



YERALTI SULARINDA PESTİSİT KİRLİLİĞİNİN PESTİSİT ÖZELLİKLERİ VE KULLANIM MİKTARLARI BAKI- MINDAN İRDELENMESİ

Investigation of the Effect of Pesticide Characteristics and Usage Amount on the Groundwater
Pollution

Ayşe Dilek ATASOY

e-mail: adilekatasoy@hotmail.com

Harran Üniversitesi Müh. Fakültesi Çevre
Mühendisliği Bölümü, Şanlıurfa

ORCID:

 0000-0002-8689-7300

Gönderilme Tarihi: 30 Eylül 2019
Kabul Tarihi : 27 Kasım 2019

ÖZET

Ülkemizde son yıllarda yeraltı sularında (YAS) pestisit kalıntılarında rastlanması ve yeraltı suyuna ulaşan türlerin çevresel ortamlardaki akıbeti, önem taşıyan çevre sorunları arasındadır. Pestisitlerin yer altı sularına ulaşmasını belirleyen temel şartlar, toprağın hacimsel yoğunluğu, su ve organik karbon içerikleri, aşırı sulama ve yağış miktarı ve pestisit adsorpsiyon oranı gibi durumlardır. Bu çalışmanın amacı ülkemizde yaygın kullanılan ve yeraltı sularında rastlanan belirli pestisit türlerinin özelliklerini, kullanım alanlarını ve miktarlarını göz önünde bulundurarak; sızma, adsorbe olma, degradasyon eğilimlerini irdelemek ve özellikle bölge tarımında yapılan yanlış uygulamaları da dikkate alarak oluşabilecek çevresel kirlilikleri tartışmaktır. Bu bağlamda, Chlorpyrifos-Etil, Dichlorvos, Diflubenzuron, Ethalfluralin ve Fenbutatin oxide isimli beş pestisit türü incelenmiş ve yeraltı suyuna ulaşma riskleri tartışılmıştır. Aşırı sulama, gereksiz pestisit kullanımı ve pestisit ve toprak özelliklerinin YAS kirliliğinde oldukça etkili olduğu sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Pestisitlerin akıbeti, sızma, adsorpsiyon, kontaminasyon

ABSTRACT

The residual pesticides in groundwater in our country and the fate of leachable chemicals in the environment are among the important environmental problems in recent years. The conditions that determine the pesticide leaching to groundwater are the volumetric density of the soil, water and organic carbon contents, excessive irrigation and precipitation rate, and the adsorption rate of pesticides. The aim of this study is to examine the infiltration, adsorption and degradation tendency of pesticides that commonly used in our country taking into consideration their characteristics and quantities and to discuss the environmental contamination by taking into account the wrong practices in the agriculture of the region. In this context, five pesticide species named Chlorpyrifos-Ethyl, Dichlorvos, Diflubenzuron, Ethalfluralin and Fenbutatin oxide were investigated and the contamination risks on groundwater were discussed. It was concluded that excessive irrigation, unnecessary pesticide usage and pesticide and soil properties are highly effective on the groundwater pollution.

Keywords: Fate of pesticide, leaching, adsorption, contamination

GİRİŞ

Modern tarımsal uygulamaların yoğunluğu, çevremizde sentetik pestisitlerin yaygın olarak kullanımına ve gelişimine yol açmıştır (Thomas ve ark., 2001). Pestisitler, yararlarına rağmen, çevrede potansiyel bir zarar oluşturan geniş aralıkta toksik yönlü etkiler üreten bileşikler olarak görülmektedir (Golfinopoulos ve ark.,

2003). Pestisitler, gıda üretimini artırmak için tarımda yoğun olarak kullanılmaktadır, ancak ciddi çevresel kirlenmelere neden olmaktadır. Tarımda pestisitlerin uzun yıllar sürekli uygulanması, zararlıların bu ilaçlara karşı dirençlerinin artmasına neden olmakta, dolayısıyla bir önceki yıla göre sürekli daha fazla pestisit kullanımı gerçekleşmektedir (Fantin ve ark., 2019).

