

Yatağan (Muğla) Termik Santrali Atık Depolama Sahasının Yeraltı Sularına Etkisi

The effect of waste disposal site of the Yatağan Thermal Power Plant on groundwater

Alper BABA

Dokuz Eylül Üniversitesi, Müh. Fak. Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Bornova-İzmir

OZ

Kömür yakıtlı termik santrallerden kaynaklanan atıkların (kül ve cüruf) birçok toksik element içerdiği bilinmektedir. Bu elementlerin su kaynaklarına sızması, atıkların bertaraf edilmesi ile ilgili çevresel etkileri açısından büyük önem taşımaktadır.. Bu çalışmanın amacı, Yatağan Termik Santrali atık depolama sahasından kaynaklanan kirlenici potansiyellerinin yeraltı sularına olan etkilerinin belirlenmesidir.. Bu bağlamda, atık depolama sahasından sızan sular ve depolama sahasının önünde yer alan gözlem, kuyularından alınan su örneklerinden yararlanılarak, kirlenici potansiyellerinin yeraltı sularına olan etkileri irdelenmiştir.

Atık depolama sahasının, önünde, Yatağan ovasının oluşturduğu genç alüvyon çökelleri, gerek, yeraltı sularının beslenmesi, gerekse depolanması açısından çok iyi bir akifer ortamı oluştururlar. Bu akifer, hem içme suyu, hem de yaygın bir şekilde sulama suyu amacıyla işletilmektedir. Atık depolama, sahasında toplanan suların, yeraltı sularına olan etkilerinin araştırılması amacıyla alüvyon akiferlerde herbiri 20 m, derinliğinde üç gözlem kuyusu açılmıştır. Bu kuyularda yapılan basıncısız su deneyi sonuçlarına göre, alüvyon çökellerinin geçirimsiz ve çok geçirimsiz sınıfına girdikleri belirlenmiştir.

Gözlem kuyularından bazı dönemlerde alınan su örneklerindeki Cd ve Pb değerlerinin Çevre Koruma Örgütü (EPA) tarafından içme suları, için önerilen 0.005 mg/l ve 0.015 mg/l sınır değerlerini aştığı görülmektedir. Ayrıca, inceleme alanındaki su örneklerindeki sülfat ($8Q_4^-$) değeri, Türk Standartları Enstitüsü (TSE) tarafından içme suları için önerilen maksimum sınır değerlerini genellikle aşmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Cüruf, kül, termik santral, Yatağan, yeraltı suları

EXTENDED ABSTRACT

Fly and bottom ashes originated from coal burnt in thermal power plants are known to contain several toxic elements, which can leached out and contaminate soils as well as surface and groundwater..

Yatağan Thermal Power Plant of 210 MW power was founded to meet energy need of our country by using low quality lignite reserves of Yatağan- Eskihisar, Tınaz, and Bağyaka basins,. • The plant annually consumes 5.4 x 10⁶ tons of coal and annual production capacity is 3.780 x 10⁶ kWh, The plant uses 15000 tons of coal and discharges 5000 tons of fly and bottom ash daily to the disposal site.. The main objective of this study is investigation of the effects of these wastes on the groundwater, via water in ash disposal site and groundwater monitoring wells.. For these reasons, water samples, leach out from waste disposal site and groundwater monitoring wells in front of disposal site., were analysed

A large part of the Yatağan Plain is formed by alluvium, which is the principal aquifer in front of waste disposal site.. The alluvium consists of loose, interlayered red clay, silt, sand, and gravel, This aquifer is used for domestic and irrigation,. Three observed wells, which are 20 m depth, were clone for effects of waste disposal site

on groundwater. Also,, some of permeability experiments were applied in these wells. According to experiment alluvium aquifer is very permeable.,

Groundwater in the alluvial aquifer in the Yatağan Plain, Muğla- Turkey., has been effected by thermal power plant waste. Waters, in the study area, are rich in SO_4^{2-} ions. Cadmium (Cd) and lead (Pb) concentrations of groundwater of some well in the alluvial aquifer exceed the Environmental Protection Agency (EPA) standarts.

Key words: Bottom ash, fly ash, power plant, Yatağan, groundwater

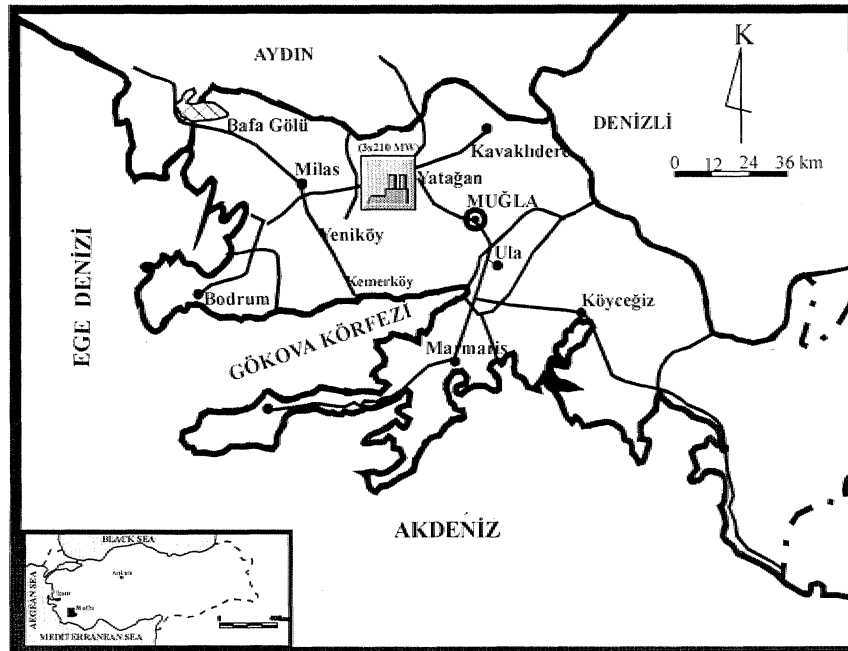
GİRİŞ

Endüstrinin diğer kesimlerinde değerlendirme olanağı bulunmayan düşük kaliteli linyit yatakları civarında büyük kapasiteli termik santraller kurularak enerji üretimini artırma yolundaki çalışmalar yoğun biçimde sürmektedir. Ancak, bu tür termik santrallerin çoğalması, enerji üretiminin yanısıra bir yan ürün olarak ortaya çıkan ve beraberinde teknik, ekonomik ve çevresel sorunlar da getiren atık üretiminin de artırılmasına neden olmaktadır.

Kömürün yanmasıyla birlikte, içeriğinde bulunan, kirliliğe sebep olma potansiyeline sahip, arsenik (As), kadmiyum (Cd), kurşun (Pb), antimuan (Sb), selenyum (Se), kalay (Sn) ve çinko (Zn) gibi toksik iz elementler cüruf, kül ve gaz şeklinde ortaya çıkan atıklara geçer. Atıkların çevreye boşaltılması ile,

içerdikleri zehirli (toksik) iz elementler, atmosfer, yeryüzü ve okyanuslara kadar taşınabilir (Baba, 2000a; Bertine ve Goldberg, 1971). Bu elementler, atıkların yağmur suları ile yıkanması ve olası yeraltı taşımını sonucu, toprak örtüsü, yüzey suları ve yeraltı sularına karışmakta (Egem.cn ve Yurterfi, 1996), çeşitli çevre, alan kullanım, ve sağlık problemleri yaratarak, canlı varlıklar açısından tehdit edici bo-yutlara ulaşabilmektedir (Lee, 1982).

Muğla İli sınırları içerisinde yer alan Yatağan Termik Santrali (Şekil 1), Muğla- Yatağan linyit havzasındaki düşük kalorili kömürün değerlendirilmesi ve ulusal sistemin enerji ihtiyacının karşılanması amacıyla 1975 yılında yatırım programına alınmıştır., I/ünite 1982; II. Unite 1983; III. Unite 1984 tarihlerinde devreye girmiştir (YTS, 1993),



Şekil 1. İnceleme alanı yer bulduru haritası
Figure 1, Location map

3x210 MW gücündeki Yatağan Termik Santralının kömür ihtiyacı 3 ünite için günde 15.000 ton civarındadır. Her üç ünite için kömürde ortalama saate 165 ton kül ve 4.5-55 ton cüruf elde edilmektedir. Yatağan Termik Santralinde 1984-1999 tarihleri arasında yanan kömür miktarı 61.883,141 tondur.

ATIK DEPOLAMA SAHASININ ÖZELLİKLERİ

Yatağan Termik Santrali atıklarının, yöreye zarar vermeden depolanabilmesi için» kül, cüruf gibi atıklar santralin yaklaşık 2 km güney batısında yer alan salada depolanmaktadır. Depolanan atıkların çevreye yayılmasını önlemek amacıyla kül atıklar su ile karıştırılmaktadır. Böylece, su içinde çökerek sert bir zemin oluşturan külün rüzgar ile uçuşması önlenmektedir. Atık depolama barajında 32.000.000 m³ atık depolanacağı planlanmaktadır. Ancak, atıklar su ile karıştırıldığından sert bir- zemin, oluşturulan bu alanda sular toplanmış ve günümüzde 15.000.000 m³

bir atık su barajı niteliğine dönüşmüştür., Gerekli suyu sağlamak için, kazanaltı cüruf teknesinden sızıntı suları, santral sahasından çıkan kaynak suyu ve soğutma suyu kaçaklardan elde edilen 400 m³/saat' ilk sudan faydalanılmaktadır. Bu amaçla,, söz konusu sular için bir kanal inşa edilmiş ve çökeltme havuzuna, bağlanmıştır. Çökeltme havuzundan 2700 m.'lik boru hattıyla atık barajına pompalanan bu sudan aynı zamanda kül dağı ve santral sahası içindeki ağaçların sulanmasında da faydan ıhmaktadır.

Su, ön arıtma sisteminden atık olarak çıkan çamurlu, su çökeltme havuzunda dinlendirildikten sonra, çamurlu su 2.500 m. uzunluğunda bir boru hattıyla çamur havuzundan atık barajına boşaltılmaktadır..

1993 -1999 yılları arasında atık depolama sahasına yaklaşık 6.679.092 ton kül, 242.320 ton cüruf, 18.783 ton termik santralden kaynaklanan atık sular,, akışkan gazlar,, santral binası atıkları gibi diğer atıklar ve 12,738.433 m³ su atılmıştır (Çizelge 1).

