

Mersin İlinde Tarımsal Alanlarda Kullanılan Kimyasalların Su Kalitesi Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi

Halil KUMBUR, Havva Duygu ÖZSOY*, Zafer ÖZER

Mersin Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü, Çiftlikköy Kampüsü, 33342 Mersin-TÜRKİYE

*Corresponding author: ozsoyhd@mersin.edu.tr

Özet

Bu çalışmada Mersin ili sınırları içerisinde kullanılan tarımsal ilaçların (pestisitlerin) etkin maddelerinde yer alan ağır metallerin sultardaki kalıntı miktarları araştırılmıştır. Bu amaçla İl sınırları içerisindeki 4 farklı tarım bölgesinde yer alan (Kazanlı, Adanalıoğlu, Homurlu, Kocahasanlı) tarla ve seraların çevresinde bulunan toplam 32 adet su kaynağından (akarsu ve sulama kanalı) ekim öncesi, bitkilerin gelişme süreci ve hasat sonrası olmak üzere üç periyotta örnekler alınmıştır. Alınan su örneklerinde tarımsal ilaç kaynaklı olabileceği düşünülen ağır metal (Cu, Mn, Cr, Ni, Mo) düzeyleri saptanmış pH, tuzluluk ve iletkenlik gibi diğer kimyasal ve fiziksel parametreler analizlenmiştir. Araştırma sonucunda pH, tuzluluk ve iletkenlik gibi parametrelerin kullanılan tarımsal kimyasalların etkisiyle herhangi bir değişim göstermediği saptanmasına rağmen ağır metal düzeylerinde bölgesel ve döneme bağlı değişimler belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Ağır metal, Mersin, pestisit, su kirliliği.

Determination of The Effects of Chemicals Used in Agricultural Area on Water Quality in Mersin Province

Abstract

In this study the residue levels of the heavy metals, which located in the main substance of the pesticides, in waters were investigated in Mersin Province. For this aim, samples were collected from total 32 unit water sources (river and water canal) near the fields and green houses in four different agricultural regions (Kazanlı, Adanalıoğlu, Homurlu, Kocahasanlı) in Mersin Province at three periods: after the sowing period, growing period and harvesting period. Heavy metal (Cu, Mn, Cr, Ni, Mo) level of these samples, which may be caused by pesticides, and some other chemical and physical parameters like pH, salinity and conductivity were analysed. At the end of the study, although pH, salinity and conductivity parameters weren't changed with agricultural chemicals, it was determined that the heavy metal levels were changed up to regions and sampling periods.

Keywords: Heavy metals, Mersin, pesticide, water pollution.

Kumbur H, Özsoy HD, Özer Z (2008) Mersin İlinde Tarımsal Alanlarda Kullanılan Kimyasalların Su Kalitesi Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi. Ekoloji 17, 68, 54-58.

GİRİŞ

Nüfus artışına paralel olarak artan gıda ihtiyacı, ürün kalitesinin ve miktarının artırılmasını gerektirmekte, bunun sonucunda ise kimyasal gübre ve ilaç kullanımı giderek artmaktadır. Kullanılan kimyasal madde kalıntılarının sulama suları ile tarımsal alanların çevrelerinde bulunan akarsular ve yer altı sularına karışması ise ciddi derecede çevre kirliliğine neden olmaktadır (Huber ve ark. 2000, Causape ve ark. 2004).

Tarımsal alanlarda kullanılan kimyasallar, gübreler ve pestisitler olmak üzere iki temel gruptan oluşmaktadır. Kullanılan tarımsal kimyasalların (pestisitlerin) etkin maddelerinde çeşitli metallerin

ve klorun yer alması, tarımsal alanların çevrelerinde yer alan su kaynaklarında metal düzeylerinin ve iletkenliğin artışına sebep olmaktadır. Bunun yanı sıra kullanılan gübrelerdeki safsızlıklar ve kompost gübre kullanımı nedeni ile Krom (Cr), Nikel (Ni) ve Molibden (Mo) gibi metallerin toprağa karışması ve dolayısı ile alıcı su ortamlarına taşınması mümkün olabilmektedir (Alloway 1995).

