



## Mardin Bölgesi İçme Sularında Ağır Metal Düzeylerinin Araştırılması

Semih YAŞAR<sup>1</sup>, Muhammed Abdullah ÜSTEK<sup>2</sup>, Aydın Şükrü Bengü<sup>3</sup>, Leyla MİS<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Özalp Meslek Yüksek Okulu, Tıbbi Laboratuvar Teknikerliği Bölümü Özalp-Van, Türkiye, [semihyasar@yyu.edu.tr](mailto:semihyasar@yyu.edu.tr)

<sup>2</sup>Mardin Fen Lisesi, Mardin, Türkiye, [abdullahus@hotmail.com](mailto:abdullahus@hotmail.com)

<sup>3</sup>Bingöl Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksek Okulu, Tıbbi Hizmetler ve Teknikler Bölümü Bingöl, Türkiye, [abengu@bingol.edu.tr](mailto:abengu@bingol.edu.tr)

<sup>4</sup>Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Fizyoloji Anabilim Dalı, Van, Türkiye, [leylamis@yyu.edu.tr](mailto:leylamis@yyu.edu.tr)

Geliş Tarihi / Received  
20.11.2016

Kabul Tarihi / Accepted  
26.12.2016

Yayın Tarihi / Published  
31.12.2016

**Özet:** Bu çalışmada Türkiye'nin Güneydoğusunda bulunan Mardin ili genelinde bulunan içme sularında Mangan (Mn), Kobalt (Co), Bakır (Cu) ve Çinko (Zn) analizi yapılarak Türk Standartları Enstitüsü (TSE)'nin insani amaçlı içme ve kullanma suyu standartlarına uygun olup olmadığının tespiti amacıyla 2012 yılında yapılmıştır. Araştırma için Mardin il genelinde bulunan içme suyu kaynaklarından olmak üzere daha önceden %1'lik HNO<sub>3</sub> çözeltisiyle yıkanmış, kilitli kapaklı, 1,5L hacminde pet şişelerde toplam 15 numune alınmış, alınan numunelere 15'er ml %65'lik HNO<sub>3</sub> çözeltisi ilave edilerek analiz gününe kadar -18 °C de muhafaza edilmiştir. Su numunelerinin analizleri AAS cihazı ile yapılmıştır. Mn için yapılan analizler sonucunda elde edilen değerlerin TS.266 standartlarına göre yüksek olduğu, Co için bakıldığında 3 nokta hariç standartların üzerinde olduğu, Zn ve Cu konsantrasyonlarının standartların altında olduğu görülmüştür. Mn ve Co konsantrasyonlarının yüksek çıktığı bölgelerde gerekli önlemlerin alınarak ölçümlerin düzenli olarak yapılması halk sağlığı açısından büyük önem taşımaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Ağır Metal, Mardin, Su

### Investigation of Heavy Metal Levels in Drinking Water of Mardin Province

**Abstract:** This Study covers the Manganese (Mn), Cobalt (Co), Copper (Cu) and Zinc (Zn) rate in drinking waters in Mardin Province is analysed in order to whether. It's drinkable for human being use according to the Turkish Standarts Institute (TSE) in 2012. For this research, the samples of spring water resources in Mardin Province the pre-washed of 1 % HNO<sub>3</sub> solution, covered and locked and the volume of 1,5L bottle tottaly 15 samples from 15 ml of 65 % HNO<sub>3</sub> solution is added and stored as -18 °C until analysing day. The analysis of water samples has been made by ASS device. It has been observed that the values which were obtained as a result of the analyses that was made for Mn are high by the standards of TS266, when looking through for Co, except for 3 samples, it is over the standards, Zn and Cu concentrations are under the standards. It is of great importance in terms of public health to measure regularly by taking necessary precautions in the areas where Mn and Cu concentrations are high.