Çizelge 1, Atık barajına atılan kül, cüruf ve su miktarı

Table /. The amount of fly, bottom ash and water disposed at the site

Yıllar	Kül (ton)	I Cüruf (ton)	Diğer atıklar (ton)	Su (m ³)
1993	727.707	26.394	LB5	1.475.310
1994	754.297	27.358	1.177	1.574.468
1995	953.331	34.577	474	1.795.258
1996	1.140.466	41.364	12.096	2.064.163
1997	1.019.792	36.987	3.656	1.996.733
j 1998	1.070.868	38.913	87	2.104.043
1999	1.012.631	36.727	158	1.728.458
Toplam	6.679.092	242.320	18.783	12.738.433

ATIK DEPOLAMA SAHASI VE ÇEVRESİNİN JEOLJİSİ

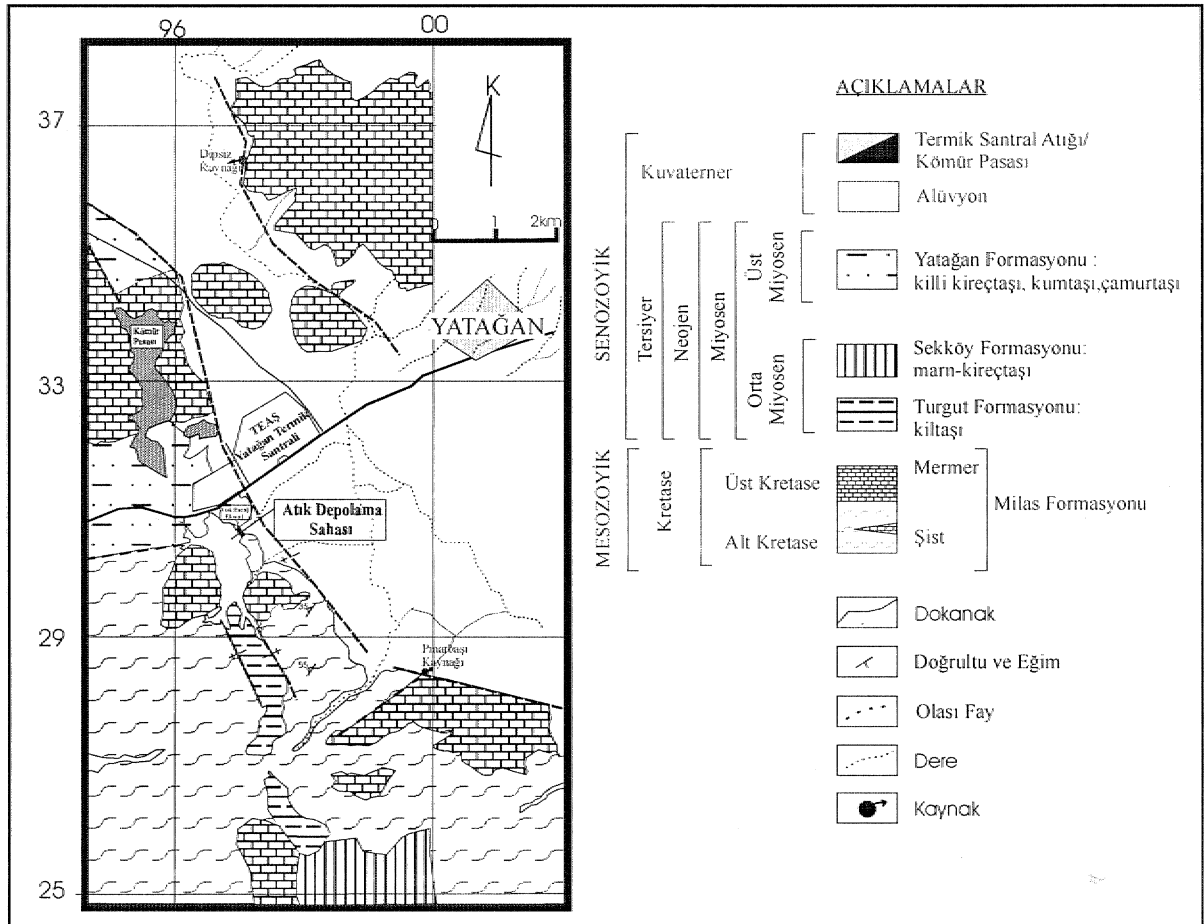
Çalışma alanında,, Menderes Masifi istifi, içinde yer alan ve Brinkmann (1967) tarafından Milas formasyonu olarak adlandırılan şist-fillit, platform tipi mermerler,, kırmızı renkli pelajik mermerler, metavolkanosedimanterler ve bunları uyumsuzlukla

örtlen taban çakıltası, çakı İtası-çam urtaşı ve kireçtaşı gözlenmektedir (Şekil 2). Mesozoyik yaşlı, platform tipi mermerler yüksek tepelerde,, şist-fi Hitler ise derelerde ve topografyanın, kısmen düz olduğu kısımlarında gözlenir. Bu birimlerin üzerine uyumsuzlukla Neojen formasyonları gelir. Neojen litolojik bakımdan alttan üstte doğru (Becker- Platen, 1.970)'e göre Turgut,, Sekköy ve Yatağan formasyonları ola-

rak adlandırılmıştır. Bu formasyonlar birbirleri ile uyumlu ve dereceli geçişlidir.

Atık depolama sahasında temelde Menderes masifinin örtü kesimine ait Mesozoyik yaşlı şistler ile mermerler yer almaktadır. Mesozoyik birimlerin üzerine, vadinin sol yamacında Neojen yaşlı detritik

seri ile vadi tabanında Kuvaterner yaşlı alüvyonların geldiği gözlenmiştir. Atık barajın A-A' aksında, akışaşağı ve akışyukarısında Hac imadanlar mahallesine kadar mostraları izlenebilen şistler koyu gri renkli, ince ve belirgin şistozite düzlemli, silis ve filli bantlı mikaşistler olarak görülürler (Şekil 3).



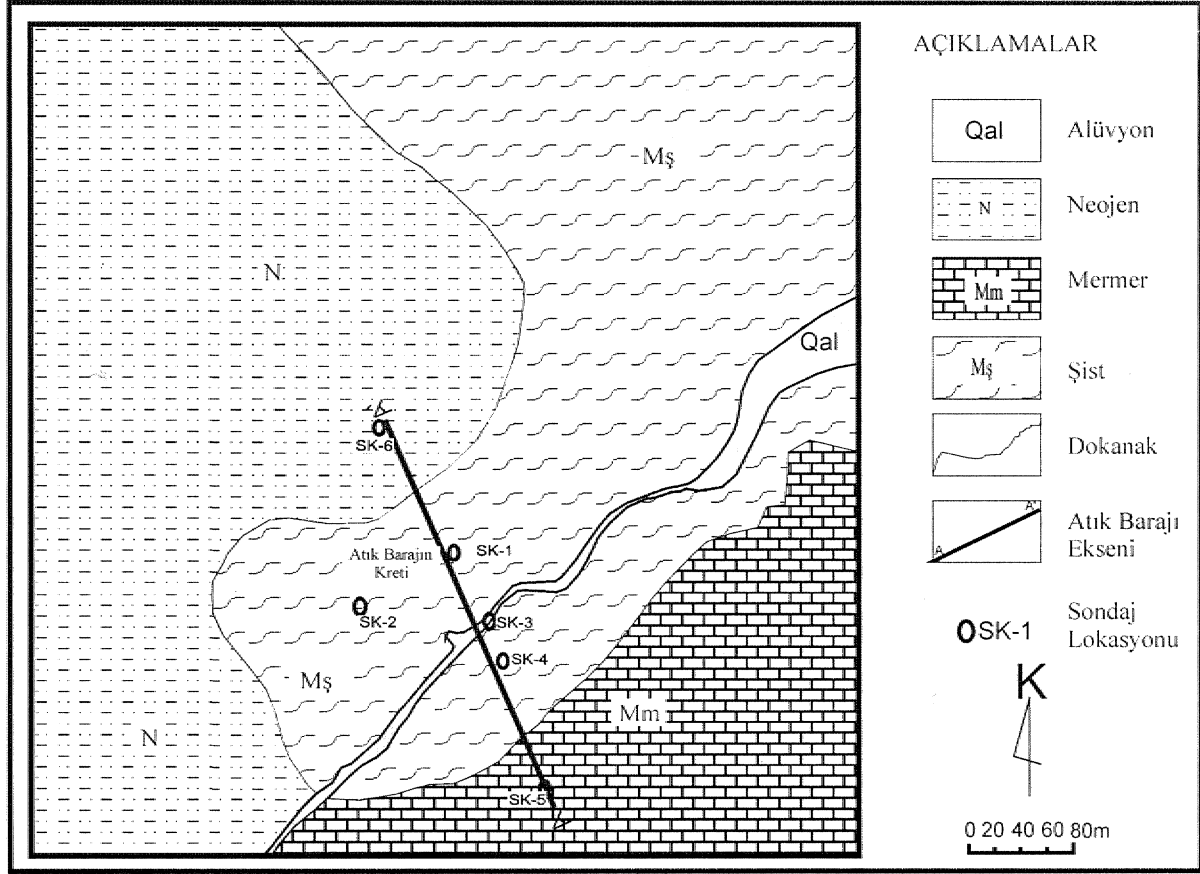
Şekil 2. Çalışma alanı ve çevresinin jeolojik haritası

Figure 2. Geological map of study area

Aks üzerinde sağ yamaçta dar bir alanda görülen mermerler barajın akışyukarısında oldukça geniş alanlar kaplamakta göl aynasının güney ve batı yönlerini çevreleyen yükseltileri oluşturmaktadır.

Vadinin sol yamacında üst kotlarda ve Hacımadanlar mahallesi civarında, temel serilerin

üzerine uyumsuz olarak yerleşen Neojen detritikleri izlenmektedir. Neojen serisi genelde gri renkli ana bileşeni kum olan, bol miktarda kuvars ve mermer çakılları ile blokları içeren yer yer killi, si fti i kum mercekli bir görünümündedirler.



Şekil 3. Kül depolama sahasının jeolojik haritası (SOWAR, 1986)

Figure 3. Geological map of the ash disposal site (SONAR, 1936)

ATIK DEPOLAMA SAHASI VE ÇEVRESİNİN HİDROJEOLOJİSİ

Yatağan meteoroloji istasyonundan 1950-1999 yılları arasında 49 yıllık rasatlara, göre inceleme sahasına ait ortalama yıllık toplam yağış miktarları 673.8 mm'dir. 1929-1999 tarihlerine ait 70 yıllık verilere göre hesaplanan aylık ortalama değerlerde kiş aylarındaki en yüksek sıcaklıkların ortalaması 6.3-7.8 °C, yaz aylarındaki en yüksek sıcaklık ortalaması ise 21.7- 26:9 °C arasında oluşmaktadır.,

İnceleme alanı ve çevresinde mostra veren şistler, düşük poroziteli ve perméabilite! i olup,, akifer özelliği göstermezler. Üzerinde yer alan geçirimli kireçtaşı ve mermerler için geçirimsiz taban oluştururlar. Mermerler bol kırıklı ve çatlaklı olup karstik özellik-

ler gösterir,. Birincil porozite ve permeabilite!eri çok düşük olan mermerlerin ikincil perméabilite ve poroziteleri oldukça yüksektir,. Miyosen öncesi meydana gelen, tektonik hareketler karstlaşmanın şiddetini arttırmıştır. Tektonik hareketler ve karstlaşmanın yardımıyla araştırma sahasında yaklaşık olarak 1000 l/sn debili Dipsiz ve 450 l/sn debili Pınarbaşı gibi yüksek debili kaynaklar oluşmuştur.. Atık depolama sahasını bulunduğu alanda yüzlek veren Neojen birimleri içerisinde yer alan konglomeralar; yer yer kil ve tüllerle tutturulmuş olduğundan ve aynı zamanda bu birimlerin arakatıklarını içerdiğinden düşük permeabiliteye sahiptir.