Yapılan çalışmalar özellikle bakır bazı fungusitler ve gübrelerin tarımda oldukça yaygın bir şekilde kullanıldığını göstermektedir. Bakır bütün canlılar için gerekli bir element olmasına rağmen yüksek konsantrasyonlarının birçok organizmayı olumsuz etkilediği bilinmektedir. Suların ve sedimentlerin

Geliş: 07.11.2006 / Kabul: 16.03.2007

bakır ile kontaminasyonunda en belirgin antropojenik kaynaklar tarımda kullanılan bakır bazlı gübreler ve fungisitler olarak belirlenmiştir (Oliveira-Filho ve ark. 2004).

Özellikle ağır metaller ile kontamine olmuş sulardan kaynaklanan çevresel problemleri kontrol etmek amacı ile tarımsal alanların çevrelerinde yer alan su kaynaklarının düzenli olarak analizlerinin yapılması, ayrıca kontaminasyonun başlangıç aşamasında engellenmesi için kullanılan kimyasal düzeylerinin minimuma indirilmesi büyük önem taşımaktadır.

Mersin bölgesinde yapılan araştırma sonucunda kullanılan pestisitlerin büyük çoğunluğunun etkin maddesinde yer alan metallerin bakır ve mangan olduğu belirlenmiştir. Bu nedenle araştırma bölgesinden farklı periyotlarda alınan su numunelerinde Cu ve Mn analizleri yapılmıştır. Bunun yanı sıra tarımsal kaynaklı olarak alıcı su ortamlarında miktarlarının artabileceği düşünülen Krom (Cr), Nikel (Ni) ve Molibden (Mo) gibi metallerin de tayinleri yapılmıştır. Çalışmada ayrıca bölgede kullanılan su kaynaklarından alınan örneklerde sıcaklık, pH, tuzluluk ve iletkenlik düzeylerindeki değişim de araştırılmıştır.

MATERYAL VE METOT

Çalışma Alanlarının Tanımı

Çalışma alanı, Mersin İli sınırları içerisindeki 4 farklı tarım bölgesi olan Kazanlı, Adanalıoğlu, Homurlu, Kocahasanlı Belediyeleri'dir. Mersin ili yüzölçümü 1 558 259 ha olup her çeşit tarıma uygun bir bölgedir. İl sınırları içerisinde özellikle pamuk, mısır, narenciye, susam tarımı yapılmakta olup seracılık gelişmiştir. İlin Türkiye'de toplam tarım alanları içinde payı %1,3 olup Türkiye'nin turuncgöl üretiminin %24,6'sı, sebze üretiminin %5,3'ü Mersinde yapılmaktadır.

Örnekler Kazanlı, Adanalıoğlu, Homurlu, Kocahasanlı Belediyeleri sınırları içerisinde bulunan tarla ve seralara ait toplam 32 adet su kaynağından Standart Metotlara uygun olarak alınmış ve ön işlemlerden geçirildikten sonra analiz süresine kadar +4°C'de saklanmıştır. Örnek alma işlemleri; bölgelerde yetiştirilen sebzelerin ekim dönemi, gelişme dönemi ve hasat dönemi olarak belirlenen Ekim, Mart ve Haziran ayları içerisinde gerçekleştirilmiştir.

Metot

Bakır (Cu), Mangan (Mn), Krom (Cr), Nikel (Ni) ve Molibden (Mo) analizleri Perkin Elmer

AAAnalyst 700 Marka Atomik Absorbsiyon Spektrofotometresinde grafit fırın tekniğinde yapılmıştır. Metallerin kalibrasyon eğrilerinin hazırlanması amacı ile Custom-Grade marka standart çözeltileri kullanılmıştır.

Tuzluluk ve iletkenlik analizleri için WTW marka kondüktometre, pH analizleri için Hanna marka pH-metre kullanılmıştır. Analizler üç tekrar olarak ve kör numune kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

