

COĞRAFI BİLGİ SİSTEMLERİ KULLANILARAK SAKARYA NEHRİ KİRLİLİK YÜKÜNÜN BELİRLENMESİ

M. Gümrükçüoğlu, O. Baştürk

Sakarya Üniversitesi, Çevre Müh. Bölümü, Sakarya, mahnaz@sakarya.edu.tr, ogunbasturk@hotmail.com

ÖZET

Bu çalışmada, CBS kullanılarak Sakarya nehrinin ilindeki mecrasında istenilen noktada sanayi kaynaklı kirlilik değerinin hesaplanabilmesi ve harita üzerinde sorgulanabilmesi amaçlanmıştır. Nehre doğrudan deşarj yapan sanayi tesislerinden kaynaklanan kirlilik dikkate alınmış, evsel ve noktasal olmayan kirlilik dikkate alınmamıştır. Bu sanayi tesislerinin ve nehri besleyen derelerin mansap noktalarının koordinatları GPS cihazı ile tespit edilmiş, deşarj noktaları ve buralardan alınan numune bilgileri ile çözünmüş oksijen derişim değerlerinin hesaplandığı bir veri tabanı oluşturulmuştur. Bu veriler, Netcad yazılımı kullanılarak harita üzerinde gösterilmiş, oluşturulan web sayfası üzerinden sorgulanması sağlanmış ve bu şekilde, çalışma geliştirilecek bir nehir kirlilik analiz sistemin ilk adımı olmuştur.

Anahtar Sözcükler: Nehir, coğrafi bilgi sistemleri, sanayi, çözünmüş oksijen

ABSTRACT

DETERMINATION OF THE SAKARYA RIVER POLLUTION BY USING GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM

The aim of the study is to calculation and mapping of industrial pollution along the Sakarya River in Sakarya City by using GIS. Industrial establishments and river tributaries coordinates are determinated with GPS. Discharges points, water patterns and calculated dissolved oxygen datas are used for creating of database Those datas are worked on map by using Netcad GIS module. In this case, this study is the first step for developing river pollution anaylsis system.

Keywords: River, geographic information systems, industry, dissolved oxygen

1. GİRİŞ

Hızlı bir gelişim süreci içersinde olan bilişim teknolojisi, su kaynaklarının yönetiminde geniş uygulama alanı bulmaktadır. Bu bağlamda CBS, analiz, modelleme, daha hızlı sonuca ulaşma ve farklı koşulları değerlendirebilme imkanı sağlayarak önemli bir karar destek mekanizması haline gelmiştir (Yomralıoğlu, 2000). Harita, tablo, metin ve istatistikler gibi verilerin kullanıldığı nehir kirlilik çalışmalarında, bu verilerin birlikte değerlendirilmesi ve analiz edilmesi aşamasında yardımcı araçlara ihtiyaç duyulmakta ve CBS bu noktada önemli bir oynamaktadır. Nehir kirlitici etkenler, kanalizasyon suları, fabrika atıkları, yüzey akışlarıyla taşınan materyaller, tarımsal faaliyetler sonucu oluşan pestisit ve gübre gibi noktasal ve yaygın kaynaklı kirleticilerdir. Bunlardan en önemli noktasal kaynak ise sanayi tesisleridir. Bu çalışmada, seçilen sanayi tesislerinin nehre verdikleri kirlilik yükü çözünmüş oksijen derişimi parametresinin hesaplanmasıyla belirlenmiş ve CBS yazılımı ile harita üzerinde sorgulanması sağlanmıştır.

