

**T.C.
ERCIYES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**SULTAN SAZLIĞI'NDA PESTİSİT KİRLİLİĞİNİN
TESPİTİ
(Yüksek Lisans Tezi)**

**Hazırlayan
Burak PEKER**

**Danışman
Doç. Dr. Filiz DADAŞER-ÇELİK**

Ocak 2020

KAYSERİ

**T.C.
ERCIYES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**SULTAN SAZLIĞI'NDA PESTİSİT KİRLİLİĞİNİN
TESPİTİ
(Yüksek Lisans Tezi)**

**Hazırlayan
Burak PEKER**

**Danışman
Doç. Dr. Filiz DADAŞER-ÇELİK**

Bu çalışma, Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu tarafından ÇAYDAG-114Y595 kodlu proje ile ve Erciyes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından FYL-2018-8451 ve FBA-2018-8032 kodlu projeler ile desteklenmiştir.

Ocak 2020

KAYSERİ

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK

Bu çalışmadaki tüm bilgilerin, akademik ve etik kurallara uygun bir şekilde elde edildiğini beyan ederim. Aynı zamanda bu kural ve davranışların gerektirdiği gibi, bu çalışmanın özünde olmayan tüm materyal ve sonuçları tam olarak aktardığımı ve referans gösterdiğimi belirtirim.

Burak PEKER



“Sultan Sazlığı’nda Pestisit Kirliliğinin Tespiti ” adlı Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi Lisansüstü Tez Önerisi ve Tez Yazma Yönergesi’ ne uygun olarak hazırlanmıştır.

Hazırlayan

Burak PEKER

Danışman

Doç. Dr. Filiz DADAŞER ÇELİK

Çevre Mühendisliği ABD Başkanı

Prof. Dr. Oktay ÖZKAN

Doç. Dr. Filiz DADAŞER ÇELİK danışmanlığında **Burak PEKER** tarafından hazırlanan “**Sultan Sazlığı’nda Pestisit Kirliliğinin Tespiti**” adlı bu çalışma jürimiz tarafından Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Çevre Mühendisliği** Anabilim Dalında **Yüksek Lisans** tezi olarak kabul edilmiştir.

06 / 01 / 2020

JÜRİ:

Danışman : Doç. Dr. Filiz DADAŞER ÇELİK




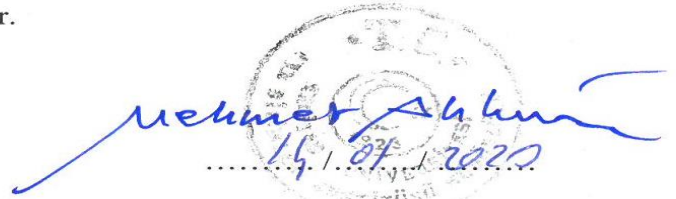
Üye : Doç. Dr. Niğmet UZAL



Üye : Doç. Dr. Nuray ATEŞ

**ONAY:**

Bu tezin kabulü Enstitü Yönetim Kurulunun 14/01/2020 tarih ve 20.20/03-11 sayılı kararı ile onaylanmıştır.



Prof. Dr. Mehmet
AKKURT

Enstitü Müdürü

TEŞEKKÜR

Okul hayatımız boyunca bize bilgiyi olduğu gibi değil, bizim de kendi yorumlarımızı katarak kullanmamızı öğreten ve bu çalışmanın yürütülmesinde ve düzenlenmesinde beni yönlendiren değerli hocam Doç. Dr. Filiz DADAŞER ÇELİK'e teşekkürlerimi sunarım. Karşılaştığım zorlukları aşmamda benden yardımını esirgemeyen değerli hocalarım Doç. Dr. Nuray ATEŞ'e, Dr. Öğr. Üyesi Şükrü Taner AZGIN'a, Doç. Dr. Mete ÇELİK'e teşekkür ederim. Arazi çalışmalarında yardımcı ve destek olan Doğa Koruma ve Milli Parklar (DKMP) Genel Müdürlüğü ve DKMP personeli Ayhan BAL'a teşekkürlerimi sunarım. Lisans ve yüksek lisans öğrenimini beraber yaptığımız bana destek olan canım arkadaşım Rabia UÇAR ve her zaman maddi ve manevi olarak yanımda olan aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Bu çalışma, Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) tarafından ÇAYDAG-114Y595 kodlu proje ile ve Erciyes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından FYL-2018-8451 ve FBA-2018-8032 kodlu projeler ile desteklenmiştir. Desteklerinden dolayı TÜBİTAK'a ve Erciyes Üniversitesi'ne teşekkür ederim.

Burak PEKER

2020, KAYSERİ

SULTAN SAZLIĞI'NDA PESTİSİT KİRLİLİĞİNİN TESPİTİ

Burak PEKER

**Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü
Yüksek Lisans Tezi, Ocak 2020**

Danışman: Doç Dr. Filiz DADAŞER-ÇELİK

ÖZET

Bu çalışmada Sultan Sazlığı'nda pestisit kaynaklı kirlilik düzeyi araştırılmıştır. Ziraî mücadelede zararlı, hastalık yapıcı yabancı otlara ve böceklere karşı pestisitler oldukça yaygın kullanılmaktadır. Mahsul verimini artırmak için modern tarımda kullanılan bu kimyasallar su ekosistemleri için ciddi bir tehdit oluşturmaktadır. Buna karşılık, su kitlelerinde çok düşük konsantrasyonlarda bulunan bu kirleticilerin tespiti oldukça zordur ve bu konuda ülkemizde yapılan çalışmalar sınırlı sayıdadır. Bu çalışma kapsamında ülkemizin önemli sulak alanlarından biri olan Sultan Sazlığı'nda pestisit düzeyleri ve su kalitesi incelenmiştir. Sultan Sazlığı tarımsal aktivitelerin çok yoğun olduğu Develi Ovası'nın merkezinde yer almakta ve tarım alanlarından toplanan drenaj suları için alıcı ortam işlevi görmektedir. Sultan Sazlığı'nda seçilen iki noktada bir yıl boyunca fizikokimyasal parametreler (sıcaklık, elektriksel iletkenlik, çözülmüş oksijen, pH, nitrat azotu, toplam azot, toplam fosfor, klorofil-a) için aylık, pestisitler için mevsimsel izleme yapılmıştır. Fizikokimyasal parametreler açısından su kalitesi III. Sınıf, “ Kirlenmiş Su” özellikleri göstermiştir. Pestisit taraması sonucu 48 adet pestisit tespit edilmiştir. Ayrıca iki ağrı kesici ve bir antibiyotik aktif maddesi bulunmuştur. Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği'nce belirlenen çevre kalite standartları değerlerini bifenoks, diklorvos ve fenpropatrin pestisitlerinin aştığı belirlenmiştir. Bazı pestisitlerin dönemsel olarak suda tespit edilebilir düzeyde olduğu görülmüştür. Bu durum ilaçlama dönemleriyle ilişkilendirilmiştir. Uluslararası sözleşmelerle koruma altında olan bu bölge insan faaliyetleri nedeniyle kirlenmekte ve doğal dengesi bozulmaktadır. Bu nedenle su kalitesi izleme çalışmaları sürekli hale getirilmeli ve havza bazlı yönetim planları etkin şekilde uygulanmalıdır.

Anahtar Kelimeler: Pestisit, Su Kalitesi, Tarımsal Faaliyetler, Sulak Alan, Sultan Sazlığı

DETERMINATION OF PESTICIDE POLLUTION AT THE SULTAN MARSSES

Burak PEKER

**Erciyes University, Graduate School of Natural and Applied Sciences
Master Thesis, January 2020**

Supervisor: Associate Professor Dr. Filiz DADAŞER-ÇELİK

ABSTRACT

In this study, the extent of water pollution caused by pesticides in the Sultan Marshes was investigated. Pesticides are widely used against pests, disease-causing weeds and insects in agricultural activities. These chemicals, used in modern agriculture to increase crop yields, pose a serious threat towards water ecosystems. However, it is very difficult to detect these pollutants, which are present in very low concentrations in water bodies and therefore there are limited number of studies on this subject in Turkey. In this study, we examined pesticides and water quality in the Sultan Marshes, one of the most important wetlands of Turkey. Sultan Marshes is located in the center of Develi Basin where agricultural activities are very intense and serves as a receiving environment for the drainage waters collected from agricultural areas. Monthly monitoring for physicochemical parameters (temperature, electrical conductivity, dissolved oxygen, pH, nitrate nitrogen, total nitrogen, total phosphorus, chlorophyll-a) and seasonal monitoring for pesticides were undertaken at the Sultan Marshes for a year. Based on physicochemical parameters, water quality was evaluated to be Class III, which denotes “Contaminated Water”. As a result of the pesticide screening, 48 pesticides were detected. Additionally two painkillers and one antibiotic active ingredient were found. bifenoks, dichlorvos and fenpropatrin pesticides exceeded the environmental quality standards determined by the Surface Water Quality Regulation. Some pesticides were detectable in water periodically. This has been associated with pesticide spraying periods. Although protected by international conventions, this region is polluted by human activities and its natural balance is disturbed. Therefore, water quality monitoring activities should be regularly undertaken and basin-scale management plans should be implemented effectively.

Keywords: Pesticides, Water Quality, Agricultural Activities, Wetland, Sultan Marshes

İÇİNDEKİLER

SULTAN SAZLIĞI'NDA PESTİSİT KİRLİLİĞİNİN TESPİTİ

YÖNERGEYE UYGUNLUK.....	ii
KABUL VE ONAY	iii
TEŞEKKÜR.....	iv
ÖZET	v
ABSTRACT.....	vi
İÇİNDEKİLER	vii
TABLolar LİSTESİ.....	ix
ŞEKİLLER LİSTESİ	x
GİRİŞ	1

1.BÖLÜM

GENEL BİLGİLER ve LİTERATÜR ÇALIŞMASI

1.1.Tarım Kaynaklı Su Kirliliği ve Pestisitler	4
1.1.1.Pestisit Kirliliği ve Pestisit Taşınımı.....	5
1.1.1.1. Pestisitlerin Havada Akibeti	8
1.1.1.2. Pestisitlerin Suda Akibeti.....	9
1.1.1.3. Pestisitlerin Toprakta Akibeti	13
1.2.Sulak Alanlar ve Sulak Alanlarda Gerçekleşen Fizikokimyasal Prosesler	14
1.3.Literatür Özeti.....	16
1.3.1.Pestisitler ve Analizleri Hakkında Literatür Özeti.....	16
1.3.2.Sultan Sazlığı Hakkında Yapılan Çalışmalar.....	23

2.BÖLÜM**YÖNTEM VE MATERYAL**

2.1. Çalışma Alanı	28
2.2. Örnekleme Noktalarının Belirlenmesi	29
2.3. Fizikokimyasal Su Analizleri	30

3. BÖLÜM**BULGULAR**

3.1. Fizikokimyasal Su Kalitesi Analizleri ve Sonuçları.....	34
3.2. Pestisit Analizleri ve Sonuçları	44

4.BÖLÜM**TARTIŞMA-SONUÇ ve ÖNERİLER**

KAYNAKÇA	63
EKLER.....	74
ÖZGEÇMİŞ.....	76

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 2.1. Suyun Fizikokimyasal Özelliklerini Belirlemek Amacıyla Yapılan Analizler ve Kullanılan Yöntemler	31
Tablo 2.2. Pestisit Listesi	32
Tablo 3.1. 12 Aylık Fizikokimyasal Su Analizleri Parametreleri Değerleri.....	35
Tablo 3.2. Fizikokimyasal Su Analizleri Maksimum, Minimum ve Standart Sapma Değerleri.....	35
Tablo 3.3. Fizikokimyasal Su Analizleri Ölçüm Değerlerinin Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği Tablo 2'ye göre Değerlendirmesi.....	43
Tablo 3.4. TN, TP, Klorofil a ve Çözülmüş Oksijen Değerlerinin Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği Tablo 9'ye Göre Değerlendirilmesi	44
Tablo 3.5. Pestisit Sonuçları.....	46
Tablo 3.6. Pestisitlerin Yasaklanma Tarihleri.....	47
Tablo 3.7. Tespit Edilen Pestisitlerin log KOW, Henry Katsayısı, Suda Çözünürlük Değerleri	50
Tablo 3.8. Tespit Edilen Pestisitlerin Buhar Basıncı, Uçuculuk ve Toprak Adsorbsiyon Değerleri	51
Tablo 3.9. Tespit Edilen Pestisitlerin Atıksu Arıtma Tesisi Giderimi ve Biyolojik Bozunma Değerleri	54
Tablo 3.10. Tespit Edilen Pestisitlerin Level III Fugacity Modeline Göre Kütlece Tutunma Oranları, Yarılanma ve Dayanıklılık Ömrü Değerleri	56

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1. Pestisitlerin atmosfere ve yüzey-yeraltı sularına girme yolları ve hava, toprak ve bitkilerde pestisit dönüşüm mekanizmaları.....	7
Şekil 1.2. İşlenmiş yüzeylerde yağmur suyunun ve sulama suyunun hareketi	10
Şekil 1.3. Pestisit taşıyan yağmur suyunun işlenmiş bitkilerden toprağa doğru aşağı doğru hareketi.....	12
Şekil 1.4. Tarımsal akıştan besinleri uzaklaştırma yeteneklerine katkıda bulunan sulak alanlarda etkili olan ana süreçler	15
Şekil 2.1. Örnekleme Noktaları Konumları	29
Şekil 3.1. Sıcaklık, İletkenlik, Çözünmüş Oksijen, pH, Klorür, Sülfat, AKM parametreleri ortalama ve standart sapma değerleri.....	36
Şekil 3.2. TN, TOK, NO ₃ ⁻ -N, NH ₄ -N, TPO ₄ ³⁻ , TPO ₄ -P, Chl-a parametreleri ortalama ve standart sapma değerleri.....	37
Şekil 3.3. Su Kalitesi Parametreleri Mevsimsel Ortalama Değerleri.....	42

GİRİŞ

Nüfusun ve üretim faaliyetlerinin artması su kitlelerinde kirlenmeye sebep olmaktadır. Evsel, endüstriyel, tarımsal ve ticari faaliyetler büyük miktarda atık ortaya çıkarmaktadır. Noktasal ve yayılı kirlilik kaynaklarıyla çok sayıda nehir, göl ve sulak alan rehabilite edilemeyecek derecede kirletilebilmektedir.

Günümüzde tarımda verimliliği ve ürün kalitesini artırmak amacıyla yeni uygulama ve materyaller kullanılmaktadır. Tarımsal faaliyetlerde problem yaratan canlıları öldürmek veya kontrol altına almak için kullanılan toksik ve biyosidal kimyasal gruplar içeren ilaçlar “pestisitler” olarak adlandırılır. “Tarım ilacı” olarak da adlandırılan pestisitler Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) tarafından “tarımsal ürünler, evcil hayvanlar ve insanlar üzerindeki çeşitli zararlılarla mücadele etmek için tasarlanmış kimyasallar” olarak tanımlanmaktadır (FAO 2007).

Pestisitler en yaygın bitki korumada kullanılmaktadır. Bu kimyasallar genel olarak bitkileri yabancı otlar, mantarlar veya haşarat gibi zararlı etkilere karşı korurlar. Kimyasal sınıflandırma yapılacak olursa, pestisitler aktif bileşenlerin kimyasal yapısına göre düzenlenir. Kimyasal sınıflandırmada pestisitler, organoklor, organofosfor, karbamat ve piretroid olmak üzere dört ana gruba toplanır. Bunun yanı sıra pestisitler herbisitler (yabancı otlara karşı), insektisitler (böceklere karşı), fungusitler (mantarlara karşı) olmak üzere üç gruba ayrılabilir.

Türkiye’de pestisit tüketimi hektar başına 400-700 gram arasındadır (Tiryaki ve ark. 2010). Tarımsal, bahçecilik ve ormancılık üretim sistemlerinde 3300 ton aktif maddenin kullanıldığı tahmin edilmektedir (Holland ve Rahman 1999). Bu pestisitler %68 herbisit, %24 fungusit ve %8 insektisit içerir. Pestisitlerin yaklaşık %34’ü bahçe amaçlı (örneğin meyve bahçeleri, sebzeler), %25’i hayvancılık tabanlı tarım, %16’sı genel tarım sistemlerinde ve % 25’i ormancılıkta kullanılmaktadır (Cameron ve ark. 2002).

Birçok pestisit, bitkilere alınmalarını sağlamak için suda çözünür. Pestisitler, su karışımlarında uygulamalarını kolaylaştırmak veya bitki yapraklarına zarar verme potansiyellerini azaltmak için suda çözünür formlarda üretilir. Bu suda çözünür pestisitler suda kolayca çözülebilir ve topraktan bir yerden diğerine taşınabilir. Pestisitler topraktan yayılır ve su kitlelerine ulaşabilir. Yüzeysel akışlarla yeraltı sularına ulaşabilir. Ekolojik anlamda bazı canlıları (mikroorganizma, böcek, hayvan, yabancı otlar vb.) öldüren veya davranışlarını kısıtlayan bu kimyasallar havada, suda ve toprakta doğrudan ya da bileşimleri şeklinde bulunabilir. Pestisitler biyolojik birikimle canlıların vücutlarında yoğunlaşabilir. Pestisitler toprağa, suya ve ortamdaki canlılara 80000 kat artarak balıklar, kuşlara insanlara kadar ulaşmaktadır (Cook ve ark. 1993).

Bu tez çalışmasının temel amacı Develi Ovası'nda yürütülen tarımsal faaliyetlerin Sultan Sazlığı su kalitesi üzerindeki etkilerinin belirlenmesidir. Özellikle pestisitler açısından mevcut durumun ortaya çıkarılması hedeflenmektedir. Sultan Sazlığı'na ilk müdahale, 1940'lı yıllarda Kepir Sazlıkları'nın bir bölümünün sıtmayla mücadele kampanyasında kurutulmasıyla başlamıştır. Bunun sonucunda 1950'lerde sazlığın bir kısmı yöre halkına tarım arazisi olarak dağıtılmıştır. Sulak alan ekosisteminin öneminin çok iyi bilinmediği 1960'lı yıllarda, sazlığın tamamen kurutularak tarım alanına dönüştürülmesi hedeflenmiştir. Sultan Sazlığı'nı güneyden besleyen iki ana derenin suları 1987 yılından itibaren tarımsal sulama amacı ile inşaa edilen Kovalı ve Ağçaaşar Barajları'nda toplanmaya başlamıştır. Ayrıca bu proje kapsamında sazlığın dört bir tarafına drenaj ve boşaltım kanalları açılmıştır. Bu faaliyetler sonucunda Sultan Sazlığı ekolojik açıdan zarar görmüş ve doğal dengesi bozulmuştu (Kızıroğlu ve ark. 1992, Dadaser-Celik ve ark. 2007). İlerleyen yıllarda bölgenin koruma altına alınması ve "Milli Park" ilan edilmesiyle alanda iyileşme süreci başlamıştır. Ancak günümüzde bölgede endüstriyel kaynaklı kirlilik olmasa da yayılı kirlilik olarak sınıflandırılan tarımsal ve hayvansal faaliyetler havzada etkin olarak yürütülmektedir (Jouma ve Dadaser-Celik 2018). Bu nedenle Sultan Sazlığı'nda su kalitesinin zarar görme ihtimali oldukça yüksektir.

Bu kapsamda Sultan Sazlığı'nda pestisit türleri ve düzeylerinin incelenmesi ve ölçülen pestisit düzeylerinin RG-15/4/2015-29327 "Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği" kapsamında belirlenmiş olan Çevresel Kalite Standartları (ÇKS) değerleri aşım aşmadığı belirlenmesi amaçlanmıştır. Ayrıca pestisitlerin yanı sıra su numunelerinin

fizikokimyasal özelliklerinin belirlenmesi ve değerlendirilmesi yapılmıştır. Tarımsal faaliyetlerin yaygın olarak yürütüldüğü Develi Ovası ve Sultan Sazlığı çevresinde pestisit miktarları ve kirliliğin izlenmesiyle alakalı çalışma bulunmamaktadır. Su kaynaklarında pestisit kirliliğinin izlenmesi ve kontrolü havza yönetim planlarında dikkate alınmalı ve pestisit kullanımını etkileri izlenmelidir.

Bu tez çalışması dört bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde tez ile ilgili genel bilgiler ve literatür özeti sunulmaktadır. İkinci bölümde tezde izlenen yöntem açıklanmaktadır. Üçüncü bölümde bulgulara yer verilmektedir. Bu kapsamda Sultan Sazlığı'ndaki pestisit türleri tespiti ve çevre kalite standartlarına göre değerlendirilmesi sunulmakta ve mevcut su kalitesi durumu değerlendirilmektedir. Son bölümde sonuçlar ve değerlendirmeler sunulmaktadır.

1. BÖLÜM

GENEL BİLGİLER VE LİTERATÜR ÇALIŞMASI

1.1. Tarım Kaynaklı Su Kirliliği ve Pestisitler

Su kirliliğinin oluşumunda tarımsal faaliyetler, depolama tankı sızıntısı, endüstriyel atıklar, lağım suyu ve septik sızıntılar, çöplüklerden sızma, madencilik ve diğer birçok kaynak neden olmaktadır (EPA 1990). EPA (Amerikan Çevre Ajansı)'nın 1990 yılındaki ulusal su kalitesi raporu, akarsu ve nehirlerin kirlenmesinin çoğunlukla tarımdan kaynaklandığını (%50'den fazla) göstermektedir.

Yayıllı kirlilik kaynaklarından olan ve tarımsal kirliliklerden olan gübrelerle ilişkili su kirliliği genellikle toprağa, ürün tarafından alınabilecek miktardan daha fazla besin eklenmesinden kaynaklanır. Bu malzemeler tarlalardan akıntı, sızmayla yeraltı veya yüzey sularına karışır. Genellikle sulardaki nitrat (NO_3^-), fosfat (PO_4^{-3}) ve amonyumun (NH_4^+) yüksek olması gübrelerden kaynaklanmaktadır. Toprağa uygulanan azot, genellikle NH_4 , nitrit (NO_2^-) veya NO_3^- şeklindedir. Tipik ılıman iklim topraklarında, NH_4^+ yavaşça süzülme eğilimindedir. Bununla birlikte, NH_4^+ olarak uygulanan azot bile, bazı toprak bakterileri tarafından NO_2^- veya NO_3^- formuna dönüştürülür. Bu iki azot formu, bitkiler tarafından kullanılan besi maddesidir ve fazlası, toprakta hızlı yol alabilir ve yüzey sularına akıntıyla girebilmektedir. PO_4^{-3} , tarımda sıklıkla suda çözünebilen formlarda kullanılır. Birkaç hafta veya ay içerisinde, toprağa eklenen PO_4^{-3} , bitkiler tarafından alınmadığı takdirde daha az çözünür formlara dönüşür. Kullanılmayan PO_4^{-3} çoğunlukla kalsiyum, demir ve alüminyum ile çöker, organik maddeye dâhil edilir ve esasen çözünmezdir.

Yüzeysel suları kirleten mikrokirleticilerden olan pestisitler su kaynakları için sorun teşkil etmektedir. Yüzeysel su kaynaklarında oluşturulan öncelikli maddeler listesiyle pestisitler izlenmektedir. İzinli içme suyu kaynakları ve içme suyu tesislerinde yılda bir

kez pestisit kontrolü yapılmaktadır. Ülkemizde yeraltı suyunda sürekli pestisit analizi yapılmamakta ve sınır değerler mevcut değildir. Tarım ilaçları mahsul verimini artırmak için modern tarımda sıklıkla kullanılmakta ancak su ekosistemleri için ciddi bir tehdit oluşturabilirler. Pestisitler, yayılı ve nokta kaynakları yoluyla su kitlelerine girebilir, takibi zor olmakla birlikte esas kirliliği yayılı kaynaklar oluşturmaktadır. Yayılı kirliliklere, yüzeysel akış ve erozyon, drenaj kanalları örnek verilebilir.

Yüzey sularındaki kimyasallar, organizmalarda biyolojik birikim olarak adlandırılan su ve besin maddeleri vasıtasıyla birikir ve sonuçta kimyasallar besin zinciriyle avdan avcıya kadar ulaşabilir. Bir İngiliz akıntısında yakalanan yabancı kahverengi alabalığın (*Salmo trutta*), suda cyfluthrin pestisiti saptanamadığı halde dokularda ortalama 25.4 mg/kg cyfluthrin ölçülmüş ve 109 mg/kg'a kadar yükseldiği tespit edilmiştir (Bonwick ve ark. 1996). Bu çalışmadan anlaşılacağı üzere benzer yapıdaki pestisitler sularda tespit edilmekte veya farklı kimyasal özelliklerine bağlı olarak canlılarda birikme ve çevreyi kirlenme potansiyeli göstermektedir. Bu nedenle pestisitlerin suda takibi önem taşımaktadır.

1.1.1. Pestisit Kirliliği ve Pestisit Taşınımı

Pestisitler, tarımsal faaliyetlerde problem yaratan canlıları öldürmek veya kontrol altına almak için kullanılan toksik ve biyosidal kimyasal gruplar içeren ilaçlardır. Pestisitler herbisitler (yabancı otlara karşı), insektisitler (böceklere karşı), fungusitler (mantarlara karşı) olmak üzere üç gruba ayrılabilir (Waxman 1998).

Herbisitler, bitki büyümesinin bozulmasına veya durmasına neden olan maddelerdir. Uygulanan herbisitler istenmeyen bitkiye (yabancı otlar gibi) etki edecek etki edecek yapıda olup ve gereken dozajda kullanılmaktadır. Ancak istenmeyen bitkinin yanında diğer canlılara da zarar verme potansiyeli oluşturmaktadır. Herbisitler genellikle fide büyümesi, su ve besin maddelerinin taşınması, bitki besinlerinin üretimi (fotosentez), bitki hücresi gelişimi ve bitki protein sentezi işlemlerden birini veya daha fazlasını değiştirerek çalışır (Waxman 1998). Genellikle herbisitlerin hasat boyunca (3-6 ay) etki edecek şekilde olması gerekmektedir. Bitkilere uygulanan herbisit ya bitkiler tarafından yakalanır ve emilir ya da toprak yüzeyinde biriktirilir. Bazıları ise yağış veya sulama suyuyla çözültüye girebilecek kadar suda çözünür. Birçok herbisit, toprak kili ve / veya

organik madde arasında oluşan sıkı bağlar nedeniyle toprak yüzeyine ulaştığında pasif hale gelir (Gevao ve Jones 2002).

İnsektisitler farklı hayvan gruplarını kontrol etmek için tasarlanmış birkaç kategoriye ayrılmaktadır. Bu kategoriler arasında inteksitit (böcek öldürücüler), nematisit (solucan-kurt öldürücüler) ve rodentisit (kemirgen öldürücüler) bulunur.

Fungisitler (mantar öldürücüler), çeşitli mikroorganizmaları bastırmak veya öldürmek için kullanılan maddelerdir. Fungisitler mantarlar, mayalar, moneralar, fitolazmalar, küfler ve bakterileri hedefleyen maddelerdir. Fungisitler, kullanılan en yaygın kimyasal maddeler arasındadır. İnsektisitler veya herbisitlerden daha geniş kullanım alanı vardır. Koruyucu olarak çeşitli endüstriyel faaliyetlerde kullanılır. Fungisitlerin endüstriyel kullanımları arasında tekstil, plastik, kauçuk, boya, yapıştırıcılar, emülsiyon polimerleri, ahşap, deri, baskı, kozmetik, ilaç ve beton yapı malzemeleri bulunmaktadır(Waxman 1998). Bu kullanımlar, normalde bitki ve hayvan koruma alanındaki bilinen fungusit kullanımlarının dışında bulunmaktadır.

Pestisitler, doğru kullanılmadıkları takdirde her türlü ortama zarar verebilecek türde kimyasal ilaçlardır. Yüzey ve yeraltı suyunun kirlenmesi, toprak kirlenmesi, suda, toprakta yaşayan canlılara, kuşlara, omurgasız hayvanlara toksisitesi gibi çevresel etkileri nedeniyle pestisitlerin kullanımı kısıtlanmalıdır. Canlılar ve doğal çevrenin etkilenmesiyle insanlara yönelik tehlikeler, EPA'nın pestisitleri sınırlı kullanımlı bir ürün olarak sınıflandırmasının birincil nedeni olmuştur.

