

T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**SAKARYA NEHRİ'NİN COĞRAFİ BİLGİ
SİSTEMLERİ (CBS) KULLANILARAK KİRLİLİK
YÜKÜNÜN BELİRLENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Ogün BAŞTÜRK

Enstitü Anabilim Dalı : ÇEVRE MÜH.

Tez Danışmanı : Yrd.Doç.Dr.Mahnaz GÜMRÜKÇÜOĞLU

Eylül 2006

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tez çalışmamda konunun belirlenmesinden sonuçlandırılmasına kadar bana desteklerini esirgemeyen danışmanım Sayın Yrd.Doç.Dr. Mahnaz GÜMRÜKÇÜOĞLU'na teşekkür ederim.

Ayrıca tez çalışmam süresince bana olan desteğinden dolayı eşim Övün BAŞTÜRK'e teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR	ii
KISALTMALAR.....	v
TABLolar.....	vi
ŞEKİLLER LİSTESİ	vii
ÖZET	viii
SUMMARY.....	ix
BÖLÜM 1.	
GİRİŞ	1
1.1. Araştırma Amacı	2
1.2. Araştırma Yöntemi	2
BÖLÜM 2.	
TEMEL KAVRAMLAR.....	3
2.1. Coğrafi Bilgi Sistemleri Nedir?	3
2.2. Coğrafi Bilgi Sistemlerinde Yazılım ve Donanım	5
2.2.1.Net CAD yazılımı	5
2.2.2.CPS cihazı	5
2.3. Su Kirliliği	6
2.3.1. Akarsularda kirlilik	6
2.3.2. Kirlilik ölçüm parametreleri	9
2.4. Çalışma alanı	12
2.4.1. Sakarya nehrini besleyen ana kolları	14

BÖLÜM 3.	
METERYAL VE METOD.....	17
3.1. Çalışmada Kullanılan Veriler	17
3.2. Uygulama	18
BÖLÜM 4.	
BULGULAR VE TARTIŞMA	33
BÖLÜM 5.	
SONUÇLAR VE ÖNERİLER	36
KAYNAKLAR.....	38
EKLER.....	40
ÖZGEÇMİŞ.....	44

KISALTMALAR

AKKS	: Arazi Kullanım Kabiliyet Sınıfı
AM	: Bilgisayar Destekli Haritacılık
CAD	: Bilgisayar Destekli Tasarım (Computer Aided Design)
CBS	: Coğrafi Bilgi Sistemleri
DEM	: Sayısal Yükseklik Modeli (Digital Elevation Model)
DSİ	: Devlet Su İşleri
FAO	: Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Teşkilatı (Food and Agriculture Organization of the United Nations)
GPS	: Küresel Yer Belirleme Sistemi (Global Position System)
UA	: Uzaktan Algılama

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.5.1. Sakarya İli Sınırları Ve Sakarya Nehri	14
Şekil 3.2.1 NetCAD Programı Üzerinde Sakarya Nehri Sayısal Haritasında Nehrin Mansap Noktasının İşlenmesi	26
Şekil 3.2.2. Sakarya Nehri Ve Kirlilik Yükleri Hesaba Katılan Sanayi Tesislerinin Sayısal Haritası.....	27
Şekil 3.2.3. Sakarya Nehri Ve Kirlilik Yükleri Hesaba Katılan Sanayi Tesislerinin Uydu Görüntüsü	27
Şekil 3.2.4. Geyve-Pamukova Bölgesinde Bulunan ve Sakarya Nehrine Deşarj Yapan Sanayi Tesislerine Ait Uydu Görüntüsü ve Koordinat Bilgileri	28
Şekil 3.2.5. I. OSB ve Erenler Bölgesine Ait Uydu Görüntüleri Ve Koordinat Bilgileri.....	29
Şekil 3.2.6. Web Üzerinden Kirlilik Analizi Yapılması	31
Şekil 3.2.7. Web Sayfasında Yeralan İkonlar ve İşlevleri.....	32

TABLolar LİSTESİ

Tablo 2.4.1. Kıta içi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri.....	8
Tablo 2.5.1. Sakarya Nehri ve Kollarında Kirlilik Durumu	16
Tablo 3.2.1. GPS Cihazı İle Belirlenen Sanayi Tesislerine Ait Koordinat Verileri	19
Tablo 3.2.2. Mesafelere göre hesaplanmış ÇO değerleri	22

ÖZET

Anahtar Kelimeler: Sakarya Nehri, CBS, Kirlilik Yüğü

Bu çalışmada uzaktan algılama verileri ve Coğrafi bilgi sistemleri kullanılarak Sakarya nehri kıyısında bulunan sanayi tesislerinin koordinatları ve deşarj değerleri sayısal harita üzerinde işlenerek yapılan hesaplamalar sonucunda, Sakarya Nehri'nin istenilen noktadaki kirlilik değerinin hesaplanabilmesi amaçlanmıştır.

Bu çalışmada temel olarak Sakarya Valiliği Coğrafi Bilgi Sistemleri Merkezi tarafından hazırlanan Sakarya Nehri'ne ait sayısal haritalardan yararlanılmıştır. NetCAD programı üzerinde sanayi tesislerinin GPS cihazı ile belirlenen koordinatları girilerek ve güncel uydu verileri de kullanılarak nehir kirlilik analizi yapacak sistemin altyapısı oluşturulmuştur.

IDENTIFICATION OF POLLUTION OF SAKARYA RIVER BY USING GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEM (GIS)

ABSTRACT

Key Words: Sakarya River, GIS, Pollution

In this study, it is aimed to discover pollution level of Sakarya River by using the digital data from Government of Sakarya GIS centre. The aim of the study is to calculate the pollution value of the exact point chosen among Sakarya River according to coordinates and discharging amounts of factories existing by Sakarya River, With the help of Net CAD computer aided geographical information system program and front page web program.

BÖLÜM 1. GİRİŞ

Akarsular; küçük dereler, yağmur, kar ve kaynak sularıyla beslenirler. Kanalizasyon suları, fabrika atıkları ile havayı kirleten etkenlerin yağmur ve yüzey akışlarıyla taşınması, tarımsal faaliyetler sonucu oluşan pestisit ve gübre gibi kimyasal atıklar, akarsuları kirleten başlıca etkenlerdir. Akarsular ve okyanuslar belli bir seviyeye kadar olan kirliliği artıma özelliğine sahiptir. Bu sınır aşıldığında suda aşırı kirlilik ve bozulma başlar. Akarsuların bazı etkenlerle kirlenmesi sonucu akarsularda mevcut olan ekolojik denge bozulmakta, bitkiler ve hayvanlar olumsuz yönde etkilenmektedir.

Bu konuda en önemli etki sanayi tesislerinden kaynaklanmaktadır. Özellikle, kontrolsüz deşarj yapan sanayi tesisleri ekolojik dengeyi olumsuz yönde etkilemektedir. Bu olumsuz etkiler, su kaynaklarının korunması ve sürdürülebilir yönetimi konusunda ciddi adımların atılmasını zorunlu kılmaktadır. Son dönemde bu konu ile ilgili pek çok yöntem ve teknoloji geliştirilmiştir.

Günümüzde bilgisayar destekli veri analizi ve görselleştirme araçları, su kaynaklarının korunması, geliştirilmesi ve yönetimi çalışmalarında önemli rol oynamaktadır. Özellikle Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) bu amaçla son yıllarda dünya çapında oldukça yaygın olarak kullanılmaktadır. Su kaynakları açısından kritik bir coğrafyada ve politik konumda bulunan, su kaynaklarının geliştirilmesi için gerek orta gerekse Güneydoğu Anadolu Projesi de dahil olmak üzere büyük çaplı bir çok projenin yürütüldüğü ve geleceğe yönelik olarak planlandığı ülkemizde de, su kaynakları ile ilgili çalışmalarda CBS kullanımı giderek önem kazanmakta ve yaygınlaşmaktadır. Ancak bu çalışmaları destekleyecek ve kolaylaştıracak yüksek nitelikli, güncel ve kolay ulaşılabilir hidrografik veri setlerinin halen mevcut bulunmaması önemli bir eksiklik olarak dikkat çekmektedir. Her ne kadar gerek yurt içi, gerekse yurt dışı kaynaklardan çeşitli ölçeklerde sayısal veriler bulmak

mümkünse de, bu sayısal verilerin mevcut haritaların taranarak sayısallaştırılmasından öteye gitmediği ve hidrolojik çalışmalar için son derece önemli olan süreklilik gibi özelliklere ve su akış yönü gibi bilgilere sahip olmadıkları görülmektedir.

Bu çalışmada, coğrafi bilgi sistemleri kullanılarak, Sakarya nehri kıyısında bulunan sanayi tesislerinin koordinatları ve deşarj değerleri sayısal harita üzerinde işlenerek yapılan hesaplamalar sonucunda, Sakarya Nehri'nin istenilen noktadaki sanayi kaynaklı kirlilik değerinin hesaplanabilmesi amaçlanmıştır. Çalışmada sadece, Sakarya nehrine doğrudan deşarj yapan sanayi tesislerinden kaynaklanan kirlilik dikkate alınmıştır. Evsel nitelikli atık sular ve noktasal olmayan kaynaklardan gelen yaygın kirlilik dikkate alınmamıştır. Geliştirilen uygulama, Türkiye yüzey suları için pilot bir kirlilik analizi çalışması olup, geliştirilmek suretiyle ulusal bir kirlilik analiz sistemi olarak kullanabilecektir.

1.1 Araştırmanın Amacı

Sakarya nehrinin coğrafi bilgi sistemleri kullanılarak yapılan bu kirlilik analizi çalışmasının gerek tüm su kaynakları, gerekse hava kirliliği emisyonlarını tespit etmek amacıyla çok çeşitli kirlenici kaynaklarının internet üzerinden sorgulanmasını sağlayacak bir sistemin pilot çalışması olması amaçlanmıştır. Ayrıca, bu çalışma sonucunda nehir üzerinde, yapılacak kirlilik analizi sonucu kritik noktalar tespit edilerek, bu noktalara ve nehri besleyen kolların mansaplarına PLC kontrollü çözülmüş oksijen ölçüm cihazları yerleştirilebilecektir. GPRS ile internete bağlı olarak konumlandırılacak sistemden sürekli olarak gelecek veriler bu sisteme girilebilecek ve anlık kirlilik değerleri tespit edilebilecektir.

1.2. Araştırma Yöntemi

Bu tez çalışması üç aşamada gerçekleştirilmiştir. Birinci aşamada, Çevre ve Orman İl Müdürlüğü ve ADASU kurumlarından Sakarya Nehri'ne deşarj yapan sanayi tesislerinin isim ve adresleri tesbit edilmiştir. İkinci aşama saha çalışması olup bu aşamada, GPS (Global Position System) cihazı ile, seçilen sanayi tesislerinin ve nehri besleyen kolların mansap noktalarının koordinatları tesbit edilmiştir. Üçüncü

aşamada ise bu sayısal ve analog veriler Coğrafi Bilgi Sistemleri yardımıyla işlenmiş ve Sakarya Nehri'nin Sanayi Kaynaklı kirlilik analizi yapılmıştır.

BÖLÜM 2. TEMEL KAVRAMLAR

Nehir kirlilik analizi çalışmalarında harita, tablo, metin, istatistikler gibi veriler ile çalışılmaktadır. Verilerin birlikte değerlendirilmesi ve analiz edilmesi aşamasında da yardımcı olabilecek araçlara ihtiyaç duyulmaktadır. Coğrafi Bilgi Sistemleri bu noktada önemli bir rol oynamaktadır [3]. Bu bölümde öncelikle Coğrafi Bilgi Sistemleri kısaca tanımlanacak daha sonra da Sakarya ve Sakarya Nehri ile ilgili genel bilgiler verilecektir.

2. 1. Coğrafi Bilgi Sistemleri Nedir

Geographic Information Systems (GIS) diye ifade edilen terim Türkiye’de Coğrafya, Bilgi, Sistem kelime karşılıkları ile Coğrafi Bilgi Sistemi olarak ifade edilmektedir. Bu üç kelimenin baş harflerinin kullanılması ile CBS olarak kısaltılmıştır [2].

