

Ankara ve Konya illerine ait suların organoklorlu ve organofosforlu pestisitler yönünden değerlendirilmesi

Evaluation of organochlorine and organophosphate pesticides of waters in Ankara and Konya

Figen DEMLİ¹, Günnur ORHAN², Zahide Esra DURAK¹, Hüseyin İLTER¹

ÖZET

Amaç: Pestisitler; tarımsal üretimi olumsuz yönde etkileyen böcekler, kemiriciler, funguslar ve yabancı otlar gibi zararlılara karşı kullanılan kimyevi maddelerdir. Suya taşınımı ise püskürtülmeleri esnasında etrafa yayılmaları, uygulandıkları topraktan suya sızma/süzülme, kaza ile yere dökülen kimyasalın topraktan, yağın yağmurun etkisi ile yüzey sularına karışması ile mümkün olduğundan ölçülmesi ve izlenmesi önem taşımaktadır. Son yıllarda, dünya kamuoyunda pestisitlerin çevreye etkileri üzerine yoğun bir ilgi artışı olmuştur. Bunun başlıca sebebi dünyanın birçok ülkesinde kullanımı yasak olan organoklorlu pestisitlerin çevredeki kalıntılarının artması ve bu maddelerin insan ve hayvan sağlığına önemli ölçüde zararlı olduklarının anlaşılmasıdır. Bu nedenle pek çok ülkede pestisitlerin üretim ve kullanımına ilişkin katı yasal denetimler getirilmiştir. Bu çalışmada; Ocak 2012-Aralık 2013 tarihleri arasında Ankara ve Konya illerine ait içme-kullanma, kaynak ve doğal mineralli sulardaki organoklorlu ve organofosforlu pestisitlerin miktarının sıvı-sıvı ekstraksiyon ve gaz kromatografisi (GC) yöntemi ile belirlenmesi ve belirlenen sonuçların İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik ve Doğal Mineralli Sular Hakkında Yönetmelik'te belirtilen

ABSTRACT

Objective: Pesticides are chemicals which used against harmful insects such as insects, rodents, fungi and weeds that affect agricultural production in a negative way. It is important to measure and monitor because of chemicals are transferred to water by spread around during spraying, infiltration/infiltration from the soil from which they are applied, accidentally spilled chemicals into the soil mixed with falling rain. In recent years, there has been a heightened interest in the environmental impact of pesticides in the world public opinion. The main reason for this is the increased residues of organochlorine insecticides, which are prohibited for use in many countries of the world, and that these substances are considerably harmful to human and animal health. For this reason, in many countries strict legal controls on the production and use of pesticides have been introduced. In this study aimed that determination of the amount of organochlorine and organophosphorus pesticides in drinking-use, spring and natural mineral waters of Ankara and Konya provinces between January 2012 and December 2013 by liquid-liquid extraction and gas chromatography (GC) method, and the results are determined according

¹Sağlık Bakanlığı, Halk Sağlığı Genel Müdürlüğü, Çevre Sağlığı Daire Başkanlığı, Ankara

²Gazi Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksek Okulu, Ankara



İletişim / Corresponding Author : Figen DEMLİ

Sağlık Mah. Adnan Saygun Cd. No: 55 06100 Sıhhiye, Ankara - Türkiye

Tel : +90 532 682 21 24

E-posta / E-mail : figen.demli@hotmail.com

Geliş Tarihi / Received : 07.11.2017

Kabul Tarihi / Accepted : 22.09.2018

DOI ID : 10.5505/TurkHijyen.2018.05025

Demli F, Orhan G, Durak ZE, İlder H. Ankara ve Konya illerine ait suların organoklorlu ve organofosforlu pestisitler yönünden değerlendirilmesi.

Türk Hij Den Biyol Derg, 2018; 75(4): 391-398

mevzuat limitlerine uygunluğu yönünden incelenmesi amaçlanmıştır.

