

Sapanca Gölü İçme Suyu Havzasında Otoyol ve Demiryolundan Kaynaklanan Kirliliğin Yağmur SUYU Sulak Alan Metoduyla Giderilmesi

Abdullah UZUN*
auzun@sakarya.edu.tr

Rüstem KELEŞ**
rustem.keles@sakarya-saski.gov.tr

İbrahim BAL**
ibrahim.bal@sakarya-saski.gov.tr

* Sakarya Üniversitesi Tel: 0264 2953223 ** SASKİ - Sakarya Su ve Kanalizasyon İdaresi

Özet

Trafik, çevre kirliliğine neden olan en önemli faktörler arasında yer alır. Otoyollara yakın su kaynaklarının kirlilik oranı/riski her geçen gün artmakta ve kullanılabilir su kaynaklarının küresel ısınma, çevre kirliliği gibi sebeplerle giderek azalmaktadır. Bundan dolayı eldeki mevcut kaynakların korunması hayati önem arz etmektedir.

Bu koruma çalışmaları arazide ölçüm yapılarak, izleme çalışmalarıyla ele alınmaktadır.

Sakarya şehrinde içme suyu ihtiyacının %90'ı Sapanca Gölünden karşılanmaktadır. Gölün iki yakasından geçen otoyolları ve güney kısmından geçen demir yolundan kaynaklanan drenaj suları gölü olumsuz etki etmektedir.

Bu çalışmada, öncelikle yağışların etkisi ile oluşan kirlilik oranlarını tespit edilmiştir. Bu tespitlere göre kirliliğin giderilmesi için yağmur suyu sulak alan metodu kullanılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Çevre kirliliği, su kirliliği, motorlu taşıt, egzoz gazları.

Sapanca Lake Basin Water Pollution From Highway and Railway Detection and Method of Wetlands With Rainwater

Abstract

Traffic is one of the important factors that cause environmental pollution. Traffic density is increasing with each passing day. With this intensity pollution of water sources close to motorways, the dirtiness of rate / risk is increasing with each passing day. Therefore, the protection of the available resources is of vital importance. For this purpose, the protection of drinking water supplies, studies in environmental protection work is rapidly increasing in recent years.

These studies made in the field of measurement, monitoring and implementation efforts / legislation and the relevant studies are discussed. The drinking water of 90% needs are met from Sapanca Lake in the city of Sakarya. The southern part of the highways and railways, which both sides of the lake from the drainage waters of the lake has a negative effect.

In this study, the pollution detection and eliminate in Rain water, wetlands method was used.

Key Words: Environmental pollution, water pollution, vehicle and exhaust gasses.

Giriş

Su kaynakları kirliliği; insanların sosyal ve ekonomik faaliyetler sonucu içme suyu kaynaklarının bileşimindeki maddelerin konsantrasyonlarının normalin üzerine çıkması ile su kaynaklarının doğal bileşiminin bozulması ya da su kaynağında daha önce bulunmayan maddelerin su da tespit edilmesidir.

Bu kaynakları kanalizasyon suları, fabrika atıkları, tarımsal faaliyetler ile çevresinde otoyol varsa ulaştırma yoluyla gelen kirleticiler etkilemektedirler.

Ulaştırma kaynaklı kirlilikler, azot oksitler (NO_x), partikül maddeler (PM), karbon monoksit (CO) ve hidrokarbon (HC) emisyonlarından kaynaklanmaktadır. Ulaştırma, AB15 seviyesine göre toplam NO_x emisyonlarının %42'sini, toplam CO emisyonlarının %47'sini ve toplam PM emisyonlarının %18,4'nü oluşturmaktadır. (ETC/ACC,2005) [1]. Ayrıca Karbon dioksit (CO₂) emisyonunun ise %24 gibi büyük bir kısmından da sorumludur [2].