CBS, kullanıcılarının farklı disiplinlerden (uygulama gruplarından) olması nedeniyle, değişik şekillerde tanımlanmaktadır. Dünyada konumsal bilgi ile ilgilenen kişi, kurum ve kuruluşlar arasında geniş bir merak uyandırması, gelişmelerdeki hızlı değişiklikler, özellikle ticari beklentiler, farklı uygulama ve fikirler, CBS’nin standart bir tanımının yapılmasını engellemiştir. CBS, bir takım araştırmacılara göre konumsal bilgi sistemlerinin tümünü içeren ve coğrafik bilgiyi irdeleyen bir bilimsel kavram, bazı araştırmacılara göre; konumsal bilgileri dijital yapıya kavuşturan bilgisayar tabanlı bir araç, geri kalan araştırmacılara göre de; organizasyona yardımcı olan bir veri tabanı yönetim sistemi olarak nitelendirilmektedir [2].

CBS özetle aşağıdaki şekilde tanımlanabilir;

Coğrafi Bilgi Sistemleri; konuma dayalı gözlemlerle elde edilen grafik ve grafik-olmayan bilgilerin toplanması, saklanması, amaçlar doğrultusunda işlenmesi ve

kullanıcıya sunulması işlevlerini bir bütünlük içerisinde gerçekleştiren bir bilgi sistemidir [3] .

2. 2. Coğrafi Bilgi Sistemlerinde Yazılım ve Donanım

Coğrafi bilgi sistemleri içerisinde veri toplama, depolama, işleme ve görüntüleme ihtiyaçlarını hızlı ve sağlıklı bir şekilde yerine getirecek olan bir yazılım ve donanıma ihtiyaç vardır. Teknoloji tarafından yönlendirilen CBS uygulamaları için bugün dünyada üç milyar dolara varan bir sektör oluşmuştur. Bugün bu büyük sektör içinde dünya genelinde 300 kadar CBS donanım ve yazılım üreticisi vardır. Bunlardan bazıları; ArcView, Arc/Info, NetCAD, Intergraph, Genasys, Infocam, System 9, MapInfo, SmallWorld, Span gibi yazılım sistemleri olarak sıralanabilir [8] .

2. 2. 1. NetCAD yazılımı

Bu Çalışmada da kullanılan Netcad 5.0 genel amaçlı bir CAD ve GIS yazılımıdır. Farklı ihtiyaçlara göre farklı modüllerle çalışan bir program yapısı vardır. Kamu modülü, sayısallaştırma modülü, proje modülü gibi ihtiyaca yönelik modüllerden, bu tez çalışmasına uygun olan modül olan GIS modülü seçilmiştir. Kolay erişilebilir ve kolay kullanılabilir bir program olması, özellikle yerli bir yazılım olması nedenleriyle bu tez çalışmasında Netcad programı tercih edilmiştir. Programı kullanırken karşılaşılan en büyük zorluk programın ara yüzünün ve kısa yollarının CAD tabanlı diğer programlara göre farklı olması olmuştur.

2. 2. 2. GPS cihazı

GPS sistemi dünyadan 17.600 kilometre yukarıda yörüngeye oturtulan 24 uydudan oluşur. Bu uyduların yörüngesi, dünyanın üzerindeki herhangi bir nokta herhangi bir zamanda en az üç uyduyu görülebilecek şekilde ayarlanmıştır. Dünya üzerindeki herhangi bir noktanın kesin yerinin belirlenmesi ancak bu üç uydudan gelen sinyallerin birleştirilmesiyle mümkündür. Dördüncü uydu ile yükseklik bilgisi alınır. Beşinci uydu ise diğer uyduların nerelerde olduğu, dolayısıyla ölçüm yapılan

uydulardan biri coğrafi yapının zorluğundan veya yörüngesinden dolayı sınırları dışına çıktığında kullanılacak olan uydunun pozisyon bilgisini üretir. GPS uydularının üzerinde 4 adet atomik saat mevcuttur.

Ayrıca her bir uyduda diğer bütün uyduların anlık ve muhtemel buldukları yerlerin pozisyon bilgilerinin bulunduğu veri kütüğü (database) bulunur ve bu veri kütüğünde sık sık yeryüzü istasyonlarından gelen bilgiler güncellenir [9]. Bu tez çalışmasında, belirlenen sanayi tesislerinin koordinatlarının tespit edilmesinde Magellan marka GPS 310 model GPS ölçüm cihazı kullanılmıştır.

2. 3. Su Kirliliği

Su kirliliğine etki eden unsurlar; sanayileşme, şehirleşme, nüfus artışı, zirai mücadele ilaçları (pestisid) ve kimyasal gübreler olarak gruplandırılabilir.

Gerçekte sanayinin çevre üzerindeki olumsuz rolü, belki diğer tüm faktörlerden çok daha fazladır. Sanayi kuruluşlarının, sıvı atıkları ile su kirliliğine, ayrıca bu kirliliğe bağlı toprak ve bitki örtüsü üzerinde aşırı kirlenmelere neden olduğu ve çevrenin tahribine yol açtığı bilinmektedir [13].

2. 3. 1. Akarsularda kirlilik

Sağlıklı temiz bir akarsuda bitki ve hayvan gelişimiyle ilgili olarak ekolojik bir denge bulunduğu bilinen bir gerçektir. Evsel, endüstriyel ve tarımsal kirlenme bu dengenin değişmesine neden olur. Akarsuya verilen kirleticilerin seyreltilmesi ve taşınması üzerinde önemli bir etken, akarsuyun debisidir. Yani bir akarsuyun debisi, suyun kalitesi ve kirlilik toleransı açısından oldukça önemlidir [11]. Bununla beraber akarsu rejimi, yağışlar ve akarsuyun eğimi kirleticilerin seyrelmesindeki diğer önemli faktörlerdir.

Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği'ne göre kıta içi yüzeysel su kategorisine göre akarsular, 4 ana sınıfa ayrılmıştır. Buna göre;

- I. Sınıf : Yüksek kaliteli su,
II. Sınıf : Az kirlenmiş su,
III. Sınıf : Kirli su,
IV. Sınıf : Çok kirlenmiş su olarak tanımlanmaktadır.

Yukarıda belirtilen kalite sınıflarına karşılık gelen suların, aşağıdaki ihtiyaçlar için uygun olduğu kabul edilir.

Sınıf I : Yüksek Kaliteli Su

- a. Yalnız dezenfeksiyon ile içme suyu temini.
- b. Rekreatif amaçlar (yüzme gibi vücut teması gerektirenler dahil),
- d. Alabalık üretimi,
- e. Hayvan üretimi ve çiftlik ihtiyacı,
- f. Diğer amaçlar.

Sınıf II : Az Kirlenmiş Su

- a. İleri veya uygun bir arıtma ile içme suyu temini,
- b. Rekreatif amaçlar,
- c. Alabalık dışında balık üretimi,
- d. Teknik Usuller Tebliği'nde verilecek olan sulama suyu kalite sınırlarını sağlamak şartıyla sulama suyu olarak ve sınıfı dışındaki diğer bütün kullanımlar.

Sınıf III: Kirlenmiş Su

Gıda, tekstil gibi kaliteli su gerektiren endüstriler hariç olmak üzere uygun arıtmadan sonra endüstriyel su temininde kullanılır.

Sınıf IV: Çok Kirlenmiş Su

Yukarıda I, II ve III sınıfları için verilen kalite parametreleri bakımından daha düşük kalitedeki yüzeysel suları ifade eder [7].

(Tablo 2.4.1.) de Çevre ve Orman Bakanlığı ÇED Genel Müdürlüğü tarafından hazırlanan Çevre Atlası'ndan alınan kıta içi su kaynaklarının sınıflarına göre kalite kriterleri verilmiştir.

Tablo 2.4.1. Kıta içi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri [15]

SU KALİTE PARAMETRELERİ	SU KALİTE SINIFLARI			
	I	II	III	IV
A) Fiziksel ve inorganik- kimyasal parametreler				
1. Sıcaklık (°C)	25	25	30	> 30
2. pH	6. 5-8. 5	6. 5-8. 5	6. 0-9. 0	6. 0-9. 0 dışında
3. Çözülmüş oksijen (mg O ₂ /l) ^a	8	6	3	< 3
4. Oksijen doygunluğu (%) ^a	90	70	40	< 40
5. Klorür iyonu (mg Cl ⁻ /l)	25	200	400 ^b	> 400
6. Sülfat iyonu (mg SO ₄ ²⁻ /l)	200	200	400	> 400
7. Amonyum azotu (mg NH ₄ ⁺ -N/l)	0. 2 ^c	1 ^c	2 ^c	> 2
8. Nitrit azotu (mg NO ₂ ⁻ -N/l)	0. 002	0. 01	0. 05	> 0. 05
9. Nitrat azotu (mg NO ₃ ⁻ -N/l)	5	10	20	> 20
10. Toplam fosfor (mg PO ₄ ³⁻ -P/l)	0. 02	0. 16	0. 65	> 0. 65
11. Toplam çözülmüş madde (mg/l)	500	1500	5000	> 5000
12. Renk (Pt-Co birimi)	5	50	300	> 300
13. Sodyum (mg Na ⁺ /l)	125	125	250	> 250
B) Organik parametreler				
1. KOİ (mg/l)	25	50	70	> 70
2. BOİ (mg/l)	4	8	20	> 20
3. Organik karbon (mg/l)	5	8	12	> 12
4. Toplam Kjeldahl-azotu (mg/l)	0. 5	1. 5	5	> 5
5. Emülsifiye yağ ve gres (mg/l)	0. 02	0. 3	0. 5	> 0. 5
6. Metilen mavisi aktif maddeleri (MBAS) (mg/l)	0. 05	0. 2	1	> 1. 5
7. Fenolik maddeler (uçucu) (mg/l)	0. 002	0. 01	0. 1	> 0. 1
8. Mineral yağlar ve türevleri (mg/l)	0. 02	0. 1	0. 5	> 0. 5
9. Toplam pestisid (mg/l)	0. 001	0. 01	0. 1	> 0. 1
C) İnorganik kirlenme parametreleri				
1. Civa (µg Hg/l)	0. 1	0. 5	2	> 2
2. Kadmiyum (µg Cd/l)	3	5	10	> 10
3. Kurşun (µg Pb/l)	10	20	50	> 50
4. Arsenik (µg As/l)	20	50	100	> 100
5. Bakır (µg Cu/l)	20	50	200	> 200
6. Krom (toplam) (µg Cr/l)	20	50	200	> 200
7. Krom (µg Cr ⁶⁺ /l)	Ölçülmeyecek kadar az	20	50	> 50
8. Kobalt (µg Co/l)	10	20	200	> 200
9. Nikel (µg Ni/l)	20	50	200	> 200
10. Çinko (µg Zn/l)	200	500	2000	> 2000
11. Siyanür (toplam) (µg CN/l)	10	50	100	> 100
12. Florür (µg F ⁻ /l)	1000	1500	2000	> 2000
13. Serbest klor (µg Cl ₂ /l)	10	10	50	> 50
14. Sülfür (µg S ²⁻ /l)	2	2	10	> 10

Tablo 2.4.1.'in devamı

15. Demir ($\mu\text{g Fe/l}$)	300	1000	5000	> 5000
16. Mangan ($\mu\text{g Mn/l}$)	100	500	3000	> 3000
17. Bor ($\mu\text{g B/l}$)	1000 ^e	1000 ^e	1000 ^e	> 1000
18. Selenyum ($\mu\text{g Se/l}$)	10	10	20	> 20
19. Baryum ($\mu\text{g Ba/l}$)	1000	2000	2000	> 2000
20. Alüminyum (mg Al/l)	0.3	0.3	1	> 1
21. Radyoaktivite (pCi/l)				
alfa-aktivitesi	1	10	10	> 10
beta-aktivitesi	10	100	100	> 100
D) Bakteriyolojik parametreler				
1. Fekal koliform (EMS/100 ml)	10	200	2000	> 2000
2. Toplam koliform (EMS/100 ml)	100	20000	100000	> 100000

2. 3. 2. Kirlilik ölçüm parametreleri

Fiziksel ve inorganik-kimyasal parametreler, organik parametreler, inorganik kirlenme parametreleri, bakteriyolojik parametreler olmak üzere dört tür kirlilik parametresi kategorisi bulunmaktadır. Dünyada ve ülkemizde en çok fiziksel ve inorganik–kimyasal kategorisindeki parametreler kullanılmaktadır. Çözünmüş Oksijen parametresi de bu kategoride yer almaktadır.