BULGULAR VE TARTIŞMA

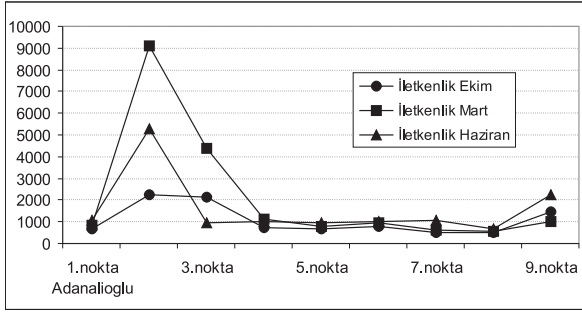
Yapılan analizler sonucunda ekim döneminden hasat dönemine kadar kullanılan kimyasallar nedeni ile su kaynaklarında önemli bir iletkenlik artışı olmadığı saptanmıştır (Tablo 1, 3, 5). Su kalitesi açısından değerlendirildiğinde, Kocahasanlı Belediyesi sınırları içerisinde alınan su örneklerinin tamamında tuzluluğa rastlanmazken, Kazanlı, Adanalıoğlu ve Homurlu Belediyeleri sınırları içerisinde bulunan su kaynaklarında tuzluluk saptanmıştır (Tablo 1, 3, 5). Bunun nedeni; Kocahasanlı Belediyesi sınırları içerisinde bulunan tarım alanlarının Lemas çayından gelen su ile sulanmasıdır. Bununla birlikte Kazanlı, Adanalıoğlu ve Homurlu Belediyeleri sınırları içerisinde bulunan tarım alanlarının su kaynakları derin su kuyuları olduğundan, bu kaynaklara deniz suyunu girişi olası olduğu bulunmaktadır. Aşırı sulama, tuzlanma sorununu ortaya çıkarabilmektedir. Ayrıca; Kazanlı, Adanalıoğlu ve Homurlu Belediyeleri sınırları içerisinde yoğun sanayileşmenin yarattığı kirlilik nedeniyle de tuzluluk ve iletkenlik düzeyinin artmış olabileceği düşünülmektedir (Şekil 1-4). Benzer şekilde Causape ve ark. (2004b), yaptıkları çalışmada sulama sularının toprak yapısındaki tuzları çözerek, yeraltı sularına taşınması sonucu yeraltı sularında ve alıcı ortamlarda tuzluluk artışı olduğunu belirtmişlerdir.

Ürünlerin ekim döneminde alınan su numunelerine ait deneysel sonuçlar incelendiğinde; Adanalıoğlu beldesinden alınan numunelerin iletkenlik değerlerinin 480-2220 $\mu\text{S}/\text{cm}$, Homurlu beldesinden alınan numunelerin iletkenlik değerlerinin 314-1087 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ve Kazanlı beldesinden alınan numunelerin iletkenlik değerlerinin ise 583-2080 $\mu\text{S}/\text{cm}$ arasında değiştiği saptanmıştır.

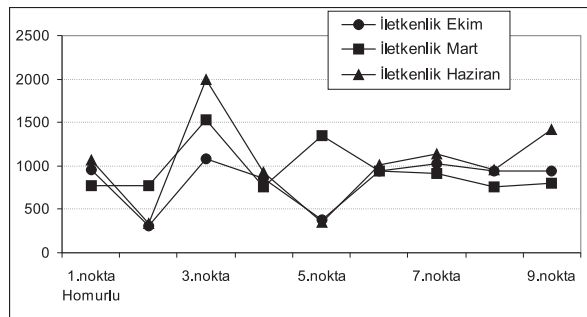
Adanalıoğlu beldesinde; 2., 3. ve 9. noktalarda iletkenlik değerinin diğer noktalara göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Aynı beldeye ait diğer noktalarda ise iletkenlik değeri yaklaşık 1000

Tablo 1. Ürünlerin ekim döneminde alınan su numunelerinin fiziksel-kimyasal parametre aralıkları.

Örnek noktaları	T (°C)	pH	İletkenlik (μS/cm)	Tuzluluk (‰)
AdanaHoğlu (9 noktada)	22,0 - 23,1	7,35 - 7,87	480 - 2220	0,0 - 1,4
Homurlu (9 noktada)	22,0 - 23,1	6,84 - 7,50	314 - 1087	0,0 - 0,3
Kazanlı (9 noktada)	21,5 - 22,7	6,52 - 7,69	583 - 2080	0,0 - 0,9
Kocahasanlı (5 noktada)	22,6 - 23,1	6,93 - 7,18	261 - 589	0,0

**Şekil 1.** AdanaHoğlu beldesi su numunelerinin iletkenlik değerlerinin değişimi (μS/cm)**Tablo 2.** Ürünlerin ekim döneminde alınan su numunelerinin minimum ve maksimum metal derişimleri.

