

KARSAK DERESİ'NDE SU KALİTESİNİN İZLENMESİ VE GEMLİK KÖRFEZİ'NE ETKİSİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

*Arzu TEKSOY**
*Aslıhan KATİP**
*Berrak EROL NALBUR**

Alınma: 25.09.2018; düzeltme: 12.02.2019; kabul: 20.02.2019

Öz: Bursa ili sınırları içerisinde kalan ve İznik Gölü ile Gemlik Körfezi arasında bulunan Karsak Deresi, Gemlik ilçesinin en çok su taşıyan akarsuyudur. İznik Gölü'nün boşalmasını sağlayan Karsak Deresi, İznik Gölü ve havzasındaki kirlilik kaynaklarına maruz kalarak içeriğindeki birçok kirletici ile birlikte Gemlik Körfezi'ne dökülmektedir. Orhangazi güney kısmının fosseptik sularının yanı sıra bölgedeki sanayi kuruluşlarının ve özel şirketlerin atık suları Karsak Deresi aracılığıyla Gemlik Körfezi'ne taşınmakta ve önemli ölçüde kirlilik problemi oluşturmaktadır. Bu çalışmada, 2013 ve 2014 yıllarında kirlilik izlenmesi amacıyla Karsak Deresi'nde seçilen 10 farklı noktadan mevsimsel olarak alınan su örneklerine ait veriler incelenmiştir. Örneklerde analiz edilen pH, sıcaklık, çözünmüş oksijen, kimyasal oksijen ihtiyacı, amonyak azotu, nitrat azotu, nitrit azotu, alüminyum, bakır, demir, mangan, nikel, çinko, bor, kurşun ve krom gibi parametrelerin mevsimsel ortalamaları, Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği (SKKY)'nde verilen Kıta içi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri'ne göre değerlendirilerek Gemlik Körfezi'ne taşınan kirlilik potansiyeli ortaya konulmaya çalışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Kıta içi su kaynakları, Körfez kirliliği, Marmara Havzası, Su kirliliği

Monitoring of Water Quality in Karsak Stream and Evaluation of its Effects on Gemlik Bay

Abstract: The Karsak Stream, located within the borders of Bursa and between İznik Lake and Gemlik Bay, is the most water-bearing stream of Gemlik District. Karsak Stream, which provides the discharge of İznik Lake, is exposed to pollution sources in İznik Lake and basin and it flows into Gemlik Bay with many pollutants in its content. Besides the septic waters of the southern part of Orhangazi, the wastewater of the industrial enterprises and private companies in the region is transported to the Gulf of Gemlik via Karsak Stream and creates a significant pollution problem. In this study, the data of water samples taken from 10 different points selected in Karsak Stream for seasonal monitoring in 2013 and 2014 were examined. Seasonal averages of pollution parameters such as pH, temperature, dissolved oxygen, chemical oxygen demand, nitrogen and a number of heavy metals were analyzed in the samples. Quality Criteria according to the Classes of Inland Water Resources are evaluated. Thus, the potential for pollution transported to the Gulf of Gemlik is revealed.

Keywords: Inland water resources, Gulf pollution, Marmara Basin, Water pollution

* Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü 16059 Nilüfer BURSA

İletişim Yazarı: Arzu TEKSOY (arzu@uludag.edu.tr)

"Bu makale 10-12 Ekim 2017 tarihleri arasında U.Ü. Asım Kocabıyık M.Y.O. Yerleşkesi/Gemlik de düzenlenen Ulusal Çevre, Deniz ve Kıyı Kirliliği Sempozyumu'nda (UCEDKKS-2017 Bursa) sunulmuş ve yeniden değerlendirilmiştir."

1. GİRİŞ

Hızlı nüfus artışı, kentleşme ve sanayinin gelişimi nedeni ile oluşan atık miktarı her geçen gün önemli ölçüde artış göstermektedir. Ayrıca artan su ve gıda ihtiyacı sonucunda tarımsal üretim ve atıkları da kirlilik yüklerini arttırmaktadır (Lu ve diğ., 2015). Bu durum, yüzeysel ve yeraltı su kaynaklarının özümleme kapasitesini aşmakta ve alınan önlemlerin yetersizliği nedeniyle günümüzde ciddi kıyı ve su kirliliği ile karşı karşıya kalınmaktadır (Jeyamohan, 2015).