Çalışma alanı, Sakarya nehrinin Sakarya il sınırları içinde kalan kısmıdır. Marmara Bölgesinin kuzeydoğu ucunda yer alan Sakarya nehrinin kolları ile birlikte toplam uzunluğu (başlangıcında yer alan bazı kaynaklarının kuruduğu göz önüne alınırsa) 720 km, il sınırları içindeki uzunluğu ise 159.5 km.dir. Nehir, Osmaneli'ne varmadan Göynük Çayı'nı ve sonrasında Göksu Çayı'nı da alarak Pamukova'ya, ardından dar Geyve Boğazı'nı geçerek Adapazarı Ovası'na ulaşır. Daha kuzey kesiminde Mudurnu çayını ve Çark suyunu alarak Karasu ilçesinde Karadeniz'e dökülür (Şekil 1). Nehirdeki su kirliliği, nüfus ve sanayileşmeye orantılı olarak hızlı bir şekilde artmaktadır. Bu kirliliği yaratan etkenler; daha önceki illerden gelen kirlilik, yan kollar ve nehir havzasındaki yerleşim bölgelerinden gelen evsel atıklar ile tarım arazilerinden karışan gübre ve pestisitler, nehir ve onu besleyen derelerin kenarlarında kurulmuş olan işletmelerden gelen kirleticiler şeklinde sıralanabilir. Nehir, fiziksel parametrelerin yanında, kimyasal parametrelerin (içerdiği demir ve diğer ağır metallerin) yüksekliği bakımından yoğun kirlilik göstermektedir (Çevre durum raporu, 2004).



Şekil 1: Sakarya nehrinin Sakarya ili sınırlarındaki mecrası (Valilik-CBSM, 2006)

CBS kullanılarak su kalitesi verilerinin toplanması ve veri tabanı oluşturularak kullanıcıya ulaştırılması konusunda daha önce yapılmış çalışmalar mevcuttur. Örneğin; Sakarya havzasında bulunan derelere ve Sakarya nehrine atıklarını veren sanayi kuruluşlarına ilişkin olarak Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü (DSİ) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada, bu kuruluşların atık su karakterizasyonu yapılmış, ancak yük tespitine gidilmemiştir (Taştan, 1991). Benzer bir çalışmada, DSİ ve Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü (EİEİ) tarafından toplanmakta olan su kalitesi verilerine CBS ortamında ulaşılmasını sağlayan bir uygulama geliştirilmiştir (Girgin, 2004). Uygulama sayesinde su kalitesi gözlem istasyonlarına ait bilgilere ulaşılabilmekte, aylık su kalitesi ölçümleri tablo ve grafik olarak elde edilebilmekte, veriler üzerinde istatistiksel analizler yapılabilmekte ve çeşitli kriterlere göre su kalitesine yönelik tematik haritalar oluşturulabilmektedir.

Bu çalışmada ise CBS kullanılarak, Sakarya nehri kıyısında bulunan sanayi tesislerinin koordinatları ve deşarj değerleri sayısal harita üzerinde işlenerek yapılan çözünmüş oksijen derişimi hesaplamaları sonucunda, sadece gözlem istasyonları mevkilerinde değil, istenilen noktadaki sanayi kaynaklı kirlilik değerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışmada Sakarya nehrine doğrudan deşarj yapan sanayi tesislerinden kaynaklanan kirlilik dikkate alınmış, evsel nitelikli atık sular ve noktasal olmayan kaynaklardan gelen kirlilik ihmal edilmiştir. Ayrıca, organize sanayi bölgesinden ve nehrin kollarına deşarj yapan diğer sanayi kuruluşlarından kaynaklanan kirlilik hesaplara ayrı ayrı katılmamış olup nehri besleyen kolların mansap noktalarındaki kirlilik seviyeleri esas alınmıştır. Yapılan uygulamanın, su kaynaklarına farklı şekillerde katılan kirlilik yükünün internet üzerinden sorgulanmasını sağlayacak bir sistemin pilot çalışması olması amaçlanmıştır. Bu çalışma tamamlandığında nehir üzerinde, kirlilik açısından kritik noktalar tespit edilerek, bu noktalara ve nehri besleyen kolların mansaplarına çözünmüş oksijen ölçüm cihazları yerleştirilerek GPRS ile internete bağlı sistemden sürekli olarak gelecek veriler ile anlık kirlilik değerleri tespit edilebilecek ve dijital ortamda takibi yapılarak karar destek işlevi görecektir.

