

Investigation of Some Heavy Metal Levels in Drinking Waters in Bingol Region

Semih Yasar (Corresponding Author)

Department of Medical Laboratory Techniques, Vocational High School of Ozalp,
Van Yuzuncu Yil University, Ozalp, Van, Turkey
E-mail: semihyasar@yyu.edu.tr

Aykut Cagirtekin

Private Tarsus Cukurova College, Tarsus- Mersin, Turkey
E-mail: 2306kimya@mynet.com

Leyla Mis

Department of Physiology, Faculty of Veterinary Medicine,
Van Yuzuncu Yil University, Tusba, Van, Turkey
E-mail: leylamis@yyu.edu.tr

Tuncer Cakmak

Republic of Turkey Ministry of Agriculture and Forestry, Van Provincial Directorate of
Agriculture and Forestry, Department of Food and Feed Branch Office, Van, Turkey
E-mail: tuncercakmak65@hotmail.com

Abstract

In this study, drinking water throughout the province of Bingol in eastern Turkey has been established in 2013 for the determination of copper (Cu), manganese (Mn), cobalt (Co) and iron (Fe) concentrations of the Turkish Standards Institute (TSE) as humanitarian drinking water standards. For the study, a total of 13 samples were taken from the drinking water sources located in Bingöl province, previously washed with 1% HNO₃ solution, using 1.5L volume pet bottles with locked lid. Water samples were analyzed with the AAS device. According to the results of the analysis; Cu and Fe concentrations were found to be high and Mn and Co concentrations were high. In the regions where Mn and Fe concentrations are high, taking the necessary precautions regularly is important for public health.

Key Words: Bingol, Heavy metal, Water.

DOI: 10.7176/JSTR/5-2-32

Bingöl Bölgesi İçme Sularında Bazı Ağır Metal Düzeylerinin Araştırılması

Özet

Bu çalışmada Türkiye'nin doğusunda bulunan Bingöl ili genelinde bulunan içme sularında Bakır (Cu), Mangan (Mn), Kobalt (Co) ve Demir (Fe) konsantrasyonlarının Türk Standartları Enstitüsü (TSE)'nin insani amaçlı içme ve kullanma suyu standartlarına uygun olup olmadığının tespiti için 2013 yılında yapılmıştır. Çalışma için Bingöl il genelinde bulunan içme suyu kaynaklarından olmak üzere daha önceden %1'lik HNO₃ çözeltisiyle yıkanmış, kilitli kapaklı, 1,5L hacmine sahip pet şişeler kullanılarak toplam 13 numune alınmıştır. Alınan numuneler içerisine 15'er ml %65 lik HNO₃ çözeltisi eklenerek

numuneler analiz gününe kadar -18 °C de muhafaza edilmiştir. Su numunelerinin analizleri AAS cihazı ile yapılmıştır. Analiz sonuçlarına göre; Cu ve Fe konsantrasyonlarının standartlara uygun, Mn ve Co konsantrasyonlarının yüksek olduğu tespit edilmiştir. Mn ve Fe konsantrasyonlarının yüksek çıktığı bölgelerde gerekli önlemlerin alınarak ölçümlerin düzenli olarak yapılması halk sağlığı açısından önem taşımaktadır.

Anahtar Kelimeler: Ağır Metal, Bingöl, Su

1. Giriş

Dünyamızın ¾'ü sularla kaplıdır. Yaşamsal aktivitelerin düzenli devam edebilmesi için organizmanın belli bir miktar su bulundurması ve organizma içerisinde bunu belli bir denge içinde tutması gerekmektedir. Organizmadaki suyun herhangi bir sebeple azalması önemli sağlık sorunları oluşturabilmektedir. (Yalçın, 2005)

