örn; artezyen olmayan). Sızma kriterleri aşağıda belirtilmiştir.

Hareketlilik ve Kalıcılık Kriterleri:

Pestisit hareketlerinin bağlı olduğu parametreler;

- 1) Suda çözünürlük – yaklaşık 30 ppm den büyük. (ancak yazar bunun her zaman güvenilebilecek bir önizleme kriteri olmadığı konusunda uyarılmaktadır):
- 2) K_d – 5 den küçük, ve genellikle 1 ile 2 arasında (K_d = toprak/su dağılım katsayısı)
- 3) K_{OC} –300 – 500 den küçük (K_d nin organik karbon içeriğine bölümü).
- 4) Henry Kanunu Sabiti -10^{-2} atm – m³/mol den küçük.
- 5) Türleşme– ortam pH’ında negatif yüklü (tamamen ya da kısmi olarak).

Pestisit kalıcılığına etki eden faktörler

- 1) Hidroliz yarılanma ömrü- yaklaşık 25 haftadan büyük.
- 2) Fotoliz yarılanma ömrü- yaklaşık 1 haftadan büyük (ancak bu ölçüt yalnızca pestisit yüzeyde olduğunda önemlidir).
- 3) Toprakta yarılanma ömrü- yaklaşık 2-3 haftadan büyük.

Bundan sonraki aşama, moleküler parametrelerin ayrı ayrı basit değerlendirilmelerinden biraz daha ilerlemiş olan dizinler ve derece sistemleri olarak belirtilmektedir. Bu yaklaşım moleküler özellikler ya da çevresel parametreler ile doğru modeller olarak kabul edilemeyecek basit algoritmalar gibi bazı giriş verilerine gereksinim duymaktadır. Bu dizinler bir veya daha fazla çevresel alan için birçok bileşik ve tehlike derecesinin kıyaslanmasına izin veren niceliksel olarak ölçülemeyecek değerler üretir. Özellikle bu sistemlerin birçoğu yeraltı suları için

özellikle üretilmiştir ve bu nedenle kimyasal maddelerin sızma eğilimlerinin sınıflandırılmasına olanak vermektedir (Vigni ve Funari, 1995).

GUS (Groundwater Ubiquity Score - Yeraltısuyu Mevcudiyet Seviyesi) verilen bir pestisit için içme suyu için kirletici olması konusunda hızlı değerlendirmeler için bir izleme tekniğidir (Gustafson, 1989). Bu Kaliforniya Gıda ve Tarım Birimi (CDFA) tarafından sınıflandırılmış yeraltı suyu için kirletici olan ve kirletici olmayan bir grup pestisitten geliştirilmiştir. CDFA aynı set içinde bulunan pestisitlerin fiziksel özelliklerini de toplamışlardır. Bu veriler kalıcılık ve hareketlilik ölçümlerinin kimyasalları iki gruba ayıracak etkili bir dizinde birleştirilmesinde kullanılmaktadır:

$$GUS = \log_{10} (T_{1/2}) \times (4 - \log_{10}(Koc)) \quad (2.2)$$

$T_{1/2}$ = Toprak yarılanma ömrü

Koc = Toprak organik karbon/su dağılma katsayısı

GUS değerinin 2,8 den büyük olması pestisit için kirletici olması ihtimalinin yüksek olduğunu gösterirken, 1,8 den küçük GUS değerleri ise kirletici olma ihtimalinin çok düşük olduğunu göstermektedir (Gustafson, 1989).

Weber (1975) çeşitli pestisitlerin çevresel tehlike potansiyellerini kıyaslamak için bir değerlendirme şeması oluşturmuştur. Temelde, şema pestisit hareketliliği, kalıcılığı, toksisitesi ve biomagnifikasyon (bir kimyasalın bir organizma içinde birikip birikmeyeceğinin göstergesi) gibi konularda bilgi sağlanmasına bağlıdır. Her kimyasal için bu faktörlerin tartılması ve oranlanması ile Potansiyel Çevresel Tehlike (Potential Environmental Hazard, PEH) dizini olarak kullanılır. Bu şemaya göre en fazla tehlikeli kimyasal potansiyelinin PEH değeri 1'dir. Basitçe bu şema bazı ana pestisit grupları ile onların çevresel kirletici potansiyelleri arasındaki önemi göstermektedir. Organoklorinler için PEH değeri 48 ile 72 arasında değişirken, organofosfatlar ve karbamatlar için çoğunlukla 6 ile 12 arasında olmak üzere 2 ile 36 arasında PEH değeri almaktadırlar. Herbisitler ise 3 ile 18 arasında değişen PEH değerlerine sahiptirler. Weber (1975) yakın zamanda geliştirilen insektisitlerin diğer eski organoklorinler göre daha düşük tehlike potansiyelleri olduğunu belirtmiştir. Bu tutum genelde Boardman (1986) ile de devam etmiştir ve yeni pestisit ürünleri son yirmi yılda daha az tehlike potansiyeline sahip olarak piyasaya girmektedirler. Bu

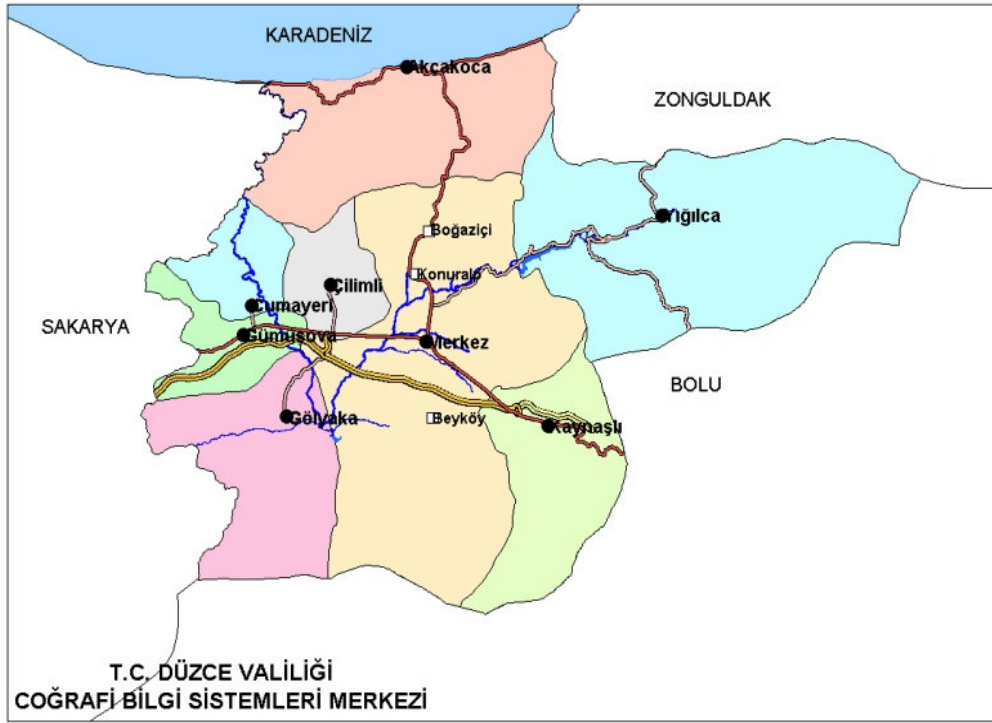
durum gün geçtikçe kapsamlı izleme prosedürleri nedeni ile yeni pestisitlerin ortaya çıkarılmasının zorlaşmasının bir sonucudur.

Aller ve diē. (1985), DRASTIC adı verilen yedi farklı hidrojeolojik parametrenin farklı alanlar için sayısal oranlarının aēırlıklı olarak deēerlendirildiēi bir şema geliştirmiştir. Sayısal oranlama yeraltısuyu kirliliēi için rölatif olasılıklarını belirtmektedir. Nofziger ve diē. (1988), bir grup organik kimyasalın belirli bir topraēa yeraltısuyuna sızma potansiyelinin izlendiēi interaktif bir mikrobilgisayar modeli, CHEMRANK'ı geliştirmiştir.

3. MELEN HAVZASININ GENEL ÖZELLİKLERİ

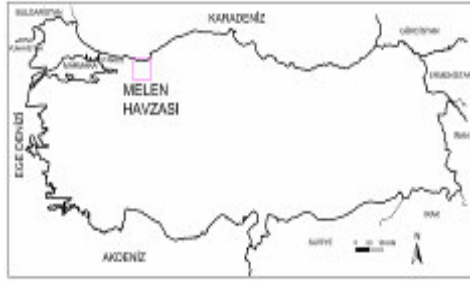
3.1 Coğrafi Durum

Batı Karadeniz Bölgesi'nde yer alan Melen Havzası $41^{\circ} 5' 00''$ - $40^{\circ} 40' 00''$ kuzey enlemleri ve $30^{\circ} 50' 00''$ - $31^{\circ} 40' 00''$ doğu boylamları arasında yer almakta olup, 2.437 km²'lik alanı kapsamaktadır. Havzanın büyük bir bölümü Düzce ili idari sınırları içindedir, ancak havzanın geri kalan küçük bir bölümü komşu Sakarya, Bolu ve Zonguldak İlleri'nin sınırları içerisinde yer almaktadır. Akçakoca ilçesinin küçük bir bölümü dışında (tüm havzanın %3'ünü meydana getirmektedir). Şekil 3.1'de Düzce ili idari sınırları gösterilmektedir.



Şekil 3.1: Düzce İli İdari Haritası

Düzce İli ilçelerinin tamamına yakını havza sınırları içerisinde bulunmaktadır. Havzanın uydu görüntüsü Şekil 3.2' de gösterilmektedir.



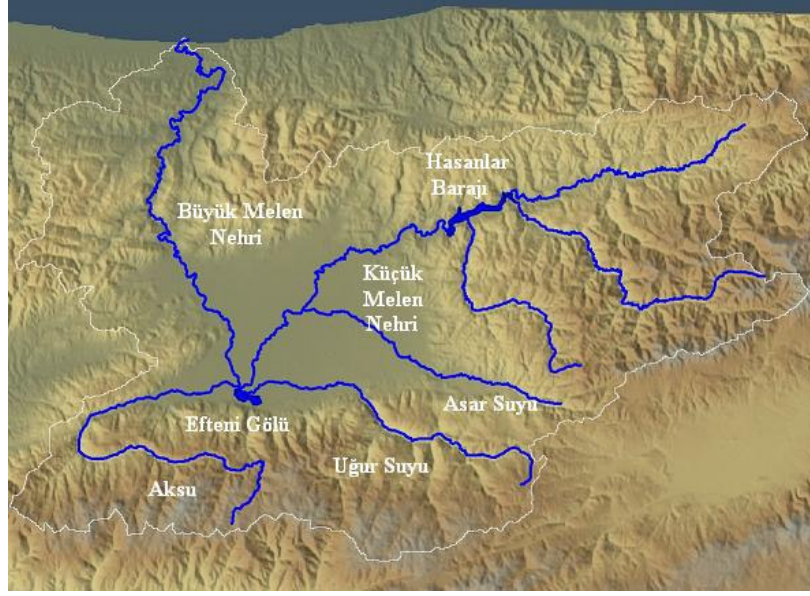
Şekil 3.2: Melen Havzası'nın Türkiye Haritasındaki Konumu ve Uydu Görüntüsü

Havzada yüzeysel su olarak; Efteni Gölü, akarsular, dereler ve bir baraj gölü bulunmaktadır. Planlanma aşamasında olan Melen Barajı, havzanın ikinci baraj gölünü oluşturacaktır.

Melen Havzası bileşenleri aşağıda sıralanmakta ve Şekil 3.3'te gösterilmektedir:

- Küçük Melen Çayı
- Kocası Deresi
- Hasanlar Barajı Gölü
- Asar Deresi
- Uğur Deresi
- Aksu Deresi
- Efteni Gölü
- Büyük Melen Çayı
- Lahana Deresi

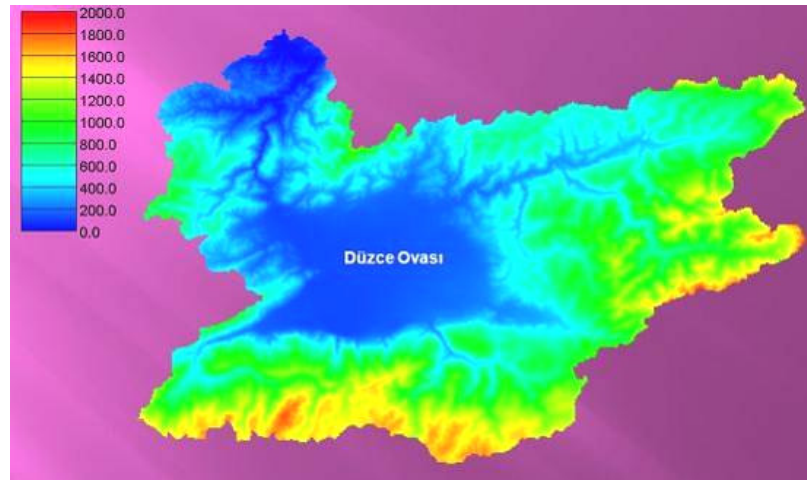
Planlama aşamasında olan Melen Baraj Gölü, Büyük Melen Çayı ve Lahana Deresi'nin Karadeniz'e dökülmeden önce birleştiği bölgenin mansabında bulunmaktadır.



Şekil 3.3: Melen Havzası Bileşenleri

3.2 Topoğrafya

Melen Havzası'nın topoğrafyasını dağlar, ovalar ve platolar oluşturmaktadır. Düzce ili, Karadeniz kıyısı boyunca uzanan dağların batısında yer almaktadır. Düzce Ovası'nın ortalama rakımı 130 m olup, yaklaşık 360 km²'lik kare şeklinde bir alana sahiptir (23 km doğu-batı ve 20 km kuzey-güney) ve üzerinde alüvyonlar birikmesi sebebiyle olduğundan tarıma elverişli topraklara sahiptir. Düzce Ovası'nın havzadaki yeri ve havzanın topoğrafyası Şekil 3.4'te verilmektedir.



Şekil 3.4: Düzce Ovası Topoğrafyası

3.3 İklim ve Meteoroloji

Düzce İli'nin iklimi Karadeniz İklimi ile Marmara Bölgesi'nde gözlenen Akdeniz İklimi arasında geçiş özelliği göstermektedir. Yazları sıcak geçerken, kışları soğuk ya da ılık olabilmektedir. Ormanlar, göller ve akarsuların bulunmasının yanı sıra Düzce İli'nin Batı Karadeniz'e kıyısı olması, kıyı boyunca uzanan dağların çok yüksek olmaması sebebiyle denizden kaynaklanan nemin havza içine kadar ulaşması, bölgenin yağış almasına neden olmaktadır. Yağış almasına rağmen Batı Karadeniz Bölgesi, tüm Karadeniz kıyısının en düşük yağış alan kesimidir. En yüksek yağış sonbahar, en düşük yağış yaz aylarında gözlenmektedir.

3.4 Toprak Yapısı

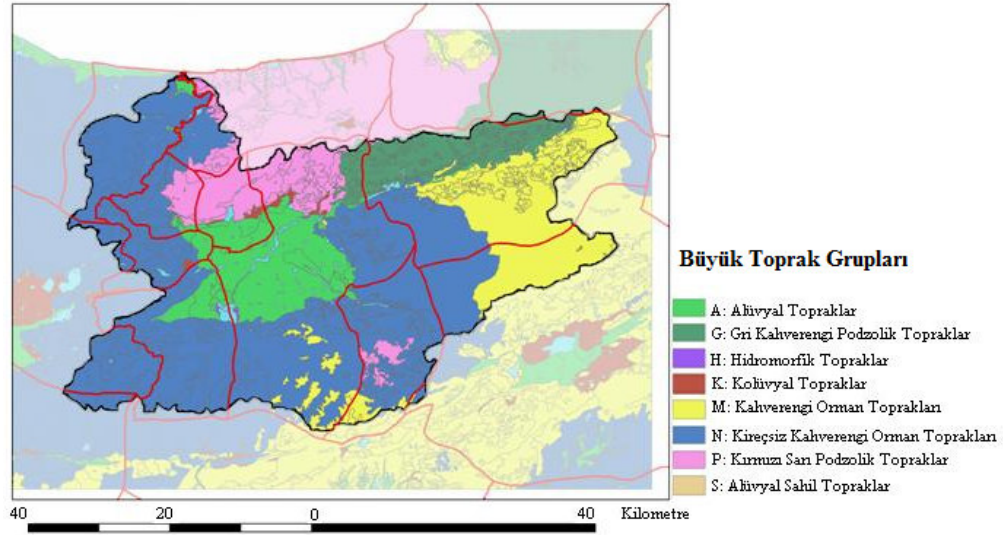
Düzce İli toprakları, toprak yapısı bakımından iki grupta toplanabilir. Birinci grup topraklar, yöredeki çukur alanlarda oluşan, eğimi az, derin alüvyal topraklardır. Bu tür topraklar Düzce Ovası'nda geniş alanlar kaplar. Ova eğimsiz olup, % 75 oranında tarıma elverişli niteliktedir. Geride Ovası'nın bir kesimi ile kıyıdaki dar bir şerit de alüvyal topraklarla kaplıdır.

İkinci grup topraklar ise, alüvyal alanlardan başlayarak eğimi gittikçe artan tarıma elverişliliği, eğim ve toprak tutma özelliğine göre, değişerek ormanlık ya da dağlık alanlara dönüşen topraklardır. Bu toprakların çok büyük bir bölümünde eğim genellikle fazladır (%15-40). Bu tür topraklar il alanının % 80' ini kaplar. Aynı oran Türkiye genelinde % 20 dolaylarındadır.

Düzce İli'nde, küçük parçalar halinde, yüksek eğimli alanlar arasına dağılmış, daha az eğimli tarıma elverişli alanlar da belirli bir oran oluşturur.

Alüvyal topraklar genellikle kumlu-killi topraklar grubuna girer. Kum oranları % 50 dolaylarında olan organik madde ve karbonat bakımından zengin bulunan alanlar, daha nitelikli olduklarından pancar ve patates tohumu, patates, sebze ve meyve üretimine; organik madde ve karbonat yönünden daha az zengin olan kesimler ise tarım üretimine elverişlidir (ÇOBDİM, 2004).

Melen Havzası sınırları içerisindeki Büyük Toprak Grupları ilçe bazlı olarak Şekil 3.5' de verilmektedir.



Şekil 3.5: Melen Havzası Büyük Toprak Grupları Haritası

Şekil içerisinde görülen Büyük Toprak Gruplarına (BTG) ait lejant bilgileri şöyledir:

A: Alüvyal Topraklar

G: Gri Kahverengi Podzolik Topraklar

H: Hidromorfik Topraklar

K: Kolüvyal Topraklar

M: Kahverengi Orman Toprakları

N: Kireçsiz Kahverengi Orman Toprakları

P: Kırmızı Sarı Podzolik Topraklar

S: Alüvyal Sahil Topraklar

Şekil içerisinde siyah çizgi ile gösterilen sınır Melen Havzasına ait sınır olup kırmızı çizgi ile gösterilen sınırlar ise ilçelere ait sınırlardır.

Melen Havzası içerisindeki pestisit sızma hesaplarının yapılabilmesi için ihtiyaç duyulacak toprağın su tutma kapasitelerinin değerinin belirlenebilmesi için Bölüm 2.9'da anlatılan toprak yapısı bilgileri ve BTG lerden faydalanılmıştır. Belirlenen değerler Tablo 3.1'de verilmiştir. Toprak yapısı belirlenirken ilçe içerisinde yüzde olarak en fazla alanda görülen toprak yapısının o ilçenin genel toprak yapısını yansıtacağı kabulü yapılmıştır.

Tablo 3.1: Melen Havzası’nda Düzce İli İlçelerinin Toprak Yapıları için Kalıcı Solma Noktası, Su Tutma Kapasitesi ve Bitkinin Su Kapasitesi

İlçe	BTG	En yoğun BTG	Toprak Yapısı	Su Tutma Kapasitesi (cm)	Kalıcı Solma Noktası (cm)	Bitki Kullanımı için Su Tutma Kapasitesi (cm)
Düzce Merkez	A,G,K,M,N,P	N- Kireçsiz Kahverengi Orman Toprağı	Kumlu tınlı- Kumlu	6,5-3,7	1,5-1,0	5,0-2,7
Cumayeri	A,N,P	N- Kireçsiz Kahverengi Orman Toprağı	Kumlu tınlı- Kumlu	6,5-3,7	1,5-1,0	5,0-2,7
Çilimli	A,K,P	P- Kırmızı Sarı Podzoik Toprak	Tınlı- Killi tınlı	8,0-9,5	3,0-4,5	5,0
Gölyaka	A,N	N- Kireçsiz Kahverengi Orman Toprağı	Kumlu tınlı- Kumlu	6,5-3,7	1,5-1,0	5,0-2,7
Gümüşova	A,N	N- Kireçsiz Kahverengi Orman Toprağı	Kumlu tınlı- Kumlu	6,5-3,7	1,5-1,0	5,0-2,7
Kaynaşlı	M,N,P	N- Kireçsiz Kahverengi Orman Toprağı	Kumlu tınlı- Kumlu	6,5-3,7	1,5-1,0	5,0-2,7
Yığılca	G,M,N	M- Kahverengi Orman Toprağı	Kil	10	6,5	3,5

Tablo 2.7’de verilen değerler (OHA), Şekil 3.5 ve ilēe toprak yapıları ile ilgili bilgiler derlenerek Tablo 3.2 hazırlanmıştır. İlēelerin toprak yapıları seēilirken alan olarak %’si fazla olan toprak ēeřidi esas alınmıştır.

Tablo 3.2: Melen Havzası Düzce İli İlēelerinin Ortalama Hacimsel Ağırlık Değerleri

İlēe	Toprak Yapısı	Ortalama Hacimsel Ağırlık (gr/cm ³)
Düzce Merkez	Kumlu tınlı- Kumlu	1,52-1,6
Cumayeri	Kumlu tınlı- Kumlu	1,52-1,6
ēilimli	Tınlı- Killi tınlı	1,4-1,28
Gölyaka	Kumlu tınlı- Kumlu	1,52-1,6
Gümüşova	Kumlu tınlı- Kumlu	1,52-1,6
Kaynaşlı	Kumlu tınlı- Kumlu	1,52-1,6
Yığılca	Kil	1,1-1,3

Yukarıdaki Tablolara bağlı olarak drenaj alanı toprağı iēin seēilmiř olan ortalama değerler şöyledir:

Düzce Merkez iēin;

Su Tutma Kapasitesi (STK) : 5,1 cm
Ortalama Hacimsel Ağırlık (OVA) : 1,56 t/m³
Sızma Hızı : 25 mm/sa

Cumayeri iēin;

Su Tutma Kapasitesi (STK) : 5,1 cm
Ortalama Hacimsel Ağırlık (OVA) : 1,56 t/m³
Sızma Hızı : 25 mm/sa

ēilimli iēin;

Su Tutma Kapasitesi (STK) : 8,5 cm
Ortalama Hacimsel Ağırlık (OVA) : 1,34 t/m³
Sızma Hızı : 20 mm/sa

Gölyaka iēin;

Su Tutma Kapasitesi (STK) : 5,1 cm
Ortalama Hacimsel Ağırlık (OVA) : 1,56 t/m³
Sızma Hızı : 25 mm/sa

Gümüşova için:

Su Tutma Kapasitesi (STK)	: 5,1 cm
Ortalama Hacimsel Ağırlık (OVA)	: 1,56 t/m ³
Sızma Hızı	: 25 mm/sa

Kaynaşlı için:

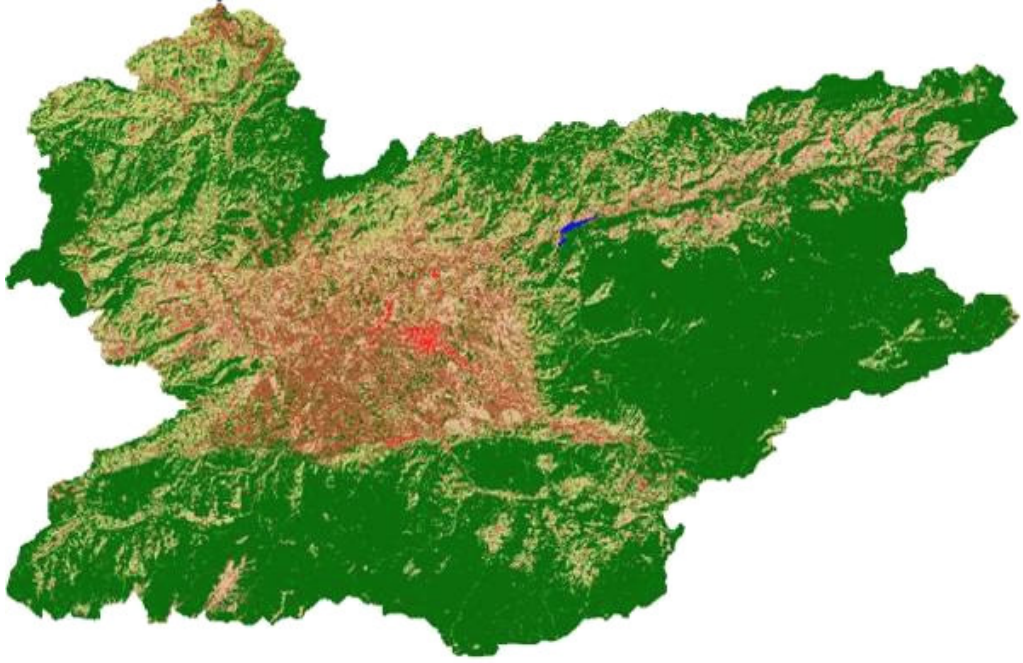
Su Tutma Kapasitesi (STK)	: 5,1 cm
Ortalama Hacimsel Ağırlık (OVA)	: 1,56 t/m ³
Sızma Hızı	: 25 mm/sa

Yığılca için:

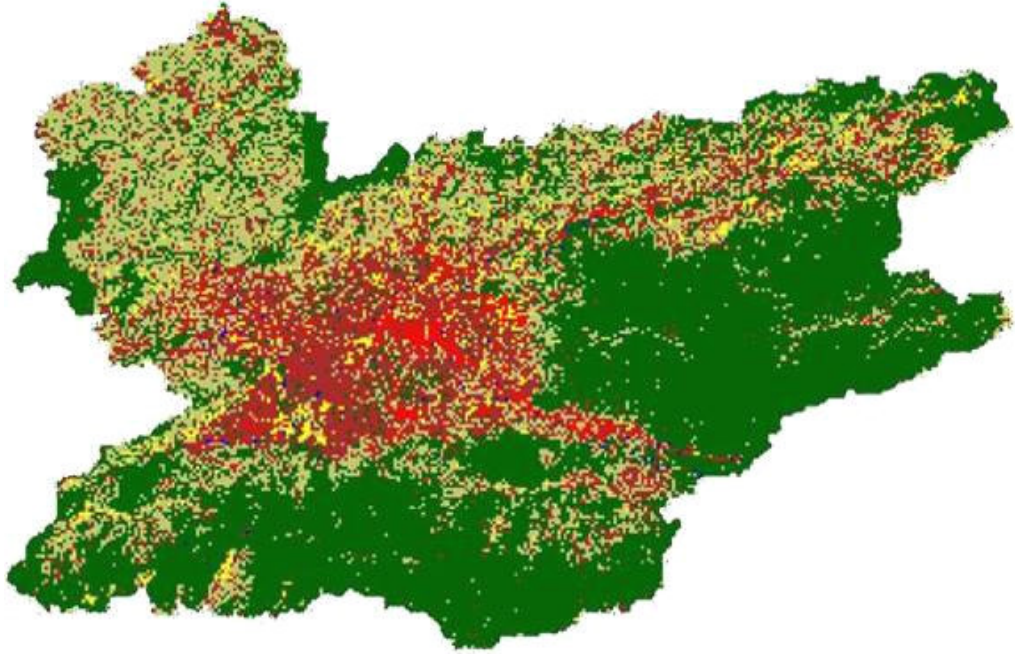
Su Tutma Kapasitesi (STK)	: 10 cm
Ortalama Hacimsel Ağırlık (OHA)	: 1,2 t/m ³
Sızma Hızı	: 2,5 mm/sa

3.5 Arazi Kullanımı

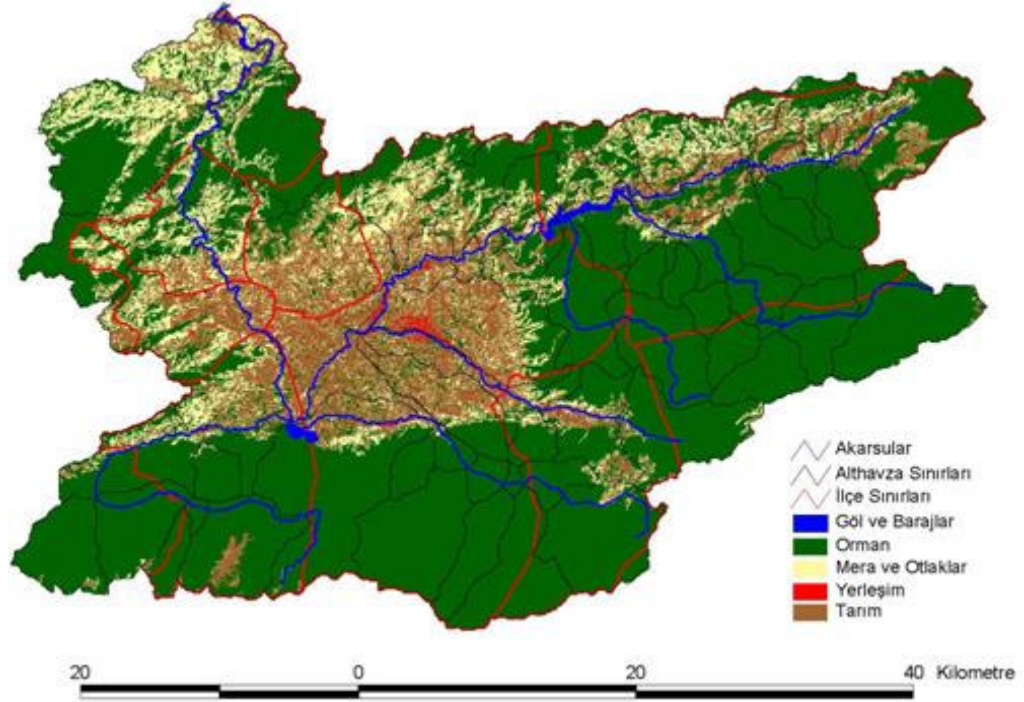
1987 yılına ait LANDSAT TM ve 2006 yılına ait LANDSAT ETM uydu görüntüleri nin sınıflandırılması sonucu belirlenen havzayı paylaşan Düzce ili ilçeleri ve diğer illerin havza içerisinde kalan kısımlarının arazi kullanımı “Büyük İstanbul İçme Suyu Projesi” Havza Koruma Eylem Planı Nihai Raporunda belirtilmiş olup havza arazi kullanımına ilişkin sınıflandırılmış uydu görüntüleri Eylül 1987 için Şekil 3.6’da, Ağustos 2006 için Şekil 3.7’de verilmektedir. Her iki sınıflandırılmış uydu görüntüsünde yer alan arazi kullanım sınıfları vektörel formata dönüştürülerek arazi kullanım sınıflarının diğer havza özellikleri ile birlikte (ilçe sınırı, havza sınırı, akarsular, vb) karşılaştırılması sonucunda Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) yardımıyla oluşturulmuş haritalar ise Şekil 3.8 ve Şekil 3.9’da verilmektedir (Öztürk ve diğ., 2007).



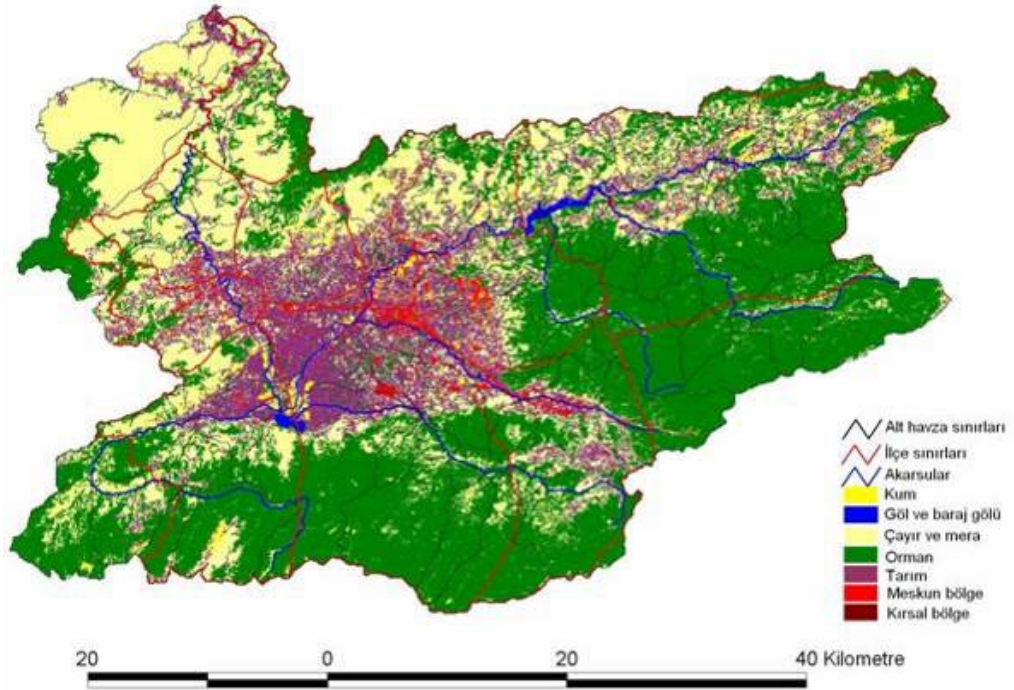
Şekil 3.6: 1987 Yılı Melen Havzası Sınıflandırılmış Uydu Görüntüsü



Şekil 3.7: 2006 Yılı Melen Havzası Sınıflandırılmış Uydu Görüntüsü



Şekil 3.8: 1987 Yılında Melen Havzası Arazi Kullanımı



Şekil 3.9: 2006 Yılında Melen Havzası Arazi Kullanımı

Arazi kullanımının alansal dağılımı ise 1987 yılı için Tablo 3.3’de, 2006 yılı için Tablo 3.4’de ve havzayı paylaşan iller arasındaki arazi dağılımı Tablo 3.5’de verilmektedir. 1987 ve 2006 yıllarına ait iki Tabloda da yer alan arazi kullanımı faaliyetleri genelde tarım, orman, çayır, mera ve otlak alanları ile birlikte yerleşimi yansıtan kırsal ve kentsel alanları kapsamaktadır. Bunun dışında, “su” sınıfı uydu görüntüsünde yer alan akarsular, dereler, göller ve barajları içeren yüzeysel sulara karşılık gelmektedir. “Kum” olarak gösterilen sınıf ise akarsular tarafından yıllar içerisinde taşınmış akarsu ağızları yakınındaki kum birikintilerini göstermektedir.

Düzce İli’nin 2000 yılında il olarak ilan edilmesi sebebiyle havzayı oluşturan idari sınırlar 2006 yılındaki son duruma göre düzenlenmiştir. 1987 yılına ait uydu görüntüsü üzerinde yapılan çalışmalarda da günümüzdeki idari sınırlar temel alınmıştır.

