

Gaziantep Sanayi Atık Sularında Arıtma Öncesi ve Sonrası Ağır Metal Düzeyleri*

Hikmet DİNÇ¹ Orhan YILMAZ²

¹Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Veteriner Farmakoloji ve Toksikoloji AD, Van, Türkiye

²Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Farmakoloji ve Toksikoloji AD, Van, Türkiye

Geliş tarihi: 31.12.2013

Kabul Tarihi: 09.01.2013

ÖZET

Bu çalışmada, Gaziantep ilindeki çeşitli sektörlerde üretim yapan fabrikaların arıtma işlemi öncesi ve sonrası deşarj ettikleri atık sularında ağır metal düzeylerinin tespit edilmesi ve bu değerlerin Çevre ve Sağlık Bakanlığı'nın belirlediği standart değerlerle karşılaştırılması amaçlanmıştır. Çalışma kapsamında toplam 84 numune alınmış olup; bu numuneler tekstil, motor yağı, akü imalatı sanayi ve dere kontrol numunelerinden oluşmaktadır. Atık sularında As, Ba, Cd, Cr, Cu, Fe, Hg, Mn, Mo, Ni, Pb, Sb ve Zn ağır metalleri ICP-MS ile analiz edilmiştir. Atık sular deşarj standartlarına göre değerlendirildiğinde; tekstil ve motor yağı sanayilerine ait örneklerin tümü Hg bakımından deşarj edilemez; akü imalat sanayisine ait örneklerin tamamı Hg, Pb ve pH bakımından deşarj edilemez özelliktedir. Arıtma öncesi üç sektörün atık sularındaki ağır metaller karşılaştırıldığında, akü imalat sanayi ve motor yağı sanayi atık sularının, tekstil sanayi atık sularına göre daha yüksek ağır metal içerdikleri gözlenmektedir. Arıtma sonrası üç sektörün atık sularındaki ağır metaller, dere kontrol numunelerindeki ağır metallerle karşılaştırıldığında, özellikle Cr, Cu, Ni, Zn, Hg ve Pb element derişimlerinin dere kontrol numunelerindeki ağır metallerden oldukça yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler

Ağır Metal Düzeyleri, Atık Su Arıtma, Çevre Kirliliği, Gaziantep Sanayi

Heavy Metal Levels in Gaziantep Industrial Waste Water Before and After Refining

SUMMARY

This study aims to determine the heavy metals levels of waste water of factories involved in various sectors within the province of Gaziantep during the production that throwing before and after refining process, and compare the results with the standard values set by the Ministry of Health. 84 samples had been taken within the scope of the study, which were collected from the textile industry, motor oil industries, battery manufacturing industry and stream control samples. Heavy metals of the waste waters (As, Ba, Cd, Cr, Cu, Fe, Hg, Mn, Mo, Ni, Pb, Sb and Zn) were analysed by ICP-MS. When the waste water evaluated according to the discharge standards; all samples belonging to the industries of textile and motor oil cannot be discharged in terms of Hg; all samples belonging to the battery manufacturing industry cannot be discharged in terms of Hg Pb and pH. If the heavy metals contents of pre-treatment waste water of three sectors compared; it is observed that the heavy metal contents of the battery manufacturing and motor oil industry waste waters are higher than textile industry waste waters. If the heavy metals contents of waste water of three sectors and stream control samples compared; especially Cr, Cu, Ni, Zn, Hg and Pb elemental concentrations of the stream control samples are higher than the industries samples.

Key Words

Heavy Metal Levels, Waste Water Treatment, Environmental Pollution, Gaziantep Industry

GİRİŞ

İnsan aktiviteleri sonucu meydana gelen aşırı miktardaki organik ve inorganik bileşikler her yıl çevreye bırakılmaktadır. Bunların bir kısmı bilinçli olarak bir takım düzenlemelerle, bir kısmı ise kaza sonucuyla çevreye verilmektedir. Ağır metaller toksik etkileri ve birikim özellikleriyle, çevre için önemli ölçüde bir kirlilik oluşturmaktadır (Omgbu ve Kokogbo, 1993). Ağır metallerin nehirlerde ve sulu ortamlarda birikmesi hem akuatik yaşamı olumsuz yönde etkilemekte, hem de besin zinciri içerisinde insan sağlığını tehdit etmektedir. Ayrıca bazıları, çevrede lipofil özellik kazanarak su, bitki ve hayvanlarda birikip besin zinciri ile insanlara ulaşmaktadır (Malik, 2004).

Atık sularında ağır metal bulunması, evsel nitelikli atık

suların arıtma verimini etkilemekte ve oluşacak çamurun özellikle tarımsal amaçlı kullanımını engellemektedir. Ağır metal kirliliği içeren atık sular, genellikle Biyolojik Oksijen İhtiyacı (BOİ) değeri düşük asidik sularlardır. Bu nedenle, ağır metal içeren endüstriyel atık suların kanalizasyon sistemine deşarj edilmemesi büyük önem arz etmektedir (Türkman ve Ark., 2001).