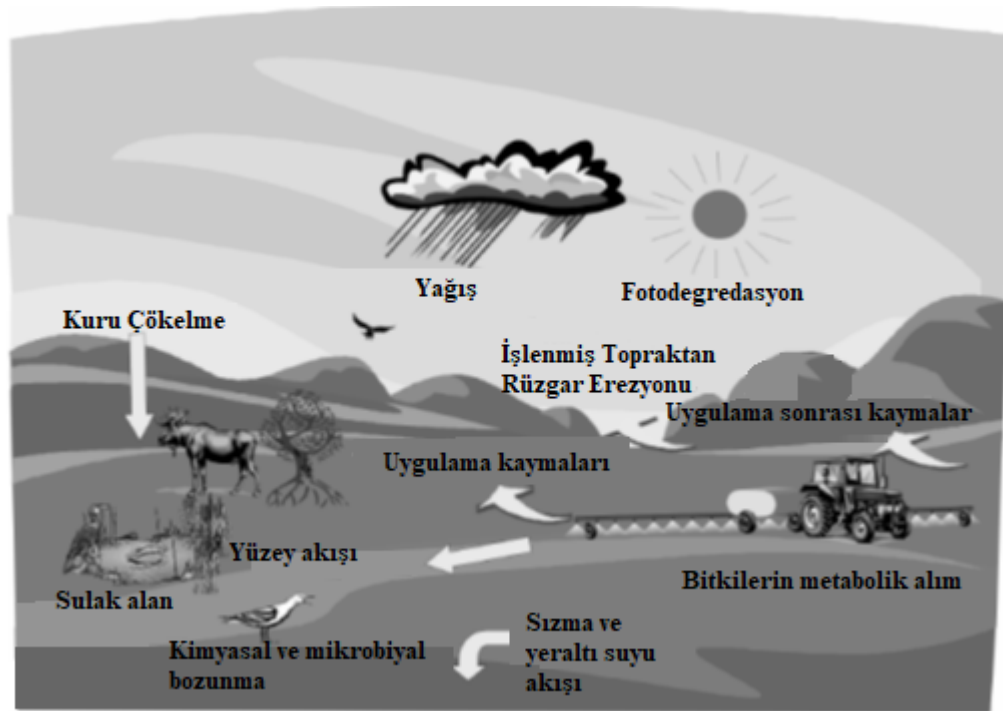
Çevresel kirlilikler, nokta kaynaklı veya yayılı (alansal) kirlenme şeklinde olmaktadır. Nokta kaynaklı kirlilik belirli, tanımlanabilir bir yerden (nokta) gelen kirliliklerdir. Bir kanalizasyona bir böcek ilacı dökülmesi, nokta kaynaklı kirlenmenin bir örneğidir. Yayılı kirlilik geniş bir alandan gelmektedir. Pestisitlerin tarım alanlarında yaygın uygulamalarından sonra akarsulara taşınması nokta kaynaklı olmayan kirlenmeye bir örnektir. Kirlenme pestisitlerin uygun depolanmaması, ilaçlama yapılan ekipman ve kapların uygun imha edilmemei, konsantre tarım ilaçlarını seyreltirken ortaya çıkan dökülmelerde nokta kaynaklı kirlilikler olarak düşünülebilir.

Pestisitlerin yalnızca uygulandığı alanda değil çok daha geniş bölgelere taşındığı, yayıldığı bilinmektedir. Tarım ilaçlarının uygulandığı alanların çevresindeki bölgeler

pestisitlerin taşınımıyla bitki örtüsü ve ekolojik hayat üzerinde olumsuz etkilere neden olmaktadır. Pestisitlerin tarla sınırlarına ve daha geniş bir ortama taşınması, hareket etmesi; atmosferik taşınma (havada rüzgâr veya yapay hava akımlarıyla), suda akış ve sızmayla taşınma, pestisitlerin temas ettiği nesne, bitki ve hayvanlar üzerinde taşınmayla açıklanmaktadır.

Atmosferik birikim sayesinde, pestisitler tarla sınırlarında doğrudan bitki yüzeyleri, yaban hayatı, yüzey suları ve ilk birkaç milimetre toprakta birikebilir. Atmosferik dağılma Van Duk ve Guicherit (1999) tarafından incelenmiştir (Şekil 1.1).

Pestisitler genellikle bir çevreye salındıktan sonra zararsız bileşenlere ayrılır. Parçalanma (yarılanma) süresi bir günden az ila birkaç yıl arasında değişmektedir. Pestisit bozulma oranı, öncelikle pestisit aktif bileşeninin kimyasal yapısına bağlıdır. Pestisit bozulma oranı uygulama alanındaki çevre koşullarından etkilenebilir. Örnek verilecek olursa; yüzey tipi, kimyasal bileşim ve pH, yüzey nemi, mikroorganizmaların varlığı, sıcaklık, doğrudan güneş ışığına maruz kalma olarak açıklanabilir (Cessna ve ark. 2005, Khan ve Rahman 2017).



Şekil 1.1. Pestisitlerin atmosfere ve yüzey-yeraltı sularına girme yolları ve hava, toprak ve bitkilerde pestisit dönüşüm mekanizmaları (Van Duk ve Guicherit 1999)

Kalıcı pestisitler, uzun süre bozulmadan ortamda kalan tortular bırakır. Bu pestisitler bazen gereklidir, çünkü uzun haşere kontrolü sağlarlar ve tekrarlanan uygulamalara olan ihtiyacı azaltabilirler. Bununla birlikte, toprağa, bitkilere ve diğer yüzeylere veya suya uygulanan üzerine dökülen bazı kalıcı pestisitler daha sonra insanlar ile temas eden hassas bitkiler veya hayvanlara zarar verebilir. Belirli bir pestisit ürününün kalıcı olması toprakta 3-4 ay veya daha uzun süre kalabilmesi olarak açıklanır. Pestisitler kalıcı olduğunda, toprakta biriktiğinde, pestisitlerin uygulama alanı dışına taşınması ve çevreyi kirletmesi veya yüzey ve yeraltı suyuna taşınması olasılığı daha yüksektir (Barcelo ve Hennion 1997).

Pestisit taşınımı hava, su ve toprakta farklı süreçlerle gerçekleşir. Aşağıda bu süreçler açıklanmaktadır

1.1.1.1. Pestisitlerin Havada Akibeti

Havadaki pestisit varlığı üç ana giriş yolundan meydana gelir. Şekil 1.1’de gösterildiği gibi bunlar uygulama kayması, uygulama sonrası buhar kaybı ve işlenmiş toprağın rüzgar erozyonudur. Pestisit hareketinin havadaki uygulama bölgesinden uzağa hareketi genellikle sürüklenme olarak adlandırılır. Böcek ilacı parçacıkları, tozları, sprey damlacıkları ve buharları hepsi havada taşınabilmektedir (Cessna ve ark. 2005).

a. Parçacıklar ve Damlacıklar

Tozlar ve ıslanabilir tozlar gibi hafif parçacıklar, hareketli hava ile kolayca taşınır. Granüller ve topraklar çok daha ağırdır ve hızlı bir şekilde havadan çökme eğilimindedir. Küçük sprey damlacıkları da hava akımlarında kolayca taşınır. Yüksek basınçlı ve ince nozüller, kayması muhtemel çok küçük sprey damlacıkları üretir. Düşük basınç ve kaba nozullar daha az kayma potansiyeli olan daha büyük damlacıklar üretir(Shalini ve ark 2010).

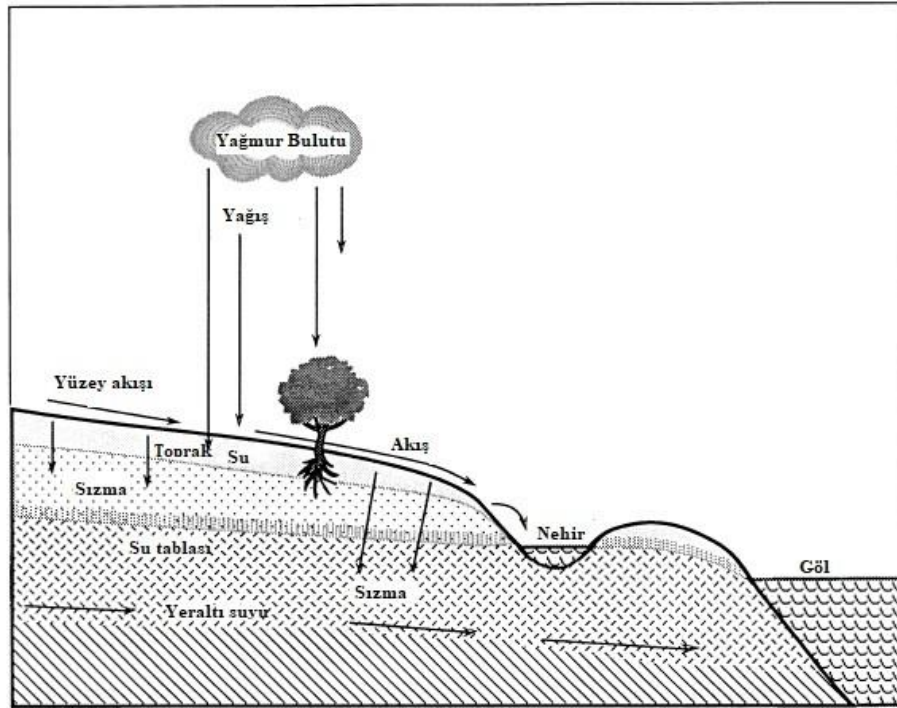
Böcek ilacı partiküllerinin ve sprey damlacıklarının saha dışına sürüklenme olasılığı kısmen uygulamaya bağlıdır. Zemine veya zemine yakın uygulanan pestisitlerin, taşınma olasılığı yukarıdan yapılan uygulamalara göre daha düşüktür.

b. Buharlar

Tarım ilacı buharları havada kolayca hareket eder Fümigant pestisitler, gaz halinde, zararlı etmenleri öldüren, kapalı bir ortama (sıcaklığı ve nemi belirli) sevk edilen ve bu ortamda belirli bir süre tutulan katı, sıvı ve gaz formlarındaki kimyasal maddelerdir. Fumigant pestisitler, uygulama yöntemleri buhar oluşturma şeklindedir(Shalini ve ark. 2010). Uçucu bir pestisit uyguladığı her zaman, yalnızca ilaçlama yapan kişi değil diğer insanlara değil, aynı zamanda uygulama sahasında veya yakınında bulunan yakın zamanda girebilecek olan insanlara, hayvanlara ve bitkilere yönelik tehlikeleri de göz önünde bulundurularak uygulanmalıdır.

1.1.1.2. Pestisitlerin Suda Akibeti

Yüzeyde toprağın tutabildiğinden daha fazla su varsa, suyun (içerdiği pestisitle birlikte) yer altı suyuna doğru aşağı doğru hareket etmesi muhtemeldir. Uzun süreli şiddetli yağmur veya aşırı sulama, yeraltına sızan sudan daha fazla su toprak yüzeyinde birikecek ve eğimin etkisiyle bir akış oluşacaktır. Suyun yüzeyde hareketini gösteren temsil Şekil 1.2'de verilmiştir.



Şekil 1.2. İşlenmiş yüzeylerde yağmur suyunun ve sulama suyunun hareketi (EPA ve USDA 1991)

Yağmur beklenen zamanlarda pestisit uygulamasının yapılması ilacın etkisini azalttığı gibi pestisitlerin taşınmasına ve faydasız hale gelmesine neden olur. Bu nedenle yağış beklenen vakitlerde pestisit uygulamaları yapılmamalıdır. Sulardaki pestisit hareketi hem sulamada kullanılan su miktarından hem de pestisit uygulamasından hemen önce veya sonra sulamanın yapılmasından etkilenir. Sulama suyu pestisit içeriyorsa, su kaynaklarına ulaşmasını önlemeye dikkat edilmelidir.

Bazı pestisit kimyasallarının diğerlerine göre su kaynaklarına taşınması daha olasıdır. Bu hareket çözünürlük, adsorpsiyon ve çevredeki dayanımına bağlıdır (Shalini ve ark. 2010, Salius 1992). Bazı pestisitler suda kolayca çözünür ve su sistemlerine girme olasılığı daha yüksektir. Bazı pestisitler toprak parçacıklarına kuvvetlice adsorbe edilir ve topraktan çıkıp su sistemlerine girmesi beklenmez. Bazı pestisitler yavaşça parçalanır ve uzun süre çevrede kalır.

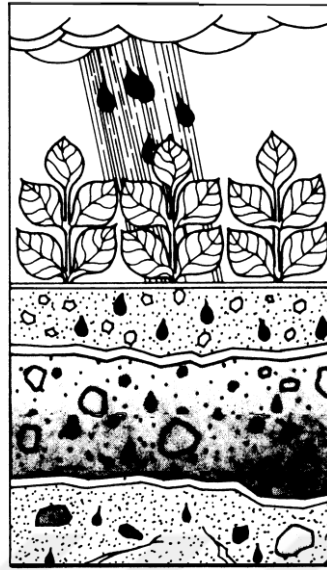
Bu faktörlerin hepsi birbiriyle ilişkilidir. Sulara taşınması muhtemel olan pestisitler, yüksek oranda çözünür, orta ve yüksek oranda kalıcıdır ve toprağa güçlü bir şekilde adsorbe edilmezler. Kalıcı olmayan bir pestisitinin çözünürlüğü yüksek olsun olmasın, su

kaynaklarına geçme olasılığı daha düşüktür. Toprağa kuvvetlice adsorbe edilen bir böcek ilacının, kalıcı olsa bile suya geçme olasılığı daha düşük olacaktır

Pestisitler uygulama sonrasında ortamda belirli bir süre kalmaktadır. Böylece pestisitler yüzeydeki (sulama, yağış veya kar erimesi) akışa girebilir ve toprağı (sızma yoluyla), bitkileri (bitki alımıyla) ve yüzey sularını kirletebilir (Şekil 1.3). Yüzeysel akış nehir kıyısındaki bölgeleri geçebilir ve nehirlere ulaşabilir. O zaman, pestisitler uzun mesafelerde taşınır ve nehir boyunca kirliliğe neden olabilir(Spencer ve Cliath 1991).

Pestisitler katı veya sıvı, uygulanan alan dışına su ortamına taşınabilir. Pestisitler uygulama sonrası suya sürüklenme, sızma ve akış, pestisitlerin karıştırma, yükleme, depolama ve ekipman temizleme alanlarındaki döküntüler, sızıntılar, pestisitlerin, durulama, konsantre pestisitlerin seyreltme işlemlerin yanlış uygulanması, kapların yanlış şekilde imha edilmesiyle su kaynaklarına girebilir. Su kaynaklarına giren pestisitler yeraltı suları için de sorun teşkil etmektedir.

Yeraltı suyu, öncelikle toprağa giren yağmur veya kar suyu ile birikmektedir. Ancak, göllerden ve akarsulardan ve sulamadan gelen bir miktar su da yeraltı suyu haline gelir. Yer üstünde su üç şekilde hareket edebilir havaya buharlaşabilir, bir dere veya nehirde olduğu gibi yüzey boyunca hareket edebilir veya yüzeyden aşağı doğru hareket edebilir. Şekil 1.3'te görüldüğu gibi yeraltına sızan suyun bir kısmı bitki ve diğer organizmalar tarafından emilir, bir kısmı toprağın üst katmanlarında tutulur. Suyla doymuş bir bölgeye ulaşana kadar aşağı doğru hareket eder. Bu doymuş bölge genellikle altı geçirimsiz kaya şeklinde olan yeraltı suyu tabakasıdır ve su tablası olarak adlandırılır. Su tablası, yeraltı suyu ile üzerindeki doymamış kaya veya toprak arasındaki çizgisidir.



Şekil 1.3. Pestisit taşıyan yağmur suyunun işlenmiş bitkilerden toprağa doğru aşağı doğru hareketi (EPA ve USDA 1991).

Yeraltına sızan su pestisit içerdiğinde sonuçta yer altı suyuna ulaşana kadar su içerisinde taşınabilir. Bir pestisit yeraltı suyuna ulaşıp ulaşmayacağını belirleyen beş ana faktör vardır. Bunlar: pestisit kullanıcıları tarafından takip edilen uygulamalar, pestisit uygulandığı alanın yüzeyinde su varlığı veya yokluğu, pestisitlerin kimyasal özellikleri, pestisitlerin uygulandığı bölgedeki toprak türü, yeraltı suyunun konumu; yüzeyden uzaklığı ve üzerindeki jeolojik oluşumların türü olarak özetlenebilir.

Sudaki pestisitlerin yüzeysel akış ve yeraltına sızma durumları şu koşullarda gerçekleşebilir; yüzeye çok fazla sıvı pestisit uygulanması, sızması veya dökülmesi, çok fazla yağmur suyu, sulama suyunun pestisit içeren yüzeye ulaşması, drenaj kanallarına, göletlere veya pestisitlerin uzak mesafelerde taşınabileceği diğer yüzey sularına girmesiyle açıklanabilir. Bilinçsiz bir kullanıcı tarafından pestisit lavaboya dökülebilir ve kanalizasyon sistemiyle suyu kirletebilir. Kapalı mekânlarda kullanılan bazı pestisitler halılara, tahtaya ve diğer gözenekli yüzeylere emilebilir ve uzun süre kalabilir (Waxman 1998).

Pestisit kullanıcılarını uyaran pestisit etiketleme bildirimlerinden bahsedecek olursak; pestisit suya akması, dökülmesi veya aşırı pestisit, sprey karışımları kullanılması, durulama maddelerinin uygunsuz şekilde atılması nedeniyle suyu kirletmeyin, doğrudan

su ve sulak alanlara uygulamayın, su kütlelerinden 50 metre çalışma mesafesini koruyun vb. uyarılar bulunmaktadır.

1.1.1.3. Pestisitlerin Toprakta Akibeti

Toprak, pestisitlerin bozulmasında ve hareketinde de önemli bir faktördür. Pestisitleri etkileyen üç ana toprak özelliği, toprak yapısı, geçirgenlik ve organik maddedir (Al-Mamun 2017).

Toprak yapısı, topraktaki kum, silt ve kil oranlarının bir göstergesidir. Kaba, kumlu topraklar genellikle suyun pestisitleri hızlı bir şekilde aşağıya taşınmasına izin verir. Daha ince dokulu topraklar genellikle suyun daha yavaş oranlarda hareket etmesine izin verir. Daha fazla kil ve organik madde bulunması pestisitlerin tutunabileceği bir ortam oluşturmaktadır.

Toprak geçirgenliği, suyun belirli bir toprakta ne kadar hızlı aşağı doğru hareket edebileceğinin genel bir ölçüsüdür. Pestisitlerin yeraltı sularına ulaşmasını engellemek için geçirgenliği yüksek toprakların dikkatli bir şekilde yönetilmesi gerekir.

Topraktaki organik madde toprağın aşağı doğru hareket etmeden önce ne kadar su tutabileceğini etkiler. Organik madde içeren topraklar pestisitlerin hareketini durdurma yeteneğine sahiptir. Bitkilerin büyüdüğü topraklar pestisit hareketini çıplak topraklardan daha fazla önlemektedir.

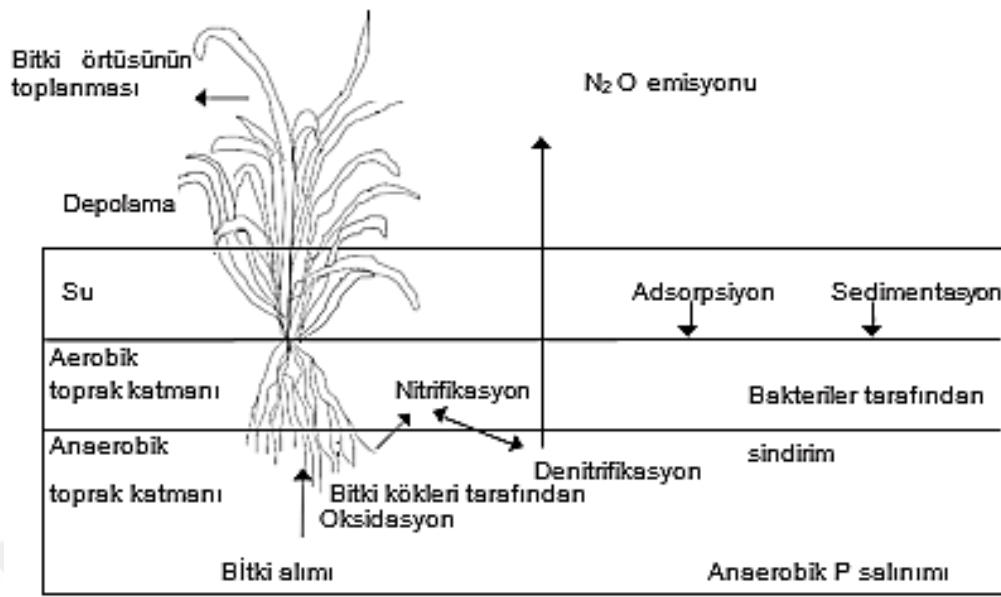
Pestisitler, buldukları yerde veya dışarıda hareket eden (veya taşınan) nesnelere veya organizmalarda buldukları zaman uygulama bölgesinden uzaklaşabilir. Pestisitler ayakkabılara veya giysilere, hayvan kürklerine veya üfleme tozlarına yapışabilir ve diğer yüzeylere aktarılabilir. Pestisit işleyicileri, uygulayıcıları ve kullanıcıları eve kontamine kişisel koruyucu ekipman, iş kıyafeti ya da başka eşyalar giydiğinde, artıklar halılara, mobilyalara ve çamaşır eşyalarına, evcil hayvanlara ve insanlara bulaşabilir.

1.2. Sulak Alanlar ve Sulak Alanlarda Gerçekleşen Fizikokimyasal Prosesler

Ramsar Sözleşmesi'nde göre sulak alanlar, “doğal-yapay sürekli-geçici, durgun-hareketli, tatlı, acı, tuzlu suya sahip altı metreyi geçmeyen derinliğe sahip kesimlerini de kapsayan bataklık veya suyla kaplı alanlar” olarak tanımlanır (Ramsar Convention Bureau, 1993). Sulak alanlar birçok türden canlıya ev sahipliği yapan biyolojik çeşitliliği ve değeri yüksek olan, bölgedeki su akışlarının dengelenmesini sağlayan ekosistemlerdir. Sulak alanlar yüksek organik madde üretmektedir. Bölge halkına sağladığı olanak ve faydalar ile oldukça yüksek ekonomik değere sahiptir. Sulak alanların hem su kalitesini, hem de miktarını düzenleme kabiliyetlerine sahip olması “ekosistemin böbrekleri” olarak adlandırılmalarına neden olmuştur (Mitsch ve Gosselink 1993).

Araştırmalar, sulak alanların, besin maddelerinin ve diğer tarımsal türetilmiş kirleticilerin yüzey ve sığ yeraltı sularına girişini azaltmak için düşük bir arıtım (tutulum) yöntemi sağlayabileceğini göstermiştir. Bununla birlikte, performansları, kirlilik girdilerinin niteliğine, miktarına ve zamanlamasına (yani mevsimselliğe), kirletici maddelerle etkileşime girme boyutlarına ve boyutlarına bağlı olarak değişkendir. Bitki örtüsü, yapısına ve yoğunluğuna bağlı olarak bir filtre işlevi görebilir. Daha büyük toprak parçaları veya saplar ve yapraklar arasında sıkışıp kalabilir (Dillaha ve Inamdar 1997).

Modern tarım uygulamaları çoğu zaman yeraltı ve yüzey sularının kirlenmesine yol açabilse de, sulak alanlarda gerçekleşen doğal işlemler bu kirleticilerin çevresel etkilerini azaltabilir. Sulak alanlarda etkili olan en önemli kirletici kontrol proseslerini gösteren genelleştirilmiş bir şema, Şekil 1.4'de sunulmuştur. Proseslerle ilgili detaylı bilgiler de aşağıda sunulmaktadır.



Şekil 1.4. Tarımsal akıştan besinleri uzaklaştırma yeteneklerine katkıda bulunan sulak alanlarda etkili olan ana süreçler (Blackwell ve ark. 2002)

1.2.1. Denitrifikasyon

Denitrifikasyon, N'nin oksitlenmiş formlarının, özellikle NO_3^- 'ün, gaz halinde formlara, öncelikle azot (N_2) ve azotoksite (N_2O) indirgenmesini içerir. Bu azalma, bilinen tüm ortamlarda yaşayan, ancak özellikle sulak alanlarda çok bulunan fakültatif anaerobik bakteriler tarafından gerçekleştirilir (Groffman 1994). Tatlı su sulak alanlarındaki denitrifi ile bildirilen N giderim oranları hem geçici hem de mekansal olarak değişmekte, <0.1 ila 1428 mg N/m^2 gün arasında değişmektedir (Johnston ve ark. 1997).

1.2.2. Sedimentasyon

Bitki örtüsü, yapısına ve yoğunluğuna bağlı olarak sulak alanlar bir filtre işlevi görebilir. Daha büyük toprak parçaları, çöp tabakaları içinde veya saplar ve yapraklar arasında sıkışıp kalabilir (Dillaha ve Inamdar 1997). Sulak alanlardaki genellikle bol bitki örtüsü ve tipik olarak su tabanındaki yüksek çökmüş katmanların varlığı, sediment giderimi için yüksek kapasiteye sahip oldukları anlamına gelir. Ayrıca yoğun bitki örtüsü yüzey akış hızını düşürmekte ve kirletici veya küçük maddelerin tutunma olasılığını artırmaktadır (Blackwell ve ark. 2002).

1.2.3. Oksidasyon

Birçok sulak alan bitkisi köklerinden büyük miktarlarda O_2 salgılayabilir ve sonuç olarak anaerobik bir toprak ortamında aerobik alanlar sağlayabilir. Bu, N'nin sulak alan sisteminden uzaklaştırılmasını optimize eden nitrifikasyonun sağlanması (NH_4^+ 'ün NO_3^- 'e dönüşümü) ve denitrifikasyon işlemleri için önemli olabilir (Reddy ve ark. 1989; Lloyd 1993).

1.2.4. Kimyasal Çökeltme

Belirli koşullar altında, fosfor, çözüner iken çözünmeyen formlara dönüşebilir ve çökeltilir. Al^{+3} ve Fe^{+3} ile asidik koşullar altında, Ca^{+2} ve Mg^{+2} ile alkali koşullar altında kolaylıkla çökebilir. Toprak bakteri popülasyonları uygun koşullar altında büyük oranda artabilir ve bu da büyük miktarlarda besinlerin asimilasyonuna neden olur. Birçok sulak alanın biyokütle üretkenliği yüksektir ve bunun sonucunda bitki alımı ile besinlerin ortamda azalmasını sağlamaktadır (Haygarth ve Sharpley 2000).

1.3. Literatür Özeti

Literatür özeti iki kısımda sunulmaktadır. Birinci kısımda pestisitler ve analizleri hakkında yapılan çalışmalar özetlenmektedir. İkinci kısımda ise Sultan Sazlığı'nda bugüne kadar yapılan çalışmalar listelenmektedir.

1.3.1. Pestisitler ve Analizleri Hakkında Literatür Özeti

“Böcek ilacı” terimi FAO tarafından tarımsal ürünler, evcil hayvanlar ve insanlar üzerindeki çeşitli zararlılarla mücadele etmek için tasarlanmış bir kimyasal olarak tanımlanmaktadır (FAO 2007).

Pestisitler ile ilgili Türkiye’de yapılan çalışmalar aşağıda özetlenmektedir. Görüleceği üzere pestisit analizleri genel olarak gıda örneklerinde yapılmıştır. Son yıllarda su ortalamalarında pestisit düzeylerinin incelenmesi ile ilgili çalışmalar artmıştır.

Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği Kıtaçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterlerinde Sınıf I (yüksek kaliteli su), Sınıf II (az kirlenmiş su), Sınıf III (kirli su) ve Sınıf IV (çok kirlenmiş su) olarak sınıflandırılmaktadır. Bu sınıflara göre toplam pestisit

konsantrasyonları açısından I. Sınıf için 0.001 mg/L, II. Sınıf için 0.01 mg/L, III. Sınıf için 0.1mg/L ve IV. Sınıf için ise 0.1 mg/L'den büyük değerlerdir.

Turgut (2003) tarafından çalışmada Küçük Menderes Havzası'nda organoklorlu pestisitler incelemiş ve su numunelerinin çoğunda DDT'lerin (DDT (1,1 – bis - (4 - chlorophenyl) - 2,2,2 - trichloroethane), DDE (1,1 - dichlor - 2,2 - bis (4-chlorphenyl) ethylene), DDD (1,1 – dichlor - 2,2 - bis(4 - chlorphenyl) ethane)) tespit edildiği aktarılmıştır. DDD, DDT'ler arasında yüksek bir konsantrasyon göstermiştir. Pestisit düzeylerinin mevsimsel olarak değişim gösterdiği ve pestisitlerin benzer eğilim izlemediği belirtilmiştir. En yüksek konsantrasyon 281 ng/L ile organoklorlu pestisitlerden olan heptaklor epoksit olmuştur.

Erdoğrul (2007) tarafından yapılan çalışmada Kahramanmaraş'tan toplanan 9 bal numunesinde 32 pestisit kalıntısı ve 8 PBDE (polybrominated diphenyl ether) analizi gerçekleştirilmiştir. Numuneler n-hekzan-aseton kolon ekstraksiyonu sonrası GCECD ve GC-MS yöntemleri kullanılarak analiz edilmiştir. Genel olarak, ballarda pestisit seviyeleri düşüktür. Örneklerdeki HCH toplamı, 0.71 ile 2.47 ng/g arası değişmektedir. Malathion, bromophos-metil, cis-HCE, chlordane, endrin, p,p'-DDE ve o,p'-DDD tespit edilmemiştir. α -HCH ve β -HCH'in ortalama değerleri 0.60 ve 0.52 ng/g olarak tespit edilmiştir. HCB, α -clordane, trans-nonachlor, heptachlor, aldrin, bromophos-etil, trans-HCE, α -endosulfan, β -endosulfan, dieldrin için ortalama değerler: 0.30, 0.05, 0.14, 0.84, 0.04, 0.06, 2.74, 0.03, 0.09, 0.27, ve 0.36 ng/g olup hiçbir numunede, PBDE tespit edilmemiştir.

Tağa (2007) yılında yaptığı çalışmada Ege ve Akdeniz Bölgesi'nde yetiştirilen alanlardan toplanan 210 adet mandalina, portakal ve limonda organik klorlu ve organik fosforlu pestisit türlerinden seçilmiş 107 adet pestisit kalıntıları araştırılmıştır. İzmir İl Kontrol Laboratuvar Müdürlüğü'nde yapılan kalıntı analizlerinde 105 örnekte en az bir adet kalıntı tespit edilmiştir. 5 örnekte ise Türk Gıda Kodeksi ve AB maksimum kalıntı limitinin üzerinde kalıntı saptanmıştır.