1987–2006 yılları arasındaki 19 yıllık sürede havzanın arazi kullanımındaki yüzde değişimleri Tablo 3.6’da verilmektedir. (-) ifade söz konusu arazi kullanımındaki alansal düşüşü, (+) ifade ise alansal artışı göstermektedir. Alansal değişimlerin irdelenmesi esnasında unutulmaması gereken önemli bir konu da, havzanın 1999 yılı depremlerinden önemli ölçüde etkilenmesidir. Tablo 3.6 **Hata! Başvuru kaynağı bulunamadı.** irdelendiğinde, Düzce İlinin Akçakoca hariç diğer ilçelerinde tarım alanlarında %13-%29 arasında alansal azalmalar bulunmaktadır. Sadece Akçakoca ilçesinin havza sınırları içerisinde kalan kısmında tarım alanlarında %21 oranında bir artış söz konusudur. Diğer paylaşımcı illerde ise Sakarya hariç kayda değer tarım alanı artışları göze çarpmaktadır. Orman alanlarındaki değişime bakıldığında ise tüm Düzce ilçeleri ve paylaşımcı illerin tamamında %3-%48 oranlarında azalmalar vardır. Bu azalmalara karşın çayır, mera ve otlak alanlarında yine tüm ilçe ve paylaşımcı illerde %27-%191 oranlarında ciddi artışlar bulunmaktadır. Yerleşimler bazındaki alansal artışlar ise çok yüksektir. Kentsel alan artışları %133-%915 oranlarında seyretmektedir. Bu artış oranlarının en yüksek olduğu ilçeler ise %915 ile Kaynaşlı, %582 ile Gölyaka ve %575 ile Akçakoca ilçeleridir. Kırsal alan gelişmeleri ise %254-%400 oranlarında değişmektedir. Bu artışın en yüksek olduğu ilçeler ise %600 ile Gölyaka, %400 ile Kaynaşlı’dır.

Havzada genel itibariyle tarım ve orman alanlarının azalmakta olduğu, bu alanların öncelikle çayır, mera ve otlak alanı ile yerleşime dönüştüğü anlaşılmaktadır. Bu değişimin önümüzdeki yıllarda da süreceği değerlendirilebilir.

Tablo 3.3: 1987 Yılı Melen Havzası Arazi Kullanım Dağılımı

Arazi kullanımı			Düzce																Sakarya		Bolu		Zonguldak		Toplam	
	Merkez		Akçakoca		Cumayeri		Çilimli		Gölyaka		Gümüşova		Kaynaşlı		Yığılca											
	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)		
Tarım	21.863	40,9	799	1,5	2.150	4,0	4.438	8,3	4.508	8,4	3.477	6,5	3.196	6,0	9.094	17,0	3.641	6,8	274	0,5	9	0,0	53.449	100		
Orman	34.673	23,5	4.649	3,2	3.494	2,4	2.893	2,0	14.739	10,0	2.308	1,6	14.851	10,1	33.339	22,6	17.380	11,8	18.497	12,5	702	0,5	147.524	100		
Çayır, mera, otlak	10.566	25,6	1.935	4,7	3.244	7,9	2.102	5,1	3.307	8,0	2.391	5,8	3.142	7,6	5.684	13,8	8.309	20,1	585	1,4	24	0,1	41.291	100		
Su	1	0,9	2	1,8	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	108	94,7	2	1,8	0	0,0	0	0,0	114	100		
Kentsel Alan	817	66,5	4	0,3	30	2,4	60	4,9	33	2,7	105	8,5	53	4,3	120	9,8	7	0,6	0	0,0	0	0,0	1.229	100		
Kırsal Alan	41	49,4	0	0	3	3,6	1	1,2	4	4,8	8	9,6	1	1,2	23	27,7	1	1,2	0	0,0	0	0,0	83	100		
Kum	0	0,0	0	0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	100		
Toplam	67.961		7.389		8.923		9.494		22.590		8.289		21.242		48.369		29.340		19.356		735		243.689			

Tablo 3.4: 2006 Yılı Melen Havzası Arazi Kullanım Dağılımı

Arazi kullanımı			Düzce																Sakarya		Bolu		Zonguldak		Toplam	
	Merkez		Akçakoca		Cumayeri		Çilimli		Gölyaka		Gümüşova		Kaynaşlı		Yığılca											
	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)		
Tarım	17.368	40,6	968	2,3	1.825	4,3	3.379	7,9	3.715	8,7	2.638	6,2	2.772	6,5	6.433	15,0	3.351	7,8	371	0,9	16	0,0	42.823	100		
Orman	31.442	24,9	2.687	2,1	1.810	1,4	2.348	1,9	12.436	9,8	1.553	1,2	13.732	10,9	28.315	22,4	13.392	10,6	18.016	14,2	642	0,5	126.465	100		
Çayır, mera, otlak	13.846	22,1	3.637	5,8	4.859	7,7	3.098	4,9	5.367	8,6	3.373	5,4	3.975	6,3	11.477	18,3	12.044	19,2	913	1,5	70	0,1	62.697	100		
Su	139	18,4	13	1,7	14	1,9	4	0,5	102	13,5	47	6,2	71	9,4	339	45,0	13	1,7	13	1,7	0	0,0	754	100		
Kentsel Alan	2.879	60,6	27	0,6	110	2,3	153	3,2	225	4,7	400	8,4	538	11,3	329	6,9	100	2,1	0	0,0	0	0,0	4.754	100		

Tablo 3.5: 2006 Yılı Melen Havzası Arazi Kullanım Dağılımı (devamı)

Arazi kullanımı			Düzce																Sakarya		Bolu		Zonguldak		Toplam	
	Merkez		Akçakoca		Cumayeri		Çilimli		Gölyaka		Gümüşova		Kaynaşlı		Yığılca											
	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)		
Kırsal Alan	145	47,7	3	0,99	12	3,9	3	1,0	28	9,2	32	10,5	5	1,6	62	20,4	15	4,9	0	0,0	0	0,0	304	100		
Kum	2.132	0,0	55	0	293	0,0	510	0,0	717	0,0	247	0,0	149	0,0	1.415	0,0	426	0,0	44	0,0	8	0,0	5.991	100		
Toplam	67.961		7.389		8.923		9.494		22.590		8.289		21.242		48.369		29.340		19.356		735		243.689			

Tablo 3.6: Melen Havzası'nı Oluşturan İllerin Havza İçindeki Arazi Dağılımları

	Düzce	Sakarya	Bolu	Zonguldak	Toplam
Arazi (ha)	194.257	29.341	19.356	735	243.689
Dağılım (%)	%79,7	%12,0	%8,0	%0,3	%100,0

Tablo 3.7: Melen Havzası'nın 1987- 2006 Yılları Arasında Arazi Kullanım Değişimi (%)

Arazi kullanımı (ha)	Düzce								Sakarya	Bolu	Zonguldak
	Merkez	Akçakoca	Cumayeri	Çilimli	Gölyaka	Gümüşova	Kaynaşlı	Yığılca			
Tarım	- 21	+ 21	- 15	- 24	- 18	- 24	- 13	- 29	- 9	+ 35	+ 78
Orman	- 9	- 42	- 48	- 19	- 16	- 33	- 8	- 15	- 23	- 3	- 9
Çayır, mera, otlak	+ 31	+ 88	+ 50	+ 47	+ 62	+ 41	+ 27	+ 102	+ 45	+ 56	+ 191
Kentsel Alan	+ 252	+ 575	+ 267	+ 155	+ 582	+ 281	+ 915	+ 204	+ 133		
Kırsal Alan	+ 254	+ 300	+ 300	+ 200	+ 600	+ 300	+ 400	+ 169	+ 1400		

3.6 Sosyo-Ekonomik Yapı

Daha önce İlçeleri Bolu İli'ne bağlı olan Düzce, 1999 depreminden sonra il ilan edilerek Türkiye'nin 81. ili olmuştur. Düzce İli Çevre Durum Raporu'na göre nüfusun sektörel dağılımı incelendiğinde, toplam çalışan nüfusun %72,7'sinin 10 ana sektörde çalıştığı görülmektedir . Bu sektörler Tablo 3.7'de listelenmiştir. Tablodan da görüldüğü üzere çalışan kesimin en büyük payını tarım sektörü oluşturmaktadır. Ticaret, inşaat ve hizmet sırasıyla %11,3, %7,4 ve %6,4'luk paya sahiptir.

Tablo 3.8: Düzce İli İlçelerinde Çalışanların Sektörlere Göre Dağılımı

Sektör	Nüfus Dağılımı (%)
Tarım	21,0
Perakende	11,3
İnşaat	7,4
Hizmet	6,4
Küçük sanayi	5,9
Ulaşım	4,6
Kereste	4,6
Dokuma sanayi	4,1
Kimya endüstrisi	4,1
Makine imalatı	3,3
Diğer	27,3

Tablo 3.7'de, çalışan sayısı toplam çalışanların %3'den fazla olan sektörler listelenmiştir. Dolayısıyla son sıra (diğer) 37 alt-sektörde çalışanları temsil etmektedir ve bu alt-sektörlerin her birinin payı %3'den daha azdır. Ayrıca, toplam iş gücünün %80'inin özel sektörde olduğu da görülmektedir. Bu sonuç, Düzce'nin henüz yeni il olması ve kamusal yapının halen gelişmekte olmasına bağlıdır.

Yaşanan depremler ve sonrasındaki ekonomik kriz de ilin ekonomik yapısını olumsuz etkilemiştir. İlde birçok küçük işletme iflas etmiş, ya da kapanma noktasına gelmiş, büyük ölçekli işletmelerde de kapasite kullanım oranı gerilemiş, üretim düşmüş ve istihdam oranları azalmıştır.

İlin deprem sonrasında toparlanabilmesi 2004 yılında, Türkiye genelinde 36 il için çıkartılan ve daha sonra 49 ili kapsayacak şekilde genişletilen, 5084 sayılı Teşvik Kanunu ile gerçekleşmiştir. Bu yasa ile sanayi teşvik bölgesi kapsamına alınmış olan Düzce'de ekonomik işletmelere destek verilmiş ve Düzce Organize Sanayi Bölgesi (DOSB) kurulmuştur.

3.6.1 Tarım

Düzce İli'nde arazinin küçük bir kısmı I.sınıf tarım arazisidir. Tarıma elverişli alan olarak tanımlanan I., II. ve III. sınıf arazi, toplam arazinin %15'ine karşı gelmektedir.

Tarım alanlarının dağılımına bakıldığında tarıma elverişli alanların, ağırlıklı olarak Düzce Ovası Merkez ilçesinde bulunduğu görülmektedir. Aynı zamanda, ovada yer alan Çilimli, Gümüşova ve Gölyaka ilçelerinde de tarıma elverişli alanlar yer almaktadır. Kaynaşlı ve Cumayeri ilçeleri ise sınırlı büyüklükte tarım alanlarına sahiptir. Tablo 3.8'de 2004 yılı için Akçakoca ilçesi hariç Düzce ili ilçeleri için ekili tarım alanlarının bilgileri, Tablo 3.9'de ise 2005 yılı için Akçakoca ilçesi hariç Düzce ili ilçeleri için ekili tarım alanlarının bilgileri verilmektedir.

Tablo 3.9: 2004 Yılı Düzce İlçeleri Ekili Tarım Alanları (Akçakoca hariç)

İlçeler	Tarla Bitkileri (ha)	Sebze (ha)	Sera Sebzeciliği (ha)	Fındık (ha)	Kivi (ha)
Merkez	22.108	1.025	4	14.750	4
Cumayeri	226	15	1,4	5.400	0
Çilimli	1.696	48	0	3.500	0
Gölyaka	2.251	47	1,2	4.229	0
Gümüşova	1.574	33	0,2	6.000	0
Kaynaşlı	1.387	14	0,9	2.000	0
Yığılca	9.773	185	0	9.000	0
TOPLAM	39.015	1.367	7,7	44.879	4

Tablo 3.10: 2005 Yılı Düzce İlçeleri Ekili Tarım Alanları (Akçakoca hariç)

İlçeler	Tarla Bitkileri (ha)	Sebze (ha)	Sera Sebzeciliği (ha)	Fındık (ha)	Kivi (ha)
Merkez	15.490	1.091	22	12.900	2
Cumayeri	145	22	6	5.400	10
Çilimli	1.167	37	0	3.525	0
Gölyaka	1.739	58	6	4.229	0
Gümüşova	1.104	35	1	3.509	0
Kaynaşlı	1.327	13	8,25	2.280	0
Yığılca	5.320	164	0	9.000	0
TOPLAM	26.292	1.420	43,25	40.843	12

Ekili alanlarının %60'ından fazlası meyve üretiminde kullanılmakta olup, meyve üretiminin de neredeyse tamamı fındıktır. Diğer önemli grup tahıllardır ve ekim alanı olarak yaklaşık %85'i mısır ve buğdaya ayrılmıştır. Ekim alanı olarak büyük bir pay tutmamakla beraber önemli sayılabilecek diğer ürünler; tütün, şeker pancarı ve

patatestir. Yüksek eğimli ve toprak kalınlığının az olduğu arazilerde fındık üretimi önemli bir paya sahiptir.

Düzce’de Arabacı Köyü Tarımsal Kalkınma Kooperatifi tarafından başlatılmış olan nohut, yer fıstığı, fasulye vb. ürünlerdeki organik tarım deneyimi; ilde farklı ürünlerde yaygınlaşma potansiyeli taşımaktadır.

4. MELEN HAVZASINDA PESTİSİT KULLANIMI

Pestisitler havzadaki tarımsal alandan kaynaklanan yayılı kirliliğin bir parçasını oluşturmaktadır. Aşırı miktarda kullanımları ve/veya yanlış kullanılmalarında ya da bilinçsizce tüketildiğinde zehirlilik problemi ortaya çıkarabilen mikrokirleticilerdir.

Tablo 4.1, 2004 ve 2005 yılları için Akçakoca ilçesi hariç Düzce İli'ne ait ilçelerdeki toplam pestisit tüketimini özetlemektedir. 2006 yılına ait veriler yılın ilk 6 ayı için kullanımları göstermektedir (Öztürk ve diğ., 2007).

Ek D'de havza genelinde kullanılan pestisit isimleri, ekilen her ürün çeşidi için uygulama zamanı ile yıllık tüketim değerleri detaylı olarak verilmektedir.

Tablo 4.1'den görüldüğü üzere, 2004 yılı pestisit tüketimi 182.748 kg-L olarak hesaplanmıştır. Bu değer, Düzce İl Çevre Durum Raporu'nda yer alan değerle (64.525 kg-L) çelişmektedir. Ancak Tarım İl Müdürlüğü'nden alınan verilerin daha sağlıklı olacağı düşünülmüştür (Öztürk ve diğ., 2007). 2005 yılı Tarım Master Planı'ndan 2005 yılı için elde edilen tarım arazisi ve yerel otoritelerden aynı yıl için sağlanan pestisit tüketimine dayanarak 2005 yılı için birim pestisit tüketimi Tablo 4.2'de gösterildiği gibi hesaplanabilmektedir. Bu hesaplama dayanarak, birim pestisit tüketimi 3,1 kg-L/ha olarak bulunmuştur. Önceki hesaplamalar ile karşılaştırıldığında bu değer daha gerçekçi gözükmemektedir ve ikinci bölümde bahsedilen Türkiye pestisit tüketim değerleri ile daha uyumludur. Yüksek pestisit kullanımında Batı Karadeniz Bölgesi, Ege ve Akdeniz Bölgelerini izlemektedir.

Tablo 4.1: Düzce İli İlçelerinde Toplam Pestisit Kullanımı (Akçakoca İlçesi hariç)

İlçeler	2004 Yılı Tüketimi (kg-L)	2005 Yılı Tüketimi (kg-L)	2006 Yılı İlk 6 Aylık Tüketimi (kg-L)
Merkez	68.426	71.079	56.860
Cumayeri	20.397	20.991	16.795
Çilimli	15.379	17.271	13.812
Gölyaka	15.823	16.463	13.171
Gümüşova	21.145	24.004	19.201
Kaynaşlı	7.249	8.185	6.546
Yığılca	34.329	38.946	31.182
TOPLAM	182.748	196.939	157.567

Tablo 4.2: 2005 Yılı Düzce İli İlçelerinde Birim Pestisit Tüketimi (Akçakoca İlçesi hariç)

2005 Yılı Düzce İli İlçelerinde Toplam Pestisit Kullanımı (Akçakoca İlçesi Hariç) (kg-L)	Toplam Ekili Arazi (ha)	Birim Alanda Pestisit Tüketimi (kg-L/ha)
196.939	64.238	3,1

Akçakoca ilçesi hariç Düzce ilçelerinde kullanılan 44 adet pestisit, pestisitlerin aktif maddelerine göre derlenmiştir ve kod numaraları ile birlikte EK E’de listelenmektedir.

Pestisit çeşitleri, kimyasal grupları ve her biri literatürden derlenmiş LD₅₀ değerlerine (Öztürk, 1997) dayalı zehirlilik sınıflarının yanı sıra 2004, 2005 ve 2006’nın ilk 6 aylık pestisit tüketim değerleri Tablo 4.3’de verilmektedir. Daha önce Bölüm 2.5’de belirtildiği gibi Ia, Ib ve II Sınıflarında yer alan pestisitler yüksek zehirlilikte pestisitlerdir. III ve IV Sınıflarına dahil olan pestisitler az zehirli, Liste 5’e dahil olan pestisitler ise zehirsiz olarak sınıflandırılmaktadır. Sınıflandırma için kabul edilen kriterler Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı tarafından çıkarılan “Zirai Mücadele İlaçlarının Toksikolojik Sınıflandırılmasına Yönelik Yönerge”den alınmış olup, Dünya Sağlık Teşkilatı’nın (WHO) sınıflandırması ile aynıdır. Dünya Sağlık teşkilatı mevcut sınıflandırmanın altına Cetvel 5 isimli bir bölüm ilave etmiştir. Yörede kullanılan ilaçların sınıflandırılmasında bu kriterler kullanılmış olup Cetvel 5, Liste 5 olarak ilave edilmiştir. Bu Liste 5’te yer alan ilaçlar normal kullanma dozunda akut zehirlenmeye neden olmayan ilaçlardır. Su Ürünleri Yönetmeliği’nde (Su Ürünleri Yönetmeliği, 1995) bazı pestisitlerin su ortamında tolere edilebilir sınır değerleri belirtilmektedir.

Tablo 4.3: Düzce İli İlçelerinde Pestisit Tüketimi (Akçakoca İlçesi hariç)

Pestisit (Aktif Madde)	Aktif Maddeye Göre Sınıflandırma	Kimyasal Grup	Fiziksel Durum	2004 Yılı Tüketimi (kg-L)	2005 Yılı Tüketimi (kg-L)	2006 Yılı (İlk 6 Ay) Tüketimi (kg-L)	Farelerde LD ₅₀ Oral Doz
2,4-D-Asit (Amin Tuzu) 500 g/l	Herbisit	Klorofenoksi Asit ya da Ester	Katı	339	383	306	375
2-4 D dimetilamin	Herbisit	Klorofenoksi Asit ya da Ester	Sıvı	1.167	1.330	1.063	-
Acetamiprid % 20	İnsektisit	Chloro-nicotinyl		59	64	52	-
Acetochlor 768 g/l.	Herbisit	Chloroacetanilide	Sıvı	3.246	3.673	2.938	2.950
Alphacypmethrin 100 g/l.	İnsektisit	Pyrethroid		38	32	27	79-400
Azinphos Metil % 2,5	İnsektisit	Organofosfor	Katı	15	21	19	16
Bakır oksiklorür % 50	Fungisit	İnorganik-Bakır	Katı	87	95	80	1.440
Benfuracarb 200 g/l	İnsektisit	Diğer Karbamat	Sıvı	1	4	3	205
Bensulfuron Metil+Metsulfuron Metil %8.25+1.75	Herbisit	Sulfonylurea	Katı+Katı	14	13	10	>5.000
Bispyribac-sodyum 400 g/l	Herbisit	Pyrimidinyloxybenzoic asit	Katı	6	5	4	2.635
Butraline 360 g/l.	Zirai Mücadelede Kullanılan Diğer Maddeler	2,6-Dinitroaniline	Katı	3.544	4.019	3.215	1.049
Captan % 50	Fungisit	Thiophthalimide	Katı	19	22	19	9.000
Karbaril % 5	İnsektisit	N-Metil Karbamat	Katı	125.129	134.451	107.561	300
Karbaril % 85	İnsektisit	N-Metil Karbamat	Katı	1.303	1.365	1.091	300
Karbosülfan 250 g/l	İnsektisit	Organofosfor	Sıvı	13.009	14.034	11.226	250

Tablo 4.3: Düzce İli İlçelerinde Pestisit Tüketimi (Akçakoca İlçesi hariç) (devamı)

Chlorpyrifos-Etil % 25	İnsektisit	Karbamat	Katı	2.056	2.322	1.857	163
Cymoxanil+Propineb % 6+70	Fungisit	Pyrethroid		116	118	92	1.196+8.500
Cypmethrin 200 g/l	İnsektisit	Pyrethroid	Sıvı	428	449	360	303-4.123
Deltamethrin 25 g/l	İnsektisit	Organofosfor	Katı	198	215	179	135-5.000
Diazinon 185 g/l	İnsektisit	Organofosfor	Sıvı	271	289	231	1.000
Dichlorvos 550g/l	İnsektisit	Organoklor	Sıvı	184	255	203	56-80
Endosulfan % 32,9	İnsektisit	Aryloxyphenoxy propionic Asit	Katı	1.524	1.725	1.377	80-110
Fenoxaprop-P-etil 75 g/l	Herbisit	Pyrethroid		11	10	8	>3040
Fluvalinate (Tau Fluvalinate olarak incelenmiştir)	İnsektisit	Sulfonylurea	Yağ	0	1	1	>3.000
Foramsulfuron 22,5 g/l	Herbisit	Phosphonoglycine		591	651	520	-
Glifosfat Isopropilamin Tuzu 480 g/l	Herbisit	Chloro-nicotinyl	Katı	23.660	24.957	19.964	4.230
İmidacloprid 200 g/l	İnsektisit	Pyrethroid	Katı	300	336	269	450
Lambda cyhalothrin 50 g/l	İnsektisit	Dithiocarbamate, İnorganik-Çinko	Katı	796	868	697	56
Mancozeb % 80	Fungisit	Dithiocarbamate	Katı	197	211	172	>8.000
Maneb % 80	Fungisit	Xylylalanine	Katı	32	43	35	6750
Metalaksil +Mancozeb % 8+64	Fungisit	Aldehyde	Katı+Katı	93	109	88	670+>8.000
Metalaksil-M + Acibenzolar-S-Metil	Fungisit	-	Katı+	1.515	1.781	1.424	670
Metaldehit % 5	Mollussisit	Sulfonylurea	Katı	131	145	119	227
Methidathion 426 g/l	İnsektisit	Organofosfor	Sıvı	58	67	52	25-45
Molinat 720 g/l	Herbisit	Thiocarbamate	Sıvı	762	862	690	720
Nicosulfuron 40 g/l	Herbisit	Sulfonylurea	Katı	3	2	2	>5.000
Omethoate 565 g/l	İnsektisit	Organofosfor	Sıvı	35	35	27	50

Tablo 4.3: Düzce İli İlçelerinde Pestisit Tüketimi (Akçakoca İlçesi hariç) (devam)

Paraquate 200 g/l	Herbisit	Bipyridylum	Katı	5	11	9	150
Parathion-Metil 360 g/l	İnsektisit	Organofosfor	Sıvı	1.339	1.446	1.160	14-24
Propanil 360 g/l	Herbisit	Anilide	Katı	320	356	285	1.400
Propaquizafop 100 g/l	Herbisit	Aryloxyphenoxy propionic Asit	Katı	30	35	28	>5.000
Propineb %70	Fungisit	Dithiocarbamate, İnorganik-Çinko	Katı	112	124	99	8.500
Rimsulfuron %25	Herbisit	Sulfonylurea	Katı	3	2	2	>5.000
Trichlorfon % 80	İnsektisit	Organofosfor	Katı	2	3	3	380

4.1 Çeşitli Özelliklere Göre Pestisitlerin Tanımlanması

Pestisitlerin topraktaki davranışlarını anlayabilmek için ilk etapta pestisitlerin bazı özelliklerinin bilinmesi gerekmektedir.

Pestisitlerin toksikolojik sınıflandırılmaları ve balık toksisiteleri WHO verilerine göre Tablo 4.4’de verilmektedir.

Tablo 4.4: Pestisitlerin Toksikolojik Bilgilere Göre Sınıflandırılması

Pestisit	Oral LD ₅₀ (mg/kg) Fare	Dermal LD ₅₀ (mg/kg) Tavşan	Toksosite Sınıfı (WHO)	Balık Toksitesisi
2,4-D-Asit (Herbisit)	375	-	II	Yüksek
2-4 D dimetilamin (Herbisit)	-	-	III	-
Acetamiprid (İnsektisit)	-	-	-	-
Acetochlor (Herbisit)	2950	-	III	Orta
Alphacypermethrin (İnsektisit)	79-400	-	Ib-II	-
Azinphos Metil (İnsektisit)	16	220	Ib	Orta/Yüksek
Bakır oksiklorür (Fungisit)	1.440	-	III	Düşük
Benfuracarb (İnsektisit)	205	>2.000	II	Orta
Bensulfuron Metil+Metsulfuron Metil* (Herbisit)	>5.000	>2.000	Liste 5	Düşük
Bispyribac-sodyum (Herbisit)	2.635	-	Liste 5	-
Butraline (Zirai Mücadelede Kullanılan Diğer Maddeler)	1.049	10.200	III	Yüksek
Captan (Fungisit)	9.000	-	Liste 5	Yüksek
Karbaril (İnsektisit)	300	2.000	II	Orta
Karbosülfan (İnsektisit)	250	>2.000	II	Yüksek
Chlorpyrifos-Etil (İnsektisit)	163	2.000	II	Yüksek
Cymoxanil*+Propineb (Fungisit)	1.196	>1.000	III	-
Cypermethrin (İnsektisit)	303-4.123	-	II- Liste 5	Yüksek
Deltamethrin (İnsektisit)	135-5.000	>2.000	II- Liste 5	Yüksek
Diazinon (İnsektisit)	1.000	379	II	Yüksek
Dichlorvos (İnsektisit)	56-80	59	Ib	Toksik
Endosulfan (İnsektisit)	80-110	74	II	Yüksek
Fenoxaprop-P-etil (Herbisit)	>3.040	-	Liste 5	-
Tau Fluvalinate (İnsektisit)	>3.000	>20.000	Liste 5	Yüksek
Foramsulfuron (Herbisit)	-	-	-	-
Glifosfat Isopropilamin Tuzu (Herbisit)	4.230	>5.000	Liste 5	Toksik değil
İmidacloprid (İnsektisit)	450	<5.000	II	Orta
Lambda cyhalothrin (İnsektisit)	56	-	Ib	Yüksek
Mancozeb (Fungisit)	>8.000	-	Liste 5	Orta/Yüksek
Maneb (Fungisit)	6.750	-	Liste 5	Yüksek

Tablo 4.4: Pestisitlerin Toksikolojik Bilgilere Göre Sınıflandırılması(devamı)

Metalaksil* +Mancozeb (Fungisit)	670+>8.000	>3.100	III+Liste 5	Toksik değil
Metalaksil-M + Acibenzolar- S-Metil* (Fungisit)	670	>3.100	III	-
Metaldehit (Mollussisit)	227	-	II	Toksik değil
Methidathion (İnsektisit)	25-45	375	Ib	Yüksek
Molinate (Herbisit)	720	>4.640	II	Düşük/Yüksek
Nicosulfuron (Herbisit)	>5.000	>2.000	Liste 5	Toksik değil
Omethoate (İnsektisit)	50	1.400	Ib	Düşük
Paraquate (Herbisit)	150	-	Ib	Düşük/Orta
Parathion-Metil (İnsektisit)	14-24	6.8	Ia-Ib	Orta
Propanil (Herbisit)	1.400	>3.900	III	Orta/Yüksek
Propaquizafop (Herbisit)	>5.000	-	Liste 5	-
Propineb (Fungisit)	8.500	>1.000	Liste 5	-
Rimsulfuron (Herbisit)	>5.000	-	Liste 5	-
Trichlorfon (İnsektisit)	380	>2.000	II	Yüksek

Havzada kullanılan pestisitlerin Kimyasal grup, kimyasal yapı, suda çözünürlük ve buhar basıncı gibi bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri Ek F' de verilmektedir.

Tablo 4.4 ve Ek F' de verilen bilgilerin ışığında havzada kullanılan en toksik pestisitler ve miktar olarak en fazla kullanılan pestisitler Tablo 4.5 ve Tablo 4.6'da verilmektedir. Havza ile ilgili hesaplamalar seçilen 17 pestisit için yapılmıştır.

Tablo 4.5: Melen Havzası'nda Kullanılan En Toksik Pestisitler

Pestisit	Kimyasal Yapı	Suda Çözünürlük	T _{1/2} (gün)	Koc (mg/lt)	GUS	Toksisite Sınıfı
Alphacypmethrin (İnsektisit)	C ₂₂ H ₁₉ NO ₃ Cl ₂	20-25 °C de 0,004 mg/L	30	100.000	-1,47712	Ib-II
Azinphos Metil (İnsektisit)	C ₁₀ H ₁₂ N ₃ O ₃ PS ₂	25 °C de 30 mg/L	10	1.000	1	Ib
Dichlorvos (İnsektisit)	-	10.000 mg/L	1	30	-0,75946	Ib
Lambda cyhalothrin (İnsektisit)	-	20 °C de 0,005 mg/L	30	180.000	-1,85419	Ib
Methidathion (İnsektisit)	C ₆ H ₁₁ N ₂ O ₄ PS ₃	20 °C de 240 mg/L	7	400	1,181396	Ib
Omethoate (İnsektisit)	-	-	-	-	-	Ib
Paraquate (Herbisit)	-	20 °C de 700.000 mg/L	1.000	1.000.000	-6	Ib
Parathion-Metil (İnsektisit)	-	25 °C de 55-60 mg/L	14	5.000	0,345019	Ia-Ib

Tablo 4.6: Melen Havzası'nda Fazla Tüketilen Pestisitler

Pestisit (Aktif Madde)	Kimyasal Yapı	Suda Çözünürlük	T _{1/2} (gün)	Koc(mg/lt)	GUS	Toksisite Sınıfı
2-4 D dimetilamin	(CH ₃) ₂ NH / C ₂ H ₇ N	10 mg/L	10	10	2,69897	III
Acetochlor 768 g/l.	-	25 °C de 23 mg/L	-	-	-	III
Butraline 360 g/l.	-	-	-	-	-	III
Karbaril % 5	-	30 °C de 40 mg/L	10	300	1,52287875	II
Karbosülfan 250 g/l	C ₂₀ H ₃₂ N ₂ O ₃ S	25 °C de < 170 mg/L	-	-	-	II
Chlorpyrifos-Etil % 25	C ₉ L ₁₁ Cl ₃ NO ₃ PS	35 °C de 2 mg/L	7	3.000	0,4418838	II
Endosulfan % 32,9	C ₉ H ₁₆ C ₁₆ O ₃ S	22 °C de 0,32 mg/L	50	12.400	-0,15872064	II
Glifosfat Isopropilamin Tuzu 480 g/l	C ₃ H ₈ NO ₅ P	25 °C de 12.000 mg/L	47	24.000	-0,6357504	Liste- 5
Metalaksil *1+ Mancozeb	-	20-25 °C de 7100 mg/L	70	50	4,24562594	III
Parathion-Metil 360 g/l	-	25 °C de 55-60 mg/L	14	5.000	0,34501892	Ia-Ib

4.2 Pestisitlerin Taşınım ve Dönüşümleri ile İlgili Tahmin Çalışması

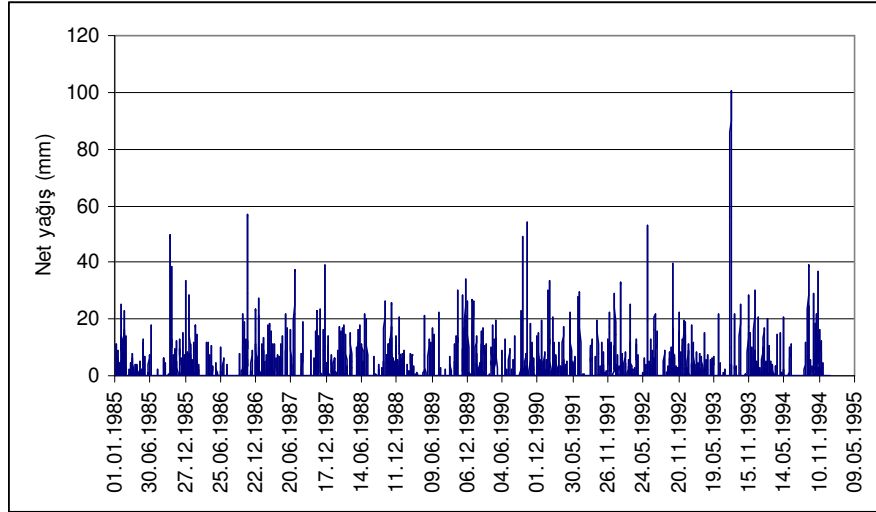
Bu bölümde Melen Havzası, Düzce ili ilçelerinde kullanılmış olan pestisitlerden Bölüm 4.1’de seçilen ve hesaplamalarda kullanılabilmesi için ihtiyaç duyulan yarılanma ömür değerleri literatürden bulunan 13 pestisit için yüzeysel akış ve mikrobiyolojik ayrışma yolu ile gerçekleşen taşınım ve dönüşüm yüzdelерinin tahmin edilmesine çalışılacaktır.

4.2.1 Yüzeysel Akış Tahmin Çalışması

Yüzeysel akış hesaplamalarının ve değеrlendirmelerinin yapılabilmesi için öncelikle net yağış hesaplarının yapılması gerekmektedir.

Net Yağışın Hesaplanması

Düzce istasyonu yağış ve buharlaşma verileri Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü’nden 1975-2006 yılları arasında günlük olarak temin edilmiştir. Net yağış hesabı için yağış olan günlerde, yağış ve buharlaşmanın farkları alınmıştır. Buharlaşmanın yağıştan fazla olduğu durumlarda net yağışın sıfır mm olduğu kabul edilmiştir. Hesaplanan net yağış değеrleri Şekil 4.1’de gösterilmektedir.