**Key Words:** Heavy metal, Mardin, Water.

Sorumlu yazar: Semih YAŞAR,  
Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Özalp Meslek Yüksek Okulu, Tıbbi Laboratuvar Teknikerliği Bölümü Özalp-Van,  
Türkiye, [semihyasar@yyu.edu.tr](mailto:semihyasar@yyu.edu.tr)

## 1. GİRİŞ

Su, ilk çağlardan beri insanlık ve yaşam için hayati önemini koruyan bir maddedir. Su, insanlar ve diğer canlılar açısından hayati öneme sahiptir. Teknolojinin gelişmesi sonucu, endüstri ve sanayi atıkları ile kentsel atıkların bulunduğu kanalizasyon sularının boşaltıldığı baraj ve göllerde kullanılabilir su kaynakları azalmakta ve kirlenmektedir (10). Su, toprağa geçerken filtre olayı nedeniyle içinde bulunan asılı maddeler, bakteriler ve diğer mikroorganizmalar da dahil olmak üzere kısmen veya tamamen temizlenir; fakat bu defa da toprakta bulunan madensel tuzlar vb. eriyerek suya karışır. Bu nedenle yeraltı sularının içerisinde yüzeysel sulara göre daha büyük oranda mineral bulunmaktadır. Bu minerallerin bir bölümünün bulunması istenir bir durumdur. Flor, kalsiyum buna örnek verilebilir. Ancak toksik olan maddelerin hiçbirisinin suyun içerisinde bulunmaması gerekir (12). Nüfus artışı, kentleşme, sanayileşme gibi etkenler ile tarımsal mücadele ilaçları ve kimyasal gübreler, endüstri kuruluş atıklarının arıtılmadan akarsulara verilmesi veya bu atıkların toprağa gömülmesi sonucu bu atıklar yağmur sularına karışarak yeraltı sularının kirlenmesine sebep olabilmektedir (4).

Ağır metaller olarak bilinen metallerin belirli miktarları organizmalar için yararlı olmakla beraber belirli bir dozdan sonraki miktarları canlı organizmalar için zararlı olabilmektedir. Suda çözülmüş halde bulunan ve en tehlikeli olarak bilinen metallerin başlıcaları Hg, Pb, Cu, Ni, Cd, Zn ve Co'tur (11). Dünyadaki suyun %97,6'sı okyanus ve denizlerde tuzlu su olarak bulunmaktadır. Kutuplarda ve buzullarda bağlanmış olan su ise dünyadaki suyun %1,9'u kadardır. Buna göre, insanın kullanabileceği su dünyadaki toplam suyun yalnızca %0,5'ini oluşturur. İçme amaçlı kullanılabilir su miktarı bakımından dünyamız ne yazık ki su fakiridir. Bu fakirliğin nedeni olarak çevre kirliliği, bilinçsiz su tüketimi, azalan yeraltı kaynakları gibi nedenler sayılabilir (12).

Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliğine göre hazırlanmış bazı toksik ağır metal parametreleri Tablo 1'de verilmiştir. Ağır metal kirliliği de kimyasal kirlilik içinde olarak değerlendirilmektedir. Kimyasal kirliliğe neden olan kirleticilere boyalar, deterjanlar, pestisitler ve petrol ürünleri örnek olarak verilebilir. Ağır metallerin başlıcaları Cu, Fe, Zn, Pb, Hg, Co, Mn, Cr, Se, Ni, V, Cd'dur. Bu metallerin birçoğu canlıların yaşamı için gerekli olmakta ve organizmaların organik molekül ve protein yapılarına katılmaktadır.

**Tablo 1.** Bazı toksik ağır metal parametreleri (9).

	Su Kalite Parametreleri	WHO (ppb)	Su Kalite Sınıfları (TSE)			
			I	II	III	IV
1	Çinko (Zn)	5	200	500	2000	>2000
2	Kurşun (Pb)	50	10	20	50	>50
3	Kadmiyum (Cd)	5	3	5	10	>10
4	Krom (Cr)	-	20	50	200	>200
5	Nikel (Ni)	-	20	50	200	>200
6	Bakır (Cu)	1	20	50	200	>200
7	Kobalt (Co)	-	10	20	200	>200
8	Mangan (Mn)	100	100	500	3000	>3000

Ancak 20. yüzyılda birçok ülkede baş gösteren su sıkıntısı son yıllarda ülkemizi de tehdit etmeye başlamıştır. Özellikle sanayi ve endüstrileşmenin

yoğun olduğu kent bölgelerinde yer alan tatlı su rezervleri bu gelişmeden üst düzeyde olumsuz etkilenmektedir (13). Ağır metaller, özellikle belli

bir dozun üzerindeki miktarları dikkate alındığında canlı sağlığı açısından tehlikeli sayılabilecek elementlerdir. Ağır metaller sularla taşınarak deniz canlılarına, toprağa ve oradan da insanlara ulaşabilmektedir (1).