Üretimdeki artış ve bitki koruma amaçlı kimyasal madde uygulaması, çevre kirliliği problemini ulusal ve uluslararası boyutlara taşımaktadır. Toprak, yer altı ve yüzeysel suların kirlenmesi gibi çevre sorunları yanında; direkt zehirlenmeye ve gıda/içme suyu kalıntılarının neden olduğu için, kullanılan kimyasalların insan sağlığı bakımından da birtakım riskleri bulunmaktadır (Nemeth-Konda ve ark., 2002).

Pamuk Türkiye ekonomisinde önemli bir yere sahip olan ve önemi her geçen gün artan bir endüstri bitkisidir. Özellikle Çukurova ve GAP yöresinde uzun yıllardır yetiştirilmekte olan bu bitki, sulamaların yaygınlaştırılmasına bağlı olarak daha geniş alanlarda üretilmeye başlamıştır (Çullu, 1998). Pamuk tarımı yoğun girdi kullanımını gerektirmektedir. Bu girdilerin en önemlilerinden biri de bitki korumada kullanılan pestisitlerdir. Zararlıların kontrolü için yaygın, gelişigüzel ve bilinçsizce kullanılan pestisitler, insan ve hayvanlarda akut veya kronik zehirlenmelere yol açabilmektedir. Ayrıca çevrenin söz konusu kimyasal veya onların metabolitlerince kirlenmesi, doğadaki yararlı canlıların ve besin zinciri içinde yer alan pek çok organizmanın zarara uğratılmasıyla doğal

dengeinin bozulmasına neden olmaktadır.

YERALTI SULARINDA PESTİSİT SORUNU

Bir pestisitinin yer altı suları için tehdit oluşturabilme durumunu etkileyen en önemli iki özelliği, topraktaki kalıcılığı ve hareketliliğidir. Bir pestisitinin kalıcılığı (etkin olması) onun kimyasal veya biyolojik degradasyona uğrayıp uğramamasına bağlıdır. Pestisitlerin yer altı sularını kirletme potansiyelini etkileyen diğer ana faktör, pestisitinin hareketliliğidir. Hareketliliği etkileyen şartlar; toprağın hacimsel yoğunluğu, su ve organik karbon içerikleri, fazla sulama ve yağış miktarı ve pestisitinin adsorbe edilme oranı gibi özellikleridir (Pierzynski ve ark., 1994). Ayrıca pestisit uygulamaları mevsimsel olarak değişiklik gösterir. Örneğin, yağmurlu mevsimlerde sıklıkla kullanılırlar, bu da su kütlelerine akma ihtimalini ve bu kaynakların kirlenmesi olasılığını arttırır (Gama ve ark., 2017).

Eğer bir tarım ilacı biyolojik veya kimyasal yollarla ya da güneş ışığı ile (fotokimyasal olarak) bozulmamışsa zamanla toprakta birikerek bitkiler tarafından alınabilmektedir (Tanık ve ark., 2000). Çeşitli yollarla toprağa ulaşan pestisitler buharlaşarak atmosfere geçebildikleri gibi, su ve erozyon ile taşınarak yüzey sularına karışmakta, ya da sızarak yer altı suyuna ulaşabilmektedirler. Yüzey sularına ulaşan pestisitler burada yaşayan canlıları olumsuz yönde etkilemekte; böylece besin zincirinde birikime de uğramaktadırlar. Pestisitinin dayanıklılığı (yarılanma ömrü) ne kadar büyükse erozyonla taşınması da o kadar fazla olmaktadır (Balkaya, 2000). Yer altı ve

yüzey sularının pestisitlerle kirlenmesi önemli sorunlar yaratmaktadır. Bu gibi durumlarda su kaynaklarının kirlenmesine neden olan uygulamaların denetim altına alınması zorunludur. Kirlenmiş bir taban suyunun varlığı toprakların da kirlenmesine ve bozunumuna neden olacaktır (Kırımhan, 1997).