Örnek noktaları	Metaller (μg/L)									
	Mn		Cu		Ni		Cr		Mo	
	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
AdanaHoğlu (9 noktada)	216,5 ± 5,6	864,9 ± 4,0	2,2 ± 0,1	32,8 ± 0,2	2,7 ± 0,3	8,4 ± 0,3	73,4 ± 2,4	383,0 ± 11,0	0,9 ± 0,1	2,1 ± 0,2
Homurlu (9 noktada)	275,6 ± 8,9	1689,0 ± 1,3	1,5 ± 0,0	54,2 ± 0,6	3,0 ± 0,1	11,8 ± 0,4	82,0 ± 6,2	400,6 ± 8,2	1,6 ± 0,2	2,9 ± 0,2
Kazanlı (9 noktada)	166,2 ± 2,0	865,1 ± 7,8	1,1 ± 0,0	32,8 ± 0,2	2,9 ± 0,2	18,9 ± 0,7	74,2 ± 4,3	124,6 ± 0,4	1,4 ± 0,0	2,2 ± 0,0
Kocahasanlı (5 noktada)	148,7 ± 1,2	175,3 ± 0,9	1,3 ± 0,0	9,3 ± 0,1	2,1 ± 0,2	4,4 ± 0,4	55,6 ± 0,5	83,1 ± 6,6	0,8 ± 0,0	1,0 ± 0,1

**Şekil 2.** Homurlu beldesi su numunelerinin iletkenlik değerlerinin değişimi (μS/cm)

μS/cm'in altında saptanmıştır (Şekil 1).

Ürünlerin gelişme dönemine ait iletkenlik değerleri incelendiğinde; AdanaHoğlu beldesinde 544-9080 μS/cm, Homurlu beldesinde 759-1537 μS/cm ve Kazanlı beldesinde 864-2111 μS/cm aralığında olduğu görülmektedir (Tablo 3).

Tablo 3. Gelişme dönemi su numunelerinin fiziksel-kimyasal parametre aralıkları.

Örnek noktaları	T (°C)	pH	İletkenlik (μS/cm)	Tuzluluk (‰)
AdanaHoğlu (9 noktada)	18,6 - 18,9	7,35 - 7,81	544 - 9080	0,0 - 5,9
Homurlu (9 noktada)	18,4 - 19,0	7,04 - 7,54	759 - 1537	0,2 - 0,7
Kazanlı (9 noktada)	18,5 - 19,1	7,02 - 7,55	864 - 2111	0,2 - 0,8
Kocahasanlı (5 noktada)	18,5 - 19,1	7,03 - 7,28	265 - 402	0,0

Homurlu beldesinde; 3. noktada iletkenlik değerinin diğer noktalara göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Diğer noktalarda (8 noktada) iletkenlik değerleri yaklaşık 1000 μS/cm in altındadır. 5. ve 9. noktada Mart ve Haziran aylarında alınan numunelerin iletkenlik değerleri 1000 μS/cm in üstündedir. Bu durum kurak mevsimde bu kuyularda tuzlanmanın başladığını göstermektedir.

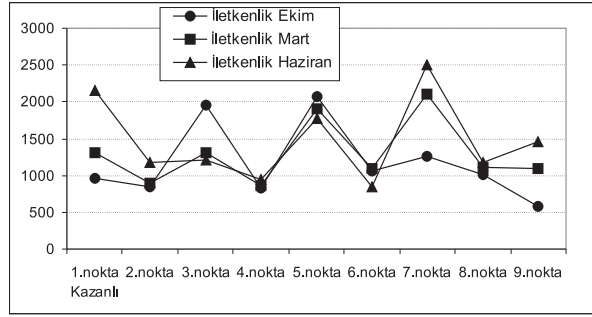
Kazanlı beldesinde ürünlerin gelişme ve hasat dönemlerinde alınan su numunelerinde iletkenlik değerlerinde artış gözlenmiştir (Şekil 3).

Hasat dönemine ait iletkenlik değerleri incelendiğinde ise; Haziran ayında AdanaHoğlu beldesinde 676-5300 μS/cm, Homurlu beldesinde 343-1413 μS/cm ve Kazanlı beldesinde 845-2500 μS/cm aralığında saptanmıştır (Tablo 5).