Su kirlenmesi ve atık su arıtma tesislerinin kontrollerinde çözünmüş oksijen önemli bir parametredir. Çözünmüş oksijen ölçümü korozyon kontrolünde de kullanılmaktadır. Organik madde ölçümü için kullanılan biyokimyasal oksijen ihtiyacı parametresi, çözünmüş oksijen ölçümüne dayanmaktadır. Kimyasal oksijen ihtiyacı parametresi ise çözünmüş oksijen cinsinden ifade edilmektedir [3].

Aerobik ortamlarda yaşayan organizmaların çoğalmalarında ve bunların enerji üreten metabolik faaliyetlerinde çözünmüş oksijene gerek duyulmaktadır. Doğal sular ve atık sularda bulunan çözünmüş oksijen konsantrasyonu fiziksel, kimyasal biyokimyasal aktivitelere bağlıdır. Sudaki çözünmüş oksijen konsantrasyonu sıcaklık ve tuzluluğun bir fonksiyonu olup, bu parametreler ile ters orantılıdır. Bu tez çalışmasında, çözünmüş oksijen parametresi kolay uygulanabilirliği ve anında ölçüme uygun olması sebebiyle tercih edilmiştir.

Akarsuya kullanılmış sularla birlikte giren organik kirleticilerin ayrışmaları sırasında ortamdaki çözünmüş oksijen kullanılırken, bir taraftan da atmosferden oksijen

kazanılır. Belirli bir kirletici yükünün su yatağındaki çözünmüş oksijen konsantrasyonuna tesiri matematik olarak ifade edilebilir. Belirli bir anda belirli bir akarsu parçası için oksijen dengesi yazılabilir. Bu denge, mikroorganizmaların sarf ettiği oksijen ile atmosferden temin edilen oksijen arasında kurulabilir.

Mikroorganizmaların oksijen kullanma hızı:

$$\text{Oksijen sarf hızı} = k_1(L_0 - y) \quad (\text{Formül 1})$$

denkleme ile ifade edilebilir.

Burada inorganik maddelerin ayrışması için gerekli toplam oksijen (mg/lt)

L_0 = başlangıçtaki biyokimyasal oksijen ihtiyacı

y = herhangi bir t anına kadar sarf edilen oksijen (mg/lt);

k = belirli bir kirletici için sabit kabul edilebilen oksijen sarf sabiti (1/gün) dir.

Denkleme dikkat edildiği zaman oksijen sarf hızının ortamdaki organik madde yükü ile arttığı, sarf edilen oksijen miktarı ile de azaldığı görülür. Organik maddeler ayrıştıkça, $(L_0 - y)$ farkı küçülür ve oksijen sarf hızı da düşer.

Atmosferden oksijen kazanma hızı:

$$\text{Oksijen temin hızı} = k_2(\text{ÇON}) \quad (\text{Formül 2})$$

şeklinde ifade edilir.

ÇON , t zamanındaki oksijen noksanlığını göstermektedir. Oksijen noksanlığı, suda mevcut şartlarda bulunabilecek maksimum oksijen konsantrasyonu (buna doygunluk değeri adı verilir) ile o anda suda bulunan oksijen konsantrasyonu arasındaki farktır.

k_2 = atmosferden oksijen kazanma sabitidir (1/gün). Bir nehir parçası için sabit kabul edilebilirse de derinlik ve su hızı ile büyük ölçüde değişir.

Denklem incelendiğinde oksijen kazanma hızının ortamdaki oksijen noksanlığı ile arttığı görülür. Akarsulardaki oksijen sarfı ile atmosferden oksijen kazanma olayı beraberce etki ederek ortamdaki oksijen konsantrasyonunun değişimini meydana getirirler. Aynı anda cereyan eden ve yukarıdaki iki denklem ile gösterilen bu iki olay bir denklemde birleştirilerek oksijen noksanlığı cinsinden tekrar ifade edilirse:

$$dN/dT=k_1L-k_2N \quad (\text{Formül 3})$$

eşitliği yazılabilir.

Burada N, (N = ÇON) çözülmüş oksijen noksanlığını

L=L₀-y sudaki organik madde konsantrasyonunu

t = zamanı göstermektedir.

k₁ ve k₂ daha önce tariflendiği gibidir.

Çözülmüş oksijen noksanlığının değişme hızı, organik maddelerin oksitlenmesinde kullanılan ve atmosferden kazanılan oksijen miktarları ile değişir. Organik madde konsantrasyonunun bir ölçüsü olan L,

$$L = L_0e^{-k_1t} \quad (\text{Formül 4})$$

eşitliği ile ifade edilir. denklemde L yerine yazılırsa:

$$N = (k_1L_0/k_2-k_1)(e^{-k_1t}-e^{-k_2t})+N_a e^{-k_2t} \quad (\text{Formül 5})$$

denklemini elde edilir.

Burada N: çözülmüş oksijen noksanlığını, N_a: kirleticinin boşaltıldığı noktada, kirleticinin karışımından önce nehir suyundaki çözülmüş oksijen noksanlığını göstermektedir.

Hemen deşarj noktasından sonraki noktalarda olduğu gibi, oksijen sarfı büyük olursa, çözülmüş oksijen konsantrasyonu düşer.

Bu çalışmada nehrin istenilen noktadaki çözünmüş oksijen konsantrasyonunu dolayısıyla da o noktadaki kirlilik etkisini tespit etmek için bu denklemden (Formül 5) yararlanılmıştır. Excel programına formül girildikten sonra Tablo 3.2.4. deki sonuçlar elde edilmiştir.

2. 4. Çalışma Alanı

Çalışma alanı olarak Sakarya Nehri'nin Sakarya ili sınırları içinde kalan kısmı belirlenmiştir. (Şekil 2.5.1.) Sakarya ili, Ülkemizin kuzey batısında, Marmara Bölgesinin kuzeydoğu ucunda yer almaktadır. Doğudan Bolu, batıdan Kocaeli ve Bursa, güneyden Bilecik ve kuzeyden de Karadeniz ile çevrelenmiştir. İlimizin bilinen tarihi; Bitinya Krallığının kuruluşundan (M.Ö 378) başlar. III. Nikomed devrinden (M.Ö 75) sonra Roma hakimiyetine girmiş, daha sonra Bizanslılar, Selçuklu Türkleri ve son olarak da Osmanlı Türklerinin eline geçmiştir. Sakarya ili, 1658 yıllarında Kocaeli iline bağlı bir köy iken 1742 yıllarında Bucak, 1852 yılında ilçe ve 1954 yılında il olmuştur. Eskiden, Sakarya nehri ve kolunun oluşturduğu iki su arasındaki toprak üzerine kurulmakta olan Pazaryeri, onun Adapazarı olarak anılması ve tanınmasına neden olmuştur.

Sakarya ili, Türkiye'nin coğrafik bölünmesinde Marmara Bölgesinin doğusunda yer alır. Yüzölçümü 5.015 km² gerçek alan, 4.821 km² izdüşüm alanı olup rakımı 31 metredir.

Sakarya Havzasında yer alan Sakarya İlinde Marmara ve Batı Karadeniz Bölgesi iklimi özellikleri yaşanmaktadır. Sakarya, rutubetli bir havaya ve ılıman iklime sahiptir. Kışlar bol yağışlı ve az soğuk, yazlar ise sıcak ve yağmurlu olur. En soğuk aylar Ocak ve Şubat, en sıcak aylar Haziran ve Ağustos'tur. Isının sıfırın altına düştüğü gün sayısı ortalama 24'tür. Ortalama yıllık yağış 805.7 mm.dir. Yağışın mevsimlere göre dağılışı ilkbaharda 208, yazın 115, sonbaharda 248 ve kışın 292 mm. dir. Nisbi nem oranı ortalama % 72 civarındadır. Rüzgar genel olarak kuzey, kuzey doğu ve kuzey batı yönlerinden esmektedir. Yıllık ortalama rüzgar hızı 2.2 m /sn dir. Ortalama açık gün sayısı 50, kapalı gün sayısı 120 dir. Ortalama karla örtülü gün sayısı 9, en fazla kar kalınlığı 34 cm'dir.

Sakarya ilinde şehir yerleşimi tamamen nehir çökelleri üzerindedir. Çöküntü sahası içinde bulunan Adapazarı ovası; Sakarya, Çark suyu, Mudurnu ve Uludere gibi akarsuların getirip biriktirdiği kalın alüvyondan ibarettir. Bu alüvyon içinde yeraltı suyu çok yüksek seviyededir. Sakarya İlindeki toplam emniyetli yeraltı suyu rezervi 248 hm³/ yıl 'dır. Arifiye mahallesinde zemin düz ve dolgundur. Yeraltı suyu ovada 2-2.5 m derinliktedir.

Söğütlü ilçesinde zemin Sakarya nehrinin getirmiş olduğu birikintilerden meydana gelmiş olup yeraltı suyu 3-4 m derinlikte devamlı vardır. Akyazı ilçesinde yeraltı su seviyesi 3-5 m derinlikte olup şehir genelde alüvyon üzerindedir. Pamukova ve Taraklı ilçelerinde ise belli seviyede yeraltı suyu yoktur. Hendek ilçesinde yerleşim bölgesinde yeraltı su seviyesi 2-3 m olup kuzeyde 10-15 m derinliktedir. Karasu, Kocaali ve Kaynarca ilçelerinde yeraltı su seviyesi topografyaya bağlı olarak 0-10 m arasında değişmektedir. Sapanca ilçesinde yeraltı su seviyesi göle yakın kısımlarda 2 m olup, güneydoğuya doğru derinleşmektedir [15].

Eskişehir'in Çifteler ilçesi yakınlarından doğan Sakarya ırmağının kolları ile birlikte toplam uzunluğu 824 km. 'dir. Ancak başlangıcında yer alan bazı kaynaklarının kuruduğu göz önüne alınırsa ırmağın uzunluğu 720 km kabul edilir. İlimiz sınırları içindeki uzunluğu 159.5 km. dir. Nehir, Osmaneli'ni geçince İnegöl ve Yenişehir ovalarını sulayan Göksu kolunu alır. Osmaneli'ne varmadan aşağıdan Göynük Çayı'nı da alarak Pamukova'ya ulaşır. Geyve ile Doğançay arasında dik yamaçlı ve dar Geyve Boğazı'ndan akarak Adapazarı Ovası'na (Akova) ulaşır. Burada vadi tabanı 35 metrenin altına iner ve tam bir ova akarsuyu halini alır. Adapazarı şehir merkezinin 4 km. doğusundan geçen Sakarya Irmağı, ovanın kuzey kesiminde sağdan Mudurnu Çayını, daha ilerde tepelik bir alanda soldan Sapanca Gölü'nün fazla suyunu boşaltan Çark Suyunu alır ve Karasu ilçe merkezi Yenimahalle semtinde Karadeniz'e dökülür. Sakarya'nın Deltası, Kızılırmak ve Yeşilirmak Deltası gibi denize doğru belirli bir çıkıntı meydana getirmez. Tarihte Sakarya'nın, Adapazarı ovasında birkaç defa yatak değiştirdiği sanılmaktadır. Sakarya nehri üzerinde Sarıyar ve Gökçekaya Barajları bulunmaktadır [12].



Şekil 2.4.1. Sakarya İli Sınırları Ve Sakarya Nehri (CBSM, 2005)

2. 4. 1. Sakarya nehrini besleyen ana kollar

Çark Suyu: Sapanca Gölünün ayağı olan Çark suyu, Sakarya ırmağına boşalır. Uzunluğu 45 km. olan akarsu, Sapanca Gölünün doğusundan çıkar ve batıdan Elmalı deresi, Kocadere ve Söğüt deresini alarak kuzeydoğuya yönelir. Seyifler köyü yakınında Sakarya nehrine katılır. Adapazarı'nın içme kullanma suyu, uzun yıllar Çark suyundan sağlanmıştır.

