

ERGENE HAVZASINDA ENDÜSTRİYEL İŞLEM SUYU OLARAK KULLANILAN YERALTI SULARININ ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

Gül KAYKIOĞLU, Fusun EKMEKYAPAR

Trakya Üniversitesi, Çorlu Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, 59860 Çorlu/TEKİRDAĞ
Tel: 0 282 6529476 –165, fax: 0 282 6529372 e-mail: gkaykioglu@corlu.edu.tr

Alınış : 22.09.2004
Kabul edildi : 08.02.2005

Özet: Yeraltı suyu kaynaklarında karşılaşılan nicelik sorunlarına paralel olarak artış gösteren diğer bir sorun, yeraltı su kaynaklarının kalitelerinde meydana gelen bozulmalardır. Ergene Havzasında ekonomik gelişim faaliyetleri, hızla tarımdan sanayiye doğru kaymaktadır. Kontrolsüz olarak gelişen tekstil sektörünün yer altı suyu-na dayalı olarak çalışması, yeraltı suyundan aşırı çekimlere neden olmaktadır. Akifer havzalarında, su kalitesinde değişimler ve bozulmalar gözlenmektedir.

Bu çalışmada, Ergene Havzasında bulunan sanayi kuruluşlarına ait 51 adet sondaj kuyusundan numuneler alınmıştır. Ergene Havzası yeraltı sularının; pH, alkalinite, elektriksel iletkenlik, toplam çözünmüş katılar, toplam sertlik, klorür, toplam demir ve silis derişimleri belirlenerek, standartlara uygunluğu kontrol edilmiştir. Analiz sonuçlarına göre, su örneklerinde ortalama değerler; pH 6.9-9.0, toplam alkalinite 100-380 mg/l, elektriksel iletkenlik 265-1295 $\mu S/cm$, TDS 125-620 mg/l, toplam sertlik 66-500 mg CaCO₃/l, klorür 30-250 mg/l, toplam Fe 0.01-0.25 mg/l, silis 2.2-43.9 mg/l aralığında bulunmuştur.

Anahtar kelimeler: Endüstriyel işlemler, su kalitesi, yeraltı suları.

A Research on The Quality of The Ground Water Used as Industrial Process Water in Ergene Basin

Abstract:

Another problem, which has a trend of increment parallel to the quantity problems faced in the ground water resources is the impairing ground water quality. The development of economic activities in Ergene basin are shifting from agriculture towards industry in an accelerated manner. The uncontrolled growth in textile sector, causes an extreme extraction of groundwater. Highquality changes and impairments were estimated in the groundwater.

In this study, 51 samples were taken from boring holes belonging to the industrial site in Ergene basin. The groundwater in Ergene Basin was analyzed with regard to pH, alkalinity, electrical conductivity, total dissolved solids, total hardness, chloride, total iron and silicium dioxide. Afterwards, compliance with the standards was checked.

According to the analysis results, average values in the water samples, pH 6.9-9.0, total alkalinity 100-380 mg/l, electrical conductivity 265-1295 $\mu S/cm$, TDS 125-620 mg/l, total hardness 66-500 mgCaCO₃/l, chloride 30-250 mg/l, total iron 0.01-0.25 mg/l, silicium dioxide 2.2-43.9 mg/l.

Key words: Industrial process, water quality, ground water.

Giriş

Doğal suların kalitesi, söz konusu su kaynağının bulunduğu havzanın jeolojisine bağlı olarak değişmektedir. Yağış suyu olarak yeryüzüne düşen sular hem doğal hem de yapay yollarla kirlenmektedir. Örneğin kireçtaşı nitelikli ortamlar, kalsiyum ve magnezyum bakımından zengin, sert sulara neden olmaktadır. Böyle alan-

lardaki yağış suları yüzey sularına ve yeraltı sularına ulaşabilmektedir. Yapay kirlenme ise tamamen insan aktiviteleri sonucu oluşmaktadır. Endüstriyel atıklar, tarımda gübre ve ilaçların kullanımı, evsel atık sular, yeraltı ve yüzeysel sulara karışmakta ve su kalitesini olumsuz etkilemektedir.

Yeraltı sularının kirliliği yüzey sularının kirliliğinden daha önemli bir sorundur. Kirlenmiş akiferlerin, doğal süreçlerle temizlenmesi genellikle çok uzun yıllar gerektirmektedir. Bu nedenle, bir akiferin doğal olarak temizlenme süreci endüstriyel, tarımsal ve evsel kaynaklı kirlenmelerin önlenmesine bağlıdır.