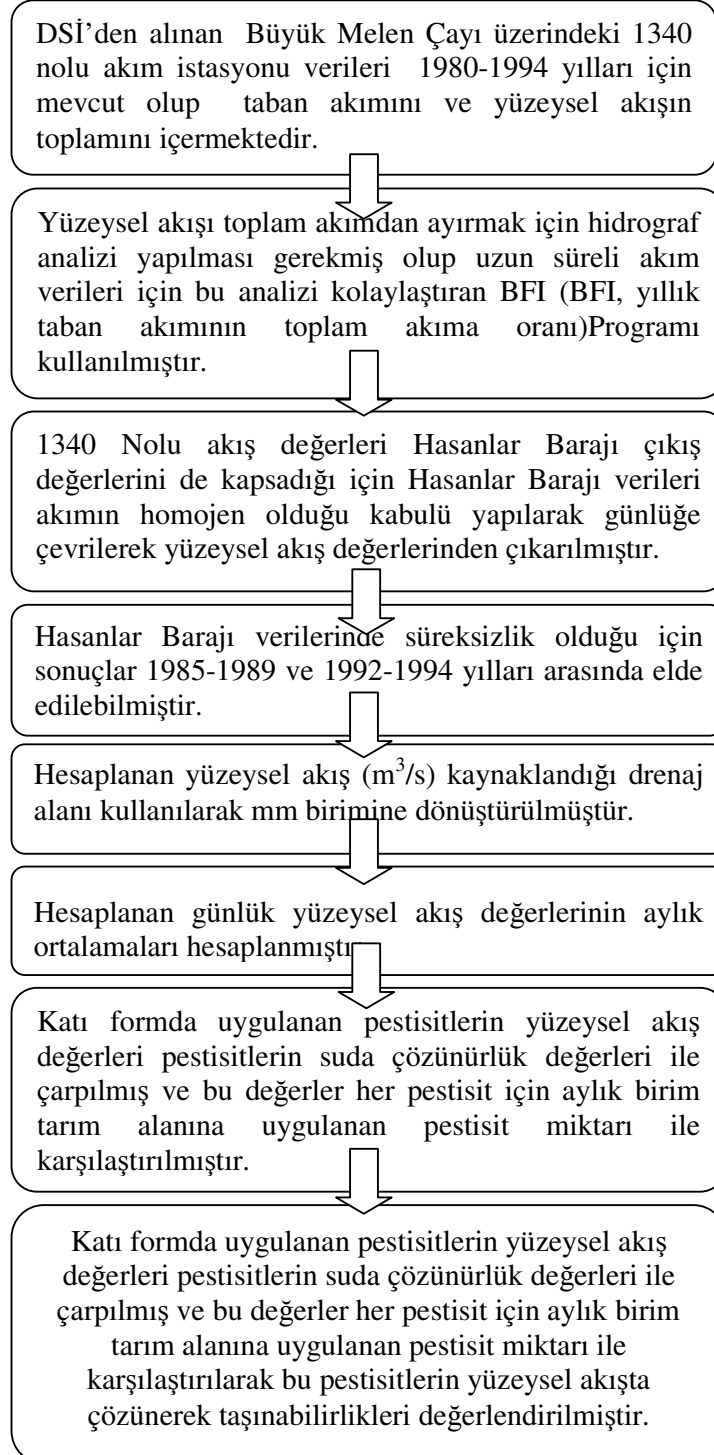


Şekil 4.1: Hesaplanan Net Yağış

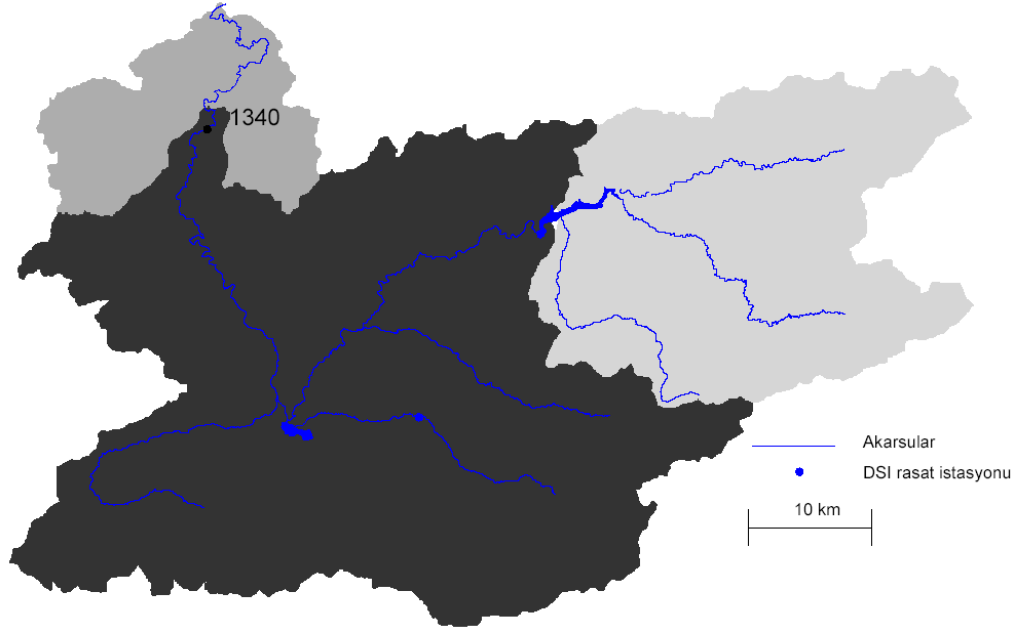
Net yağış, yüzeysel akışın net yağışa oranının hesaplanmasında kullanılacaktır.

Yüzeysel Akışın Hesaplanması

Melen Havzasında kullanılan pestisitlerin yüzeysel akışla taşınabilirliğinin hesabı için yapılan çalışmalar aşağıdaki akış diyagramı ile özetlenmiştir.

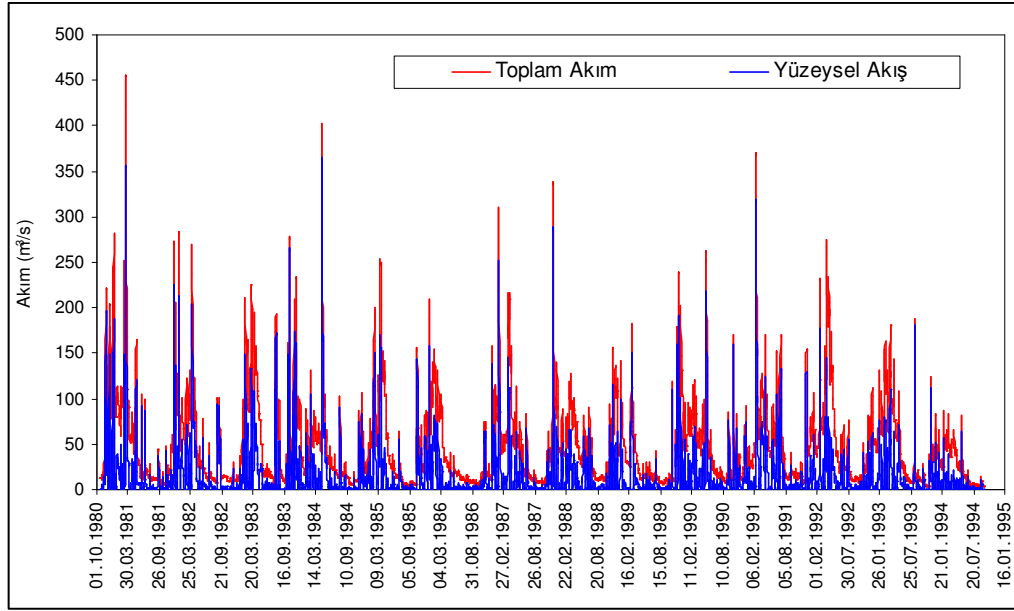


DSİ akım ölçümü verileri Büyük Melen Çayı üzerinde 1340 numaralı akım gözlem istasyonunda 1980-1994 yılları için mevcuttur. 1340 numaralı istasyonun havza içerisindeki konumu Şekil 4.2’de gösterilmektedir. Bu akım verileri yüzeysel akış ve taban akımı (base flow) toplamına eşittir. Yüzeysel akış hesabı için toplam akımdan taban akımının farkının alınması gerekmiştir. Yüzeysel akış ve taban akımını birbirinden ayırmak için hidrograf analizi yapılmıştır.



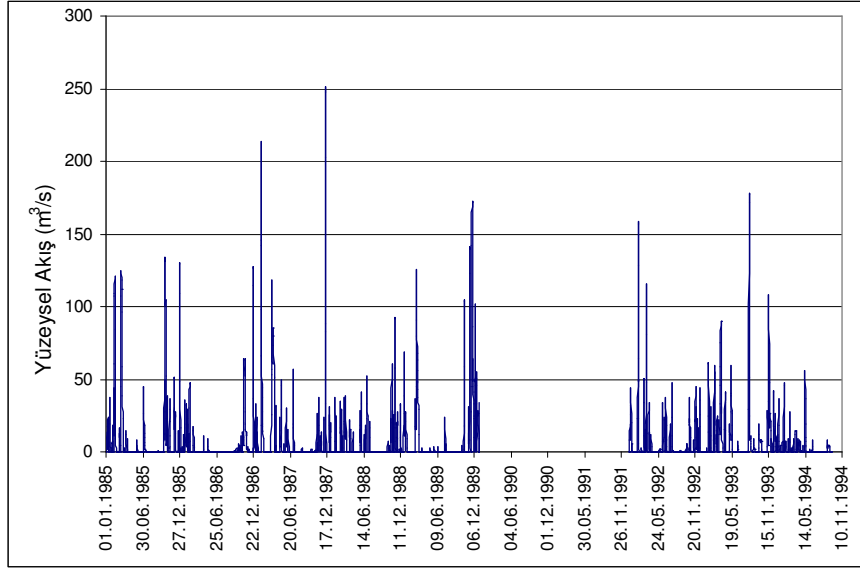
Şekil 4.2: DSİ'nin 1340 Numaralı Akım Rasat İstasyonunun Konumu

Uzun süreli akım verilerinin hidrograf analizini yapmak zor ve zahmetli bir işlem olduğu için bu analizler Wahl ve Wahl (2006) tarafından geliştirilen BFI programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bu program düzenlenmemiş/islak edilmemiş akarsularda yıllık taban akımı indeksini (BFI, yıllık taban akımının toplam akıma oranı) birden çok yıl ve bir veya daha çok akım rasat istasyonu verisini kullanarak hesaplayabilmektedir. Melen Havzası'ndaki 1340 nolu istasyondaki akım verileri ile yapılan hidrograf analizi sonucu elde edilen yüzeysel akış verileri Şekil 4.3’de gösterilmektedir.



Şekil 4.3: Hidrograf Analizi Sonucu Elde Edilen Yüzeysel Akış Verileri

Şekil 4.3'den de görüldüğü gibi 1340 numaralı istasyonda ölçülen debiler Hasanlar Barajı çıkış akımlarını da içermektedir. Baraj çıkış akımlarının dâhil olduğu akımlar kullanılarak yağış akış ilişkilerinin sağlıklı olarak belirlenmesi mümkün değildir. Bu nedenle 1340 nolu istasyondaki akımlardan Hasanlar Barajı çıkış akımları çıkarılmıştır. Yüzeysel akışları oluşturan drenaj alanı 1340 nolu istasyonun memba tarafında kalan alandan Hasanlar Baraj Gölü'nün havzasının tüm alanının (667 km^2) çıkarılmasıyla elde edilen alan olarak kabul edilmiştir. Bu alan 1528 km^2 'dir. Hasanlar Barajı çıkış akım verileri 1985-2005 yılları için, aylık bazda, milyon m^3 biriminde mevcuttur. 1340 nolu istasyondaki akım verilerinin ve Hasanlar Baraj çıkışındaki akım verilerinin tarihleri karşılaştırıldığında ve verilerdeki süreksizlikler çıkarıldığında, yüzeysel akış hesaplarının 1985-1989 ve 1992-1994 yılları için yapılabileceği görülmüştür. 1340 nolu istasyonun akım verileri günlük olarak mevcut olduğundan, Hasanlar Barajı çıkış akımları, ay içerisinde homojen oldukları kabul edilerek günlük çıkış akımları m^3/s biriminde hesaplanmıştır. Hesaplanan bu çıkış akımları 1340 nolu istasyonun akım verilerinden çıkarılarak daha önce hidrograf analizi ile hesaplanmış olan yüzeysel akışlar düzeltilmiştir (Şekil 4.4).



Şekil 4.4: Hesaplanan Yüzeysel Akış

Hesaplanan yüzeysel akış (m^3/s) kaynaklandığı drenaj alanı kullanılarak mm birimine dönüştürülmüştür. Bu veriler yüzeysel akışla pestisit taşınımı ile ilgili değerlendirmeler için kullanılmıştır. Hesaplanan günlük yüzeysel akış değerlerinin aylık ortalamaları hesaplanmıştır.

Katı formda uygulanan pestisitlerin yüzeysel akış değerleri pestisitlerin suda çözünürlük değerleri ile çarpılmış ve bu değerler her pestisit için aylık birim tarım alanına uygulanan pestisit miktarı ile karşılaştırılmış ve pestisit o ay içerisinde çözünerek yüzeysel akışla taşınım olasılığı değerlendirilmiştir. Bu değerlendirme yapılırken uygulanan pestisitinin tamamının zeminde kaldığı ve başka herhangi bir taşınma ya da dönüşüme uğramadığı kabulü yapılmıştır.

Tablo 4.7’de katı formda uygulanan seçilmiş 8 pestisit için yapılan hesaplamalar verilmektedir. Bu hesaplamalara göre Azinfos-Metil, Chlorpyrifos-Etil, Glifosfat İsopropilamin Tuzu, Karbaril, Metalaksil ve Paraquatın uygulandığı her ay yüzeysel akışta çözünebileceği ve bu yolla alıcı ortama taşınabileceği görülmüştür. Bu karşılık; Lambda Cyhalothrinin hiçbir ay yüzeysel akışta çözünmediği, dolayısıyla yüzeysel akışla taşınımının gerçekleşmeyeceği, Endosülfanın ise yılın belli aylarında (Mart, Ağustos) yüzeysel akışta çözüldüğü, Nisan ayında ise uygulanan miktarın fazla ve tahmin edilen yüzeysel akış değerinin az olması sebebiyle yüzeysel akışta çözünemeyeceği düşünülmektedir.

Tablo 4.7: Pestisitlerin Yüzeysel Akışla Taşınabilirliği

Pestisitler	AY	YIL				Tarım Alanı	Birim Tarım Alanına Düşen Pestisit Miktarı		Pestisit Suda Çözünürlüğü	Ortalama Yüzeysel Akış	Ortalama Yüzeysel Akışta Çözünebilecek Pestisit Miktarı		Pestisit Yüzeysel Akışla Taşınabilirliği
		2004	2005	2006	Ortalama		kg/m ²	mg/m ²			mg (günlük)	mg (aylık)	
						m ²			mg/L	mm/gün			
Azinfos-Metil	Nisan	7,5	10,5	9,5	9,17	381.400.000	2,40343E-08	0,02403	30	0,19981	5,99420	179,82597	çözünür, taşınabilir
	Ağustos	7,5	10,5	9,5	9,17	381.400.000	2,40343E-08	0,02403	30	0,12160	3,64801	113,08821	çözünür, taşınabilir
Chlorpyrifos-Etil	Nisan	63	71	56,5	63,50	381.400.000	1,66492E-07	0,16649	2	0,19981	0,39961	11,98840	çözünür, taşınabilir
	Mayıs	965	1.090	872	975,67	381.400.000	2,55812E-06	2,55812	2	0,18401	0,36803	11,40882	çözünür, taşınabilir
	Haziran	965	1.090	872	975,67	381.400.000	2,55812E-06	2,55812	2	0,12334	0,24669	7,40067	çözünür, taşınabilir
	Ağustos	50,5	57	45	50,83	381.400.000	1,33281E-07	0,13328	2	0,12160	0,24320	7,53921	çözünür, taşınabilir
	Mart	578	653	521	584,00	381.400.000	0,000002	1,5312	0,32	0,86779	0,27769	8,60844	çözünür, taşınabilir
Endosülfan	Nisan	762	860,5	698,5	773,67	381.400.000	2,02849E-06	2,02849	0,32	0,19981	0,06394	1,91814	çözünmez, taşınmaz
	Ağustos	184	207,5	177,5	189,67	381.400.000	4,97291E-07	0,49729	0,32	0,12160	0,03891	1,20627	çözünür, taşınabilir

Tablo 4.7: Pestisitlerin Yüzeysel Akışla Taşınabilirliği (devamı)

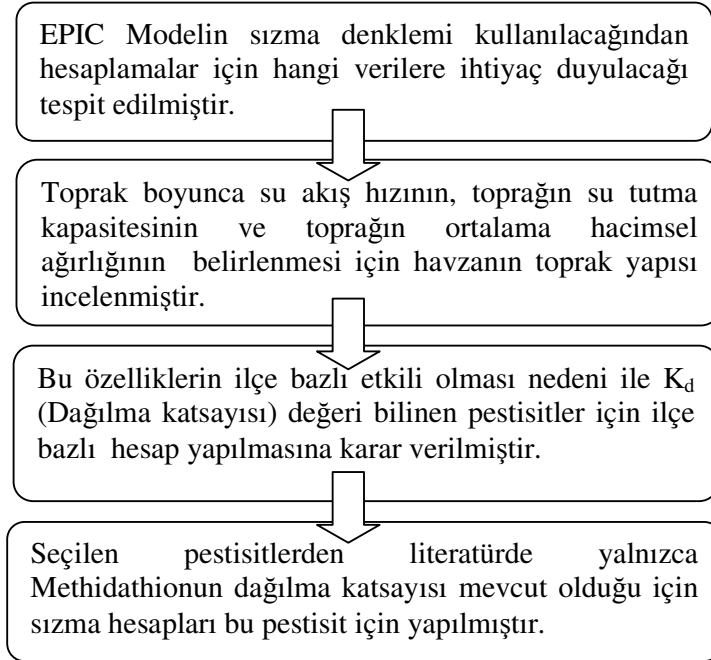
Glifosfat İsopropilamin Tuzu	Şubat	11.830	12.479	9.982	11.430,17	381.400.000	2,9969E-05	29,969	12.000	0,67956	8.154,70	228.331,47	çözünür, taşınabilir
	Mart	11.830	12.479	9.982	11.430,17	381.400.000	2,9969E-05	29,969	12.000	0,86779	10.413,43	322.816,45	çözünür, taşınabilir
Karbaril	Mart	3.682	3.942	3.758	3.793,87	381.400.000	9,94721E-06	9,94721	40	0,86779	34,71145	1.076,05	çözünür, taşınabilir
	Nisan	3.682	3.942	3.758	3.793,87	381.400.000	9,94721E-06	9,94721	40	0,19981	7,99227	239,77	çözünür, taşınabilir
Lambda Cyhalothrin	Mart	282,5	305	246	277,83	381.400.000	7,28457E-07	0,72846	0,005	0,86779	0,00434	0,13451	çözünmez, taşınmaz
	Nisan	398	434	348,5	393,50	381.400.000	0,000001	1,03173	0,005	0,19981	0,00100	0,02997	çözünmez, taşınmaz
	Mayıs	115,5	129	102,5	115,67	381.400.000	0,00000030	0,30327	0,005	0,18401	0,00092	0,02852	çözünmez, taşınmaz
Metalaksil	Nisan	3,72	4,36	3,52	3,87	381.400.000	1,01381E-08	0,01014	7.100	0,19981	1.418,63	42.558,81	çözünür, taşınabilir
	Mayıs	757,5	890,5	712	786,67	381.400.000	2,06258E-06	2,06258	7.100	0,18401	1.306,49	40.501,30	çözünür, taşınabilir
	Haziran	757,5	890,5	712	786,67	381.400.000	2,06258E-06	2,06258	7.100	0,12334	875,74590	26.272,38	çözünür, taşınabilir
	Ağustos	3,72	4,36	3,52	3,87	381.400.000	1,01381E-08	0,01014	7.100	0,12160	863,36158	26.764,21	çözünür, taşınabilir
Paraquate	Şubat	2,5	5,5	4,5	4,17	381.400.000	1,09247E-08	0,01092	700.000	0,67956	475.690,56	13.319.335,65	çözünür, taşınabilir
	Mart	2,5	5,5	4,5	4,17	381.400.000	1,09247E-08	0,01092	700.000	0,86779	607.450,31	18.830.959,71	çözünür, taşınabilir

4.2.2 Sızma Çalışması

Havza içerisinde sızma yolu ile gerçekleşen pestisit taşınımları ile ilgili yorum yapabilmek için hesaplamalarda EPIC Modelin sızma hesap denklemi kullanılacaktır.

EPIC Model 1980'li yılların başlarında erozyonun verimlilik üzerindeki etkilerini değerlendirilebilmesi amacı ile geliştirilmiştir. EPIC su kalitesi ile ilgili yönetim stratejileri etkilerine karar verilmesi için de kullanılabilmektedir. EPIC Modelinin en önemli bileşenleri; simülasyon, hidroloji, rüzgar ve su erozyonu, sedimentasyon, rüzgar tahribatları, besin zinciri, haşere tahribatı ve pestisit kontrolü, pestisit hareketleri, bitki büyümesi, küresel ısınma varlığında bitki büyümesi, toprak sıcaklığı, toprağın sürülmesi, iktisadi değerler ve bitki kontrolüdür.

EPIC yönetim sistemlerinin ve bu sistemlerin azot, fosfor, pestisitler ve sediment üzerindeki etkilerinin karşılaştırılmasında kullanılabilmektedir. Yönetim seçenekleri ürün rotasyonu, tarlanın sürülmesi, sulama, drenaj, ark açılması, kireçleme, otlatma, gübre işleme tarzı, arsa ve lagünlerde otomatik lagün pompalama ile sulama yapılması ve besin ve pestisit uygulamalarını içermektedir (William ve diğ., 1983, 1985).



Sızma hesaplamalarının nasıl yapıldığına dair özet akış diyagramı yukarıda verilmektedir.

$$GP = GP_0 \times \exp\left(\frac{-f}{0,01 \times SW \times 0,1(K_d) \times BD}\right) \quad (4.1)$$

GP_0 : Pestisit in toprak yüzeyinden 10 mm derinlik tabakasındaki başlangıç miktarı, kg/ha

GP : Pestisit in tabaka boyunca geçen akıntı (mm) sonucunda kalan miktarı

f : Tabaka boyunca su akış hızı, mm/saat,

$SW(STK)$: Su tutma kapasitesi, mm

K_d : Dağılma katsayısı, m³/t

$OHA(BD)$: Ortalama hacimsel ağırlık, t/m³

Formülde bahsedilen katsayılarla ulaşabilmek için havzanın toprak yapısı daha detaylı incelenmiştir.

Sızma denklemi hesaplamalar bölümü için seçilmiş olan 17 pestisitten EK G’de gösterilen sızma eğilimlerine göre belirlenen ve hesaplamaların yapılabilmesi için K_d sabit değeri literatürde mevcut olan Methidation uygun bulunmuştur. Methidation her ilçede miktarı çok az da olsa kullanılmaktadır ve toksik özelliği nedeniyle sızma % si önem taşımaktadır.

Düzce Merkez İlçesi Sızma Hesabı:

GP_0 : 1 kg/ha (kabul edildi)

f : 25 mm/sa

STK : 51 mm

K_d : 4,72 m³/t

OHA : 1,56 t/m³

$$GP = GP_0 \times \exp\left(\frac{-f}{0,01 \times SW \times 0,1(K_d) \times BD}\right)$$

$GP = 1,94 \times 10^{-9}$ kg/ha

Sızma Yüzdesi= % 99

Bu değer Cumayeri, Gölyaka, Gümüşova ve Kaynaşlı İlçeleri için de geçerlidir.

Çilimli İlçesi Sızma Hesabı:

GP_0 : 1 kg/ha (kabul edildi)

f	: 20 mm/sa
STK	: 85 mm
K _d	:4,72 m ³ /t
OHA	:1,34 t/m ³

$$GP = GP_0 \times \exp\left(\frac{-f}{0,01 \times SW \times 0,1(K_d) \times BD}\right)$$

$$GP = 1,38 \times 10^{-6} \text{ kg/ha}$$

$$\text{Sızma Yüzdesi} = \% 99$$

Yığılca İlçesi Sızma Hesabı:

GP ₀	: 1 kg/ha (kabul edildi)
f	: 2,5 mm/sa
STK	: 100 mm
K _d	:4,72 m ³ /t
OHA	:1,2 t/m ³

$$GP = GP_0 \times \exp\left(\frac{-f}{0,01 \times SW \times 0,1(K_d) \times BD}\right)$$

$$GP = 0,2 \text{ kg/ha}$$

$$\text{Sızma Yüzdesi} = \% 80$$

Methidathion hesaplanan GUS değerine göre değerlendirildiğinde sızma eğilimi düşük olmasına rağmen EPIC modele göre değerlendirildiğinde uygulandığı toprağın özelliklerine bağlı olarak sızma eğilimi göstermektedir. Toprağın Su Tutma Kapasitesi ve Ortalama Hacimsel Ağırlık değerlerine göre Düzce Merkez, Cumayeri, Çilimli, Gölyaka, Gümüşova ve Kaynaşlı ilçelerinde % 99 oranında sızma ihtimali olduğu, Yığılca ilçesinde ise bu oranın % 80 olduğu hesaplanmıştır.

4.2.3 Biyolojik Bozunma Çalışması

Pestisitlerin genellikle birinci derece reaksiyonla ayrıştıkları kabul edilmektedir. Bu durumda:

$$\frac{dC}{dt} = -k \cdot C \quad (4.2)$$

4.2 denkleminin çözümü şöyledir:

$$C = C_0 \exp(-k \cdot t) \quad (4.3)$$

Burada,

C: Herhangi bir zamandaki konsantrasyon

C₀: Başlangıç konsantrasyonu

t: Zaman

k: Ayırışma hızı

Pestisitler için literatürde ayırışma hızı yerine genellikle yarılanma ömrü rapor edilmektedir. Yarılanma ömrü (t_{1/2}) başlangıç konsantrasyonunun yarıya düştüğü

($\frac{C}{C_0} = 0.5$) zaman olarak tanımlanmaktadır.

Bu durumda 4.3 denkleminde:

$$\frac{C}{C_0} = \exp(-k \cdot t) \Rightarrow 0.5 = \exp(-k \cdot t_{1/2}) \Rightarrow \ln(0.5) = -k \cdot t_{1/2} \Rightarrow k = -\frac{\ln(0.5)}{t_{1/2}} \Rightarrow$$

$$k = -\frac{(-0.693)}{t_{1/2}} \text{ elde edilir.}$$

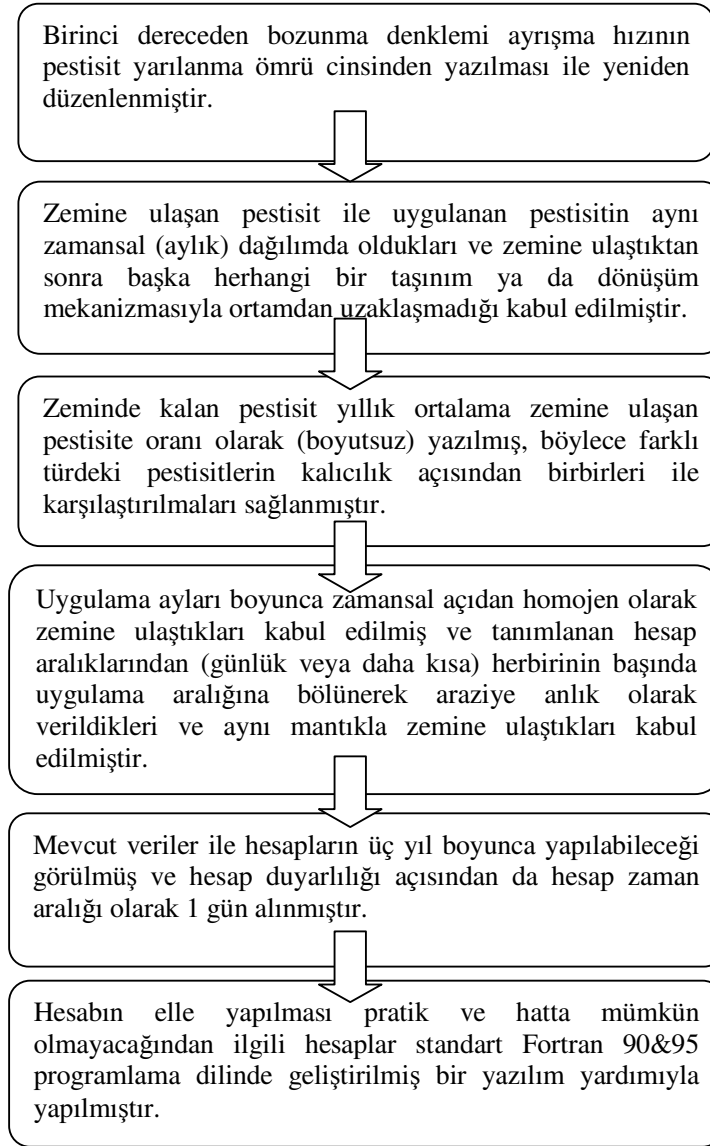
Bu durumda 4.3 denklemini

$$C = C_0 \exp\left(-\frac{0.693}{t_{1/2}} \cdot t\right) \quad (4.4)$$

halini almaktadır.

Bu çalışma kapsamında ayırışma hesaplarında 4.4 denklemini esas alınmış ve zemine ulaşan pestisit ile uygulanan pestisit aynı zamansal (aylık) dağılımda oldukları ve zemine ulaştıktan sonra başka herhangi bir taşınım ya da dönüşüm mekanizmasıyla ortamdan uzaklaşmadığı kabul edilerek zeminde kalan pestisit zamana göre hesaplanmıştır. Zeminde kalan pestisit yıllık ortalama zemine ulaşan pestisite oranı olarak yazılmış, böylece boyutsuz hale getirilerek farklı türdeki pestisitlerin kalıcılık açısından birbirleri ile karşılaştırılmaları mümkün olmuştur.

Biyolojik bozunma hesaplarının nasıl yapıldığına ilişkin özet akış diyagramı aşağıda verilmektedir.

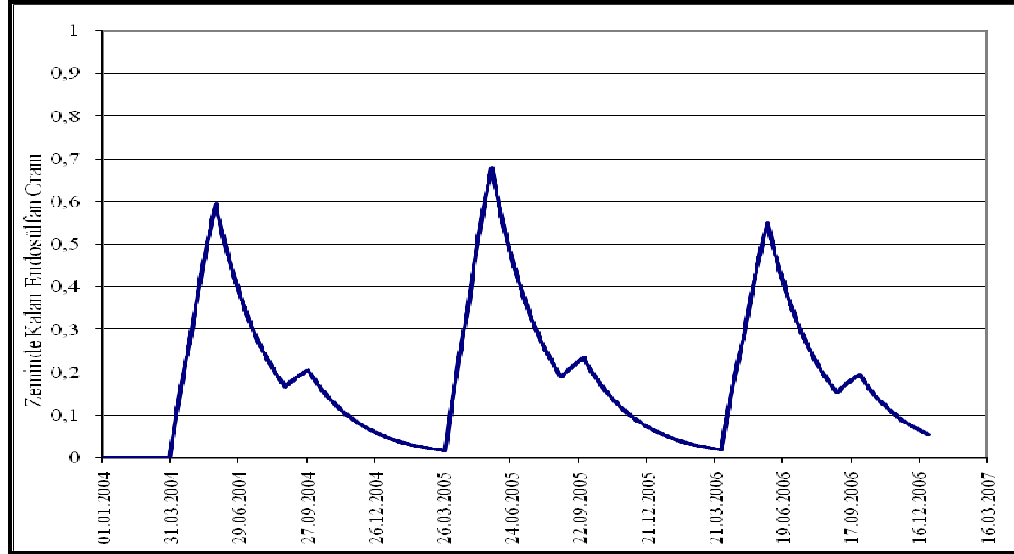


Pestisitlerin, uygulama ayları boyunca zamansal açıdan homojen olarak zemine ulaştıkları kabul edilmiş ve tanımlanan hesap aralıklarından (günlük veya daha kısa) herbirinin başında uygulama aralığına bölünerek araziye anlık olarak verildikleri ve aynı mantıkla zemine ulaştıkları düşünülmüştür.

Mevcut veriler gözönünde bulundurulduğunda bu hesapların üç yıl boyunca yapılabileceği görülmüş ve hesap duyarlılığı açısından da hesap zaman aralığı olarak 1 gün alınmıştır. Bu durumda yarılanma süresini kullanan bozunma denkleminin ve yardımcı işlemlerinin her pestisit için 1095 kere (1 günlük aralıkla 3 yıl) uygulanması gerekmektedir. Bu hesabın elle yapılması pratik ve hatta mümkün

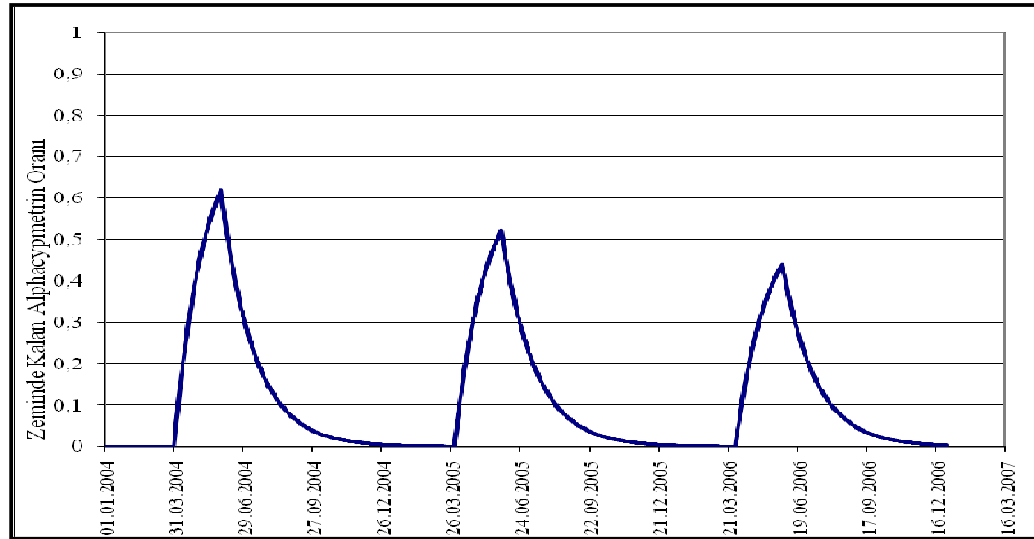
olmayacağından ilgili hesaplar standart Fortran 90&95 programlama dilinde geliştirilmiş bir yazılım yardımıyla yapılmıştır.

Hesaplamalar için kullanılan yazılımın kaynak kodu EK H’da, programın kullanımı ile ilgili ayrıntılı bilgi ise EK I’da verilmektedir.



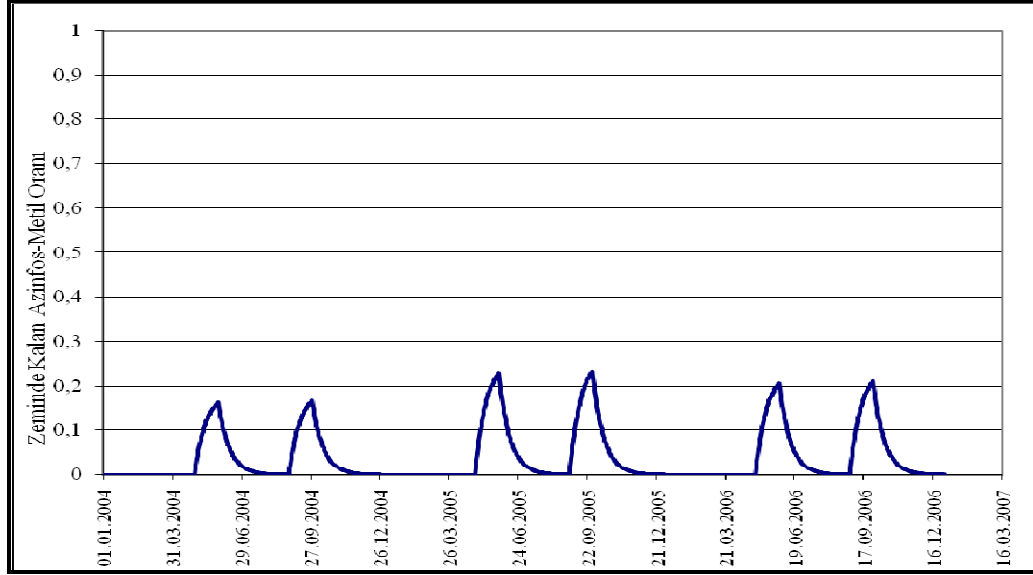
Şekil 4.5: Toprakta Anlık Bulunan Endosülfanın Yıllık Zemine Ulaşan Ortalama Miktarına Oranı

Şekil 4.5’te toprakta anlık bulunan Endosülfanın yıllık zemine ulaşan ortalama miktarına oranı verilmektedir. Grafiğe göre 3 yıllık süreç sonunda zeminde kalan Endosülfan oranının 0,05 civarında olduğu görülmektedir.

