

BÜYÜK MENDERES KAYNAK BÖLGESİNİN MİNERAL ÖZELLİKLERİ VE KAYNAK SULARININ ANALİZİ

Ramazan TEZCAN

Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Kimya Eğitimi Bölümü
ANKARA

Özet : Büyük Menderes kaynak bölgesi, Denizli, Afyon, Isparta, Uşak illerinin sınır bölgesidir. Büyük Menderesi oluşturan su kaynakları bu bölgeden çıkarak, Işıklı (Çivril) Götünü oluşturlar. Bölge, kumtaşı, kilitaşı, kuars, feldispat, dolomit ve mermer yataklarından meydana gelmiştir. Kaynak suları, orta tuzlu bazik, kalsiyum bikarbonatlı sulardır. Suların kuruluğa kadar damıtılması ve özütleme yöntemiyle deriştirilerek AAS ile yapılan tayinlerde, ağır metallerin eser miktarlarda olduğu bulunmuştur.

Anahtar sözcükler : Büyük Menderes, özütleme, minerolojik. atomik absorpsiyon.

The Mineralogy Properties Source of Büyük Menderes River and Analysis of Water Sources

Abstract : The source of Büyük Menderes River region is the border of Denizli, Afyon, Isparta and Uşak provinces. The water resources, forming Büyük Menderes, come out in this region and they form the Işıklı (Çivril) Lake. The region is formed of sandstone, claystone, limestone, quartz, feldispat, dolomite and marble beds.

The region has middle-salted, basic water with calcium bicarbonate. The water was concentrated by evaporation to dryness and extraction. Metals determination was made by AAS analysis of concentrated water. It was found that the heavy metals are in trace amounts.

Key words : Büyük Menderes, extraction, evaporation, AAS analysis.

GİRİŞ

Doğal sulardaki eser metal analizlerinde, atomik absorpsiyon spektroskopisi (AAS), inductively couple plasma-atomik emisyon spektroskopisi (ICP-AES), atomik floresans spektroskopisi (AFS), diğer tekniklere göre fazlaca kullanılırlar. Doğal suların içerdiği eser metallerin, tayin sınırları içine deriştirilmesinde, çözücü-çözücü özütlemesi, aktif karbon veya amberlitte adsorplanması, iyon değıştirme, çok kullanılan metodlardır (1, 2)

Aktif karbonla deriştirmede, metal kompleksleri haline geçirilmiş eser metaller, aktif karbon filitresi üzerinde veya aktif karbonla karıştırılıp, birkaç dakika bekletildikten sonra süzülerek (3, 4).

Katı kolon kromatografisi ile doğal sular ve analitik saflıktaki tuzlarda eser metaller hegzahidroazepinditiyokarbaksalat veya tetrahidrofuran ile kompleks hale geçirilerek (5-7).

Benzinli taşıtlardan gelen kurşun kirlenmesini ölçmek için yol kenarlarındaki taş toprak örneklerindeki kurşun, arsenik, antimon elektroanalitik yöntemlerle (8).

Doğal sulardaki metaller, dietilditiyokarbamatla (DEDC) kompleksleştirildikten sonra metilizobütıl ketonla (MIBK) özütlenerek deriştirilirler ve AAS den geçirilerek tayin edilirler. Bu yöntem, eser metal analizlerinde en çok başvuru alan metoddur (9-13).

MATERYAL ve YÖNTEM

Analitik saflıkta maddeler kullanıldı. Kapların temizliği EPA ya göre yapıldı (14). Özütler Perkin-Elmer 400, kuruluğa kadar buharlaştırılan kaynak suları Philips PU 9285 AAS ile analiz edildi.

400 mL kaynak suyunun pH ı 4.0 yapıldıktan sonra % 5 lik 4 mL amonyumpirolidinditiyokarbamat (APDC) eklendi. Oluşan metal kompleksleri 28 mL MIBK da özütlendi. Standart ve kör örnekler de aynı yöntemle hazırlandı AAS el kitabındaki koşullarda analizleri yapıldı (15).

Aynı hacimde aynı kaynak suları, su banyosunda kuruluğa kadar buharlaştırıldıktan sonra % 6.5 luk 20 mL nitrik asitte çözüldü, AASde eser metal analizleri yapıldı.