Atık ağır metal oluşumuna neden olan üretim aşamalarından bazıları, metal kaplamacılığı, metal cilalama prosesleri, madencilik ve maden cevheri prosesleri, metal prosesleri, pil ve akümülatör üretim prosesleri, termal güç üretimi (kısmen kömür yakan fabrikalar), nükleer güç üretimi vs. olarak sıralanabilir (Rether, 2002). Atık sulara metal bırakan temel endüstriyel sektörleri ekosistem için potansiyel bir risk haline gelmiştir. Madencilik ve akımla

kaplamanın yer aldığı pek çok endüstride uranyum, kadmiyum, kurşun, cıva ve bakır gibi ağır metaller yüksek seviyede dışarıya verilmektedir. Bu üretim prosesleri sonucu oluşan işlenmemiş atıkların çevre üzerinde olumsuz etkileri vardır (Stresty ve Madhava, 1999).

Bu çalışmada, Gaziantep ilindeki çeşitli sektörlerde üretim yapan fabrikaların arıtma işlemi öncesi ve sonrası deşarj ettikleri atık sularındaki ağır metal miktarlarının tespit edilmesi ve bu değerlerin Çevre ve Sağlık Bakanlığının belirlediği standart değerlerle karşılaştırılması amaçlanmıştır.

MATERYAL ve METOT

Materyal

Çalışma alanları olarak seçilen 3 farklı istasyondan ve kontrol amacıyla dereden 2012 yılı Ocak, Şubat, Mart aylarında işletmelerden arıtma işlemi öncesi ve arıtma işlemi sonrası toplam 72 adet örnek atıksu ve 12 adet dere numunesi alınmıştır. Numune olarak alınan atıksular, sanayi işletmelerinin üretim faaliyeti sonucunda oluşan endüstriyel atık sulardır. 1. *İstasyon*: Akü imalatının ve geri dönüşümlerinin yer aldığı bölge Kışget-Örnek Sanayi Sitesi'dir. 2. *İstasyon*: Madeni yağ üretiminin yapıldığı fabrika, Havaalanı Sanayi Bölgesinde yer alır; 100 işyeri vardır. 3. *İstasyon*: Tekstil boyama yapan ve iplik üreten bir fabrikanın yer aldığı yeni gelişen bir bölgedir. 4. *İstasyon*: Gaziantep Üniversitesi yakınlarında, Burç Köyü mevkiindeki deredir.

İletkenlikleri yüksek olan atık suların seyreltme işlemleri sırasında ultra saf su kullanılmıştır. Kullanılan bu ultra saf su 18 MΩ cm'lik ultra saf su (ELGA Purelab UHQ) cihazı ile Mersin Üniversitesi İleri Teknoloji Eğitim, Araştırma ve Uygulama Merkezi'nde hazırlanmıştır. Çalışma alanından alınan suların tüm ağır metal analizleri Mersin Üniversitesi İleri Teknoloji Eğitim, Araştırma ve Uygulama Merkezi'nde Agilent 7500CE marka ICP-MS (Japonya) cihazında yapılmıştır. Endüstriyel atık su numunelerinin pH ve elektriksel iletkenlikleri, laboratuvarında multi parametre pH metre ile ölçülmüştür. Endüstriyel atık su numunelerinin içerisindeki katı partiküllerin süzülmesi işlemleri Whatman (No:42) filtre kağıdı ile yapılmıştır.

Metot

Numune kaplarının temiz ve kirlenmeye yol açmayacak şekilde olmasına dikkat edilmiştir. Numune kapları atıksuya daldırılarak örnek alınmıştır. Alınan örnekler akmaya ve sızıntıya karşı dayanıklı kimyasallar için uygun 100 cc'lik steril polietilen şişelere konulmuş; sudaki organizmaların ağır metalleri parçalayarak kimyasal reaksiyon başlatmalarını engellemek amacı ile suya %1 oranında HNO₃ ilave edilerek, pH' ı 2'ye düşürülmüştür. Nitrik asit çözeltisi, ultra saf % 65'lik nitrik asitten 18,3 M ultra saf su ile günlük olarak hazırlanmıştır. ICP-MS ölçüm aralığı ppb-ppt aralığında olduğundan, daha konsantre analitlerin bu ölçüm aralığına getirilmesi için seyreltmeler yapılmıştır. Sıvı örneklerin analizi için gerekli olan minimum örnek hacmi 5 ml dir (Cataldo ve ark., 2001).