Son yıllardaki tahminlere göre endüstriyel ve evsel atıksularda bir milyon farklı kirletici su kirliliğine neden olmaktadır. Günümüzde su kaynaklarını kirleten kimyasalları iki gruba ayırmak mümkündür. Birinci grupta, alg ve bakterilerin büyümesine, oksijen tüketilmesine ve zor parçalanabilen kimyasallar ile çoklu etkilere neden olan nütrientler yer almaktadır. İkinci grupta ise ekosisteme ve insanlara direkt ya da dolaylı olarak zararlı etkilere sahip olan pestisitler, çok halkalı aromatikler, iz metaller ve radyoaktif maddeler bulunmaktadır (Förstner ve Wittmann, 2012). Bu kirleticiler farklı yollarla denizlere ulaşabilmektedir. Doğrudan denizlere deşarj edilen veya deşarj edildikleri nehirler kanalıyla denizlere boşalan atık sular ve sanayi atıkları, enerji santrallerinin soğutma suları, tarımda kullanılan gübre ve zirai ilaçların yüzeysel akış ile nehirlerle, oradan da denizlere ulaşması karasal kaynaklı kirliliğin en tipik örneklerini oluşturmaktadır (Özdemir, 2012). Karalardan kaynaklanan kirlilik atmosferik kirlenme ile birlikte deniz kirliliğine sebep olan kaynakların önemli bir kısmını oluşturmaktadır. Bazı çalışmalar bu tip kirletici kaynaklarının deniz kirliliğindeki yerinin %75 veya üzerinde olduğunu gösterirken, bazı çalışmalarda bunun %50 ile %90 arasında değiştiği belirtilmektedir. Ancak genel görüş, karasal ve atmosfer kaynaklı kirliliğin deniz kirliliğinin %50'den fazlasını oluşturduğu yönündedir (Keskin, 2006). Uluslararası Denizcilik Örgütü (IMO) ise dünya denizlerine giren atıkların; % 8'inin doğal kaynaklardan, %0,5'inin açık deniz üretiminden, %11'inin deniz taşımacılığında, %30'unun atmosfer kaynaklı, %40'ının taşkın ve karasal kökenli deşarjlardan, % 10'unun ise illegal deşarjdan (gemi, uçak, kara ve denizde üretilen atıklar) kaynaklandığını bildirmiştir (NEG, 2014; NEPA, 2015).

Bursa ilinde, evsel ve endüstriyel nitelikli atık suların, tarımsal faaliyetlerde kullanılan gübre ve pestisitlerin drenaj sularının, ıslak ve kuru çökelme ile hava kirleticilerinin sulara karışması ve madencilik endüstrisi başlıca noktasal ve yayılı kirlilik kaynaklarını oluşturmaktadır (Karaer ve Küçükballı, 2006; Hongtao ve diğ., 2009). Bursa'nın, Marmara Denizi'nin güneybatısındaki Gemlik Körfezi'nde kıyısı olan ilçeleri Mudanya, Armutlu ve Gemlik'tir. Gemlik'te yerleşimin körfez boyunca olması, tarım faaliyetlerinin fazlalığı ve Karsak Deresi'nin Gemlik Körfezi'ne dökülmesi önemli ölçüde kirlilik problemi oluşturmaktadır. Bu çalışmanın amacı, Karsak Deresi'nin kirlilik durumunu ve kirliliğin nedenlerini belirlemektir. Bu kapsamda, 2013 ve 2014 yıllarında kirlilik izlenmesi amacıyla Karsak Deresi'nde seçilen 10 noktadan alınan mevsimsel su örneklerine ait veriler incelenmiştir. Çalışma, ülkemizin önemli su havzalarından biri olan Marmara Havzası'nın korunmasına katkıda bulunması açısından önem arz etmektedir.

2. MATERYAL ve METOT

2.1. Çalışma Alanı

İzmit Gölü ile Gemlik Körfezi arasında bulunan ve İzmit Gölü'nün boşalmasını sağlayan Karsak Deresi, Gemlik ilçesinin en çok su taşıyan akarsuyudur. Dere, İzmit Gölü ve havzasındaki kirlilik kaynaklarına maruz kalarak içeriğindeki birçok kirleticiyi Gemlik Körfezi'ne taşımaktadır. İzmit Gölü Havzası'ndaki sanayi tesisleri taşıdıkları özellikler itibariyle iki ana grup altında toplanmaktadır. Birinci grupta yer alanlar, daha çok yakın çevreden sağlanan ham maddeleri kullanarak üretim yapan ve ürettiği mamulleri yine yakın çevredeki pazarlara sunan orta ve küçük ölçekli sanayi tesisleri; ikinci gruptakiler ise kullandığı ham maddeyi büyük ölçüde araştırma sahasının dışından temin eden, ürettiği mamulleri de ülke

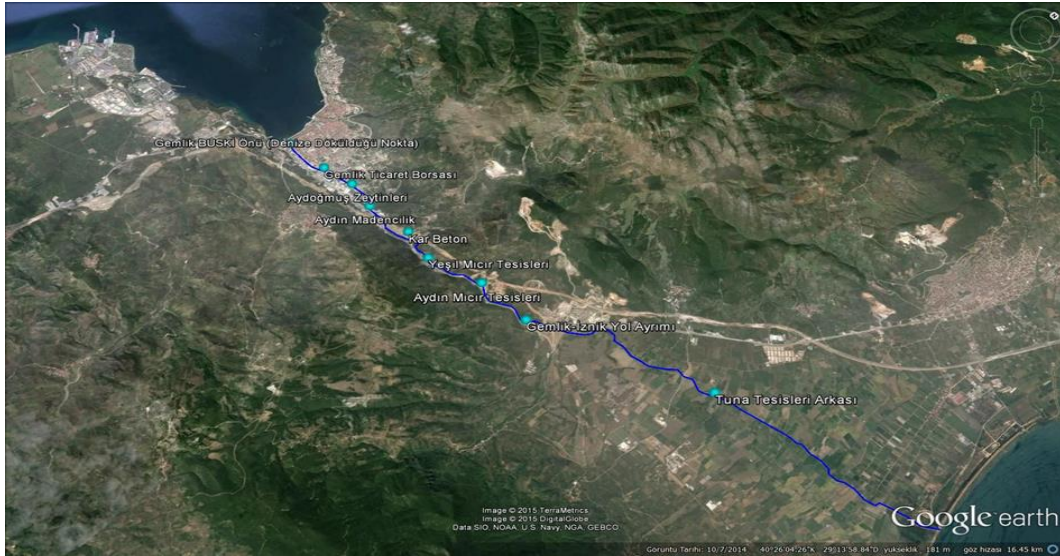
geneline ve yurt dışına gönderen büyük ölçekli sanayi tesisleridir. Kirlilik izleme çalışmasının yapıldığı bu bölgede sanayi faaliyetlerinde ikili bir yapının mevcut olduğu görülmektedir. Orhangazi güney kısmının fosseptik sularının yanı sıra bölgedeki sanayi kuruluşlarının ve özel şirketlerin atık suları da Karsak Deresi aracılığıyla Gemlik Körfezi'ne taşınmaktadır (Meşeli, 2010).