Ulaştırma kaynaklı bu emisyonların dışında taşıtlardan kurşun (Pb), kadmiyum (Cd), nikel (Ni), bakır (Cu), krom (Cr), çinko (Zn) gibi ağır metaller atmosfere ve toprağa çeşitli şekillerde verilmektedir. Ulaştırma kaynaklı ağır metaller çevre kirliliğine neden olan en önemli etkenlerdendir ve bunların çok küçük konsantrasyonları bile toksik etki yaratmaktadır. Ağır metallerin çevre ortamında yaygın bir şekilde birikmesi, tüm canlılar için giderek artan bir tehlike oluşturmaktadır. Bu maddeler akut ve kronik etki gösterebilirler.

Şehirlerde yaşayan insanların bu emisyonlara yüksek konsantrasyonlarda maruz kalmaktadır. İnsanları, canlıları ve içme suyu kaynaklarını olumsuz etkileyen bu emisyonların miktarlarını belirlemek için pek çok çalışma yapılmıştır.

İtalya'da gerçekleştirilen farklı bir çalışmada ulaştırma kaynaklı emisyonların envanteri hazırlanmış ve COPERT III modeli kullanılmıştır. Bu modele göre emisyonlar şehir içi, kırsal ve otoyol olmak üzere 3 sürüş koşulunda hesaplanmıştır. 2001 yılı için CO, NMVOC, PM ve NO_x emisyonları 79,520ton, 11,547ton, 1867ton ve 19,380ton olarak bulunmuştur [3].

İspanya'da yapılan bir çalışmada ise 2004 yılında HERMES modeli ile ısınma, endüstri ve ulaştırma başta olmak üzere tüm emisyon kaynakları ele alınarak emisyon tahminleri gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonuçlarına göre CO emisyonlarının %81'i, toplam askıda partikül madde (TSP) emisyonlarının %41'i ve NO_x'in %37'si ulaştırmadan kaynaklanmaktadır [4].

İzmir il merkezi ve çevre yolları kenarında yapılan çalışmada bitkilerde ulaştırma kaynaklı Pb, Zn ve Cd ağır metallerinin birikimi incelenmiştir. Çalışma sonucunda trafiğin yoğunluğuna bağlı olarak ağır metal birikiminin arttığı anlaşılmıştır [5].

Atina'da yapılan bir çalışmada trafiğin yoğun olduğu yol boyunca toprağın Pb değerinin yüksek olduğu, ancak yol kenarından olan mesafe arttıkça azalmanın başladığı ve Pb kirliliğinde ana kaynağın ulaştırma kaynaklı egzoz gazları olduğu belirlenmiştir [6].

Bu çalışmada, kirliliğin tespit edilmesi ve giderilmesi ile ilgili olarak yapılan çalışmalar şu şekilde özetlenebilir. Öncelikle yağışların etkisi ile oluşan kirlilik oranlarını tespit edilmiştir. Yapılan bu tespitlere göre kirliliğin bertarafı için doğal arıtma sistemlerinden biri olan yağmur suyu sulak alan metodu seçilmiştir. Havza içinde uygun bir alan tespit edilerek sistem inşaa edilmiş ve doğal arıtma giriş ve çıkışlarında analiz yapılarak doğal arıtımın etkinliği tespit edilmiştir.