Atıksularda ağır metal analizleri ICP-MS cihazı ile TS EN ISO 17294-2 yöntemiyle yapılmıştır. Su örneklerinde pH elektrometrik (Elektrokimyasal) metoduna (SM 4500-H⁺ B) göre, elektriksel iletkenliği laboratuvar metoduna (SM 2510 B) göre yapılmıştır. Bu çalışma kapsamında ICP-MS cihazının kalibrasyonunda National Institute of Standards and Technology (NIST)'den sertifikalı multielement ve tek element kalibrasyon standartları ve sertifikalı atıksu doğrulama standardı Certificated Waste Water (CWW) kullanılmıştır. Örnek okumaları 3 kere tekrarlanarak örnek analizleri arasında kirlenmeyi engellemek için tüm akış sistemi % 1'lik ultra saf nitrik asit çözeltisi ile otomatik olarak yıkanmıştır. Her 15 örnekten sonra bir atık su standardı okutularak cihaz doğrulaması yapılmıştır. Analizlerin değerlendirilmesi SPSS programı ile yapılmıştır.

BULGULAR

Bu çalışmada alınan 84 örnekte analizi yapılan ağır metaller As, Ba, Cd, Cr, Cu, Fe, Hg, Mn, Mo, Ni, Pb, Sb ve Zn'dir. Ağır metal analiz sonuçları, pH ve elektriksel iletkenlik sonuçları Tablo 1'de verilmiştir.

Tekstil, motor yağı ve akü sanayi atıklarının arıtma sonrası krom, mangan, demir, nikel, çinko, arsenik, antimon, baryum, cıva değerleri, arıtma öncesi değerlere göre istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (p<0,05). Bakır için tekstil ve akü sanayi atıkları arıtma sonrası değerleri, arıtma öncesi değerlerine göre istatistiksel olarak önemli, motor yağı sanayi atıkları değerleri önemsiz bulunmuştur (p < 0,05). Tekstil ve motor yağı sanayi atıkları arıtma sonrası molibden değerleri, arıtma öncesi değerlerine göre istatistiksel olarak önemli, akü sanayi atıkları arıtma sonrası değerleri önemsiz bulunmuştur (p<0,05). Kadmiyum için tekstil, motor yağı ve akü sanayi atıkları arıtma sonrası değerleri, arıtma öncesi değerlerine göre istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (p<0,05) (Tablo 1).

Arıtma sonrası elde edilen çinko, arsenik, molibden, kadmiyum, baryum değerleri Su Kirliliği ve Kontrol Yönetmeliğine (Anonim 2004) göre tekstil, akü ve motor yağı sanayisinde deşarj edilebilir niteliktedir. Arıtma sonrası elde edilen nikel, bakır, antimon değerleri tekstil ve motor yağı sanayisinde deşarj edilebilir nitelikte, ancak akü sanayisinde deşarj edilemez nitelikte bulunmuştur. Arıtma sonrası elde edilen Hg değerleri motor yağı, tekstil ve akü sanayi atıklarında deşarj edilemez nitelikte olduğu saptanmıştır (Tablo 1).

Tekstil, motor yağı ve akü sanayi atıkları arıtma sonrası pH değerleri, arıtma öncesi değerlerine göre istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (p<0,05). Arıtma sonrası elde edilen pH değerleri motor yağı ve akü sanayisinde deşarj edilemez, tekstil sanayisinde deşarj edilebilir nitelikte bulunmuştur. Akü sanayi ve tekstil sanayi atıkları arıtma sonrası aşırı asidik karakterli, motor yağı sanayi atıkları ise bazik karakterli özellik göstermiştir (Tablo 1).

Her üç sanayi atıkları arıtma sonrası elektriksel iletkenlik değerleri, arıtma öncesi değerlerine göre istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (p<0,05) (Tablo 1).

Tablo 1. Gaziantep Sanayi Atık Sularında Arıtım Öncesi ve Sonrası analiz sonuçları
Table 1. Results of analysis in Gaziantep Industrial Waste Water Before and After Treatment.