Yöntem: Ankara (625) ve Konya (441) illerine ait toplam 1066 adet su numunesinde sıvı-sıvı ekstraksiyonu ile organoklorlu ve organofosforlu pestisitlerin miktarları gaz kromatografisi (GC) yöntemi ile belirlenmiştir. GC cihazında elektron yakalayıcı (ECD), azot fosfor (NPD) ve fosforlu ve kükürlü (PFPD) detektörlerinden yararlanılmıştır. Ayrıca kapiler kolon (VF-5ms, 30 m 0,25 mm 0,25µm; optima 5,30 m 0,32 mm 0,25µm) ve taşıyıcı faz olarak helyum kullanılmıştır. Değerlendirmede kullanılan mevzuat ve pestisit limiti ise “İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik” ile “Doğal Mineralli Sular Hakkında Yönetmelik” kapsamında her bir pestisit için olması gereken azami mevzuat sınır değeri 0,1 µg/L olarak ifade edilirken pestisit parametrelerinin toplamı azami mevzuat sınır değeri için belirlenen değer 0.5 µg/L’dir.

Bulgular: Yapılan çalışmada; analizi yapılan su numunelerinde bulunan pestisit konsantrasyon değerleri belirtilen mevzuat sınırının altında tespit edilmiştir.

Sonuç: Çalışmada analizi yapılan su numunelerinde bulunan pestisit konsantrasyon değerleri 0,1 µg/L olan mevzuat limit değerinin altında tespit edilmiştir. Sonuç olarak, çalışılan su numunelerinde halk sağlığını tehdit eden miktarlarda pestisit bulunmadığı saptanmıştır. Analiz edilen numunelerde mevzuat değerlerinin altında sonuçların elde edilmesi, belirtilen illerde pestisit kaynaklı kirleticilerin içme-kullanma, kaynak ve doğal mineralli sularına herhangi bir şekilde karışmadığını ve aynı zamanda pestisit uygulamalarının bahsi geçen suları kirletecek seviyede olmadığı anlamını da gösterebilmektedir. Bundan sonraki çalışmalarda değişik illerden alınan numune çeşitliliği artırılarak hem iller bazında hem de bölgesel olarak içme-kullanma, kaynak ve doğal mineralli sularla pestisit kirliliği veya bulaşması hakkında daha fazla bilgi sahibi olunması sağlanabilir.

Anahtar Kelimeler: su, pestisit, GC-ECD, GC-PFPD, organoklorlu pestisit, organofosforlu pestisit

to Implementing regulation on waters for human consumption and natural mineral waters to investigate compliance with the legislative limits specified.

Methods: Amounts of organochlorine and organophosphorus pesticides were determined by gas chromatography (GC) method with liquid-liquid extraction in total of 1066 water sample belonging to Ankara (625) and Konya (441). Detectors of GC were electron capture (ECD), nitrogen phosphorous (NPD) and phosphorous and sulfur detector (PFPD). Also, capillary column was analysed (VF-5ms, 30m 0,25 mm 0,25µm; optima 5,30 m 0,32 mm 0,25µm). It was used helium as transporter phase. In this legislation and pesticide limit used of assessment; “Regulation on Waters for Human Consumption” and “Regulation on Natural Mineral Waters”. The maximum regulatory limit for each pesticide is 0.1 µg/L; the sum of the pesticide parameters is the value determined for the maximum legislative limit value; 0.5 µg/L.

Results: In the study; the pesticide concentration values in the water samples analyzed were determined to be below the specified regulatory limit.

Conclusion: The pesticide concentration values in the water samples analyzed in the study were below the legislative limit value of 0.1 µg/L. As a result, it has been determined that there are no pesticides in the amounts that threaten public health in the studied water samples. Obtaining results below the legislated values in the analyzed samples can also indicate that the pesticide induced pollutants do not interfere with the drinking-use, spring and natural mineral waters at the same time and that pesticide applications are not at the level to pollute the water. In future studies can be used to increase the diversity of samples taken from different species and to have more knowledge about pesticide pollution or contamination both on a literal basis and locally as drinking and using, spring and natural mineral waters.