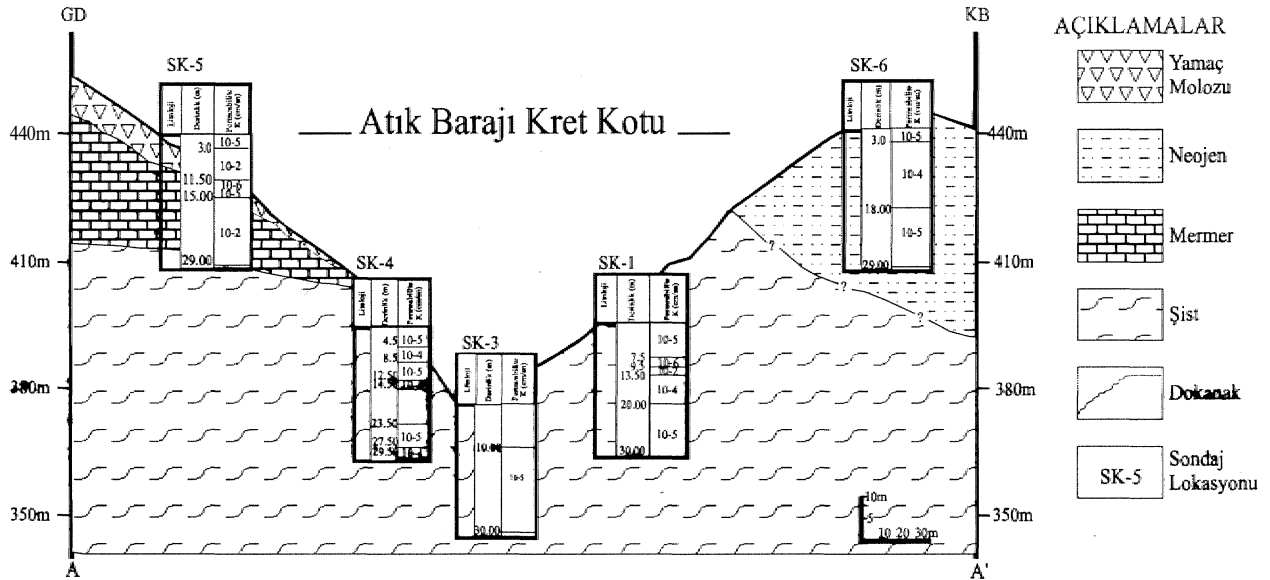
Atık depolama sahasının önünde, Yatağan ovasının oluşturduğu genç alüvyon çökelleri gerek yeraltı sularının beslenmesi, gerekse depolanması, açısından

çok iyi bir akifer ortamı oluştururlar. Bu akifer,, hem içime suyu, hem de yaygın bir şekilde sulama, suyu amacıyla işletilmektedir. Bu birimde açılmış bulunan, çok sayıda keson kuyu ve sondaj kuyusu bulunmaktadır.. Atık depolama sahasının önünde yer alan. alüvyon biriminde statik su seviyesi 2-4 m arasında değişmektedir.

SONAR tarafından 1986 yılında atık depolama sahasında 6 adet ve 180 m. toplam uzunlukta karotlu temel araştırma sondajları yapılmıştır (Şekil 4). Belirtilen sondaj çalışmalarında, basınçlı ve basınçsız su deneyleri yapılmıştır. Basınçlı- basınçsız su deneyleri verilerine göre; temelde yer alan Mesozoyik

şistler genel olarak 10^{-4} cm/sn ile 10^{-5} cm/sn (az geçirimli-geçirimsiz) olarak belirlenmiştir. Sağ yamaçta SK-5 no'lu sondaj kuyusunda kesilmiş bulunan mermer karotlarında izlenebilen "çatlaklı yapı nedeniyle önemli su kayıpları meydana gelmiştir. Deney sonuçlarına göre,, çalışma alanındaki mermerler geç irimiidir. Sol yamaçta yer alan Neojen detritiklerinde ise, kum-çakıl. ağırlıklı seviyeler geçirimli, kil içerikli seviyeler ise az geçirimli olarak belirlenmiştir.

Bu verilerin ışığında, aks yerinde yer alan Neojen ile mermerlerin genel olarak geç irimi i, şistler ise az geçirimli-geçirimsiz olarak tannn.lam.ak mümkündür.

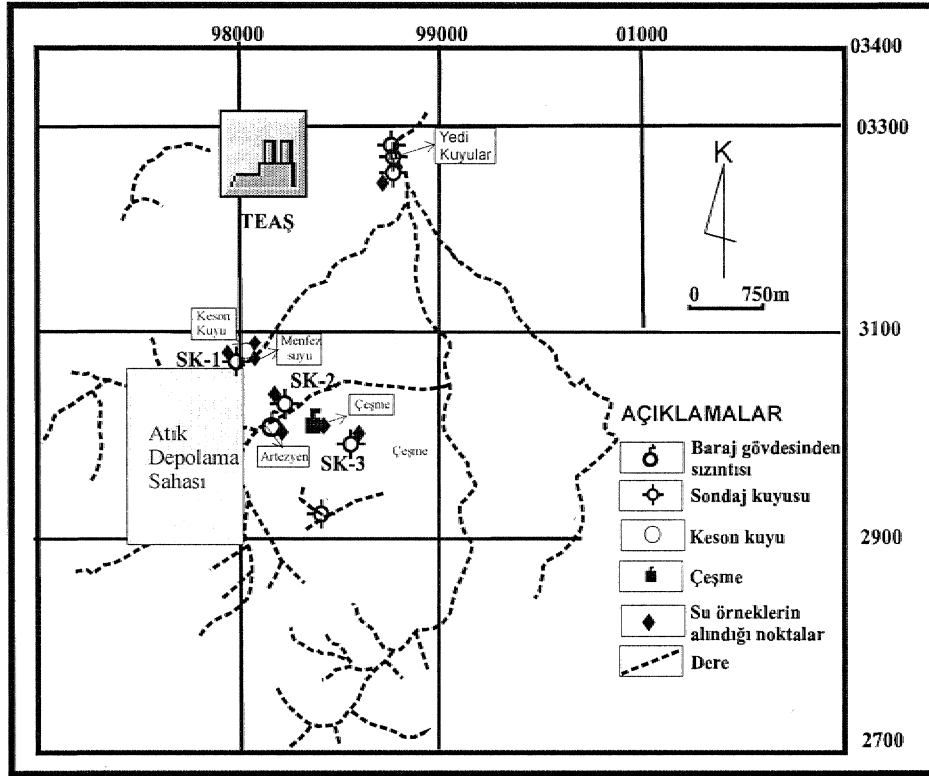


Şekil 4. Atık depolama sahasından alınan jeolojik kesit ve birimlerin permeabiliteleri

Figure 4. Geological cross section of waste disposal site and permeabilities of the rocks

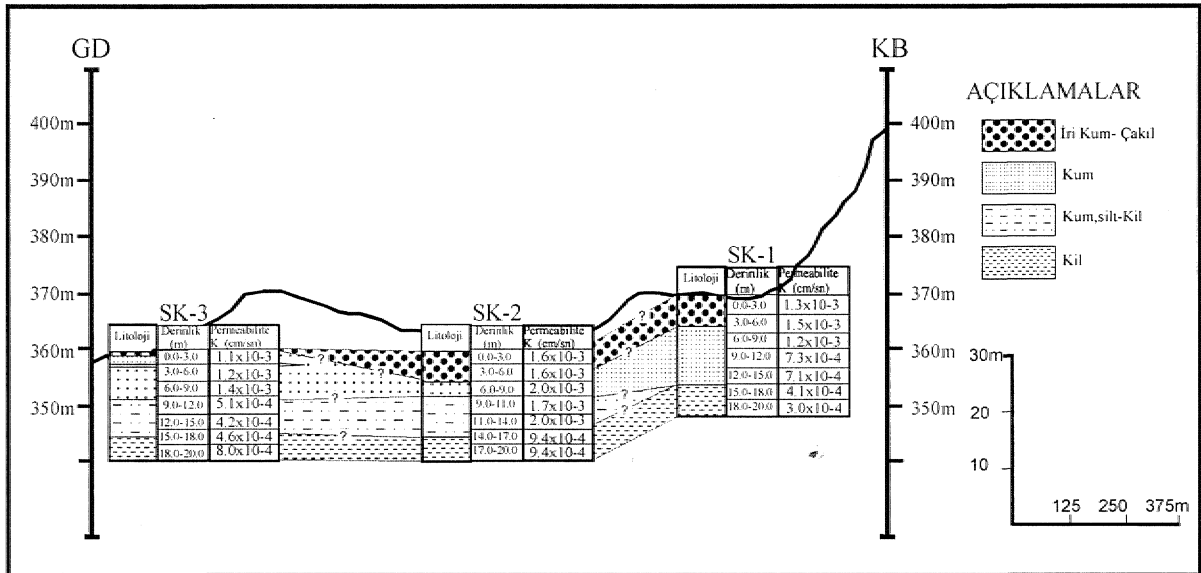
Türkiye Elektrik Üretim-İletim A.Ş. (TEAS, 1995) tarafından, Yatağan Termik Santrali atık depolama sahasında toplanan suların yeraltı sularına olan etkilerini araştırma ve izleme kapsamında,, toplam derinliği 60 m olan 3 adet sondaj yapılmıştır (Şekil 5). Bu sondajlar (SK-1, SK-2 ve SK-3) 20 m. derinliğindedir (Şekil 6). Sondajlar sırasında gerçekleştirilen basınçsız su deneyleri ile perméabilite belirlenmiştir. Perméabilite değerleri 1.1×10^{-3} cm/sn ile 9.4×10^{-4} cm/sn arasında değişmektedir.,

Perméabilite değerleri özellikle alt seviyelerde 10^{-4} cm/sn mertebesinde iken üst seviyelere doğru 10^{-3} cm/sn: düzeyine kadar yükselmektedir. Perméabilite değerleri gözönüne alınarak US Bureau of Reclamation'un yaptığı sınıflamaya göre (Şekercioğlu, 1993) inceleme alanındaki kayalar geçirimli ve çok geçirimli sınıfına girmektedir.. Gözlem, kuyularının kesitlerine göre, birimler silt, kum ve kilden oluşmaktadır. Bu kesitlerin birbirleriyle olan ilişkileri Şekil 6'da verilmiştir..



Şekil 5. İnceleme alanında numune alınan noktalar

Figure 5. Sample location map



Şekil 6. Atık depolama sahasının akış aşağısında yer alan gözlem kuyularının birbirleriyle ilişkileri

Figure 6. Correlation between the observation boreholes in drill in the front of waste disposal site

ATIK DEPOLAMA SAHASINDAN SIZAN SULARIN KALİTESİ

Yatağan Termik Santrali atık depolama sahasında küllerin rüzgarla etrafı yayılmasını, önlemek amacıyla sulama yapılmaktadır. Bu nedenle atık depolama sahasının bulunduğu alanda büyük bir atık su barajı oluşmuştur.. Atık barajından sızan sular Yatağan Ovasını oluşturan alluviyonal akiferlere karışmaktadır. Ayrıca baraj gövdesinden sızan sular yöre halkı tarafından sulama suyu olarak kullanılmaktadır, Atık barajın gövdesinden sızan suların pH, sıcaklık,, kimyasal oksijen ihtiyacı (KOI), toplam, fos-

for, toplamı siyanür ve toplamı askıda katı madde miktarlarını belirlemek amacıyla 1993-1996 tarihleri arasında belirli zamanlarda, 1997 başlayarak 1999 tarihine kadar her hafta sistematik bir şekilde Yatağan Termik Santrali Kimya laboratuvarlarında, APHA-AWWA,1992 standartlarına göre, analizleri yapılmıştır (Çizelge 2). Elde edilen veriler grafiklerle değerlendirilmiştir (Şekil 7-8-9-10-11 ve 12).. Atık depolama sahasındaki suların ortalama sıcaklıkları 18,9 °C, pH 8.85, KOI 11.76 mg/l, toplam fosfor 0.039 mg/l, toplam siyanür 0.006 mg/l ve toplam askıda katı madde miktarı 76.07 mg/T'dir.