	İstasyon	Arıtma Öncesi				Arıtma Sonrası					
		Ort.	St. Sap.	Min.	Maks.	Ort.	St. Sap.	Min.	Maks.		
Cr (ppb)	Tekstil	25.05	c	0.71	23.34	26.10	0.00	b #	0.00	0.00	0.00
	M.Y	143.91	b	6.54	133.30	153.40	0.00	b #	0.00	0.00	0.00
	Akü	427.28	a	33.64	385.20	486.50	290.65	a #	29.14	237.60	327.00
	Dere	0.00	d	0.00	0.00	0.00	0.00	b	0.00	0.00	0.00
Mn (ppb)	Tekstil	53.39	b	1.17	51.19	55.08	11.90	a #	0.41	11.19	12.64
	M.Y	2439.33	a	100.67	2312.00	2634.00	0.91	b #	0.92	0.11	3.51
	Akü	16.57	c	7.92	10.46	39.11	13.27	a	6.82	8.98	34.46
	Dere	0.23	d	0.29	0.03	1.11	0.23	b#	0.29	0.03	1.11
Fe (ppb)	Tekstil	0.02	c	0.05	0.00	0.13	0.00	b #	0.00	0.00	0.00
	M.Y	213.27	a	8.84	202.40	230.00	0.00	b #	0.00	0.00	0.00
	Akü	107.23	b	7.87	96.70	123.00	72.90	a #	6.92	60.99	81.75
	Dere	0.00	c	0.00	0.00	0.00	0.00	b	0.00	0.00	0.00
Ni (ppb)	Tekstil	25.67	c	2.16	22.27	28.91	3.31	b #	0.35	2.88	3.99
	M.Y	99.76	b	7.33	90.23	112.20	12.02	b #	1.17	9.75	13.69
	Akü	666.35	a	53.75	602.70	770.70	446.83	a #	44.71	360.20	503.30
	Dere	0.09	d	0.16	0.00	0.56	0.09	b	0.16	0.00	0.56
Cu (ppb)	Tekstil	12.72	c	2.41	9.65	17.19	2.93	b #	0.38	2.41	3.96
	M.Y	65.52	b	8.27	54.10	85.41	53.69	b	15.84	34.49	83.46
	Akü	4077.33	a	280.99	3721.00	4694.00	2833.17	a #	279.27	2420.00	3150.00
	Dere	0.00	c	0.00	0.00	0.00	0.00	b	0.00	0.00	0.00
Zn (ppb)	Tekstil	1376.58	c	45.07	1259.00	1428.00	181.04	b #	10.31	162.70	198.60
	M.Y	8020.50	a	954.35	6730.00	9406.00	9.73	c #	18.28	0.11	66.67
	Akü	3652.42	b	259.23	3263.00	4218.00	2457.75	a #	371.05	1781.00	2813.00
	Dere	3.50	d	3.36	0.00	9.78	3.50	c	3.36	0.00	9.78
As (ppb)	Tekstil	0.73	c	0.50	0.12	1.54	0.02	c #	0.03	0.00	0.08
	M.Y	6.50	b	3.23	3.54	11.49	27.26	a #	3.36	21.99	31.62
	Akü	38.40	a	4.15	33.10	45.61	14.25	b #	2.94	8.46	18.17
	Dere	0.00	d	0.00	0.00	0.00	0.00	c	0.00	0.00	0.00
Mo (ppb)	Tekstil	12.49	a	3.43	8.35	17.75	0.67	b #	0.23	0.33	1.09
	M.Y	0.00	b	0.00	0.00	0.00	30.93	a #	2.55	26.70	34.63
	Akü	0.00	b	0.00	0.00	0.00	0.00	b	0.00	0.00	0.00
	Dere	0.00	b	0.00	0.00	0.00	0.00	b	0.00	0.00	0.00
Cd (ppb)	Tekstil	0.00	a	0.00	0.00	0.00	0.00	a	0.00	0.00	0.00
	M.Y	0.00	a	0.00	0.00	0.00	0.00	a	0.00	0.00	0.00
	Akü	0.00	a	0.00	0.00	0.00	0.00	a	0.00	0.00	0.00
	Dere	0.00	a	0.00	0.00	0.00	0.00	a	0.00	0.00	0.00
Sb (ppb)	Tekstil	10.94	b	1.66	9.39	13.63	0.55	b #	0.10	0.41	0.73
	M.Y	0.00	b	0.00	0.00	0.00	0.84	b #	1.38	0.00	4.36
	Akü	1361.92	a	73.09	1265.00	1473.00	957.02	a #	133.99	714.70	1104.00
	Dere	0.00	b	0.00	0.00	0.00	0.00	b	0.00	0.00	0.00