Pestisitlerin topraklardaki davranışları veya çevresel ortamlarda taşınımları çok karmaşık birtakım olaylarla ilişkilidir. Pestisitlerin degradasyonları, sorpsiyon özellikleri, yarılanma ömürleri, toprak özellikleri, iklim şartları ve gübre-sulama gibi diğer tarımsal uygulamalar adsorpsiyon, sızma, taşınım gibi pestisit davranışlarında oldukça etkilidir (Porter ve ark., 2018).

Pestisitlerin toprak ve su ortamlarında belirli konsantrasyonları aşmaması gerekir. Bunun için pestisit türlerine ait çevresel kalite standartları belirlenmeye çalışılmaktadır. Çevresel Kalite Standardı (ÇKS) bir alıcı ortam standardıdır. Tanımlanan eşik değerinin altında hiçbir olumsuz etkinin olmasını beklemediğimiz konsantrasyon olarak ifade edilebilir (Kunduracı, 2013). Kısa vadeli etkilerin kontrolü için belirlenen ÇKS, maksimum kabul edilebilir standartlar (MAK-ÇKS); uzun vadeli etkilerin kontrolü için belirlenen ÇKS ise yıllık ortalama standartlar (YO-ÇKS) olarak ifade edilmektedir (<http://suyonetimi.ormansu.gov.tr>).

TARIMDA YAYGIN KULLANILAN BAZI PESTİSİTLER VE BUNLARIN YERALTI SULARINA SIZMA VEYA TOPRAKTA BİRİKME EĞİLİMLERİ

Chlorpyrifos-Etil

Bozkurt zararlısı için pamuğa uygulanan bir insektisit olan ve öncelikli kirletici sınıfında yer alan “Chlorpyrifos-etil” organofosforlu bir insektisittir (Wang ve ark., 2015). Ülkemizde bağ, meyve, zeytin, antep fıstığı, ayçiçeği, hububat, mısır, nohut, mercimek, pamuk, sebze, gibi ürünlerde 22 zararlı organizmaya karşı kullanılmaktadır. Ancak, EPA (US Environmental Protection Agency) ve EFSA (European Food Safety Authority) tarafından yayımlanan raporlarda Chlorpyrifos ethyl aktif maddesinin toksikolojik etkilerinin ve insan sağlığı üzerine risklerinin olduğu vurgulanmıştır (Uygun ve ark., 1994). TC Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı tarafından Chlorpyrifos ethyl aktif maddesi ve bu aktif maddeyi içeren bitki koruma ürünlerinin ithal izinleri 08 Nisan 2016 tarihi itibarıyla sonlandırılmıştır. Ülkemizde yasaklanmış olan bir zirai ilaçtır. Ülkemizde yasaklı olan Chlorpyrifos-etil isimli insektisit yeryüzelerinde yıllık ortalama ÇKS değerlerinin üzerinde çıkması iki durumu akıllara getirir: bu yasaklı türler ya merdiven altı satışlar ile piyasaya sürülmekte ve tarımda halen uygulanmaktadır; ya da yarılanma ömürleri çok uzun olan bazı bileşikler geçmiş yıllarda uzun periyotlarda bol miktarda kullanıldığı için bugün dahi toprakta varlıklarını devam ettirmektedir (Gama ve ark., 2017) ve tarımsal sulama ile drenaj kanallarına veya sızma ile yeryüzelerine ulaşmaktadır.

Dichlorvos

Dichlorvos, organofosfatlı bir insektisittir. Organofosfatlı pestisitler ortamdaki düşük toksisite ve yüksek ayrışma oranlarından dolayı

son yıllarda organoklorlu pestisitlerin yerini alan bir pestisit grubu olarak kabul edilir (Jaipieam ve ark. 2009). Dichlorvos, kuşlar ve arılar üzerinde toksik etkilidir. Toprak partiküllerine adsorbe olmaz ve yeryüzü suyunu kirletme riski yüksektir (Ismail ve ark. 2014). Su ortamında çözelti içinde kalır, sedimente adsorbe olmaz. Toprak üzerinde yayıldığı zaman 30 cm kalınlıklı toprağa nüfuz ederek 5 gün içerisinde % 18-20 oranında yeryüzü suyuna sızar. Dichlorvos, havada ve toprak gibi nemli ortamlarda hızlıca ayrışır (Boada ve ark. 2014). Alkali toprak ve su ortamlarında daha hızlı ayrışırken, asidik ortamlarda degradasyon yavaşlar. Dichlorvos toprakta düşük kalıcılığa sahiptir (low-persistent) (Neelum ve ark., 2018).