SONUÇLAR

Kaynak Sularında Çok Bulunan İyonların Özütlemeye Etkileri

Kaynak sularında çok bulunan iyonların metal özütlenmesine etkilerini incelemek için, kaynak sularında çokca bulunan Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^{+} , K^{+} derişimleri alev fotometresi, SO_4^{2-} NO_3^{3-} , NO_2^{2-} spektrofotometrik (16) HCO_3^{-} Cl^{-} titrimetrik metodla tayin edildi (17), Tablo1.

Tablo1.Kaynak sularında çok bulunan iyonların derişimleri
($\mu g/L$)

İyon	Su Çıkan	İncirli	Bülüç Alan	Gökgöl	Işıkli
Ca^{2+}	62.4	96.6	72.2	84.8	103.8
Mg^{2+}	34.2	22.1	15.0	10.0	25.7
Na^{+}	7.4	9.2	6.0	7.1	29.4
K^{+}	1.6	1.6	1.6	3.2	0.6
$NO_3^{-}+NO_2^{-}$	0.3	0.9	1.0	0.8	0.6
HCO_3^{-}	324.5	405.0	290.1	309.9	455.7
Cl^{-}	33.8	14.2	12.4	12.4	29.4
SO_4^{2-}	2.9	3.4	1.5	1.5	2.0

Suda çok bulunan iyonların, Na^+ K^+ NO_3^- , NO_2^- HCO_3^{1-} dışında kalanlar, tablo 1 de verilen ortalama derişimlerinde ayrı ayrı ve birlikte beşer örnek, 100 mL çözeltileri hazırlandıktan sonra bu çözeltilere 100 $\mu\text{g/L}$ olacak şekilde eser metal eklendi. Diğer taraftan, aynı eser metallerin 100 $\mu\text{g/L}$ 100 mL standart çözeltileri hazırlandı. Her iki çözeltildeki eser metaller, APDC ile kompleksleştirildi, MIBK da özütlendi ve eser metal derişimleri AAS de tayin edildi, Tablo 2.

Tablo 2. Özütlenen standartların derişimleri ($\mu\text{g/L}$)

Eser metal	Standart çözelti	Ca^{2+} 90 mg/L	Mg^{2+} 25 mg/L	Cl^- 30 mg/L	SO_4^{2-} 3 mg/L	iyonlar karışımı
Fe	100	102±4	104±4	101±3	102±4	101±3
Co	100	98±4	102±3	100±2	100±4	100±2
Ni	100	102±4	100±3	103±4	101±3	103±4
Cd	100	101±2	100±3	99±4	98±3	100±3
Cr	100	97±4	102±4	98±3	99±3	99±3
Cu	100	100±3	102±4	101±2	98±5	101±2
Mn	100	96±5	100±2	100±4	103±4	102±4
Zn	100	96±4	101±4	101±4	102±3	101±3
Pb	100	102±3	103±3	99±2	98±3	98±3

Tablo 1 e göre hazırlanmış çözeltilere, 100 $\mu\text{g/L}$ olacak şekilde eser metaller eklendikten sonra, APDC ile kompleksleştirilip 22 mL MIBK la özütlenmesi sırasında, MIBK nun % 2 si suda çözünür, son MIBK çözeltisi 20 ml olduğundan, eser metal derişimleri 0.500 mg/L civarında olmasına neden olurki AAS tayin sınırları içindedir (15). AAS den, önce standart çözeltilerin özütleri geçirilerek eser metal derişimleri 0.500 mg/L ye ayarlandı. Ardından,

eser metallerin doğal suya benzeyen ortamdaki özütleri geçirildi. Tablo 2 ye, özütlerde bulunan değerlerin 1/5 i alınmıştır.Tablo 2 den görüldüğü gibi, salt standartların ve doğal su ortamındaki eser metal özütlерinin derişimleri birbirlerine oldukça yakındır.Bu durum, suda çok bulunan iyonların, ayrı ayrı ve birlikte, eser metal özütlemesini etkilemediğini gösterir.

Buharlaştırma İle Deriştirmede Suda Çok Bulunan İyonların Etkisi

Tablo 2 ye göre hazırlanmış çözeltiler, beşer örnek, su banyosunda kuruluğa kadar buharlaştırıldı.Kalıntılar %6.5 luk 20 mL nitrik asit çözeltisinde çözüldü. AAS den geçirilerek eser metal derişimleri bulundu, Tablo 3.

