

GEDİZ NEHRİ ALT HAVZASINDA 2001-2006 YILLARINA AİT KALİTE GÖZLEMLERİNDEKİ DEĞİŞİMİN CBS TABANLI İRDELENMESİ

V. Gündoğdu^{1,2}, G. Akgün², M. Elele², O. Piyancı²

¹ Ege Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, vildan.gundogdu@ege.edu.tr

² İzmir Büyükşehir Belediyesi Su ve Kanalizasyon İşleri Genel Müdürlüğü, İzmir, gozdeakgun1@gmail.com, m.elele@hotmail.com, piyanci@hotmail.com

ÖZET

Gediz Nehri, yaklaşık 401 km uzunluğunda olup; Anadolu da Büyük Menderes'ten sona Ege Denizi' ne dökülen en büyük nehirdir. Gediz Nehri hem havzanın hem de İzmir Metropolü'nün su gereksinimini karşılamaktadır. Bu durum, Gediz akiferinin aşırı kullanımına ve tükenmesine yol açmaktadır. İzmir'in Menemen ve Foça ilçeleri arasında dış körfeze dökülen nehir, tüm geçtiği alanlardan evsel, endüstriyel ve tarımsal sulamadan gelen suları İzmir Körfezi' ne boşaltarak körfezin yoğun bir şekilde kirlenmesine ve ekosisteminin bozulmasına sebep olmaktadır. 5216 sayılı yeni Belediyeler Kanunu'na göre İzmir Büyükşehir Belediyesi'nin sınırlarının genişlemesinin ardından, belediyenin bu bölgedeki sorumluluğu daha da artmıştır. Bu durum, Gediz Nehri'nin İzmir Körfezi kirliliğine olan katkısı çok daha önemli bir hale getirmiştir.

Bu çalışma, İzmir Büyükşehir Belediyesi sınırları içinde kalan Gediz Nehri alt havzasında kirlilik kaynaklarını ve 2001 ile 2006 yılları arası nehir suyu kalitesi değişimini araştırmayı hedeflemektedir. Alt havzada, 8 farklı noktadan alınan nehir suyu örnekleri analiz değerleri ile alt havzaya ait konumsal ve alansal veriler, CBS veritabanına aktarılmıştır. GIS teknolojisi kullanılarak, sorgulama ve istatistiksel analiz gibi klasik veritabanı prosedürlerinin sağlanması ve coğrafi analizler ile kombine edilmesi ile, Gediz Nehri'nin İzmir Körfezi kirliliğine olan katkısı açıkça gözlemlenmiş ve alınabilecek önlemlere karar verebilecek etkin bir araç elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Havza Yönetimi, Coğrafi Bilgi Sistemleri Veritabanı, Kirlilik Etüdü.

ABSTRACT

GIS BASED EVALUATION OF CHANGES IN QUALITY OBSERVATION BETWEEN 2001-2006

Gediz River, the length is almost 401 km, is the second biggest river in Anatolia poured out into Aegean Sea. It responds to drinking water necessity of both Gediz Delta and Izmir City. This condition causes over use and consumption of Gediz aquifer. Gediz River collects domestic, industrial and agricultural wastewaters from the places that it passes through and then pours out into Izmir Bay so it causes become polluted of Izmir Bay and damaged of ecosystem. After boundary of Metropolitan Municipality of Izmir has spread out because of new Municipality Regulation no: 5216; much part of Gediz Delta has stayed in boundary of Izmir; so responsibility of municipality in this region has increased. Because of these reasons, the contribution of Gediz River to Izmir Bay's pollution is very much so it can not be denied.

This study tires to look into pollution sources and quality exchange of Gediz River, which remains in boundary of Metropolitan Municipality of Izmir, between the years of 2001 and 2006. At the sub basin, river water samples taken from eight different stations are analyzed and flow measurements are done in river cross section. Achieved data, with spatial and attribute data concerning sub basin are transferred to GIS database. By using GIS technology, with providing visualization of classic database procedures like query and statistical analysis and combination with geographical analysis; the contribution of Gediz River to Izmir Bay's pollution is clearly observed and an effective tool for determination of preventive measures that can be taken is achieved.

Keywords: River Basin Management, Geographical Information Systems, Pollution Research.

1.GİRİŞ

Dünya'da birçok ülke hızlı nüfus artışı, kentleşme ve sanayileşmenin beraberinde getirdiği çeşitli su sorunlarıyla karşı karşıya bulunmaktadır. Ancak buna karşın yeryüzündeki suların ancak %3 ü tatlı ve kullanılabilir su statüsündedir. Günümüzde su miktarının kantine olarak yetersiz olmasının yanında bir de kalitesinin bozukluğundan dolayı zaten var olan kaynaklar da kullanılamaz hale gelmektedir. Sonuç olarak su kaynaklarının korunması, yönetimi ve planlaması Dünyada oldukça önem kazanmıştır.