Diflubenzuron

Diflubenzuronun, pamuk yaprak kurdunda kullanıldığı bilinmektedir. Toprakta düşük kalıcılığa sahip bir insektisittir. Topraktaki degradasyonu diflubenzuronun partikül büyüklüğüne büyük oranda bağlıdır. Mikrobiyal proseslerle hızlı degrade olur (Hsiao ve ark., 2013; Samuelsen, 2016). Toprakta yarılanma ömrü 3-4 gündür. Arazi şartlarında çok düşük mobilitateye sahiptir (hareketsiz tür) (Tucca ve ark., 2017). 110 g/hektar arazi uygulamasından 72 saat sonra drenaj suyunda kalıntıları tespit edilemez. Düşük kalıcı ve düşük mobil bir tür olan Diflubenzurona yeryüzelerinde rastlanması, bu ilacın tavsiye edilenin üzerindeki miktarda kullanımı ihtimalini akıllara getirebilir.

Ethalfuralin

Ethalfuralin 30.06.2011 tarihinde ülkemizde yasaklanmıştır. Bazı pestisitler; yasaklanmalarına rağmen, kalıcı olmaları veya

yasadışı kullanımları nedeniyle yeraltı sularında tespit edilebilirler. Ethalfuralin sızmayan ve yeraltısuyunu kirletmesi beklenmeyen bir tür olarak bilinir. Çünkü toprak partiküllerine çok iyi bağlanır ve arazide hem aerobik hem de anaerobik ortamda degrade olur. Bir bölgede yaygın ve aşırı kullanım sonucu yeraltı sularında yüksek Ethalfuraline rastlanması, aşırı pestisit ve su kullanımının bir sonucu olarak karşımıza çıkabilir (Sun ve ark., 2012). Özellikle killi toprakların hakim olduğu arazilerde yani adsorpsiyon gücü yüksek olan ortamda dahi bu türün yeraltı suyuna sızabilmesi yeraltısuyu kirlenmesi açısından durumun aciliyetini ortaya koyacaktır (Chen ve ark., 2019).

Fenbutatin Oxide

Fenbutatin oxide, toprakta kalıcı bir pestisittir. Işığın olmadığı su ortamlarında hızlı dekompoze olmaz. Ancak doğal ışıklı şartlarda yarılanma ömrü 100 gündür. Fenbutatin oxide aerobik toprakta 12 ay sonra %70 in üzerindeki oranlarda ortamda kalır (Gray ve ark., 1995). Anaerobik toprakta ise 60 gün sonra %70 in üzerinde degrade olur. Toprakta düşük mobiliteye sahiptir. Pestisit dayanıklılığı (yarılanma ömrü) ne kadar büyükse erozyonla taşınması da o kadar fazla olmaktadır. Dolayısıyla daha çok yüzey sularında rastlanması muhtemeldir. Kalıcı ve hareketli olmayan bu türün yeraltı sularına ulaşmasının nedenleri, aşırı ilaç kullanımı, yüksek YAS seviyeleri ve fazla sulama olarak sıralanabilir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Ülkemizde kullanımı yasaklanmış olan DDT, Endosulfan, Chlorpyrifos-etil gibi pestisit türlerinin yeraltı sularına ulaşması olağan bir durum değildir. Eğer bu türler belirli noktalarda ÇKS değerlerinin üzerinde çıkarsa, ya bu yasaklı türler merdiven altı satışlar ile piyasaya sürülmekte ve tarımda halen uygulanmaktadır; ya da yarılanma ömürleri çok uzun olan klorlu bileşikler geçmiş yıllarda uzun periyotlarda bol miktarda kullanıldığı için bugün dahi toprakta varlıklarını devam ettirmekte ve dikey taşınım ile yeraltı sularına sızmaktadır. Sonuç olarak eğer yeraltı suyunda ÇKS değerlerinin üzerinde çıkan pestisit türleri immobile olarak bilinen, iyi adsorbe olan ve yeraltısularına ulaşması beklenmeyen kimyasallar ise, bu durumda, aşırı sulama, yüksek düzeyde ve bilinçsiz ilaç kullanımı ve yükselmiş yeraltı su seviyeleri; pestisit kontaminasyonunun esas nedenleri olarak görülebilir.