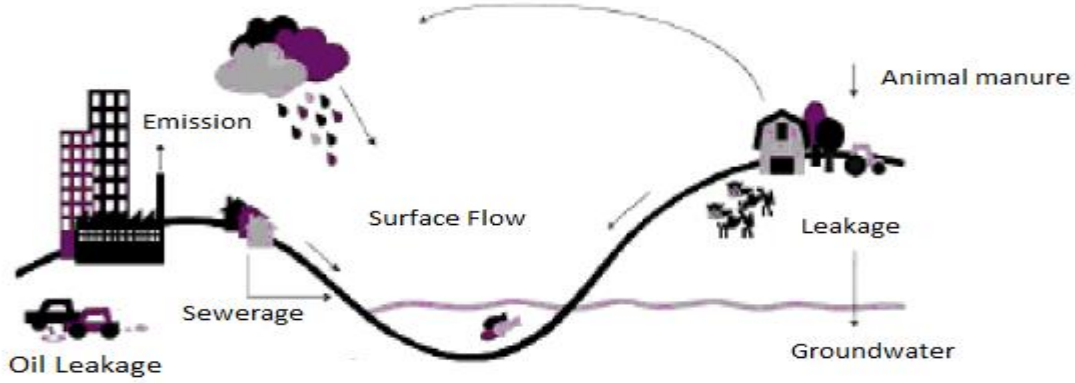
1. Kirlilik Kaynakları

Sapanca gölü coğrafi konumu, doğal güzellikleri ve turizm potansiyeli sebebiyle bir cazibe merkezi konumundadır. Göl havzasında yaşayan yerleşik nüfusun yanı sıra özellikle İstanbul, Ankara gibi metropollerde yaşayanların oldukça yoğun bir şekilde ikinci konut ihtiyacını da karşılamaktadır. Bu nedenle havzada yoğun bir nüfus bulunmaktadır. Bu durumda oluşan evsel atıksular gölün her iki yakasında bulunan kollektörler vasıtasıyla arıtma tesislerine ulaştırılmakta burada arıtıldıktan sonra alıcı ortama deşarj edilmektedir. Bunun yanında göl havzasında çok yoğun olmamakla birlikte çeşitli ölçekte sanayi kuruluşları, turizm işletmeleri bulunmaktadır. Buralardan kaynaklanan evsel

ve endüstriyel atıklarda kollektörler vasıtasıyla Gölü besleyen dereler vasıtasıyla gelen kirlilik yükleri, havzada ki tarımsal faaliyetler ve gölün her iki yakasından geçen otoyollar ve

toplanmaktadır[7].

demiryolundan kaynaklanan yağmur suyu drenajları hali hazırda gölü tehdit eden en önemli kirlilik unsurlarıdır.



Şekil 1. Yaygın kirleticilerin kaynakları ve taşınım yolları (Özalp, 2009)

Karayolları, trafik yoğunluğu, iklim ve yağış özellikleri, yol yüzey yapısı gibi etkenlere bağlı olarak özellikle besi yükleri, ağır metal ve (Poliaromatik hidrokarbonlar- petrol kökenli kirleticiler) PAH türü kirleticilerin önemli oranda biriktiği alanlar olarak kabul edilmektedir (Barett et al., 1995; Terzakis et al., 2008). Bu kirleticilerin ana kaynakları, yağışlı ve kuru dönemlerde meydana gelen atmosfer

girdileri, motorlu taşıtlar, yol bakım çalışmalarında kullanılan kimyasallar ve herbisitlerdir (Barett ve ark., 1995) İleri (1997), Sapanca Gölü'nde yapmış olduğu çalışmada otoyoldan (D-80) kaynaklanan kirliliği araştırmış ve yağışlı havalarda göle ağır metal, katı madde ve yağ-gres taşınımı olduğunu belirtmiştir (Tablo1).

Tablo 1. D-80 karayolu kökenli yüzeysel akış sularına ait bazı parametreler

Tarih	Sıcaklık (°C)	pH	Çözülmüş O ₂ (mg/l)	Oksijen doygunluğu (%)	TÇM (mg/l)	Sülfat (mg/l)	TN (mg/l)	AKM (mg/l)	TOK (mg/l)
Mayıs 2009	19,4	7,41	6,32	69,5	359	40,06	0*	64	13,64
Haziran 2009	26	8,45	1,41	17,7	321	28,87	0*	15	14,63
Kasım 2009	13,7	7,43	2,07	20,1	341	83,18	0,1	4	3,03

1.1 Kirletici Kontrol Teknolojileri

Sapanca Gölü Projesi kapsamında gölün kıyısından geçmekte olan TEM (D-80), kuzeyinden geçen D-100 karayolları ile demiryolundan kaynaklanan yüzeysel suların taşıdığı kirliliği minimize etmek için alternatif doğal arıtma yöntemlerinin uygulanması öngörülmüştür. Bahsedilen doğal arıtma yöntemleri hem kentsel hem de kırsal alanlarda yağmur suyu ve yüzeysel akış sularının arıtılması amacıyla da yaygın olarak kullanılmaktadır. Doğal arıtma yöntemlerinin

hedefleri arasında ayrıca tarımsal yüzey akış suyunda nütrient giderimi için ya da kanalizasyona bağlı olmayan köylerde evsel atıkların arıtılması da bulunmaktadır.