2. MATERYAL VE METOT

2.1 Sakarya Nehri Suyu Kirlilik Oranının Hesaplanması Yöntemi

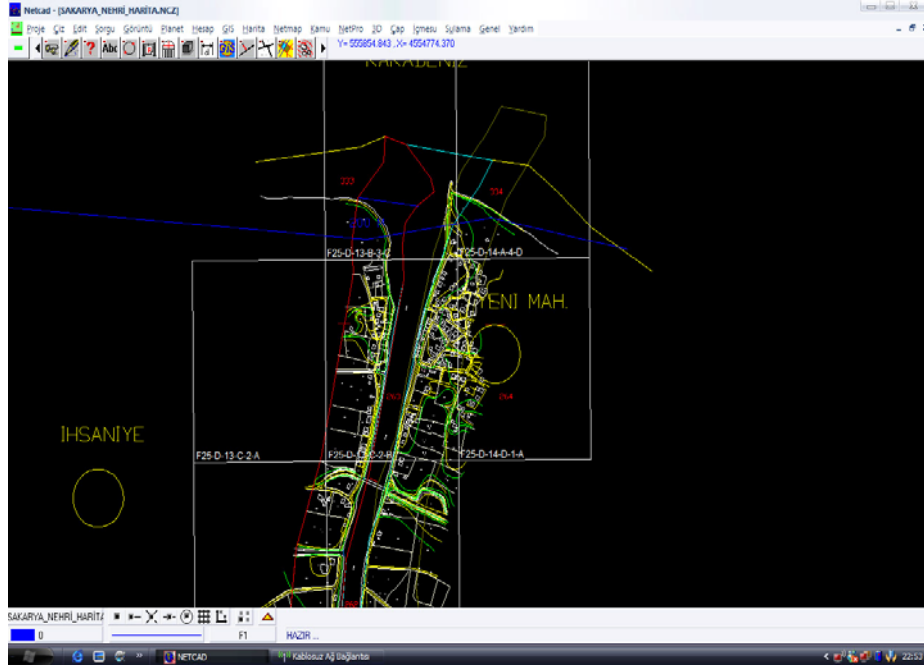
Çalışmada kirlilik belirlenmesi için kullanılan çözünmüş oksijen parametresi, su içindeki yaşamın ve su kullanılabilirliğinin en önemli işareti ve su kirliliğinin belirlenmesinde en önemli parametredir. Organik madde ölçümü için kullanılan biyokimyasal oksijen ihtiyacı parametresi çözünmüş oksijen ölçümüne dayanmaktadır. Kimyasal oksijen ihtiyacı parametresi de çözünmüş oksijen cinsinden ifade edilmektedir. Çözünmüş oksijen derişimi, sudaki oksijen tüketim hızı ve atmosferden oksijen kazanma hızına bağlıdır. Belirli bir kirlenici yükünün su yatağındaki çözünmüş oksijen derişimine etkisi matematik olarak ifade edilebilir ve herhangi bir anda bir akarsu parçası için oksijen dengesi yazılabilir. Buna göre aşağıdaki eşitlik oluşturulabilir (Formül 1) (Karpuzcu, 1991). Bu çalışmada formül 1'den yararlanarak çözünmüş oksijen derişimi hesaplanmıştır.

$$N = (k_1 L_0 / k_2 - k_1) (e^{-k_1 t} - e^{-k_2 t}) + N_a e^{-k_2 t} \quad (1)$$

Sanayi tesislerine ait isim, adres, atık su debisi ve deşarj değeri gibi bilgiler ile excel programında veri tabanı oluşturulması için, Çevre-Orman İl Müdürlüğü ve Adasu'nun verileri esas alınmıştır. Kirlilik yükü hesaplanırken, belirlenen sanayi tesislerinin, deşarjlarında Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'ndeki sınır değerleri aşmadıkları varsayılmış ve bu sınır değerler maksimum yük olarak alınmıştır. Bu değerler, 24 saatlik kompozit ve deşarj izni alınmasına esas alınmış numunelerin analiz sonuçlarıdır. Bu veriler işlenmiş ve Sakarya nehrinin sanayi kaynaklı kirlilik yükü hesaplanmıştır.