2.2. Örnek Alma Noktaları

Karsak Deresi kirlilik izleme çalışmaları kapsamında 2013 ve 2014 yıllarında Karsak Deresi üzerinde seçilen 10 noktadan BUSKİ tarafından ilkbahar, yaz, sonbahar ve kış aylarında su örnekleri alınmıştır. Örnek alma noktaları Tablo 1'de verilmiş ve Şekil 1'de gösterilmiştir.

Tablo 1. Karsak Deresi örnek alma noktaları

Örnek Alma Noktası	Mevki Adı
1	Karsak Deresi Ana Kol (İznik Yolu Üzeri)
2	Tuna Tesisleri Arkası (Orhangazi Yolu Üzeri)
3	Gemlik-İznik Yol Ayrımı (1. ve 2. Noktaların Karışımı)
4	Aydın Mıdır Tesisleri Önü
5	Yeşil Mıdır Tesisleri Önü
6	Kar Beton Önü
7	Aydın Madencilik Önü
8	Aydoğmuş Zeytinleri Arkası
9	Gemlik Ticaret Borsası Önü
10	Gemlik-BUSKİ Önü (Denize Döküldüğü Nokta)



Şekil 1:
Karsak Deresi Örnek Alma Noktaları

2.3. Kirlilik İzleme Parametreleri

Karsak Deresi üzerinde seçilen noktalardan alınan örneklerde pH, sıcaklık, çözülmüş oksijen, kimyasal oksijen ihtiyacı, amonyak azotu (NH₃-N), nitrat azotu (NO₃-N), nitrit azotu (NO₂-N), alüminyum (Al), bakır (Cu), demir (Fe), mangan (Mg), nikel (Ni), çinko (Zn), bor (B), kurşun (Pb) ve krom (Cr) gibi parametreler analiz edilmiştir pH SM 4500- H, Çözülmüş

oksijen (ÇO) SM 4500-O, kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) SM 5220-D, Nitrit (NO₂-N) ve nitrat azotu (NO₃-N) EPA300.1, amonyak azotu (NH₃-N) TS EN ISO 14911 ve ağır metaller EPA 200.8 metodu ile belirlenmiştir (<http://www.buski.gov.tr/tr/kirlilikizleme>).

3. BULGULAR ve TARTIŞMA

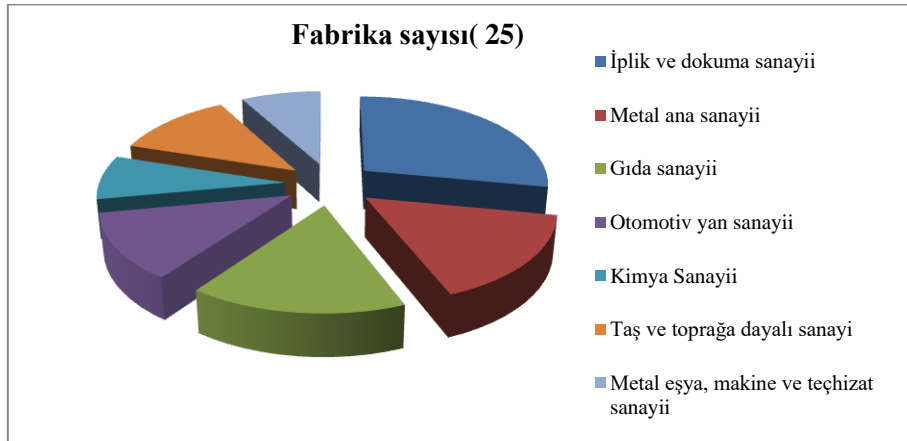
3.1. Karsak Deresi Su Kalitesi

Karsak Deresi'nin su kalitesini önemli ölçüde etkileyen İznik Gölü Havzası'na, ulusal ve uluslararası şirketlerinin sahip olduğu demir-çelik, otomotiv yan sanayi, tekstil, kibrit sanayilerine ait yüksek konsantrasyonlarda ve farklı türlerde kimyasal madde içeren atıksular deşarj edilmektedir. Fabrika sayıları incelendiğinde, en yüksek oranın tekstil ve metal sanayiinde olduğu görülmektedir. Kimyasal atıkların yanı sıra, birçok uluslararası ve ulusal gıda sanayi, göl kıyısında ve havzası sınırlarında atıksularını deşarj etmektedir. İznik'e bağlı sanayi kuruluşları Tablo 2'de, sektörel dağılım Şekil 2'de ve sektörler göre çalışan dağılımı ve oranları Şekil 3'te verilmektedir.