Sağlam (2008) yaptığı çalışmada Melen Havzası genelinde kullanılan pestisitlerden en toksik olanlarını belirlemiştir. Bu pestisitlerin doğadaki hareketi, dönüşümlerini hesaplanmış ve biyolojik bozunuma, yüzeysel akış, sızma yolu ile taşınım ve dönüşüm yüzdelerini tespit etmeye çalışmıştır. 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.

Öztaş (2008) yaptığı çalışmada 2005 yılı ilkbahar ve sonbahar mevsimlerinde yoğun tarım alanlarından Kumluca'dan toplanan 27 toprak ve 11 yüzey suyu örneğinde 17 organoklorin ve 14 organofosforlu pestisit konsantrasyonu ölçülmüştür. Katı faz ekstraksiyonu kullanılarak GC-ECD ve GC-NPD sistemleriyle ölçümler yürütülmüştür. En yaygın olarak görülen pestisit, sırasıyla organofosfor ve organoklorin pestisitleri için endosülfan ve klorpirpiroz olduğu belirlenmiştir. En yüksek konsantrasyonlar heptaklor ve fenamiphos için gözlenmiştir. Çalışmada genellikle yüzey sularında pestisitlerin daha sık tespit edildiği ve bu konsantrasyonların daha yüksek olduğu belirtilmiştir. İlkbaharda organofosfor pestisit konsantrasyonları ve sonbahar mevsiminde organoklorin pestisitleri daha yüksek bulunmuştur. Tek bir pestisitinin yasal sınırı (100 ng/L) iken yüzey sularının %32'si, yeraltı sularının %24'ünde bu sınır değeri aşmıştır.

Battaloğlu (2009) yaptığı çalışmada Niğde ili genelinden 17 adet pekmez toprağı örneği toplanmıştır. Toprak örneklerinde; procymidone, azoxystrobin, cypermethrin, deltamethrin lambdacyhalothrin türü pestisit kalıntılarında rastlanmamıştır. Ancak polisiklik aromatik hidrokarbonların aranmasına ait araştırmada ise, dört örnekte naftalin, bir örnekte ise Benzo[a]antrasen düzeyi belirlenen limitlerin üzerinde tespit edilmiştir.

Kalyoncu ve ark. (2009) yaptıkları çalışmada DDT ve metabolitleri, HCH, baskın kirleticiler olmak üzere aldrin ve heptaklor pestisitlerini Konya yöresindeki balık türlerinde tespit etmişlerdir. Ortalama DDT konsantrasyonlarının 0.0008 ile 0.0828 µg/g arasında olduğu bildirilmiştir.

Tomruk ve ark. (2009) yaptıkları çalışmada Süleyman Demirel Üniversitesi Tıp Fakültesi Araştırma ve Uygulama Hastanesi Acil Servisine 01.01.2007-01.09.2008 tarihleri arasında akut pestisit zehirlenmesi tanısı alan 51 olguyu incelemiştir. Hastaların %58.8'i kadın, %41.2'i erkek ve yaş ortalaması 22.63 (±18.54) yıl olduğunu belirlenmiştir. Pestisit zehirlenmelerinin %46'sının yaz mevsiminde meydana geldiğini, %62.7'sinin kazayla, %37.3'ünün ise intihar amacıyla toksik maddeyi aldığı tespit edilmiştir. En sık zehirlenme %49 ile organik fosforlu maddelerle olmuştur.

Tiryaki ve ark. (2010) yaptıkları çalışmada pestisitleri tanımlamış, sınıflandırmış ve pestisit kullanımlarından bahsetmiştir. Pestisitlerin ekosistemdeki davranışları, dezavantajları, pestisit kalıntılarının izlediği yollar ve oluşturabileceği sorunlar açıklanmıştır.

Tunçbilek ve ark. (2010) yaptıkları çalışmada Kayseri’de içme sularında organik klorlu pestisitlerin (endosulfan, pp-DDT, pp-DDE ve op-DDD) kalıntısı araştırılmıştır. 5 ayrı su kaynağında herhangi bir kalıntıya rastlanılmamıştır.

Durmuşoğlu (2015) Türkiye’de pestisit (tarım ilacı) tüketiminin 1980’lerden 2008’e kadar her yıl artış gösterdiğini belirtmişlerdir. Bu artışa karşın ülkemizde pestisit tüketiminin gelişmiş ülkelere göre halen düşük olduğu tespit edilmiştir. Ancak bu pestisitlerin özelliklerine bakıldığında, insan ve çevre sağlığı açısından önemli riskler taşıdığına dikkat çekmektedir.

Uluslararası alanlar yapılan çalışmalardan örneklerde aşağıda sunulmaktadır.

Barnes ve ark. (1997) yılında yaptıkları çalışmada, 10 adet pestisit belirlenmesi için yüksek performanslı sıvı kromatografik / atmosferik basınçlı, kimyasal iyonizasyon kütle spektrometrik (APCI-MS) yöntemi geliştirilmiştir. Bileşiklerin optimum ayrılmasının, 0.5 mL / dk’lık bir akış hızında 0.05M amonyum asetat / asetonitril izokratik elüsyonu olan bir Hypersil karbamat sütunu kullanılarak elde edildiği belirlenmiştir. Yöntemde, çilek ve erik ekstresindeki 10 bileşiğin belirlenmesinde uygulanmıştır. Tespit limitlerinin 0.002-0.025 ng/μL (mahsulde 0.002-0.033 mg/kg'a eşdeğer) olduğunu bulmuşlardır.

Yeni Zelanda'da da yeraltı suyu araştırmaları yapılmış ve böcek ilacı kullanımının yaygın olduğu bölgelerde daha ayrıntılı çalışmalar yapılmıştır (Close 1996; Hadfield ve Smith 1997). Toplam 21 pestisit ölçülmesine rağmen, konsantrasyonlar çoğu durumda Yeni Zelanda sağlık otoriteleri tarafından belirlenen içme suyu standartlarının altındadır. Bununla birlikte, bazıları Avrupa Birliği tarafından belirlenen 0.1 μg/kg içme suyu standardının üstünde olduğu belirlenmiştir.

Di ve Cameron (2000) yaptıkları çalışmada, atrazinin yarı ömrünün, yüzey toprağındaki 250 güne kıyasla bir alt toprakta 150 gün olduğunu göstermiştir.

Bergstrom (1996) ve Di ve Cameron (2000)'a göre pestisitlerin doymamış toprak bölgesindeki alt toprak katmanlarında parçalanma oranları, pestisitlerin yeraltı suyuna önemli miktarlarda ulaşma potansiyeli üzerinde büyük bir etkiye sahip olabilir.

Cerejeira ve ark. (2003) yaptıkları çalışmada organoklorlu pestisitler (OCP) kalıntı konsantrasyonları Hindistan'ın kuzey ve kuzeydoğu bölgelerinden toplanan su örnekleri analiz edilmiştir. Çalışmada, pestisit kalıntıları konsantrasyonları limitin altında olmasına rağmen yüzey ve yeraltı sularında tespit edilmiştir. Toplam DDT, yeraltı sularının% 90.9'unda ve yüzey sularının% 82'sinde tespit edilmiştir. GC-NPD ile pestisit analizi çalışılmıştır. Yüzey su örneklerinde, atrazin, klorfenvinfos, endosülfan I ve II, lindan, molinat ve simazin pestisitleri ölçülmüştür. Her bir bileşik için, maksimum değerler sırasıyla 0.63, 31.6, 0.18, 0.18, 0.24, 48 ve 0.3 µg/L olarak belirlenmiştir. Tarım alanında kullanılan pestisitler;alachlor, atrazin, metalochlor, metribuzin ve simazin yeraltı su numunelerinde ölçülmüştür. Maksimum konsantrasyonları sırasıyla 13, 30, 56, 1.4 ve 0.4 µg/L bulunmuştur.

Xue ve ark. (2005) yaptıkları çalışmada, 31 pestisit taranması için (3-HCH, U-HCH, T-HCH, V-HCH, heksaklorobenzen(HCB), aldrin, heptaklor, endosülfan I ve II, p,p'-DDD, o,p'-DDT, p,p'-DDT, p,p'-DDE, endrin aldehit, endosülfan sülfat, metoksiklor, heptaklor epoksit, 3-klorin, T-klordan, dieldrin, endrin, dicofol, asetoklor,alachlor, metolaklor, klorpirifos, nitrofen, trifluralin, sipermetrin, fenvalerat, potansiyel veya şüpheli endokrin bozan deltametrin), su ve yüzey sularından örnekler toplanmıştır. (GC / ECD) ile gaz kromatografisiyle elektron yakalama dedektörü kullanılarak ölçümler yürütülmüştür. Pestisit konsantrasyonları su numuneleri için 48.8 ila 890 ng/L arasında, sudaki ortalama toplam pestisit konsantrasyonu 295 ng/L olarak belirlenmiştir. En yüksek konsantrasyon, suda o, p'-DDT (161 ng/L) bulunmuştur.

Gonzalez-Rodriguez ve ark. (2008) yaptıkları çalışmada İspanya'da 2007 yılında, 75 yeşil ve yapraklı sebze (pazı, ıspanak, marul), toplam 23 fungusid ve insektisit kalıntılarını belirlemek için araştırma yapılmıştır. Pestisit kalıntıları numunelerin % 15'inde maksimum kalıntı limitinin (MRL) üzerinde belirlenmiştir. Toplam 18 örnek, MRL limitinin dışında kalmaktadır. En yüksek fungusid konsantrasyonu marulda (procymidone, 12 mg/kg) ve en yüksek insektisit konsantrasyonu pazıda (cypermetrin, 6 mg/kg) tespit edilmiştir.

Toth ve Buhler (2009) yaptıkları çalışmada atmosferde sıklıkla görülen pestisitleri şöyle sıralamıştır:

- (I) organoklorin insektisitleri: çevresel bozulmaya karşı dayanıklı,
- (II) organofosfat insektisitleri: çevrede uzun ömürlü değil,
- (III) triazin herbisitler: yoğun olarak kullanılan herbisitler, çevrede kalıcı,
- (IV) asetanilid herbisitler: yoğun olarak kullanılır, ancak triazin kalıcı değildir.

Toan ve ark. (2013) yaptıkları çalışmada, hanehalkı pestisit kullanımı ve yönetimi araştırılmış ve 13 ilgili pestisit (buprofezin, butaklor, sipermetrin, a-endosülfan, β -endosulfan, endosülfan-sülfat, fenobucarb, fipronil, yüzey suyu, toprak ve tortu örneklerinde izoprothiolan, pretilachlor, profenofos, propanil ve propikonazol) bir yıllık çevresel izleme programı ile birleştirilmiştir. Anketler, hane halkı pestisit yönetiminin Mekong Deltası'nda yetersiz kaldığını göstermiştir. Sonuç olarak, izleme periyodu boyunca su, toprak ve tortularda geniş bir yelpazede pestisit kalıntıları mevcut olduğu belirlenmiştir.. Kaydedilen maksimum konsantrasyonlar, izoprothiolan için suda 11.24 $\mu\text{g/L}$ ve buprofezin için sedimentte 521 $\mu\text{g/kg}$ dm'ye kadar çıkmıştır. Yıllık ortalama konsantrasyonlar, hem izoprothiolane hem de su içinde 3,34 $\mu\text{g/L}$ ve tortuda 135 $\mu\text{g/kg}$ dm'ye kadar değişmiştir.

Plumer (2013) yılında yaptığı çalışmada pestisit tüketim miktarları bakımından Latin Amerika ülkelerinde oldukça yüksek değerler hektar başına kg olacak şekilde Bahamalar 59.4, Kolombiya 15.3, Japonya 13.1, Çin 10.3, Malezya 7.2 ve Yeni Zelanda 9.5 yüksek pestisit kullanımı ile dikkat çeken diğer ülkeler arasındadır. Avrupa ülkelerinde Hollanda 8.8 ve İtalya 5.6 kg/ha pestisit tüketimi mevcuttur. Türkiye'de ise pestisit tüketiminin 1.3 kg/ha olduğu tahmin edilmektedir.

Anderson ve ark. (2013) yaptıkları çalışmada Kuzey Amerika'da bir sulak alanda pestisitler izlenmiştir. Sonuçlar herbisit ve insektisitlerin sulak alanda yüzey suyunda meydana geldiğini ve konsantrasyonların bazı durumlarda uygulama periyodu, yağış ve indeks ile ilişkili olduğunu göstermektedir. ABD EPA tarafından kullanılan toksisite kriterlerine sulak alanda ölçülen pestisit konsantrasyonlarını karşılaştırıldığında sudaki tüm pestisitler için, maksimum ölçülen konsantrasyonlarda en az bir toksisite

kriterlerinin aşıldığı ortalama değer konsantrasyonlarında herhangi bir sınır değeri geçmemiştir. Bu analiz, pestisitlerin suda yaşayan organizmalara olumsuz etkilerinin olabileceğini göstermektedir.

Vyamazal ve Brezinova (2015) yaptıkları çalışmada, 87 pestisit giderildiği 47 çalışmayı özetlemişlerdir. Araştırma, serbest su yüzeyine sahip sulak alanların en yaygın kullanılan tip olduğunu ortaya koymuştur. Ayrıca, pestisitlerin uzaklaştırılmasının oldukça değişken olduğu tespit edilmiştir. Araştırmanın sonuçları, organoklorin, strobilurin / strobilin, organosfosfat ve piretroid gruplarının pestisitleri için en yüksek pestisit giderme işleminin gerçekleştirildiğini, en az çıkarmanın ise triazinon, ariloksialkanoik asit ve üre gruplarının pestisitleri için gözlemlendiğini ortaya koymuştur.

Mekonen (2016) yaptıkları çalışmada su örneklerini Etiyopya'daki Jimma ve Addis Ababa, su kaynaklarından toplanmıştır. Numunelerin ekstraksiyonu ve temizlenmesi sıvı-katı ve sıvı-sıvı yöntemleri kullanılarak gerçekleştirilmiştir. İnsan maruziyeti, pestisitlerin sudaki tahmini günlük alım miktarının (EDI) hesaplanması ve kabul edilebilir günlük alım miktarı (ADI) ve akut referans dozla (ARfD) karşılaştırılarak değerlendirilmiştir. Jimma bölgesinde içme suyu kaynaklarında pestisit kalıntısı 2,4-D için 2.27 ila 2.94 µg/L ve diazinon konsantrasyonu 2.02 ila 5.65 µg/L arasındadır. Ortalama malathion konsantrasyonu, 7.25 ila 13.95 µg /L arasında değişmiştir. Addis Ababa su kaynağında pestisit kalıntıları ortalama değerler açısından musluk suyunda 2,4-D için 0.597 µg/L, diazinon 0.083 µg/L ve fenpropimorf 0.116 µg/L değerleri belirlenmiştir.

Wu ve ark. (2017) yaptıkları çalışmada Çin Loess Platosu'nda önemli bir gıda üretim alanı ve su kaynaklarının az olduğu Guanzhong bölgesinde yapılan çalışmada, Yangling kentindeki bir kışık buğday alanının yüzeyinde Triadimefon'un ulaşımını ve kaderini simüle etmek için ürün su gereksinimi ve pestisit taşınmasını dikkate alan modifiye bir yöntem kurulmuştur. Sonuçlar şunu göstermektedir: modifiye metot, bitki su gereksinimi ve sulama programı kavramlarını tanıtmaktadır. Bu sayede sulama miktarı daha doğru tahmin edilebilir, su tasarrufu ve tarımsal yayılı kirlilik kontrolünü daha verimli bir şekilde gerçekleştirebilir. Yüzey toprak tabakasındaki (0.005m) Triadimefon konsantrasyon seviyesi, pestisit uygulaması ve sulamadan doğrudan etkilenmiştir. Triadimefon pikinin toprak derinliğinin 0.035 m altında olması belirgin bir şekilde

gecikmiş etkiler olduğunu ve esas olarak sulamalardan etkilendiği belirlenmiştir. Pestisitlerin konsantrasyonu toprak derinliği arttıkça hızla bozulduğu ve 0.5 m derinliğin altında göz ardı edilebilir seviyelere geldiği bulunmuştur. Farklı pestisit ve sulama metodları altındaki toprak pestisit seviyeleri önemli farklılıklar göstermektedir. Sulama planının doğru yapılmasıyla mahsul verimi artırılabilir ve toprak kirliliğinin etkili bir şekilde azaltılabileceği belirtilmektedir.

Özetle, Türkiye'deki pestisitlerle ilgili yapılan çalışmalar yoğunlukla kalıntı analizleri olarak adlandırılan mahsul ürünlerdeki pestisitlerin araştırılması üzerinedir. Ancak tarımsal faaliyet ve ilaçlamaların yapıldığı bölgelerde yağışla birlikte pestisitler yüzey ve yeraltı sularına ulaşmakta ve bir kısmı bozunuma uğramadan su döngüsünde devam etmektedir. Bu nedenle su kaynaklarında pestisitlerin takibi önem taşımaktadır. Bu amaçla bu çalışmada Sultan Sazlığı için su örneklerinde pestisit analizi yapılmaktadır. Bugüne kadar Sultan Sazlığı'nda pestisit analizi yapılmamıştır. Bu çalışma sayesinde bölgedeki durum belirlenecek ve koruma altındaki bölgenin tarımsal ilaç kullanımından etkilenip etkilenmediği belirlenecektir.

1.3.2. Sultan Sazlığı Hakkında Yapılan Çalışmalar

Kızıroğlu ve ark. (1992) Sultan Sazlığı'nda drenaj ve kurutma çalışmaları ile kurak geçen iklim koşullarının etkisini araştırmışlardır. Çalışma sonunda bölgenin yapılan bu çalışmalardan olumsuz yönde etkilendiği tespit edilmiştir.

Karadeniz (2000) Sultan Sazlığı'nın birçok türe ev sahipliği yapan önemli bir sulak alan olduğunu açıklamış, kontrolsüz anız yakma ve sazlıkların kesilmesi, otlama, kontrolsüz atık suların bölgeye akışları, vb. gibi birçok sorunla baş başa olduğunu belirtmiştir. Doğal, kültürel ve sosyo-ekonomik yönleri ve tüm bileşenlerini içeren tüm alanı dikkate alan bütüncül bir yaklaşım (havza bazlı yönetim) yapılması gerektiğini aktarmıştır.

Aksoy ve ark. (2005) yılında Sultan Sazlığı'nda ve çevresindeki 13 noktadan su, bitki ve çökelti örnekleri almış, bölgenin çoğunlukla Cd, Cr, Pb, Ni ve kısmen Zn ve Cu ile kirlendiğini belirlemişlerdir. Bitkilerin farklı kısımlarındaki ağır metal birikiminin kök, gövde, yaprak sıralamasıyla olduğunu belirtmişlerdir. Cd, Zn ve Ni, ağır metallerin sazlıktaki bitkilerde çökeltilerden daha yüksek oranda biriktiğini tespit etmişlerdir.

Dadaser-Celik ve ark. (2007) yılında yaptıkları çalışmada 1993-2003 yılları arasında Sultan Sazlığı'ndaki mevsimsel olarak değişken su seviyelerinde önemli düşüşlerin iklim değişikliklerine değil, yer altı sularından ve kaynak sularına akışlarındaki düşüşlerle ilgili olduğunu gösterdiği tespit edilmiştir. Havzadaki sulamada % 66 yüzey suyu ve % 34 yer altı suyu kullanıldığı aktarılmıştır. Çalışmada Örtülüakar Sazlığı için hidrolojik model ile yapılan simülasyonlar ve istatistiksel analizler, sazlık su seviyelerini sürdürmek için yer altı suları ve kaynaklardan gelen su kullanımını azaltmanın gerekli olduğunu belirtmiştir. Model analizleri sonucunda sulamada yeraltı suyu ve kaynak suyu kullanımında %50'lik bir azalmanın Sultan Sazlığı'nın su seviyelerinin düzelmesi için ümit verici sonuçlar gösterdiği simüle edilmiştir.

Dadaser-Celik ve ark. (2007) yılında yaptıkları çalışmada analize sadece sulak alanın (hayvan otlatma, bitki hasadı ve ekoturizm) doğrudan kullanım değerleri dahil edildiğinde, sulak alanlara optimum su yönelimi miktarı 5.2 milyon m³/yıl (165 L/sn) olarak bulunmuştur. Sulamada kullanılan yaklaşık 62 milyon m³/yıl (1.957 L/sn) su miktarı ile karşılaştırılma yapmışlar ve tarımdan Sultan Sazlığı'na yönlendirilmesinin ekonomik olarak tercih edilebileceğini ve çevresel açıdan birçok fayda gösterdiğini belirlemişlerdir. Dadaşer-Çelik ve ark. 2006 yılında yaptıkları çalışmada 1993 ile 2002 yılları arasında, Sultan Sazlığı'ndaki aylık ortalama su seviyelerinin, 0 ile 161 cm arasında değiştiğini ve ortalama 87 cm olduğunu belirlemişlerdir. Aynı dönemde, aylık toplam yağış 3 cm, buharlaşma 11 cm ve ortalama hava sıcaklığı 11°C olarak bildirilmiştir. Su seviyelerindeki büyük değişimi su akışlarındaki değişikliklerle ve bölgede yapılan sulama projeleriyle ilişkili olduğu bulunmuştur.

Dadaser-Celik ve ark. (2008) yılında yaptıkları çalışmada, Kayseri, Develi Ovası'nda sulama yönetimi transferinin (SYT) etkilerini araştırmışlardır. SYT'den sonra Develi Havzasındaki tarımsal faaliyetlerdeki değişiklikleri çoğu çiftçi tarımsal değişimleri "olumlu" bulmuştur. Yüksek su tüketen mahsul çeşitlerinde % 81 ve tarımsal gelirden % 51 bir artış olduğu belirtilmiştir. Çiftçiler tarafından gözlemlenen diğer değişiklikler, ürün verimindeki artış (% 42), ekili alanlar (% 32) ve göç oranlarındaki düşüş (% 29) olmuştur.

Gürer ve Yıldız (2008) Develi Ovası ve Sultan Sazlığı'nda hidrolojik koşulları analiz etmiştir. Çalışma sonucunda havzada yeraltı suyu kullanımında artış olduğu ve insan faaliyetleri nedeniyle su kalitesinin kötüleştiğini belirlemiştir.

Yalçın (2009) yılında Sultan Sazlığı ve çevresindeki kanallardan alınan sediment örneklerinde ağır metal analizi yapmıştır. Kanallardaki Fe, Mn, Al, Ti, Cu, Zn ve Cd konsantrasyonlarının sazlıktaki örneklerden yüksek olduğu belirlenmiştir. Yüksek konsantrasyonların çalışma alanının güneyindeki demir madeni ve batısındaki demir eritme tesislerinden kaynaklandığı aktarılmıştır. Sultan Sazlığı sedimentlerinin antropojenik faktörlerden etkilendiğini madenler ve endüstriyel tesisler tarafından kirletildiği, ekolojik dengesinin tehdit altında olduğunu belirtmiştir.

Bayari ve Yıldız (2012), iklim değişiklikleriyle su seviyesinin azaldığını ve yüzey suyu kullanımının oldukça etkili olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca, yüzey suyu kullanımındaki artış ile bitki örtüsündeki düşüş arasında önemli bir korelasyon olduğunu tespit etmişlerdir. Önceki çalışmalara paralel bitki örtüsündeki bu düşüşün tarımsal alanların artmasına bağlı olduğu sonucuna varılabilir.

Dadaser-Celik ve Cengiz (2013) 1993-2002 arasındaki iklimsel veriler ve hidrolojik verileri kullanarak çalıştırılan yapay sinir ağı yaklaşımının su seviyesindeki değişiklikleri modellemede başarılı olduğunu tespit etmişlerdir.

Yıldız ve Gürer (2014) Sultan Sazlığı sulak alanında yetersiz yüzey suyu girişi (yağış, drenaj suyu vb.) ve yüksek buharlaşma nedeniyle su kıtlığı olduğu ve yanlış su yönetiminin (yasadışı açılan kuyular ve kontrolsüz sulamanın önüne geçilememesi) buna sebep olduğu aktarmışlardır. Sulama suyu ihtiyacının çok yüksek olduğu ve rezervuarlardan sağlanan yüzey suyunun Develi Kapalı Havzası'nda yeterli olmadığı tespit edilmiştir. İzotop analizlerine göre, Sultan Sazlığı'nın yüzey suyu ile sulak alan altındaki yer altı suyu arasında doğrudan bir ilişki olmadığı sonucuna varılmıştır. Ancak yeraltı suyunun kile(sazlığın altındaki kil kalınlığı yaklaşık 400 m) sızabileceği ve çok uzun bir zaman diliminde sulak alanı besleyebileceği belirtilmiştir.

Jouma ve Dadaser-Celik (2016) 1987-2003 yılları arasında tarım alanlarının 310 km² (42%) civarında arttığını belirlemiştir. Bu artışın büyük bir kısmının step-çalı alanlarının tarıma dönüştürülmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Tarım

alanlarındaki bu artış Sultan Sazlığı açısından tehdit oluşturmaktadır. Develi Ovası'nda yerleşim yerleri yaklaşık iki kat büyümüş, su alanları azalmış, kuru göl alanları artmış, sazlık alanlarında ise çok büyük bir değişim yaşanmadığı tespit edilmiştir. Sazlık alanlarında artış olmamasının en büyük etkenlerinden biri tarımsal faaliyetler ve tarımsal sulama nedeniyle Sultan Sazlığı'nın yeteri kadar suyla beslenememesi yatmaktadır.

Sönmez ve Somuncu (2016) Landsat uydu görüntülerinden elde edilen bulgulara göre su ile kaplı yüzeylerinde, 1980-2014 yılları arasında önemli ölçüde daralma yaşandığı belirlenmiştir. Yapılan analizler sonucu sıcaklıkta artış eğilimi olduğu belirlenmiş ve kurak dönemde bu sıcaklık artışının buharlaşmayı etkilemesiyle su yüzeylerinin alansal daralmasında etkili olduğu tespit edilmiştir. Sultan Sazlığı'nın klimatolojik faktörlerin etkisi olsa da insan kaynaklı faaliyetler sonucunda zarar gördüğü, daraldığı ve mevcut yasa ve koruma prosedürlerine uyulmadığı sazlığın doğal dengesinin bozulması ve yok olma riskiyle karşı karşıya olduğu belirlenmiştir.

Jouma ve Dadaser-Celik (2017) Sultan Sazlığı'ndaki 1987-2013 yılları arasındaki arazi kullanım/razi örtüsü değişimlerini Landsat görüntüleri kullanarak kadar analiz etmişlerdir. Su alanlarının kademeli olarak azaldığı, kuru göllerin ve tarım alanlarının arttığı tespit edilmiştir.

Peker ve ark. (2018) yılında yaptıkları çalışmada Develi Ovası'ndaki iki baraj gölü, drenaj kanalı ve pompa istasyonlarından 24 ay boyunca su örnekleri toplamış ve su kalitesindeki değişiklikleri belirlemişlerdir. Çalışma sonucunda baraj göllerinin yüksek kaliteli su içerdiği drenaj kanalı ve pompa istasyonlarının az kirlenmiş ve çok kirlenmiş su sınıfına girdiği belirlenmiştir. Bölgedeki su kalitesinin sulama uygulamalarından önemli ölçüde değiştiğini ve insan faaliyetlerinden etkilendiğini tespit etmişlerdir.

Amiri (2018) Develi Ovası'nın 1984 ile 2014 yılları arasındaki arazi yüzey sıcaklığı değişimlerini belirlemek ve iklim koşulları, arazi kullanım/razi örtüsü değişimleri arasındaki ilişkileri incelemiştir. Ovada toprak ve su kütleleri azaldığını buna karşılık, bitki örtüsünün özellikle Develi Sulama Projesi'nin 1988 yılında inşa edilmesinden sonra doğal bitki örtüsünün tarım alanlarına dönüşmesinden dolayı artış gösterdiğini belirlemiştir. 1984'ten 2014'e kadar arazi yüzey sıcaklığında bir artış olduğunu tespit etmiştir.

Jouma (2019) arazi kullanımı/örtüsü değişimleri bakımından Develi Ovasında tarım alanlarının arttığını, doğal bozkır ve sulak alan ekosisteminin zarar gördüğünü tespit etmiştir. SWAT kullanılarak hidrolojik süreçler başarı ile simüle edilmiş ve tarım alanlarındaki artışın ve sulama amaçlı barajların inşasının Sultan Sazlığı'nda hidrolojik değişikliklere neden olduğunu belirlemiştir.

Kesikoğlu ve ark. (2019) Sultan Sazlığı'nda yaptıkları çalışmada arazi örtüsü değişimini belirlenmeyi amaçlamışlardır. 11 Haziran 2005 ve 20 Mayıs 2012'de alınan 15 m mekânsal çözünürlüğe sahip iki multispektral ASTER görüntüsü analizlerde kullanmışlardır. Geometrik düzeltmeden sonra, görüntüler su, bataklık, tarım ve bozkır olmak üzere dört bilgi sınıfına ayrılmıştır. Sonuçlar, bataklık ve bozkır alanlarının azaldığı, su ve tarım alanlarının 2005'ten 2012'ye kadar genişlediği görülmüştür.

Özetle, yapılan çalışmalar bakılacak olursa bölgedeki insan faaliyetlerinin olumsuz etkilerinin olduğu, tarımsal amaçlı yapılan baraj gölleri, drenaj kanalları ve sulamaların doğal ekosistemi değiştirdiği, zarar verdiği sonucuna varılabilir. Bölgedeki tarımsal faaliyetler su ve toprak kirlenmektedir. Sultan Sazlığı'nda insan faaliyetlerinin etkisi ve çevredeki etkileri hakkında sınırlı çalışmalar mevcuttur. Sazlık ve çevresinde pestisit kullanımı ve tespiti hakkında çalışma bulunmamaktadır. Yapılan çalışmalar bölgenin arazi kullanımındaki değişikliklerine ve sazlık alanlarının bölgesel değişikliklerine odaklanmaktadır. Develi Ovası kapsamında tarımsal faaliyetler ve gübre, pestisit kullanımları izlenmeli ve toprak, su, sediment ve bitki kalıntı olmak üzere eş zamanlı çalışmalar yürütülmesi çevrenin durumu hakkında doğru bilgilere ulaşılmasını sağlayacaktır.