Gereksiz pestisit kullanımının ve aşırı sulamanın engellenmesi önemlidir. Zirai ilaç satışlarının denetimleri sıkılaştırılmalı ve merdiven altı satışlar yapan ve yasaklı ilaçları halen satan bayilere ve alan tüketicilere ciddi yaptırımlar uygulanmalıdır. Ayrıca, yer altı suyu kalite ölçüm ve kontrollerinin hassas biçimde yürütülmesi gerekir. Çevresel kalite standartlarını aşan türler üzerinde ciddi çalışmalar yapılması zaruridir. Yeraltı sularına ulaşan bu türlerin sızma risklerini azaltıcı uygulamalara yönelmelidir.

KAYNAKLAR

- Balkaya N 2000. Pestisitlerin Canlılar Üzerindeki Toksik Etkileri. GAP-Çevre Kongresi, 16-18 Ekim, Cilt I, Şanlıurfa, s.529-538.
- Boada LD, Sangil M, Álvarez-León EE, Hernández-Rodríguez G, Henríquez-Hernández LA, Camacho M, Luzardo OP 2014. Consumption of foods of animal origin as determinant of contamination by organochlorine pesticides and polychlorobiphenyls: results from a population-based study in Spain. *Chemosphere*, 114: 121–128.
- Chen N, Valdes D, Marlin C, Blanchoud H, Guerin R, Rouelle M, Ribstein P 2019. Water, nitrate and atrazine transfer through the unsaturated zone of the Chalk aquifer in northern France. *Science of the Total Environment*, 652: 927–938.
- Çullu MA 1998. GAP'ta Tuzlulaşma ve Harran Ovası'nın Sorunları. TEMA Toprak Tuzlulaşması Workshop, 07 Ekim 1998.
- EFSA2019. <https://www.efsa.europa.eu/en/pesticides/networks>
- EPA2019. <https://www.epa.gov/ingredients-used-pesticide-products/chlorpyrifos>
- Fantin V, Buscaroli A, Dijkman T, Zamagni A, Garavini G, Bonoli A, Righi S 2019. PestLCI 2.0 sensitivity to soil variations for the evaluation of pesticide distribution in Life Cycle Assessment studies. *Science of the Total Environment*, 656: 1021–1031.
- Gama AF, Cavalcante RM, Duavi WC, Silva VPA 2017. Nascimento, R.F., Occurrence, distribution, and fate of pesticides in an intensive farming region in the Brazilian semi-arid tropics (Jaguaribe River, Ceará). *J Soils Sediments*, 17: 1160–1169.
- Golfinoopoulos SK, Nikolaou AD, Kostopoulou MN, Xilourgidis NK, Vagi MC, Lekkas DT 2003. Organochlorine Pesticides in the Surface Waters of Northern Greece. *Chemosphere*, 50: 507-516.
- Gray A, Dutton AJ, Eadsforth CV 1995. Fenbutatin oxide, fate in soil after extensive commercial use in Italy and Spain. *Pest Management Science*, 43 (4): 295-302.
- Hsiao Y-L, Ho W-A, Yen J-H 2013. Vertical distribution in soil column and dissipation in soil of benzoylurea insecticides diflubenzuron, flufenoxuron and novaluron and effect on the bacterial community. *Chemosphere*, 90: 380–386.
- http://suyonetimi.ormansu.gov.tr/Libraries/su/Tehlikeli_Maddelerin_Y%C3%B6netimi.sflb.ashx
- Ismail M, Sayed M, Khan HM, Cooper WJ 2014. Analysis of pesticides in water samples and removal of monocrotophos by γ -irradiation. *J Anal Bioanal Tech*, 5 (1), 181: 1-10.
- Jaipieam S, Visuthismajarn P, Sutheravut P, Siriwong W, Thoumsang S, Borjan M, Robson M 2009. Organophosphate pesticide residues in drinking water from artesian wells and health risk assessment of Agricultural Communities, Thailand. *Hum Ecol Risk Assess*, 15: 1304-1316.
- Kırımhan S 1997. Sürdürülebilir Tarım ve Uygulamaları. Türkiye'nin Tarım Politikası ve Çevre. 9-10 Ekim (Türkiye Çevre V. Yayını), Ankara, s.33-43.