Tablo 2. İznik Havzasındaki sanayi kuruluşları ve sektöre göre dağılımlar

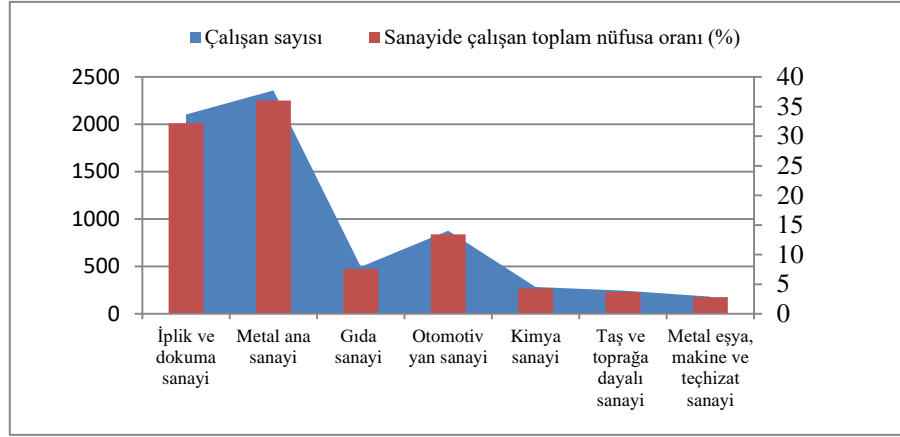
Üretim konusu	Fabrika sayısı	Çalışan sayısı	Sanayide çalışan toplam nüfusa oranı (%)
İplik ve dokuma sanayi	7	2104	32,2
Metal ana sanayi	4	2358	36,0
Gıda sanayi	4	496	7,6
Otomotiv yan sanayi	3	877	13,4
Kimya Sanayi	2	283	4,3
Taş ve toprağa dayalı sanayi	3	245	3,7
Metal eşya, makine ve teçhizat sanayi	2	181	2,8
TOPLAM	25	6544	100

*Sanayi tesislerinde uygulanan anket sonuçlarından ve Orhangazi Ticaret ve Sanayi Odası kayıtlarından faydalanılarak hazırlanmıştır.



Şekil 2:

İznik Gölü Havzası'nda ulusal ve uluslararası şirketlerin sayısı



Şekil 3:

İznik Gölü Havzası'nda ulusal ve uluslararası şirketlerde çalışanların sayısı ve çalışma alanlarının yüzdesi

Şekil 1' de gösterilen noktalardan 2 yıl süresince alınan su örneklerinde ölçülen parametrelerin mevsimsel ortalamaları SKKY'de (Anonim, 2004) verilen Kıtaççi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri Tablo 1'e göre değerlendirilmiştir (Tablo 3). Buna göre Karsak Deresi pH ve sıcaklık açısından her iki yıl için I. Sınıf su kalitesine sahiptir. Ortalama çözülmüş oksijen konsantrasyonları ise 3,9 ile 9,47 mg/L arasında değişmektedir (Erol Nalbur ve diğ., 2015). 2011 yılında TÜBİTAK tarafından yapılan incelemede çözülmüş oksijen açısından Karsak Deresi'nin IV. Sınıf su kalitesine sahip olduğu bildirilmiştir. BUSKİ tarafından alınan su örneklerinde ise Karsak Deresi'nin 1. Numaralı örnek alma noktasında I. Sınıf diğer örnek alma noktalarında II. Sınıf ve III. Sınıf su kalitesine uygunluk gösterdiği tespit edilmiştir. Örnek alma hattı boyunca dereye yapılan atıksu deşarjlarına bağlı olarak zaman zaman seyrelmeler olup II. Sınıf su kalitesine zaman zaman da kirlenmeye bağlı olarak III. Sınıf su kalitesine sahip olduğu düşünülmektedir. Örneklerde ölçülmüş olan ortalama KOİ konsantrasyonları örneklemin ilk yılında 20-93 mg/L arasında değişmektedir (Erol Nalbur ve diğ., 2015). Karsak Deresi kimyasal oksijen ihtiyacı açısından çoğunlukla II. Sınıf su kalitesine sahiptir. Ancak Gemlik Körfezi'ne yaklaşıldıkça III. ve IV. Sınıf su kalitesi özelliği göstermektedir. örneklemin ikinci yılında ölçülen KOİ konsantrasyonları 10-87 mg/L arasında değişim göstermiştir (Erol Nalbur ve diğ., 2015). Gemlik Körfezi'ne yakın olan örnek alma noktalarında derenin IV. Sınıf su kalitesine sahip olduğu belirlenmiştir. Örneklemin ilk yılında II. Sınıf su kalitesine sahip olan noktaların da organik kirlenmeye maruz kalarak ikinci yıl III. ve IV. Sınıf su kalitesi özelliği gösterdiği belirlenmiştir. Daha önce yapılan incelemelerde de Karsak Deresinin KOİ açısından IV sınıf su kalitesine sahip olduğu bildirilmiştir (TÜBİTAK 2011).