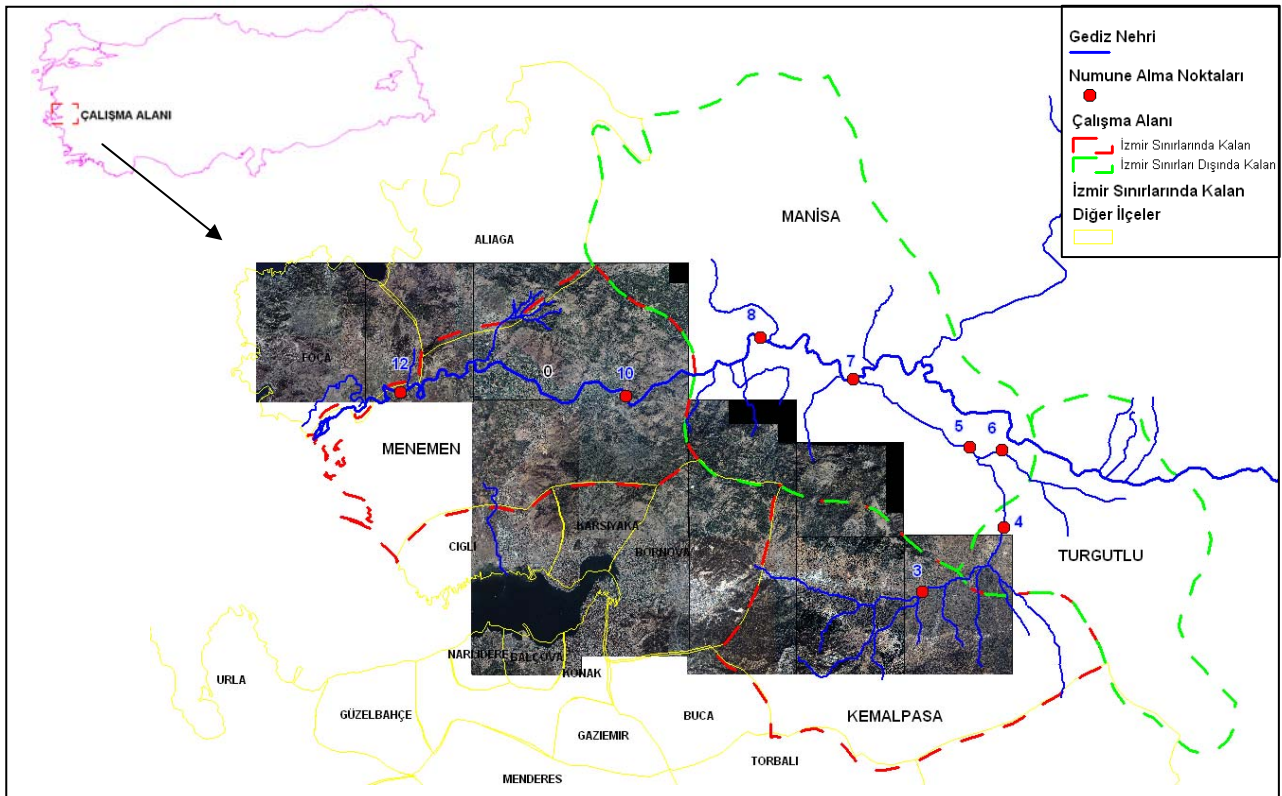
Bu olumsuzlukların yanı sıra bazı su kaynakları, özellikle de nehirler birden çok şehrin sınırları içinden geçmekte ve bu şehirler tarafından kullanılıp kirlenmektedir. Bu duruma en uygun örneklerden biri de Gediz Nehir Havzası'dır. Gediz Nehri Kütahya İl sınırlarından doğmakta, Uşak ve Manisa illerinden geçmekte ve İzmir Körfezi'ne dökülmektedir.

Bu çalışmada, 2001 ve 2006 yılları arasında İzmir Büyükşehir Belediyesi sınırları dahilinde kalan Gediz Nehri Alt Havzası su kalitesinde meydana gelen değişim CBS kullanılarak irdelenmiştir. Bu doğrultuda çalışma alanında belirlenen 8 adet istasyondan Ekim 2001 (Gündoğdu, 2003) ve Kasım 2006 (Gündoğdu v.d., 2006) kış dönemlerinde alınan su numuneleri analizlenmiş ve coğrafi bilgi sistemleri veritabanına aktararak su kalitesindeki değişimi gösteren çeşitli sorgulamalar yapılmıştır. Değerlendirmede evsel, endüstriyel ve tarımsal kirliliği en iyi temsil eden parametreler olan kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ), biyolojik oksijen ihtiyacı (BOİ), toplam fosfor, nitrat azotu, alüminyum ve kurşun parametreleri verileri, Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği Tablo-1 (Anonim, 2004) değerleri ile kıyaslanmıştır. Sonuç olarak su kalitesindeki değişim açık bir şekilde ortaya konmuş ve kirliliği önlemek amacıyla alınabilecek önlemleri belirlemede etkin bir araç elde edilmiştir.

Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS), son yıllarda, klasik arşivleme yöntemlerinin yetiştiremeyeceği kadar çok ve değişik türdeki verilerin yönetilmesinde kullanılan önemli bir araçtır. Bunun yanında Coğrafi Bilgi Sistemlerinin en önemli yararlarından birisi de coğrafi varlıklara ilişkin olaylar üzerine “doğru kararların” verilebilmesine yardımcı olmasıdır. Çok değişik uygulama alanları bulunan Coğrafi Bilgi Sistemleri, doğal çevre ile ilgili verilerin toplanmasında, yönetilmesinde, sorgulanmasında ve analizinde ayrıca çevreyle ilişkili olaylar üzerine doğru kararlar vermede kullanılan etkili teknolojik bir araçtır (Yomralıoğlu ve Akça, 2006.).

2. ÇALIŞMA ALANI

Gediz Nehri, Anadolu'dan Ege Denizine dökülen Büyük Menderes nehrinden sonra ikinci büyük akarsudur. 17.500 km²'lik drenaj havzasına sahiptir. Türkiye'deki su miktarının %12,4'ü Gediz Havzası'nda bulunmaktadır. Proje alanı Gediz Nehir Havzası'nın İzmir Büyükşehir Belediyesi sınırları dahilinde kalan kısmıdır. Havzadaki yüksek tarımsal potansiyelin yanında, nüfus artışından kaynaklı hızlı endüstriyel gelişme de görülmektedir (Kocataş v.d., 2000).



Şekil 1: Çalışma alanı

Gediz Nehri, geçtiği Kütahya, Uşak, Manisa ve İzmir illerinden gelen evsel, endüstriyel ve tarımsal atıksuları topladıktan sonra İzmir Körfezi'ne dökülmektedir. Kemalpaşa Ovasından gelen Nif Çayı, proje alanında Gediz Nehri'nin en çok kirlilik taşıyan dolayısıyla en önemli kolu konumundadır. Bu durum İzmir Körfezi'nin kirlenmesine ve doğal ekosistemin bozulmasına sebep olmaktadır (Anonim, 1997). Sonuç olarak, İzmir körfezi kirlilik önleme ve temizleme çalışmalarının en önemli adımlarından birisini Gediz Nehri su kirliliğinin önlemesi oluşturmaktadır.

3. METOT VE ANALİZ

Çalışma sırasında bütüncül bir yaklaşım içerisinde alt havzayı içerisine alan K17, K18, K19, L17, L18 ve L19 paftaları ele alınmış, 600 DPI çözünürlükte taranarak raster haritalar elde edilmiştir. Daha sonra söz konusu paftalar MapInfo Professional 8.0 SCP programı yardımıyla sayısallaştırılarak vektörel formatta topoğrafik haritalara dönüştürülmüştür. Vektörel formata dönüştürülen haritalara daha sonra 2005 yılı Kasım ayına ait 1 metre çözünürlüklü 1/25.000 ölçekli İkonos uydu görüntülerinin kullanılmasıyla daha güncel veriler işlenmiştir.

Kış dönemini temsil eden Ekim 2001 ve Kasım 2006 aylarında, nehir üzerinde belirlenen 8 adet istasyondan su numuneleri alınmış ve IZSU laboratuvarlarında BOİ, KOİ, nitrat azotu, toplam fosfor, alüminyum, kurşun ve toplam krom analizlere tabi tutulmuştur. Bütün analiz değerleri, öncelikle Excel de oluşturulan veritabanında saklanarak, daha sonra MapInfo Professional 8.0 SCP coğrafi bilgi sistemleri programına aktarılmıştır.

Analiz sonuçlarına ek olarak çalışma alanına ait yerleşim yerlerini ve nüfus değerlerini ile alandaki tesisleri gösteren katmanlarda kullanılmıştır.