Manganez, yeryüzünde her yerde bulunabilen çok yaygın bir bileşiktir. İnsanların hayatta kalabilmeleri için gerekli bir element değildir. Mangan çok yüksek konsantrasyonlarda insan vücudunda mevcut olduğunda toksiktir. Manganez etkileri başlıca solunum sisteminde ve beyinde gözlenir. Manganez zehirlenmesinin belirtileri halüsinasyonlar, unutkanlık ve sinir hasarı olarak sayılabilir. Manganez ayrıca Parkinson, akciğer embolisi ve bronşite neden olabilir (5). Mangan konsantrasyonunun 0,1mg/L'nin üzerine çıkması sularda istenmeyen tat ile çamaşırlarda ve tesisat ekipmanlarında lekelerle sebep olmaktadır (14).

Kobalt, kaynak sularında çok çözünmeyen CoS (kobalt sülfür) olarak bulunmaktadır. İnsanlar soludukları hava, içme suları ve kobalt içeren yiyecekler yiyerek kobalta maruz kalabilirler. Toprak ve su ile bitkilerde yüksek konsantrasyonlarda birikebilir, bitki ve hayvansal besinler aracılığıyla da insanlara geçebilir. Kobalt, insan sağlığı için gerekli olan B12 vitamininin bir parçası olduğ u için insanlar için faydalı olabilmektedir. Kırmızı kan hücrelerinin üretimini uyarır, hamile kadınlarda ve anemi tedavisinde kullanılmaktadır. Ancak buna rağmen yüksek konsantrasyonları insan sağlığı için zararlı olmaktadır. Soluk alma yoluyla havadan alınan kobaltın yüksek konsantrasyonları astın, zatürre gibi akciğer rahatsızlıklarına neden olabilir. Kobaltın yüksek konsantrasyonları kusma, bulantı, kalp sorunları, Tiroit hasarı gibi sorunlara neden olabilmektedir. (6). Gıda ve su yoluyla yüksek düzeyde radyoaktif olmayan kobalt alımının insan ve hayvanlarda kanserojen olmadığı bildirilmektedir. Fakat yapılan hayvansal

deneylerde direkt solunum yoluyla verildiğinde ya da kas ve deri altına uygulandığında kansere sebep olduğ u görülmüş ve buna dayanarak, insanlarda da kanserojen olabileceği bildirilmiştir (10).

Çinko tabletlerinin vücudun deri ve kaslarında erken yaşlanmaya karşı koruyucu antioksidan etkiye sahip olduğ una inanılmaktadır. Endüstriyel atıklar ve toksik atıklardan dolayı içme suyunda çinko miktarının artması ciddi sağlık sorunlarına sebep olabilmektedir. Çinkonun eser miktarı insan sağlığı için gerekli bir elementtir. İnsan vücuduna çok az çinko absorbe edildiği zaman iştah kaybı, tat ve koku kaybı, yaraların yavaş iyileşmesi gibi etkiler görülebilir. Çinko eksikliği doğ um kusurlarına sebep olabilirken vücuttaki çinko konsantrasyonunun yüksek olması mide krampları, cilt tahrişleri, bulantı, kusma ve anemi gibi seçkin sağlık sorunlarına neden olabilmektedir. Çok yüksek seviyelerde pankreasa zarar verip protein metabolizmasının etkilenmesine ve damar sertliğine neden olabilmektedir (7).

Bakır içme suyu, hava ve gıda gibi birçok türde bulunabilir. Bu nedenle insanlar yeme, içme ile birlikte ve nefes alarak da her gün belli miktarlarda bakırı absorbe ederler. Bakır insan sağlığı için gerekli bir eser elementtir, çünkü bakır emilimi insan vücudu için gereklidir. Bakıra uzun süreli maruz kalma burun, ağız ve gözlerde tahrişe neden olabilir ve baş ağrısı, mide ağrısı, baş dönmesi, kusma ve ishale neden olur. İnsan vücudunun kasıtlı olarak yüksek bakır tutulumu karaciğer ve böbrek hasarı ve hatta ölüme neden olabilir. Karaciğer sirozu, beyin hasarı, böbrek hastalığı ve bakır birikimi ile karakterize Wilson Hastalığı, kronik bakır zehirlenmesi sonucu oluşan rahatsızlıklardandır (8). Ülkemizde TS 266 ile belirlenen İçme ve kullanma suları için toksik madde limitleri Tablo 2'de verilmiştir. Her ülke ulusal kaynak suyu, içme ve kullanma suyu standartlarını kendisi belirlemektedir. Bu

standartların yanında Dünya Sağlık Örgütü (WHO) ve Avrupa Birliği (AB) tarafından içme ve kullanma suyu standartları oluşturulmuştur. Ülkemizde TS-

266 da belirlenen standartlar kullanılmaktadır (14).