Proje kapsamında Sapanca Gölü Havzası'nın özgün yapısına yönelik en uygun kirletici kontrol teknolojisinin seçilebilmesi amacıyla üç farklı tipte pilot tesis inşa edilmiştir. Bu pilot tesisler "Yağmur Suyu Sulak Alanları", "Filtre şeridi" ve "Birleşik Filtrasyon" sistemleridir (Şekil 2).



Şekil 2. Sapanca gölü havzası Pilot tesislerinde filtrasyon merkezi

2. Yağmur Suyu Sulak Alanları

Yağmur suyu sulak alanları, kentsel yağmur sularını ve yüzeysel akış suyu hacimlerini kontrol üzere tasarlanmış sığ bataklık sistemleridir. Kirleticilerin giderimi, yağmur sularının sulak alan tesislerinden geçmesi ile birlikte fiziksel çökeltme ve bataklık bitkilerinin kullanımı sonucunda gerçekleşmektedir. Yağmur suyu sulak alanları, sucul bitkilerin beslenmesi açısından sürekli bir taban akışına ihtiyaç duymaktadır. Yağmur suyu sulak alanlarının tasarımında temel bazı farklılıklar bulunmaktadır. Bu farklılıklar sulak alanın derin veya sığ olmasına ve sulak alan üstünde kalan kuru depolama kısmı miktarına göre değişmektedir. Farklı tasarım kriterlerine göre farklı sulak alanlar, sığ sulak alanlar, uzun bekletmeli sığ sulak alanlar, gölet/sulak alan sistemleri ve cep sulak alanlar olarak sınıflandırılabilir.

Sığ sulak alan tasarımında derin kısımda yapılan tek tasarım, sulak alan girişinde bulunan bekletme yapısı ve sulak alan çıkışındaki mikro-havuzdur. Bu tasarımın dezavantajı, havuzun çok sığ olmasından ötürü suyun depolanabilmesi için nispeten fazla miktarda bir alana gereksinim duyulmasıdır. Uzun Bekletmeli Sığ Sulak Alanlar, tasarım olarak sığ sulak alanlarla aynıdır. Fakat bu tarz sulak alanlar için gerekli olan hacmin bir kısmı, 24 saatlik bir zaman diliminden sonra salıverilmek üzere bataklık kısmın üzerinde uzun bekletmeli olarak tutulur. Bu tasarım sayesinde sığ sulak alanlar için gerekli olandan daha küçük bir hacimde daha fazla suyu arıtmak mümkün olabilmektedir. Uzun bekletmeli sistemlerde, hem kuru hem de yağışlı dönemlere dayanıklı olan bitkilerin uzun bekletmeli bölge için belirlenmiş olması gerekmektedir. Gölet-sulak

