



Zirai Mücadele İlaçlarının Yerüstü Sularında Tespit Edilmesi, Azaltımı ve Yönetimi, Gediz Havzası Örneği

Identification, Reduction and Management of Pesticides in Surface Waters, A Case Study for Gediz Basin

B. Hande Gürsoy Haksevenler^{1*}, Elif Atasoy Aytış², Mehmet Dilaver²

¹Marmara Üniversitesi, Siyasal Bilgiler Fakültesi, Kamu Yönetimi Bölümü, 34820, İstanbul, TÜRKİYE

²TUBITAK Marmara Araştırma Merkezi, Çevre ve Temiz Üretim Enstitüsü, 41470, Kocaeli, TÜRKİYE

Sorumlu Yazar / Corresponding Author *: hande.gursoy@marmara.edu.tr

Geliş Tarihi / Received: 12.07.2018

DOI:10.21205/deufmd.2019216109

Kabul Tarihi / Accepted: 13.09.2018

Araştırma Makalesi/Research Article

Atıf şekli/How to cite: GÜRSOY HAKSEVENLER, B.H., ATASOY AYTIŞ, E., DİLAVER, M. (2019). Zirai Mücadele İlaçlarının Yerüstü Sularında Tespit Edilmesi, Azaltımı ve Yönetimi, Gediz Havzası Örneği. DEUFMD, 21(61), 83-96.

Öz

Tarımsal faaliyetlerde kullanılan zirai mücadele ilaçları, alıcı su ortamına ulaştığında, canlı yaşamı için zehirlilik etkisi gösterebilmektedir. 2016 yılında revize edilen Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği (10.08.2016, RG: 29797) ile tarımsal faaliyetlerden gelmesi muhtemel belirli kirleticiler ortaya konmuş, alıcı su ortamında bunların olumsuz etkilerini önlemek üzere sınır değerler (çevre kalite standardı) belirlenmiştir. Bu çalışmada tarımsal faaliyetten kaynaklanan aktif maddelerin tespit edilmesi, yönetmelikteki sınır değerler ile karşılaştırması, sınır değerleri geçen aktif maddeler için yük azaltım metodolojisi geliştirilmesi hedeflenmiştir. Çalışma için Gediz Havzası pilot bölge seçilmiştir. Yerüstü sularında, 40 adet yerüstü suyu izleme istasyonunda, 4 dönem (2015-2016) yapılan izlemeler sonucunda, Yönetmelikte yer alan 133 aktif maddeden 51'inin mevcut olduğu tespit edilmiştir. Bunlardan Imidakloprid, 2,4-d;(2,4-diklorofenoksi)asetik asit, Klorosulfuron, Dimetoat, Nikosulfuron, Epoksikonazol, Fenarimol, Tolfenpirad, Diflubenzuron, Diflufenikan ve Sulfitrin/beta-Siflutrinin Yönetmelikte yer alan sınır değerleri (YO-ÇKS_{SU} ve/veya MAK-ÇKS_{SU} değeri) geçtiği belirlenmiştir. Ardından bu maddelerden kaynaklanan kirliliğin azaltımı için öneriler getirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Zirai mücadele ilaçları (aktif maddeler), çevre kalite standardı, yük azaltımı, yönetim, kontrol.

Abstract

Pesticides used in agricultural activities have toxic effect on livings when they reach the receiving water bodies. In the Water Quality Regulation (OG: 10.08.2016/29797) revised in 2016, certain pollutants likely to come from agricultural activities and their boundary values (environmental quality standard) were listed. In this study, a methodology was developed for the active substances determined to come from agricultural activity and exceeding the regulation value; followed by recommendations for reducing pollution. Gediz Basin was selected as a pilot area and monitoring studies were carried out in surface waters for 4 periods (2015-2016) at 40 surface water monitoring stations. As a result, it was determined that 51 out of 133 active substances in the Regulation. Additionally, it was detected that among the active substances, Imidacloprid, 2,4-d (2,4-dichlorophenoxy) acetic acid, Chlorosulfuron, Dimethoate, Nikosulfuron, Epoxiconazole, Phenarimol, Tolfenpyrad, Diflubenzuron, Diflufenikan and Sulfitrin were higher than the limit values (annual average or/and maximum value of environmental quality standard). Then suggestions were made for reducing loads in Gediz Basin.

Keywords: Pesticides (active substances), environmental quality standard, load reduction, management, control.

1. Giriş

Su kaynaklarının kalitesinin iyileştirilmesi ve korunması için noktasal kirleticilerin yanı sıra, su ve havza kirlenmesi üzerinde büyük etkisi olan yayılı kirleticilerin belirlenmesi ve kontrolü son derece önemlidir. Ülkemizde tarım ve hayvancılık faaliyetlerinin yaygın olması bu kirleticilerin dikkate alınmasının gerekliliğini bir kat daha arttırmaktadır. Yayılı kirletici kaynaklardan oluşan en önemli kirlilik parametreleri azot ve fosfor besin maddelerinin yanı sıra zirai mücadelede kullanılan pestisitlerdir. Pestisit ve benzeri maddeler içinde bulunan ve hastalıklar, zararlılar ile diğer etmenler üzerine etki yapan maddeler, aktif madde olarak tanımlanmaktadır. Azot ve fosfor parametrelerinin alıcı ortamda yüksek konsantrasyonlarda bulunması ötrofikasyonla sonuçlanırken [1]; aktif maddelerin alıcı ortamda yüksek konsantrasyonlarda bulunması canlılar için toksik etkiye neden olmakta ve bu etki besin zinciri ile artarak diğer canlılara taşınmaktadır [2].

Ülkemizde su kalitesinin korunmasına yönelik olarak, 30.11.2012 tarih ve 28483 sayılı Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği (YSKY) revize edilerek 10.08.2016 tarih ve 29797 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanmıştır [3]. Yönetmelik, “yerüstü suları ile kıyı ve geçiş sularının biyolojik, kimyasal, fiziko-kimyasal ve hidromorfolojik kalitelerinin belirlenmesi, sınıflandırılması, su kalitesinin ve miktarının izlenmesi, suların korunması ve iyi su durumuna ulaşılması için alınacak tedbirlere yönelik usul ve esasların belirlenmesini kapsamaktadır. Yönetmelikte alıcı ortamda olması muhtemel kirleticiler için sınır değer olarak, “Çevre Kalite Standardı (ÇKS)” değerleri verilmiştir. Yönetmelikteki tanımıyla ÇKS, “belirli bir kirleticinin ya da kirletici gruplarının suda, dip çökeltisinde veya biyotada insan sağlığı ve çevreyi korumak için aşmaması gereken konsantrasyonları” ifade etmektedir. ÇKS değeri olarak, alıcı ortamda yaşayan belirli canlı gruplarının kronik toksisite etkisi dikkate alınarak yıllık ortalama ÇKS (YO-ÇKS) ve akut toksisite etkisi dikkate alınarak Maksimum ÇKS (MAK-ÇKS) değerleri verilmiştir. Yönetmelikte yer alan diğer önemli bir tanım “Özümlenebilirlik kapasitesi” olup, “Su kütlesinin kirlenmemiş durumuna dönmek için bütün kirleticileri, su ortamındaki canlılara veya suyu tüketen insanlara zarar vermeden alma kapasitesi” olarak tanımlanmaktadır [4].

Alıcı ortamın korunması ile ilgili olarak “Kentsel ve endüstriyel faaliyetler için alıcı ortama deşarj kriterleri, yerüstü su kaynağının özümlenebilirlik kapasitesi ve Ek-5 Tablo 4 ve Tablo 5’de yer alan çevresel kalite standartları göz önüne alınarak, ilgili kurum ve kuruluşlarca belirlenir.” ifadesi yer almaktadır. Diğer taraftan, yayılı kaynaklar ile ilgili olarak “Alıcı ortama tarımsal faaliyetlerden gelen kirlilikle ilgili gerekli tedbirler alınırken ÇKS değerlerinin esas alınması” gerektiği vurgulanmaktadır. Revize Yönetmeliğin Ek-5 Tablo 4’ünde ulusal düzeyde belirlenmiş olan ve alıcı ortamdaki ekolojik durum üzerinden değerlendirilen belirli kirleticiler sıralanmaktadır. Belirli kirleticiler olarak sıralanan 250 parametrenin ÇKS değerleri nehirler/göller ve kıyı-geçiş suları için ayrı ayrı olmak üzere YO-ÇKS_{SU} ve MAK-ÇKS_{SU} olarak verilmiştir [4]. Belirli kirleticilerden bir kısmının noktasal kaynaklı faaliyetlerden geldiği (117 adet), bir kısmının ise yayılı kaynaklı faaliyetlerden geldiği (133 adet) belirlenmiştir [5]. Revize Yönetmeliğin Ek-5 Tablo 5’inde ise AB düzeyinde belirlenmiş olan öncelikli maddeler listelenmektedir. 45 parametre olarak listelenen öncelikli maddeler içerisinde ağır metaller, bitki koruma ürünleri, biyositler, poliaromatik hidrokarbonlar (PAH) ve diğer grup kimyasalları yer almaktadır.