2. BÖLÜM

YÖNTEM VE MATERYAL

2.1. Çalışma Alanı

Bu çalışma Sultan Sazlığı'nın merkezinde yer aldığı Develi Ovası'nda yürütülmüştür. Sazlık 800 km²'lik bir alanı kaplayan ve 3190 km²'lik bir drenaj alanına sahiptir(DSİ 1994). Ovanın ortalama yüksekliği 1100 m'dir. Ovada en yüksek rakım 3916 m ile Erciyes Dağı, en düşük rakım ise 1070 m ile Sultan Sazlığı'nın bulunduğu bölgedir.

Sultan Sazlığı'nı besleyen akarsular üzerinde Akköy, Ağcaşar ve Kovalı barajları bulunduğu için sazlık çoğunlukla yağış ve drenaj sularıyla beslenmektedir. Ayrıca Çayırözü ve Soysallı su kaynakları da sazlığa su sağlamaktadır. Tarımdan dönen suların toplandığı drenaj kanalları ve Camızgözü, Ufaktepe Pompa İstasyonlarındaki sularda Sultan Sazlığı'na taşınmaktadır. Develi Ovası'nı besleyen baraj gölleri Kovalı ve Ağcaşar'ın sularının büyük kısmı tarımsal sulamada kullanılmaktadır. Bu baraj göllerdeki sular ovayı beslediği için dolaylı yollardan sazlığa ulaşmaktadır. Özetlemek gerekirse Sultan Sazlığı ovadaki tarımsal ve hayvansal faaliyetlerle yayılı kirlilik kaynakları tarafından kirletilmeye oldukça müsait bir noktadır. Yapısı gereği dışa akışı bulunmayan ve ovanın en düşük yüksekliğine sahip Sultan Sazlığı bir toplanma noktası konumunda bulunmaktadır.

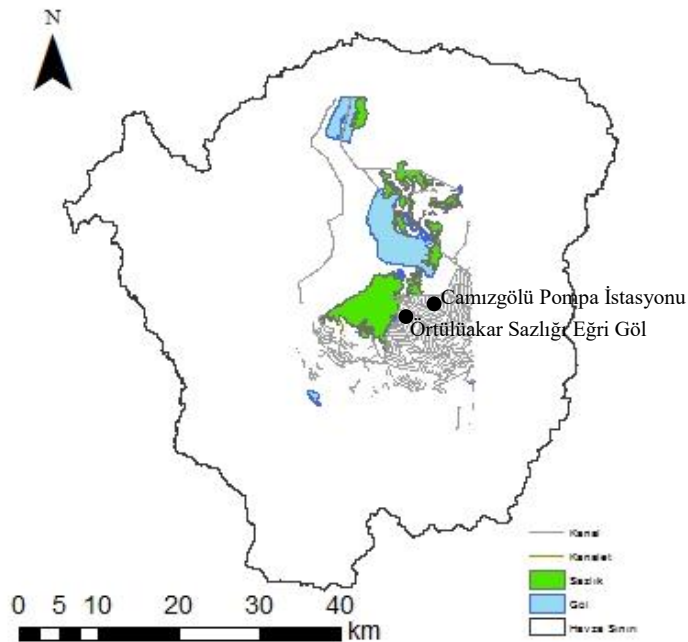
Sultan Sazlığı gibi sulak alanlar ve göller içerisinde biyokimyasal proseslerin etkin gerçekleştiği bir sistemlerdir. Bu sistemler etrafını çevreleyen bölgeyle yüzey ve yüzey altı akışlarla sürekli alışveriş durumundadır. Bu alışveriş birçok bileşeni, organik maddeleri, tortuyu içerir. Genelde sulak alan ve göllerde düşük olmakla birlikte akış hızı bölgenin coğrafi ve iklimsel yapısına, mevsim şartlarına göre değişiklik göstermektedir (Ünlü ve ark. 2008). Akarsulara göre kısıtlı akışa sahip göllerin drenaj kanalındaki kaya tipi suyun inorganik bileşimini belirleyen önemli faktörlerden birisidir (Çakmak ve

Demir 1997). Dışarıya akışı olmayan sazlık içerisinde bulunan Örtülüakar Sazlığı-Eğri Göl gibi su alanlarında kirleticiler birikmekte, biyolojik prosesler ve akışlarla seyrelme dışında herhangi bir giderim olmamaktadır.

Sultan Sazlığı, tatlı ve tuzlu su ekosistemini bir arada bulundurmaktadır. Endemik birçok bitki ve canlıya ev sahipliği yapmasının yanında nesli tükenmekte olan canlılarında yaşam bölgelerinden birisidir. Kuşların göç yolunda bulunması sebebiyle yılın belli zamanlarında konaklayan kuşlara da ev sahipliği yapmaktadır. Bu sayede bölge birçok nadir bitki ve hayvan türüne ev sahipliği yapmaktadır. Sultan Sazlığı'nda bataklık sazlık ve tatlı su ekosistemleri Kepir ve Örtülüakar Sazlıkları ile tuzlusu ekosistemi ise Yay Gölü ve kuru olan Çöl Gölü ile temsil edilir. Sultan Sazlığı Tabiatı Koruma Alanı", "1. Derece Doğal Sit Alanı", "Ramsar Alanı" ve "Milli Park" gibi birçok koruma statüsüne sahiptir.

2.2. Örneklemeye Noktalarının Belirlenmesi

Su kalitesi örneklemeye noktaları Sultan Sazlığı ve sazlığa su taşıyan drenaj kanallarını kapsayacak şekilde seçilmiştir. Seçilen örneklemeye noktalarının konumları Şekil 2.1'de gösterilmektedir.



Şekil 2.1. Örneklemeye Noktaları Konumları

Seçilen birinci nokta Camızgölü Pompa İstasyonu'dur. Camızgölü Pompa İstasyonu bir tarımdan dönen suların toplanma noktası olup, doğrudan sazlığa boşalmaktadır. Develi Sulama Projesi'ne göre drenaj sularının Camızgölü Pompa İstasyonunda tuz konsantrasyonlarına göre ayrılması, çok tuzlu suların Yay Gölü'ne, az tuzlu suların Camız Gölüne oradan da Güney Sazlığı'na aktarılması planlanmıştır. Ancak Camızgölü Pompa İstasyonunda bulunan bu sistem bugüne kadar hiç çalıştırılmadığı için drenaj sularının tamamı Camız Gölü'ne pompalanmaktadır (Gürer 2004).

Seçilen ikinci nokta Örtülüakar Sazlığı-Eğri Göl'dür. Örtülüakar Sazlığı-Eğri Göl Sultan Sazlığı'nın güneyinde yer alan Örtülüakar Sazlığı içinde bulunan birkaç gölden biridir. Bu nokta sazlığın su kalitesini yansıtabilecek açık su alanı olmasından dolayı seçilmiştir.

2.3. Fizikokimyasal Su Analizleri

Bu çalışmada örnekleme noktaları Sultan Sazlığı-Eğri Göl ve tarımdan dönen suların toplandığı Camız Gölü Pompa İstasyonu olarak seçilmiştir. Örnekleme noktaları ayda bir kez ziyaret edilmiş, yerinde ölçümler yapılmış ve su numuneleri toplanmıştır. Sıcaklık, pH, çözülmüş oksijen, elektriksel iletkenlik ve çözülmüş oksijen parametreleri için ölçümler arazide (yerinde) yapılmıştır. Bu amaçla Hach Lange HQ-40D multimetre kullanılmıştır. Bu parametreler dışındaki parametreler (toplam azot (TN), toplam organik karbon (TOK), toplam fosfor (TP), NH_4^+ , NO_3^- , klorür (Cl⁻), sülfat (SO_4^{2-}), askıda katı madde (AKM) ve klorofil-a laboratuvarında Tablo 2.1'de belirtilen yöntemler kullanılarak yürütülmüştür.

Laboratuvar analizleri için su kaynaklarından, grab numuneler (belirli bir yeri ve zamanı temsil eden anlık numune) alınmıştır. Yaklaşık olarak 1 litrelik örnek kaplarına alınan numuneler soğuk ortamda tutularak en kısa sürede laboratuvara getirilmiştir. Laboratuvara ulaşan örnekler +4°C'de buzdolaplarında muhafaza edilmiştir. 1 yıl boyunca aylık periyotlarla bu iki örnekleme noktasından numune alınmış ve laboratuvarında analizleri yürütülmüştür. Bu amaçla kullanılacak kimyasallar, cihaz ve gereçler Tablo 2.1'de belirtilmiştir.

Tablo 2.1. Suyun Fizikokimyasal Özelliklerini Belirlemek Amacıyla Yapılan Analizler ve Kullanılan Yöntemler

Parametreler	Birim	Yöntem/Cihaz	Ölçüm Yeri
Sıcaklık	°C	Hach Lange HQ-40D multimetre ile anlık ölçüm	Arazide
Çözülmüş oksijen	mg/L		
pH	-		
Oksijen doygunluğu	%		
Elektriksel iletkenlik	µmhos/cm		
Toplam Azot (TN)	mg/L	Shimadzu TOC-L CPN cihazı ile Standart Metot 5301B	Laboratuvar Analizleri ile
Toplam Organik Karbon (TOK)	mg/L	Shimadzu TOC-L CPN cihazı ile High Temperature Combustion	
Toplam Fosfor (TP)	mg/L	Hach-Lange LCK-349 Küvet Testi	
Amonyum (NH ₄ ⁺)	mg/L	Hach-Lange LCK-304 Küvet Testi (Indophenol Blue)	
Nitrat (NO ₃ ⁻)	mg/L	Hach-Lange LCK-138 Küvet Testi EN ISO 11905-1	
Sülfat (SO ₄ ⁻²)	mg/L	Standart Metot 4500-SO4-F (turbidimetric)	
Klorür (Cl ⁻)	mg/L	4500-Cl B (Argentometrik)	
Klorofil a	mg/L	Standart Metot 10200-H	
Askıda katı madde	mg/L	Standart Metot 2540-D	

2.4. Pestisit Analizleri

Gaz Kromatografisi (Gas Chromatography, GC), Yüksek Basıncılı/Performanslı Sıvı Kromatografisi (High Pressure/Performance Liquid Chromatography, HPLC) gibi analitik teknikler pestisitlerin toprakta, havada, suda ve gıdalarda tespitini hangi miktarlarda bulunduğunu belirlemek amacıyla literatürde sıklıkla kullanılmaktadır (Columé et al. 2000; Arrebola et al. 2003; Pizzutti et al. 2007).

Pestisit analizleri için 2018 yılı Ağustos ve Kasım aylarında, 2019 yılında Şubat ve Mayıs aylarında alınan 2 litre su örnekleri TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi laboratuvarına gönderilmiştir. TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi tarafından LC-MSMS ve GC-MSMS sistemleriyle Tablo 2.2’de gösterilen toplamda 149 adet pestisit taraması yapılmıştır. LC sistemde pestisit analizi için numuneler vial içine alınmış üzerine iç standart eklenerek LC-MSMS cihazı ile direkt enjeksiyon yapılarak analiz edilmiştir. Klorlu pestisitlerin GC sistemde analizi için 1 L numune katı faz ekstraksiyonu yapılarak 1 ml son hacimle GC-MSMS cihazına verilerek klorlu pestisitlerin analizi yapılmıştır.

Tablo 2.2. Pestisit Listesi

1	1Acetochlor	41	Diltiazem	81	Linuron	121	Pyridaben
2	Acetamiprid	42	Dimethenamide	82	Malathion	122	Pyrimethanil
3	Aclonifen	43	Dimethoate	83	Mandipropamid	123	Pyriproxyfen
4	Alachlor	44	Dimethomorph	84	Mepiquat	124	Quinalphos
5	Atrazine	45	Diphenylamine	85	Mesotrione	125	Quinoxifen
6	Atrazine-desethyl	46	Diuron	86	Metalaxyl	126	Quizalofop ethyl
7	Azinphos-Methyl	47	DNOC	87	Metam	127	Simazine
8	Azoxystrobin	48	Epoxyconazole	88	Metamitron	128	Spiroxamine
9	Bentazone	49	Erythromycin	89	Metazachlor	129	Sulfametoksazol
10	Benzothiazole-2-thiol	50	Ethofumasate	90	Methamidophos	130	Tebuconazole
11	Bifenox	51	Ethoprophos	91	Methidathion	131	Tebuthiuron
12	Boscalid	52	ETU	92	Methomyl	132	Terbuthylazine
13	Bromoxynl	53	Fenamiphos	93	Methoxyfenozide	133	Terbutryn
14	Buprofezin	54	Fenarimol	94	Metolachlor	134	Tetracycline
15	Butralin	55	Fenbutatin Oxide	95	MOCA	135	Thiabendazole
16	Cadusafos	56	Fenhexamid	96	Molinate	136	Thiacloprid
17	Caffeine	57	Fenitrothion	97	Monocrotophos	137	Thiamethoxam
19	Carbaryl	58	Fenpromimorph	98	Myclobutanil	138	Thidiazuron
20	Carbendazim	59	Fenpropathrin	99	Naproxen	139	Thiophonate Methyl
21	Carbofuran	60	Fenthion	100	Nicosulfuron	140	Tolclofos-methyl
22	Carboxin	61	Fluazifop-P-butyl	101	Omethoate	141	Tolfenpyrade
23	Chlorantraniliprole	62	Fludioxonil	102	Oxadiazon	142	Triadimenol
24	Chlorfenvinphos	63	Fluopyram	103	Oxadixil	143	Triasulfuron
25	Chloridazon	64	Fluquinconazole	104	Penconazol	144	Tribenuron-methyl
26	Chlorobenzilate	65	Fluroxypyr	105	Pendimethalin	145	Tributyl Fosfat
27	Chlorsulfuron	67	Flutolanil	106	Phenthoate	146	Trifloxystrobin
28	Clofentezine	68	Flutriafol	107	Picloram	147	Triflumuron
29	Clopyralid	69	FosetylAl	108	Piperonyl butoxide	148	Trinexapac-ethyl
30	Clothianidin	70	FosetylAls	109	Pirimicarb	149	Tris(nonilfenil) fosfit
31	Cyclanide	71	Fosthiazate	110	Prochloraz		
32	Cyprodinil	72	Hexaconazole	111	Procymidon		
33	Cyromazine	73	Hexythiazox	112	Prometryne		
34	DCOIT	74	Ifosfamide	113	Propamocarb		
35	Diazinon	75	Imazalil	115	Propazine		
36	Dichlorvos	76	Imazapyr	116	Propham		
37	Diethofencarb	77	Imidachloprid	117	Propiconazole		
38	Difenoconazol	78	Imidazolidin-2-tiyon	118	Propyzamide		
39	Diflubenzuron	79	Isoproturon	119	Prothiofos		
40	Diflufenican	80	Lenacil	120	Pyraclostrobin		

Tespit edilen pestisitler Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği Tablo 4. Yerüstü Su Kaynakları için Belirli Kirleticiler ve Çevresel Kalite Standartları ve 2013/39/EU sayılı Avrupa Birliği Su Çerçeve Direktifi'nde listelenen maddeleri listeleyen Tablo 5. Yerüstü Su Kaynakları için Öncelikli Maddeler ve Çevresel Kalite Standartları tablolarına göre değerlendirilmiştir.



3. BÖLÜM

BULGULAR

Bu tez çalışmasında Sultan Sazlığı'nı temsil eden Camızgözü Pompa İstasyonu ve Örtülüakar Sazlığı-Eğri Göl noktalarından 12 ay (Haziran 2018-Mayıs 2019) boyunca su numuneleri toplanmıştır. Ocak ayında hava şartlarından dolayı araziye çıkılması mümkün olmadığından ve numune alınacak noktaların tamamen buzlanmasından dolayı örnek alınamamıştır. Bu su numunelerinde mevsimsel olarak pestisit taraması ve aylık olarak fizikokimyasal su kalitesi analizleri yapılmıştır.

3.1. Fizikokimyasal Su Kalitesi Analizleri ve Sonuçları

Analizler sonucu 12 aylık dönemde elde edilen veriler Tablo 3.1, Şekil 3.1 ve Şekil 3.2'de verilerin istatistiksel özellikleri (minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma) Tablo 3.2'de sunulmuştur. Elde edilen veriler, ortalama değerlerin Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği Tablo 2'ye göre değerlendirmesi yapılmış (EK 1'de sunulmaktadır) ve sonuçlar Tablo 3.3'e eklenmiştir. Yönetmeliğe göre I. Sınıf su "Yüksek kaliteli su" ve "Çok İyi" su durumunu ifade etmektedir. II. Sınıf su "Az kirlenmiş su" veya "İyi" su durumunu ifade etmektedir. III. Sınıf su kirlenmiş su veya "Orta" su durumunu ifade etmektedir. IV. Sınıf "Çok kirlenmiş su" veya "Zayıf" su durumunu ifade etmektedir.

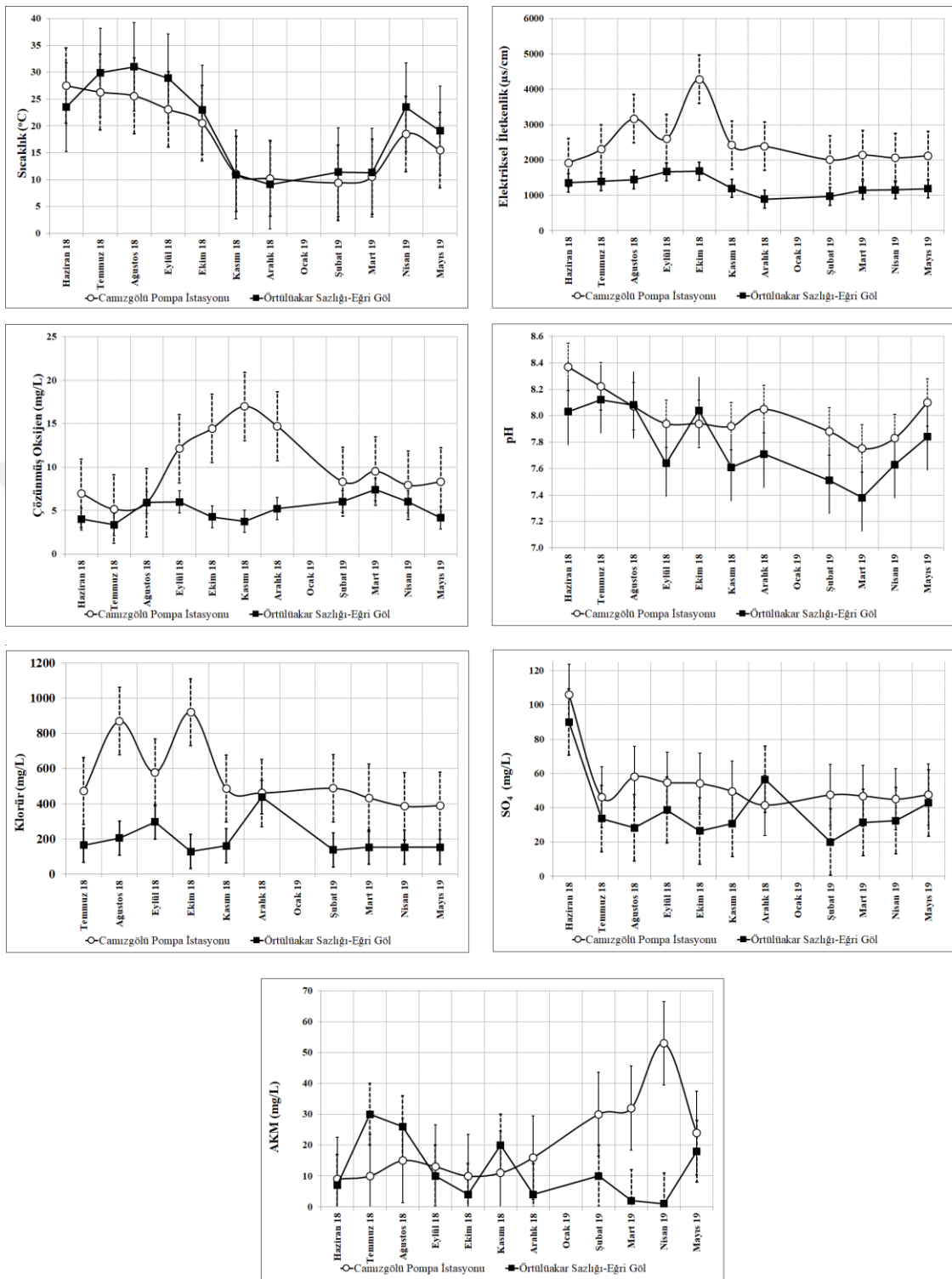
Ayrıca verilerin Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği Tablo 9'a (EK 2'de sunulmaktadır) göre değerlendirmesi yapılmış ve sonuçlar Tablo 3.4'e eklenmiştir. Tablo 9 yüzey sularının ötrofikasyon düzeyleri (oligotrofik, mezotrofik, ötrofik ve hipertrofik) hakkında bilgi vermektedir. Bu değerlendirme TN, TP, klorofil-a ve çözünmüş oksijen düzeyleri kullanılarak yapılmaktadır.

Tablo 3.1. 12 Aylık Fizikokimyasal Su Analizleri Parametreleri Değerleri

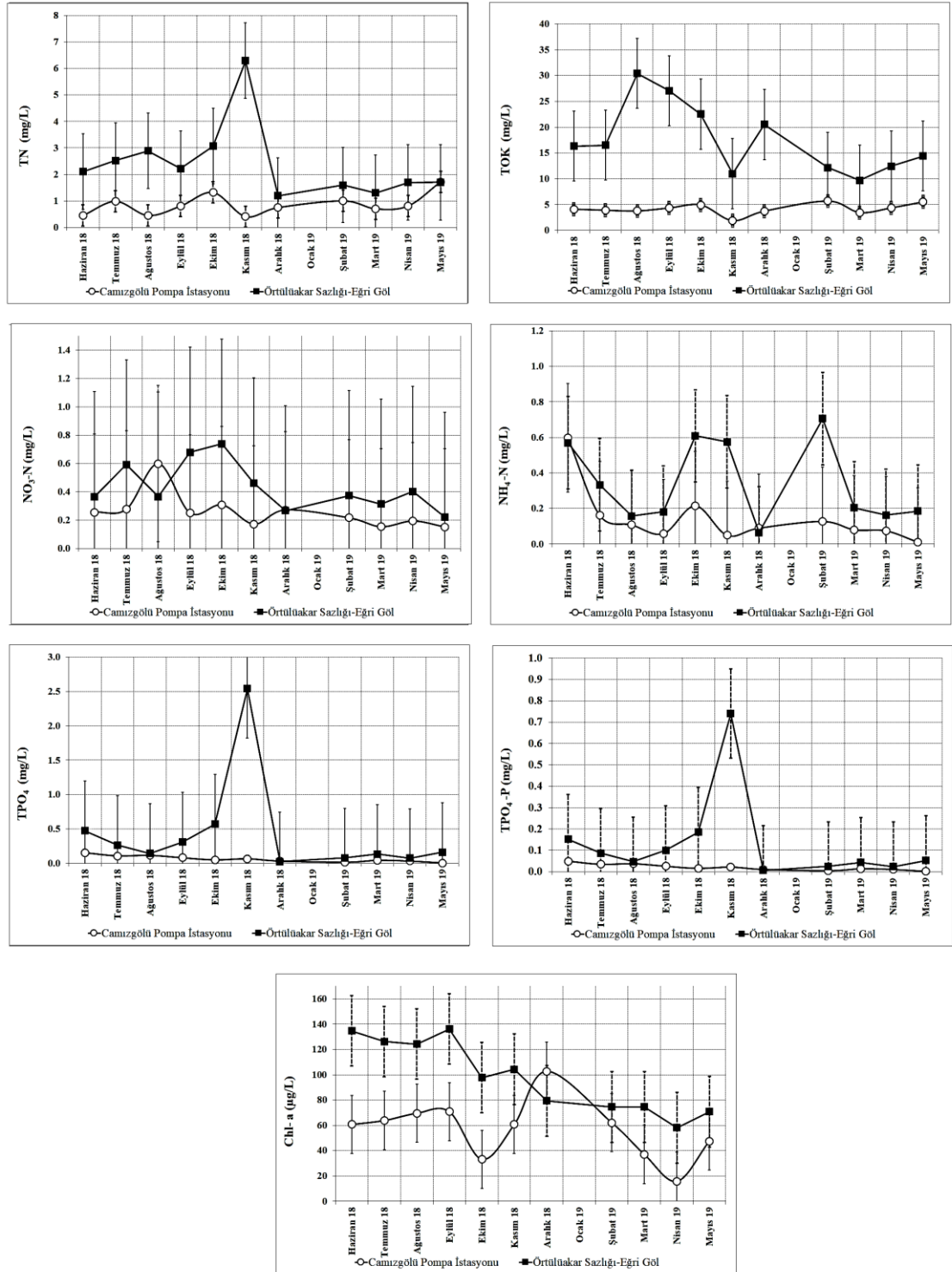
Camuzgözü Pompa İstasyonu																
	Sic.	Eİ	ÇO	pH	TN	TOK	TPO ₄	TPO ₄ -P	NH ₄ -N	NH ₄	NO ₃ -N	NO ₃	Cl ⁻	SO ₄	CHL-a	AKM
	°C	(µs/cm)	(mg/L)	-					(mg/L)						(µg/L)	(mg/L)
Haziran 18	27.5	1923	7.0	8.4	0.4	4.10	0.155	0.050	0.598	0.770	0.257	1.14	-	106.0	60.66	9
Temmuz 18	26.3	2310	5.2	8.2	1.0	3.89	0.108	0.035	0.161	0.125	0.279	1.24	473	46.2	63.78	10
Ağustos 18	25.6	3170	5.9	8.1	0.4	3.76	0.116	0.038	0.108	0.139	0.600	2.66	870	58.2	69.5	15
Eylül 18	23.1	2600	12.1	7.9	0.8	4.34	0.081	0.026	0.058	0.074	0.251	1.11	578	54.8	70.77	13
Ekim 18	20.5	4280	14.5	7.9	1.3	4.92	0.050	0.016	0.215	0.215	0.309	1.37	921	54.2	33.08	10
Kasım 18	11.1	2420	17.0	7.9	0.4	1.89	0.066	0.022	0.049	0.063	0.173	0.77	486	49.6	60.66	11
Aralık 18	10.2	2390	14.7	8.1	0.7	3.72	0.033	0.011	0.089	0.114	0.3	1.2	462	41.6	102.73	16
Şubat 19	9.4	2007	8.3	7.9	1.0	5.68	0.016	0.005	0.127	0.917	0.217	0.96	488	47.5	62.01	30
Mart 19	10.5	2142	9.5	7.8	0.7	3.46	0.043	0.014	0.080	0.103	0.154	0.68	433	46.9	36.99	32
Nisan 19	18.5	2062	7.9	7.8	0.8	4.36	0.033	0.011	0.074	0.095	0.195	0.86	386	45.0	15.71	53
Mays 19	15.5	2123	8.3	8.1	1.7	5.52	0.005	0.002	0.010	0.012	0.153	0.68	389	47.7	47.5	24
Örtülüakar Sazlığı-Eğri Göl																
	Sic.	Eİ	ÇO	pH	TN	TOK	TPO ₄	TPO ₄ -P	NH ₄ -N	NH ₄	NO ₃ -N	NO ₃	Cl ⁻	SO ₄	CHL-a	AKM
	°C	(µs/cm)	(mg/L)	-					(mg/L)						(µg/L)	(mg/L)
Haziran 18	23.5	1354	4.0	8.0	2.1	16.33	0.475	0.152	0.570	0.734	0.366	1.62	-	90.0	134.69	7
Temmuz 18	29.9	1394	3.4	8.1	2.5	16.50	0.266	0.087	0.333	0.258	0.592	2.62	165	33.7	126.21	30
Ağustos 18	31.0	1446	5.9	8.1	2.9	30.42	0.145	0.047	0.157	0.201	0.366	1.62	205	28.3	124.25	26
Eylül 18	28.9	1673	6.0	7.6	2.2	27.05	0.310	0.101	0.181	0.233	0.680	3.01	297	38.7	136.18	10
Ekim 18	23.0	1687	4.3	8.0	3.1	22.52	0.571	0.186	0.609	0.783	0.739	3.27	128	26.5	97.745	4
Kasım 18	10.9	1197	3.8	7.6	6.3	10.98	2.540	0.740	0.575	0.740	0.463	2.05	161	30.8	104.22	20
Aralık 18	9.1	895	5.2	7.7	1.2	20.52	0.023	0.007	0.064	0.083	0.3	1.2	438	56.5	79.39	4
Şubat 19	11.4	973	6.0	7.5	1.6	12.16	0.078	0.025	0.706	0.167	0.374	1.64	137	20.0	74.49	10
Mart 19	11.3	1148	7.4	7.4	1.3	9.70	0.135	0.044	0.204	0.263	0.314	1.39	153	31.4	58.04	2
Nisan 19	23.5	1154	6.0	7.6	1.7	12.45	0.075	0.024	0.162	0.208	0.403	1.79	152	32.5	70.77	1
Mays 19	19.1	1189	4.2	7.8	1.7	14.40	0.161	0.053	0.185	0.238	0.222	0.98	152	42.8	82.5	18

Tablo 3.2. Fizikokimyasal Su Analizleri Maksimum, Minimum ve Standart Sapma Değerleri

	Sic.	Eİ	ÇO	pH	TN	TOK	TPO ₄	TPO ₄ -P	NH ₄ -N	NH ₄	NO ₃ -N	NO ₃	Cl ⁻	SO ₄	CHL-a	AKM
	°C	(µs/cm)	(mg/L)	-					(mg/L)						(µg/L)	(mg/L)
Camuzgözü Pompa İstasyonu																
Ortalama	18.0	2493	10.0	8.0	0.9	4.15	0.064	0.021	0.143	0.239	0.260	1.152	549	54.3	56.7	20
Maksimum	27.5	4280	17.0	8.4	1.7	5.68	0.155	0.050	0.598	0.917	0.600	2.660	921	106.0	102.7	53
Minimum	9.4	1923	5.2	7.8	0.4	1.89	0.005	0.002	0.010	0.012	0.153	0.678	386	41.6	15.7	9
Standart sapma	7.0	687	3.9	0.2	0.4	1.04	0.046	0.015	0.161	0.305	0.124	0.552	191	17.8	23.0	14
Örtülüakar Sazlığı-Eğri Göl																
Ortalama	20.1	1283	5.1	7.8	2.4	17.55	0.434	0.133	0.341	0.355	0.435	1.926	199	39.2	99.0	12
Maksimum	31.0	1687	7.4	8.1	6.3	30.42	2.540	0.740	0.706	0.783	0.739	3.270	438	90.0	136.2	30
Minimum	9.1	895	3.4	7.4	1.2	9.70	0.023	0.007	0.064	0.083	0.222	0.981	128	20.0	58.0	1
Standart sapma	8.3	256	1.3	0.3	1.4	6.80	0.719	0.209	0.229	0.260	0.167	0.741	97	19.4	27.9	10



Şekil 3.1. Sıcaklık, İletkenlik, Çözünmüş Oksijen, pH, Klorür, Sülfat, AKM parametreleri ortalama ve standart sapma değerleri



Şekil 3.2. TN, TOK, NO₃⁻-N, NH₄⁺-N, TPO₄³⁻, TPO₄-P, Chl-a parametreleri ortalama ve standart sapma değerleri

Camızgözü Pompa İstasyonu örnekleme noktasındaki ölçümler sonucu su sıcaklıklarının 9.4 ile 27.5°C arasında değiştiği ve ortalama olarak 18°C olduğu tespit edilmiştir.