Ülkemizde yeraltı su kaynaklarının yönetimi kanun ve yönetmeliklerle düzenlenmiştir. "167 sayılı Yeraltı Suları Kanunu'nun Yeraltı Suları Tüzüğü'nün 14. maddesine göre; gerek arama ve kullanma, gerekse ıslah işlemleri esnasında oluşan suyun veya kullanmaya elverişli olmayan kötü kaliteli ve kirli suların, kuyu veya kaynağa karışmaması gerekmektedir. Kuyu içerisinde kötü kaliteli su veren tabakalardaki suyun, iyi kaliteli su tabakalarına karıştırılmaması için gerekli önlemler ve koruma şekilleri, etüt programlarında ve projeler üzerinde gösterilerek, uygulamaların bu hususlara ve teknik yönetmelikteki yazılı esaslara göre yapılması zorunludur. Yeraltı suyu kaynaklarının kalitesini korumaya yönelik temel amaç, içilebilir su temin kaynaklarının korunmasıdır. Ancak, sulama ve endüstriyel faaliyetler amacıyla kullanılan yeraltı su kaynaklarının, kalitesinin korunması da oldukça önemli bir konudur (Aslan ve Akkaya, 2001).

Endüstriyel işlem sularının çekiminin yapıldığı bölgede bulunan kirli bir suyun yüzeyden yeraltına sızması sonucu, kuyudan bir süre sonra ayrışma ve seyrelme ile kirli su çekilmeye başlanabilmektedir. Bu nedenle, endüstriyel amaçlı kullanılan suların periyodik olarak kontrollerinin yapılması gerekmektedir.

Endüstriyel işlemlerin sağlıklı ve verimli çalışabilmesi için, işlemlerde kaliteli sular kullanılması gerekmektedir (Intervalf, 2002). Kaliteli su kullanılmadığı zaman, işlemlerde arızalanmalar sıklıkla bakım masrafları artacak, verimde düşmeler gözlenecek ve ürün kalitesi düşecektir (Erguvanlı ve Yüzer, 1973). Bu nedenle endüstriyel işlem suyunun hazırlanmasında, çekilen suyun kalitesine bağlı olarak havalandırma, demir oksidasyonu, filtrasyon, yumaklaştırma, dezenfeksiyon gibi işlemlerin bir kısmı ya da tamamı uygulanabilmektedir (Turan ve ark., 2001).

Ergene Havzasında, özellikle Lüleburgaz, Çorlu ve Çerkezköy hattında tekstil ağırlıklı sanayi yapılanması, son yıllarda artmaktadır. Bu durum, akifer alanlarında yeraltı suyu seviyesindeki sahasal düşümlerin artmasına, yeraltı suyu kalitesinin değişmesine neden olmaktadır. Ergene Nehri, Çerkezköy İlçesinden itibaren yoğun bir atıksu deşarjına maruz kalmaktadır. Havzada yaşanan hızlı sanayileşme sonucu meydana gelen atıksular genellikle en yakın dere yataklarına deşarj edilmektedir.

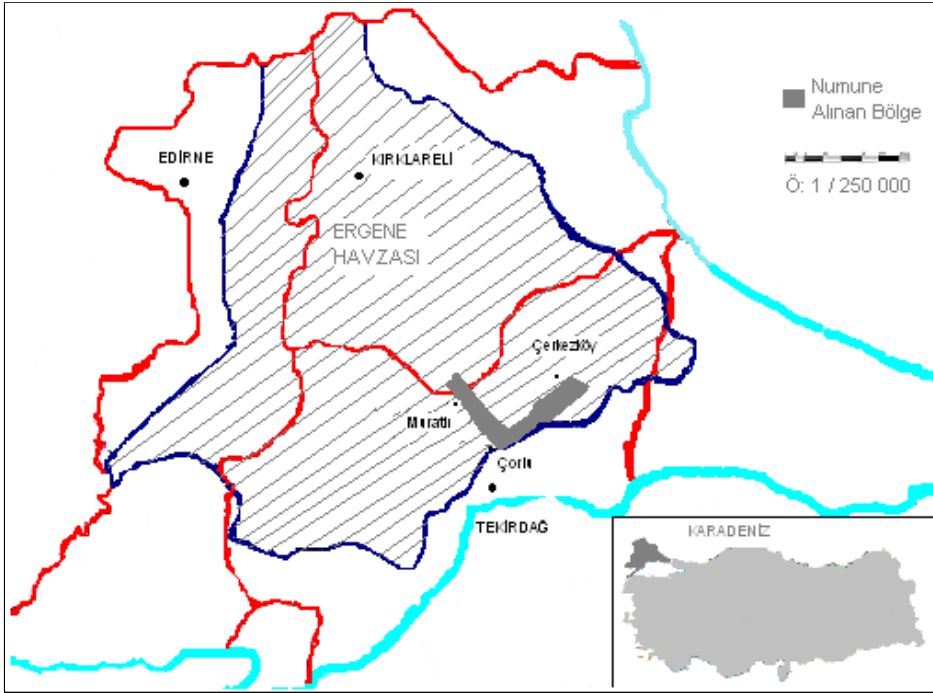
Bu çalışmada, Ergene Havzasında bulunan sanayi kuruluşlarına ait 51 adet sondaj kuyusunda, endüstriyel amaçlı kullanım için su kalitesi incelenmiştir. Alınan numunelerde, pH, alkalinite, toplam sertlik, elektriksel iletkenlik, toplam çözünmüş katılar, klorür, silis ve toplam demir analizleri yapılmıştır. Sonuçlar endüstriyel kullanımlar açısından değerlendirilerek, standartlara uygunluğu kontrol edilmiştir.