**Tablo 2.** İçme ve kullanma suları için toksik madde limitleri (9)

Bileşenler		Kaynak Suları	İçme ve Kullanma Suları
		Max.Değer	Max. Değer
Arsenik	(µg/L)	50	50
Kadmiyum	(µg/L)	5	5
Siyanür	(µg/L)	50	50
Krom	(µg/L)	50	50
Civa	(µg/L)	1	1
Nikel	(µg/L)	50	50
Kurşun	(µg/L)	50	50
Antimon	(µg/L)	10	10
Selenyum	(µg/L)	10	10
Toplam Pestisitler	(µg/L)	0,5	0,5

**Tablo 3.** Suda fazla miktarda bulunması istenmeyen maddeler (9)

		İçme ve Kullanma Suları	
		Önerilen Değer	Max. Değer
Bor	(µg/L)	1000	2000
Demir	(µg/L)	50	200
Mangan	(µg/L)	20	50
Bakır	(µg/L)	100	3000
Çinko	(µg/L)	100	5000
Fosfor	(µg/L)	400	5000
Florür	(µg/L)	-	700
Baryum	(µg/L)	100	300
Gümüş	(µg/L)	-	10

Bu çalışma, Mardin il genelinden alınan içme suyu örneklerinde bulunan ağır metal (Cu, Co, Mn, Zn) düzeylerini araştırmak amacıyla yapılmıştır.

## 2. MATERYAL ve METOT

### Materyal

Çalışma materyalini Mardin ili Dargeçit, Derik, Kızıltepe, Mazıdağı, Midyat, Nusaybin, Ömerli, Savur ve Yeşilli ilçeleri olmak üzere il merkezi ve 9 ilçeden alınan su örnekleri oluşturmaktadır. Bu çalışma için il merkezinden 5 adet, Dargeçit ilçesinden 2 adet, Derik ilçesinden 1 adet, Kızıltepe ilçesinden 1 adet, Midyat ilçesinden 2 adet, Nusaybin ilçesinden 1 adet, Ömerli ilçesinden 1 adet, Savur ilçesinden 1 adet ve Yeşilli ilçesinden 1

adet olmak üzere toplam 15 numune alınmıştır. Alınan numuneler yerleşim yerlerinin ihtiyacını karşılayan içme suyu kaynaklarından temin edilmişlerdir. Araziden toplanan su numuneleri önceden hazırlanmış seyreltik HNO<sub>3</sub> çözeltisi ile yıkanıp kurutulmuş 1500 ml hacimli PET şişelerle alınmıştır. Alınan su örneklerinin üzerine kaynakta 15 ml %65'lik HNO<sub>3</sub> çözeltisinden ilave edilmiştir. Böylece ortam asitlendirilerek alınan su örnekleri içerisinde bulunan mikroorganizmaların canlılık faaliyetlerine son verilmiş ve ortamda bulunan metallerin başka formlar haline geçmeleri engellenmiştir. Alınan su numuneleri analiz

yapılıncaya kadar soğutucularda dondurularak bekletilmiştir.

### Metot

Su numunelerinin metal analizleri Bingöl Üniversitesi Merkez Laboratuvarında bulunan Perkin Elmer AAS800 Atomik Absorbsiyon Spektrofotometresi cihazı ile yapılmıştır. Analiz işlemine önce her metal için ayrı ayrı 1 ppm, 0.1 ppm 0.01 ppm ve 0.001 ppm konsantrasyonlarında standart çözeltiler hazırlanarak başlanmıştır. Her metal için farklı konsantrasyonlarda hazırlanan standart çözeltiler AAS cihazında analiz edilerek cihazın kendi standart grafiklerin çizmesi sağlanmıştır. Standart grafikler her metal için %95-99 hassaslıkta çizilerek elde edilen analiz sonuçlarının hassas ve anlamlı olması hedeflenmiştir. Bu grafikler yardımı ile okumalar gerçekleştirilmiştir.