Dünyada bulunmakta olan suyun % 97,6'sı denizler ve okyanuslarda tuzlu su şeklinde bulunmaktadır. Kutup bölgelerinde ve buzullar şeklinde olan su ise dünyada bulunan suyun % 1,9'unu oluşturmaktadır. Bu bilgilere göre, insanoğlunun yararlanabileceği su dünyada bulunan toplam suyun miktarının yalnızca % 0,5'ini teşkil etmektedir. Yüzeyle su, toprak altına geçerken toprak tarafından filtre edilir ve içerisindeki asılı maddeler, bakteri ve diğer mikroorganizmalar kısmen yada tamamen temizlenir; ancak bu olay sırasında toprakta bulunan madensel tuzlar da suya geçer. Bu sebeple yeraltı sularında yüzeyle sulara oranla daha fazla miktarda mineral bulunmaktadır. Suya geçen bu minerallerin bazılarının belli miktarda su içerisinde olması istenen bir olaydır. Kalsiyum ve flor buna örnek verilebilir. Fakat toksik etki gösteren maddelerden hiçbirinin suda bulunması istenmemektedir (Güler, 1997).

Kimyasal kirlilik olarak değerlendirilen diğer bir kirlilik de Ağır metal kirliliğidir. Kimyasal kirliliğe yol açan kirleticilere deterjanlar, boyalar, petrol ürünleri, ve pestisitler örnek olarak gösterilebilir. Başlıca ağır metaller Zn, Cu, Pb, Fe, Co, Hg, Mn, Se, Cr, V, Cd ve Ni'dir. Bu metallerin pek çoğu canlı yaşamı için elzemdir ve organizmada organik moleküllerin ve proteinlerin yapılarında kullanılmaktadır. (Hafızoğlu ve Tekin, 2004). Ağır metaller karıştığı sular ile birlikte taşınarak denizdeki canlılara oradan toprağa ve topraktan da insanlara kadar ulaşabilmektedir (Aközcan, 2009).

1- Bakır birçok şekilde bulunabilir, örneğin; içme suyu, hava ve yiyeceklerde. Ev tesisat sistemlerinde kullanan bakır borular sebebiyle insanlar, borulardan suya karışan bakırın fazla miktarlarına maruz kalabilmektedirler. Bu şekilde uzun süreli etkilenme ağız, burun ve gözlerde tahrişe sebep olabilmekte ve mide ağrısı, baş ağrısı, kusma, baş dönmesi ve ishale sebep olabilmektedir. Beyin hasarı, karaciğer sirozu, böbrek hastalığı ve bakır birikimi ile oluşabilen Wilson Hastalığı, kronik bakır zehirlenmesi ile ortaya çıkan rahatsızlıklardandır (URL-1, 2019).

2- Mangan insan vücudunda başlıca bağ ve kemik doku oluşumu, üreme ve büyüme fonksiyonları, lipid ve karbonhidrat metabolizmalarıyla bağlantılı metalloenzimlerin komponenti ve enzim aktivatörü şeklinde de görev görmektedir (Belce 2002). Fazla miktarda mangan ihtiva eden bazı gıdalar pirinç, tahıllar, yumurta, yeşil fasulye, soya fasulyesi, zeytinyağı, fındık ve istiridyedir. Manganın çok yüksek miktarda birikimi insan vücudunda toksik etki göstermektedir (Şanlı 2002).

İnsan sağlığı için elzem olan Vitamin B₁₂'nin yapısında kobalt bulunmaktadır. Fakat yinede bu elementin fazlası insan sağlığını etkileyebilmektedir. Havadan soluk alma ile vücuda giren kobaltın yüksek miktarları zatürre ve astım gibi akciğer hastalıklarına sebep olabilmektedir. (URL-2, 2019).

Dokulara oksijen taşınması ve hücrel oksidatif mekanizmalar gibi hayatsal önem taşıyan pek çok olayın içerisinde demir bulunmaktadır. Birçok enzimin yapısında kofaktör olarak bulunmaktadır (Belce 2002). Demir mide bağırsak kanalında hasara sebep olarak organizmanın ihtiyacından fazla demir almasına neden olup toksik etkiye yol açabilir (Kaya ve Akar 1998).