Materyal ve Metod

Çalışma alanı: İnceleme alanı olarak tercih edilen Ergene Havzası, Trakya Bölgesinde 40° 45' ve 42° 10' kuzey enlemleri ile 26° 15' ve 28° 15' doğu boylamları üzerinde yer alır. 11325 km² drenaj alanına sahip olan havzada Ergene Nehri, doğu-batı yönünde akarak, Türkiye-Yunanistan sınırını çizen Meriç Nehri'ne karışmaktadır (Şekil 1). Havzada karasal iklim tipi ağırlıklıdır. En fazla yağış genellikle kış ve ilkbaharda düşmektedir (Çengel ve ark., 2001).

Ergene Havzasında ekonomik faaliyetler hızla tarımdan sanayiye doğru kaymaktadır. Havzada bulunan, Tekirdağ İlinde 678, Edirne İlinde 60 ve Kırklareli İlinde 159 adet sanayi kuruluşu mevcuttur. Ayrıca havza, tekstil başta olmak üzere deri, gıda, kağıt gibi bol ve kaliteli suya ihtiyaç gösteren endüstriyel kuruluşlara sahiptir (Anonim, 2001). Bu sanayi kuruluşları, işletmeleri için gerekli su ihtiyaçlarını sondaj kuyularından temin etmektedirler. Bu suların kolay erişilebilir bir ısıda buhara dönüşmesi ve buna bağlı üretilen enerjinin en iyi verimle iletilmesi nedeniyle ideal bir kaynak oluşturmaktadır (Intervalf, 2002).

İnceleme alanı içerisinde açılan, verimleri derinliklerine göre değişen, sayısız sığ kuyu bulunmakta olup, bunlar genellikle endüstriyel ve küçük ölçekli sulama amaçlı kullanılmaktadır.



Şekil 1. İnceleme alanının yer bulduru haritası.

Su örneklerinin alınması: Ergene Havzasında bulunan örnekleme kuyularından Ocak-Aralık 2002 tarihleri arasında, aylık periyotlarla alınan yeraltı suları seyreltik HCl asit ile yıkanmış polietilen şişeler içerisinde laboratuara taşınarak düşük sıcaklıkta korunmuştur. Elektriksel iletkenlik ve pH değerleri yerinde ölçülmüştür. Diğer analizler 24 saat içerisinde 3 tekerrürlü olarak tamamlanmıştır (Fırın ve Ekmekyapar, 2003).

Kimyasal analiz yöntemleri: Labaratuara taşınan su örnekleri üzerindeki kimyasal analizler "Standart Methods For The Examination of Water and Wastewater APHA, AWWA-WPCF, 18th Edition 1992'e göre yapılmıştır. Elektriksel iletkenlik, HANNA HI 8633 ve pH, WTW PH 330 cihazları ile yerinde ölçülmüştür. Alkalinite analizleri, su örneklerinin kromkresol indikatörü eşliğinde 0,02 N H₂SO₄ ile titrasyonu yapılarak, sertlik analizleri EDTA titrasyon yöntemi ile, klorür analizi AgNO₃ yöntemi ile saptanmıştır. Toplam demir, derişik HCl asit ve hidroksilamin çözeltisi eklenerek yüksek sıcaklıkta ön parçalama yapılan su örneklerine, amonyum asetat tampon çözeltisi ve fenontrolin çözeltisi ilavesi sonucunda oluşan renge bağlı olarak JENWAY 6105 spektrofotometresi ile 508 nm dalga boyunda ölçülmüştür. Silis analizleri molibdosilikat yöntemi ile belirlenmiştir.