	İstasyon	Aritma Öncesi				Aritma Sonrası					
		Ort.	St. Sap.	Min.	Maks.	Ort.	St. Sap.	Min.	Maks.		
Ba (ppb)	Tekstil	69.05	a	2.71	64.66	73.57	35.30	b #	0.95	33.94	37.68
	M.Y	4.96	c	6.19	0.00	14.30	15.07	c #	1.30	13.61	17.83
	Akü	0.00	d	0.00	0.00	0.00	-2.24	d #	7.77	-26.90	0.00
	Dere	41.17	b	1.73	39.02	44.01	41.17	a	1.73	39.02	44.01
Hg (ppb)	Tekstil	1.31	c	0.25	0.96	1.58	0.46	b #	0.02	0.41	0.48
	M.Y	3.11	b	0.78	2.04	3.81	0.71	b #	0.13	0.55	0.96
	Akü	9.05	a	0.42	8.36	10.17	8.18	a #	2.27	3.34	9.64
	Dere	0.37	d	0.04	0.33	0.49	0.37	b	0.04	0.33	0.49
Pb (ppb)	Tekstil	14.82	c	8.48	0.72	25.49	8.26	b #	4.39	0.00	12.27
	M.Y	136.49	b	40.26	50.90	180.00	7.02	b #	3.39	0.00	10.18
	Akü	2748.25	a	190.93	2438.00	2952.00	2558.50	a #	330.72	2042.00	2973.00
	Dere	7.17	c	2.68	2.60	10.25	7.17	b	2.68	2.60	10.25
pH	Tekstil	6.14	b	0.15	5.89	6.35	7.75	c #	0.14	7.56	8.07
	M.Y	1.83	c	0.08	1.71	1.98	9.04	a #	0.13	8.71	9.19
	Akü	1.43	c	0.11	1.26	1.58	1.58	d #	0.09	1.45	1.78
	Dere	8.07	a	0.26	7.74	8.44	8.07	b	0.26	7.74	8.44
Elektriksel İletkenlik	Tekstil	1723.92	c	39.40	1625.00	1775.00	718.75	c #	13.14	695.00	744.00
	M.Y	18211.25	b	5110.82	1995.00	19990.00	2033.08	b #	17.97	1990.00	2059.00
	Akü	52575.00	a	572.28	51300.00	53300.00	37500.00	a #	532.58	36600.00	38400.00
	Dere	397.50	d	9.41	378.00	410.00	397.50	d	9.41	378.00	410.00

Her özellik için farklı harfler istasyonlar arası farklılığı göstermektedir (p<0.05)

#: Öncesinden olan farkı anlamlıdır (p<0.05)

TARTIŞMA ve SONUÇ

Son yıllarda sanayileşme bakımından hızlı ilerleme kaydeden ülkemizde, çevre kirliliği ile ilgili sorunlar kendini belirgin bir şekilde hissettirmeye başlamıştır. Özellikle sanayinin büyük gelişmeler gösterdiği Gaziantep ve çevresinde bu sorunları bir arada görmek mümkündür.

TS 266 Su Standartlarına (TSE, 1997) göre tekstil sanayi arıtma öncesi atık suları Pb, Cr ve Ni elementleri bakımından II.; Zn elementi bakımından III. kalite sular sınıfına; arıtma sonrası ise I. kalite sular sınıfına girmektedir. As, Mn, Ba, Cd, Cu, Fe elementleri ve pH bakımından arıtma öncesi ve sonrası I. kalite sular sınıfına girmektedir. Genel olarak tekstil sanayi atık sularında arıtma öncesi II. ve III. kalite sınıfına giren sular, arıtma sonrası I. kalite su grubuna dahil olmuştur. Bu durum, tekstil sanayi atık sularının ağır metal yükünün diğer sektörlere oranla daha düşük olmasıyla açıklanabilir. Üç sektörün atık sularının elektriksel iletkenlikleri de bu belirlemeyi destekler nitelikte olup, tekstil sanayi atık sularının elektriksel iletkenlikleri diğer iki sektör atık sularının elektriksel iletkenliklerinden oldukça düşüktür.

Motor yağı sanayi arıtma öncesi atık suları Cr elementleri bakımından II.; Cu, Mn ve Ni elementi bakımından III.; Pb, Hg, Zn elementi bakımından IV kalite sular sınıfına; arıtma sonrası Cu elementi III. kalite, Hg elementi IV. kalite sular sınıfına, diğerleri ise I. kalite sular sınıfına girmektedir. Buna karşın motor yağı sanayi atık suları Fe, Cd ve Ba elementleri bakımından, hem arıtma öncesi hem de arıtma sonrası I. kalite sular sınıfına girmektedir. Motor yağı sanayi atık suları pH bakımından hem arıtma öncesi hem

de arıtma sonrası IV. kalite sular sınıfında yer almaktadır. Arıtma öncesi önemli ölçüde asidik (pH: 1,80) olan bu atık sular, arıtma sonrası önemli ölçüde bazik (pH: 9.04) bir özellik kazanmıştır.

Akü imalat sanayi atık suları çok yüksek derişimlerde Ni, Cu, Zn, Hg ve Pb içerikleriyle dikkat çekmektedir. Bu elementler ve pH bakımından atık sular arıtma öncesi ve sonrası IV. kalite su sınıfına; Mn, Fe, Cd ve Ba elementleri I. kalite sular sınıfında yer almaktadır. Akü imalat sanayi atık suları arıtma öncesi (pH: 1.43) ve arıtma sonrası (pH: 1.58) oldukça asidik bir karakter göstermektedir. Akü imalatı atık sularının elektriksel iletkenlikleri irdelendiğinde oldukça yüksek değerlerdedir. Atık suların arıtma öncesi 52.575 μ S/cm'lerde olan elektriksel iletkenlikleri arıtma sonrası ancak 37.500 μ S/cm'lere düşmüştür. Bu durum akü imalat sanayi atık sularının arıtma sonrası Ni, Cu, Zn, Hg, Pb ve pH bakımından IV. kalite sular sınıfında yer almasını da açıklamaktadır.

