

T.C.
GEBZE YÜKSEK TEKNOLOJİ ENSTİTÜSÜ
MÜHENDİSLİK VE FEN BİLİMLERİ
ENSTİTÜSÜ

ÇEVRE KALİTESİ ANALİZİNE YÖNELİK
BİLGİ SİSTEMİ TASARIMI

Halil Serhan ÇEVİK
YÜKSEK LİSANS TEZİ
JEODEZİ VE FOTOGRAMETRİ MÜHENDİSLİĞİ
ANABİLİM DALI

GEBZE

2009

T.C.
GEBZE YÜKSEK TEKNOLOJİ ENSTİTÜSÜ
MÜHENDİSLİK VE FEN BİLİMLERİ
ENSTİTÜSÜ

ÇEVRE KALİTESİ ANALİZİNE YÖNELİK
BİLGİ SİSTEMİ TASARIMI

Halil Serhan ÇEVİK
YÜKSEK LİSANS TEZİ
JEODEZİ VE FOTOGRAMETRİ MÜHENDİSLİĞİ
ANABİLİM DALI

TEZ DANIŞMANI
Doç. Dr. Taşkın KAVZOĞLU

GEBZE
2009

ÖZET

TEZİN BAŞLIĞI : Çevre Kalitesi Analizine Yönelik Bilgi Sistemi Tasarımı

YAZAR ADI : Halil Serhan ÇEVİK

Yaşadığımız yüzyılda sanayileşme, kentleşme ve aşırı nüfus artışına orantılı olarak kitlesel tüketimi artırmış ve bu sürecin yarattığı atıklar su, hava, toprak, kıyı alanları ve ormanlarda tahribata yol açarak çevre ve insan sağlığı üzerinde olumsuz etkilere neden olmuştur. Teknolojinin gelişmesi ile birlikte çevre kirliliğine neden olan bu kirleticileri belirleyen ve risk haritalarını oluşturan çevresel coğrafi bilgi sistemine ihtiyaç doğmuştur.

Yapılan bu çalışma ile Zonguldak ilini kapsayan 35 adet 1/25.000 ölçekli ülke haritası sayısallaştırılarak altlık olarak kullanılmış ve bunların üzerinde akarsular, göller, sanayi tesisleri, hava kalitesi gözlem istasyonları, su kalitesi gözlem istasyonları ve kent merkezi gibi katmanlar ayrı ayrı belirlenmiştir.

Çeşitli yıllar arasında periyodik olarak akarsulardan alınan su numunelerinin analiz değerleri, su kalitesi gözlem istasyonlarının tespit ettiği değerler ve sanayi tesislerinin akarsulara deşarj ettiği atık suların analiz değerleri veritabanında akarsularla ve sınır değerleriyle ayrı ayrı ilişkilendirmiş, hazırlanan sorgularla her sınır değerini aşanlar tespit edilmiştir.

Bölgedeki sanayi tesislerinden ölçülen, kükürt dioksit (SO_2), karbon monoksit (CO), toz (PM), azot oksitler (NO_x) gibi hava kirleticilerin baca gazı emisyon değerleri veritabanına ayrı ayrı aktarılacak şekilde ait olduğu sanayi tesisi ile ilişkilendirilmiş ve sınır değerlerle karşılaştırılmıştır.

Kent merkezlerinde bulunan hava kalitesi gözlem istasyonlarından aylara ve ait oldukları yıllara göre tespit edilen kükürt dioksit (SO_2) ve partikül madde (PM) değerleri veri tabanında aktarılmış, kent merkezi ile ilişkilendirilerek her kirletici için kirlilik miktarı tespit edilmiş, kirlilik durumuna göre sembol büyüklükleri ve renk derinlikleri çeşitlendirilmiştir.

Kurulan bu çevresel coğrafi bilgi sistemi ile çevre kirliliğinde belirleyici olan parametrelerin sınır değerleri ile ölçüm/analiz değerleri karşılaştırılmış konumuna ve sınıfına göre kirliliğe neden olan etkenler, bunların kaynakları ve dönemsel değişimleri ayrı ayrı sorgulanmıştır. Sınır değerleri aşan her kirlletici parametreye göre etki alanları dahilinde hava kirliliği ve su kirliliği haritaları oluşturulmuştur.

Sonuç haritaları önemli bazı bulguları ortaya koymuştur. Zonguldak kent merkezinde bulunan, maden işletmelerinin atık sularının deşarj edildiği Çaydamar deresi, Kozlu deresi ve sanayileşmenin yoğun olduğu Çaycuma bölgesinden geçen Filyos çayında kirlletici parametrelere dayalı su kirliliğinin normal değerlerin üzerinde seyrettiği tespit edilmiştir. Söz konusu kirlilik ile akarsulara bağlantısı bulunan sanayi tesislerinin atık su analiz değerleri karşılaştırılmış ve bunların bazılarının su kirliliğine önemli ölçüde etki ettikleri tespit edilmiştir.

SUMMARY

TITLE : Environment Quality Analysis Oriented Information System Design

NAME : Halil Serhan ÇEVİK

In our era due to the industrialization, urbanization and extensive rise in population, massive consumption has rose and the waste as a result of this process has negatively affected the sources of water, the condition of air, soil, and coasts and has caused negative effects on environment and human health. The need of geographical information system, which defines those kind of destructive waste and forms risk maps, has occurred along with the recent developments in technology.

In this study, 35 maps of 1/25.000 scale of Zonguldak have been used and the classes such as rivers, lakes, industrial facilities, air and water observation stations, and city centres have been separately identified.

The analysis data of water samples obtained from the rivers in various years, data obtained by water observation stations and data analysis of waste water discharged by the industrial facilities have been separately compared and contrasted with the rivers and limit values presented in database, and it has been determined that the limit values have been already exceeded.

The factory chimney gas emission values of air pollutants like sulphur dioxide (SO₂), carbon monoxide (CO), dust (PM) and nitrogen oxides (NO_x), that were calculated in the local industrial facilities, have been gathered in database respectively, and as a result, limit values have been observed.

The values of sulphur dioxide (SO₂) and particle matters (PM), that were obtained from the air observation stations founded in the city centres, have been gathered in database depending on the months and years they were collected. The

pollution amount in cities has been identified for every pollutants and their symbol magnitudes and color depths have been verified with regard to the pollution states.

The limit values of determining parameters in environmental pollution obtained by this environmental geographical information system and the measurement/analysis values calculated have been compared and the factors causing pollution, their sources and periodic changes have been discussed. Lastly, the air pollution and the water pollution maps have been created according to every polluting parameters exceeding the limit values.

The result maps have shown some fundamental data of the recent situation. The water pollution depending on pollutant parameters obtained has been higher than the average for Çaydamar watercourse running at the city centre of Zonguldak, that the mining foundations have been discharging their waste water; for Kozlu watercourse and for Filyos brook running at Çaycuma region, where industrialization has been highly condensed. The water pollution parameters mentioned and the waste water analysis data of industrial foundations discharging their waste water into the rivers have been compared and as a result, it has been observed that these foundations have been quite influential on the recent water pollution.

TEŞEKKÜR

Bu tezi hazırlarken, katkı, yardım ve desteğini esirgemeyen değerli hocam Doç. Dr. Taşkın KAVZOĞLU'na, verilere erişebilmemde yol gösterici olan Zonguldak İl Çevre Müdürlüğü ve personeline, tez süresi boyunca manevi desteğini esirgemeyen eşime, aileme ve iş arkadaşlarıma teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
ÖZET	iv
SUMMARY	vi
TEŞEKKÜR	viii
İÇİNDEKİLER DİZİNİ	ix
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xii
ŞEKİLLER DİZİNİ	xiii
1. GİRİŞ	1
2. ÇEVRE KİRLİLİĞİ	2
2.1. Hava Kirliliği	3
2.1.1. Hava Kirliliğini Etkileyen Faktörler	4
2.1.1.1. Sıcaklık	5
2.1.1.2. Basınç	5
2.1.1.3. Rüzgar	5
2.1.1.4. Yağış	6
2.1.1.5. Nem	6
2.1.2. Hava Kirliliğinin Kaynakları	6
2.1.2.1. Kaynaktan Çıkışlarına Göre Kirleticiler	7
2.1.2.2. Kimyasal Yapılarına Göre Kirleticiler	7
2.1.2.3. Kaynaklarına Göre Kirleticiler	8
2.1.2.3.1. Doğal Kaynaklar	8
2.1.2.3.2. Yapay Kaynaklar	9
2.1.3. Öncelikli Kentsel Hava Kirleticileri	10
2.1.3.1. Kükürt Dioksit (SO ₂)	10
2.1.3.2. Askıda Partiküller Madde (APM)	11
2.1.3.3. Azot Oksitleri (NO _x)	12
2.1.3.4. Karbon Emisyonları (CO _x)	13
2.1.3.5. Kurşun (Pb)	13
2.1.3.6. Ozon (O ₃)	14
2.1.3.7. Diğer Dış Ortam Hava Kirleticileri	14
2.2. Su Kirliliği	15

2.2.1. Su Kirliliğine Etki Eden Nedenler	15
2.2.1.1. Şehirlerdeki Atık Suların Arıtma Tesisinde Arıtılmadan Nehirlere, Göllere ve Denizlere Verilmesi	16
2.2.1.2. Fabrikalardaki Atıklarda Bulunan Ağır Metallerin Suyu Karışması	16
2.2.1.3. Tarımsal Alanlarda Kullanılan İlaçların Nehirlere Karışması	17
2.2.1.4. Gemilerin Çöplerinin ve Atık Sularının Denize Dökülmesi	17
2.2.1.5. Batmış Gemilerin Artıkları ve Petrol Kirliliği	17
2.2.1.6. Nükleer Atık Taşıyan Gemilerin Batması	18
2.2.1.7. Denizlerde Açılan Petrol Kuyuları, Bu Kuyularda Meydana Gelen Yangınlar ve Kazalar Sonucu Suyu Petrol Karışması	18
2.3. Toprak Kirliliği	18
2.4. Radyoaktif Kirlenme	19
2.5. Gürültü Kirliliği	20
3. COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMİ (CBS)	22
3.1. Bilgi Sistemleri	22
3.1.1. Bilgi Sistemlerinde Temel Kavramlar	23
3.1.1.1. Konumsal Olmayan Bilgi Sistemleri	25
3.1.1.2. Konumsal Bilgi Sistemleri	26
3.1.1.2.1. Çevresel Bilgi Sistemi	26
3.1.1.2.2. Altyapı-Mühendislik Bilgi Sistemi	27
3.1.1.2.3. Kadastral Bilgi Sistemi	27
3.1.1.2.4. Sosyo-Ekonomik Bilgi Sistemi	27
3.2. Coğrafi Bilgi Sistemleri	28
3.2.1. Coğrafi Bilgi Sisteminin Faydaları	30
3.2.2. Coğrafi Bilgi Sisteminin Kullanıcıları	31
3.2.3. Coğrafi Bilgi Sisteminin Bileşenleri	31
3.2.3.1. Donanım	32
3.2.3.2. Yazılım	32
3.2.3.3. Veri	33
3.2.3.4. Personel	34
3.2.3.5. Metodlar	35
3.2.4. Coğrafi Bilgi Sistemindeki Temel İşlevler	35
3.2.4.1. Veri Toplama	35

3.2.4.2. Veri Yönetimi	36
3.2.4.3. Veri İşleme	37
3.2.4.4. Veri Sunumu	38
3.2.5. Uygulama Şekillerine Göre CBS Çeşitleri	38
4. ÇEVRE PROBLEMLERİ VE COĞRAFI BİLGİ SİSTEMİ	39
4.1. Çevre Kalitesi İle ilgili Yapılan Coğrafi Bilgi Sistemi Uygulamaları	41
5. UYGULAMA	45
5.1. Giriş ve Uygulamanın Amacı	45
5.2. Uygulamada Kullanılan Veriler	45
5.3. Paftaların Koordinatlandırılması	46
5.4. Veri Tabanının Kurulması	48
5.5. Veri Tabanı Yapısı	51
5.6. Sorgulamalar	56
5.6.1. CO Kirleticisi Sorgulamaları	56
5.6.2. PM Kirleticisi Sorgulamaları	60
5.6.3. SO ₂ Kirleticisi Sorgulamaları	64
5.6.4. NO ₃ Kirleticisi Sorgulamaları	67
6. SONUÇ	70
KAYNAKLAR	73
ÖZGEÇMİŞ	77
EKLER	78

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

PM	: Partikül Madde
PM10	: Aerodinamik Çapı 10 Mikrondan Daha Küçük Olan Partikül Madde
APM	: Asılı Partiküller Madde
PAH	: Polisiklik Aromatik Hidrokarbon
VOC	: Uçucu Organik Bileşik
dB	: Desibel (Ses Şiddetini Ölçme Birimi)
SO _x	: Kükürt Oksit
SO ₂	: Kükürt Dioksit
SO ₃	: Kükürt Trioksit
NO _x	: Azot Oksit
NO	: Azot Monoksit
NO ₂	: Azot Dioksit
CO	: Karbon Monoksit
CO ₂	: Karbon Dioksit
O ₃	: Ozon Gazı
Hc	: Hidrokarbon
Pb	: Kurşun
HF	: Hidrojen Florür
H ₂ S	: Hidrojen Sülfür
H ₂ SO ₄	: Sülfürik Asit
HNO ₃	: Nitrik Asit
C ₆ H ₆	: Benzen
CBS	: Coğrafi Bilgi Sistemleri
VTYS	: Veritabanı Yönetim Sistemi
GUI	: Graphical User Interface
GPS	: Global Konum Belirleme Sistemi

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Şekiller</u>	<u>Sayfa</u>
3.1 Basit anlamda bilgi sistemi işlem akışı	25
3.2. Bilgi sistemlerinin sınıflandırılması	28
3.3. CBS bileşenleri.	31
3.4. CBS’de veri toplama tekniklerinin sınıflandırılması	36
5.1. Projeksiyon parametreleri.	46
5.2. Referanslaştırılmış raster veriler.	47
5.3. Katman tablosu.	49
5.4. Sayısallaştırma ekranı.	50
5.5. Sanayi tablosu	52
5.6. İl ve Sanayi tabloları ilişkisi.	52
5.7. İl ve Sanayi tablolarının yapıları ve ilişkileri.	53
5.8. SO ₂ tablosu.	54
5.9. Akarsu istasyonları numune tablosu.	55
5.10. CO gazı sorgusu tasarımı.	57
5.11. CO gazı sorgusu sonuçları.	58
5.12. Temmuz 2003 CO sorgusu sonuç tablosu.	59
5.13. Temmuz 2003 tarihine ait CO emisyon haritası.	60
5.14. Temmuz 2003 PM sorgusu sonuçları.	61
5.15. Temmuz 2003 tarihine ait PM emisyon haritası.	62
5.16. Zonguldak kent merkezindeki PM emisyonunun sınırı aştığı değerler.	63
5.17. Zonguldak kent merkezindeki SO ₂ emisyonunun sınırı aştığı değerler.	64
5.18. Temmuz 2003 tarihine ait SO ₂ emisyon haritası.	65
5.19. Temmuz 2003 tarihine ait SO ₂ kirliliği haritası.	66
5.20. Eylül 2006 tarihine ait NO ₃ emisyon haritası.	67
5.21. Eylül 2006 tarihine ait NO ₃ emisyon grafik haritası.	68
5.22. NO ₃ emisyonu sorgusu sonucu.	68

1. GİRİŞ

Çevre; insanların ve diğer canlıların yaşamları boyunca ilişkilerini sürdürdükleri ve karşılıklı olarak etkileşim içinde bulundukları fiziki, biyolojik, sosyal, ekonomik ve kültürel ortamdır. Bir başka ifade ile çevre, bir organizmanın var olduğu ortam ya da şartlardır ve yeryüzünde ilk canlı ile birlikte var olmuştur.

Çevremiz, endüstri ve kanalizasyon atıklarıyla gün geçtikçe kirlenmektedir. Çağımızda hızlı endüstrileşme ve kentleşme, yoğun tarımsal uygulamalar birçok çevre sorununu da birlikte getirmektedir. Havası ve suyu kirlenmemiş, toprağı bozulmamış sağlıklı bir çevre artık çağımızda yaşayan insanlığın en büyük isteğidir.

Bulunduğumuz 21. yüzyılda teknolojinin hızlı ilerleyişi ile birlikte, sanayileşme, kentleşme, aşırı nüfus artışına orantılı olarak çok ciddi tüketim artışları meydana gelmiştir. Bununla birlikte su, hava, toprak, kıyı alanlarında ve ormanlarda ortaya çıkan tahribat, tabiatımızın bazı bölgelerini yaşamı güç kılacak kadar çok kirletmiş ve canlıların geleceğine yönelik ciddi kaygılara yol açmıştır.

Tüm dünyada kıt ekonomik kaynakların giderek tükenmesi ve kitlesel üretim ile kitlesel tüketim süreçlerinin yarattığı atıklar, yaşama alanlarını giderek genişleten insan faaliyetleri ve bunların doğal sonucu olarak toplumları çok daha planlı bir çevre içinde yaşamının yollarını aramak zorunda bırakmıştır.

Çevre üzerinde oluşabilecek olumsuz etkileri önceden belirleyen ve bu olumsuz etkileri olabildiği takdirde ortadan kaldırma veya azaltma yollarını belirleyen ve topluma daha iyi bir yaşam ortamı sağlamayı amaçlayan çevresel Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) çalışmalarının ihtiyacını ve önemini giderek artırmıştır.

Bu çalışmada Zonguldak iline ait çevresel veriler bir bilgi sistemi altında toplanmış ve kirlenici faktörler diğer bir deyişle parametreler zamansal olarak analiz edilmiştir. Ülkemizde önemli bir ihtiyaç olan etkin ve verimli yönetim anlayışı noktasında bu çalışma öncül bir role sahiptir. Yakın gelecekte bir ülke politikası haline geleceği inancı yadsınamaz.

2. ÇEVRE KİRLİLİĞİ

Çevre kirliliği veya kirlenmesi; canlıların sağlığını olumsuz yönde etkileyen yabancı maddelerin hava, su ve toprağa yoğun bir şekilde karışması sonucunda doğanın dengesini bozan insan kaynaklı çevresel zararlardır.

Çevre kirliliğinin temel sebebi sanayi devrimine dayandırılrsa da aslında yüzyıllar önceye kadar uzanmaktadır. İnsanoğlu ilk kez milyonlarca yıl önce ateşi bulup, farkında olmadan havayı kirletmeye başlamıştır. Tarım yapmaya başladıktan sonrada ormanların tahrip edilmesi, aşırı otlatma, böcek öldürücü ilaçların kullanımı, kentleşme ve sanayileşme gibi değişikliklerle birlikte çevre kirliliği ortaya çıkmıştır. 12. yüzyılda Fransa’da Philippe Auguste sokaklardaki iğrenç atıkların kaldırılmasını ilk emreden kral oldu. Böylece dışkıların akarsulara atan halk kendi içme suyu kaynaklarını kirletti. 1301 yılı kışında, İngiltere’de Kral I. Edward, Londra’da aşırı bir şekilde duman ve kokuya sebep olduğu gerekçesi ile ısınma için kömür yakılmasını yasaklamak zorunda kalmıştır. Yine çevre kirliliği hakkında ilk bilinen yasa 1388’de İngiltere Parlamentosu’nda kabul edildi. Bu yasaya göre akarsulara ve sokaklara dışkı atılmayacaktı. Özellikle 1940’lı yıllardan sonra endüstri ve teknolojiye başlayan ilerlemeler kirlenme olaylarını beraberinde getirmiştir. 1948 yılında A.B.D Pennsylvania eyaletinde bir nehir vadisinde bulunan Donora şehrinde 5 gün süre ile yaşanan durgun antisiklonik basıncın yeryüzü üzerinde sebep olduğu şiddetli terselme, bu nehir üzerinde bulunan sülfürik asit, çinko, çelik tel fabrikasından çıkan kükürt dioksit (SO_2) ve partikül madde (PM) emisyonlarını hapsederek 14 saat süre içerisinde 17 kişinin ölümüne sebep olmuştur. 1952 yılında Londra’da meydana gelen smog olayının sonrasında ise SO_2 konsantrasyonunun 1430 g/m^3 ’e, PM konsantrasyonunun ise 4 g/m^3 ’e ulaştığı görülmüştür. Bu şekilde ölümlere sebebiyet veren hava kirliliği olaylarının ardı ardına yaşanması, ülkeleri bu konuda yasal önlemler almaya zorlamıştır (Boubel et al., 1994).

Sanayileşmiş kentlerde sanayi ve enerji üretme tesisleri yoğunlukta olduğu için çevre kirliliği daha fazladır. Tüm sanayi bölgelerinde metalürji ve demir çelik kuruluşları toprağı, havayı ve suyu kirlettiler. Sonuç olarak her türlü sanayi atıkları,

sanayileşmiş ülkelerin çevre sorunları arasında ön sıralarda yerini aldı. Böylece ortaya çıkan kirlenmenin üretim ve tüketim faaliyetleri sonucunda oluştuğu ortaya çıkmaktadır. Bu da teknolojinin bilinçsiz kullanılmasından kaynaklanmaktadır.

Çevre unsurlarına göre çevre kirliliği çeşitli gruplara ayrılır;

- Hava Kirliliği,
- Su Kirliliği,
- Toprak Kirliliği,
- Gürültü Kirliliği
- Radyoaktif Kirlenmedir.

2.1. Hava Kirliliği

Hava kirlenmesi, bina dışı açık havada bir veya daha fazla kirleticinin insan, bitki ve hayvan yaşamına; ticari veya kişisel eşyalara ve yaşamaktan zevk duyulabilecek bir çevre kalitesine zarar veren miktar ve sürelerde bulunmasıdır (Müezzinoğlu, 1987). Havayı kirleten maddeler; partiküller (tozlar), karbon monoksit (CO_2), kükürt oksitler (SO_x), hidrokarbonlar (Hc) ve azot oksitler (NO_x) şeklinde sayılabilir. Hava kirliliği kaynakları mekansal olarak dağılmış durumdadır ve büyük endüstriyel faaliyetler, enerji santralleri gibi noktasal kaynaklar, karayolları gibi çizgisel kaynaklar ve yerleşim alanları gibi alansal kaynaklardan oluşabilir.

Atmosferi oluşturan gazlardan azot %78, oksijen %21, argon %0,9 ve karbon dioksit %0,03 oranlarında bulunur. Bu gazlardan başka su buharı, azot ve kükürt bileşikleri ile toz bulunur. Dünyada ki yaşam bu temel elementler üzerine kuruludur. Atmosferde toz, duman, gaz, koku ve saf olmayan su buharı şeklinde bulunabilecek kirleticilerin, insanlar ve diğer canlılar ile eşyaya zarar verebilecek miktarlara yükselmesi, “Hava Kirliliği” olarak nitelenmektedir (İncecik, 1994).

Sanayi kuruluşları, termik santraller, yakma tesisleri (endüstriyel atıkların yakılması), motorlu taşıtlar hava kirliliğine neden olan başlıca kaynaklardır. Ülkemizde hava kirliliği Murgul Bakır İşletmesinin çevreye yaydığı zararlı gazlarla

başlamıştır. Daha sonra Erzurum, İzmit, Kayseri, Konya ve İstanbul'da artan hava kirliliği önemli bir çevre sorunu haline gelmiştir. Türkiye'de hava kirliliği çalışmaları ilk olarak 1961 yılında sağlık bakanlığı bünyesinde, Ankara'da iki adet yarı otomatik kükürt dioksit ve duman ölçer cihazla başlatılmıştır (İncecik, 1994).

Hava, içinde yaşadığımız gaz ortamı oluşturmanın yanında yaşam için temel bir gaz olan oksijeni tutar. Oksijen yanma olaylarını da sağlayan temel bir maddedir. Temiz hava olarak nitelendirilen atmosferin alt katmanı; azot, oksijen, karbon dioksit ve çok az miktarda diğer gazlardan başka atmosferin üst katmanında bir de ozon gazının (O_3) oluşturduğu tabaka vardır. Ozon, güneşten gelen zararlı ışınların çoğunu geri yansıtıp bir kısmını tutarak yeryüzüne ulaşmasını engeller.

Evler, iş yerleri, sanayi kuruluşları ve otomobillerin çevreye verdikleri gaz atıklar havanın bileşimini değiştirir. Havaya karışan zararlı maddelerin başlıcaları kükürt dioksit (SO_2), karbon monoksit (CO), karbon dioksit (CO_2), kurşun bileşikler, karbon partikülleri (duman), toz vb. kirleticilerdir. Ayrıca deodorant, saç spreyleri ve böcek öldürücülerde kullanılan azot oksitleri, freon gazları ile uçaklardan çıkan atıklar da havayı kirletir. Zararlı gazların (özellikle kükürt bileşikler); yağmur, bulut, kar gibi ıslak ya da yarı ıslak maddelerle karışmaları sonucunda asit yağmurları oluşur. Asit yağmurları da bir yandan orman alanları vb. yeşil alanları yok etmekte bir yandan da canlıların temel ihtiyacı olan su kaynaklarını kirletmektedir.

Aşırı artan CO_2 , atmosferin üst katmanlarında birikerek ısının, atmosfer dışına çıkmasını engeller. Böylece yeryüzü giderek daha fazla ısınır. Bu da buzulların eriyerek denizlerin yükselmesine kıyıların sularla kaplanmasına neden olabilecektir.

2.1.1. Hava Kirliliğini Etkileyen Faktörler

Hava kirliliğinin oranını etkileyen çeşitli faktörler vardır. Bunlar; sıcaklık, basınç, rüzgar, yağış, nemdir.

2.1.1.1. Sıcaklık

Açık hava (bulutsuz) ve sakin rüzgarlı (hızı düşük) gecelerde, yer hızlı şekilde soğur. Böylece yer ve yere yakın yüzey, yukarıdaki yüzeyden daha soğuk olur. Bu duruma sıcaklık inversiyonu denir. Sıcaklık inversiyonu, sanayi bölgeleri ile şehir içi bölgelerde bacadan veya egzozdan atılan kirleticilerle hava kalitesi üzerinde olumsuz etkiler oluşturmaktadır. Bu günlerde bacadan atılan sıcak kirleticiler yer seviyesinde tutulabilir ve birikebilir. Bacadan atılan kirletici miktarı azaltılmıyorsa o bölgede ciddi hava kirliliği problemi yaşanabilir.