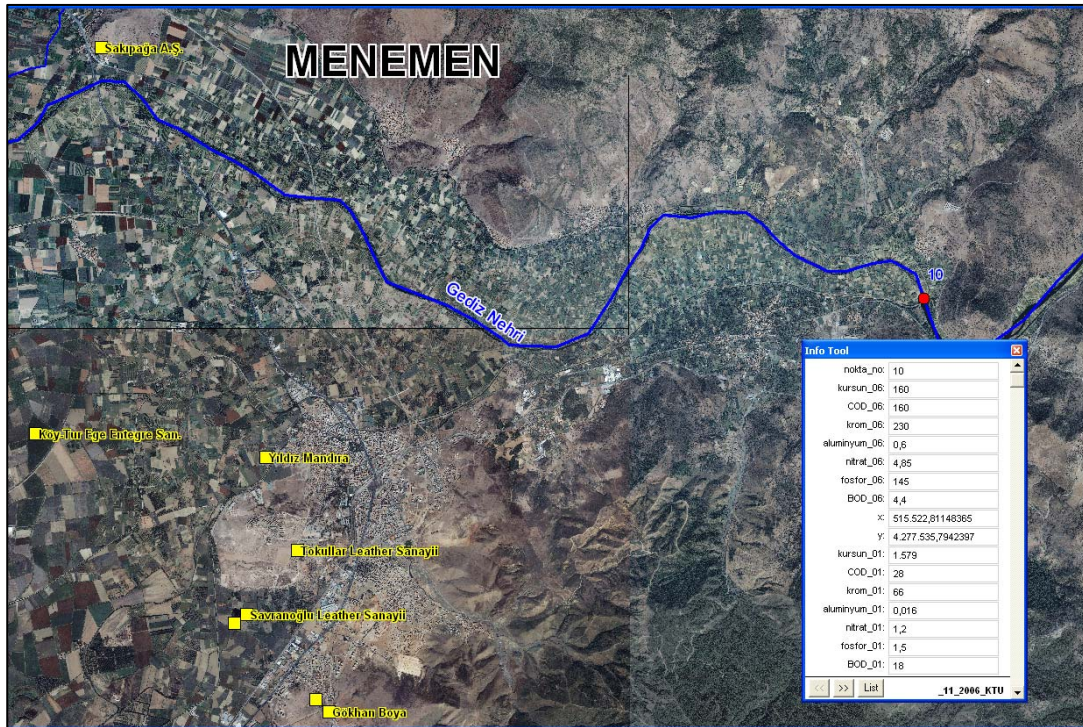
Elde edilen tüm sayısal veriler analiz amaçlı CBS katmanları altında birleştirilerek MapInfo Professional 8.0 SCP programı yardımıyla analiz edilmiş ve hem veritabanında hazırlanan grafiklerle hem de CBS’ de hazırlanan tematik haritalarla değerlendirilmiştir. Her bir parametre için, 2001 ve 2006 yılları arasındaki değişimi temsil eden tematik haritalar hazırlanmıştır. Tematik haritalar, aşağıda gösterilen fonksiyona göre hesaplanan varyasyon değerleri kullanılarak hazırlanmıştır (1) :

$$VaryasyonDegeri(\%) = \frac{Konsantras_{yon_{2006}} - Konsantras_{yon_{2001}}}{Konsantras_{yon_{2001}}} * 100 \quad (1)$$

Tematik haritaların hazırlanmasına “Ters Mesafe Ağırlıklı Enterpolasyon Tekniği (Inverse Distance Weighted, IDW)” kullanılmıştır. IDW enterpolasyon tekniği örneklem nokta verilerinden enterpolasyonla grid üretmede çoğunlukla tercih edilen ortak bir yöntemdir. IDW enterpolasyon tekniği enterpole edilecek yüzeyde yakındaki noktaların uzaktaki noktalarda daha fazla ağırlığa sahip olması esasına dayandırılır. Bu teknik enterpole edilecek noktadan uzaklaştıkça ağırlığı da azaltan ve örneklem noktalarının ağırlıklı ortalamasına göre bir yüzey enterpolasyonu yapar (Arslanoğlu ve Özçelik, 2005).

Tablo 1: Projedeki Katmanlar, meta verileri ve tipleri

KATMANLAR	ÖZELLİK SINIFI	VERİTABANI	
Eşyüksekti eğrileri	Çizgi	ID	Small Integer
Gediz Nehri ve sulama kanalları	Çizgi	- ID - İsim - Uzunluk - Debi	- Small Integer - Character(15) - Decimal(7,2) - Decimal(7,2)
Yollar	Çizgi	- ID - İsim - Uzunluk	- Integer - Character(35) - Float
Tesisler	Nokta	- ID - İsim - Bulunduğu Yer - X Koordinatı - Y Koordinatı - Aktivitesi - Atıksu debisi - Deşarj yeri - Su kullanım miktarı - AKM, BOİ, KOİ yükleri	- Small Integer - Character - Character - Float - Float - Character - Float - Character - Float - Float
Numune alma istasyonları	Nokta	- ID - İsim - X Koordinatı - Y Koordinatı	- Small Integer - Character(20) - Float - Float
Yerleşimler	Alan	- ID - İsim - Bağlı bulunduğu yer 1997 nüfusu 2000 nüfusu	- Small Integer - Character(25) - Character(12) - Integer - Integer



Şekil 2: Grafik veri-sözel veri gösterimi

The screenshot shows the MapInfo Professional interface with three data tables open:

- facilities_2 Browser:** A table with columns: Name, Place, X_Coordinate, Y_Coordinate, Activity, Domestic_Wastewater, Discharge_Permission, Discharge_P. It lists various industrial facilities like leather and food processing plants.
- 11_2006_KTU Browser:** A table with columns: nokta_no, kursun_06, COD_06, krom_06, nitrat_06, alüminyum_06, fosfor_06. It shows water quality data for 11 sampling points in 2006.
- gediz_kolları_KTU Browser:** A table with columns: ID, Name, Flow. It lists 24 tributaries of the Gediz River.