Tablo 1. TS- 266 içme ve kullanım suyu standartları (URL-3, 2019)

TS – 266 STANDARTLARI			
FİZİKOKİMYASAL ÖZELLİKLER			
PARAMETRE	BİRİM	İÇME VE KULLANMA SULARI	KAYNAK SULARI
BULANIKLIK	Birim	5	5
RENK	Pt - Co	1 – 20	1
TOPLAM DEMİR	mg/lt	0,05 – 0,2	0,05
AMONYUM	mg/lt	0,05 – 0,5	0,05
NİTRİT	mg/lt	0,1 – 0,5	0,1
KLORÜR	mg/lt	30 – 250	30
PH	-	6,5 – 9,5	6,5 – 9,5
İLETKENLİK	ms/cm	650 - 2500	650
SUDA FAZLA MİKTARDA BULUNMASI İSTENMEYEN MADDELER			
PARAMETRE	BİRİM	İÇME VE KULLANMA SULARI	KAYNAK SULARI
NİTRAT	mg / lt	25 – 50	25
SÜLFAT	mg / lt	25 – 250	25
SODYUM	mg / lt	100 – 200	100
ALÜMİNYUM	mg / lt	0 – 0,2	0,2
BOR	mg / lt	0 – 0,001	0,001
MANGAN	mg / lt	0,02 – 0,05	0,02
BAKIR	mg / lt	0,1 – 2	0,1
FLORÜR	mg / lt	1 - 1,5	1
ARSENİK	mg / lt	0 – 0,01	0,01
KADMİYUM	mg / lt	0 – 0,005	0,005
SİYANÜR	mg / lt	0 – 0,05	0,05
KROM	mg / lt	0 – 0,05	0,05
CİVA	mg / lt	0 – 0,001	0,001
NİKEL	mg / lt	0 – 0,02	0,02
KURŞUN	mg / lt	0 – 0,01	0,01

Tablo 2. Bazı toksik ağır metal parametreleri (Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği) (URL-3, 2019)

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

Ülkemizde TS 266 ile belirlenen İçme ve kullanma suları için toksik madde limitleri Tablo 1 de verilmiştir. Ülkeler ulusal içme, kaynak suyu ve kullanma suyu standartlarını kendileri belirlemektedirler. Ülkemizde TS-266 da belirlenen standartlar kullanılmaktadır (Kahraman, 2007). Bu çalışma Türkiye'nin Bingöl il merkezi ve ilçelerinde içme suyu örneklerinde bulunan ağır metal (Cu, Mn, Co, Fe) düzeylerini araştırmak amacıyla planlanmıştır.

2. Materyal ve Metod

Çalışma materyalini oluşturan su numuneleri, Türkiye'nin Bingöl il merkezi ve ona bağlı 7 ilçeden içme suyu sağlayıcılarından toplam 13 adet temin edilmiştir. Bazı ilçeler içme suyunu tek bir kaynaktan karşılarken bazıları birden fazla kaynaktan karşılımaktadır. Toplanan numuneler yerleşim yerlerinin içme suyu ihtiyacını karşılayan su kaynaklarından temin edilmiştir. Araziden toplanan su numuneleri öncesinde hazırlanmış seyreltik HNO₃ çözeltisi ile yıkanıp kurutulmuş 1500 ml hacimli PET şişelerle alınmıştır. Alınan su örneklerinin üzerine kaynaktan 15 ml %65'lik HNO₃ çözeltisinden ilave edilmiştir. Böylece ortamın asidik olması sağlanarak toplanan su örneklerinde bulunan mikroorganizmaların canlılıklarına son verilmiş ve ortamdaki metallerin farklı formlar haline geçmelerinin önüne geçilmiştir. Toplanan su numuneleri analiz zamanına kadar soğutucu içersinde dondurularak saklanmıştır.