Zirai mücadele ilacı yönetimi ve kontrolü ile ilgili olarak, diğer ülkelerdeki uygulamalar incelendiğinde, AB ülkelerinin tamamında yeraltı suyunun pestisitler sebebiyle tehdit altında olduğu sonucuna varılmıştır [6]. AB ülkelerindeki aşırı pestisit kullanımının ve bunların çevresel ve halk sağlığı üzerindeki etkisinin anlaşılmasıyla, bazı ülkelerde %50’ye kadar olmak üzere pestisit kullanımı azaltılmış; bazı aktif bileşenler yasaklanmış; pestisit ruhsat kriterleri revize edilmiş; pestisit dozunun azaltılmasına ve zaman çizelgesinin geliştirilmesine gidilmiş; havadan püskürtme işlemi sınırlandırılmış; kullanımı kontrol eden vergiler uygulanmış; mekanik ve biyolojik alternatiflerin kullanımı teşvik edilmiştir. ABD’de Minnesota Tarım Departmanı (Minnesota Department of Agriculture) tarafından pestisit kontrolünde sulara ulaşan pestisit miktarının azaltılması ve su kaynaklarının korunması için, AB’dekine benzer uygulamalara geçilmiş; bunun yanı sıra su kütlelerine en az 100 m, kuyulara en az 15 m mesafede olacak şekilde pestisit

kullanımına izin verilmiş; içme suyu kaynağı olarak kullanılan su kaynaklarının etrafında, kirlenmiş akiferlerin olduğu alanlarda ve su tabakasının toprağa yakın olduğu alanlarda pestisit kullanımı tamamen yasaklanmıştır [7].

Ülkemizde tarımsal faaliyetlerden kaynaklanan kirlenmenin kontrolü için, Tarımsal Kaynaklı Nitrat Kirliliğine Karşı Suların Korunması Yönetmeliği 18.02.2004 tarih ve 25377 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanmış ve 23 Temmuz 2016 tarih ve 29779 sayılı Resmi Gazete’de revize edilerek yürürlüğe girmiştir [8]. Bu yönetmelik uyarınca, “Sularda Tarımsal Faaliyetlerden Kaynaklanan Nitrat Kirliliğinin Önlenmesine Yönelik İyi Tarım Uygulamaları Kodu Tebliği, (2016/46)”nde yer alan tedbirlerin uygulamaya aktarılması beklenmektedir [9]. Ancak söz konusu yönetmeliğin suların yalnızca nitrat açısından kontrolünü içermekte olduğu dikkate alındığında, pestisit kaynaklı kirlenmenin, bu yönetmeliğin kapsamı dışında yer aldığı görülmektedir. Tarımsal faaliyetler sonucu su kaynaklarına ulaşan pestisitleri ve bunların etkilerini kontrol etmek için mevcut yasal düzenlemelerin eksik kaldığı görülmektedir [5].

Ülkemizde tarımsal faaliyetlerden kaynaklanan kirlilik ile ilgili çalışmaların, daha çok alıcı ortamdaki azot ve fosfor parametrelerinin belirlenmesi üzerine olduğu görülmektedir [10, 11]. Azot ve fosfor parametreleri yayılı faaliyetlerden kaynaklanabildiği gibi noktasal (kentsel ve endüstriyel) faaliyetlerden de kaynaklanabilmektedir. Bu bakış açısıyla incelendiğinde literatürdeki çalışmaların kirlilik kaynağının ne olduğunu ortaya koymada yetersiz kalabildiği düşünülmektedir. Bunun dışında, literatürdeki çalışmalarda yayılı kaynaklı azot ve fosfor parametrelerinin alıcı ortama ulaşması ile ilgili modelleme çalışmalarının da yapıldığı görülmektedir. Ancak modelleme çalışmalarında hem çok fazla veriye ihtiyaç duyulmakta hem de uzun zamanda ve nispeten yüksek maliyetlerle sonuca ulaşılmaktadır. Tarımsal faaliyetlerde kullanılan zirai mücadele ilaçlarının (aktif madde) çeşidi, sayısı ve alıcı ortamdaki davranışı-taşınımı dikkate alındığında, bunların tespit edilmesinin yanı sıra analizlerinin

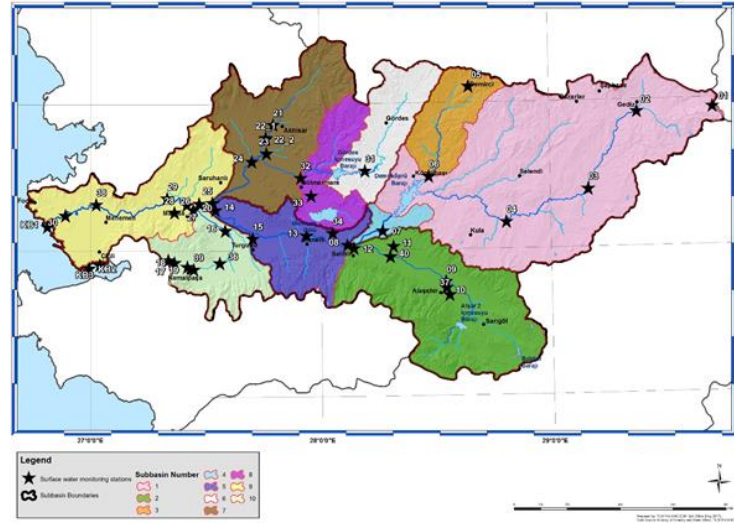
gerçekleştirilmesinin dahi kolay olmadığı görülmektedir. Bu duruma bağlı olarak alıcı ortamda hangi aktif maddelerin ne oranda olduğu ile ilgili kapsamlı bir çalışmanın henüz gerçekleştirilmediği belirlenmektedir.

Bu çalışmada, yerüstü sularındaki aktif maddelerin tespit edilmesi ve bu maddelerin (kirleticilerin) kaynağının ne olduğunun belirlenmesi hedeflenmiş; tarımsal faaliyetlerden geldiği belirlenen kirleticilerin ne oranda ve ne şekilde azaltılması gerektiği incelenmiştir. Bu kapsamda, tarımsal faaliyetlerin etkin olduğu Gediz Havzası pilot bölge olarak seçilmiştir. İzleme çalışmalarında, 2015-2016 arasında dört dönem olmak üzere, YSKY (2016)’ de Ek 5, Tablo 4’te yer alan Belirli Kirleticiler ile Ek 5, Tablo 5’te yer alan Öncelikli Maddeler dikkate alınmıştır. Ardından yük azaltımı için bir metodoloji geliştirilmiş ve YO-ÇKS_{SU} veya MAK-ÇKS_{SU} değerini geçen aktif maddeler için yük azaltım oranları belirlenmiştir. Çalışmanın son aşamasında yükün ne şekilde azaltılacağına yönelik öneriler getirilmiştir.