Çizelge 2. Temik santralının atık baraj gövdesinden sızan sularda ölçülen KOI, TAKM, top. fosfor, top., siyanür, sıcaklık ve pH değerleri

Table 2. COD, TSSM, total phosphorus, total cyanide, temperature and pH values in the waste disposal site leakage water

Parametre Tarih	KOI (mg/l)	TAKM (mg/l)	Top.Fosfor (mg/l)	Top.Siyanür (mg/l)	Sıcaklık °C	pH	Parametre Tarih	KOI (mg/l)	TAKM (mg/l)	Top.Fosfor (mg/l)	Top.Siyanür (mg/l)	Sıcaklık °C	pH
07.01.1998	5	4.1	0.063	0.03	17	7.9	08.04.1997		2000	0.031	0.015	9.5	12
14.01.1998	7	1	0.016	0	15.3	8.7	02.04.1997		186	0.016	0.01	16	1.8
15.01.1998	7	3.8	0.031	0	15	8.9	24.03.1997		4	0.031	0.005	16	8.2
21.01.1998	8	2.1	0.016	0.004	15.5	8.8	18.03.1997		2.4	0.031	0.004	16	7.7
28.01.1998	7	1.6	0.031	0	15	7.9	11.03.1997		3.4	0.015	0.003	19	7.5
03.02.1998	5	1.6	0.031	0.003	15.5	8.8	04.03.1997		6.2	0.025	0.003	18	7.4
10.02.1998	3	3.2	0.031	0.006	16	8.9	25.02.1997		1	0.031	0.014	19.5	7.4
17.02.1998	3	2.8	0.016	0.004	16	8.3	18.02.1997		2.4	0.031	0.003	18	7.4
03.03.1998	4	8.2	0.016	0.005	16	8.8	12.02.1997		4.3	0.015	0.01	16	7.6
17.03.1998	11	50	0	0.003	14	8.6	05.02.1997		2.1	0.031	0.008	14	7.6
24.02.1998	5	36.4	0.016	0.003	16.5	9.2	28.01.1997		5.2	0.031	0.01	17	7.6
24.03.1998	7	88	0.013	0.02	15	8.5	22.01.1997		6.4	0.031	0.012	16	8.2
31.03.1998	5	16.8	0.016	0.008	15	8.6	14.01.1997		3.6	0.031	0.01	16.5	8.1
08.04.1998	5	2.2	0.031	0.002	17	8.9	07.01.1997		1.6	0.031	0.008	15	8.2
14.04.1998	6	3.2	0.031	0.003	18	8.8	02.01.1997		8.6	0.015	0.003	17	8.2
21.04.1998	8	0	0.04	0.004	18	8.9	08.07.1997	3	0.8	0.031	0.001	21	8.1
29.04.1998	3	5.7	0.015	0.006	17	8.4	15.07.1997	8	1.2	0.031	0.003	21	7.4
05.05.1998	5	4.1	0.01	0.004	19	8.4	22.07.1997	7	0.8	0.047	0.001	18	7.3
13.05.1998	5	2.4	0.022	0.004	18	8.6	31.07.1997	5	1.4	0.015	0.003	22	7.3
19.05.1998	6	2	0.047	0.004	19	8.9	05.08.1997	5	0.8	0.0156	0.003	20.5	7.4
26.05.1998	3	1.6	0.026	0.006	18.5	8.6	12.08.1997	3	5	0.0094	0.001	23	7.6
03.06.1998	3	2	0.039	0.004	20	8.7	19.08.1997	5	2.4	0.031	0.001	22	7.4
01.07.1997	7	0.8	0.015	0.005	21	7.6	27.08.1997	7	1.8	0.031	0	21	8
24.06.1997	3	1.2	0.031	0.001	20	7.4	02.09.1997	8	3.8	0.031	0.001	20	7.5
17.06.1997	5	1.2	0.031	0.005	20	7.9	09.09.1997	5	1	0.015	0.001	21.4	7.4
09.06.1997	3	2	0.031	0.003	21	7.6	16.09.1997	7	3.6	0.015	0.009	22	7.7
04.06.1997	8	3.8	0.025	0.005	21	7.8	23.09.1997		4.2	0.031		19	7.4
27.05.1997	7	2	0.031	0.002	22	7.8	30.09.1997	3	1.6	0.031	0.002	18	7.5
20.05.1997	6	54	0.015	0.005	21	7.8	07.10.1997	3	26	0.031	0.003	19	7.7
13.05.1997	5	2.4	0.031	0.003	18	7.7	14.10.1997	20	4.8	0.031	0.001	19.5	7.5
29.05.1997	6	2.8	0.031	0.005	20	8.3	21.10.1997	3	54.8	0.015	0.04	18.5	7.5
22.04.1997	4	10	0.015	0.003	16	8.3	28.10.1997	3	4.2	0.031	0.001	17	7.6
15.04.1997	5	2.4	0.031	0.005	16	8.3	04.11.1997	5	31.8	0.031	0.003	18	7.8
11.11.1997	3	12.9	0.016	0.003	18	7.8	18.06.1996	13	196.4	0.031	0.012	21	11
19.11.1997	14	17.6	0.047	0.005	18	8	12.06.1996	14	658	0.0157	0.017	22	11
25.11.1997	11	5.4	0.031	0.008	19	7.8	04.06.1996	23	152	0.031	0.02	21	10
10.12.1997	5	0	0.031	0.006	18	7.7	28.05.1996	20	3726	0.047	0.02	20	11
16.12.1997	2	20	0.015	0.002	16	7.8	21.05.1996	24	3269	0.031	0.023	21	11
30.12.1997	9	2.8	0.015	0.022	16	7.8	14.05.1996	12	14.4	0.0157	0.003	21	12
17.12.1996	10	35.4	0.031	0.005	16.5	8.3	08.05.1996	14	4.8	0.031	0.002	22	12
10.12.1996	5	5.7	0.0157	0.003	16	8.4	30.04.1996	12	7.8	0.0157	0.001	18	12
04.12.1996	11	8.6	0.031	0.004	19	8.4							

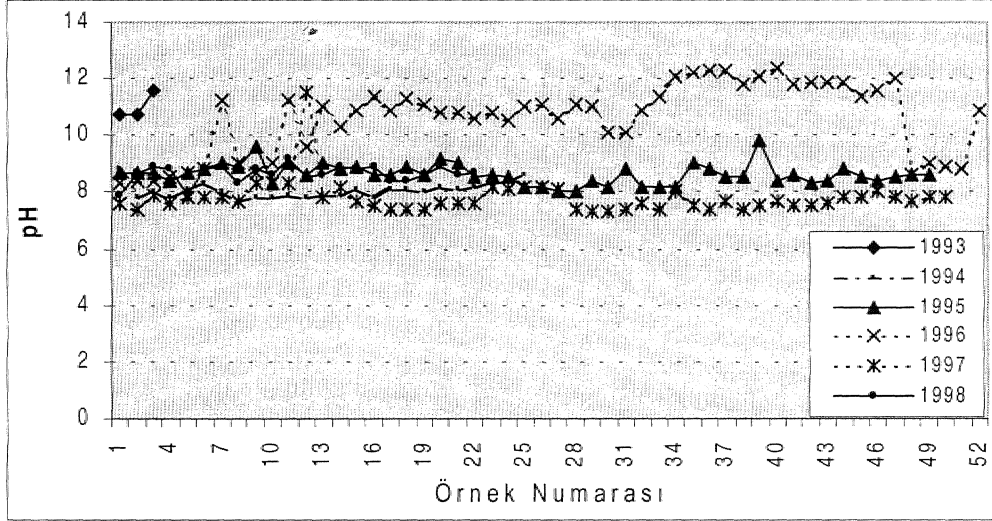
Çizelge 2. Termik santralının atık baraj gövdesinden sızan sularda ölçülen KOI, TAKM, top. fosfor, top., siyanür, sıcaklık ve pH değerleri (devamı)

Table 2. COD, TSSM, total phosphorus, total cyanide, temperature and pH values in the waste disposal site leakage water (continued)

Parametre Tarih	KOI (mg/l)	TAKM (mg/l)	Top.Fosfor (mg/l)	Top.Siyanür (mg/l)	Sıcaklık °C	pH	Parametre Tarih	KOI (mg/l)	TAKM (mg/l)	Top.Fosfor (mg/l)	Top.Siyanür (mg/l)	Sıcaklık °C	pH
18.11.1996	7	5.4	0.015	0.006	16	8.5	24.04.1996	21	5.6	0.0157	0.001	16	12
12.11.1996	7	7.4	0.015	0.001	19	8.7	16.04.1996	28	30	0.0157	0.005	15	12
05.11.1996	10	10.8	0.031	0.003	19.5	8.8	09.04.1996	11	72	0.047	0.006	15	12
30.10.1996	15	10.8	0.031	0.001	20	11.2	02.04.1996	20	20	0.016	0.008	15	12
23.10.1996	24	9.6	0.015	0.004	17	9	26.03.1996	13	62.6	0.156	0.005	14.5	12
15.10.1996	13	11.6	0.015	0.005	20	8.7	19.03.1996	10	140	0.063	0.012	14	12
09.10.1996	10	3.2	0.015	0.024	21	9	12.03.1996	24	103	0.094	0.005	14	12
02.10.1996	13	8.4	0.015	0.015	20	11.2	06.03.1996	22	334	0.047	0.006	13.5	12
24.09.1996	9	12.7	0.031	0.018	20	9.6	27.02.1996	13	27.2	0.125	0.005	13.5	11
18.09.1996	15	5.2	0.03	0.025	22	11	21.02.1996	21	306	0.0313	0.008	13.5	12
10.09.1996	5	80	0.015	0.031	24	10.3	13.02.1996	25	488	0.0626	0.01	14	12
04.09.1996	20	5.7	0.047	0.029	20	10.9	30.01.1996	1.1	0.063	0.004	0.004	17	8.6
28.08.1996	17	14.8	0.0157	0.034	19	11.4	22.01.1996	1.6	0.047	0.005	0.005	17	9
22.08.1996	16	208	0.0157	0.031	20	10.9	16.01.1996	2	0.016	0.006	0.006	16	8.9
22.08.1996	11	4	0.0157	0.039	19.5	11.3	09.01.1996	2.8	0.047	0.008	0.008	17	8.8
20.08.1996	8	14.8	0.031	0.014	20	11.1	02.01.1996	12	0.125	0.001	0.001	17.5	11
15.08.1996	11	52	0.0157	0.005	23	10.8	25.12.1995	4	0	0.004	0.004	14	8
07.08.1996	14	7.4	0.031	0.029	20	10.8	22.12.1995	4.13	0.031	0.009	0.009	18	8.7
30.07.1996	14	4.8	0.031	0.008	22	10.6	12.12.1995	1.08	0.063	0.01	0.01	17.5	8.7
23.07.1996	13	5.6	0.031	0.01	25	10.8	05.12.1995	6.6	0.031	0.008	0.008	17	8.7
16.07.1996	11	4.9	0.031	0.005	26	10.5	28.11.1995	3.2	0.094	0.006	0.006	16	8.4
10.07.1996	44	14	0.0157	0.003	23	11	21.11.1995	16	1.3	0.031	0.004	17	8.7
02.07.1996	11	23	0.031	0.005	21	11.1	14.11.1995	13	10	0.016	0.005	17	8.8
26.06.1996	13	168	0.031	0.005	19.5	10.6	08.11.1995	36	5.4	0.031	0.006	19	9
31.10.1995	27	6.8	0.016	0.005	20	8.9	28.02.1995	15	24	0.031	0.004	20	8.6
24.10.1995	11	7	0.031	0.01	19	9.6	21.02.1995	13	4.9	0.047	0.001	19	8.3
17.10.1995	36	2	0.031	0.005	19.5	8.3	14.02.1995	12	1.4	0.048	0.002	19	8.4
10.10.1995	20	2.1	0.047	0.01	20	9	08.02.1995	17	3.2	0.031	0.001	18.5	8.8
03.10.1995	25	1.92	0.031	0.004	20	8.6	01.02.1995	17	5.1	0.061	0	19	8.5
26.09.1995	13	2.12	0.045	0.003	21	9	24.01.1995	13	28.8	0.096	0.003	18.7	8.4
19.09.1995	15	1.83	0.034	0.001	21	8.8	17.01.1995	32	23.6	0.061	0.001	20	8.5
12.09.1995	9	2.6	0.502	0.001	21	8.9	10.01.1995	18	16.4	0.031	0.001	19	8.6
05.09.1995	12	3.2	0.047	0.004	20	8.6	03.01.1995	26	14.8	0	0.017	20	8.6
29.08.1995	33	2.1	0.063	0.004	21	8.6	27.12.1994	38	67	0.109	0.001	20	8.8
22.08.1995	23	6.8	0.03	0.005	20	8.9	13.12.1994	19	17	0.061	0.001	18	7.8
15.08.1995	48	6	0.016	0.004	20	8.6	09.12.1994	30	9.2	0.015	0.001	20	8
09.08.1995	14	28.2	0.047	0.006	20	9.2	29.11.1994	22	31.8	0.061	0	19	7.8
01.08.1995	35	6.1	0.056	0.001	19.5	9	22.11.1994	2	1.9	0.0107	0	19	8.1
25.07.1995	25	121.2	0.031	0.005	20	8.5	15.11.1994	22	11.8	0.127	0.004	19	8.3
19.07.1995	20	186.8	0.031	0.015	21	8.6	08.11.1994	19	3.5	0.096	0	19	8
13.07.1995	10	196	0.048	0.009	21	8.5	31.10.1994	2	1.3	0.03	0	20	7.7
05.07.1995	15	11	0.031	0.006	22	8.2	25.10.1994	3	1.8	0.061	0	20	7.8
27.06.1995	21	6.4	0.096	0.01	23	8.2	17.10.1994	4	3.2	0.083	0	21	7.8
20.06.1995	20	22.4	0.061	0	21	8	11.10.1994	7	3.8	0.096	0	20	7.9
14.06.1995	18	5.6	0.03	0.005	20	8	03.10.1994	13	7	0.016	0	20	7.8
07.06.1995	21	18.8	0.047	0.008	20	8.4	27.09.1994	10	15.3	0.036	0	20	7.9
30.05.1995	23	2.8	0.03	0.007	19	8.2	20.09.1994	12	23.2	0.031	0	21	7.9
23.05.1995	15	32	0.03	0.01	20	8.8	13.09.1994	22	4.4	0.048	0	20	8.1
17.05.1995	26	8.6	0.03	0	20	8.2	05.09.1994	28	0	0.062	0	20	7.8
09.05.1995	3	3.6	0.03	0.01	19	8.2	23.08.1994	10	1.8	0.061	0	20	8.1
26.04.1995	24	10	0.04	0.004	18	8.2	16.08.1994	8	17.4	0.035	0	20	8.1
11.04.1995	23	8.6	0.03	0.005	19	9	09.08.1994	19	20.9	0.061	0.002	20	8
06.04.1995	31	13	0.048	0.001	19	8.8	02.08.1994	15	38.4	0	0	20	8.2
28.03.1995	11	42	0.079	0	19	8.5	26.07.1994	6	0.87	0.057	0	20	8.1
23.03.1995	10	9.6	0.047	0.001	19	8.5	29.06.1994	23	1.2	0.061	0	27	8.2
16.03.1995	9	15.2	0.017	0.001	17.5	9.8	29.06.1994	29	1.6	0.061	0.006	27	8.3
07.03.1995	19	124.8	0.031	0	19	8.4	08.06.1994	41	83.2	0.048	0.008	20	8.4
08.06.1994	23	65.6	0.061	0.008	18	8.6							
27.09.1993	14	331	0.18	0.01	28	10.7							
23.09.1993	19	147	0.05	0.01	24	10.7							
22.09.1993	3	231	0.11	0	23	11.6							