Su numunelerinin metal analizleri Bingöl Üniversitesi Merkez Laboratuvarında bulunan Perkin Elmer AAS800 Atomik Absorbsiyon Spektrofotometresi cihazı ile yapılmıştır. Analize başlamadan her metal için 1 ppm, 0.1 ppm 0.01 ppm ve 0.001 ppm konsantrasyonlarında standart çözeltileri hazırlanmıştır. Bu standart çözeltiler AAS cihazında okutularak cihazın kendi standart grafiklerini çizmesi sağlanmıştır. Elde edilen grafikler yardımı ile analizler gerçekleştirilmiştir (URL-4, 2019).

3. Bulgular

Alınan su numunelerinde analizi gerçekleştirilen metallerden; Bakır'ın ortalama değeri $0,306 \pm 0,08$ ppm olarak tespit edilmiştir. 13 numunenin 6'sında kaydedilen değerler ortalama değerin altında, kalan 7 numuneden elde edilen verilerin ise ortalama değerin üzerinde olduğu tespit edilmiştir. Mangan'ın ortalama değeri $0,163 \pm 0,05$ ppm olarak tespit edilmiştir. 13 numunenin 6'sında kaydedilen değerler ortalama değerin altında, kalan 7 numuneden elde edilen verilerin ise ortalama değerin üzerinde olduğu tespit edilmiştir. Kobalt'ın ortalama değeri $0,042 \pm 0,01$ ppm olarak tespit edilmiştir. 13 numunenin 6'sında kaydedilen değerler ortalama değerin altında, kalan 7 numuneden elde edilen verilerin ise ortalama değerin üzerinde olduğu tespit edilmiştir. Demir'in ortalama değeri $0,074 \pm 0,02$ ppm olarak tespit edilmiştir. 13 numunenin 4'ünde kaydedilen değerler ortalama değerin altında, kalan 9 numuneden elde edilen verilerin ise ortalama değerin üzerinde olduğu tespit edilmiştir. Elde edilen veriler Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3 Türkiye'nin Bingöl yöresindeki 13 farklı noktadan alınan içme sularındaki metal derişimleri (ppm)

Su örneđi alınan yerler	Bakır (Cu)	Mangan (Mn)	Kobalt (Co)	Demir (Fe)
Bingöl Merkez 1	0.338	0.123	0.057	0.068
Bingöl Merkez 2	0.284	0.224	0.072	0.059
Bingöl Merkez 3	0.283	0.138	0.023	0.075
Bingöl Merkez 4	0.320	0.070	0.072	0.077
Kiğı 1	0.270	0.118	0.047	0.082
Kiğı 2	0.261	0.178	0.025	0.081
Yedisu	0.337	0.095	0.101	0.072
Karlıova 1	0.335	0.218	0.061	0.057
Karlıova 2	0.309	0.219	0.008	0.075
Solhan	0.333	0.188	0.043	0.085
Adaklı	0.301	0.207	0.009	0.088
Genç	0.306	0.192	0.007	0.068
Yayladere	0.296	0.154	0.017	0.080
Ortalama Değer ± SEM	0.306 ± 0.08	0.163 ± 0.05	0.042 ± 0.01	0.074 ± 0.02

4. Tartışma ve sonuç

Bu çalışmada Türkiye'nin Bingöl il merkezi ve ilçelerinde bulunan 13 farklı noktadan yaz mevsiminde içme suyu kaynaklarından alınan su numunelerinde bu çalışma için belirlenen ağır metallerin (Cu, Mn, Co, Fe) konsantrasyonları tespit edildi.