2. Materyal ve Metot

2.1. İzleme çalışmaları

2015-2017 yıllarında mülga Orman ve Su İşleri Bakanlığı tarafından yürütülen ve TÜBİTAK MAM tarafından gerçekleştirilen, “Alıcı Ortamın Taşıma Kapasitesine Göre Noktasal ve Yayılı Kirleticiler için Yük Azaltımının Belirlenmesi” Projesi kapsamında, Gediz Havzası’nın yerüstü suları Kasım 2015 (sonbahar) , Şubat 2016 (kış), Mayıs 2016 (ilkbahar) ve Ağustos 2016 (yaz) dönemlerinde izlenmiştir. 40 adet olarak belirlenen yerüstü suyu izleme istasyonları, havzada faaliyet gösteren endüstriyel tesislerin, kentsel doğrudan deşarjların ve kentsel Atıksu Artıma Tesislerinin (AAT) alıcı ortama deşarj noktalarının konumları göz önünde bulundurularak belirlenmiştir. Alıcı ortam istasyonları dışında, olası baskının nereden kaynaklandığını tespit etmek üzere kentsel atıksu (12 adet kentsel AAT, 5 adet doğrudan deşarj noktası) ve endüstriyel atıksu deşarjları (54 adet tesis) da eş zamanlı olarak izlenmiştir. Çalışma kapsamında, zirai mücadele ilaçları kaynaklı kirlenmenin tespit edilmesi için YSKY’de Ek 5, Tablo 4’te yer alan Belirli Kirleticiler ile Ek 5, Tablo 5’te yer alan Öncelikli Maddeler incelenmiştir.



Şekil 1. Gediz Havzası'nda izleme yapılan yerüstü suyu istasyonlarının lokasyonları

İzleme yapılan yerüstü suyu istasyonlarında konsantrasyonların yanı sıra debi de 4 dönem boyunca izlenmiş; noktasal kirlilik kaynaklarındaki debi değerleri ise ilgili işletmelerden temin edilmiş, Çevre ve Şehircilik İl Müdürlükleri'nden alınan bilgiler ile teyit edilmiştir. Gediz Nehri ana kolu ve yan kollarında yer alan 40 adet yerüstü suyu istasyonunun lokasyonları, Şekil 1'de verilmektedir. İzleme yapılan istasyonlardan 9 ve 11 no'lu istasyonlar, 4 dönem boyunca kuru olarak belirlenmiştir. Diğer istasyonlar arasında da dönemlere bağlı olarak kuru olan ve buna bağlı olarak ölçüm yapılamamış olanlar bulunmaktadır. Analizler, TÜBİTAK MAM Çevre ve Temiz Üretim Enstitüsü'nün akredite Su ve Atıksu, Katı ve Tehlikeli Atık Laboratuvarlarında gerçekleştirilmiştir.

Yüksek molekül ağırlıklı ve/veya görece polar pestisitler (Asetamiprid, Piridaben, Tebutiuron, Azoksistrobin, Bentazon, Boskalid, Bromoksinil vb.) için analizler LC-MSMS cihazı kullanılarak doğrudan enjeksiyon yöntemi [12] ile yapılmıştır. Numuneler, 0,45 mikron filtreden geçirildikten sonra, Agilent Marka 6460 model LC-MSMS cihaz ile analiz edilmiştir. Analizlerde POROSHELL 120 EC-C18 100X3 mm 2.7 µm özelliklerine sahip kolon kullanılmıştır. Numunelerin saklama koşulu -20 °C'dir.

Yarı uçucu özellikli ve/veya görece apolar pestisitler (Lindan, DDE, Kaptan, Klordan vb.) için analizler GC-MSMS cihazı kullanılarak

EPA8270D [13] ve SBSE [14] yöntemi ile yapılmıştır. Ön işlem olarak 2 L su numunesi içine internal standart eklendikten sonra, numune SPE kartuştan geçirilip pestisitler uygun organik solvent ile SPE kartuştan ayrılmış ve sonrasında fazla solvent uzaklaştırılarak elde edilen 1 ml son hacimde numuneler GC-MSMS ile analiz edilmiştir. Ayrıca SBSE tekniği ile PDMS bar koyulmuş 100 ml numune içine internal standart eklenerek, 2 saat 1000 rpm de karıştırılarak kirlenmiş PDMS bar üzerinde absorbe edilmiştir. Sonrasında TDU ile bar üzerindeki kirlenmişler GC ye gönderilip, MSMS de pestisitlerin analizleri yapılmıştır. GC-MSMS analizleri için ekstraktlar -20 °C da, SBSE için ise numuneler +4 °C da saklanmıştır.

2.2. Aktif madde azaltım oranlarının belirlenmesi

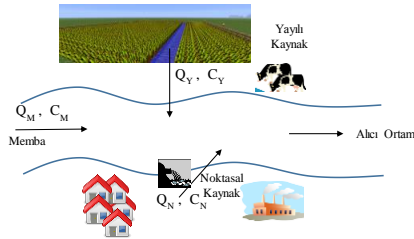
Yerüstü suyu istasyonlarında istenen su kalitesi olarak YSKY Ek-5 Tablo 4'de yer alan YO-ÇKS_{SU} ve/veya MAK-ÇKS_{SU} değerleri hedef alınmıştır. Bu amaçla, yerüstü sularına gelen yayılı ve noktasal yüklerin mevcut durumu belirlenmiş; ardından hedef yük değerleri belirlenerek, yayılı yükler için yük azaltımı önerilmiştir. Bu kapsamda, "mevcut yük" belirlenirken, izleme çalışmalarında istasyonlarda tespit edilen aktif madde konsantrasyonları üzerinden yükler hesaplanmıştır. Ardından her bir istasyona gelen noktasal baskılar tespit edilerek, gelen

kirlilik yükü “noktasal yük” olarak kabul edilmiştir. Alıcı ortama gelen noktasal yüklerin dışındaki yükler ise “yayılı kirlilik yükü” olarak alınmıştır.

Hedef yük” belirlenirken ise alıcı ortamda istenen kalitenin (YSKY Ek-5 Tablo 4’de yer alan YO-ÇKS_{Su} ve/veya MAK-ÇKS_{Su} değerleri) sağlanacağı varsayımından hareketle, noktasal yüklerin istenen kriter değerinde deşarj yapacağı kabul edilmiş, aradaki fark kadar yayılı yükten gelmesi beklenen değer belirlenmiştir.

Yayılı yük azaltımı için noktasal baskı kaynaklarının, YSKY Ek-5 Tablo 4’de yer alan YO-ÇKS_{Su} ve/veya MAK-ÇKS_{Su} değerlerinde deşarj yapacağı kabul edilmiştir. Hesaplamlarda her bir istasyon membasındaki istasyonla birlikte değerlendirilmiştir. Kullanılan basit kütle dengesi yaklaşımı Denklem 1’de belirttiği gibidir. Yerüstü suyu istasyonuna (alıcı ortam) gelen yükler Şekil 2’de şematize edilmektedir.

Alıcı ortamda tespit edilen yük = (Membadan gelen yük) + (noktasal kaynaklı baskılardan gelen yük) + (yayılı kaynaklı baskılardan gelen yük) (1)



Q_M: Memba Debisi
C_M: Membadaki Kirlenici Konsantrasyonu
Q_N: Noktasal Kaynaktan Gelen Deşarjin Debisi
C_N: Noktasal Kaynaktan Gelen Kirlenici Konsantrasyonu
Q_Y: Yayılı Kaynaktan Gelen Akış Debisi
C_Y: Yayılı Kaynaktan Gelen Kirlenici Konsantrasyonu

Şekil 2. Yerüstü suyu istasyonuna gelmesi muhtemel yükler

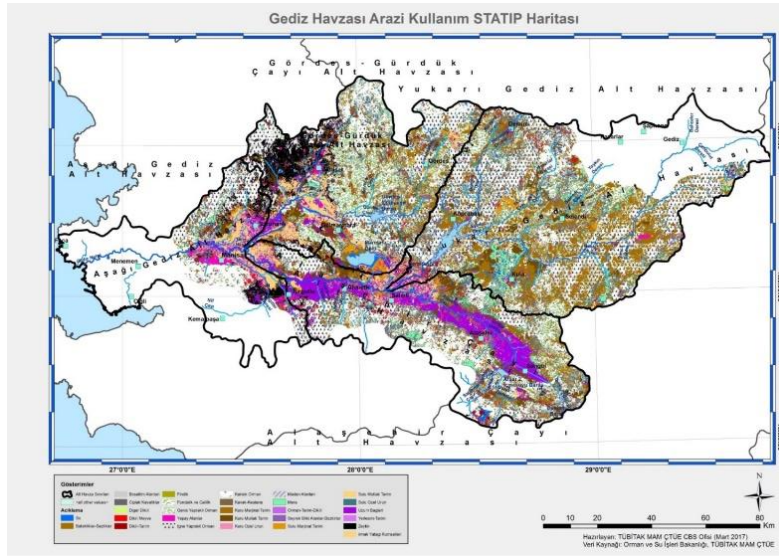
3. Bulgular

Gediz Havzası, bereketli toprakları, uygun iklimi ve coğrafi konumuyla bitkisel ve hayvansal üretim için oldukça elverişlidir. Manisa Gıda, Tarım ve Hayvancılık İl Müdürlüğü’nden [15] alınan verilere göre, havzanın önemli kısmını oluşturan Manisa ili, kurutmalık üzüm, sofralık üzüm, sofralık zeytin ve hindi üretiminde ülke birincisi, tütün, salçalık domates, tavuk eti ve ceviz üretiminde ülke ikincisi, kiraz, yumurta ve