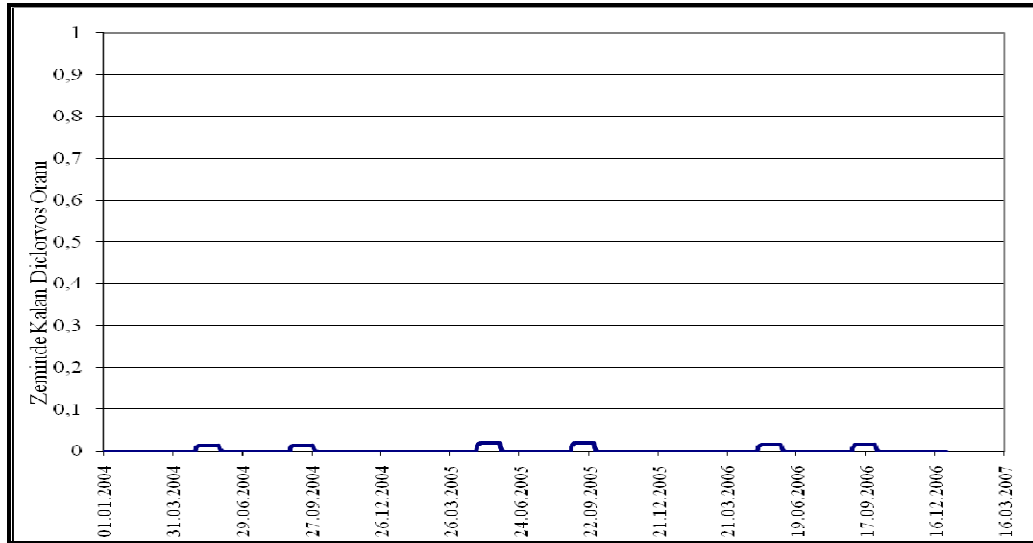


Şekil 4.6: Toprakta Anlık Bulunan Alphacypmetrinin Yıllık Zemine Ulaşan Ortalama Miktarına Oranı

Şekil 4.6'da toprakta bulunan Alphacypmetrinin yıllık zemine ulaşan ortalama miktarına oranı verilmektedir. Grafiğe göre zemine ulaşan pestisit yaklaşık 7 aylık sürede neredeyse tamamının biyolojik olarak bozunduğu ve bir sonraki yılın uygulama zamanına kadar geçen sürede sıfıra çok yakın değerlerde seyrettiği görülmektedir.



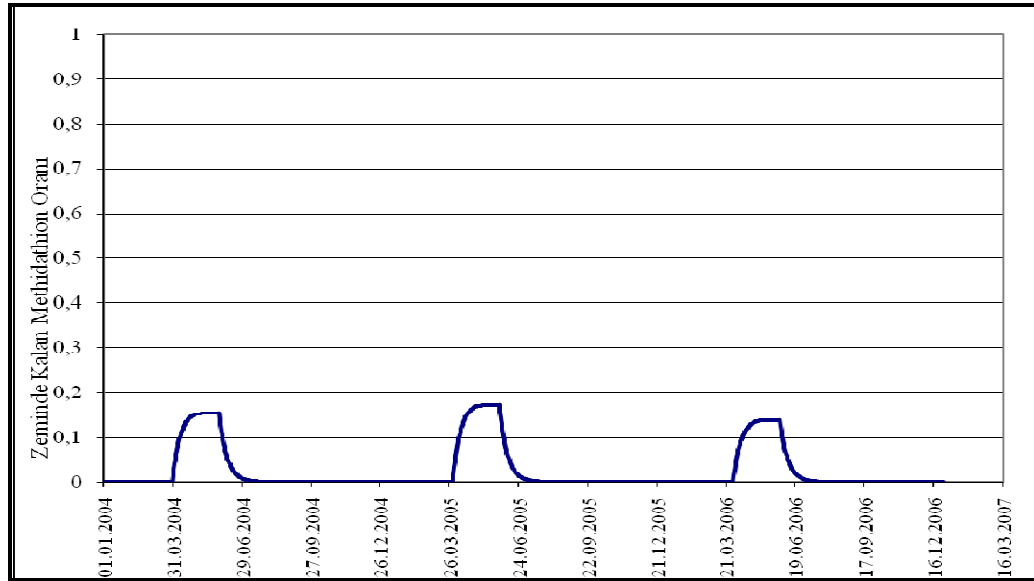
Şekil 4.7: Toprakta Anlık Bulunan Azinphos-Metilin Yıllık Zemine Ulaşan Ortalama Miktarına Oranı



Şekil 4.8: Toprakta Anlık Bulunan Dieldrinin Yıllık Zemine Ulaşan Ortalama Miktarına Oranı

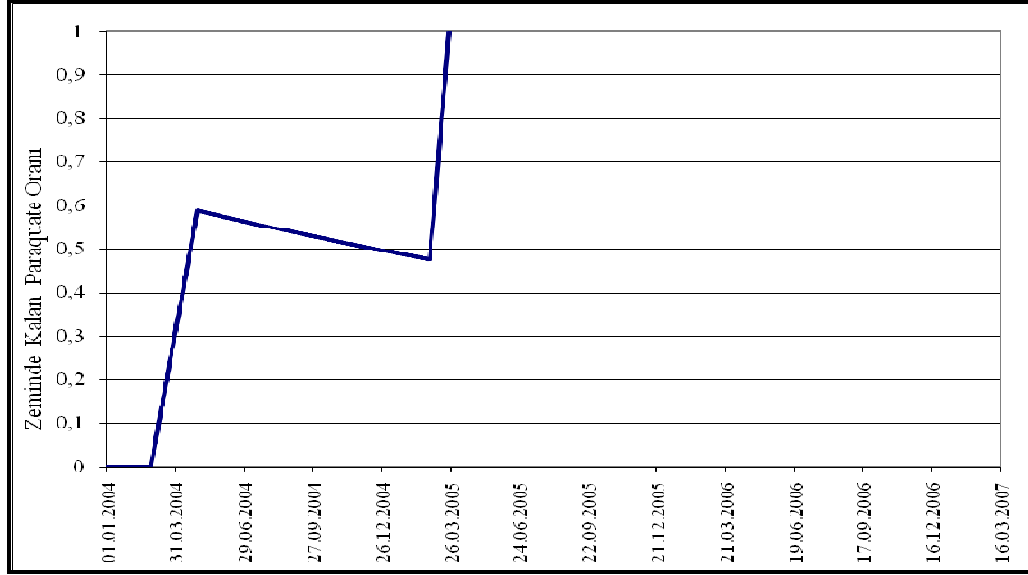
Şekil 4.7’de toprakta bulunan Azinfos-Metilin yıllık zemine ulaşan ortalama miktarına oranı verilmektedir. Grafiğe göre zemine ulaşan pestisit yaklaşık iki aylık sürede neredeyse tamamının biyolojik olarak bozunduğu ve bir sonraki yılın uygulama zamanına kadar geçen sürede sıfıra çok yakın değerlerde seyrettiği görülmektedir. Ayrıca Azinfos-Metilin yarılanma süresinin düşük olması sebebiyle yıl içerisinde ikinci uygulama süresine kadar bozunma tam olarak gerçekleşmiş olduğu anlaşılmaktadır.

Şekil 4.8’de toprakta bulunan Diclorvosun yıllık zemine ulaşan ortalama miktarına oranı verilmektedir. Grafiğe göre pestisit uygulanma zamanından birkaç gün sonra tamamen bozunmaktadır ve yılın ikinci uygulanma süresine kadar zeminde kalan Diclorvos oranının neredeyse sıfır olduğu görülmektedir.



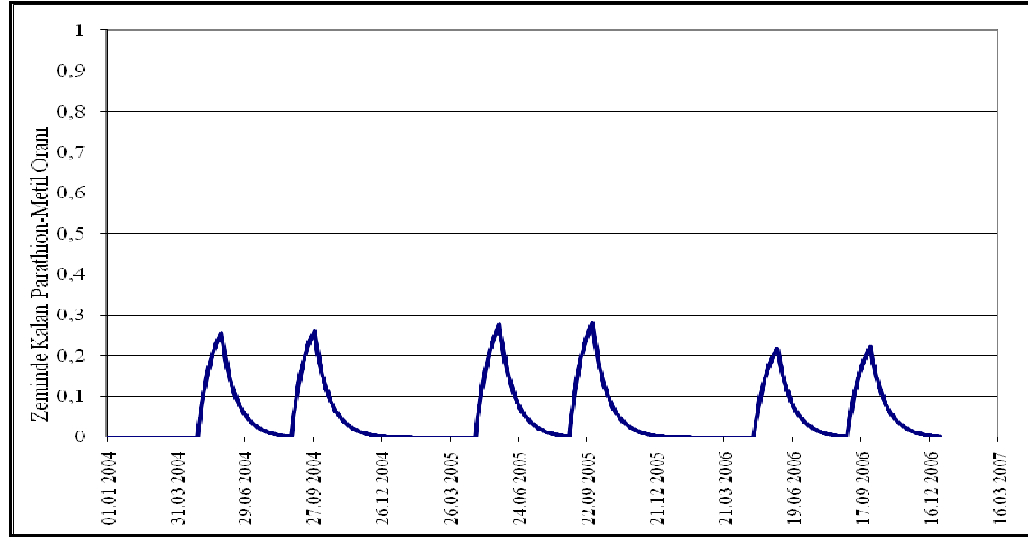
Şekil 4.9: Toprakta Anlık Bulunan Methidathionun Yıllık Zemine Ulaşan Ortalama Miktarına Oranı

Şekil 4.9’da toprakta bulunan Methidathionun yıllık zemine ulaşan ortalama miktarına oranı verilmektedir. Grafiğe göre zemine ulaşan Methidathion yaklaşık 3 aylık sürede sıfıra yakın değerlere ulaşmaktadır. Uygulama aylarının Nisan-Mayıs olması nedeniyle bu pestisit yılın ikinci yarısında ve bir sonraki yılın ilk çeyreğinde zeminde ölçülemeyecek (yaklaşık sıfır) oranlarda bulunmaktadır.



Şekil 4.10: Toprakta Anlık Bulunan Parathionun Yıllık Zemine Ulaşan Ortalama Miktarına Oranı

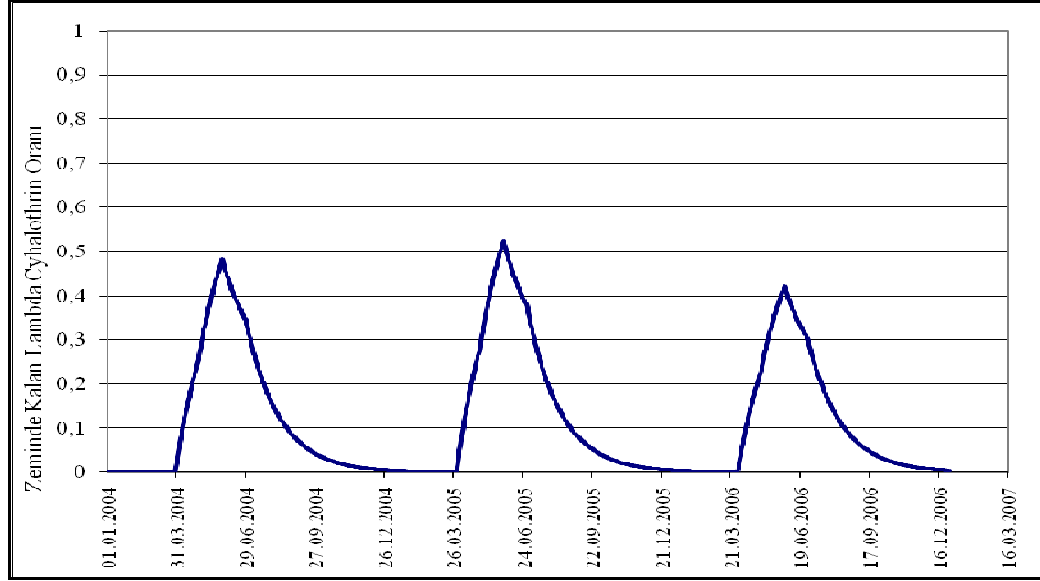
Şekil 4.10'da toprakta bulunan Parathionun yıllık zemine ulaşan ortalama miktarına oranı verilmektedir. Grafiğe göre zemine ulaşan Parathionun yarılanma ömrünün çok uzun olması nedeniyle bir sonraki uygulama zamanına kadar biyolojik olarak bozunma oranının düşük olduğu ve toprakta biriktiği görülmektedir.



Şekil 4.11: Toprakta Anlık Bulunan Parathion-Metilin Yıllık Zemine Ulaşan Ortalama Miktarına Oranı

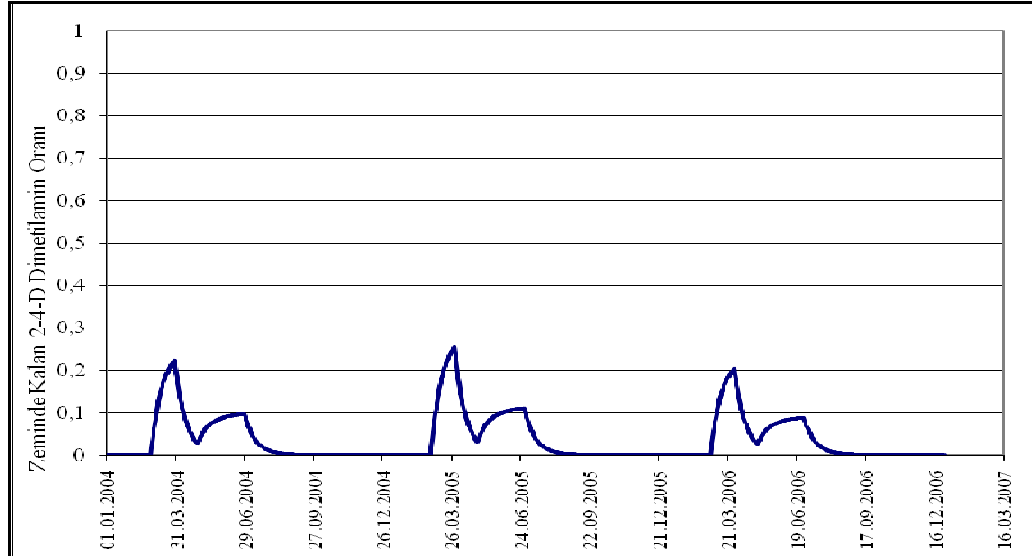
Şekil 4.11'de toprakta bulunan Parathion-Metilin yıllık zemine ulaşan ortalama miktarına oranı verilmektedir. Grafiğe göre Parathion-Metil uygulandıktan yaklaşık 4 ay kadar sonra %90 dan fazla oranda bozunmaya uğramakta ve akabinde ikinci

uygulama gerçekleştirilmektedir. İkinci yılın birinci uygulamasına kadar da bu pestisitinin zeminde kalan oranı sıfıra yakındır.



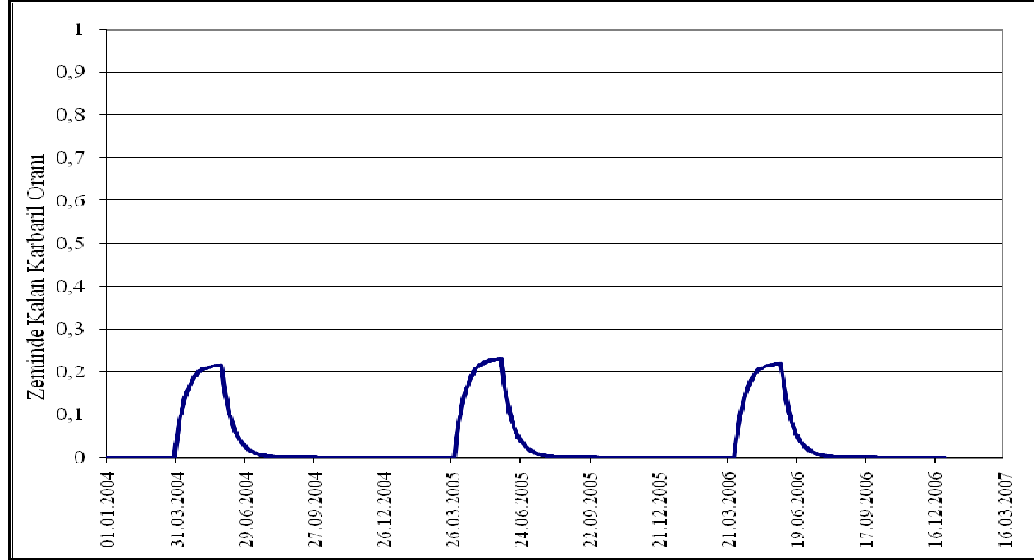
Şekil 4.12: Toprakta Anlık Bulunan Lambda Cyhalothrinin Yıllık Zemine Ulaşan Ortalama Miktarına Oranı

Şekil 4.12'de toprakta bulunan Lambda Cyhalothrinin yıllık zemine ulaşan ortalama miktarına oranı verilmektedir. Grafiğe göre pestisitinin uygulanmasının ardından yaklaşık 7 ay sonra toprakta çok düşük seviyelerde kalmaktadır.

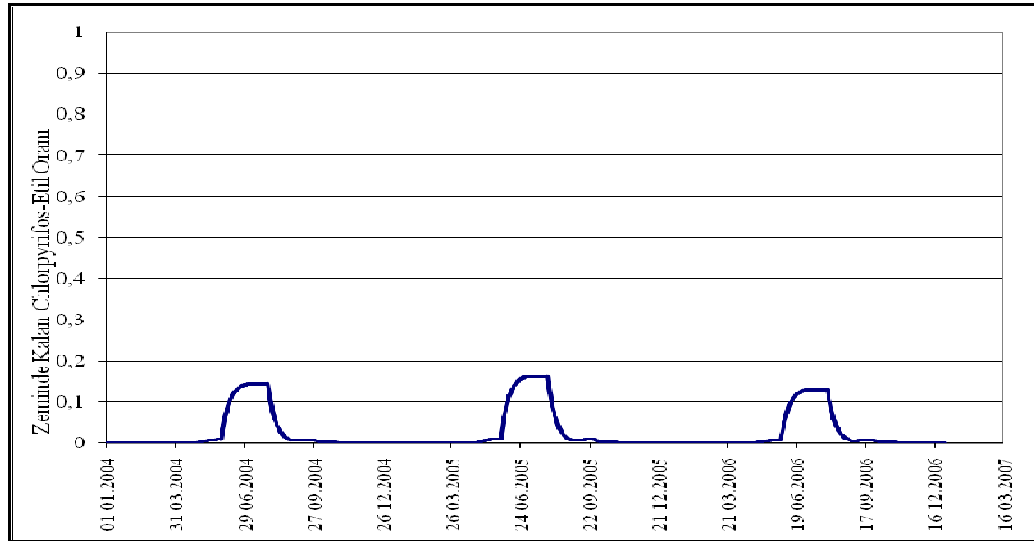


Şekil 4.13: Toprakta Anlık Bulunan 2-4-D Dimetilaminin Yıllık Zemine Ulaşan Ortalama Miktarına Oranı

Şekil 4.13’de toprakta bulunan 2-4-D Dimetilaminin yıllık zemine ulaşan ortalama miktarına oranı verilmektedir. Grafiğe göre pestisit yıl içerisindeki iki uygulaması arasında geçen süre pestisitinin tamamının bozunması için kısa olduğu görülmektedir. İkinci uygulamanın ardından bir sonraki yılın uygulama zamanına kadar yaklaşık 5 ay kadar bir süre zeminde kalan 2-4-D Dimetilamin oranı yaklaşık olarak sıfırdır.



Şekil 4.14: Toprakta Anlık Bulunan Karbarilin Yıllık Zemine Ulaşan Ortalama Miktarına Oranı

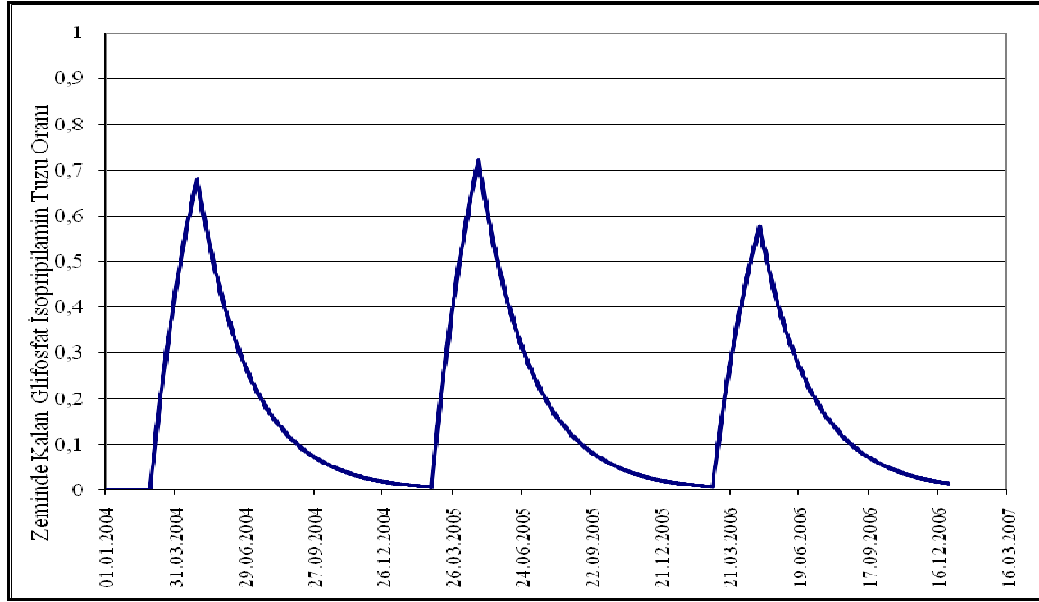


Şekil 4.15: Toprakta Anlık Bulunan Chlorpyrifos-Etilin Yıllık Zemine Ulaşan Ortalama Miktarına Oranı

Şekil 4.14’de toprakta bulunan Karbarilin yıllık zemine ulaşan ortalama miktarına oranı verilmektedir. Grafiğe göre pestisit zeminde yaklaşık 4 ay kaldığı, yılın geri

kalan zamanlarında zeminde kalan Karbaril miktarının sıfır ya da sıfıra çok yakın değerler aldığı görülmektedir.

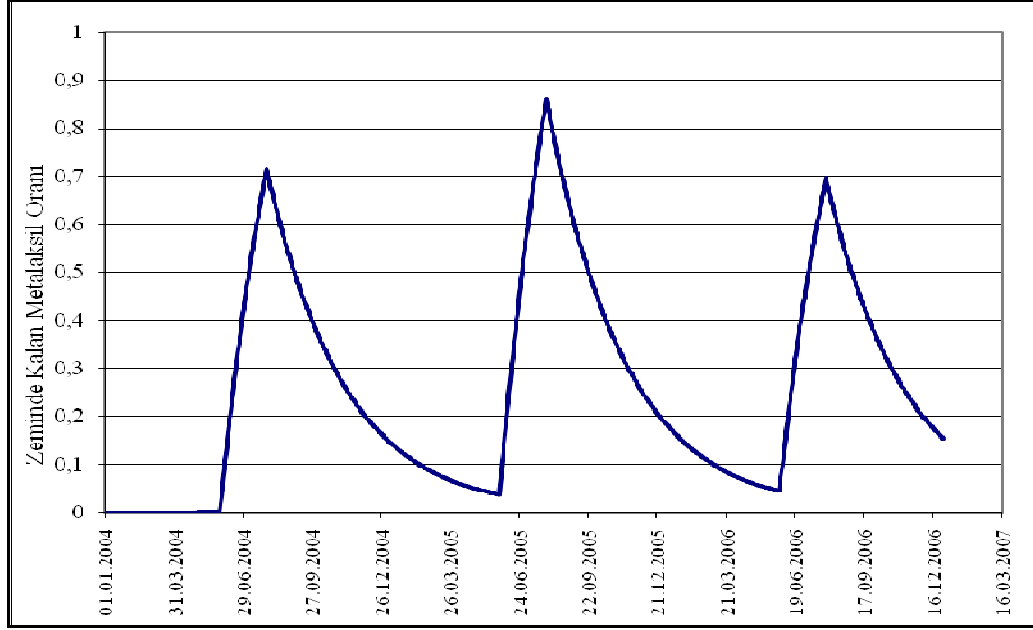
Şekil 4.15’de toprakta bulunan Chlorpyrifos-Etilin yıllık zemine ulaşan ortalama miktarına oranı verilmektedir. Grafiğe göre 3 yıl sonunda zeminde pestisit kalmadığı, hatta yıl içerisinde de zemindeki pestisit miktarının bir sonraki yıl uygulamasına kadar sıfırlandığı görülmektedir.



Şekil 4.16: Toprakta Anlık Bulunan Glifosfat İsopropilamin Tuzunun Yıllık Zemine Ulaşan Ortalama Miktarına Oranı

Şekil 4.16’da toprakta bulunan Glifosfat İsopropilamin Tuzunun yıllık zemine ulaşan ortalama miktarına oranı verilmektedir. Grafiğe göre üç yıl sonunda zeminde kalan pestisit oranının yaklaşık 0,02 civarında olduğu görülmektedir.

Şekil 4.17’de toprakta bulunan Metalaksilin yıllık zemine ulaşan ortalama miktarına oranı verilmektedir. Grafiğe göre üç yıl sonunda zeminde kalan pestisit oranının yaklaşık 0,15 civarında olduğu görülmektedir. Pestisit bu üç yıllık uygulama periyodunun bundan sonraki yıllarda da devam edeceği kabul edilirse bu pestisit zeminde kalma oranı hiçbir zaman sıfırlanmayacaktır.

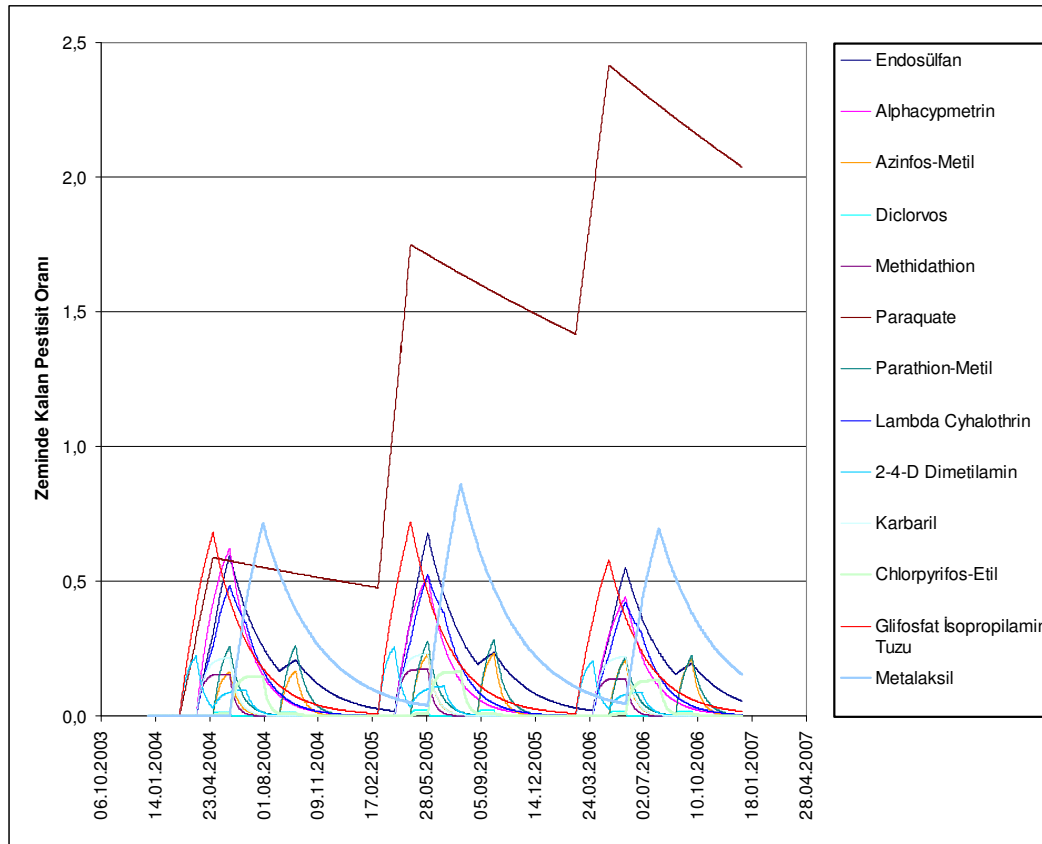


Şekil 4.17: Toprakta Anlık Bulunan Metalaksilin Yıllık Zemine Ulaşan Ortalama Miktarına Oranı

Şekil 4.18’de toprakta anlık bulunan pestisitlerin yıllık zemine ulaşan ortalama miktarları oranlarını karşılaştırılması verilmektedir. Şekle göre başka herhangi bir mekanizma ile taşınımı ya da dönüşümü olmadığı kabul edilen pestisitlerden Paraquate ve Metalaksil toprakta birikme eğilimi göstermektedir. Özellikle Paraquate yarılanma ömrünün uzun olması ve biyolojik olarak ayrışma oranının düşük olması sebebiyle, toprak analizi yapıldığı takdirde uygulama miktarlarından fazla değerlerde gözlemlenebilir. Toksik özellik gösteren Paraquate pestisitinin çevresel açıdan oluşturabileceği olumsuz etkiler gözardı edilemeyecek derecede önem arz etmektedir. Metalaksilin zemine kalma oranı daha düşük olmasına rağmen uygulanma sıklığının mevcut durumda olduğu gibi devam etmesi ya da artırılması durumunda zemine kalan oranının artmasına sebebiyet verecektir. Bu değerlendirmeler yapılırken gerçek şartlarda zemine uygulanan pestisitlerin yalnızca tek bir mekanizma ile taşınmayacağı ya da dönüşüme uğramayacağı düşünüldüğünde ise yapılacak toprak analizinde zemine tahmini oranlardan daha düşük oranlarda pestisit varlığı da muhtemeldir.

Bu iki pestisit dışında kalan pestisitler uygulamalarının ardından ikinci yıl uygulama zamanlarına kadar toprakta neredeyse sıfırlanmaktadırlar. Örneğin; Yazgan (2001)’a göre Endosülfanın toprak şartlarında mikrobiyolojik bozunma

sonucunda tamamen yok olma süresi 5 ila 8 ay arasında olup toprak içinde sızmaya meyilli değildir.



Şekil 4.18: Toprakta Anlık Bulunan Pestisitlerin Yıllık Zemine Ulaşan Ortalama Miktarlarına Oranlarının Karşılaştırılması

Tüm bu değerlendirmeler yapılırken toprakta bozunan pestisitlerin oluşturacağı ara ürünlerin kendilerinden daha toksik bileşenler olabileceği ihtimali düşünülmelidir. Bu nedenle zeminde biriken pestisitler kadar bozunma sonucu oluşan ara ürünler de pestisitler de çevresel açıdan olumsuz etkiye sahip olabilirler. Ayrıca arazi şartlarında tüm proseslerin pestisitleri aynı anda etkilediği gözardı edilmemelidir.

5. DEĞERLENDİRMELER VE ÖNERİLER

Bu çalışma kapsamında, Melen Havzası içerisinde kullanılan pestisitlerin temel kimyasal ve fiziksel özelliklerini belirlemesi, su ortamına ulaşıncaya kadar toprak ortamındaki davranış ve hareketlerini tahmin etmesi, pestisitlerin birçok özelliklerine ve iklim şartları gibi dış etkenlere bağlı olarak yüzeysel akış, sızma ile taşınım ve biyolojik bozunma ile dönüşüm yollarını incelemesi ve su ortamına ulaşabilecek pestisit yüzdelerinin tahmin edilmesine çalışılmıştır.

Çalışmanın amaçları doğrultusunda öncelikle pestisitler ile ilgili literatür çalışması yapılmış olup bu çalışmada pestisitlerin sınıflandırılmaları, özellikleri, doğadaki davranışları ve bu davranışlarını etkileyen faktörler açıklanmıştır.

Melen Havzası'nda, Düzce ili ilçelerinde tarımsal faaliyetler için kullanılan 44 pestisit çeşidi bulunmaktadır. Pestisitlere ait çevresel taşınım özellikleri (sızma, yüzeysel akış) ile biyolojik bozunma ile dönüşüm prosesi her bir pestisit çeşidi için ayrı ayrı araştırılmış olup tamamı için bilgi elde edilememekle beraber elde edilen veriler Tablolar halinde sunulmuştur. Elde edilen Tablolardan 17 adet pestisit seçilmiştir. Pestisit seçimi yapılırken göz önünde bulundurulanan faktörler pestisitlerin toksikolojik sınıfları ve Düzce ili ilçelerinde uygulama oranlarıdır. Seçilen 17 adet pestisit çeşidinden 8 tanesinin toksisitesi oldukça yüksekken, geri kalan 9 tanesi ise havzada en yoğun olarak uygulanan pestisitlerdir.

Çevresel taşınım hesapları yapılırken ilk olarak yüzeysel akışta çözünerek taşınan pestisitler, ikinci olarak sızma yolu ile toprakta taşınarak yer altı su kaynaklarına ulaşması muhtemel pestisitler incelenmiştir. Son olarak ise mikrobiyolojik ayrışmaya maruz kalan pestisitler incelenmiştir. Bu incelemelerde her bir pestisit için de 3 farklı mekanizmaya ait literatürden bilgi bulunamamış olup, incelemeler yalnızca veri bulunabilen pestisitler için gerçekleştirilmiştir. Yapılan hesaplamalarda her bir mekanizmanın birbirinden bağımsız olduğu ve yapılan hesap için yalnızca hesaplama yapılan mekanizma ile çevresel taşınım ya da dönüşümüne maruz kaldığı kabulü yapılmıştır. Her alt çalışmanın sonucu kendi içinde değerlendirilmiştir.

Melen Havzası içerisinde pestisit kullanımı ve çevresel davranışları deneysel çalışmalar ile de desteklenmesi öngörülmüş olup pestisit ölçüm yöntemlerinin ülkemizdeki araştırma kurumlarında çok yaygın olmaması ve bu kurumlardaki laboratuvarlarda rutin pestisit ölçümlerinin yapılamıyor olması ya da ölçümü

yapılabilen pestisitlerin de ölçüm maliyetlerinin yüksek olması dolayısı ile bu çalışma kapsamında deneysel çalışma sonuçlarına yer verilememiştir.

Literatürde pestisitlerin toprak ve sudaki çevresel davranışlarını incelemeye imkan tanıyan pek çok model bulunmaktadır. Ancak bu modellerin hem pestisit özellikleri hem de çevresel şartlar ile ilgili çok sayıda ve çeşitlilikte veri ihtiyaçları bulunmaktadır. Ülkemiz şartlarında veri kaynaklarının; sayı, kayıt geçmişi ve , güvenilirlikleri açısından sorun içermeleri modelleme çalışmalarının gerçekleştirilmesini zorlaştırmaktadır. Bu nedenle çalışma kapsamında havza genelinde kullanılan pestisitler için modelleme çalışması yapılamamıştır.

Yüzeysel akış yolu ile pestisit taşınımı hesapları yapılırken yağış ve buharlaşma gibi meteorolojik verilerin ulaşılabilir olması, buna karşılık akım verisi gibi zaman serisi halinde hesaplamalarda kullanılması gereken verilerde süreksizlik olması hesaplamalarda karşılaşılan başlıca sıkıntılardandır. Ayrıca pestisit kullanım verilerinin yetiştirilen ürünlerin ve hangi ürünün ne kadar büyüklükte bir arazide yetiştirildiği gibi bilgilerin kayıt altında olmaması da karşılaşılan sorunlardan biridir. Bu sorunun çözümü için kullanılan pestisit miktarı olarak o ilçedeki pestisit satış bayii verileri esas alınmıştır. Ancak satın alınan pestisitinin satın alındığı ilçede ya da havza sınırları içinde kullanılıp kullanılmadığı ya da çiftçinin satın aldığı pestisiti aldığı ay toprağa uygulayıp uygulamadığı kesin olarak bilinmemektedir. Bu sebeple pestisitinin satın alındığı ilçede satın alındığı ay uygulandığı kabulü yapılmış ve bu durum hesapları kaba tahminler haline getirmiştir.