Sularda bulunabilecek ağır metallerin tespiti insan vücudu ve sağlığına verebileceği zararlar açısından önem arz etmektedir. Bu sebeple Avrupa Birliđi ve Dünya Sağlık Örgütü benzeri kuruluşlar sularda bulunabilecek ağır metaller için çeşitli standartlar ortaya koymuşlardır. Günümüzde Türkiye de kendi sınırları içerisindeki içme suları için standartlarını oluşturmuş (TS 266) ve insani tüketim amaçlı sularda bu standartları uygulamaktadır. Türkiye'nin Bingöl il merkezi ve ilçelerinde bulunan 13 farklı noktadan alınan su numunelerinde tespit edilen veriler değerlendirilerek şu sonuçlara ulaşılmıştır.

Araştırmamızda Bingöl il genelinde ortalama Cu konsantrasyonu 0.306±0.08 ppm olarak ölçülmüştür. Farklı noktalardan alınan su numunelerinden 6.sı olan Kiğı mevkiinden alınan Kiğı 2 numunesi 0.261 ppm lik Cu konsantrasyonu ile en düşük, 1.numune olan Bingöl Merkez 1 numunesinde ise 0.338 ppm lik Cu konsantrasyonu ile en yüksek Cu konsantrasyonuna sahiptir. Cu konsantrasyonu tüm bölgelerde maksimum değerin altında ölçülmüştür. Konya ilinde yapılan çalışmalarda kuyu ve şebeke suyu Cu konsantrasyonu analizlerinde elde edilen sonuçların standart değerlerin altında olduğu görülmüştür (Yalçın, 2005; Kahraman, 2007). Çanakkale ilinde içme sularında yapılan ağır metal analizlerinde Cu konsantrasyonlarının standart değerlerin altında olduğunu tespit edilmiştir (Kovancı, 2008). Van, ilinde yapılan bir çalışmada ölçülen Cu konsantrasyonlarının standart değerleri aşmadığı bildirilmiştir (Alemdar ve ark.,2007). Yaşar ve arkadaşları (2016), Mardin ilinde yaptıkları çalışmada bakır değerlerini ortalama 0.023 ppm düzeyinde ölçmüşlerdir. Dicle nehri suyunda yapılan bir çalışmada bakır düzeyleri yaz aylarında numune alınan 3 farklı bölgede sırasıyla 0.092, 0.058 ve 0.075 mg/l düzeylerinde ölçülmüştür (Karadede-Akin ve Ünlü, 2007). Organizma içerisinde iskelet mineralizasyonu, bağ doku sentezi, bağışıklık sistemi, hemoglobin sentezi ve kolesterol metabolizmasında önemli görevleri bulunmaktadır (Saldamlı ve Uygun, 1998).

Çalışmamızda Mn için yapılan analizler sonucunda 13 numuneden elde edilen ortalama değer 0.163±0,05

ppm olarak ölçülmüştür. Bu değer TS.266 standartlarına göre yüksek olduğu görülmüştür. Alınan su numunelerinden 5.si olan Kığı 1 numunesi 0,118 ppm lik değeri ile en düşük değere sahipken 2. numune olan Bingöl Merkez 2 suyu en yüksek değer olan 0,224 ppm değeri ile standartlara göre en uygun olmayan su numunesi olmuştur. Mn miktarları tüm numunelerde standart değerlerin üzerinde çıkmıştır. Konya ilinde yapılan bir çalışmada Mn konsantrasyonları kuyu sularında belirlenen standartların üzerinde bulunmuştur bunun sebebi olarak da jeolojik yapı ve organize sanayi bölgesinden su içerisine mangan karışmış olabileceği söylenmiştir (Kahraman, 2007). Aynı bölgedeki farklı bir çalışmada ise içme sularında Mn konsantrasyonlarının standart değerlerin altında çıktığı tespit edilmiştir (Yalçın, 2005). Manisa ilinde Gediz nehrinden alınan su numunelerinde yapılan ölçümlerinde Mn konsantrasyonlarının standart değerlerin üzerinde çıktığı bildirilmiştir (Aksoy, 2005). Van ilinde yapılan bir araştırmada Mn düzeylerinin standart değerlerin üzerinde bulunduğu bildirilmiştir (Alemdar ve ark., 2007). Mardin ilinde yapılan bir çalışmada tüm numunelerin Mn düzeylerinin standartların üzerinde olduğu tespit edilmiştir (Yaşar ve ark., 2016).