Dinsiz Çayı: Uzunluğu 34 km. dir. Mudurnu çayının bir kolu olan Dinsiz çayı, Hendek ilçe sınırı yakınında Şark Beynevit köyü civarında doğar, daha sonra doğudan Fabrika dere ve Balıklı dereyi, güneyden Bıçkı ve Gürcü derelerini alır. Akyazı, Hendek ve merkez ilçe sınırlarının birleştiği yerde Mudurnu çayına katılır.

Mudurnu Çayı: Uzunluğu 65 km. dir. Dokurcun yakınlarında il topraklarına girer, Hendek İlçesinin Kuzeybatısında Sakarya'ya karışır. Akyazı ilçesinin Taşburun köyü civarında taşkınlar yapan ve bataklıklar oluşturan çay, yapılan ıslah çalışmalarıyla zararsız hale getirilmiştir.

Darıçayır Deresi: Uzunluğu 33 km.' dir. Karasu'nun güneyinde Kocatöngel deresi adıyla kuzeye doğru akan bu dere, doğudan ve batıdan küçük yan dereciklerle birleştikten sonra Tuzla yakınında Sakarya nehrine katılır.

Karaçay Deresi: Geyve ilçesinin doğusunda Mancarlı yöresinde doğar. Uzunluğu 29 km. dir. Önce Secdedere, sonra Karaçay adlarını alarak güneybatıya doğru akar. Güneybatıdan gelen Karakaya deresi ile birleştikten sonra Karasular mevkiinde Sakarya ırmağına katılır.

Akçay Deresi: Geyve'nin kuzeybatısındaki Eskiyayla yöresinden doğan Akçay deresi, çok sayıda küçük dereyle birleştikten sonra Adliye köyü kenarından Sakarya ırmağına katılır [12].

Organik madde kirliliği açısından yaklaşık III. sınıf görüntüsü veren Sakarya nehrinde Ankara, Porsuk, Karasu, Çark suyu kolları en büyük yükü getirmektedir. NO₂ ve N parametresi bazında da, atık su tamamıyla II ila IV. sınıf bir su kaynağı durumundadır (Tablo 2.5.1.). Yoğun endüstriyel faaliyetlerin bir sonucu olarak, ayrıca ciddi boyutlarda ağır metal kirliliği gözlenmektedir.

Sakarya Havzası, endüstri kuruluşlarının yoğun olarak yer aldığı havzalardan biridir. Porsuk Çayı, Kocadere, Söğüt Deresi, Karasu ve Sakarya nehrine atıklarını veren sanayi kuruluşlarına ilişkin olarak DSİ tarafında gerçekleştirilen bir çalışmada, bu kuruluşların atık su karakterizasyonu yapılmış, ancak yük tespitine gidilmemiştir [10].

Tablo 2.5.1. Sakarya Nehri ve Kollarında Kirlilik Durumu

	Su Kalite Sınıfı			
	NO ₂ -N (mg/l)	BOİ ₅ (mg/l)	Cr (mg/l)	Pb (mg/l)
Seydisuyu	III	I	I	II
Ankara Çayı	IV	IV	II	IV
Porsuk Çayı	IV	IV	I	IV
Kızılcahamam D.	IV	II- III	III	III
Sakarya (Porsuk öncesi)	III	I	III	III
Sakarya (Porsuk ve Ankara Ç. sonrası)	IV	III	III	III
Sakarya (Gökçekaya-Karasu arası)	III	III	I-II	II
Karasu	IV	I-IV	I	III
Göksu	IV- III	I-II	I	III -II
Göynük Ç.	III	I	I	III
Sakarya (Karasu-Mudurnu)	III	II-I	II- III	III
Mudurnu Ç.	III	I	I	II- III
Çark Suyu	IV	IV	II- III	I- III
Sakarya mansap	III	III	III	IV

BÖLÜM 3. MATERYAL VE METOT

3. 1. Çalışmada Kullanılan Veriler

Bu çalışmada temel olarak, Sakarya Valiliği Coğrafi Bilgi Sistemleri Merkezi tarafından hazırlanan Sakarya Nehri'ne ait sayısal haritalardan (Şekil 3.2.1.) yararlanılmıştır. Ayrıca uydu fotoğrafları ve Adapazarı Büyükşehir Belediyesinin hazırladığı sayısal haritalarda kullanılmıştır. Hesaplara dahil edilecek sanayi tesislerine ait koordinatlar Magellan marka GPS310 model GPS aleti ile ölçülerek tespit edilmiştir. Ölçüm sonuçları Tablo 3.3.1. de verilmiştir. Bu tesisler belirlenirken deşarj iznine sahip ve Sakarya nehrine doğrudan deşarj yapan tesisler seçilmiştir. Evsel nitelikli atık suların yarattığı kirlenme etkisi, bu suların Adapazarı Büyükşehir Belediyesine ait atık su arıtma tesisinde arıtıldıktan sonra deşarj edildiğinden ve tarımsal kaynaklı kirlenmeler ise noktasal olmayan kaynaklar olduğu ve ayrı kategoride değerlendirilmesi gerektiğinden hesaplara katılmamıştır.

Seçilen sanayi tesisleri, sektörleri ve atık su miktarları aşağıda belirtilmiştir. Bu tesislere ait atık su analizleri Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'nde verilen standart değerlere göre yapılmıştır. Bu çalışmada kullanılan tesislerin özelliklerine ait SKKY tabloları (Ek 1-Ek 5) de verilmiştir. Şekil 3.2.3, Şekil 3.2.4. ve Şekil 3.2.5. de dijital harita üzerinde ise tesislerin gösterildiği koordinat sistemine oturtulmuş uydu görüntüleri görünmektedir.

Ömür Piliç : Tavuk-piliç kesimhanesi ve rendering ünitesi bulunan tesisten günlük 500 m³ atık su deşarj edilmektedir.

Tırsan : Treyler üretimi yapılan tesisten günlük 50 m³ atık su deşarj edilmektedir.

Doğançay Mermer : Tesiste mermer – granit kesim ve parlatma işlemleri yapılmaktadır. Tesisten günlük 200 m³ atık su deşarj edilmektedir.

Şen Piliç : Tavuk kesimhanesi ve rendering ünitesi bulunan tesisten günlük 250 m³ atık su deşarj edilmektedir.

Bilal Mermer : Tesiste mermer–granit kesim ve parlatma işlemleri yapılmaktadır. Tesisten günlük 150 m³ atık su deşarj edilmektedir.

Ak Gıda : Tesiste süt ürünleri imalatı yapılmaktadır. Tesisten günlük 1500 m³ atık su deşarj edilmektedir. .

Sateks : Tesiste tekstil yıkama ve boyama işlemleri yapılmaktadır. Tesisten günlük 300 m³ atık su deşarj edilmektedir.

Sadırlar : Tesiste tekstil yıkama, boyama ve terbiye işlemleri yapılmaktadır. Tesisten günlük 300 m³ atık su deşarj edilmektedir.

Asteks : Tesiste tekstil yıkama ve boyama işlemleri yapılmaktadır. Tesisten günlük 300 m³ atık su deşarj edilmektedir.

TMMT : Tesiste otomotiv imalatı yapılmaktadır. Tesisten günlük 600 m³ atık su deşarj edilmektedir.

Toprak İlaç : Tesiste film tablet, kapsül, ampul jel ve losyon ilaç imalatı yapılmaktadır. Tesisten günlük 100 m³ atık su deşarj edilmektedir.

Demircioğlu Et : Tesiste büyükbaş ve küçükbaş hayvan kesimi yapılmaktadır. Tesisten günlük 200 m³ atık su deşarj edilmektedir.

Kasaplar Odası : Tesiste büyükbaş ve küçükbaş hayvan kesimi yapılmaktadır. Tesisten günlük 200 m³ atık su deşarj edilmektedir.

3. 2. Uygulama

Çalışmanın ilk aşamasında Sakarya Nehri'nin sayısal haritaları temin edilmiş ve nehre direk deşarj yapan sanayi tesislerinin tespitine yönelik veri toplama çalışması yapılmıştır. Bu amaçla, Çevre ve Orman İl Müdürlüğü ve ADASU Genel Müdürlüğü'nden Sakarya nehrine doğrudan deşarj yapan sanayi kuruluşlarının isimleri, adresleri, en son alınan ve deşarj izni alınmasına esas 24 saatlik kompozit numunelerden yapılan ölçümlerdeki atık su debileri ve deşarj değerleri gibi bilgiler temin edilmiştir. Evsel nitelikli atık sular direk deşarj edilmeyip arıtma tesisine gönderildiği için, tarımsal kaynaklı atık sular ise noktasal olmayan kaynaklar olduğu için hesaba katılmamıştır.

Yapılan saha çalışmasında GPS cihazı ile nehir kıyısındaki sanayi tesislerinin koordinatları tespit edilmiş olup (Tablo 3.2.1.), bu koordinatlar netcad programında sayısal harita üzerine işlenmiştir. Web tabanlı kirlilik değeri sorgulama sisteminde kullanışlı bir ara yüz olmasını sağlamak amacıyla uydu fotoğrafları ve sayısal haritalar üst üste çakıştırılmıştır. Bunun için google earth programından jpeg formatında temin edilen uydu görüntüleri ve sayısal haritalar üzerinde referans noktalar belirlenmiş ve uydu görüntüleri imaj olarak sayısal haritalar üzerine yapıştırıldıktan sonra referans noktalar dikkate alınarak çakıştırılmış ve sanayi tesisleri uydu fotoğrafı üzerinde işaretlenmiştir.

Bir sonraki aşamada; sanayi tesislerine ait isim, adres, atık su debisi ve deşarj değeri gibi bilgiler excel programında veri tabanı oluşturmak üzere düzenlenmiştir. Ayrıca, nehrin istenilen noktasındaki kirlilik değerini verebilecek formülde (Formül 5) bu programda yazılarak veri tabanına işlenmiştir. (Tablo 3.2.2.)

Bu aşamada Çevre ve Orman İl Müdürlüğü ve Adası'nun yaptırdığı en son kirlilik analizi esas alınmış ve bu tesislerden kaynaklanacak maksimum kirlilik yükü hesaplanırken Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'ndeki sınır değerleri aşmadıkları varsayılarak bu sınır değerler maksimum yük olarak alınmıştır.

Yönetmelikteki bu değerler 24 saatlik kompozit numune olarak ve deşarj izni alınmasına esas alınmış numunelerin analiz sonuçlarıdır.

Tablo 3. 2. 1. GPS Cihazı İle Belirlenen Sanayi Tesislerine Ait Koordinat Verileri

Ömür Piliç	40° 39' 55'' N	030° 22' 37'' E
Tırsan	40° 39' 46'' N	030° 21' 18'' E
Doğançay Mermer	40° 37' 37'' N	030° 19' 48'' E
Şen Piliç	40° 33' 03'' N	030° 18' 24'' E
Bilal Mermer	40° 30' 53'' N	030° 14' 20'' E
Ak Gıda	40° 30' 50'' N	030° 13' 51'' E

Tablo 3. 2. 1. 'in Devamı

Sateks	40° 30' 12'' N	030° 16' 45'' E
Sadırlar	40° 30' 06'' N	030° 16' 35'' E
Asteks	40° 29' 45'' N	030° 16' 13'' E
TMMT	40° 42' 47'' N	030° 23' 21'' E
Toprak İlaç	40° 42' 55'' N	030° 23' 31'' E
Demircioğlu Et	40° 44' 54'' N	030° 25' 26'' E
Kasaplar Odası	40° 45' 23'' N	030° 25' 45'' E

Tüm bu veriler Excel veri tabanına girilerek nehirdeki kirlilik yükleri formül 5 kullanılarak hesaplanmıştır.

$$N = (k_1 L_0 / (k_2 - k_1)) (e^{-k_1 t} - e^{-k_2 t}) + N_a e^{-k_2 t} \quad (\text{formül 5}).$$

Bu formülde;

N_a = kirleticinin boşaltıldığı noktada, kirleticinin karışımından önce nehir suyundaki çözünmüş oksijen noksanlığını göstermektedir.