organik ürün üretiminde ise ülke üçüncüsüdür. Havzadaki ürün deseni dağılımını gösteren harita Şekil 3’de verilmektedir. Haritadan görüldüğü üzere havzada yetiştirilen önemli ürünlerden üzüm, Sarıgöl, Alaşehir, Salihli, Ahmetli ve Turgutlu civarında, Gediz Nehri etrafında yetiştirilmektedir. Havzanın diğer karakteristik ürünü olan zeytin ise Akhisar civarında toplanmış olup, belirli bir miktar da Turgutlu-Manisa Merkez civarında yer almaktadır. Manisa GTHİM’den Nisan 2017’de alınan bilgiler doğrultusunda, havzadaki bağ, meyve, sebze ve hububat alanlarında kullanılan bitki koruma ürünleri için aktif madde kullanımları Tablo 2’de özetlenmektedir

Manisa GTHİM’nden alınan bilgilere göre, İnsektisitlerle ilgili olarak en yoğun kullanımın, sebzelerde *Klorpirifos-Etil %25* (8.100 kg veya L/yıl); meyvelerde *Dimetoat 400 g/L* (85.500 kg veya L/yıl); bağlarda *İndoksakarb 150 g/L* ve (23.400 kg veya L/yıl) ve *İmidakloprid 350 g/L* (20.500 kg veya L/yıl); hububatta *Klorpirifos-Etil %25* (3.250 kg veya L/yıl); endüstriyel ürünlerde *İmidakloprid 350 g/L* (2.550 kg veya L/yıl) olduğu belirlenmiştir.

Fungusitlerle ilgili olarak en sık kullanımın sebzelerde *Azoksistrobin 250 g/L* (3.895 kg veya L/yıl); meyvelerde *Bakar Sülfat+Sönmemiş Kireç* (Bordo Bulamacı) (727.500 kg veya L/yıl); bağlarda *Kükürt %80* (260.940 kg veya L/yıl), *Metiram %80* (55.500 kg veya L/yıl), *Propineb %70* (52.590 kg veya L/yıl); hububatta *Maneb %80 WP* (990 kg veya L/yıl); endüstriyel ürünlerde *Propineb %70* (8.220 kg veya L/yıl) ve *Maneb %80* (7.018 kg veya L/yıl) olduğu tespit edilmiştir. Herbisitlerle ilgili olarak en yaygın kullanımın sebzelerde *Pendimetalin 500 g/L* (13.100 kg veya L/yıl); meyvelerde *Glifosat İzopropilamin Tuzu* (10.000 kg veya L/yıl); bağlarda *Glifosat Amonyum Tuzu* (40.000 kg veya L/yıl); hububatta *Klorifos-Etil %25* (3.250 kg veya L/yıl); endüstriyel üründe *Pendimetalin 330 gr/L* (3.900 kg veya L/yıl) olduğu belirlenmiştir. Akarisitlerden ise sebze *Piridaben %20* (740 kg veya L/yıl); meyvede *Tebufenpirad %20* (1500 L/yıl); endüstriyel üründe *Hekzitiyazoks 50 g/L* (660 kg veya L/yıl) olduğu gözlenmektedir. Bağda ve hububatta akarisit kullanılmadığı tespit edilmektedir.



Şekil 3. Gediz Havzası arazi kullanımı statip verisi [16]

Tablo 2. Gediz Havzası'nda kullanılan aktif maddeler [15]

Kg veya L/yıl	Sebze	Meyve	Bağ	Hububat	Endüstriyel Ürün	Toplam
İnsektisit	17.569	170.700	848.616	9.985	13.765	1.060.634
Fungusit	28.892	821.139	1.338.317	2.010	36.116	2.226.474
Akarisit	1.798	1.748	-	-	1.631	5.177
Herbisit	20.060	10.000	45.000	42.250	6.197	123.507
Toplam	68.319	1.003.587	2.231.933	54.245	57.709	3.415.792

3.1. Aktif madde izleme çalışmaları

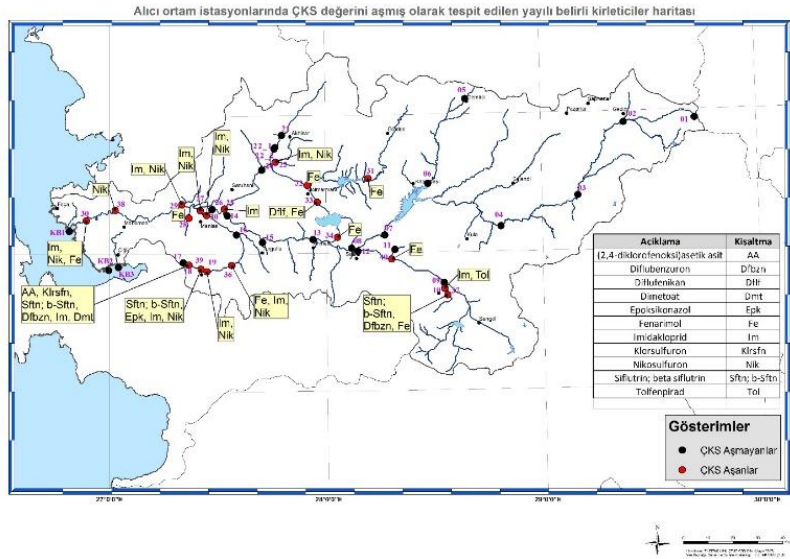
Gediz Havzası alıcı ortamında yapılan izlemelerin sonuçları incelendiğinde, incelenen 133 pestisit 51 tanesinin mevcut olduğu, 9 tanesinin YO-ÇKS_{su} değerini geçmiş olduğu, 7 tanesinin ise MAK-ÇKS_{su} değerini geçmiş olduğu belirlenmiştir. Yönetmelikteki sınır değerleri geçen pestisitlerin, toplam 40 istasyondan 18'inde (2 tanesi kuru) belirlendiği gözlenmiştir. Bu istasyonlar 10, 18, 19, 20, 23, 25, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 36, 37, 38 ve 40 numaralı istasyonlar olarak sıralanmaktadır. Söz konusu istasyonlarda tespit edilen pestisitler için tayin limiti (LOD), tespit edilen değerler ve Yönetmelik de yer

alan sınır değerler Tablo 3'te sunulmakta ayrıca Şekil 4'te harita üzerinde gösterilmektedir. Tablo 3'te gri renk ile gösterilen değerler YO-ÇKS_{su} ve/veya MAK-ÇKS_{su} değerlerini aşan değerlerdir. Sıralanan istasyonlarda, incelenen 133 adet pestisit arasında Imidakloprid, 2,4-d;(2,4-diklorofenoksi) asetik asit, Klorosulfuron, Dimetoat, Nikosulfuron, Epoksikonazol, Fenarimol, Tolfenpirad, Diflufenikan ve Sulftrin/beta-Siflutrinin YO-ÇKS_{su} ve/veya MAK-ÇKS_{su} değerini geçtiği tespit edilmiştir.