Elektriksel iletkenlik değerleri zaman zaman yükselmekte olup 1923 ile 4280 $\mu\text{mhos/cm}$ arasındadır. Bir yıllık dönemde ortalama elektriksel iletkenlik değeri 2493 $\mu\text{mhos/cm}$ 'dir. Genellikle yüksek çözünmüş oksijen değerine sahip noktada, çözünmüş oksijen değerleri 5.2 ile 17 mg/L aralığında ölçülmüş, ortalama olarak 10 mg/L olarak tespit edilmiştir. Hafif bazik düzeyde pH 7.8-8.4, askıda katı madde 9 ile 53 mg/L, klorür 386-921 mg/L aralığında değişmiştir. Sülfat 41.6 ile 106 mg/L arasında ölçülmüştür ve bir yıllık dönemde ortalama değer 54.3'dür. TN değerleri ortalama 0.9 mg/L (0.4 ile 1.7 mg/L aralığında),ve ortalama toplam organik karbon (TOK) değerleri 4.15 mg/L (1.89 ile 5.68 mg/L aralığında)'dir. NO_3^- değerleri 0.678 ile 2.66 mg/L arasında ölçülmüştür ve ortalama nitrat seviyesi 1.152 mg/L'dir. NH_4^+ değerleri 0.012 ile 0.917 mg/L arasında ölçülmüştür. Ortalama amonyum değeri 0.239 mg/L'dir. Klorofil-a 15.7 ile 102.7 $\mu\text{g/L}$, fosfat (TPO_4^{3-}) 0.005 ile 0.155 mg/L, değerleri arasında ölçülmüştür. Klorofil-a ve fosfat için ortalama değerler sırasıyla 56.7 $\mu\text{g/L}$ ve 0.064 mg/L dir.

Camızgölu Pompa İstasyonu drenaj kanalları vasıtasıyla suların toplandığı bir istasyondur. Ayrıca bu bölgede buharlaşma yüksektir. Bu nedenle yüksek elektriksel iletkenlik değerleri ölçülmüştür. Bölgesel rüzgârlar ve suların toplanması sırasında atmosferden oksijen transferi olması nedeniyle yüksek çözünmüş oksijen değerleri ölçülen bu nokta bölgedeki su Sultan Sazlığı'nın su kalitesi açısından olumlu bir etkiye sahiptir. Bu noktada trofik düzeylere bakıldığında klorofil-a değerleri açısından hipertrofik düzeyde olduğu görülse de toplam azot (TN), fosfat fosforu ($\text{TPO}_4\text{-P}$) açısından mezotrofik ve çözünmüş oksijen değerleri açısından bakıldığında oligotrofik düzeyde olduğu belirlenmiştir (Tablo 3.4). Klorofil-a değerlerindeki hipertrofik göstergelerin sudaki çözünmüş besi maddeleri içeriği ve sistemin sığ ve durağan yapıda olmasından kaynaklandığı söylenebilir. Sazlığa göre bitki ve canlı ekosistemi daha az olan bu noktadaki yüksek çözünmüş oksijen değerleri ve biyolojik faaliyetlerin daha düşük olması sebebiyle toplam organik karbon değerleri daha düşük ölçülmüştür. Camızgölu Pompa İstasyonu Sultan Sazlığı'nı besleyen kaynaklardan birisi olmasının yanı sıra bu noktada ölçülen su kalitesi değerleri bölgenin insan kaynaklı yayılı kaynaklar tarafından kirlenmeye maruz kalıp kalmadığının tespitinde yol gösterici olmaktadır.

Fizikokimyasal özelliklerin zamansal değişimleri incelendiğinde (Şekil 3.1 ve Şekil 3.2) pH değerlerinin genel olarak büyük bir değişim göstermediği görülmüştür. Çözünmüş oksijen değerleri genelde yüksek ölçülmüş ve havalandırmanın yüksek olduğunun işareti olarak yorumlanmıştır. Ağustos ve Ekim aylarında iletkenlik ve paralel olarak klorür değerlerinde artış görülmüştür. Bu artışın sebebi bölgedeki su miktarlarının değişimine ve tarımdan dönen suların en yoğun bu dönemde ulaşmasına bağlanabilir. Ayrıca bu aylarda nitrat ve amonyum değerleri ortalama değerlerin üstünde ölçülmüştür. Fosfat fosforunda yıl boyunca kayda değer bir değişim görülmemiş ve sınırlayıcı faktör olmasından dolayı toplam organik düzeyleri de fosfora paralel ölçüm sonuçları göstermiştir. Amonyum değerlerine bakıldığında Şubat ayında kar sularının erimesiyle bir pik yaptığı ve bu yükselmenin azot türevlerinin ayrışması suda çözünmesiyle oluştuğu görülmüştür. Nitrat sonuçları yorumlanacak olursa en yüksek değerlerin sıcaklıkların etkisi ve su seviyelerinin azalmasıyla Ağustos ayında ölçüldüğü görülmüştür. Nisan ayında başlanan gübrelemenin etkisiyle toprağa nitrat girdisi olmaktadır. Bunun getirisi olarak sulara karışan nitrat su seviyesinin de azalmasıyla daha yüksek değerlerde ölçülmektedir. Sülfat mevsimsel değişikliklerden etkilenmemiş sabit değer aralığında olduğu görülmüştür. Askıda katı madde değerleri çok değişim göstermese de kar sularının erimesi ve sulama faaliyetlerinin başlamasıyla bahar aylarında ufak artış gösterdiği izlenmiştir.

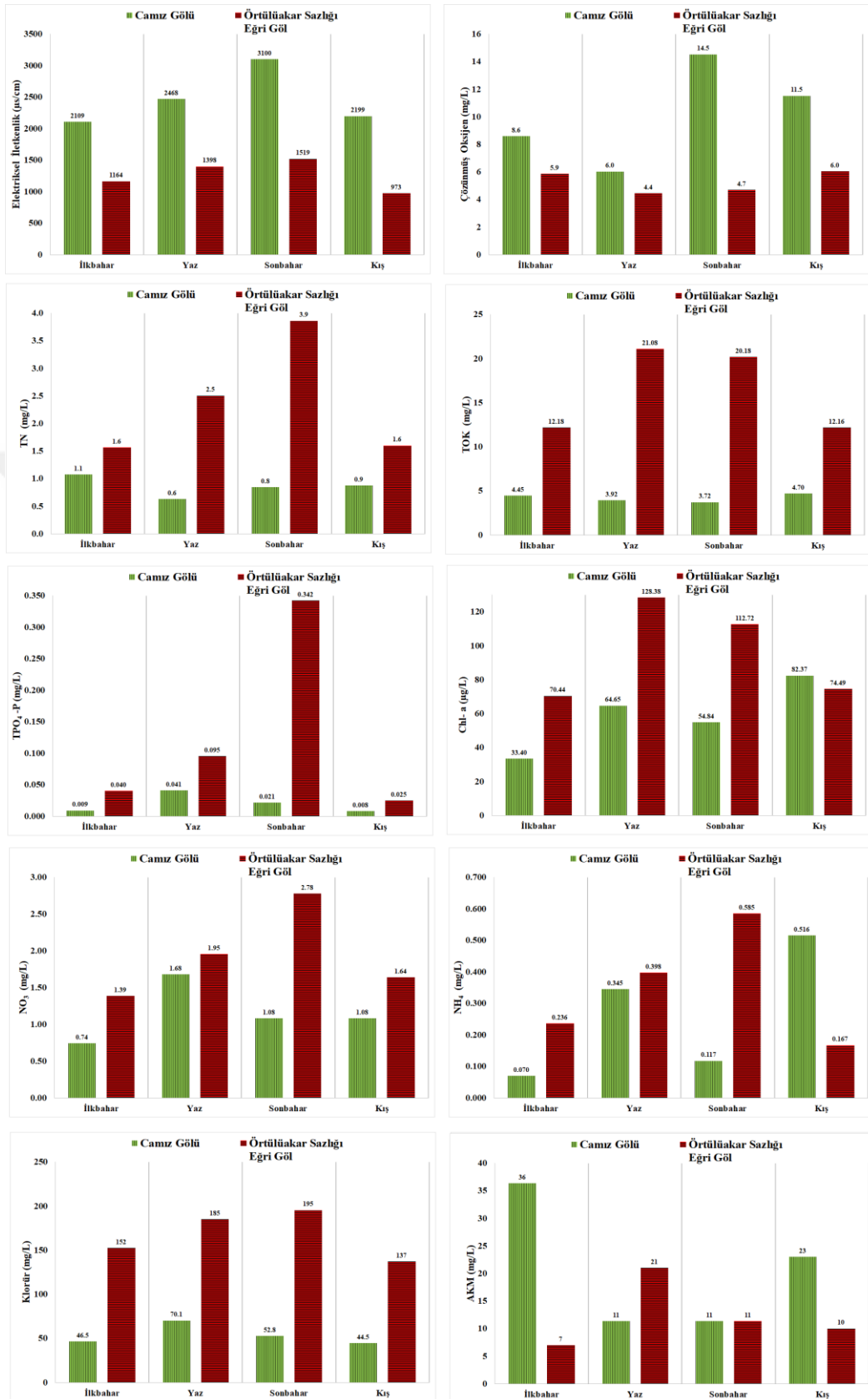
Örtülüakar Sazlığı-Eğri Göl örnekleme noktasındaki ölçümler sonucu elde edilen ortalama değerler şunlardır; sıcaklık 9.1 ile 31°C arasında ve ortalama 20.1 °C'dir. Elektriksel iletkenlik değerleri çok fazla değişim göstermemekte 895 ile 1687 µmhos/cm aralığında ve yıllık ortalama değeri 1283 µmhos/cm ölçülmüştür. Çözünmüş oksijen değeri zaman zaman düşüş göstermekte olup 3.4 ile 7.4 mg/L ortalama değeri 5.1 mg/L olduğu tespit edilmiştir. Genellikle hafif bazik değerlerde izlenen pH 7.4-8.1 aralığında, askıda katı madde 1 ile 30 mg/L, çok fazla artış ve azalış göstermeyen klorür 128-438 mg/L aralığında, sülfat 20 -90 mg/L değerleri arasındadır. Zaman zaman yükselen TN değerleri ortalama 2.4 mg/L (1.2 ile 6.3 mg/L arasında), ortalama toplam organik karbon (TOK) 17.55 mg/L (9.70 ile 30.42 mg/L, aralığında) ölçülmüştür. NO₃⁻ değerleri düşük düzeylerde 0.981 ile 3.27 mg/L aralığında ölçülmüş ve ortalama 1.93 mg/L'dir. Klorofil-a (chl-a) değerlerinin yüksek ortalama 99 µg/L (58-136.2 µg/L aralığında) olduğu tespit edilmiştir. Fosfat (TPO₄³⁻) 0.023 ile 2.540 mg/L, fosfat fosforu

(TPO₄-P) 0.007-0.740 mg/L aralığında olduğu tespit edilmiştir. Fosfat ve fosfat fosforu için ortalama değerler sırasıyla 0.434 ve 0.133 mg/L'dir. NH₄⁺ değerlerinin ortalama 0.355 mg/L (0.083 ile 0,783 mg/L aralığında) olduğu belirlenmiştir. Tablo 3.4'de gösterilen trofik düzeylere bakıldığında klorofil-a, toplam azot (TN) ve fosfat fosforu (TPO₄-P) açısından hipertrofik ve çözünmüş oksijen değerleri açısından bakıldığında mezotrofik düzeyde olduğu belirlenmiştir.

Örtülülükakar Sazlığı-Eğri Göl'de ölçülen azot türevleri ve fosfat fosforu değerleri Camızgözü Pompa İstasyonu'na göre daha yüksek ölçülmüştür. Bunun nedeni sazlığın doğal yapısı nedeniyle besi maddelerini ve kirlilik unsurları tutması, depolamasından kaynaklanmaktadır. Fosfat ve nitrat değerlerinin Eylül-Ekim aylarında çevrede yoğun kullanılan fosfor ve azot bazlı gübrelerin tarım alanlarından taşınması sonucu artış gösterdiği görülmüştür. Bu sonuçlara paralel olarak amonyum değerleri de Ekim ayında yükselmiştir. Toplam organik karbon yüksek değerlerde ölçülmüştür. Sazlıktaki biyolojik üretimin ve dolayısıyla organik madde içeriğinin yüksek olması ile ilgilidir. Ağustos ve Eylül aylarında biyolojik üretimin üst düzeyde olmasıyla toplam organik değerleri ortalama değere göre yüksek ölçülmüştür. Eylül-Ekim aylarındaki besi maddelerinin artışı organik karbon değerlerinin de Ağustos ayındaki sonuç gibi yüksek değerlerde olmasına neden olmuştur. Kasım ayında bu değer neredeyse yarı yarıya bir düşüşe uğramıştır. Bunun sebebi güneşli gün sayısı ile ilişkilendirilebilir. Arazi çalışması esnasında bölgeye ekstra bir kirlilik girdisinin olduğu düşünülmüş ve daha önce görülmeyen koku problemi ile karşılaşmıştır. Bu göstergeler Kasım ayındaki toplam azot ve fosfor değerlerinin maksimum değerlere ulaşması ve hipertrofik ortam oluşmasına dış bir etken olduğunun işareti olarak yorumlanmıştır. Hipertrofik ortamın sonucu olarak alg konsantrasyonları artmış bölgenin dengesi bozulmuştur. Bu nedenle canlıların biyolojik üretimleri düşmüş ve toplam organik karbon değerleri azalma göstermiştir. Örtülükakar Sazlığı-Eğri Göl'de pH ve sülfat değerleri anlamlı bir değişim göstermemiştir. Elektriksel iletkenlik diğer parametrelerde olduğu gibi yine Eylül-Ekim aylarında en yüksek değerlerinde ölçülmüştür. Tüm parametrelerdeki bu artışın sebebi sazlığı besleyen su kaynaklarından bu aylarda ulaşan kirlilik girişimi olduğu düşünülmektedir.

Şekil 3.3'te veriler mevsimsel ortalamaları gösterecek şekilde düzenlenmiştir. Görüldüğü gibi çözünmüş oksijen değerleri yaz aylarındaki biyolojik aktivitenin ve su

sıcaklıklarının artmasına paralel en düşük seviyededir. Yaz aylarında sulamanın etkisiyle azot türevlerinde artış görülmektedir. Tarımdan dönen suların toplandığı Camız Gölü Pompa İstasyonu'nda amonyum değerlerinin kış aylarında artmasının tarımsal kaynaklı azot türevlerinin en son bu noktada toplanmasıyla ilişkili olduğu düşünülmektedir. Toplam organik karbon değerleri Örtülüakar Sazlığı- Eğri Göl'de yaz ve sonbahar aylarında güneşli gün sayısının fazla olması, birçok canlıyı içerisinde barındırması nedeniyle biyolojik üretimden kaynaklı olarak yükselmektedir. Ortamdaki besi maddeleri ve organik üretime paralel olarak klorofil-a değerleri değişim göstermektedir. Elektriksel iletkenlik genellikle yaz aylarında daha yüksek olmakta, yağışın az olması ve mevsimsel sıcaklıktan kaynaklı buharlaşmanın etkisiyle yükselişe geçmektedir. Ancak mevsim ortalamalarının üzerinde ve yağışın az olduğu üzerinde hava koşulları nedeniyle sonbahar aylarında bu artış devam etmiştir. Aslında küresel iklim değişikliğinin etkilerinin ve mevsimsel uzama, kaymaların olduğuna işaret etmektedir. Klorür mevsimsel olarak fazla değişim göstermemekte ancak kış aylarında daha düşük değerlerde olduğu görülmektedir.



Şekil 3.3. Su Kalitesi Parametreleri Mevsimsel Ortalama Değerleri

Yürütülen fizikokimyasal su analizleriyle ölçümü yapılan parametrelerin 12 aylık ortalama, minimum ve maksimum değerlerinin Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği Tablo 2'ye (EK 1'de sunulmaktadır) göre değerlendirmesi yapılmış ve su kalite sınıfları sonuçları Tablo 3.3'te sunulmuştur.

Tablo 3.3. Fizikokimyasal Su Analizleri Ölçüm Değerlerinin Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği Tablo 2'ye göre Değerlendirilmesi

Örnekleme Noktaları	Elektriksel İletkenlik	Çözünmüş Oksijen	pH	TN	TP	PO ₄ ⁻³	NH ₄ ⁺ -N	NO ₃ ⁻ -N	Genel Değerlendirme
Camızgölü Pompa İstasyonu	III	I	I	I	I	I	I	I	III
Örtülüakar Sazlığı-Eğri Göl	III	III	I	I	III	II	II	I	III

Camızgölü Pompa İstasyonu bölgesel yapısından dolayı yüksek elektriksel iletkenlik değerlerine sahiptir. Bu nokta sazlığa yakın olması ve tarımdan dönen suların toplandığı yer olması sebebiyle çözünmüş ve askıda madde içeriğinin yüksek olması beklenmektedir. Tuzlu/yarı tuzlu ekosistem içerisinde yer almasının da etkisiyle yüksek iletkenlik, klorür ve sülfat değerlerine sahip olduğu görülmüştür. Diğer parametreler açısından herhangi bir sorun olmayıp iletkenliğin su kalitesinin belirlemede ana parametre olduğu görülmüştür. Camızgölü Pompa İstasyonu III. Sınıf su kalitesine sahiptir.

Sultan Sazlığı'nın içerisinde yer alan, sulak alan ekosistemi, sazlıklar, fitoplankton ve birçok canlıyı barındıran biyolojik aktivitenin etkin olduğu merkez sayılabilecek noktadaki Örtülüakar Sazlığı-Eğri Göl'den alınan su örnekleri analiz edilmiştir. III. Sınıf su kalitesine sahip olduğu belirlenen bu noktada su kalitesini düşüren ana parametreler toplam fosfor, çözünmüş oksijen ve iletkenliktir. Genelde doğada kısıtlayıcı faktör olan fosfor besin maddesinin fazla olması nedeniyle biyolojik aktivite artmakta çözünmüş oksijen değerleri düşüş göstermekte ve su kalitesinin düşmesine yol açmaktadır. Koruma bölgesinde olan bu sulak alan için azot ve fosfor değerlerinin yüksek olduğu, bu girdilerin kaynağının tespiti, azaltılması amacıyla takip ve kontrolünün sağlanması su kalitesinin iyileştirilmesine katkı göstereceği düşünülmektedir.

Ayrıca her iki nokta için Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği Tablo 9'a (EK 2'de sunulmaktadır) göre değerlendirmesi yapılmış ve sonuçlar Tablo 3.4'e eklenmiştir. Görüldüğü üzere her iki nokta da hipertrofik özellikler göstermektedir. Sultan Sazlığı'na benzer yapıda farklı sulak alanlarda mezotrofikten hipertrofiğe kadar farklı trofik düzeyler tespit edilmiştir(Galatowitsch 2018).

Tablo 3.4. TN, TP, Klorofil a ve Çözünmüş Oksijen Değerlerinin Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği Tablo 9'ye Göre Değerlendirilmesi

Örnekleme Noktası	TN	TPO4-P	CHL-a	ÇO	Değerlendirme
Camız Gölü Pompa İstasyonu	Mezotrofik	Mezotrofik	Hipertrofik	Oligotrofik	HİPERTROFİK
Örtülüakar Sazlığı-Eğri Göl	Hipertrofik	Hipertrofik	Hipertrofik	Mezotrofik	HİPERTROFİK

3.2. Pestisit Analizleri ve Sonuçları

Pestisitler 2018 Ağustos ve Kasım aylarında, 2019 Şubat ve Mayıs aylarında olmak üzere 4 defa analiz edilmiştir. Su kalitesi analizi yapılan numunelerle aynı tarih ve noktadan su örneklerinde pestisit analizleri TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi'nde yapılmıştır. Toplamda 149 adet pestisit için tarama ve ölçüm yapılmıştır.

Dört dönem yürütülen analizler sonucu 48 adet farklı pestisit tespit edilmiştir. Bunların 21'i herbisit, 16'sı insektisit, 10'u fungusit ve bir tanesi akarisit sınıfındadır. Ayrıca suda iki ağrı kesici ve bir antibiyotik aktif maddesi olduğu belirlenmiştir. 4 dönemde sürekli tespit edilen herhangi bir pestisite rastlanmamıştır. Suda bulunan pestisitlerden 12 tanesinin kullanımı yasaklanmıştır. Asetaklor, alaklor, diklorvos, dnok, fenpropatrin, imazapir, karbendazim metolaklor, ometoat, okzadiksil, propikonazol, terbutrin pestisitlerinin Tablo 3.6'da gösterilen tarihlerde imalat/ithalatı ve kullanımı yasaklanmıştır. bifenoks 3.34 kat, diklorvos 65 kat ve fenpropatrin 1.25 kat ÇKS değerlerinin aşmaktadır. Pestisit türlerinin her örnekleme döneminde farklı çıkmasının sebebi pestisitlerin taşınması, toprak, bitki ve sazlıklara adsorbe edilmesi, bölgedeki canlılar tarafından emilimi ve biyolojik olarak bozunuma uğraması gibi faktörlerle açıklanabilir (Gevao ve Jones 2002, Al-Mamun 2017). Ayrıca pestisitlerin sudaki çözünürlüğü, belirli dönem kullanılması ve yüzey akışıyla taşınması, fotodegradasyona uğraması, uçuculuğu, yarılanma ömrü, biyobozunurluğu gibi etkenlerde suda tespitine

etki etmektedir (Gevao ve Jones 2002, Al-Mamun 2017). Tespit edilen pestisitlerin listesi ve hangi dönem tespit edildikleri Tablo 3.5'te verilmiştir. Aynı tabloda en düşük tespit sınır değerleri (LOD) ve Yerüstü Su Kalitesi Kontrolü Yönetmeliği'nde yer alan Çevre Kalite Standartı değerleri de yer almaktadır.

Çalışma alanımızın içinde bulunduğu Kayseri ilinin yüz ölçümü 16917 km² olup %53'ü tarım alanı olarak kullanılmaktadır. Kayseri ili için pestisit kullanım miktarları insektisit 21930 kg-L, fungusit 226606 kg-L, herbisit 435998 kg-L, akarisit 11281 kg-L ve diğer bitki tarım ilaçları 6772 kg-L'dir (TÜİK 2017). Kullanım miktarları birimlerinin kg-L şeklinde verilmesinin nedeni pestisitlerin sıvı-katı fazlar şeklinde kullanılmasıdır. Sultan Sazlığı'nın bulunduğu 800 km² lik alana sahip Develi Ovası Kayseri ili yüz ölçümüne göre yaklaşık %5'ine denk gelmektedir. Bölge özelinde herhangi bir veri olmadığı için pestisit kullanımlarını oranlayacak olursak, Develi Ovası pestisit kullanımları insektisit 1097 kg-L, fungusit 11330 kg-L, herbisit 21800 kg-L, akarisit 564 kg-L ve diğer bitki tarım ilaçları 339 kg-L olarak tahmin edilebilir. Buna karşılık türler bazında pestisit kullanımına dair bir bilgiye ulaşılamamıştır.

Pestisitlerin sudaki konsantrasyonlarında hızlı değişimler su girdi-çıkıtlarının olması, güneş ışığı, sıcaklık değişimi gibi parametrelerden etkilenmesiyle açıklanır (Barcelo ve Hennion 1997). Sedimentte tespit edilen pestisitlerde bu konsantrasyon değişimi daha yavaş olmaktadır (Antonic ve Heath 2007). Pestisitlerin çevredeki durumu, fotodegradasyon (Caliman ve Gavrilesu 2009), biyobozunurluk (Combalbert ve Hernandez-Raquet 2010), konsantrasyon/seyrelme ve zamansal girdi varyasyonları gibi ortak dönüşüm/taşıma işlemlerinden farklı şekilde etkilenmektedir. Akarsu akışlarının büyük değişimler gösterdiği yaz başlarında ve sonlarında yağış olaylarıyla paralel değişim göstermektedir. Bunun yanında pestisitlerin takibinin doğru ve güvenilir olması için ölçümlerin su, sediment, bitki ve toprakta eş zamanlı ölçümlerle takibinin yapılması gerekmektedir. Ölçümlerde suda tespit edilen bir kirlilik ilerleyen zamanda bitkiler tarafından emilebilir veya sedimentte depolanabilir (Lazartigues ve ark. 2011, Fairbairn ve ark. 2015). Çalışmamızda sudaki konsantrasyonların bu denli değişim göstermesi buna bağlanmaktadır.

Pestisit sonuçlarında değerler arasında farkların olması pestisitlerin uygulama sonrası yağmur ve yüzey akışıyla sulara karışması ve taşınmasının etkili olduğu tahmin

edilmektedir. Pestisitler uygulama sonrası yüksek oranda bitki, meyve ve toprak üzerinde kalsa da yüzey akışıyla sulara karışması, sızma ile yeraltı sularına ulaşması mümkündür.