Key Words: water, pesticide, GC-ECD, GC-PFPD, organochlorine pesticides, organophosphorous pesticides

GİRİŞ

Organoklorlu pestisitlerin kullanımı (örneğin DDT veya dieldrin) 1956 yılına kadar uzanmaktadır. Ancak özellikle uzun yarılanma ömrüne sahip olması ve canlılarda biyo-birikim yapması nedeniyle kullanımı 1976 yılında dünya çapında yasaklanmıştır (1). Pestisitlerin kullanımı sonrası bu kimyasalların kalıntıları hedef olmayan; toprak, su (içme-kullanma, kaynak ve doğal mineralli sular), bitki, çökelti gibi çevresel bileşenleri kirletebilmektedir (2). Ayrıca güçlkle degrede olabilen pestisitler halk sağlığı için tehdit unsuru oluşturmaktadır. BHC, dieldrin, endrin, heptaklor, endosülfan, DDT ve analogları, aldrin gibi pestisitler yağ dokusunda çözülebilmekte ve canlı organizmalarda uzun sürede birikerek toksik seviyelere çıkabilmektedir (3,4). Organoklorlu pestisitler psödo-hormon olarak etki edip endokrin sisteme zarar vermektedir ve pek çok sağlık problemine sebep olabilmektedir; Parkinson, teratojenik etkiler, davranış değişiklikleri, solunum yolu hastalıkları, erken ergenlik problemleri, kanser ve bağışıklık sistemi fonksiyon bozukluğu (5). Pestisitlerin içme sularındaki varlığı insan sağlığı üzerine artan risk faktörü olmaktadır. Pek çok çevre ile ilgili yasalarda su kalitesi ile ilgili düzenlemeler ve farkındalık oluşturulmuştur (6-10).

Pestisitler, çeşitli tarım ürünlerinin üretimi, taşınması ve depolanması sırasında ürün kaybına neden olabilecek zararlıların yok edilmesi, uzaklaştırılması, ürün verimliliğinin artırılması amacıyla kullanılmaktadır (11).

Dünya nüfusunun hızla artışına paralel olarak kullanılabilir tarım alanlarının gün geçtikçe azalması pestisit kullanımının önemini artırmaktadır. Tarımsal arazilerinin ıslah ve gübreleme gibi çalışmalar yanında, temel besin kaynaklarındaki verim kaybını engellemek amacıyla çeşitli zararlılara karşı açılan savaş da önemli bir yer tutmaktadır. Verim kaybına neden olan zararlılar için yürütülen fiziksel ve

biyolojik savaş uzun, zahmetli ve masraflı olduğu için daha çabuk ve etkin bir yöntem olarak kimyasal savaş ülkemizde de öncelikle uygulanmaktadır (12). Kimyasal savaşta pestisit olarak bilinen tarım ilaçlarının kullanımı önemli bir yer tutmaktadır.

Kısa sürede etki göstermesi ve kullanımının kolay olması nedeniyle, pestisit kullanımı en çok tercih edilen yöntemdir. Hastalık, zararlı ve yabancı otlara karşı farklı zirai mücadele yöntemleri arasında, %95'in üzerinde bir paya sahip olan kimyasal mücadele bugün de geçerliliğini korumaktadır. Pestisitlerin kullanılmadığı durumlarda ürünlerde %60'lara varan oranlarda kalite ve verim düşüklüğü olduğu bilinmektedir. Bu nedenle, ürün kaybına sebep olan zararlı organizmaları kontrol etmek amacıyla tüm dünya ülkelerinde olduğu gibi, ülkemizde de bitki koruma ürünlerinin kullanılması kaçınılmazdır (9).

Zararlılara karşı yapılan ilaçlamalar sonucunda pestisitlerin yağmur suyu ve rüzgârla taşınması nedeniyle su kaynakları (içme-kullanma, kaynak ve doğal mineralli sular) kirlenmektedir. Diğer yandan, pestisitlerin bilinçsizce ve aşırı kullanımı da zaman içinde toprağı çoraklaştırmakta ve yine doğal çevrim ile gerek su kirlenmesi ve gerekse diğer etkileri ile olumsuzluklar yaratmaktadır.