AdanaHoğlu, Homurlu ve Kazanlı beldelerinde ürünlerin ekim, gelişme ve hasat dönemlerinde alınan su numunelerinin iletkenlik değerinin değişimi incelendiğinde; gelişme ve hasat dönemiminde iletkenlik değerlerinin yüksek olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca AdanaHoğlu ve Kazanlı beldelerinden alınan su numunelerinin iletkenlik değerlerinin ise Homurlu beldesine göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. İletkenlik ve tuzluluk değerleri incelendiğinde; AdanaHoğlu beldesinde yeraltı su kuyularındaki tuzluluk ve iletkenlik değerlerinin yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Kazanlı, AdanaHoğlu ve Homurlu Belediyeleri sınırları içerisinde bulunan su kaynaklarında krom değerlerinin, Kocahasanlı Beldesinden alınan örneklere oranla yüksek olduğu saptanmıştır (Tablo 2,4,6). Bu durumun Kazanlı beldesinde yer alan ve AdanaHoğlu ve Homurlu Beldelerine yakın olan Kromsan Krom Bileşikleri Fabrikasından veya toprak yapısından kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.

Şekil 5 incelendiğinde, analizi yapılan metaller-



Şekil 3. Kazanlı beldesi su numunelerinin iletkenlik değerlerinin değişimi (µS/cm)

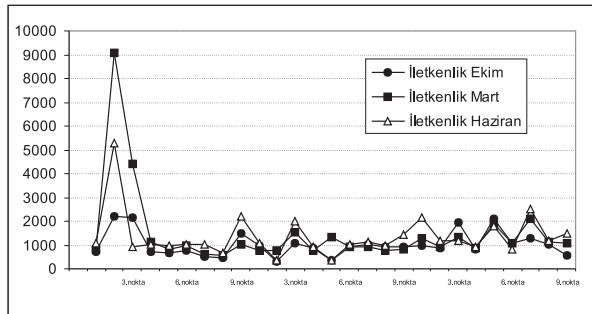
Tablo 4. Gelişme dönemi su numunelerinin minimum ve maksimum metal derişimleri.

Örnek noktaları	Metaller (µg/L)									
	Mn		Cu		Ni		Cr		Mo	
	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
AdanaHoğlu (9 noktada)	282,6 ± 5,5	1111,0 ± 10,2	3,4 ± 0,2	98,4 ± 1,0	3,5 ± 0,6	19,3 ± 5,0	49,7 ± 3,4	111,9 ± 5,1	3,6 ± 0,2	10,1 ± 0,7
Homurlu (9 noktada)	216,2 ± 4,7	965,9 ± 8,7	5,9 ± 0,2	46,7 ± 0,5	1,2 ± 0,1	10,1 ± 0,5	47,5 ± 2,1	386,6 ± 2,8	0,9 ± 0,1	11,9 ± 0,7
Kazanlı (9 noktada)	256,8 ± 3,4	754,8 ± 7,6	4,3 ± 0,1	120,1 ± 1,5	3,2 ± 0,6	18,4 ± 0,2	72,4 ± 6,4	177,2 ± 1,3	1,0 ± 0,0	1,7 ± 0,0
Kocahasanlı (5 noktada)	141,6 ± 0,9	195,8 ± 0,9	5,4 ± 0,1	64,8 ± 0,2	-	-	66,7 ± 1,2	80,1 ± 0,3	0,6 ± 0,1	0,8 ± 0,1

-: Dedeksiyon limitinin altında olduğu için saptanamamıştır.

Tablo 5. Hasat dönemi su numunelerinin fiziksel-kimyasal parametre aralıkları.

Örnek noktaları	T (°C)	pH	İletkenlik (µS/cm)	Tuzluluk (‰)
AdanaHoğlu (9 noktada)	29,0 - 31,0	7,40 - 7,93	676 - 5300	0,2 - 2,5
Homurlu (9 noktada)	28,3 - 29,7	7,08 - 7,98	343 - 1413	0,0 - 0,8
Kazanlı (9 noktada)	27,9 - 29,7	7,28 - 7,96	845 - 2500	0,2 - 1,2
Kocahasanlı (5 noktada)	28,3 - 33,9	7,22 - 7,55	304 - 1058	0,0 - 0,3

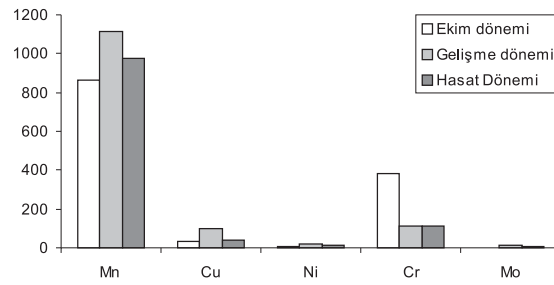


Şekil 4. AdanaHoğlu, Homurlu ve Kazanlı beldeleri su numunelerinin iletkenlik değerlerinin değişimi (µS/cm).

den kromun, manganın ve bakırın değerlerinin yüksek olduğu görülmektedir. Kromun toprak yapısı ve endüstriyel kaynaklı olabileceği göz

Tablo 6. Hasat dönemi su numunelerinin minimum ve maksimum metal derişimleri.