### 3. BULGULAR

Alınan su numunelerinde analizi yapılan metallere; Manganın ortalama değeri

0,164±0,010 ppm olarak tespit edilmiştir. 15 numunenin 8'inde kaydedilen değerler ortalama değerin altında, kalan 7 numuneden elde edilen verilerin ise ortalama değerin üzerinde olduğu tespit edilmiştir. Kobaltın ortalama değeri 0,190±0,020 ppm olarak tespit edilmiştir. 15 numunenin 6'sında kaydedilen değerler ortalama değerin altında, kalan 9 numuneden elde edilen verilerin ise ortalama değerin üzerinde olduğu tespit edilmiştir. Çinkonun ortalama değeri 0,051±0,014 ppm olarak tespit edilmiştir. 15 numunenin 9'unda kaydedilen değerler ortalama değerin altında, kalan 6 numuneden elde edilen verilerin ise ortalama değerin üzerinde olduğu tespit edilmiştir. Bakır'ın ortalama değeri 0,023±0,004 ppm olarak tespit edilmiştir. 15 numunenin 6'sında kaydedilen değerler ortalama değerin altında, kalan 9 numuneden elde edilen verilerin ise ortalama değerin üzerinde olduğu tespit edilmiştir. Elde edilen veriler Tablo 4'te verilmiştir.

**Tablo 4.** Mardin yöresindeki 15 farklı noktadan alınan kaynak ve maden sularındaki ağır metal derişimleri (ppm)

Numune No	Numune Kaynağı	Mangan (Mn)	Kobalt (Co)	Çinko (Zn)	Bakır (Cu)
1	Dargeçit-1	0,138	0,238	0,104	0,055
2	Dargeçit-2	0,173	0,246	0,009	0,025
3	Derik	0,175	0,224	0,069	0,036
4	Kızıltepe	0,214	0,269	0,013	0,025
5	Mardin-1	0,167	0,169	0,092	0,017
6	Mardin-2	0,101	0,179	0,136	0,008
7	Mardin-3	0,113	0,054	0,006	0,003
8	Mardin-4	0,153	0,051	0,001	0,005
9	Mardin-5	0,206	0,254	0,010	0,028
10	Midyat-1	0,151	0,078	0,143	0,010
11	Midyat-2	0,141	0,198	0,014	0,020
12	Nusaybin	0,151	0,135	0,120	0,023
13	Ömerli	0,132	0,189	0,021	0,025
14	Savur	0,206	0,268	0,021	0,039
15	Yeşilli	0,236	0,294	0,011	0,027
Ortalama	Değerler	0,164±0,010	0,190±0,020	0,051±0,014	0,023±0,004

#### 4. TARTIŞMA ve SONUÇ

Bu çalışmada Mardin il genelinde bulunan 15 farklı noktadan yaz mevsiminde içme suyu kaynaklarından alınan su numunelerinde bu çalışma için belirlenen ağır metallerin (Cu, Co, Mn, Zn) konsantrasyonları tespit edildi.

Sularda bulunması muhtemel ağır metallerin tespit edilmesi insan sağlığı ve insan vücuduna vermesi muhtemel zararlar açısından önemlidir. Bu nedenle Dünya Sağlık Örgütü, Avrupa Birliği gibi kuruluşlar sularda bulunması muhtemel ağır metaller ve bunların insan sağlığı için zararları ile ilgilenecek çeşitli standartlar oluşturmuşlardır. Günümüzde birçok gelişmiş ülke gibi Türkiye de kendi içme suyu standartlarını oluşturmuş ve insani tüketim amaçlı suların bu standartlara uygun olmasına özen göstermektedir. Ülkemizde TS 266 bu amaçla belirlenmiştir. Bu kriterlere bakarak analizi yapılmış bir suyun sağlık açısından içilmesinde bir sakınca olup olmadığına karar verilebilmektedir. Mardin il genelinde bulunan 15 farklı noktadan alınan su numunelerinde bulunan veriler ayrı ayrı değerlendirilerek şu sonuçlara ulaşılmıştır.