Bu sebepler neticesinde pestisit kaynaklı kirliliklerin ve kalıntı düzeylerinin izlenmesi gerekliliği ortaya çıkmıştır. Bu amaçla pestisit miktar tayinine yönelik pek çok yöntem geliştirilmiştir. Birden fazla pestisiti aynı anda analiz edebilen ve eser miktardaki pestisit düzeylerine kadar inebilen kromatografik yöntemler (GC-ECD, GC-PFPD, GC-NPD, GC-MS, LC-MS) özellikle tercih edilmektedir (1,4,6, 13-15).

Bu çalışmada; Ocak 2012-Aralık 2013 tarihleri arasında (1.066 adet su numunesi) Ankara ve

Konya illerine ait içme-kullanma suları, kaynak suları ve doğal mineralli sulardaki organoklorlu ve organofosforlu pestisit düzeyleri sıvı-sıvı ekstraksiyonu uygulanarak ve gaz kromatografisi (GC) yöntemi ile belirlenmiştir. Sonuçların İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik ve Doğal Mineralli Sular Hakkında Yönetmelik'te belirtilen mevzuat limitlere uygunluğu yönünden incelenmesi amaçlanmıştır.

GEREÇ ve YÖNTEM

Gereç

Ocak 2012 - Aralık 2013 tarihleri arasında Halk Sağlığı Kurumu'na bağlı laboratuvara gönderilen, Ankara (625 adet) ve Konya (441 adet) illerinden gelen toplam 1.066 adet içme-kullanma suları, kaynak suları ve doğal mineralli su örnekleri organoklorlu ve organofosforlu pestisit miktarlarının belirlenmesi amacıyla çalışılmıştır. Bu çalışmada, aşağıdaki cihaz-ekipman, standart ve kimyasal maddeler kullanılmıştır.

Yöntem

Cihaz ve Kimyasallar

a) GC (Gaz Kromatografisi):

- GC-ECD (Elektron yakalayıcı detektörlü gaz kromatografi cihazı, Varian)
- GC-17A NPD (Azot fosfor detektörlü gaz kromatografi cihazı, Shimadzu)
- GC-PFPD (Fosforlu ve kükürtlü detektör, Varian)

b) Kolon:

- Kapiler Kolon (VF-5ms, 30 m 0,25 mm 0,25µm)
- Kapiler Kolon (Optima 5,30 m 0,32 mm 0,25µm)

c) Kullanılan Gazlar:

- Helyum (Taşıyıcı gaz)
- Azot (Make-up Gazı)
- Hidrojen (Make-up Gazı)
- Kuru hava tüpü (Make-up Gazı)

d) Kullanılan Kimyasallar ve Materyaller:

- Aseton : CH₃COCH₃ (Gradient grade)
- Diklormetan : CH₂Cl₂ (Gradient grade)
- n-Hegzan : CH₃(CH₂)₄CH₃ (Gradient grade)
- Sodyum klorür: NaCl (saf)
- Sodyum sülfat : Na₂SO₄ (saf susuz)

e) Standart Çözeltisi:

Organoklorlu pestisitler: HCB, Alfa-HCH, Gamma-HCH, heptaklor, aldrin, heptaklorepoksit, dieldrin, Alfa-endosulfan, Beta-endosulfan ve toplam DDT, atrazin ve simazin standartları