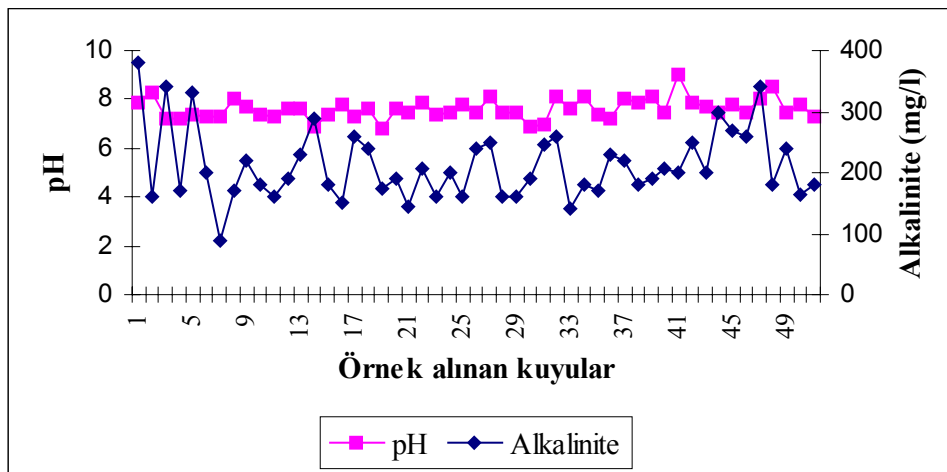
Sonuç

Ergene Havzasında bulunan 51 sanayi kuruluşuna ait sondaj kuyularından alınan su örneklerinde saptanan kalite parametrelerinin ortalama değerleri Tablo 1'de sunulmuştur.

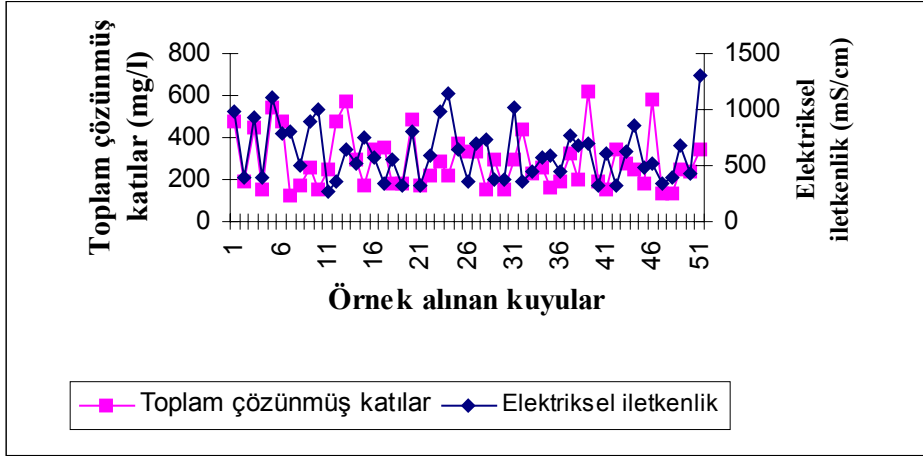
Buna göre; pH değerleri 6.9-9.0, alkalinite derişimleri 100-380 mg/l arasında (Şekil 2), elektriksel iletkenlik değerleri 265-1295 $\mu S / cm$, TDS derişimleri 125-620 mg/l arasında (Şekil 3), toplam sertlik derişimleri 66-500 mg CaCO₃/l, klorür derişimleri 30-250 mg/l arasında (Şekil 4), toplam demir derişimleri 0.01-0.25 mg/l, silis derişimleri 2.2-43.9 mg/l arasında (Şekil 5) olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 1. Su örneklerinin bazı kalite özellikleri.