Tablo 3. Pestisitlerin YO-ÇKS_{su} ve/veya MAK-ÇKS_{su} değerini aştığı belirlenen istasyonlarda tespit edilen ortalama değerler

Istasyon	2,4-d;(2,4-diklorofenoksi) asetik asit	Klorosulfuron	Diflufenikan	Dimetoat	Epoksikonazol	Fenarimol	Imidakloprid	Nikosulfuron	Tolfenpirad	Diflubenzuron	Siflutrin; beta siflutrin
YO ÇKS (µg/L)	5,3	0,02	0,01	15	0,8	0,07	0,14	0,05	0,2	0,13	0,001
MAK ÇKS(µg/L)	583	0,6	0,01	15	0,8	0,07	1,4	0,2	0,2	0,13	0,003
LOD(µg/L)	0,025	0,02	0,01	0,002	0,005	0,05	0,02	0,02	0,05	0,05	0,01
10	0,0176	<LOD	<LOD	0,0053	<LOD	<LOD	0,17	<LOD	0,57	<LOD	<LOD
18	7,6	0,0245	<LOD	24,9	0,0324	<LOD	1,07	0,0276	<LOD	1,07	0,014
19	1,6409	<LOD	<LOD	0,1508	1,3250	<LOD	0,4713	0,1361	0,0276	<LOD	0,0160
20	2,2994	<LOD	<LOD	0,0180	0,0279	<LOD	0,3269	2,1024	<LOD	<LOD	<LOD
23	0,0407	<LOD	<LOD	0,2700	<LOD	<LOD	0,6660	0,1133	0,0343	<LOD	<LOD
25	0,0171	<LOD	<LOD	0,0380	<LOD	<LOD	0,2723	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
27	0,2424	<LOD	<LOD	0,0298	0,0111	<LOD	0,1783	0,5512	<LOD	<LOD	<LOD
28	<LOD	<LOD	<LOD	0,0015	<LOD	0,1420	0,0453	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
29	0,5641	<LOD	<LOD	0,0088	0,0129	0,0348	0,1802	0,5381	<LOD	<LOD	<LOD
30	0,3056	<LOD	<LOD	0,0120	0,0074	0,0880	0,1433	0,1470	<LOD	<LOD	<LOD
31	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	0,1020	0,0378	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
32	<LOD	<LOD	<LOD	0,0060	<LOD	0,0960	0,0349	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD

33	<LOD	<LOD	0,0130	0,0063	<LOD	0,1050	0,0558	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
36	2,0209	<LOD	<LOD	0,0180	0,0461	0,1140	0,4972	5,0375	<LOD	<LOD	<LOD
37	<LOD	<LOD	<LOD	0,0023	<LOD	18	0,1295	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
38	0,0834	<LOD	<LOD	0,0118	0,0059	<LOD	0,1318	0,3148	<LOD	<LOD	<LOD
39	2,4669	<LOD	<LOD	0,0558	0,0919	<LOD	0,5470	10,2549	<LOD	<LOD	<LOD
40	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	0,0890	0,0192	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD



Şekil 4. Yerüstü sularında YO-ÇKS_{SU} ve/veya MAK-ÇKS_{SU} değerini aşmış olarak tespit edilen aktif maddeler

Aktif maddeler kullandıklarında gösterecekleri etkiye göre "kontakt etkili" (bitkiye tatbik edildiklerinde, bitki yüzeyinde kalarak, temas ettikleri canlıları öldüren) ve "sistemik etkili" (bitki bünyesi içerisinde hareket ederek meyveye, yaprağa veya bitki köküne ulaşan) olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Kontakt etkili olanlar, sistemik olanlara göre daha az tehlikeli olup, sistemik etkili ilaçların kullanımı esnasında daha dikkatli davranılması önerilmektedir [17, 18]. Tespit edilen aktif maddeler sistemik etkili sınıfta yer almaktadır.

Çalışma kapsamında yapılan izlemeler sonucunda yayılı belirli kirleticilerin yalnızca yayılı kirletici kaynaklardan gelmediği, aynı zamanda noktasal baskılardan da geldiği gözlenmiştir. Bu durum, sebze ve meyve

işleme tesislerinin havzada yaygın olmasından veya sebze ve meyvelerin evlerde yıkanmasından kaynaklanabilmektedir.

Diğer taraftan, saha çalışmalarında meyve-sebze işleyen endüstrilerin, tesise gelen ürünlerini sıklıkla analiz ettirdikleri ve bu ürünlerin, ilgili bakanlık tarafından pestisitler için önerilen Maksimum Kalıntı Limiti değerleri altında oldukları belirlenmiştir. Gediz Havzası yerüstü suları YO-ÇKS_{SU} açısından incelendiğinde, Nif Çayı'nın (17, 18, 19, 39, 36, 16 ve 20 no'lu istasyonlar); Gürdük Çayı ile Nif Çayı birleşiminden sonra Gediz Nehri'nin (26, 29, 38 ve 30 no'lu istasyonlar); Alaşehir Çayı'na bağlanan kolun (10 no'lu istasyon) kirli olduğu tespit edilmiştir. Yerüstü suları MAK-ÇKS_{SU} açısından incelendiğinde YO-ÇKS_{SU} değerini aşan istasyonlarla birlikte,

Gördes Barajına giren kolun (31 no'lu istasyon); Gürdük Çayı'nın (23, 24 ve 26 no'lu istasyonların); Gölmarara'ya giren-çıkan kolların (33 ve 34 no'lu istasyonlar) ve Alaşehir Çayı'nın (40 no'lu istasyon), kirli olduğu gözlenmiştir.

3.2. Aktif madde kullanımı azaltımı

YO-ÇKS_{SU} ve/veya MAK-ÇKS_{SU} değerini aşmış aktif maddelerin istasyonlardaki dağılımı (Şekil 4) incelendiğinde Fenarimol, Imidakloprid ve Nikosulfuron'un pek çok istasyonda yer aldığı gözlenmektedir. Fenarimol, havzada yoğun olarak yetiştirilen üzüm için; Imidakloprid, armut, elma, şeftali,

turunçgiller, domates, fasulye, patlıcan, pamuk ve tütün için; Nikosulfuron ise mısır için kullanılmaktadır. Havzadaki ürün deseni incelendiğinde bu durum beklenen bir sonuç olarak ortaya çıkmaktadır.

Tablo 4'te izleme yapılan istasyonlarda, YO-ÇKS_{SU} ve/veya MAK-ÇKS_{SU} değerini geçen aktif maddeler için önerilen azaltım oranları yer almaktadır. Hesaplanan azaltım oranları %27 ile %100 arasında belirlenmiştir. Yüksek azaltım oranları, söz konusu aktif maddenin kullanılmaması veya yerine başka bir aktif madde kullanımına gidilmesini ifade etmektedir.

Tablo 4. Alıcı ortamda tespit edilen aktif maddeler için önerilen azaltım oranları

İstasyon	Önerilen Azaltım %										
	2,4-d; (2,4-diklorofenoksi)asetik asit	Klorosulfuron	Diflufenikan	Dimetoat	Epoksikonazol	Fenarimol	Imidakloprid	Nikosulfuron	Tolfenpirad	Diflubenzuron	Siflutrin; beta siflutrin
10							23		70		
18	65	49		70			93			94	
19					86		100	89			98
20							60	97			
23							88	74			
25							100				
27							33	97			
28						53					
29							52	87			
30						68	16	126			
31						31					
32						27					
33			27			38					
36						51	74	98			
37						18					
38								94			
39							88	100			
40						35					

3.3. Zirai mücadele ilacı yönetimi ve kontrolü

Havzalarda yayılı kaynaklı kirliliğin önüne geçilerek alıcı ortam su kalitesinin artırılması için uygulanan yaklaşımlar arasında, toprağın kontürlenerek sürülmesi, ekin rotasyonu, nutrient yönetimi, ekimin sonbahar yerine ilkbaharda yapılması, çimlendirilmiş su yolları, yapay sulak alanlar, sediment tutucu yapılar ve filtrasyon şeritleri kullanımı gibi uygulamaların yer aldığı görülmektedir [19]. Bu uygulamalardan yapay sulak alanlar ve göletler gibi bazıları büyük ölçekli olup; filtrasyon şeritleri gibi diğer uygulamalar ise küçük ölçekli uygulamalar sınıfındadır. Bu yaklaşımların havza yönetimini de içine alan araştırma projelerinde giderek yaygınlaştığı görülmektedir [20-23]. Diğer taraftan bu uygulamaların giderek yaygınlaşmasına rağmen, verimlilikleri ve hangilerinin birlikte veya tek başına kullanılmasıyla hedeflere en iyi şekilde ulaşılabileceği soruları henüz tam olarak yanıtlanmamıştır. Uygulamaların seçilmesine ve uygulanmasına yardımcı olmak üzere birçok çalışma yapılmaktadır [24-26]. Planlama amacıyla, ampirik verilerin (ölçüm verileri) toplanması, hidrometeorolojik değişkenlik ve sayısız olası uygulama senaryolarını dikkate alarak modelleme çalışmalarının yapıldığı görülmektedir [27-29]. Ancak araştırmalardan elde edilen sonuçlar incelendiğinde, hem kısa hem de uzun vadeli uygulamaların performanslarının büyük ölçüde değişkenlik gösterdiği belirlenmiş [30, 31] buna bağlı olarak çoğu planlama ve modelleme çalışmalarının yetersiz kaldığı gözlenmiştir [24, 32].