Tablo 3.Kuruluğa kadar buharlaştırılan standartların derişimleri (µg/L)

Eser metal	Standart çözelti	Ca ²⁺ 90 mg/L	Mg ²⁺ 25 mg/L	Cl ⁻ 30 mg/L	SO ₄ ²⁻ 3 mg/L	iyonlar karışımı
Fe	100	99±1	101±2	100±2	100±2	102±2
Co	100	100±2	98±3	101±1	100±2	101±2
Ni	100	98±2	99±3	98±2	98±3	98±2
Cd	100	96±3	98±2	99±3	96±3	97±3
Cr	100	101±2	99±2	100±2	100±2	100±2
Cu	100	99±3	101±3	98±3	100±3	99±3
Mn	100	102±2	99±2	102±2	103±3	101±2
Zn	100	96±4	98±3	96±4	99±3	98±2
Pb	100	100±2	101±2	99±2	101±2	101±2

Tablo 3 den görüldüğü gibi, suda çok bulunan iyonların, % 6.5 luk nitrik asitli ortamda, AAS de eser metal tayinini etkilememektedir. Standart sapmaları özütlemeye göre daha düşüktür. Organik bir madde olan MIBK nun yakılması sırasında, alevde değişmelere neden olmakta, buna paralel olarak, absorpsiyon ve derişim ani değişmelere uğramaktadır.

Büyük Menderes Kaynak Bölgesinde Eser Metaller

Büyük Menderes Nehrinin doğuş bölgesini oluşturan kaynak suları Dinar'dan (Afyon) Su Çıkan, İncirli, Bülüç Alan; Çivril'den (Denizli) Gökgöl, Işıklı gözeleri ve pınarlarıdır. 1995 Ocak ayından itibaren her iki ayda bir alınan su örnekleri, mavi bant süzgeç kağıdından süzildükten sonra 5 mL/L derişik nitrik asit eklendi. 400 ml örnek pH 4.00 de, APDC ile kompleksleştirilip MIBK da özütlendi. Bir başka 400 mL örnek kuruluğa kadar buharlaştırıldıktan sonra 20 mL % 6.5 luk nitrik asitte çözüldü. Her iki örnekteki eser metaller AAS ile tayin edildi, Tablolar 4-8.

Tablo 4. Ocak 1995 örneklerinde eser metal derişimleri ($\mu\text{g/L}$).

Metal	Su çıkan		İncirli		Bölüç Alan		Gökgöl		Isıklı	
	Özüt	Bhrst*	Özüt	Bhrst.	Özüt	Bhrst.	Özüt	Bhrst.	Özüt	Bhrst.
Fe	21.2	-	22.6	-	22.6	-	19.8	-	15.4	-
Co	2.6	-	1.2	-	3.1	-	2.2	-	4.1	-
Ni	6.2	-	7.2	-	6.8	-	4.2	-	3.2	-
Cd	0.5	0.4	0.4	0.5	0.6	0.8	0.5	0.7	0.7	0.8
Cr	2.2	-	2.8	-	2.8	-	1.4	-	1.3	-
Cu	5.2	4.8	4.6	4.2	4.8	3.8	3.2	3.6	2.2	2.6
Mn	3.8	3.6	2.6	3.8	4.6	5.8	3.4	3.2	2.4	2.8
Zn	0.3	-	0.2	-	0.6	-	0.5	-	0.3	-
Pb	3.8	3.5	4.2	4	4.0	4.2	3.8	3.2	2.0	2.3

Bhrst*:(Buharlaştırma): Lamba yetersizliğinden analizleri yapılamadı.