Hemen deşarj noktasından sonraki noktalarda olduğu gibi, oksijen sarfı büyük olursa, çözünmüş oksijen konsantrasyonu düşer.

$$V_{\text{nehir}} = 13,85 \text{ m/sn}$$

$$Q_{\text{nehir}} = 200 \text{ m}^3/\text{sn} \text{ olarak formüle girilmiştir.}$$

$$k_1 = 0,1 \text{ l/gün}$$

$$k_2 = 0,3 \text{ l/gün}$$

Nehrin Sakarya İl sınırları başlangıcındaki çözünmüş oksijen konsantrasyonu

Tablo 3.4.1. ve Tablo 2.5.1. deki verilere dayanılarak seçilmiştir.

$$\text{ÇO} = 6 \text{ mg/lit seçilmiştir.}$$

Excel programında gerekli bilgiler veri tabanına girildikten sonra bu formül doğrultusunda ortaya çıkan değerler Tablo 3.2.2. de görülmektedir.

Tablo 3.2.2. Mesafelere göre hesaplanmış ÇÖ değerleri

SAYFA NO	NEHİR KM	DEBİ	KOI	PH	ÇÖ	DİĞER	NEHİR KM	DEBİ	KOI	PH
1	1				5.0000		2			
2	4				6.5223		5			
3	14				5.4447		15			
4	21				6.7741		22			
4	27				6.7115		24			
5	34				5.5335		34			
7	41	200	240	5	5.4453	Dogancay mermer	42			
4	44				5.4745		45	30	140	7.4
5	44				5.4010		45			
10	52				5.3234		53			
11	56				5.2447		70			
12	75				5.1541		77			
13	43				5.0504		44			
14	50				5.0124		51			
14	57				4.5453		54			
15	104				4.4545		104			
17	111				4.7510		112			
14	113				4.9244		114			
15	124				4.5454		124			
20	130				4.4402		131			
21	137				4.4025		134			

Tablo 3.3.2. İnkil Devamı

ÇÖ	DİĞER	NEHİR KM	DEBİ	KOI	PH	ÇÖ	DİĞER	NEHİR KM	DEBİ	KOI
5.5445		3				5.5774		4		
5.6112		10				5.6501		11		
5.4335		17				5.4224		14	1400	140
5.7570		23				5.7445		24		
5.7004		25				5.5454		30		
5.5224		35				5.5110		37		
5.4442		43				5.4341		44		
5.4575	Tireli	40	40300	130	5.4	5.4454	50 m ²	41		
5.3455		47				5.3744		44		
5.3123		54				5.3012		54		
5.2345		71				5.2234		72		
5.1470		74				5.1445		75		
5.0754		44				5.0543		45		
5.0124		52				5.0017		53		
4.5342		55				4.5341		100		
4.4474		105				4.4454		107		
4.7755		113				4.7544		114		
4.7133		115				4.7022		120		
4.5347		125				4.5345		127		
4.4051		132				4.4440		133		
4.4014		135				4.4404		140		

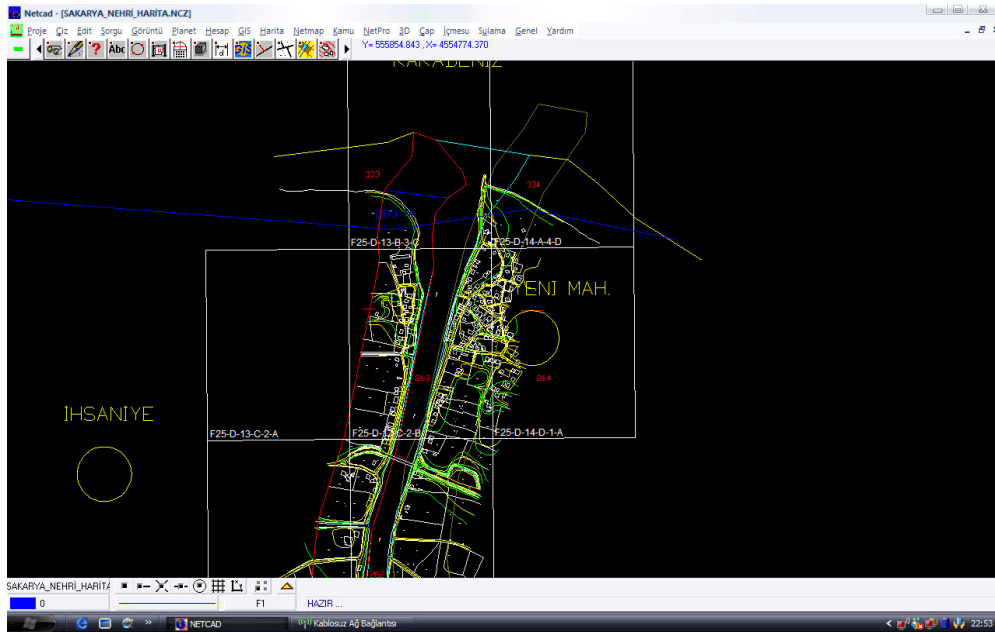
Tablo 3.2.2'nin Devamı

PH	ÇÖ	DİĞER	NEHİR KM	DEBİ	KOI	PH	ÇÖ	DİĞER	NEHİR KM	DEBİ
	5.5557		4				5.5445		5	
	5.4453		12				5.4775		13	
5,2	5.4114	ak gıda	15	140	124	5,7	5.4003	Bilal Mermer	20	500
	5.7444		24				5.7344		25	240
	5.5743		31				5.5572		32	
	5.5007		34				5.4455		35	
	5.4230		44				5.4116		45	
	5.4444		42				5.4343		43	
	5.3577		45	700	124	7,4	5.3455	Toprak TMMT	50	
	5.2501		55				5.2750		57	200
	5.2124		73				5.2014		74	
	5.1344		40				5.1237		41	
	5.0472		47				5.0451		44	
	4.6506		54				4.5754		54	
	4.5130		101				4.5015		102	
	4.4343		104				4.4242		105	
	4.7477		114				4.7455		115	
	4.5515		121				4.5401		122	
	4.5134		124				4.5024		125	
	4.4470		124				4.4345		134	
	4.4553		141				4.4442		142	

Tablo 3.2.2.'nin Devamı

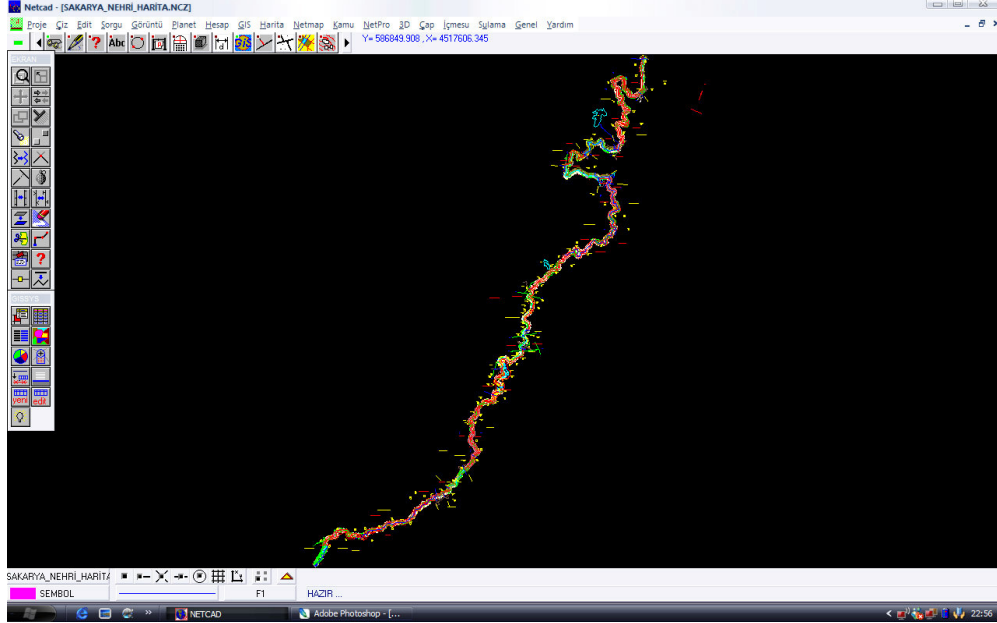
KOI	PH	ÇO	DİĞER	NEHİR KM	DEBİ	KOI	PH	ÇO	DİĞER
		5.5444		7				5.5444	
		5.4556		14				5.4556	
147	7,4	5.7452	Sadırlar asteks satoks					5.7452	
110	7,5	5.7227	Sen Piliç					5.7227	
		5.5451		33				5.5451	
		5.4744		40				5.4744	
		5.4004		47				5.4004	
		5.4232		44				5.4232	
		5.3444		51				5.3444	
140	7,4	5.2575	Demircioğlu	54	200	140	7,4	5.2575	Kasıp arı odası
		5.1503		74				5.1503	
		5.1125		42				5.1125	
		5.0340		45				5.0340	
		4.5544		55				4.5544	
		4.4504		103				4.4504	
		4.4132		110				4.4132	
		4.7344						4.7344	
		4.5550		123				4.5550	
		4.4513						4.4513	
		4.4244		135				4.4244	
		4.4471						4.4471	

Toplanan bütün bilgiler ve yapılan analizlerin sonuçları Frontpage programı ile düzenlenerek web sayfası haline getirilmiştir. Bu sayede tez çalışmasında elde edilen verilerin ve kirlilik analizlerinin internet üzerinden sorgulanabilmesi sağlanmıştır. Şekil 3.2.6. ve Şekil 3.2.7. de görüleceği gibi, nehir üzerindeki referans noktalara yerleştirilen sorgulama pencerelerinden, nehrin o anda o noktadaki kirlilik değerinin sorgulanabilmesi sağlanmıştır. Şekil 3.2.1. de Sakarya nehri mansap noktası belirlenerek uydu görüntüleriyle karşılaştırılırken kullanılan referans noktalardan biri görülmektedir.



Şekil 3.2.1 NetCAD Programı Üzerinde Sakarya Nehri Sayısal Haritasında Nehrin Mansap Noktasının İşlenmesi

Şekil 3.2.2. de nehrin Sakarya sınırları içinde kalan kısmının sayısal haritası görülmektedir. Şekil 3.2.3. de ise bu görüntü ile karşılaştırılan uydu görüntüsü görülmektedir. Bu aşamada uydu görüntüleri ve sayısal haritalar üzerinde referans noktalar belirlenmiş ve uydu görüntüleri imaj olarak sayısal haritalar üzerine yapıştırıldıktan sonra referans noktalar dikkate alınarak karşılaştırılmıştır.



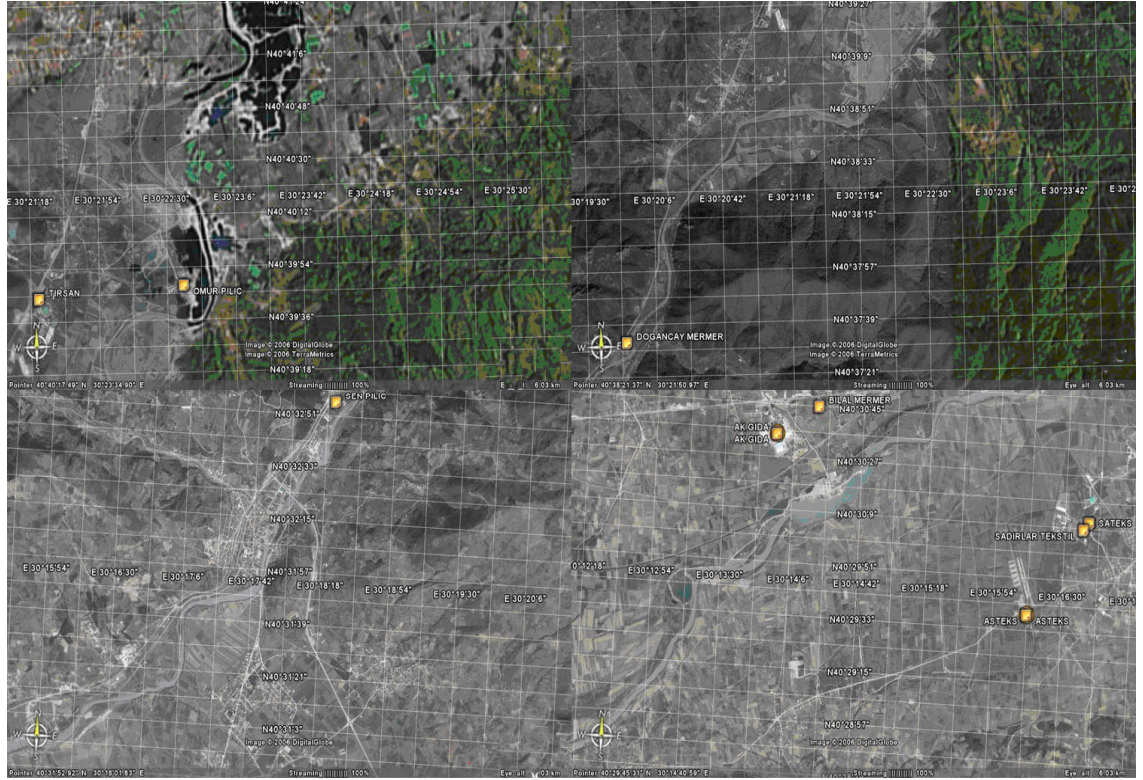
Şekil 3.2.2. Sakarya Nehri Ve Kirlilik Yükleri Hesaba Katılan Sanayi Tesislerinin Sayısal Haritası.