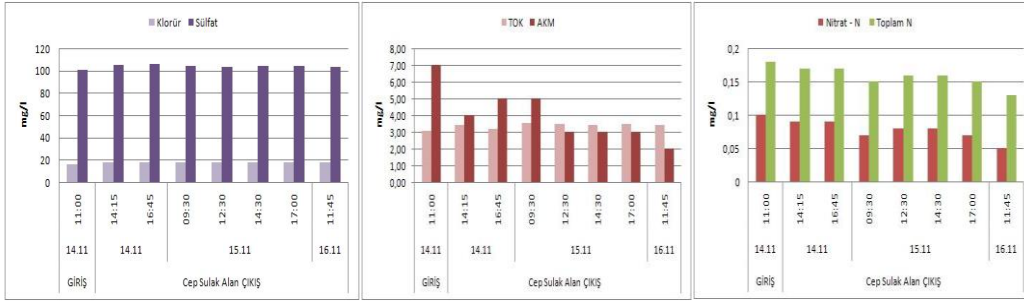
alan sistemleri iki ayrı bölümden oluşmaktadır. Bunlardan ilki gölet kısmı diğeri ise sığ bataklık kısmıdır. Gölet kısmının görevi su içerisinde bulunan sedimanın çöktürülmesi ve sulak alana giriş kısmından evvel yüzeysel akış hızının düşürülmesidir. Gölet-sulakalan sistemleri, sığ sulak alanlardan ve uzun bekletmeli sığ sulak alanlardan daha küçük bir alana gereksinim duymaktadır. Yağmur suyu sulak alanlarının son türü 2 ila 4 ha arasındaki drenaj alanları için düşünülen sığ sulak alanlardır. Tüm yağmur suyu sulak alan çeşitlerinin, tipik bir kentsel yüzeysel akış suyunda bulunan askıda katı madde yükünün %80'lik kısmını giderebileceği ön görülmektedir. Yağmur suyu sulak alanları, genel olarak yeni gelişmekte veya iyileştirilmekte olan meskun alanlar ve diğer bölgelerin büyük bir kısmında kullanılabilir. Fakat gereksinim duydukları büyük alan ihtiyaçları nedeniyle, yüksek nüfus yoğunluğuna sahip alanlardaki uygulamaları elverişli olmamaktadır.

2.1 Yağmur Suyu Sulak Alanları Ölçümleri

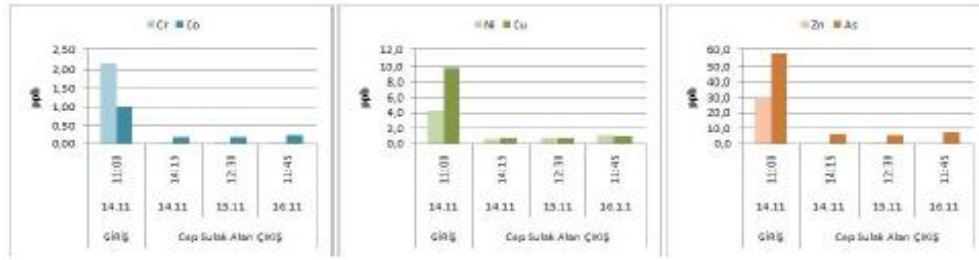
Cep sulak alana ait saha ölçüm değerleri çözünmüş oksijen oranında artış, iletkenlik parametresinde ise bir azalma ortaya koymaktadır. Suda elektriksel iletkenlik ve toplam çözünmüş madde parametreleri arasında bir korelasyon vardır. Dolayısıyla çıkış suyunda toplam çözünmüş madde miktarının da azalmış olduğu söylenebilir. Laboratuvar analiz sonuçlarına göre (şekil 2.1) Sülfat ve Klorür iyon miktarları giriş suyunda normalde yüzeysel sularda bulunan miktarlardan yüksek bulunmuştur. Yüksek Klorür değerleri yerleşim, tarım ya da otoyollardan kaynaklanan yüzeysel akışın taşıdığı kirliliğe işaret eder (Chapman

145 ve Kimstach, 1996). TOK parametresinin genel yüzey suları için üst limiti 10 mg/l olup,

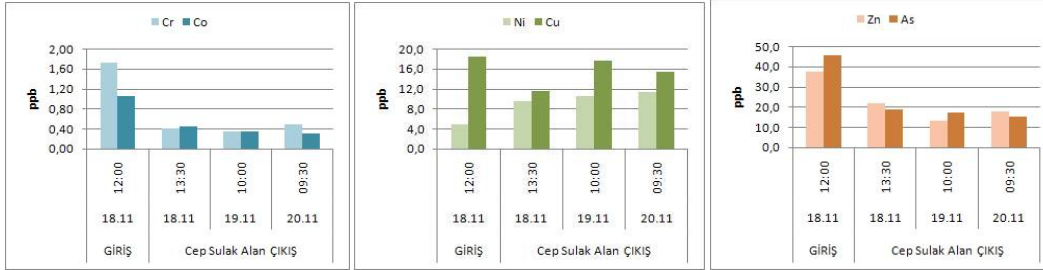
pilot tesislere uygulanan giriş suları tüm denemelerde bu değerin altında kalmıştır.