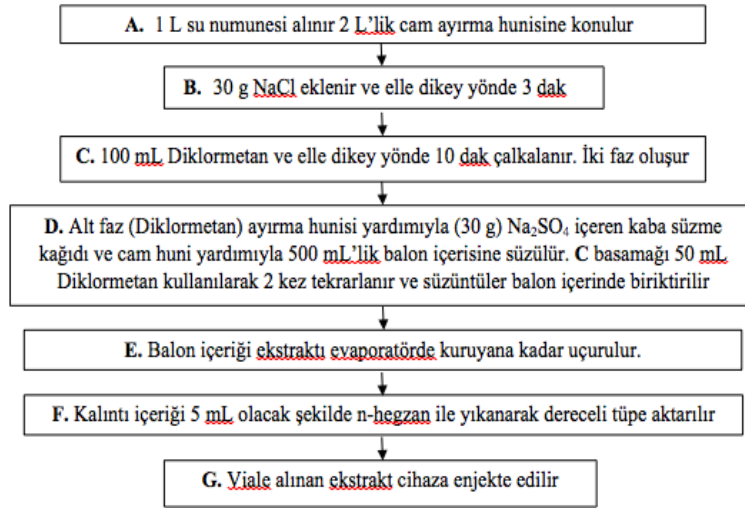
Organofosforlu pestisitler: Azinfos-metil, azinfos-etil, demeton, diazinon, disülfaton, ethion, malathion, parathion-etil, parathion-metil, methamidofos, klorpirifos-etil, klorpirifos-metilden, tebukanazol, dinikanazol ve metalaksil standartları.

Organoklorlu ve organofosforlu pestisit standartları 100 g/ml (ppb)'lik stok standart çözeltisi olarak hazırlanır, ana stok çözeltisi kullanılarak pestisit kalibrasyon standartları; 20, 40, 60, 80 ve 100 ppb (n-hegzan içinde) olacak şekilde hazırlanmıştır. Su numunelerin ekstraksiyon işlemi Şekil 1'de ve 20 ppb'lik organoklorlu pestisit karışımına ait kromatogram Şekil 2'de verilmiştir.

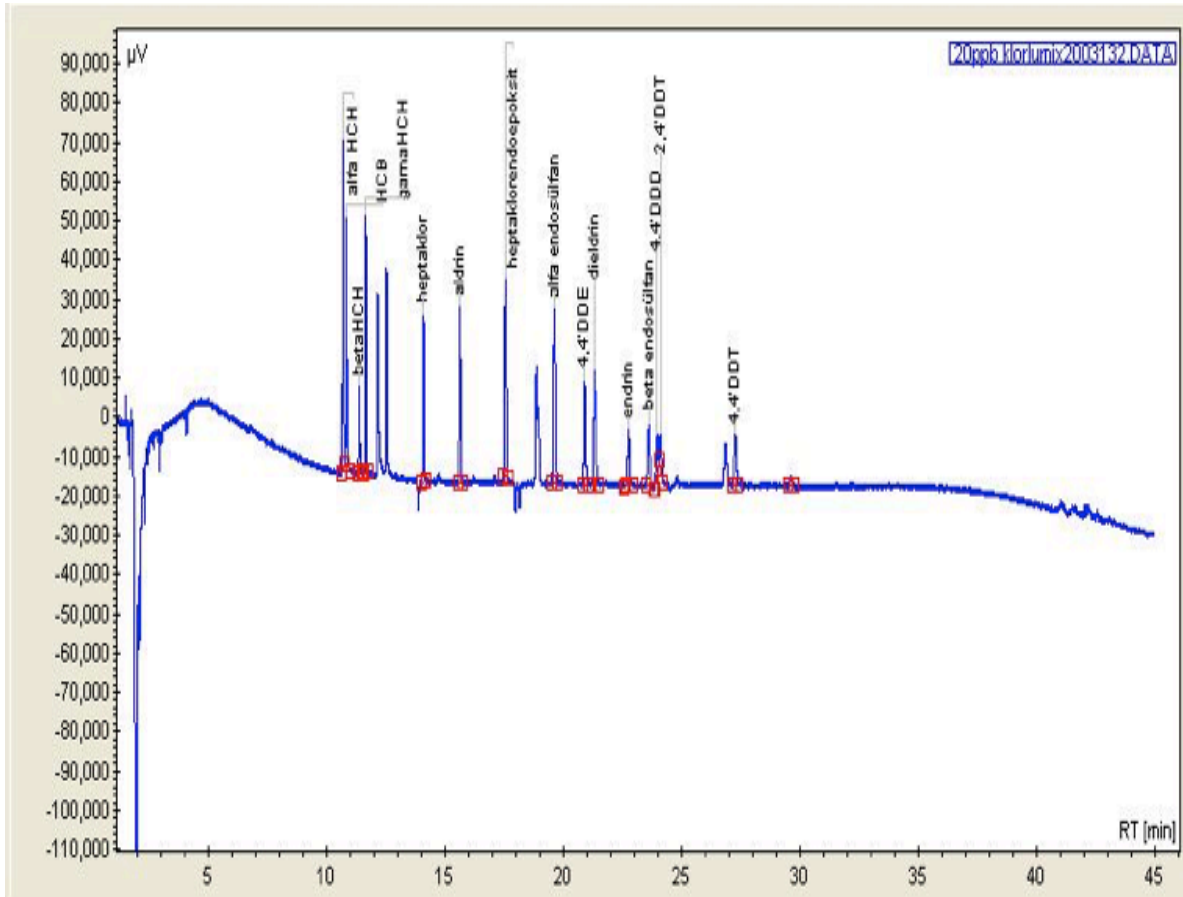
f) Hesaplama:

Kalibrasyon eğrisi 20, 40, 60, 80 ve 100 ppb standart konsantrasyon değerlerine karşı elde edilen eğri altı alan değerlerinin grafiğe geçirilmesi ile oluşturulmuştur. Konsantrasyonu bilinmeyen analite ait kromatogramından alınan pik eğri altı alan değerinin kalibrasyon eğri denklemi üzerinden konsantrasyonu hesaplanmaktadır.

Her bir kalibrasyon çözeltisi analiz edilir. Kalibrasyon eğrisi (5 nokta, n=3) organoklorlu ve organofosforlu pestisit karışımları için oluşturulur.



Şekil 1. Su numunelerine ait ekstraksiyon işlemi



Şekil 2. 20 ppb'lik organoklorlu pestisit karışımına ait kromatogram

Her bileşik için elde edilen kalibrasyon eğri denklemi oluşturulmuştur:

$$y = a \cdot x + b$$

y = Sinyal değeri (alan)

a = Eğim

x = Kalibrasyon çözeltilisinin konsantrasyonu; x (ppm) $\mu\text{g}/\text{mL}$

b = Kesim noktası

Çalışılan her bir parametre için, standartların minimum en iyi piki verdiği değerlerle cihazın tayin limiti belirlenmiş (LOQ) 0,01 $\mu\text{g}/\text{L}$ ve LOD değeri ise 0,003 $\mu\text{g}/\text{L}$ (Sinyal/Gürültü=3) olarak belirlenmiştir.

BULGULAR

Yapılan çalışmada; Ankara (625) ve Konya (441) illerinden toplam 1066 adet su numunesinde organoklorlu ve organofosforlu pestisit düzeyleri incelenmiş ve değerlendirilmiştir. Çalışılan numunelerin %94'ünün içme-kullanma, %2'sinin doğal mineralli ve %4'ünün ise kaynak suyudur. Her numunede 10 adet organoklorlu ve 12 adet organofosforlu pestisit olmak üzere toplam 22 adet pestisit analizi yapılmıştır. Geri kazanım >%90-102 olarak bulunmuştur. 20 ppb (HCB, Alfa-HCH, Gamma-HCH, heptaklor, aldrin, heptaklorepoksit, dieldrin, Alfa-endosulfan, Beta-endosulfan ve toplam DDT, atrazin ve simazin) organoklorlu pestisit içeren standarda ait kromatogram Şekil 2'de verilmiştir. Ankara ve Konya illerinden gelen numunelerin tamamında, söz konusu pestisit miktarlarının ilgili mevzuatta belirtilen ve 0,1 $\mu\text{g}/\text{l}$ olan limit değerlerinin altında kaldığından suların kullanıma uygun olduğu görülmüştür. İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik'de toplam Pestisit düzeyi 0.5 $\mu\text{g}/\text{l}$ (her bir pestisit için 0.1 $\mu\text{g}/\text{l}$) ve Doğal Mineralli Sular Hakkında Yönetmelik'de ise; sadece her bir pestisit için 0.1 $\mu\text{g}/\text{l}$ mevzuat limit değeri olarak belirlenmiştir. Analizi yapılan numunelerin dağılımı 1002 içme-kullanma, 21

doğal mineralli ve 43 kaynak suyu şeklindedir.

