



**T.C.**  
**KONYA TEKNİK ÜNİVERSİTESİ**  
**LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

**KONYA KANALİZASYON  
SİSTEMİNDEKİ ATIKSUYUN KİRLİLİK  
DEĞERLERİNİN CBS YARDIMIYLA  
ZAMANSAL VE MEKÂNSAL OLARAK  
HARİTALANDIRILMASI**

**Sefa ÇETİN**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı**

**Nisan-2023**  
**KONYA**  
**Her Hakkı Saklıdır**

## TEZ KABUL VE ONAYI

Sefa ÇETİN tarafından hazırlanan “Konya Kanalizasyon Sistemindeki Atıksuyun Kirlilik Değerlerinin CBS Yardımıyla Zamansal ve Mekânsal Olarak Haritalandırılması” adlı tez çalışması 11/04/2023 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Konya Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

### Jüri Üyeleri

#### Başkan

Prof. Dr. Ali TOR

#### Danışman

Doç. Dr. Süheyla TONGUR

#### Üye

Dr. Öğr. Üyesi Gülnihal KARA

### İmza

Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof. Dr. Saadettin Erhan KESEN  
Enstitü Müdürü

Bu tez çalışması BAP tarafından 221001046 nolu proje ile desteklenmiştir.

## **TEZ BİLDİRİMİ**

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

## **DECLARATION PAGE**

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.

Sefa ÇETİN  
11.04.2023

## ÖZET

### YÜKSEK LİSANS TEZİ

# KONYA KANALİZASYON SİSTEMİNDEKİ ATIKSUYUN KİRLİLİK DEĞERLERİNİN CBS YARDIMIYLA ZAMANSAL VE MEKÂNSAL OLARAK HARİTALANDIRILMASI

SEFA ÇETİN

Konya Teknik Üniversitesi  
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü  
Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Süheyla TONGUR

2023, 59 Sayfa

Jüri

Doç. Dr. Süheyla TONGUR  
Prof. Dr. Ali TOR  
Dr. Öğr. Üyesi Gülnihal KARA

Konya'da sanayi alanlarında bulunan endüstriyel kuruluşlardan kanalizasyon sistemine yüksek kirlilik ihtiva eden atıksu deşarjı yapılmaktadır. Bu endüstriyel kuruluşlardan atıksularını arıtarak yönetmelikte belirlenen standartların sağlanması istenmektedir. Ancak bazı tesisler maliyetten ötürü arıtma tesisi yapmamakta ve yapanlar ise arıtma tesisinin işletilmesinde sorunlar yaşamaktadır. Bu durum kanalizasyon sisteminin işletilmesini zorlaştırmaktadır. Endüstriyel tesislerden periyodik olarak numuneler alınmakta ve gerekli takipler yapılmaktadır. Ancak işletme sayısının giderek artması numune alma, inceleme ve tespit etme aşamalarını güçleştirmektedir.

Coğrafi Bilgi Sistemleri günümüzde özellikle akıllı şehir uygulamalarında belediyelerin çokça başvurduğu bir veri tabanıdır. Bu çalışmada da endüstriyel tesislerden alınan numunelerin CBS veri tabanına aktarılarak atıksuların kirlilik değerlerinin izlenmesinin sağlayacağı avantajlar üzerinde durulmuş ve bu kapsamda ArcGIS yazılımı aracılığıyla kirlilik haritaları oluşturulmuştur. Sonuç olarak endüstriyel tesislerden alınan numune sonuçlarının CBS sistemine aktarılması, kent genelinde koku ve kirlilik gibi çevresel problemlerin kısa zamanda tespit edilebilmesi, bütüncül olarak izlenebilmesi, kanalizasyon sisteminde işletme kolaylığı sağlayabilmesi, kurumların denetimlerinin belirli bir sistematikte ilerleyebilmesi, hızlı ve doğru karar verebilmesi açısından fayda sağlayacaktır.

**Anahtar Kelimeler:** Atıksu, atıksu arıtma, CBS, kanalizasyon izleme, kanalizasyon sistemi, ArcGIS

**ABSTRACT**

**MS THESIS**

**TEMPORARY AND SPATIAL MAPPING OF THE POLLUTION  
VALUES OF WASTEWATER IN KONYA SEWAGE SYSTEM WITH THE AID  
OF GIS**

**Sefa ÇETİN**

**Konya Technical University  
Institute of Graduate Studies  
Department of Environmental Engineering**

**Advisor: Doç. Dr. Süheyla TONGUR**

**2023, 59 Pages**

**Jury**

**Supervisor Doç. Dr. Süheyla TONGUR  
Prof. Dr. Ali TOR  
Dr. Gülnihal KARA**

Wastewater containing high pollution is discharged to the sewer system from industrial establishments located in industrial areas in Konya. These industrial establishments are required to purify their wastewater and meet the standards set in the regulation. However, some facilities do not build a treatment plant due to the cost, and those who do have problems in the operation of the treatment plant. This situation complicates the operation of the sewage system. Periodic samples are taken from industrial facilities and necessary follow-ups are made. However, the increasing number of enterprises complicates the sampling, examination and detection stages.

Geographic Information Systems is a database that municipalities use a lot, especially for smart city applications. This will focus on the advantages of the protective values of wastewater by transferring the samples obtained from industrial facilities to the GIS database, and the maps of these results obtained through ArcGIS software. As a result, the transmission of the sample results obtained from industrial facilities by the GIS system can be beneficial in terms of detecting problems such as odors and residues throughout the city in a short time, monitoring them holistically, ensuring the operational life of the drainage system, progressing the inspections of the regions in a certain region, and making fast and accurate decisions.

**Keywords:** Wastewater, wastewater treatment, GIS, sewer monitoring, sewer system, ArcGIS

## ÖNSÖZ

Bu çalışmanın gerçekleştirilmesindeki katkılarından dolayı danışmanım Doç. Dr. Süheyla TONGUR'a teşekkür ederim. Ayrıca analiz çalışmalarında yardımcı olan iş arkadaşlarıma ve değerli müdürüm Muhammet ALGÜL'e teşekkürü borç bilirim.

Tüm eğitim hayatım boyunca maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen, her zaman yanımda olan kıymetli annem Hatice, babam Mehmet Fikret ve kardeşlerim Havva ve Beytullah ÇETİN ile çalışmanın tüm aşamalarında varlığıyla ve yardımlarıyla beni güçlü kılan değerli eşim Büşra BAY ÇETİN'e minnettarım.

Sefa ÇETİN  
KONYA-2023

## İÇİNDEKİLER

<b>ÖZET</b> .....	<b>iii</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>iv</b>
<b>ÖNSÖZ</b> .....	<b>v</b>
<b>İÇİNDEKİLER</b> .....	<b>vi</b>
<b>ÇİZELGE LİSTESİ</b> .....	<b>viii</b>
<b>ŞEKİLLER LİSTESİ</b> .....	<b>ix</b>
<b>SİMGE VE KISALTMALAR</b> .....	<b>x</b>
<b>1. GİRİŞ</b> .....	<b>1</b>
<b>2. KAYNAK ARAŞTIRMASI</b> .....	<b>2</b>
2.1. Atıksular ve Sınıflandırılması .....	4
2.1.1 Evsel atıksular .....	4
2.1.2 Endüstriyel atıksular .....	5
2.1.3 Endüstriyel Atıksuların Arıtılmasının Önemi .....	6
2.1.4 Endüstrilerde atıksu kaynakları ve atıksu sınıflandırması .....	8
2.1.5. Endüstriyel atıksuların kanalizasyon sistemine deşarj koşulları.....	9
2.1.6. Endüstriyel atıksulardan numune alma .....	12
2.1.7. Atıksu arıtımı ve yöntemleri .....	12
2.2. Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) .....	13
2.2.1. Yerel Yönetimler Açısından CBS'nin Önemi .....	16
2.3. Akıllı Şehirler.....	18
2.3.1. Akıllı şehirler için CBS'nin rolü .....	19
2.3.2. Kent Bilgi Sistemleri.....	20
<b>3. MATERYAL VE METOD</b> .....	<b>22</b>
3.1. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı.....	22

3.2. Çalışma Alanının Belirlenmesi .....	23
3.3. Çalışma Aşamaları .....	27
3.3.1. Numunelerin alınması .....	27
3.3.2. Analiz süreçleri .....	29
3.3.3. CBS ortamında zamansal ve mekânsal analiz aşamaları .....	31
<b>4. ARAŞTIRMA BULGULARI.....</b>	<b>34</b>
4.1. Konya’da Kent Bilgi Sistemi .....	34
4.2. KOSKİ Coğrafi Bilgi Sistemi Kullanımı .....	37
4.3. Numune Noktaları ve Analizler .....	38
4.4. Analiz Sonuçlarının Zamansal ve Mekânsal Olarak Haritalandırılması..	42
<b>5. DEĞERLENDİRME VE SONUÇ.....</b>	<b>54</b>
<b>KAYNAKLAR .....</b>	<b>56</b>



## ÇİZELGE LİSTESİ

<b>Çizelge 2.1.</b> Endüstriyel Nitelikli Atıksuların Kanalizasyon Sistemine Deşarj Standartları (Atıksuların Kanalizasyon Sistemine Deşarj Yönetmeliği, 2021) .....	11
<b>Çizelge 3.1.</b> Çalışma Kapsamında Alınan Numune Parametreleri .....	29
<b>Çizelge 3.2.</b> Parametreler Ve Değer Aralıkları .....	29
<b>Çizelge 4.1.</b> Konya Akıllı Şehir Uygulamaları .....	36
<b>Çizelge 4.2.</b> Endüstri 1 Numune Sonuçları .....	38
<b>Çizelge 4.3.</b> Endüstri 2 Numune Sonuçları .....	38
<b>Çizelge 4.4.</b> Endüstri 3 Numune Sonuçları .....	39
<b>Çizelge 4.5.</b> Endüstri 4 Numune Sonuçları .....	39
<b>Çizelge 4.6.</b> Endüstri 5 Numune Sonuçları .....	40
<b>Çizelge 4.7.</b> Kanalizasyon Birleşim Noktaları Numune Sonuçları .....	41

## ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1. Cbs Veri Katmanları.....	15
Şekil 3.1. Konya İli Karatay İlçesi.....	23
Şekil 3.2. Hacıyufmescit, Emirgazi Ve Fetih Mahalleleri .....	24
Şekil 3.3. Hacıyufmescit Mahallesi Ve İzleme Noktaları .....	24
Şekil 3.4. Fetih Mahallesi Ve İzleme Noktaları.....	25
Şekil 3.5. Emirgazi Mahallesi Ve İzleme Noktaları .....	25
Şekil:3.6. Fetih Mahallesi Kanalizasyon İzleme Noktaları .....	26
Şekil:3.7. Hacıyufmescit Mahallesi Kanalizasyon İzleme Noktaları .....	26
Şekil 3.8. Numune Çubuğuyla Numunelerin Alınması .....	28
Şekil 3.9. Open Attribute Table Sekmesi .....	32
Şekil 3.10. Arctoolbox- Idw Enterpolasyonu Menüü.....	32
Şekil 3.11. Idw Metoduyla Harita Oluşturulması .....	33
Şekil 3.12. Layer Properties Arayüzü .....	33
Şekil 4.1. Konya Kent Bilgi Sistemi.....	34
Şekil 4.2. Konya Kbs Katmanlar .....	35
Şekil 4.3. Koski Cbs Giriş Arayüzü.....	37
Şekil 4.4. Ocak Ayı pH Haritası .....	43
Şekil 4.5. Mart Ayı pH Haritası.....	43
Şekil 4.6. Mayıs Ayı pH Haritası.....	44
Şekil 4.7. Ağustos Ayı pH Haritası .....	44
Şekil 4.8. Ocak Ayı KOİ Haritası .....	46
Şekil 4.9. Mart Ayı KOİ Haritası.....	46
Şekil 4.10. Mayıs Ayı KOİ Haritası .....	47
Şekil 4.11. Ağustos Ayı KOİ Haritası .....	47
Şekil 4.12. Ocak Ayı AKM Haritası.....	49
Şekil 4.13. Mart Ayı AKM Haritası .....	49
Şekil 4.14. Mayıs Ayı AKM Haritası .....	50
Şekil 4.15. Ağustos Ayı AKM Haritası .....	50
Şekil 4.16. Ocak Ayı Yağ-Gres Haritası.....	52
Şekil 4.17. Mart Ayı Yağ-Gres Haritası .....	52
Şekil 4.18. Mayıs Ayı Yağ-Gres Haritası .....	53
Şekil 4.19. Ağustos Ayı Yağ-Gres Haritası.....	53

## SİMGE VE KISALTMALAR

<b>AKM</b>	:Askıda Katı Madde
<b>ASKİ</b>	:Ankara Su ve Kanalizasyon İdaresi
<b>AYKOME</b>	: Alt Yapı Koordinasyon Merkezi
<b>BOİ</b>	: Biyolojik Oksijen İhtiyacı
<b>CBS</b>	:Coğrafi Bilgi Sistemleri
<b>ÇDP</b>	:Çevre Düzeni Planı
<b>ÇO</b>	:Çözünmüş Oksijen
<b>DMA</b>	:İzole Alt Bölge
<b>FAO</b>	:Gıda ve Tarım Örgütü
<b>FAS</b>	:Demir Amonyum Sülfat
<b>GSM</b>	: Mobil İletişim İçin Küresel Sistem
<b>GSP</b>	: Generalised System of Preferences
<b>IDW</b>	:Ters Mesafe Ağırlıklı Enterpolasyon Yöntemi
<b>KBS</b>	:Kent Bilgi Sistemi
<b>KOİ</b>	: Kimyasal Oksijen İhtiyacı
<b>KOMEK</b>	:Konya Büyükşehir Belediye Meslek edindirme Kursları
<b>KOSKİ</b>	:Konya Su ve Kanalizasyon İdaresi
<b>NİP</b>	:Nazım İmar Planı
<b>SWOT</b>	: Strengths,Weaknesses, Opportunities, Threats
<b>TÜRKAK</b>	:Türk Akreditasyon Kurumu
<b>YBS</b>	:Yönetim Bilişim Sistemi
<b>WHO</b>	: Dünya Sağlık Örgütü

## 1. GİRİŞ

Günümüzde kentler gibi sanayi alanları da büyümekte ve gelişmektedir. Sanayi alanlarındaki atıksuların, kanalizasyona ön arıtma işlemleri uygulanarak gelmesi, kanalizasyon sisteminin ve kentsel atıksu arıtma tesislerinin işletilmesinde önemli bir faktördür. Çünkü kanalizasyon sistemlerine tesisler atıksularını ön arıtmaya tabi tutmadan, kanalizasyon sınır değerlerini sağlamadan verdiğinde bu sistemler kısa zaman içinde tahrip olur ve kentsel atıksu arıtma tesisi verimli çalışmaz (Öztürk, 2017). Bu nedenle gerekli standartları sağlamayan atıksular insan ve çevre sağlığı açısından son derece zararlıdır.

Kanalizasyon sistemlerinin sağlıklı bir şekilde işletilmesi ve kentsel atıksu arıtma tesisinde ani yüklerle sebep olmamak için endüstriyel kuruluşların rutin denetimleri Belediyeler tarafından yapılmaktadır. Bu denetimlerde tesislerin deşarj noktası ve ön arıtma çıkışlarından yönetmelikte belirlenen periyotlarda atıksu numuneleri alınmaktadır. Fakat tesis bazlı alınan bu numunelerin kanalizasyon sistemine etkisi bütüncül ve mekânsal olarak incelenememektedir. Bu nedenle yalnız tesis bazlı numune alınmayıp kanalizasyon sistemlerinin bütüncül ve süreç bazlı olarak izlenmesine olanak sağlayan veri tabanı gerekmektedir.

Günümüzde birçok kent CBS tabanlı uygulamaları kullanarak; belirli bir amaca yönelik bilgi toplama, depolama, güncelleme, analiz etme, kontrol etme ve görüntüleme gibi işlemleri gerçekleştirebilmektedir. Konya Büyükşehir Belediyesi de bu kapsamda CBS' ye birçok alanda veri girişini sağlamış ve böylece hizmet verimliliği hızı ve kalitesi arttırılmaya çalışılmıştır. KOSKİ' de ise mekâna dayalı olarak; kanalizasyon, içme suyu, tatlı su, depo, kuyu vb. veriler CBS ortamında kayıt altına alınması sağlanmıştır. CBS' de kanalizasyon verileri; bacalar, baca kapakları, boru çapları, tipleri ve kotları vb. bilgileri içermektedir. Fakat kanalizasyon sistemindeki atıksuya dair veriler bu tabanda yer almamaktadır. Yukarıda bahsedildiği gibi bu verilerin bütüncül ve süreç bazlı olarak izlenebilmesi CBS tabanı sayesinde mümkün olacaktır. Bu nedenle bu çalışmada, pilot bölge olarak sanayinin yoğun olduğu bölgedeki kanalizasyon sistemi izlenerek elde edilen analiz sonuçları ArcGIS programına aktarılacaktır.

## 2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Ban ve ark (2021) Technological trends in heavy metals removal from industrial wastewater: A review adlı çalışmalarında arsenik, bakır, krom, kadmiyum, nikel, çinko, kurşun ve cıva gibi toksik ağır metallerin zararlarına değinerek bu maddelerin endüstriyel atıksudan uzaklaştırılması gerektiğine değinmişlerdir. Ağır metallerin endüstriyel atık sularından daha verimli bir şekilde uzaklaştırılması ve geri kazanılması arayışında şimdiye kadar elde edilen çabaları ve teknolojik gelişmeleri ele alarak çeşitli parametreler üzerinden incelemeler yapmışlardır.

Baycan ve Büyükkamacı (2019) Endüstriyel Atıksuların Yönetimi” başlıklı ders kitabında, endüstriyel atıksu ile ilgili teorik ve pratik bilgileri içermektedir. Verilen bilgiler ışığında tez çalışmasında atıksuyun sınıflandırılması konusu aydınlatılmıştır.

Bhandari ve Ranade (2014) Industrial Wastewater Treatment, Recycling and Reuse adlı çalışmalarında, atıksu arıtma ve geri dönüşüm işlemleri üzerinde durarak gelişmiş fiziksel ve kimyasal yöntemlere değinmişlerdir. En son endüstri uygulamalarına ve atık dönüşümüyle enerji üretimi konularına değinmişlerdir. Tez çalışmasında ise atıksu arıtma üzerine teorik çerçevenin oluşturulmasında makalenin katkısı olmuştur.

Çiçek (2016) Konya Kanalizasyon Sistemine Kaçak Deşarjların Biyofilm Toplayıcı Ahtapot Kullanılarak İzlenmesi adlı yüksek lisans tezinde, Konya’da 9 endüstriyel ve evsel nitelikli kanalizasyon noktasından 113 örnek numune almıştır. Numuneleri analiz ederek sonuçlarını Almanya Braunschweig ve Bielefeld ile karşılaştırmıştır. Sonuçlarda kirlilik değerlerinin Almanya örneklerinden çok yüksek değerlerde çıktığını tespit etmiştir. Tez kapsamında Çiçek’in çalışması numunelerin alınması ve analiz edilerek yorumlanması aşamalarının incelenmesi açısından önemli bir örnek olmuştur.