Şekil 3.2.3. Sakarya Nehri Ve Kirlilik Yükleri Hesaba Katılan Sanayi Tesislerinin Uydü Görüntüsü.

Geyve-Pamukova bölgesine ait uydü görüntüsünün bulunduğu şekil 3.2.4. de yer alan Bilal Mermer, Doğançay Mermer, AK Gıda, Sateks, Sadırlar, Asteks, Şen Piliç ve Ömür piliç'e ait koordinatlar GPS cihazı ile ölçülmüş ve NetCAD programında bu

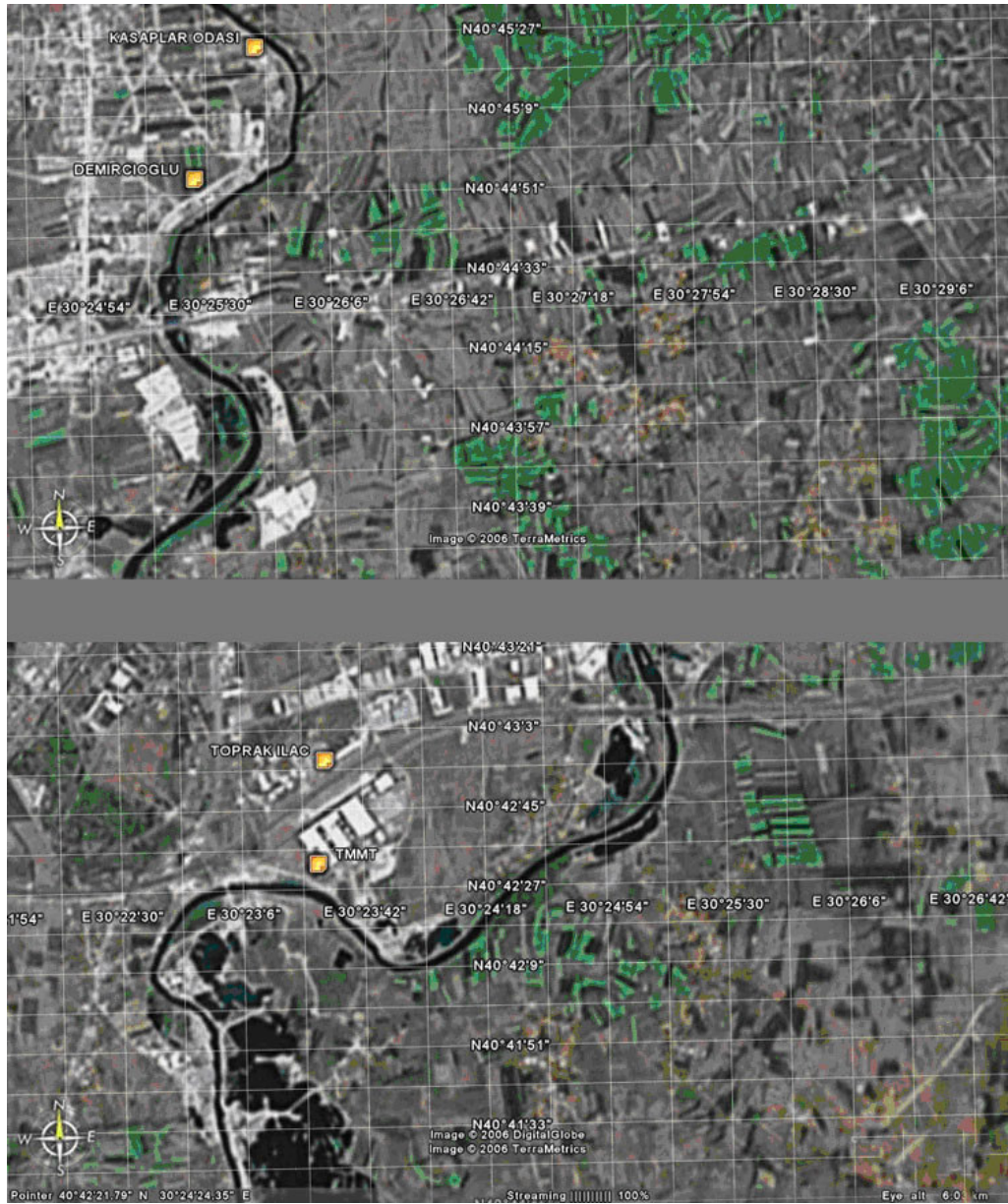
uydu görüntülerine işlenmiştir. Bu görüntüdeki tesisler; Ak Gıda, Bilal Mermer, Sateks, Asteks, Sadırlar, Şen Piliç, Ömür Piliç, Doğançay Mermer ve Tırsan'a aittir. Mermer-granit kesim ve parlatma işlemleri yapılan Bilal Mermer'e ait tesisten günlük 150 m^3 atık su Doğançay mermer den ise 200 m^3 atık su deşarj edilmektedir. Bu tesislerin nehre olan kirlilik etkileri, yüksek kirlilik seviyesindeki tekstil endüstrisi atık suları ile aynı noktaya deşarj yaptıklarından dolayı net olarak gözlemlenemese de atık su analizleri incelendiğinde bu tesislerden kaynaklanan en büyük etkinin Cr^{+6} ve AKM parametrelerinde olduğu görülmektedir. Süt ve Süt ürünleri imalatı yapan AK Gıda dan günlük 1500 m^3 atık su deşarj edilmektedir. Yüksek kirlilik seviyesindeki peynir altı suları olan tesis gerçekleştirdiği ileri arıtma işlemleri ile KOI parametresi bakımından bölgedeki en düşük kirlilik seviyesinde deşarj yapmaktadır.



Şekil 3.2.4. Geyve-Pamukova Bölgesinde Bulunan ve Sakarya Nehrine Deşarj Yapan Sanayi Tesislerine Ait Uydu Görüntüsü ve Koordinat Bilgileri.

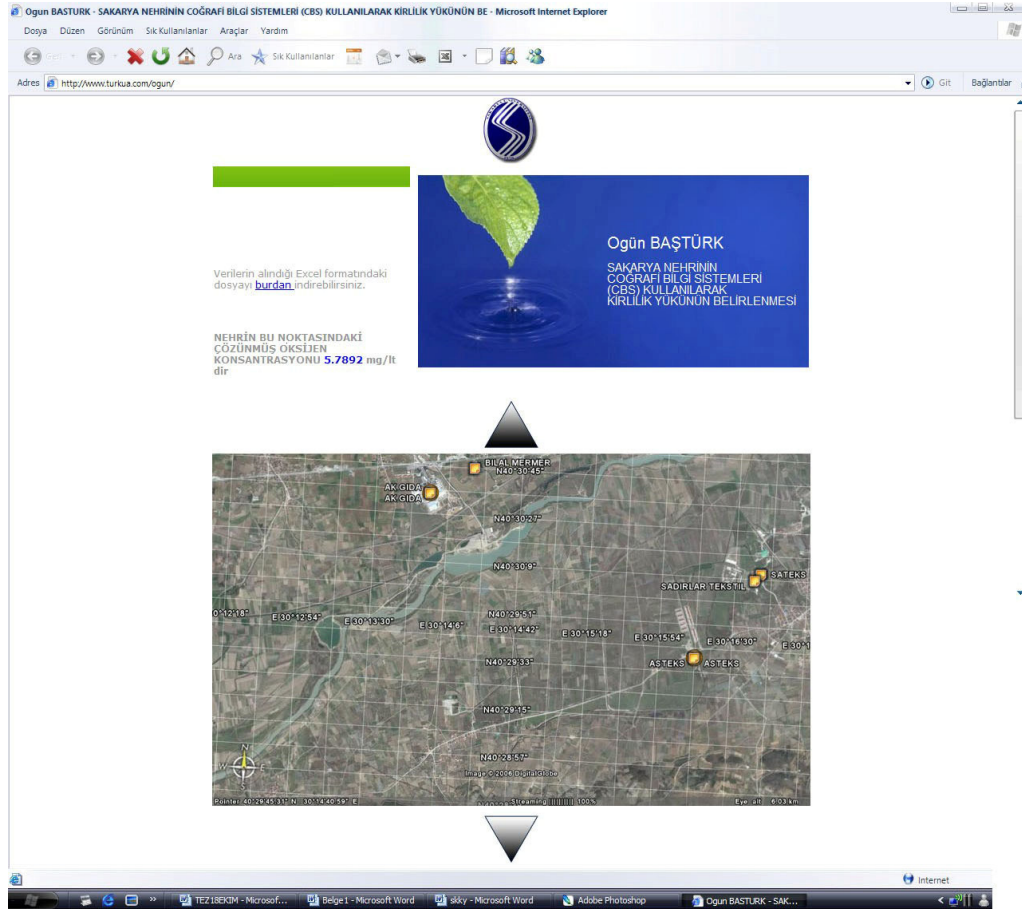
Sateks, Sadırlar ve Asteks'e ait tekstil yıkama ve boyama tesislerinden kaynaklanan en büyük etki ise renk parametresi yönünden olmaktadır.

Tavuk kesimhanesi ve rendering ünitesi bulunan Şen Piliç den günde 250 m³ Ömür piliçten ise 500 m³ atık su deşarj edilmektedir. Yağ parametresi yönünden yüksek kirlilik seviyelerinde olan kesimhane atık suyu, arıtma işlemlerinin ardından deşarj limitlerinin altına getirilerek deşarj edilmektedir.