Düzce Tarım İl Müdürlüğü Bitki Koruma Şubesi yetkilileri ile yapılan görüşmede üretilen ürünün ve kullanılan pestisitinin kayıt altına alınması için gerekli mevzuat çalışmalarının devam ettiği bilgisine ulaşılmıştır. Bu çalışmaların mümkün olduğu kadar kısa sürede tamamlanması ve uygulamaya geçilmesi hem yasaklı pestisitlerin izinsiz kullanımının önüne geçmiş olacak hem de çiftçilerin doğru pestisiti doğru ürüne kullanabilmeleri için belli bir bilinç oluşturulması çalışmalarına da yardımcı olacaktır.

Özellikle Melen Havzası gibi İstanbul'a içme suyu kaynağı olan bir havzada pestisit kullanımının bilinçli olması bu pestisitlerin su kaynaklarına karışması durumunda insan sağlığı üzerine olumsuz etki etmesini mümkün olduğunca azaltmak yönünden önemli olup güvenilir tarafta kalınması bakımından pestisit tüketimi minimum seviyelerde olmalı hatta mümkün ise hiç kullanılmamalıdır.

Bu bağlamda çiftçilerin pestisit kullanımı konusunda bilinç düzeyinin artırılmasına yönelik olarak kurulması planlama aşamasında olan Büyük Melen Havza Koruma Birliği önderliğinde ilgili kurumlararası (Tarım İl Müdürlükleri, İl Çevre ve Orman Müdürlükleri gibi) koordinasyon sağlanmalıdır.

Çevre ve Orman Bakanlığı'nın 20.11.2005 tarih ve 25999 sayılı Resmi Gazetede yayımlanan İçme Suyu Elde Edilen veya Elde Edilmesi Planlanan Yüzeysel Suların Kalitesine Dair Yönetmeliğine göre suda bulunması gereken toplam pestisit (Parathion, BHC, Dieldrin) konsantrasyonu farklı haller için (zorunlu, istisnai vs. gibi) 0,001-0,0025 mg/L aralığında değişmektedir. Bunun yanısıra Sağlık Bakanlığı'nın 15.09.2006 tarih ve 26290 sayılı Resmi Gazetede yayımlanan İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkındaki Yönetmeliğe göre ise suda bulunması gereken pestisit konsantrasyonları her bir pestisit için 0,1 µg/L, toplam pestisitler için ise 0,5 µg/L olmalıdır. Su kalitesi izleme istasyonlarında bu yönetmeliklerde izlenmesinin gerekliliği belirtilen pestisitler rutin olarak izlenmemektedir.

Çevre ve Orman Bakanlığı'nın 31.12.2004 tarih ve 25687 sayılı Resmi Gazetede yayımlanan ve 13.02.2008 tarihinde revize edilen Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliğine göre Kıta içi Yüzeysel Suları kalitelerine göre Sınıf I (yüksek kaliteli su), Sınıf II (az kirlenmiş su), Sınıf III (kirli su) ve Sınıf IV (çok kirlenmiş su) olarak sınıflandırılmaktadır. Bu sınıflar için suda bulunması gereken pestisit konsantrasyonları Sınıf I için 0,001 mg/L, Sınıf II için 0,01 mg/L, Sınıf III için 0,1 mg/L ve Sınıf IV için ise 0,1 mg/L'den büyük değerlerdir. Bu sınıflardan yalnızca Sınıf I ve Sınıf II'nin içme suyu olarak kullanılabileceği düşünülürse Melen Havzası gibi içme suyu kaynağı olan yüzeysel bir suyun pestisit konsantrasyonlarının bilinmesinin bilinmesinin ve bu değerlerinin düşük olmasının/tutulmasının sağlanmasının önemi bir kez daha ortaya çıkmış olmaktadır.

Havza genelinde mevcut durum ve yönetmelikler bir arada değerlendirildiğinde; belirlenen standartların sağlanması için resmi otoriterin pestisit kullanımının sıkı şekilde kontrol etmesi, pestisit kullanıcılarının eğitimden geçirilmesi ve her çiftçinin bir danışman ziraat mühendisi ile çalışması için gerekli alt yapının sağlanması ve tüketicilerin bilinçlendirilmesinin (pestisit kullanılırken hasad aralığına uyulması, kısa sürede hasad edilecek ürünle için hasad aralığı kısa pestisitlerin kullanılması, sistemik pestisitlerin hasad döneminde kullanılmaması gibi) ülkemiz şartlarında uzun bir süreç oluşturacağı fark edilmektedir. Bu nedenle havza sınırları içerisinde

Çiftçiler pestisit kullanımına alternatif yöntemleri (Sürdürülebilir tarım, iyi tarım uygulamaları, dayanıklı çeşit v.b.) kullanmaları yönünde teŗvik edilmelidir.

KAYNAKLAR

Aller, L., Bennet, T., Lehr, J., and Petty, R., 1985. *DRASTIC: A Standardized System for Evaluating Groundwater Pollution Potential Using Hydrologic Settings*, USEPA Office of Research and Development. Washington, D.C., USA.

Boardman, R., 1986. *Pesticides in World Agriculture*, Macmillian Press

Cohen, S.Z., Creeger, S. M., Carsel, R. F. and Enfield, C. G., 1994. *Potential For Pesticide Contamination of Groundwater From Agricultural Uses*, in *Treatment and Disposal of Pesticide Wastes*, pp. 297-325, Editors Kruger, R.F., and Seiber, J.N. American Chemical Society, Washington, DC., USA.

Cook, J.L., Baumann, P., Jackman, A.J. and Stevenson, D., 1993. Pesticide Characteristics that Affect Water Quality, Texas University- *Texas Agricultural Extension Service*, USA. (URL: www.co.denton.tx.us/dept/aes.htm)

Dağ, S.S, Aykaç, V.T., Gündüz, A., Kantarcı, M., Şişman, N., 2000. Türkiye’de Tarım İlaçları Endüstrisi ve Geleceği, *Türkiye Ziraat Mühendisliği V. Teknik Kongresi*, Ankara, Cilt 2, s. 933-958.

Delen, N., Tosun, N., Toros, S., Öztürk, S., Yücel, A., Çalı, S., 1995. Tarım İlaçları Kullanımı ve Üretimi, *Türkiye Ziraat Mühendisliği IV. Teknik Kongresi*. T.C. Ziraat Bankası Kültür Yayınları No: 26, s. 1015-1028.

Delen, N., Durmuşoğlu, E., Güncan, A., Güngör, N., Turgut, C., Burçak, A., 1997. Türkiye’de Pestisit Kullanımı, Kalıntı ve Organizmalarda Duyarlılık Azalışı Sorunları, *Türkiye Ziraat Mühendisliği VI. Teknik Kongresi*.

ÇOBDİM, 2004. Düzce Çevre ve Orman İl Müdürlüğü, *Düzce İl Çevre Durum Raporu*, Düzce.

ECPA, 2003. European Agrochem Market Declines, *European Crop Protection Assosiation*, Agrow, 416: 9.

EXTOXNET, 1993. Movement of Pesticides in the Environment (Extension Toxicology Network) (URL: <http://ace.orst.edu/info/extoxnet/tibs.htm>)

FIFRA, The Federal Insecticide, Fungicide and Rodenticide Act, 1947. USEPA.(Willson, Harold R (February 23, 1996), Pesticide Regulations. University of Minnesota), USA.

Fishel, F., 1997. Pesticides and the Environment, *Missouri University Guide*, Published by, University Extension, University of Missouri, Columbia.

Gan, J., 2002. Pesticide and Groundwater Quality, *Pesticide Wise*, University of California.

Gustafson, D.I., 1993. *Pesticides in Drinking Water*, pp. 217, International Thompson Publishing, London.

Güvensoy, G., 2000. Fate of Pesticides on Soil and Their Impact on Water Environment, *Yüksek Lisans Tezi*, İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

<http://www.volkanderinbay.net/tarimnet/ttoprak.asp?konuno=0>

Hutson, D.H. and Roberts, T.R., 1994. Environmental Fate of Pesticides , pp. 1990,286, Volume 7 Progress in *Pesticide Biochemistry and Toxicology* chichester: John Wiley and Sons Interscience Publication.

İçme Suyu Elde Edilen veya Elde Edilmesi Planlanan Yüzeysel Suların Kalitesine Dair Yönetmelik, 2005. Resmi Gazete Tarihi: 20.11.2005, Resmi Gazete Sayısı: 25999.

İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik, 2006. Resmi Gazete Tarihi: 15.09.2006, Resmi Gazete Sayısı: 26290.

Lorbeer, J. W., Delen, N., Tosun, N., 2001. Chemical Control. pp. 199-203, In: *Encyclopedia of Plant Pathology*, Vol. 1. Eds: O.C. Maloy and T.D. Murray. John Wiley and Sons, New York.

Miller, R. W., and Donahue, R.L., 1990. *Soils An Introduction to Soils and Plant Growth*, pp. 768, 6th Edition Pretice-Hall, Inc. Publication.

National Pesticide Information Center, Pesticide Fact Sheets (URL: <http://npic.orst.edu/npicfact.htm>)

Nofziger, D. L., Rao, P.S.C., and Hornsby, A.G., 1988. *CHEMRANK: Interactive Software for Ranking the Potential of Organic Chemicals, to Contaminate Groundwater*, IFAS, University of Florida, Gainesville, FL.

OSU, 1992. Pesticides and Groundwater Contamination Bulletin 820, *Ohio State University* (URL: <http://ohioline.ag.ohio-state.edu/ohioline/b820>)

Oskam, A.J., Vijftines, R.N.A., and Graveland, C., 1997. Additinal E.U. Policy Instrumens for Plant Protection, *Wageningen Agricultural University*, Wageningen, the Netherlands.

Özbek H., İnce F., 1999. *Toprak Bilgisi*, Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Şanlıurfa.

Öztürk S., 1997. *Tarım İlaçları*, Genişletilmiş 2. Baskı. Ak Basımevi, İstanbul.

Öztürk, İ., Tanık, A., Şeker, D. Z., Alp, K., Gürel, M., Ertürk, A., Ekdal, A., Tavşan, Ç., Zorlutuna, Y., 2007. *Su Kalitesi Nihai Fizibilite Raporu*, Büyük İstanbul Su Temini Melen Sistemi II. Merhale Projesi Büyük Melen Havzası Entegre Koruma ve Su Yönetimi Mastır Planı, İstanbul Teknik Üniversitesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Kasım 2007, İstanbul.

Öztürk, İ., Tanık, A., Gürel, M., Pehlivanoglu Mantaş, E., Ertürk, A. ve Ekdal, A., 2006. *Su Kalitesi Mevcut Durum Raporu*, Büyük Melen Havzası Entegre Koruma ve Su Yönetimi Mastır Planı Projesi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Eylül 2006, İstanbul.

PAN Pesticide Database (URL: <http://www.pesticideinfo.org>)

Rao, P.S.C., Mansell, R. S., Baldwin, L. B., ve Laurent, M. F., 1998. Pesticides and Their Behaviour in Soil and Water, Florida Cooperative Extension Service *Institute of Food and Agricultural Sciences*, University of Florida, USA (URL: <http://pmep.cce.cornell.edu/facts-slides-self/facts.html>)

Smith, R.L., Smith, T.M., 2001. *Ecology and Field Biology*, Sixth Edition, Benjamin Cummings, an Imprint of Addison Wesley Longman Inc., USA.

Skrotch, W.A. and Sheet, T.J. (Eds.) 1981. *Herbicide Injury and Diagnosis*, North Carolina Agricultural Extension Service, AG-85, USA.

Su Ürünleri Yönetmeliği, 1995. Resmi Gazete Tarihi: 10.03.1995, No: 22223.

Tansel, B., Laha, S., 1998. Toxicokinetic Aspects of Agricultural Pesticides on Wetland Ecosystems in *International Specialized Conference on Water and its Management*, pp.21-28, New Delhi, India.

Tomlin C.D.S., 1997. *Pesticide Manual*, pp. 351, 11. Baskı, British Crop Protection Council, England.

Troiano, J., Weaver, D., Marade, J., Spurlock, F., Pepple, M., Nordmark, C., ve Bartkowiak, D., 2001. Summary of Well Water Sampling in California to Detect Pesticide Residues Resulting from Nonpoint-Source Applications, pp 448-459, *Journal of Environmental Quality*.

TTPC, 1983. Turkish Toxicological Classification of Pesticides, *Turkish Regulations on the Toxicological Classification of Pesticides*, Item no: Part 2 General Definitions-6- Part 3 Toxicological Classification, Official Newspaper dated 1 sept. 1983, No: 18152.

Turabi, M.S., 2004. Türkiye Cumhuriyeti'nde Tarımsal İlaç, Tescil ve Ruhsat Sistemi, *Tarımsal İlaçlar ve Organik Tarım Konferansı*, KTMMOB Ziraat Mühendisleri Odası, 9 Haziran 2004, Lefkoşa, KKTC.

USEPA, 2008. (URL: <http://www.epa.gov/ebtpages/pesticides.html>)

Ünlü K., Özenirler G., Sözüdoğru S., 1997. Classification of Commonly Used Pesticides in Turkey Based on Pollution Potentials, pp 189-202, *Turkish Journal of Engineering and Environmental Sciences*, Volume 21, Number 3.

Vighi M. and Funari, E., 1995. *Pesticide Risk in Groundwater*, Lewis Publishers.

- Yazgan, M.S.,** 2001. Endosülfanın Sularda Ozon Oksidasyonu ile Giderilmesi, *Doktora Tezi*, Fen Bilimleri Enstitüsü, İTÜ, İstanbul.
- Wahl, K.L., Wahl, T.L.,** 2006. *A Computer Program for Determining an Index to Base Flow* (BFI Program Version 4.14), U.S. Department of the Interior, Bureau of Reclamation, USA.(URL:<http://w>
- Ware, G.W.,** 1994. The Pesticide Book, 4th Edition Thomson Publications, Fresno. California.
- Weber, J. B.,** 1975. *Agricultural Chemicals and Their Importance As a Non-point Source of Water Pollution in Non-point Sources of Water Pollution*, Editors R. C. U. P. M/Ashton Virginia Water Resources Research Center. Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg, VA.
- Wijbenga, A., and Hutzinger, O.,** 1984. *Chemicals, Man and the Environment*, Naturwissenschaften.
- Williams, J.R., Putman, J.V., and Dyke, P.T.,** 1985. Assessing the effect of soil erosion on productivity with EPIC, pp. 215-226. In *Erosion and Soil Productivity. Proc. Nat. Symp. Erosion and Soil Productivity*, ASAE Publ. 8-85.
- Williams, J.R., Dyke P.T. and Jones, C.A.,** 1983. EPIC: a model for assessing the effects of erosion on soil productivity, pp553-572, *In Analysis of Ecological Systems: State-of-the-Art in Ecological Modeling*. Eds. W.K. Laurenroth et al., Elsevier, Amsterdam.
- Zirai Mücadele İlaçlarının Toksikolojik Sınıflandırılmasına Yönelik Yönerge,** Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı.(URL: www.kkgm.gov.tr/yonerge.html)

EKLER

EK A

PESTİSİT TÜRLERİ

Tablo A 1: Diğer Pestisit Türleri(Tomlin, 1997, Wood, 2005)

NO	PESTİSİT TÜRÜ	TANIMI
1	Adjuvan	Aktif bileşenin etkinliğini arttıran pestisit ürünlerinde kullanılır, ürünün kullanımını daha kolay hale getirir, ya da birçok aktif bileşenin tek bir solüsyonda birleşmesini sağlar. Solventler, emülsiyonlaştırıcılar ve yayıcılar bu kategori içindedirler.
2	Algisit	Algleri öldürür.
3	Köpük Önleyici	Gemilerin omurgasına, diplerine veya karalara yapışan midyeye benzer birkaç cins kabuklu deniz hayvanı ve diğer kabukluların büyümesini engellemek için boyama ve kaplamalarda kullanılmaktadır.
4	Avisit	Kuşları öldürür.
5	Yem	Şeker, bal, et, yulaf ezmesi, vb. gibi pestleri çekici maddelerdir.
6	Ayı Uzaklaştırıcı	Genellikle istenmeyen bir koku oluşturularak ayılar uzaklaştırılmaktadır.
7	Kuş Uzaklaştırıcı	Kuşları uzaklaştırmaktadır.
8	Bozulma Ürünleri	Biyolojik sistem içerisinde pestisitlerin metabolizmasından kaynaklanan ya da pestisitlerin doğada oksijen, su, ışık ve diğer maddelerle reaksiyonu sonucu oluşan kimyasal dönüşüm ürünüdür. PAN veritabanında, bilinen bozulma ürünleri temeldeki pestisitler ile ilişkili kimyasallar olarak listelenmiştir. Ancak, bütün pestisit dönüşüm ürünlerinin tanımlanmamış olduğunu belirtmek gerekir. Bozulma ürünleri bazen başlangıç pestisitlerinden daha toksik olabilmektedir.
9	Yaprak Dökücüler	Bitkilerdeki yaprakları öldürür. Genellikle, pamuk üretiminde hasat öncesi yaprakları gidermek için kullanılır.

Tablo A1: Diğer Pestisit Türleri (devamı)

10	Kurutucular	Nem gideriminde kullanılır.Kurutulmuş meyve üretiminde sülfürdioksit kullanımı gibi.
11	Kedi ve Köpek Uzaklaştırıcı	Genellikle istenmeyen bir koku oluşturularak kedi ve köpekleri uzaklaştırılır.
12	Boya	Renklendirme aracıdır.
13	İtır, Mis	Pestisit üretiminde özel bir koku sağlamak için kullanılan kimsayasallardır.Bazen, bu güzel kokular böcekler için çekici olmaktadır; bunun dışında istenmeyen kimyasal kokuyu bastırmak için kullanılır.
14	Dezenfektanlar	Dezenfektanlar doğada bozunduklarında gaz çıkışı gözlenir. Dezenfektanlar tipik olarak yaşayan herşeyi öldürür. Tarımda, bitkilerin ekiminden önce toprağı stabilize etmek için kullanılır ve depolanmış gıdalardaki pestisitleri öldürür ya da ihraç edilen ürünlere uygulanır. Kentsel bölgelerde, dezenfektanlar konutları karınca,kanatlı karınca ve hamam böceklerinden arındırmak için kullanılır. Birçok toprak dezenfeksiyonunda hedef pestisitler nematodlardır. Bu pestisitlerin büyük kısmı yüksek seviyede akut toksisiteye sahiptir.
15	Fungisitler	Moldları, küfleri ve diğer mantarları öldürür.
16	Herbisitler	İstenmeyen bitkileri öldürür.
17	Herbisit koruyucu	Bileşikler öncelikle spesifik bir ürünün (mısır, pirinç, vs.) spesifik bir herbisite karşı toleransını arttırmak için bir herbisite uygulanır. Tipik olarak filizlenen tohumlara uygulanmaktadır.
18	Katkı Malzemeleri	Kimyasal sentez boyunca üretilen bileşikler aktif bileşeni kontamine edebilmektedir. Bazen, katkı malzemeleri aktif bileşenden daha toksik olabilmektedir. Örneğin; 2,4-D içerisinde bulunan dioksin kirleticileri.

Tablo A1: Diğer Pestisit Türleri (devamı)

19	Böcek Gelişimi Düzenleyicileri	Böceğin normal büyüme ve gelişimine zarar verir, erginleşmeyi engeller ya da kısır yavruların üremesine sebep olur.
20	Böcek Uzaklaştırıcılar	Sivrisinek, kara sinek ve at sineği gibi böcekleri uzaklaştırır.
21	İnsektisitler	Böcekleri öldürür. PAN Pestisit veritabanında, "insektisit" terimi mitisitleri (kene öldürücü), akarisitleri (kene ve sakirga öldürücü) ve nematisitleri de içermektedir.
22	Mikrobiositler	Bakteri, virüs ve mantar gibi mikropları öldürür ve dezenfektan ve antibakteriyel ürünlerde kullanılır.
23	Mollussisitler	Salyangozları, kabuksuz sümüklüböcekleri ve kabuklu hayvanları öldürür.
24	Nematisitler	Nematodları, bitki köklerini deforme eden, su alınımasını engelleyen hatta bitkileri öldüren mikroskobik toprak organizmalarını öldürür.
25	pH Ayarlayıcı	Bir solüsyonun ya da ürünün asiditesini (pH) değiştirmek için kullanılan asidik ya da bazik maddelerdir.
26	Pheromone	Böceklerin çiftleşmelerini engelleyici hormondur. Bu bileşikler çok küçük miktarlarda ve bazı böcek türlerinde seçici davranılarak kullanılır.
27	Pissisitler	Balıkları öldürür.
28	Bitki Gelişimini Düzenleyiciler	Bitkinin gelişimini engeller ya da hızlandırır.
29	Propellant	Pestisit aerosol mistinin oluşturulabilmesi için spray formülasyonunda kullanılan gaz bileşikleridir.
30	Budama Yardımcısı	Budama işlemlerinden sonra ağaçların ve sarmaşıkların kesilen yüzeylerinin kaplanmasında kullanılır. Normalde balmumu ya da katran formunda maddelerdir.
31	Rodentisitler	Sıçan, fare ve amerikan yersincaplarını öldürür.

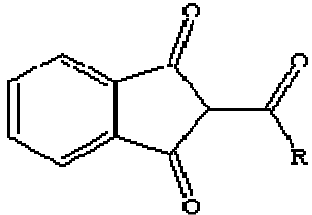
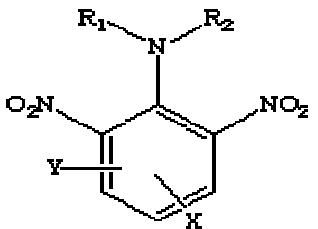
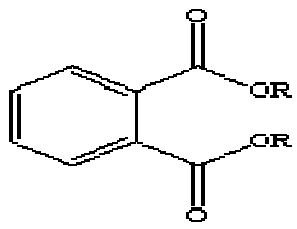
Tablo A1: Diğer Pestisit Türleri (devamı)

32	Sabun/ Yüzey Aktif Madde	Yüzey aktif madde ya da deterjan özellikleri olan bileşiklerdir.
33	Solvent	Maddeleri çözmek için kullanılan likit bileşiklerdir.
34	Sinerjist	Pestisidin aktivitesini arttırmak için aktif bileşeni ile reaksiyona giren kimyasal bileşiklerdir. Çoğunlukla pyrethroidlerle kullanılır.
35	Su Arıtımı	Suları içilebilir hale getirmek için arıtımında kullanılan kimyasallardır.
36	Ağaç Koruyucu	Mikrobik saldırılara karşı ağaçları korumada kullanılır. Birçok ağaç koruyucular çok fazla toksiktir.

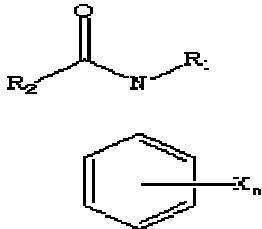
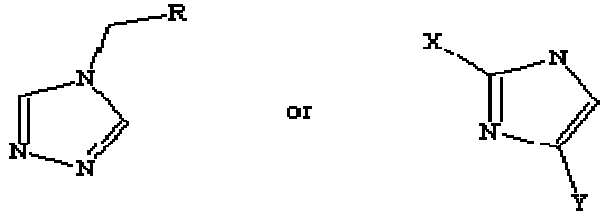
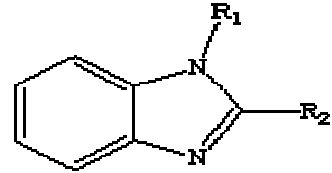
EK B

PESTİSİTLERİN KİMYASAL SINIFLARI, YAPILARI VE TANIMLARI

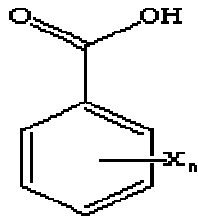
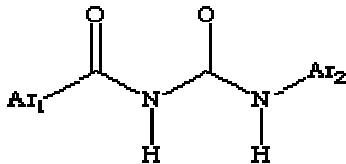
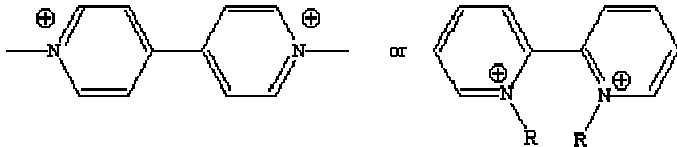
Tablo B 1: Pestisitlerin Kimyasal Sınıfları, Yapıları ve Tanımları

KİMYASAL SINIF	KİMYASAL YAPI	TANIM
1,3-Indandione	 $R = \text{alkyl, aryl}$	Rodentisitler antikoagülan olarak davranırlar. Yüksek akut toksisiteye sahiptirler.
2,6-Dinitroaniline	 $R_1 = \text{alkyl, H}$ $R_2 = \text{alkyl, substituted aryl}$ $X = \text{Cl, CF}_3, \text{alkyl}$ $Y = \text{H, alkyl}$	Herbisitler fonksiyonel bir dinitroaniline grubunu içerirler. Bu bileşikler hayvanlar için akut toksisiteye sahip değildirler ancak birçoğu insanlar üzerinde kanserojen etki gösterebilirler.
Alkyl phthalate	 $R = \text{alkyl group}$	Ftalik asitten türeyen bileşiklerdir. İnsektisit ve böcek uzaklaştırıcı olarak kullanılırlar.

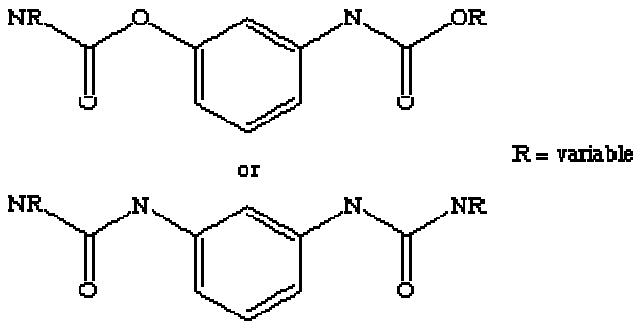
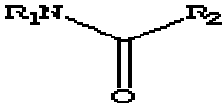
Tablo B.1: Pestisitlerin Kimyasal Sınıfları, Yapıları ve Tanımları (devamı)

Anilide	 $R_1 = \text{H, alkyl}$ $R_2 = \text{alkyl, substituted alkyl}$ $X = \text{alkyl, Cl, other}$	Anilide grubunu içeren herbisitsel bileşiklerdir. Bu bileşikler yeraltı sularına girme potansiyeline sahiptirler. Örnek olarak propanil ve flufenacet verilebilir.
Azole	 or	Çok az bir kısmı kanserojen olan fungusitsel bileşiklerdir.
Benzimidazole	 $R_1 = \text{H, amide}$ $R_2 = \text{alkyl, amide}$	Benzimidazole grubunu içeren fungusitsel bileşiklerler. Benomyl ve thiabendazole örnek olarak verilebilir.

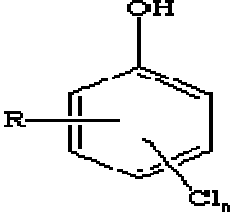
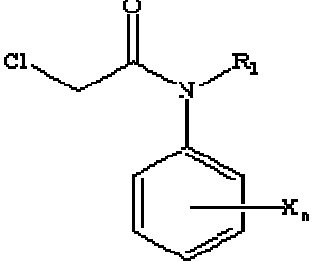
Tablo B.1: Pestisitlerin Kimyasal Sınıfları, Yapıları ve Tanımları (devamı)

Benzoik Asit	 $X = Cl, NH_2, OH, OR, \text{ other}$	Benzoik asit fonksiyonel grubunu içeren bileşiklerdir. Birçoğu herbisittir. Örnek olarak Chloramben ve Dicamba verilebilir.
Benzoyl üre	 $Ar_1 = \text{substituted aryl}$ $Ar_2 = \text{substituted aryl}$	Benzoyl atomlu üre fonksiyonel grubuna sahip herbisitsel bileşiklerdir. Sıklıkla yeraltısularını kirleticiler olarak bulunurlar. Diflubenzuron ve Triflumuron bu bileşiklere örnek olarak verilebilir.
Bipyridilium		Birbirine C-C bağı ile bağlanan iki piridin halkası içeren herbisitlerdir. Birçoğu memeliler için akut toksik etkiye sahiptir. Paraquat bipyridilium bir bileşiktir.

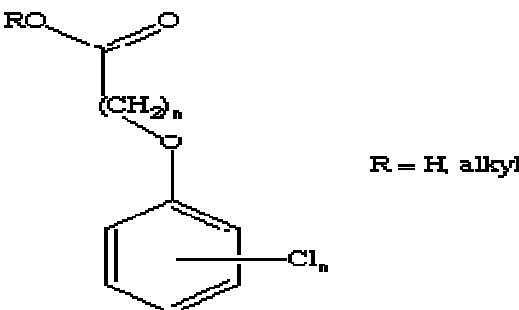
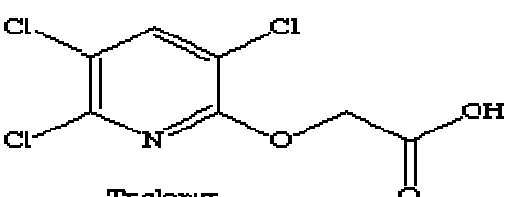
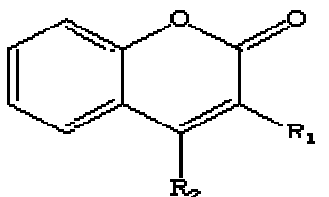
Tablo B.1: Pestisitlerin Kimyasal Sınıfları, Yapıları ve Tanımları (devamı)

Bis-Carbamate	 R = variable	İki adet karbamat parçasından oluşur. Genellikle herbisitlerdir.
Botanik	yok	Bitkilerden türetilen pestisitlerdir. Bu pestisitler genellikle böceklerle ve funguslara karşı bitkinin doğal savunmasını oluştururlar. Nicotine ve Pyrethrins bu kimyasal sınıfa örnek olarak verilebilir. Bu bileşiklerin bazıları toksiktir.
Carboxamide	 R₁ = H, aryl R₂ = aryl, other	Fungisitlerdir. Carboxin ve Flutolanil örnek olarak verilebilir.

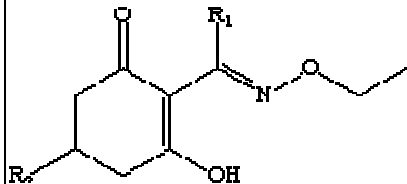
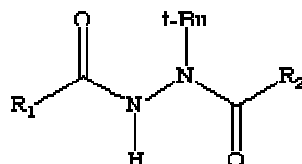
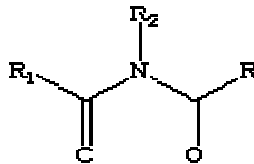
Tablo B.1: Pestisitlerin Kimyasal Sınıfları, Yapıları ve Tanımları (devamı)

Şelasyon yapıcı	yok	Metal iyonlara sıkıca bağlanan bileşiklerdir. Genellikle iyonun suda çözünübilirliğini artırır. Çelatlama , metal iyonunu biyolojik sistemlerde minimum reaktif hale getirerek biyoyararlılığını düşürür. EDTA pestisit formülasyonlarında şelasyon yapıcı çok yaygın biçimde kullanır.
Chlorinated phenol	 $R = \text{alkyl, aryl, OH}$	Chlorinated aromatik alkoller genellikle mikrobiosit, fungusit, algisit ya da ağaç koruyucu olarak kullanılırlar. Bu bileşiklerin bazıları kanserojen ve/ ya da aşırı toksik olabilirler.
Chloroacetanilide	 $R_1 = H, \text{ alkyl}$ $X = \text{alkyl, Cl, other}$	Chloroacetanilide fonksiyonel gruplu herbisit bileşikleridir. Bu bileşiklerin parçalanma ürünleri sıklıkla yeraltı sularında kirletici olarak bulunurlar. Örnek olarak alachlor ve metochlor verilebilir.

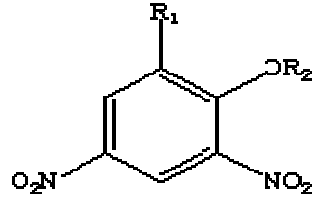
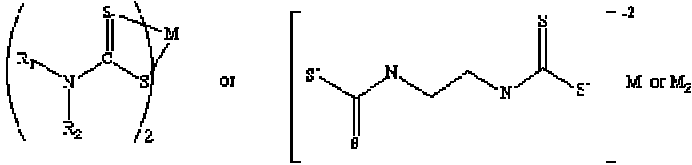
Tablo B.1: Pestisitlerin Kimyasal Sınıfları, Yapıları ve Tanımları (devamı)

Chlorophenoxy asit / ester	 $R = H \text{ alkyl}$	2,4-D ve 2,4,5-T gibi herbisitsel bileşiklerdir. Birçok chlorophenoxy bileşiği endokrin engelleyicisidir.
Chloropyridinyl	 Triclopyr	Triclopyr ve tuzu herbisitsel bileşiklerin bu kimyasal sınıfının üyeleridir. Bu bileşikler genellikle yeni yetişen ormanlarda kullanılır.
Coumarin	 $R_1 = \text{complex substituent}$ $R_2 = OH$	Rodentisitler antikoagulan olarak görev alırlar.

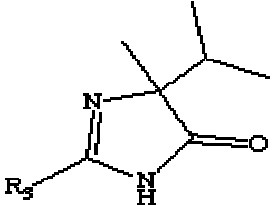
Tablo B.1: Pestisitlerin Kimyasal Sınıfları, Yapıları ve Tanımları (devamı)

Cyclohexenone	 $R_1 = \text{alkyl}$ $R_2 = \text{complex alkyl or aryl}$	Herbisitsel bileşiklerin yeni bir sınıfıdır. Birçoğu değerlendirilmemişken, U.S. EPA tralkoxydim in kanserojen olduğunu belirlemiştir.
Diacylhydrazine	 $R_1, R_2 = \text{aryl or substituted aryl}$	İnsektisitlerin yeni bir sınıfıdır, doğada kalıcıdır ve önemli bir ekolojik risk oluşturmaktadır. Methoxyfenozide ve tebufenozide örnek olarak verilebilir. Bu bileşiklerin endokrin engelleyicisi olduklarına dair bazı kanıtlar da vardır.
Dicarboximide	 $R_1 = \text{aryl, alkyl, other}$ $R_2 = \text{alkyl, aryl}$ $R_3 = \text{alkyl, alkoxy}$	Fungisitsel bileşiklerdir. Vinclozolin ve iprodione örnekleridir.

Tablo B.1: Pestisitlerin Kimyasal Sınıfları, Yapıları ve Tanımları (devamı)

Dinitrophenol	 $R_1 = \text{alkyl}$ $R_2 = \text{H, acyl}$	Herbisitsel ve fungisitsel bileşiklerdir. Bir kısmı gelişime açık toksisiteye sahip oldukları ve üremeyi sağlayıcı oldukları kadar, fazla akut toksisiteye sahiptir.
Dithiocarbamate	 $R_1, R_2 = \text{alkyl}; M = \text{metal ion}$	Amide fonksiyonel grubundaki sulfurlerle oksijenlerin yerdeğiştirdiği karbamat yapısına sahip fungisitlerdir. Maneb, metom sodyum ve ziram örnek olarak verilebilir.
Halojen Organik	yok	Çeşitli dizilimleri olan bileşikler temel olarak karbon, hidrojen, flor, klor, ve/ yada bromdan oluşur. Dezenfektan, fungisit, solvent ve propellant olarak kullanılır.