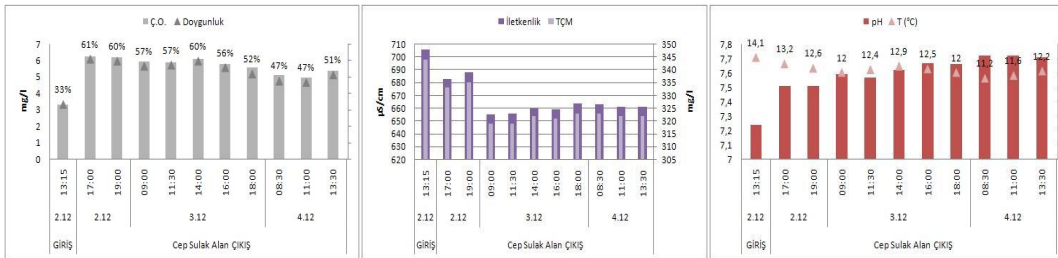
Şekil 2-1 Cep Sulak Alan Laboratuvar Analiz Değerleri



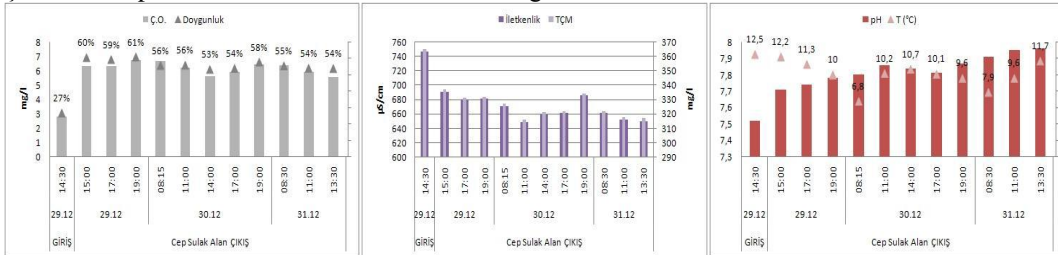
Şekil 2-2 Cep Sulak Alan Ağır Metal Analiz Değerleri



Şekil 2-3 Cep Sulak Alan Ağır Metal Analiz Değerleri



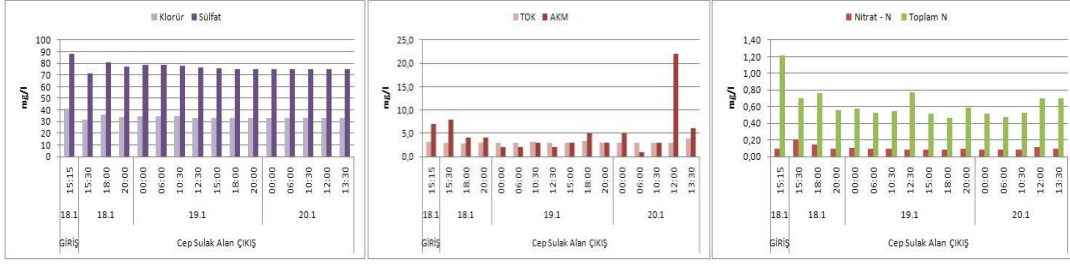
Şekil 2-4 Cep Sulak Alan Laboratuvar Analiz Değerleri



Şekil 2-5 Cep Sulak Alan Saha Ölçüm Değerleri

Klorür ve Sülfat parametrelerinde ikinci gece gözle görülür bir düşüş meydana gelmiştir. Bu giderim

aynı zamanda AKM ve TN parametreleriyle de uyum göstermektedir (şekil 2-6).