Tablo 5: Mart 1995 örneklerinde metal derişimleri ($\mu\text{g/L}$)

Metal	Su çıkan		İncirli		Bölüç Alan		Gökgöl		Isıklı	
	Özüt	Bhrst*	Özüt	Bhrst.	Özüt	Bhrst.	Özüt	Bhrst.	Özüt	Bhrst.
Fe	15.6	-	15.3	-	17.6	-	14.0	-	20.2	-
Co	3.2	-	3.1	-	3.6	-	1.4	-	2.8	-
Ni	4.8	-	3.6	-	4.6	-	3.2	-	3.3	-
Cd	0.6	0.8	0.6	0.2	0.3	0.3	0.8	0.6	0.8	1.2
Cr	2.2	-	2.6	-	3.2	-	1.6	-	1.6	-
Cu	4.2	4.8	4.8	5.1	3.6	3.8	1.5	1.8	3.2	3.6
Mn	3.1	3.6	5.2	5.3	5.3	4.8	4.2	4.6	4.0	4.5
Zn	0.5	-	0.4	-	0.3	-	0.2	-	0.6	-
Pb	4.8	4.1	4.0	4.6	4.9	5.4	1.2	1.8	1.8	1.6

Tablo 6: Mayıs 1995 örneklerinde metal derişimleri($\mu\text{g/L}$)

Metal	Su çıkan		İncirli		Bülüç Alan		Gökgöl		Işıklı	
	Özüt	Bhrşt*	Özüt	Bhrşt.	Özüt	Bhrşt.	Özüt	Bhrşt.	Özüt	Bhrşt.
Fe	15.2	-	17.6	-	19.6	-	15.6	-	18.2	-
Co	3.2	-	3.6	-	4.2	-	2.3	-	4.3	-
Ni	3.6	-	3.0	-	3.5	-	4.2	-	2.6	-
Cd	0.6	0.8	0.6	0.9	1.1	0.9	1.1	0.9	1.1	1.0
Cr	1.8	-	1.6	-	1.2	-	1.3	-	1.6	
Cu	4.8	4.0	3.6	3.7	4.3	4.1	3.8	3.9	4.1	3.9
Mn	3.2	3.4	7.8	7.0	5.2	5.6	4.3	4.0	6.8	6.0
Zn	0.5	-	0.4	-	0.5	-	0.4	-	0.6	-
Pb	5.2	4.8	3.9	4.2	4.6	5.5	3.2	3.0	2.2	2.8

Tablo 7: Eylül 1995 örneklerinde metal derişimleri ($\mu\text{g/L}$)

Metal	Su çıkan		İncirli		Bülüç Alan		Gökgöl		Işıklı	
	Özüt	Bhrşt*	Özüt	Bhrşt.	Özüt	Bhrşt.	Özüt	Bhrşt.	Özüt	Bhrşt.
Fe	18.2	16.8	14.8	16.2	19.6	1.9	18.2	17.0	16.8	15.0
Co	1.6	1.8	2.2	2.4	3.2	3.0	4.2	3.8	2.0	2.4
Ni	1.8	1.2	1.3	1.6	2.8	3.0	1.8	1.8	1.9	2.0
Cd	0.4	0.4	1.2	0.9	0.8	1.1	0.1	0.2	0.6	0.5
Cr	2.6	2.4	3.2	3.1	2.3	3.2	3.1	2.9	2.8	3.2
Cu	4.2	3.9	4.8	5.1	4.6	4.4	4.2	4.0	2.2	2.1
Mn	2.5	2.9	3.6	3.0	3.2	2.9	2.2	2.1	2.6	2.1
Zn	0.2	0.4	0.5	0.8	0.2	0.2	0.3	0.6	0.5	0.6
Pb	4.2	4.3	5.2	5.0	4.3	5.1	4.2	4.6	2.8	3.4

Tablo 8: Kasım 1995 örneklerinde metal derişimleri ($\mu\text{g/L}$)

Metal	Su çıkan		İncirli		Bütlüç Alan		Gökgöl		Işıklı	
	Özüt	Bhrştl*	Özüt	Bhrştl.	Özüt	Bhrştl.	Özüt	Bhrştl.	Özüt	Bhrştl.
Fe	15.6	14.8	12.6	14.2	15.2	16.0	17.2	16.2	18.3	14.6
Co	2.6	2.8	2.2	2.1	2.6	2.1	2.5	2.2	4.6	3.9
Ni	2.8	2.5	3.0	3.0	1.8	2.0	3.8	2.0	3.2	2.4
Cd	0.8	0.5	0.6	0.4	0.5	0.4	0.1	0.2	0.1	0.1
Cr	3.0	3.1	3.3	2.9	2.8	2.9	3.2	3.6	3.5	2.9
Cu	5.6	5.4	5.0	5.1	4.6	4.9	3.0	3.8	4.1	3.6
Mn	2.9	3.1	3.3	3.9	2.8	3.4	3.8	3.2	3.1	3.4
Zn	0.2	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Pb	4.1	4.0	3.8	3.2	4.9	4.7	3.0	2.8	3.1	3.3