Çalışma bölgelerinden alınan atık sular Su Kirliliği ve Kontrol Yönetmeliğine (Anonim, 2004) göre karışık endüstriyel atık suların alıcı ortama deşarj standartları (küçük ve büyük organize sanayi bölgeleri ve sektör belirlemesi yapılamayan diğer sanayiler) sınır değerlerine göre sınıflandırılmış olup, bu atık suların alıcı ortama deşarj edilebilirlikleri belirlenmiştir. Buna göre tekstil sanayi atık suları Hg elementi hariç bütün elementler bakımından arıtma öncesi ve arıtma sonrası alıcı ortama deşarj edilebilir niteliktedir. Motor yağı sanayi atık suları ise Hg ve pH bakımından arıtma öncesi ve arıtma sonrası deşarj edilemez niteliktedir. Motor yağı sanayi atık suları Pb ve Zn elementi bakımından arıtma öncesi deşarj edilemez nitelikteyken, arıtma sonrası deşarj edilebilir

nitelik kazanmıştır. Motor yağı sanayi atık suları analiz edilen diğer parametreler bakımından hem arıtma öncesi hem de arıtma sonrası deşarj edilebilir niteliktedir. Akü imalat sanayi atık suları Ni, Cu, Zn, Hg ve Pb elementleri ve pH bakımından arıtma öncesi ve arıtma sonrası deşarj edilemez niteliktedir. Bu atık suların deşarj edilecekleri derelerde çok önemli kirlenmeye sebep olacağı açık bir şekilde görülmektedir. Yapılan bir araştırmada (Mülazımoğlu, 1993), Gediz Nehri'nin döküldüğü şığ sularda ağır metal zenginleşmesi olduğu ve Gediz Nehri çıkışında görülen bu zenginleşmenin, nehir drenaj alanındaki büyük sanayileşmeden kaynaklandığı belirtilmektedir. Gediz Nehri Orta ve Dış-I Körfezin önemli antropojenik kaynaklarından (Aksu ve ark., 1998). Çalışmamızda Ni, Cu, Zn, Hg ve pH'nın kontrole göre yüksek düzeyde ($p < 0,05$) bulunması ve bu endüstriyel atık suların arıtımının tam olarak gerçekleştirilmeden deşarjının yapılması, Gediz Nehrinde olan kirlenmenin aynı şekilde Gaziantep' teki derelerde de ortaya çıkabileceğini düşündürmektedir.

Çalışma alanındaki tekstil sanayi işletmesinden arıtma öncesi ve arıtma sonrası alınan örneklerin ağır metal analiz sonuçlarının ortalama, minimum ve maksimum istatistiksel değerleri irdelendiğinde, arıtma öncesi ortalama ağır metal değerlerinin, arıtma sonrası ortalama ağır metal değerlerine göre önemli düzeyde düştüğü söylenebilir. Tekstil sanayi atık sularında arıtma öncesi ortalama pH 6,14 iken, arıtmadan sonra ortalama değer 7,75 seviyesine yükselmiştir. Arıtma öncesi ortalama elektriksel iletkenlik değeri 1723 $\mu\text{S}/\text{cm}$ iken, arıtma sonrası ortalama 718 $\mu\text{S}/\text{cm}$ seviyesine düşmüştür.

Çalışma alanındaki motor yağı sanayi işletmelerinden arıtma öncesi ve arıtma sonrası alınan örneklerin ağır metal analiz sonuçlarının ortalama, minimum ve maksimum istatistiksel değerleri incelendiğinde, arıtma öncesi ortalama ağır metal değerleri ile arıtma sonrası ortama ağır metal değerleri arasında, tüm elementler bakımından (Molibden hariç) önemli düzeyde düşüşler görülmektedir. Motor yağı sanayi arıtma öncesi örneklerin pH değerlerinin arıtma sonrasında bir miktar yükseldiği ve bu atık suların arıtılmadan önce asidik su niteliğindedir, arıtmadan sonra önemli ölçüde bazikleştiği anlaşılmaktadır. Motor yağı sanayisine ait atık sularının arıtma öncesi ortalama pH seviyesi 1,83 iken, arıtmadan sonra 9,04 seviyesine yükselmiştir. Arıtma öncesi ortalama elektriksel iletkenlik değeri 18211 $\mu\text{S}/\text{cm}$ iken, arıtma sonrası 2033 $\mu\text{S}/\text{cm}$ seviyesine düşmüştür.