Dustdar ve ark. (2017) Smart cities the internet of things, People and systems adlı kitabında, değer odaklı bir mimari etrafında inşa edilmiş, Akıllı Şehirlerin tutarlı ve yeni bir vizyonunu sunmaktadır. Çağdaş Akıllı Şehir kavramının sınırlamalarını açıklayarak bir sonraki gelişimsel adımın, yalnızca fiziksel altyapıyı değil, aynı zamanda bilgi teknolojisi ve insan altyapısını da aktif olarak içermesi gerektiğini belirtmektedir. Kitabın ilk bölümünde genel bir giriş ve Akıllı Şehirler vizyonunu gerçekleştirmek için gerekli olan bileşenlerden bahsetmiştir. Bölüm 2 ise Akıllı Şehir

sistemleri, altyapılarını ve yönetişimini açıklamaktadır. Bölüm 3, Akıllı Şehir platformunun sosyal bileşenini yönetmek için temel teknolojileri ve teknolojik kolaylaştırıcıları ele almaktadır. Tez çalışması kapsamında Akıllı Şehir tanımlamaları, bileşenleri ve özellikleri konusunda bu kitaptan faydalanılmıştır.

Green (2001) GIS: A Sourcebook for Schools (Geographic Information Systems Workshop) adlı kitabında, temel düzeyde CBS eğitimi vererek önemli teorik bilgiler içermektedir. Tez çalışması kapsamında da CBS' nin kavramsal olarak algılanması için gerekli teorik çerçevenin oluşturulmasında katkısı bulunmaktadır.

Holdstock (2016) Strategic GIS Planning And Management İn Local Government adlı kitabında, CBS uygulamasını yönetme süreci hakkında rehberlik sağlamak için teoriyi gerçek dünya deneyimiyle birleştirmiştir. Temel bileşenler aracılığıyla bu kitap, CBS teknolojisi hakkında düşünmenin yeni bir yolunu sunuyor. Ayrıca yerel yönetimler açısından CBS' nin önemine ve gerekliliğine değinerek bu çalışmanın ana hedeflerine katkı sağlamıştır.

Jern (2006) Industrial wastewater treatment adlı kitabında, endüstriyel atıksu arıtımıyla ilgili tesisler konusunda okuyuculara yol göstermek istemiştir. Arıtma ekipmanlarının nasıl çalıştığını, nerede kullanıldığını yanlış ekipman kullanımının ne gibi zararlara yol açacağından bahsetmektedir. Endüstriyel atık suların çeşitli olduğunu ve arıtılmadığı takdirde oluşabilecek olumsuzluklara değinerek örnekler üzerinden çıkarımlarda bulunmuştur.

Kumar (2004) Geographic Information System For Smart Cities adlı kitabında, akıllı şehirlerin CBS kullanılarak planlanabileceğini, yönetilebileceğini ve geliştirilebileceğini savunmuştur. Kitap, birçok ülkenin deneyimlerinden akıllı şehirler geliştirme olasılığını araştıran 23 uluslararası uzmanın toplu olarak oluşturduğu bir çalışmadır. Akıllı şehirler için CBS kullanımının önemine değinilen çalışmada tez açısından önemli bilgilere yer verilmiştir.

Solmaz ve Üstün (2014) Endüstriyel Atıksuların Denetimi ve Ön Arıtmanın Değerlendirilmesi–Bursa İli Örneği adlı çalışmalarında Bursa ilindeki sanayinin mevcut durumu incelenerek kategorilerine göre arıtma tesisi ve ön arıtmaya tabi tutulan debi oranları bulunmuş, gerekli değerlendirmeler yapılmış ve BUSKİ Deşarj Yönetmeliği doğrultusunda atıksu konusunda sonuçlar ve önerilerde bulunulmuştur. Tez çalışmasında ise endüstriyel atıksuyun arıtılma nedenlerine değinmek için bu çalışmadan yararlanılmıştır.

Uğurlu (2021) Konya ilinde Hava Kirliliğine Etki Eden Faktörlerin Mekânsal Analizi adlı yüksek lisans tezinde, Konya’da belirlediği 5 istasyondan verilerini T.C. Çevre Şehircilik ve İklim Bakanlığından temin ettiği hava kalitesi izleme verileriyle ArcGIS uygulaması aracılığıyla IDW metodu yöntemiyle mekânsal kirlilik haritalarını oluşturmuştur. Tez kapsamında Uğurlu (2021) ‘in yüksek lisans tezi önemli bir örnek olmuştur.

Yomralıoğlu (2000) Coğrafi Bilgi Sistemleri, Temel Kavramlar ve Uygulamalar adlı kitabında, CBS'nin Tarihsel Gelişimi, Bilgi Sistemleri, Konumsal Olmayan Bilgi Sistemleri, Konumsal Bilgi Sistemleri, Coğrafi Bilgi Sistemi Nedir, Coğrafi Varlıklar, Coğrafi Bilgi Sistemlerinde Veri Modelleri, Veri Toplama Çeşitleri, Veri Kalitesinin İrdelenmesi, Veri Denetim işlemleri, Coğrafi Bilgi Sistemlerinde Konum Analizleri, Ağ Analizleri, Geometrik İşlemler, Grid Analizi, Bilgi Sunum ve Harita Tasarımı, Coğrafi Bilgi Sistemi Yazılım Donanım ve Organizasyonları, Coğrafi Bilgi Sistemlerinde Sistem Tasarımı, Coğrafi Sistem Uygulamaları, Arazi Bilgi Sistemleri, Kent Bilgi Sistemleri anlatmıştır.

## **2.1. Atıksular ve Sınıflandırılması**

Atıksu, evsel, endüstriyel ve ticari kullanım kaynaklı oluşan sulara denilmektedir. Tüm atıksuların bileşimi bu nedenle sürekli değişir ve oldukça değişkendir. Başka bir tanımda ise atıksu; Konutlar, iş yerleri, kurumlar, fabrikalar ve tesislerin kullanımı sonrası şehir bölgelerinden cadde, otopark ve benzeri alanlardan yağışların yüzey veya yüzey altı akışa dönüşmesi sonucunda oluşan sular olarak tanımlanmıştır (Anonim, 2020a). Ayrıca Atıksuların Kanalizasyon Sistemine Deşarj Yönetmeliğinde “Evsel, endüstriyel, tarımsal ve diğer kullanımlar sonucu kirlenmiş veya özellikleri değişmiş sular” şeklinde tanımlanmaktadır (Atıksuların Kanalizasyon Sistemine Deşarj Yönetmeliği, 2021).

### **2.1.1 Evsel atıksular**

Evsel atıksu; konut, ofis, ticarethane, fabrikalar ve çeşitli kurumsal mülklerdeki sıhhi tesisatlardan boşaltılan atıksu olarak belirtilmektedir. Organik ve inorganik bileşenlerle birlikte öncelikle su (yaklaşık %99) içeren kompleks bir

karışımdır. Bunlar süspansiyon halindeki, koloidal ve çözünmüş maddelerden oluşan bileşenler veya kirletici maddelerdir. Evsel atıksu, insan atıkları içerdiğinden çok sayıda mikroorganizma içermekte ve bunlardan bazıları patojenik olabilmektedir. Kanalizasyonda bulunabilen su kaynaklı bakteriyel hastalıklar ise kolera, tifo, tüberküloz ve virüs içerebilmektedir. İnorganik bileşenler, klorürler, sülfatlar, çeşitli nitrojen ve fosfor formlarının yanı sıra karbonatlar ve bikarbonatları içermektedir. Proteinler ve karbonhidratlar, evsel atıksudaki organik maddenin yaklaşık %90'ını oluşturmaktadır. Ayrıca banyo, temizlik ve çamaşır yıkama suyundan kaynaklanan sabunlar, deterjanlar ve diğer temizlik ürünleri de atıksuda bulunabilmektedir (Mara, 2004).

Evsel atıksuların bileşimi, karbonlu bileşenler ve besin maddeleri arasındaki mevcudiyet ve denge açısından biyolojik arıtmaya uygun şekildedir. Kanalizasyonun biyolojik bozunabilirliği, Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ) ve karşılık gelen BOİ<sub>5</sub> (5 günlük BOİ) dikkate alınarak tahmin edilebilir ve KOİ:BOİ<sub>5</sub> ve BOİ<sub>5</sub>:N:P oranları ile gösterilir (Mara, 2004).

### **2.1.2 Endüstriyel atıksular**

Evsel ve yağmur suyu haricinde oluşan, endüstriyel faaliyetlerin gerçekleştirildiği alanlarda oluşan atıksulardır. Endüstriyel atıksuların karakteristikleri, endüstriler arasında farklılıklar göstermektedir. Hatta benzer endüstrilerde bile, üretimde kullanılan hammaddelerin ve uygulanan proseslerin farklılığı ve birçok faktörle birlikte çıkan atıksuyun karakterizasyonunda değişiklikler oluşturmaktadır (Şengül, 1989).

Endüstriyel atıksular, endüstri türüne ve işlenen malzemelere bağlı olarak çok çeşitli bileşimlere sahiptir. Bu atıksular bazıları organik olarak çok güçlü, biyolojik olarak kolayca parçalanabilmektedir. Büyük ölçüde inorganik veya potansiyel olarak inhibitör olabilmektedirler. Endüstriyel atıksu akışlarının akış modeli, evsel atıksu akışlarından çok farklı olabilmektedir. Çünkü endüstriyel atıksu, ev ortamında karşılaşılan olağan faaliyetlerden ziyade bir fabrika içindeki işlemlerin doğasından etkilenmektedir. Akış modelini etkileyen önemli bir faktör, fabrikalardaki işin vardiyalı doğasından kaynaklanmaktadır. Bu vardiyalar 8 saatlik veya 12 saatlik vardiyalar şeklinde olabilmektedir. Bu durum, kanalizasyonda görülen akışta iki tepe



noktasından fazlasının olabileceği ve günün bazı bölümlerinde akışın olmayabileceği anlamına gelebilmektedir. Fabrikalar haftada beş ile yedi gün çalışabilmektedirler. Fabrikanın çalışmadığı günlerde sıfır akış olasılığı olabilmektedir (Ban ve ark, 2021).

Endüstriyel atıksular, tek bir endüstri türünden ancak farklı yerlerden gelen atıksular için bile çok farklı özelliklere sahip olabilmektedir. Bu farklılıkların nedeni, her tesiste benimsenen işletim prosedürleri ve burada kullanılan ham maddelerle alakalıdır. Bir fabrika içindeki atıksu özellikleri de zamanla değişebilmektedir. Düzenli olarak meydana gelen bu olayların dışında, fabrika içinde nadiren meydana gelebilecek ancak atıksu arıtma tesisinin performansı üzerinde çok olumsuz etkileri olabilecek dökülmeler ve boşaltmalar olabilmektedir. Sonuç olarak, bir endüstriyel atıksu ile ön arıtma ve arıtma gereksinimlerinin çok dikkatli bir şekilde değerlendirilmesi gerekmektedir. Bazı durumlarda endüstriyel atıksular, ticari ve mesken binalarına hizmet veren bir kanalizasyon sistemine deşarj edilebilmektedir. Atıksu akışlarının bu tür bir kombinasyonu belediye atıksuyu olarak bilinmekte ve bu tür bir atıksu karışımının kalitesi, içindeki endüstriyel atıksuların oranına ve endüstriyel atıksu akışlarına katkıda bulunan endüstrilerin türüne bağlı olarak değişebilmektedir. Endüstriyel atıksuyun kendi başına arıtılmasına kıyasla kombine atıksuyun daha kolay arıtılmasını sağlaması beklenmektedir. Bununla birlikte, bir kanalizasyon sistemine boşaltma seçeneğinin mevcut olduğu durumlarda bile, bu tür bir boşaltmaya izin verilmeden önce fabrikada sıklıkla bir dereceye kadar ön arıtma gerekmektedir. Bu, alıcı kanalizasyonları korozyondan korumak ve ayrıca alıcı arıtma tesisinin performansını organik substrat aşırı yüklenmesinden korumak için gerekmektedir (Bhandari ve Ranade, 2014).

### **2.1.3 Endüstriyel Atıksuların Arıtılmasının Önemi**

Yeryüzünün suyu esas olarak doğada tuzlu olarak bulunmaktadır (yaklaşık %97). Kalan (%3) suyun %87'si kutuplarda ve buzullarda bulunmaktadır. Bu, dünyadaki tüm suyun yalnızca %0,4'ünün erişilebilir tatlı su olduğu anlamına gelmektedir. Ayrıca doğrudan insan tüketiminin yanı sıra, tarımsal, kentsel ve endüstriyel ihtiyaçlar için de su gereklidir. Tatlı su kıtlığı, çatışma riskini, halk sağlığı sorunlarını, gıda üretiminin azalmasını, endüstriyel üretim genişlemesinin engellenmesini artırmakta ve bu sorunlar çevreyi tehdit etmektedir. Bununla birlikte,

tatlı su kıtlığı, yalnızca tatlı su kaynaklarının eşit olmayan dağılımından ve tatlı su talebinden değil, aynı zamanda hâlihazırda kullanımda olan tatlı su kaynaklarında giderek artan bir şekilde azalan su kalitesinden kaynaklanmaktadır. Bu azalan su kalitesi öncelikle kirlilikten kaynaklanmaktadır. Ayrıca deniz de bu durumlardan etkilenmektedir. Arıtılmamış endüstriyel atıksular, tatlı su ve tuzlu su kütlelerine kirlenici maddeler katmaktadır. Bir nehre veya başka bir tatlı su kütlelerine karışan kirleniciler, çevrede engellenmeden yol almalarına izin verildiği takdirde nihai deposu olan denizlere kadar ilerlemektedir (Gunatilake, 2015).

Kirlenicilerin su ortamı üzerinde farklı etkileri olmaktadır. Bunlardan ilki suyun berraklığına ve sudaki oksijenin çözünmesine olan etkisidir. Su berraklığı, inorganik ve suda asılı duran organik partiküllerin neden olabileceği bulanıklıktan etkilenmektedir. Su biyolojik bozunmaya uğrayabilmekte ve bu nedenle oksidasyon etkilerine de sahip olabilmektedir. Bulanıklık, ışık geçirgenliği ve fotosentezi azaltıp suda yaşayan hayvanların yiyecek toplama kapasitesini olumsuz yönde etkileyebilmektedir. Çok ince partiküller de balıkların solungaç yüzeylerini tıkayarak solunumu etkileyerek balıkları öldürebilmektedir. Çöken partiküller, çamur tabakaları oluşturarak su kütlelerinin yatağında ve bitki yapraklarında birikebilmektedir. Çamur tabakaları biriktikçe, sonunda büyük çamur yığınları haline gelebilir ve bunlardaki malzeme organik ise, ayrışması kötü kokulara neden olabilmektedir. Çöken malzemenin aksine, sudan daha hafif parçacıklar ise yüzeye çıkarak ışığın geçişine, oksijenin çözünmesine ve fotosentezi kötü yönde etkilemektedir. Organik veya mineral yapılarına bakılmaksızın, her iki tip de hava-su ara yüzünde etkileşime neden olup oksijen transferini engellemektedir. Evsel atıksuyun aksine, endüstriyel deşarjlar ortam sıcaklıklarının önemli ölçüde üzerinde sıcaklıklara sahip olmaktadır. Bunlar alıcı suyun sıcaklığını yükseltip ve oksijenin çözünürlüğünü azaltmaktadır. Bunun dışında sıcaklıktaki hızlı değişimler termal şoka neden olabilmekte ve bu daha hassas türler için öldürücü olabilmektedir (Jern, 2006).

Serbest oksijenin tükenmesi aerobik organizmaların hayatta kalmasını etkilemektedir. Algler bu süreçte önemli bir rol oynamaktadır. Oksijen ihtiyacı oluşturan organik veya inorganik maddelerin (yani BOİ veya KOİ ile belirtildiği gibi) mevcudiyetinin neden olduğu biyolojik veya kimyasal süreçlerin bir sonucu olarak oksijen tükenmesi meydana gelirse, bu kapasiteyi aşarsa çözünmüş oksijen (ÇO) seviyeleri düşmektedir.

Birçok endüstriyel atıksu, potansiyel olarak engelleyici veya toksik maddeler içermektedir. Bir ekosistemde bu tür maddelerin varlığı biyolojik çeşitliliğin kaybına neden olmaktadır. Bu tür maddelerin biyolojik sistemler üzerindeki etkisinin farkındalığı, yalnızca çevrenin korunması açısından değil, aynı zamanda endüstriyel atıksuların arıtılmasında kullanılan biyolojik sistemler üzerindeki etkileri açısından da önemli olmaktadır (Jern, 2006).

Atıksularda ve endüstriyel atıklarda bulunan ağır metaller, çevre kirliliğinin başlıca endişe kaynağıdır. Bu elementlerin çoğu suda yüksek oranda çözünür, iyi bilinen toksik ve kanserojen maddelerdir. Ağır metaller şu elementler olarak kabul edilmektedir: Bakır, Gümüş, Çinko, Kadmiyum, Altın, Cıva, Kurşun, Krom, Demir, Nikel, Kalay, Arsenik, Selenyum, Molibden, Kobalt, Manganez ve Alüminyum. İnsan nüfusu ve alıcı su kütlelerinin fauna ve florası için ciddi tehditler oluşturmaktadırlar. Emilip insan vücudunda birikerek sağlık açısından ciddi sonuçlara neden olabilmektedirler. Kanser, organ hasarı, sinir sistemi hasarı ve ölüm gibi sağlık problemlerine sebep olmaktadır. İnsan ve çevrenin tehlikeli kimyasallara maruz kalmasını en aza indirmek için atıksu düzenlemeleri oluşturulmuştur. Bunlar, tahliye edilen atıksuda bulunabilecek ağır metallerin türleri ve konsantrasyonları ile ilgili sınırları içermektedir. Bu nedenle metalle kirlenmiş atıksuyun çevre ve kanalizasyon sistemine deşarjından önce arıtılması gerekmektedir (Gunatilake, 2015).

Endüstriyel tesislerinden çıkan atıksuların uzaklaştırmanın en basit yolu kanalizasyon sistemine boşaltılmasıdır. Kanalizasyon sistemine gelen atıksuyun bu sisteme zarar vermeyecek nitelikte olması gerekmektedir. Bu nedenle atıksuyun kanalizasyona gelmeden önce tesislerde bir ön arıtma yapılması deşarj ortamı için kritik öneme sahiptir (Solmaz ve Üstün, 2014).

#### **2.1.4 Endüstrilerde atıksu kaynakları ve atıksu sınıflandırması**

Atıksuların kirlilik derecelerine göre sınıflandırılmaları, tesise gelen atıksuyun hacminin azaltılmasında, daha basit arıtma işlemlerinin uygulanabilmesinde ve böylece gerekli deşarj standartlarına ulaşılabilmesinde etkili olmaktadır. Endüstriyel tesislerde oluşan atıksular; üretim proseslerinden gelen atıksular, temizlik, yıkama ve sıhhi

amaçlarla işletmede kullanılan suların oluşturduğu atıksular, yağmur suları ve soğutma sularıdır (Baycan ve Büyükkamacı, 2019).