- Kunduracı HP 2013. Çevresel Kalite Standartlarının Belirlenmesi, Kıyı suları, Yeraltı Suları ve Yüzeysel Suların Kalitesinin Belirlenmesi ve Yönetimi Hizmet İçi Eğitim Programı. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, SYGM.
- Neelum A, Kalsoom SK, Ihsanullah R, Muhammad S 2018. Human Health Risk Assessment Through Consumption of Organophosphate Pesticide Contaminated Water of Peshawar Basin, Pakistan. *Expo Health*, 10: 259–272.
- Nemeth-Konda L, Füleky G, Morovjan G, Csokan, P 2002. Sorption Behaviour of Acetochlor, Atrazine, Carbendazim, Diazinon, Imidacloprid and Isoproturan on Hungarian Agricultural Soil. *Chemosphere*, 48: 545-552.
- Pierzynski G, Sims JT, Vance GF 1994. *Soils and Environmental Quality*. Lewis Publishers, USA, 192-193.
- Porter SN, Humphries MS, Buah-Kwofie A, Schleyer MH 2018. Accumulation of organochlorine pesticides in reef organisms from marginal coral reefs in South Africa and links with coastal groundwater. *Marine Pollution Bulletin*, 137: 295–305.
- Samuelsen OB 2016. Persistence and Stability of Teflubenzuron and Diflubenzuron When Associated to Organic Particles in Marine Sediment. *Bull Environ Contam Toxicol*, 9: 224–228.
- Sun K, Gao B, Ro KS, Novak JM, Wang Z, Herbert S, Xing B 2012. Assessment of herbicide sorption by biochars and organic matter associated with soil and sediment. *Environ Pollut*, 163: 167–173.
- Tanık A, Gürel M, Toröz İ, Gönenç İE 2000. Tarım İlaçlarının Çevreye Etkileri ve Yönetim Yaklaşımları. GAP-Çevre Kongresi, 16-18 Ekim, Cilt I, Şanlıurfa, s.11-20.
- Thomas KV, Hurst MR, Matthiessen P, Sheahan D, Williams RJ 2001. Toxicity Characterisation of Organic Contaminants in Stormwaters from an Agricultural Headwater Stream in South East England. *Water Research*, 35(10): 2411-2416.
- Tucca F, Moya H, Pozo K, Borghini F, Focardi S, Barra R 2017. Occurrence of antiparasitic pesticides in sediments near salmon farms in the northern Chilean Patagonia. *Marine Poll Bull*, 115: 465–468.
- Uygun N, Sengonca C, Ulusoy MR, Kersting U 1994. Toxicity of some pesticides to *Eretmocerus debachi* (Hymenoptera: Aphelinidae), an important parasitoid of *Parabemisia myricae* (Homoptera: Aleyrodidae). *Bulletin of Entomological Research*, 84: 119-122.
- Wang Y, Gao Z, Shen F, Li Y, Zhang S, Ren X, Hu S 2015. Physicochemical Characteristics and Slow Release Performances of Chlorpyrifos Encapsulated by Poly(butyl acrylate-co-styrene) with the Cross-Linker Ethylene Glycol Dimethacrylate. *J. Agric. Food Chem*, 63 (21): 5196–5204.