Çalışma alanındaki akü imalat sanayi işletmelerinden arıtma öncesi ve arıtma sonrası alınan örneklerin ağır metal analiz sonuçlarının ortalama, minimum ve maksimum istatistiksel değerleri, arıtma sonrası tüm element konsantrasyonlarında düşüşler olduğunu göstermektedir. Buna karşın bu derişim azalışları, akü imalat sanayi atık sularını tamamen arıtacak düzeyde değildir. Akü imalatı atık sularının arıtma öncesi pH değerleri arıtma sonrasında çok az yükselmiş, ancak arıtma öncesi asidik olan atık sular, arıtma sonrası da asidik olarak kalmıştır. Arıtma öncesi ortalama pH 1,43 iken, arıtmadan sonra ortalama pH 1,58 seviyesine yükselmiştir. Arıtma öncesi ortalama elektriksel iletkenlik değeri 52575 $\mu\text{S}/\text{cm}$ iken, arıtma sonrası ortalama değeri 37500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ seviyesine düşmüştür. Bu durum akü imalat sanayi atık sularındaki ağır metal konsantrasyonlarının çok yüksek oluşu ve/veya yeterli arıtmanın sağlanamamasından kaynaklanmaktadır. Gündoğdu ve ark. (2007) yaptıkları çalışmada genel olarak İzmir Orta Körfezde cıva ve tüm körfezde çinko parametresi dışında ağır metal konsantrasyonlarının 2005 yılında azalma

eğilimi gösterdiğini; Çiğli Atık Su Arıtma Tesisinin devreye girmesinin bu iyileşmede büyük rol oynadığını bildirmişlerdir. Söz konusu tesis sayesinde, metropol alan içinde faaliyet gösteren irili ufaklı sanayi tesislerinin ve evsel atık sularının körfeze akmasının önleildiğini tespit etmişlerdir. Bu çalışma, atık suların doğal ortama verilmeden önce yasal sınırlar içerisinde tam arıtılmaları, arıtma tesislerine gelen atık suların ve yapılan arıtma işlemi sonucunda verilen atık suyun kirlilik düzeylerinin ölçülmesinin oldukça önemli olduğuna dikkat çekmiştir. Yapılacak rutin ölçümler ile hem suyun ne derece arıtıldığı, hem de çevreye zarar verip vermediği izlenerek endüstriyel atık suların çevreyi kirliletmemesi için radikal önlemler alınmalıdır.

Dere kontrol numuneleri ile tekstil sanayi, motor yağı sanayi ve akü imalat sanayi arıtma sonrası atık sularındaki ağır metallerin derişimleri karşılaştırıldığında, bu sektörlerin atık sularının ağır metaller bakımından önemli ölçüde zenginleştiği söylenebilir. Akü imalat sanayi arıtma sonrası atık suları, dere kontrol numunelerine göre özellikle Cr, Ni, Cu, Zn, Sb ve Pb bakımından; motor yağı sanayi atık suları Ni, Cu, As, Mo, Pb ve Zn bakımından; tekstil sanayi atık suları özellikle Cr, Mn, Ni, Cu, Mo, Sb ve Pb bakımından önemli ölçüde kirlenmiştir. Doğan (2003), evsel ve sanayi atıklarıyla kirlenen ve Şanlıurfa'daki Karakoyun Deresi suları ile sulanan soğanda (*Allium cepa* L.) toksik metal birikimi ve bu birikime gübrelemenin etkisini araştırmıştır. Araştırma sonucunda atık su ile birlikte gübre uygulanan ortamda topraktan bitkiye önemli miktarda toksik elementin geçtiğini ve soğanda Cd (5,06-6,15 $\mu\text{g}/\text{g}$ kuru ağırlık) bulunduğunu bildirmiştir. Çalışmamız organize sanayi bölgesi dışındaki fabrikalar gibi üretim yapan tesislerin endüstriyel atık sularının ağır metal içerdiğini ve arıtmanın yeterli düzeyde olmadığını ortaya koymuştur. Bu tür sularla tarımsal alanların sulanması, ağır metallerin bitkilere ve bitkisel gıdalarla hayvan ve insanlara geçmesine neden olacaktır.