NH₃-N azotu açısından 1 Numaralı örnek alma noktası hariç tüm noktalarda Karsak Deresi'nin IV. Sınıf su kalitesine sahip olduğu belirlenmiştir. Bölgedeki tarımsal faaliyetlerden ve çeşitli endüstrilerden kaynaklandığı düşünülen NH₃-N konsantrasyonları, su kalitesini önemli ölçüde düşürmüştür. NO₃-N açısından tüm örnek alma noktaları tüm örnekleme süresince I. Sınıf su kalitesine sahiptir. NO₂-N açısından her iki yılda bir kaç nokta hariç IV. sınıf su kalitesi özelliği göstermiştir. Azotlu bileşiklerin yüzeysel sularda NO₂'e ve kararsız bir bileşik olan nitritin bir süre sonra okside olarak nitrata NO₃'adönüşmesi beklenmektedir (Corriveau ve diğ.,2010) Ancak yüzeysel sulardaki NO₃-N konsantrasyonları maksimum kabul edilebilir limitin altında kalsa dahi NO₂-N düzeyleri önerilen değerleri aşabilmektedir (Tablo 3). Benzer durum Smith ve Steward (1989)'ın yapmış olduğu çalışmada da tespit edilmiştir. Çok düşük konsantrasyonlarda dahi toksik özellik gösteren NO₂'nin sulardaki varlığı, bu ortamlara sürekli kirlilik deşarjının olduğunu göstermektedir. Bu bağlamda örnek alma noktalarında ölçülen

yüksek $\text{NH}_3\text{-N}$ ve $\text{NO}_2\text{-N}$ konsantrasyonları Karsak Deresi'ne sürekli azotlu kirletici girdisi olduğunu işaret etmektedir.

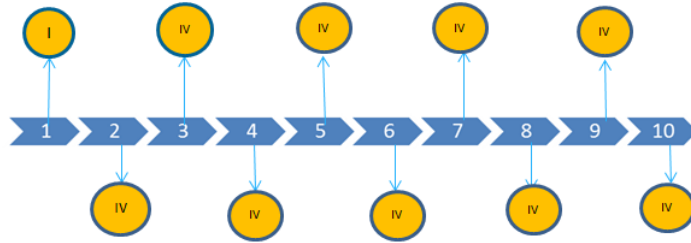
Tablo 3. Karsak Deresi Örnek Alma Noktalarının Kıtaçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri'ne göre sınıflandırılması

Yıl	2013									
Parametre	Örnek Alma Noktaları									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
pH	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
T (°C)	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
ÇO (mg/L)	I	III	III	III	II	II	I	I	II	III
KOI (mg/L)	I	II	II	II	II	II	II	II	III	IV
$\text{NO}_2\text{-N}$ (mg/L)	II	III	III	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV
$\text{NO}_3\text{-N}$ (mg/L)	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
$\text{NH}_3\text{-N}$ (mg/L)	II	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV
Cd (mg/L)	II	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Cu (mg/L)	II	I	II	II	II	II	II	II	II	II
Fe (mg/L)	I	II	II	II	II	II	II	II	II	II
Mn (mg/L)	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Ni (mg/L)	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Pb (mg/L)	II	II	I	II	II	I	II	II	II	II
Zn (mg/L)	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Cr (mg/L)	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Al (mg/L)	III	IV	IV	III	III	III	III	III	III	III
Yıl	2014									
Parametre	Örnek Alma Noktaları									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
pH	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
T °C	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
ÇO (mg/L)	I	II	III	III	II	II	II	II	III	II
KOI (mg/L)	I	II	IV	III	II	II	II	II	II	IV
$\text{NO}_2\text{-N}$ (mg/L)	III	III	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV
$\text{NO}_3\text{-N}$ (mg/L)	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
$\text{NH}_3\text{-N}$ (mg/L)	I	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV
Cu (mg/L)	III	III	III	III	III	III	III	III	III	III
Fe (mg/L)	II	II	IV	III	III	II	II	III	II	II
Mn (mg/L)	I	I	III	III	II	II	II	II	II	II
Ni (mg/L)	III	III	III	III	III	III	III	III	III	III
Zn (mg/L)	I	I	II	II	I	I	I	II	I	I
Cr (mg/L)	III	III	III	III	III	III	III	III	III	III
B (mg/L)	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Al (mg/L)	IV	III	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV

Karsak Deresi ölçülen ağır metal konsantrasyonları açısından genel olarak her iki yıl için I ve II. Sınıf su kalitesine, Al açısından ise III ve IV. Sınıf su kalitesine sahiptir. B açısından alınan tüm su örneklerinin I. Sınıf su kalitesine sahip olduğu görülmüştür. Zn açısından Karsak Deresi ilk yıl tüm noktalarda I. Sınıf su kalitesine sahipken ikinci yıl 3,4 ve 8 numaralı örnek alma noktalarında II. Sınıf su kalitesi özelliği göstermiştir. Ni açısından 3 nokta hariç 1. Sınıf su kalitesine sahip olan Karsak Deresi ikinci yıl tüm örnek alma noktalarında III. Sınıf su kalitesi özelliği göstermiştir. Su kalitesinde meydana gelen bozulmanın civardaki metal işleme tesisleri ve madencilik faaliyetleri dışarılarından kaynaklandığı düşünülmektedir. Bakır açısından genel olarak II. Sınıf su kalitesine sahip olan Karsak Deresi örnekleminin ikinci yılında III. Sınıf su

kalitesi özelliği göstermiştir. Bu durum civarda metal işleme faaliyetlerinden kaynaklı yeni atıksu deşarjlarının yapıldığını işaret etmektedir. Ölçülen Fe konsantrasyonlarına göre II. Sınıf su kalitesine sahip olan Karsak Deresi ikinci yıl bazı noktalarda III. ve IV. Sınıf su kalitesi özelliği göstermiştir (Tablo 3). Örnek alma noktalarında ilk yıl Cr konsantrasyonları açısından I. Sınıf su kalitesi gözlenirken ikinci yıl III. Sınıf su kalitesi gözlenmiştir. Meydana gelen bu önemli değişim yoğun endüstriyel atıksu deşarjı yapıldığını göstermektedir. Karsak Deresi'nde yapılan Cd ölçümlerine göre 1. örnek alma noktası II. Sınıf su kalitesine sahip iken diğer örnek alma noktaları I. Sınıf su kalitesine sahiptir. Mn açısından örneklemenin birinci yılında tüm noktalarda I. Sınıf su kalitesinin mevcut olduğu ancak ikinci yılında bazı noktalarda su örneklerinin II. ve III. Sınıf su kalitesine sahip olduğu görülmüştür (Tablo 3). Pb ölçümleri iki örnek alma noktası dışında Karsak Deresi'nin II. Sınıf su kalitesine sahip olduğunu göstermektedir. Ölçülen alüminyum konsantrasyonlarına göre 2. ve 3. örnek alma noktaları IV. Sınıf su kalitesine diğer örnek alma noktaları III. Sınıf su kalitesine sahiptir. ikinci yıl yapılan ölçümlerde ise 2. örnek alma noktasının III. Sınıf su kalitesine diğer örnek alma noktalarının IV. Sınıf su kalitesine sahip olduğu belirlenmiştir. Bu durum örneklemenin ikinci yılında Karsak Deresi'ne çok daha fazla alüminyum içerikli endüstriyel atıksu deşarjının yapıldığını düşündürmektedir.

Karsak Deresi örneklerinde yapılan analizlerin değerlendirilmesi sonucunda bu noktalarda NH_3-N , NO_2-N ve Al parametreleri açısından su kalitesi sınıfının dikkatle incelenmesi ve önlem alınması gerektiği görülmektedir (Şekil 4). Nehir deşarjları ile yüzeysel sulara taşınan azotlu bileşikler ötrofikasyona neden olan en önemli unsurlardandır (Pieterse ve diğ., 2003; Bechmann ve diğ., 2005). Yapılan kirlilik izleme çalışmalarının sonuçları İznik Gölü'ne yakın olan noktaların (Karsak Deresi ana kolu ve Tuna tesisleri arkası) nispeten daha temiz olduğunu ancak Gemlik Körfezi'ne yaklaşıldıkça kirlilik seviyesinin arttığını göstermektedir. Kirlilik seviyesinde meydana gelen bu artış dere etrafındaki çeşitli madencilik faaliyetlerinden, çeşitli işletmelerin ve yerleşim alanlarının atıksularının dereye deşarj edilmesinden kaynaklanmaktadır.



Şekil 4:

NH_3-N , NO_2-N ve Al açısından Karsak Deresi örnek alma noktaları su kalitesi sınıflandırması

3.2. Karsak Deresi Kirlenici Parametreler Arasındaki İlişkinin Belirlenmesi

İznik Gölü ve havzasındaki deşarjlar dışında Gemlik Körfezi'ne döküldüğü alan boyunca kirliliğe maruz kalan Karsak Deresi'nde ölçülen kirlenici parametrelerin birbiri ile olan ilişkisini belirlemek amacıyla istatistiksel analizler gerçekleştirilmiştir (Erol Nalbur ve diğ., 2015).

Karsak Deresi genelinde analizi yapılan parametrelerin korelasyon matrisi incelendiğinde, beklendiği üzere birbiri ile ilişkili çıkması gereken parametreler dışında (KOİ- AKM, sıcaklık-iletkenlik, sıcaklık-çözünmüş oksijen, vb); özellikle ağır metaller arasında kuvvetli korelasyonun görülmesi (Örneğin; Fe ile Al; Mn ile Al; Ni ile Al, Cu; Zn ile Al, Cu, Fe, Mn, Ni; Cr ile Al, Cu, Ni) metal endüstrilerinden kaynaklanan kirliliğin Karsak Deresi'nde baskın olduğunu göstermektedir (Tablo 6.a ve 6.b). Öte yandan ağır metallerin (Al, Fe, Mn, Zn) organik kirliliği gösteren KOİ parametresi ile ilişkili olması, tekstil endüstrisinden kaynaklanan kirliliğin kayda değer seviyede olduğu sonucunu vermektedir (Tablo 6.a). Bunun yanı sıra azotlu parametrelerin birbiri ile ilişkili olması (Tablo 6.c) nedeni ile Karsak Deresi'nin tarımsal

kaynaklı kirlilikten etkilenmekte olduğu söylenebilir. 2011 yılında TÜBİTAK'ın hazırladığı rapor da bu bulguları desteklemektedir. Bu rapora göre Karsak Deresi TKN, ve NH₄-N açısından IV. Sınıf su kalitesine sahip olup çok kirli su sınıfındadır. Mansabında 15 mg/L olarak ölçülen TKN konsantrasyonları açıkça tarımsal kirlenmeyi işaret etmektedir (TÜBİTAK, 2011).