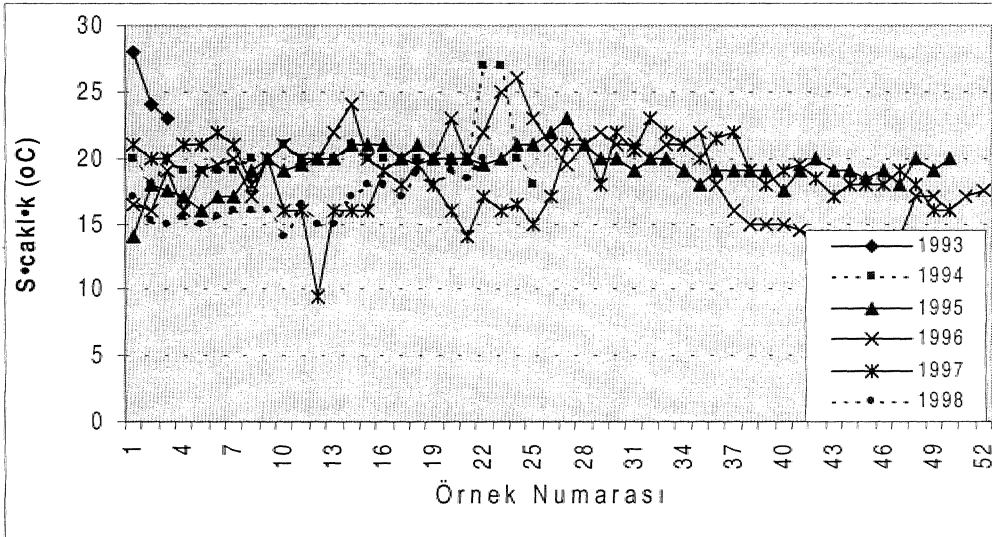
Bu verilere göre; atık depolama sahasındaki sula-no ortalama pHMan TSE (1997) tarafından içme suyu için önerilen $6.5 \leq \text{pH} \leq 8.5$ sınır değerleri geç-

miş durumdadır., Özellikle 1996 yılında alınan su örneklerinde pH değerleri TSE (1997) içine suyu standartlarına göre oldukça yüksektir (Şekil 7).



Şekil 7. Yatağan Termik Santralının atık baraj gövdesinden sızan sulara ölçülen pH değerleri

Figure 7. Measured pH values in the waste disposal site leakage water

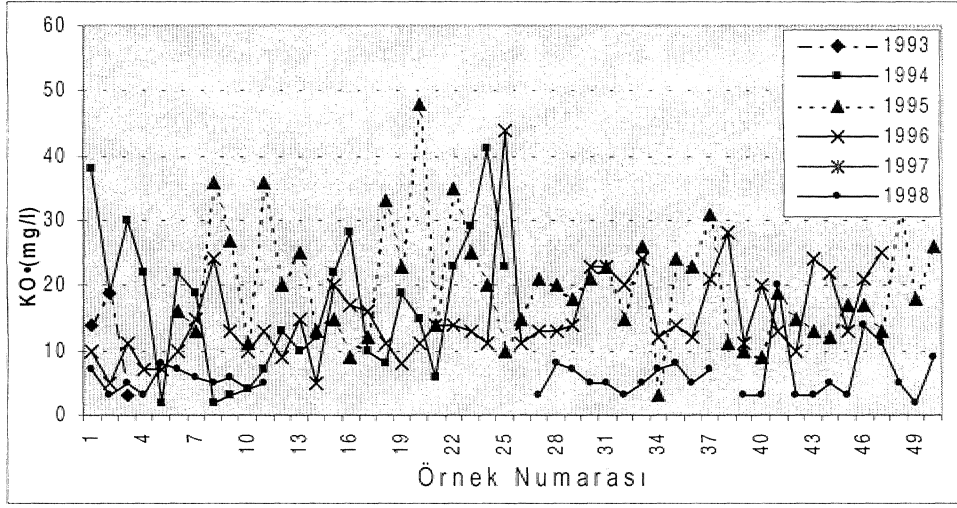


Şekil 8. Yatağan Termik Santralının atık baraj gövdesinden sızan sulara ölçülen sıcaklık değerleri

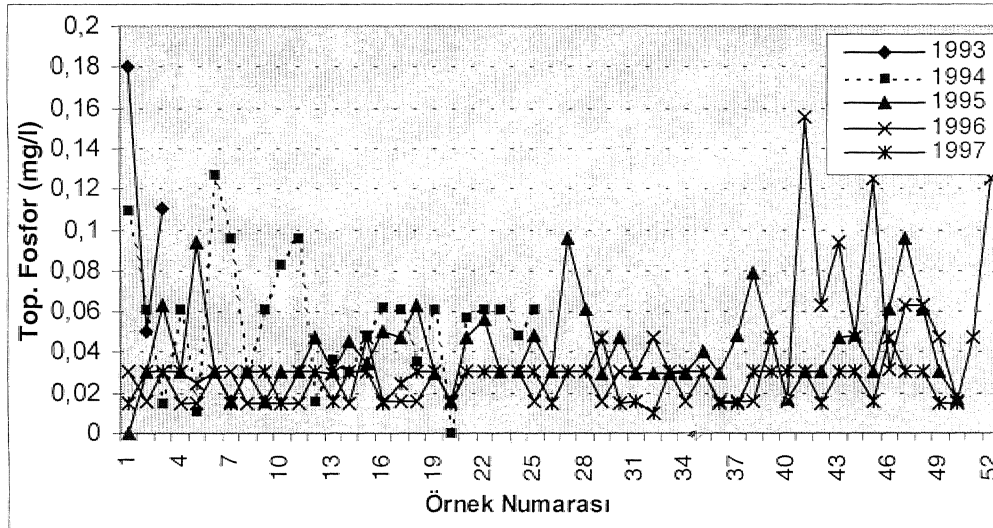
Figure 8. Measured temperature values in the waste disposal site leakage water

Bunun nedeni; Yatağan Termik Santralinde kullanılan suyun ön arıtma sisteminden geçmesidir. Termik santrale gelen suya Fe_2SO_4 ve kireç sütü dozajı yapılır. Fe_2SO_4 suda bulunan kolloid maddelerin çökebilecek büyüklükte parçalar halinde birleştirir. Kireç sütü ise, suya geçici sertlik veren kalsiyum ve magnezyum bikarbonatları çöktürür. Suya kireç sütü fazla ilave edildiğinde suların pH'ları 9-10.5 olmaktadır. Ön arıtma sisteminden arta kalan

sular ise atık depolama sahasına gönderilmektedir. Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KIO) değerleri genellikle 10 ile 40 mg/l arasında yoğunlaşmaktadır (Şekil 9). Atık depolama sahasına dökülen cürüflardaki yanmamış organik maddeler, atık baraj gövdesinden sızan sulardaki KIO değerlerinin kaynağını oluşturur. Toplam fosfor değerleri 0.02 ile 0.06 mg/l arasında yoğun olarak değişmektedir (Şekil 10).