2.1.1.2. Basınç

A. Yüksek Basınç: Havanın soğuması ile yoğunlaşan havanın yer çekimi etkisi ile yeryüzüne çökmesi sonucunda, bu havanın altındaki yüzeylere yaptığı basınca yüksek basınç denir.

B. Alçak Basınç: Havanın ısınması ile genişleyen havanın altındaki cisimlere yaptığı basıncın azalmasıyla oluşan basınçtır.

Yüksek basınç şartlarının olduğu bir alanda hava devamlı çökme eğilimi gösterir. Bu nedenle kirli hava, yükselme ve dağılma şansı bulamaz. Alçak basınç da ise, hava hareketi yükselici özellik gösterir. Kirli havayı atmosferin üst katlarına taşıyarak, yükseklerdeki rüzgarlarla dağılmasına neden olur.

2.1.1.3. Rüzgar

Yatay yönde yer değiştiren hava kütesinin hareketine rüzgar adı verilir. Rüzgarın varlığı, kirli havanın taşınması ve bir yerlere sürüklenmesi demektir. Rüzgarın sakin veya hafif olması ise, kirli havanın olduğu yerde kalması demektir. Bu nedenle, rüzgara kapalı alanlar, kirliliğin en yoğun olduğu alanlar olarak karşımıza çıkarlar.

2.1.1.4. Yağış

Kükürt ve azot dioksitleri atmosferdeki nemle birleşerek sülfürik ve nitrik asitli yağmur, kar ya da dolu biçiminde kirliliğe sebep olmaktadır. Asit yağmurları su ve toprak kirliliğine sebep olarak canlıları, toprakları ve ormanları olumsuz etkilemektedir.

2.1.1.5. Nem

Havadaki nemin kirlilik açısından olumlu ve olumsuz yanları vardır. Atmosferin alt katlarında su buharlarının daha fazla olması, yere yakın güneş enerjisinin tutulmasına ve dolayısıyla daha fazla ısınmaya neden olmaktadır. Havadaki kükürt dioksit konsantrasyonunun yoğun olduğu zaman içerisinde eğer, nispi nem de çok yüksek ise, havadaki su buharı ile kükürt dioksit reaksiyona girerek sülfürik asit oluşur. Sülfürik asidin, insan sağlığına olan zararı ise bilinen bir gerçektir.

2.1.2. Hava Kirliliğinin Kaynakları

Hava kirliliği temel olarak; volkanik patlamalar, orman yangınları gibi doğal kaynaklardan ve insan aktivitelerine bağlı olarak oluşabilen yapay kaynaklardan meydana gelmektedir. Orman yangınları, volkanik patlamalar, bataklıklarda anaerob bakterilerin kompleks organik maddeleri hidrolizi sırasında ortama verilen; karbon dioksit, metan, vb. gibi gazların atmosfere yayılması gibi doğal olaylar nedeni ile atmosfer hiç bir zaman tertemiz olmamıştır.

İlk çağlarda ateşin bulunması ile başlayan atmosferik kirlilik 20. yüzyılın ortalarından itibaren patlama noktasına varan endüstrileşme, kırsal alanlardan kentlere yönelik büyük insan göçü hava kirlenmesi olayının boyutlarını, hızla büyütülmüştür.

Hava kirliliğini meydana getiren kirleticiler aşağıdaki şekilde sınıflandırılabilir.

2.1.2.1. Kaynaktan Çıkışlarına Göre Kirleticiler

Kaynaktan çıkışlarına göre kirleticiler Primer Kirleticiler ve Sekonder Kirleticiler olmak üzere iki kısma ayrılır.

A. Primer Kirleticiler;

Bunlar kaynaktan doğrudan doğruya çıkan bileşiklerdir. Kükürt Dioksit (SO_2), Hidrojen Sülfür (H_2S), Azot Monoksit (NO), Azot Dioksit (NO_2), Karbon Monoksit (CO), Karbon Dioksit (CO_2), Hidrojen Florür (HF), Partiküller, vb. bileşikler sayılabilir.

B. Sekonder Kirleticiler;

Atmosferde sonradan oluşan kirletici bileşiklerdir. Kükürt Trioksit (SO_3), Sülfürik Asit (H_2SO_4), Aldehitler, Ketonlar, Asitler, Endüstriyel Duman, vb. kirleticilerdir.

2.1.2.2. Kimyasal Yapılarına Göre Kirleticiler

Kimyasal yapılarına göre kirleticiler; inorganik kirleticiler, organik gazlar, partiküller olmak üzere üç kısma ayrılır.

A. İnorganik Gazlar;

Azot Oksitler, Karbon Oksitler, Kükürt Oksitler, diğer anorganikler (Florür, Klorür, Amonyak, vb.).

B. Organik Gazlar;

Hidrokarbonlar, Aldehitler, Ketonlar ve diğer organikler (Benzen, Benzo-pyrene).

C. Partiküller;

Katı partiküller (toz, duman, kül, karbon, kurşun, asbest), sıvı partiküller (sis, duman, yağ ve asitler).

2.1.2.3. Kaynaklarına Göre Kirleticiler

Kaynaklarına göre kirleticiler; doğal kaynaklar ve yapay kaynaklar olmak üzere iki kısımda incelenir

2.1.2.3.1. Doğal Kaynaklar

A. Volkanlar:

Yanardağ patlamaları yoluyla magma tabakasından gelen zengin ve çeşitli gazlar, atmosfere katılmaktadır. Kükürt ve karbon içeren gazlar, geniş alanlara yayılmaktadır. Volkanlar rastgele zamanlarda ya da sürekli bir şekilde önemli miktarlarda SO₂ ve PM yayan bir kaynak olma özelliğine sahiptirler. Atmosferin radyasyon dengesini olumsuz yönde etkileyebilecek özellikleri nedeniyle volkanlar doğal hava kirliliği kaynakları içerisinde ön planda yer almaktadırlar.

B. Orman, Bitki Örtüsü ve Anız Yangınları:

Orman yangınlarının asılı partikül madde olarak en önemli durağan kaynaklardan olduğu bilinmektedir. Büyük alanlar kaplayan ormanların maki ve fundalıkların, tarım ürünlerinin yanması ve hasat sonrası temizlik amacıyla anız yakılması sırasında atmosfere yükselen dumanlar kirlilik kaynağı olarak görülmektedir. Bu yolla atmosfere önemli miktar ve yoğunlukta kirletici gaz ve tozlar katılmaktadır.

C. Okyanus Spreyleri:

Okyanuslar ve denizler üzerinde tuz spreyleri şeklinde oluşumlar buharlaşma ve rüzgarlarla atmosfere transfer edilmektedirler. Hava–deniz etkileşimini sağlayan mekanizma bu spreylerin meydana gelişini ve hareketini düzenlemektedir.

D. Buharlaşma ve Biyogenik Kaynaklar:

Eser gazların önemli bir kısmı okyanus ve büyük su yüzeylerinden buharlaşma yolu ile atmosfere taşınmaktadırlar. Okyanusların önemli elemanlarından biri olan plankton bitkileri okyanusları CO₂ bakımından birer kaynak bölgeleri haline getirmiştir. Biyogenik kaynaklar olarak orman alanlarının fotokimyasal reaksiyonlar

esnasında buharlaşma özelliğine sahip H_C 'ları atmosfere terk etmesi de ormanları H_C 'lar bakımından birer kaynak durumuna getirmektedir.

2.1.2.3.2. Yapay Kaynaklar

İnsan faaliyetleri sonucunda oluşan yapay kirlilik kaynakları iki şekilde sınıflandırılır.

- I. Sabit Kaynaklar, bunlar ısınma ve üretim amaçlı faaliyetlerin yapıldığı yerlerdir.
- II. Hareketli Kaynaklar, ise taşımacılık amacı ile kullanılan araçlardır.

Diğer bir sınıflandırma ise;

- A. Nokta Kaynaklar,
 - B. Alan Kaynaklar
- şeklinde yapılabilir.

Evsel kaynakların hakim olduğu kentsel alanlardaki bacalar ve taşıt egzostları alan kaynakları, büyük endüstriyel tesisler ise nokta kaynakları meydana getirir. Yapay kaynaklardan oluşan kirliliği etkileyen bir çok faktör vardır. Bunlar;

A. Meteorolojik Faktörler:

Sıcaklık, basınç, yağış, rüzgar, nem ve güneş radyasyonudur.

B. Konum ve Topografik Yapı:

Hakim rüzgarlara açık olmayan alanlar üzerinde yeterli hava hareketleri olmayacağından, hava kirlenmesinin artması söz konusu olacaktır.

C. Plansız Kentleşme ve Yeşil Alanların Yeterli Miktarda Bulunmaması:

Kırsal kesimlerden kentlere aşırı göçün getirdiği plansız yerleşiminde bir sonucu olarak, yeşil alanların zaman içinde önemli ölçüde azalması söz konusudur.

D. Kullanılan Yakıtlar:

Hava kirliliğini etkileyen faktörlerin en önemlisini ısınma veya ulaşım amacı ile kullanılan yakıtların kalitesi teşkil eder.

2.1.3. Öncelikli Kentsel Hava Kirleticileri

Kentsel alanlarda, dış ortam havasında bulunan temel hava kirleticileri; karbon monoksit (CO), ozon (O₃), azot oksitleri (NO_x), kükürt dioksit (SO₂), asılı partiküller maddeler (APM) ve kurşun (Pb) dur. Ayrıca polisiklik aromatik hidrokarbonlar (PAH) ve asit aerosolleri gibi hava toksinlerine de gittikçe artan düzeyde önem verilmektedir. Hangi kirleticilerin hava kalitesi problemlerine sebep olduğu; endüstrileşme ve uygulanan kontrol tedbirleri, ulaşım tipleri, meteorolojik ve topografik karakteristikleri içeren çok sayıda faktöre bağlıdır. Öncelikli hava kirleticilerinin belli başlı özellikleri şunlardır.

2.1.3.1. Kükürt Dioksit (SO₂)

Bu kirleticisi, boğucu, renksiz, asidik bir gazdır. Hava kirleticisi emisyonların en yaygın olanı SO₂'dir. Atmosferik SO₂'nin yaklaşık yarısı doğal emisyonlardan kaynaklanmaktadır. İnsanlar tarafından oluşturulan SO₂; kömür ve fuel-oil'in doğal olarak yapısında bulunan kükürt bileşiklerinin yanması ile açığa çıkmaktadır. Dünya çapındaki temel kaynakları, endüstriyel prosesler, ısınma amaçlı kullanılan evsel yakıtlar ve termik santrallerdir. Çok az miktarı ise dizel yakıtlı taşıt araçlarından kaynaklanmaktadır (Yıldırım ve Uzun, 2000).

SO₂'nin yüksek konsantrasyonları, öksürük ve bunun sonucunda akciğer fonksiyonlarında değişime neden olarak solunum sistemi tahribatına neden olmaktadır. Bu gaz ayrıca taş binaların ve diğer materyallerin de korozyonuna neden olur, bitkilere zarar verebilir ve asit yağmurlarının ve ikincil partiküllerin temel kaynağıdır (Saydam, 2005).

SO₂'nin atmosferik konsantrasyonları, genellikle evsel ısıtma amacıyla kömür kullanımının yaygın olduğu şehirlerde çok yüksektir. Son 20–30 yıldır bazı şehirlerde daha temiz yakıtların kullanılması veya daha temiz ısıtma tekniklerinin uygulanması ile konsantrasyonlarda bir azalma eğilimi gözlenmektedir. SO₂'nin dış ortam konsantrasyonları, genellikle şehrin merkezi bölgelerinde ve endüstriyel alanların çevresinde yüksektir.

2.1.3.2. Askıda Partiküller Madde (APM)

Bu terim, atmosferdeki ağırlıkları nedeniyle hızla çökebilen büyük partiküllerin dışında, atmosferde yayılan çok küçük tanecikli katı veya sıvı partikülleri kapsar. Havadaki PM'ler çeşitli formlarda bulunmaktadır. Bunlar; aerosol, uçucu kül, toz, duman, damlacıklar, sis, füme, mist ve kurumdur (Colls, 1997).

SO₂ ile birlikte kentsel alanlarda çok sık ve geniş çapta çalışılan bir kirletici parametredir. APM çeşitli kaynaklardan oluşabilir. Bunlar, yakıtların yanması, dizel motorlar, inşaat ve endüstriyel faaliyetler, ikincil aerosoller (amonyak, sülfür ve azot Oksitlerinin havada reaksiyonu ile oluşur) bitki polenleri ve yerden kalkan tozlar gibi doğal kaynaklardır. Partiküller; tanecik boyutları, koyuluğu, kimyasal bileşimi ve sağlık etkileri potansiyeline göre geniş çapta değişim gösterirler. Büyük partiküller, insan vücudunun doğal savunma mekanizması tarafından uzaklaştırılır. Daha küçük partiküller (<10µm) akciğerlerin derinliklerine nüfuz ederek tahriş ve tıkaçıcı etkilere sebep olabilirler. Dizel dumanı gibi bazı küçük partiküller kanserojenik olabilir. Kentsel alanlardaki partikül konsantrasyonları; büyük ölçüde kaynak tiplerine ve emisyon paternlerine bağlıdır (İncecik, 1994).

Sonuç olarak, konsantrasyonlar aynı şehrin içinde ve şehirden şehre büyük ölçüde değişim gösterebilmektedir. Tane iriliği 0.001–500 m aralığında çeşitli yoğunluklardaki katı veya sıvı maddelerdir. Havada tane irilikleri ve yoğunluklarına bağlı olarak değişik sürelerle askıda kalabilmektedirler. Doğal veya yapay pek çok kaynağı bulunduğu gibi üst atmosferde fotokimyasal bazı reaksiyonlar sonucu iyon

ve gazlardan PM oluştuğu ve irileştiği bilinmektedir. Aerodinamik çapı 10 mikrondan daha küçük olan PM'ler, PM₁₀ şeklinde tanımlanmaktadır. PM₁₀ kapsamındaki parçacıkların biyolojik etki mekanizmaları ile ilgili elde bulunan bilgiler son derece yetersizdir. Sağlık üzerindeki en olumsuz etkileri hangi parçacık özelliklerinin (kimyasal bileşim, tanecik büyüklüğü, tanecik yüzeyi, tanecik sayısı vb.) oluşturduğu bilinmemektedir. Ayrıca meteorolojik olaylar, özellikle rüzgar ve yağış, PM'lerin atmosfere karışması ve yer değiştirmesinde önemli rol oynamaktadır (Colls, 1997).

2.1.3.3. Azot Oksitleri (NO_x)

Atmosferin bileşiminde doğal olarak ve %79 oranında bulunan N canlı yaşamı için herhangi bir zararı olmadığı gibi ekosistemde bitkiler için önemli bir kaynaktır. Atmosferdeki NO_x'in kaynağı motorlu araçlar ve yüksek sıcaklıkta yanma yapan tüm noktasal tesislerdir. Hava kirliliği bakımından en önemli NO_x; NO₂ ve NO gazlarıdır. Azot oksitleri doğal kaynaklardan ve insan aktiviteleri sonucunda hemen hemen eşit oranda atmosfere atılırlar. Doğal kaynaklar dünya çapında eşit olarak dağılmasına rağmen insan aktiviteleri sonucu oluşan kaynaklar, nüfusun yoğun olduğu alanlarda yoğunlaşmıştır (UNEP, 1991). Kentsel atmosferdeki en önemli azot oksitleri, azot monoksit (NO) ve azot dioksit (NO₂)'dir. NO₂'nin NO ya göre daha anlamlı sağlık ve ekosistem etkileri bulunmaktadır. NO₂, çeşitli ölçüm metodolojileri kullanılarak ölçülebilir. Kentsel alanlardaki NO₂'nin ana kaynağı, motorlu taşıtlarda yakıtların yanması, elektrik üretimi, fabrikaların ısıtılması ve endüstriyel proseslerdir. Atmosferdeki NO₂'nin çoğu azot monoksit (NO) emisyonlarının oksidasyonu ile oluşur. Azot dioksit, solunum yollarında tahriş edici bir etkiye sahiptir. Yüksek konsantrasyonlarda toksittir. Fotokimyasal duman, asit yağmurları, ikincil formdaki partiküllerin oluşumunda önemli rolü bulunmaktadır. SO₂ ve ozon ile birlikte, ekinler ve bitki örtüsü üzerinde zararlı etkileri vardır. Kentsel alanlardaki konsantrasyonlar, trafik emisyonlarından kaynaklanıp şehir merkezinde ve ana yollara yakın yerlerde en yüksek konsantrasyonlarda bulunur (Saydam, 2005).

2.1.3.4. Karbon Emisyonları (COx)

Bu gruba CO ve CO₂ gazları girmektedir. CO gazı fosil yakıt veya organik maddelerin yetersiz yanması sonucu ortama yayılmaktadır. Renksiz ve kokusuz bir gazdır. Ana emisyon kaynağı araçlarının egzoz dumanıdır. Kentsel alanlardaki karbon monoksitin mekansal dağılımı trafiğe bağlıdır. Konsantrasyonlar yol kıyısında en yüksek düzeyde olup yoldan uzaklaştıkça hızla azalır. Kapalı ortamda biriktiği zaman canlılar için zehirli bir gaz niteliğindedir. Çeşitli kaynaklara göre ortamın havasında 50 ppm veya 50 g/m³ CO için sınır değerdir. Şehir havasında bulunan CO insan sağlığına son derece önemli etkilerde bulunmaktadır. Bu etkilerden en önemlisi de CO'nin kandaki vücut hücrelerinin oksijen taşıma kabiliyetini azaltmasıdır. Kandaki oksijen, karbon monoksit ile yer değiştirdiğinde oksijen açlığına neden olarak aşırı durumlarda ölümlere yol açabilir. Karbon içeren maddelerin yanması sırasında açığa çıkan gazlar arasında CO₂ bulunur. CO₂ normalde bir kirletici değildir, ancak çeşitli kaynaklardan atmosfere yayılan CO₂ miktarının artışı ve atmosferde birikerek yarattığı sera etkisi sonucu küresel ısınma olayı meydana gelmektedir. Bu durum buzulların erimesiyle kıyı kentlerin sular altında kalması sonucunu doğurabilir (Müezzinoğlu, 1987).

2.1.3.5. Kurşun (Pb)

En genel ağır metal kirleticisidir. En büyük kaynağı kurşunlu yakıt kullanan motorlu taşıt emisyonlarıdır. Bazı lokal ölçeklerde endüstriyel aktiviteler de kurşun oluşumuna neden olabilir. Kurşun birikim gösteren bir zehirdir. Vücutta anlamlı ölçüde birikerek sonuçta davranışsal değişikliklere sebep olan merkezi sinir sistemine zarar verebilir. Kurşunsuz benzin kullanılmadığı sürece, trafiğin kaynak olduğu ülkelerde CO ve NO₂ konsantrasyonları ile birlikte yüksek olması beklenmelidir.

2.1.3.6. Ozon (O₃)

Güneş ışığının varlığında, azot oksitleri ile uçucu organik bileşikler (VOC's) arasındaki atmosferik reaksiyonlar sonucu troposferde oluşan ikincil bir kirleticidir. Ozon, biyolojik materyaller ile reaksiyona girer, bitki örtüsüne zarar verebilir ve göz, burun ve boğaz tahrişine sebep olabilir, solunum yollarında akut etkiler oluşturabilir ve solunum güçlüğüne neden olabilir. Boyalar, elastomerler ve kauçuk üzerine etkileri vardır. Asit yağmurlarının oluşumuna neden olur ve atmosferde sera gazı olarak hareket eder. Ozonun mekansal dağılımı diğer kentsel hava kirleticilerinden farklıdır. Atmosferdeki oluşumu günün saatleri boyunca gelişir. Konsantrasyonlar, VOC ve NO_x emisyonlarından oluşur. NO_x ve CO gibi birincil konsantrasyonların çok yüksek olduğu yerlerdeki kentsel konsantrasyonların düşük olması beklenir. Pratikte, toplumun ozona maruziyeti şehrin merkezinden ziyade hemen dışında ve nüfusu yoğun ve endüstrileşmiş bölgelerin rüzgarın etkisi altında kalan kısımlarında yüksek olacaktır.

2.1.3.7. Diğer Dış Ortam Hava Kirleticileri

Daha önce verilen hava kirleticileri, kentsel alanlarda geniş çapta izlenmektedir. Ancak, son zamanlarda Hava Toksikleri ve Asitli Hava konuları üzerinde yoğunlaşmaktadır. Hava Toksikleri, motorlu taşıtlar, kok üretimi, kömür yakılması sonucu oluşan poliaromatik hidrokarbonlar (PAH) ve petrol yanmasından birincil olarak oluşan benzen (C₆H₆) gibi uçucu organik bileşiklerdir. Asitli havanın ana bileşenleri, nitrik ve sülfürik asittir (HNO₃ ve H₂SO₄, NO₂ ve SO₂'den oluşmaktadır). Bu kirleticiler için izleme metodolojileri, kentsel dağılımları ve etkileri çok iyi belirlenmemiştir. Bu alanlarda çok daha geniş çaplı çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır (Müezzinoğlu, 1987).

Çevre ve insan sağlığı üzerinde olumsuz etkileri bulunan hava kirliliğinin, kentsel yaşam kalitesi üzerinde önemli bir faktör olduğu bilinmektedir. Hava kalitesi yönetim planları oluşturulurken, öncelikle mevcut kirlilik durumu hakkında geçerli ve güvenilir bilgilere sahip olmak gerekir. Bu amaçla kirletici konsantrasyonları

seviyesi, çeşitli zaman aralıkları ve mekanlarda ölçülmeli ve yapılan bu ölçümlerin kalitesi bilinmelidir.

2.2. Su Kirliliği

Yeryüzündeki içme ve kullanma suyunun miktarı sınırlıdır. Zamanla su kaynaklarının azalması, insan nüfusunun artması ve daha önemlisi, suların kirlenmesi yaşamı giderek zorlaştırmaktadır. Gelecek yüzyılda birçok kişi su savaşları olacağını tahmin etmektedir. İnsan yaşamı için hayati öneme sahip olan su, aynı zamanda en çok kirlenen doğal maddedir. Havaya karışan çok sayıda kirletici madde, oksijen, ışık ve ultraviyole ışınlarının etkisi ile parçalanarak toprağa iner. Oradan akarsulara, akarsulardan da denizlere ve göllere ulaşır.

Su kirliliği, istenmeyen zararlı maddelerin, suyun niteliğini ölçülebilecek oranda bozmalarını sağlayacak miktar ve yoğunlukta suya karışma olayıdır. Konutlar, endüstri kuruluşları, termik santraller, gübreler, kimyasal mücadele ilaçları, tarımsal sanayi atık suları, nükleer santrallerden çıkan sıcak sular ve toprak erozyonu gibi süreçler ve maddeler su kirliliğini meydana getiren başlıca kaynaklardır. Bunların hepsi doğrudan doğruya veya dolaylı olarak canlı ve cansız varlıklara zarar vermektedir.

2.2.1. Su Kirliliğine Etki Eden Nedenler

Su kirliliğine etki eden unsurlar; sanayileşme, kentleşme, nüfus artışı, zirai mücadele ilaçları ve kimyasal gübreler olarak gruplandırılabilir. Sanayinin çevre üzerindeki olumsuz etkisi diğer faktörlerden çok daha fazladır. Sanayi kuruluşlarının sıvı atıkları ile su kirliliğine ve dolaylı olarak da yine su kirliliğine bağlı, toprak ve bitki örtüsü üzerinde aşırı kirlenmelere neden olduğu ve doğa tahribine yol açtığı bilinmektedir. Ayrıca sanayileşme hareketleri ile kente göç olayı da başlamış ve bu durum yine hızlı ve düzensiz yapılaşmaya sebep olmaktadır. Zirai mücadele için kullanılan ilaçlamalarda havadaki ilaç zerreciklerinin rüzgarla sulara taşınması veya

pestisid üretimi yapan fabrika atıklarının durgun veya akarsulara boşaltılması sonucunda su kaynaklarımız pestisidlerle kirlenmektedir. Diğer yandan, kimyasal gübrelerin bilinçsizce ve aşırı kullanımı da zaman içinde toprağı çoraklaştırmakta ve yine doğal çevrim ile gerek su kirlenmesi ve gerekse diğer etkileri ile olumsuzluklar yaratmaktadır. 20. yüzyılda sanayileşmenin hızlanması ve insan sayısının artması su kirliliğini de sonuçları tehlikeli olacak kadar arttırmıştır.

2.2.1.1. Şehirlerdeki Atık Suların Arıtma Tesisinde Arıtılmadan Nehirlere, Göllere ve Denizlere Verilmesi

Suların hijyenik açıdan kirlenmesine neden olan organizmalar, genellikle hastalıkla veya hastalık taşıyıcı olan hayvan ve insanların dışkı ve idrarlarından kaynaklanır. Bulaşıcı etki ya bu atıklarla doğrudan temasla ya da atıklarının karıştığı sulardan dolaylı olarak gerçekleşir. İçme suyu temini açısından hijyenik kirlenme önemli bir sorun oluşturmaktadır. Su yakınlarına hayvan barınağı yapılmamalı, mezarlıklar sulardan uzağı yerleştirilmelidir. Ölmüş hayvan ve bitki artıkları ile tarımsal artıkların yüzeysel sulara karışması sonucunda da kirlenme ortaya çıkmaktadır. Bu yolla su kirlenmesini önlemek için bitki ve hayvan artıklarının sulara verilmemesi ya da suların yakınlarında yok edilmemesi gerekir. Ayrıca, sentetik deterjanlar içerdikleri fosfatlar ile yüzeysel sularda kirlenmeye neden olmaktadır. Evsel atıkların mutlaka özel tesislerde arıtılması gerekmektedir.

2.2.1.2. Fabrikalardaki Atıklarda Bulunan Ağır Metallerin Suyu Karışması

Çeşitli endüstri faaliyetleri sonucu oluşurlar ve fenol, arsenik, siyanür, krom, kadmiyum gibi toksik maddeler içerirler. Önlem olarak fabrikalar sulardan uzağı kurulmalı, sanayi atıklarını sulara vermeleri önlenmeli. Her fabrikanın artıklarını arıtması için tesisler yapması sağlanmalıdır. Fabrika atıkları ya da kirleticileri ülkemiz için önemli ve güncel bir konudur.