Tablo 6. Karsak Deresi Genelinde Analizi yapılan parametrelerin birbiri ile korelasyonu
6.a.

	pH	T °C	EC µs/cm	ÇO mg/L	KOİ mg/L	AKM mg/L
T °C	-0,005 0,968					
EC µs/cm	0,114 0,315	0,221 0,049				
ÇO mg/L	0,287 0,010	-0,497 0,000	-0,483 0,000			
KOİ mg/L	0,057 0,615	0,048 0,672	0,378 0,001	-0,426 0,000		
AKM mg/L	0,067 0,555	-0,089 0,430	0,043 0,704	-0,064 0,573	0,596 0,000	
Al mg/L	0,059 0,600	-0,121 0,284	0,016 0,887	0,008 0,942	0,508 0,000	0,974 0,000
Cu mg/L	-0,252 0,024	0,231 0,040	-0,187 0,096	-0,091 0,421	0,007 0,952	0,178 0,115
NH ₃ -N mg/L	0,276 0,013	0,012 0,917	0,161 0,154	-0,165 0,145	0,243 0,030	0,212 0,059
Fe mg/L	0,049 0,664	-0,104 0,360	0,147 0,194	-0,121 0,285	0,588 0,000	0,946 0,000
Mn mg/L	0,063 0,582	-0,110 0,331	0,099 0,382	-0,061 0,589	0,565 0,000	0,963 0,000
Ni mg/L	-0,204 0,070	0,241 0,031	-0,142 0,210	-0,131 0,248	0,113 0,316	0,301 0,007
Zn mg/L	0,094 0,408	0,049 0,666	0,045 0,690	0,005 0,963	0,425 0,000	0,796 0,000
NO ₃ -N mg/L	0,036 0,751	0,173 0,126	-0,349 0,001	0,253 0,023	-0,185 0,100	0,045 0,693
Cr mg/L	-0,164 0,146	0,173 0,125	-0,171 0,130	-0,015 0,897	0,038 0,740	0,279 0,012
NO ₂ -N mg/L	0,106 0,348	0,395 0,000	0,003 0,977	0,012 0,914	0,045 0,689	0,019 0,869

6.b.

	Al mg/L	Cu mg/L	NH ₃ -N mg/L	Fe mg/L	Mn mg/L	Ni mg/L
Cu mg/L	0,218 0,052					
NH ₃ -N mg/L	0,195 0,083	0,340 0,002				
Fe mg/L	0,923 0,000	-0,024 0,831	0,050 0,662			
Mn mg/L	0,940 0,000	0,016 0,890	0,069 0,544	0,986 0,000		
Ni mg/L	0,334 0,002	0,981 0,000	0,342 0,002	0,119 0,292	0,148 0,190	
Zn mg/L	0,809 0,000	0,439 0,000	0,340 0,002	0,703 0,000	0,721 0,000	0,526 0,000
NO ₃ -N mg/L	-0,034 0,764	0,327 0,003	0,074 0,513	-0,201 0,074	-0,136 0,229	0,285 0,010
Cr mg/L	0,348 0,002	0,960 0,000	0,408 0,000	0,062 0,585	0,109 0,337	0,943 0,000
NO ₂ -N mg/L	-0,041 0,717	0,221 0,049	0,057 0,613	-0,101 0,374	-0,074 0,513	0,206 0,067

6.c

	Zn mg/L	NO ₃ -N mg/L	Cr mg/L
NO ₃ -N mg/L	0,022 0,845		
Cr mg/L	0,561 0,000	0,303 0,006	
NO ₂ -N mg/L	0,075 0,510	0,691 0,000	0,195 0,083

4. SONUÇ ve ÖNERİLER

Karsak Deresi üzerinde belirlenen örnek alma noktalarında yapılan ölçümler derenin ağırlıklı olarak organik kirleticiler ve ağır metaller açısından yüksek kirliliğe sahip olduğunu göstermektedir. Organik ve ağır metal kirletici parametrelerindeki bu yüksek değerler, Karsak Deresi'ndeki kirliliğin ana kaynağının endüstrilerin atıksu deşarjların olduğunu düşündürmektedir. Tespit edilen yüksek kirlilik yükü ile Karsak Deresi'nin Gemlik Körfezi'ni kirleten en önemli unsurlardan biri olduğu açıktır. Bu nedenle sadece Gemlik Körfezi'ne doğrudan deşarj yapan endüstrilerin değil, İznik Gölü Havzası'ndaki sanayi kuruluşlarının da deşarj ettikleri atıksuyun deşarj kriterlerine uygunluğunun takip edilip denetlenmesi önem arz etmektedir. Bu sorumlulukların belediyeler, Çevre ve Şehircilik ve Orman Su İşleri Bakanlıkları İl ve İlçe Müdürlükleri ile birlikte koordineli çalışılarak paylaşılması gerekmektedir.