Çalışmamızda Mn için yapılan analizler sonucunda 15 numuneden elde edilen ortalama değer  $0,164 \pm 0,010$  ppm olarak ölçülmüştür. Bu değer TS.266 standartlarına göre yüksek olduğu görülmüştür. Alınan su numunelerinden 6.sı olan Mardin-2 numunesi  $0,101$  ppm lik değeri ile en düşük değere sahipken 15. numune olan Yeşilli ilçe suyu en yüksek değer olan  $0,236$  ppm ile standartlara en uygun olmayan su olmuştur. İçme suyu kalite sınıflarına göre Mn konsantrasyonu bakımından su numuneleri I. sınıf sulara dahil olarak değerlendirilmektedir. Konya ilinde yapılan çalışmalardan birinde Mn konsantrasyonları kuyu sularında standartların üzerinde bulunmuş bunun nedeni olarak jeolojik yapıdan ve organize sanayi bölgesinden suya mangan karışmış olabileceği bildirilmiştir (14). Aynı bölgedeki diğer bir

çalışmada içme sularında Mn düzeylerinin standartların altında olduğu tespit edilmiştir (21). Manisa ilinde Gediz nehri su örneklerinde yapılan Mn konsantrasyonu ölçümlerinde suyun Mn açısından II. Kalite sular sınıfına girdiği ve standart değerlerin üzerinde olduğu bildirilmiştir (2). Van ilinde yapılmış bir çalışmada da Mn düzeyleri standart değerlerin üzerinde bulunmuştur (3). Manganın içme sularında  $0,1$  mg/l'den fazla olması suyun lezzetinde bozulmaya sebep olur (19).

Yaptığımız çalışmada Co için yapılan analizler sonucunda numunelerden elde edilen ortalama değer  $0,190 \pm 0,020$  ppm olarak bulunmuştur. Su numunelerinden 8.si olan Yalım beldesi mevkiinden alınan Mardin-4 numunesinde  $0,051$  ppm ile Co açısından en düşük değer, 15. numune olan Yeşilli ilçe suyunda ise  $0,294$  ppm ile en yüksek değer tespit edilmiştir. Co konsantrasyonu numune alınan 7, 8 ve 10. noktalar hariç Rusya içme suyu standardı olan  $0,1$  ppm'den daha yüksek olarak ölçülmüştür. Mardin-3, Mardin-4 ve Midyat-1 numuneleri Co konsantrasyonu açısından Rusya içme suyu standardının altında ölçülmüştür. Kobalt konsantrasyonu bakımından içme suyu kalite sınıfları değerlendirildiğinde Mardin-3, Mardin-4 ve Midyat-1 numuneleri II. sınıf geriye kalan bütün su numuneleri III. sınıf içme suyu olarak tespit edilmiştir. Manisa ilinde yapılan bir çalışmada Gediz nehri su örneklerinde Co konsantrasyonu ölçümleri yapılmış sonuçlar Rusya içme suyu standardından düşük bulunmuş ve su kalite standartlarına göre III. kalite su olarak değerlendirilmiştir (2). Hatay ilinde Asi nehri suyunda yapılan başka çalışmada Co konsantrasyonunun Rusya içme suyu standartlarından düşük olduğu bulunmuştur (10). Van ilinde yapılan bir çalışmada içme ve kuyu sularının ölçülen Co konsantrasyonları açısından su kalite sınıflandırılmasına göre III. kalite sular sınıfında yer aldığı bildirilmiştir (3). Organizma

için esansiyel bir element olan kobalt, vitamin B<sub>12</sub>'nin yapısında bulunur. Vücut içerisinde demir kullanımı ve tiroid hormonlarının sentezinde önemli görevleri vardır Endüstriyel atıklarla suya karışır. Yüksek miktarda alımı toksik etki yapar (17,18).