Örnek noktaları	Metaller (µg/L)									
	Mn		Cu		Ni		Cr		Mo	
	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
AdanaHoğlu (9 noktada)	296,9 ± 8,4	976 ± 6,3	4,4 ± 0,2	38,4 ± 0,5	3,1 ± 0,5	10,9 ± 0,6	25,6 ± 2,5	109,1 ± 1,2	1,2 ± 0,1	4,9 ± 0,5
Homurlu (9 noktada)	400,4 ± 9,0	1131 ± 45,3	3,5 ± 0,1	111,2 ± 0,1	2,3 ± 0,2	8,2 ± 0,4	35,5 ± 1,0	357,7 ± 4,1	1,5 ± 0,0	3,1 ± 0,3
Kazanlı (9 noktada)	506,5 ± 5,5	782,1 ± 11,2	3,7 ± 0,1	22,6 ± 0,1	1,5 ± 1,3	10,2 ± 0,1	42,8 ± 0,2	116,1 ± 2,3	6,3 ± 0,1	17,2 ± 0,4
Kocahasanlı (5 noktada)	206,3 ± 2,6	450,3 ± 1,8	2,1 ± 0,1	48,5 ± 0,2	2,2 ± 0,4	2,6 ± 0,4	34,5 ± 4,5	54,9 ± 9,2	0,7 ± 0,1	1,1 ± 0,2



Şekil 5. AdanaHoğlu Beldesi su numunelerinin maksimum metal derişimlerinin numune alma dönemine bağlı değişimi.

önünde bulundurulduğunda, yüksek bakır ve mangan değerlerinin pestisit ve gübrelerden kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

AdanaHoğlu Belediyesinden alınan su örneklerinde yapılan analizlerde, sebzelerin Ekim dönemindeki krom miktarlarının diğer dönemlere oranla daha yüksek olduğu saptanmıştır (Şekil 5). Gelişme ve hasat dönemlerindeki azalmanın ise toprağa değişik kanallarla ulaşan kromun bitkiler tarafından kullanılması sonucu olabileceği düşünülmektedir (Tablo 4, 6).

Alınan su numunelerinde her üç dönemde de pH değerlerinde önemli bir değişim saptanamamıştır.

Doğan (2003) son yıllarda tarımsal alanlarda görülen ağır metal artışının, bölgede kullanılan gübre ve pestisitlerden kaynaklandığını belirtmektedir. Kullanılan gübre ve pestisitlerin kalıntıları toprakta birikime uğrayarak çeşitli etkilerle (sulama suyu, yağmurlar v.b) topraktan süzülerek yeraltı sularına ulaşabilmektedir. Huber ve ark. (2000), sulara karışan pestisit miktarlarının; toprak özelliklerine, bölge şartlarına, pestisit kimyasal yapısına, uygulama metoduna ve bölgenin meteorolojik koşullarına bağlı olarak değişim gösterdiğini belirtmişlerdir.

Bu çalışmada alınan su örnekleri göz önünde bulundurulduğunda, bakır ve mangan düzeylerinin sebzelerin gelişme ve hasat dönemlerinde en yüksek

değerlere ulaştığı saptanmıştır. Bölgede yoğun olarak kullanılan tarım ilaçlarının (Dithoneblue M-45, Ditone M-22, Thiodan 35 WP, Tamaron SL 600 v.b.) büyük çoğunluğunun etkin maddesinde bakır ve mangan elementlerinin bulunması nedeni ile bu artışın kullanılan tarım ilaçlarından kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir. Benzer şekilde, Akçay ve ark.(2003) Gediz Nehrinde yaptıkları çalışmalar sonucunda, tarımsal kaynaklı pestisit kullanımı sonucu yağmur ve sulama suları ile taşınan mangan türlerinin sedimentlerde birikime uğradığını saptamışlardır. Oliveira-Filho ve ark.(2004) ise bakır bazlı gübre ve fungusitlerin tarımda yoğun bir biçimde kullanıldığını, bakırın canlılar için gerekli bir element olmasına rağmen yüksek konsantrasyonlarda zararlı etkilerinin ortaya çıktığını belirtmişlerdir.