Üretim proseslerinden gelen atıksulara; Metal endüstrisinde kaplama banyolarının dökülmesi, hurda plastik yıkama tesislerinde oluşan atıksular, gübre endüstrisinde ana çözelti atıkları, gıda işletmelerinden kaynaklı atıksular proses sularına örnek olarak verilebilmektedir. Desarj standartlarında endüstriler için getirilen sınırlandırmalar bu atıksular için tanımlanmıştır. Proses dışı atıksular ise, temassız soğutma suları, kazan suyu hazırlama atıksuları, kirlenmemiş saha suları örnek olarak verilebilmektedir. Proses dışı atıksularla proses atıksularının karşılaştırılması istenmez ve yönetmeliklerde “seyreltme yasağı” getirerek bu karışım engellenmektedir. Buna göre proses atıksularının ayrı bir kanal sistemi ile toplanması, yapılacak arıtma uygulaması ve denetime kadar bütün aşamalar için yararlı olabilmektedir. Soğutma suları hammadde, ürün veya teçhizatın soğutulması amacıyla kullanılır. Temas tipi soğutma suları çoğunlukla temas ettiği materyalden geçen kirleticiler nedeniyle kirletici içerebilir ve bu nedenle proses suyu kapsamında ele alınabilmektedir.

Endüstriyel atıksu miktarı her sektörde farklılık gösterebilmektedir. Aynı faaliyet gösteren sektörlerde de kullanılan ekipmanlar, proses tipleri gibi uygulamalar farklılık gösterebileceğinden tesislerde de atıksu miktarlarında ve karakterizasyonda değişim olabilmektedir. Tesisten deşarj edilen atıksu miktarındaki her kirletici o tesisin prosesleri ve fabrikadaki değişkenlerin karşılığıdır. Birebir aynı veya benzer nitelikteki tesislerin atıksu karakterizasyonlarında farklılık görülebilmektedir. Bu tesisler aynı hammaddeyi kullansa bile fabrikadaki farklı uygulamalar sebebiyle atıksu karakteri değişebilmektedir (Ardalı, 2021).

### **2.1.5. Endüstriyel atıksuların kanalizasyon sistemine deşarj koşulları**

Endüstriyel tesisler atıksularını buldukları yerleşim yerlerinin kanalizasyon sistemine deşarj edebilmektedirler. Fakat bunun gerçekleşebilmesi için ülkemizde Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği ilkelerine uymaları gerekmektedir. Bu ilkeler; “atıksu oluşumuna sebep olan gerçek ve tüzel kişilerin arıtma ve deşarj tesislerinden kaynaklı bütün harcamalardan kendilerinin sorumlu olduğu ve içme suyu şebekesi haricinde su kullanan tesislerin kullandıkları su miktarlarını ilgili idare yönetimine belgelemek ve kanalizasyon sistemine bedeli karşılığında bağlanmak zorunda olduğu

belirtilmektedir”. Atıksuyun, alt yapı sistemine vidanjör veya benzeri bir araçla boşaltılabilmesi için ise; Alt yapı sistemine zarar vermemesi, insan ve çevre sağlığı açısından sakınca oluşturmaması, arıtma tesisinin işletilmesini ve arıtma verimini olumsuz yönde etkilememesi ve arıtılmayacak maddeler içermemesi gerekmektedir (Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği, 2004). Endüstriyel tesislerin atıksularını kanalizasyon sistemine bağlayabilmeleri için gerekli izin, ilgili idareler tarafından verilmektedir.

Konya’da işletmelerin evsel veya endüstriyel atıksularını kanalizasyon sistemine bağlayabilmeleri için gerekli izin, Konya Su ve Kanalizasyon İdaresi tarafından verilmektedir. Atıksularını kanalizasyon hattına bağlayabilmeleri için öncelikle KOSKİ den deşarj iznine ait belgeyi almaları gerekmektedir. KOSKİ Atıksuların Kanalizasyon Sistemine Deşarj Yönetmeliği hükümleri doğrultusunda yapılan incelemeler neticesinde, işletmenin atıksuyunun kanal kabul kriterlerine uygun olup olmadığına karar verir. Atıksuyun yönetmelik hükümlerinde belirtilen deşarj standartlarına uygun olmaması durumunda; işletmelerden atıksularının kanalizasyon sistemine deşarjına uygun hale getirmeleri için önlem (ön arıtma) almaları istenebilmektedir.

KOSKİ kanalizasyon sistemine deşarj yönetmeliği standartları Çizelge 2.1 de görüldüğü üzere endüstriyel tesislerin oluşturdukları atıksuları belirtilen limit değerlerini aşmaması ve bunun için gerekli önlemleri alması gerekmektedir. Endüstriyel tesislerin deşarj noktalarından anlık veya kompozit numuneler alınabilir. Çizelgedeki standartlar 2 saatlik kompozit numune alınması durumunda aynen karşılığdır. Anlık numune alınması durumunda çizelgedeki deşarj limit değerleri %20 fazlası olarak kabul edilmekte ve işlem yapılmaktadır. 1. Sütundaki standartları sağlamayan tesislerde 2. ve 3. Sütunda debi ile bağlantılı izin verilebilecek konsantrasyon değerlerine bakılarak yönetmelikte belirtilen hükümler uygulanmaktadır.

**Çizelge 2. 1.** Endüstriyel nitelikli atıksuların kanalizasyon sistemine deşarj standartları  
(Atıksuların Kanalizasyon Sistemine Deşarj Yönetmeliği, 2021)

Parametreler	Kanalizasyon Sistemleri Biyolojik veya Eşdeğeri Arıtma İle Sonuçlanan Atıksu Altyapı Tesislerinde (2 Saatlik Kompozit Numune)	Atıksu Debisi $\leq 5\text{m}^3/\text{gün}$ olan tesisler için (2 Saatlik Kompozit Numune)	Atıksu Debisi $>5\text{m}^3/\text{gün}$ $\leq 50\text{m}^3/\text{gn}$ olan tesisler için (2 Saatlik Kompozit Numune)
Sıcaklık ( $^{\circ}\text{C}$ )	40	40	40
pH	6 -10	6-10	6-10
İletkenlik (mS)	4.000	6000	5000
Askıda katı madde (AKM) (mg/L)	400	1000	600
Yağ ve gres (mg/L)	150	300	200
Katran ve petrol kökenli yağlar (mg/L)	50	120	75
Kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) (mg/L)	800	4000	1800
Fenol (mg/L)	20	30	25
Sülfat ( $\text{SO}_4^{-2}$ ) (mg/L)	1700	2200	2000
Arsenik (As) (mg/L)	3	10	5
Toplam kurşun (Pb) (mg/L)	3	10	5
Toplam cıva (Hg) (mg/L)	0,2	0,4	0,3
Toplam kadmiyum (Cd) (mg/L)	2	5	4
Toplam siyanür (CN $^{-}$ ) (mg/L)	10	20	15
Toplam krom (Cr) (mg/L)	5	10	7
Serbest klor (mg/L)	5	10	7
Toplam sülfür (S) (mg/L)	2	5	4
Toplam bakır (Cu) (mg/L)	2	5	4
Toplam nikel (Ni) (mg/L)	5	10	7
Toplam çinko (Zn) (mg/L)	10	20	15
Toplam kalay (Sn) (mg/L)	5	10	7
Toplam gümüş (Ag) (mg/L)	5	10	7
Toplam demir (Fe) (mg/L)	5	10	7
Toplam alüminyum (Al) (mg/L)	5	10	7
Klorür ( $\text{Cl}^{-}$ ) (mg/L)	10.000	15000	12000

### 2.1.6. Endüstriyel atıksulardan numune alma

Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliğinde endüstriyel atıksuların alıcı ortama verilmesi için uygun kriterlerin sağlanması gerektiği belirtilmektedir. Bu kriterlerden biri de numune alma konusuna yöneliktir. Arıtma çıkışları ve deşarj edilen sudan suyun kalitesinin ölçülebilmesi için numune alınması gerekmektedir. Numune alırken alınacak numunenin hangi analiz için alınacağı belirlenmesi gerekmektedir. Bu belirlemeye göre numune alma, saklama ve taşıma prosedürleri planlanmalıdır. Aksi halde, alınan numune sonuçları yanlış kararlara ve yanlış arıtma tesisi planlanmasına sebep olabilmektedir.

Numune, karışımın en iyi olduğu yerden alınmalıdır. Endüstriyel tesislerden proses kaynaklı atıksuların ortak çıkış noktalarından veya mevcut ise ön arıtma çıkışlarından alınması gerekmektedir.

Numune alma yöntemleri anlık numuneler ve kompozit numuneler olmak üzere 2 ye ayrılmaktadır. Anlık numuneler, tüm numunenin belirli bir zamanda alınmasına denir. Kompozit numuneler ise belirli sayıdaki anlık numunelerin karışımına, belirli zaman aralıklarıyla ya da farklı noktalardan aynı anda alınan numunelerin birleştirilmesine denir (Anonim, 2020b).

### 2.1.7. Atıksu arıtımı ve yöntemleri

Su kirliliği Kontrolü yönetmeliğinde atıksu arıtımı tanımı “Suların çeşitli kullanımlar sonucunda atıksu haline dönüşerek yitirdikleri fiziksel, kimyasal ve bakteriyolojik özelliklerinin bir kısmını veya tamamını tekrar kazandırabilmek ve/veya boşaldıkları alıcı ortamın doğal fiziksel, kimyasal, bakteriyolojik ve ekolojik özelliklerini değiştirmeyecek hale getirebilmek için uygulanan fiziksel, kimyasal ve biyolojik arıtma işlemlerinin birini veya birkaçını kapsamaktadır ” şeklinde yapılmaktadır (Su Kirliliği Yönetmeliği, 2004).

Atıksudaki kirleticilerin uzaklaştırılması için birincil, ikincil ve ileri arıtma yöntemleri uygulanmaktadır. Birincil arıtma, atıksu yüzeyinde bulunan katı maddeler ve çökeltme özelliğine sahip katı maddelerin uzaklaştırılması işlemlerini kapsayan fiziksel arıtma ünitelerini içermektedir. Fiziksel arıtmada çöktürme ve yüzdürme prosesleri kullanılmaktadır (Izgaralar, elekler, kum tutucular, dengeleme,

çökeltim ve flotasyon havuzları). Kimyasal ve biyolojik arıtma ünitelerini içeren ikincil arıtmada ise organik maddelerin giderimi sağlanmaktadır. Kimyasal arıtma, kimyasal ilavesiyle (koagülant vb.) atıksuda biyolojik olarak arıtılmayan maddelerin giderilmesi işlemidir. Biyolojik arıtma da ise mikroorganizmalar etkili olmaktadır. Mikroorganizmalar sayesinde organik katı maddeler atıksudan arıtılmaktadır. İkincil arıtmada arıtılmayan kirleticiler ileri arıtma yönteminde giderilmeye çalışılmaktadır. Nitrifikasyon, denitrifikasyon, adsorpsiyon, iyon değiştirme yöntemleri sayesinde, fiziksel ve biyolojik arıtmada yeterli düzeyde arıtılmamış kirletici maddeler arıtılabilmektedir (Çevresel göstergeler, 2021).

## 2.2. Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS)

CBS yeryüzüne ait bilgileri belirli bir amaca yönelik olarak toplama, bilgisayar ortamında depolama, güncelleştirme, kontrol etme, analiz etme, görüntüleme gibi işlemlere olanak sağlayan bir karar destek sistemidir. CBS'ler mekanla ilişkili her durumda olayların mekansal ilişkilerini açıklamakta ve sonuca ulaşım karar verme süreçlerinde kullanılan bir araçtır. CBS, daha iyi karar vermeyi coğrafi kayıtlar tutmayı, coğrafi olarak yönetmeyi ve yüksek verimlilikte çalışmanın getirdiği maliyetin azalmasını sağlamaktadır (Green, 2001). CBS, dünya yüzeyindeki konumlarla ilgili verileri almak, depolamak, kontrol etmek ve görüntülemek için kullanılan bir bilgisayar sistemidir. Her türlü veriyi oluşturan, yöneten, analiz eden ve haritalayan mekânsal bir sistemdir. CBS, verileri bir haritaya bağlar, konum verilerini her tür tanımlayıcı bilgiyle entegre eder. Bilimde ve hemen hemen her endüstride kullanılan haritalama ve analiz için bir temel sağlamaktadır. CBS, kullanıcıların kalıpları, ilişkileri ve coğrafi bağlamı anlamalarına yardımcı olur. Faydaları arasında gelişmiş iletişim ve verimliliğin yanı sıra daha iyi yönetim ve etkili karar verme yer almaktadır. Neredeyse her alanda yüz binlerce kuruluş, dünya çapında iletişim kuran, analiz yapan, bilgi paylaşan ve karmaşık sorunları çözen haritalar yapmak için CBS kullanmaktadır (Robert, 1987).

CBS'nin temel işlevleri veri, analiz, güncelleme, kalite kontrol, çizelgeleme ve görüntüleme işlemleridir. Calkins ve ark. (1976) liste yönetimi, veri toplama, giriş ve depolama, analiz, bilgi çıkışı, temel CBS alt sistemleri ve bilgi kullanımı olarak CBS'nin işlevlerini sıralamışlardır. Clarke (1986), Calkins'in yönetim ve bilgi kullanım



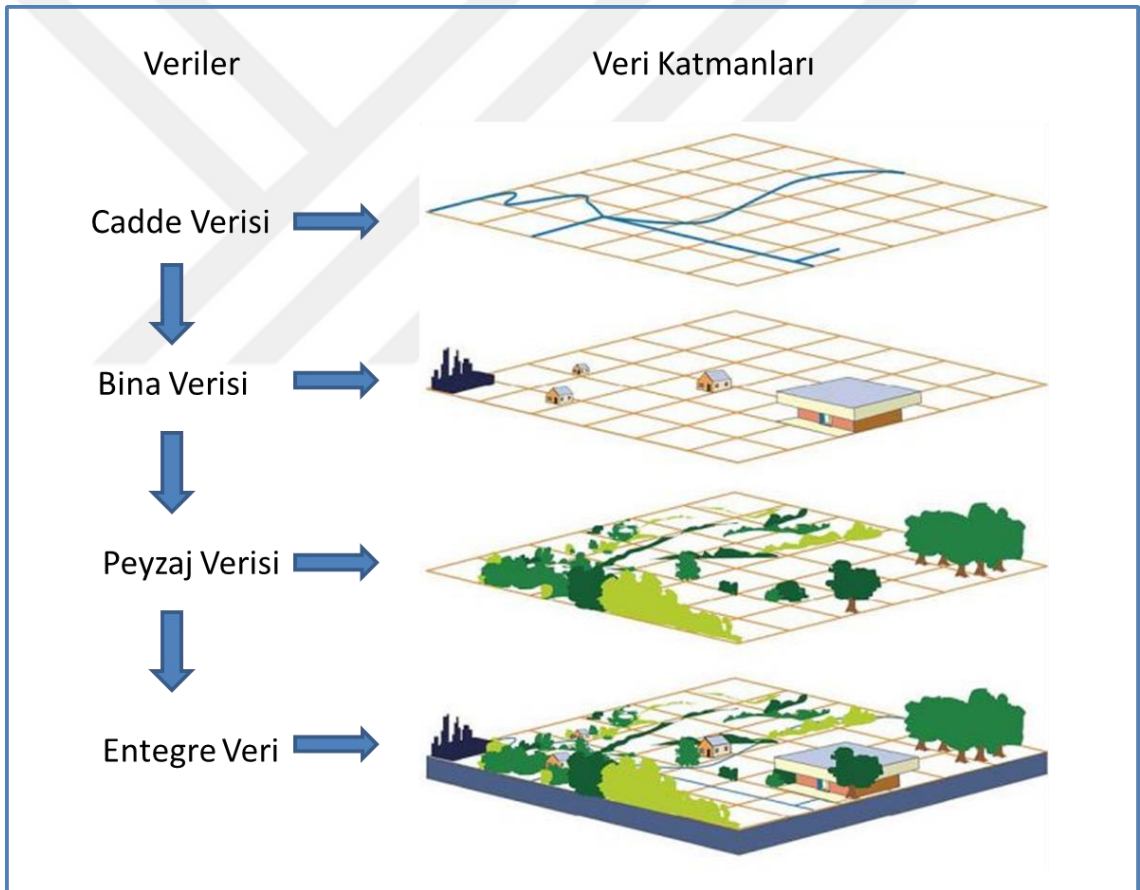
işlevlerini bu sıralamaya eklemiştir. Chrisman (1983) ise listeye kalite kontrolünü de eklemiştir (Langran, 1993).

Coğrafi Bilgi Sistemlerinin 4 ana unsuru vardır. Bunlar; coğrafi verileri oluşturma, veri tabanını yönetme, modelleri analiz etme ve bir haritada görüntüleme olarak sıralanabilmektedir. CBS' nin ana işlevleri ise 3 gruba ayrılmaktadır. Bunlar; veri, donanım ve yazılım olarak sıralanmaktadır. CBS, mekânsal konumu kullanarak birçok farklı türde veri katmanını entegre etmektedir. Çoğu verinin coğrafi bir bileşeni vardır. CBS verileri, elektronik tablolara ve tablolara bağlı görüntüleri, özellikleri ve temel haritaları içermektedir. CBS, konum verilerini tematik katmanlar halinde saklamaktadır. Her veri kümesi, özellikle ilgili bilgileri depolayan bir öznitelik tablosuna sahiptir. CBS verilerinin iki ana türü raster ve vektördür. Raster veriler, verileri satırlarda ve sütunlarda depoladıkları için ızgaralara benzemektedir. Ayrık veya sürekli olabilmektedirler. Örneğin, genellikle arazi örtüsünü, sıcaklık verilerini ve görüntüleri tarama verileri olarak temsil edilmektedir. Vektörler ise noktalar, çizgiler ve köşeleri olan çokgenlerdir. Örneğin, yangın hidrantları, konturlar ve idari sınırlar genellikle vektörlerdir. Donanım CBS yazılımını çalıştıran unsurdur. Bilgisayar, monitör, depolama kartları veya grafik işleme kartları gibi birçok araç bu kapsamda sayılabilmektedir. Yazılım ise ArcGIS ve QGIS gibi uygulamaları içermektedir. Bu yazılımlar haritalarda matematik kullanarak mekânsal analizde uzmanlaşmıştır. Ölçmek ve anlamak için coğrafyayı modern teknolojiyle harmanlamışlardır (Edelson, 2014).