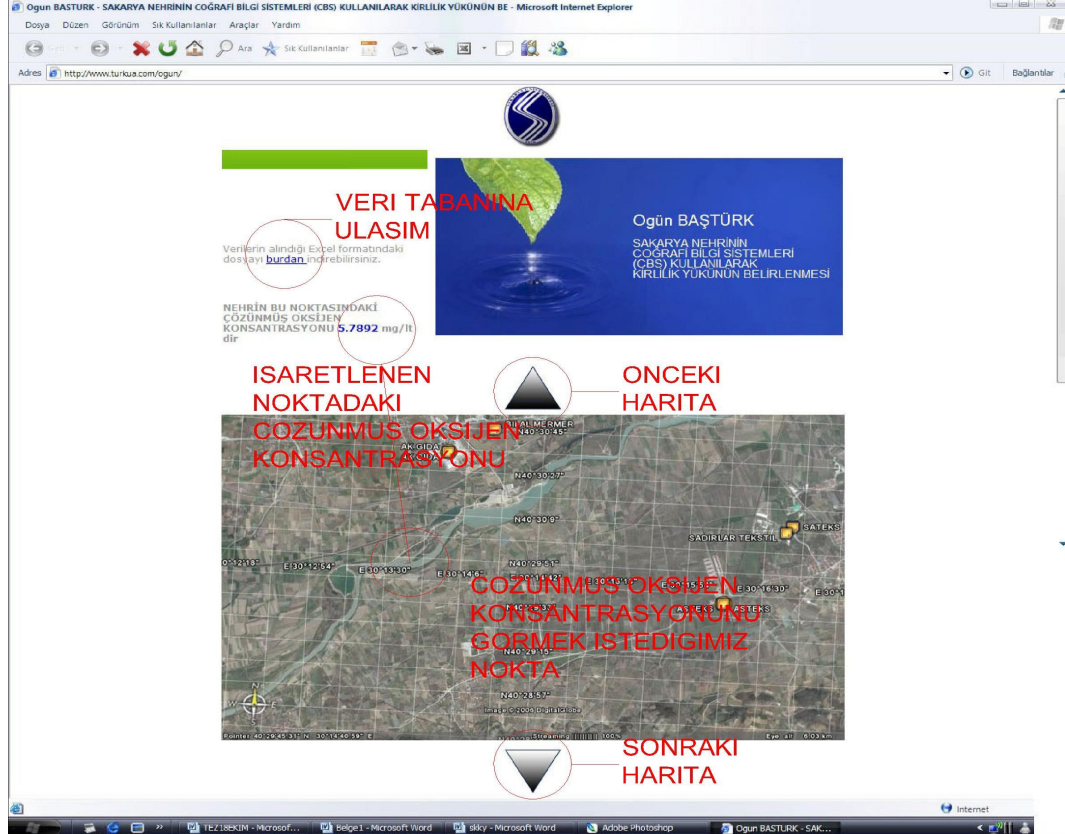
Şekil 3.2.5. I. OSB ve Erenler Bölgesine Ait Uydu Görüntüleri Ve Koordinat Bilgileri

Şekil 3.2.5 te Demircioğlu, Kasaplar Odası, TMMT ve Toprak İlaç'a ait tesisler görünmektedir. OSB nin en büyük tesislerinden birisi olan TMMT (Toyota) otomotiv fabrikasından günlük 600 m³ atık su deşarj edilmektedir. Otomotiv sektöründe atık su arıtma teknolojileri çok gelişmiş olmasına rağmen krom (Cr+6), kurşun (Pb), çinko (Zn), bakır (Cu), civa (Hg) gibi ağır metaller ve yağ-gres , amanyum gibi kirleticiler çok yüksek seviyelerde bulunduğundan, ileri arıtma işlemlerine rağmen bu tez çalışmasında da görüldüğü üzere alıcı ortama ciddi kirlilik etkileri olmaktadır. Film tablet, kapsül, ampul jel ve losyon ilaç imalatı yapılan Toprak İlaç fabrikasından ise günlük 100 m³ atık su deşarj edilmektedir. Kasaplar odası ve Demircioğlu'na ait mezbahalardan da 200 er m³ atık su deşarj edilmektedir. Tavuk kesimhanelerinde olduğu gibi yüksek yağ ihtiva eden bu atık sular arıtma işlemine tabi tutulduktan sonra deşarj limitlerine göre deşarj edilmektedir.



Şekil 3. 2. 6 Web Üzerinden Kirlilik Analizi Yapılması

Harita ve uydu görüntüsü üzerindeki bu uygulamalardan sonra Netcad programı kullanılarak çakıştırılan uydu görüntüleri ve sayısal haritaların üzerine sanayi tesisleri işlenmiş ve jpeg dosyası olarak kaydedilmiştir. Photoshop programında Nehir boyunca birer km aralıkları kapsayacak şekilde ikonlar oluşturulmuş ve bu görüntüler frontpage programı yardımıyla bir ftp sunucuya yüklenmiştir. Şekil 3.2.6. da web sayfası üzerinden nehirdeki kirlilik durumunun sorgulanması ile ilgili ekran görüntüleri görülmektedir. Web sayfasında bulunan uydu görüntüsünde, nehir üzerinde herhangi bir noktaya tıkladığında bir km lik alan içindeki kirlilik değeri görülmektedir.



Şekil 3. 2. 7. Web Sayfasında Yeralan İkonlar ve İşlevleri

Web sayfası arka arkaya yüklenen sayfalar sistemiyle çalışmaktadır. Şekil 3.2.7. de görüldüğü gibi önceki ve sonraki sayfalara ulaşmak için ikonlar yerleştirilmiştir. Uydu görüntüsünün, üstündeki yukarı ok şekline tıkladığında bir önceki haritanın, altındaki aşağı ok üzerine tıkladığında sonraki harita nın bulunduğu sayfa yüklenmektedir. Fare ile çözülmüş oksijen konsantrasyonunu öğrenmek istediğimiz noktaya tıkladığımız zaman ekranın sol üst köşesinde o noktaya ait çözülmüş oksijen konsantrasyonu görülmektedir. Hesaplamaların yer aldığı veri tabanına da yine sol üst köşede bulunan linke tıklayarak ulaşabilmektedir.

BÖLÜM 4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Yapılan kirlilik analizi sonucunda ortaya çıkan değerler birbirine yakın gibi görünse de, bunun sebebi analizlerin bir km gibi kısa aralıklarda yapılmış olması olup, Sakarya nehri kıyısı boyunca yer alan sanayi tesislerinin Sakarya ili sınırları içinde %15 gibi büyük oranında bir kirlilik etkisi yarattığı gözlemlenmiştir. Evsel nitelikli atık suların ve noktasal olmayan kaynakların hesaplamalara katılmadığı düşünülürse bu kaynaklarında eklenmesiyle Sakarya ili sınırlarında çok ciddi bir kirlenme etkisi olduğu görülecektir. Sanayi tesislerinden kaynaklanan kirlilik etkisi www.turkua.com/ogun internet adresinde faaliyette olan kirlilik analiz programında net olarak görülebilmektedir.

Sakarya nehrini besleyen kollar arasında en yüksek kirlilik değerine sahip olanın Çark deresi olduğu görülmektedir (Tablo 3.3.3.). Bundan yirmi yıl önce Adapazarı'nın içme ve kullanma suyunun sağlandığı Çark deresinin bugün akarsu kirlilik sınıflarına göre IV. sınıf kirlilik seviyesine sahip olması düşündürücü bir durumdur. Bu kirlenmede en büyük pay kontrolsüz deşarjlarda olmakla beraber, Adapazarı kanalizasyon sisteminin, I. ve III. OSB den kaynaklanan atık suların çark deresine verilmesi ile gelen büyük debi yükü de diğer büyük etkindir. OSB ler ve nehri besleyen kollara deşarj yapan diğer sanayi kuruluşlarından kaynaklanan kirlilik ayrı ayrı hesaplara katılmamış olup nehri besleyen kolların mansap noktalarındaki kirlilik seviyeleri esas alınmıştır. Bu tez çalışmasında kullanılan veriler; Adasu, Çevre ve Orman İl Müdürlüğü, Bayındırlık müdürlüğü, Adapazarı Büyükşehir Belediyesi gibi resmi kurumlardan temin edilmiştir ve güvenilirlikleri tamdır. Saha çalışmasında yapılan GPS ölçümleri ise sayısal haritalara işlendikten sonra uydu görüntüleri ile karşılaştırıldığında görsel olarak teyit edilmiş ve koordinatlarda herhangi bir sapma olmadığı görülmüştür.

Sakarya nehri kirlilik analizi için tespit ettiğimiz tesislerin deşarj izni almış olan tesisler olduğu ve sürekli olarak Çevre ve Orman İl Müdürlüğü ekiplerinin denetimlerinde oldukları için atık su deşarjlarında yasal limitleri aşmadıkları varsayılmıştır, bu nedenle tesislerden kaynaklanacak maksimum kirlilik yükü hesaplanırken 31.12.2004 tarihli Su kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'nde verilen sınır değerler esas alınmıştır.

Bu değerleri (Ek 1, Ek 7) ve tablo 3.2.4 deki analiz sonuçlarını beraberce incelediğimizde; nehir kirliliğine en büyük etkinin Tekstil ve Otomotiv tesislerinden kaynaklandığı görülmektedir. Bununla beraber, atık sularını arıtmaya tabi tutmadan kontrolsüz deşarj yapan işletmeler diğer büyük kirlilik etkisini oluşturmaktadır.

Gıda ve kimya sanayi atık sularının nehir kirliliğine olan etkisinin tekstil ve otomotiv sektörüne göre nispeten daha düşük olduğu gözlemlenmiştir. Bu sonuçların ortaya çıkmasında birkaç faktör vardır. Bunlardan en önemlileri sektörlere ait atık suların karakterleri ve kullanılan arıtma teknolojileridir. Çalışma alanımızda nehir üzerinde, il sınırlarımızdaki ilk kirletici kaynak olan AK Gıda incelendiğinde, süt ve süt mamülleri üreten tesisten kaynaklanan en önemli kirletici etkinin atık suya karışan peynir altı suyundan kaynaklandığı görülmektedir. KOI seviyesi 50.000 mg/l olan bu su ileri bir arıtma teknolojisi olan nanofiltrasyon ünitesinden ve geçirilerek arıtılmaktadır. Bununla beraber tekstil sektöründe bulunan Asteks, Sateks, Sadırlar gibi firmalar, su kirliliği kontrolü yönetmeliğinde renk kirliliği üzerine herhangi bir sınırlayıcı parametre bulunmadığı için tekstil sanayinden kaynaklanan en büyük kirlilik etkisini yaratan renk parametresi yönünden hiçbir iyileştirme yapmadan atık sularını deşarj etmektedir. Otomotiv sektöründe atık su arıtma teknolojileri çok gelişmiş olmasına rağmen krom (Cr^{+6}), kurşun (Pb), çinko (Zn), bakır (Cu), civa (Hg) gibi ağır metaller ve yağ-gres, amanyum ve nitrit azotları gibi kirleticiler çok yüksek seviyelerde bulunduğundan, ileri arıtma işlemlerine rağmen alıcı ortama ciddi kirlilik etkileri olmaktadır. Bu yoğun kirletici etkilerinden dolayı otomotiv ve diğer motorlu taşıt sanayi tesisleri kurulmadan önce çevreye olan etkilerinin değerlendirildiği, Çevre ve Orman Bakanlığınca incelenen bir Çevresel Etki Değerlendirme Raporu hazırlamak zorundadır. Bu raporda, tesisin çevreye olabilecek etkileri her yönüyle incelenmekte ve tesisin alternatif yerler arasından çevreye en az zararlı olacağı yere kurulmasına veya sunulan alternatiflerin hiç birinin

bu tesisin kurulmasına uygun olmadığına karar verilmektedir. Böylece, yoğun kirletici etkiye sahip bu tür tesislerin gelişigüzel yerlere kurularak çevreye verecekleri olumsuz etkilerin önüne geçilmiş olmaktadır.

Sektör bazında kirlilik etkisini inceledikten sonra bölgesel olarak kirlenme etkisi gözlemlendiğinde ise yine tekstil sektörünün yoğun olarak bulunduğu Geyve bölgesi çıkışında ve otomotiv sektörünün bulunduğu Akçay–merkez bölgesi çıkışında maksimum kirlenme etkileri görülmüştür.

Bu tez çalışmasında ele alınmayan evsel nitelikli atık sulardan ve noktasal olmayan kaynaklardan meydana gelen kirlilik etkisi de incelenerek daha net sonuçlar elde etmek mümkün olabilecektir. Bu kaynaklar hesaba katılmadığında bile ne derece yüksek bir kirlilik etkisi oluştuğu düşünülürse, evsel nitelikli atık sular ve noktasal olmayan kaynaklar da hesaplara dahil edildiğinde kirliliğin ne kadar yüksek olacağı aşıkardır. Avrupa Birliği ülkelerinde çok daha katı olan deşarj standartları maalesef ülkemiz ekonomik koşullarında daha esnek uygulanmaktadır. Buna örnek vermek gerekirse bu tez çalışmasında nehri besleyen kollardan birine deşarj yaptığından ötürü, dolaylı olarak yer alan BWK Eastern Yün Sanayi AŞ. ye ait tesis, Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliğinde verilen değerleri sağlamak için sadece biyolojik arıtma tesisine ihtiyaç duyarken, firmanın Almanya ve Avustralya tesislerinde biyolojik arıtma ünitesine ilaveten ileri arıtma üniteleri bulunmaktadır. Firmanın Türkiye’deki tesisinden deşarj edilen atık sudaki KOI seviyesi 150-200mg/lit seviyelerinde iken bu ülkelerde KOI seviyesi 15-20mg/lit seviyelerindedir. Bu nedenle ötürüdür ki firmalar yönetmelikte belirtilen sınır değerleri aşmasalar bile sınır değerlerdeki yüksek limitlerden ötürü yoğun bir kirlilik yaratmaktadırlar.