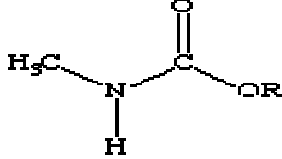
Tablo B.1: Pestisitlerin Kimyasal Sınıfları, Yapıları ve Tanımları (devamı)

Imidazolinone	 R = aryl, pyridinyl	Hayvanlara karsi cok dusuk toksisitesi olan yeni bir herbisitsel bilestir.
İnorganik Bileşikler	yok	Hidrokarbon parcaciklari ve toksik metallerden birini icermeyen herhangi bir kimyasal bilestir. Toksik metallerin inorganik bileşikleri --civa, arsenik, kadmiyum, krom, kalay, kursun ve gumus--asagida listelenmistir. İnorganiklere kirec, fosforik asit vesulfuryl fluoride dir.
İnorganik-Arsenik	yok	Arsenik iceren bileşikler arsenik-karbon baglarini icermeyizler.Bu bileşikler, genellikle asiri toksik, akut toksisiteye, kansere ve gelisebilen toksisiteye sebep olmaktadır.
İnorganik-Kadmiyum	yok	Kadmiyum iceren bileşikler kadmiyum-karbon baglari icermeyizler. Bu bileşikler genellikle asiri toksik, akut toksisiteye, kansere, uretken ve gelisebilen toksisiteye sebep olmaktadır.

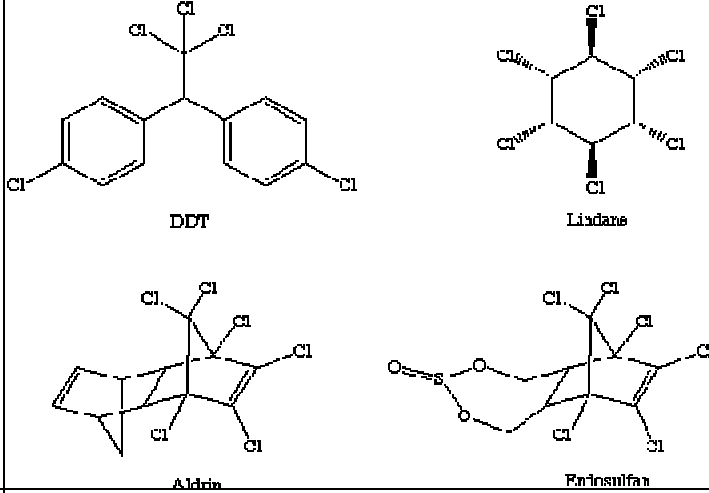
Tablo B.1: Pestisitlerin Kimyasal Sınıfları, Yapıları ve Tanımları (devamı)

İnorganik-Krom (VI)	yok	(+6) değerlikli krom atomu (hexavalent) içeren bileşikler krom-karbon bağları içermezler. Bu bileşikler asiri toksiktir, akut zehirlenmeye, kansere, üretken ve gelişebilen toksisiteye sebep olurlar.
İnorganik-Kurşun	yok	Kurşun içeren bileşikler kurşun-karbon bağları içermezler. Bu bileşikler genellikle asiri toksiktir, akut norotoksisiteye, kansere, üretken ve gelişebilen toksisiteye sebep olmaktadır.
İnorganik- Civa	yok	Civa içeren bileşikler civa-karbon bağları içermezler. Bu bileşikler genellikle asiri toksiktir, akut toksisiteye, kansere, gelişebilen toksisiteye sebep olmaktadır.
İnorganik-Gümüş	yok	Gümüş içeren bileşikler gümüş-karbon bağları içermezler. Bircogu mikrobiosit olarak kullanılmaktadır.
İnorganik- Çinko	yok	Çinko içeren bileşikler çinko-karbon bağları içermezler. Bircogu mikrobiosit ve fungusit olarak kullanılmaktadır.

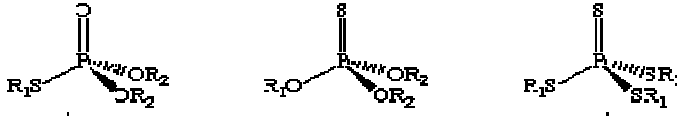
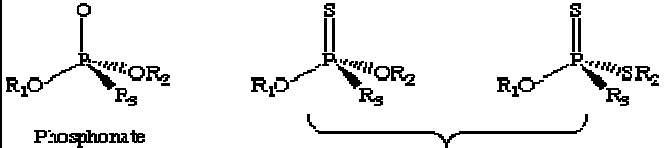
Tablo B.1: Pestisitlerin Kimyasal Sınıfları, Yapıları ve Tanımları (devamı)

Mikrobiyal	yok	Pestisitler, küçük mikrop türlerinden oluşmaktadır. Örneğin; <i>Bacillus thuringiensis</i> . Genellikle bu mikroplar "aktif bileşen" denilen pestleri öldüren bir toksin üretirler. Mikrobiyal pestisitler çok seçicidirler ve sadece hedef pesti etkilerler.
N-Metil Karbamat		N-metil amide fonksiyonel grulu bileşiklerdir (çoğunlukla insektisitler). N-metil karbamatların çoğu böceklerde ve insanlarda nörotoksisiteye sebep olan güçlü kolinesterase inhibitörlerdir.
Naftalin Asetik Asit	yok	Düşük akut toksisiteye sahip bitki gelişimi düzenleyicilerdir.
Yağ- Genel	yok	Bitkilerde elde edilen pestisit özellikli yağlardır. Örnek olarak tarçın, naneşekeri, yasemin ve lavanta yağı verilebilir.
Yağ-Sebze	yok	Soyafasulyesi ve mısır gibi bitkilerden elde edilen yağlardır ve insektisit olarak kullanılırlar. Böcekleri havasızlıktan boğarak çalışırlar.

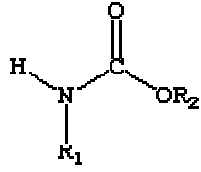
Tablo B.1: Pestisitlerin Kimyasal Sınıfları, Yapıları ve Tanımları (devamı)

Organoarsenik	yok	Arseniğe direkt olarak bağlanan organik bir parçayı içeren bileşiklerdir. Bu bileşikler genellikle aşırı toksiktir ve çoğu kimyasal mücadele birimi olarak kullanılır.
Organoklor	 DDT Lindane Aldrin Dieldrin	Çoğunlukla insektisit olan bileşikler, öncelikle karbon, hidrojen ve klordan oluşmaktadır. Organoklorlular doğada kalıcıdır ve sedimette oluşum yada bioakümülyasyon için bilinirler.
Organociva	yok	Civaya direkt bağlanan organik bir parçayı içeren bileşiklerdir. Bu bileşikler genellikle aşırı toksik, akut toksisiteye, kansere ve gelişebilen toksisiteye sebep olabilirler.

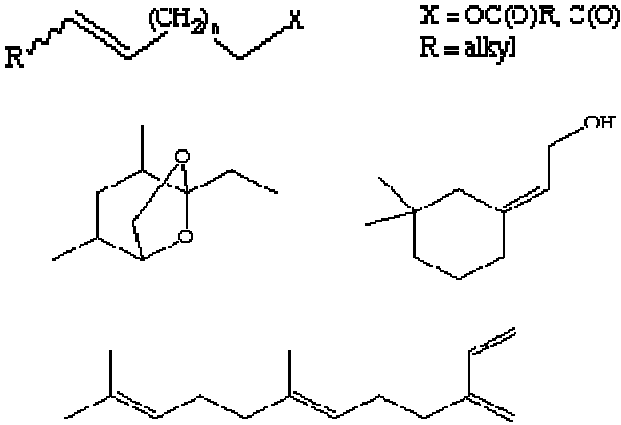
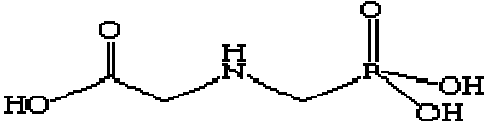
Tablo B.1: Pestisitlerin Kimyasal Sınıfları, Yapıları ve Tanımları (devamı)

Organofosfor	 $R_1 = \text{a good leaving group}$ $R_2 = \text{simple alkyl group}$ $R_3 = \text{complex alkyl group}$ Organophosphate  Phosphorothioates  Phosphonate Phosphonothioates	Alkil ya da alkoxy grubundaki organik maddeye bağlı olan fosfor atomları içeren çoğu insektisit olan bileşiklerdir. Birçok organofosforlu pestisitler insanlar ve böceklerde nörotoksisiteye sebep olan cholinesterase inhibitördürler.
Organotin	yok	Kalaya direkt olarak bağlanan organik bir parçayı içeren bileşiklerdir. Bu bileşikler genellikle aşırı toksiktirler. Örnek olarak tributyltin ya da triphenyltin tuzu verilebilir.

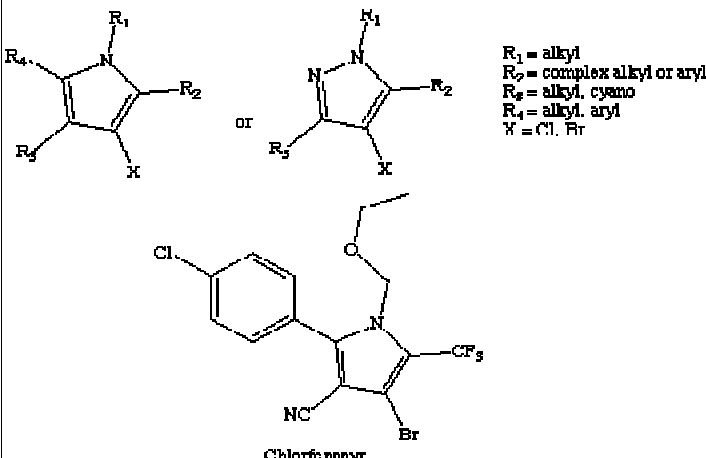
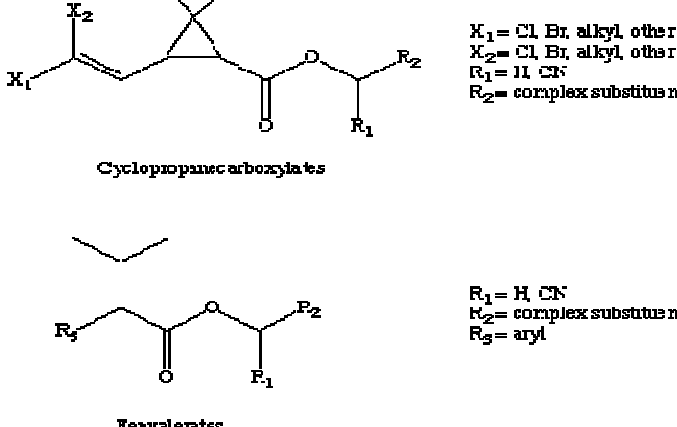
Tablo B.1: Pestisitlerin Kimyasal Sınıfları, Yapıları ve Tanımları (devamı)

Diğer Karbamatlar	 $R_1 = \text{aryl, alkyl (not methyl)}$ $R_2 = \text{alkyl, aryl}$	Çoğunlukla insektisit olan amide fonksiyonel grubu ve metil grupları olan bileşiklerdir. Bu karbamatların birçoğu insanlar ve böceklerde nörotoksisiteye sebep olurlar.
Petrol Türevleri	yok	İşlenmemiş yağlardan distilasyon prosesi ile elde edilen bileşiklerdir. Sıklıkla, solvent, adjuvan ve insektisit olarak kullanılırlar. Arıtma seviyesine göre petrol türevleri kanserojen maddeler içerirler.

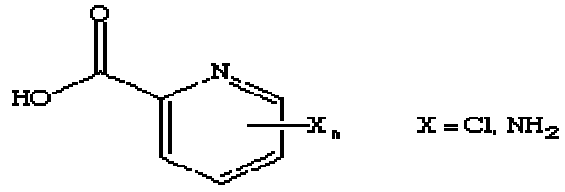
Tablo B.1: Pestisitlerin Kimyasal Sınıfları, Yapıları ve Tanımları (devamı)

Pheromone	 $X = \text{OC(O)R}, \text{C(O)H}, \text{OH}$ $R = \text{alkyl}$	Böcek hormonları çoğalmayı engelleyici olarak kullanılır. Bu bileşikler çok az miktarlarda ve bazı böcek türleri için çok seçici davranılarak kullanılırlar. Kimyasal yapıları genellikle en az bir çift bağlı uzun zincirli alkol, aldehit ya da esterden oluşur.
Phosphonoglycine	 Glyphosate	Organofosforlu herbisitsel bileşiklerdir. Bu bileşikler Bitki-spesifik enzimlerini inhibe ederler ve memelilere karşı çok düşük toksisiteye sahiptirler. Glyphosate ve tuzları ile esterler (Roundup ürünlerindeki aktif bileşikler) bu sınıftaki bileşiklerdendir.

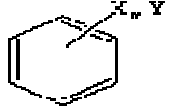
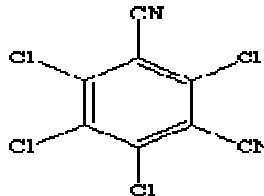
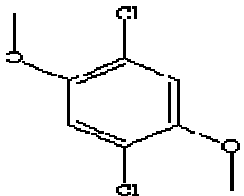
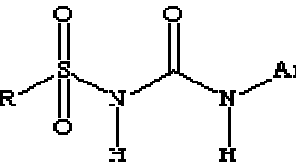
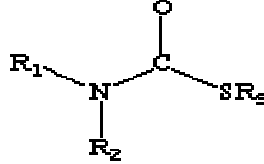
Tablo B.1: Pestisitlerin Kimyasal Sınıfları, Yapıları ve Tanımları (devamı)

Pyrazole	 R_1 = alkyl R_2 = complex alkyl or aryl R_3 = alkyl, cyano R_4 = alkyl, aryl X = Cl, Br Chlorfenapyr	Doğada kalıcı olan ve önemli bir ekolojik risk taşıyan yeni bir insektisit sınıfıdır. Chlorfenapyr (Pirate) örnek olarak verilebilir.
Pyrethroid	 X_1 = Cl, Br, alkyl, other X_2 = Cl, Br, alkyl, other R_1 = H, CN R_2 = complex substituent Cyclopropanecarboxylates R_1 = H, CN R_2 = complex substituent R_3 = aryl Fenvalerates	Yapıları doğal insektisit bileşikleri olan pyrethrinlere benzeyen sentetik insektisitlerdir (cyclopropane carboxylates). Birçok pyrethroidler suspected endokrin engelleyicidir.

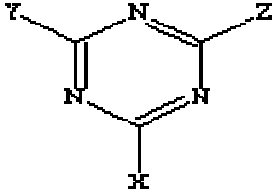
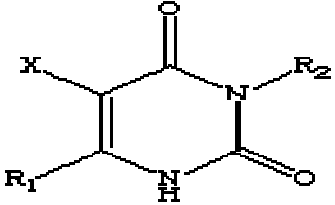
Tablo B.1: Pestisitlerin Kimyasal Sınıfları, Yapıları ve Tanımları (devamı)

Pyridinecarboxylic Asit	 $X = \text{Cl}, \text{NH}_2$	Düşük akut toksisiteye sahip herbisitsel bileşiklerdir.
Quaternary Amonyum	 $R_1, R_2, R_3, R_4 = \text{alkyl or substituted alkyl}$	Dört alkil ya da aryl gruplu amonyum tuzlarıdır. Genellikle mikrobiosit ve algisit olarak kullanılırlar.
Silikon	yok	Silikon-oksijen destekli sentetik yağlardır. Köpük kırıcı ve emülsifer olarak kullanılırlar.
Sabun/ Yüzey Aktif Madde	yok	Yüzey aktif madde ya da detarjan özelliklerine sahip bileşiklerdir.

Tablo B.1: Pestisitlerin Kimyasal Sınıfları, Yapıları ve Tanımları (devamı)

Substituted benzene	 X_n, Y_n $X = Cl$ $Y = alkoxy, CN, NO_2, alkyl$ $n = \text{variable number of substituents}$  Chlorothalonil  Chloroneb	Çok çeşitli atomlardan oluşan benzen halkasına sahip fungusitsel bileşiklerir. Bu bileşiklerin bazıları pentachloro-nitrobenzene (PCNB) ve hexachlorobenzene gibi çok toksik ağaç koruyucularıdır.
Sulfonyl Üre	 $Ar = \text{substituted aryl or triazine}$ $R = \text{substituted aryl or benzyl}$	Sulfonyl atomuna sahip üre fonksiyonel gruplu herbisitsel bileşiklerdir. Sıklıkla yeraltı sularını kirletici olarak bulunurlar. Bensulfuron-methyl ve rimsulfuron örnek olarak verilebilir.
Thiocarbamate	 $R_1, R_2, R_3 = alkyl$	Genellikle amide fonksiyonel grubundaki oksijenlerden bir tanesinin sülfür ile yerdeğiştği karbamat yapısına sahip herbisitlerdir. Örnek olarak cycloate, butylate ve molinate verilebilir.

Tablo B.1: Pestisitlerin Kimyasal Sınıfları, Yapıları ve Tanımları (devamı)

Triazine	 $X = Cl, CH$ $Y = NR, OH$ $Z = NR', OH$	Genellikle Triazine halkasını içeren herbisitler yada mikrobiositlerdir. Sıklıkla yeraltı sularında dönüşüm ürünleri bulunmaktadır.
Urasil	 $R_1 = alkyl$ $R_2 = alkyl$ $X = Cl, Br, alkyl$	Urasilden türeyen herbisitsel bileşiklerdir. Genellikle yeraltı sularını kirletici olarak bulunurlar. Bromacil ve terbacil örnek olarak verilebilir.

Tablo B.1: Pestisitlerin Kimyasal Sınıfları, Yapıları ve Tanımları (devamı)

Üre	$R_1 = H, \text{ alkyl, alkoxy}$ $R_2 = \text{alkyl, complex substituent}$ $R_3 = \text{alkyl, aryl, azole, ether}$ Diuron Tebuthiuron	Üre fonksiyonel grubuna sahip herbisitsel bileşiklerdir. Genellikle yeraltı sularını kirletici olarak bulunurlar. Diuron ve linuron örnek olarak verilebilir. Bu bileşiklerin bir kısmı kanserojendir.
------------	--	---

EK C

TOPRAK OLUŞTURAN FAKTÖRLER

TOPRAK OLUŞTURAN FAKTÖRLER

İlk önceleri tarımla uğraşanlar, toprakların önemli bir çok özelliklerin toprağın altındaki kayalardan ileri geldiğini fark etmişlerdir. Örneğin eski toprak kitaplarında rastlanılan granitik topraklar, bazaltik topraklar, kireç toprakları gibi terimler toprak oluşumunda ana materyalin önemini işaret etmek üzere kullanılmış terimlerdir. İlk kez Rus toprak bilginlerinden Dokuchaiev ve sonraları Amerikalı bilgin Hilgard belli bir ana materyalden farklı çevre koşulları altında, özellikle değişik iklim ve vejetasyon etkisi ile farklı toprakların oluştuğunu ortaya koymuşlardır.

Genel olarak ana materyal, iklim ve organizmalar toprak oluşturan faktörler olarak kabul edilir. Toprak zamana bağlı olarak değişikliğe uğrar ve bir gelişme dönemi gösterir. Bu nedenle zaman, toprağın gelişmesinde etkili olan bir faktör olarak önem kazanmaktadır. Diğer taraftan topoğrafya toprağın su düzenine etki yapan önemli bir faktördür.

Hans Jenny (1941 ve 1961) toprak oluşumuna yeni bir kavram getirerek toprak oluşumuna etki yapan faktörleri beş grup altında toplamış ve bunları bağımsız değişken olarak nitelendirmiştir. Jenny bu faktörleri bir formül içinde toplayarak toprağı bu faktörlerin bir fonksiyonu olarak göstermiştir.

$$T=f(i, a, t, o, z)$$

Bu formülde:

T= Toprak

i= İklim

a= Ana materyal

t= Topoğrafya

o= Organizmalar

z= Zaman

ile gösterilmiştir.

İklim

Toprak oluşumuna etki eden faktörler içerisinde en önemlisi iklimdir. İklim, toprakta meydana gelen bazı fiziksel ve kimyasal reaksiyonların yanı sıra organizmalar, toprak materyalinin erozyon ve depolanmasını yöneten zaman ve röliyef faktörlerin boyutlarını kontrol ederek toprak oluşumunu etkilemektedir. İklim bir değişkendir. Bu nedenle bir bölgede ortalama iklim koşullarının belirli özelliklerinin toprak gelişmesi üzerine olan etkileri ekstrem iklim değerlerinden daha önemli olabilir.

İklim, yağış, sıcaklık, rüzgar, oransal nem gibi öğeleriyle toprak oluşuna katkıda bulunur. Özellikle yağış ve sıcaklık toprak oluşumunda ve profilin karakter kazanmasından son derece etkilidir.

Önceki bölümlerde de belirtildiği gibi sıcaklık ve yağışlarla sağlanan su fiziksel ve kimyasal olayların hızını, bu olaylarda toprak profilinin gelişme derecesini tayin etmektedir. Yağışlı bölgelerde bol olan yağış suları, ayrışmayı hızlandırır ve ayrışan materyali alt katlara doğru hareket ettirir. Toprağın üst katları bazik elementlerce fakirleşir, hidrojen iyonlarınca zenginleşir. Bu suretle topraklar asit reaksiyon karakteri kazanır. Buna karşılık kurak bölgelerde suyun yetersizliği ayrışmayı sınırladığı gibi ayrışan materyalin alt katlara iletimini de kısıtlamaktadır. Kurak bölge topraklarında ayrışma ürünü olan bazik elementler hidrojeniden daha fazla

olduğundan bu topraklar alkaline reaksiyona sahip olup alt katlarda kireç reaksiyonu içermektedirler. Çöl ve yarı çöl alanları ile tundra bölgeleri topraklarında pek az kil oluşabilmektedir. Benzer sıcaklığa sahip bölgelerde diğer elementler sabit kalmak koşulu ile kil oluşumu artan yağış miktarına paralel olarak hızlanmaktadır. Bunun gibi benzer yağışa sahip bölgelerde oluşan kil ise artan sıcaklığa paralel olarak artmaktadır. Nemli bölgelerdeki fazla yağış, yalnız kimyasal ve fiziksel ayrışmanın hızını tayin etmekle kalmamakta, aynı zamanda ağaçların yetişip gelişmesine uygun bir ortam yaratmaktadır. Bu iki etkenin gelişmekte olan toprağın tipi üzerine olan ortak etkisi büyük olmaktadır.

Ana Materyal

Ana materyalin yapısı kendisinden meydana gelen topraklar üzerinde özellikle oluşumun ilk devrelerinde etkili olmaktadır. Toprak bilimcilerinin çoğu C horizonunun tanımlanmasını ana materyal kavramını içerecek şekilde geniş tutmuşlardır. Bunlar, C horizonunu “ana materyal” olarak tanımlamışlardır. Bunun nedeni A ve B horizonlarının, toprak profilinin alt katlarındaki C horizonundan oluştuğu varsayımının ilke olarak kabul edilmesidir.

Jenny (1961), ana materyali, toprak oluşum sisteminin başlangıcı şeklinde tanımlamaktadır. Bu toprak oluşumunun sıfır olduğu sıradaki toprak dönemi olarak kabul edilir. Yukarıdaki tanımlamaya göre, daha önceden ayrılmış kayalar kitlesi ana materyaldir. Toprak gövdesinin, başlangıç materyalinden oluş sırası şöyledir:

Kayaç => Ayrılmış kayalar => Genç toprak => Olgun toprak

Toprak materyalinin su geçirgenliği ile toprak oluşumu arasında bir ilişki bulunmaktadır. Suyun toprakta aşağı doğru hareketi toprak materyalinden karakteristik horizonları içeren bir toprağın meydana gelişinde en önemli etkenlerden biridir. Örneğin bir kum yatağı ile siltli bir yatak çok yağışlı bir bölgede yan yana bulunmuş olsun. Belli bir zaman sonra bunların durumu incelendiğinde birinci profil bir taban taşı oluşturacak ikincisi ise zayıf bir podzollaşma gösterecektir. Bu iki profil aynı iklim koşulları altında bulunmalarına rağmen farklı toprak serilerine gireceklerdir.

Topoğrafya ve Röliyef

Topoğrafya arazi yüzeyinin, röliyef ise arazi yüzey şekillerinin tanımlanması için kullanılmaktadır. Diğer bir deyimle topoğrafya ve röliyef bir alan içerisindeki yükseklikler arasındaki farklardır. Arazinin yatay veya düz oluşu, ondüleli veya düz oluşu, tepelik veya dağlık oluşu topoğrafya veya röliyef anlamı içine girer. Topoğrafyanın anlamı içinde arazinin eğimi de vardır.

Topoğrafya, iklim ve özellikle suyun etkilerini hızlandıran veya yavaşlatan arazi şekilleri olarak, toprak oluşumunda dolaylı bir şekilde etkindir. Bu nedenle pasif etmenler arasında yer almaktadır. Yağışlı bölgelerde, birbirine yakın bulunan aynı materyalden düz topoğrafya veya hafif eğimli yerler ile dik yamaçlar veya tepelerde birbirinden farklı toprak profilinin oluştuğu görülmektedir. Kurak iklimdeki topraklarda topoğrafya sebebiyle ortaya çıkan farklılık çok belirgin değildir. Yağışlı bölgelerde düz veya düze yakın topoğrafyalarda oluşan toprak gövdesi eğimli

olanlardan daha kalın bulunmaktadır. Bu durum bir yandan erozyonla, öte yandan da düz kesimlerde toprak profili içine sızan su miktarıyla olmaktadır. Çukur araziler etrafın yüzey akışlarını da aldıklarından, devamlı olarak veya yılın uzun bölümünde su ile doymun bulunurlar. Böyle koşullar fazla bitkisel gelişmeye, buna karşılık sınırlı bir çürümeye yol açar. Bunun sonucu olarak organik maddeler birikir ve turba adı verilen organik topraklar oluşur. Kötü drenajlı yerlerde, toprağın rengi, kimyasal redüksiyon nedeniyle boz gri veya benekli sarıya döner.

Biyolojik Faktörler (Organizmalar)

Biyolojik faktörler veya genel adıyla biosfer aktif bir toprak oluşturucu ve geliştirici etmen olup, bitkiler aleml ile hayvanlar alemlinden oluşmaktadır. Bunlardan bitkiler daha aktif ve yoğun bir etkiye sahiptir. Toprak genetikçileri organizmaların, toprak oluşumu denklemindeki gerçek yeri hakkında fikir birliği içerisinde değildırler. Marbut ve Nikiforoff gibi araştırmacılar genel olarak organizmaların ve özel olarak da bitki örtüsünün toprak oluşum faktörlerinin en önemlisi olduğunu iddia etmektedirler. Bunlardan Amerikalı toprak bilgini Joffe “pedology” adlı kitabında bitkiler olmadan toprağın oluşmayacağını vurgulamaktadır.

Organizmaların toprak oluşumu üzerine etkileri mikroorganizmalar, bitki, hayvan ve insan faaliyetleri dolayısıyla dır. Organizmalar, topraktaki organik maddenin çeşit, miktar ve dağılışına etki eder. Çöl topraklarında organizmaların etkisi yok denecek kadar az ve yine bu topraklarda organik madde miktarı pratik anlamda yok farzedilebilir. Özellikle bitkilerin en etkin olduğu bölgeler tropik orman bölgeleri ile steplerdir. Toprağa dönen organik maddenin toprak profili içerisindeki dağılışı, bitki örtüsünün çayır ve orman olması halinde büyük farklılık gösterir. Çayır otları kısa ömürlü olduklarından toprağa daha fazla organik madde kazandırırılar. Köklerin daha kolay çürümesi nedeniyle çayır örtüsü altında oluşan topraklarda organik madde toprağın derinliklerine de ilave edilmiş olur. Diğer taraftan ağaçların toprağa intikal edip kolayca çürüeyebilen aksamı sadece yaprakları olduğundan orman örtüsü altında oluşan topraklarda organik madde yüzeyde birikmiş olur. Bu nedenle çayır örtüsü altında oluşan topraklarda derin koyu renkli bir A horizonu, orman örtüsü altında oluşan topraklarda ise daha ince bir A horizonu görülür.

Bitkiler toprağın derinliklerinden kökleri aracılığıyla bitki besin elementlerini alır ve bunları dökülen dal ve yaprakları ile toprağın yüzeyine ilave ederler. Besin elementleri döngüsü olarak adlandırılan bu süreç, yıkanmanın karşıtıdır. Aşağı doğru yıkanan çözünebilir bileşiklerin bir kısmının bu yolla tekrar toprağın yüzeyine çıkarılması yıkanma sürecinin etkisini azaltır. Tropikal bölge topraklarının bitki besin elementleri bakımından restorasyonu çok gür tropik bitkilerin sağladığı besin elementleri döngüsü ile olmaktadır.

Organizmaların diğer önemli bir etkisi de toprakta oluşturdukları gözenekler dolayısıyla dır. Küçük hayvanların topraklarda açtıkları delikler, bitkilerin gelişmesi için önemli olan heterojen bir gözeneklilik sağlar. Solucanlar büyük miktardaki toprağı vücutlarından geçirerek kimyasal ve fiziksel olarak bunların değişmesine yol açmaktadır.

Mikroorganizmalar da toprak oluşumunda dolaylı etkiye sahiptirler. Bir kısım bakteriler nitrat oluşumuna hizmet ederek toprak florasını zenginleştirirler.

Oluşturdukları humus, toprakların verimlilik düzeyini arttırır, suya dayanıklı agregatların ve iyi fiziksel koşulların oluşmasına yol açar.

İnsanlar da toprak oluşumunu etkileyen önemli bir faktördür. İnsanlar kullandıkları toprakların bazılarında süreçlerin etkisini ve dolayısıyla oluşumun doğrultusunu değiştirirler. Sulama, drenaj, tesviye, işleme ve gübreleme toprak oluşumunu etkileyen insan faaliyetleridir. İnsanların toprak üzerindeki bilgisiz faaliyetleri, erozyon, tuzluluk ve drenaj problemlerinin ortaya çıkmasına neden olabilir. Gübreleme, işleme, derin sürüm ve diğer insan faaliyetlerinin etkilerini belirgin bir şekilde yansıtan toprak horizonlarına Soil Survey Staff plaggen epipedon ve böyle topraklara da “man-made” yani insan yapısı topraklar adını vermektedir. Bu tip topraklar batı Avrupa’da sık rastlanan bir toprak çeşididir.

Zaman

Zaman, diğer toprak oluş faktörlerinin ana materyali ne derece etkileyip değiştirdiklerini veya her bir faktörün kendine özgü markasını ana materyale ne derece işlediğini gösterir. Süre olarak toprak oluş süreçlerinin aktif olduğu zaman aralıklarını ifade eder. Bir toprağın yaşı stratigrafik yolla veya radyokarbon yöntemiyle yaklaşık olarak tayin edilebilir. Toprağın oluşu sırasında geçen zaman süresinin uzunluğu toprak oluşuna etki yapan faktörlerden biridir. Toprak oluşturan diğer faktörler sabit bulunduğunda zaman süresi uzadıkça genellikle toprak içinde devam eden olaylar etkisini daha fazla göstermekte ve toprağın olgunlaşması ilerlemektedir. Toprakların olgunluğu veya yaşları genel olarak horizonların farklılığı ile ölçülmektedir. Patikte horizonların sayısının artması ve kalınlığının fazlalaşması ile toprağın daha fazla olgunlaştığı kabul edilmektedir.

Bir ana materyalin ne zaman toprağa dönüştüğü sık sık ortaya çıkan bir sorundur. Bu sorunun yanıtı toprağın ve ana materyalin tanımlanmasına bağlı olduğundan oldukça zordur. Bazı ana materyal tiplerinin toprağa diğerlerinden çok benzediği bilinmektedir. Örneğin bazı alüviyaller ve rüzgarlarla yığılmış derin depozitler yine bazı koşullar altında üstlerinde oluşan toprağa benzer halde bulunurlar. Buna karşılık sert kireç taşları ve granitler üzerinde oluşmuş topraklardan çok farklıdır. Burada gerçekte önemli olan lösün veya kireçtaşının, granitin ne zaman ana materyal olmaktan çıktığı ve toprak haline dönüştüğünü saptamaktır. Bu konuda en iyisi, ana materyalin toprak oluşturan olaylarla değiştiği ve farklılaştığı zaman toprak haline geldiğini kabul etmektir. Foth ve Türk’ye göre lösler volkan külleri ve diğer sertleşmemiş depozitlerden Entisol’lerin oluşabilmesi için 100 yıldan az zaman yeterlidir. Herhangi bir kalınlıktaki toprağın oluşması için geçmesi gereken zamanı ana materyallerin özellikleri yanısıra esas olarak yağış ve sıcaklık saptamaktadır. Bu süre bazı çevrelerde çok kısa bazı yerlerde ise çok uzundur.

- A₀₀ Düşmüş yapraklar ve çürümemiş organik atıklar,
- A₀ Kısmen ayrılmış organik atıklar,
- A₁ Koyu renkli yüksek oranda organik madde ile karışmış mineral madde,
- A₂ Açık renkli maksimum elüviyasyon horizonu, en fazla podzol topraklarda görülür. Çernozem tipi topraklarda bulunmaz.
- A₃ Geçiş tabkası, A₂’ye benzer.
- B₁ Geçiş tabakası, B₂’ye benzer.

B₂ Kil mineralli, organik kolloidler, demir ve alüminyum oksitlerin maksimum birikme horizonu; blokvari ve prizmatik strüktürün oluşma tabakası.

B₃ C'ye geçit tabakasıdır.

C Ayrışmış ana materyal, bu tabaka genellikle solumun görünüşüne benzer. Bu, ana kayadan meydana gelebildiği gibi başka yerlerden de taşınmış olabilir.

D Toprağın altında bulunan herhangi sert bir kaya, kil veya kum tabakası. Bu ana kaya olabildiği gibi ana kaya olmayabilir. Üzerindeki toprağa etki yapabilir.

A Horizonu

A horizonu bitki kökleri, yaprakları ve sapları gibi bitki artıkları ve diğer organik maddelerin en fazla bulunduğu tabakadır. Toprak oluş işlemlerinin bir sonucu olarak içerdiği orijinal maddelerin bir kısmını kaybetmiştir. A horizonundan kaybolan veya yıkanan maddeler ayrışma ürünü olan çeşitli tuzlar mineral ve organik kolloidler bir kısmı, alüminyum ve demir oksitlerdir. Bu şekilde çözülmüş veya süspansiyon halindeki maddelerin yıkanmasına elüviyasyon denir. A horizonu da elüviyal horizondur. A horizonu bir çok alt horizondan oluşur.

A₀₀ Çürümemiş bir çok organik materyalin biriktiği tabakadır.

A₀ organiklerin kısmen ayrışmaya uğradığı tabakadır. A₀₀ ve A₀ horizonları işlenmemiş bakir topraklarda, A₁ horizonunun üstündeki tabakadır.

Bu horizonlar özellikler podzol topraklarda ve orman topraklarında belirgindir. Genellikle çok ince bir tabaka meydana getirir. Bu horizonlar bazen çayırılık arazide ve çölde çalılık vejetasyon altındaki topraklarda da oluşabilir.

A₁ Horizonu : Mineral maddelerin yüksek orana organik maddelerle karışmış olduğu koyu renkli horizondur. Biyolojik olayların en fazla olduğu horizondur. Çernozel topraklarda çok kalın ve podzol topraklarda çok incedir.

A₂ Horizonu nispetten açık renkli, kil minerallerini, demir ve alüminyum oksitlerini kısmen veya tamamen kaybetmiş tabakadır. Bu, esas elüviyal horizon veya yıkanma horizondur.

A₃ B tabakasına geçit tabakasıdır. Fakat daha çok A₂'ye benzer.

B Horizonu

B horizonu birikme horizonu veya illüviyal horizon adını alır. İllüviyasyon, A horizonundan yıkanan demir ve alüminyum oksitler, ile kolloid kil mineralleri ve humus maddelerinin B horizonunda birikmesi olayıdır. Arid bölgelerde kalsiyum karbonat, kalsiyum sülfat ve diğer tuzlar B horizonunda birikebilir. B horizonu blokvari veya prizmatik bir strüktür gösterir. Fakat bu strüktür durumu bütün topraklarda görülmez.