2.2.1.3. Tarımsal Alanlarda Kullanılan İlaçların Nehirlere Karışması

Tarımda kullanılan böcek ilaçlarının suya karışması, içtiğimiz su için tehlike yaratır. Bu sularla sulanan besinleri yediğimizde tarımsal ilaçların maddeleri bizim vücudumuza girer. Bu sularla sulanmış otları yiyen hayvanlar da hastalanırlar. Tarlaların yeterli miktarda ve çevreye zarar vermeyen kimyasalları içeren ilaçlarla ilaçlanması sağlanmalıdır.

2.2.1.4. Gemilerin Çöplerinin ve Atık Sularının Denize Dökülmesi

Denizlerimizde dolaşan yerli ve yabancı gemilerin gezileri sırasında toplanan çöplerini denize boşalttıklarını görmekteyiz. Ayrıca bu gemilerin atık sularını da arıtmadan denizlerimize döktükleri gözlenmiştir. Bu konuda büyük cezalar getirilerek denizlerimizin kirlenmesi önlenmelidir ve bu tespitler için yeni bazı tekniklerden istifade edilmelidir.

2.2.1.5. Batmış Gemilerin Artıkları ve Petrol Kirliliği

Denizlerde batan gemilerden denize dökülen metal parçaları, eşyalar, kimyasal maddeler ve sızan petrol doğayı kirletmektedir. Deniz kıyılarında gemi tamir ve söküm yapılması da kirlilik yaratmaktadır. Tankerler veya boru hatlarıyla taşınan petrolün kazalar sonucunda yüzeysel sulara karışmasının yarattığı olumsuz etkiler açısından önem taşımaktadır. Bugün suların en ciddi ve düşündürücü kirlenme şekli, petrol ve petrol ürünlerinin su üzerinde ince bir tabaka teşkil etmeleriyle meydana gelir. Denilebilir ki çevre bakımından en önemli sorun da budur. Petrol ve benzeri maddeler suda erimediklerinden dağılıp büyük su kitlelerinde kaybolmazlar. Aksine suyun yüzeyine yayılırlar. Kaza sonunda suya dökülen büyük miktarlardaki petrol vs. ürünlerini büyük oranda toplayabilen pek çok usuller bulunmuştur. Akaryakıt sızıntısını önleyecek önlemler alınmalıdır. Zararların önlenmesi için ağır para ve işten uzaklaştırma cezaları verilmelidir. Deniz kenarlarında fabrikalar

yapılması engellenmelidir. Gemi tamir ve sökme işletmelerinin deniz kenarlarında yapılmaması için önlemler alınmalıdır.

2.2.1.6. Nükleer Atık Taşıyan Gemilerin Batması

Nükleer atık taşıyan gemilerin batması sonucu sızan nükleer maddeler suya karışmakta büyük bir doğa kirliliği oluşturmaktadır. Ayrıca radyoaktif kirlenme hastanelerden, araştırma kuruluşlarında ve bazı endüstri dallarından da kaynaklanabilmektedir. Nükleer silah denemeleri sonucunda artan radyoaktivite, yağmur suları da kirlletmekte ve bunun sonucu olarak yüzeysel sular, radyoaktif kirlenmeye maruz kalmaktadır. Su kaynaklarından çok uzaklarda nükleer denemeler yapılmalı, fabrikaların bu tür atıklarını suya bırakmalarına büyük cezalar verilmelidir.

2.2.1.7. Denizlerde Açılan Petrol Kuyuları, Bu Kuyularda Meydana Gelen Yangınlar ve Kazalar Sonucu Suyu Petrol Karışması

Deniz yüzeyinden her türlü kirlletici madde sürekli olarak sahillere de dağılmaktadır. Özellikle yağlar, katranlar ve benzer maddeler kıymetli sahilleri, plajları ve her türlü bina ve tesisi fiziksel olarak kirlletmekte ve maddi hasarlara sebep olmaktadır. Deniz içinde yapılan petrol aramaları ve petrol çıkarma kuyuları ile buralarda meydana gelen yangın ve kazalar sonucu petrol su yüzeyine dağılmaktadır.

2.3. Toprak Kirliliği

“Toprağın verim gücünü düşürecek, optimum toprak özelliklerini bozacak her türlü teknik ve ekolojik baskılar ve olaylar”, toprak kirliliği veya toprak kirlenmesi olarak nitelenir (Çepel, 1997).

Toprak kirlenmesi, hava ve suları kirlleten maddeler tarafından meydana getirilir. Örneğin, kükürt dioksit oranı yüksek olan bir atmosfer tabakasından geçen

yağmur damlacıkları “asit yağışları” halinde toprağa gelir. Toprak içine giren bu asitli sular ağaç köklerini, bitkisel ve hayvansal toprak canlılarını zarara uğratar. Toprağın reaksiyonunu etkileyerek besin maddesi dengesini bozar, taban sularını içilmez hale getirir. Aynı şekilde çöp yığınlarından toprağa sızan sular, kirli sulama suları, gübre çözeltileri, radyoaktif maddeler, uçucu küller, toprağı kirleten madde ve kaynaklardır. Toprak kirliliğini önlemek için çok çeşitli teknik, ekolojik ve hukuksal önlemler alınır (Çepel, 1997).

Toprak kirliliğine neden olan başlıca etmenler:

- Ev, iş yeri, hastane ve sanayi atıkları.
- Radyoaktif atıklar.
- Hava kirliliği sonucu oluşan asit yağmurları.
- Gereksiz yere ve aşırı miktarda yapay gübre, tarım ilacı vb. kullanılması.
- Tarımda gereksiz ya da aşırı hormon kullanımı.
- Suların kirlenmesi. Su kirliliği toprak kirliliğine neden olurken, toprak kirliliği de özellikle yeraltı sularının kirlenmesine neden olur.

20. yüzyılın ortalarına doğru hızlı nüfus artışı ile birlikte, tarım ve diğer alanlardaki sanayi ve teknolojinin hızla gelişmesine paralel olarak toprak kirliliği de artmaya başlamıştır.

2.4. Radyoaktif Kirlenme

Radyoaktif element denilen bazı elementlerin atom çekirdeğinin kendiliğinden parçalanarak demet halinde çevreye yaydığı alfa, beta ve gama gibi ışınlara radyasyon denir. Dünyada genellikle her yerde radyasyon bulunduğu için çoğu yerde az çok radyasyon vardır. Radyoaktif kirlenmenin nedenleri; nükleer enerji santralleri, çeşitli nükleer denemeler, tıbbi içerikli üretimler ve çeşitli endüstri tipi üretimlerdir. Ayrıca teşhis ve tedavide kullanılan bazı cihazlar, tıbbi malzemelerin ve suların dezenfekte edilmesi için kullanılan araçlardan da radyasyon yayılmaktadır.

Radyoaktif maddeye sahip hayvansal ürünler (et, balık, süt, vb.) ve bitkiler, bu zararlı maddeyi besin zinciri ile insanlara ve diğer canlılara taşır. Böylece bağışıklık mekanizmasını felce uğratmak ve kansere neden olmak gibi sorunlara yol açabilir.

Çevreye yayılan bu ışınlar, canlı hücreleri doğrudan etkileyerek mutasyon denilen genlerdeki bozulmaya neden olur. Bir çevredeki belli bir dozun üzerinde olan radyasyon, canlının vücut hücrelerini etkileyerek doku ve organlarda bozulmalara, anormalliklere, üreme hücrelerini etkileyerek doğacak yavrularda sakatlıklara neden olurken uzun süre radyasyon etkisinde kalındığında Kanser oluşması ömrün kısalması (erken ölümler), katarakt oluşması, sakat ve ölü doğumlar şeklinde sonuçlanabilir. Örneğin; 1945'te Japonya'ya atılan atom bombası, atıldıktan sonraki 7 gün içinde, vücutlarının tamamı 10 saniye radyasyon almış insanların % 90'ı hiç bir yara ve yanık izi olmadan öldü. 26 Nisan 1986'da Çernobil'deki nükleer kazanın; ani ölümler, gebe kadınlarda düşük olayları, kan kanseri, sakat doğumlar gibi olumsuz etkileri oldu (Akay, 2003).

2.5. Gürültü Kirliliği

Sanayileşme ve modern teknolojinin gelişmesiyle ortaya çıkan çevre sorunlarından biri de ses kirliliğidir. Gürültü de denilen ses kirliliği, istenmeyen ve dinleyene bir anlam ifade etmeyen sesler ya da insanı rahatsız eden düzensiz ve yüksek seslerdir. Gürültü kirliliği yaratan başlıca kaynaklar; ulaşım araçları, sanayileşme, plansız kentleşme, sosyal donatım, hızlı nüfus artışı, eğlence araçları şeklinde sıralanabilir.

Ses kirliliğinin saptanmasında ses şiddetini ölçmek için birim olarak desibel (dB) kullanılır. İnsan için 35–65 dB sesler normaldir. 65–90 dB sesler, sürekli işitildiğinde zarar verebilecek kadar risklidir. 90 dB'in üzerindeki sesler tehlikelidir. Gürültü insanların sinir sistemlerinden, kan dolaşım sistemlerine ve kas gerilimlerine kadar çok çeşitli zararlar meydana getirir.

Gürültü zararlarına karşı teknik ve biyolojik önlemler alınabilir. Bunlar tamamen özel konular olduğundan ayrıntıya girilmeyecektir. Buraya kadar, çeşitli çevre kirliliği olayları özet olarak açıklanmaya çalışılmıştır.

3. COĞRAFI BİLGİ SİSTEMİ (CBS)

3.1. Bilgi Sistemleri

Bilgi çağı olarak adlandırılan günümüzde yeni teknolojiler, tüm meslek disiplinlerinde uygulama alanı bulmakta, uygulamacılara zaman, emek, maliyet anlamında yardımcı olmaktadır. CBS tüm meslek disiplinlerinin ilgisini çekmekte ve günümüzde en popüler çalışma alanlarının başında gelmektedir.

Bilgisayar ve buna paralel olarak gelişen bilgi teknolojileri kullanılmadan önce, kurum ve kuruluşlar tarafından geleneksel yöntemler ile üretilen üretim sonuçları kağıt dokümanlar veya haritalar olarak arşivlerde tutulmaktaydı ve bu bilgilere yalnızca kısıtlı bir kitle tarafından arşivlerden ulaşım mümkün olmaktaydı. Dolayısıyla, söz konusu bu veriler üzerinden sadece sınırlı imkanlarla ve güçlüklerle bazı analizlerin yapılabilmesi mümkün olmaktaydı. Fakat günümüzde hızla ilerleyen bilgisayar ve bilgi teknolojilerinin kullanımının üretim ve arşivlemede vazgeçilmez olmasıyla birlikte kağıt ortamda arşivlenen üretilen sonuçları aktarılmaya, yeni yapılan üretimler ise doğrudan sayısal ortamda üretilmeye başlanmıştır. Sayısal olarak elde edilen bu veriler veritabanlarında depolanarak geniş kitleler tarafından paylaşılmaya başlanmıştır.

CBS'nin günümüzde yaygın olarak kullanılmasıyla kurumlar arasındaki koordinasyon sağlanmaktadır ve böylece sanayileşmenin sonucu olarak ortaya çıkan pek çok sorunun çözümü için umut olmuştur. CBS'nin yaygınlaşması ile birbirinden bağımsız verilerin amaca uygun sorgulanmasını sağlamaktadır. Bu problemlerin çözümü için gerekli verilerin doğru ve sağlıklı elde edilmesi ve yorumlanmasında, bu verilerin analizi ve problemlerin çözümüne yönelik kararlar verilmesinde coğrafi bilgi sistemlerinin sağladığı kolaylıklar son yıllarda birçok araştırmacı ve uygulayıcının bu alana eğilmelerine neden olmuştur (Dangermond, 1990).

3.1.1. Bilgi Sistemlerinde Temel Kavramlar

Bilgi sistemleri ve bunların sınıflandırılmasına ilişkin tartışmalar sadece ülkemizde değil, diğer ülkelerde de yapılmaktadır. Ancak teknolojiyi devamlı olarak transfer etmek zorunda kalan ülkemiz için bu türden kavramsal sorunlar daha da fazla olmaktadır. Konuya açıklık getirmek amacı ile bilgi sistemlerinin sınıflandırılmasından önce "bilgi" ve "sistem" kelimeleri ayrı ayrı irdelenmelidir.

Bilgi, insan zekâsının erişebileceği olgu, gerçek ve ilkelerin tümü olarak tanımlanabilir (TDK, 1992). Genel olarak, öğrenme, araştırma ve gözlem sonucu ortaya çıkan bilgi, sosyal, bilimsel, ekonomik, kültürel gibi konularda araştırma ve inceleme yapmak, günlük gelişmelere yön vermek, politika üretmek için gerekli olan önemli bir kaynak ve ihtiyaçtır. Nitekim bugünkü gelişmiş toplumların bilgi düzeyleri ve bilgiyi izleme kapasitelerinin yüksek olması neticesinde, diğer toplumlara göre daha saygın bir yer almışlardır.

Bilgi, genel olarak üç ana grup halinde sınıflandırılabilir.

(A) Mevcut bilgiler

- a. Sabit bilgiler (özel isim)
- b. Değişken bilgiler (sıcaklık, basınç)
- c. Birikimli bilgiler (nüfus, tapu, arşiv bilgisi)

(B) Üretilen bilgiler (koordinat, alan, yenileme)

(C) Planlanan bilgiler (imar planı, uçuş planı)

Bilgi kendiliğinden oluşamaz. Dolayısıyla bilginin elde edilmesi için mutlak suretle takip edilmesi gereken bir yol, yani bir sistemin var olması gerekir ki toplanacak bilgi verimli hale dönüştürülebilsin.

Sistem, bir sonuç elde etmeye yarayan yöntemler düzenidir. “Bilginin toplanıp islenmesi belli bir sistemin var olmasını gerektirmektedir. Bu amaçla kurulan sistemlere genelde "bilgi sistemleri" olarak adlandırılmakla birlikte, bilgi sistemi; organizasyonların yönetimsel fonksiyonlarını desteklemek amacı ile bilgiyi toplayan, depolayan, üreten ve dağıtan bir mekanizma olarak tanımlanır. Dolayısıyla bilgi sistemi, bilgiye kolayca erişip, bilgiyi daha verimli kullanabilmek için oluşturulan bir sistem olarak algılanabilir” (Star and Estes, 1990). Bunun yanında, günümüzdeki bilgi sistemlerinin temel fonksiyonu "doğru-karar" verebilme kapasitesini artırmaktır. Bilgi sistemi, organizasyonların yönetimsel fonksiyonlarını desteklemek amacı ile bilgiyi toplayan, depolayan, üreten ve dağıtan bir mekanizma olarak ta tanımlanır (Yomralıoğlu ve Çelik, 1994). Böyle bir sistem klasik yazılı dokümantasyon sistemi olabileceği gibi, bilgisayar destekli bir sistem de olabilir. Böyle bir sistem ile esas amaç planlama, araştırma ve menajerlik işlevlerinde kullanıcının karar-verme yeteneğini artırarak, neden ve niçinler ile en doğru kararı vermesine yardımcı olmaktır. Bir bilgi sistemi gözlem aşamasından veri toplama ve analizine kadar uzanan bir dizi işlem akışından oluşur.

Veri, bilginin temsil biçimi ve hammaddesidir. Veri, bilgiye dönüştürülebilen her türlü işaret, harf veya rakamlar topluluğu olarak ifade edilebilir. Coğrafya denilince iki farklı yaklaşım aklımıza gelmektedir. Birinci yaklaşımda, yeryüzünü tanımlamakta olan bir bilim anlamına gelmektedir. İkinci yaklaşımda, yeryüzünde herhangi bir bölgenin fiziksel (doğayla ilgili) ve beşeri (insanla ilgili) özelliklerinin bütünüdür şeklinde ifade edilmektedir (Agi, 1991).

Coğrafi Bilgi, bir coğrafi varlığa ilişkin bilgidir. Coğrafi varlıklar, doğada belli bir konumu ve biçimi olan somut veya soyut nesnelerdir. Yeryüzünde ve yeraltında bulunan bütün doğal ve insan yapısı somut detaylar (akarsular, göller, binaları yollar) ve konuma bağlı soyut nesneler (mülki ve idari sınırlar, nüfus yoğunluğu) coğrafi varlıklar olarak ifade edilirler.

Bilgi sistemleri, kullandıkları verinin tipine göre ikiye ayrılabilir:

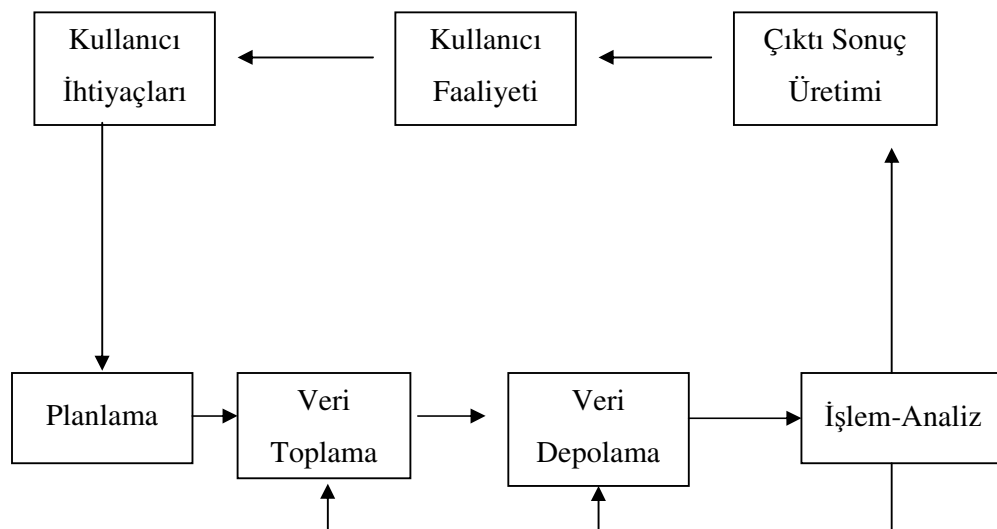
- Konumsal Olmayan Bilgi Sistemleri
- Konumsal Bilgi sistemleri

3.1.1.1. Konumsal Olmayan Bilgi Sistemleri

Adından da anlaşılacağı gibi, konum bilgisi içermeyen bilgilerle ilgilenir. Sistemin ilgilendiği bilgiler, varlığın coğrafi konumu dışındaki öznitelik bilgileridir. Örneğin, bu tür sistemlerde bir parselin köşe koordinatları, şekli ve konumu değil de; sahibi, alanı, ada ve parsel numarası, sahibinin adresi, üzerindeki mülkiyetten gayri aynı haklar, ve benzeri türdeki bilgiler depolanır (Akça, 2000).

Bu tür bilgi sistemleri daha çok kuruma veya organizasyona yönelik yönetsel fonksiyonları içerirler. Örneğin bir kurumun çalışması için gerekli yasal düzenlemeler, çalışma prensipleri, kişilerin üstleneceği görevler ve bu görevlerin yerine getirilmesinde yine kişiler veya kurumlar arası işbirliğinin neler olduğu veya olması gerektiği hususu konumsal olmayan bilgi sisteminin kapsamı dahilindedir. Çok basit anlamda Konumsal olmayan bilgi sistemleri için bir örnek olarak, herhangi bir kurum bünyesindeki sekretaryalık işlemi veya kütüphane bilgi sistemleri verilebilir.

Şekil 3.1’de bir bilgi sisteminde ki planlamadan, kullanıcı ihtiyaçlarının karşılanmasına kadar gerçekleşen işlem akışı gösterilmektedir.



Şekil 3.1 Basit anlamda bilgi sistemi işlem akışı (Star and Estes, 1990).

3.1.1.2. Konumsal Bilgi Sistemleri

Konumsal bilgi sistemleri objelerin sadece koordinatları ile değil, aynı zamanda öznitelik bilgileri ile de tanımlanmasını konu alan bir bilgi sistemidir. Konumsal bilgi sistemleri'nin en önemli özelliği, herhangi bir objenin mutlak suretle x,y,z koordinat bilgisi ile tanımlanması ve bunun yanı sıra, o objenin özelliklerini tanımlayıcı alfa sayısal bilgisinin de var olmasıdır (Yomralıoğlu ve Çelik, 1994).

Bilgisayar teknolojisindeki gelişmelere paralel olarak, grafik ve grafik olmayan bilgiler bir sistem dahilinde ilişkilendirilmiş ve buna bağlı olarak da yeni uygulama alanları ortaya çıkmıştır. Konumsal bilgi ile çalışanlar sistemlerde kesin bir sınıflandırma yapılmamakla birlikte bazı araştırmacılar Şekil 3.2'ye benzer bir sınıflandırmayı yapmaktadır (ESRI, 1998).

Konumsal bilgileri özelliklerine ve kullandıkları veri tiplerine göre, genel olarak dört grupta toplamaktadırlar (Dale and McLaughlin, 1988) Bunlar;

- Çevresel Bilgi Sistemi,
- Altyapı-Mühendislik Bilgi Sistemi,
- Kadastral Bilgi Sistemi,
- Sosyo-Ekonomik Bilgi Sistemidir.

3.1.1.2.1. Çevresel Bilgi Sistemi

Çevrenin fiziksel, kimyasal veya biyolojik yapısını ve bunların çevreye olan etkilerini insan-çevre ilişkisi ile irdeleyen bir bilgi sistemidir. Örneğin; hava kirliliği, bitki örtüsü, doğal kaynaklar).

3.1.1.2.2. Altyapı-Mühendislik Bilgi Sistemi

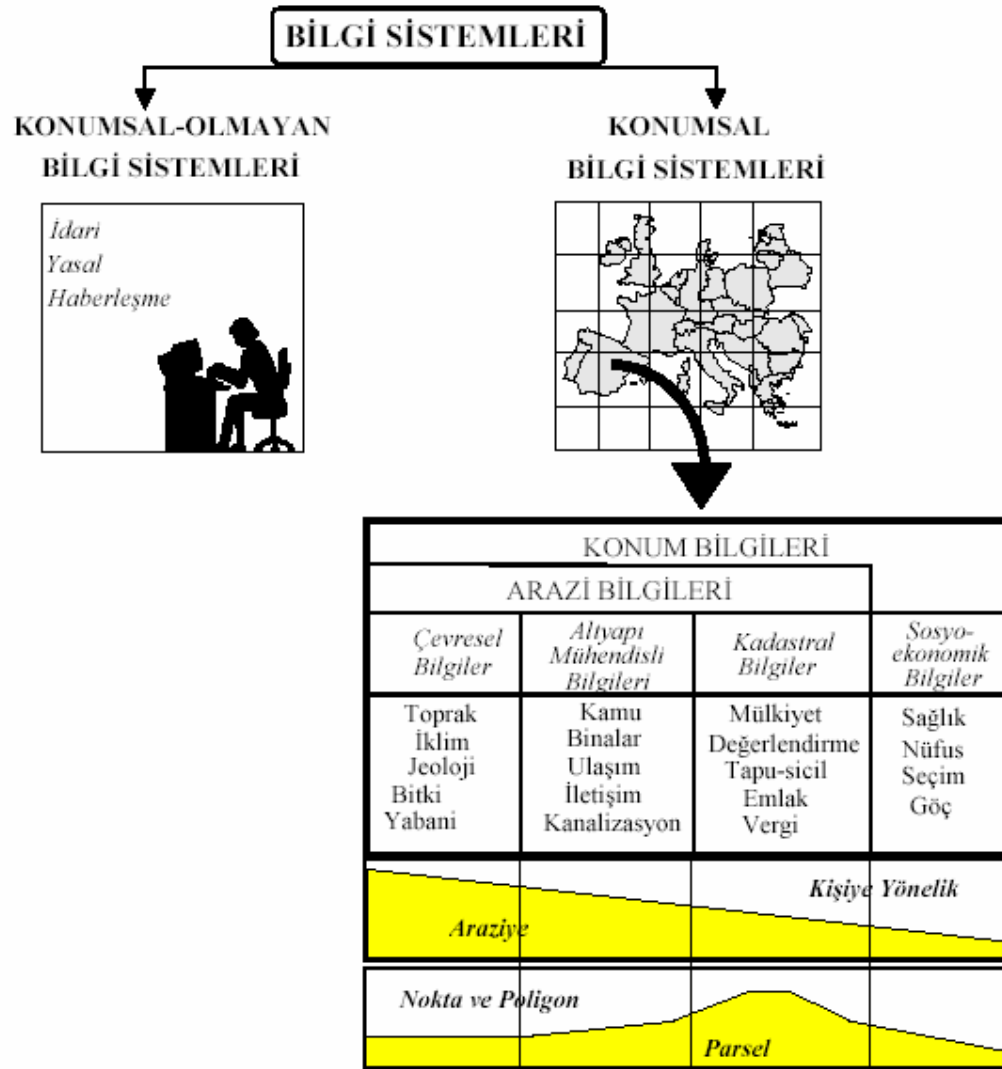
Mühendislik, alt ve üst yapıları ve bunlar arasındaki ilişkileri irdeler. Yeraltı ve yerüstü tesislerin yapılanması, korunması, bakım onarım ve yerel idarelerce yapılan diğer temel hizmetlerinin yerine getirilmesi bu bilgi sisteminin temel görevleridir.

3.1.1.2.3. Kadastral Bilgi Sistemi

Kadastro işlemlerini esas alarak, mülkiyete ilişkin görevlerin yerine getirilmesinde, parsel bazında, arazi kullanması, planlama ve mülkiyet hakları arasındaki ilişkileri düzenler.

3.1.1.2.4. Sosyo-Ekonomik Bilgi Sistemi

Ülke veya bölge bazında sosyal ve ekonomik yapılaşma için gerekli olan bilgilerin toplanması ve islenmesini esas alan bilgi sistemidir. Özellikle, istatistik, nüfus vb demografik verileri ile idari bölge zonlarının tespitini kapsamına alır. Konumsal Bilgi, mühendislikten pazarlamaya pek çok alanda ihtiyaç duyulan bir bilgi olduğundan, konumsal bilgi sistemleri gelişmiş ülkelerde yaygın olarak kullanılmaktadır.



Şekil 3.2. Bilgi sistemlerinin sınıflandırılması (Dale and McLaughlin, 1988).