Bununla beraber ülkemizde de yüksek çevre bilincine sahip tesisler atık su arıtma tesislerini sürekli geliştirmekte ve deşarj limitlerinin çok altında deşarjlar yapmaktadırlar. Bunlara örnek vermek gerekirse Sakarya II. OSB sınırlarında bulunan ÇAMSAN AŞ ye ait atık su arıtma tesisinin Sakarya Üniversitesinde yapılan aylık atık su analizleri incelendiğinde KOI parametresi yönünden yönetmelikte verilen sınır değer olan 100 mg/lit nin çok altında, 10-15 mg/lit seviyelerinde deşarj yapıldığı gözlemlenmiştir.

BÖLÜM 5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Sakarya nehrinin coğrafi bilgi sistemleri kullanılarak yapılan bu kirlilik analizi çalışması , gerek tüm su kaynakları gerekse hava kirliliği emisyonlarını tespit etmek amacıyla çok çeşitli kirletici kaynaklarının web üzerinden sorgulanmasını sağlayacak bir sistemin pilot çalışması olmuştur. Çevre il müdürlüğü, Adasu gibi deşarj kontrolü yapan kurumlar ölçüm sonuçlarını bu sisteme basit bir şekilde işledikleri takdirde sürekli güncel bir nehir kirlilik analiz sistemi ortaya çıkmış olacaktır. Ayrıca bu konu proje haline getirilip kaynak bulunduğu takdirde; nehir üzerinde, kirlilik analizi sonucu tespit edilen kritik noktalar olan nehrin Sakarya il sınırına girdiği noktada (40 26 15 N – 30 03 18 E) , Geyve bölgesi çıkışında (40 33 09 N – 30 18 54 E) , Merkez çıkışında (40 45 27 N – 30 25 30 E) , Karasu mansapta (41 07 39 N – 30 38 42 E) ve nehri besleyen kolların mansaplarında yerleştirilecek olan PLC kontrollü ve GPRS ile internete bağlı olarak konumlandırılacak çözünmüş oksijen ölçüm cihazlarından sürekli olarak gelecek veriler bu sisteme girilebilecek ve anlık kirlilik değerleri tespit edilebilecektir.

Bu sayede nehir kıyısına kurulacak yeni sanayi tesislerinin nehrin kirlilik yükünü nasıl etkileyebileceği ve taşıma kapasitesini aşıp aşmayacağı rahatlıkla gözlemlenebilecek olup, ÇED raporlarının hazırlanması aşamasında kurulacak sanayi tesisinin Sakarya nehrine olan etkisi de belirlenebilecektir.

Sonuç olarak Sakarya nehrindeki en önemli kirleticilerin Tekstil ve Otomotiv sektörlerinden kaynaklandığı ve nehrin Sakarya il sınırları içindeki 159. 5 km lik yolculuğunda yaklaşık olarak % 15 lik bir kirlenme etkisine maruz kaldığı görülmüştür. Çalışmada tesislerin deşarj limitlerini aşmayacağı varsayılmıştır. Buna rağmen, ortaya çıkan kirlilik oranı, ihmal edilen evsel ve noktasal olmayan kaynaklar gözardı edildiğinde Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliğinde verilen sınır değerlerin akarsularda sürdürülebilir su yönetimi açısından yeterli olmadığı görülmüştür.

Ülkemizdeki diğer sanayi tesislerinin de bu çevre bilincine sahip olarak minimum atık prensibiyle çevreye en az zararı vermeleri gerekmektedir. Bu doğrultuda İSO 14000 Çevre Yönetim Sistemi gibi atık üretimini kaynağında azaltmaya yönelik sistemler uygulanmalıdır.

Bunun yanında atık su kaynaklı çevre kirliliğinin önlenmesinde üniversiteler ve Tübitak gibi bilimsel araştırma kurumlarına da önemli rol düşmektedir. Bu kurumlar, atık su arıtımının yatırım ve işletme maliyetlerini düşürecek çevre teknolojileri geliştirmek suretiyle çevre kirliliğinin önlenmesindeki katkılarını genişleteceklerdir.

KAYNAKLAR

- [1] DALE, P. ve Mc LAUGHLIN, J. , Land Information Management, Oxford University Press, 1988, Oxford.
- [2] AKROPOL INC. , 2002. CBS (GIS), www. akropol. com. tr.
- [3] DATUM BİLGİ İŞLEM HİZMETLERİ A. Ş. 1997.
- [4] ESRI. INC. , 2002. www. esri. com.
- [5] www. ktu. gislab. com. tr.
- [6] TUROĞLU, TT, 2000. Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Temel Esasları, Acar Matbaacılık Ve Yayıncılık Hizmetleri A. Ş. , İSTANBUL, 246 S.
- [7] YOMRALIOĞLU, F. , 1999. Coğrafi Bilgi Sistemi İle Kampus Bilgi Sistemi Tasarımı; Karadeniz Teknik Üniversitesi (Ktübis) Örneği, Yüksek Lisans Tezi Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, TRABZON, 64 S.
- [8] YOMRALIOĞLU, T. , 2000. Coğrafi Bilgi Sistemleri, Akademi Kitapevi, Trabzon, 480 S.
- [9] KARPUZCU, M. , 1991. Çevre Kirlenmesi Ve Kontrolü, Kubbealtı İktisadi İşletmesi İSTANBUL
- [10] TAŞTAN, H. , “Coğrafi Bilgi Sistemleri, Bir coğrafi Bilgi Sisteminin (AKBİS) Tasarımı ve Gerçekleştirilmesi”, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ, 1991, İstanbul
- [11] Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği 2005
- [12] www. sakarya. gov. tr

- [13] www.cevreorman.com.tr.
- [14] Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği
- [15] Sakarya İli Çevre Durum Raporu

EKLER

PARAMETRE	BİRİM	KOMPOZİT NUMUNE 2 SAATLİK	KOMPOZİT NUMUNE 24 SAATLİK
KİMYASAL OKSİJEN İHTİYACI (KOİ)	(mg/L)	170	160
YAĞ VE GRES	(mg/L)	60	30
pH		6-9	6-9

Ek 1. Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Tablo 5. 3 e göre Gıda Sanayi (Süt ve Süt Ürünleri) Deşarj Standartları.

PARAMETRE	BİRİM	KOMPOZİT NUMUNE 2 SAATLİK	KOMPOZİT NUMUNE 24 SAATLİK
KİMYASAL OKSİJEN İHTİYACI (KOİ)	(mg/L)	250	160
YAĞ VE GRES	(mg/L)	30	20
pH	-	6-9	6-9

Ek 2. Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Tablo 5. 6 ya göre Gıda Sanayi (Mezbahalar ve Entegre Et Tesisleri) Deşarj Standartları.

PARAMETRE	BİRİM	KOMPOZİT NUMUNE 2 SAATLİK	KOMPOZİT NUMUNE 24 SAATLİK
KİMYASAL OKSİJEN İHTİYACI (KOİ)	(mg/L)	200	160
ASKIDA KATI MADDE (AKM)	(mg/L)	100	60
YAĞ VE GRES	(mg/L)	30	20
pH	-	6-9	6-9

Ek 3. Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Tablo 5. 8 e göre Gıda Sanayi (Hayvan Kesimi Yan Ürünleri İşleme ve Benzeri Tesisler) Deşarj Standartları.

PARAMETRE	BİRİM	KOMPOZİT NUMUNE 2 SAATLİK	KOMPOZİT NUMUNE 24 SAATLİK
ASKIDA KATI MADDE (AKM)	(mg/L)	100	-
KROM (CR ⁺⁶)	(mg/L)	0.3	-
YAĞ VE GRES	(mg/L)	10	-
pH	-	6-9	6-9

Ek 4. Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Tablo 7.5 e göre Maden Sanayi (Çimento, Taş Kırma, Karo, Plaka İmalatı, Mermer İşleme, Toprak Sanayi, ve Benzerleri) Deşarj Standartları.

PARAMETRE	BİRİM	KOMPOZİT NUMUNE 2 SAATLİK	KOMPOZİT NUMUNE 24 SAATLİK
KİMYASAL OKSİJEN İHTİYACI (KOİ)	(mg/L)	400	300
ASKIDA KATI MADDE(AKM)	(mg/L)	400	300
AMONYUM AZOTU (NH ₄ -N)	(mg/L)	5	-
SERBEST KLOR	(mg/L)	0.3	-
TOPLAM KROM	(mg/L)	2	1
SÜLFÜR (S ⁻²)	(mg/L)	0.1	-
SÜLFİT	(mg/L)	1	-
YAĞ VE GRES	(mg/L)	200	100
BALIK BİYODENEYİ (ZSF)		4	3
pH		6-9	6-9

Ek 5. Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Tablo 10. 4 e göre Tekstil Sanayi (Yün Yıkama, Terbiye, Dokuma ve Benzerleri) Deşarj Standartları.

PARAMETRE	BİRİM	KOMPOZİT NUMUNE 2 SAATLİK	KOMPOZİT NUMUNE 24 SAATLİK
KİMYASAL OKSİJEN İHTİYACI (KOİ)	(mg/L)	150	-
BALIK BİYODENEYİ (ZSF)	-	6	-
pH	-	6-9	6-9

Ek 6. Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Tablo 14. 6 ya göre Kimya Sanayi (İlaç Üretimi ve Benzerleri) Deşarj Standartları.

PARAMETRE	BİRİM	KOMPOZİT NUMUNE 2 SAATLİK	KOMPOZİT NUMUNE 24 SAATLİK
KİMYASAL OKSİJEN İHTİYACI (KOİ)	(mg/L)	400	300
ASKIDA KATI MADDE (AKM)	(mg/L)	80	40
YAĞ VE GRES	(mg/L)	20	10
AMONYUM AZOTU (NH ₄ -N)	(mg/L)	100	-
NİTRİT AZOTU (NO ₂ -N)	(mg/L)	5	-
SERBEST SİYANÜR (CN ⁻)	(mg/L)	0.05	-
TOPLAM KROM	(mg/L)	0.5	-
KROM (Cr ⁺⁶)	(mg/L)	0.05	-
NİKEL (Ni)	(mg/L)	1	-
KADMİYUM (Cd)	(mg/L)	0.05	-
DEMİR (Fe)	(mg/L)	3	-
ALÜMİNYUM (Al)	(mg/L)	3	-
KURŞUN (Pb)	(mg/L)	0.3	-
BAKIR (Cu)	(mg/L)	0.3	-
ÇİNKO (Zn)	(mg/L)	2	-
CİVA (Hg)	(mg/L)	0.005	-
FLORÜR (F ⁻)	(mg/L)	5	-
BALIK BİYODENEYİ (ZSF)	-	8	-
pH	-	6-9	6-9

Ek 7. Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Tablo 18. 2 ye göre Taşıt Fabrikaları (Otomobil, Kamyon, Traktör, Minibüs, Bisiklet, Motosiklet ve Benzeri Taşıt Aracı Üreten Fabrikalar) Deşarj Standartları.

ÖZGEÇMİŞ

1978 yılında Sakarya'da doğdu. İlköğrenimini Adapazarı Atatürk İlkokulunda, Orta öğrenim ve Lise eğitimini Sakarya Anadolu Lisesi'nde okudu 1998 yılında Sakarya Üniversitesi Çevre mühendisliği bölümünü kazandı ve bu okuldan 2002 yılında mezun oldu. Aynı sene yüksek lisans eğitimine başladı, bir sene İngilizce hazırlık eğitimi gördü. 2002 yılından beri Baştürk Mühendislik Müşavirlik Firmasında Çevre Mühendisi olarak çalışmaktadır.