Bu çalışmada Mardin ilinde 15 ayrı noktadan alınan su numunelerinin ortalama Zn konsantrasyonu 0,051±0,014 ppm olarak ölçülmüştür. İl genelinde su numunelerinden 8.si olan ve Yalım Beldesi mevkiinden alınan su numunesinde Zn açısından 0,001 ppm ile en düşük değer, 10. numune olan Midyat-1 numunesinde ise 0,143 ppm lik değerle en yüksek değer tespit edilmiştir. Ölçüm sonuçlarına göre Mardin ilinde hiçbir bölgede Zn konsantrasyonu standartların üzerine çıkmamaktadır. En yüksek olarak tespit edilen değer bile içme suyu kalite sınıfları açısından 1.sınıf içme suyu standartlarına sahip olduğu görülmektedir. Konya ili içme sularında (21) ve Van ili içme ve kuyu sularında (3) yapılan Zn konsantrasyonları ölçümleri sonucu çıkan değerlerin standartlara uygun olduğu bildirilmiştir. Şanlıurfa ili kuyu sularında yapılan bir araştırmada bölgedeki kuyu sularının Zn bakımından az kirlenmiş olduğu bildirilmiştir (20). Çanakkale şehir musluk sularında yapılan Zn konsantrasyonu ölçümlerinde değerlerin standartların altında olduğu tespit edilmiştir (16). Zn organizmada protein sentezi, karbonhidrat metabolizması ve enzimatik reaksiyonlarda önemli görevleri vardır. Bazı enzimlerin yapısında bulunmaktadır (18). Elementel halde zehirleyici özelliği yoktur fakat asit veya asitli maddeler varlığında çözünebilir çinko tuzlarının oluşumu ile zehirlenmelere sebep olabilir. Genelde doğal suların içerisinde bulunmaz. Endüstri atıkları ve su borularının (galvanizli, bakırlı) korozyonu ile suya karışabilir. (15,19). Çinko tuzlarının üretildiği sanayi kolları, çinko oksit içeren boya türü maddeler, beşerî ve

veteriner hekimlikte kullanılan çinko içerikli preparatlar, antifungal ilaçlar ve insülin uygulamaları çinkonun bulaşımını sağlayan en önemli kaynaklardır (15).

Araştırmamızda Mardin İl genelinde ortalama Cu konsantrasyonu 0,023±0,004 ppm olarak ölçülmüştür. Farklı noktalardan alınan su numunelerinden 7.si olan Kayacan mevkiinden alınan Mardin-3 numunesi 0,003 ppm lik Cu konsantrasyonu ile en düşük, 1.numune olan Dargeçit-1 numunesinde ise 0,055 ppm lik Cu konsantrasyonu ile en yüksek Cu konsantrasyonuna sahiptir. İçme suyu kalite sınıfları göz önüne alındığında Cu bakımından Dargeçit-1 numunesi II.sınıf, geri kalan 14 numunenin ise 1. sınıf içme suyu kalitesinde olduğu tespit edilmiştir. Cu konsantrasyonu tüm bölgelerde standart değerlerin altında ölçülmüştür. Konya ilinde yapıları şebeke ve kuyu suyu Cu konsantrasyonu analizlerinde bulunan sonuçların standartların altında olduğu bildirilmiştir (14,21). Kovancı'da Çanakkale ilinde içme sularında yaptığı ağır metal analizlerinde Cu konsantrasyonlarının standart değerlerin altında olduğunu söylemiştir (16). Alemdar ve arkadaşları, Van, İl'inde yaptıkları çalışmada Cu konsantrasyonlarının standart değerlere uygunluk gösterdiğini bildirmişlerdir (3). Bakır vücudumuz için esansiyel bir elementtir. Organizmada bağ doku sentezi iskelet mineralizasyonu, kolesterol metabolizması, bağışıklık sistemi ve hemoglobin sentezinde önemli görevleri vardır (18). En önemli kullanım alanı elektrik elektronik sanayidir. Bakır işletmelerine ait atıklar ve bakır yönünden zengin bölgelerden kaynaklanan akarsular bakır kirliliğinin en önemli kaynaklarıdır (15).

Çalışmamızda elde ettiğimiz verilere dayanarak; Tüm numunelerin Mn konsantrasyonu bakımından standart değerlerden yüksek olduğu, 15 noktadan alınan numunelerden 3 tanesinin Co

konsantrasyonu bakımından standartlara uygun kalan 12 tanesinin Co konsantrasyonu bakımından yüksek değerlere sahip olduğu, alınan numunelerin tümünün Zn konsantrasyonu bakımından kriterlere uygun olduğu, Cu konsantrasyonu bakımından tüm numunelerin ölçüm değerlerinin standartların altında olduğu tespit edilmiştir. Özellikle Mangan ve Kobalt metalleri bakımından Mardin il genelinde bulunan içme sularının zengin olduğu, bu durumun çeşitli sağlık sorunlarına neden olabileceği, bu sorunların yerel yöneticiler ve halkla paylaşılması gerektiği düşünülmektedir. Mardin İl genelinde 15 farklı noktadan alınan içme suyu numunelerinde Çinko metali bakımından herhangi bir uygunsuzluğun olmadığı değerlendirilmiştir. Genel olarak az gelişmiş küçük şehirler ve ilçelerinde yerel yönetimlerin sağlıklı içme ve kullanma suyu alt yapıları oluşturamadıkları ve bu alt yapıların korunmasında güçlükler yaşandığından içme ve kullanma sularında çeşitli sorunlar ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle uzun süre bakımı yapılmamış, eskimiş boru ve isale hatları kaynaklı metal kirlenmelerinin halkın sağlıklı ve standartlara uygun içme ve kullanma suyuna ulaşmalarını güçleştirdiği düşünülmektedir.