Konumsal bilgi sistemlerini CBS başlığı altında toplayabiliriz.

3.2. Coğrafi Bilgi Sistemleri

Coğrafi bilgi sistemleri dünyada konumsal bilgi ile ilgilenenler arasında geniş bir merak uyandırmış durumdadır. Gelişmelerdeki hızlı değişiklikler, özellikle ticari beklentiler, farklı uygulama ve fikirler, CBS'nin kesin bir tanımının yapılamamasına neden olmaktadır.

ESRI'nin yayınlamış olduğu CBS sözlüğünde ise; CBS “Coğrafi olarak referanslanmış tüm bilgilerin etkili bir şekilde toplandığı, depolandığı, güncellendiği, değiştirildiği, analiz edildiği ve görüntülediği bilgisayar, yazılım donanım veri ve personel organizasyonu” olarak tanımlanmaktadır.

CBS, kullanıcıların çok farklı disiplinlerden olması nedeniyle, değişik şekillerde tanımlanmaktadır. Bu tanımları genelleştirmek gerekirse; “COĞRAFI BİLGİ SİSTEMLERİ”, konumsal verilerin bilgisayarda toplanması, depolanması, sorgulanması, görüntülenmesi işlevlerini yerine getiren araçların tümüdür”. Bir yazılım ve donanım bileşeni şeklinde de tanımlanması mümkün olan CBS'nin en büyük avantajı, grafik ve grafik olmayan verileri birleştirerek işleyen teknolojiyi kullanıcıya sunmasıdır (Yomralıoğlu ve Demir, 1994).

Dünya’da farklı disiplinlerdeki kullanıcıları tarafından yapılan CBS tanımları şu şekildedir;

- CBS, belirli bir gaye ile yeryüzündeki nesnelere ait verilerin toplanması, depolanması, sorgulanması, transferi ve görüntülenmesi işlevlerini yerine getiren araçların tümüdür (Burrough, 1989).
- CBS, genel harita bilgilerini görüntülemeye yarayan bilgi yönetimi sisteminin bir şeklidir (Devine and Field, 1986).
- GIS, yeryüzü referanslı verileri toplayan, depolayan, kontrol eden, işleyen, analiz eden ve görüntüleyen bir sistemdir (AGI, 1991).
- CBS, konumsal veya coğrafik koordinatları referans alan ve bu veriler ile çalışmayı dizayn eden bir bilgi sistemidir (Star and Estes, 1990).

CBS, kullanıcılarına sunduğu imkân ve verdiği avantajlardan dolayı mekânsal sorun yasayan, düzensiz ayrıca karmaşık verilere sahip olan ve CBS'yi çözüm yolu olarak gören birçok kurum, kuruluş ve özel sektör firmalarınca tercih edilmektedir. Reklamcılık, uzay, sanayi, tarım, mimari, haritacılık, bankacılık, kadastro, şehir planlaması, inşaat, kriminoloji, eğitim, acil servisler, mühendislik uygulamaları, çevre yönetimi, finans servisleri, sağlık uygulamaları, otellerin yönetimi, sigorta,

istihbarat, toprak yönetimi, yerel yönetim, askeri ve savunma amaçlı uygulamalar, doğal kaynakların yönetimi, petrol, doğal gaz dağıtımı, yol planlama, vergi değerlendirme, telekomünikasyon, turizm, ulaşım, su ve atık suyun toplanmasının planlaması gibi uygulamalar CBS'nin kullanım alanlarına örnek gösterilebilir. CBS, yalnız verilerin saklanıp analiz edilmesinde değil aynı zamanda etkin bir biçimde sunulmasında da vazgeçilmez bir araçtır (Ulugtekin ve vd., 2007).

3.2.1. Coğrafi Bilgi Sisteminin Faydaları

CBS'nin günlük hayatımızda ve ileriye dönük planlamalarda birçok faydası vardır bunları sıralayacak olursak;

- CBS sayesinde, coğrafi verilerin analizi ve haritaların üretimi daha iyi ve hızlı yapılabilmektedir.
- CBS özellikle karar vermede önemli kolaylıklar sağlamaktadır. Zira sürekli haritalarla görsel veri elde etmek mümkündür. Çok fazla sayıda senaryo üreterek, önemli olan faktörler belirlenebilir (Terzi ve Karaşahin, 2002).
- Veriler sürekli güncellenebilir ve Internet ortamında diğer kuruluşlarla paylaşılabilir. Bu nedenle, hem kuruluşlar arasında aynı işlerin yapılması tekrarı önlenir hem de şeffaflık artırılabilir. Bu şekilde hareket ederek, personel sayısı azaltılabilmekte, maliyet azalmakta ve üretim hızı artmaktadır. Bunlara ilave olarak, belki de en önemlisi yapılan işin niteliği artmaktadır (Terzi ve Karaşahin, 2002).
- CBS sayesinde farklı kurumlardan elde edilen veriler, tek bir çatı altında birleştirilebilir.
- CBS teknolojilerinden yararlanılarak dünyanın farklı yerlerindeki farklı koordinat sistemlerine göre hazırlanmış çalışmaların ortak bir alanda kullanılması sağlanır.

3.2.2. Coğrafi Bilgi Sisteminin Kullanıcıları

CBS'nin en zor yanı, veritabanlarını sayısallaştırmak, yaratmak veya grafik verileri düzeltmek değildir. En zor bölümü doğru soruyu sorabilmektir. Doğru soruyu sormak demek, belirlenen amaç ve hedefleri gerçekleştirmek için hangi yöntemlerin kullanılması gerektiğini bilmek demektir. Karmaşık olarak karşılaşılan sorunlara çözüm bulmaya çalışılmalıdır. CBS kullanıcıları, teknolojinin kullanımına uygun olarak coğrafi öğeler hakkındaki karmaşık soruları formülize etmeye çalışırlar. CBS birçok konuda kullanılabilir ancak kullanıcıların yardımı olmadan ne yapılacağı bilinemez. Unutulmamalıdır ki oluşturulacak bilgi sisteminin sürekliliği, kullanıcıların sistemi benimsemesine bağlıdır. Kullanıcılar hem karar verme sürecinde hem de uygulama sürecinde etkin rol almaktadır.

3.2.3. Coğrafi Bilgi Sisteminin Bileşenleri

CBS'nin kurulabilmesi için gerekli bileşenler Şekil 3.3'te görüldüğü gibi, beş ana unsurdan meydana gelmektedir. Bunlar, donanım, yazılım, veri, personel ve metodlardır. Aşağıda bu bileşenler hakkında kısaca bilgi verilmektedir.



Şekil 3.3. CBS bileşenleri.

3.2.3.1. Donanım

CBS'nin çalışmasına imkan sağlayan bilgisayar donanım olarak adlandırılır. CBS işlemlerini mümkün kılan bilgisayar ve buna yardımcı olan tüm ürünlere donanım (hardware) denir. Günümüzde birçok CBS yazılımı farklı donanımlar üzerinde çalışmaktadır. Temel donanım bilgisayar olarak görülse de, yardımcı donanımlar olmadan bir CBS projesini yürütmek mümkün değildir. Merkezileştirilmiş bilgisayar sistemlerinden masaüstü bilgisayarlara, kişisel bilgisayarlardan ağ (network) donanımlı bilgisayar sistemlerine kadar değişebilmektedir. Donanımlara örnek olarak; yazıcı, büyük boyutlu çizici (plotter), tarayıcı, sayısallaştırıcı (digitizer), veri kayıt üniteleri gösterilebilir.

3.2.3.2. Yazılım

Bilgisayarda yapılan tüm işlemlerin hızını belirleyen, coğrafi bilgilerin depolanması, analiz edilmesi ve görüntülenmesi işini yapan programlara yazılım (software) denir. CBS yazılımı, coğrafi bilgileri saklamak, analiz etmek ve görüntülemek gibi ihtiyaç ve fonksiyonları kullanıcıya sağlamalıdır. Dolayısıyla iyi bir yazılım ya da yazılımlarla daha güçlü bir sistem oluşturulabilir ve daha kolay analizler yapılabilir. Genellikle ticari amaçlı şirketler tarafından geliştirilen yazılımların olması yanında üniversite, askeriye gibi kurumlar tarafından da yazılımlar geliştirilmektedir.

Bir yazılımda olması gereken temel unsurlar aşağıdaki gibi sıralanabilir;

- Coğrafi bilginin girişi ve islenmesi için araçlar
- Bir veritabanı yönetim sistemi (VTYS)
- Coğrafi sorgulama, analiz ve sunum için araçlar
- Araçlara kolay erişim için uygun bir grafik kullanıcı arabirimi (GUI Graphical user interface)

CBS için yazılım dünyasındaki başlıca yazılım şirketleri, ESRI (www.esri.com), MapInfo (www.mapinfo.com) ve Intergraph (www.integrgraph.com) şirketleridir. Uzman personel gerektiren ve güçlü bir veritabanı yaratmaya sahip olan yazılımlara örnek olarak ESRI'nin ARC/INFO yazılımı verilebilir. SQL, PROGRESS ve ORACLE gibi veritabanı yönetim sistemleri de öznitelik bilgilerin yönetilmesinde kullanılmaktadır. Ancak bunlar son kullanıcıya yönelik CBS yazılımları değildir. Masaüstü haritacılık olarak adlandırılan ve birçok analizi basit arayüzlerle yapmayı sağlayan ve uzmanlık gerektirmeyen yazılımlar piyasada kullanılmaktadır. Bunlara örnek olarak MapInfo (MapInfo), ArcGIS (ESRI) ve GeoMedia (İntegrgraph) verilebilir. Ayrıca ülkemizde, daha çok belediyelerce kullanılan, tam olarak bir CBS yazılımı olarak görülmesi de NETCAD yazılımı da CBS projelerinde kullanılmaktadır. NETCAD, konumsal veri ile konumsal olmayan verileri ilişkilendiren bir yapısal sistemi geliştirmeye devam etmektedir.

3.2.3.3. Veri

CBS'nin en önemli bileşenlerinden biri olan veri, elde edilmesi en zor olan bileşendir. Verinin elde edilmesindeki zayıf nokta, verinin doğruluğu, objektifliği ve zamana uygunluğudur. Veriler, kimi zaman sıfırdan elde edilirken, kimi zaman da farklı kişi ve kurumlarca hazırlanmış olan veriler ya da veritabanlarından elde edilir. Farklı kaynaklardan elde edilen verilerin yapıları farklı olabileceğinden, bunların düzenlenmesi için zaman ve para gerekmektedir. CBS'de kullanılan veritabanlarının en önemli özelliği konuma bağlı olmasıdır.

CBS'de veriler, vektör, raster ve açıklayıcı veriler olarak ayrılmaktadır. Vektör veriler; nokta, çizgi ve poligon şeklinde görülmektedir. Raster veriler, uydudan veya hava fotoğraflarından elde edilen veriler olarak ifade edilebilirken; açıklayıcı verilerde, objelerin açıklayıcı özelliklerini belirten verilerdir. Herhangi bir CBS projesi içerisi içerisinde veri hazırlama ve kullanılabilir duruma getirme, toplam maliyetin ortalama %70'ni kapsayabilmektedir (Tecim, 2001).

Vektör veri’de, nokta, çizgi ve poligonlar (x,y) koordinat değerleriyle kodlanarak depolanır. Nokta özelliği gösteren bir elektrik direği tek bir (x,y) koordinatı tanımlanır. Çizgi özelliği gösteren bir yol veya akarsu coğrafik varlık birbirini izleyen bir dizi (x,y) koordinat serisi şeklinde saklanır. Poligon özellikleri, örneğin imar adası veya göl, kapalı şekiller olarak, başlangıç ve bitişinde aynı (x,y) koordinatı olan dizi koordinatlar ile depolanır. Vektör veri coğrafik varlıkların kesin konumlarını tanımlamada son derece yararlı bir modeldir. Ancak, süreklilik özelliği gösteren coğrafik varlıkların, örneğin toprak yapısı ve yüzey özelliklerindeki değişimlerin ifadesinde daha az kullanışlı bir model olarak bilinir.

Raster veri daha çok sürekli yüzey özelliğine sahip coğrafik varlıkların ifadesinde kullanılmaktadır. Raster görüntü, birbirine komşu grid yapıdaki aynı boyuttaki hücrelerin bir araya gelmesiyle oluşur. Hücrelerin her biri piksel olarak da bilinir. Fotoğraf görüntüsü özelliğine sahip raster veriler, genellikle fotoğraf ya da haritaların taranması ile elde edilirler.

Vektör ve raster verinin kendine özgü olumlu ve olumsuz yönleri vardır. Bugünkü teknoloji her iki veri tipi bir arada tutabilmektedir.

3.2.3.4. Personel

CBS teknolojisi insanlar olmadan sınırlı bir yapıda olurdu. Çünkü insanlar Gerçek dünyadaki problemleri uygulamak üzere gerekli sistemleri yönetir ve gelişme planları hazırlar. CBS kullanıcıları, sistemleri tasarlayan ve koruyan uzman teknisyenlerden günlük işlerindeki performanslarını artırmak için bu sistemleri kullanan kişilerden oluşan geniş bir kitledir.

Sistemin başarısı bu teknolojileri kullanacak personel ve yöneticilerin eğitimine bağlıdır ve en önemli faktör bu konuda yetişmiş “insan”dır (Çakanlı, 2003). CBS’nin gelişmesi insanların yani kullanıcıların onu sahiplenmesine bağlıdır.

3.2.3.5. Metodlar

Başarılı bir CBS’de, iyi tasarlanmış plan ve iş kuralları olması gerekir. Bu işlevler her kuruma göre değişebilir. CBS’de kurum içi ve kurumlar arasındaki bilgi akışının etkin bir şekilde olabilmesi için belirli metodların olması gerekir.

3.2.4. Coğrafi Bilgi Sistemindeki Temel İşlevler

CBS’nin sağlıklı bir şekilde çalışabilmesi için bazı işlevleri yerine getirmesi gerekir. Bunlar; veri toplama, veri yönetimi, veri işleme ve veri sunumudur. Bunlar hakkında kısaca bilgiler aşağıda verilmektedir.

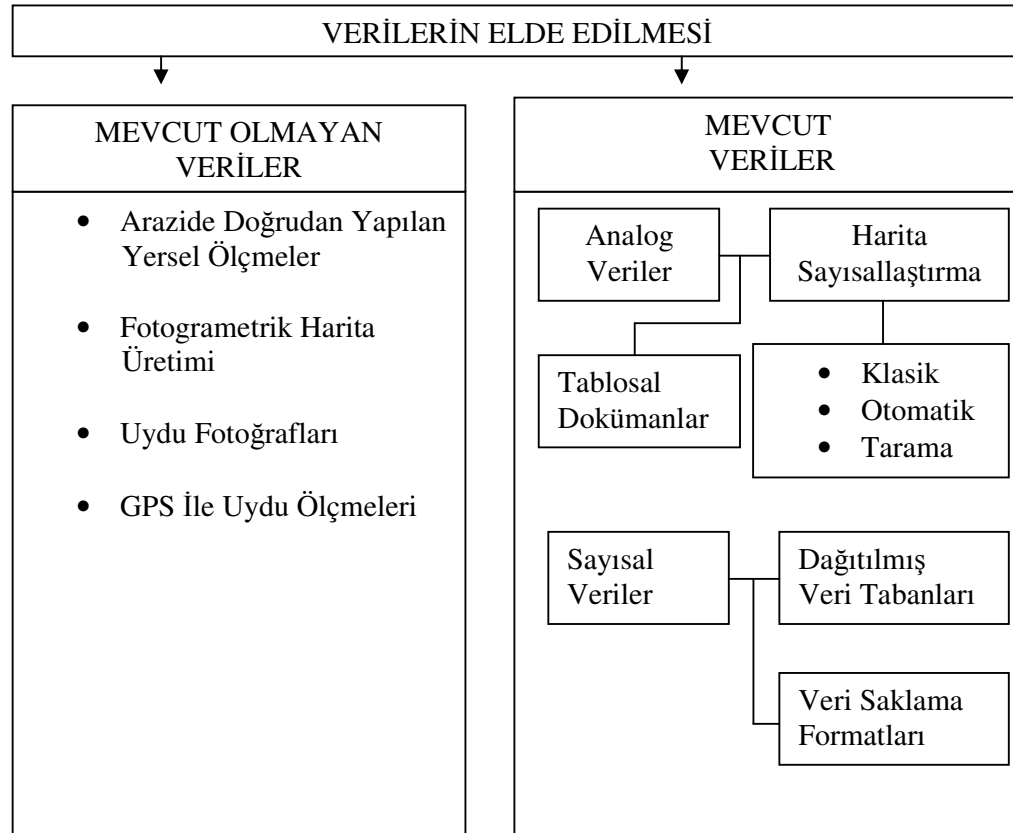
3.2.4.1. Veri Toplama

Veriler genelde gerçek dünyada var olan coğrafik nesnelerdir. Ancak bunların bir şekilde elde edilip bilgisayar ortamına transfer edilmesi gerekir. Bu amaçla geliştirilmiş veri toplama veya elde etme teknik ve cihazları var olmakla birlikte, günümüz teknolojisiyle birlikte bunlar da hızlıca gelişmektedir. Veri toplama tekniğinin basında en klasik yöntem olan harita işlemi gelmektedir. Bir haritanın oluşturulması için gerekli işlemlerin tümü aynen uygulanarak coğrafi bilgi sistemleri için de veri toplanması mümkündür. Ancak, klasik haritalama süreci zaman alıcı bir işlem olduğundan, mutlak suretle daha gelişmiş veri toplama yöntemlerinin kullanılması gerekir.

Bir takım veriler henüz elde edilemediğinden bunların yeniden ölçüsü ve haritalanması gerekirken, bunun yanında daha önceden ölçümü yapılmış ve toplanmış veriler de mevcut olabilir. Dolayısıyla verileri;

1. Mevcut olmayan veriler
2. Mevcut veriler

diye ikiye ayırmak durumundayız. Her iki gurubu, veri elde ediş şekline göre ayrıca kendi içerisinde de değerlendirmek mümkündür. Buna göre veri toplama teknikleri Şekil 3.4’deki gibi sınıflandırılır.



Şekil 3.4. CBS’de veri toplama tekniklerinin sınıflandırılması (Banger ve vd., 1994).

3.2.4.2. Veri Yönetimi

CBS projelerinde veri miktarı arttıkça, bunların saklanması ve sorgulanması karmaşılaşmaya başlamaktadır. Dolayısıyla, küçük projelerde dosyalarda saklamak yeterli olurken, büyük ve kapsamlı projelerde, veri gruplarının kullanılması için VTYS yararlanılması gerekmektedir.

Toplanan coğrafik verilerin bilgisayarca anlaşılır formatta düzenlenmesi ve verilerin bilgisayar ortamında programlama tekniklerine uygun olarak saklanması işlemlerinin tümü Veri Yönetimi olarak adlandırılır. Özellikle verilerin ham yapılarının, bilgisayar tarafından, diğer bir deyişle yazılımca anlaşılır olmasını sağlamak, veriler arasındaki konumsal amaçlı her türlü ilişkiyi sayısal (dijital) anlamlı formata dönüştürmek ve verilerin bilgisayarın kapasitesine göre optimum şekilde depolanması sağlayarak, verilere istenildiğinde kolayca ulaşılabilme gibi yazılım-donanım ortamında yapılan her türlü veri işlemi, veri yönetimi kapsamına girer. Veri yönetim işlemleri oluşturulacak veri tabanları yapısıyla doğrudan ilişkilidir. Bu nedenle veri tabanı yönetim sistemleri çeşitleri aşağıda verilmiştir. Veri Tabanı Yönetim Sistemleri genellikle üç şekilde düzenlenebilen veri tabanları yardımıyla işlev kazanır. Bu modeller şunlardır;

- A. Hiyerarşik veri tabanı modeli
- B. Ağ yapılı veri tabanları
- C. İlişkisel veri tabanlarıdır.

Oluşturulacak VTYS sayesinde verilerin, saklanması ve sorgulanması kolaylaşacaktır. CBS veritabanları, farklı bilgiler arasında ilişkiler kurar ve kurulan bu ilişkiler sayesinde veri tekrarı engellenmiş olur.

3.2.4.3. Veri İşleme

Farklı kaynaklardan elde edilen veriler arasındaki ilişkiler incelenmek istendiğinde, verilerin yapılarının farklı olmasından kaynaklanan sonuçlarla karşılaşılabilir. Mesela, farklı ölçekte alınmış haritalarla karşılaşılabilir. Bunların aynı ölçeklere getirilmesi gerekir. Dolayısıyla, haritalara uygun dönüştürmelerin yapılması gerekir. Bu sayede verilerin analizi ve modellenmesi kolayca yapılabilecektir.

3.2.4.4. Veri Sunumu

Bir CBS projesinde yapılan çalışmaların haritalar, planlar ve raporlar halinde sunulması gerekmektedir. CBS sayesinde haritalar, yazılı raporlarla, üçboyutlu gösterimlerle, uydu fotoğraflarıyla ve sözel verilerle desteklenerek görsel açıdan en iyi bir şekilde kullanıcılara sunulmalıdır.

3.2.5. Uygulama Şekillerine Göre CBS Çeşitleri

CBS birçok meslek grubu tarafından kullanılan etkin bir konumsal analiz aracı olarak günümüzde geniş bir uygulama alanına sahiptir. Uygulama şekillerine göre CBS'yi sınıflayacak olursak;

- Kadastral Bilgi Sistemi (Cadastral Information System)
- Görüntü İşlem Tabanlı Bilgi Sistemi (Image Based Information System)
- Arazi Veri Sistemi (Land Data System)
- Arazi Bilgi Sistemi (Land Information System)
- Coğrafik Referanslı Bilgi Sistemi (Geographically Referenced Information System)
- Doğal Kaynak Yönetimi Bilgi Sistemi (Natural Resource Management Information System)
- Ticari Analiz Bilgi Sistemi (Market Analysis Information System)
- Çok Amaçlı Kadastro Bilgi Sistemi (Multipurpose Cadastre Information System)
- Planlama Bilgi Sistemi (Planning Information System)
- Mülkiyet Bilgi Sistemi (Property Information System)
- Toprak Bilgi Sistemi (Soil Information System)
- Mekansal Bilgi Sistemi (Spatial Information System)
- Mekansal Karar Destekli Bilgi Sistemi (Spatial Decision Support Information System)
- Kent Bilgi Sistemi (Urban Information System)

4. ÇEVRE PROBLEMLERİ VE COĞRAFI BİLGİ SİSTEMİ

Hava kirliliğinin izlenmesi ve modellenmesi amacıyla CBS'nin izleme, analiz edebilme, modelleyebilme ve harita üzerinde gösterebilme fonksiyonları kullanılabilir. Hava kirlleticilerin mekansal dağılım çalışmalarında mekansal enterpolasyon yöntemleri kullanılarak kirleticili parametrenin kent atmosferindeki dağılımları izlenebilmektedir. Endüstriyel faaliyetler sonucu atmosfere verilecek kirliticilerin ve kent topografyasının hava kirliliğine etkisi de CBS kullanılarak modellenir.

Coğrafi Bilgi Sistemleri, son yıllarda, klasik arşivleme yöntemlerinin yetiştiremeyeceği kadar çok ve değişik türdeki verilerin yönetilmesinde kullanılan önemli bir araçtır. Bunun yanında Coğrafi Bilgi Sistemleri'nin en önemli faydalarından 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.

Coğrafi Bilgi Sistemlerinin çevre problemlerinin çözümünde kullanımı, en güçlü ve en başarılı uygulama alanlarından biridir. Çevre problemlerinin izlenmesi, değerlendirilmesi ve çözümünde Coğrafi Bilgi Sistemleri yurtdışında etkili bir şekilde kullanılmaktadır.

Çevre problemleri yıllarca göz ardı edilen, birikmiş çevre problemleriyle karşı karşıya olan ülkemizde de etkili ve doğru kararlar alabilmek ve çevre problemlerini en aza indirmek için CBS'nin sağladığı izleme, analiz edebilme, modelleyebilme ve harita üzerinde gösterebilme kabiliyeti kullanılmalıdır.

Çevre problemlerinin çözümünde bilgisayar kullanımı verimli bir birliktelik olmuştur. Çevre modellemede bilgisayar teknolojisinin kullanımı sadece daha hızlı sonuca ulaşılmasını sağlamamış aynı zamanda analiz, modelleme ve farklı senaryoları değerlendirebilme imkanı da sağlayarak karar vericiler için önemli bir karar destek mekanizması haline gelmiştir.

CBS; çevre problemlerinin çözümünde aşağıda belirtilen alanlarda kullanılabilmektedir.

- Doğal kaynakların yönetimi
- Atık yönetimi
- Çevresel etki değerlendirme
- Bitki örtüsü haritalarında
- Su havzalarının yönetimi
- Yeraltı suyu yönetimi ve modellenmesi
- Yüzeysel su kaynaklarının yönetiminde
- Taşkın suyu yönetiminde ve drenajında
- Su kalitesi izlenmesi
- Tehlikeli atıkların izlenmesi, yeraltı depon ilerinin yönetimi
- Sulak alanların yönetimi
- Özel çevre koruma alanlarının izlenmesi
- Kıyı alanları yönetimi
- Hava alanlarında oluşan gürültünün izlenmesi
- Ekosistem yönetimi
- İçme suyu toplanması, arıtılması ve dağıtılması
- Atık suların toplanması, arıtılması, deşarj edilmesi ve yeniden kullanılması
- Hava kirliliğinin izlenmesi ve modellenmesi
- Katı atık depona alanlarının tespiti

CBS'nin çevre kalitesi açısından çok geniş bir kullanım alanı bulunmakla beraber bu çalışmada, yaygın kullanımları nedeniyle hava kirliliğinin ve su kirliliğinin izlenmesi modellenmesi, bunları oluşturan kaynakların tespit edilmesi ve çevresel etki değerlendirmesi çalışmalarında kullanımı incelenmiştir.