Yaptığımız çalışmada Co için yapılan analizler sonucunda numunelerde ölçülen ortalama değer $0,042 \pm 0,01$ ppm olarak bulunmuştur. Su numunelerinden 12.si olan Genç ilçesi numunesinde 0,007 ppm ile Co açısından en düşük değer, 7. numune olan Yedisu ilçe suyunda ise 0,101 ppm ile en yüksek değer tespit edilmiştir. Manisa ilinde yapılan bir çalışmada Gediz nehri su örneklerinde Co konsantrasyonu ölçümleri yapılmış sonuçlar su kalite standartlarına göre III. kalite su olarak değerlendirilmiştir (Aksoy, 2005). Mardin ilinde içme sularında yapılan başka bir çalışmada numunelerdeki Co konsantrasyonunun 3 numunede su kalite standartlarına göre II. kalite kalan numunelerde ise III. kalite su tanımına uyduğu bildirilmiştir (Yaşar ve ark., 2016). Van ilinde yapılan bir çalışmada ise kuyu ve içme sularında tespit edilen Co konsantrasyonlarına göre suların III. kalite sular sınıfında yer aldığı bildirilmiştir (Alemdar ve ark., 2007). Kobalt vücutta tiroid hormonlarının sentezi ve demir kullanımında önemli bir yapıdır. Genellikle kirliliği endüstriyel atık kaynaklıdır. Fazla miktarlarda alınması toksik etki gösterir (Munsuz ve Ünver, 1995; Saldamlı ve Uygun, 1998).

Bu çalışmada alınan su numunelerinin ortalama Fe konsantrasyonu $0,074 \pm 0,02$ ppm olarak ölçülmüştür. İl genelinde su numunelerinden 8.si olan ve Karlıova 1 su numunesinde Fe açısından 0,057 ppm ile en düşük değer, 11. numune olan Adaklı numunesinde ise 0,088 ppm lik değerle en yüksek değer tespit edilmiştir. Ölçüm sonuçlarına göre Bingöl ilinde hiçbir bölgede Fe konsantrasyonu TSE standartlarının üzerinde çıkmamaktadır. Konya ili içme sularında (Yalçın, 2005) ve Van ili içme ve kuyu sularında (Alemdar ve ark., 2007) yapılan Fe konsantrasyonları ölçümleri sonucu çıkan değerlerin TSE standartlara uygun olduğu bildirilmiştir. Demir, hemoglobin ve miyoglobin gibi vücutta oksijen taşımada görevli kromoproteinlerin, ksantin oksidaz, sitokrom oksidaz, ve katalaz gibi bazı enzimlerin yapısında bulunur. (Belce 2002).

Çalışmamızda elde ettiğimiz verilere dayanarak; tüm numunelerin Cu konsantrasyonu bakımından standart değerler içerisinde olduğu görülmüştür. Özellikle Mangan ve Kobalt metalleri bakımından Bingöl il genelinde bulunan içme sularının zengin olduğu görülmüş, kobalt için TSE'nin bir standart değeri vermemesine karşın elde edilen sonuçların yüksek olduğu düşünülmektedir. Bunun sebebi bölgenin jeolojik yapısından kaynaklanabilir. Bu durum çeşitli sağlık sorunlarına sebebiyet verebilir, bu durumun çözülebilmesi için yerel yöneticilerin gerekli önlemleri alması gerektiği düşünülmektedir. Fe konsantrasyonu bakımından tüm numunelerin verilerinin standart değerler arasında olduğu saptanmıştır. Çoğunlukla fazla gelişmemiş şehirler ve ilçelerinde yerel yönetimlerin sağlıklı kullanma ve içme suyu alt yapıları oluşturamadıkları görülmektedir. Bu sağlıksız alt yapıların da kullanma ve içme sularında çeşitli sorunlara sebep olduğu görülmektedir. Bu sebeple uzun zaman bakımı yapılmayan ve eskimiş borular kaynaklı metal kirliliğinin bölge halkının sağlıklı ve standartlara uygun kullanma ve içme suyunu temin etmelerini güçleştirdiği görülmektedir. İnsan sağlığı açısından sıkıntıların yaşanmaması için konu ile ilgili yetkililere büyük sorumluluklar düşmektedir.