CBS uygulamaları hem donanım hem de yazılım sistemlerini içermektedir. Bu uygulamalar kartografik verileri, fotoğrafi verileri, dijital verileri veya elektronik tablolardaki verileri içerebilmektedir. Kartografik veriler harita biçiminde ve nehirlerin, yolların, tepelerin ve vadilerin konumu gibi bilgileri içermektedir. Ayrıca doğrudan CBS' ye girilebilen araştırma verilerini ve haritalama bilgilerini de içerebilmektedir. Dijital veriler de CBS' ye girilebilmektedir. Bu tür bilgilere örnek olarak, herhangi bir arazi kullanımının yerini gösteren uydular tarafından toplanan bilgisayar verileri örnek verilebilmektedir. Ayrıca CBS uzaktan algılama ile entegre şekilde uydulardan dronelardan toplanan görüntü verilerini içerebilmektedir. Bilgiyi CBS'ye yerleştirmeye veri yakalama denir. Çoğu tablo ve uydular tarafından çekilen bu görüntüler kolayca CBS' ye yüklenebilmektedir. Ancak haritaların önce taranması veya dijital formata dönüştürülmesi gerekmektedir. CBS nüfus demografisi gibi tablo veya elektronik tablo biçimindeki verileri de içerebilmektedir. Demografi, yaş, gelir ve etnik kökenden son

satın alımlara ve internette gezinme tercihlerine kadar bu veriler değişebilmektedir (Robert, 1987).

CBS teknolojisi, kaynağı veya orijinal formatı ne olursa olsun, tüm bu farklı bilgi türlerinin tek bir harita üzerinde üst üste bindirilmesine olanak tanımaktadır. Görünürde ilgisiz olan bu verileri ilişkilendirmek için konumu anahtar dizin değişkeni olarak kullanılmaktadır. CBS, birçok türde veriyi birbirleriyle ilişkilendirerek derinlemesine incelenmesini sağlamaktadır. Örneğin bir şehrin veya mahallenin haritalarını, cadde güzergahını, bina verilerini ve peyzaj unsurlarını birbirleriyle ilişkilendirebilmektedir (Şekil 2.1). Aynı haritaya herhangi bir CBS veri katmanı eklenebilmekte veya çıkartılabilmektedir (Edelson, 2014).



Şekil 2.1. CBS veri katmanları

CBS 'nin sağladığı avantajlar aşağıdaki gibi sıralanabilmektedir;

- İstatistiksel analiz veya mekânsal istatistiksel analizler yapılabilmektedir.
- Ağ analizi yapılabilmektedir.

- Otomatik haritalama: Sayısal verileri dijital bir haritaya veya görsel ekrana çevirebilmektedir.
- Coğrafi kodlama ve küresel konumlandırma sistemleri ile belirli bir konumu belirleyebilmektedir.
- Veri tabanı yönetim sistemleri sıralama, sorgulama, birleştirme, ekleme, güncelleme, yeniden yapılandırma ile tabloları ve alanları ilişkilendirebilmektedir.
- Arazi bilgi sistemleri ile haritalama ve veri tabanı, mülk veya arazi kayıtları yapabilmektedir.
- Mekânsal karar destek sistemleri ile kararları desteklemek için coğrafi verileri analiz edebilmektedir.

Özetle CBS teknolojisi kullanıcıların bir haritadaki belirli alanlar hakkında daha fazla bilgiye erişmesine izin vermektedir. En önemli avantajlarından biri ise CBS teknolojisinin, haritaların güncellenmesini manuel olarak oluşturulan haritaların güncellenmesinden çok daha kolay hale getirebilmektedir. Güncellenen veriler, mevcut CBS programına kolayca eklenebilmektedir. Güncelleme sonrası yeni bir harita yazdırılabilir veya ekranda görüntülenebilmektedir.

CBS, özellikle yerel yönetimler açısından oldukça büyük kullanışlılığa sahiptir. CBS, yerel yönetimlerde yapılan planlama çalışmalarının yanında yol, su, kanalizasyon gibi mühendislik müdahaleleri ve belediyeçilik hizmetlerini planlanması, etaplaşması, diğer hizmetlerle eşgüdümün sağlanması bakımında önemli bir yönetim aracı olarak karşımıza çıkmaktadır.(Ülkenli,1997).

### **2.2.1. Yerel Yönetimler Açısından CBS'nin Önemi**

Kentsel alanlar, coğrafya ve insan ilişkilerinin en yoğun yaşandığı mekânlardır. En karmaşık ilişkiler, en yoğun veri akışı ve değerlendirmeleri kentsel yerleşimlerde söz konusudur. Kent nüfusunun yoğunluğu, sağlık, eğitim, ulaşım ve kültürel hizmetlerin dağılımı, bu olanaklara erişim düzeyi kentleri daha yaşanabilir ya da yaşanamaz kılmaktadır. Tüm bilim dalları, insan yaşamını daha rahat, konforlu ve güvenli hale getirmeyi amaçlamaktadırlar. Bu bağlamda, özellikle coğrafi bilgi sistemlerinin kentsel yaşam kalitesinin yükseltilmesi konusunda önemli bir yeri vardır. (Koçak, 2008).

Kamu kuruluşları, kaynakları daha verimli kullanarak ürünlerinin, süreçlerinin ve hizmetlerinin kalitesini iyileştirmek için coğrafi bilgi sistemlerine yatırım yapmışlardır. Kamu sektörü yöneticileri, kaynakları ve altyapıyı arşivlemek, ulaşım rotasını planlamak, hizmet yanıt süresini iyileştirmek, popülasyonları bölümlere ayırmak, kaynakları tahsis etmek, arazi geliştirmeyi yönetmek ve büyük mühendislik projelerini planlamak ve yönetmek için CBS teknolojilerini kullanmaktadır.

CBS için Kamu Sektörü Kullanımları (Holdstock,2016),

- Arazi kullanımı ve kentsel büyüme planlaması ve izin takibi

- Ekonomik kalkınma planlaması

- Altyapı ve ulaşım planlaması ve yönetimi

- İhtiyaç değerlendirmeleri ve epidemiyolojik analizler

- Yasal olarak yeniden sınırlandırma

- Suç takibi ve kolluk kuvvetleri planlaması

- Okul bölgeleri ve okul otobüsü güzergahı

- Ortaokul, üniversite ve teknik okul düzeylerinde eğitim

planlaması

- Yetki alanları arasında program etkinliğinin

karşılaştırılması

- İnsan hizmetlerinde vergilendirme analizi ve kayıt tutma

kıyaslaması

- Halk sağlığı risk analizi

- Hizmet tesisleri, konut vb. için yer seçimi

- Depolama alanları ve hapishaneler gibi yerel olarak

istenmeyen arazi kullanımları için yer seçimi

- Acil durum yönetimi

- Çevresel izleme

- Kamu konutları ve konutların ayrışma ve rehabilitasyon

planlaması

- Kamu bilgilendirme hizmetleri

### 2.3. Akıllı Şehirler

Akıllı şehirler dijital şehir, hibrit şehir ve bilgi şehri olarak isimlerle karşımıza çıkmaktadır. Bu terimlerin tanımlamalarında yaşanan zorluklar farklı kavramların ortaya çıkmasına neden olmuştur. İnsan odaklı akıllı şehirler, yaratıcı şehir, öğrenen şehir, insancıl şehir ve bilgi şehri olarak yeni kavramlar ortaya çıkmıştır. Daha önceki kavramlar olarak kabul edilebilecek tüm bu terimler daha sonra yerini akıllı şehir kavramına bırakmıştır (Dustdar ve ark., 2017).

Akıllı şehirlerin genel hedefi kentlerin sürdürülebilirliğini sağlamak, kentlerde güvenliği sağlamak ve daha iyi hale getirmek, enerjiyi etkili ve verimli şekilde kullanmaktır. Akıllı şehrin 8 ana bileşeni bulunmaktadır. Bunlar; akıllı yönetim, akıllı sağlık, akıllı bina, akıllı ulaşım, akıllı kentsel altyapı, bilişim teknolojileri, akıllı enerji, bireyin farkındalığı ve katılımı. Akıllı şehir kapsamında vatandaşın rolü kullanıcı yani pasif konumdan paydaş yani katılımcı role geçiş yapmıştır. Yine teknoloji de durağan değil dinamik olarak karşımıza çıkmaktadır (Badem, 2017).

Şehir planlamacıları, "akıllı"yı, bir şehrin SWOT analizinden ortaya çıkan stratejik gelişimi olarak görmektedirler. Teknoloji uzmanları için akıllı, kendi kendini yapılandırma, kendi kendini iyileştirme, kendi kendini koruma ve kendi kendini optimize etme gibi otomatik bilgi işlem ilkelerini ifade etmektedir.

Akıllı şehirlerin özellikleri şu şekilde sıralanabilmektedir (Dustdar ve ark., 2017);

- Şehir yönetimi, eğitim, sağlık hizmetleri, kamu güvenliği, emlak, ulaşım ve kamu hizmetlerini içeren bir şehrin kritik altyapı bileşenlerini ve hizmetlerini daha akıllı, birbirine bağlı ve verimli hale getirebilir,
- Ekonomi, insan yönetimi, hareketlilik, çevre ve yaşamda ileriye dönük bir şekilde iyi performans gösteren bir şehir, kendi kendine karar verebilen bağımsız ve bilinçli vatandaşların bağlı ve faaliyetlerinin akıllı kombinasyonu üzerine inşa edebilir,
- Yollar, köprüler, tüneller, raylar, metrolar, havaalanları, limanlar, iletişim, su, elektrik ve hatta büyük binalar dahil tüm kritik altyapılarının koşullarını izleyebilir ve şehre entegre edebilir,

- Kaynaklarını daha iyi optimize edebilir,
- Önleyici tedbirlerini planlayabilir,
- Bakım faaliyetleri ve vatandaşlarına verilen hizmetleri en üst düzeye çıkarırken güvenlik yönlerini denetleyebilir,
- Donanımlı, birbirine bağlı ve akıllı bir şehirdir.
- Enstrümantasyon, sensörler, sayaçlar, kişisel cihazlar, cihazlar, kamera, akıllı telefonlar, implante tıbbi cihazlar, web ve sosyal ağlar dâhil diğer benzer veri toplama sistemleri aracılığıyla canlı gerçek dünya verilerinin yakalanmasını ve entegrasyonunu sağlayabilir,
- İlham verip, kültürü, bilgiyi ve hayatı paylaşabilir,
- Bilgi ve İletişim Teknolojilerinin konuşma özgürlüğünü, kamu bilgi ve hizmetlerine erişilebilirliğini güçlendirebilir,
- Tüm kritik bölgelerinin koşullarını izler ve entegre edebilir,
- Şehrin kolektif zekâsından yararlanmak için fiziksel altyapıyı, teknoloji altyapısını, sosyal altyapıyı ve iş altyapısını birbirine bağlayabilir,
- Sürdürülebilirliği ve yaşanabilirliği iyileştirmek için şehir yönetiminin karmaşıklığına yönelik yeni yenilikçi çözümlerin belirlenmesine yardımcı olabilir.

### 2.3.1. Akıllı şehirler için CBS'nin rolü

CBS, mekânsal olarak referans verilen verileri toplamak, depolamak, işlemek, analiz etmek ve görselleştirmek için tasarlanmış bir teknolojidir. Çoğu şehir verisi mekânsal olarak referanslıdır. Her yıl artan bilgisayar çipi, bellek, sabit diskler ve diğer donanım kapasitesi ve bulut bilgi işlem gibi yeniliklerle, CBS, gelişmekte olan akıllı şehirlere yakışır şekilde daha fazla verimlilik sağlamaktadır. CBS, mekânsal analiz ve modelleme yapmak için giderek daha fazla kullanılmaktadır. Geleneksel olarak şehir planlamacıları, imar planları, kentsel arazi yönetim planları ve kentsel altyapı planları için haritalama için CBS' yi kullanmışlardır. Bilgisayar haritalamanın bu rolü, vatandaşlar tarafından web tabanlı CBS aracılığıyla kullanılabilen mekânsal veri tabanı yönetimine evrilmiştir.

Mevcut veya yeni bir şehirde bir akıllı şehir tasarlamak veya bir akıllı şehri yönetmek, çok büyük bir mekânsal referans veri tabanı gerektirmektedir. Bu nedenle CBS büyük önem taşımaktadır. CBS ile birlikte kullanılacak modellerin geliştirilmesi zaman alıcı olabilmektedir. CBS, mekânsal referanslı verileri (örneğin enlem, boylam ve yükseklik ile birlikte) ve mekânsal olmayan verileri (nüfus sayımı, canlı hayvan sayımı, orman araştırmaları, hidrojeolojik araştırmalar, ekonomik nüfus sayımı gibi devlet tarafından toplanan verilerin çoğunu) kullanmaktadır (Kumar, 2014).

### 2.3.2. Kent Bilgi Sistemleri

Kent bilgi sistemi, kentsel faaliyetlerin yerine getirilmesi için ihtiyaç duyulan planlama, altyapı, mühendislik, temel hizmetler ve yönetsel bilgileri hızlı ve sağlıklı bir şekilde irdelemek amacı ile oluşturulan coğrafi bilgi sistemlerinin kent bazındaki bir uygulamasıdır (Yomralıoğlu,2000). Başka bir tanımda ise; şehrin yönetimi ve diğer tüm hizmetlerin(ekonomik, fiziksel, sosyal, kültürel) etkili olarak verilmesi için ihtiyaç duyulan verilerin bilgisayara aktarılarak sistematik şekilde işlenip erişilebilmesini sağlayan bilgi sistemi olarak belirtilmiştir (Köroğlu, 2002).

CBS, şehrin gerçek dünyasını bir bütün olarak modelleyebilecek kapasiteye sahiptir. Milyonlarca değişkeni birleştirebilir ve bu değişkenleri coğrafi olarak kodlama ve bir şehrin planlanması, yönetimi ve gelişimi için simülasyon yapabilmektedir. Bilgisayarların donanım platformu, CBS hesaplamaları için kapasitesini neredeyse her geçen gün arttırmaktadır. CBS, dünyada ilk olarak 1963'lü yıllarda ulusal nitelikteki arazilerin belirlenmesi için oluşturulan çalışmalar ile ortaya çıkmıştır. CBS Amerika gibi gelişmiş ülkelerde ulaşım, ekonomi, turizm, afet, hava durumu, gibi uydu bağlantılı birçok alanda veri tabanları sayesinde kullanıcıların erişimine açılmıştır (Masser,2001).

Türkiye'de CBS' nin kent ölçeğinde ilk olarak kullanımı ise 1990'larda İstanbul, Eskişehir, Bursa ve Kayseri gibi şehirlerin merkez ilçelerinde abone ve emlak vergisi takibi ile kullanılmaya başlanmıştır.

Teknolojik ilerlemeler ve akıllı şehir uygulamalarıyla beraber yerel yönetimler de işleyişlerinde zamanı daha verimli kullanma, maliyetleri ve iş yükünü azaltma ve minimum sayıda personel çalıştırmak için CBS uygulamalarına geçiş yapmaktadır. Süreç ise kente dair bilgilerin bilgisayar ortamında toplanması, analiz edilmesi ve yönetilmesi şeklinde ilerlemektedir. Kent Bilgi Sistemleri sayesinde vatandaş ve

yönetim arasında etkili iletişim gerçekleşerek entegrasyon sağlanmaktadır. Vergi kayıpları engellenerek maliyetler azalmaktadır. Kentle ilgili birçok sorunda anlık önlemler alınabilmektedir. Karar mekanizması daha etkili ve hızlı şekilde ilerlemektedir. Kentte verilen hizmetlerin izlenmesi sağlanmaktadır. Ulaşım alanında süreçler etkin şekilde ilerlemektedir (Tarhan ve Tecim, 1999).

Türkiye’de ise Kent Bilgi Sistemlerinin kullanımı son yıllarda önem kazanmıştır. KBS’ nin il kullanımı ise İstanbul Büyükşehir Belediyesi tarafından 1987’de Bilgi İşlem Merkezi aracılığıyla bilgisayar sisteminin oluşturulmasıyla başlamıştır (Başar, 2016).

Türkiye’de ise kent bilgi sistemi üzerine uygulamalar 1980’lerde grafik tabanlı haritaların sayısallaştırılması, haritaların oluşturulması ve sözel verilerin de bilgisayar ortamına aktarılması şeklinde başlamıştır. Oluşturulan veri tabanları sayesinde analiz ve sorgulama işlemlerinin sağladığı kolaylık, yerel yönetimlerin kent bilgi sistemlerine geçişini kolaylaştırmıştır.

Son yıllarda bilgi teknolojilerinde yaşanan gelişmelerle beraber yerel yönetimler KBS oluşturmak için harekete geçmiştir. KBS’ nin verileri toplama, analiz etme güncelleme ve sonucunda şehrin etkin yönetimi hususunda sağladığı yararlar bu alandaki çalışmaları hızlandırmıştır.



### 3. MATERYAL VE METOD

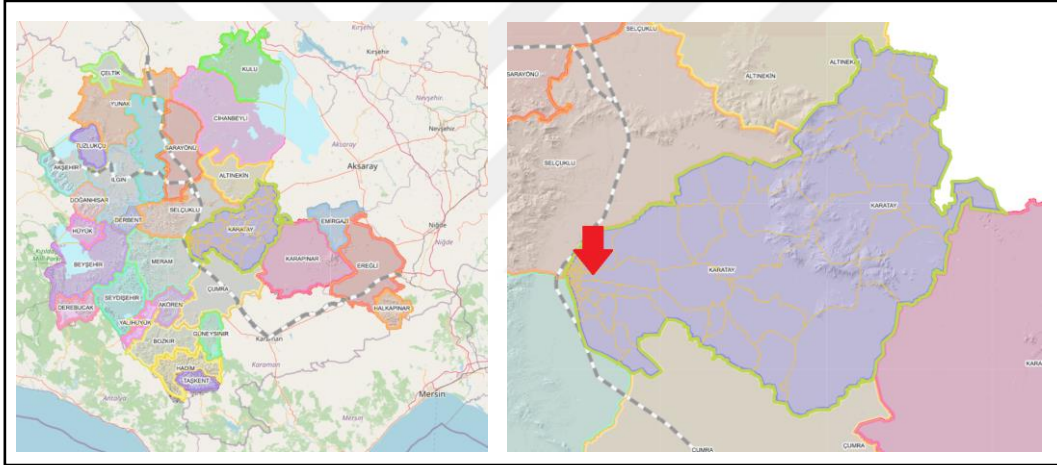
#### 3.1. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı

Bu çalışmanın amacı Konya ili Karatay ilçesi, Hacıyusufmescit, Emirgazi ve Fetih Mahallelerinde bulunan önemli endüstri tesislerinden numune alma ve izleme süreçlerini Coğrafi Bilgi Sistemleri aracılığıyla mekânsallaştırarak, problem tanım, çözüm süreçlerinde daha hızlı ve doğru adımlar atılmasını sağlamaktır. ArcGIS programı ile kaydedilen veriler ile belirlenen pilot bölgede bir kirlilik haritası oluşturularak, atıksu karakterizasyonu bütüncül bir şekilde izlenip incelenebilecektir. Ayrıca çalışma kapsamında belirlenen numune noktalarından edinilen analiz sonuçları neticesinde tesislerin kanalizasyon sistemlerine verdikleri kirlilik yükü belirlenebilecek, izlenebilecek ve yorumlanabilecektir. Bu amaç kapsamında çalışmada ilk olarak endüstriyel atıksu ve neden artırılması gerektiği konusuna değinilmiştir. Yine çalışmada atıksuların kanalizasyon sistemine deşarj koşullarına yönelik araştırmalar yapılmış ve atıksulardan numune alma yöntemlerine değinilmiştir. Çalışmanın ana sorunsalı endüstrilerden alınan numunelerin tek bir veri portalında toplanmaması, bütüncül olarak takip edilememesi, güncellenememesi gibi problemler çerçevesinde oluşturulduğundan dolayı bu sorunun çözümü olarak görülen CBS sistemi çalışmanın devamında araştırılmış ve ayrıntılı biçimde ele alınmıştır. Yerel Yönetimler açısından CBS' nin önemi ve akıllı şehirler ile kent bilgi sistemleri konularına da Konya özelindeki araştırmaları daha anlamlı hale getirmek için değinilmiştir.