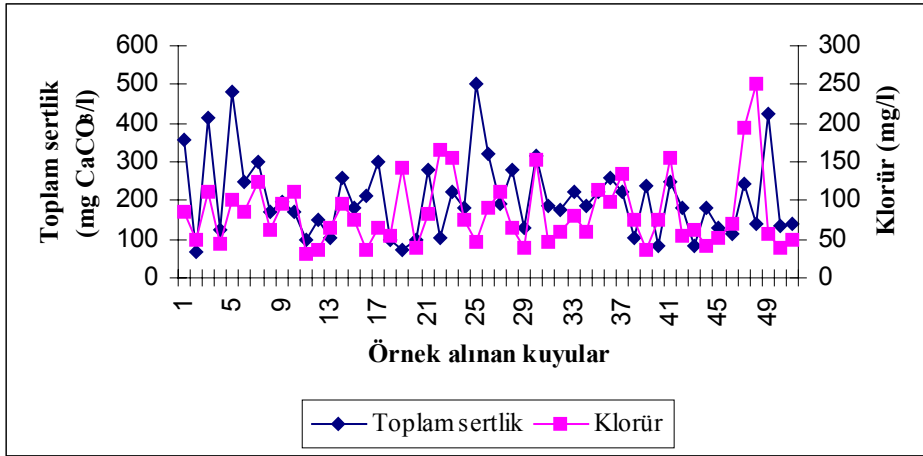
Kuyu no	pH	Alka linite mg/l	TDS mg/l	EC μ S/cm	Sertlik mg/l	Cl mg/l	SiO ₂ mg/l	Fe mg/l	Kuyu no	pH	Alka linite mg/l	TDS mg/l	EC μ S/cm	Sertlik mg/l	Cl mg/l	SiO ₂ mg/l	Fe mg/l
1	7.9	380	476	991	358	85	31.5	0.04	27	8.1	250	330	700	190	110	15	0.13
2	8.3	160	189	394	66	49	28	0.03	28	7.5	160	155	741	278	64	22	0.05
3	7.2	340	450	935	415	110	25	0.03	29	7.5	160	293	380	130	40	34	0.13
4	7.2	170	155	400	125	45	27	0.05	30	6.9	190	150	376	318	152	31	0.06
5	7.4	330	540	1110	480	100	25	0.06	31	7.0	245	297	1016	184	46	23	0.03
6	7.3	200	480	780	250	85	18	0.04	32	8.1	260	440	365	178	60	26	0.04
7	7.3	90	125	795	300	125	20	0.05	33	7.6	140	225	451	225	80	25.4	0.09
8	8.0	170	170	503	170	63	13	0.03	34	8.1	180	255	575	185	60	41	0.04
9	7.7	220	260	890	195	95	16	0.06	35	7.4	170	161	590	222	114	38	0.25
10	7.4	180	156	1000	170	112	48	0.03	36	7.2	230	188	450	260	99	37.2	0.07
11	7.3	160	250	265	100	30	19.8	0.09	37	8.0	220	328	766	220	134	29.4	0.05
12	7.6	190	480	358	150	35	43.9	0.04	38	7.9	180	204	687	104	75	28	0.1
13	7.6	230	575	650	104	65	31.3	0.04	39	8.1	190	620	700	236	35	21	0.04
14	6.9	290	300	516	261	95	32.2	0.06	40	7.5	205	195	323	82	75	20	0.01
15	7.4	180	169	750	182	75	23.7	0.09	41	9.0	200	151	610	250	155	31	0.07
16	7.8	150	340	575	210	37	21.4	0.05	42	7.9	250	340	320	180	55	35	0.04
17	7.3	260	356	335	300	64	19.5	0.05	43	7.7	200	275	620	83	62	11	0.05
18	7.6	240	182	548	100	54	42.5	0.06	44	7.5	300	250	850	180	42	9	0.03
19	6.8	175	180	325	71	142	20.1	0.21	45	7.8	270	185	475	130	52	5	0.01
20	7.6	190	488	810	100	39	24.2	0.09	46	7.5	260	585	525	115	70	4	0.1
21	7.5	145	175	325	277	84	16.2	0.07	47	8.0	340	135	335	242	193	15.4	0.07
22	7.9	205	216	590	102	165	13.4	0.04	48	8.5	180	138	393	138	250	18.6	0.03
23	7.4	160	285	990	225	155	35.2	0.07	49	7.5	240	246	683	425	58	14.7	0.02
24	7.5	200	215	1150	181	75	2.2	0.1	50	7.8	165	237	424	137	39	16.3	0.04
25	7.8	160	368	650	500	46	2.5	0.08	51	7.3	180	340	1295	140	50	19	0.05
26	7.5	240	330	352	320	90	17	0.09									