Kaynaklar

- 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.

- 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.
- Alemdar, S., Ağaoğlu, S., Alisharlı, M. & Dede, S. (2007). Van bölgesi su kaynaklarında ağır metal kirlilik düzeyleri. *Vet. Bil. Derg.*, 23, 1, 19-29,
- Belce, A. (2002) *Mineraller*, in "*İnsan Biyokimyası*" Ed. by Onat T, Emerk K ve Sözmen EY, 529 - 537, Palme Yayıncılık, Ankara.
- Güler, Ç. (1997). *Su kalitesi*, Çevre Sağlığı Kaynakları Dizisi (43), Ankara.
- Hafizoğlu, E. & Tekin, F. (2004): Gediz Nehrinde (Manisa) Ağır Metal Kirliliğinin İncelenmesi. *Soma Meslek Yüksekokulu Teknik Bilimler Dergisi*, 2(2), 41-51.
- Kahraman, Ü.C. (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.
- Karadede-Akin, H, & Ünlü, E, (2007). Heavy Metal Concentrations in Water, Sediment, Fish and Some Benthic Organisms from Tigris River, Turkey. *Environ Monit Assess*, 131:323-337
- Kaya, S. & Akar, F. (1998). *Metaller* in "*Veteriner Hekimliğinde Toksikoloji*" Ed. by Kaya S, Pirinççi İ ve Bilgili A, 119 -143, 1.Baskı, Medisan Yayıncılık, Ankara.
- 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.
- Munsuz, N. & Ünver, İ. (1995) *Su Kalitesi*. Ankara Üniversitesi. Ziraat Fak. Yayın No: 1389, Ders Kitabı, Ankara.
- Saldamlı, İ. & Uygun, Ü. (1998). Gıda Katkı Maddeleri, Saldamlı İ (ed) Gıda Kimyası, Hacettepe Üniversitesi Yayınları, Ankara.
- Şanlı, Y. (2002). *Veteriner Klinik Toksikoloji*, Mesipres Yayıncılık, 2. Baskı, p,744 -751, Ankara.
- URL-1, (2012) Water Treatment Solutions (Su Arıtma Çözümleri) web sitesi <http://www.lenntech.com/periodic/elements/cu.htm> (20 Ocak 2019)
- URL-2, (2019) Water Treatment Solutions (Su Arıtma Çözümleri) web sitesi <http://www.lenntech.com/periodic/elements/co.htm> (20 Ocak 2019)
- URL-3, (2019). TS-266 İçme Kullanım Suyu Standartları. <http://www.teknikaritma.com.tr/tr/iss.asp> (20 Ocak 2019)
- URL-4, (2019). Standart methods for the Examination Water and Wastewater, https://www.mwa.co.th/download/file_upload/SMWW_1000-3000.pdf (20 Ocak 2019)
- Yalçın, M. (2005). Konya bölgesi içme sularındaki ağır metal düzeylerinin araştırılması, Selçuk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Konya
- Yaşar, S., Üstek, M.A., Bengü, A.Ş. & Mis, L. (2016). Mardin bölgesi içme sularında ağır metal düzeylerinin araştırılması. *Cumhuriyet Üniv. Sağ. Bil. Enst. Derg.*, (1)2, 63-71