Araştırma bulguları kısmında Konya özelinde akıllı şehir uygulamaları ve Konya'nın Kent Bilgi Sistemi ile ilgili bilgiler Konya Büyükşehir Belediyesi web sitesinden edinilen veriler neticesinde yorumlanmıştır. Sonrasında Konya'da belirlenen endüstriyel tesislerin yoğun olarak bulunduğu bölgede endüstrilerden ve kanalizasyon birleşim noktalarından numuneler alınmıştır. Endüstriyel tesislerden alınan numunelerin analizleri yapılarak ArcGIS programında zamansal ve mekânsal kirlilik haritası oluşturulmuştur. Kanalizasyon birleşim noktalarından alınan numune sonuçları ise endüstriyel tesislerden alınan numune sonuçlarıyla karşılaştırılarak yorumlanmıştır. Sonuç kısmında ise haritalar yorumlanarak önerilerde bulunulmuştur.

### 3.2. Çalışma Alanının Belirlenmesi

Araştırma alanı Konya ili Karatay ilçesi, Hacıyusufmescit Mahallesi, Emirgazi Mahallesi ve Fetih Mahallesi kapsayan bölge olarak belirlenmiştir (Şekil 3.1 ve Şekil 3.2). Bölgede konut alanları ve endüstriyel tesisler bulunmaktadır. Konut alanlarının endüstriyel tesislerle olan yakınlığı bölgenin seçilmesinde önemli bir etken olmuştur. Ayrıca koku probleminin ve bu nedenle de şikâyetlerin il bazında bu bölgede yoğunlaştığı görülmektedir. Bu durumda bölgenin seçilme nedenleri arasındadır. Çalışma alanı birleşik kanalizasyon sistemine sahip olup yağmur suyu, evsel ve endüstriyel atıksular bu sistemle Kentsel Atıksu Arıtma Tesisine ulaşmaktadır. Bu nedenle endüstriyel tesislerden alınan numunelerin yanında kanalizasyon sistemi birleşim noktalarından da örnekler alınmıştır (Şekil 3.6 ve Şekil 3.7).



Şekil 3.1. Konya ili Karatay İlçesi



Şekil 3.2. Hacıyufmescit, Emirgazi ve Fetih mahalleleri

Hacıyufmescit Mahallesiinde belirlenen 2 endüstriden numuneler alınmıştır (Şekil 3.3).



Şekil 3.3. Hacıyufmescit Mahallesi ve izleme noktaları

Fetih Mahallesi'nde ise belirlenen 2 endüstri tesisinden numuneler alınmıştır (Şekil 3.4).



Şekil 3.4. Fetih Mahallesi ve izleme noktaları

Emirgazi Mahallesi'nde ise 1 tesisden numune alınmıştır (Şekil 3.5).



Şekil 3.5. Emirgazi Mahallesi ve izleme noktaları

Fetih mahallesinde belirlenen 2 kanalizasyon birleşim noktasından atıksu numuneleri alınmıştır (Şekil 3.6).



Şekil:3.6. Fetih mahallesi kanalizasyon izleme noktaları

Hacıyusufmescit mahallesinde belirlenen 2 kanalizasyon birleşim noktasından atıksu numuneleri alınmıştır.



Şekil:3.7. Hacıyusufmescit mahallesi kanalizasyon izleme noktaları

### 3.3. Çalışma Aşamaları

Tez kapsamında ilk olarak literatür taraması çalışması yapılmıştır. Daha sonra numunelerin alınması ikinci aşama olarak belirlenmiştir. Çalışma kapsamında numune alınan endüstriler ise Endüstriyel Tesis 1,2,3,4,5 olarak kodlanmıştır. Kanalizasyon birleşim noktaları ise İ1, İ2, İ3 ve İ4 olarak kodlanmıştır. Alınan numune sonuçları araştırma bulguları kısmında belirtilecektir.

#### 3.3.1. Numunelerin alınması

Şekil 3.3, Şekil 3.4 ve Şekil 3.5’ de görülen tesislerden 2022 ocak, mart, mayıs ve ağustos aylarında numuneler alınmıştır. Şekil 3.6 ve Şekil 3.7’de belirtilen kanalizasyon noktalarından ise 2022 yılı Aralık ve 2023 yılı Mart aylarında numuneler alınmıştır. Numuneler anlık numune şeklinde alınmıştır. Numuneler numune alma çubuğu ile alınmıştır (Şekil 3.8).



Şekil 3.8. Numune çubuğuyla numunelerin alınması

Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliğinde endüstriyel atıksuların alıcı ortama verilmesi için uygun kriterlerin sağlanması gerektiği belirtilmektedir. Bu kriterlerden biri de numune alma konusuna yöneliktir. Arıtma çıkışları ve deşarj edilen sudan suyun kalitesinin ölçülebilmesi için numune alınması gerekmektedir. Numune alırken alınacak numunenin hangi analiz için alınacağını belirlemek gerekmektedir. Bu belirlemeye göre numune alma, saklama ve taşıma prosedürleri planlanmalıdır. Aksi halde, alınan numune sonuçları yanlış kararlara ve yanlış arıtma tesisi planlanmasına sebep olabilmektedir. Numune, karışımın en iyi olduğu yerden alınmalıdır. Endüstriyel tesislerden proses kaynaklı atıksuların ortak çıkış noktalarından veya mevcut ise ön arıtma çıkışlarından alınması gerekmektedir. Numune alma yöntemleri anlık numuneler ve kompozit numuneler olmak üzere 2 ye ayrılmaktadır. Anlık numuneler, tüm numunenin belirli bir zamanda alınmasına denir. (Anonim, 2020b). Çalışma kapsamında numune noktalarından anlık numune alınmıştır. Alınan numunelerde bakılacak parametreler ise Çizelge 3.1’de belirtilmiştir. Analizler Konya Atıksu Arıtma

Tesisi Laboratuvarı ve Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından yetkili ve TÜRKAK'tan akredite olan laboratuvarlarda yapılmıştır.

**Çizelge 3.1.** Çalışma Kapsamında Alınan Numune Parametreleri

Parametreler
KOİ
AKM
Yağ gres
pH

Çalışma kapsamında parametre sonuçları için belirlenen değer aralıkları neticesinde harita gösterimi için renklendirmeler yapılmıştır (Çizelge 3.2).

**Çizelge 3.2.** Parametreler ve değer aralıkları

	pH	KOİ	AKM	Yağ-Gres
Yeşil	6,51-8,5	0-800	0-400	0-150
Sarı	6-6,50 ve 8,51-9,5	801-960	401-480	151-165
Kırmızı	0-6 ve 9,5-14	960+	481-481+	166+

### 3.3.2. Analiz süreçleri

Alınan numuneler akredite laboratuvarlarda ve Konya Atıksu Arıtma Tesisi Laboratuvarında analiz edilmiştir. Numunelerin analizinde kullanılan cihaz, ekipmanlar, kullanılan kimyasallar, süreç ve deneyler her parametre için farklılık göstermektedir.

İlk olarak pH analizi için labartuvarında pH probunun ucu temizlenerek homojen hale getirilmiş ve numuneye daldırılarak numunelerin pH değerleri ölçülmüştür.

AKM analizi ise SM 2540-D metoduyla gerçekleştirilmiştir. Sabit tartıma gelmiş filtreler dikkatli bir şekilde alınarak ilk tartımı yapılmış, bir miktar su ile ıslatılmış içerisinden bir miktar numune alınmıştır. Numune manyetik karıştırıcıda homojen olana denk karıştırılmış orta kısmından numune süzölmüştür. Etüvde 103-105 °C de bir saat kurutularak soğuması ve hiç nem kalmaması için desikatörde yarım saat soğutulmuş ikinci tartımı yapılmıştır.

KOİ analizi ise SM 5520-C metodu ile gerçekleştirilmiştir. İlk olarak numune KOİ tüpüne konularak üzerine 1,5 ml standart  $K_2Cr_2O_7$  çözeltisi eklenmiştir. Sonra 3,5 ml KOI Reaktif eklenerek tüpün ağzı sıkıca kapatılmıştır. Tüpler daha sonra 150 C'de 2 saat KOI Reaktöründe bekletilmiş sonrasında tüpler çıkarılarak oda sıcaklığına soğutulmuştur. Tüpler behere boşaltılarak 2-3 damla ferroin indikatörü damlatılmış ve



Demir Amonyum Sülfat ile kırmızı renk elde edilene kadar titre edilmiştir. Son olarak DAS sarfiyatı okunmuş ve kaydedilmiştir.

Yağ Gres analizi SM 5520-D metodu ile gerçekleştirilmiştir. İlk olarak Yağ gres düzeneğine filtre konulmuş ve saf su ile şartlandırılmıştır. Filtreden 100 ml Diatom çözeltisi süzülerek saf su hiç su kalmayınca kadar süzülmüştür. Filtreler kartuşlara konularak, ardından cam yünü ile doldurulmuştur. Kartuş ve Balon jojeler etüvde 103 C'de 30 dk şartlandırılmıştır. Balon jojeler desikatörde 30 dk soğutulup ilk tartımı yapılmıştır. n-Hekzane Çözeltisi ekstraksiyon düzeneğinin hacmi kadar (suyun devir daim yapacağı nokta) balon jojelere konulmuş ve Ekstraksiyon Cihazında saatte 20 sifon yapacak şekilde sıcaklık ayarlanarak 4 saat kaynatılmıştır. Su banyosuna alınarak n-Hekzane uçurulmuş ve N-Hekzane 70 derece bir suyun üzerinde yağdan ayrıştırılmıştır. Balon jojeler 105 C etüvde 30 dk kurutularak desikatörde 30 dk soğumaya alınmış ve son tartımları yapılmıştır.

Amonyum Azotu analizi Spektrofotometrik Metod ile gerçekleştirilmiştir. İlk olarak numune balona alınarak renk reaktifi ile karıştırılmıştır. Tekrar üzerine sodyum diklorosiyanat çözeltisi ilave edilerek karıştırılmıştır. 50 ml lik saf su verilmiş ve çalkalanarak sıcaklığı 25+1 °C muhafaza edilen su banyosu veya inkübatörde 1 saat bekletilmiştir. 1 cm lik küvette 655 nm ışık yolunda okutulmuştur.

Nitrat analizi ise SM 4500-B metodu ile gerçekleştirilmiştir. İlk olarak örneğin Ph'ı asetik asit ve sodyum hidroksit ile 7 olarak ayarlanmıştır. Numuneler analiz tüpüne koyulmuştur. Tüpe sülfürik asit solüsyonu eklenmiştir. Buzdolabında 10 derecenin altında soğutulmuştur. Tüplere 0,5 ml brusin sülfanilik asit ilave edilerek karıştırılmıştır. Sonrasında tüpler 100 derecedeki sıcak su banyosunda 25 dk ağzı kapalı olarak bekletilmiştir. Daha sonra soğuk suya daldırılmış ve oda sıcaklığında soğutulmuştur. Son olarak spektrofotometrede 410 nm ışık altında 1 cm lik küvette okutulmuştur.

Toplam Kjheldal Azotu analizi ise SM 4500-B metodu ile gerçekleştirilmiştir. İlk olarak numuneye borat tampon eklenmiş ve pH'ı 9,5 seviyesine ayarlanmıştır. Parçalama çözeltisi eklenerek Tkn balonuna kaynama taşları ile beraber konulmuştur. Beyaz şekilde sülfür dumanları tütmesinden sonra 30 dk digest işlemine devam edilmiştir. İşlem sonrası balon soğumaya bırakılarak üzerine saf su ve Sodyum tiosülfat ilave ederek tkn distilasyon düzenine bağlanmıştır. İçinde borik asit çözeltisi bulunan beher hortum altına konulmuş ve N H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ile renk bordodan eflatuna dönünceye kadar titre edilmiştir.

Toplam Fosfor analizi ise SM 4500 P-B ile gerçekleştirilmiştir. İlk olarak parçalama işlemi uygulanmış numune balona konulmuştur. 1 damla fenolftalein indikatörü eklenerek karıştırılmıştır. Karışım reaktifi eklenerek karıştırılmış ve aynı işlem saf su ile şahite de uygulanarak 10-30 dk arasında spektroda 2,5 ve daha büyük ışık yolunda 880 nm de okutulmuştur.

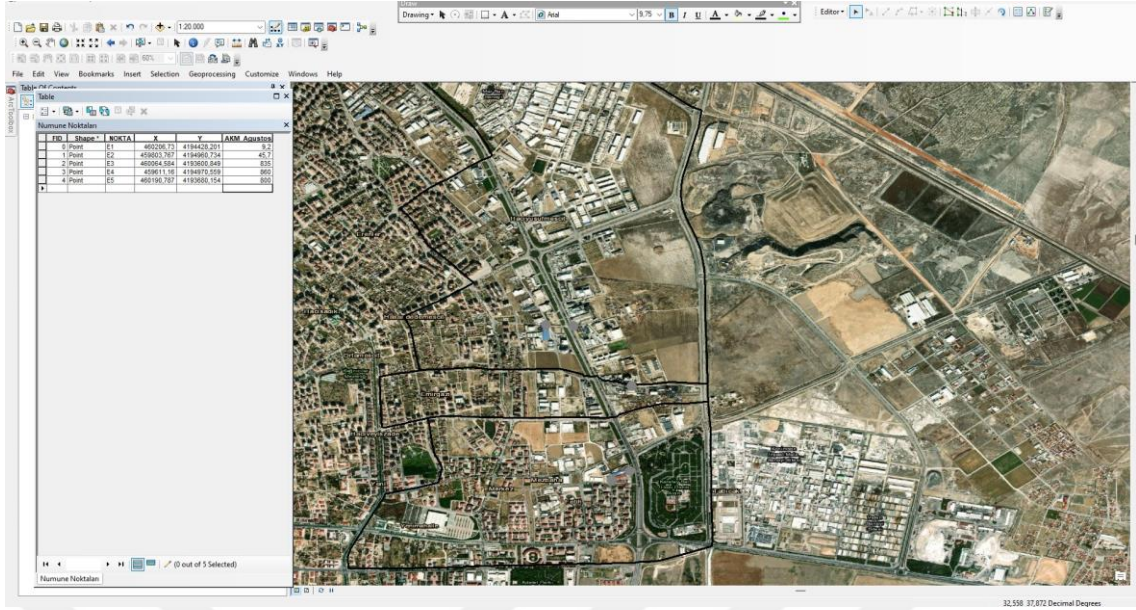
Ağır Metal Analizleri ise HNO<sub>3</sub> ilave edilerek mikrodalgada yakma işlemi ile birlikte hızlı karıştırma işlemi uygulanmıştır. Soğuduktan sonra numune boşaltılarak üzerine Yitrium 50 µl altın ilave edilip ICP-MS' de okutmaya verilmiştir.

### **3.3.3. CBS ortamında zamansal ve mekânsal analiz aşamaları**

Çizelge 3.1'de belirtilen 4 parametrenin analiz sonuçları ArcGIS uygulamasına aktarılmıştır. Veri tabanına işlenen veriler IDW metoduyla zamansal ve mekânsal olarak analiz edilerek mekânsal kirlilik haritaları oluşturulmuştur.

Mekansal analiz aşamasının ilk adımı altlık oluşturulmasıdır. Oluşturulacak harita için KOSKİ Bilgi İşlem Dairesi Başkanlığı, Yazılım Şube Müdürlüğünden NetCAD programından alınan mahalle sınırları ArcGIS'e aktarılmıştır. Alınan numune sonuçlarının excele girilmesinden sonra tüm veriler xls formatına getirilmiştir. Mahalle sınırları ArcGIS tabanına uyumlu şekilde oluşturulmuştur.

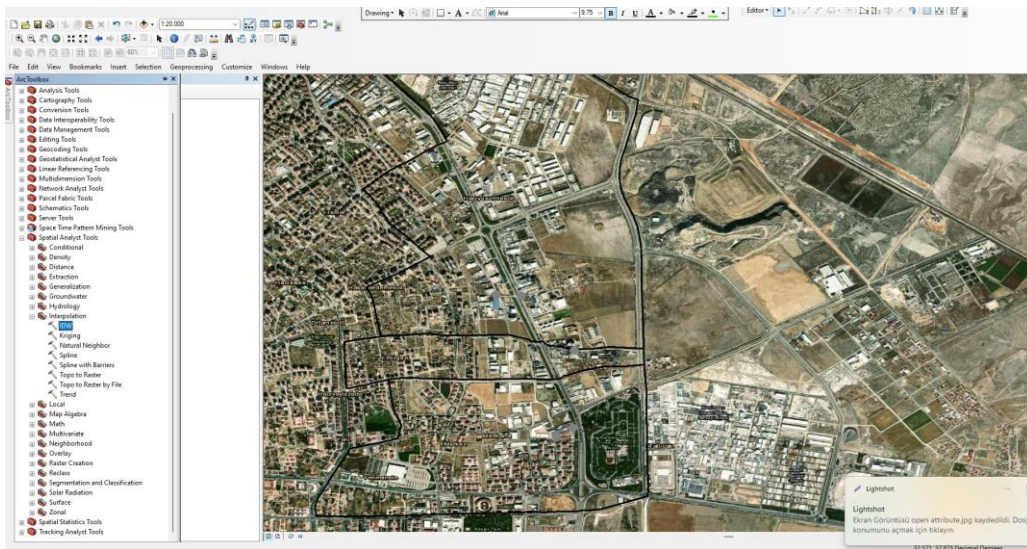
Endüstriyel Tesislerin konum bilgileri KOSKİ CBS'den alındıktan sonra Excele numune sonuçlarıyla beraber girilmiştir. Open Attribute Table sekmesi ile altlık üzerine getirilmiştir (Şekil 3.9).