4.1. Çevre Kalitesi İle ilgili Yapılan Coğrafi Bilgi Sistemi Uygulamaları

Ülkemizde çevre kalitesini irdeleyen birçok çalışma yapılmıştır. Bu çalışmalardan bazına değinecek olursak;

- **Katı Atık Deponi Alanlarının Yer Seçiminde Coğrafi Bilgi Sistemleri Uygulaması :**

“Katı atık yönetiminde ana problemlerden biri katı atıkların bertarafı için en uygun yerin seçilmesidir. Son zamanlarda, CBS depolama alanlarının seçimini kolaylaştırmada kullanılmaktadır. CBS gerekli ekonomik, çevresel ve politik kısıtlamaları işleme ve taklit etme yeteneğine sahiptir. Onlar en uygun katı atık bölgesi hakkında bir karar destek aracı olarak önemli bir rol oynar. Çumra ilçesinde en uygun alanları belirlemek için, kent merkezine, kuyulara ve sulama kanallarına yakınlık, ulaşım yollarından ve demir yollarından uzaklık, koruma alanlarından uzaklık, nüfusun olduğu yerden uzaklık, arazi kullanımı, arazi değeri ve arazi eğimi gibi kısıtlamalar kullanılmıştır. Çalışma bölgesi için nihai bir harita üretilerek deponi sahası seçimi için en uygun bölgeler gösterilmiştir.” (Çay ve vd., 2007).

- **Çevre Problemlerinin Çözümünde Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Kullanımı:**

“Coğrafi Bilgi Sistemlerinin (CBS) çevre problemlerinin çözümünde kullanımı, en güçlü ve en başarılı uygulama alanlarından biridir. Çevre problemlerinin izlenmesi, değerlendirilmesi ve çözümünde Coğrafi Bilgi Sistemleri yurtdışında etkili bir şekilde kullanılmaktadır. Çevre problemleri yıllarca göz ardı edilen, birikmiş çevre problemleriyle karşı karşıya olan ülkemizde de etkili ve doğru kararlar alabilmek ve çevre problemlerini en aza indirmek için CBS’nin sağladığı izleme, analiz edebilme, modelleyebilme ve harita üzerinde gösterebilme kabiliyeti kullanılmalıdır. Bu çalışmada; ülkemizde çevre mühendisleri açısından yeni bir

Çalışma alanı olan CBS'nin evre problemlerinin çözümünde kullanım alanlarından olan, katı atık deponi alanları yer tespiti, hava kirliliğinin izlenmesi ve modellenmesi, gürültü kirliliği, yeraltı suyu yönetimi ve modellenmesi ve çevresel etki değerlendirmesi çalışmalarında kullanımına değinilmiştir.” (Berkay ve vd., 2002).

• **evresel Bilgi Sistemleri İçin Model - Altlık Tasarımı; Trabzon – Değirmendere Havzası Örneği**

“Bu alışmada, Trabzon ili Merkez ilçesi ve Maçka ilçesi idari sınırları içerisinde kalan Değirmendere Vadisinde; Trabzon Valiliği tarafından desteklenen ve Karadeniz Teknik Üniversitesi'nce yürütölen “Trabzon-Değirmendere Vadisi evre Düzenleme Projesi (DEVAED)” kapsamında yapılan CBS uygulamaları anlatılacaktır. Özellikle havzanın; coğrafi yapısı yanında, evsel atık ve sanayi atığı üreterek vadiyi kirlöten suni yapılarla ilgili grafik-sözel bilgiler ve uydu görüntöleri, değişik kaynaklardan toplanarak, ARC/INFO-ArcView CBS yazılımlarıyla değerlendirilmiş ve havzanın sayısal modeli oluşturulmuştur.” (Yomralioğlu ve vd., 1999).

• **Coğrafi Bilgi Sistemleri Kullanılarak Sakarya Nehri Kirlilik Yükünün Belirlenmesi:**

“Bu alışmada, CBS kullanılarak Sakarya nehrinin İlindeki mecrasında istenilen noktada sanayi kaynaklı kirlilik değerinin hesaplanabilmesi ve harita üzerinde sorgulanabilmesi amaçlanmıştır. Nehre doğrudan değarj 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, değarj noktaları ve buralardan alınan numune bilgileri ile çözünmüş oksijen değişim 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.” (Gümrükçüoğlu ve Baştürk, 2007).

• **CBS Yardımıyla Hava Kirliliği Haritasının Oluşturulması Ve Sağlığımıza Olumsuz Etkileri; Konya Örneği:**

“Bu çalışmada, Konya il merkezinde ölçümleri yapılan hava kirliliği sonuçlarının CBS mantığına uygun olarak hava kirliliği haritası oluşturulmuş ve mekansal analizler yapılarak çevre yönetimi ve insan sağlığı açısından karşılaşılabilecek sorunlar dile getirilerek ilgili kullanıcı durumunda olan kişi ve kurumlara altlık bir harita ile verilmeye çalışılmıştır.” (Durduran ve vd., 2005).

• **Sürdürülebilir Su Yönetiminde Nehir Kirliliği Çalışması**

“Stratejik ve kritik alanlar haline gelen su kaynaklarının en önemli sorunlarından biri kirlenmedir. Bu çalışmada, Sakarya Nehri’nde sanayi kaynaklı kirliliğin belirlenmesi ve coğrafi bilgi sistemleriyle (CBS) izlenmesi amaçlanmıştır. Kirlilik, çözünmüş oksijen konsantrasyonunun hesaplanmasıyla belirlenmiş, ardından nehre deşarj yapan sanayi tesislerinin koordinatları belirlenerek NETCAD yazılımı ile haritaya işlenmiştir. Sonuçta, en önemli kirleticilerin, tekstil ve otomotiv sanayinden kaynaklandığı görülmüştür. Çalışmada, tesislerin deşarj limitlerini aşmadıkları varsayıldığı halde ortaya çıkan kirlilik oranının yüksekliği, akarsularda sürdürülebilir su yönetimi için su kirliliği kontrol yönetmeliğinde verilen sınır değerlerin tekrar gözden geçirilmesi gereğini de ortaya çıkarmaktadır. Bu çalışma, kirleticiler kaynakların CBS aracılığı ile Internet üzerinden sorgulanmasını sağlayacak bir sistemin ön çalışması olarak planlanmıştır. Araştırma geliştirildiğinde, kirlilik açısından kritik noktalara yerleştirilecek çözünmüş oksijen ölçüm cihazlarından sürekli alınacak verilerin işlenmesiyle anlık kirlilik değerleri izlenebilecektir. Bu bağlamda çalışmanın, sürdürülebilir su yönetimi için karar vericilere destek olacak örnek bir çalışma olacağı düşünülmektedir.” (Gümrükçüoğlu ve vd., 2007).

- **Tahtalı Havzası Yeraltı Suyu Kalitesinin Coğrafi Bilgi Sistemi Destekli Değerlendirilmesi**

“Bu çalışma kapsamında; İzmir İli’ne içme ve kullanma suyu temin eden Tahtalı Barajı su toplama havzasındaki yeraltı suyu kalitesinin tespiti amacıyla 35 adet noktadan yeraltı suyu örneği alınarak temel fizikokimyasal parametreler ve ağır metal analizleri yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar ulusal ve uluslararası standartlar ile karşılaştırılarak havzanın yeraltı suyu kalitesi açısından mevcut durumun tespiti yapılmıştır. Elde edilen veri tabanının CBS kullanarak haritalanması ve analizi yapılmıştır. Buna göre havzadaki yeraltı sularının yerel olarak farklı kirlenme mekanizmalarının etkisinde olduğu belirlenmiştir. Özellikle, Menderes ilçesi yakınlarında Cumaovası yöresinde tarımsal kaynaklı nitrat kirliliği, Kaynaklar ve Develi yakınlarında doğal arsenik kirliliği ve havza genelinde yer yer evsel ve endüstriyel kaynaklı kirlenmenin söz konusu olduğu tespit edilmiştir. Yüzeysel sular ile olan etkileşimi dikkate alındığında, Tahtalı havzasında yeraltı suyu kalitesinin de İZSU tarafından rutin olarak izlenmesi ve geliştirilecek havza yönetim planlarına dahil edilmesi gerektiği sonucuna varılmıştır.” (Gündüz ve vd., 2007).

5. UYGULAMA

5.1. Giriş ve Uygulamanın Amacı

Hızla gelişmekte olan teknoloji ve buna paralel olarak sanayideki kontrolsüz büyüme, tabiatın dengelerini etkiler konuma gelmektedir. Bu etkilerin sonucu olarak ekolojik dengenin bozulması ile birlikte sağlıklı yaşam alanlarının azalması insanoğlunu çevre kirliliğine karşı tedbirler geliştirmesi noktasına getirmiştir.

Birçok alanda farklı meslek disiplinleri tarafından kullanılan ve karşılaşılan sorunların tespit edilmesi ve bu sorunlara karşı önlemlerin geliştirilmesi noktasında çözümler sunan coğrafi bilgi sistemleri, çevre kirliliği ile ilgi araştırmalarda da vazgeçilmez olmuştur.

Bu çalışmada yüksek oranda ormana sahip olmasına rağmen çevre kirliliği ile yüzleşmekte olan Zonguldak ili genelinde çevre kalitesi araştırılmıştır. Bu noktadan yola çıkılarak il genelinde bulunan sanayi tesislerine ait baca gazı emisyon sonuçları, atık su analiz değerleri, kent merkezi hava tahlilleri, akarsu su kalite gözlemleri incelenmiş ve hazırlanan veri tabanı ile çevre kalitesine yönelik CBS tasarlanmıştır.

5.2. Uygulamada Kullanılan Veriler

Tezde çalışma bölgesi olarak seçilen Zonguldak iline ait 2001 tarihli 35 adet 1/25000 ölçekli memleket haritası altlık olarak kullanılmıştır. Coğrafi veri olarak kullanılan hava gözlem istasyonu, akarsu gözlem istasyonları, akarsu numune noktaları, sanayi kuruluşlarının atık su deşarj noktalarına ait konum bilgileri Çevre ve Orman Bakanlığı'nın, DSİ Genel Müdürlüğü'nün taşra kuruluşlarından ve bunların İnternet sitelerinden elde edilmiştir.

Çalışmada kullanılan coğrafi verilerle ilişkili olan kirletici parametrelere ait belirli tarihleri kapsayan ölçüm/analiz sonuçları Çevre ve Orman Bakanlığı'nın hazırlamış olduğu uygulama raporlarından, DSİ Zonguldak Şube Müdürlüğü'nden ve Çevre ve Orman Bakanlığı'na ait olan hava kalitesi izleme istasyonları web sitesinden yapılan sorgulamalar sonucunda elde edilmiştir.

5.3. Paftaların Koordinatlandırılması

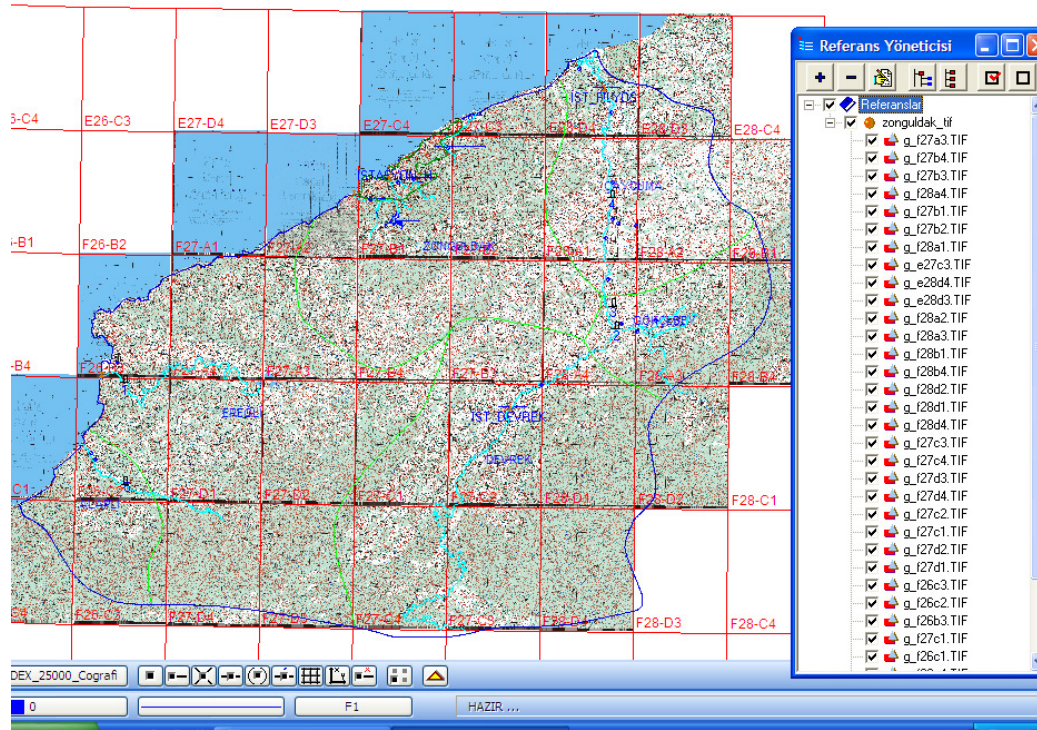
Yüksek çözünürlükte taranmış ve JPG resim formatında elde edilen paftalar öncelikle sahip oldukları yüksek dosya boyutları nedeniyle çeşitli resim işleme programları yardımıyla uygun çözünürlüklere indirilmiş ve kurulan sistemin daha hızlı çalışması sağlanmıştır.

Yapılan bu çalışmada Netcad 5.0 GIS yazılımı kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan 35 adet paftanın daha hızlı koordinatlandırılması için bu paftalara ait Universal Transvers Merkator 6⁰ projeksiyon, European 1950 datumunda ve 33 dilim orta meridyeninde pafta indeksi oluşturulmuştur. Şekil 5.1'de projeye ait projeksiyon bilgileri gösterilmiştir.

Şekil 5.1. Projeksiyon parametreleri.

Pafta indekslerinin köşeleri ile pafta resimlerinin köşeleri programda eşleştirilmiş ve dönüşümler yapılmıştır. Yapılan dönüşümlerin doğruluk kontrolü, oluşturulan raster üzerine karelaşlar açılarak kontrol edilmiştir ve dönüşüm hata oranlarının (karesel ortalama hataları) ± 10 cm den büyük olmamasına özen gösterilmiştir. Pafta kaymalarına neden olmaması için hata oranı ± 10 cm den büyük olan noktalar ayıklanmış ve yerine yeni dönüşüm noktaları eklenmiştir. Dönüşüm noktaları pafta üzerinde homojen dağılım yapacak şekilde eklenerek deformasyon minimum seviyeye indirilmeye çalışılmıştır. Dönüşümleri yapılmış paftalar yan yana açıldığında pafta kenarlarında oluşan binnelerin giderilmesi için pafta kenarları raster kenar sil modülü kullanılarak silinmiştir.

Altlık olarak kullanılan raster veriler, referans yöneticisi yardımıyla referanslaştırılarak sistemin çalışması esnasında dinamik kalması ve işlem süresinin uzamaması sağlanmıştır. Bu şekilde hazırlanan raster veriler ekrana daha hızlı gelmekte ve üzerlerinde işlem yapma süresi kısalmaktadır. Şekil 5.2’de referanslaştırılmış rasterlar gösterilmiştir.



Şekil 5.2. Referanslaştırılmış raster veriler.

5.4. Veri Tabanının Kurulması

Bir halk sağığı sorunu olarak çevre kirliliğine neden olan kaynakların tespiti ve bunların hangi kirlletici parametrelerle ve hangi oranlarla çevre kirliliğine neden olduklarının bilinmesi artık günümüzde büyük önem kazanmıştır. Çevre kirlleticileri veritabanı, kentlerdeki bu çevre kirlleticilerinin kolay ve hızlı bir biçimde takip edilebilmesi ihtiyacından dolayı kurulmuştur.

Elimizdeki veriler dahilinde çevre kirlleticileri veritabanını oluştururken öncelikle hangi sorulara cevap aradığımızı belirlemek, veritabanımızın yapısını oluşturmamızda en önemli etken olmuştur.

Veri tabanı hazırlanma aşamasında Netcad 5.0 GIS yazılımı kullanılmıştır. Bu programın tercih edilme sebebi haritacılık ile işlemleri daha hızlı ve kullanışlı bir şekilde gerçekleştirmesidir.

Veri tabanı hazırlanırken üç tip veri dikkate alınarak hazırlanmıştır.

1- Grafik Veriler: Memleket haritalarında gösterilmiş olan akarsular, sanayi tesisleri, göller, sınırlar gibi grafik veriler sayısallaştırılarak veritabanına aktarılmıştır.

2- Sözel ve Sayısal Veriler: Zonguldak ilinde bulunan sanayi tesislerinin isimleri, bunların faaliyet türleri, oluşturdukları kirlletici parametrelerin miktarları ve bunların deşarj noktaları, bu parametrelerin sınır değerleri, ölçüm tarihleri, ölçümlerin yapıldığı istasyon bilgileri gibi sözel ve sayısal veriler kullanılmıştır.

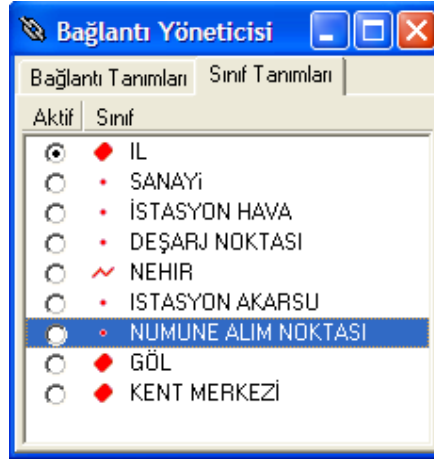
3- Raster Veriler: Toplam 35 paftadan oluşan memleket haritaları yüksek çözünürlükte taranmış olarak koordinatsız bir şekilde JPG formatında alınmıştır. Bu paftalar NETCAD 5.0 yazılımı ile koordinatlandırılarak geometrik düzeltmeler getirilmiştir.

Grafik verilerin ve sözel veri setlerinin birbirleriyle olan ilişkileri ve ilişki türleri tanımlanmıştır. Böylece grafik veri ve sözel veriler arasında istenilen sorgulama ve analiz imkânı sağlanmıştır.

Veri tabanı toplam 9 adet katmandan oluşturulmuştur:

- 1- İl katmanının geometrik tipi, alan olarak,
- 2- Kent merkezi katmanının geometrik tipi, alan olarak,
- 3- Göl katmanının geometrik tipi, alan olarak,
- 4- Akarsu gözlem istasyonu katmanının geometrik tipi, çoklu doğru olarak,
- 5- Hava gözlem istasyonu katmanının geometrik tipi, nokta olarak,
- 6- Sanayi katmanının geometrik tipi, nokta olarak,
- 7- Deşarj noktası katmanının geometrik tipi, nokta olarak,
- 8- Nehir katmanının geometrik tipi, nokta olarak,
- 9- Numune alım noktası katmanının geometrik tipi, nokta olarak belirlenmiştir.

Şekil 5.3’de sınıf olarak tanımlanan katman tablosu gösterilmiştir.

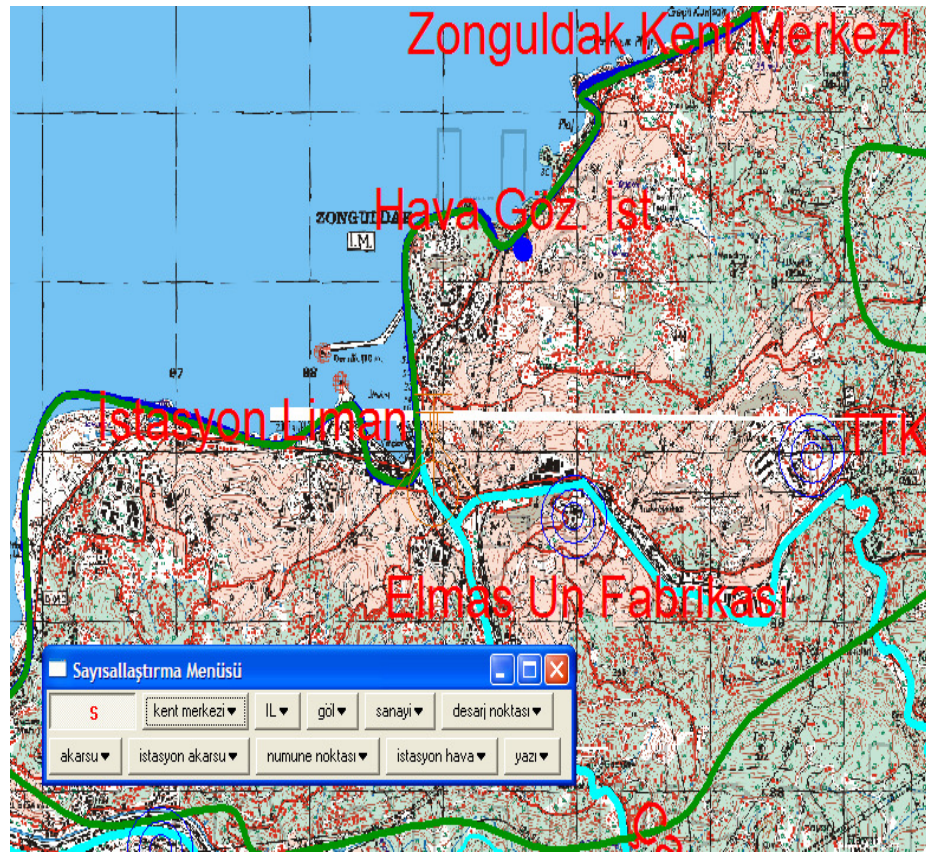


Şekil 5.3. Katman tablosu.

Veri tabanı 58 adet ana tablodan oluşturulmuştur ve bunların 9 tanesi katmanların oluşturulduğu tabloları barındırmıştır. Çevre kirliliği haritalarının

oluşturulabilmesi amacıyla katman tabloları ile kirletici parametre ait ölçüm bilgilerinin tutulduğu tablolar ilişkilendirilmiştir.

Veri tabanı ile bağlantılı olarak sayısallaştırma işlemini gerçekleştirebilmek için sayısallaştırma modülü oluşturulmuş ve veri tabanında katman olarak tanımlanan objeler sayısallaştırma modülüne eklenerek sayısallaştırılan objelerin aynı anda veri tabanına eklenmesi sağlanmıştır. Şekil 5.4’de sayısallaştırma ekranı gösterilmiştir.



Şekil 5.4. Sayısallaştırma ekranı.

5.5. Veri Tabanı Yapısı

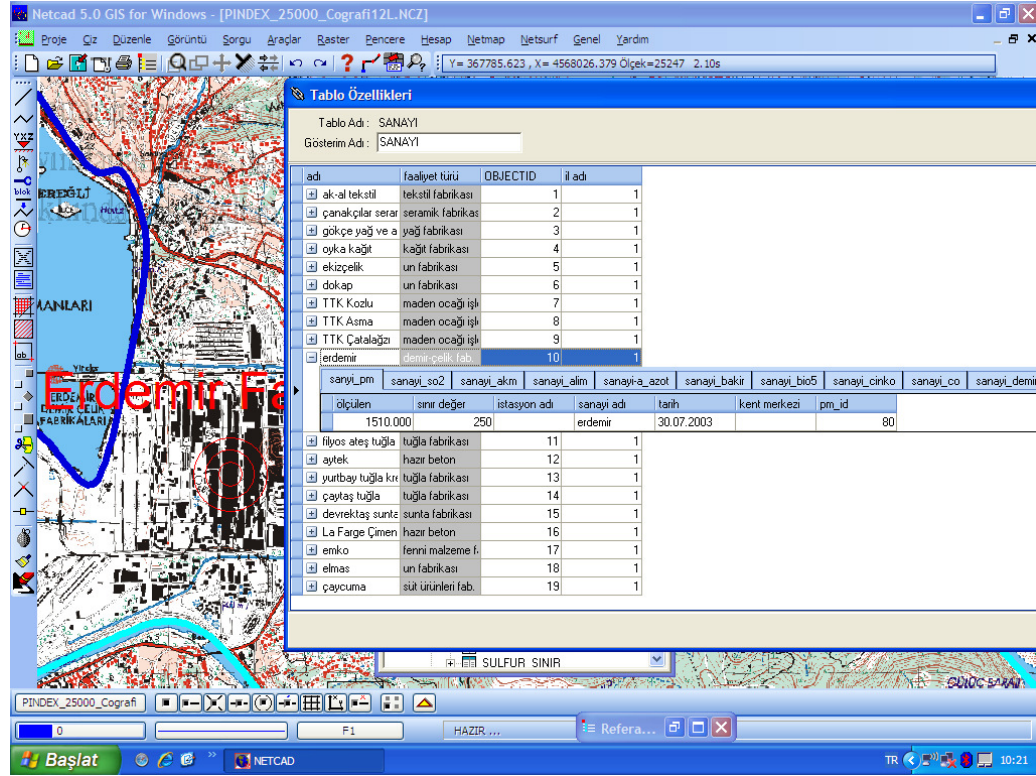
Veri tabanı oluşturulurken olabildiğince esnek bir yapıya sahip olması amaçlanmıştır. Bu sayede ileride yapılabilecek değişikliklere ve güncellemelere açık bir hal almıştır. Bu esnekliğin sağlanabilmesi için katmansal objeler ve bunlara bağlı kirleticilere ait bilgiler, değişkenlerine göre oluşabilecekleri en küçük gruplara ayrılmıştır. Bu yapı ile ileride oluşabilecek farklılıklar veritabanının üzerinde küçük değişiklikler yapılarak sisteme entegre edilebilecek veya güncellenebilecektir.

Sanayi tesislerinden kaynaklanan hava ve su kirliliğinin takibi amacıyla veri tabanı kurulurken sanayi tesislerinin adlarını ve coğrafi obje özelliklerini barındıran katman tanımlı tablo oluşturulmuştur. Sanayi tesislerinden kaynaklanan kirleticiler parametrelerin, tesislerin faaliyet türlerine göre farklılık gösteren sınır değerleri olduğundan sanayi faaliyet türü adlı bir başka tablo oluşturulmuştur. Bu iki tablo arasında ‘1-N’ ilişkisi tanımlanarak sanayi tesisleri faaliyet türlerine göre gruplandırılmıştır.