2.2 Verilerin Toplanması ve İşlenmesi

Seçilen sanayi tesislerinin ve nehri besleyen kolların mansap noktalarının ve nehir kıyısındaki sanayi tesislerinin koordinatları GPS ile tespit edilmiştir. Sakarya valiliği coğrafi bilgi sistemleri merkezi ve Adapazarı Büyükşehir Belediyesi tarafından hazırlanan sayısal haritalar ve google earth uydu fotoğrafları kullanılmıştır. Uydu görüntüleri ve sayısal haritalar üzerinde referans noktalar (Şekil 2) belirlenmiş ve Netcad 5.0 yazılımının GIS modülü kullanılarak uydu görüntüleri ile sayısal haritalar bu noktalara göre çakıştırılmıştır (Şekil 3).



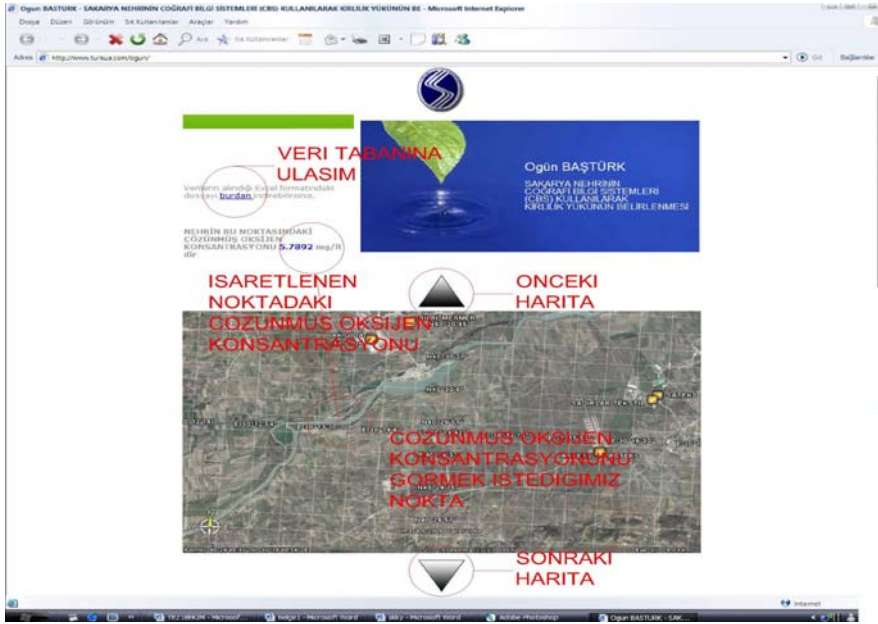
Şekil 2: Nehir üzerinde belirlenen referans noktalarından biri



Şekil 3: Sanayi tesislerinin uydu görüntüsü üzerinde gösterilmesi

Çakıştırılan uydu görüntüleri üzerine sanayi tesisleri işlenmiş ve jpeg dosyası olarak kaydedilmiştir. Nehir boyunca birer km aralıklarla ikonlar oluşturulmuş, öznitelik verileri, yapılan hesaplama sonuçları ve görüntüler düzenlenerek web sayfası haline getirilmiştir (www.turkua.com/ogun). Bu arayüzde nehir üzerindeki referans noktalara yerleştirilen sorgulama pencerelerinden, nehrin o noktadaki anlık kirlilik değerinin sorgulanabilmesi sağlanmıştır. Nehir üzerinde herhangi bir noktaya tıklandığında bir km.lik alan içindeki çözünmüş oksijen derişim değeri ekranın

sol üst köşesinde görülmektedir. Web sayfası arka arkaya yüklenen sayfalar sistemiyle çalışmaktadır. Hesaplamaların yer aldığı veri tabanına da yine sol üst köşede bulunan linke tıklayarak ulaşılabilir (Şekil 4).