Tablolardan görüldüğü gibi, kaynak sularındaki eser metallerin derişimleri oldukça düşüktür. Özütleme ile yapılan tayinlerde standart sapmalar 0.1-0.8 değerlerine ulaşırken, kuruluğa kadar buharlaştırma ile yapılan tayinlerde standart sapmalar 0.1-0.3 arasındadır. Özüt ortamının organik madde içermesi, absorbans değerlerinin sudaki değerlere göre yüksek ve ani değışmelerine neden olmaktadır.

Bölge ağır metaller bakımından fakirdir.MTA tarafından yapılan araştırmalarda da belli başlı bir metal yatağına rastlanmanıştır.

Sandıklı ovasının kuzey, kuzeybatı kısımlarında MTA tarafından yapılan araştırmalarda pirit, apatit, manyetit, hematit, galen, turmalin mineralizasyonuna rastlanmış Cu, Pb, Zn, analizleri yapılmış, ekonomik olmadığı anlaşılmıştır(18-21)

Kaynak sularında yapılan analizlerde metal derişimlerinin düşük olması, kaynak sularının bazik(pH 8.2-8.5) olması ile açıklanır. pH'nin bazik olmasının bir kanıtı da, suların yüksek konsantrasyonda HCO_3^- içermeleridir.Araştırmaya konu olan eser metallerin suda taşınmaları bazik ortamlarda düşük veya orta derecededir(22). Analiz sonuçlarına bakılarak, MTA sonuçlarında da belirtildiği gibi, Büyük Menderes kaynak bölgesinde, göze bataabilecek ağır metal yatağı bulunmamaktadır.(23).

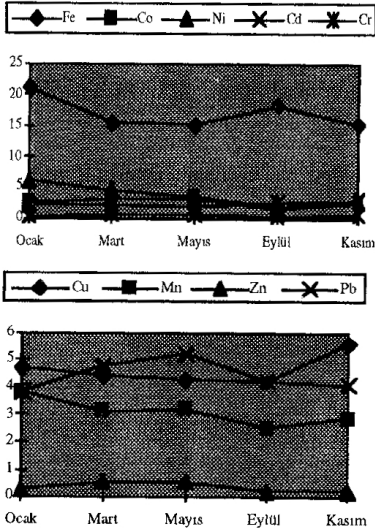
Bölgenin Minerolojik Özellikleri:

Büyük Menderes, Ege bölgesinin en büyük akarsularından birisidir.Dinar ve Çivril ilçelerindeki Su Çıkan, İncirli, Bülüç Alan, Gököl, Işıklı kaynaklarının birleşmesinden oluşan Büyük Menderes, güneybatıya akar ve Söke (Aydın) yakınlarından Ege denizine dökülür. Dinardaki Su Çıkan, İncirli , Bülüç Alan kaynakları, Dinarın kuzey doğusundaki Dombay Ovası ve çevre tepelerinin; Gököl, Akdağ'ın, Işıklı, Ortadağın ve Sandıklı ovasının süzülen sularını Büyük Menderes'e taşır.(23-25). Büyük Menderes kaynak bölgesini oluşturan Dombay ovası, mesozoik yaşlı kireç taşlarından, Dinar tarafı ofiyolit mostralardan, ovanın doğusu, üst kretase, kireç taşları, Eosen, kuzey doğusu kil kum ve çakıltaşlarından oluşmuştur.(24, 26).

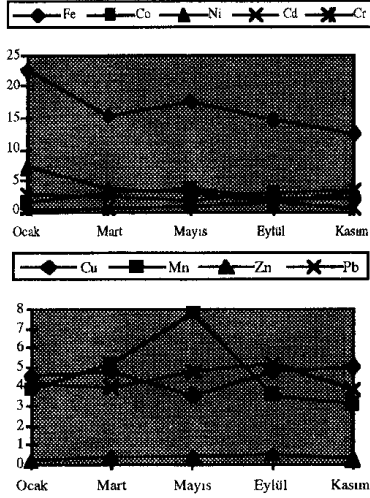
Büyük menderesin diğer ana kaynağı olan Işıklı pınarları havzası, mor pembe, gri parlak meta çakıltaşı, metakum taşı, killi sist, klorit, kaksist, metabazik ince mermer katkılarından, Ortadağ koyu gri dolomitler, ve mermerden, Akdağ, kuars, serisit, sist, fillit, kuvarsist, klorit, feldispat ve mikadan oluşur, Şekil 6.(25, 27).