Sanayi tesislerinden kaynaklı hava kirleticiler parametrelerin SO_2 , CO, NO_x , Flor, PM gibi ve su kirleticiler parametrelerin KOI, BOI_5 , AKM, Ph, Amonyak Azotu, Serbest Klor, Krom, Yağ ve Gres, Alüminyum, Bakır, Çinko, Demir, Flor, Kadmiyum, Nikel, Nitrit Azotu, Siyanür gibi ölçüm değerlerini içeren tablolar oluşturulmuştur. Bu tablolar tarih tablosu ile ilişkilendirilerek, aynı tarihte yapılan farklı parametrelerin ölçümleri için tek bir ID numarası ile tarih girişi yapılması sağlanmış, tarih verilerinin tekrarı önlenerek veritabanının hacminin gereksiz büyümesi ve zaman kaybı önlenmiştir. Bu kirleticilerin her parametresine özel, sınır değeri tabloları oluşturulmuş ve her parametrenin sınır değer tablosu ‘Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği’ tabloları dikkate alınarak doldurulmuştur.

Sanayi tesisleri ile kirleticiler parametre tabloları ve bunların sınır değer tabloları ilişkilendirilerek, istenilen tarihte sanayi tesislerinin kirleticiler etkenlere dayalı ölçüm sonuçları ve sınır değerlerinin görüntülenmesi sağlanmıştır.

Şekil 5.5’de sanayi tesisleri tablosundan Erdemir Demir Çelik Fabrikası’nın 30.07.2003 tarihinde ölçülen PM değeri gösterilmiştir.



Şekil 5.5. Sanayi tablosu.

Coğrafi obje olan il sınırları, katman tanımlı il tablosunda tutularak, sanayi tablosu ile arasında Şekil 5.6’da gösterildiği gibi ‘1-N’ ilişki kurulmuştur.

İlişki Adı: il_sanayi

Bağlantılar: zonguldak2

Tablo Adı: SANAYI

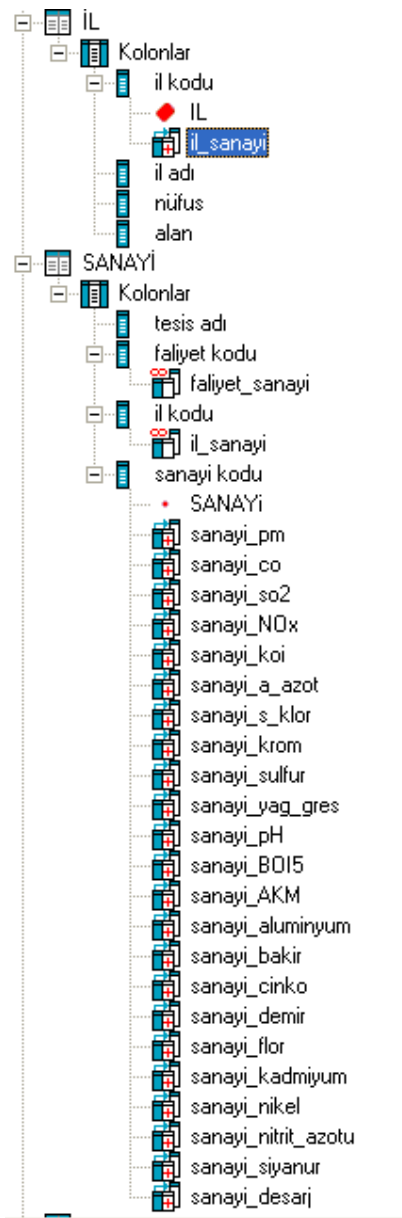
Kolon Adı: il_id

İlişki Tanımı: 1-N

Tamam İptal

Şekil 5.6. İl ve Sanayi tabloları ilişkisi.

Bu iki tablo arasında kurulan ilişki sayesinde il sorgusu ile sorgulanan il sınırları içerisinde kalan sanayi tesislerine ulaşılabilmekte ve sanayi tablosu ile ilişkili tüm veriler görüntülenebilmektedir. İl ve sanayi tablolarının yapısı ve kirletici etkenlerle ilişkileri Şekil 5.7’de gösterilmiştir.



Şekil 5.7. İl ve Sanayi tablolarının yapıları ve ilişkileri.

Kent merkezlerinde oluşan PM ve SO₂ miktarlarının takibi için, kent merkezi tablosu oluşturulmuştur. Kirliliği tespit eden hava gözlem istasyonları, istasyon hava adlı tabloda tutularak PM ve SO₂ tablolarıyla ilişkileri tanımlanmıştır. Kent merkezi tablosu ile PM ve SO₂ tabloları arasındaki ilişki istasyon hava tablosuyla sağlanmıştır. PM ve SO₂ tabloları ile bunların sınır değerleri tabloları ve tarih tabloları ilişkilendirilmiştir. Bu sayede hangi tarihte, hangi istasyonlardan PM ve SO₂ sınır değerlerinin aşılp aşılmadığının takibi sağlanmıştır. Şekil 5.8’de SO₂ ölçümün yapıldığı tarih ve istasyon, istasyonun hangi kentte ölçüm yaptığı, ölçüm değeri ve sınır değeri görülmektedir.

Tablo Özellikleri					
Tablo Adı : SO2					
Gösterim Adı : SO2					
ölçülen	sınır değer	kent merkezi ac	istasyon adı	tarih	
81.500	150	zonguldak	hava gözlem	30.11.2005	
69.000	150	zonguldak	hava gözlem	30.01.2005	
51.700	150	zonguldak	hava gözlem	27.02.2005	
122.500	150	zonguldak	hava gözlem	30.03.2005	
92.000	150	zonguldak	hava gözlem	30.04.2005	
50.500	150	zonguldak	hava gözlem	30.05.2005	
60.020	150	zonguldak	hava gözlem	30.06.2005	
32.700	150	zonguldak	hava gözlem	30.07.2005	
23.800	150	zonguldak	hava gözlem	30.08.2005	
53.000	150	zonguldak	hava gözlem	30.09.2006	
53.000	150	zonguldak	hava gözlem	30.10.2005	
119.000	150	zonguldak	hava gözlem	30.10.2004	
88.500	150	zonguldak	hava gözlem	30.12.2005	
116.000	150	zonguldak	hava gözlem	30.01.2006	
108.000	150	zonguldak	hava gözlem	30.01.2003	
73.000	150	zonguldak	hava gözlem	30.01.2003	
35.000	150	zonguldak	hava gözlem	30.04.2006	
10.000	150	zonguldak	hava gözlem	30.05.2006	
4.000	150	zonguldak	hava gözlem	30.06.2006	
4.000	150	zonguldak	hava gözlem	30.07.2006	
110.100	150	zonguldak	hava gözlem	30.01.2003	
41.600	150	zonguldak	hava gözlem	30.09.2005	
173.200	150	zonguldak	hava gözlem	30.01.2004	

Şekil 5.8. SO₂ tablosu.

Akarsuların kirleticiler etkenleri olan KOI, BOI₅, AKM, Ph, Amonyak Azotu, Serbest Klor, Krom, Yağ ve Gres, Alüminyum, Bakır, Çinko, Demir, Flor, Kadmiyum, Nikel, Nitrit Azotu, Siyanür gibi parametrelerin ölçüm değerlerinin tutulduğu tablolar ile bu etkenlerin ölçüldüğü akarsu gözlem istasyonlarının bilgilerinin tutulduğu istasyon akarsu tablosu ilişkilendirilmiştir. Katman tanımlı akarsu istasyon tablosu ile yine coğrafi obje olan akarsu bilgilerinin tutulduğu katman tanımlı nehir tablosu arasında '1-N' şeklinde ilişki kurulmuştur. Bu sayede istenilen akarsu üzerinde bulunan istasyonun veya istasyonların ölçüm değerleri görüntülenebilmektedir. Kirleticiler parametrelerin tarih tablosu ile olan ilişkileri kullanılarak tarih bazında akarsuların analiz değerleri sorgulanabilmektedir. Şekil 5.9'da akarsu istasyonları ve parametrelerin ölçüm değeri ve tarihleri gösterilmiştir.

İSTASYON_AKARSU Sınıfı Özellikleri						
istasyon adı	nehir adı	istasyon_a_Y	istasyon_a_X	OBJECTID		
+ filyos istasyonu	filyos çayı					1
+ devrek istasyon	devrek çayı					2
+ merkez liman	çaydamar deresi					3
+ kozlu balkaya	kozlu deresi					4
- ereğli soğanlı	soğanlı çayı					5
ist_a_akm	ist_a_amon_azot	ist_a_bakir	ist_a_demir	istasyon_a_nitrit_azotu	istasyon_a_nox	istasyon_a_ph
ölçülen	sınır değeri	akr. istasyon adı	tarih	sanayi	ph_id	
8.800	8.5	ereğli soğanlı	30.06.1995		72	
8.600	8.5	ereğli soğanlı	30.10.1995		75	
8.500	8.5	ereğli soğanlı	30.09.1993		62	
8.500	8.5	ereğli soğanlı	30.10.1993		63	
8.400	8.5	ereğli soğanlı	30.10.1994		69	
8.200	8.5	ereğli soğanlı	30.12.1994		70	
8.200	8.5	ereğli soğanlı	30.03.1993		59	
8.200	8.5	ereğli soğanlı	30.06.1993		60	
8.170	8.5	ereğli soğanlı	30.12.1995		76	
8.120	8.5	ereğli soğanlı	30.07.1994		67	
8.110	8.5	ereğli soğanlı	30.07.1995		73	
8.100	8.5	ereğli soğanlı	30.07.1993		61	
8.100	8.5	ereğli soğanlı	30.12.1993		64	
8.020	8.5	ereğli soğanlı	30.09.1995		74	
8.000	8.5	ereğli soğanlı	30.12.1995		66	
7.950	8.5	ereğli soğanlı	30.09.1994		68	
7.000	8.5	ereğli soğanlı	30.03.1995		71	
7.000	8.5	ereğli soğanlı	30.03.1994		65	

Toplam kayıt sayısı : 5

Şekil 5.9. Akarsu istasyonları numune tablosu.

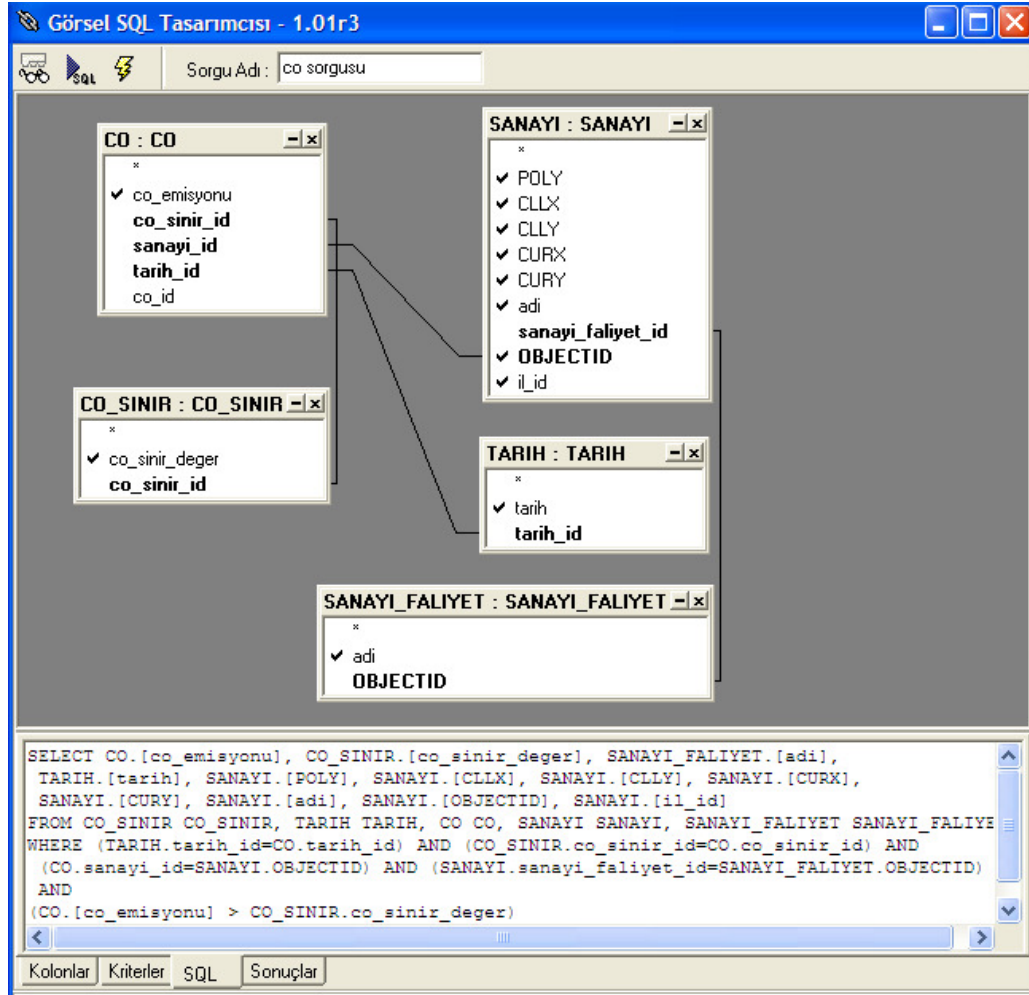
5.6. Sorgulamalar

Veri tabanının hazırlanmasında amaç; kirletici etkiyi oluşturan kaynakları ve bu kaynakların hangi parametreler ile çevreyi kirlettiğinin tespitini yapabilmek, belirli tarihler arası kirlilik değişimini izleyerek kirlilik haritalarını ortaya koyabilmektir. Hazırlanan veri tabanı ile kirliliği oluşturan parametreler ve bunların kaynağı olan sanayi tesislerinin tespiti mümkün kılınmıştır. Böylece aşağıda sunulduğu üzere birçok önemli sorgulama yapılabilmektedir.

5.6.1. CO Kirleticisi Sorgulamaları

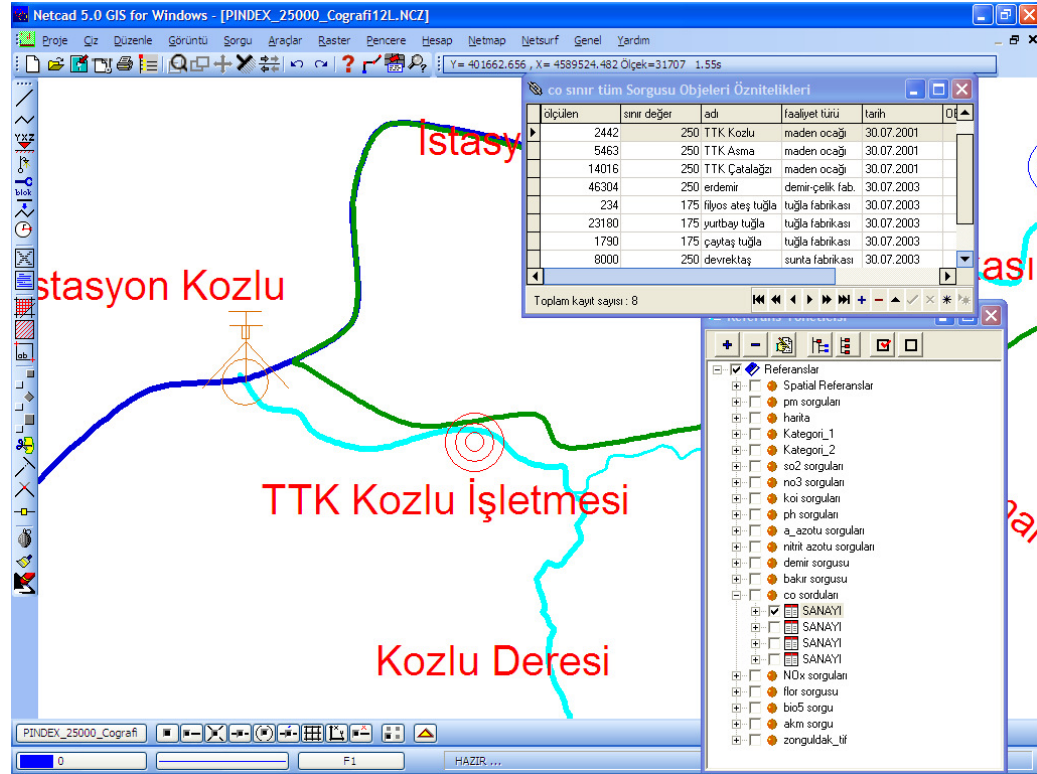
Sanayi tesislerinin bacalarından ölçülen CO gazının emisyon değerleri, aynı sanayi tesisinin CO sınır değerleri ile karşılaştırılmış, sınır değerleri aşan tesisler tespit edilmiştir. Bu sorgulama yapılırken CO tablosu, sanayi tablosu, sanayi faaliyeti tablosu ve tarih tablosu aralarındaki ilişkiler kullanılarak CO tablosundaki emisyon değeri ile CO sınır tablosundaki sınır değeri karşılaştırılmış, sınır değeri aşan sanayi tesisleri tespit edilmiştir.

CO gazı sorgusu tasarımı; veri tabanında kayıtlı bulunan herhangi bir tarihte yapılan CO ölçümlerinin içinden, ölçümü yapılan sanayi tesisinin CO sınır değerini aşan kayıtları tespit edilebilmek amacıyla oluşturulmuştur. Oluşturulan sorgulama Şekil 5.10'da şekilsel ve SQL olarak görüntülenmektedir.



Şekil 5.10. CO gazı sorgusu tasarımı.

Yapılan sorgu sonucunda CO gazı sınır değerlerini aşan sanayi tesisleri, bunların faaliyet grupları, ölçüm miktarları, hangi tarihlerde sınır değerleri aştıkları ve kaç kayıta ulaşıldığı tespit edilmiştir. Şekil 5.11'de CO gazı sorgusu sonucu gösterilmiştir.



Şekil 5.11. CO gazı sorgusu sonuçları.

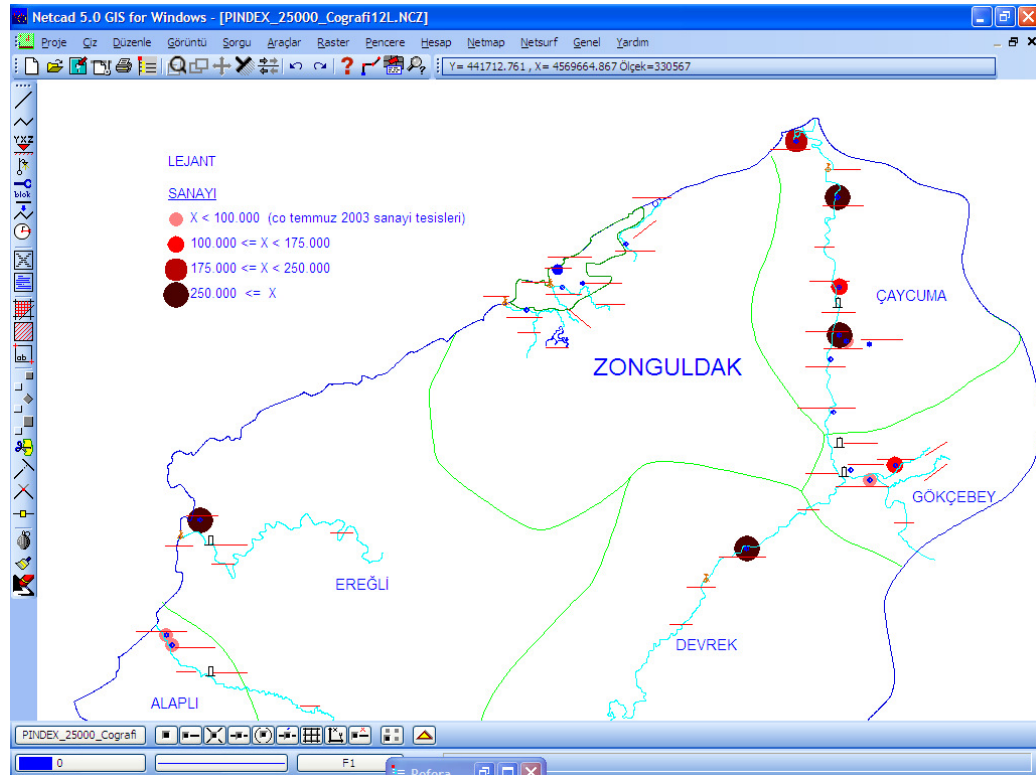
Sorgu sonucunda elde edilen sonuçlar incelendiğinde direkt madenle ilgili olan maden işleme tesislerinin, dolaylı olarak madenle ilişkili olan demir çelik fabrikasının CO emisyon değerlerinin sınır değerlerin çok üzerinde olduğu tespiti yapılmıştır. Maden ile ilgili işletmelerin hava kirliliğine etkilerinin düzenli takip edilmesi gerekliliğini ortaya koymuştur. Bir başka çarpıcı tespitimizde CO emisyon değerlerinin Temmuz aylarında alınmış olmasıdır. Böylelikle yaz aylarında sıcaklık, nem ve rüzgarın hava kirliliği üzerindeki olumsuz etkileri ortaya konulmuştur.

CO emisyonu ile yapılan bir diğér sorguda Temmuz 2003 tarihine ait emisyon değerleri ile yapılmıştır. Bu sorgunun sonuçları şekil 5.12’de ki CO sorgusunda görölmektedir.

co tüm temmuz 2003 Sorgusu Objeleri Öznitelikleri							
ölçülen	sınır değer	adı	faaliyet türü	tarih	faaliyet türü	OBJECTID	
46304	250	erdemir	demir-çelik fab.	30.07.2003	7	10	
20	250	oyka kağıt	kağıt fabrikası	30.07.2003	4	4	
234	175	filyos ateş tuğla	tuğla fabrikası	30.07.2003	11	11	
23180	175	yurtbay tuğla	tuğla fabrikası	30.07.2003	11	13	
1790	175	çaytaş tuğla	tuğla fabrikası	30.07.2003	11	14	
95	100	çanakçılar	seramik	30.07.2003	10	2	
156	175	aytek	hazır beton	30.07.2003	12	12	
88	175	La Farge	hazır beton	30.07.2003	12	16	
8000	250	devrektaş	sunta fabrikası	30.07.2003	13	15	
92	100	ak-al tekstil	tekstil fabrikası	30.07.2003	2	1	
131	175	gökçe yağ ve	yağ fabrikası	30.07.2003	3	3	
Toplam kayıt sayısı : 11							

şekil 5.12. Temmuz 2003 CO sorgusu sonuç tablosu.

Sorgu sonucunda tekstil ve kağıt fabrikasının düşük CO emisyon değeri dikkati çekmektedir. Bu sorguyu baz alarak sanayi tesislerinin havaya yaydığı Temmuz 2003 tarihine ait CO emisyon değerlerine göre farklı büyüklük ve renklerde semboller atanmış CO emisyonu haritası oluşturulmuştur. Şekil 5.13’de Temmuz 2003 tarihine ait CO emisyon haritası görülmektedir.

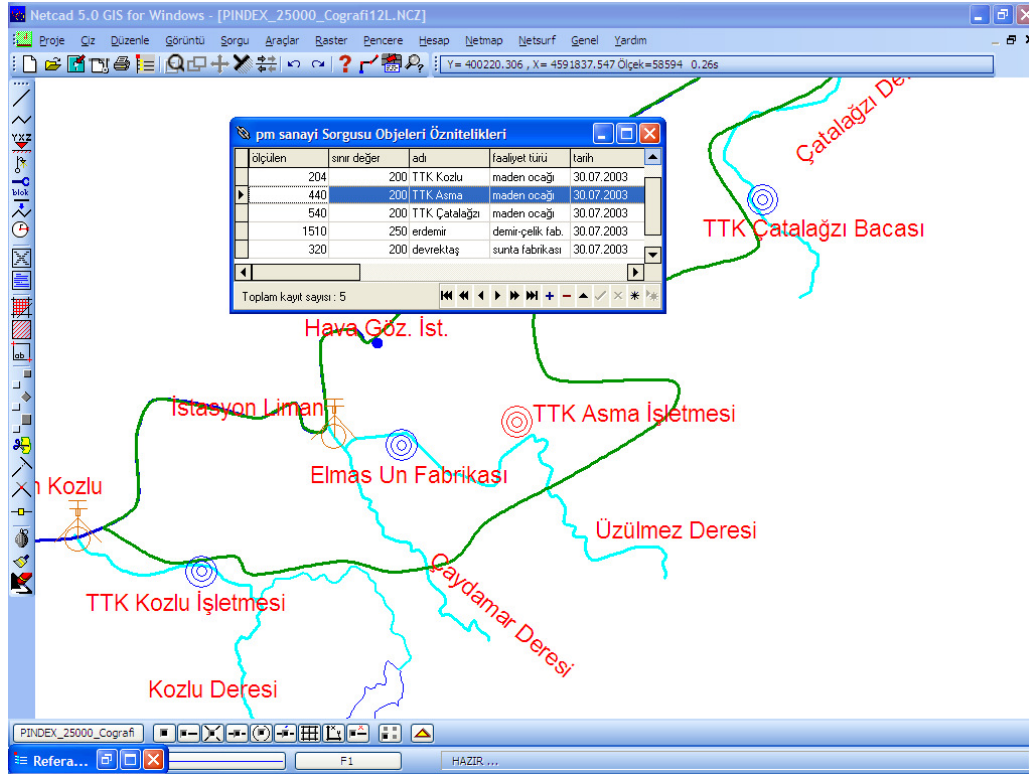


Şekil 5.13. Temmuz 2003 tarihine ait CO emisyon haritası.