Şekil 3: MapInfo 8.0 Professional SCP yazılımında hazırlanmış veritabanı örnekleri

4. ANALİZ SONUÇLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Alüminyum: 2001 ve 2006 yıllarında Gediz Nehri su kalitesi değerleri alüminyum parametresi açısından 3. ve 4. sınıf su kalitesi değerlerinde seyretmiştir. Yıllar arasındaki değer farklılıklarına bakıldığında, 2006 yılında 7 ve 8 nolu istasyonlarda % 0,6 oranlarında bir iyileşme görülmüş, ancak diğer noktadaki alüminyum değerlerinde %149'a varan artışlar olmuştur. 5 nolu DSİ Tefer istasyonunda ise 2006 yılının en yüksek değeri ölçülmüştür. Yüksek alüminyum konsantrasyonlarının tarımsal ilaçlardan, gübrelerden ve metal endüstrisinden kaynaklandığı, dolayısıyla endüstriyel kirlenmeyi doğruladığı bilinmektedir (Uzunoğlu ve Öztürk, 2000).

Kurşun: 2001 yılında, kurşun parametresi değerleri 4. sınıf su kalitesini ancak sağlayabilmiştir. 2006 yılında ise, tüm noktalarda kurşun değerlerinde en az %0,6 oranında iyileşme olduğu tematik haritada gösterilen değerlerden anlaşılmaktadır. Ancak su kalitesi halen 3. ve 4. sınıf su kalitesi değerlerindedir. Kurşun parametresi kirliliğini çoğunlukla tarımsal ilaçlardan ve metal, akümülatör ve maden sektörleri atıksularından kaynaklanmaktadır (Minareci v.d., 2004).

Toplam Krom: 2001 yılında, su kalitesi Nif kolunda bulunan 3 nolu istasyon dışında genellikle 2. ve 3. sınıf su kalitesindedir. 2006 yılında ise su kalitesinin genellikle aynı kalite sınıflarında devam etmesine rağmen, Gediz Nehri ana kolu üzerinde bulunan 8 ve 10 nolu istasyonlarda göze çarpan bir artış belirlenmiştir. Atıksularda krom kirliliğinin başlıca kaynakları arasında deri, metal ve tekstil sektörleri atıksuları bulunmaktadır.

Toplam Fosfor: 2001 yılında Gediz Nehri su kalitesi toplam fosfor parametresi açısından 3. ve 4. sınıf su kalitesinde seyretmiştir. Ancak 2006 yılında tüm noktalarda % 2200 lere varan artışlar olmuş ve su kalitesi oldukça kötüleşmiştir. En yüksek artışların görüldüğü noktalar ise Nif Çayı üzerinde bulunan noktalarda görülmüştür. Fosfor kirliliği sebebi ise evsel atıksular ve tarım ilaçlarıdır.

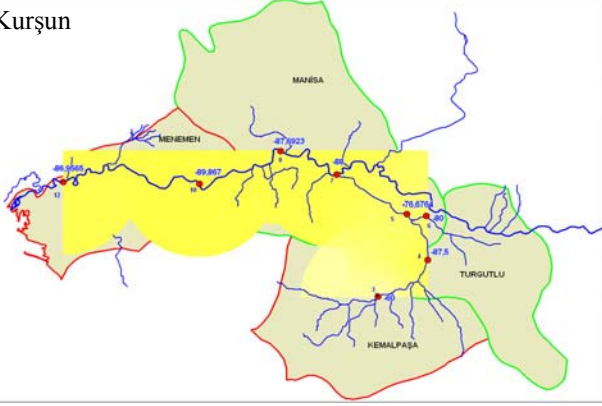
Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ): 2001 yılında su kalitesi kimyasal oksijen ihtiyacı parametresi açısından 2. ve 4. sınıf su kalitesi arasında seyretmiştir. Ancak 2006 yılında tüm noktalarda artış olmuş ve KOİ parametresi değerleri 4. sınıf su kalitesine geçişte sınır değer olan 70 mg/lt nin oldukça üzerindedir. KOİ kirliliğinin başlıca sebepleri olarak zeytinyağı ve mandıra üretim tesisleri gösterilebilir.