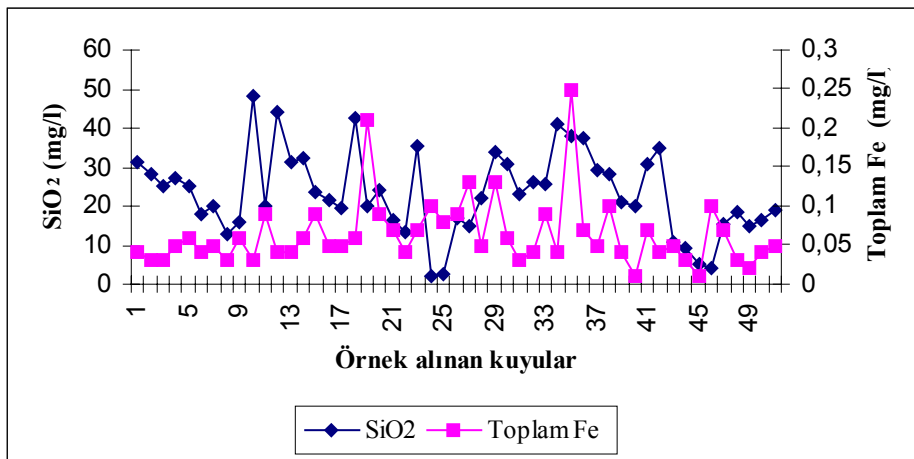
Şekil 2. Örnek alınan kuyu sularının alkalinite derişimleri ve pH değerleri



Şekil 3. Örnek alınan kuyu sularının toplam çözünmüş katı derişimleri ve elektriksel iletkenlik değerleri.



Şekil 4. Örnek alınan kuyu sularının toplam sertlik ve klorür derişimleri

Şekil 5. Örnek alınan kuyu sularının SiO₂ ve toplam demir derişimleri

Tartışma

Düşük pH'lı ve toplam çözülmüş katı madde konsantrasyonu yüksek sular, korozif oldukları için borulardaki ağır metalleri çözebilirler. Asit karakterli sular hiçbir zaman tesise verilmemelidir. Bunların pH'sının 9-10 civarına çıkarılarak işleme sokulması gerekmektedir (Küçükyaşı, 2000). Araştırmada saptanan pH değerleri endüstriyel kullanım açısından sorun yaratmamaktadır. Endüstriyel tesislerde kullanılan sularda alkalinite değeri maksimum 900 mg/l olmalıdır. Alkalinitenin yüksek olması nedeni ile kazan içerisinde oluşan CO₂ gazı, buhar ile beraber sisteme girer ve suyun pH derecesini düşürür. pH'ın düşmesi borularda korozyon oluşmasına ve sık sık delinmesine yol açar (Kahraman, 2002). Havzada saptanan alkalinite değerleri, endüstriyel işletme suyu kullanımına uygundur.

Endüstriyel işlemlerde, buhar kazanlarında kullanılan suyun iletkenliğinin yüksek olması kazanın işletme verimliliğini düşürür. Bu nedenle işletmede; elektriksel iletkenliği maximum 6000 $\mu S/cm$ olan sular kullanılmalıdır (Barkut, 2001). Araştırmadan elde edilen sonuçlar elektriksel iletkenlik değerlerinin endüstriyel kullanıma uygun olduğunu göstermektedir. Ancak, Tekirdağ sınırları içerisinde bulunan 73 içme suyu kuyusunda yapılan çalışmalarda, elektriksel iletkenlik değerlerinin % 30'undan fazlasının iyi bir içme suyunda izin verilebilir değerden daha yüksek olduğu belirtilmektedir (Katkat ve ark., 1997).

Toplam çözülmüş madde (TDS), suların mineral ve iyon zenginliğini gösteren önemli bir parametredir. 1500 mg TDS/l derişimi "Tatlı Su" kaynakları için üst limittir. 5000 mg TDS/l derişimine sahip sular genel olarak "Acı Su" olarak tanımlanırken, daha fazla TDS içeren sular "Tuzlu Su" olarak tanımlanır. Sularda yüksek oranda TDS bulunması (> 2000 mg TDS/l) borular içinde tabakalaşmaya da sebep olabilir, içme suyundaki yüksek konsantrasyonları ishal etkisi gösterebilir. Bu özellikteki bir su, endüstriyel veya sosyal su temininde kısıtlı amaçlar haricinde kullanılamayacağı gibi, sulama suyu amaçlı olarak da kullanılamaz. Toplam çözülmüş maddesi çok düşük olan sular agresif ve koroziftirler. Bu nedenle özel kullanımlarda tedbir alınmalıdır (Erguvanlı ve Yüzer, 1973). Elde edilen TDS sonuçlarına göre analizi yapılan sular, "Tatlı Su" sınıfına girmektedir ve endüstriyel proseslerde herhangi bir soruna sebep olmamaktadır.