Pestisit yönetimi genel iyi tarım uygulamalarından bağımsız olmayıp, sulama suyu yönetiminden ürün rotasyonuna, nutrient yönetiminden toprak koruma bitkisine kadar pek çok tarımsal uygulama ile ilgilidir. Pestisit ve diğer zirai kimyasalların yeraltı ve yüzey sularına taşınım riskini azaltmak için gerekli önlemlerin başında, kimyasal kullanımının gerekli olup olmadığının değerlendirilmesi gelmelidir. Eğer pestisite ihtiyaç duyuluyorsa, pestisit özellikleri, uygulama alanının hassasiyeti, uygulama şekli ve etkilerinin dikkate alınması gerekli görülmektedir [33]. Pestisitlerin ve ilgili arazi yönetim uygulamalarının su kalitesi üzerindeki etkilerinin tahmini, bölgeye özgü

kontrol seçeneklerinin ve pestisit kontrolü için genel yaklaşımların geliştirilmesi için gerekli bir unsurdur.

Pestisit kullanımının kontrolü, azaltılması ve su kirliliğine neden olan faktörlerin azaltılması için kullanılan çeşitli yöntemlerin başında, pestisit kalıcı bitki örtüsünde muhafaza edildiği alanlar olan Koruyucu Tampon Alanlar (Kanal İçi ve Kanal Dışı Yapay Sulak Alanlar) oluşturulması gelmektedir. Tournebize ve arkadaşları (2017) tarafından yapılan bir çalışmada, Fransa'nın farklı bölgelerinde olmak üzere bir havza, bir alt-havza ve bir pilot bölge seçilerek, kanal içi ve kanal dışı yapay sulak alanlar kurulmuş, yayılı kaynaklı nitrat ve pestisit giderimleri incelenmiştir [34]. Ortalama giderim verimleri pestisit için %20-90, nitrat için %40-90 olarak tespit edilmiştir. Proses veriminin belirgin olarak hidrolik bekleme süresinin önemli bir faktörü olduğu, mikrobiyolojik aktivitelere dayandığı belirlenmiştir. Kirleticinin taşınımı ve dönüşümünün nitratın (yıl boyunca) ve pestisit uygulamasına bağlı olarak mevsimsel değiştiği gözlenmiştir. Çalışmanın sonucunda nitrat gideriminde kanal içi yapay sulak alanların; pestisit gideriminde kanal dışı yapay sulak alanların daha etkin olduğu belirtilmiştir.

Vymazal ve Brezinova (2015) tarafından yapılan bir derlemede, yapay sulak alanların pestisit giderimi ile ilgili çalışmalar incelenmiştir [35]. Bu kapsamda 87 pestisit giderimini inceleyen 47 çalışma değerlendirilmiştir. 1970'lerin başında başlayan ve günümüzde giderek yaygınlaşan bu çalışmaların çoğunda, kanal içi yapay sulak alanların kullanıldığı gözlenmiştir. Yapılan tespitlere göre giderimin en yüksek oranda gözlendiği pestisitler organoklorin, strobilurin/storbin, organofosfat ve piretroid grupları olup; giderimin en düşük oranda gözlendiği pestisitler, triazinon, ariloksialkanasitler ve üre grupları olarak belirlenmiştir.

Schulz ve Peall (2001) tarafından yapılan bir çalışmada, Güney Afrikada Laurens Nehri Havzasında, kanal içi sulak alan sistemlerinin, yüzey suyundan pestisit giderimi üzerine etkisi incelenmiştir [36]. Yapılan incelemeler sonucunda, toplam askıda katı madde,

ortofosfat ve nitrat parametrelerinin, kuru hava koşullarında (yağış < 2 mm /gün) %15,%54 ve %70 oranında tutunduğu; yağışlı hava koşullarında (2-35 mm/gün) %78, %75 ve %84 oranında tutunduğu tespit edilmiştir. İzlenen pestisitlerden Klorpirifos ve Endosulfan'ın giriş suyunda 0,02 ve 0,2 µg/L olarak belirlenmiş, çıkış suyunda ise bunların tamamen giderildiği gözlenmiştir. Ayrıca Chironomus bakterisi üzerinden gerçekleştirilen toksisite testinde, çıkış suyunda toksisite değerinin %89 oranında azaldığı tespit edilmiştir.

3.4. Gediz Havzası'nda zirai mücadele ilacı yönetimi ve kontrolü

Gediz Havzası'nda dört dönem boyunca izleme çalışmaları sırasında tespit edilen Fenarimol

ve Tolfenpirad'ın kullanımı, imalatı ve ithalatı GTHB tarafından sırasıyla 2011 ve 2013 yıllarında yasaklanmış bulunmaktadır. Bu durum söz konusu aktif maddelerin, izinsiz kullanılmış olması ve yüzey akışı ile alıcı ortama ulaşması veya yarı ömürlerinin diğer aktif maddelere göre nispeten uzun olması ve daha önceki kullanımlar sonucu sedimentte birikerek zamanla su ortamına geçmesi ile açıklanabilmektedir.

Manisa GTHİM'den alınan bilgiler doğrultusunda, bu aktif maddelerden bazıları yerine çevreye en az zararlı olarak kullanılacak aktif maddeler, Tablo 5'te verilmektedir [15].

Tablo 5. Gediz Havzası yerüstü sularında tespit edilen aktif maddeler yerine kullanılması önerilen aktif maddeler [15]

	Aktif Madde	Kullanım Alanı	Yerine Kullanılabilecek Aktif Madde
Herbisit	2,4 D ; (2,4-Diklorofenoksi) asetik asit	Hububat tarlalarında çıkış sonrası geniş yapraklı yabancı otlara karşı kullanılmaktadır.	Tritosulfuron+Dica mba WG25+50%
	Nikosulfuron	Mısırdar dar yapraklı ve bazı geniş yapraklı yabancı otlara karşı kullanılır.	Rimsulfuron, Bromoxynil 225 EC, Tritosulfuron+Dica mba WG25+50%
İnsektisit	Diflubenzuron	Elma iç kurdu, armut psillidi, fıncıkta amerikan beyaz kelebeği, Antep fıstığından fıstık göz kurdu, Zeytinde zeytin güvesi, turunçgillerde yaprak galeri güvesi, Orman ağaçlarında çam keseli tırtılı	Thiacloprid, Triflumuron,Lambda Cylthothrin
	Dimetoat	Meyvede yaprak bitleri, armut kaplana, Ağaç sarı kurdu, elma pamuklu biti, fidan dip kurtları, şeftali virgül kabuklu biti, Antep fıstığı sıralı zenk, yaprak psillidi, iç güvesi, meyve iç kurdu ,fıstık göz kurdu, zeytinde çiçek sap sokanı, zeytin güvesi, zeytin kırlangıç böceği, zeytin kurdu, zeytin pamuklu biti, zeytin sineği, susamda susam güvesi	Thiacloprid, Triflumuron,Lambda Cylthothrin
	Imidakloprid	Pamuk yaprak biti, yaprak piresi, beyaz sinek, armutta armut psillidi, elma yaprak biti, şeftali yaprak biti, domateste şeftali yaprak biti, domateste tel kurtları, domateste beyaz sinek, bamyaya ve fasulyede yaprak biti, patates böceği, patlıcanda bakla yaprak biti, tütün yaprak biti, tütün thrips, antep fıstığı yaprak psillidi, turunçgiller yaprak güvesi	Lambda Cylthothrin, Pyrimetrozine, Pyridaben,Thiamet hoxan, Acetamiprid