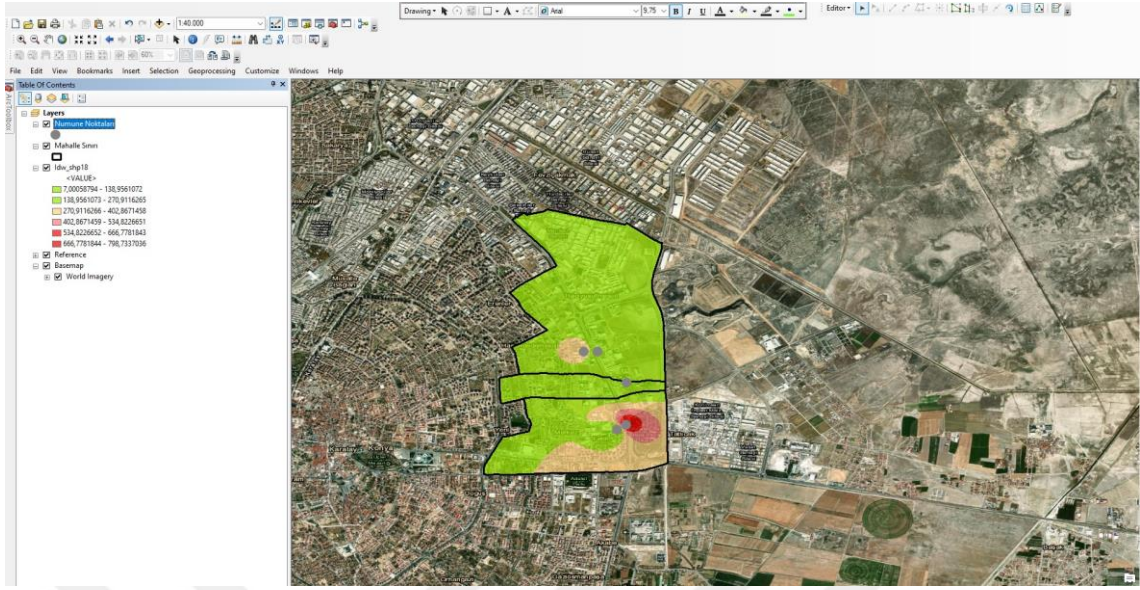
Şekil 3.9. Open Attribute Table Sekmesi

Sonrasında ArcToolbox sekmesinden IDW Enterpolasyonu menüsünden gerekli bilgiler girilerek harita oluşturulmuştur (Şekil 3.10, Şekil 3.11). Ters Mesafe Ağırlıklı Ortalama Yöntemi (IDW), her işlem hücresinin çevresindeki örnek veri noktalarının değerlerinin ortalamasını alarak hücre değerlerini tahmin eden bir enterpolasyon yöntemidir. Bir nokta, tahmin edilen hücrenin merkezine ne kadar yakınsa, ortalama alma işleminde o kadar fazla etkiye veya ağırlığa sahiptir.

IDW yöntemi hesaplamalarda ve programlamada basit bir yapıya sahip olduğu için yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu yöntemde çoğunlukla daire ya da dikdörtgen şekilli alanlar çalışma bölgesi olarak belirlenir, bilinen değerlere göre hesaplamalar yine bu alanlar içerisinde çözümlenir (Uğurlu, 2021).

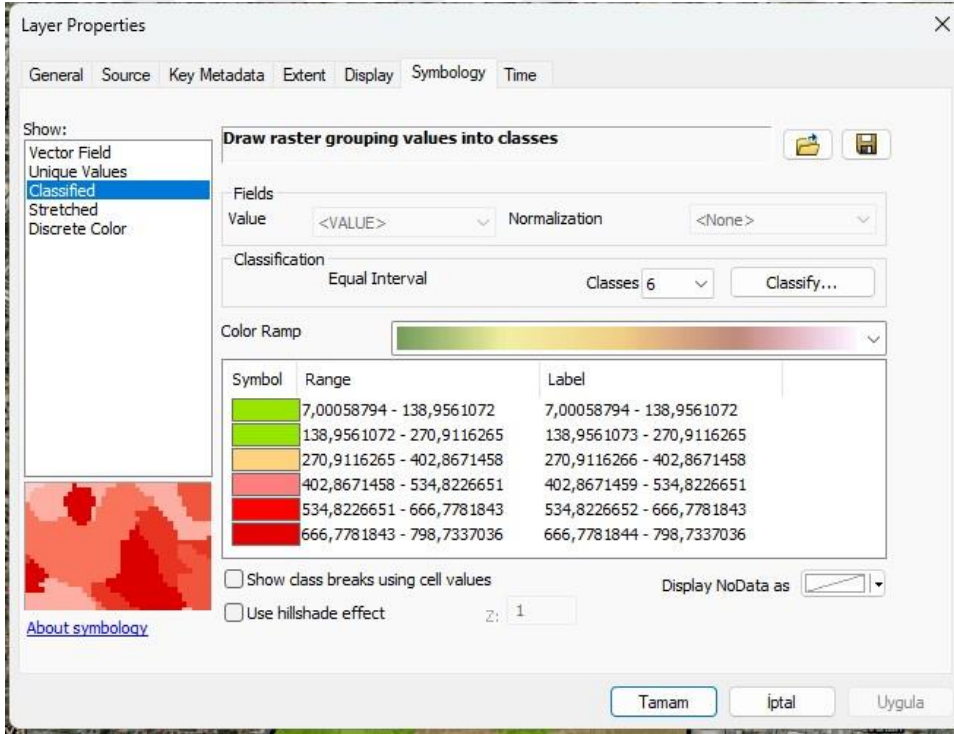


Şekil 3.10. ArcToolbox- IDW Enterpolasyonu menüsü



Şekil 3.11. IDW Metoduyla harita oluşturulması

Oluşturulan harita üzerinde yapılacak değişiklikler Layer üzerinden Symbology sekmesinden yapılmıştır. Buna göre değer aralıkları, transparanlık, renklendirme gibi değişiklikler gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.12).



Şekil 3.12. Layer Properties arayüzü

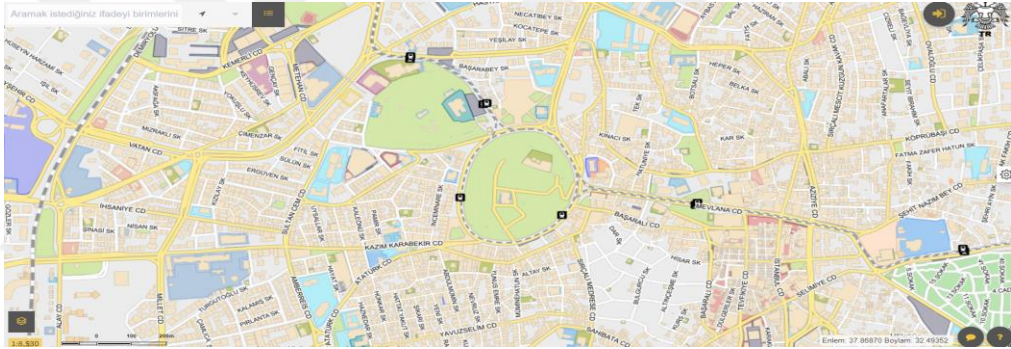
Son olarak Insert sekmesinden lejand oluşturularak harita tamamlanmıştır

## 4. ARAŞTIRMA BULGULARI

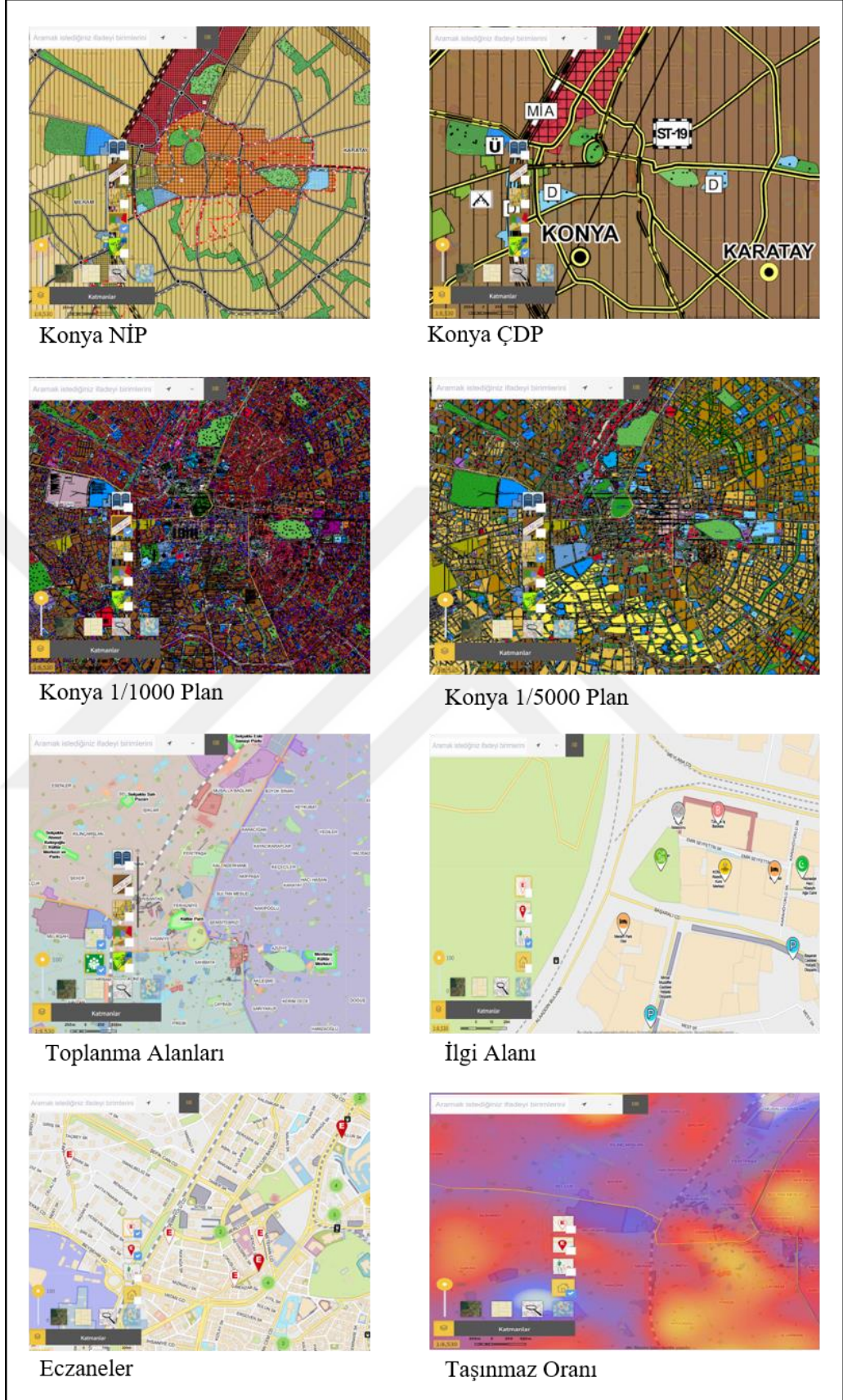
### 4.1. Konya'da Kent Bilgi Sistemi

Konya'da KBS' nin oluşturulması 2015 yılına dayanmaktadır. Büyükşehir Belediyesi bu kapsamda CBS tabanlı olarak kente dair teknik, sosyal ve ekonomik verileri paylaşmıştır. Böylece belediye çalışmalarında hizmet verimliliğini, hizmet hızını, kalitesini arttırmış ve daha güncel verilerle daha doğru kararlar alınmasını sağlamak için bu alanda çalışmalarına devam etmektedir. (www.konya.bel.tr, 2014).

Konya Kent Bilgi Sistemi içerisinde; Konum Göster, En Yakın, Katman Ağacı, Bina Bilgisi, Güzergah Analizi, İnşaat Ruhsatı, Ada Parsel, Tescilli Yapı, İçerik, Taksi Durağı, Eczane, Ölçüm Araçları modülleri yer almaktadır (Şekil 4.1, 4.2).



Şekil 4.1. Konya Kent Bilgi Sistemi



Şekil 4.2. Konya KBS katmanlar

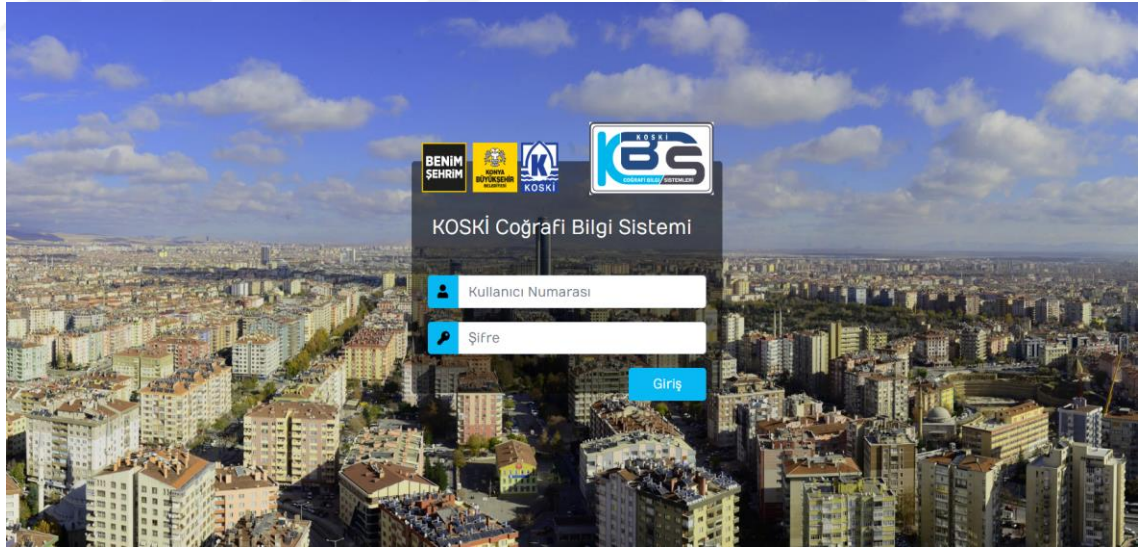
Konya’da Akıllı Şehir uygulamaları belirli bileşenler üzerinden farklı uygulamalar olarak karşımıza çıkmaktadır (Çizelge 4.1)

**Çizelge 4.1.** Konya Akıllı Şehir uygulamaları

Akıllı Şehir Bileşenleri	Akıllı Şehir Uygulamaları		
Akıllı Ulaşım	ATUS Akıllı Toplu Ulaşım Sistemi Akıllı Durak Ekranları Akıllı Kavşaklar Merkezi Trafik İşletim Sistemi Otopark Bul	Akıllı Bisiklet Sistemi Buzlanma Takip Sistemi Katanersiz Tramvay Elektronik Denetleme Sistemi	Simülasyon Sistemleri Hat Yönetim Sistemi Elektronik Yönlendirme ve Bilgilendirme Ekranları Kavşak Kameraları
Akıllı Çevre	Hava Kalitesi İzleme Sistemi Gürültü Takip ve Uyarı Sistemi e-Pati Uygulaması	Mor Şebeke Elektrikli Otobüsler Çevre Yönetimi Bilgi Sistemi Merkezi	Tarımsal Alan Analiz ve Raporlama Uygulaması Canbulan Elektrikli Zabıta Araçları
Akıllı İnsan	Mobil Mesnevi Uygulaması KOMEK Sosyal Kart Bir Bilenle	Genç Kültür Kart Kapsül Proje Destek Merkezi	Sosyal İnovasyon Ajansı Konyapedia Sanal Gerçeklik Trafik Eğitimi Çocuksu.org
Akıllı Yapılar	Konya Büyükşehir Stadyumu	Spor ve Kongre Merkezi	Konya Bilim Merkezi
Yönetişim	gokonya.com Konya Mobil Uygulaması konyabuyuksehir.tv e devlet uzantısı e-ödeme Araç Takip Sistemi Belediye İş Takip Sistemleri Muhtarlık Bilgi Sistemi	e-belediyecilik Hizmetleri Açık Kapı ve Bilgi Edinme Başvurusu Mezarlık Bilgi Sistemi e-hemşhirm belediye otomasyonu Koordinasyon Bilgi Sistemi	İlçeler Bilgi Sistemi e-Ruhsat Konya Açık Veri Portalı Koski Araç Takip Sistemi İş Yönetim ve Takip Sistemi e-koski
Ekonomi	Çiftçi Bilgi Sistemi	e-Desen	Tarım Destekleme Başvuruları
Enerji	Katı Atık Tesislerinde Enerji Üretimi Rüzgar Enerji Santrali	Güneş Enerjisi ile Kuyu İşletilmesi, Aydınlatma ve meteoroloji İstasyonu Akıllı Aydınlatma	Biyogazdan Elektrik Üretimi Mavi HES
Güvenlik	Güvenlik Kameraları	Kent Güvenlik Yönetim Sistemi	
Bilgi Teknolojileri	Zabıta Yönetim Kontrol Sistemi Bakım Onarım Sistemi Mobil Su Şebeke Kontrol Araçları Akıllı Sayaç Damla IntraWeb Portalı Koski Radar Sumat (Elektronik Vezne)	Mobil Veri Toplama Ve Akıllı İlişkilendirme Platformu Konya E-Adres Sistemi E-Randevu YBS Otomasyonu Atıksu Kalite Kontrol Laboratuvarı Yönetim Sistemi	Kanal İçi Görüntüleme Aracı Arıza ve Kesintiler Uygulaması Atıksu Arıtma Tesisleri Merkezi Scada Sistemi Engelsiz Konya Mobil Uygulaması www.istatistik.konya.bel.tr
CBS	360 Konya Kent Bilgi Sistemi Koski Coğrafi Bilgi Sistemi		
Akıllı Altyapı	Aykome Bıs		

## 4.2. KOSKİ Coğrafi Bilgi Sistemi Kullanımı

Altyapı projelerinin planlama, yapım ve işletme süreçlerinde verilerin toplanması, depolanması ve analizi gibi kritik ihtiyaçlara çözüm üretmek amacıyla Koski Coğrafi Bilgi Sistemleri 'KoskiCBS' bir Akıllı Şehir uygulaması olarak oluşturulmuştur (Şekil 4.3). Ayrıca KoskiCBS Web portalı ile kullanıcılar, konuma dayalı (mekânsal) tüm kurumsal verileri, yetkileri dahilinde sorgulama ve gözlem yapabilmektedirler. KoskiCBS de bulunan veriler; İçmesuyu Şebeke, Tatlısu Şebeke, Kanalizasyon şebeke, Yağmursuyu Şebeke, Mor Şebeke, Tarımsal Sulama Şebeke, tüm Depolar, Kuyular, Kaynaklar, Tatlısu Çeşmeleri, Tarihi Çeşmeler, Terfi Merkezleri, Arıtma Tesisleri, Barajlar, Göletler, Havzalar, DMA Bölgeleri (izole alt bölge), Yol Bakım Onarım, Tüm İlçe Sınırları, Mahalle Sınırları, Cadde-Sokak İsimleri, Adres Bilgileri, İmar Planları, Binalar, Yol Aidiyetleri ve Tüm Altyapı Hatları bulunmaktadır. Fakat kanalizasyon sistemindeki atıksuya dair veriler bu tabanda yer almamaktadır. Yukarıda bahsedildiği gibi bu verilerin bütüncül ve süreç bazlı olarak izlenebilmesi CBS tabanı sayesinde mümkün olacaktır.