Sertlik, kazanda suyun ısıtılması ile kalsiyum karbonatın çökelti halinde metal yüzeylerde birikmesine ve kireç tabakasının meydana gelmesine neden olur. Sert sular endüstride işletmelere büyük zararlar vermektedir. Kireçlenme, ısı iletkenliğini düşürerek daha fazla enerji kullanımına, önemli bakım sorunlarına ve kısa süre sonra kazanın tamamen iş yapamaz duruma gelmesine neden olur (Küçükyaşı, 2000). Bu durumda, endüstriyel amaçla kullanılacak olan yer altı sularının yumuşatma işlemlerine tabi tutulması gerekmektedir. Yeraltı sularının toplam sertlik derişimlerine göre sınıflandırılması Tablo 2'de verilmiştir (Samsunlu, 1999).

Tablo 2. Toplam sertlik derişimlerine göre suların sınıflandırılması.

sertlik	sınıfı
0-75 mg CaCO ₃ /l	yumuşak
75-150 mg CaCO ₃ /l	orta sertlikte
150-300 mg CaCO ₃ /l	sert
>300 mg CaCO ₃ /l	çok sert

Toplam sertlik derişimleri derecesine göre, araştırma alanındaki kuyulardan sadece 2 kuyu suyunun yumuşak olduğu görülmektedir. Diğer kuyu sularının 16 tanesi orta sertlikte, 27 tanesi sert, 6 tanesi çok sert özelliğe sahiptir. Sert ve çok sert sular endüstriyel kullanım bakımından özellikle tekstil endüstrisi işlemlerinde tercih edilmez. Araştırma sonuçları, suları yumuşak olan 2 kuyu dışındaki bütün kuyu sularının yumuşatma işlemlerinden sonra kullanılabileceğini göstermektedir.

Klorür, suyun katı madde miktarını arttırmakta ve korozif karakterini de yükseltmektedir (Barkut, 2001). Genellikle sanayide kullanılan suların Cl derişiminin maksimum 200 mg/l olması istenir (Şimşek, 2001). Saptanan sonuçlara göre sadece 48 numaralı kuyu sularının Cl derişimi 250 mg/l dir. Diğer kuyu suları Cl derişimi bakımından sorun yaratmamaktadır.

Endüstride kullanım açısından yüksek olması istenmeyen (>150 mg/l) bir diğer mineral silikattır (Küçükyaşı, 2000). Silisin içme sularında büyük bir sakıncası yoksa da kazan besleme suyu için zararlıdır. Çünkü SiO₂ kazan taşları oluşturur ki, bu da kazan taşları içinde en tehlikeli olandır (Barkut, 2001). Buna göre, Ergene Havzası yeraltı sularındaki silis derişimleri, endüstriyel kullanım açısından bir sakınca oluşturmamaktadır.

Demirin yüksek konsantrasyonlarda olması, su iletim hatlarında demir bakterilerinin çoğalmasına neden olur. Bu bakteri kütleleri suya kırmızı - kahverengimsi renk verirler. Borularda biriken bakteriler zamanla tutunduğu ortamdan koparak suyun kirlenmesine sebep olur (Samsunlu, 1999). Demir derişimi için sınır değerler, TS 266 (1984)'e göre içme suyunda toplam demir derişimi 0.3 mg/l, Dünya Sağlık Örgütüne (WHO)'ya göre toplam demir derişimi 0.1 mg/l olarak verilmektedir. Özellikle tekstil endüstrisi işlem suyunda, demir muhtevasının fazla olması, ürünlerde renk ve kalite bozukluğuna sebep olmaktadır (Eroğlu, 1984).

Sınır değer olan 0.1 mg/l'nin üzerindeki toplam demir derişim değerleri, 19 numaralı kuyuda 0.21 mg/l, 27 ve 29 numaralı kuyularda 0.13 mg/l ve 35 numaralı kuyuda 0.25 mg/l olarak belirlenmiştir. Yeraltı suyunda demir derişiminin yüksek olması, Ergene Havzasında en yaygın sektör olan tekstil endüstrisinde boyama işlemlerini zorlaştırmaktadır. Üretimde renk ve görünüş bozukluklarına neden olmaktadır. 19, 27, 29 ve 35 numaralı kuyularda demir derişiminin azaltılarak, endüstriyel işlemlerde kullanılması gerektiği görülmektedir.