Havzada oluşan tarımsal baskının etkilerini en aza indirmek için öncelikle nehir civarında yer alan köylerde ardından çayı besleyen derelerin etkilendiği yerleşim yerlerinde GTHB tarafından gerçekleştirilecek tarımsal kirlilik yönetimi çalışmaları büyük önem taşımaktadır. Tarımsal faaliyetlerde kullanılan aktif maddelerin yönetimi ve kontrolü ile ilgili olarak GTHB tarafından yayımlanan, İyi Tarım Uygulamaları Hakkında Yönetmelik (07.12.2010 RG No: 27778) kapsamında gerekli yükümlükler belirtilmiştir [37]. Yönetmelikte üretime geçilmeden önce i) risk değerlendirilmesi (toprak tipi, erozyon, taban suyu seviyesi ve kalitesi, sürdürülebilir su kaynaklarının varlığı, arazinin ilk kullanımı, parazit ve diğer asalaklarla bulaşık olması ve bitişik alanlara etkisi göz önünde tutularak) yapılması; ii) yetkili kuruluşlara başvurulması, izlenebilirlik ve kayıt tutma için ürünün belgelenmesi; üretim sırasında iii) toprağın işlenmesinde, erozyonu azaltacak ve toprağın fiziksel yapısını koruyacak teknikler kullanılması; iv) gübre kullanımı için toprak ve yaprak analizleri yapılması; v) uygun sulama sistemleri kurulması, sulama suyu kaynağının mikrobiyal, kimyasal ve mineral kirlenimlerinden en az yılda bir kez analiz ettirilmesi; vi) hastalık ve zararlılarla mücadele "Entegre Mücadele Teknik Talimatları" doğrultusunda öncelikle kültürel tedbirler, mekanik mücadele, biyolojik mücadele veya biyoteknik yöntemler uygulanması; Son çare olarak kimyasal mücadele yapılması; vii) pestisit uygulamaları ile ilgili kayıtların tutulması; Pestisit kalıntı analizlerinin yapılması; Maksimum kalıntı limitlerinin aşılması durumuna karşı bir acil eylem planının mevcut olması vurgulanmaktadır.

Yönetmelikte vurgulanan maddelerin yanı sıra pestisit satışlarının kontrolü ile ilgili olarak pestisit kullanımında reçeteli ilaçların kullanımının zorunlu tutulması önemlidir [38]. Organik fosforlu pestisitlerde kısıtlamaya gidilmelidir. Organik olarak ayrıştırılabilir pestisitlerin kullanımına önem verilmelidir. Öncelikle pestisit kullanmak isteyen üretici tarafından GTHİM'e başvurulması önerilmektedir. Ardından GTHİM çalışanları pestisit kullanılacak alanı kontrol ederek durumun gereksinimi belirlemelidir. Pestisit kullanımı konusunda yalnızca eğitim almış ve sertifikalandırılmış ziraat mühendislerinin pestisit reçetesi yazma yetkisi bulunmalıdır.

Reçetesiz pestisit satışının yasaklanması önerilmektedir. Bunun yanı sıra 5.000 m²'den büyük tarım alanlarında öncelikle toprak analizleri yapılmalı; verimlilik analizleri gerçekleştirilmeli ve gübre kullanımına ihtiyaç olduğunun tespit edilmesi durumunda buna izin verilmelidir. Böylece üreticilerin, toprağın ve bitkinin ihtiyacı olan miktarda gübreyi, doğru yöntemlerle kullanmaları sağlanabilecektir. Bunun dışında yurt içinde biyolojik mücadele laboratuvarlarının artırılması önemlidir. Pestisit kullanımında uygulanması gereken dozlar, ürün ve zirai mücadeleye yönelik olarak GTHB tarafından belirlenmiştir. Ancak çiftçi önerilen dozların çok üzerinde aktif madde kullanabilmektedir. Bu durum hem üründe oluşan kalıntı aktif madde miktarının fazla çıkmasına hem de bu aktif maddelerin alıcı ortama ulaşmasına neden olmaktadır.

Manisa GTHİM tarafından, hastalık ve zararlılarla entegre mücadele edilirken çevreye en az etkili aktif maddeler seçildiği belirtilmiştir. Ancak entegre mücadeleye kayıtlı çiftçiler, ürünlerini satarken piyasadaki diğer ürünlerle aynı fiyatlara sattıklarından katılımın artmadığı ifade edilmiştir. Entegre mücadeleye kayıtlı çiftçilere destekleme ödemesi yapılmasının entegre mücadelenin daha da yaygınlaşmasını sağlayacağı ve bunun da pestisit kullanımını azaltacağı önerisi getirilmiştir. Havzada organik tarımın yaygınlaştırılması ve desteklenmesi gerek pestisit kullanımını gerekse kimyasal gübre kullanımını azaltacaktır. Organik tarımın desteklenmesinin yanı sıra çiftçiye pazar sağlanması konusunda çalışmalar yapılması gerektiği belirtilmiştir [15].

4. Tartışma ve Sonuç

Mevcut çalışmada, YSKY 2016'da yayımlanan (Ek-5 Tablo-4'de) ve tarımsal faaliyetlerden gelmesi muhtemel 133 pestisit Gediz Havzası'nda 4 dönem boyunca izlenmiş, bu aktif maddelerden hangilerinin alıcı ortama ulaştığı ve hangilerinin Yönetmelikte önerilen sınır değerlerin üzerinde olduğu belirlenmiştir. Ardından noktasal kaynaklardan gelen kirlenimci dikkate alınarak, yük azaltımı için bir metodoloji geliştirilmiştir ve yük azaltımı için önerilerde bulunulmuştur.

Çalışmanın yük azaltım oranları ile ilgili önemli fikirler verebileceği, ancak daha detaylı bir değerlendirmenin uzun dönem izleme verisi gerektiren modelleme çalışmaları ile

yapılabileceği düşünülmektedir. Daha kesin sonuçlara modelleme çalışmaları ile ulaşılabileceği söz konusu olmakla birlikte, modelleme çalışması yapmanın bu kadar çok sayıda ve her biri farklı davranış-taşınım gösteren aktif madde için kolay olmadığı dikkate alınarak, mevcut veriler ışığında yapılabilecek en uygun çalışmanın bu olduğunu söylemek mümkündür.

Alıcı ortam kalitesinin iyileştirilmesi ile ilgili ilk yapılması gereken mevcut durumun belirlenmesi, ardından önlemlerin uygulamaya geçirilmesidir. Mevcut durum tespiti için uzun döneme ait debi ve su kalite bilgisine ihtiyaç duyulmaktadır. Alıcı ortam verisi ile ilgili olarak ülkemizde birçok kurum tarafından izleme çalışmaları yapıldığı ancak bu verilerin tek

noktada toplanmadığı bilinmektedir. Su kalitesi ve akım izlemelerinde DSI'nin uzun döneme ait verileri bulunmaktadır. Ancak kalite ve akım gözlem istasyonlarının aynı noktalarda olmadığı ve eş zamanlı izleme yapılmadığı bilinmektedir. Diğer taraftan izlenen parametreler incelendiğinde, mülga Orman ve Su İşleri Bakanlığı tarafından hazırlanmış olan öncelikli maddeler ile belirli kirletici parametreleri, 2015 yılında itibaren izleme programlarında yer almıştır. İstenen kapsamda kalite ve akım izlemelerinin gerçekleştirilmesi için ilgili kurumların laboratuvar ve teknik personel altyapısının güçlendirilmesi gerekmektedir. Kirletici kaynakların tespiti ile ilgili olarak, kentsel ve endüstriyel deşarjların yerlerinin, miktarlarının ve kirletici içeriklerinin belirlenmesi bir diğer önemli husustur.

Teşekkür

Bu çalışma Orman Su İşleri Bakanlığı'nın sahibi, TÜBİTAK MAM Çevre ve Temiz Üretim Enstitüsü'nün gerçekleştircisi olduğu Günlük Maksimum Toplam Yük Yaklaşımı'nın Gediz Havzası'nda Uygulanması Projesi kapsamında gerçekleştirilmiştir. Çalışmada emeği geçen, başta Oltan Canlı olmak üzere TÜBİTAK MAM Çevre ve Temiz Üretim Enstitüsü Laboratuvar Personeline, Manisa Gıda Tarım Hayvancılık İl Müdürlüğü'nden Erdal Deniz'e ve ODTÜ Çevre Mühendisliği Bölümü'nden Prof. Dr. Ülkü YETİŞ'e ve ekibine teşekkürlerimizi sunarız.