Şekil 2-6 Cep Sulak Alan Ağır Metal Analiz Değerleri



Şekil 2-7 Otoyol kenarındaki yağmur suyu kanallarından bir görünüm

3. Bulgular

Ağır metal analiz sonuçları ilk denemede gerçekleşen giderimin 48 saatlik işletme sürecinin ilk saatlerinde meydana geldiğini ortaya koymaktadır. (Şekil 2.2)

İkinci denemede elde edilen sonuçlar iletkenlik ve Ni – Cu değerleri hariç ilk denemeye benzerlik göstermektedir (Şekil 2-3). Giriş suyunda zaten az miktarda bulunan AKM (4 mg/l), işletme sürecinin henüz ilk saatlerinden itibaren giderilmiştir. Nikel sonuçları ise çıkışta giriş değerlerinden daha yüksek bulunmuştur. Ni parametresi 4 ppb'lik bir değer ile girdiği sistem içerisinde artış göstermiş ve 48 saat sonunda çıkış suyunda giriş değerinin yaklaşık 3 katına ulaşmıştır. İletkenlik (TÇM) parametreleri ise işletme süreci içerisinde küçük iniş – çıkışlar göstermiştir. Nihai çıkış değeri giriş değerinin biraz altında ölçülmüştür. Toplam Azot parametresinde neredeyse hiç giderim gerçekleşmemiştir.

Üçüncü denemede TÇM parametresinde daha gözle görülür bir azalma meydana gelmiş ve bu giderimin neredeyse tamamı ilk gecede meydana gelmiştir. TÇM'nin azalma gösterdiği zaman aralığında Sülfat iyonu değerlerinde

aksine bir artış trendi gözlenmiştir (Şekil 2- 4). Ağır metal giderimleri ise tamamen birinci denemeye benzerlik göstermektedir.

Dördüncü denemede saha ölçümleri sonuçları Oksijen miktarının önceki seferlere benzer oranda artış gösterdiğini ve pH'taki artışın karakteristik hale geldiğini ortaya koymuştur . Zaten düşük olan Toplam Azot değerleri 30. saatten sonra biraz daha azalmıştır . Ağır metal sonuçları ise ikinci denemeye benzerlik göstermektedir (Şekil 2- 5).

Beşinci denemede Saha ölçüm sonuçları tüm parametreler için daha önceki sonuçlarla benzerlik göstermektedir . Oksijen değerleri kazanım açısından cep sulak alandaki tüm denemeler içerisinde en iyi sonucu vermiştir (Şekil 2- 6). Klorür ve Sülfat iyonlarında 10-15 mg/l mertebelerinde küçük bir azalma saptanmıştır. AKM değerlerinde ise 3. gün tekrar bir artış gözlenmiştir. Toplam azot 48 saatin sonunda %50 oranda giderilmiştir.

4. Sonuç ve Öneriler

Ülkemizdeki en önemli su havzalarından birisi olan Sapanca Gölü, gerek su kaynağındaki azalma, gerekse kirlilik tehdidi altındadır. Sapanca Gölü'nün öncelikli olarak içme suyu

kaynağı olarak kullanılması uygun olacaktır. Sapanca havzasında yeraltı suyunun göle girişi ve çıkışlarının matematiksel olarak ifade edilebilmesi, giren ve çıkan su miktarlarının kesin olarak ortaya konabilmesi için gelecekte izleme çalışmalarının yapılması gereklidir. Halihazırda gölden su çeken kurum ve işletmelerin çekilen su miktarlarındaki belirsizlik giderilmelidir. Bu durum su bütçesinin sağlıklı bir şekilde işletilmesi ve göldeki ekolojik ortamın korunabilmesi için elzemdir. Aksi takdirde özellikle son yıllarda yaşadığımız kurak ve yağışsız iklim faktörleri nedeniyle geri dönüşü mümkün olmayacak tahribatlar ortaya çıkacaktır. Bu nedenle gölden insani tüketim amacı dışında su çekiminin durdurulması gölün yaşayabilmesi için gerekli olan su bütçesinin sağlıklı olarak yürütülmesi için zorunluluktur. Ayrıca göl havzasında su kalitesinin takibi ile ilgili olarak gerek yasal mevzuat hükümleri gerekse bilimsel çalışmaların gereği olarak çeşitli su kalitesi parametrelerinin izlemesi yapılmaktadır. Bunun yanında havzada yeraltı suyu takibi de ayrıca yapılmalıdır.