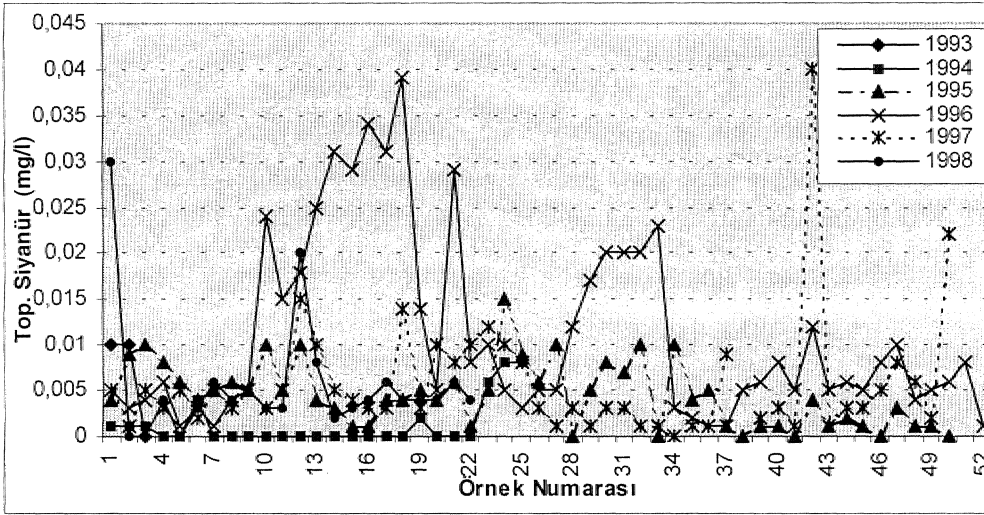
Şekil 9. Yatağan Termik Santralının atık baraj gövdesinden sızan sularda ölçülen KIO değerleri
Figure 9. Measured KIO values in the waste disposal site leakage water



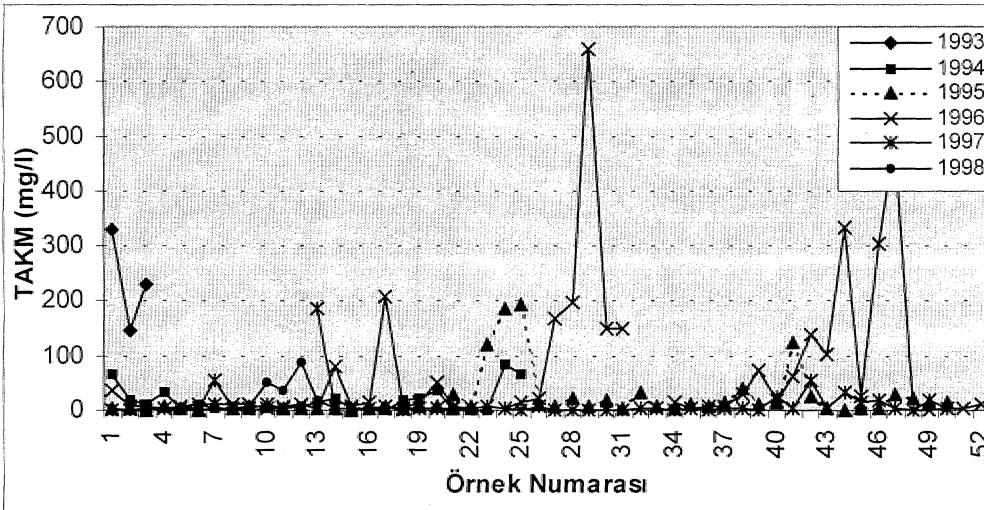
Şekil 10. Yatağan Termik Santralının atık baraj gövdesinden sızan sularda ölçülen Toplam Fosfor
Figure 10. Measured total phosphorous values in the waste disposal site leakage water

Yapılan incelemelere göre kirlenmemiş göllerde toplam fosfor 0.01 ile 0.04 mg/l arasında değişir (Uslu ve Türkman., 1987). Atık baraj sızıntı suundaki toplam fosfor değerleri kirlenmemiş göl suları ile yakın bir paralellik göstermektedir. Buradaki toplam fosfor yanmış kömür atıkları'ndaki safsızlıklardan kaynaklanmaktadır. Siyanür, kömürün bileşiminde de bulunan karbon (C) ve azotun (N) basit bir

bileşigidir., Stratosferde ve kuzey yarım kürenin troposferinde 150' ile 170 ppb düzeyinde mevcuttur (EPA, 1990). İnceleme alanı baraj sızıntı suundaki toplam siyanür miktarı düşüktür (Şekil 11). 21.5.1996 (3269 mg/l), 28.5.1996 (3726 mg/l) ve 8.4.1997 (2000 mg/l) tarihlerinde alman su örneklerinde ise toplam askıda katı madde miktarları aşırı yağışlardan dolayı artmıştır.



Şekil 11. Yatağan Termik Santralının atık baraj gövdesinden sızan sularda ölçülen Toplam Siyanür
Figure 11. Measured total cyanide values in the waste disposal site leakage water



Şekil 12, Yatağan Termik Santralının atık baraj gövdesinden sızan sularda ölçülen Toplam Askıda Katı Madde (TAKM) miktarı

Figure 12. Measured TSSM values in the waste disposal site leakage water

GÖZLEM KUYULARINDA YERALTI SUYU KALİTESİ

1994 tarihinde TEAŞ tarafından yapılan atık baraj suyunun yeraltı sularına etkilerini araştırmak amacıyla barajın önünde yer alan keson kuyu, artezyen, menfez soyu, çeşme ve termik santralına su

sağlanması için açılan sondaj kuyusundan (Şekil 5) alınan su örneklerinde ağır metal analizleri yapılmıştır (Çizelge 3). 1994 verilerine göre inceleme alanındaki yeraltı sularında herhangi bir kirlilik söz konusu değildir. Ancak baraj akışaşağı (menfez) suyunda arsenik değeri EPA (1993)'ün önerdiği **0.05*** mg/l kritik değerine oldukça yakındır,

Çizelge 3. Atık barajı çevresinde alınan su numunelerinde ağır metal analizleri (TEAŞ, 1995)

Table 3, Concentrations of heavy metals in water samples taken from around the waste disposal site (TEAS, 1995)

Su Numunelerinin Alındığı Tarih: 15.11.1994						
mg/l	Keson Kuyu	Artezyen	Yedi Kuyular	Menfez Suyu	Çeşme	EPA, 1993
Na ⁺	50	45	80	110	45	
Fe (total)	0.08	0.478	0.021	0.84	<0.01	
As (total)	<0.01	0.012	<0.01	0.049	<0.01	0.05
Mn (total)	0.98	1.14	<0.05	2.49	<0.05	
Hg	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.001
Cu	<0.01	0.016	<0.01	<0.01	<0.01	1.3
Pb	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.015
Zn	0.03	0.013	<0.01	<0.01	<0.01	
Co	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	
Cd	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.005
Cr	<0.02	0.025	0.025	<0.02	<0.02	0.1
Ni	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	
CN ⁻	<0.01	<0.01	<0.01	0.01	<0.01	0.2

TEAŞ tarafında atık baraj suyunun yeraltı suyuna etkisini araştırmak amacıyla SK-1, SK-2, SK-3, nolu üç adet sondaj kuyusu açmıştır (Şekil 5). SK-1, SK-2, SK-3 kuyulardan 1995, 1996, 1997 ve 1998 tarihinden itibaren suların kimyasal ve fiziksel özellikleri

rini ortaya koymak amacıyla aylık analizler yapılmıştır. SK-1, SK-2 ve SK-3 kuyulardan Aralık 1995 ve Mart 1997 alınan su örneklerinde Pb, Cu, Cr, Cd, Co, Mn, Zn ve As analizleri atomik absorpsiyon spektrofotometresi (ASS) ile yapılmıştır (Çizelge 4).

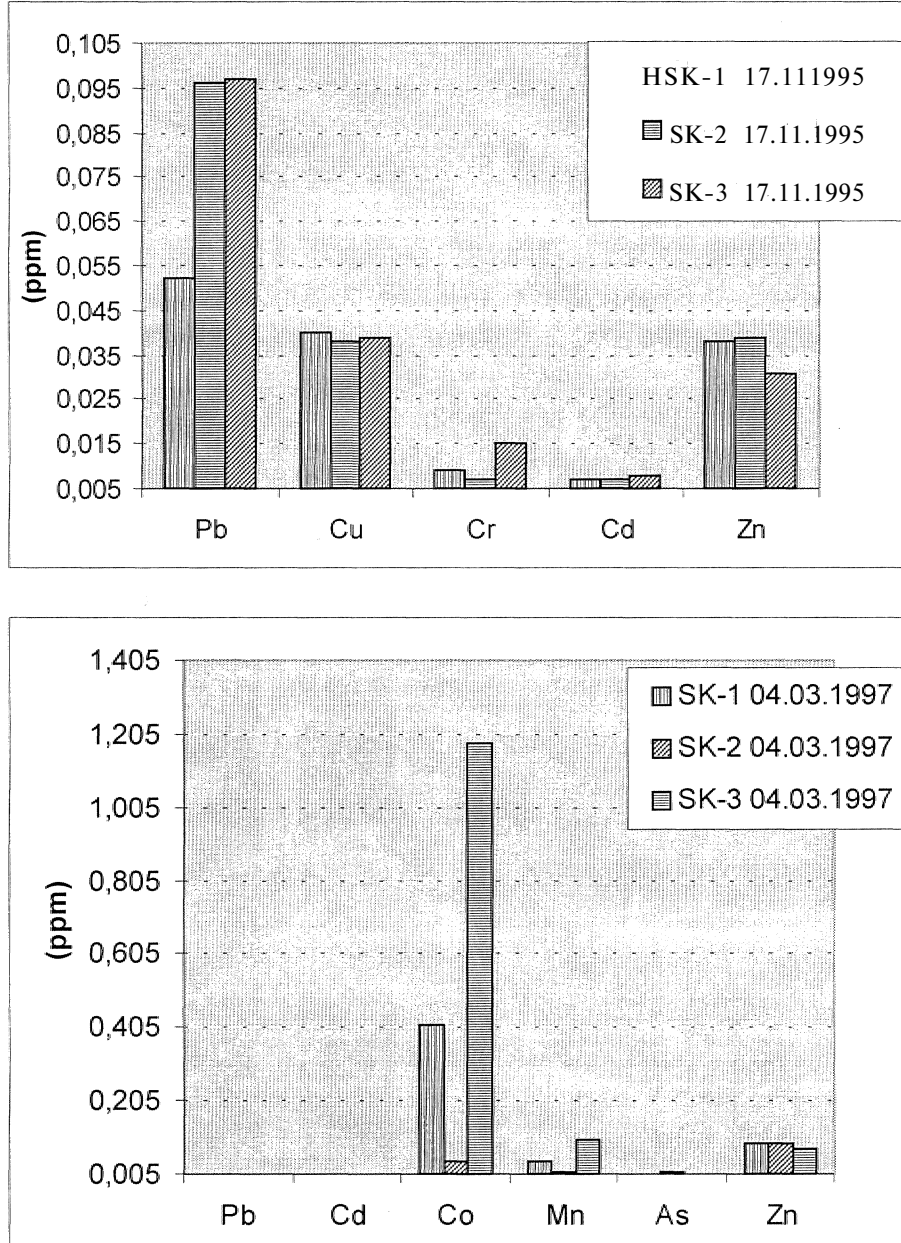
Çizelge 4. 1995 ve 1997 tarihlerinde sondajlardan alınan su numunelerinde ağır metal analizleri

Table 4. Concentrations of heavy metals in water taken from boreholes in 1995 and 1997

Lokasyon	SK-1		SK-2		SK-3	
	17.11.1995	04.03.1997	17.11.1995	04.03.1997	17.11.1995	04.03.1997
Pb (mg/l)	0.052	0	0.096	0	0.097	0.005
Cu (mg/l)	0.04		0.038		0.039	
Cr (mg/l)	0.009		0.007		0.015	
Cd (mg/l)	0.007	0.002	0.007	0.001	0.008	0.002
Zn (mg/l)	0.038	0.087	0.039	0.09	0.031	0.075
As (mg/l)		0.001		0.01		0.003
Co (mg/l)		0.41		0.04		1.18
Mn (mg/l)		0.041		0.01		0.099

SK-1, SK-2 ve SK-3 nolu kuyularda Aralık ayında alınan numunelerde Cd ve Pb değerleri EPA'nın içme suları için önerdiği 0.005 ve 0.015 sınır değerleri aştığı görülmektedir (Şekil 13). Kömürün yanması ile birlikte, kömürün içeriğinde bulunan kirliliğe sebep olma potansiyeline sahip, it, Cd, Pb ve Zn

gibi toksik iz elementler kül ve cürüflara transfer olur. Kömürün yanmasıyla kaynaklanan bu atıklardaki toksik iz elementler sulara karışmaktadır (Egemen ve Yurteri, 1996; Lee, 1982; Zouboulis ve Tzimou-Tsitouridou, 1990).