Tablo 3.5. Pestisit Sonuçları

Pestisit	CAS No	LOD	YO-ÇKS	MAK-ÇKS	Camızgözü Pompa İstasyonu				Örtülüakar Sazığı - Eğri Göl			
		ppb	ppb		ppb				ppb			
			Nehirler/Göller (µg/L)	Nehirler/Göller (µg/L)	Ağu.18	Kas.18	Şub.19	May.19	Ağu.18	Kas.18	Şub.19	May.19
Asetaklor	34256-82-1	0.01	0.3	10.1	0.007				0.017			
Asetamiprid	135410-20-7	0.005	42	42			0.00100					0.00151
Aklonifen	74070-46-5	0.02	0.12	0.12					0.024			
Alaklor	15972-60-8	0.005	0.3	0.7			0.00107					
Bentazon	25057-89-0	0.005	4.5	832			0.00145					0.01205
Bifenoks	42576-02-3	0.005	0.012	0.04								0.04005
Boskalid	188425-85-6	0.005	19	113			0.00128					
Bromoksinil	1689-84-5	0.01	36	262	0.019							
4,4'-DDD	72-54-8	5.E-05	0.025	0.025			0.00018					
4,4'-DDE	72-55-9	5.E-05	0.02	0.2			0.00029	0.00033			0.00054	0.00043
DDT (toplam)	50-29-3	5.E-05	0.01	0.65			0.00082	0.00059			0.00468	0.00195
Diklorvos	62-73-7	0.03	0.0006	0.0007	0.010				0.039			
DNOK	534-52-1	0.005	20	23	0.445							
Fenbutatin ksit	13356-08-6	0.02	0.1	0.5	0.017				0.029			
Feneksamid	126833-17-8	0.005	28	28		0.088				0.088		
Fenpropatrin	39515-41-8	0.005	0.01	0.01				0.01247				
Flupiram	658066-35-4	0.005	50	275								0.00186
Fluroksipir	69377-81-7	0.005	5600	5600								0.17413
Fosetil al	39148-24-8	0.005	25	330				0.01962				
HCH alfa		5.E-05	0.0016	0.5			0.00054	0.00058			0.00100	0.00121
HCH beta		5.E-05	0.0016	0.5			0.00031				0.00029	
HCH delta		5.E-05	0.0016	0.5			0.00150					
HCH gamma Lindane	58-89-9	5.E-05	1.4	4			0.00042					
Imazapir	81334-34-1	0.03	1900	1900	0.037				0.039			
Imidakloprid	138261-41-3	0.005	0.14	1.4				0.00153			0.01512	
İmidazolidin-2-tiyon	96-45-7	0.1	248	2000	0.098				0.158			
Karbandazim	10605-21-7	0.005	2.7	77	0.034		0.00064				0.00055	0.01975
Kloridazon	1698-60-8	0.005	6	6			0.00066	0.00238				0.00119
Lenasil	96639	0.005	1	1				0.00552				
Mepikuat klorit	24307-26-4	0.1	20	20	0.106				0.161			
Metamidofos	10265-92-6	0.05	0.2	0.2	0.069				0.074		0.00098	
Metoksifenozyd	161050-58-4	0.005	11	110	0.054				0.146			
Metolaklor	51218-45-2	0.005	3.3	88							0.00105	
Molinat	2212-67-1	0.05	136	460	0.067				0.064			
Naproxen	22204-53-1	0.005			0.104				0.082			
Ometoat	1113-02-6	0.01	16	16	0.010	0.010			0.010	0.010		
Okzadiksil	77732-09-3	0.005	306	306							0.00706	
Propazin	139-40-2	0.005	0.3	4.1					0.015			
Profam	122-42-9	0.07	1	989	0.076	0.078		0.00104	0.078	0.083		
Propikonazol	60207-90-1	0.005	0.7	50								0.00126
Propizamid	23950-58-5	0.005	23	112				0.06632				
Primetanil	53112-28-0	0.02	12	139	0.018	0.023			0.019	0.020	0.01022	
Siklanilid	113136-77-9	0.005	2.5	10	0.026				0.043			
Siprodinil	121552-61-2	0.005	4.3	21				0.00168				0.00101
Siromazin	66215-27-8	0.005	0.2	16							0.00219	
Sülfametoksazol	723-46-6	0.005	5	50	0.011				0.014			
Terbutrin	886-50-0	0.005	0.065	0.34								0.00172
Tetracycline		0.005			0.030				0.048			
Tkiazuron	51707-55-2	0.005	10	61							0.00301	
Tribenuron-metil	101200-48-0	0.02	0.04	0.08		0.028				0.029		
Triflururon	64628-44-0	0.005	0.23	0.23			0.00205					

LOD: Limit Of Detection: ölçüm limiti

YO-ÇKS: yıllık ortalama- çevre kalite standartları

MAK-ÇKS: maksimum- çevre kalite standartları

ppb: part per billion: milyarda bir konsantrasyon: µg/l

Tespit edilen pestisitler Tablo 4. Yerüstü Su Kaynakları için Belirli Kirleticiler ve Çevresel Kalite Standartları ve 2013/39/EU sayılı Avrupa Birliği Su Çerçeve

Direktifi'nde listelenen maddeleri listeleyen Tablo 5. Yerüstü Su Kaynakları için Öncelikli Maddeler ve Çevresel Kalite Standartları tablolarına göre değerlendirilmiştir. Tespit edilen pestisitlerin çevre kalite standartları Tablo 3.5'de verilmiştir. Standartlarda maksimum kabul edilebilir konsantrasyonunu aşan pestisitler bifenoks, diklorvos ve fenpropatrin olarak belirlenmiştir. Ayrıca diklorvos ve fenpropatrin pestisitlerinin kullanımı 2011 yılında yasaklandığı halde tespit edilmiştir.

Tablo 3.6. Pestisitlerin Yasaklanma Tarihleri

Pestisit Adı	İmalat ve İthalatının Bitiş Tarihi	Kullanımının Bitiş Tarihi
Asetaklor	01.01.2013	31.12.2014
Alaklor	01.01.2009	01.01.2011
Karbendazim	23.06.2017	01.01.2018
Diklorvos	31.08.2009	31.08.2011
Dnok	31.08.2012	30.06.2013
Fenpropatrin	30.06.2010	31.08.2011
Imazapir	30.06.2010	31.08.2011
Metolaklor	31.08.2009	31.08.2011
Ometoat	30.06.2011	31.08.2012
Okzadiksil	30.06.2010	31.08.2011
Propikonazol	31.12.2019	31.12.2020
Terbutrin	31.08.2009	31.08.2011

Bifenoks, 2,4-Diklorofenoksiasetik asit olarak bilinen bitkide büyüme düzenleyici maddelerden oksinleri içeren bir tarım ilacıdır. Büyüme teşvik eden bu maddeler derişimleri yükseltildiği anda seçici herbisit (yabancı ot öldürücü) olarak da bilinen kontrolsüz büyümeye neden olarak, en geniş yapraklı yabancı otları seçici olarak öldürür. Ancak tahıl, çim ve otlaklar gibi çimlerin çoğunu nispeten etkilenmeyen sistemik bir herbisittir. Dar yapraklı bitkilerde zararı yok denecek kadar azdır. Çok yıllık bitkilerde ise ancak yüksek dozlar zarar verebilmektedir (Başaran ve ark. 2016). Bölgedeki tarım faaliyetlerinde birçok alanda hasata etki etmemesi amacıyla yabancı ot ilaçları yoğunlukla kullanılmaktadır. Bu nedenle Bifenoksun ÇKS'yi aşması beklenen bir durumdur.

Diklorvos, organofosfor bileşikleri sınıfına giren birçok tarım ürününde kullanılabilen ve oldukça fazla zararlıya etki eden bir böcek kovucu tarım ilacıdır (EPA 2006). Etki ettiği zararlılar ambarlanmış hububat ve mamullerinde buğday biti, pirinç biti, ekin kambur biti, khapra böceği, kırma biti, un biti, testereli böcek, un kurdu, ekin kara böceği, değirmen güvesi, kuru incir kurdu, kuru meyve güvesi, un güvesi, arpa güvesi,

kuru meyvede kuru üzüm güvesi, iç fındık güvesi, ekşilik böcekleri, kuru meyve akarı, sebze k kırmızı örümcek, lahana yaprak güvesi, lahana kelebeği, toprak pireleri, yaprak biti, yaprak pireleri, thripsler, meyvede sarı ağaç kurdu, elma gövde kurdu, elma pamuklu bitleridir. Sayılan bu zararlılarla mücadelede aktif kullanılmıştır. Birçok tarım ürünü ve çok fazla zararlıya etki etmesi nedeniyle pestisit kullanımlarında oldukça çok tercih edilmiştir. Ancak insan genetik mutasyona ve kansere yol açtığı tespit edilmiş 31.08.2009 tarihinde ithalat ve imalatı, 31.08.2011 tarihinden sonra kullanımı yasaklanmıştır. Suda yüksek çözünürlüğe sahiptir. Bölgenin yapısı nedeniyle kısıtlı dışa akışı dolayısıyla bölgedeki sularda birikmiş ve halen suda tespit edilebilir, ÇKS'yi aşan seviyede bulunmaktadır. Bu da gösteriyor ki pestisitlerin kullanımında oldukça dikkatli davranılmalıdır. Kullanımı yasaklansa dahi pestisitler çevrede uzun süre kalmakta ve giderimi çok zor olmaktadır.

Fenprotratin, akarisitlere karşı üretilen bazı tarım ilaçlarının ana etken maddesi olarak farklı konsantrasyonlarda kullanılır. Bu etken madde ile geliştirilen formülasyonlarla, elmada akdiken akarı, avrupa kırmızı örümceği, elma iç kurdu, şeker pancarında pancar pireleri, patatesten patates böceği, pamukta beyaz sinek ve kırmızı örümceklerle mücadelede kullanılır (FAO 1993). 30.06.2010 tarihinde ithalat ve imalatı sonlandırılmıştır. 31.08.2011 tarihinden sonra kullanımı yasaklanmıştır. Ancak yapılan ölçümlerde tespit edilmiş ve ÇKS değerlerinin çok üstünde olmamakla birlikte izin verilen değeri aştığı görülmüştür. Daha çok toprakta ve bitkiler üzerinde kalıcılık göstermektedir. Yasaklanmasının ardından 8 yıl geçmesine rağmen bu pestisit düşük düzeyde tespit edilmesinin bölgedeki elma bahçelerinde, pancar ve patates tarlalarında izinsiz kullanılmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Pestisitler, çevredeki durumunu tahmin etmek için kullanılacak pestisit en önemli özelliklerinden bazıları yarı ömür, toprak adsorpsiyon (emme) katsayısı, oktanol/su ayrıştırma katsayısı, suda çözünürlük, Henry katsayısı ve buhar basıncıdır (Zacharia 2011). Henry katsayısının çevresel önemi, yüksek Henry katsayısına sahip bir pestisit sudan havaya uçabilir ve geniş bir alana yayılabilir. Düşük Henry katsayısına sahip bir pestisit, su içinde kalmaya meyillidir ve toprağa, sedimentte adsorbe edilebilir. Henry katsayısı ne kadar yüksek olursa, bir pestisit nemli topraktan uçuşması olasılığı o kadar yüksektir. Ayrıca Henry katsayısı bir kimyasal maddenin uçuculuğunun hesaplanmasında kullanılmaktadır (Zacharia 2011). Tespit edilen pestisitlerin çevresel

durumlarını değerlendirmek için gerekli olan suda çözünürlük, Henry Katsayısı ve log K_{ow} değerleri Tablo 3.7'de gösterilmiştir. Uçuculuk, buhar basıncı ve toprak adsorbsiyon oranları ise Tablo 3.8'de sunulmaktadır.

Yarı ömür bir pestisit konsantrasyonunun yarıya düşmesi için gerekli süreyi belirtir. Yarı ömrün kısa olması çabuk bozunabilir bir pestisit olduğunu gösterir. Biyokonsantrasyon factorü (BCF), organik maddelerin biyolojik canlı bünyesinde biriken miktarıdır. Sudaki kimyasalların canlılarda birikme potansiyelini temsil eder. Genellikle K_{ow} değeri kullanılarak hesaplanır. Genel olarak, yüksek bir K_{ow} değeri düşük su çözünürlüğüne ve yüksek bir BCF'ye karşılık gelir (Jinde 1994). Biyoakümülyasyonla arasındaki fark BCF'de kimyasalın yalnızca sudan organizmaya geçtiği durum hesap edilir. Kimyasalın düşük $K_{ow}(<4)$ değerine sahip olması hidrofobik olduğu ve biyolojik birikme eğiliminin olmadığını göstermektedir. Ayrıca K_{ow} değerleri arttıkça BCF değerlerinin de arttığı görülmüştür (de Wolf ve ark. 1992). Bifentrin, cyfluthrin, sipermetrin, l-sihalotrin ve permetrin, fiziksel ağırlık <1.000 g/mL ve log-normalize oktanol-su bölme katsayıları ($\log K_{ow}$) > 3.0 L/kg da dâhil olmak üzere benzer fiziksel-kimyasal özelliklere sahiptir. Beş bileşiğin tamamı biyolojik olarak birikme potansiyeline sahiptir (Fojut ve ark. 2012).

Oktanöl/su ayrıştırma katsayısı (K_{ow}), yağ ve su fazları bulunan bir ortamda, yağ fazını temsili olarak oktanöl kullanılan, maddenin hangi fazı daha çok seçeceğini gösteren bir parametredir. K_{ow} , çeşitli çevresel bölmelerdeki (su, toprak, hava, biyota, vb.) bir maddenin dağılımını tahmin etmek için çok önemli bir parametredir. Yüksek K_{ow} değerine sahip olan maddeler, suya karşı az birleşme eğilimine sahip oldukları için topraklarda veya tortulardaki organik maddelere daha kolay adsorbe olma eğilimindedirler (de Wolf ve ark. 1992). K_{ow} değeri sayesinde hidrofilik veya hidrofobik özellik gösteren pestisitler, hidrofobik yapıya sahip ise toprak yüzeyine yüksek oranda adsorplanır. Adsorplanma pestisit miktarını değiştirmez. Pestisit K_{ow} değeri yüksekse hidrofobik düşükse hidrofilik yapıda olduğunu göstermektedir. Hidrofobik olduğunda, organik moleküllere kolayca bağlanabileceğini gösterir. Hidrofilik yapıda olan pestisitler ise suda bulunma eğilimi göstermekte ve buharlaşma, hidroliz yoluyla azalma ve taşınmaya uğramaktadır (Zacharia 2011).

Tablo 3.7. Tespit Edilen Pestisitlerin log K_{OW}, Henry Katsayısı, Suda Çözünürlük Değerleri (EPA 2013)

Madde Adı	CAS No	log KOW (experimental)	log KOW (kowwin)	Henry Kanunu Katsayısı	Suda Çözünürlük
				atm ³ /mol 25°C	mg/L 25°C
Asetaklor	34256-82-1	3.03	3.37	2.099E-07	47.36
Asetamiprid	135410-20-7	-	2.55	6.920E-08	222.6
Aklonifen	74070-46-5	4.04	3.88	1.670E-08	6.946
Alaklor	15972-60-8	3.52	3.37	8.320E-09	240
Bentazon	25057-89-0	2.34	1.67	2.180E-09	500
Bifenoks	42576-02-3	4.48	4.15	1.080E-07	0.398
Boskalid	188425-85-6	2.96	4	4.250E-12	20.19
Bromoksinil	1689-84-5	-	3.39	1.320E-10	43.87
4,4'-DDE;	72-55-9	6.51	6	4.160E-05	0.04
DDT (toplam)	50-29-3	6.91	6.79	8.320E-06	0.0055
Diklorvos	62-73-7	1.43	0.6	5.740E-07	2044
DNOK	534-52-1	2.13	2.27	1.400E-06	198
Fenbutatin Oksit	13356-08-6	-	14.65	2.800E-02	0.0127
Feneksamid	126833-17-8	3.51	3.72	8.510E-13	114.72
Fenpropatrin	39515-41-8	5.7	5.62	7.640E-06	0.33
Fluopiram	658066-35-4	-	4.78	3.820E-11	0.61128
Fluoksipir	69377-81-7	2.2	1.17	1.720E-11	73
Fosetil al	39148-24-8	-2.4	-3.92	1.449E-15	111000
HCH gamma_Lindane	58-89-9	4.14	4.26	5.140E-06	6.5846
Imazapir	81334-34-1	0.22	1.57	7.080E-17	650.3
Imidakloprid	138261-41-3	0.57	0.56	1.650E-15	7172
İmidazolidin-2-tiyon	96-45-7	-0.66	-0.49	3.360E-07	20000
Karbendazim	10605-21-7	1.52	1.55	2.120E-11	2441
Kloridazon	1698-60-8	1.14	0.76	3.330E-10	3585
Lenasil	96639	-	3.09	7.710E-11	66.64
Mepikuat klorit	24307-26-4	-2.82	-2.82	4.310E-12	1.E+06
Metamidofos	10265-92-6	-0.8	-0.93	8.680E-10	399400
Metoksifenozid	161050-58-4	3.7	3.48	3.840E-12	3.312
Metolaklor	51218-45-2	3.13	3.24	9.000E-09	488
Molinat	2212-67-1	3.21	2.91	4.100E-06	91.97
Ometoat	1113-02-6	-0.74	-0.79	4.560E-14	160200
Okzadiksil	77732-09-3	0.8	1.4	2.670E-12	3400
Propazin	139-40-2	2.93	3.24	4.600E-09	8.6
Piperonil butoksit	51-03-6	4.29	4.75	2.450E-09	14.3
Profam	122-42-9	2.66	2.6	1.840E-07	179
Propikonazol	60207-90-1	3.72	4.13	1.720E-09	110
Propizamid	23950-58-5	3.43	3.57	9.770E-09	40.733
Pirimetanil	53112-28-0	2.84	3.19	3.580E-08	165.8
Siklanilid	113136-77-9	-	1.8	7.310E-10	37
Siprodinil	121552-61-2	3.99	4	8.390E-08	13
Siromazin	66215-27-8	-	0.96	5.650E-14	13000
Sülfametoksazol	723-46-6	0.89	0.48	9.560E-13	610
Terbutrin	886-50-0	3.74	3.77	2.150E-08	25
Tetracycline	60-54-8	-1.3	-1.33	4.660E-24	231
Tidiazuron	51707-55-2		2.1	3.590E-13	20
Tribenuron-metil	101200-48-0	-	2.55	1.020E-13	50
Triflumuron	64628-44-0	4.91	4.24	5.660E-09	0.025
Tebukonazol	107534-96-3	3.7	3.89	1.450E-10	36

Toprak adsorpsiyon katsayısı (K_{oc}), organik bileşiklerin toprak adsorpsiyon katsayısıdır. K_{oc}, "topraktaki organik karbon birim ağırlığı başına; toprakta adsorbe edilen kimyasal madde miktarının suda çözünen kimyasal konsantrasyona oranı" olarak tanımlanabilir. Birimi L/kg veya mL/g olarak ifade edilebilir. Toprağın organik madde içeriğine, kimyasalın polaritesine ve toprak pH'sına bağlıdır (Zacharia 2011). Gebler ve Spadotto

(2004) Toprak Adsorpsiyon katsayısı (K_{oc}) >5000 olduğunda çok güçlü toprakta tutunma, K_{oc} 600-4900 arasında güçlü toprakta tutunma, K_{oc} 100-599 arasında orta güçte toprakta tutunma ve K_{oc} 0.5-99 arasında zayıf toprakta tutunma gösterildiğini belirlemiştir.

Tablo 3.8. Tespit Edilen Pestisitlerin Buhar Basıncı, Uçuculuk ve Toprak Adsorpsiyon Değerleri (EPA 2013)

Madde Adı	CAS No	Buhar Basıncı (Pa 25°C)	Uçuculuk		Toprak Adsorpsiyonu K_{oc} (L/kg)
			Nehir Modeli Yarılanma Ömrü (gün)	Göl Modeli Yarılanma Ömrü (gün)	
Asetaklor	34256-82-1	0.00374		1.961E+04	2.46
Asetamiprid	135410-20-7	0.00581	526.1	5.745E+03	2.70
Aklonifen	74070-46-5	1.60E-005	2377	2.593E+04	3.39
Alaklor	15972-60-8	0.00273	4816	5.254E+04	2.49
Bentazon	25057-89-0	3.41E-005	17350	1.892E+05	2.11
Bifenoks	42576-02-3	1.33E-005	417.9	4.565E+03	3.57
Boskalid	188425-85-6	9.19E-009	1.063E+07	1.160E+08	2.49
Bromoksinil	1689-84-5	6.29E-006	3.075E+05	3.355E+06	2.52
4,4'-DDE	72-55-9	0.0008	1.122	1.847E+01	5.07
DDT (toplam)	50-29-3	2.13E-005	5.601	6.768E+01	5.23
Diklorvos	62-73-7	2.11	63.24	6.951E+02	1.73
DNOK	534-52-1	0.016	24.59	2.731E+02	2.88
Fenbutatin Oksit	13356-08-6	2.40E-009	0.14	1.288E+01	10.00
Feneksamid	126833-17-8	2.62E-007	4.983E+07	5.436E+08	3.61
Fenpropatrin	39515-41-8	0.000731	6.048	7.251E+01	4.35
Fluopiram	658066-35-4	4.16E-006	1272000	1.388E+07	4.73
Fluroksipir	69377-81-7	5.00E-005	2265000	2.471E+07	1.58
Fosetil al	39148-24-8	2.72E-007	3.168E+10	3.456E+11	3.81
HCH gamma_Lindane	58-89-9	0.00469	8.166	9.505E+01	3.45
Imazapir	81334-34-1	1.2E-008	5.57E+11	6.076E+12	2.04
Imidakloprid	138261-41-3	0.000225	2.364E+10	2.579E+11	2.99
İmidazolidin-2-tiyon	96-45-7	0.00027	73.42	8.045E+02	1.11
Karbendazim	10605-21-7	1.00E-007	1591000	1.736E+07	2.58
Kloridazon; pirazon	1698-60-8	6.00E-005	109100	1.190E+06	2.59
Lenasil	96639	2.00E-007	484300	5.284E+06	2.11
Mepikuat klorit	24307-26-4	4.95E-005	6.925E+06	7.554E+07	1.82
Metamidofos	10265-92-6	0.00471	33390	3.642E+05	0.73
Metoksifenozid	161050-58-4	4.67E-009	1.219E+07	1.330E+08	3.04
Metolaklor	51218-45-2	0.00419	4.566E+03	4.982E+04	2.69
Molinat	2212-67-1	0.747	8.201	9.425E+01	2.26
Ometoat	1113-02-6	0.00331	7.811E+08	8.521E+09	1.00
Okzadiksil	77732-09-3	3.31E-006	1.524E+07	1.663E+08	1.99
Propazin	139-40-2	1.75E-005	8038	8.769E+04	2.54
Piperonil butoksit	51-03-6	0.000696	18320	1.998E+05	2.80
Profam	122-42-9	0.0187	177.5	1.942E+03	2.34
Propikonazol	60207-90-1	5.60E-005	26240	2.862E+05	3.19
Propizamid	23950-58-5	5.80E-005	3996	4.360E+04	2.61
Pirimetanil	53112-28-0	2.20E-003	962	1.050E+04	2.73
Siklanilid	113136-77-9	1.21E-006	55250	6.028E+05	1.59
Siprodinil	121552-61-2	4.91E-004	436.5	4.767E+03	3.29
Siromazin	66215-27-8	4.48E-007	5.566E+08	6.072E+09	1.46
Sülfametoksazol	723-46-6	1.74E-005	4.061E+07	4.430E+08	2.41
Terbutrin	886-50-0	0.000225	1.763E+03	1.924E+04	2.78
Tetracycline	60-54-8	2.77E-019	1.104E+19	1.204E+20	1.64
Tidiazuron	51707-55-2	3.07E-009	2.609E+09	2.847E+10	2.25
Tribenuron-metil	101200-48-0	5.20E-008	4.756E+08	5.188E+09	1.98
Triflumuron	64628-44-0	4.00E-008	8163	8.906E+04	2.65
Tebukonazol	107534-96-3	1.71E-006	2.952E+05	3.220E+06	3.19

Çevre Kalite Standartlarını aşan pestisitler hakkında bilgiler aşağıda sunulmaktadır.

Bifenoks log K_{oc} değeri 3.57 olduğu için toprakta kalıcılık özelliği vardır. log K_{ow} değeri 4.48 olduğu için de kalıcılık özelliği oldukça yüksektir. Bu durum da kimyasalın taşınabilirliğinin fazla olmadığını, kalıcılık oranının yüksek olduğunu ifade etmektedir. Kimyasalın BCF değeri 419.7 L/kg-ıslak ağırlık ve log BCF 2.623'dür. Biyolojik birikme eğilimi göstermektedir. Diklorvosun log K_{oc} değeri 1.73 olduğu için toprakta kalıcılık özelliği çok önemli seviyede değildir. log K_{ow} değeri 1.43 olduğu için kalıcılık özelliği de oldukça düşüktür. Ayrıca toprakta 75 gün suda 37.5 gün yarılanma ömrüne sahiptir. Bu durum da kimyasalın taşınabilirliğinin fazla olduğunu ifade etmektedir. Kimyasalın BCF değeri 0.6104 L/kg-ıslak ağırlık ve log BCF -0.214'dür. Biyolojik birikme eğiliminin olmadığını göstermektedir. Fenpropatrin log K_{oc} değeri 4.35 olduğu için toprakta kalıcılık özelliği vardır. log K_{ow} değeri 5.7 olduğu için de kalıcılık özelliği oldukça yüksektir. Bu durum da kimyasalın taşınabilirliğinin fazla olmadığını, kalıcılık oranının yüksek olduğunu ifade etmektedir. Kimyasalın BCF değeri 232.6 L/kg-ıslak ağırlık ve log BCF 2.367'dir. Düşük miktarda biyolojik birikme eğilimi göstermektedir. Bifenoks ve Fenpropatrinin kalıcılık ve biyolojik birikme özelliklerinin yüksek olması bu pestisitlerin suda tespitinin bir nedeni olabilir. Bu özellikler Fenpropatrinin uzun süre önce yasaklanmış olmasına rağmen suda hala tespit edilebilir durumda olmasını açıklayabilir. Buna karşılık kalıcılık ve biyolojik birikme özellikleri yüksek olmayan ve yasaklanmış olan Diklorvos'un hala suda mevcut olması log K_{oc} , log K_{ow} ve BCF değerleriyle açıklanamamaktadır.

Çözünürlük diğer önemli bir parametredir. 1 ppm veya daha az çözünürlükler toprak yüzeyinde kalma eğiliminde olmakta ve sızmamaktadır. 30 ppm'den büyük çözünürlüklerde ise çevresel etkenlere bağlı olarak büyük ihtimalle kirleticiler yeraltına sızacaktır. 30 ppm'den daha büyük suda çözünürlük, 300-500 L/kg'dan düşük toprak adsorpsiyonu (K_{oc}) veya 21 günden daha uzun yarı ömüre sahip pestisitlerde toprak tipine bakılmaksızın, sızma veya yüzeysel akışla taşınma olasılığı oldukça yüksektir (Cook ve ark. 1993). Bir maddenin buhar basıncı, ne kadar kolay buharlaşabileceğini ve gaz haline (buhar) dönüşebileceğinin bir ölçüsüdür. Pestisit yüksek buhar basıncına sahip olması uygulanan alan dışına kayma olasılığını artırır. Düşük buhar basıncı olan bir pestisit havaya geçmez, bu nedenle suda çözünürlüğü yüksekse, suda birikme potansiyeline sahiptir. Suda çözünürlüğü düşükse pestisit toprakta veya uygulanan

bölgedeki canlılarda birikebilir. Silva ve Fay (2004) yaptıkları çalışmada uçucu olma kuvvetini buhar basıncına göre derecelendirmişlerdir. Buna göre Log Buhar Basıncı değeri -3 ise Çok Yüksek Uçucu, -4 ile -3 arasında Yüksek Uçucu, -5 ile -4 arasında Orta Uçucu, -6 ile -5 arasında Düşük Uçucu, -7 ile -6 arasında Çok Düşük Uçucu ve -7 ise Aşırı Düşük Uçucu özellik gösterdiğini belirlemişlerdir.

Bifenoksun suda çözünürlüğü düşük (0.398 mg/L), toprakta tutunması güçlü bir pestisitdir. 1×10^{-7} (mm Hg 25°C) buhar basıncına sahiptir ve log buhar basıncı -7'dir. Çok düşük buhar basıncına sahip olduğundan uçuculuğu çok düşüktür ve uçucu özellik göstermez. Bifenoks daha çok toprak ve yüzeyde tutunma eğilimindedir. Diklorvosun suda çözünürlüğü yüksek (2044 mg/L), toprakta tutunması çok zayıftır. Tutunma gücü düşük olduğu için yüzeysel akışla taşınma potansiyeline sahiptir. 1.58×10^{-2} (mm Hg 25°C) buhar basıncına sahiptir, log buhar basıncı -1.80'dir. Diklorvos yüksek buhar basıncı ve sudaki yüksek çözünürlüğünden dolayı çok yüksek uçuculuğa sahiptir. Suda taşınmaya ve su buharıyla uçmaya meyillidir. Fenpropatrinin suda çözünürlüğü düşük (0.33 mg/L) ve toprakta tutunması çok güçlüdür. 5.481×10^{-6} (mm Hg 25°C) buhar basıncına sahiptir ve log buhar basıncı -5.26'dir. Düşük buhar basıncına sahip olduğundan uçuculuğu düşüktür ve uçucu özellik göstermez. Yüzeyde tutunma ve toprakta adsorplanmaya eğilimli olup toprakta uzun süre kalabilir.

EPA'nın veri kaynaklarını kullanarak çalışan EPI Suite programı kullanılarak tespit edilen pestisitler için biyolojik olarak bozunma süreleri ve atıksu arıtma tesisinde arıtıma girmesi durumunda ne kadar verimle bir giderim olacağı gösteren Tablo 3.9 oluşturulmuştur (EPA 2013). Tespit edilen pestisitlerden ÇKS değerlerini yalnızca 3 pestisit aşıyor olsa da ilerde yapılacak çalışmalarda kullanılacak ve yönetim planlarında dikkate alınması gereken bu değerler pestisitlerin çevresel kaderi hakkında bilgiler vermektedir. Biyolojik bozunma süresi uzun olan bir pestisit daha kalıcı ve çevre için daha zararlı olabilmektedir. Atıksu arıtma tesisinde giderimi sağlanan pestisitler ancak dörtte bir oranında kalmıştır. Pestisitlerin büyük bir çoğunluğunun arıtma tesisleriyle arıtımı çok düşük ve mümkün olmamaktadır. Kullanılan pestisitlerin çevreye zararının azaltılması için biyolojik olarak çabuk bozunur ve yaygın olmasada biyopestisitlerin tercih edilmesi gerekmektedir.