B horizonu, B₁, B₂ ve B₃ harfleri ile gösterilen alt horizonlara ayrılır.

B₁ horizonu üzerindeki A horizonuna geçittir. Fakat daha çok B'ye benzer.

B₂ esas illüviyal horizondur.

C Horizonu

C horizonu toprak materyali veya toprak ana materyalini oluşturan tabakadır. Gevşemiş ve dağılmış bir tabakadır. Genellikle fiziksel kimyasal ve mineralojik yapı bakımından üstündeki toprak tabakasına benzerlik gösteren ve hiç olmazsa üstündeki toprağın bir kısmının bundan meydana geldiği kabul edilen horizondur. Organizmaların çok az etkisi altında kalmış bir tabakadır. C horizonu bazen ana kayadan meydana gelebilir.

D Horizonu

C horizonunun altında bulunan ve toprak materyaline benzemeyen herhangi bir tabakadır. Bazı toprak profillerinde C horizonu yoktur. D horizonu doğrudan doğruya B horizonunun altında bulunabilir.

Bir de ana kaya terimi vardır ki, bu da C horizonunun altında bulunan ve onu meydana getiren ayrışmamış masif kaya tabakasıdır.

Toprak Tabakaları İçin Kullanılan Bazı Terimler

Solum: Solum toprak yapıcı kuvvetlerin etkisiyle meydana gelmiş genetik toprak katmanı olarak tanımlanabilir. Normal topraklarda solum A ve B horizonlarından oluşur veya toprak profilinin ana materyalden yukarıdaki kısmıdır. Buna gerçek toprak tabakası da diyebiliriz. Böyle olmakla beraber bazı topraklarda bunu belirlemek güçtür. Bu sebeple gerçek toprak tabakası keyfi olarak belirlenmektedir. Mesela köklerin alt sınırına kadar olan kısım solum kabul edilmektedir.

Üst Toprak: Genel bir terimdir ve çeşitli anlamlarda kullanılmaktadır.

- a) Toprak yüzeyindeki pulluk tabakası anlamında ve yüzey toprak anlamında;
- b) A₁ horizonu anlamında, bu halde derinliği çok değişebilir.
- c) Organik maddece zengin, verimli topraklar anlamında;
- d) A horizonu anlamında kullanılır.

Yüzey Toprak: Toprak işleme aletleriyle hareket eden toprak tabakasını, yani 10-20 cm.lik bir toprak tabakasını ifade eder.

Alt Toprak: belirli horizonları içeren profilde B horizonuna karşılıktır. Zayıf profilli topraklarda, alt toprak, yüzey toprağın altındaki, köklerin normal geliştiklerideki tabakayı belirler.

Pulluk Tabakası: Toprak işleme aletlerinin girdiği ve karıştırdığı toprak tabakalarıdır. Genellikle toprak yüzünden 15-17 cm derinliğe kadar olan üst toprak tabakası olarak kabul edilir.

EK D

DÜZCE İLİ İLÇELERİNDE PESTİSİT TÜKETİM MİKTARLARI

Tablo D.1: Düzce Merkez İlçesinde Pestisit Tüketimi

Pestisit (Aktif Madde)	Ürün Adı	Uygulama Zamanı	2004 yılı Tüketimi (kg-L)	2005 Yılı Tüketimi (kg-L)	2006 Yılı ilk 6 ayında Tüketim (kg-L)
Asetoklor 768 g/l.	Mısır	Mayıs, Haziran	1.835	2.083	1.666
Foramsulfuron 22,5 g/l	Mısır	Mayıs, Haziran	335	369	295
Nicosulfuron 40 g/l	Mısır	Mayıs, Haziran	2	1	1
Propaquizafop 100 g/l	Mısır	Mayıs, Haziran	18	20	16
Rimsulfuron %25	Mısır	Mayıs, Haziran	2	1	1
2-4 D dimetilamin	Mısır	Mayıs, Haziran	283	321	257
Lambda cyhalothrin 50 g/l	Mısır	Mayıs, Haziran	130	146	117
2,4-D-Asit (amin tuzu) 500 g/l	Buğday	Mart	195	223	178
2-4 D dimetilamin	Buğday	Mart	392	443	354
Fenoksaprop-P-etil 75 g/l	Buğday	Mart	10	6	5
Glifosfat Isopropilamin tuzu 480 g/l	Fındık	Mart, Nisan	7.315	8.193	6.554
Paraquate 200 g/l	Fındık	Mart, Nisan	1	4	3
Karbaril %85	Fındık	Nisan, Mayıs	442	450	360
Karbaril %5	Fındık	Nisan, Mayıs	45.221	45.476	36.381
Karbosülfan 250 g/l	Fındık	Nisan, Mayıs	4.553	4.608	3.686
Lambda cyhalothrin 50 g/l	Fındık	Nisan, Mayıs	182	201	161
Benfuracarb 200 g/l	Fındık	Nisan, Mayıs	1	3	2
Alphacypmethrine 100 g/l.	Fındık	Nisan, Mayıs	18	11	9
Endosülfan %32,9	Fındık	Nisan, Mayıs	376	428	342
Omethoate 565 g/l	Fındık	Nisan, Mayıs	12	11	9

Tablo D.1: Düzce Merkez İlçesinde Pestisit Tüketimi (devamı)

Methidathion 426 g/l	Fındık	Nisan, Mayıs	18	21	17
Bispyribac-sodyum 400 g/l	Çeltik	Haziran	3	4	3
Propanil 360 g/l	Çeltik	Haziran	265	296	237
Molinat 720 g/l	Çeltik	Haziran	630	716	573
Bensulfuron Metil+Metsulfuron Metil %8.25+1.75	Çeltik	Haziran	12	10	8
Cymoksanil + Propineb %6+70	Sebze	Mayıs, Eylül	65	68	54
Metalaksil +Mancozeb %8+64	Sebze	Mayıs, Eylül	60	74	59
Propineb %70	Sebze	Mayıs, Eylül	75	83	66
Mancozeb %80	Sebze	Mayıs, Eylül	132	144	115
Captane %50	Sebze	Mayıs, Eylül	14	16	13
Maneb %80	Sebze	Mayıs, Eylül	19	29	23
Cymoksanil+propineb %6+70	Sebze	Mayıs, Eylül	9	10	8
Diklorvos 550g/l	Sebze	Mayıs, Eylül	111	170	136
Fluvalinate	Sebze	Mayıs, Eylül	0	1	1
İmidacloprid 200 g/l	Sebze	Mayıs, Eylül	8	6	5
Endosülfan %32,9	Sebze	Mayıs, Eylül	245	280	224
Diazinon 185 g/l	Sebze	Mayıs, Eylül	260	276	221
Metaldehid %5	Sebze	Mayıs, Eylül	88	99	79
Klorpyrifos-Etil %25	Sebze	Mayıs, Eylül	85	95	76
Parathion-Metil 360 g/l	Sebze	Mayıs, Eylül	900	969	775
Azinphos Metil %2,5	Sebze	Mayıs, Eylül	13	16	13
Deltamethrin 25 g/l	Sebze	Mayıs, Eylül	132	150	120
Asetamiprid %20	Sebze	Mayıs, Eylül	40	43	34
Cypermethrin 200 g/l	Sebze	Mayıs, Eylül	288	301	241

Tablo D.1: Düzce Merkez İlçesinde Pestisit Tüketimi (devamı)

Bakır oksiklortür %50	Sebze	Mayıs, Eylül	63	68	54
Triklorfon %80	Sebze	Mayıs, Eylül	2	3	2
Klorpyrifos-Etil %25	Tütün	Haziran, Temmuz	950	1.079	863
Imidacloprid 200 g/l	Tütün	Haziran, Temmuz	145	163	130
Metalaksil-M + Acibenzolar-S-Metil	Tütün	Haziran, Temmuz	701	881	705
Butralin 360 g/l.	Tütün	Temmuz, Ağustos	1.770	2.010	1.608
Toplam Pestisit			68.426	71.079	56.860

Tablo D.2: Cumayeri İlçesinde Pestisit Tüketimi

Pestisit (Aktif Madde)	Ürün Adı	Uygulama Zamanı	2004 yılı Tüketimi (kg-L)	2005 Yılı Tüketimi (kg-L)	2006 Yılı ilk 6 ayında Tüketim (kg-L)
Asetoklor 768 g/l.	Mısır	Mayıs, Haziran	35	36	29
Foramsulfuron 22,5 g/l	Mısır	Mayıs, Haziran	7	6	5
2-4 D dimetilamin	Mısır	Mayıs, Haziran	10	6	5
Lambda cyhalothrin 50 g/l	Mısır	Mayıs, Haziran	2	3	2
2,4-D-Asit (amin tuzu) 500 g/l	Buğday	Mart	3	4	3
2-4 D dimetilamin	Buğday	Mart	7	8	6
Glifosfat Isopropilamin tuzu 480 g/l	Fındık	Mart, Nisan	4.322	2.980	2.384
Paraquat 200 g/l	Fındık	Mart, Nisan	1	1	1
Karbaril %85	Fındık	Nisan, Mayıs	154	165	132
Karbaril %5	Fındık	Nisan, Mayıs	13.991	15.818	12.654
Karbosülfan 250 g/l	Fındık	Nisan, Mayıs	1.584	1.675	1.340
Lambda cyhalothrin 50 g/l	Fındık	Nisan, Mayıs	74	74	59
Alphacypmethrin 100 g/l.	Fındık	Nisan, Mayıs	4	4	3
Endosülfan %32,9	Fındık	Nisan, Mayıs	144	155	124
Omethoate 565 g/l	Fındık	Nisan, Mayıs	3	4	3
Methidathion 426 g/l	Fındık	Nisan, Mayıs	8	8	6
Simoksanil + Propineb %6+70	Sebze	Mayıs, Eylül	1	-	1
Metalaksil +Mancozeb %8+64	Sebze	Mayıs, Eylül	3	1	1
Propineb %70	Sebze	Mayıs, Eylül	2	1	1
Mancozeb %80	Sebze	Mayıs, Eylül	3	-	2

Tablo D.2: Cumayeri İlçesinde Pestisit Tüketimi (devamı)

Dichlorvos 550g/l	Sebze	Mayıs, Eylül	3	4	3
Endosülfan %32,9	Sebze	Mayıs, Eylül	4	5	4
Metaldehid %5	Sebze	Mayıs, Eylül	2	3	2
Chlorpyrifos-Etil %25	Sebze	Mayıs, Eylül	1	1	1
Parathion-Metil 360 g/l	Sebze	Mayıs, Eylül	18	19	15
Deltamethrin 25 g/l	Sebze	Mayıs, Eylül	3	3	2
Acetamipride %20	Sebze	Mayıs, Eylül	1	1	1
Cypermethrin 200 g/l	Sebze	Mayıs, Eylül	6	6	5
Bakır oksiklorür %50	Sebze	Mayıs, Eylül	1	-	1
Toplam Pestisit			20.397	20.991	16.795

Tablo D.3: Çilimli İlçesinde Pestisit Tüketimi

Pestisit (Aktif Madde)	Ürün Adı	Uygulama Zamanı	2004 yılı Tüketimi (kg- L)	2005 Yılı Tüketimi (kg- L)	2006 Yılı ilk 6 ayında Tüketim (kg- L)
Asetoklor 768 g/l.	Mısır	Mayıs, Haziran	112	128	102
Foramsulfuron 22,5 g/l	Mısır	Mayıs, Haziran	21	23	18
Propaquizafop 100 g/l	Mısır	Mayıs, Haziran	1	1	1
2-4 D dimetilamine	Mısır	Mayıs, Haziran	18	20	16
Lambda cyhalothrin 50 g/l	Mısır	Mayıs, Haziran	8	9	7
2,4-D-Asit (amin tuzu) 500 g/l	Buğday	Mart	7	8	6
2-4 D dimetilamin	Buğday	Mart	14	15	12
Glifosfat Isopropilamin tuzu 480 g/l	Fındık	Mart, Nisan	1.640	1.863	1.490
Paraquat 200 g/l	Fındık	Mart, Nisan	-	1	1
Karbaril %85	Fındık	Nisan, Mayıs	99	103	82
Karbaril %5	Fındık	Nisan, Mayıs	8.825	9.886	7.909
Karbosülfan 250 g/l	Fındık	Nisan, Mayıs	923	1.048	838
Lambda cyhalothrin 50 g/l	Fındık	Nisan, Mayıs	42	46	37
Alphacypmethrin 100 g/l.	Fındık	Nisan, Mayıs	2	3	2
Endosülfan %32,9	Fındık	Nisan, Mayıs	86	98	78
Omethoate 565 g/l	Fındık	Nisan, Mayıs	6	-	2
Methidathion 426 g/l	Fındık	Nisan, Mayıs	4	3	4
Bispyribac-sodyum 400 g/l	Çeltik	Haziran	3	5	1
Propanil360 g/l	Çeltik	Haziran	55	1	48

Tablo D.3: Çilimli İlçesinde Pestisit Tüketimi (devamı)

Molinat 720 g/l	Çeltik	Haziran	132	60	117
Bensulfuron Metil+Metsulfuron Metil %8.25+1.75	Çeltik	Haziran	2	146	2
Cymoksanil + Propineb %6+70	Sebze	Mayıs, Eylül	2	3	2
Metalaksil +Mancozeb %8+64	Sebze	Mayıs, Eylül	2	3	2
propineb %70	Sebze	Mayıs, Eylül	2	3	2
Mancozeb %80	Sebze	Mayıs, Eylül	3	3	3
Maneb %80	Sebze	Mayıs, Eylül	1	4	1
Dichlorvos 550g/l	Sebze	Mayıs, Eylül	4	1	4
Endosülfan %32,9	Sebze	Mayıs, Eylül	8	5	7
Diazinon 185 g/l	Sebze	Mayıs, Eylül	1	9	1
Metaldehid %5	Sebze	Mayıs, Eylül	2	3	2
Chlorpyrifos-Etil %25	Sebze	Mayıs, Eylül	2	3	2
Parathion-Metil 360 g/l	Sebze	Mayıs, Eylül	25	29	23
Deltamethrin 25 g/l	Sebze	Mayıs, Eylül	4	5	4
Asetamiprid %20	Sebze	Mayıs, Eylül	1	1	1
Cypmethrin 200 g/l	Sebze	Mayıs, Eylül	8	9	7
Bakır oksiklorür %50	Sebze	Mayıs, Eylül	2	3	2
Chlorpyrifos-Etil %25	Tütün	Haziran, Temmuz	866	971	777
İmidacloprid 200 g/l	Tütün	Haziran, Temmuz	129	146	117
Metalaksil-M + Acibenzolar-S-Metil	Tütün	Haziran, Temmuz	722	794	635
Butralin 360 g/l.	Tütün	Temmuz, Ağustos	1.595	1.809	1.447
Toplam Pestisit			15.379	17.271	13.812

Tablo D.4: Gölyaka İlçesinde Pestisit Tüketimi

Pestisit (Aktif Madde)	Ürün Adı	Uygulama Zamanı	2004 yılı Tüketimi (kg- L)	2005 Yılı Tüketimi (kg- L)	2006 Yılı ilk 6 ayında Tüketim (kg-L)
Asetoklor 768 g/l.	Mısır	Mayıs, Haziran	232	256	205
Foramsulfuron 22,5 g/l	Mısır	Mayıs, Haziran	41	45	36
Propaquizafop 100 g/l	Mısır	Mayıs, Haziran	1	3	2
2-4 D dimetilamin	Mısır	Mayıs, Haziran	30	40	32
Lambda cyhalothrin 50 g/l	Mısır	Mayıs, Haziran	15	18	14
2,4-D-Asit (amin tuzu) 500 g/l	Buğday	Mart	8	11	9
2-4 D dimetilamin	Buğday	Mart	11	23	18
Glifosfat Isopropilamin tuzu 480 g/l	Fındık	Mart, Nisan	1.850	2.235	1.788
Paraquat 200 g/l	Fındık	Mart, Nisan	-	1	1
Karbaril %85	Fındık	Nisan, Mayıs	144	121	97
Karbaril %5	Fındık	Nisan, Mayıs	11.852	11.864	9.491
Karbosülfan 250 g/l	Fındık	Nisan, Mayıs	1.106	1.256	1.005
Lambda cyhalothrin 50 g/l	Fındık	Nisan, Mayıs	48	55	44
Alphacypmethrin 100 g/l.	Fındık	Nisan, Mayıs	2	-	2
Endosülfan %32,9	Fındık	Nisan, Mayıs	103	116	93
Omethoate 565 g/l	Fındık	Nisan, Mayıs	2	3	2
Methidathion 426 g/l	Fındık	Nisan, Mayıs	6	6	5
Cymoksanil + Propineb %6+70	Sebze	Mayıs, Eylül	4	5	4
Metalaksil +Mancozeb %8+64	Sebze	Mayıs, Eylül	4	5	4

Tablo D.4: Gölyaka İlçesinde Pestisit Tüketimi (devamı)

Propineb %70	Sebze	Mayıs, Eylül	6	6	5
Mancozeb %80	Sebze	Mayıs, Eylül	11	11	9
Captan %50	Sebze	Mayıs, Eylül	-	-	1
Maneb %80	Sebze	Mayıs, Eylül	2	3	2
Cymoksanil+propineb %6+70	Sebze	Mayıs, Eylül	1	1	1
Dichlorvos 550g/l	Sebze	Mayıs, Eylül	11	13	10
Endosülfan %32,9	Sebze	Mayıs, Eylül	19	21	17
Diazinon 185 g/l	Sebze	Mayıs, Eylül	3	3	2
Metaldehid %5	Sebze	Mayıs, Eylül	7	8	6
Chlorpyrifos-Etil %25	Sebze	Mayıs, Eylül	8	8	6
Parathion-Metil 360 g/l	Sebze	Mayıs, Eylül	65	74	59
Azinphos Metil %2,5	Sebze	Mayıs, Eylül	1	1	1
Deltamethrin 25 g/l	Sebze	Mayıs, Eylül	10	11	9
Acetamiprid %20	Sebze	Mayıs, Eylül	3	4	3
Cypermethrin 200 g/l	Sebze	Mayıs, Eylül	30	23	18
Bakır oksiklorür %50	Sebze	Mayıs, Eylül	4	5	4
Chlorpyrifos-Etil %25	Tütün	Haziran, Temmuz	57	65	52
İmidacloprid 200 g/l	Tütün	Haziran, Temmuz	9	10	8
Metalaksil-M + Acibenzolar-S-Metil	Tütün	Haziran, Temmuz	46	53	42
Butralin 360 g/l.	Tütün	Temmuz, Ağustos	71	80	64
Toplam Pestisit			15.823	16.463	13.171

Tablo D.5: Gümüşova İlçesinde Pestisit Tüketimi

Pestisit (Aktif Madde)	Ürün Adı	Uygulama Zamanı	2004 yılı Tüketimi (kg- L)	2005 Yılı Tüketimi (kg- L)	2006 Yılı ilk 6 ayında Tüketim (kg- L)
Asetoklor 768 g/l.	Mısır	Mayıs, Haziran	98	110	88
Foramsulfuron 22,5 g/l	Mısır	Mayıs, Haziran	22	20	16
Propaquizafop 100 g/l	Mısır	Mayıs, Haziran	1	1	1
2-4 D dimetilamin	Mısır	Mayıs, Haziran	15	18	14
Lambda cyhalothrin 50 g/l	Mısır	Mayıs, Haziran	9	8	6
2,4-D-Asit (amin tuzu) 500 g/l	Buğday	Mart	15	15	12
2-4 D dimetilamin	Buğday	Mart	26	30	24
Glifosfat Isopropilamin tuzu 480 g/l	Fındık	Mart, Nisan	2.950	3.353	2.682
Paraquat 200 g/l	Fındık	Mart, Nisan	1	1	1
Karbaril %85	Fındık	Nisan, Mayıs	161	183	146
Karbaril %5	Fındık	Nisan, Mayıs	15.660	17.795	14.236
Karbosülfan 250 g/l	Fındık	Nisan, Mayıs	1.659	1.885	1.508
Lambda cyhalothrin 50 g/l	Fındık	Nisan, Mayıs	73	83	66
Alphacypmethrin 100 g/l.	Fındık	Nisan, Mayıs	4	5	4
Endosulfan %32,9	Fındık	Nisan, Mayıs	155	175	140
Omethoate 565 g/l	Fındık	Nisan, Mayıs	4	5	4
Methidathion 426 g/l	Fındık	Nisan, Mayıs	8	9	7
Cymoksanil + Propineb %6+70	Sebze	Mayıs, Eylül	1	1	1
Metalaksil +Mancozeb %8+64	Sebze	Mayıs, Eylül	1	1	1
propineb %70	Sebze	Mayıs, Eylül	2	3	2

Tablo D.5: Gümüşova İlçesinde Pestisit Tüketimi (devamı)

Mancozeb %80	Sebze	Mayıs, Eylül	3	4	3
Maneb %80	Sebze	Mayıs, Eylül	1	1	1
Dichlorvos 550g/l	Sebze	Mayıs, Eylül	3	4	3
Endosülfan %32,9	Sebze	Mayıs, Eylül	6	6	5
Metaldehid %5	Sebze	Mayıs, Eylül	2	3	2
Chlorpyrifos-Ethyl %25	Sebze	Mayıs, Eylül	2	3	2
Parathion-Metil 360 g/l	Sebze	Mayıs, Eylül	32	23	18
Deltamethrin 25 g/l	Sebze	Mayıs, Eylül	3	4	3
Acetamipride %20	Sebze	Mayıs, Eylül	1	-	1
Cymethrine200 g/l	Sebze	Mayıs, Eylül	6	6	5
Bakır Oksiklorür %50	Sebze	Mayıs, Eylül	1	1	1
Chlorpyrifos-Ethyl %25	Tütün	Haziran, Temmuz	57	65	52
İmidacloprid 200 g/l	Tütün	Haziran, Temmuz	9	10	8
Metalaksil-M + Acibenzolar-S-Metil	Tütün	Haziran, Temmuz	46	53	42
Butraline 360 g/l.	Tütün	Temmuz, Ağustos	108	120	96
Toplam Pestisit			21.145	24.004	19.201

Tablo D.6: Kaynaşlı İlçesinde Pestisit Tüketimi

Pestisit (Aktif Madde)	Ürün Adı	Uygulama Zamanı	2004 yılı Tüketimi (kg- L)	2005 Yılı Tüketimi (kg- L)	2006 Yılı ilk 6 ayında Tüketim (kg- L)
Acetochlor 768 g/l.	Mısır	Mayıs, Haziran	98	110	88
Foramsulfuron 22,5 g/l	Mısır	Mayıs, Haziran	18	20	16
Propaquizafop 100 g/l	Mısır	Mayıs, Haziran	1	1	1
2-4 D dimethylamine	Mısır	Mayıs, Haziran	15	18	14
Lambda cyhalothrin 50 g/l	Mısır	Mayıs, Haziran	7	8	6
2,4-D-Asit (as amine salt) 500 g/l	Buğday	Mart	23	26	21
2-4 D dimethylamine	Buğday	Mart	46	51	41
Fenoxaprop-P-ethyl 75 g/l	Buğday	Mart	-	1	1
Glifosfat Isopropilamin tuzu 480 g/l	Fındık	Mart, Nisan	983	1.118	894
Karbaril %85	Fındık	Nisan, Mayıs	53	60	48
Karbaril %5	Fındık	Nisan, Mayıs	5.220	5.931	4.745
Karbosülfan 250 g/l	Fındık	Nisan, Mayıs	603	629	503
Lambda cyhalothrin 50 g/l	Fındık	Nisan, Mayıs	31	28	22
Alphacypmethrin 100 g/l.	Fındık	Nisan, Mayıs	1	1	1
Endosülfan %32,9	Fındık	Nisan, Mayıs	52	59	47
Omethoate 565 g/l	Fındık	Nisan, Mayıs	1	1	1
Methidathion 426 g/l	Fındık	Nisan, Mayıs	2	3	2
Cymoxanil + Propineb %6+70	Sebze	Mayıs, Eylül	2	3	2
Metalaksil +Mancozeb %8+64	Sebze	Mayıs, Eylül	3	4	3
propineb %70	Sebze	Mayıs, Eylül	3	4	3

Tablo D.6: Kaynaşlı İlçesinde Pestisit Tüketimi (devamı)

Mancozeb %80	Sebze	Mayıs, Eylül	6	6	5
Captan %50	Sebze	Mayıs, Eylül	1	1	1
Maneb %80	Sebze	Mayıs, Eylül	1	-	1
Dichlorvos 550g/l	Sebze	Mayıs, Eylül	7	8	6
Endosülfan %32,9	Sebze	Mayıs, Eylül	11	13	10
Diazinon 185 g/l	Sebze	Mayıs, Eylül	-	1	1
Metaldehid %5	Sebze	Mayıs, Eylül	4	5	4
Chlorpyrifos-Etil %25	Sebze	Mayıs, Eylül	3	4	3
Parathion-Metil 360 g/l	Sebze	Mayıs, Eylül	40	44	35
Azinphos Metil %2,5	Sebze	Mayıs, Eylül	1	1	1
Deltamethrin 25 g/l	Sebze	Mayıs, Eylül	6	6	5
Acetamipride 20 %	Sebze	Mayıs, Eylül	2	3	2
Cypermethrin 200 g/l	Sebze	Mayıs, Eylül	2	14	11
Bakır oksiklorür %50	Sebze	Mayıs, Eylül	3	3	2
Toplam Pestisit			7.249	8.185	6.546

Tablo D.7: Yıgılca İlçesinde Pestisit Tüketimi

Pestisit (Aktif Madde)	Ürün Adı	Uygulama Zamanı	2004 yılı Tüketimi (kg- L)	2005 Yılı Tüketimi (kg-L)	2006 Yılı ilk 6 ayında Tüketim (kg- L)
Asetoklor 768 g/l.	Mısır	Mayıs, Haziran	836	950	760
Foramsulfuron 22,5 g/l	Mısır	Mayıs, Haziran	147	168	134
Nicosulfuron 40 g/l	Mısır	Mayıs, Haziran	1	1	1
Propaquizafop 100 g/l	Mısır	Mayıs, Haziran	8	9	7
Rimsulfuron %25	Mısır	Mayıs, Haziran	1	1	1
2-4 D dimetilamin	Mısır	Mayıs, Haziran	129	146	117
Lambda cyhalothrin 50 g/l	Mısır	Mayıs, Haziran	60	66	53
2,4-D-Asit (amin tuzu) 500 g/l	Buğday	Mart	88	96	77
2-4 D dimetilamin	Buğday	Mart	171	191	153
Fenoxaprop-P-etil 75 g/l	Buğday	Mart	1	3	2
Glifosfat Isopropilamin tuzu 480 g/l	Fındık	Mart, Nisan	4.600	5.215	4.172
Paraquat 200 g/l	Fındık	Mart, Nisan	2	3	2
Karbaril %85	Fındık	Nisan, Mayıs	250	283	226
Karbaril %5	Fındık	Nisan, Mayıs	24.360	27.681	22.145
Karbosülfan 250 g/l	Fındık	Nisan, Mayıs	2.581	2.933	2.346
Lambda cyhalothrin 50 g/l	Fındık	Nisan, Mayıs	115	123	103
Benfuracarb 200 g/l	Fındık	Nisan, Mayıs	-	1	1
Alphacypmethrin 100 g/l.	Fındık	Nisan, Mayıs	7	8	6
Endosulfan %32,9	Fındık	Nisan, Mayıs	240	275	218
Omethoate 565 g/l	Fındık	Nisan, Mayıs	7	8	6
Methidathion 426 g/l	Fındık	Nisan, Mayıs	12	15	11

Tablo D.7: Yığılca İlçesinde Pestisit Tüketimi (devamı)

Cymoksanil + Propineb %6+70	Sebze	Mayıs, Eylül	28	22	16
Metalaksil +Mancozeb %8+64	Sebze	Mayıs, Eylül	20	21	18
propineb %70	Sebze	Mayıs, Eylül	22	24	20
Mancozeb %80	Sebze	Mayıs, Eylül	39	42	35
Captan %50	Sebze	Mayıs, Eylül	4	5	4
Maneb 80 %	Sebze	Mayıs, Eylül	8	9	7
Cymoksanil+propineb %6+70	Sebze	Mayıs, Eylül	3	5	3
Dichlorvos 550g/l	Sebze	Mayıs, Eylül	45	51	41
İmidacloprid 200 g/l	Sebze	Mayıs, Eylül	0	1	1
Endosülfan %32,9	Sebze	Mayıs, Eylül	75	85	68
Diazinon 185 g/l	Sebze	Mayıs, Eylül	7	9	6
Metaldehid %5	Sebze	Mayıs, Eylül	26	24	24
Chlorpyrifos-Etil %25	Sebze	Mayıs, Eylül	25	28	23
Parathion-Metil 360 g/l	Sebze	Mayıs, Eylül	259	288	235
Azinphos Metil %2,5	Sebze	Mayıs, Eylül	-	3	4
Deltamethrine 25 g/l	Sebze	Mayıs, Eylül	40	36	36
Acetamiprid %20	Sebze	Mayıs, Eylül	11	12	10
Cypmethrin 200 g/l	Sebze	Mayıs, Eylül	88	90	73
Bakır oksiklorür %50	Sebze	Mayıs, Eylül	13	15	16
Trichlorfon %80	Sebze	Mayıs, Eylül	0	0	1
Toplam Pestisit			34.329	38.946	31.182

EK E

PESTİSİT KOD NUMARALARI ve KAYIT BİLGİLERİ

Tablo E.1: Pestisitlerin Kod Numaraları ve Kayıt Bilgileri

KİMYASAL ADI	KULLANIM TÜRÜ	CAS NUMARASI	US EPA PC KODU	CA KİM. KODU	KİMYASAL SINIF	US EPA KAYIT	PAN BAD ACTOR CHEMICAL
2,4-D-Asit	Herbisit	-	-	-	Chlorophenoxy Asit ya da Ester	Hayır	Listeli Değil
2-4 D Dimethylamin	Herbisit	2008-39-1	30019	806	Chlorophenoxy Asit ya da Ester	Evet	Evet
Acetamiprid	İnsektisit	135410-20-7	99050	5762	Chloro-nicotinyl	Evet	Listeli Değil
Acetochlor	Herbisit	34256-82-1	121601, 223300	2349	Chloroacetanilide	Evet	Evet
Alphacypermethrin	İnsektisit	67375-30-8	209600	-	Pyrethroid	Hayır	Listeli Değil
Azinphos Metil	İnsektisit	86-50-0	58001	314	Organofosfor	Evet	Evet
Bakır Oksiklorür	Fungisit	1332-40-7	8001	156	İnorganik-Bakır	Evet	Listeli Değil
Benfuracarb	İnsektisit	82560-54-1	123201	-	Diğer Karbamat	Hayır	Evet
Bensulfuron Metil	İnsektisit	83055-99-6	128820, 128880	2263	Sulfonylurea	Evet	Listeli Değil
Bispyribac-Sodyum	Herbisit	125401-92-5	78906	5749	Tanımsız	Evet	Listeli Değil
Butralin	Zirai Mücadelede Kullanılan Diğer Maddeler, Herbisit	33629-47-9	106501	1756	2,6-Dinitroaniline	Evet	Listeli Değil
Captan	Fungisit	133-06-2	81301	104	Thiophthalimide	Evet	Evet

Tablo E.1: Pestisitlerin Kod Numaraları ve Kayıt Bilgileri (devamı)

Carbaryl	İnsektisit, Bitki Gelişim Düzenleyicisi, Nematisit	63-25-2	56801	105	N-Metil Karbamat	Evet	Evet
Carbosulfan	İnsektisit	55285-14-8	90602	2182	N-Metil Karbamat	Hayır	Evet
Chlorpyrifos-Etil	İnsektisit	2921-88-2	59101	253	Organofosfor	Evet	Evet
Cymoxanil	Fungisit	57966-95-7	129106	4002	Tanımsız	Evet	Listeli Değil
Cypermethrin	İnsektisit	52315-07-8, 66841-24-5	109704	2171	Pyrethroid	Evet	Listeli Değil
Deltamethrin	İnsektisit	52918-63-5	97805	3010	Pyrethroid	Evet	Listeli Değil
Diazinon	İnsektisit	333-41-5	57801	198	Organofosfor	Evet	Evet
Dichlorvos	İnsektisit	62-73-7	084001, 600020	187	Organofosfor	Evet	Evet
Endosulfan	İnsektisit	115-29-7	79401		Organoklor	Evet	Evet
Fenoxaprop-P-etil	Herbisit	71283-80-2, 113158-40-0	129092	5123	Aryloxyphenoxy propionic Asit	Evet	Listeli Değil
Fluvalinate	İnsektisit	69409-94-5	-	2195	Pyrethroid	Evet	Evet
Foramsulfuron	Herbisit	173159-57-4	122020	-	Sulfonylurea	Evet	Listeli Değil
Glyphosate Isopropylamine Tuzu	Herbisit	38641-94-0	103601	1855	Phosphonoglycine	Evet	Listeli Değil
İmidacloprid	İnsektisit	105827-78-9, 138261-41-3	129059, 129099		Chloro-nicotinyl	Evet	Listeli Değil
Lambda cyhalothrin	İnsektisit	91465-08-6	128897	2297	Pyrethroid	Evet	Listeli Değil

Tablo E.1: Pestisitlerin Kod Numaraları ve Kayıt Bilgileri (devamı)

Mancozeb	Fungisit	8018-01-7	14504	211	Dithiocarbamate, İnorganik-Çinko	Evet	Evet
Maneb	Fungisit	12427-38-2	14505	369	Dithiocarbamate	Evet	Evet
Metalaxyl	Fungisit	57837-19-1	113501	2132	Xylylalanine	Evet	Listeli Değil
Metaldehyde	Mollussisit	9002-91-9, 108-62-3	53001	379	Aldehyde	Evet	Listeli Değil
Acibenzolar-S- Metil	Fungisit	135158-54-2	061402	5338	-	Evet	Listeli Değil
Metsulfuron Metil	İnsektisit	74223-64-6, 5585-64-8	122010	2222	Sulfonylurea	Evet	Listeli Değil
Methidathion	İnsektisit	950-37-8	100301	1689	Organofosfor	Evet	Evet
Molinate	Herbisit	2212-67-1	41402	449	Thiocarbamate	Evet	Evet
Nicosulfuron	Herbisit	111991-09-4	129008	3829	Sulfonylurea	Evet	Listeli Değil
Omethoate	İnsektisit	1113-02-6	35002	2285	Organofosfor	Hayır	Evet
Paraquat	Herbisit	1910-42-5, 4685-14-7	061601, 061603	1601	Bipyridylum	Evet	Evet
Parathion-Metil (Sadece parathion)	İnsektisit	56-38-2	057501, 057503, 057401	459	Organofosfor	Evet	Evet
Propanil	Herbisit	709-98-8	28201	503	Anilide	Evet	Listeli Değil
Propaquizafop	Herbisit	111479-05-1	-	-	Aryloxyphenoxy propionic Asit	Hayır	Listeli Değil
Propineb	Fungisit- Microbiosit	12071-83-9	522200	-	Dithiocarbamate, İnorganik-Çinko	Hayır	Evet

Tablo E.1: Pestisitlerin Kod Numaraları ve Kayıt Bilgileri (devamı)

Rimsulfuron	Herbisit	122931-48-0	129009, 129024	3835	Sulfonylurea	Evet	Listeli Değil
Trichlorfon	İnsektisit	52-68-6	57901	88	Organofosfor	Evet	Evet