5.6.2. PM Kirleticisi Sorgulamaları

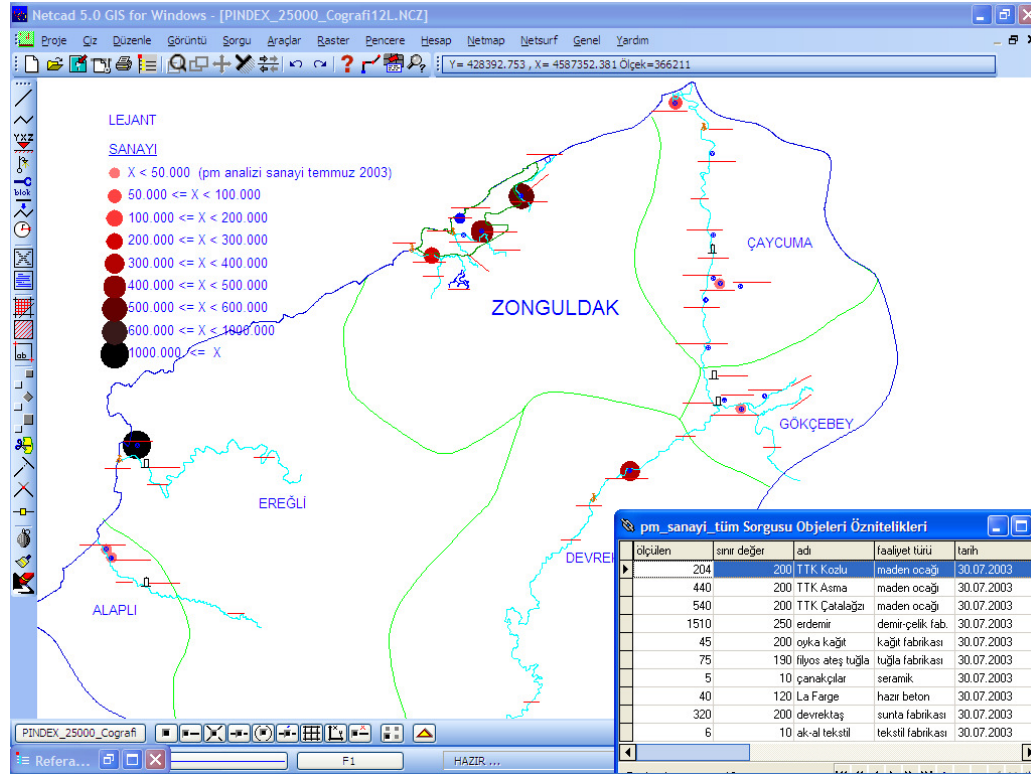
Sanayi tesislerinden kaynaklanan PM emisyon değerleri, tesislerin PM sınır değerleri ile karşılaştırılmış, sınır değerleri aşan tesisler tespit edilmiştir. Bu sorgulama yapılırken PM tablosu, sanayi tablosu, sanayi faaliyeti tablosu ve tarih tablosu arasındaki ilişkiler kullanılarak PM tablosundaki emisyon değeri ile PM sınır tablosundaki sınır değeri karşılaştırılmış, sınır değeri aşan sanayi tesisleri tespit edilmiştir.

Yapılan sorguda 2003 yılı Temmuz ayında 19 sanayi tesisinden 5 tanesinin PM sınır değeri aştığı görülmüştür. Bu tesislerin 3 tanesinin maden işletmelerine ait olduğu, 1 tanesinin demir çelik fabrikasına ait olduğu, diğerinin ise sunta fabrikasına ait olduğu görülmüştür. CO sorgularında karşılaşıldığı gibi PM sorgusunda da maden ile ilgi işletmelerin sınır değerlerin çok üzerinde emisyon değerlerine sahip olduğu ortaya çıkmıştır. Şekil 5.14’de Temmuz 2003 tarihinde ölçülen, PM sınırını aşan tesisler gösterilmiştir.



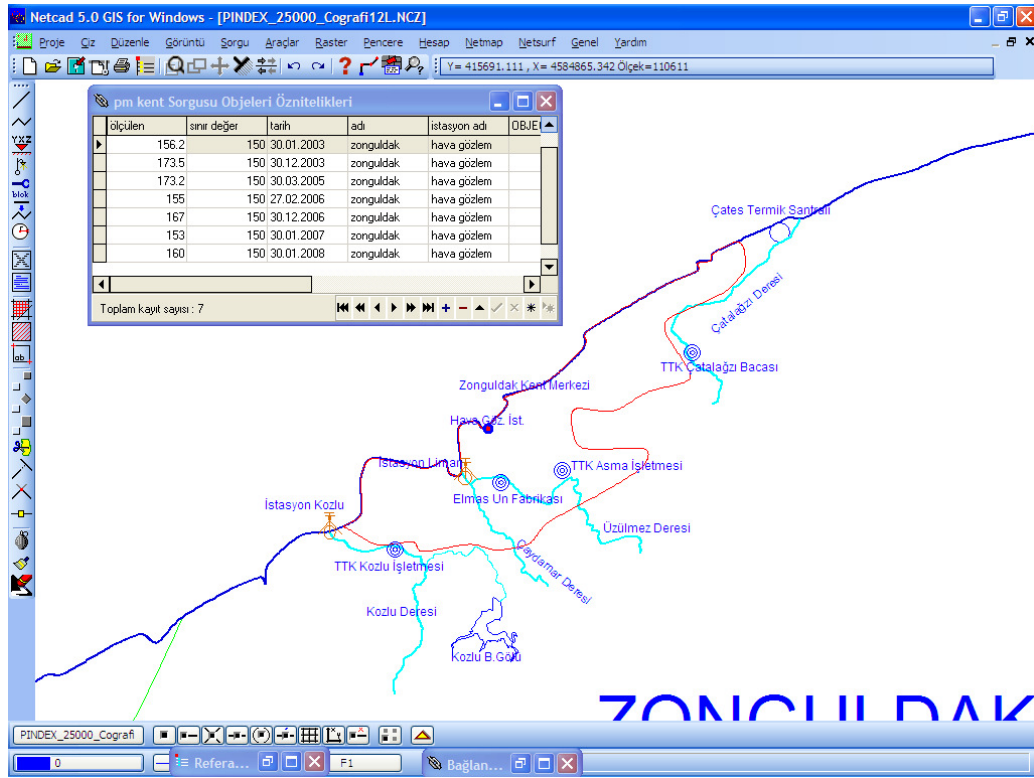
Şekil 5.14. Temmuz 2003 PM sorgusu sonuçları.

Yapılan bir diğ er sorguda ise Temmuz 2003 tarihine ait il genelinde bulunan sanayi tesislerinin PM emisyonları sorgulanmış ve elde edilen değ erlere göre farklı büyüklük ve renklerde semboller atanarak PM emisyonu haritası oluşturulmuştur. şekil 5.15’de Temmuz 2003 tarihine ait PM emisyon haritası g or lmektedir.



şekil 5.15. Temmuz 2003 tarihine ait PM emisyon haritası.

Zonguldak kent merkezinde bulunan hava gözlem istasyonunun 2003 yılı ile 2009 yılları arasında yaptığı PM analizlerinin aylık ortalama değerleri üzerinden yapılan sorgu sonucunda, PM emisyonunun sınır değeri 7 kez geçtiği tespit edilmiştir. Bunların 3'ünün Ocak ayında, 2'sinin Aralık ayında, diğer 2'sinin ise Şubat ve Mart aylarında olduğu tespit edilmiştir. Ölçümlerin aylık ortalamalar olduğu göz önünde bulundurulduğunda kirletici etkiye canlıların tüm ay boyunca maruz kaldığı anlaşılmaktadır. Şekil 5.16'da 2003 ile 2009 yılları arasında kent merkezinde ölçülen aylık ortalama PM emisyonunun sınırı aştığı değerler görülmektedir.

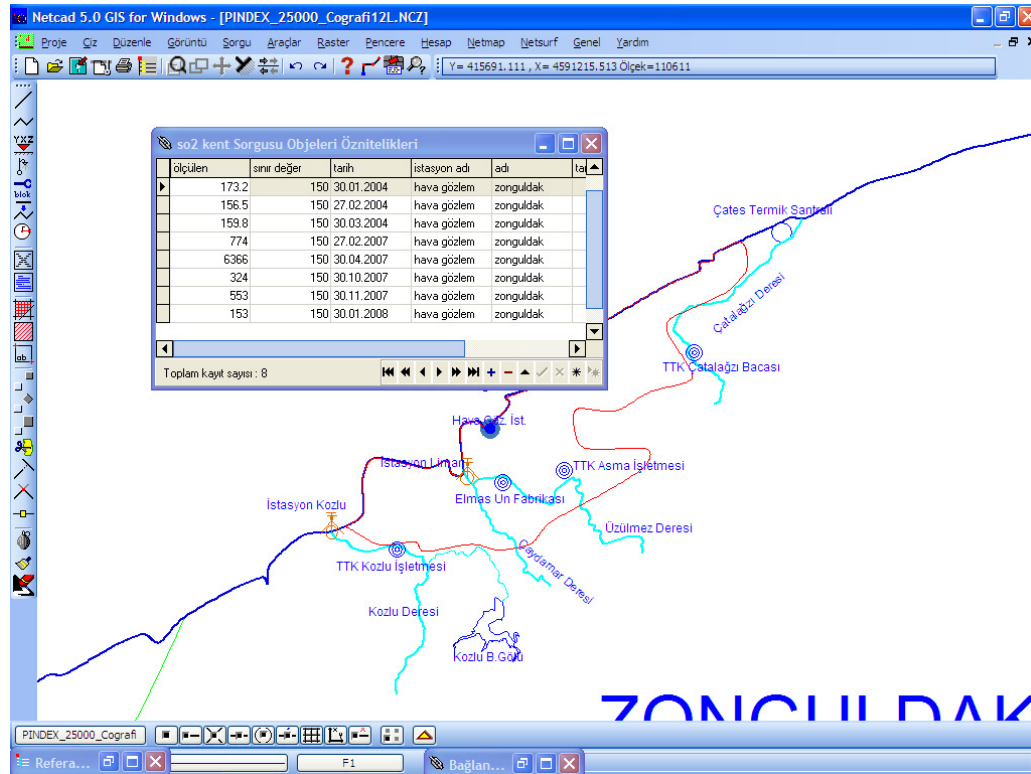


Şekil 5.16. Zonguldak kent merkezindeki PM emisyonunun sınırı aştığı değerler.

5.6.3. SO₂ Kirleticisi Sorgulamaları

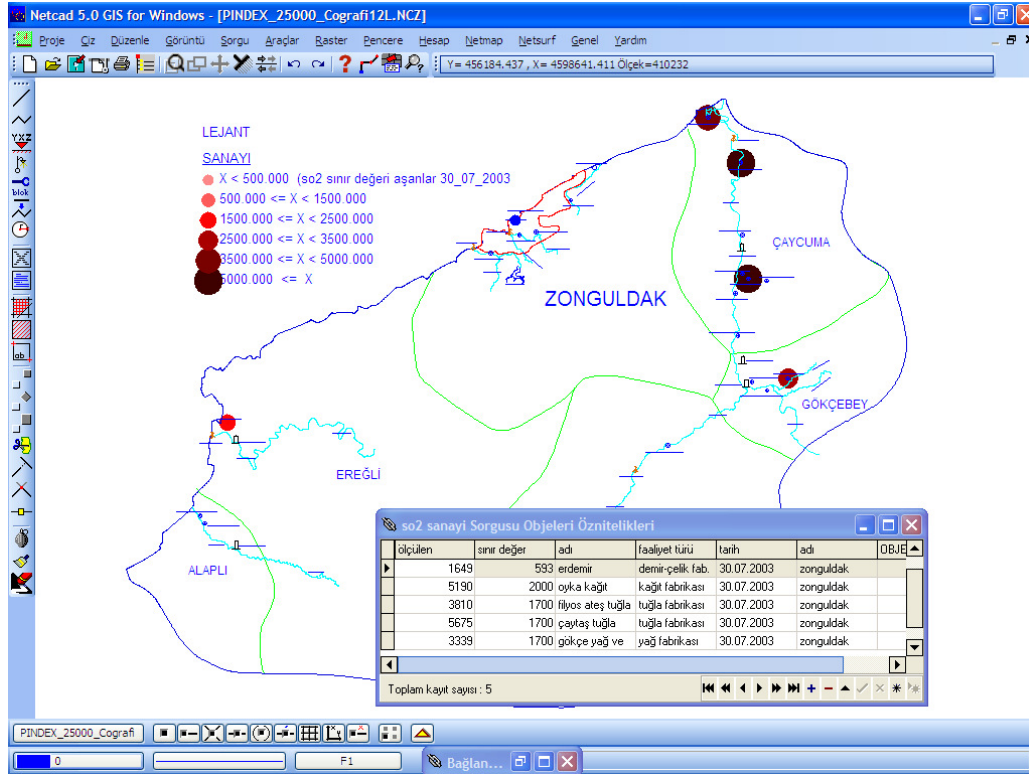
Zonguldak kent merkezindeki hava gözlem istasyonunun 2003 yılı ile 2009 yılları arasındaki SO₂ ölçümlerinin aylık ortalama değerleri üzerinden yapılan sorgu sonucunda, SO₂ emisyonunun sınır değeri 8 kez geçtiği anlaşılmıştır. Bunun 3'ü 2004 yılının Ocak, Şubat ve Mart aylarında, 4'ü 2007 yılının Şubat, Nisan, Ekim ve Kasım aylarında, 1'i 2008 yılı Ocak ayında olduğu tespit edilmiştir. Son 2 yılın SO₂ ölçümlerinin sınır değerlerinin altında görülmesi her ne kadar sevindirici olsa da 2004 yılının tüm kış ayları boyunca ve 2007 yılının 4 ayı boyunca sınır değerlerin üzerinde seyreden SO₂ ölçüm değerleri, uzun süreli kirliliğe neden olan kaynaklara yıl boyunca herhangi bir önlem alınmadığını göstermektedir.

Şekil 5.17'de 2003 ile 2009 yılları arasında kent merkezinde ölçülen aylık ortalama SO₂ emisyonunun sınırı aştığı değerler görülmektedir.



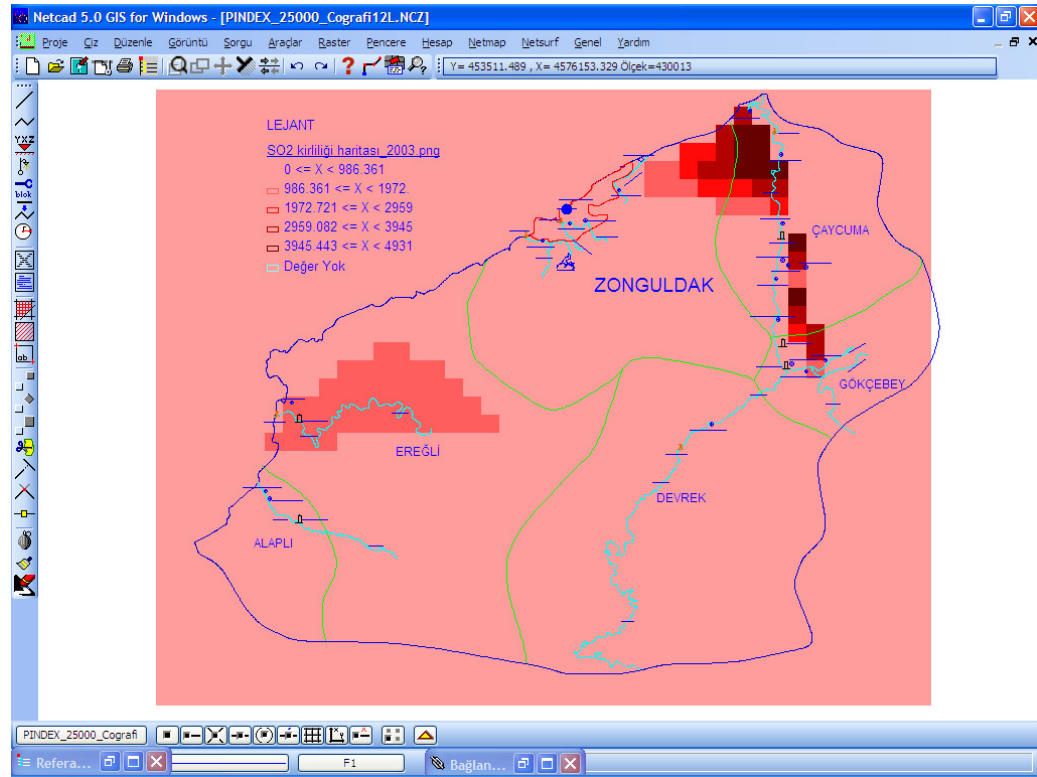
Şekil 5.17. Zonguldak kent merkezindeki SO₂ emisyonunun sınırı aştığı değerler.

2003 yılı Temmuz ayında yapılan baca gazı SO₂ ölçüm sonuçlarına göre 5 adet sanayi tesisi sınır değeri aşmıştır. Bunlardan 2'si tuğla fabrikası diğerleri kağıt fabrikası, yağ fabrikası ve demir çelik fabrikasıdır. Yapılan sorgulamaya göre oluşturulan harita Şekil 5.18'de görülmektedir.



Şekil 5.18. Temmuz 2003 tarihine ait SO₂ emisyon haritası.

Şekil 5.19’da Temmuz 2003 tarihinde sanayi tesislerinden havaya yayılan SO₂ gazının il genelinde yayılım haritasına göre Zonguldak il merkezinde, Devrek ve Alaplı ilçelerinde SO₂ kirlilik oranının düşük seviyede olduğu görülmektedir. İl sınırları içerisinde kirliliğin sanayi tesislerinin yoğun olarak bulunduğu Çaycuma ve Gökçebey ilçelerinde daha fazla belirdiği ve Ereğli ilçesinde bulunan demir çelik fabrikasının kirliliğe kent genelinde ne derece etki ettiği görülmektedir.

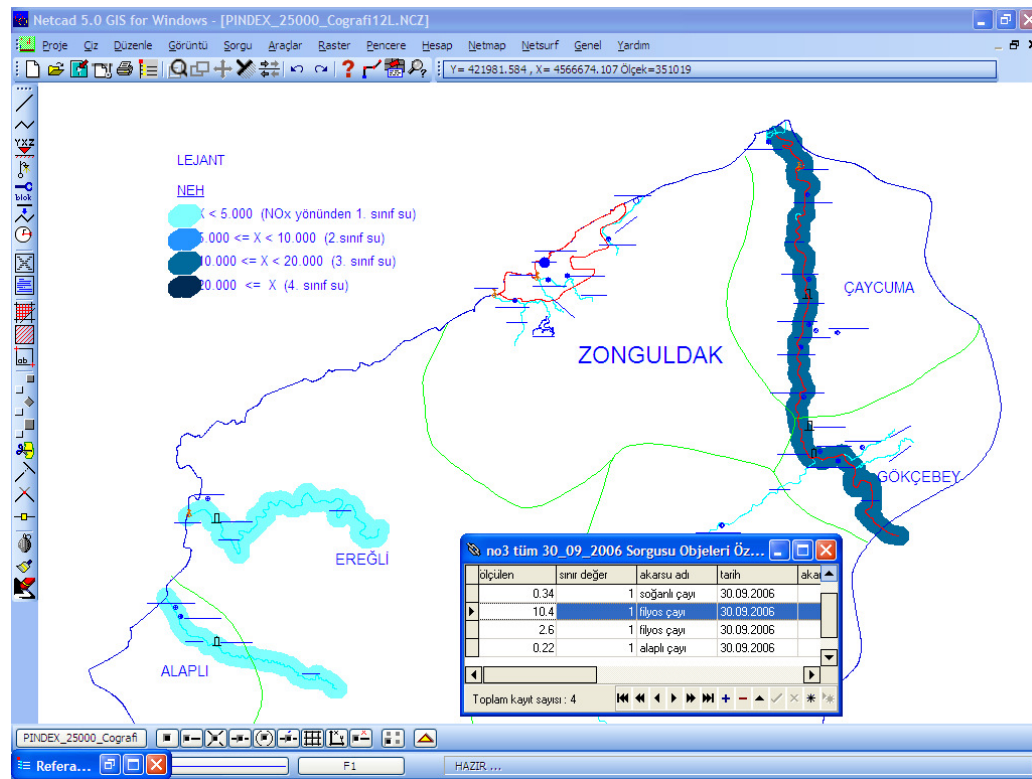


Şekil 5.19. Temmuz 2003 tarihine ait SO₂ kirliliği haritası.

5.6.4. NO₃ Kirleticisi Sorgulamaları

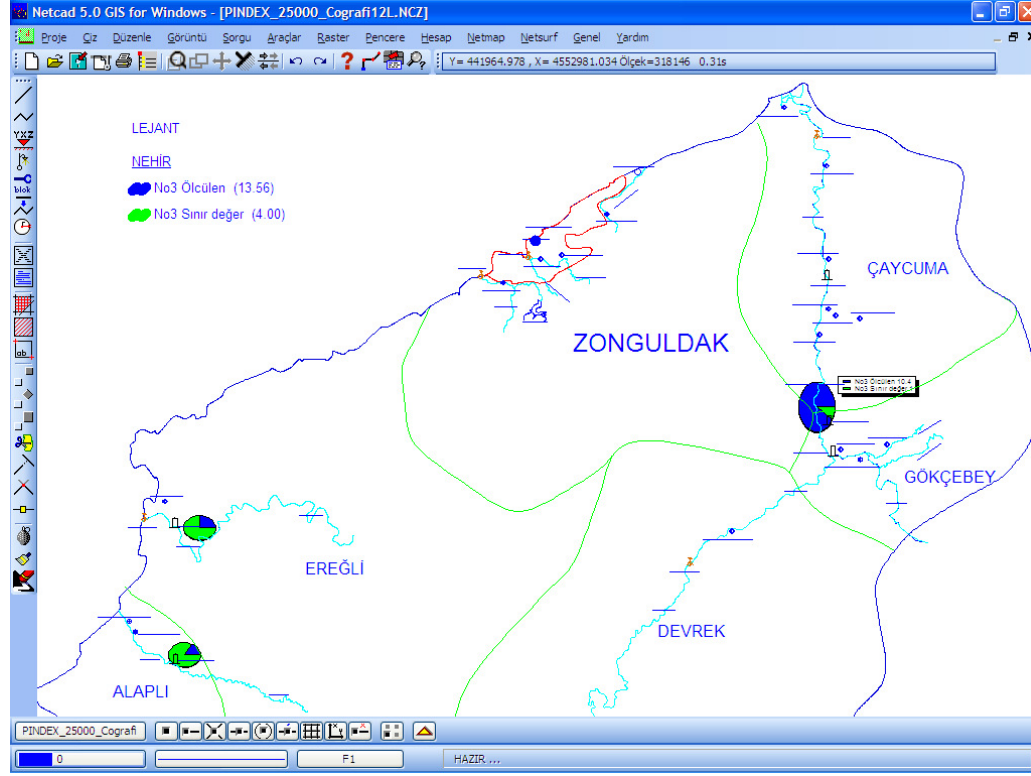
Gökçebey ve Çaycuma ilçelerinden geçip yine Çaycuma ilçesi sınırları içinde denize dökülen Filyos çayı, Alaplı ilçesinde başlayıp yine aynı ilçeden denize dökülen Alaplı çayı ve Ereğli ilçesinde başlayıp, denize dökülen Soğanlı çayına ait 2005 ve 2006 yıllarında aylık olarak sabit noktalardan alınan numune değerleri analiz sonuçları veri tabanına aktarılmış ve sorgulanmıştır.

Şekil 5.20’de Eylül 2006 tarihine ait Soğanlı, Alaplı ve Filyos çaylarından alınan su numunelerinin NO₃ analiz değerlerine göre yapılan sorgulamasında kirliliğin Filyos çayında yoğun olduğu tespit edilmiş ve haritalandırılmıştır.



Şekil 5.20. Eylül 2006 tarihine ait NO₃ emisyon haritası.

Şekil 5.21’de bu sorgu sonucu oluşturulan haritada, analiz değerlerinin sınır değere olan oranları grafik olarak gösterilmiştir.



Şekil 5.21. Eylül 2006 tarihine ait NO_3 emisyon grafik haritası.

Çaylardan alınan su numunelerinin NO_3 analiz sonuçlarından sınır değeri geçenleri sorguladığımızda; Filyos çayının 6 adet numune örneğinde sınır değerleri geçtiği Şekil 5.22’de de görüldüğü gibi tespit edilmiştir.

no3 tüm Sorgusu Objeleri Öz nitelikleri					
ölçülen	sınır değeri	adı	numune alınan	tarih	
10.4	5	filyos çayı	gökçebey_mevki	30.09.2005	
6	5	filyos çayı	gökçebey_mevki	30.06.2006	
5.6	5	filyos çayı	gökçebey_mevki	30.01.2005	
8.4	5	filyos çayı	gökçebey_mevki	30.07.2006	
10.4	5	filyos çayı	gökçebey_mevki	30.09.2006	
6.2	5	filyos çayı	çaycuma mevki	30.10.2005	

Şekil 5.22. NO_3 emisyonu sorgusu sonucu.

Yapılan sorgulamalarda Soğanlı ve Alaplı çaylarında NO_3 kirletici parametresinin düşük yoğunlukta olduğu saptanmıştır. Filyos çayında ise kirlilik belirgin ölçüde tespit edilmiştir. Filyos çayındaki NO_3 kirliliğinin akarsuyun geçtiği alanlardaki tarımsal faaliyetlerden ve sanayi tesislerinin atık sularından kaynaklandığı tahmin edilmektedir. Akarsu boyunca birçok noktadan alınmış su numuneleri analiz sonuçları yardımıyla kirliliğin kaynağı hakkında daha kesin bilgiler vermek mümkün olacaktır.

Sorgular tüm kirletici parametreler için ayrı ayrı oluşturulup sınır değerleri geçen kirleticiler ve bunların kaynakları tespit edilmiştir.

6. SONUÇ

CBS; konumsal sorgulama, konumsal analiz, karar verme analizleri, sayısal veri analizi, model analizleri, görüntüleme ve akıllı harita fonksiyonları ile karmaşık planlama ve yönetim sorunlarının çözülmesinde verimli bir şekilde kullanılmaktadır.

Çevre problemleri ve bu problemlerin sonuçları mekansal boyuta sahiptir. CBS'nin mekansal analiz ve modelleme yeteneğinden dolayı en yaygın ve etkili kullanım alanlarından biri çevre modelleme ve çevre problemlerinin çözümü olmuştur.

Çevre birçok coğrafi fonksiyonun bir arada bulunduğu, doğal ve yapay gelişmelere ilişkin bilgileri içeren bir konu olması sebebi ile CBS'nin en yoğun uygulama alanlarından birisidir. Çevre ile ilgili kararların alınabilmesi, çevreyi etkileyen unsurların belirlenebilmesi, konumsal analizler ile çevresel değişimlerin tespiti ve izlenmesi, su ve hava kirliliği gibi insan sağlığını da etkileyen çevresel faktörlerin ölçülerek haritalandırılması CBS ile olmaktadır.