Kaynakça

- [1] Davis, A. M., Pearson, R. G., Brodie, J. E., Butler, B. 2017. Review and conceptual models of agricultural impacts and water quality in waterways of the Great Barrier Reef catchment area.: Marine and Freshwater Research, Cilt.15, s. 1-19.
- [2] Knauer, K., Homazava, N., Junghans, M., Werner, I. 2017. The influence of particles on bioavailability and toxicity of pesticides in surface water. Integrated environmental assessment and management, Cilt. 13, s. 585-600.
- [3] Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği (YSKY), 30.11.2012, RG No: 28483, Orman ve Su İşleri Bakanlığı.
- [4] Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği (YSKY), 10.08.2016, RG No: 29797, Orman ve Su İşleri Bakanlığı.
- [5] TÜBİTAK MAM, 2017. Gediz Havzası'nda Günlük Maksimum Yük Yaklaşımı'nın Belirlenmesi Projesi Final Raporu, T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Projesi, (Hazırlayan: TÜBİTAK, MAM), Kocaeli, 1000s.
- [6] RIVM, 1992, Milieudiagnose 1191 I. Integrale rapportage lucht-, bodem- en grondwaterkwiteit. "pilot studie", RIVM Rep 72801004, Hollanda Çevre ve Halk Sağlığı Ulusal Enstitüsü Raporu (Flemekne)Bilthoven, Hollanda.
- [7] NRCS, 2008. Natural Resources Conservation Service Conservation Practice Standard Pest Management (Acre) CODE 595, Minnesota October 2008. <https://efotg.sc.egov.usda.gov/references/public/MN/595mn.pdf> (Erişim Tarihi:13.4.2017).
- [8] Tarımsal Kaynaklı Nitrat Kirliliğine Karşı Suların Korunması Yönetmeliği, 18.Şubat 2004, RG No: 25377, Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı.
- [9] Sularda Tarımsal Faaliyetlerden Kaynaklanan Nitrat Kirliliğinin Önlenmesine Yönelik İyi Tarım Uygulamaları Kodu Tebliği, 11.02.2017, RG No: 29976, Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı.
- [10] Boyacıoğlu, H., Boyacıoğlu, H. 2008. Water pollution sources assessment by multivariate statistical methods in the Tahtali Basin, Turkey. Environmental Geology, Cilt. 54, s. 275-282.
- [11] Varol, M., Gökot, B., Bekleyen, A., Şen, B. 2012. Water quality assessment and apportionment of pollution sources of Tigris River (Turkey) using multivariate statistical techniques—a case study. River research and applications, Cilt. 28, s. 1428-1438.
- [12] İşletme içi metot "D.13.Y.03.41, Rev:00" (ASTM D 7600-EPA 536)
- [13] U.S. EPA. 1998. "Method 8270D: Semivolatile Organic Compounds by Gas Chromatography/ Mass Spectrometry (GC/MS)," Washington, DC.
- [14] İşletme içi metot "D.13.Y.03.42, Rev:00" (Environ. Sci. Pollut. Res. (2014) 21:2846-2855)
- [15] GTHİM, 2017. Manisa Gıda, Tarım ve Hayvancılık İl Müdürlüğü ile görüşmeler sonucu elde edilen veriler, Nisan 2017.
- [16] GTHB, 2016. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı'ndan temin edilen resmi veriler, Mayıs 2016.
- [17] Demircan, V., Yılmaz, H. 2005. Isparta İli Elma Üretiminde Tarımsal İlaç Kullanımı- nın Çevresel Duyarlılık ve Ekonomik Aç- dan Analizi, Ekoloji Dergisi, Cilt.14, s.15-25.
- [18] Tiryaki, O., Canhilal, R., Horuz, S. 2010 Tarım İlaçları Kullanımı ve Riskleri. Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, Cilt.26, s. 154-169.
- [19] Liu, Y., Engel, B. A., Flanagan, D. C., Gitau, M. W., McMillan, S. K., Chaubey, I. 2017. A review on effectiveness of best management practices in improving hydrology and water quality: Needs and

- opportunities. *Science of The Total Environment*, 601, s. 580-593.
- [20] Wang, R., Kalin, L., Kuang, W., Tian, H. 2014. Individual and combined effects of land use/cover and climate change on Wolf Bay watershed streamflow in southern Alabama. *Hydrol. Process. Cilt.28*, s. 5530-5546.
- [21] Chen, Y., Song, X., Zhang, Z., Shi, P., Tao, F. 2015. Simulating the impact of flooding events on non-point source pollution and the effects of filter strips in an intensive agricultural watershed in China. *Limnology, Cilt.16*, s. 91-101.
- [22] Wright, T.J., Liu, Y., Carroll, N.J., Ahiablame, L.M., Engel, B.A., 2016. Retrofitting LID practices into existing neighborhoods: is it worth it? *Environ. Manag. Cilt.57*, s. 856-867.
- [23] Zhuang, Y., Zhang, L., Du, Y., Chen, G., 2016. Current patterns and future perspectives of best management practices research: a bibliometric analysis. *J. Soil Water Conserv. Cilt.71*, s. 98A-104A.
- [24] Ahmed, F., Gulliver, J.S., Nieber, J.L. 2015. Field infiltration measurements in grassed roadside drainage ditches: spatial and temporal variability. *J. Hydrol. 530*, s. 604-611.
- [25] Hunt, W.F., Jarrett, A.R., Smith, J.T., Sharkey, L.J. 2006. Evaluating bioretention hydrology and nutrient removal at three field sites in North Carolina. *J. Irrig. Drain. Eng. Cilt.132*, s. 600-608.
- [26] Lewellyn, C., Lyons, C.E., Traver, R.G., Wadzuk, B.M. 2016. Evaluation of seasonal and large storm runoff volume capture of an infiltration green infrastructure system. *J. Hydrol. Eng. Cilt 21*, s. 1-8.
- [27] Ahiablame, L.M., Engel, B.A., Chaubey, I. 2013. Effectiveness of low impact development practices in two urbanized watersheds: retrofitting with rain barrel/cistern and porous pavement. *J. Environ. Manag. Cilt.119*, s. 151-161.
- [28] Liu, Y., Theller, L.O., Pijanowski, B.C., Engel, B.A. 2016. Optimal selection and placement of green infrastructure to reduce impacts of land use change and climate change on hydrology and water quality: an application to the Trail Creek Watershed, Indiana. *Sci. Total Environ. Cilt. 553*, s. 149-163.
- [29] Weiss, P. T., Gulliver, J. S., Erickson, A. J. (2007). Cost and pollutant removal of storm-water treatment practices. *Journal of Water Resources Planning and Management, Cilt.133*, s.218-229.
- [30] Mitsch, W.J., Zhang, L., Waletzko, E., Bernal, B. 2014. Validation of the ecosystem services of created wetlands: two decades of plant succession, nutrient retention, and carbon sequestration in experimental riverine marshes. *Ecol. Eng. Cilt. 72*, s. 11-24.
- [31] Emerson, C. H., Wadzuk, B. M., Traver, R. G. 2010. Hydraulic evolution and total suspended solids capture of an infiltration trench. *Hydrological processes, Cilt. 24*, s. 1008-1014.
- [32] Emerson, C.H., Traver, R.G. 2008. Multiyear and seasonal variation of infiltration from storm-water best management practices. *J. Irrig. Drain. Eng. Cilt.134*, s. 598-605.
- [33] Pesticides as water pollutants. (n.d.). <http://www.fao.org/docrep/w2598e/w2598e07.htm>, (Erişim Tarihi: 12.04.2017).
- [34] Tournebize, J., Chaumont, C., Mander, Ü. 2017. Implications for constructed wetlands to mitigate nitrate and pesticide pollution in agricultural drained watersheds. *Ecological Engineering, Cilt.103*, s. 415-425.
- [35] Vymazal, J., Březinová, T. 2015. The use of constructed wetlands for removal of pesticides from agricultural runoff and drainage: a review. *Environment international, Cilt. 5*, s. 11-20.
- [36] Schulz, R., Peall, S. K. 2001. Effectiveness of a constructed wetland for retention of nonpoint-source pesticide pollution in the Lourens River catchment, South Africa. *Environmental science & technology, Cilt.35*, s. 422-426.
- [37] İyi Tarım Uygulamaları Hakkında Yönetmelik, 07.12.2010 RG No: 27778, Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı.
- [38] Karataş, E., Alaoğlu, Ö. 2011. Manisa İlinde Üreticilerin Bitki Koruma Uygulamaları. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, Cilt.48*, s.183-189.