Şekil 13. Gözlem kuyularında ağır metal derişimleri

Figure 13. Heavy metal concentrations in ike observation wells

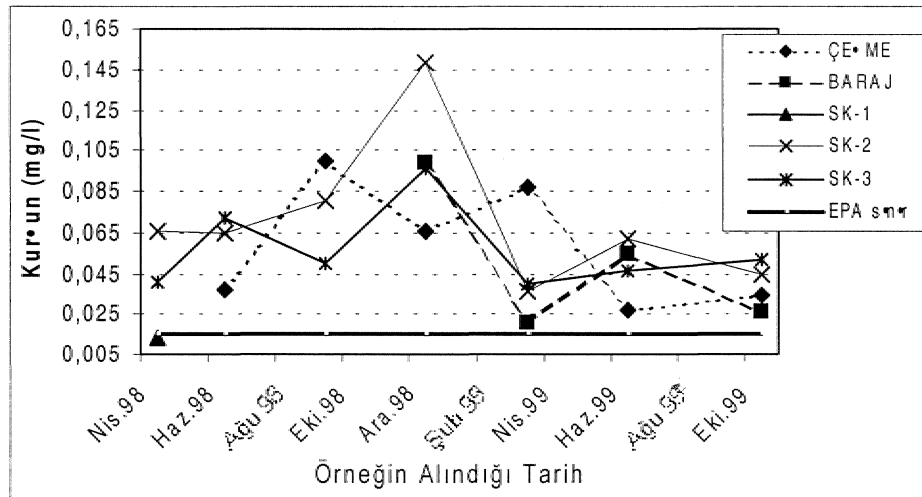
İnceleme alanındaki sulara 1998 ve 1999 tarihleri arasında atık depolama barajı yanındaki çeşmeden, kül barajından ve gözlem kuyularından SO_4^{2-} , Fe, Pb,, Zn ve toplam çözünmüş katı madde miktarları

ölçülmüştür (Çizelge 5). Bu veriler göre; kurşun (Pb) değerleri EPA (1993)'ün içme suları için önerdiği 0,015 mg/l sınır değerlerini aştığı görülmektedir (Şekil 14).

Çizelge 5. Kül barajı çevresindeki sulara ölçülen kurşun, sülfat, demir, çinko ve toplam çözünmüş katı madde (TÇKM) miktarı

Figure 5, Concentration of lead, sulfate, iron, zinc and total dissolved solids around the waste disposal site

Element	Lokasyon	03.04.1998	19.06.1998	03.09.1998	07.12.1998	02.03.1999	08.06.1999	25.10.1999
Kurşun (Pb) (mg/l)	ÇEŞME		0.037	0.1	0.066	0.087	0.027	0.034
	BARAJ				0.099	0.021	0.055	0.026
	SK-1	0.013						
	SK-2	0.066	0.065	0.08	0.148	0.036	0.062	0.045
	SK-3	0.041	0.072	0.05	0.096	0.04	0.046	0.052
Sülfat (SO_4) (mg/l)	ÇEŞME		194	272	134	163	360	329
	BARAJ				447	418	371	388
	SK-1	124.8						
	SK-2	520.9	429	698	508	437	455	466
	SK-3	116.4	105	148	563	169	178	465
Demir (Fe) (mg/l)	ÇEŞME		0	0.032	0.031	0.035	0.148	0.041
	BARAJ				0.08	0.064	0.076	0.068
	SK-1	0						
	SK-2	0.925	0.257	0.49	0.123	0.335	0.479	0.582
	SK-3	0.211	0.289	0.978	0.555	0.285	0.538	1
Çinko (Zn) (mg/l)	ÇEŞME		0.02	0.058	0.068	0.136	0	0.015
	BARAJ				0.218	0.845	0.026	0
	SK-1	0.013						
	SK-2	0.337	0.071	0.06	0.043	0.106	0.049	0.045
	SK-3	0.066	0.07	0.033	0.056	0.167	0.014	0.015
TÇKM (mg/l)	ÇEŞME		853	841	1127	846	874	849
	BARAJ				1097	963	1011	937
	SK-1	558						
	SK-2	1286	1519	1388	1327	1001	1280	1278
	SK-3	725	1155	915	810	813	938	1121

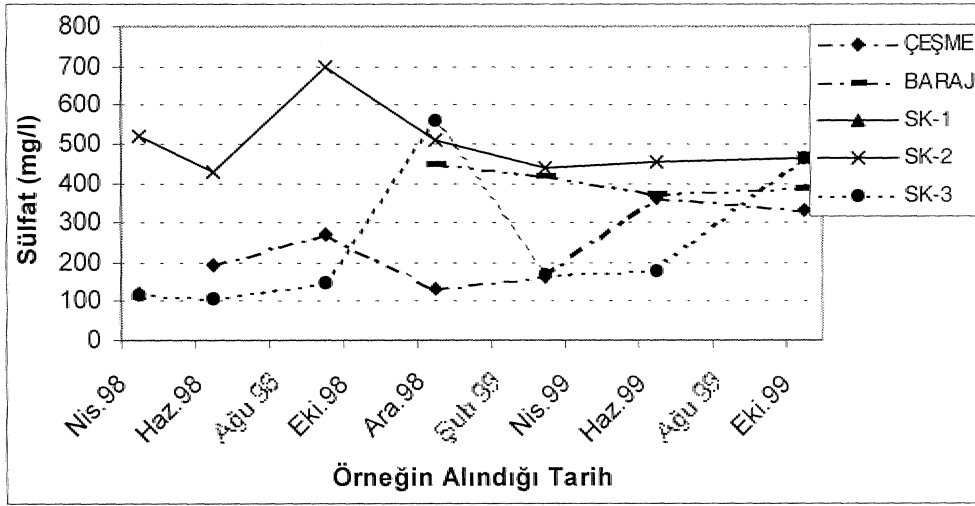


Şekil 14. Kül barajı çevresindeki sulara ölçülen kurşun miktarları

Figure 14. Concentrations of lead around the waste disposal site

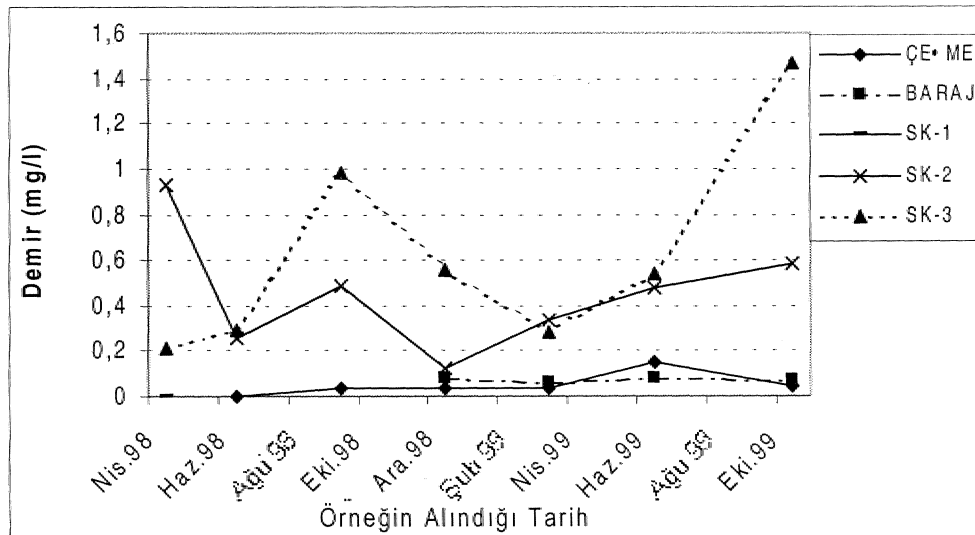
Genel olarak sülfat (SO_4^{2-}) değerleri SK-2 nolu gözlem kuyusunda daha yüksektir (Şekil 15). Bu verilere göre iki nolu gözlem kuyusu suyu TSE (1997) içme suyu için önerilen sınır değerlerini aşmıştır. İnceleme alanındaki sülfatların yüksek çıkması nedeni,, küllerin ve cürufların yapısında kükürtün bulunması, termik santrale gelen suya ön arıtma işlemleri sırasında Fe_2S_4 verilmesi ve ön arıtma

sonucu oluşan atık suyun atık barajına gönderilmesidir. Ayrıca SK-2 ve SK-3 nolu gözlem kuyularında ölçülen demir miktarı baraj ve çeşme suyuna oranla daha yüksektir (Şekil 16), Çinko (Zn) ve toplamı çözülmüş katı madde (TÇKM) miktarı WHO (1963)'ün içme suyu için önerdiği sınır değerleri arasında kalmaktadır (Şekil 17-18)..



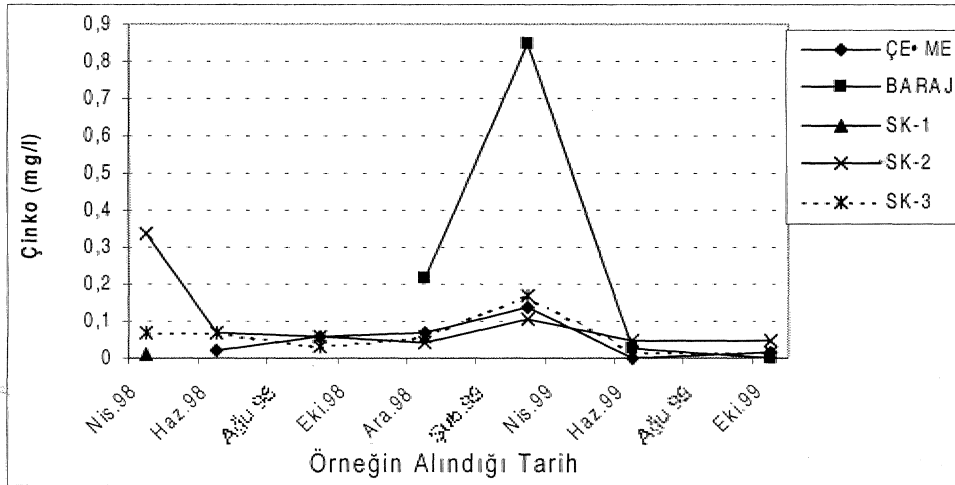
Şekil 15. Kül barajı çevresindeki sularda ölçülen sülfat miktarları

Figure 15. Concentrations of sulfate around the waste disposal site



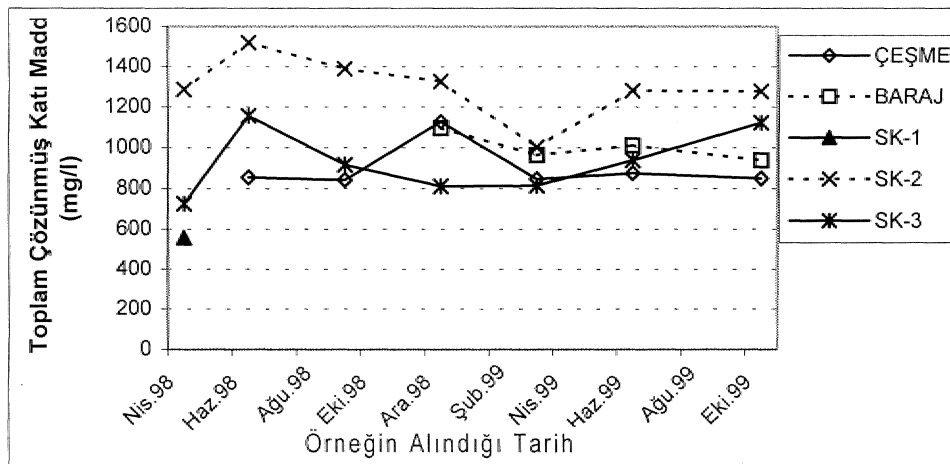
Şekil 16. Kül barajı çevresindeki sularda ölçülen demir miktarları