EK F

PESTİSİTLERİN SUDA ÇÖZÜNÜRLÜK ve BUHAR BASINÇ DEĞERLERİ

Tablo F.1: Pestisitlerin Suda Çözünürlük ve Buhar Basıncı Değerleri

Pestisit	Kimyasal Grup	Kimyasal Yapı	Suda Çözünürlük	Buhar Basıncı
2,4-D-Asit (Herbisit)	Klorofenoksi Asit ya da Ester	$C_8H_6Cl_2O_3$ / $Cl_2C_6H_3OCH_2COOH$	25 °C de 900 mg/L	25 °C de 0.02 mPa
2-4 D dimetilamin (Herbisit)	Klorofenoksi Asit ya da Ester	$(CH_3)_2NH$ / C_2H_7N	571.333 mg/L	-
Acetamiprid (İnsektisit)	Chloro-nicotinyl		-	-
Acetochlor (Herbisit)	Chloroacetanilide		25 °C de 23 mg/L	25 °C de 3.4×10^{-8}
Alphacypermethrin (İnsektisit)	Pyrethroid	$C_{22}H_{19}NO_3Cl_2$	-	-
Azinphos Metil (İnsektisit)	Organofosfor	$C_{10}H_{12}N_3O_3PS_2$	25 °C de 30 mg/L	20 °C de < 1 mPa
Bakır oksiklorür (Fungisit)	İnorganik-Bakır	$3(CuOH)_2.CuCl_2$	-	-
Benfuracarb (İnsektisit)	Diğer Karbamat		-	-
Bensulfuron Metil+Metsulfuron Metil* (Herbisit)	Sulfonylurea			
Bispyribac-sodyum (Herbisit)	Pyrimidinyloxybenzoic asit		-	-
Butraline (Zirai Mücadelede Kullanılan Diğer Maddeler)	2,6-Dinitroaniline		-	-
Captan (Fungisit)	Thiophthalimide	$C_9H_8C_3NO_2S$	25 °C de 3.3 mg/L	255 °C de 1.3 mPa
Karbaril (İnsektisit)	N-Metil Karbamat		30 °C de 40 mg/L	25 °C de < 5.3 mPa
Karbosülfan (İnsektisit)	N-Metil Karbamat	$C_{20}H_{32}N_2O_3S$	25 °C de < 170 mg/L	-
Chlorpyrifos-Etil (İnsektisit)	Organofosfor	$C_9L_{11}Cl_3NO_3PS$	35 °C de 2 mg/L	1.87×10^{-5}
Cymoxanil*+Propineb (Fungisit)	Karbamat		835 mg/L	-
Cypermethrin (İnsektisit)	Pyrethroid	$C_{22}H_{19}Cl_2NO_3$	25 °C de 0.01 mg/L;çözünmez	70 °C de 5.1×10^{-7} nPa

Tablo F.1: Pestisitlerin Suda Çözünürlük ve Buhar Basıncı Değerleri (devamı)

Deltamethrin (İnsektisit)	Pyrethroid	$C_{22}H_{19}Br_2NO_3$	20 °C de 0.002 mg/L;çözünmez	25 °C de 2×10^{-8} mbar
Diazinon (İnsektisit)	Organofosfor	$C_4H_7Cl_2O_4P_3$	20 °C de 40 mg/L	20 °C de 0.097 mPa
Dichlorvos (İnsektisit)	Organofosfor	Yok	10,000 mg/L (estimated)	20 °C de 290 mPa
Endosulfan (İnsektisit)	Organoklor	$C_9H_{16}C_{16}O_3S$	22 °C de 0.32 mg/L;çözünmez	00 °C de 1200 mPa
Fenoxaprop-P-etil (Herbisit)	Aryloxyphenoxy propionic Asit		-	-
Tau Fluvalinate (İnsektisit)	Pyrethroid		0.002 mg/L;çözünmez	25 °C de < 0.013 mPa
Foramsulfuron (Herbisit)	Sulfonylurea		-	-
Glifosfat Isopropilamin Tuzu (Herbisit)	Phosphonoglycine	$C_3H_8NO_5P$	25 °C de 12000 mg/L;kolay çözünür	ihmal edilebilir
İmidacloprid (İnsektisit)	Chloro-nicotinyl		200 °C de 0.51 g/L	20 °C de 1.5×10^{-9} mmHg
Lambda cyhalothrin (İnsektisit)	Pyrethroid		20 °C de 0.005 mg/L	20 °C de ihmal edilebilir
Mancozeb (Fungisit)	Dithiocarbamate, İnorganik-Çinko	çinko maneb karışımı	6 mg/L ;çözünmez	20 °C de ihmal edilebilir
Maneb (Fungisit)	Dithiocarbamate	$(C_4H_6MnN_2S_4)X$	6 mg/L	20 °C de ihmal edilebilir
Metalaksil* +Mancozeb (Fungisit)	Xylylalanine	$C_{15}H_{21}NO_4$	20 °C de 7100 mg/L	20 °C de 0.293 mPa
Metalaksil-M + Acibenzolar-S-Metil* (Fungisit)	-		7.7	-
Metaldehit (Mollussisit)	Aldehyde		30 °C de 260 mg/L	Oda sıcaklığında ihmal edilebilir

Tablo F.1: Pestisitlerin Suda Çözünürlük ve Buhar Basıncı Değerleri (devamı)

Methidathion (İnsektisit)	Organofosfor	$C_6H_{11}N_2O_4PS_3$	20 °C de 240 mg/L	20 °C de 186 mPa
Molinat (Herbisit)	Thiocarbamate		880 mg/L	25 °C de 746 mPa
Nicosulfuron (Herbisit)	Sulfonylurea		25 °C de C: 0.04 g/100g	25 °C de 1.2×10^{-16} torr
Omethoate (İnsektisit)	Organofosfor		-	-
Paraquate (Herbisit)	Bipyridylum		20 °C de 700.000 mg/L	Oda sıcaklığında ihmal edilebilir
Parathion-Metil (İnsektisit)	Organofosfor		25 °C de 55-60 mg/L	20 °C de 1.3 mPa
Propanil (Herbisit)	Anilide		25 °C de 225 mg/L	60 °C de 12 mPa
Propaquizafop (Herbisit)	Aryloxyphenoxy propionic Asit		-	-
Propineb (Fungisit)	Dithiocarbamate, İnorganik-Çinko	$C_5H_8N_2S_4Zn$	-	-
Rimsulfuron (Herbisit)	Sulfonylurea		3.75 mg/L	-
Trichlorfon (İnsektisit)	Organofosfor		20 °C de 120.000 mg/L	20 °C de 0.21 mPa

EK G

PESTİSİTLERİN SIZMA EĞİLİMLERİ

Tablo G.1: Pestisitlerin Sızma Eğilimleri

No	Pestisit	T _{1/2} (gün)	Kd	Koc(mg/L)	GUS	Sızma Olasılığı	Hareket Olasılığı
1	2,4-D-Asit (Herbisit)	10	2,81 (20)	20	2,69897	B	Orta
2	2-4 D dimetilamin (Herbisit)	10		20	2,69897	B	Orta
3	Acetamiprid (İnsektisit)						
4	Acetochlor (Herbisit)		3,03				
5	Alphacypmethrin (İnsektisit)	30	6,602	100.000	- 1,477121	AAA	Çok Çok Düşük
6	Azinphos Metil (İnsektisit)	10		1.000	1	A	Düşük
7	Bakır oksiklorür (Fungisit)						
8	Benfuracarb (İnsektisit)						
9	Bensulfuron Metil*+Metsulfuron Metil (Herbisit)	5		370	1,000784	A	Düşük
10	Bispyribac-sodyum (Herbisit)						
11	Butraline (Zirai Mücadelede Kullanılan Diğer Maddeler)						
12	Captan (Fungisit)	2.5	2,7853	200	0,676088	AA	Çok Düşük
13	Karbaril (İnsektisit)	10		300	1,522879	A	Düşük
14	Karbosülfan (İnsektisit)						
15	Chlorpyrifos-Etil (İnsektisit) metil	7	4,699	3.000	0,441884	AA	Çok Düşük
16	Cymoxanil*+Propineb (Fungisit)						
17	Cypermethrin (İnsektisit)	30		100.000	- 1,477121	AAA	Çok Çok Düşük
18	Deltamethrin (İnsektisit)		4,6				
19	Diazinon (İnsektisit)	40		1.000	1,60206	A	Düşük
20	Dichlorvos (İnsektisit)	0,5		30	- 0,759462	AAA	Çok Çok Düşük

Tablo G.1: Pestisitlerin Sızma Eğilimleri (devamı)

21	Endosulfan (İnsektisit)	50		12.400	- 0,158721	AAA	Çok Çok Düşük
22	Fenoxaprop-P-etil (Herbisit)	9		9.490	0,021694	AA	Çok Çok Düşük
23	Tau Fluvalinate (İnsektisit)	7	3,8451	1.000.000	- 1,690196	AAA	Çok Çok Düşük
24	Foramsulfuron (Herbisit)						
25	Glifosfat Isopropilamin Tuzu (Herbisit)	47	-3,2218	24.000	-0,63575	AAA	Çok Çok Düşük
26	İmidacloprid (İnsektisit)		0,57				
27	Lambda cyhalothrin (İnsektisit)	30	10,000,000	180.000	-1,85419	AAA	Çok Çok Düşük
28	Mancozeb (Fungisit)	70		2.000	1,289668	A	Düşük
29	Maneb (Fungisit)	70		2.000	1,289668	A	Düşük
30	Metalaksil* +Mancozeb (Fungisit)	70		50	4,245626	C	Çok Yüksek
31	Metalaksil-M + Acibenzolar-S-Metil* (Fungisit)						
32	Metaldehit (Mollussisit)	10		240	1,619789	A	Düşük
33	Methidathion (İnsektisit)	7	4,7243	400	1,181396	A	Düşük
34	Molinate (Herbisit)	21	2,8808	190	2,275865	B	Orta
35	Nicosulfuron (Herbisit)	21	0,017	30	3,335799	B	Yüksek
36	Omethoate (İnsektisit)						
37	Paraquate (Herbisit)	1000	4,4683	1.000.000	-6	AAA	Çok Çok Düşük
38	Parathion-Metil (İnsektisit)etil	14	3,83	5.000	0,345019	AA	Çok Düşük
39	Propanil (Herbisit)	1	2,2856	149	0	AA	Çok Çok Düşük
40	Propaquizafop (Herbisit)						

Tablo G.1: Pestisitlerin Sızma Eğilimleri (devamı)

41	Propineb (Fungisit)						
42	Rimsulfuron (Herbisit)						
43	Trichlorfon (İnsektisit)	10	5,75	10	3	B	Yüksek

<0: AAA

0-1: AA, 0 DAHİL

1-1,8:A, 1,8 DAHİL

1,8-2,8:B, 2,8 DAHİL

>2,8: C

Kullanılan Simge Listesi

T_{1/2}: Pestisit % 50 sinin yayılması için ihtiyaç duyulan zaman

Koc: Organik karbon bölünme katsayısı (lt/kg)

GUS: Yeraltı suyuna sızma potansiyeli

AAA sızma potansiyeli yok, GUS< 0

AA çok düşük sızma potansiyeli var, 0<GUS<1

A düşük sızma potansiyeli var, 1<GUS< 1,8

B yüksek ve düşük sızma potansiyelleri arası geçiş var, 1,8<GUS<2,8

C çok yüksek sızma potansiyeli var, GUS> 2,8

Referanslar:

EXTOXNET,1993

National Pesticide Information Center, <http://npic.orst.edu/>

EK H

PROGRAM KAYNAK KODU

EK H PESTİSİT BOZUNMASI PROGRAMININ KAYNAK KODU

Pestisit bozunması programı, standart Fortran 90 programlama dili ile tam uyumlu geliştirilmiş olup bir ana program ve iki modülden oluşmaktadır. Ana program ve modüller ayrı dosyalar biçiminde oluşturulup herhangi bir Fortran 90 ve Fortran 95 derleyicisi ile derlenebilirler.

Program açık kaynak kod felsefesine göre geliştirilmiş olup herhangi bir garanti içermemektedir. Bilimsel, eğitim amaçlı kullanımı ya da kamu ve özel sektör projelerinde uygulama amaçlı kullanımı herkese açıktır. Ancak kesinlikle herhangi ticari bir ürünün bir parçası olarak kullanılamaz ya da bu amaçla lisanslanamaz. Programın aynen ya da değiştirilerek kullanılması mümkündür. Bu iki durumda da, kaynak kodunun ilgili çalışma raporunun veya tezin ekinde basılı olarak verilmesi gerekmektedir.

H.1 Ana Program

Ana program, programın çalıştırılması ile ilgili temel verilerin bulunduğu dosyayı okumakta, pestisit ile ilgili zamana bağlı verilerin bulunduğu dosyanın okunması için gerekli komutu zaman serisi modülünden çağırarak, bozunma hesaplarını yapmakta ve sonuçları bir çıktı dosyasına yazmaktadır.

```
!Geliştirici : Dr. Ali Ertürk
program BOZUNMA

    use TIME_SERIES
    implicit none

    integer :: INPUT_NO
    integer :: RESULTS_NO
    type(TIME_SERIE) :: PESTICIDE_DATA
    character(len = 256) :: DATA_FILE_NAME
    integer :: DATA_NO
    real(kind = 8) :: START_TIME
    real(kind = 8) :: END_TIME
    real(kind = 8) :: CALCULATION_STEP
    real(kind = 8) :: TIME
    real(kind = 8) :: P_START
    real(kind = 8) :: P_ZERO
    real(kind = 8) :: P
    real(kind = 8) :: P_LOAD
    real(kind = 8) :: HALF_TIME
    real(kind = 8) :: NUM_DAYS
    integer :: i

    INPUT_NO = 10
    DATA_NO = 11
    RESULTS_NO = 12
```

```

!Ana girdi dosyasını aç
open(unit = INPUT_NO, file = 'BOZUNMA_GIRDI.txt', status = 'UNKNOWN')

!ANA GİRDİ DOSYASINI OKU
!Açıklama satırlarını oku
do i = 1, 5
    read(INPUT_NO, *)
end do

!Hesaba başlangıç zamanını oku
read(INPUT_NO, *)
read(INPUT_NO, *) START_TIME

!Hesabın sonlandırılacağı zamanını oku
read(INPUT_NO, *)
read(INPUT_NO, *) END_TIME

!Hesap adım aralığını oku
read(INPUT_NO, *)
read(INPUT_NO, *) CALCULATION_STEP

!Başlangıç anında zemindeki pestisit miktarını oku
read(INPUT_NO, *)
read(INPUT_NO, *) P_START

!Pestisit bozunması ile ilgili zamana göre değişken veri dosyasının
!adını oku
read(INPUT_NO, *)
read(INPUT_NO, *) DATA_FILE_NAME
close(INPUT_NO)

!Veri dosyasını aç
open(unit = DATA_NO, file = DATA_FILE_NAME, status = 'UNKNOWN')

!Veri dosyasını oku
call READ_TIME_SERIE_FROM_FILE(PESTICIDE_DATA, DATA_NO)

!Veri dosyasını kapat
close(DATA_NO)

P_ZERO = P_START
TIME = START_TIME

!Sonuç dosyasını aç
open(unit = RESULTS_NO, file = 'SONUCLAR.txt', status = 'UNKNOWN')

!Ana döngü
do while(TIME < END_TIME)
    P_LOAD = VALUE_FROM_TIME_SERIE(PESTICIDE_DATA, TIME, 1)
    HALF_TIME = VALUE_FROM_TIME_SERIE(PESTICIDE_DATA, TIME, 2)
    NUM_DAYS = VALUE_FROM_TIME_SERIE(PESTICIDE_DATA, TIME, 3)

    !Hesap adımı başındaki pestisit yükünü uygula
    P_ZERO = P_ZERO + (P_LOAD * (CALCULATION_STEP / NUM_DAYS))

    !Hesap adımı sonundaki pestisit miktarını bul
    P = P_ZERO * exp((-0.693 / HALF_TIME) * CALCULATION_STEP)

    !Hesap adımı sonundaki zamanı bul
    TIME = TIME + CALCULATION_STEP

    !Hesap sonuçlarını yazdır.
    write(RESULTS_NO, fmt = '(f15.4, f25.12)') TIME, P

    !Pestisit miktarını bir sonraki hesap adımına aktar
    P_ZERO = P
end do

!Sonuç dosyasını kapat
close(RESULTS_NO)

end program BOZUNMA

```

H.2 Zaman Serisi Modülü

Zaman serisi modülü, zamana göre değişen veri yapılarının tanımlandığı, ilgili verilerin okunduğu ve gerekirse bu veri üzerinde işlemlerin de yapılabildiği işlev (fonksiyon-function) ve alt yordamları (alt program-subroutine) içeren bir kütüphanedir. Bu modül zaman serisinin içerdiği değişken ve veri sayısından bağımsız olarak tasarlandığı için, ileride bozunma programına ek özelliklerin kazandırılmasını kolaylaştırmaktadır. Ayrıca modül, yeniden kullanılabilirlik ilkesine göre geliştirilmiş olup zamana göre değişken veri ihtiyacı olan benzer uygulamalar için de doğrudan kullanılabilir.

```
!Geliştirici : Dr. Ali Ertürk
module TIME_SERIES

    use INTERPOLATE
    implicit none

    type, public :: TIME_SERIE
        integer :: DATA_SIZE
        integer :: NUMBER_OF_VARIABLES
        integer :: ALLOCATED
        integer :: INTERPOLATE
        real(kind = 8), pointer, dimension(:) :: TIMES
        real(kind = 8), pointer, dimension(:, :) :: VARIABLES
    end type TIME_SERIE

contains

    subroutine INITIALIZE_TIME_SERIE(TIME_FUNCTION)

        type(TIME_SERIE), intent(inout) :: TIME_FUNCTION

        TIME_FUNCTION % DATA_SIZE = 0
        TIME_FUNCTION % NUMBER_OF_VARIABLES = 0
        TIME_FUNCTION % ALLOCATED = 0
        TIME_FUNCTION % INTERPOLATE = 0

    end subroutine INITIALIZE_TIME_SERIE

    subroutine ALLOCATE_TIME_SERIE(TIME_FUNCTION, DATA_SIZE, &
        & NUMBER_OF_VARIABLES)

        type(TIME_SERIE), intent(inout) :: TIME_FUNCTION
        integer, intent(in) :: DATA_SIZE
        integer, intent(in) :: NUMBER_OF_VARIABLES

        if (TIME_FUNCTION % ALLOCATED == 1) then
            deallocate(TIME_FUNCTION % TIMES)
            deallocate(TIME_FUNCTION % VARIABLES)
        end if

        allocate(TIME_FUNCTION % TIMES(DATA_SIZE))
        allocate(TIME_FUNCTION % VARIABLES(DATA_SIZE, NUMBER_OF_VARIABLES))

        TIME_FUNCTION % DATA_SIZE = DATA_SIZE
        TIME_FUNCTION % NUMBER_OF_VARIABLES = NUMBER_OF_VARIABLES
        TIME_FUNCTION % ALLOCATED = 1

    end subroutine ALLOCATE_TIME_SERIE

    subroutine DEALLOCATE_TIME_SERIE(TIME_FUNCTION)
```

```

type(TIME_SERIE), intent(inout) :: TIME_FUNCTION

if (TIME_FUNCTION % ALLOCATED == 1) then
    deallocate(TIME_FUNCTION % TIMES)
    deallocate(TIME_FUNCTION % VARIABLES)
end if

TIME_FUNCTION % DATA_SIZE = 0
TIME_FUNCTION % NUMBER_OF_VARIABLES = 0
TIME_FUNCTION % ALLOCATED = 0

end subroutine DEALLOCATE_TIME_SERIE

subroutine TIMES_AND_VALUES_TO_TIME_SERIE(TIME_FUNCTION, VALUE_ARRAY)

type(TIME_SERIE), intent(inout) :: TIME_FUNCTION
real(kind = 8), dimension(:,,:), intent(in) :: VALUE_ARRAY

integer :: DATA_SIZE
integer :: NUMBER_OF_VARIABLES
integer :: i
integer :: j

if (TIME_FUNCTION % ALLOCATED == 1) then
    DATA_SIZE = TIME_FUNCTION % DATA_SIZE
    NUMBER_OF_VARIABLES = TIME_FUNCTION % NUMBER_OF_VARIABLES

    if ((size(VALUE_ARRAY, dim = 2) /= NUMBER_OF_VARIABLES + 1).or. &
        & (size(VALUE_ARRAY, dim = 1) /= DATA_SIZE)) then
        write(6,*) 'HATA'
        write(6,*) 'ALT PROGRAM : TIMES_AND_VALUES_TO_TIME_SERIE'
        write(6,*) 'Veri dizisi boyutları zaman serisi boyutları ', &
            & 'ile uyumlu değil.'
        write(6,*) 'Dizideki satır sayısı          : ', &
            & size(VALUE_ARRAY, dim = 1)
        write(6,*) 'Zaman serisindeki veri sayısı      : ', DATA_SIZE
        write(6,*) 'Dizideki sütun sayısı          : ', &
            & size(VALUE_ARRAY, dim = 2)
        write(6,*) 'Zaman serisindeki değişken sayısı : ', &
            & NUMBER_OF_VARIABLES
        stop
    end if

else
    DATA_SIZE = size(VALUE_ARRAY, dim = 1)
    NUMBER_OF_VARIABLES = size(VALUE_ARRAY, dim = 2) - 1

    if (NUMBER_OF_VARIABLES == 0) then
        write(6,*) 'HATA'
        write(6,*) 'ALT PROGRAM : TIMES_AND_VALUES_TO_TIME_SERIE'
        write(6,*) 'Zaman serisi en az bir değişken içermelidir.'
        stop
    else
        call ALLOCATE_TIME_SERIE(TIME_FUNCTION, DATA_SIZE, &
            & NUMBER_OF_VARIABLES)
    end if
end if

do i = 1, DATA_SIZE
    TIME_FUNCTION % TIMES(i) = VALUE_ARRAY(i, 1)

    do j = 1, NUMBER_OF_VARIABLES
        TIME_FUNCTION % VARIABLES(i, j) = VALUE_ARRAY(i, j + 1)
    end do

end do

end subroutine TIMES_AND_VALUES_TO_TIME_SERIE

subroutine READ_TIME_SERIE_FROM_FILE(TIME_FUNCTION, INPUT_FILE)

!Kullanıcıya karşı hata kontrolü eklenmeli
! - Negatif değere izin olup olmaması
! - Zamanın sıralı duruma getirilmesi
! - Çift zamana izin verilmemesi

type(TIME_SERIE), intent(inout) :: TIME_FUNCTION

```

```

integer, intent(in) :: INPUT_FILE

integer :: DATA_SIZE
integer :: NUMBER_OF_VARIABLES
integer :: INTERPOLATE
integer :: i
integer :: j

real(kind = 8), dimension(:) , allocatable :: ROW_ARRAY
real(kind = 8), dimension(:,:), allocatable :: VALUE_ARRAY

read(unit = INPUT_FILE, fmt = *)
read(unit = INPUT_FILE, fmt = *)
read(unit = INPUT_FILE, fmt = *) DATA_SIZE
read(unit = INPUT_FILE, fmt = *)
read(unit = INPUT_FILE, fmt = *) NUMBER_OF_VARIABLES
read(unit = INPUT_FILE, fmt = *)
read(unit = INPUT_FILE, fmt = *) INTERPOLATE

allocate(ROW_ARRAY(NUMBER_OF_VARIABLES + 1))
allocate(VALUE_ARRAY(DATA_SIZE, NUMBER_OF_VARIABLES + 1))

read(unit = INPUT_FILE, fmt = *)

do i = 1, DATA_SIZE
    read(unit = INPUT_FILE, fmt = *) ROW_ARRAY

    do j = 1, NUMBER_OF_VARIABLES + 1
        VALUE_ARRAY(i, j) = ROW_ARRAY(j)
    end do

end do

call TIMES_AND_VALUES_TO_TIME_SERIE(TIME_FUNCTION, VALUE_ARRAY)

if (INTERPOLATE == 0) then
    TIME_FUNCTION % INTERPOLATE = 0
else
    TIME_FUNCTION % INTERPOLATE = 1
end if

deallocate(ROW_ARRAY)
deallocate(VALUE_ARRAY)

end subroutine READ_TIME_SERIE_FROM_FILE

function VALUE_FROM_TIME_SERIE(TIME_FUNCTION, TIME, VARIABLE_NO) &
&    result(VALUE)

type(TIME_SERIE), intent(in) :: TIME_FUNCTION
real(kind = 8), intent(in) :: TIME
integer, intent(in) :: VARIABLE_NO

real(kind = 8) :: VALUE

integer :: DATA_SIZE
integer :: NUMBER_OF_VARIABLES
integer :: i

real(kind = 8) :: PREVIOUS_TIME
real(kind = 8) :: NEXT_TIME
real(kind = 8) :: PREVIOUS_VALUE
real(kind = 8) :: NEXT_VALUE

NUMBER_OF_VARIABLES = TIME_FUNCTION % NUMBER_OF_VARIABLES

if ((VARIABLE_NO < 1).or.(VARIABLE_NO > NUMBER_OF_VARIABLES)) then
    write(6,*) 'HATA'
    write(6,*) 'İŞLEV : VALUE_FROM_TIME_SERIE'
    write(6,*) 'Değeri istenen değişken, zaman serisinde ', &
    &    'bulunmamaktadır.'
    stop
end if

if (TIME_FUNCTION % ALLOCATED == 0) then
    !Burada hata da verdirilebilir.
    VALUE = 0.0D0

```

```

else

    if (TIME < TIME_FUNCTION % TIMES(1)) then
        VALUE = 0.0D0
    else
        DATA_SIZE = TIME_FUNCTION % DATA_SIZE

        if (TIME > TIME_FUNCTION % TIMES(DATA_SIZE)) then
            VALUE = TIME_FUNCTION % VARIABLES(DATA_SIZE, VARIABLE_NO)
        else

            do i = 1, DATA_SIZE

                if (TIME_FUNCTION % TIMES(i) > TIME) then
                    PREVIOUS_TIME = TIME_FUNCTION % TIMES(i - 1)
                    PREVIOUS_VALUE = TIME_FUNCTION % &
                        & VARIABLES(i - 1, VARIABLE_NO)
                    NEXT_TIME = TIME_FUNCTION % TIMES(i)
                    NEXT_VALUE = TIME_FUNCTION % &
                        & VARIABLES(i, VARIABLE_NO)
                    exit
                end if

            end do

            if (TIME_FUNCTION % INTERPOLATE == 1) then
                VALUE = LDPS_INTERPOLATE(TIME, PREVIOUS_TIME, &
                    & PREVIOUS_VALUE, NEXT_TIME, &
                    & NEXT_VALUE)
            else
                VALUE = PREVIOUS_VALUE
            end if

        end if

    end if

end if

end function VALUE_FROM_TIME_SERIE

subroutine MULTIPLY_TIME_SERIE_WITH_SCALAR(TIME_FUNCTION, SCALAR)

    type(TIME_SERIE), intent(inout) :: TIME_FUNCTION
    real(kind = 8), intent(in) :: SCALAR

    integer :: DATA_SIZE
    integer :: NUMBER_OF_VARIABLES
    integer :: i
    integer :: j

    DATA_SIZE = TIME_FUNCTION % DATA_SIZE
    NUMBER_OF_VARIABLES = TIME_FUNCTION % NUMBER_OF_VARIABLES

    do i = 1, DATA_SIZE

        do j = 1, NUMBER_OF_VARIABLES

            TIME_FUNCTION % VARIABLES(i, j) = &
                & TIME_FUNCTION % VARIABLES(i, j) * SCALAR

        end do

    end do

end subroutine MULTIPLY_TIME_SERIE_WITH_SCALAR

subroutine MULTIPLY_TS_COLUMN_WITH_SCALAR(TIME_FUNCTION, SCALAR, COLUMN)

    type(TIME_SERIE), intent(inout) :: TIME_FUNCTION
    real(kind = 8), intent(in) :: SCALAR
    integer, intent(in) :: COLUMN

    integer :: DATA_SIZE
    integer :: NUMBER_OF_VARIABLES
    integer :: i

    DATA_SIZE = TIME_FUNCTION % DATA_SIZE

```

```

NUMBER_OF_VARIABLES = TIME_FUNCTION % NUMBER_OF_VARIABLES

if ((COLUMN > NUMBER_OF_VARIABLES).or.(COLUMN < 1)) then
  write(6,*) 'HATA'
  write(6,*) 'ALT PROGRAM : MULTIPLY_TS_COLUMN_WITH_SCALAR'
  write(6,*) 'Çarpılması istenen sütün ilgili zaman serisinde', &
    & 'bulunmuyor.'
  stop
end if

do i = 1, DATA_SIZE
  TIME_FUNCTION % VARIABLES(i, COLUMN) = &
    & TIME_FUNCTION % VARIABLES(i, COLUMN) * SCALAR
end do

end subroutine MULTIPLY_TS_COLUMN_WITH_SCALAR

subroutine ADD_TS_COLUMN_WITH_SCALAR(TIME_FUNCTION, SCALAR, COLUMN)

  type(TIME_SERIE), intent(inout) :: TIME_FUNCTION
  real(kind = 8), intent(in) :: SCALAR
  integer, intent(in) :: COLUMN

  integer :: DATA_SIZE
  integer :: NUMBER_OF_VARIABLES
  integer :: i

  DATA_SIZE = TIME_FUNCTION % DATA_SIZE
  NUMBER_OF_VARIABLES = TIME_FUNCTION % NUMBER_OF_VARIABLES

  if ((COLUMN > NUMBER_OF_VARIABLES).or.(COLUMN < 1)) then
    write(6,*) 'HATA'
    write(6,*) 'ALT PROGRAM : ADD_TS_COLUMN_WITH_SCALAR'
    write(6,*) 'Toplanması istenen sütün ilgili zaman serisinde', &
      & 'bulunmuyor.'
    stop
  end if

  do i = 1, DATA_SIZE
    TIME_FUNCTION % VARIABLES(i, COLUMN) = &
      & TIME_FUNCTION % VARIABLES(i, COLUMN) + SCALAR
  end do

end subroutine ADD_TS_COLUMN_WITH_SCALAR

end module TIME_SERIES

```

H.3 İç Kestirim (İnterpolasyon) Modülü

İç kestirim modülü, zaman serisi modülü tarafından kullanılmaktadır. Bu çalışmada kullanılan sürümü, yalnızca doğrusal iç (lineer interpolasyon) kestirim yapabilen bir işlev (fonksiyon - function) içermektedir.

```

!Geliştirici : Dr. Ali Ertürk
module INTERPOLATE

  implicit none

contains

  !LINEAR, DOUBLE PRECISION, SINGLE, INTERPOLATE
  function LDPS_INTERPOLATE(X_VALUE, X1, Y1, X2, Y2) result(Y_VALUE)

    real(kind = 8), intent(in) :: X_VALUE

```

```

real(kind = 8), intent(in) :: X1
real(kind = 8), intent(in) :: Y1
real(kind = 8), intent(in) :: X2
real(kind = 8), intent(in) :: Y2
real(kind = 8) :: Y_VALUE

real(kind = 8) :: SMALL_X
real(kind = 8) :: Y_OF_SMALL_X
real(kind = 8) :: LARGE_X
real(kind = 8) :: Y_OF_LARGE_X

real(kind = 8) :: DELTA_X
real(kind = 8) :: DELTA_Y
real(kind = 8) :: SLOPE

if(X1 == X2) then
    Y_VALUE = (Y1 + Y2) / 2.0
else
    if (X1 < X2) then
        SMALL_X = X1
        Y_OF_SMALL_X = Y1
        LARGE_X = X2
        Y_OF_LARGE_X = Y2
    else
        SMALL_X = X2
        Y_OF_SMALL_X = Y2
        LARGE_X = X1
        Y_OF_LARGE_X = Y1
    end if

    if ((X_VALUE < SMALL_X).or.(X_VALUE > LARGE_X)) then
        Y_VALUE = 0.0
    else
        DELTA_X = LARGE_X - SMALL_X
        DELTA_Y = Y_OF_LARGE_X - Y_OF_SMALL_X
        SLOPE = DELTA_Y / DELTA_X
        Y_VALUE = Y_OF_SMALL_X + ((X_VALUE - SMALL_X) * SLOPE)
    end if

end if

end function LDPS_INTERPOLATE

end module INTERPOLATE

```

EK I

PROGRAMIN KULLANIMI

EK-I PESTİSİT BOZUNMASI PROGRAMININ KULLANIMI

Pestisit bozunması programı iki dosyadan girdi okumaktadır. Programın çalıştırılabilmesi için bu iki dosya da herhangi bir metin editörü ile oluşturulmalıdır.

I.1 Temel Verilerin Bulunduğu Dosya

Temel verilerin bulunduğu dosyanın adı BOZUNMA_GIRDI.txt olmalıdır. Bu isim, EK-H.1’de verilen ana programın içine kodlanmıştır ve değiştirilmesi gerekiyor ise ana programın kaynak kodunun ilgili kısmı değiştirilmelidir. Örnek bir dosya, şekil I.1’de verilmektedir.



Şekil I 1: Temel Veri Dosyasının Biçimi

Şekil I.1’den de görüldüğü gibi temel veri dosyası açıklama satırlarından ve programın çalıştırılması ile ilgili verilerden oluşmaktadır. Açıklama satırlarının içerikleri önemli değildir ancak yer belirleyici ya da yer tutucu olarak çalıştıklarından mutlaka bulunmaları gerekmektedir. Dosya içindeki veriler sırasıyla, programın başlangıç zamanı, bitiş zamanı, hesap aralığı, başlangıç anındaki pestisit miktarı ve pestisit ile ilgili zamana göre değişen verilerin bulunduğu dosyanın adıdır. Dosya adı, kullanılan işletim sisteminin kurallarına uygun olmalıdır ve bu kısıtlamanın dışında, işletim sistemi izin verse bile kesinlikle boşluk karakteri içermemelidir.

I.2. Pestisit ile İlgili Zamana Bağlı Verilerin Bulunduğu DosyaBu dosya, kaynak kodu EK-H.2’de verilen zaman serisi modülü tarafından okunacak biçimde hazırlanmalıdır. Örnek bir dosya, Şekil I.2’de verilmektedir.

ENDOSÜLFAN ÖZELLİKLERİ → Genel amaçlı açıklama satırı				
VERİ SAYISI → Zaman serisindeki veri sayısının yerini belirleyen açıklama satırı				
13 → Zaman serisindeki veri sayısı				
DEĞİŞKEN SAYISI → Zaman serisindeki değişken sayısının yerini belirleyen açıklama satırı				
3 → Zaman serisindeki değişken sayısı (bu çalışmada 3 olmalı)				
İÇ KESTİRİM (İNTERPOLASYON) → iç kestirim (interpolasyon) durumunun yerini belirleyen açıklama satırı				
0 → iç kestirim (interpolasyon) durumu, 0: yok, 1: var				
ZAMAN	PESTİSİT MİKTARI	YARILANMA SÜRESİ	GÜN SAYISI	
0.0000	0.0	50.0	31.0	
31.0000	0.0	50.0	28.0	
59.0000	0.0	50.0	31.0	
90.0000	0.3735	50.0	30.0	
120.0000	0.4925	50.0	31.0	
151.0000	0.0	50.0	30.0	
181.0000	0.0	50.0	31.0	
212.0000	0.0	50.0	31.0	
243.0000	0.1189	50.0	30.0	
273.0000	0.0	50.0	31.0	
304.0000	0.0	50.0	30.0	
334.0000	0.0	50.0	31.0	
365.0000	0.0	50.0	31.0	

Şekil I 2: Pestisit ile İlgili Zamana Bağlı Veri Dosyasının Biçimi

ÖZGEÇMİŞ

Halide Sağlam 15 Şubat 1982’de İstanbul’da doğdu. İlk öğrenimini İstanbul Yeniköy İlköğretim Okulu’nda, orta öğrenimini Nişantaşı Nuri Akın Süper Lisesi’nde tamamladıktan sonra 2000 yılında İstanbul Teknik Üniversitesi İnşaat Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü’nde yüksek öğrenimine başladı. 2005 yılında Çevre Mühendisliği diplomasını aldı. Aynı yıl İstanbul Teknik Üniversitesi Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, Çevre Bilimleri ve Mühendisliği programında yüksek lisans öğrenimine başladı.