TARTIŞMA

Bu çalışmada; Ocak 2012 - Aralık 2013 tarihleri arasında, Ankara (625 adet) ve Konya (441 adet) illerinden gelen toplam 1.066 adet içme-kullanma, kaynak ve doğal mineralli sulardaki organoklorlu ve organofosforlu pestisit düzey analizleri gerçekleştirilmiştir. Pestisit analizi; sıvı-sıvı ekstraksiyonu ile gaz kromatografisi (GC-ECD, GC-PFPD, GC-NPD) kullanılarak yapılmıştır. Çalışmada diklorometan ile sıvı-sıvı ekstraksiyon yöntemi kullanılmıştır. Literatürde sıvı-sıvı ekstraksiyon yöntemlerinde solvent olarak asetonitril, hegzan, aseton, n-hegzadekan ve metanol kullanımı mevcuttur (1, 2). Genellikle diklorometan organoklorlu ve organofosforlu pestisit ekstraksiyonunda yüksek geri kazanım sağladığı için tercih edilmektedir (Geri kazanım >%90-102 olarak bulunmuştur). Solvent seçiminde önemli olan gereksinimler; yüksek geri kazanım sağlama, sudan daha büyük yoğunluğa sahip olması, suda düşük çözünürlüğe sahip olması ve ekstrakte edilecek kimyasal ile yüksek zenginleştirme faktörüne (enrichment factor) sahip olması gerekliliğidir (16, 17). Ekstraksiyon işlemi esnasında tuz konulması (NaCl %0-18 aralığında) çözeltildeki iyonik gerilimi etkilemektedir. Suda ekstraksiyon solventinin çözünürlüğünü azaltırken organik ekstrakt hacminin artmasını sağlamaktadır (2). Ekstraksiyon süresi yaklaşık 55 dakika sürmektedir. Literatürde daha kısa süreli ekstraksiyon yöntemleri mevcut olup yapılan çalışmada geri kazanım değerinin diğer yöntemlere göre yüksek olması kullanılan yöntemin seçiminde etkili olmuştur (17). İçme suyu için belirlenen en üst limit değeri endosulfan sülfat ve metoksiklor için WHO'da 20 $\mu\text{g}/\text{l}$ olarak belirtilmektedir. Yapılan çalışmada bulunan değerler WHO'da

tanımlanan değerlerin altında saptanmıştır (18). Ek olarak ülkemizde uygulanmakta olan İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik ve Doğal Mineralli Sular Hakkında Yönetmelik'te belirtilen mevzuat limitlerine göre sonuçların değerlendirilmesi yapılmış ve incelenen tüm pestisitler temelinde değerlerin mevzuat limit sınırları dahilinde olduğu

tespit edilmiştir.

Sonuç olarak, çalışılan su numunelerinde mevzuat değerlerinin altında sonuçların elde edilmesi, sulardaki pestisit uygulamalarının kontrol altında olduğu ve halk sağlığı açısından sakınca teşkil etmediğini göstermektedir.