Analiz sonuçları Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği (SKKY), "Kıta İçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri" ile karşılaştırıldığında; metal içerikleri bakımından Adanalıoğlu, Kazanlı ve Homurlu beldelerinde bazı noktalarda IV. Sınıf su kalitesine kadar düşüşler olduğu saptanmıştır.

SONUÇLAR

Çalışma sonucunda Mersin İli'nde tarımsal alanda kullanılan kimyasal maddelerin bölgenin su kalitesini önemli ölçüde etkilediği saptanmıştır. Zamanla meydana gelmesi muhtemel artışı

engellemek ve mevcut durumun iyileştirilmesini sağlamak amacı ile;

-Pestisitlerin insan sağlığı ve çevre açısından önemli bir kirleticisi kaynak olduğu özellikle kullanıcılar tarafından kabul edilmelidir.

-Pestisitlerin toprak, su ve hava kalitesine etkilerinin takip edilebilmesi için sürekli olarak analizler yapılmalı, pestisitler kadar kalıntıların da etkilerinin belirlenmesi sağlanmalı ve bunların neden olabileceği zararlı etkiler üzerinde araştırmalar yürütülmelidir.

-Biyolojik olarak parçalanabilirliği zor olan yada hiç ayrıştırılamayan pestisitlerin önemli çevre sorunlarına neden olabilecekleri bilindiğinden biyolojik ayrışma kolaylığı olan pestisit türlerinin kullanılması teşvik edilmelidir. Ürün arttırımı için sentetik pestisit kullanımı yerine biyolojik mücadele uygulamalarının yaygınlaştırılması desteklenmelidir.

-Pestisitlerin ruhsatlandırılma işlemlerinde çevre ve sağlık riskleri göz önünde bulundurulmalıdır. Özellikle geniş ve çevresel önemi yüksek olan alanlarda gerçekleştirilen pestisit uygulamalarının sertifikalı uzmanlar tarafından yapılması sağlanmalıdır.

-Mersin İli gibi yoğun tarımın yapıldığı bölgelerde doğru ve gerekli miktarda pestisit kullanımını sağlamak amacı ile eğitim çalışmalarına önem verilmeli ve kullanıcılar bu konuda bilinçlendirilmelidir (Kumbur ve ark. 2005).

KAYNAKLAR

- Akçay H, Oğuz A, Karapire C (2003) Study of heavy metal pollution and speciation in Büyük Menderes and Gediz river sediments. Water Research 37, 813-822.
- Alloway BJ (1995) Heavy Metals in Soils. Blackie Academic & Professional, London.
- Anonymous (2004) Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği. 31 Aralık 2004 Tarih ve 25687 Sayılı Resmi Gazete. Çevre ve Orman Bakanlığı, Ankara..
- Anonymous (1997) Standard Methods for Water and Wastewater Examinations. 19th Ed., APHA, AWWA, WPCF, Washington.
- Causape J, Quilez D, Aragues R (2004) Assessment of irrigation and environmental quality at the hydrological basin level I.Irrigation quality. Agricultural Water Management 70, 195-209.
- Doğan M (2003) Şanlıurfa'da Karakoyun Deresi atık suları ile sulanan soğanda (*Allium cepa* L.) toksik element birikimi üzerine bir araştırma. Ekoloji 12, 48, 1-3.
- Huber A, Bach M, Frede HG (2000) Pollution of surface waters with pesticides in Germany: modeling non-point source inputs. Agriculture, Ecosystems and Environment 80, 191-204.
- Kumbur H, Özer Z, Özsoy HD (2005) Tarım İlaçlarının (Pestisitlerin) Çevresel Etkileri ve Mersin İli'nde Kullanım Düzeyleri. In: GAP, IV. Tarım Kongresi, 21-23 Eylül 2005, Şanlıurfa, 702-707.
- Oliveira-Filho EC, Lopes RM, Paumgartten FJR (2004) Comparative study on the susceptibility of freshwater species to copper-based pesticides. Chemosphere 56, 369-374.