Biyolojik Oksijen İhtiyacı (BOİ): 2001 yılında BOİ açısından su kalitesi 2. ve 4. sınıf arasında seyrederken, 2006 yılında tüm noktalarda BOİ değerleri azalmış ve 1. ve 2. sınıf su kalitesi için belirtilen değerlere inmiştir. BOİ kirliliği evsel ve endüstriyel kirliliğin başlıca göstergesidir.

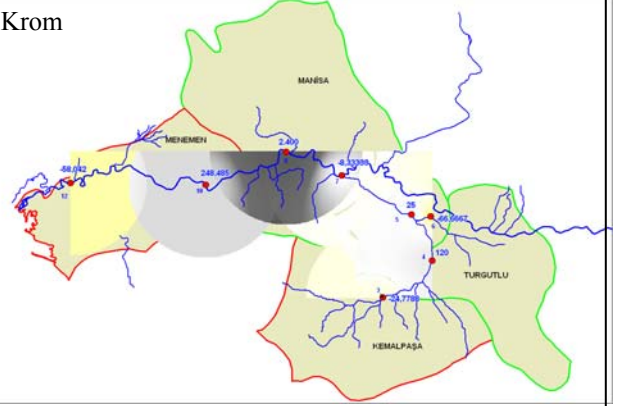
Nitrat Azotu: 2001 yılında, nitrat azotu parametresi açısından Gediz Nehri 1. ve 2. sınıf su kalitesi değerlerinde olmuştur. 2006 yılında ise, özellikle 12 nolu noktada gerçekleşen %15 lik artışa rağmen, diğer noktalarda nitrat değerleri azalmış ve 1. sınıf su kalitesi standartlarına gelmiştir. Nitrat azotunu kirliliği çoğunlukla tarımsal faaliyetlerden kaynaklanmaktadır.