TARTIŞMA

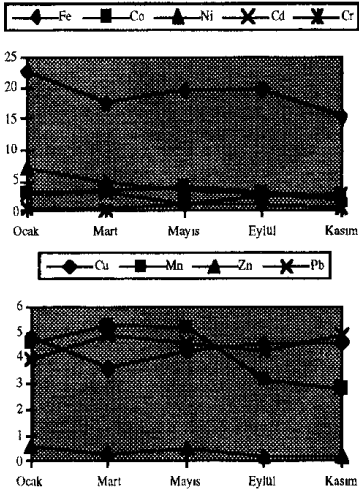
Büyük Menderes kaynak bölgesi pınarlarının bir yıl içindeki eser element derişimleri incelenecek olursa, Tablo 4-8, bazı eser metal derişimlerinin hemen hemen sabit kaldığı, bazılarının analiz yapılan aylara göre önemli ölçüde değiştığı gözlenir. Örneđin, Co, Cd, Ni, Cr, Zn derişimleri yıl boyunca birbirlerine yakın seyrederken, Fe, Pb, Cu, Mn derişimlerinde zaman zaman % 50 ye varan farklar gözlenmiştir, Şekiller 1-5. Yıl içi derişimleri farklı olan bu metallerin suda taşınmalarının biraz yüksek olması (22), bu metalleri içeren çeşitli maddelerin güncel hayatta fazlaca kullanılması, kaynakların bumaddelerden etkilenmesi, aylara göre metal derişimlerinin biraz farklı olmasına neden olabilir.



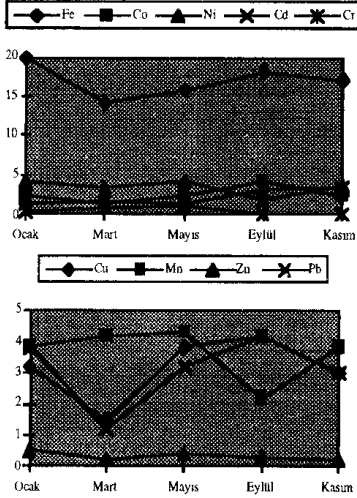
Şekil 1: Su çıkan kaynağında yıllık metal iyonları değişimi (µg/L)



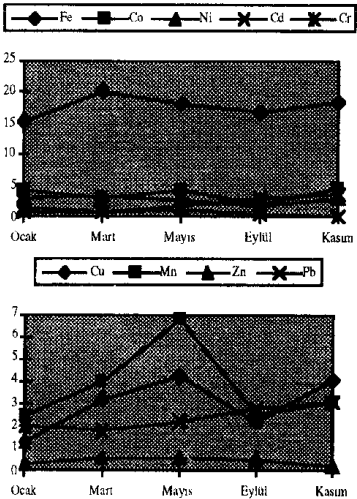
Şekil 2: İncirli kaynağında yıllık metal iyonları değişimi(µg/L)



Şekil 3: Bölüç Alan kaynağında yıllık metal iyonları değişimi (µg/L)



Şekil 4: Gököl kaynağında yıllık metal iyonları değişimi ($\mu\text{g/L}$)



Şekil 5: Işıklı kaynağında yıllık metal iyonları değişimi

Benzer özellikler bir yıl boyunca yapılan nitrat, nitrit, klorür sülfat tayinlerinde de görülmüştür (28).

Büyük Menderes kaynak bölgesi bazik tepkimeli kalker ve kalkerli bileşiklerden oluşmuştur. Bu nedenle suları da baziktir. Bazik sularda, araştırması yapılan eser metallerin suda taşınmaları pek fazla değil, fakat maksimum taşınma derişimleri de bulgular kadar küçük değildir. Bu sebepten bazik karakterli sular yukarıdaki metallere pek fazla kirlenmez. Analizlerde de yüksek derişimlerde metal iyonlarına rastlanmaması, Büyük Menderes kaynak bölgesinde ağır metal yataklarının bulunmadığının kanıtıdır.