Tablo 3.9. Tespit Edilen Pestisitlerin Atıksu Arıtma Tesisi Giderimi ve Biyolojik Bozunma Değerleri(EPA 2013)

Madde Adı	Atıksu Arıtma Tesisi Giderimi			Biyolojik Bozunma	
	Toplam Giderim(%)	Toplam Biyobozunma(%)	Çamur Adsorpsiyonu(%)	Birincil Bozunma(hafta)	Nihai Bozunma (ay)
Asetaklor	14.98	9.46	5.52	3.4165	2.2172
Asetamiprid	25.15	22.47	2.67	3.3424	2.2863
Aklonifen	49.04	20.87	28.18	3.1658	2.067
Alaklor	25.78	13.36	12.42	3.4165	2.2172
Bentazon	23.96	21.75	2.21	3.5011	2.6682
Bifenoks	72.24	26.35	45.89	3.2211	1.9424
Boskalid	14.11	9.14	4.97	3.2086	1.7591
Bromoksinil	40.04	31.15	8.9	3.1157	2.2892
4,4'-DDE	93.45	0.78	92.66	2.857	kalıcı 1.7368
DDT (toplam)	93.8	0.78	93.02	2.4818	kalıcı 1.1961
Diklorvos	22.24	20.68	1.54	3.7931	2.5182
DNOK	23.26	21.28	1.92	3.3163	2.4037
Fenbutatin Oksit	94.04	0.78	93.26	kalıcı 1.4201	kalıcı -0.3383
Feneksamid	25.46	13.25	12.21	3.1727	1.9082
Fenpropatrin	96.82	25.92	70.9	3.2825	2.0244
Fluopiram	69.53	0.62	68.91	2.6794	kalıcı 0.7467
Fluroksipir	9.74	7.5	2.25	3.4981	1.7728
Fosetil al	21.97	20.53	1.44	3.3368	2.4166
HCH gamma_Lindane	36.98	0.37	36.43	2.8245	1.5174
Imazapir	8.79	7.13	1.65	3.5118	2.2291
İmidakloprid	8.8	7.14	1.66	3.2948	2.2134
İmidazolidin-2-tiyon	92.06	91.72	0.33	3.9058	2.9192
Karbendazim	22.28	20.72	1.56	3.7655	2.73
Kloridazon; pirazon	22.1	20.61	1.49	3.4755	2.5826
Lenasil	32.07	26.61	5.46	3.5097	2.6814
Mepikuat klorit	75.06	74.44	0.62	3.6318	2.8684
Metamidofos	75.06	74.44	0.62	3.6441	2.8873
Metoksifenozyd	32.45	15.65	16.8	3.0342	1.8901
Metolaklor	13.45	8.89	4.56	3.3963	2.1862
Molinat	34.93	28.16	6.61	3.7711	2.7385
Ometoat	75.06	74.44	0.62	4.2109	2.8276
Okzadiksil	22.03	20.57	1.47	3.2994	2.4258
Propazin	13.77	9.01	4.76	3.0767	1.9692
Piperonil butoksit	91.93	45.39	46.54	3.685	2.5325
Profam	78.01	76.41	1.6	3.7877	2.7784
Propikonazol	33.29	15.94	17.36	2.8504	1.8002
Propizamid	23.05	12.4	10.65	3.1995	1.9536
Pirimetanil	27.95	24.17	3.78	3.3197	2.4962
Siklanilid	22.55	20.89	1.67	3.7126	2.4906
Siprodinil	66.47	43.54	22.93	3.2821	2.4387
Siromazin	8.83	7.15	1.68	3.2253	2.1812
Sülfametoksazol	22.05	20.57	1.47	3.3054	2.4297
Terbutrin	34.16	16.22	17.93	3.0718	1.9379
Tetracycline	8.78	7.13	1.65	3.0712	1.8151
Tidiazuron	22.52	20.86	1.65	3.5349	2.7345
Tribenuron-metil	49.24	47.1	2.14	3.4573	2.0868
Triflumuron	74.65	0.66	73.99	2.9676	1.6288
Tebukonazol	32.45	15.65	16.8	2.8629	1.8132

Fugacity modeli Mackay ve ark. (1991) tarafından bir kimyasalın çevredeki durumunun ve etkileşiminin değerlendirildiği matematiksel formüllerle bağlantıları açıklanan hesaplamalar bütünü temsil eder. Kimyasalın fiziksel, kimyasal özelliklerini ve reaksiyon yarı ömürlerini kullanır. Bir kimyasal maddenin su, toprak ve sedimentte

kütlesinin yarısının bozulması için geçen süre olan yarılanma ömrü, BIOWIN nihai biyolojik bozunma modeli kullanılarak belirlenir (Boethling et al. 1994). Tablo 3.10'da verilen kimyasalın ortamlar (hava, su, toprak, sediment) arası dağılımını, ortamda kalma oranını ve süresini (yarılanma ömrü), dayanıklılık süresini hesaplar. EPI Suite'teki Fugacity modeli, Mackay ve ark. (1992) yaptıkları çalışmaya benzer parametreler kullanır. Model ortamı hava, su, toprak ve sediment olmak üzere 4 ana bölümden oluşur. Kimyasalın 25 °C'lik sabit bir sıcaklıkta ortamlar arasında buharlaşma, yayılma, biriktirme ve akış ile kütle transferi modellenmiştir.

Bifenoks yüksek K_{oc} değeriyle bağdaşan kütlece %87.3 oranında toprakta tutunmaktadır. Su fazını pek sevmeyen yüksek K_{ow} değerinin göstergesi olan kütlece %9.76 suda çözünürlüğe sahiptir. %2.61 sediment, %0.358 oranında havada tutunmaktadır. Bifenoksun herhangi bir bozunuma uğramadan geçirdiği süre(dayanıklılık süresi) 104 gündür. Yarılanma ömrü bozunmanın en zor gerçekleştiği sedimentte yaklaşık 542 gün, toprakta 120 gün, suda 60 gün ve havada 10 gündür.

Diklorvos kütlece %71.4 oranında toprakta tutunmaktadır. Su fazını seven düşük K_{ow} değeri ve yüksek suda çözünürlüğünün göstergesi olan kütlece %27.5 suda bulunma oranına sahiptir. Pestisitler genellikle bitkiler ve toprak üzerinde kalması için üretildiğinden bu değer oldukça yüksektir. Suyu seven yapıya sahip olması nedeniyle sulu fazdan çökmekte su içerisinde tutunmaktadır. Bu nedenle %0.123 oranında oldukça düşük düzeyde sedimentte, %0.963 oranında havada tutunmaktadır. Diklorvosun herhangi bir bozunuma uğramadan geçirdiği süre (dayanıklılık süresi) 38 gündür. Yarılanma ömrü, suyu seven yapısı ve düşük toprakta tutunma gücü nedeniyle bifenoks ve fenpropratrine göre daha düşüktür. Yarılanma ömrü sedimentte yaklaşık 338 gün, toprakta 75 gün, suda 38 gün ve havada yaklaşık 1 gündür.

Fenpropratriin çok yüksek K_{oc} değeri nedeniyle toplamda %90'ı katı fazda tutunmaktadır. Kütlece %73 oranında toprakta ve %16.6 sedimentte tutunmaktadır. Su fazını pek sevmeyen yüksek K_{ow} değerinin göstergesi olan kütlece %10.2 suda çözünürlüğe sahiptir. Ayrıca uygulama esnasında oluşan gözardı edilebilecek kütlece %0.281 oranında havada tutunmaya sahiptir. Fenpropratriinin herhangi bir bozunuma uğramadan geçirdiği süre(dayanıklılık süresi) 83 gündür. Yarılanma ömrü bozunmanın en zor gerçekleştiği sedimentte yaklaşık 542 gün, toprakta 120 gün, suda 60 gün ve havada

14.4 saattir. Özellikle yüksek sedimentte tutunma oranı nedeniyle sediment ve toprakta eş zamanlı izlenmesi gereken bir pestisitir.

Tablo 3.10. Tespit Edilen Pestisitlerin Level III Fugacity Modeline Göre Kütlece Tutunma Oranları, Yarılanma ve Dayanıklılık Ömrü Değerleri (EPA 2013)

Madde Adı	Kütlece Yüzde (%)				Yarılanma Ömrü (saat)				Dayanıklılık Süresi (saat)
	Hava	Su	Toprak	Sediment	Hava	Su	Toprak	Sediment	
Asetaklor	6.67E-02	14	85.8	0.253	0.22	60.00	120.00	541.67	1970
Asetamiprid	1.16E-01	18	81.6	0.495	0.14	37.50	75.00	337.50	1140
Aklonifen	6.69E-02	9.5	88.8	1.64	0.84	60.00	120.00	541.67	2590
Alaklor	3.44E-02	13	87.2	0.238	0.24	60.00	120.00	541.67	2270
Bentazon	2.63E-02	36	64.2	0.0853	0.17	37.50	75.00	337.50	1080
Bifenoks	3.58E-01	9.8	87.3	2.61	10.21	60.00	120.00	541.67	2490
Boskalid	2.81E-03	8	86.3	5.72	1.18	60.00	120.00	541.67	3020
Bromoksinil	1.07E-03	13	86.5	0.245	50.83	37.50	75.00	337.50	1760
4,4'-DDE	1.37E-01	2.8	65	32.1	0.88	180.00	360.00	1620.83	6400
DDT (toplam)	2.35E-01	2.8	60	36.9	3.11	180.00	360.00	1620.83	7130
Diklorvos	9.63E-01	28	71.4	0.123	1.13	37.50	75.00	337.50	906
DNOK	1.84E+00	16	81.1	0.684	35.33	37.50	75.00	337.50	1250
Fenbutatin ksit	4.22E-03	6.4	93.3	0.369	0.02	180.00	360.00	1620.83	4520
Fenksamid	4.85E-05	8.5	89	2.55	0.61	60.00	120.00	541.67	2930
Fenpropatrin	2.81E-01	10	73	16.6	0.60	60.00	120.00	541.67	1990
Fluopiram	1.06E-04	3.2	87.2	9.56	1.73	180.00	360.00	1620.83	8990
Fluroksipir	1.98E-04	35	64.5	0.0891	0.27	60.00	120.00	541.67	1470
Fosetil al	1.07E-06	11	85.4	4	0.18	37.50	75.00	337.50	1920
HCH gamma Lindane	6.81E-01	6.6	90.9	1.82	76.25	180.00	360.00	1620.83	4530
Imazapir	3.94E-08	16	84.4	0.117	0.73	60.00	120.00	541.67	2310
Imidaklopid	8.25E-09	9.5	90	0.592	0.07	60.00	120.00	541.67	2800
İmidazolidin-2-tiyon	2.29E-01	38	61.4	0.0908	0.08	15.00	30.00	135.00	385
Karbendazim	1.69E-03	13	86.6	0.281	0.05	37.50	75.00	337.50	1740
Kloridazon; pirazon	2.93E-03	13	86.7	0.281	0.26	37.50	75.00	337.50	1760
Lenasil	3.13E-02	18	81.7	0.146	0.09	37.50	75.00	337.50	1360
Mepikuat klorit	9.69E-05	21	79.2	0.094	0.38	15.00	30.00	135.00	731
Metamidofos	1.88E-02	34	66.2	0.0693	0.32	15.00	30.00	135.00	609
Metoksifenozyd	4.28E-03	9.5	89.8	0.672	0.27	60.00	120.00	541.67	2760
Metolaklor	3.37E-02	12	87.9	0.353	0.19	60.00	120.00	541.67	2270
Molinat	3.90E-01	22	77.7	0.235	0.35	37.50	75.00	337.50	954
Ometoat	9.75E-07	31	69.4	0.0688	0.41	15.00	30.00	135.00	640
Okzadiksil	2.68E-05	17	82.5	0.114	0.30	37.50	0.08	337.50	1600
Propazin	2.14E-02	12	88	0.245	0.29	60.00	120.00	541.67	2450
Piperonil butoksit	1.59E-02	13	86.3	0.462	0.10	37.50	75.00	337.50	1630
Profam	4.24E-01	25	74.1	0.257	0.20	15.00	30.00	135.00	478
Propikonazol	8.06E-03	9.2	89.8	0.968	0.46	60.00	120.00	541.67	2780
Propizamid	4.63E-02	11	88.4	0.279	0.80	60.00	120.00	541.67	2490
Pirimetanil	4.84E-02	18	81.5	0.534	0.05	37.50	75.00	337.50	1110
Siklanilid	2.35E-02	24	76.3	0.0883	5.79	37.50	75.00	337.50	1400
Siprodinil	5.19E-02	17	80.8	1.9	0.05	37.50	75.00	4.17	1110
Siromazin	4.64E-07	27	73.3	0.0889	8.46	60.00	120.00	541.67	1750
Sülfametoksazol	9.31E-06	14	86	0.203	0.05	37.50	75.00	337.50	1740
Terbutrin	8.81E-02	11	88.6	0.411	1.00	60.00	120.00	541.67	2440
Tetracycline	1.47E-05	23	77.4	0.0923	0.04	60.00	120.00	541.67	1930
Tidiazuron	6.34E-06	20	79.7	0.0969	0.18	37.50	75.00	337.50	1510
Tribenuron-metil	1.38E-04	17	83.4	0.111	3.62	60.00	120.00	541.67	2250
Triflumuron	5.25E-02	8.6	91.1	0.266	0.28	180.00	360.00	1620.83	4300
Tebukonazol	1.28E-03	9.1	90	0.942	0.93	60.00	120.00	541.67	2840

Çalışmamızda bu modeli ve sonuçlarını incelememiz pestisitlerin doğada hangi ortamda yaklaşık ne kadar süre kalacağını yorumunu yapmamıza yardımcı olmuştur. Tablo 3,10'da gösterilen pestisitlerin kütleye yüzde kaçının hava, su, toprak ve sedimentte kaldığını bilmek kirliliklerin tespiti ve önlenmesinin de oldukça yol göstericidir. Pestisitlerin suda tespit edilemezken toprak veya sedimentte oldukça yüksek konsantrasyonlarda bulunması yapısına ve çevre şartlarına göre değişmekle birlikte mümkündür. Pestisitlerin tespiti yapılırken tek bir ortamdan numune alarak takip edilmesi kısıtlı sonuçlar sağlamaktadır. Tam ve eksiksiz bir izleme için örneklerin özellikle toprak, su ve sediment ortamında eş zamanlı takip edilmesi ve çevredeki durumunun belirlenmesi gerekmektedir. Hava ortamında pestisitlerin davranışını gözlemlemek adına uygulama zamanlarında, su kaynaklarında tespitinin kolaylaştırmak için yağış ve sulama sonrası örnekler alınması pestisit takibi için oldukça önemlidir.

Pestisitler kimyasal yapısına bağlı olarak ortamlar arası farklı yarılanma ömrüne sahip olmaktadır. Bu yarılanma ömrünün yüksek olduğu ortamda pestisitler daha kalıcı olmaktadır. Pestisitlerin bozulmaksızın ortamda kaldığı süre dayanıklılık süresi ile açıklanmaktadır. Pestisitlerin kullanım yeri ve amacına, kimyasal yapısına göre dayanıklılık süresi değişmektedir.

4. BÖLÜM

TARTIŞMA-SONUÇ VE ÖNERİLER

Pestisitler tarım sektöründe zararlıların kontrolü için kullanılan kimyasallardır. Bu kimyasallar yağışlar ve sulama sırasında yüzeyde ve toprakta taşınmakta hem yüzey sularının hem de yeraltı sularının kirlenmesine neden olmaktadır. Bu maddeler çok düşük konsantrasyonlarda dahi önemli çevresel etkilere neden olabilecek yapıdadır. Ülkemiz Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği'nde pek çok pestisit öncelikli kirletici olarak sınıflandırılmış ve bu maddeler için Çevre Kalite Standart değerleri (ÇKS) belirlenmiştir. Aynı yönetmelikle ülkemizdeki bütün suların bu maddeler açısından izlenmesi ve durumunun belirlenmesini gerektirmektedir.

Bu çalışmada Sultan Sazlığı'nda su kalitesinin özellikle pestisit düzeylerini de dikkate alarak tespiti amaçlanmıştır. Tarımsal faaliyetlerin yaygın olarak yürütüldüğü Develi Ovası ve Sultan Sazlığı çevresinde pestisit miktarları ve kirliliğin izlenmesiyle alakalı çalışma bulunmamaktadır. Pestisit miktarlarının izlenmesi ve pestisit kirliliğinin belirlenmesi bu nedenle önemli bir ihtiyaçtır. Tarımsal kaynaklı kirleticilerin taşınımının Sultan Sazlığı su kalitesinde meydana getireceği değişimlerin doğru ve hızlı bir biçimde belirlenmesi besin maddesi (gübre), tarım ilacı yönetim planlarının geliştirilmesinde önemli bir aşamadır. Bu konuda ülkemizde yapılan çalışmalar oldukça sınırlıdır.

Bu çalışmada su kalite analizleri ve pestisitlerin izlenmesi için eş zamanlı alınan su örneklerinde 149 adet pestisit, 2018 Ağustos ve Kasım aylarında, 2019 Şubat ve Mayıs aylarında olmak üzere 4 defa analiz edilmiştir. Yürütülen analizler sonucu 48 adet farklı pestisit tespit edilmiştir. Bunların 21'i herbisit, 16'sı insektisit, 10'u fungusit ve bir tanesi akarisit sınıfındadır. Ayrıca suda iki ağır kesici ve bir antibiyotik aktif maddesi olduğu belirlenmiştir. Antibiyotik ve ağır kesici aktif maddelerin tespit edilmesi bölgedeki hayvancılık ve kullanılan veteriner ilaçlarıyla ilişkilendirilmiştir Suda

bulunan pestisitlerden 12 tanesinin kullanımı yasaklanmıştır. Asetaklor, alaklor, diklorvos, dnok, fenpropatrin, imazapir, karbendazim, metolaklor, ometoat, okzadiksil, propikonazol, terbutrin pestisitlerinin imalat/ithalatı ve kullanımı yasaklanmıştır. bifenoks, diklorvos ve fenpropatrin pestisitlerinin ÇKS'yi aştığı belirlenmiştir. Bifenoks ÇKS'yi 3.34 kat, diklorvos 65 kat ve fenpropatrinin 1.25 kat aştığı tespit edilmiştir. diklorvos ve fenpropatrin pestisitlerinin kullanımı 2011 yılında yasaklanmıştır. Buna rağmen suda tespiti bu pestisitlerin çevre için zararlı ve kalıcı olduğu görülmüştür. Ancak bu pestisitlerin tespit edilme nedeni düşünülürse halen yasadışı yollarla kullanılıyor olabilir.

Ayrıca Sultan Sazlığı'nda su kalitesi fizikokimyasal parametreler kullanılarak değerlendirilmiştir. Camız Gölü Pompa İstasyonu Su Kalitesi Yönetmeliği Tablo 2'ye (EK 1'de sunulmaktadır) göre III. Sınıf, "Kirlenmiş Su" kalitesine sahiptir. Bölgesel yapı nedeniyle yüksek iletkenlik, çözülmüş oksijen, klorür ve sülfat değerlerine sahiptir. Bazı aylarda azot ve türevlerinde artış olduğu görülmüş ve tarımsal faaliyetlerden etkilenmesiyle açıklanmıştır. Su Kalitesi Yönetmeliği Tablo 9'a (EK 2'de sunulmaktadır) göre değerlendirildiğinde klorofil-a değerleri açısından hipertrofik, toplam azot (TN), fosfat fosforu (TPO_4-P) açısından mezotrofik ve çözülmüş oksijen değerleri açısından oligotrofik düzeydedir.

Örtülüakar Sazlığı-Eğri Göl'den alınan su örnekleri analiz edilmiştir. III. Sınıf, Kirlenmiş Su kalitesine sahiptir. Bu noktada su kalitesini düşüren ana parametreler toplam fosfor, çözülmüş oksijen ve iletkenliktir. Örtülüakar Sazlığı-Eğri Göl noktası fizikokimyasal parametreler açısından değerlendirildiğinde tarımsal faaliyetler nedeniyle kirlendiği ve yüzey suyu bakımından iyi beslenemediği tespit edilmiştir. Özellikle Eylül-Ekim aylarında sazlığa ulaşan su miktarının azalmasıyla elektriksel iletkenlik artmış, fosfor ve azot bazlı gübreler besi maddelerinde yükselmeye sebep olmuştur. Bunun sonucunda toplam organik karbon üretimi artmış ve çözülmüş oksijen değerleri düşmüştür. Su Kalitesi Yönetmeliği Tablo 9'a göre klorofil-a, toplam azot (TN) ve fosfat fosforu (TPO_4-P) açısından hipertrofik ve çözülmüş oksijen değerleri açısından bakıldığında mezotrofik düzeydedir. Sonuçlardan da görüleceği üzere bölge insan kaynaklı faaliyetlerden olumsuz etkilenmekte ve kirlenmektedir.

Su kirliliği, pestisit ve gübrelerin kullanılmasından değil yanlış, aşırı ve dikkatsiz kullanımı nedeniyle oluşmaktadır. Bu çalışmanın yürütüldüğü Develi Ovası'nda çiftçilerin çoğu toprak analizi yaptırmadan, tuz birikimi olmaması adına sulama salma yöntemiyle kimyasal gübre kullanmaktadır. Kullanılan yanlış sulama yöntemiyle topraktaki tuz, mineral ve gübreler drenaj kanallarıyla sazlığa ulaşmaktadır. Tarımsal üretim için faydalı olmalarına rağmen, yaygın olarak kullanılan drenaj sistemleri, havzaların hidrolojik ve hidrokimyasal rejimlerini hem olumlu hem de olumsuz yönde önemli ölçüde etkiler. Drenaj gruplarının veya çok küçük drenaj kanallarının çeşitli model yaklaşımlarla birlikte doğrudan izlenmesinin sonuçları, tarımsal drenajın daha büyük alanlarda su kirliliğinin tespiti ve etkisi hakkında bilgi verdiği kanıtlamıştır (Kennedy ve ark. 2012, Ahiablame ve ark. 2011, Tiemeyer ve ark. 2007). Çalışmamızda takip edilen Camız Gölü Pompa İstasyonu bölge hakkında bilgi vermesi bakımından önemli bir noktadır. Tarımsal faaliyetlerin sonuçlarını gösterdiği noktalardan birisidir. Fizikokimyasal su özelliklerinde zaman zaman yüksek değerler ölçülmüştür. Bu değerlerin yükselmesinin nedeni tarımsal faaliyetler sonrası kirliliklerin tarımsal drenaj kanallarının toplanma noktası olan Camızgölü Pompa İstasyonuna ulaşmasıdır.

Tarım bölgedeki en büyük ekonomik faaliyettir. Sultan Sazlığı'nın da bulunduğu Develi Ovası'nın yarısına yakını tarım alanları kaplamaktadır. Bu tarım alanlarının büyük bir kısmı sulanmakta ve kullanılan suyun takibi ya hiç yapılmamakta ya da asgari düzeyde izlenmektedir. Ovadaki su kullanımı barajlarla kontrol altına alınırken kayıtsız su kuyuları ve kaçak kullanımların önüne geçilememektedir. Tarımsal faaliyetlerin yoğun yürütüldüğü bu tür bölgelerde sulama teknolojileri de takip edilmeli ve devlet desteğiyle yeni teknolojik sulama ve tarımsal ilaçlama, gübreleme yöntemleri yaygın hale getirilmelidir. Ayrıca bölgenin uydu görüntüleri kullanılarak değişimleri takip edilmeli ve bu değişimlere uygun planlama yapılmalıdır.

Pestisitlerin tarım alanlarından tarla sınırlarına ve daha sonra geniş bir ortama hava ve su yoluyla taşındığı bilinmektedir. Sultan Sazlığı'na sınırı olmayan bölgelerdeki pestisitlerde sazlığı etkileyebilmektedir. Pestisitlerin su kaynaklarına bulaşması sonrası pestisit yapısına göre değişiklik göstermekle birlikte sudaki pestisit taşınabilmekte ve suyun taşındığı çevreyi kirletebilmektedir.

Bölgede kullanılan tarımsal ilaç ve gübreler toprağa karışmaktadır. Pestisit ve gübre kullanımı sonrası bu kirlilikler yeraltına sızmakta ve yeraltı sularına ulaşabilmektedir. Sultan Sazlığı dışı akışı olmayan Develi ovasındaki en düşük yüksekliğe sahip bir toplanma noktasıdır. Bu nedenle havzaya giren pestisitlerin ortamdan ayrılması mümkün olmamakla birlikte sazlığa ulaşması kaçınılmazdır. Yasaklanmış pestisitlerin halen sazlıkta ve tarımdan dönen suların toplandığı istasyonda tespit edilmesi buna kanıt niteliğindedir. Tespit edilen çoğu pestisit suda çözünür halde bulunmaktan daha çok adsorbe olma bitki, toprak ve bölgedeki sazlıklarda tutunma eğilimi göstermektedir. Bunun sonucunda sularda sürekli tespit ve takibi zorlaşmaktadır.

Gübre ve pestisitler kullanılmadan önce toprak veya bitki ile ilgili testler yapılmalı, uygun hava koşullarında uygulanmasına dikkat edilmeli, nehir ve göl yakınlarında kullanılmamalı, uygun teknolojik alet ve yöntemlerin seçilmesi büyük önem taşımaktadır. Pestisitler uygulandıktan belli bir süre sonra parçalanmaktadır, ancak bazı pestisitler çok dayanıklıdır ve uzun süre ortamda kalır. Kalıcılık, uzun süre zararlıları öldürmede etkili olduğu için bazı pestisitler için faydalı olduğu anlamına gelir. Bununla birlikte, su kaynaklarına girebilecek kadar uzun bir süre olduğu anlamına gelir. Yağış ve sulama pestisitleri uygulama alanlarından su sistemine aktarabilir. Bu pestisitler omurgasızlarda ve balıklarda birikebilir ve besin zincirinden kuşlara, memelilere ve hatta insanlara geçer. Çalışma sonucunda tarımsal ilaçların su kaynaklarına ulaştığı ve yasaklanan bazı tarımsal ilaçların doğada birikme gösterdiği görülmüştür. Bu kimyasallar su kalitesinin bozulmasına ve insan sağlığı açısından zararlı kimyasal, tarımsal ilaçların su ve toprak ekosisteminde birikerek canlıları olumsuz yönde etkilemesine neden olmaktadır.

Nüfusun artmasıyla tarım faaliyetleri artmakta, su ve toprak alanı kullanım miktarlarında artışın sonucu olarak çevremiz kirletilmektedir. Tarımsal faaliyetlerde iyi tarım uygulamaları artırılmalı pestisit ve gübre kullanımı kısıtlanmalı ve sıkı takibi yapılmalıdır. Pestisitlerin çevreye zarar vermeyecek şekilde seçilmesi kullananların bilinçlendirilmesi, pestisit kullanımının sınırlandırılması ve takibi oldukça önemli bir konudur. Yeni teknolojilerle üretilen biyopestisitler çevreye zararsız doğayla uyumlu olarak zararlılara etki etmektedir. Biyopestisitlerin yaygınlaşması için bu tür uygulamalara teşvik edilmesi çevre açısından faydalı olacaktır. Tarımsal faaliyetler sonucu su ve toprak kaynakları kirletilmektedir. Bu kirliliklerin tespiti için su, toprak ve

sediment ortamlarında eş zamanlı ölçümler yapılmalıdır. Entegre havza yönetimi ve kirlilikle mücadele; kültür bitkilerindeki hastalık, zararlı ve yabancı otlarla; ekonomi, insan sağlığı, çevre, biyolojik çeşitlilik ve doğal dengeyi dikkate alan, sürdürülebilir bir mücadele sistemidir. İnsan kaynaklı kirliliklerin önüne geçmek için entegre havza yönetim planlarıyla çevrenin korunması ve sürdürülebilirliğinin sağlanması gerekmektedir. Kirliliklerin kaynaktan kontrol edilmesi çevreye zarar verecek duruma gelmeden önlenmesi ve bilinçlendirme çalışmalarının yürütülmesi büyük önem taşımaktadır.



KAYNAKÇA

- Ahiablame L.M., Chaubey I., Smith D.R., Engel B.A., 2011, Effect of tile effluent on nutrient concentration and retention efficiency in agricultural drainage ditches, **Agricultural Water Management**, **98**: 1271–1279.
- Aksoy, A., Demirezen, D., Duman, F., 2005, Bioaccumulation, Detection and analyses of heavy metal pollution in Sultan Marsh and its environment, **Water Air and Soil Pollution** **164**(1): 24.
- Al-Mamun A., 2017, Pesticide Degradations, Residues and Environmental Concerns, 87-102, Pesticide Residue in Foods (Eds. M.S. Khan, M.S. Rahman), Springer International Publishing.
- Amiri, A. M., 2018, Determination of Land Surface Temperature Changes in the Develi Basin, Turkey, Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi, Kayseri.
- Anderson, T. A., Salice, C. J., Erickson, R. A., McMurry, S. T., Cox, S. B., Smith, L. M., 2013, Effects of landuse and precipitation on pesticides and water quality in playa lakes of the southern high plains, **Chemosphere**, **92**(1): 84-90.
- Antonic J, Heath E., 2007, Determination of NSAIDs in river sediment samples. **Analytical and Bioanalytical Chemistry**, **387**(4): 1337–42.
- Arrebola F.J., Martínez Vidal J.L., 2003, Mateu-Sánchez M., Álvarez-Castellón F.J., Determination of 81 multiclass pesticides in fresh foodstuffs by a single injection analysis using gas chromatography–chemical ionization and electron ionization tandem mass spectrometry, **Analytica Chimica Acta**, **484**(2): 167-180.
- Barcelo D. & Hennion M.C., 1997, Trace Determination of Pesticides and their Degradation Products in Water, Techniques and Instrumentation in Analytical Chemistry, Elsevier, 19, pp. 542.
- Barnes K.A., Fussell R. J., Startin J. R., Pegg M. K., Thorpe S. A. and Reynolds S. L., 1997, High-performance liquid chromatography/atmospheric pressure chemical

ionization mass spectrometry with ionization polarity switching for the determination of selected pesticides, **Rapid Communications In Mass Spectrometry**, **11**: 117–123.