KAYNAKLAR

1. Yasser A, Chris MM. Evaluating organochlorine pesticide residues in the aquatic environment of the Lake Naivasha River basin using passive sampling techniques, *Environ Monit Assess*, 2018; 190 (349):1-12.
2. Keating MI. Tick control by chemical ixodocides in Kenya: A review 1912 to 1981, *Tropical Animal Health and Production*, 1983;15(1): 1-6.
3. Galassi S, Viganò L, Sanna M. Bioconcentration of organochlorine pesticides in rainbow trout caged in the River Po., *Chemosph*, 1996; 32(9): 1729-39.
4. Lancas FM, Rissato R, Galhiane MS. HPLC=UV determination of sodium acifluorfen in tropical fish. *J. Liquid Chromatogr, Rel. Tech.* 1997; 20(12): 1945-57.
5. Snedeker SM. Pesticides breast cancer risk: A review of DDT, DDE, and dieldrin. *Environm, Health Perspect*, 2001;109: 35-47.
6. U. S. Environmental Protection Agency (EPA). Determination of organic compounds in drinking water by liquid-solid extraction and capillary column gas chromatography=mass spectrometry: Method 525.2, 2005; Cincinnati, USA.
7. "İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik"- 17 Şubat 2005 tarih ve 25730 sayılı Resmi Gazete ve "Doğal Mineralli Sular Hakkında Yönetmelik"- 01.12.2004 tarih ve 25657 sayılı Resmi Gazete.
8. Ahmadi F, Assadi Y, Milani Hosseini SMR, Rezaee M. Determination of organophosphorus pesticides in water samples by single drop microextraction and gas chromatography-flame photometric detector, *Journal of Chromatography A*, 2006; 307-12.
9. Turabi MS. Bitki koruma ürünlerinin ruhsatlandırılması. *Erciyes Üni Fen Bil Enst Derg*, 2010; 26 (2): 154-69.
10. Figueiredo L, Chiavelli L ve Costa W. Determination of concentration levels of organochlorine pesticides in water from the Mandacaru stream in Maringá-Paraná-Brazil employing gas chromatography-mass spectrometry, *Analytical Letters*, 2013;46: 1597-606.
11. Dolu S. Medya ve Tüketim Çılgınlığı. Ankara: Çağdas Kitabevi, 1993; 7-11.
12. Kışlalıoğlu M, Berkes F. Ekoloji ve Çevre Bilimleri, Ankara: Türkiye Çevre Sorunları Vakfı Yayını, 1985.
13. Berijani S, Assadi Y, Anbia M, Hosseini MRM, Aghae E. Dispersive liquid-liquid microextraction combined with gas chromatography-flame photometric detection: Very simple, rapid and sensitive method for the determination of organophosphorus pesticides in water, *Journal of Chromatography A*, 2006; 1123: 1-9.

14. Carrera EP, V´ictor ML, Parra AG, Gonz´alez-Mazo E. Simultaneous determination of pesticides, polycyclic aromatic hydrocarbons and polychlorinated biphenyls in seawater and interstitial marine water samples, using stir bar sorptive extraction-thermal desorption-gas chromatography-mass spectrometry, *Journal of Chromatography A*, 2007; 1170: 82-90.
15. Srivastava N, Kumari S, Nair K, Alam S ve Raza S K. Determination of organophosphorous pesticides in environmental water samples using surface-engineered C18 functionalized silica-coated core-shell magnetic nanoparticles-based extraction coupled with GC-MS/MS Analysis, *Journal of AOAC International*, 2017; 100(3):804-9.
16. Zhao Z, Zhang L, Wu J, Jin M ve Fan C. Evaluation of dispersive liquid-liquid microextraction coupled with gas chromatography-microelectron capture detection (GC- μ ECD) for the determination of organochlorine pesticides in water samples, *Analytical Sciences*, 2011; (27): 547-53.
17. Berijani S, Sadigh M, Pournamdari E. Homogeneous liquid-liquid microextraction for determination of organophosphorus pesticides in environmental water samples prior to gas chromatography-flame photometric detection, *Journal of Chromatographic Science*, 2016; 54(6): 1061-67.
18. WHO (2011). WHO guidelines for drinking-water quality. WHO chronicle, (Fourth Edition). [https://doi.org/10.1016/S1462-Guidelines for Drinking-Water Quality, 2nd edition, Addendum to Volume 1 - Recommendations, World Health Organisation, Geneva, 1998, 36 pages, Urban Water, 1999;1\(2\): 183](https://doi.org/10.1016/S1462-Guidelines%20for%20Drinking-Water%20Quality,2nd%20edition,Addendum%20to%20Volume%201-Recommendations,World%20Health%20Organisation, Geneva,1998,36%20pages,Urban%20Water,1999;1(2):183).