Karsak Deresi'nde tespit edilen organik kirlilik ile azotlu bileşiklerden kaynaklanan kirliliğin bir diğer sebebinin de İznik Gölü Havzası'nda yoğun olarak gerçekleştirilen tarımsal faaliyetleri desteklemek amacıyla kullanılan yapay ve doğal gübreler olduğu düşünülmektedir.

İstatistiksel değerlendirmeler, metallerin tekstil ve diğer metal sanayiinden gelebileceğini göstermiştir. Bu nedenle, derede bu parametrelerin kontrol altına alınması için sanayii tesislerinin ve arıtmalarının denetlenmesi, iyi tarım uygulamalarına geçilmesi gerekmektedir. Bu amaçla bölgede, ilgili bakanlıkların, belediyelerin koordineli çalışması, gübre-pestisit kullanımının kontrollü bir şekilde yapılması, tarımla ilgilenen bölge halkının bu konuda bilinçlendirilmesi önemlidir.

KAYNAKLAR

1. Anonim (2004) Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği. T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı. Resmi Gazete Sayısı: 25687. Aralık, Ankara
2. Bechmann, M.E., Berge, D., Eggestad, H.O. ve Vandsemb, S.M. (2005) Phosphorus transfer from agricultural areas and its impact on the eutrophication of lakes—two long-term integrated studies from Norway, *Journal of Hydrology*. 304, 238–250. doi:10.1016/j.jhydrol.2004.07.032
3. Corriveau J., von Bochove, E. Savard, M.M. Cluis, D. Paradis, D. (2010) Occurence of High In-Stream Nitrite Levels in Temperate Region Agricultural Watershed, *Water, Air, Soil Pollut* 206, 335-347. doi: 10.1007/s11270-009-0109-6
4. Erol Nalbur, B., Teksoy, A. ve Katip, A (2015) Bursa Bütünleşik Kıyı Planlaması Bursa İli Kıyı Kirliliği Değerlendirilmesi Raporu.
5. Förstner, U., Wittmann, G.T. W. (2012). Metal Pollution in the Aquatic Environment, pringer *Science & Business Media*, 488P.
6. Hongtao, Z., Chengqing, Y., Meixue, C., Weidong, W., Chris, J., Baoqing, S. (2009). Size distribution and diffuse pollution impacts of PAHs in street dust in urban streams in the Yangtze River Delta, *Journal of Environmental Sciences* 21, 62–167. doi:10.1016/S1001-0742(08)62245-7

7. <http://www.buski.gov.tr/tr/kirlilikizleme>, Erişim Tarihi: 21.02.2017, Kirlilik izleme parametreleri.
8. Jeyamohan, K. (2015) Marine Pollution, Its Impacts and Control Measures, *Indian Social Science Journal*, 4(1), 2-7.
9. Karaer, F., Küçükballı, A. (2006) Monitoring of Water Quality and Assessment of Organic Pollution Load in the Nilüfer Stream, Turkey, *Environmental Monitoring and Assessment*, 114: 391–417. doi: 10.1007/s10661-006-5029-y
10. Keskin, H. A. (2006) Gemilerden Kaynaklanan Atıkların Kontrolü Kapsamında Liman Atık Kabul Tesisi Ve Ambarlı Limanı Örneği, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kıyı Bilimleri Mühendisliği Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
11. Lu, Y., Song, S., Wang, R., Liu, Z., Meng, J., Sweetman, A.J., Jenkins, A., Ferrier, R.C., Li, H., Luo, W., Wang, T. (2015). Impacts of soil and water pollution on food safety and health risks in China, *Environment International*, 77, 5-15. doi: 10.1016/j.envint.2014.12.010
12. Meşeli, 2010. İznik Gölü Havzasında Çevre Sorunları, *Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi*, 14, 134-148.
13. NEG (2014) Environmental pollutants in the terrestrial and urban environment, Norwegian Institute for Nature Research, NILU, Tromsø, October 2014.
14. NEPA, (National Environmental Policy Act). (2015). Marine Pollution. www.nepa.gov/jm. Marine Pollution. pdf, (18.06.2015), 9-12.
15. Özdemir, Ü. (2012) Türkiye'de gemilerden kaynaklı deniz kirliliğinin incelenmesi. *Yaşam Bilimleri Dergisi*, 1 (2) 375- 388 Batman Üniversitesi Uluslararası Katılımlı Bilim ve Kültür Sempozyumu.
16. Pieterse, N.M., Bleuten, W. ve Jørgensen, S.E. (2003) Contribution of point sources and diffuse sources to nitrogen and phosphorus loads in lowland river tributaries, *Journal of Hydrolog.*, 271, 213-225. doi:10.1016/S0022-1694(02)00350-5
17. Smith, R.V. ve Steward D.A. (1989) A regression model of nitrate leaching in Northern Ireland.. *Soil Use and Management*, 5, 71-76. First published: June 1989. doi: 10.1111/j.1475-2743.1989.tb00764.x
18. TÜBİTAK (2011) denizlerde bütünleşik kirlilik izleme işi–marmara denizi kirlilik izleme çalışması.