KAYNAKLAR

1. A.G. Pata. Basic Concepts of Spectroscopy Principle of AAS. Smit and Son 1975
2. L.Elçi, M.Soylak, M.Doğan "Preconcentration of Trace Metals in River Water by the Application of Chelate Adsorption on Amberlite XAD-4" Fresenius J. Anal. Chem. 342 175-178 (1992)
3. L.Elçi, M.Doğan Bazı Eser Elementlerin Aktif Karbonla Adsorplandıktan Sonra AAS ile Tayinleri" Yüksek lisans tezi, Hacettepe Üni. (1983).
4. R. Tezcan, Y. Özbay, "Tohıma Çayında Ağır Metal Tayinleri" Doğa Tr J. of Chemistry 13.3.347-361 (1990)
5. A. Alexandrova "Determination of Trace Elements Analytical-Reagent Grade Sodium Salts by AAS" Analyst 118.1309-1312 (1993)
6. J. Korkisch, A. Sorio "Determination of Seven Elements in Natural Water" Anal. Chimica Acta 79.207-218 (1975)
7. H.M. Cordoba, L. Carcia "Determination of Ca, Mg, Fe, Zn and Mn "Anal. Chimica Acta 283.393-400 (1993)

8. D.R.Babu, P.R.Naidu, Talanta 38.2 (1991)
9. R.R.Brooks, M.Hoashi"Extraction into MIBK of Metal Complexes With APDC in Strongly Acidic Media"Anal.Chimica Acta 217.165-170 (1989)
10. K.M.Aldous" Simultaneous Deter.of Seven Trace Metals in Potable Water" Anal.Chem.47.7.1034-1037 (1975)
11. S.A.Popova, S.P.Bratinova "Det.of Trace Amount of Cu, Ni, Zn in Palladium Compounds" Analyst 116.535-528 (1991)
12. L. Buhai, M.Rigan "Liquid Extraction Some Metals" Talanta 37.9.885-889 (1990)
13. T.N.Tweeten and J.W.Knoeck "Solvent Extraction and Simultaneous Determinatio of Six Trace Metals in River Water" Anal.Chem. 58.1.64-67 (1986)
14. EPA Enviromental Protection Agency Water Quality Office, Ohio (1971)
15. Perkin-Elmer, Analytical Methodes for AAS. (1980)
16. TSE Su Analizleri, TSE Genel Müdürlüğü, Ankara (1986)
17. T.Gündüz "Kantitatif Analiz" Ankara Üniversitesi Fen Fak. (1986)
18. E.Şamilgil "Hüdai Hamamı Hidrojeolojik Raporu No 3598" MTA Genel Müdürlüğü, Ankara (1964)
19. F.Ronner "Hüdai Hamamı Termal Kaynağı Raporu No 773" MTA Genel Müd.(1956)
20. A.O.Tuncay "Sandıklı Tuğla Kiremit ve Etüd Raporu No: 3447" MTA Genel Müd. (1981)
21. T.Alpan "Afyon Cıvırı Ağır Metal Prospeksiyon Raporu No: 8180" MTA Genel Müd. (1981)
22. A.R.Rose "Geochemistry in Mineral Expolation" Academic Press (1979)
23. Denizli Yıllığı, Denizli Valiliği (1973)
24. O.Saltık "Dombay Ovası Hidrojeolojik Etüd Raporu" Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, Ankara (1980)
25. E.Kılınç, E. A. Kolukısa "Çivril Çevresi Fiziki Özellikleri" Gazi Üniversitesi, Gazi Eğitim Fak.Mezuniyet Tezi (1989)

26. T.Öngür "Sandıklı Jeotermal Bölgesi Raporu No:5520" MTA Genel Müd.(1983)
27. A.Çakmaköğlü "Çivril, Banaz, Sandıklı, Dinar Arasındaki Bölgenin Jeolojisi Raporu No:777" MTA Genel Müd. (1956)
28. G. Ekmekçi "Büyük Menderese Dinarın Etkileri" Gazi Üni.Araştırma Raporu No: GEF 04/93-6" (1986)