Şekil 4.3. KOSKİ CBS giriş arayüzü



### 4.3. Numune Noktaları ve Analizler

Konya ili Hacıyusufmescit, Emirgazi ve Fetih mahallelerinde belirlenen 5 endüstri tesisinden alınan numuneler ve analizlerinin sonuçları Çizelge 4.2, 4.3, 4.4, 4.5 ve 4.6' da belirtilmiştir.

Çizelge 4.2 ve 4.3' de görülmektedir ki Endüstri-1ve Endüstri-2 tesislerinin numune sonuçları Koski Atıksuların Kanalizasyon Sistemi Deşarj Yönetmeliğinde belirtilen deşarj standartlarını sağlamaktadır. Bu endüstriler, atıksularını ön arıtma yaparak kanalizasyon sistemine deşarj etmektedir. Endüstri-1'de ocak ve mayıs ayı pH değeri ise hassas olarak kabul edilen değer aralığındadır.

**Çizelge 4.2.** Endüstri 1 numune sonuçları

Endüstri-1	Ay(2022)			
Parametreler (mg/l)	OCAK	MART	MAYIS	AĞUSTOS
pH	6,42	6,58	6,04	7,26
KOİ	369,6	585,5	209,07	89,6
AKM	182,9	196,85	52,86	9,2
YAĞ-GRES	94,4	89,6	44,8	18

**Çizelge 4.3.** Endüstri 2 numune sonuçları

Endüstri-2	Ay(2022)			
Parametreler (mg/l)	OCAK	MART	MAYIS	AĞUSTOS
pH	7,86	7,01	8,39	7,89
KOİ	432,9	521,62	209,7	70,4
AKM	353,7	272,6	100,5	45,7
YAĞ-GRES	83,6	88,8	80,8	54,2

Çizelge 4.4'de görüldüğü gibi ağustos ayı AKM değeri Çizelge 2.1'deki standart değeri sağlamamaktadır. Ağustos ayı pH değeri ise hassas değer aralığındadır.

**Çizelge 4.4.** Endüstri 3 numune sonuçları

Endüstri-3	Aylar(2022)			
Parametreler (mg/l)	OCAK	MART	MAYIS	AĞUSTOS
pH	7,63	8,07	8,14	8,68
KOİ	98,2	511	278,40	400
AKM	22,4	279,6	90	<b>835</b>
YAĞ-GRES	96,5	116,8	112,60	67

Çizelge 4.5’de görüldüğü gibi Endüstri-4 için ağustos ayı pH, KOİ, AKM değerleri Çizelge 2.1’deki standartları sağlamamaktadır. Endüstrinin kendi bünyesindeki arıtma tesisi için pH değerinin belirli aralıktan farklı olması kullanılan kimyasallar ve polimerlerin boşa harcanmasına veya etkisiz olmalarına sebep olmaktadır. Kentsel arıtma tesisi için ise pH değerinin belirli aralıklarda olmaması mikroorganizmaların zarar görmesine neden olarak biyolojik aktiviteyi verimsizleştirmektedir. Ayrıca pH düşüklüğü kanalizasyon hatlarında korozyona neden olmaktadır. KOİ değerinin yüksek olması ise arıtma için gerekli olan çözülmüş oksijen miktarını azaltmakta ve atıksuyun arıtımını güçleştirmektedir. AKM değerinin ise normal aralığın dışında olması suyun fiziksel olarak kirlenmesine sebep olmaktadır. Ayrıca atıksu ekipmanlarına zarar vererek arıtma prosesi verimliliğini ve çalışmasını etkileyebilmektedir. Alıcı ortamda ise çökelmelere ve dip çamuru oluşumuna sebep olmaktadır. Kanalizasyon sistemlerinde yeterli akışın olmadığı zamanlarda ise çökelmelere, tıkanıklığa ve böylelikle taşkınlara neden olarak kanalizasyon sisteminin işletme maliyetini arttırmaktadır.

**Çizelge 4.5.** Endüstri 4 numune sonuçları

Endüstri-4	Aylar(2022)			
Parametreler (mg/l)	OCAK	MART	MAYIS	AĞUSTOS
pH	7,45	6,89	6,75	<b>5,87</b>
KOİ	68,2	638,7	88	<b>15680</b>
AKM	47,4	310,4	20	<b>860</b>
YAĞ-GRES	62	101,6	46,80	154

Çizelge 4.6’da görüldüğü gibi Endüstri-5 için ağustos ayı KOİ, AKM ve Yağ-Gres değerleri Çizelge 2.1’de verilen standartları sağlamamaktadır. Mart ayı KOİ ve Yağ-Gres değerleri de Çizelge 2.1’de verilen standartları sağlamamaktadır. Yağ- Gres değeri normal aralıklarda olmadığına kanalizasyonda tortular oluşturmakta ve bu nedenle boruların daralarak tıkanmasına sebep olmaktadır. Ayrıca çamur ekipmanlarında ve vanalarda tahribata yol açmaktadır. Anaerobik parçalanmaya dirençli olup çürütücülerde köpüklenmeye neden olmaktadır.

**Çizelge 4.6.** Endüstri 5 numune sonuçları

Endüstri-5	Aylar(2022)			
	OCAK	MART	MAYIS	AĞUSTOS
Parametreler (mg/l)				
pH	7,41	8,40	7,85	6,1
KOİ	385,4	1216	208	<b>24960</b>
AKM	133,5	406	20	<b>2970</b>
YAĞ-GRES	118	170	27,60	<b>254</b>

Konya ili Hacıyusufmescit, Emirgazi ve Fetih mahallelerinde belirlenen 4 kanalizasyon birleşim noktasından alınan numuneler ve analizlerin sonuçları Çizelge 4.6’da belirtilmiştir. Kanalizasyon birleşim noktalarından alınan numunelerin sonuçlarında KOİ ve AKM değerleri yüksek çıkmıştır (Çizelge 4.7).

Çizelge 4.7. Kanalizasyon birleşim noktaları numune sonuçları

Parametreler (mg/l)	İ1-Aralık2022	İ2-Aralık2022	İ3-Mart2023	İ4-Mart2023
pH	7,93	7,9	7,81	8,4
KOİ	1370,11	772,41	2776,86	4575,21
AKM	232	236	477	2520
Yağ-Gres	110	86	*	*
Sıcaklık	16,2	16,3	14,3	15,1
İletkenlik	1816	1831	4540	2510
Amonyum Azotu (NH <sub>4</sub> -N)	52,2	66,3	23,6	78
Nitrat Azotu (NO <sub>3</sub> -N)	2,79	3,93	7,3	6,2
Toplam Azot (TN)	99,3	103,8	109,2	297
Toplam Fosfor (TP)	10,62	11,85	50,22	96,1
Alüminyum (Al)	<0,0475	<0,01	0,031	0,532
Kadmiyum (Cd)	<0,01	<0,01	<0,001	<0,001
Krom (Cr)	0,8778	0,9053	<0,002	<0,002
Bakır (Cu)	0,1125	0,0391	0,0052	<0,002
Demir (Fe)	2,504	0,8929	0,095	0,053
Nikel (Ni)	0,0143	<0,01	<0,004	<0,004
Kurşun (Pb)	<0,0371	<0,0371	<0,005	<0,005
Çinko (Zn)	0,3817	0,1694	0,216	0,015

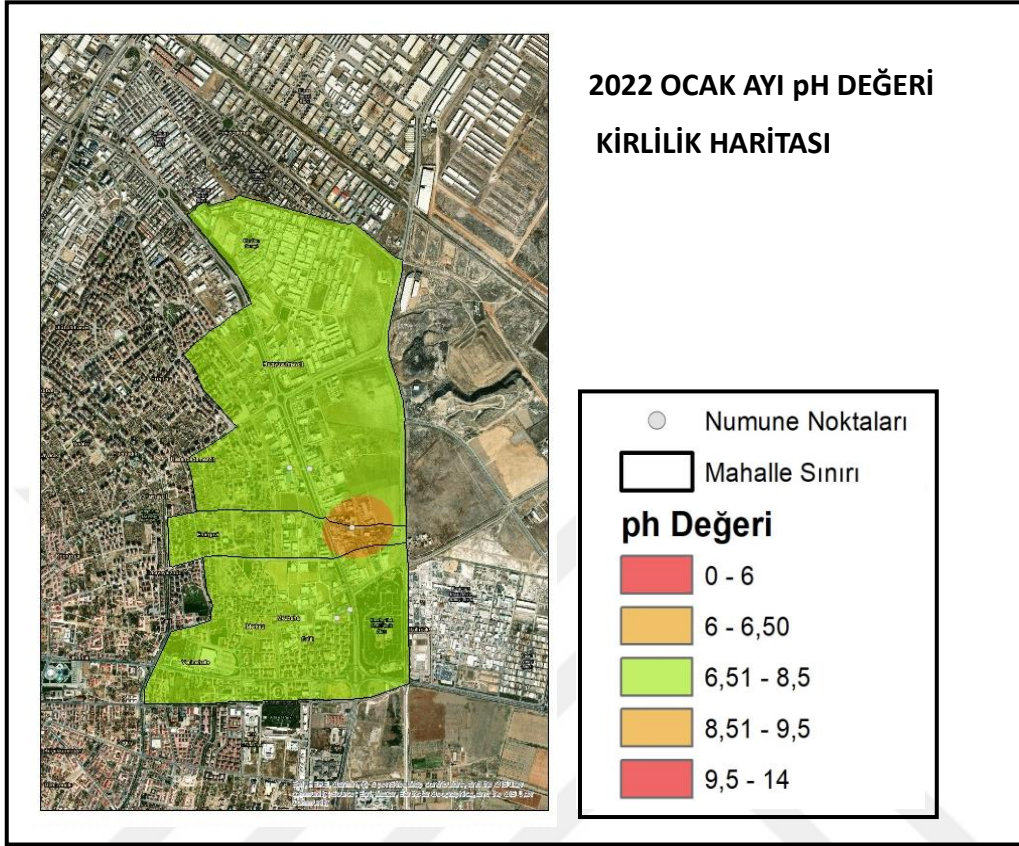
\*İ3 ve İ4 noktalarından mart ayında alınan numunelerde yağ-gres parametresi teknik problemler sebebiyle analiz edilememiştir.

#### 4.4. Analiz Sonuçlarının Zamansal ve Mekânsal Olarak Haritalandırılması

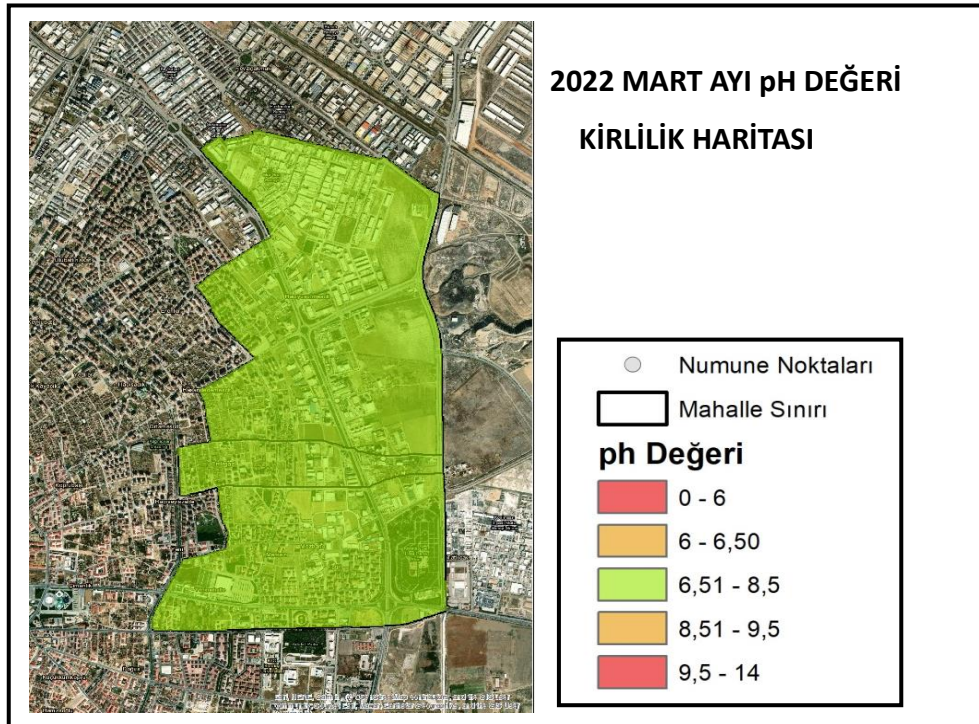
Bu haritalar Konya ili Karatay İlçesinde bulunan Hacıyusufmescit, Emirgazi ve Fetih mahallerini kapsamaktadır. IDW enterpolasyon yöntemi kullanılarak oluşturulan bu haritalarda 2022 yılında 5 noktadan ocak, mart, mayıs, ağustos aylarında numuneler alınmıştır. Buna göre pH Değeri Kirlilik Haritaları incelendiğinde enterpolasyon sonucu oluşturulan haritalarda belirlenen değer aralıkları;

- 0-6 Kırmızı
- 6-6,50 Sarı
- 6,51-8,5 Yeşil
- 8,51-9,5 Sarı
- 9,51-14 Kırmızı

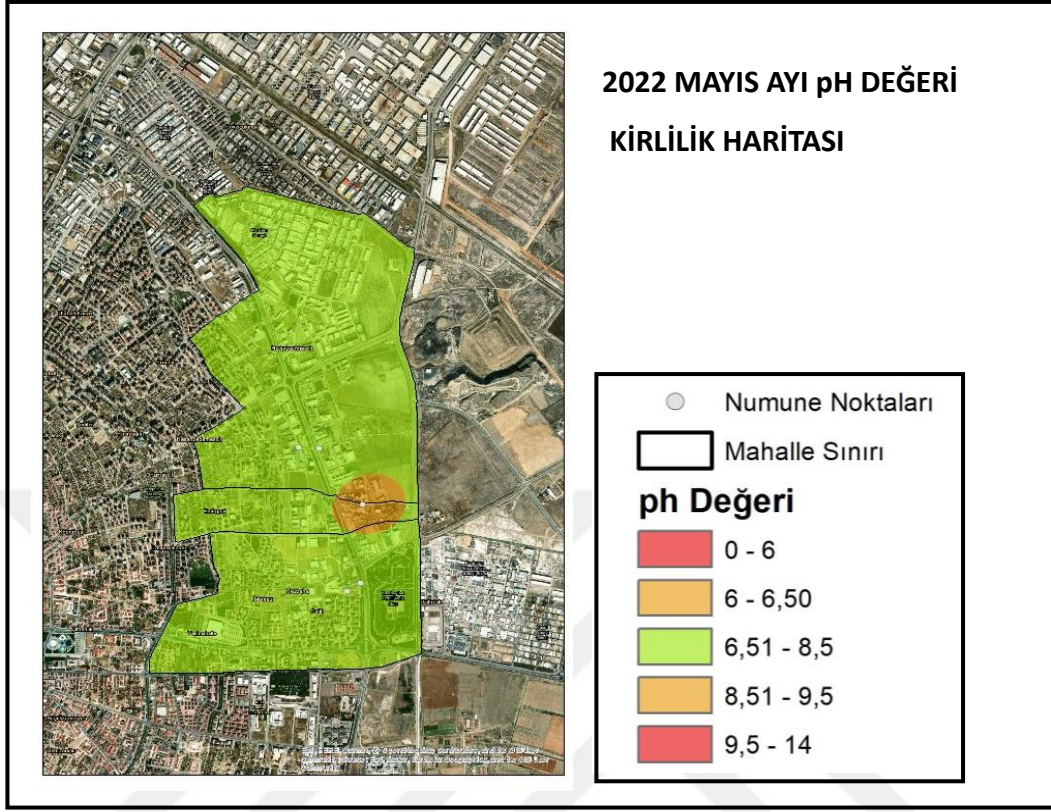
olarak belirlenmiştir. Ocak ve mayıs aylarında alınan numune sonuçlarına göre yalnızca Endüstri 1'in 6- 6,50 aralığında olduğundan sarı renkte gözükmektedir. Bu aralık hassas seviye olarak kabul edilmektedir. (Şekil 4.4, 4.6). Ocak ve mayıs aylarında Endüstri 2,3,4,5 ve mart ayı Endüstri 1,2,3,4,5 için pH değeri 6,51- 8,5 aralığında olduğundan yeşil renkte gözükmektedir. Bu aralık normal değer aralığı olarak kabul edilmektedir (Şekil 4.4, 4.5, 4.6). Şekil 4.7' da ise ağustos ayı pH değerlerinin Endüstri 1, 2 için normal değer aralıklarında olduğu ve Endüstri 3 için 8,51 – 9,5 ve Endüstri 5 için 6 – 6,5 aralığında hassas değer aralıklarında olduğu gözlenmiştir. Endüstri 4 ise 0-6 aralığındaki kirli olarak kabul edilen seviyede olup kırmızı olarak renklendirilmiştir.