Figure 16. Concentrations of iron around the waste disposal site



Şekil 17. Kül barajı çevresindeki sularda ölçülen çinko miktarları

Figure 17. Concentrations of zinc around the waste disposal site



Şekil 18. Kül barajı çevresindeki sularda ölçülen toplam çözünmüş katı madde miktarları

Figure 18. Concentrations of total dissolved solids around the waste disposal site

TARTIŞMA

Türkiye'de, özellikle 1970-1980 yılları arasında artan enerji açığının karşılanması amacıyla, peş peşe devreye giren termik santraller nedeniyle kömür talebinde hızlı bir artış olmuştur. 1970 yılında termik santrallerin kömür tüketim miktarı toplamı; yaklaşık 880 bin ton iken, bu rakam 1985 yılında 19.5 milyon ton'a, 1990 yılında 28 milyon ton'a ve 1996 yılında da yaklaşık 42 milyon ton'a ulaşmıştır (Bozoğlan, 1997). Buna bağlı olarak, termik santrallerden kay-

naklanan kül ve cüruf miktarlarında artmıştır. Özellikle küllerdeki elementler litofil ve kalkofil elementlerdir (Klein vd., 1975). Kalkofil elementler, sülfür fazında derişen, As, Cd, Ga, Ge, Pb, Se, Sn, Tl ve Zn gibi elementlerdir. Uçucu olan kalkofil elementler, matris yapıya girme eğilimi göstermeyerek, küllerin yüzeylerinde tutulurlar. Diğer, Cu, Mn, Ni ve V gibi elementler ise kısmen matris yapıda bulunurken, kısmen de yüzeyde tutularak, geçişli bir davranış gösterirler (Çancı vd., 1997). Çeşitli kül liç deneysel çalışmaların sonuçlarına göre, küllerde

bulunan toksik iz elementler, küllün soyla temas etmesi sonucu suya geçebilmektedir (Baba, 2000b; Deborah ve Ernest, 1981; Egemen ve Yurteri, 1996; Eisenberg vd., 1986). Termik santrallerde kömürün yanması sonucu ortaya çıkan bu atıkların güvenli yöntemlerle deşarjı, toksik iz çlement içeriği nedeniyle, yeraltı suları açısından büyük önem taşımaktadır. Birçok termik santralde olduğu gibi, Yatağan Termik Santralinden kaynaklanan küllerin,, rüzgarla çevreye yayılmasının önlenmesi amacıyla sulandırılarak depolama yapılmaktadır, Bunun sonucu olarak katı atıkla birlikte, büyük hacimli atıksu barajlarında oluşmuştur. Bu atıksuların pH'ları 9-11,5 arasında değişmektedir (Baba, 2000a; Egemen, 1993), pH değeri küllerdeki iz elementlerin suyu geçişinde oldukça önemlidir. Bazik ortamlarda ağır metaller çökeldiği için sulara genellikle düşük oranlarda toksik iz elementler yer alır. Ancak pH'5 ten. düşük olan asidik ortamlarda, toksik iz demetler suya geçmektedir (EPA,, 1995; Eckenfelder, 1989; Patterson, 1985; Weber ve Smith, 1986). Yatağan Termik Santral atık depolama barajından sızan suların pH'ları genellikle 8-10¹ arasında yoğunlaşmaktadır. Termik santral bacalarından atmosfere bırakılan kükürtlerin çevreye yayılması ve bunların yağmur suyu ile reaksiyona girmesi sonucu asidik ortamlar oluşabilir. Bu nedenle; atık barajındaki suların pH'ları düşebilir ve içerdikleri küllerin yapısında bulunan toksik iz elementler yeraltı, sularına taşınabilir.

Termik santrallerden kaynaklanan atıkların yığınlar şeklinde açıkta, depolanmaları durumunda, içerdikleri metaller ve/veya diğer- bileşenler yağmur ile yeraltı sularına sızabilmektedir. Bu nedenle, termik santrallerden kaynaklanan katı atıkların depolandığı alanların incelenmesi ve gerekli önlemlerin alınması son derece önemlidir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Yatağan Termik Santral, atık depolama sahasındaki küllerin rüzgarla etrafa yayılmasının önlenmesi amacıyla, sulama yapılmaktadır, Bu nedenle; atık depolama sahasının bulunduğu alanda büyük bir atık su barajı oluşmuştur. Atık barajından sızan sular Yatağan Ovasını oluşturan alluviyonal akiferlere karışmaktadır.

Yatağan Termik Santrallinden kaynaklanan kül ve cürufu bulunan elementlerin büyük bir kısmının, atık depolama sahasındaki suların pH'larının düşmesine bağlı olarak yeraltı sularını etkileyebilecektir. Çünkü çözülmüş madde konsantrasyonları, azalan pH değerleri ile artmaktadır. 1994 tarihinde yörede

alman su örneklerinde yapılan ağır metal analiz sonuçlarında yeraltı suyu kirliliği söz konusu olmazken, daha sonraki yıllarda (1998- 1999) özellikle Cd ve Pb değerlerinin, içme suları için EPA (1993) tarafından, önerilen sınır değerlerini aştığı görülmektedir. Ayrıca,, termik santral atıklarının etkileri sonucu, araştırma alanındaki yeraltı sularında SO₄⁼ miktarı da artmıştır.

Yatağan Termik Santral'ında ortaya çıkan kül ve cürufu,, toksik. iz element içerikleri nedeniyle çevresel açıdan büyük önem taşımaktadır. Kül ve cürufu, toprak örtüsü ve yüzey sularının kirlenmesinin yanı sıra, yeraltı sularına ulaşması sebebiyle sağlık açısından tehdit edici sonuçlar yaratacaktır., Yatağan Termik Santral atıklarının ve kömür yakıtlı diğer termik, santrallerden kaynaklanan, kül ve cürufu, güvenli yöntemlerle bertaraf edilmesi, yeraltı sularının korunması açısından büyük önem taşımaktadır.

KATKI BELİRTME

Çalışmalarım sırasında olanaklarından yararlandığım Yatağan Termik Santral yöneticilerine teşekkür ederim,

DEĞİNİLEN BELGELER

- APHA-AWWA, 1992. Standart methods for examination of water and. wastewater, 18th edition, Washington, DC,
- Baba, A., 1999. Türkiye'de termik santral atıklarının çevre jeolojisi,. BAKSEM'99, 130- 135, İzmir.
- Baba, A., 2000a. Yatağan (Muğla) termik santral, atıklarının çevre jeolojisi açısından incelenmesi,. Doktora tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü {yayımlanmamış}.
- Baba» A,, 2000b. Leaching, characteristics of wastes from. Kemerköy (Muğla-Turkey) power plant;. Global. Nest: the Int., J. vol. 2, 51 -57.,
- Becker-Platen, J. D.,, 1970. Lithostratographische Untersuchungen im Kanozoikum Sudwest-Anatoliens (Türkei). Geologischen Jahrbuch, 97-244, Hannover..
- Bertine,, K, K ve Goldberg, E. D., 1971.. Fosil fuel combustion and. the major sedimentary cycle. Science, 173,, 233-235.,

- Bozoğlan, M., 1997. TKİ Kurumu bünyesindeki çevresel Önlemler ve bu önlemlerin maliyet analizleri. Çevre ve Enerji Kongresi, 192, 491, Ankara.,
- Brinkmann,, R., 1967.. Menderes Masifi'nin Milas - Bodrum- Ören civarındaki güney kanadı. Ege Univ..Fen Fakültesi ilmi Raporlar serisi, 43,, 12.
- Çana,, B., Güleç, N., Eler, A., 1997.. Kömür yakıtlı termik santrallardaki uçucu küllerin çevreye etkisifgenel değerdendirme., 20. Yıl Jeoloji Sempozyumu,» 181-187, Konya,
- Deborah, A.K ve Ernest,, E.A., 1981. Effect of leachate solutions from fly and bottom ash on groundwater quality, Journal of Hydrology, 54,, 341-356.
- Eckenfelder, W.W., 1989. Industrial water pollution control. New York,, NY: McGraw-Hill
- Egemen, E,, 1993.. Release of metal ions from, fly ash originating from coal-fired thermal power plants,, The Graduate school of natural and applied sciences of Middle East Technical University, masters thesis, Ankara, (yayınlanmamış).
- Egemen, E, ve Yurteri, C, 1996. Regulatory leaching tests for fly ash: a case study., Waste Management and Resource, 14, 43-50..
- Eisenberg, S.H.» Tittlebaum, M.E., Eaton, H.C. ve Soroczak, M.M., 1986.. Chemical characteristics of selected, fly ash leachates; Lof Environ. Sci. and Health, Part A, A21(4),, 383-402,
- Environmental Protection Agency,, (EPA), 1990. Summary review of 'health effects associated, with hydrogen cyanide. EPA/600/8-90-002F.
- Environmental Protection Agency,, (EPA),, 1993. Standart methods for the examination of water' and wastewater. American Public Health Assoc. US.
- Environmental Protection Agency, (EPA), 1995. Groundwater and. leachate treatment systems. EPA/625/R-94/005.
- Klein,, B, H. Andren, A, W., Carter, J.A., Emery, J..R, Feldman, C, Fukerson, W., Lyon,, W. S., Ogle, LG., Talmi, Y,, Van Hooh, R. I ve Bolton, N,, 1975. Pathways of thirty seven trace elements through coal-fired power plant. Environmental Science and. Technology, 9,, 10,973-978.
- Lee, S. Y., 1982. Coal gasification solid, wastes: physicochemical characterization.. Environmental Science and Technology, 16, 10, 728-731.,
- Patterson, I.W., 198,5. Industrial wastewater treatment technology.. Boston, MA: Butterworth Publishers,,
- SONAR, 1986.. Yatağan Termik Santrali kül barajı mühendislik jeolojisi raporu., Türkiye Elektrik Kurumu, Ankara (yayınlanmamış).
- Şekercioğlu, E,, 1993.. Yapıların projelendirilmesinde mühendislik jeolojisi.. TMMOB IMG yayınları:23, say,60., Ankara.
- TEAŞ, 1995.. Yatağan Termik Santralı kül depolama sahası araştırma, ve izleme sondajları raporu. Ankara,, (yayınlanmamış).
- TSE, 1997.. İçme suları standardı. Türk Standartları Enstitüsü 1.,Baskı TSE,, TS 266, 1-25, Ankara.
- Uslu,, O., Turkman,, A., 1987, Su kirliliği ve kontrolü. TC. Başbakanlık Çevre Genel Müdürlüğü yayınları eğitim dizisi 1, Ankara.
- YTS, 1993., Yatağan Termik Santralı brifing dosyası. Türkiye Elektrik Kurumu, Yatağan, (yayınlanmamış).
- Weber, WJ ve Smith, E.H., 1986. Removing dissolved organic contaminants from water. ES&T 20:970-979.
- WHO, 1963. Drinking, water standards.. In Engineering Geology and Environmental Approach (Ratio, P.H., 1.996), second, edition,'256-257.
- Zouboulis, AX, Tzimou-Tsitouridou, R., 1990. Fly ash utilization in environmental engineering. the case of Greece, Reclamation,, treatment and utilization of coal, mining wastes. Rainbow, Balkema, Rotterdam., 493-499