Zonguldak ili için hazırlanan çevre kalitesi analizine yönelik bilgi sistemi ile il dahilinde bulunan 19 adet sanayi tesisinin 25 parametreye dayalı baca gazı ve atık su analiz sonuçları değerlendirilmiştir. Yapılan değerlendirmede bu parametrelerin analiz sonuçları, sanayi tesislerinin sınır değerleriyle karşılaştırılmıştır.

Sanayi işletmelerinin faaliyet türüne göre yapılan sınıflandırması sonucunda bölgede bulunan Türkiye Taşkömürleri Kurumu'na ait maden işleme tesislerinin, Ereğli Demir Çelik Fabrikası'nın ve tuğla fabrikalarının baca gazı emisyon ölçüm sonuçlarının olması gereken sınır değerlerin üzerinde bulunduğu tespit edilmiştir.

Zonguldak kent merkezinde bulunan hava kalitesi gözlem istasyonun PM ve SO₂ ölçüm değerlerinin Aralık, Ocak ve Şubat aylarında sınır değerler seviyesinde seyrettiği veya sınır değerleri aştığı görülmüştür. Kentin sahip olduğu zengin kömür yatakları da göz önüne tutulduğunda her yıl kış aylarında artan hava kirliliği değerlerinin, kent merkezinde ısınma amaçlı kullanılan katı yakıtlardan kaynaklandığı sonucunu doğurmuştur. Kirliliğe kesin bir çözüm sağlanamamış olması ve Zonguldak'ta yaşayan insanların hava kirliliğine aylar boyunca maruz kalması kent insanının sağlığının ne derece tehdit altında bulunduğunu göstermektedir.

Zonguldak ilinde bulunan kaçak maden ocaklarının varlığı gözle görünür bir gerçektir. Bu ocaklardan elde edilen kömür herhangi bir arındırmaya ve muayeneye tutulmadan resmi olmayan yollarla doğrudan talep sahiplerine düşük ücretler karşılığında satılabilmektedir. Günümüz ekonomik şartlarına bağlı olarak geniş kullanıcı kitlesine sahip denetimsiz kömürün ekolojiye verdiği zararlar yadsınamaz.

Elde edilen veriler incelendiğinde direkt madenle ilgili olan maden işleme tesislerinin, dolaylı olarak madenle ilişkili olan demir çelik fabrikasının CO, SO₂ ve PM emisyon değerlerinin sınır değerlerin çok üzerinde olduğu tespiti yapılmıştır. Bu tespit sonucunda maden ile ilgili işletmelerin hava kirliliğine etkilerinin düzenli takip edilmesi ve kontrol altına alınması gerekliliğini ortaya koymuştur.

İl genelinde bulunan akarsuların analizlerinden elde edilen bulgular, sanayi tesislerinin akarsulara deşarj ettikleri atıklarının yeterince arıtılmadığını, özellikle Filyos çayı, Çaydamar ve Üzülmaz derelerinde halk sağlığını ciddi biçimde tehdit eder boyutlara ulaştığı görülmüştür. Daha detaylı inceleme yapabilmek için daha sık ve fazla noktadan veri toplanması uygun olacaktır.

Çevre kirliliği toplumumuzun sağlık düzeyini önemli ölçüde etkilemektedir. İnsan ve çevre arasındaki etkileşimin vazgeçilmez nitelikte oluşu, çevre kavramının günümüzde kazandığı boyutlar nedeni ile çevrenin ulusal düzeyde yeni yaklaşımlarla ele alınması gereğini ortaya çıkarmıştır. Yapılan bu çalışma ile toplumun tüm kesimlerini çevre konusunda bilgilendirmek, bilinçlendirmek, olumlu

ve kalıcı davranış değişiklikleri kazandırmak ve sorunların çözümünde fertlerin aktif katılımlarını sağlamak amacı ile geliştirilmiş olan CBS'nin uygulanmasına ağırlık verilmesi gerektiği sonucuna varılmıştır.

KAYNAKLAR

- 1- AGI. (1991) GIS Dictionary, Ver.1.1, Association for Geographical Information Standards Committee Publication, UK.
- 2- Akça, M.D. (2000) Coğrafi bilgi sistemiyle çevresel verilerin modellenmesi: Trabzon Değirmendere vadisi örneği, KTÜ, Yüksek lisans tezi, Trabzon.
- 3- Akay, M.E. (2003) Kırıkkale’de hava kirliliğinin meteorolojik parametrelerle ilişkisinin araştırılması, Yanma ve Hava Kirliliği Kontrolü 6. Ulusal Sempozyumu, 10-12 Eylül 2003, İzmir, s. 13-19.
- 4- Banger, G., Yomralıoğlu, T., Cömert, Ç., Çelik, K., Demir, O. (1994) Bilgi sistemlerine genel bir bakış ve Karadeniz Teknik Üniversitesi bilgi sistemi, 1.Ulusal CBS Sempozyumu, 18-20 Ekim 1994, KTÜ, Trabzon, s. 1-10.
- 5- Boubel, R.W., Turner, B., Fox, D.L. (1994) Fundamentals of Air Pollution, Academic Press, San Diego, ABD, p. 574.
- 6- Burrough, P.A. (1989) Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assessment, Clarendon Press, Oxford, UK.
- 7- Colls, J. (1997) Air Pollution: An Introduction, Chapman and Hall, London, UK.
- 8- Çakanlı, H. (2008) GIS Nedir?, <http://www.gisturkiye.com/neredenbaslamak.htm>.
- 9- Çepel, N. (1997) Toprak Kirliliği Erozyon ve Çevreye Verdiği Zararlar, TEMA Vakfı Yayınları, İstanbul, s. 27- 30.
- 10- Dale, P., Mclaughlin, J. (1988) Land Information Management, Oxford University Press, Oxford, UK.

- 11- Dangermond, J. (1990) A Classification of Software Components Commonly Used in Geographic Information Systems, In Introductory Readings in Geographic Information Systems edited by Peuquet and Marble, Taylor and Francis, New York, USA, p. 30-51.
- 12- Devine, H., Field R. (1986) The gist of GIS, Journal of Forest, August, p. 17-22.
- 13- Nas, B., Berkay, A. (2002) Çevre problemlerinin çözümünde coğrafi bilgi sistemlerinin kullanımı, 2. Coğrafi Bilgi Sistemleri Bilişim Günleri, 30-31 Ekim 2002, Fatih Üniversitesi, İstanbul, <http://cbs2004.fatih.edu.tr/download/file441.pdf>.
- 14- ESRI. (1988) Arc/Info Programmers Manual, Vol.I, Environmental Systems Research Institute, Redlands, California, USA, <http://www.esri.com>.
- 15- İncecik, S. (1994) Hava Kirliliği, İstanbul Teknik Üniversitesi Yayınları, 1.Baskı, İstanbul, s. 26-41.
- 16- Gümrükçüoğlu M., Baştürk O. (2007) Coğrafi bilgi sistemleri kullanılarak Sakarya nehri kirlilik yükünün belirlenmesi, Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi, 30 Ekim-02 Kasım 2007, KTÜ, Trabzon, s. 901-906.
- 17- Maguire, D.J. (1991) An Overview and Definition of GIS, In Unwin D.J., Goodchild M, Rhind D (eds.), Geographical Information Systems: Principles and Applications, Vol.1, Longman, London, UK, p. 81-90.
- 18- Müezzinoğlu, A. (1987) Hava Kirliliğinin ve Kontrolünün Esasları, Dokuz Eylül Üniversitesi Yayınları, İzmir.
- 19- Gündüz O., İleri B., Elçi A., Şimşek C., Alpaslan M. N. (2007) Tahtalı havzası yeraltı suyu kalitesinin coğrafi bilgi sistemi destekli değerlendirilmesi, 7. Ulusal Çevre Mühendisliği Kongresi Yaşam Çevre Teknoloji, 24-27 Ekim 2007, İzmir, s. 880-888.

- 20- Durduran S., Erdi A., Kara F., Durduran Y. (2005) Air pollution mapping with geographic information system and its influence for healths, 4th. International Advanced Technologies Symposium, 28-30 September 2005, Konya, s. 465-469.
- 21- Gümrükçüoğlu M., Baştürk O. (2008) Sürdürülebilir su yönetiminde nehir kirliliği üzerine bir çalışma, TMMOB 2. Su Politikaları Kongresi, 20-22 Mart 2008, Ankara, <http://www.e-kutuphane.imo.org.tr/pdf/10958.pdf>.
- 22- Saydam, R. (2005) Refik saydam hıfzısıhha merkezi başkanlığı çevre sağlığı araştırma müdürlüğü hava kirliliği araştırma raporu, http://rshm.gov.tr/index.php?option=com_content&task=view&id=176.
- 23- Star, J., Estes, J. (1990) Geographic Information Systems: An Introduction, Prentice Hall, New Jersey, USA.
- 24- Çay T., Nas B., Berktaş A., İşcan F. (2007) Katı atık deponi alanlarının yer seçiminde coğrafi bilgi sistemleri uygulaması. TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi, 30 Ekim-02 Kasım 2007, KTÜ, Trabzon, http://www.cbs2007.ktu.edu.tr/bildiri/S_70.pdf.
- 25- Yomralıoğlu T., Akça D. (1999) Çevresel bilgi sistemleri için model - altlık tasarımı: Trabzon - Değirmendere havzası örneği, Yerel Yönetimlerde Kent Bilgi Sistemi Uygulamaları Sempozyumu, 13-15 Ekim 1999, KTÜ, Trabzon, s. 297-306.
- 26- TDK (1992) Türk Dil Kurumu, Türkçe Sözlüğü, Ankara.
- 27- Tecim, V. (2001) Coğrafi Bilgi Sistemleri: Temel Kavramlar ve Uygulama Alanları, İlkem Ofset Basım Yayın, İzmir.
- 28- Terzi, S., Karaşahin M. (2002) Ulaştırma mühendisliğinde coğrafi bilgi sistemleri kullanımı, GAP 4. Mühendislik Kongresi, 06-08 Haziran 2002, Harran Üniversitesi, Şanlıurfa, Bildiriler Cd'si.

29- Yıldırım, Y., Uzun, N. (2000) Isıtma amaçlı yakma sistemlerinde yanma olayının incelenmesi: Zonguldak örneği, Yanma ve Hava Kirliliği Kontrolü 5. Ulusal Sempozyumu, 19-21 Haziran 2000, Fırat Üniversitesi, Elazığ, s. 13-20.

30- Yomralıoğlu, T., Çelik, K. (1994) GIS ?, 1. Ulusal CBS Sempozyumu, 18-20 Ekim 1994, KTÜ, Trabzon, s. 21-32.

ÖZGEÇMİŞ

19 Eylül 1979 yılında İskenderun'da doğdum. İlk, orta ve lise öğrenimimi İskenderun'da tamamladım. 1998 yılında girdiğim Gazi Üniversitesi Fen Bilgisi Öğretmenliği bölümünde üç yıl okuduktan sonra 2001 yılında bırakarak ve aynı yıl kayıt yaptırdığım Ondokuz Mayıs Üniversitesi Jeodezi ve Fotogrametri bölümünü 2005 yılında bitirdim. 2007 yılında başladığım Tapu Kadastro Genel Müdürlüğü'ne bağlı Gökçebey Kadastro Müdürlüğü'nde Harita Mühendisliği görevime devam etmekteyim.

EKLER

Ölçüm Yapılan Yıllar	Ölçüm Yapılan Yer	Yıllık Ortalama SO ₂ Miktarı (µg/m ³)	Uzun Vade Sınır Değerleri (µg/m ³)	
			WHO'ce Belirlenen Değer	Türk Standardı
2003	Merkez	75,15	Yaz Ortalaması 75 µg/m ³	250 µg/m ³
2004		109,5	Kış Ortalaması 125 µg/m ³	
2005		63,9		

Ek-1 Zonguldak Kent Merkezinde SO₂ Ölçüm Sonuçları.

	YILLAR			
AYLAR	2003	2004	2005	ORTALAMA
OCAK	110,1	173,2	69	117,4
ŞUBAT	86	156,5	51,7	98
MART	74,7	159,8	122,5	119
NİSAN	94,7	143,9	92	110,2
MAYIS	62	142,2	50,5	84,9
HAZİRAN	44,2	38,6	60,2	47,6
TEMMUZ	51,4	52,7	32,7	45,6
AĞUSTOS	44,6	59,8	23,8	42,7
EYLÜL	38,7	80,9	41,6	53,7
EKİM	66,6	119	53	79,5
KASIM	99,4	90,8	81,5	90,5
ARALIK	129,4	97,4	88,5	105,1

Ek-2 Zonguldak Merkezinde Ölçülen SO₂'nin Yıllara Göre Dağılımı.

Ölçüm Yapılan Yıllar	Ölçüm Yapılan Yer	Uzun Vade Sınır Değerleri mg/m ³		
		Ölçülen PM Miktarı (mg/m ³)	WHO'ce Belirlenen Değer	Türk Standartı
2003	Merkez	78,9	125 mg/m ³	200 mg/m ³
2004		68,2		
2005		70,5		

Ek-3 Zonguldak Kent Merkezinde PM Ölçüm Sonuçları.

	YILLAR			
AYLAR	2003	2004	2005	ORTALAMA
OCAK	156,2	131,7	118,2	135,36
ŞUBAT	142	112,6	89,5	114,7
MART	75,2	130,3	173,2	126,2
NİSAN	89,4	90,7	63	81
MAYIS	31,1	28,2	71,2	43,5
HAZİRAN	21,1	11,7	8,7	13,8
TEMMUZ	10,4	12,3	14	12,2
AĞUSTOS	24,2	7,4	14,6	15,4
EYLÜL	18,1	24,3	11	17,8
EKİM	57	46,6	51,5	51,7
KASIM	148,6	105,6	90,5	114,9
ARALIK	173,5	117	140,6	143,7

Ek-4 Zonguldak Kent Merkezinde Ölçülen PM'nin Yıllara Göre Dağılımı.

Ünitenin Adı	Emisyon Miktarı (mg/m ³)	Sınır Değerler (mg/m ³)
Karadon Elektromekanik Atölye	268	2000
Karadon İşçi Yurtları	57	2000
Karadon Bölümler Duş Binası I	231	2000
Karadon Bölümler Duş Binası II	514	2000
Karadon Memur Sitesi	0	2000
Karadon Yeni Lojman	455	2000
Çatalağzı Lavvar Kazanı	0	2000
Üzülmez Asma Kalorifer Kazanı	0	2000
Üzülmez Eski Lojman Kazanı I	374	2000
Üzülmez Eski Lojman Kazanı II	470	2000
Kozlu Yazıhane Kazanı	196	2000

Ek-5 TTK Müesseselerine Ait Baca Gazı SO₂ Emisyonları.

Ünitenin Adı	Emisyon Miktarı (mg/m ³)	Sınır Değerler (mg/m ³)
Karadon Elektromekanik Atölye	3856*	250
Karadon İşçi Yurtları	9770*	250
Karadon Bölümler Duş Binası I	1625*	250
Karadon Bölümler Duş Binası II	63	250
Karadon Memur Sitesi	8012*	250
Karadon Yeni Lojman	8219*	250
Çatalağzı Lavvar Kazanı	14016*	250
Üzülmez Asma Kalorifer Kazanı	9545*	250
Üzülmez Eski Lojman Kazanı I	6677*	250
Üzülmez Eski Lojman Kazanı II	5463*	250
Kozlu Yazıhane Kazanı	2442*	250

Ek-6 TTK Müesseselerine Ait Baca Gazı CO Emisyonları.

Ünitenin Adı	Emisyon Miktarı (mg/m ³)	Sınır Değerler (mg/m ³)
Karadon Elektromekanik	227*	200
Karadon İşçi Yurtları	576*	200
Karadon Bölümler Duş Binası	223*	200
Karadon Bölümler Duş Binası	217*	200
Karadon Memur Sitesi	445*	200
Karadon Yeni Lojman	345*	200
Çatalağzı Lavvar Kazanı	540*	200
Üzülmez Asma Kalorifer	498*	200
Üzülmez Eski Lojman Kazanı	365*	200
Üzülmez Eski Lojman Kazanı	440*	200
Kozlu Yazıhane Kazanı	204*	200

(*) Toz ve karbon monoksit emisyonlarının hemen hemen tamamı sınır değerlerin üzerindedir.

Ek-7 TTK Müesseselerine Ait Baca Gazı PM Emisyonları.

ÜNİTENİN ADI	Emisyon Miktarı (mg/m ³)	Sınır Değerler (mg/m ³)
Kok Fabrikası 1 Nolu Baca	0	60
Kok Fabrikası 2 Nolu Baca	0	
1 Nolu Kuvvet Santrali	240	1108
2 Nolu Kuvvet Santrali	72	818
3 Nolu Kuvvet Santrali	228	1048
4 Nolu Kuvvet Santrali	1649*	592
5 Nolu Kuvvet Santrali	0	60
1 Nolu Kireç Fabrikası	0	
2 Nolu Kireç Fabrikası	0	
3 Nolu Kireç Fabrikası	0	
4 Nolu Kireç Fabrikası	0	
Sinter	0	-
1 Nolu Slab Fırını	88	
2 Nolu Slab Fırını	214	
1 Nolu Yüksek Fırın	0	
2 Nolu Yüksek Fırın	0	

Ek-8 Ereğli Demir-Çelik Fabrikalarına Ait SO₂ Emisyonları.

ÜNİTENİN ADI	Emisyon Miktarı (mg/m ³)	Sınır Değerler (mg/m ³)
Kok Fabrikası 1 Nolu Baca	3301*	100
Kok Fabrikası 2 Nolu Baca	1583	
1 Nolu Kuvvet Santrali	21	145
2 Nolu Kuvvet Santrali	52	131
3 Nolu Kuvvet Santrali	13	142
4 Nolu Kuvvet Santrali	24	124
5 Nolu Kuvvet Santrali	4	100
1 Nolu Kireç Fabrikası	21145*	
2 Nolu Kireç Fabrikası	18160*	
3 Nolu Kireç Fabrikası	15	
Sinter	46304*	-
1 Nolu Slab Fırını	53.3	
2 Nolu Slab Fırını	79	
1 Nolu Yüksek Fırın	1207	
2 Nolu Yüksek Fırın	23	

Ek-9 Ereğli Demir-Çelik Fabrikalarına Ait CO Emisyonları.

ÜNİTENİN ADI	Emisyon Miktarı (mg/m ³)	Sınır Değerler (mg/m ³)
Kok Fabrikası 2 Nolu Baca	602	500
Kok Fabrikası 1 Nolu Baca		
1 Nolu Kuvvet Santrali	456	800
2 Nolu Kuvvet Santrali	606	800
3 Nolu Kuvvet Santrali	360	800
4 Nolu Kuvvet Santrali	382	597
5 Nolu Kuvvet Santrali	63	500
1 Nolu Kireç Fabrikası	81	
2 Nolu Kireç Fabrikası	100	
3 Nolu Kireç Fabrikası	83	
Sinter	1432	-
1 Nolu Slab Fırını	756	
2 Nolu Slab Fırını	214	
1 Nolu Yüksek Fırın	70	
2 Nolu Yüksek Fırın	59	

Ek-10 Ereğli Demir-Çelik Fabrikalarına Ait NO_x Emisyonları.

ÜNİTENİN ADI	Emisyon Miktarı (mg/m ³)	Sınır Değerler (mg/m ³)
Kok Fabrikası 1 Nolu Baca	8	250
5 Nolu Kuvvet Santrali	12	200
1 Nolu Kireç Fabrikası	1510	
2 Nolu Kireç Fabrikası	517	
3 Nolu Kireç Fabrikası	10	
Sinter	300	-
1 Nolu Slab Fırını	2	
2 Nolu Slab Fırını	2.4	
1 Nolu Yüksek Fırın	2	

Ek-11 Ereğli Demir-Çelik Fabrikalarına Ait Toz (PM) Emisyonları.

Parametre	Birim	Ölçülen Miktar	Kabul Değeri
Kızgın Yağ Kazanı			
Toz (PM)	mg/m ³	45	200
Kükürt dioksit	mg/m ³	5190*	2000
Azot oksitleri	mg/m ³	368	1000
Karbon monoksit	mg/m ³	20	250

Ek-12 Oyka Kağıt Fabrikası Baca Gazı Sonuçları.

Parametre	Ünitenin Adı	Ölçülen Miktar	Kabul Değeri
Toz (PM)	-Tünel Fırın Ünitesi - Yakma Kazanı Ünitesi	75	190
Karbonmon	-Tünel Fırın Ünitesi - Yakma Kazanı Ünitesi	234* 41	175
Kükürt dioksit	-Tünel Fırın Ünitesi - Yakma Kazanı Ünitesi	2582* 3810*	1700
Azot oksitleri	-Tünel Fırın Ünitesi - Yakma Kazanı Ünitesi	414 500	1000
Flor	-Tünel Fırın Ünitesi - Yakma Kazanı Ünitesi	0,5 -	5
İslilik	-Tünel Fırın Ünitesi - Yakma Kazanı Ünitesi	3 -	5

(*) işaretli değerler kabul edilebilir değerlerin üzerindedir.

Ek-13 Zonguldak Yatırımcılık Filyos Ateş Tuğla Fabrikası Baca Gazı Sonuçları.

Parametre	Birim	Ölçülen Değer	Kabul Değeri
Kükürt dioksit	mg/m ³	522	1700
Azot oksitler	mg/m ³	796	1000
Karbon monoksit	mg/m ³	23180*	175

(*) Kabul edilebilir değerlerin üzerindeki emisyonları gösterir.

Ek-14 Yurtbay Tuğla Kiremit Fabrikası Baca Gazı Sonuçları.

Parametre	Ünitenin Adı	Analiz Sonucu	Kabul Değeri
Kükürt dioksit	Kamara Fırın - Sinterize Fırın	5675* 2547*	1700
Azot oksitleri	Kamara Fırın - Sinterize Fırın	675 292	1000
Karbon monoksit	Kamara Fırın - Sinterize Fırın	77 1790*	175
İslilik	Kamara Fırın - Sinterize Fırın	2 3	4
Flor	Kamara Fırın - Sinterize Fırın	3 12,4	30

* İşletmenin karbon monoksit ve emisyonu kabul edilebilir değerlerin üzerindedir.

Ek-15 Çaytaş Ateş Tuğla Fabrikası Baca Gazı Sonuçları.

Parametre	Ünitenin Adı	Ölçülen Değer	Kabul Değeri
Toz (PM)	- Tünel Fırın - Kamara Fırın	3 5	10
Karbon monoksit	- Tünel Fırın - Kamara Fırın	88 95	100
Kükürt dioksit	- Tünel Fırın - Kamara Fırın	0 0	100
Formaldehit	- Tünel Fırın - Kamara Fırın	2 3	10
Flor	- Tünel Fırın - Kamara Fırın	0,8 0,7	5
Azot oksitleri	- Tünel Fırın - Kamara Fırın	194 185	-

Ek-16 Çanakçılar Seramik Fabrikasının Baca Gazı Sonuçları.

Parametre	Birim	Ölçülen Değer	Kabul Değeri
Karbon monoksit	mg/m ³	156	175
Kükürt dioksit	mg/m ³	575	1700
Azot oksitleri	mg/m ³	63	75

Ek-17 Aytek Hazır Beton A.Ş.'nin Baca Gazı Sonuçları.

	Birim	Ölçülen Değer	Kabul Değeri
Cüruf Kurutma Ünitesi			
Toz (PM)	mg/m ³	40	120
Karbon monoksit (CO)	mg/m ³	88	175
Kükürt dioksit (SO ₂)	mg/m ³	370	1700
Azot oksitleri (NO _x)	mg/m ³	445	-
TOZ			
Değirmen Ünitesi	mg/m ³	23,4	75
1 Nolu Paketleme Ünitesi	mg/m ³	12	75
2 Nolu Paketleme Ünitesi	mg/m ³	4	75
Bunker Üstü Toz Toplama	mg/m ³	14	75

Ek-18 La Farge Çimento Fabrikasının Baca Gazı Sonuçları.

Parametre	Birim	Ölçülen Değer	Kabul Değeri
Azot oksit	mg/m ³	332	-
Karbon monoksit	mg/m ³	240	250
Kükürt dioksit	mg/m ³	500	2000

Ek-19 Ayanoglu Ev Aletleri A.Ş.nin Baca Gazı Sonuçları.

Parametre	Birim	Ölçülen Değer	Kabul Değeri
Azot oksit	mg/m ³	346	-
Karbon monoksit	mg/m ³	131	175
Kükürt dioksit	mg/m ³	3339*	1700

Ek-20 Gökçe Yağ ve Ambalaj Sanayinin Baca Gazı Sonuçları.

Parametre	Ünitenin Adı	Ölçülen Değer	Kabul Değeri
Toz (PM)	- 1 Nolu Kurutma Fırını	280*	200
	- 2 Nolu Kurutma	320*	200
	- Yağ Kazanı	6	190
Karbon monoksit	- 1 Nolu Kurutma Fırını	420*	250
	- 2 Nolu Kurutma	8000*	250
	- Yağ Kazanı	25	175
Kükürt dioksit	- 1 Nolu Kurutma Fırını	3	2000
	- 2 Nolu Kurutma	0	2000
	- Yağ Kazanı	400	1700
Azot oksitleri	- 1 Nolu Kurutma Fırını	530	1000
	- 2 Nolu Kurutma	880	-
	- Yağ Kazanı	160	-

(*)işaretli değerler kabul edilebilir değerlerin üstündedir.

Ek-21 Devrektaş Sunta ve Parke Fabrikasına Ait Baca Gazı Sonuçları.

Parametre	Birim	Ölçülen Değer	Kabul Değeri
Toz (PM)	mg/m ³	380*	200
Karbon monoksit	mg/m ³	7052*	250
Kükürt dioksit	mg/m ³	0	2000
Azot oksitleri	mg/m ³	126	-

(*) İşletmenin karbon monoksit ve toz ölçümleri sınır değerlerin üzerindedir.

Ek-22 Başoğlu Orman Ürünleri Sanayinin Baca Gazı Sonuçları.

Parametre	Birim	Ölçülen Değer	Kabul Değeri
Toz (PM)	mg/m ³	0,4	10
Karbon monoksit	mg/m ³	92	100
Kükürt dioksit	mg/m ³	0	100
Formaldehit	mg/m ³	0,6	20

Ek-23 Ak-Al Tekstil A.Ş.(Ak Enerji)'nin Baca Gazı Sonuçları.