#### KAYNAKLAR

- 1. Aközcan S. (2009):** Didim ve İzmir körfezi sediment, deniz suyu ve farklı deniz organizmalarında bazı radyonüklid ve ağır metal düzeylerinin izlenmesi. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir,
- 2. Aksoy G. (2005):** Gediz nehri ağzında su, sediment ve planktondaki ağır metal düzeylerinin ölçülmesi. Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Hidrobiyoloji Yüksek Lisans Programı, Yüksek lisans tezi, Manisa,
- 3. Alemdar S, Ağaoğlu S, Alişarlı M, Dede S. (2007):** Van bölgesi su kaynaklarında ağır metal kirlilik düzeyleri. *Vet. Bil. Derg.*; 23, 1:19-29.

#### 4. Anonim (2015a):

<http://www.cevrekirliligi.biz/cevre.php?kirliligi=sukirliligi>. Erişim: 10-09-2015

#### 5. Anonim (2015b):

<http://www.lenntech.com/periodic/elements/mn.htm> Erişim: 10-09-2015.

#### 6. Anonim. (2015c):

<http://www.lenntech.com/periodic/elements/co.htm> Erişim: 10-09-2015.

#### 7. Anonim. (2015d):

<http://www.lenntech.com/periodic/elements/zn.htm> Erişim: 10-09-2015.

#### 8. Anonim. (2015e):

<http://www.lenntech.com/periodic/elements/cu.htm> Erişim: 10-09-2015.

**9. Anonim (2016a):** TSE, Su Kalite Kontrol Yönetmeliği.

**10. Çalışkan E. (2005):** Asi nehrinde su, sediment ve karabalık'ta ağır metal birikiminin araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri AD, Hatay,

**11. Dökmeci AH. (2005):** Gala gölü ve gölü besleyen su kaynaklarında ağır metal kirliliğinin araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Edirne.

**12. Güler Ç. (1997):** Su kalitesi, Çevre Sağlığı Kaynak Dizisi (43), Ankara, 1997.

**13. Hafızoğlu E, Tekin F. (2004):** Gediz Nehrinde (Manisa) Ağır Metal Kirliliğinin İncelenmesi. *Soma Meslek Yüksekokulu Teknik Bilimler Dergisi*; C:2, S:2, Sayfa:41-51.

**14. Kahraman ÜC. (2007):** Konya garnizon birliklerindeki kuyu suları ile şehir şebeke sularının su kalitesi ve ağır metaller yönünden karşılaştırılması. Selçuk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Konya.

**15. Kaya S. (1995):** Veteriner klinik toksikoloji. Medisan Yayın No: 21, Ankara.



- 16. Kovancı A. (2008):** Çanakkale şehir şebeke suyunda ağır metal analizi ve bakteriyolojik inceleme. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale.
- 17. Munsuz N, Ünver İ. (1995):** Su Kalitesi. Ankara Üniversitesi. Ziraat Fak. Yayın No: 1389, Ders Kitabı, Ankara,
- 18. Saldamlı İ, Uygun Ü. (1998):** Gıda Katkı Maddeleri, Saldamlı İ (ed) Gıda Kimyası, Hacettepe Üniversitesi Yayınları, Ankara,
- 19. Tekinşen OC, Yalçın S. (1990):** Su hijyeni ve Muayenesi. Selçuk Üniv. Aksaray MYO Ders Notları, Teksir No:2, Aksaray,
- 20. Temamoğulları F, Dinçoğlu AH. (2010):** Şanlıurfa ve Çevresindeki Kuyu Sularında Çinko ve Selenyum Düzeyleri. *Kafkas Univ. Vet. Fak. Derg.*; 16 (2): 199-203.
- 21. Yalçın M. (2005):** Konya bölgesi içme sularındaki ağır metal düzeylerinin araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Konya.