Şekil 4: Web sayfası

3. NEHİRDE KİRLİLİK İLE İLGİLİ BULGULAR

Sanayi tesislerinin nehre deşarj yaptıkları noktalar harita üzerinde koordinatlarına göre belirlenmiş ve değerleri Excel programında gerekli bilgiler veri tabanına girildikten sonra bu noktalardaki hesaplanan çözünmüş oksijen derişim değerleri Tablo 1. de görülmektedir. Bu değerler harita üzerinde sorgulanabildiği gibi 1 km'lik alan içinde çözünmüş oksijen derişim değerlerini görmek mümkündür.

Tesis Adı	Nehir Km.	Hesaplanan Çözünmüş Oksijen mg/l
Doğançay Mermer	41	5.4453
TIRSAN	45	5.4575
Ömür Piliç	40	5.4454
Akgıda	14	5.4114
Bilal Mermer	15	5.4003
Toprak-TMMT	45	5.3455
Sadırlar-Asteks-Sadeks	20	5.7452
Şen Piliç	25	5.7227
Demircioğlu	57	5.2575
Kasaplar Odası Kesimhanesi	54	5.2575

Tablo 1: Tesis deşarj noktalarındaki hesaplanmış çözünmüş oksijen değerleri

Kıta içi yüzeysel su kirliliği yönetmeliğine göre sular kirlilik açısından 4 sınıfa ayrılmaktadır. 1. sınıf sular yüksek kaliteli su, 4. sınıf sular ise çok kirlenmiş su olarak tanımlanmaktadır. Buna göre Sakarya nehri, İli sınırları içindeki mecrasında birçok kirlletici parametre açısından 3. ve 4. sınıf yüzey suyu olarak belirlenmektedir (Çevre durum raporu, 2004).

Nehir kirliliğine en büyük etkinin tekstil ve otomotiv tesislerinden kaynaklandığı görülmektedir. Gıda ve kimya sanayi atık sularının nehir kirliliğine olan etkisinin ise bu sektörler göre nispeten daha düşük olduğu gözlenmiştir. Bunda en önemli faktörler, sektörler ait atık suların karakterleri ve kullanılan arıtma teknolojileridir. Atıksularını arıtmaya tabi tutmadan kontrolsüz deşarj yapan işletmeler diğer büyük kirlilik etkisini oluşturmaktadır. Bölgesel olarak kirlenme etkisinde ise yine tekstil sektörünün yoğun olarak bulunduğu Geyve bölgesi çıkışında ve otomotiv

sektörünün bulunduğu Akçay çıkışında maksimum kirlenme etkileri görülmüştür. Sakarya nehrini besleyen kollar arasında en yüksek kirlilik değerine sahip olanın Çark deresi olduğu görülmektedir. Bundan yirmi yıl önce Adapazarı'nın içme ve kullanma suyunun sağlandığı Çark deresinin bugün akarsu kirlilik sınıflarına göre IV. sınıf kirlilik seviyesine sahip olmasında en büyük pay kontrolsüz deşarjlar, I. ve III. OSB'den kaynaklanan atık sular ve evsel atıksulardır. Yapılan kirlilik analizi sonucunda ortaya çıkan yakın değerler, tesislerin birbirine yakın olması nedeniyle hesaplamaların kısa aralıklarda yapılmış olmasından kaynaklanmaktadır. Bu çalışmada hesaba katılmayan evsel nitelikli atık sular ve noktasal olmayan kaynak kirlilikleri de eklendiğinde, nehrin il sınırlarındaki mecrasındaki kirlenmenin ciddiyeti daha açık görülebilecektir.