- Başaran, B , Kaya, Y , Kadioğlu, İ , Kılıç, D , Topal, H , Aydın, M ., 2016, The Effect of 2,4-D Acid Dimethylamin Against Broadleaf Weeds Applied at Different Phenological Periods on Grain Yield and Some Yield Components of Common Wheat (*Triticum aestivum* L.), **Turkish Journal of Weed Science** , **19** (2) :1-9.
- Battaloğlu R., 2009, Niğde ilinden toplanan pekmez toprağı örneklerinde pestisit kalıntıları ve polisiklik aromatik hidrokarbon (pah) aranması, 1.Tıbbi Jeoloji Çalıştay, 207-213.
- Bayari, C. S. ve Yıldız, F. E., 2012, Effects of the North Atlantic Oscillation and Groundwater Use on the Contraction of Sultansazligi Wetland, Turkey, **Hydrogeology Journal**, **20**(2): 369-383.
- Bergstrom, L., 1996, Model prediction and field measurements of chlorsulfuron leaching under non- steady-state flow conditions, **Pesticide Science** **48**:37–45.
- Blackwell M.S.A., Hogan D.V. and Maltby E., 2002, Wetlands as Regulators of Pollutant Transport, 321-339, Agriculture, Hydrology and Water Quality (Eds. Haygarth P.M. and Jarvis S.C.), CAB International.
- Boethling, R.S., Howard, P.H., Meylan, W.M., Stiteler, W., Beauman, J. and Tirado.N., 1994, Group contribution method for predicting probability and rate of aerobic biodegradation, **Environmental Science & Technology** **28**: 459-65.
- Bonwick G.A., Yasin M., Hancock P., Baugh P.J., Williams J.H.H., Smith C.J., Armitage R., Davies D.H., 1996, Synthetic pyrethroid insecticides in fish: Analysis by gas chromatography–mass spectrometry operated in the negative ion chemical ionization mode and ELISA, **Food and Agricultural Immunology**, **8**: 185–194.
- Caliman F, Gavrilesco M., 2009, Pharmaceuticals, personal care products and endocrine disrupting agents in the environment — a review, **Clean Soil Air Water**, **37**(4–5):277–303.

- Cameron K.C., Di H.J. and Condron L.M., 2002, Nutrient and Pesticide Transfer from Agricultural Soils to Water in New Zealand, 373-393, Agriculture, Hydrology and Water Quality (Eds. P.M. Haygarth and S.C. Jarvis), CAB International.
- Cerejeiraa, M.J., Vianab, P., Batistaa, S., Pereiraa, T., Silvaa, E., Valerioa, M.J., Silvaa, A., Ferreirab M., Silva-Fernandesa A. M., 2003, Pesticides in Portuguese surface and ground waters, **Water Research**, **37**: 1055-1063.
- Cessna A.J., Wolf T.M., Stephenson G.R., Brown R.B., 2005, Pesticide movement to field margins: Routes, impacts and mitigation, 80-112, Field Boundary Habitats: Implications for Weed, Insect and Disease Management(Eds. Thomas A. G.),Topics in Canadian Weed Science, Volume 1.
- Close, M.E., 1996, Survey of pesticides in New Zealand groundwaters, 1994. New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research, 30, 455–461.
- Columé A., Cárdenas S., Gallego M., 2000, Valcárcel M., Simplified method for the determination of chlorinated fungicides and insecticides in fruits by gas chromatography, **Journal of Chromatography A**, **882**: 193-203.
- Combalbert S, Hernandez-Raquet G., 2010, Occurrence, fate, and biodegradation of estrogens in sewage and manure, **Applied Microbiology and Biotechnology**, **86**(6): 1671–92.
- 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.
- Çakmak, L. ve Demir, T., 1997, Su Kirliliği ve Etkiler, **Çevre ve İnsan Dergisi**, **36**: 27-29.
- Dadaser-Celik,F., Brezonik, P.L., Stefan, H.G., 2006, Dynamic hydrologic model of the Örtülü Akar Marsh in Turkey, **Wetlands**, **26** (4): 1089–1102.
- Dadaser-Celik,F., Brezonik, P.L., Stefan, H.G., 2007, Hydrologic sustainability of the Sultan Marshes in Turkey, **Water International**, **32**(1): 856-876.

- Dadaser-Celik, F., Brezonik, P.L., Stefan, H.G., 2008, Agricultural and environmental changes after irrigation management transfer in the Develi Basin, Turkey, **Irrigation and Drainage Systems**, **22**(1): 47-66.
- Dadaser-Celik, F., Brezonik P.L., Stefan H.G., 2009, The projected costs and benefits of water diversion from and to the Sultan Marshes (Turkey), **Ecological Economics**, **68**(5): 1496-1506.
- Dadaser-Celik, F. ve Cengiz, E., 2013, A neural network model for simulation of water levels at the Sultan Marshes wetland in Turkey, **Wetlands Ecology and Management**, **21**(5): 297-306.
- Di, H.J. and Cameron, K.C., 2000, Calculating nitrogen leaching losses and critical nitrogen application rates in dairy pasture systems using a semi-empirical model, **New Zealand Journal of Agricultural Research** **43** :139–147.
- Dillaha, T.A. and Inamdar, S.P., 1997, Buffer zones as sediment traps or sources. In: Haycock, N.E., Burt, T.P., Goulding, K.W.T. and Pinay, G. Buffer Zones: Their Processes and Potential in Water Protection, Proceedings of the International Conference on Buffer Zones, Quest Environmental, Harpenden, UK, 33–42.
- Durmuşoğlu E., Tiryaki O., Canhilal R., 2015, Türkiye’de pestisit kullanımı, kalıntı ve dayanıklılık sorunu, Türkiye Ziraat Mühendisliği VIII. Teknik Kongresi Bildiriler Kitabı-2, Ankara.
- Erdoğan, Ö., 2007, Levels of selected pesticides in honey samples from Kahramanmaraş, Turkey, **Food Control**, **18**: 866-871.
- EPA(United States Environmental Protection Agency), 1990, The quality of our nation's water: A summary of the 1988 national water quality inventory. EPA 440/4-90-005, 26.
- EPA (U.S. Environmental Protection Agency) and USDA (U.S. Department of Agriculture), 1991, Applying Pesticides Correctly: A Guide For Private And Commercial Applicators, Special Environmental Concerns Protecting Ground Water And Endangered Species.

- EPA (U.S. Environmental Protection Agency), 2006, Interim Reregistration Eligibility Decision for Dichlorvos (DDVP), Prevention, Pesticides and Toxic Substances(7508C).
- EPA, U.S., 2013, Estimation programs Interface Suite™ for Microsoft® Windows. Washington, DC: United States Environmental Protection Agency.
- Fairbairn, D. J., Karpuzcu, M. E., Arnold, W. A., Barber, B. L., Kaufenberg, E. F., Koskinen, W. C., Swackhamer, D. L., 2015, Sediment–water distribution of contaminants of emerging concern in a mixed use watershed, **Science of The Total Environment**, **505**: 896-904.
- Fojut T. L., Palumbo A. J., Tjeerdema R. S., 2012, Aquatic Life Water Quality Criteria Derived via the UC Davis Method: II. Pyrethroid Insecticides, **Reviews of Environmental Contamination and Toxicology**, **216**: 51-103.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations(FAO), 2007, International code of conduct on the distribution and use of pesticides.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations(FAO), 1993, FAO/WHO Joint Meeting On Pesticide Residues.
- Galatowitsch, S. M. (2018), Natural and Anthropogenic Drivers of Wetland Change, In C. M. Finlayson, G. R. Milton, R. C. Prentice & N. C. Davidson (Eds.), *The Wetland Book: II: Distribution, Description, and Conservation* (pp. 359-367). Dordrecht: Springer Netherlands.
- Gebler, L. and Bello Fialho, F., 2011, Introduzindo critérios de risco em modelos de contaminação pontual para locais de carga de agrotóxicos, **Pesticidas: Revista de Ecotoxicologia e Meio Ambiente**, **21**: 85-94.
- Gevao B. and Jones K.C., 2002, Pesticides and Persistent Organic Pollution, 83-106, Agriculture, Hydrology and Water Quality (Eds. Haygarth P.M. and Jarvis S.C.), CAB International.

- Gonza'lez-Rodri'guez, R.,M., Rial-Otero, R., Cancho-Grande, B., Simal- Ga'ndara, J., 2008, Occurrence of fungicide and insecticide residues in trade samples of leafy vegetables, **Food Chemistry**, **107**: 1342-1347.
- Groffman, P.M., 1994, Denitrification in freshwater wetlands, **Current Topics in Wetland Biogeochemistry**, **1**: 15–35.
- Gürer, İ, Kayseri Sultansazlığı tabiatı koruma alanının su kullanım ve yönetim planlaması araştırması, Son Rapor, Çevre ve Orman Bakanlığı, 2004, 32-54.
- Gürer, İ., ve Yıldız, E., 2008, Türkiye'nin Sulak Alan Politikalarına Genel Bir Bakış: Sultansazlığı Sulak Alanı Örneği, TMMOB 2. Su Politikaları Kongresi, Ankara.
- Hadfield, J.H. and Smith, D., 1997, Pesticide contamination of groundwater: an investigation in the Waikato region, New Zealand. 24th Hydrology Water Resources Symposium Proceedings, 246–251.
- Haygarth, P.M. and Sharpley, A.N., 2000, Terminology for phosphorus transfer. **Journal of Environmental Quality**, **29**: 10–15.
- Holland, P. and Rahman, A., 1999, Review of Trends in Agricultural Pesticide Use in New Zealand. MAF Policy Technical Paper 99/11. Ministry of Agriculture, Wellington, New Zealand.
- Jinde, C. D., 1994, Physico-Chemical Properties and Environmental Fate of Pesticides, Environmental Protection Agency, Department of Pesticide Regulation Environmental Monitoring and Pest Management Branch, California.
- Johnston, C.A., Schubauer Berigan, J.P. and Bridgham, S.D., 1997, Riverine wetlands as buffer zones. In: Haycock, N.E., Burt, T.P., Goulding, K.W.T. and Pinay, G. (eds) Buffer Zones: Their Processes and Potential in Water Protection. Proceedings of the International Conference on Buffer Zones, Quest Environmental, Harpenden, UK, pp. 33–42.

- Jouma N. Ve Dadaşer-Çelik F., 2016, Sultan Sazlığı ve çevresinde arazi kullanımı/örtüsü değişimlerinin landsat görüntüleri ile belirlenmesi, 6. Uzaktan Algılama-Cbs Sempozyumu, 58-65.
- Jouma, N., & Dadaser-Celik, F., 2017, Spatiotemporal Changes at the Sultan Marshes Ecosystem (Turkey) from 1987 to 2013, Ecology 2017, Kayseri, Turkey.
- Jouma N. Ve Dadaşer-Çelik F., 2018, Simulation of Irrigation and Reservoir Storage in the Develi Basin (Turkey) using Soil and Water Assessment Tool (SWAT), Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, **1. Uluslararası Tarımsal Yapılar ve Sulama Kongresi Özel Sayısı**: 468-476.
- Jouma, N., 2019, Sultan Sazlığı'nda İklim Değişikliği Ve Arazi Kullanımı/Örtüsü Değişimlerinin Etkilerinin Swat İle Modellenmesi, Doktora Tezi, Erciyes Üniversitesi, Kayseri.
- Kalyoncu, L., Agca, İ. ve Aktumsek, A., 2009. Some organochlorine pesticide residues in fish species in Konya, Turkey, **Chemosphere**, **74**(7): 885-889.
- Karadeniz, N., 2000, Sultan Sazligi, Ramsar Site In Turkey, **Humedales Mediterráneos**, **1**: 107-114.
- Kennedy, C. D., Bataille, C., Liu, Z., Ale, S., VanDeVelde, J., Roswell, C. R., Bowling L. C., Bowen, G. J. (2012). Dynamics of nitrate and chloride during storm events in agricultural catchments with different subsurface drainage intensity (Indiana, USA), **Journal of Hydrology**, **466-467**: 1-10.
- Kesikoglu, M.H., Atasever, U.H., Dadaser-Celik,F. ; Ozkan, C., 2019, Performance of ANN, SVM and MLH techniques for land use/cover change detection at Sultan Marshes wetland, Turkey, **Water Science and Technology**, **80** (3):466-477.
- Kiziroğlu, I., Turan, L. & Erdoğan A., 1992, Sultan Sazlığı'nın Eko-Ornitolojisi ve Son Durumu, **Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi**, **7**: 217–227.
- Khan, M. S., & Rahman, M. S. , 2017, Pesticide residue in foods: Sources, management, and control, Springer International Publishing.

- Lazartigues, A., Fratta, C., Baudot, R., Wiest, L., Feidt, C., Thomas, M., Cren-Olivé, C., 2011, Multiresidue method for the determination of 13 pesticides in three environmental matrices: water, sediments and fish muscle, **Talanta** **85**(3):1500-1507.
- Lloyd, D., 1993, Aerobic denitrification in soils and sediments: from fallacies to facts. **Tree**, **8**:352–356.
- Mackay, D., 1991, Multimedia Environmental Models: The Fugacity Approach, pp 67-183. Lewis Publishers/CRC Press: Boca Raton, FL USA.
- Mackay D., Paterson S., Shiu W.Y., 1992, Generic models for evaluating the regional fate of chemicals, **Chemosphere** **24**: 695-718.
- Mekonen, S., Argaw, R., Simanesew, A., Houbraken, M., Senaeve, D., Ambelu, A., & Spanoghe, P., 2016, Pesticide residues in drinking water and associated risk to consumers in Ethiopia, **Chemosphere**, **162**: 252-260.
- Mitsch, W.J. and Gosselink, J.G., 1993, Wetlands Second, van Nostrand Rheinhold, New York.
- Öztaş, N.B., 2008, Pesticide pollution in surface and ground water of an agricultural area, Kumluca, Turkey, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Doktora Tezi, Ankara.
- Peker, B., Azgın, S., Dadaser Celik, F., 2018, Develi Ovası'nda Tarımsal Drenaj Sistemlerinin Su Kalitesi, **Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi**, **1. Uluslararası Tarımsal Yapılar ve Sulama Kongresi Özel Sayısı**: 128-139.
- Pizzutti I. R., Kok A. , Zanella R. , Adaime M. B., Hiemstra M., Wickert C., 2007, Prestes O. D., Method validation for the analysis of 169 pesticides in soya grain, without clean up, by liquid chromatography–tandem mass spectrometry using positive and negative electrospray ionization, **Journal of Chromatography A**, **1142**(2): 123-136.

- Plumer B., 2013, We've covered the world in pesticides. Is that a problem?, The Washington Post, 13 Ağustos 2013.
- Ramsar Convention, 1993, The Ramsar Convention on Wetlands: its History and Development by G.V.T. Matthews, Ramsar Convention Bureau, Gland, Switzerland.
- Reddy, K.R., Patrick, W.H. and Lindau, C.W. (1989) Nitrification–denitrification at the plant root sediment interface in wetlands, **Limnology and Oceanography**, **34**: 1004–1013.
- Sağlam, H., 2008, Melen Havzasında Pestisit Uygulamaları Ve Pestisitlerin Biyolojik Bozunma, Yüzeysel Akış Ve Sızma Yüzdelerinin Tahmini, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Sailus, M., 1992, Pesticides and groundwater: a guide for the pesticide user, Ithaca, NY: Northeast Regional Agricultural Engineering Service, Cooperative Extension.
- Shalini Srivastava, Pritee Goyal, and Man Mohan Srivastava, 2010, Pesticides: Past, Present, and Future In: Handbook Of Pesticides Methods Of Pesticide Residues Analysis (Edited by Leo M.L. and Nolle Hamir Singh Rathore).
- Silva, C. M. M. S. and Fay, E. F., 2004, Agrotóxicos: aspectos gerais, In: Agrotóxicos e Ambiente, Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 17-73.
- Sönmez M.E. ve Somuncu M., 2016, Sultansazlığı'nın alansal değişiminin sürdürülebilirlik açısından değerlendirilmesi, **Türk Coğrafya Dergisi** **66**: 1-10.
- Spencer W.F., Cliath M.M., 1991, Pesticide Losses in Surface Runoff from Irrigated Fields, 277-289, Chemistry for the Protection of the Environment (Eds. Pawlowski L., Lacy W.J., Dlugosz J.J.), **Environmental Science Research**, **42**, Springer.
- Tağa, Ö., 2007, Ege ve Akdeniz bölgelerinde yetişen narenciye ürünlerindeki pestisit kalıntı düzeylerinin belirlenmesi, NKÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ.

- Tiemeyer B, Frings J, Kahle P, Köhne S, Lennartz B. A, 2007, Comprehensive study of nutrient losses, soil properties and groundwater concentrations in a degraded peatland used as an intensive meadow – Implications for re-wetting, **Journal of Hydrology**, **345**: 80–101.
- Tiryaki O., 2016, Türkiye’de yapılan pestisit kalıntı analiz ve çalışmaları, **Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi**, **32**(1): 72-82.
- Tiryaki O., Canhilal R., 2010, Horuz S., Tarım ilaçları kullanımı ve riskleri, **Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi** **26**(2): 154-169.
- Toan, P. V., Sebesvari, Z., Bläsing, M., Rosendahl, I., & Renaud, F. G. (2013). Pesticide management and their residues in sediments and surface and drinking water in the Mekong Delta, Vietnam, **Science of The Total Environment**, **452-453**: 28-39.
- Tomruk Ö., Öğüt S., Gökben Çetin N., 2009, Acil servise başvuran pestisit zehirlenmelerinin değerlendirilmesi, **Akademik Acil Tıp Dergisi**, **8**(4): 33-37.
- Toth S.J. and Buhler W.G., 2009, Environmental effects of pesticides, Department of Entomology and Horticultural Science, North Carolina State University.
- Tunçbilek, A. Ş., Tiryaki, O. ve Gedikli, S., 2010, Determination of organochlorine pesticide residues in drinking water in Kayseri, Turkey, **Fresenius Environmental Bulletin**, **19**(7): 1283-1289.
- Turgut C., 2003, The contamination with organochlorine pesticides and heavy metals in surface water in Küçük Menderes river in Turkey, 2000–2002, **Environment International**, **29**(1): 29-32.
- TÜİK(Türkiye İstatistik Kurumu), 2017, tarım üretim verileri, (Web sayfası: <http://www.tuik.gov.tr>), (Erişim tarihi: 25.12.2019).
- Ünlü, A., Çoban, F., Tunç, M. S., 2008, Hazar Gölü su kalitesinin fiziksel ve inorganik kimyasal parametreler açısından incelenmesi, **Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi**, **23** (1): 119-127.

- Van Duk, H. F. G. and R. Guicherit, 1999, Atmospheric dispersion of current-use pesticides: a review of the evidence from monitoring studies, **Water, Air, & Soil Pollution**, **115**: 21-70.
- Vymazal, J., & Březinová, T., 2015, The use of constructed wetlands for removal of pesticides from agricultural runoff and drainage: A review, **Environment International**, **75**: 11-20.
- Waxman, M. F., 1998, Agrochemical and Pesticide Safety Handbook, Lewis Publishers, CRC Press, 382 pp.
- de Wolf, W., de Bruijn, J. H. M., Seinen, W., Hermens, J. L. M., 1992, Influence of biotransformation on the relationship between bioconcentration factors and octanol-water partition coefficients, **Environmental Science & Technology**, **26**(6): 1197-1201.
- Wu, L., Chang, H., & Ma, X., 2017, A modified method for pesticide transport and fate in subsurface environment of a winter wheat field of Yangling, China, **Science of The Total Environment**, **609**: 385-395.
- Xue, N., Xu, X., Jin, Z., 2005, Screening 31 endocrine-disrupting pesticides in water and surface sediment samples from Beijing Guanting reservoir, **Chemosphere**, **61**: 1594-1606.
- Yalçın M.G., 2009, Cluster analysis approach to identify metal sources in bottom sediments of Sultan Marsh canals, Turkey, **International Journal of Environment and Health**, **3**(1):106-125.
- Yıldız E.F. ve Gürer İ., 2014, Environmental problems of Sultan Sazlığı wetland and determination of surface water and groundwater relation at Sultan Sazlığı wetland by using environmental isotopes, **Journal Wetlands Biodiversity**, **4**: 59-72.
- Zacharia, James Tano, 2011, Identity, Physical and Chemical Properties of Pesticides, 1-18, Pesticides in the Modern World-Trends in Pesticides Analysis, (Eds. Margarita Stoytcheva), InTech.

EKLER

EK-1

Tablo 2: Kıtaıçi Yerüstü Su Kaynaklarının Genel Kimyasal ve Fizikokimyasal Parametreler Açısından Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri

Su Kalite Parametreleri	Su Kalite Sınıfları ^(a)			
	I (çok iyi)	II (iyi)	III (orta)	IV (zayıf)
Renk (m ⁻¹)	RES 436 nm: ≤ 1,5 RES 525 nm: ≤ 1,2 RES 620 nm: ≤ 0,8	RES 436 nm: 3 RES 525 nm: 2,4 RES 620 nm: 1,7	RES 436 nm: 4,3 RES 525 nm: 3,7 RES 620 nm: 2,5	RES 436 nm: > 4,3 RES 525 nm: > 3,7 RES 620 nm: > 2,5
pH	6-9	6-9	6-9	6-9
İletkenlik (µS/cm)	< 400	1000	3000	> 3000
Yağ ve Gres (mg/L)	< 0,2	0,3	0,5	> 0,5
Çözünmüş oksijen (mg/L)	> 8	6	3	< 3
Kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) (mg/L)	< 25	50	70	> 70
Biyokimyasal oksijen ihtiyacı (BOİ ₅) (mg/L)	< 4	8	20	> 20
Amonyum azotu (mg NH ₄ ⁺ -N/L)	< 0,2	1	2	> 2
Nitrat azotu (mg NO ₃ ⁻ -N/L)	< 3	10	20	> 20
Toplam kjeldahl-azotu (mg N/L) ^(b)	< 0,5	1,5	5	> 5
Toplam azot (mg N/L) ^(c)	< 3,5	11,5	25	> 25
Orto fosfat fosforu (mg o-PO ₄ -P/L)	< 0,05	0,16	0,65	> 0,65
Toplam fosfor (mg P/L)	< 0,08	0,2	0,8	> 0,8
Florür (µg/L)	≤ 1000	1500	2000	> 2000
Mangan (µg/L)	≤ 100	500	3000	> 3000
Selenyum (µg/L)	≤ 10	15	20	> 20
Sülfür (µg/L)	≤ 2	5	10	> 10

(a) Kalite sınıflarına göre suların kullanım maksatları:

I. Sınıf - Yüksek kaliteli su (I. sınıf su kalitesinde olması "Çok İyi" su durumunu ifade etmektedir.);

- 1) İçme suyu olma potansiyeli yüksek olan yerüstü suları,
- 2) Yüzme gibi vücut teması gerektirenler dâhil rekreasyonel maksatlar için kullanılabilir su,
- 3) Alabalık üretimi için kullanılabilir nitelikte su,
- 4) Hayvan üretimi ve çiftlik ihtiyacı için kullanılabilir nitelikte su,

II. Sınıf - Az kirlenmiş su (II. sınıf su kalitesinde olması "İyi" su durumunu ifade etmektedir.);

- 1) İçme suyu olma potansiyeli olan yerüstü suları,
- 2) Rekreasyonel maksatlar için kullanılabilir nitelikte su,
- 3) Alabalık dışında balık üretimi için kullanılabilir nitelikte su,
- 4) Mer'i mevzuat ile tespit edilmiş olan sulama suyu kalite kriterlerini sağlamak şartıyla sulama suyu,

III. Sınıf - Kirlenmiş su (III. sınıf su kalitesinde olması "Orta" su durumunu ifade etmektedir.);

Gıda, tekstil gibi nitelikli su gerektiren tesisler hariç olmak üzere, uygun bir arıtmadan sonra su ürünleri yetiştiriciliği için kullanılabilir nitelikte su ve sanayi suyu,

IV. Sınıf - Çok kirlenmiş su (IV. sınıf su kalitesinde olması "Zayıf" su durumunu ifade etmektedir.);

III. sınıf için verilen kalite parametrelerinden daha düşük kalitede olan ve üst kalite sınıfına ancak iyileştirilerek ulaşabilecek yerüstü suları.

(b) TKN: NH₃-N + Organik Azot

(c) TN: TKN + NO₃-N + NO₂-N

EK-2

Tablo 9: Göl, Gölet ve Baraj Gölleri Ötrofikasyon Kriterleri

Su Kalitesi Sınıfı	TP (µg/L)	TN (µg/L)	Klorofil-a (µg/L)	Secchi Disk Derinliği (m)	Çözünmüş Oksijen (mg/L)
Oligotrofik	< 10	< 350	< 3,5	> 4	> 7
Mezotrofik	30	650	9	2	6
	50*	1000*	15*	1,5*	4*
Ötrofik	100	1500	25	1	3
Hipertrofik	> 100	> 1500	> 25	< 1	< 3

* Gölet veya baraj göllerinde geçerlidir.

^(b)Notlar:

1. Trofik seviye, oligotrofik seviyeden hipertrofik seviyeye doğru yükselir.
2. Secchi disk derinliği tek başına belirleyici değildir.
3. Parametrelerin her birinin farklı trofik seviyede çıkması durumunda klorofil-a belirleyicidir.
4. Trofik seviyelerden en az iki parametrenin trofik seviyesinin aynı çıkması durumunda, bu trofik seviye geçerlidir. Ancak; klorofil-a parametresinin seviyesinin, neticesi aynı olan parametrelerden daha yüksek çıkması durumunda, klorofil-a belirleyicidir.
5. Dört parametrenin dikkate alınması ve iki farklı trofik seviyenin çıkması durumunda (ikişer parametre için aynı trofik seviye) en yüksek trofik seviye geçerlidir.
6. Mezotrofik su kalitesi sınıfının trofik seviye sınır değerleri aralığı geniştir. Bu sınıfın trofik seviye değerleri yüksek ve ötrofik su kalitesi sınır değerlerine yakın ise, bu su kütlesi ötrofik duruma meyilli olup, düzenli izlenmesi gereken sucul ortam olarak kabul edilir.
7. Tabloda verilen su kalitesi sınıflandırmasının yapılması için besin elementi ölçümlerinin Aralık-Şubat (kış döneminde, eğer geç kış yaşanmış ise ilkbahar koşulları oluşmadan), klorofil-a ölçümlerinin Mart-Mayıs (ilkbahar dönemi), Secchi disk derinliğinin ilkbahar-yaz döneminde yapılması esastır. Tablodaki değerlerle karşılaştırma yapmak için 0-10 m değerlerinin ortalamasına başvurulur.
8. Marmara Denizi'nde klorofil-a parametresi için ilkbahar ve sonbahar olmak üzere iki ayrı dönemde değerlendirme yapılır. Eğer veri bu dönemlerden bir tanesi için mevcutsa, değerlendirme ona göre yapılır. Her iki dönem için de verinin mevcut olması durumunda, yüksek trofik seviye klorofil-a parametresi açısından trofik seviyeyi belirler.
9. NO_x: Oksitlenmiş azotlu bileşikler (NO₃-N + NO₂-N)

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı: Burak PEKER
Uyruğu: Türkiye (T.C)
Doğum Tarihi ve Yeri: 12.08.1994 Edremit
Medeni Durum: Bekar
e-mail: burockpeker@gmail.com
Yazışma Adresi: bpeker@outlook.com.tr

EĞİTİM

Derece	Kurum	Mezuniyet Tarihi
Yüksek Lisans	Erciyes Üniversitesi, Çevre Mühendisliği	2020
Lisans	Erciyes Üniversitesi, Çevre Mühendisliği	2017
Lise	Hisarcıklioğlu Lisesi	2012

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum
2018-2019	Tyana Arge Çevre Teknolojileri Danışmanlık Yazılım Sanayi Ticaret Limited Şirketi
2019-2020	Kılıçlar Çevre Danışmanlık Limited Şirketi

YABANCI DİL

İngilizce

YAYINLAR

- Peker B. ve Dadaşer Çelik F., 2019, "Termal ve Kimyasal Önişlemlerin Atıksu Çamuru ve Şeker Pancarı Küşpesi Karışımından Biyogaz Eldesindeki Etkilerinin Belirlenmesi", **SDÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi** 23(3): 679-686.
- Peker B., Azgin Ş.T., Dadaşer Çelik F., 2018, "Water Quality of Agricultural Drainage Systems in the Develi Basin in Turkey", International Congress on Agricultural Structures and Irrigation, 26-28 Eylül 2018, Antalya.
- Peker B., Azgin S., Dadaser Celik F. 2018, "Develi Ovası'nda Tarımsal Drenaj Sistemlerinin Su Kalitesi". **SDÜ Ziraat Fakültesi Dergisi** (Özel Sayı): 128-139
- Ateş N., Dadaşer Çelik F., Peker B., 2018, "Pesticide Pollution at Sultan Marshes Ecosystem In Kayseri, Turkey: Preliminary Results", 1.Uluslararası İçmesuyu ve Atıksu Sempozyumu, 06-07 Aralık 2018, Afyonkarahisar.
- Peker B., Azgin Ş.T., Dadaşer Çelik F., 2017, "Water Quality Assessment of Sultan Marshes Ecosystem in Turkey", Ekoloji 2017, 11-13 Mayıs 2017, Kayseri.

PROJELER

- TÜBİTAK-114Y595 nolu Sultan Sazlığı'na Yayılı Kaynaklardan Ulaşan Kirlenici Yüklerinin SWAT Modeli ile Modellenmesi ve Su Kirliliğini Önleyici Stratejilerin Geliştirilmesi, **Bursiyer**, 2015-2018
- TÜBİTAK 2209-A Şeker Pancarı ve Küşpesinden Biyogaz Üretimine Önişlemlerin Etkisi, **Proje Yürütücüsü** 2016-2017

ÖDÜLLER

- Erciyes Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölüm Birincisi (14.06.2017) **3.13/4.00**

- Türkiye Çevre Koruma Vakfı **Bitirme Tezi Desteği**-Şeker Pancarı ve Küspesinden Biyogaz üretimine  nişlemlerin Etkisi konulu bitirme çalışmam TKV tarafından desteklenen 185 çalışma arasına girmiştir.