2001 ve 2006 Yılları Arasında Parametrelerin Değişim Yüzdeleri

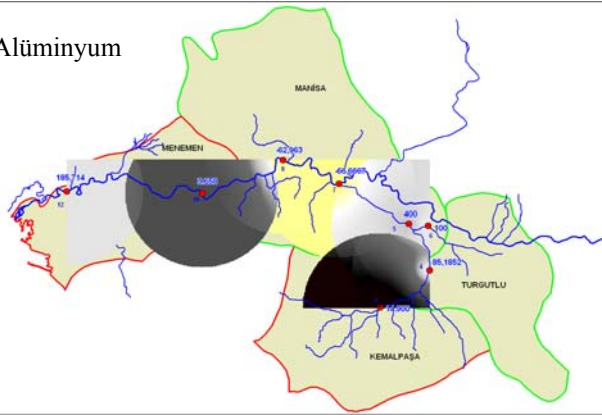
Kurşun



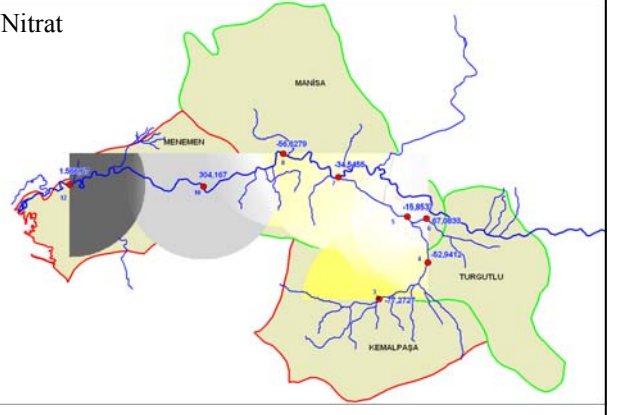
Krom



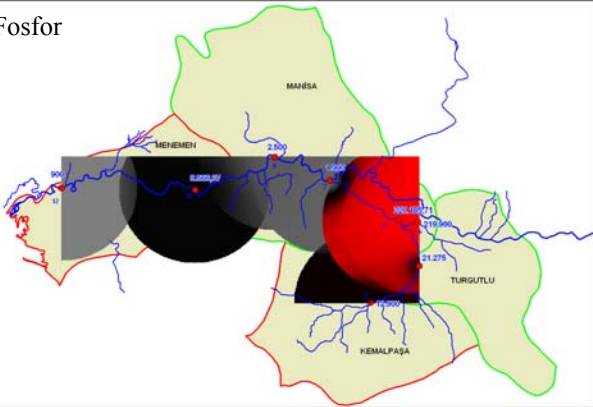
Alüminyum



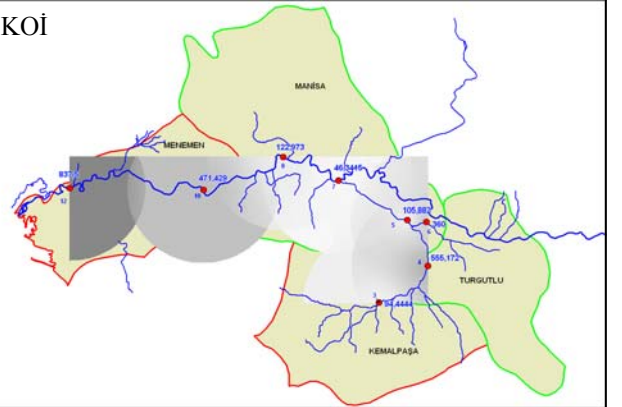
Nitrat



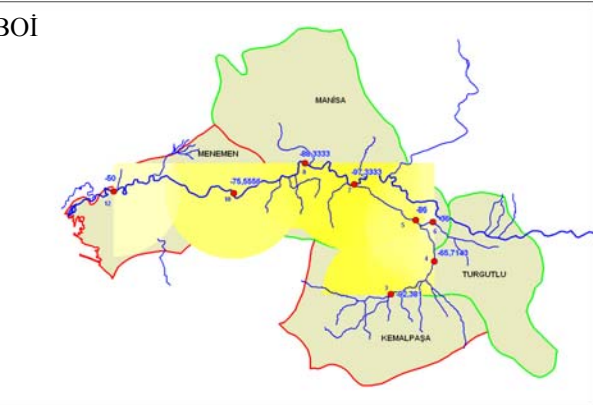
Fosfor



KOI



BOİ



0 12,5 25 km



5. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Günümüzde çevre analizleri için artık geniş kapsamlı alan bilgilerine ihtiyaç duyulmaktadır. Çevre hakkında daha sağlıklı bilgi sahibi olmak ve çevre kirliliğinin önlenmesine ilişkin daha doğru kararlar verebilmek ancak söz konusu çevrenin tüm özellikleriyle bilinmesine bağlıdır. Bu anlamda, çevreye ait verilerin öncelikle toplanması, sayısal ortamda depolanması ve konumsal analizlere olanak sağlayacak şekilde sorgulanması için gerekli ortamların hazırlanması zorunludur. Coğrafi bilgi sistemleri (GIS), bu anlamda kullanılan en etkili teknolojik araç olarak görülmektedir (Sesören, 1999). Bilgisayar ortamında oluşturulan arazi modelleri, bilhassa uydu görüntüleri ile desteklenen mevcut konum bilgileriyle, çevre hakkında kullanıcılara çok yönlü dinamik bir sorgulama ortamı sunmaktadır (URL 1, 2006).

Gediz Nehri ve havzası başta İzmir ili olmak üzere Ege Bölgesi açısından önemli bir coğrafik kesimdir. Bölgedeki sulama suyu ihtiyacı Gediz Nehri'nden karşılandığı gibi; birçok sanayi ve tarım tesisleri de bu bölgede bulunur ve atıksularına nehre deşarj ederler. Dere havzasında yoğun bir nüfusun yerleşmiş olması sebebiyle nehre evsel atıksu deşarjlarının bulunması ve Gediz Nehri'nin İzmir Körfezi'ne dökülerek taşıdığı tüm kirliliği körfeze ulaştırması, Gediz nehir kirliliğinin önemini daha da artırmaktadır. Tüm bu faktörler bir araya gelince Gediz Nehri'nde kirlilik probleminin önlenmesi kaçınılmaz olmuştur. Çevre tahribatını önlemek ve gerekli önlemleri almak üzere, İzmir Büyükşehir Belediyesi İZSU Genel Müdürlüğü tarafından başlatılan proje ile Gediz Nehri'nin İzmir sınırlarında kalan kesiminde kirliliğin belirlenmesi ve önlenmesi hedeflenmiştir. Proje kapsamında bir Çevresel Bilgi Sistemi oluşturarak havzanın coğrafik veri tabanının kurulma aşaması gerçekleştirilmiştir.

GIS tekniği ile oluşturulan model ile bölgeye ait başta kirlilik verisi olmak üzere birçok veri toplanmış ve bu verilerin analizlerinden de bir takım sonuçlar elde edilmiştir. Gediz Nehri kirliliğinin yerleşim yerlerinden deşarj edilen arıtılmamış evsel atıksulardan, endüstriyel tesislerden deşarj edilen arıtılmamış endüstriyel atıksulardan ve bilinçsiz kullanılan tarımsal ilaçlardan kaynaklandığı belirlenmiştir. Nif kolunda görülen özellikle kurşun, KOİ, alüminyum ve fosfor parametreleri kirliliğinin, Kemalpaşa civarında bulunan endüstriyel tesislerden kaynaklandığı anlaşılmaktadır. Tüm nehir boyunca görülen yüksek orandaki fosfor ve KOİ konsantrasyonları; havzadaki tarımsal ilaç kullanımının ve evsel-endüstriyel kirlenmenin en önemli göstergesidir. Konsantrasyonların Gediz Nehri'nin Menemen İlçesinden geçen 8, 10 ve 12 nolu istasyonlarda yükselmesi, ilçeden ve civarından kaynaklı evsel-endüstriyel ve tarımsal atıksu deşarjları olduğunu bir kez daha kanıtlamıştır.