Kafadar ve Saygıdeğer (2010), Gaziantep'te tarımsal sulamada kullanılan atık sulardaki kurşun miktarının bazı tarım bitkilerinde yapmış olduğu kirliliğin boyutlarını belirlemek amacıyla Karahöyük ve Salkım köyü civarında yöre halkı tarafından çok yetiştirilen ve tüketilen domates, biber, patlıcan ve mısır bitkilerinin farklı organlarında (kök, gövde, yaprak) ve bu bitkilerin yetiştiiği alana ait topraklardaki kurşun miktarını ölçmüşlerdir. Bitkilerde ve bitkilerin yetiştirildiği toprak ve sulama suyunda ölçülen kurşun miktarlarının kontrol bölgesine göre $P < 0,05$ düzeyinde önemli bir artış gösterdiğini saptamışlardır. Bu araştırmada ortaya konulan sonuç, tarafımızdan yapılan bu çalışmanın sonuçlarını desteklemektedir. Çalışmamızda akü sanayisi arıtma sonrası atık sularında bulunan Pb elementinin Su Kirliliği ve Kontrol Yönetmeliğine (Anonim, 2004) göre deşarj edilemez düzeyde olduğu tespit edilmiştir. Bu iki çalışma, Gaziantep'te atık sular ile sulanan tarım alanlarının ağır metallerce kirlenmeye başladığını ve ilerleyen yıllarda yeterli önlemler alınmazsa toprak ve burada yetiştirilen tarımsal bitkiler için tehlike oluşturacağını ortaya çıkarmıştır.

Sonuç olarak, endüstriyel atık sular tarımsal arazilerin ağır metal yükünü artırmakta ve yeraltı sularına karışmaktadır. Bu ağır metaller besin zinciri yoluyla da tüm canlıların bünyelerine girmekte ve aşırı miktarda alınımında ise organlara ciddi zararlar vermektedir. Bu durumda, günümüz endüstri üretiminin geldiği noktada, endüstriyel atık suların standartlara uygun olarak arıtılmasının önemi bir kat daha artmaktadır.

KAYNAKLAR

- Aksu AE, Yasar D, Uslu O (1998)**. Assessment of Marine Pollution in Izmir Bay: Heavy Metal and Organic Compound Concentrations in Surficial Sediments. *Turkish J Eng Env Sci*, 22, 387-416
- Anonim (2004)**. Su Kirliliği ve Kontrol Yönetmeliği, 31.12.2004 tarihli ve 25687 sayılı Resmi Gazete, Ankara.
- Cataldo D, Colombo JC, Boltovskoy D, Bilos C, Landons P (2001)**. Environmental Toxicity Assessment in the Paraná River Delta (Argentina): Simultaneous Evaluation of Selected Pollutants and Mortality Rates of *Corbicula fluminea* (Bivalvia) Early Juveniles. *Environ Pollut*, 112: 379-389.
- Doğan M (2003)**. Şanlıurfa da Karakoyun Deresi Atık Suları ile Sulanan Soğanda (*Allium cepa* L.) Toksik Element Birikimi. *Ekoloji Derg*, 12, 481-483.
- Gündoğdu V, Akgün G, Elele M, Piyancı O (2007)**. Çiğli kentsel atık su arıtma tesisi öncesi ve sonrasında İzmir Körfezi sedimentinde ağır metal değişimlerinin cbs kullanılarak irdelenmesi. 7.Ulusal Çevre Mühendisliği Kongresi. Yaşam, Çevre Teknoloji 24-27 ekim 2007 İzmir.
- Kafadar FN, Saygıdeğer S (2010)**. Gaziantep ilinde organize sanayi bölgesi atık suları ile sulanan bazı tarım bitkilerinde kurşun (Pb) miktarlarının belirlenmesi. *Ekoloji* 19, 41-48.
- Malik A (2004)**. Metal bioremediation through growing cells. *Environ Int*, 30, 261-278.
- Mülazımoğlu AD (1993)**. Gediz Ağız Açıklarında Ağır Metal (Mn, Cr, Zn, Cu, Co, Pb, Fe) Dağılımı Üzerine Bir Çalışma. *Master Tezi*, Dokuz Eylül Üniversitesi.
- Ongbu JA, Kokogbo MA (1993)**. Determination of Zn, Pb, Cn and Hg in soils of Ekpan, Nigeria. *Environ Int*, 19, 611-612
- Rether A (2002)**. Entwicklung und Charakterisierung wasserlöslicher Benzoylthioharnstoff funktionalisierter Polymere zur selektiven Abtrennung von Schwermetallionen aus Abwässern und Prozesslösungen. *Doktora Tezi*, Münih Teknik Üniversitesi
- Stresty TVS, Madhava RKV (1999)**. Ultrastructural alterations in response to zinc and nickel stress in the root cell of pigeonpea, *Environ Exp Bot*, 41, 3-13.
- T.S.E (1997)**. T.S. 266 su standartları, sf. 6-10, Nisan 1997, Ankara.
- Türkman A, Aslan Ş, Ege İ (2001)**. Doğal zeolitlerle atıksulardan kurşun giderimi. *Dokuz Eylül Üniv., Mühendislik Fakültesi, Fen ve Müh. Dergisi*, 3 (2), 13-19.