4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Su, hem bölgemizde hem de dünya da son derece değerli, ekonomik ve stratejik bir kaynaktır. Bu kaynağın tahsisinde, planlamasında, kullanılmasında ve korunması ile ilgili tedbirlerin alınmasında çok dikkatli olunmalı ve özen gösterilmelidir. Avrupa Birliği ülkelerinde çok daha katı olan deşarj standartları maalesef ülkemiz ekonomik koşullarında daha esnek uygulanmaktadır. Bu nedenle sanayi tesisleri, yönetmelikte belirtilen sınır değerleri aşmalar bile atıklarındaki kirlenme parametre oranlarının yüksek olması Sakarya nehrinde diğer yüzey sularında olduğu gibi yoğun bir kirlilik yaratmaktadır. Çalışmada tesislerin deşarj limitlerini aşmayacağı varsayıldığı ve diğer kaynakların katkısı olmadığı halde ortaya çıkan kirlilik oranı, su kirliliği kontrolü yönetmeliği limitlerinin, nehirlerde su yönetiminin sürdürülebilirliği için yeterli olmadığını göstermektedir.

Özel bir önem verilmesi gereken su kaynakları yönetiminde, kirlilik verilerinin öncelikle toplanması, sayısal ortamda depolanması ve konumsal analizlere olanak sağlayacak şekilde sorgulanması için gerekli ortamların hazırlanması zorunludur. Coğrafi bilgi sistemleri, bu anlamda kullanılan en etkili teknolojik araç olarak görülmektedir. Bilgisayar ortamında oluşturulan kirlilik modelleri, bilhassa uydu görüntüleri ile desteklenen mevcut konum bilgileriyle, çevre kirliliği hakkında kullanıcılara çok yönlü dinamik bir sorgulama ortamı sunmaktadır. Bu konuda en önemli zorluk bu çalışmaları kolaylaştıracak nitelikli ve güncel verilerin bulunmasıdır. Bu çalışmanın, nehirlerde çok çeşitli kirlenme kaynakların ve oluşturdukları kirlilik yüklerinin web üzerinden sorgulanmasını sağlayacak bir sistemin pilot çalışması olması planlanmıştır. Genellikle çalışmalarda sistem veri girişini kolaylaştıracak araçlar içerse de veri elde edilmesi ve sisteme giriş yapılması vakit alıcı bir işlemdir. Bu nedenle, bu çalışma geliştirildiğinde; nehir üzerinde, kirlilik açısından kritik noktalara yerleştirilecek GPRS ile internete bağlı olacak çözünmüş oksijen ölçüm cihazlarından sürekli olarak gelecek veriler sisteme girilebilecek ve anlık kirlilik değerleri tespit edilebilecektir.

Bu çalışma, nehirlerde noktasal kirlenme kaynaklardan istenilen anda veri alınmasını ve görüntülenmesini sağlayacak bir sistemin ilk adımı olması açısından önemlidir. Yerel olarak benzer çalışmaların daha önce mevcut olmadığı dikkate alındığında gerçekleştirilen çalışma CBS tabanlı su kalitesi yönetimi çalışmaları için bir aşama olarak değerlendirilebilir. Sonuç olarak CBS kabiliyetlerinin su kirliliği çalışmalarında kullanılmasının su kalitesi yönetiminde karar vericiler için önemli bir destek olacağı açıktır.

5. KAYNAKLAR

Girgin,S., Akyürek, Z., Usul, N., 2004. Türkiye için Coğrafi Bilgi Sistemleri Tabanlı Su kalitesi Veri Analiz Sistemi Geliştirilmesi, 3.Coğrafi Bilgi Sistemleri Bilişim Günleri, 231-247.

Karpuzcu, M., 1991. Çevre Kirlenmesi ve Kontrolü, Kubbealtı İktisadi İşletmesi, İstanbul.

Sakarya İl Çevre-Orman Müdürlüğü, 2004. Sakarya İli Çevre Durum Raporu.

Taştan, H.,1991. Coğrafi Bilgi Sistemleri, Bir coğrafi Bilgi Sisteminin Tasarımı ve Gerçekleştirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ, İstanbul.

Yomralıoğlu, T. , 2000. Coğrafi Bilgi Sistemleri, Akademi Kitapevi, Trabzon, 480 S.

Sakarya valiliği internet sitesi, Coğrafi Bilgi Sistemleri Merkezi (CBSM) sayfası, www.sakarya.gov.tr/CBSM, 15 Mayıs 2006.