Sonuç olarak, Gediz Nehri'ndeki inorganik kirlilik oldukça fazladır ve nehir suyu kalitesi en kötü kalite olan 4. sınıf su kalitesi civarındadır. Ancak İzmir Büyükşehir Belediyesi İZSU Genel Müdürlüğü tarafından havzada yapılan başta arıtma tesisleri ve altyapı olmak üzere diğer kirlilik önleme çalışmalarının etkili olduğu; 2006 yılında kirlilik parametrelerinde görülen azalmalar ile ispatlanmıştır.

Gediz Nehri alt havzasındaki kirlilik problemlerinin çözümü için yapılabilecek diğer uygulamalar şöyle özetlenebilir:

- Alt havzanın aktif olarak korunması, akılcı kullanımı ve sürdürülebilir amaçlara ulaşım için bir havza yönetim planı oluşturulmalı
- Havzaya ait veriler tek bir elde toplanmalı, değerlendirilmeli ve izlenmelidir. Sürekli kirlilik izleme ve değerlendirme için bir "Monitoring Sistemi" kurulmalı
- Su tüketicileri aşırı su kullanımı, gübreler ve tarımsal ilaçlar konusunda bilinçlendirilmeli
- Havzanın korunması ve yönetimi için kurulmuş olan "Gediz Havzası İlleri Çevre Koruma Hizmet Birliği" acilen aktif hale getirilmeli

Bu çalışma ile GIS'in çevre sorunlarının çözümünde etkili bir teknolojik araç olduğu bir kez daha anlaşılmıştır.

KAYNAKLAR

Anonim, 1997, *Gediz Havzası Çalışmaları*, T.C. Çevre Bakanlığı İzmir Çevre İl Müdürlüğü, İzmir.

Anonim, 1998. *Manisa İli Çevre Durum Raporu*, T.C. Çevre Bakanlığı Manisa Çevre İl Müdürlüğü, Manisa.

Anonim, 2004, *Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği*, Resmi Gazete, No: 25687 Tarih:31.12.2004, Ankara.

Arslanoğlu, M., Özçelik, M., 2005. *Sayısal Arazi Yükseklik Verilerinin İyileştirilmesi*, 10. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, 28 Mart-1 nisan 2005, Ankara.

Gündoğdu, V., 2003. *Gediz Nehir Havzası Yönetim Planı Oluşturulmasına Yönelik Bir Yaklaşım*, Doktora tezi, DEÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

Gündoğdu, V.; Akgün, G.; Elele, M.; Tokat, E.; Harmancıoğlu, N. v.d., 2006. *Gediz Nehri Havzası'nın İzmir Büyükşehir Belediyesi Sınırları İçinde Kalan Kısımında 2005-2006 Yılı Kirlilik Etüt Projesi Final Raporu*, İzmir Büyükşehir Belediyesi İZSU Genel Müdürlüğü, İzmir, Türkiye

Kocataş, A.; Balık, S.; Ustaoglu, M.R., 2000. *Gediz Deltası Sulak Alan Yönetim Planı Alt Projesi Final Raporu*, T.C. Çevre Bakanlığı, Ankara.

Minareci, O.; Öztürk, M.; Minareci, E., 2004. *Manisa Belediyesi Evsel Atık Su Arıtma Tesisinin, Gediz Nehrinin Ağır Metal Kirliliğine Olan Etkilerinin Belirlenmesi*, Trakya Üniv J Sci, 5(2): 135-139.

Sesören, A., 1999. *Uzaktan Algulamada Temel Kavramlar*. Mart Matbaacılık, İstanbul, Baskı 1.

URL 1, Richards, D.J. & Allenby, B.R., 2003. *Information Systems And the Environment*, <http://site.ebrary.com/lib/deulibrary/Doc?id=10041109&ppg=1>, 18 Ocak 2006.

Uzunoğlu, O.; Öztürk, M., 2000. *Manisa İl Sınırlarından Geçen Gediz Nehrine Deşarj Yapan Sanayi Arıtım Tesisinin Ağır Metal Kirliliğine Olan Etkilerinin Belirlenmesi*. Su Ürünleri Sempozyumu, Sinop, S: 410-420.

Yomralıoğlu, T.; Akça, M., 2002. *Çevresel Bilgi Sistemleri İçin Model-Altlık Tasarımı: Trabzon-Değirmendere Havzası Örneği*, Kent Bilgi Sistemleri Uygulama Sempozyumu, Trabzon.