Göl kenarından çok yakın bir banttan geçen otoyolda olabilecek kazalar ve havza sınırları içerisinde geçen NATO petrol boru hattında meydana gelebilecek sızıntı ve arızalara karşı da bölgede acil müdahale önlemleri hazır tutulmaktadır. Göl havzasında yapılan tarımsal ilaçların kullanımının azaltılması ile ilgili olarak çiftçi eğitimleri de sürekli olarak yürütülmektedir.

Otoyol kaynaklı kirleticilerin önlenmesi için CBS ile belirlenen ve avam projeleri hazırlanan bölgelere arıtma sistemleri inşa edilmelidir. Sapanca Gölü için risk yönetim planı ve acil eylem planı oluşturulmuştur.

Otoyoldan kaynaklanan kirliliğin kaynağında azaltılması amacıyla eski araçların olabildiğince trafikten çekilmesi ve çevre dostu teknolojilerle üretilmiş yeni araç kullanımının teşvik edilmesi gerekmektedir.

Otoyolun göle çok yakın olduğu yerlerde ihtiyaç duyulan arazinin elde edilebilmesi durumunda yüzey akışı kanalizasyonla edilerek "Yağmursuyu Sulak Alanları"nın kullanılması, göle ulaşması muhtemel kirlilik riskini minimize edecektir.

Teşekkür

Bu makalede kullanılan veriler SASKİ Genel Müdürlüğü tarafından ölçülmüş verilerdir.

Kullanım izni için SASKİ Genel Müdürlüğüne teşekkür ederiz.

Kaynakça

[1] ETC/ACC 2005, Air Emissions Spreadsheet for Indicators 2004. Copenhagen, Denmark.

[2] Saija, S., et al., 2000. Atmospheric emissions from road transport—average emission factors for the Italian automotive fleet. Technical Report-Serie Stato dell’Ambiente 12/2000, ANPA (National Environmental Protection Agency), Rome, July 2000

[3] R. Bellasio, R. Bianconi, G. Corda, P. Cucca, Emission inventory for the road transport sector in Sardinia (Italy), Atmospheric Environment 41 (2007) 677–691

[4] Jose’ Mari’a Baldasano a, Leonor Patricia Gu’ erca , Eugeni Lo’ pez , Santiago Gasso’ , Pedro Jimenez-Guerrero, Development of a high-resolution (1 km _ 1 km, 1 h) emission model for Spain: The High-Resolution Modelling Emission System (HERMES), Atmospheric Environment 42 (2008) 7215–7233

[5] Türkan İ.,” İzmir İl Merkezi ve Çevre Yolları Kenarında Yetişen Bitkilerde Kurşun, Çinko ve Kadmiyum Kirlenmesinin Araştırılması”, Doğa Bilim Dergisi, Tr. Bio. D., 10, 1, 116-125. (1986)

[6] Mirjam C. Roorda-Knape, Nicole A. H. Janssen, And Bert Brunekreef, “Air Pollution From Traffic In City Districts near Major Motorways, Department of Environmental Sciences, Environmental and Occupational Health Unit, University of Wageningen, Netherlands

[7] Suzanne A.G. Leroy, Meric Albay Palynomorphs of brackish and marine species in cores from the freshwater Lake Sapanca, NW Turkey, Review of Palaeobotany and Palynology 160 (2010) 181–188