Ergene Havzasındaki endüstrilerde yeraltı suyu kullanımından kaynaklanan üretim sorunlarına sıkça rastlanmaktadır. Çekimi yapılan suyun, havalandırma, kum filtrelerinden geçirme ve daha sonra yumuşatma işlemlerine tabi tutularak kullanılması, endüstriyel işletmelerde daha verimli sonuçlar elde edilmesini sağlayacaktır.

Kaynaklar

- 1 ANONİM, Tekirdağ İli Çevre Durum Raporu. T.C. Tekirdağ İl Çevre Müdürlüğü., Tekirdağ, 2001.
- 2 ASLAN G, AKKAYA C. Yeraltı suyu kaynaklarındaki temel sorunlar ve yeraltı- yüzey suyu arasındaki etkileşimler. *Yeraltı Suları ve Çevre Sempozyumu. Bildiriler Kitabı.* 45-54, 2001.
- 3 APHA, AWWA, WPCF. Standart Methods For The Examination of Water and Wastewater. 18'th. Edition, Washington DC, USA, 1992.
- 4 BARKUT E. Kızgın sulu, Kızgın Yağlı ve Buharlı Isıtma Sistemleri. *Makine Mühendisleri Odası Yayınları*, MMO/2001/282: 131-137, 2001.
- 5 ÇENGEL Ş, CANDEĞER O, KIRSAÇ L. Ergene Havzası Hidrojeolojisi. *Yeraltı Suları ve Çevre Sempozyumu. Bildiriler Kitabı.* 55-70, 2001.
- 6 ERGUVANLI İ, YÜZER E. Yeraltı suları Jeolojisi. *İstanbul Teknik Üniversitesi Yayınları.* 967: 293-324, 1973.
- 7 FIRIN A., EKMEKYAPAR, F. Trakya Bölgesi Yeraltı Su Potansiyeli, Sorunları ve Çözüm Önerileri. Trakya Üniversitesi Çorlu Mühendislik Fakültesi Bitirme Projesi. Çorlu, 2003.
- 8 EROĞLU V., "Su Tasfiyesi", İ.T.Ü. İnşaat Fakültesi Ders Notları. 6-10, 1984.
- 9 INTERVALF. Doymuş Buhar Sistemleri, Intervalf Yayınları. 2002.
- 10 KAHRAMAN S. Endüstride Buhar Kullanımı ve Enerji Geri Kazanımı. Enerji Kazanımı Sempozyumu. *Intervalf Yayınları*, 56-62, Bursa, 2002.
- 11 KATKAT G., TOK H.H., AYDIN M., SAĞLAM T., ÖNER N., KAMBUROĞLU U. Tekirdağ İl Sınırları Dahilindeki İçme Suyu Kuyularında Bazı Kirlilik Parametrelerinin Dağılımları ve Zamanla Değişimleri. *1. Trakya Toprak ve Gübre Sempozyumu. Bildiriler Kitabı.* 289-295, Tekirdağ, 1997.
- 12 KÜÇÜKYALI R. Buhar Tesisatı, *Isısan Çalışmaları*, 252: 60-141, 2000.
- 13 TS 266. İçme ve Kullanma Suları Standartları. Türk Standartları Enstitüsü. UDK 663.7.543, 32, 1997.
- 14 TURAN M, ALP K, ÖVEZ S, BAYHAN H, TOPACIK D. Trakya Bölgesinde Endüstriyel Proses Suyu Olarak Kullanılan Yeraltı Suyunun Karakterizasyonu ve Arıtılabilirliği. *Yeraltı Suları ve Çevre Sempozyumu. Bildiriler Kitabı.* 409-416, 2001.
- 15 SAMSUNLU A. Çevre Mühendisliği Kimyası. *SAM Çevre Teknolojileri Merkezi Yayınları.* 4: 288-297, 1999.
- 16 ŞİMŞEK C., FİLİZ Ş. Torbalı Havzasının Hidrojeoloji İncelemesi. *Yeraltı suları ve Çevre Sempozyumu. Bildiriler Kitabı.* 275-283, İzmir, 2001.
- 17 WHO Standarts. Guidelines for Drinking Water Quality, V. 1, World Health Organization, Geneva, 1984.