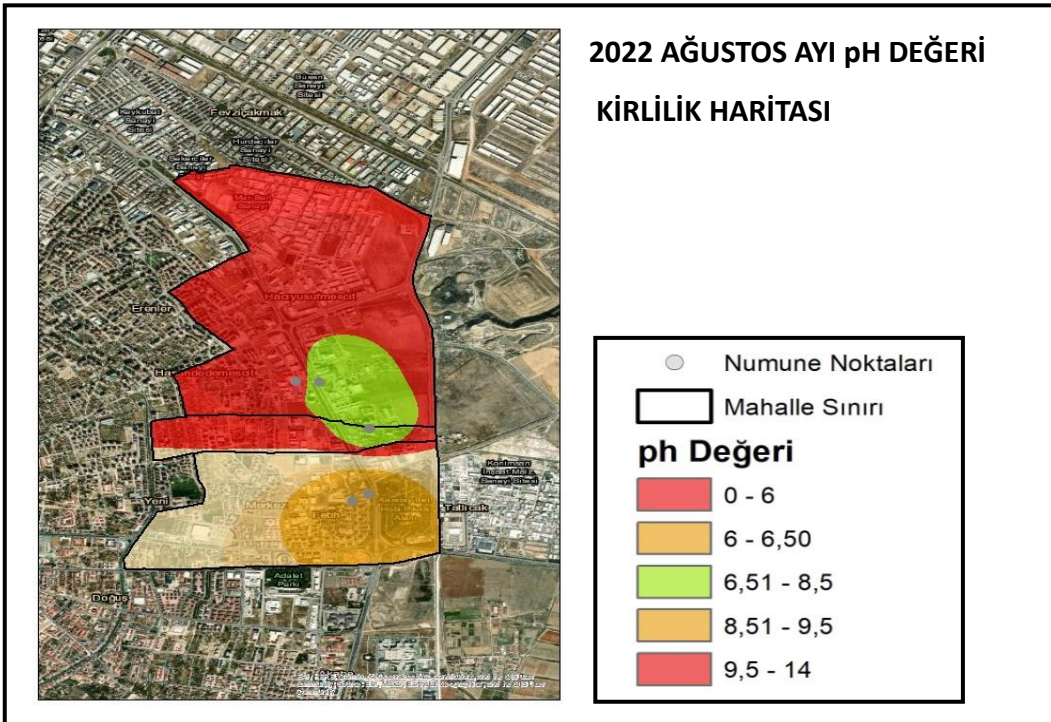
Şekil 4.4. Ocak ayı pH haritası



Şekil 4.5. Mart ayı pH haritası



Şekil 4.6. Mayıs ayı pH haritası



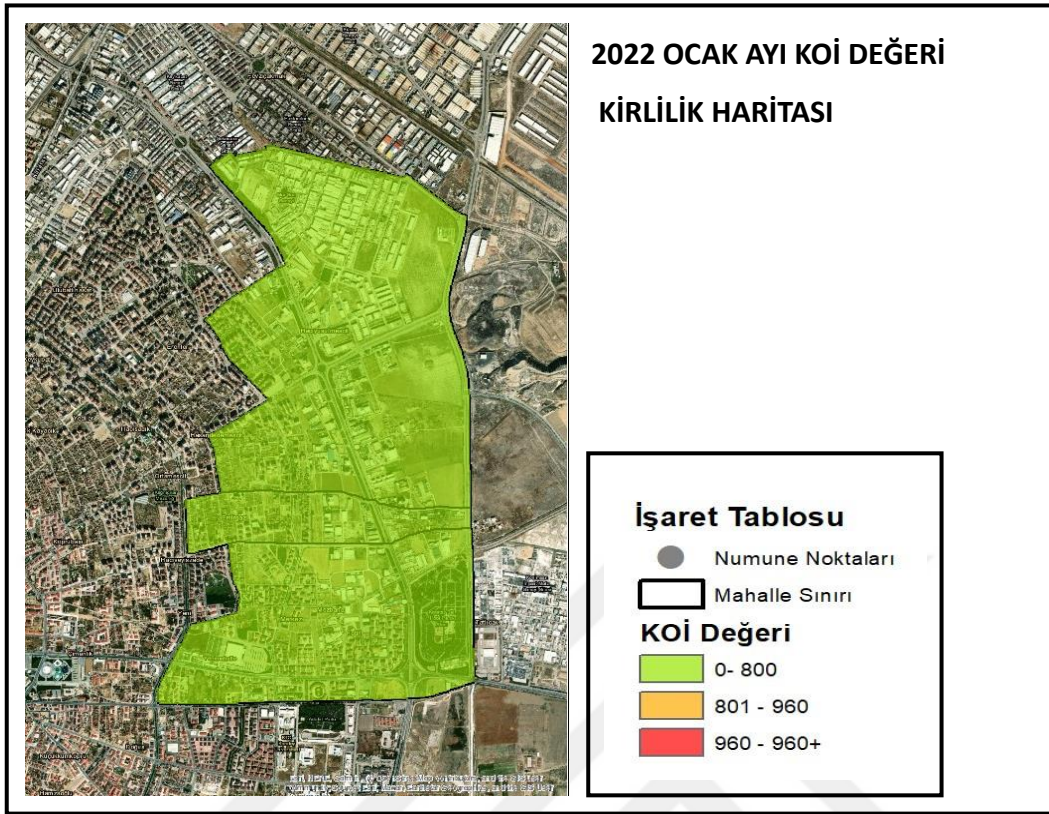
Şekil 4.7. Ağustos ayı pH haritası

Alınan numuneler içerisinde yapılan KOİ analizi uygulama içerisinde enterpolasyon yapılmıştır. belirlenen değer aralıkları;

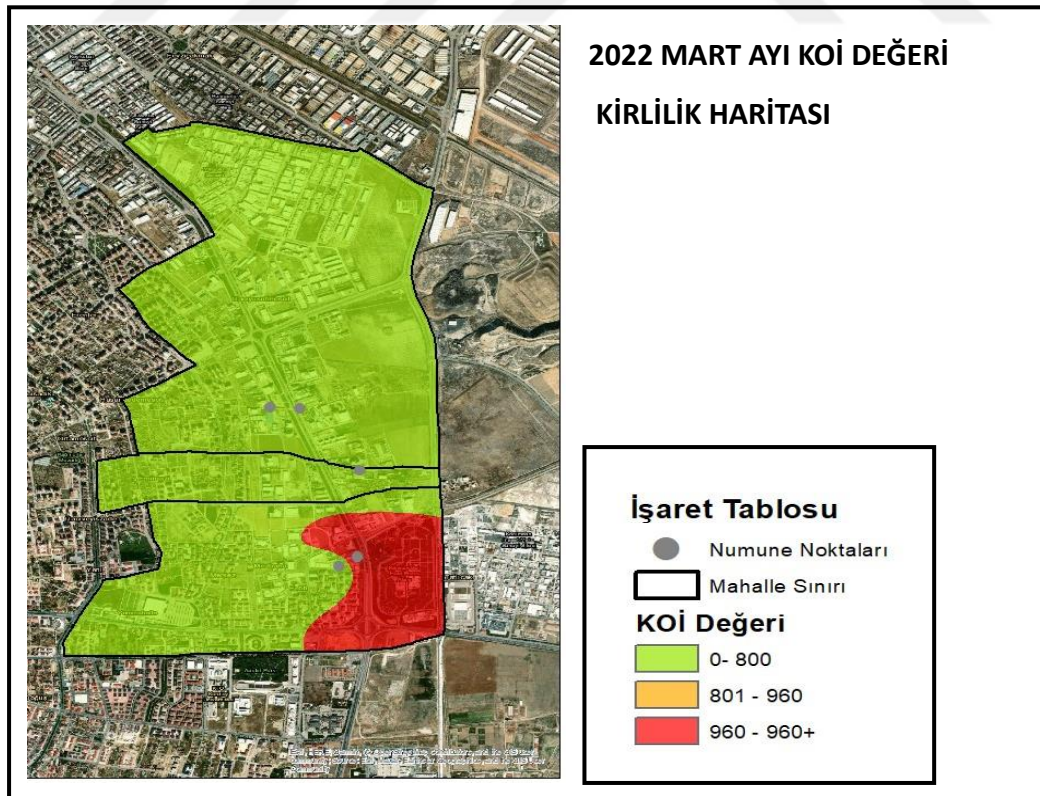
- 0 – 800 Yeşil
- 801-960 Sarı
- 960 – 960+ Kırmızı

olarak belirlenmiş olup gerekli renklendirmeler yapılmıştır. Buna göre KOİ Değeri Kirlilik Haritaları incelendiğinde ocak ve mayıs aylarında alınan numunelerin tüm endüstriler için 0-800 aralığındaki normal kabul edilen değer aralığında olduğu ve yeşil olarak renklendirildiği görülmektedir (Şekil 4.8, 4.10). Mart ayı Endüstri 5 KOİ değeri ise 960+ değerinde olup kirli olarak kabul edilen seviyededir (Şekil 4.9). Ağustos ayı Endüstri 4 ve Endüstri 5 KOİ değerleri yine 960'dan büyük olup kirli olarak kabul edilen seviyede kırmızı olarak renklendirilmiştir (Şekil 4.11).

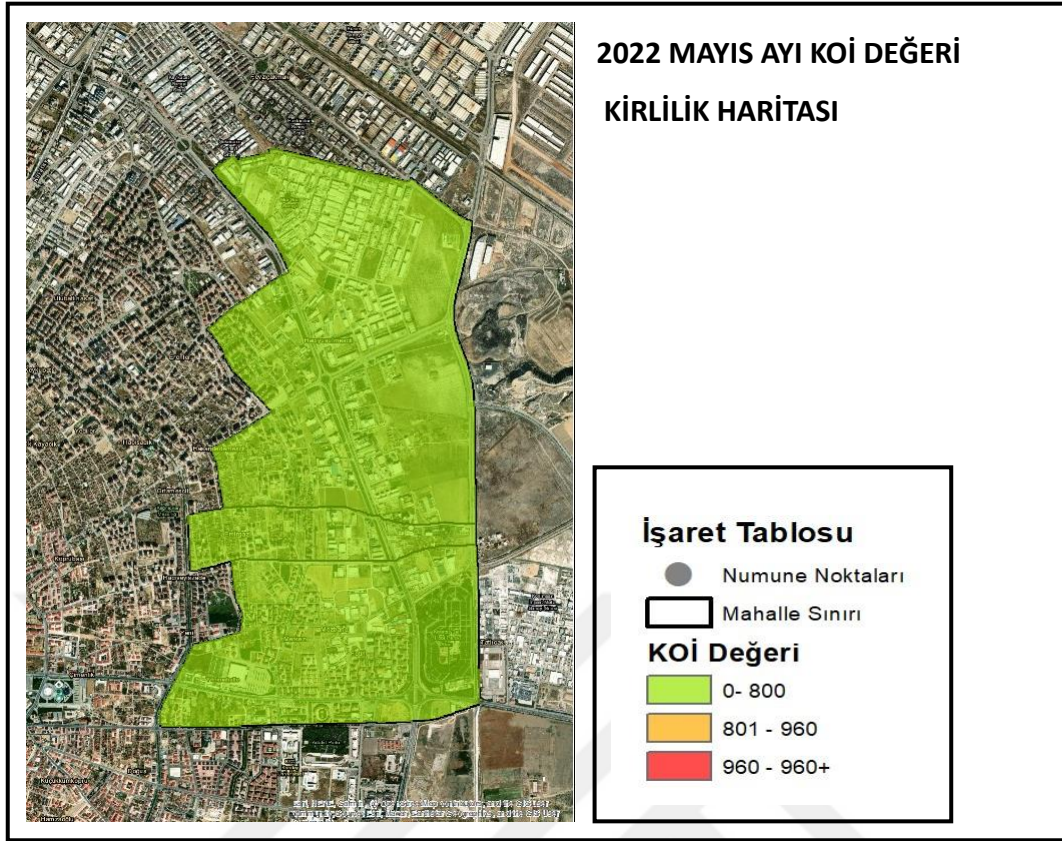




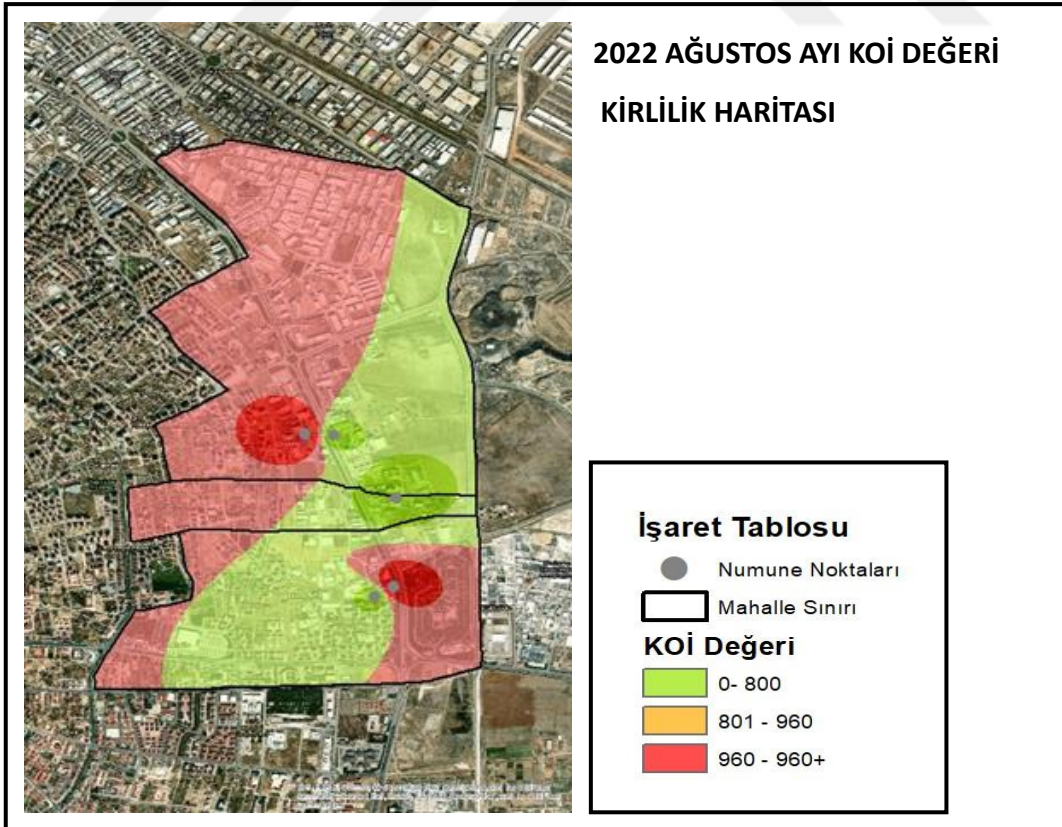
Şekil 4.8. Ocak ayı KOİ haritası



Şekil 4.9. Mart ayı KOİ haritası



Şekil 4.10. Mayıs ayı KOİ haritası

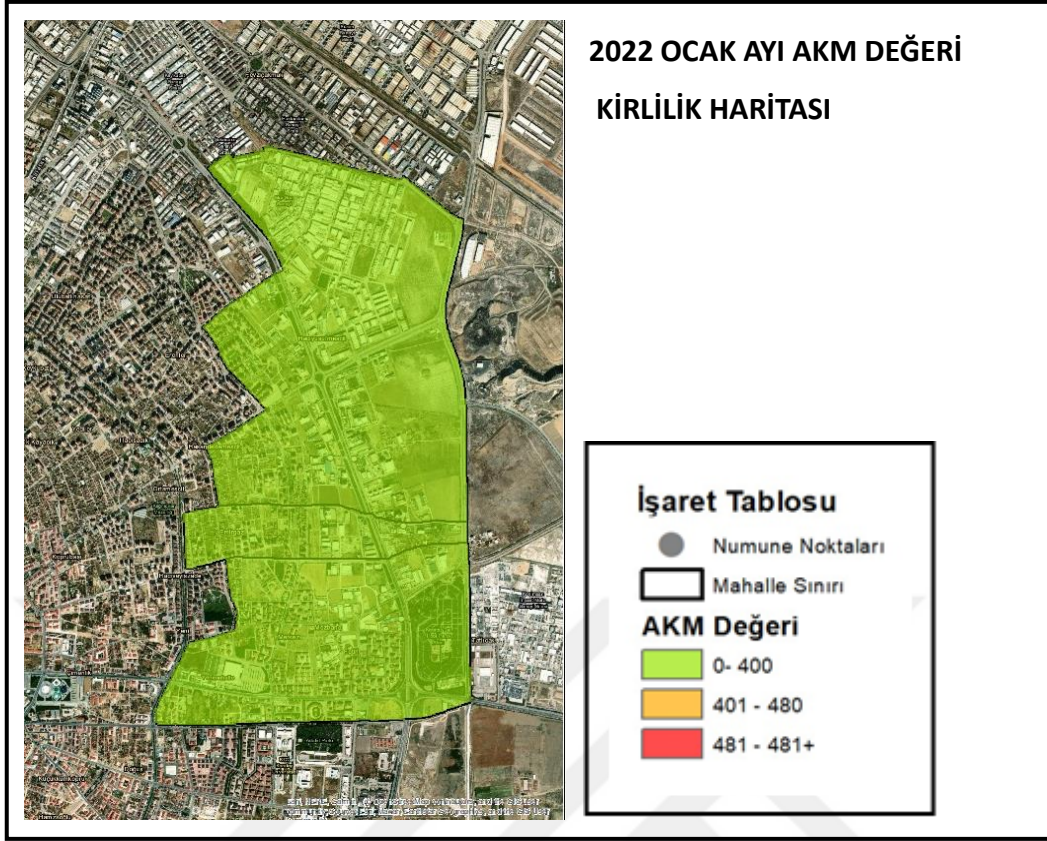


Şekil 4.11. Ağustos ayı KOİ haritası

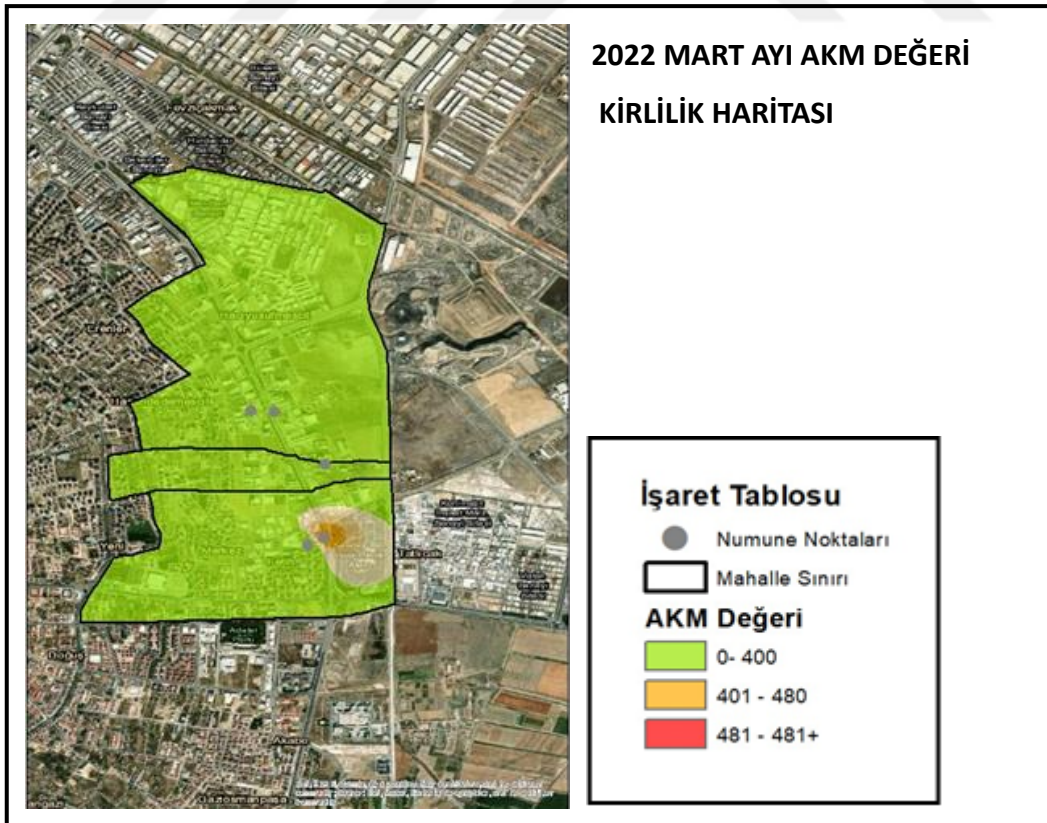
Alınan numuneler içerisinde yapılan AKM analizi uygulama içerisinde enterpolasyon yapılarak belirlenen değer aralıkları;

- 0 – 400 Yeşil
- 401-480 Sarı
- 481 – 481+ Kırmızı

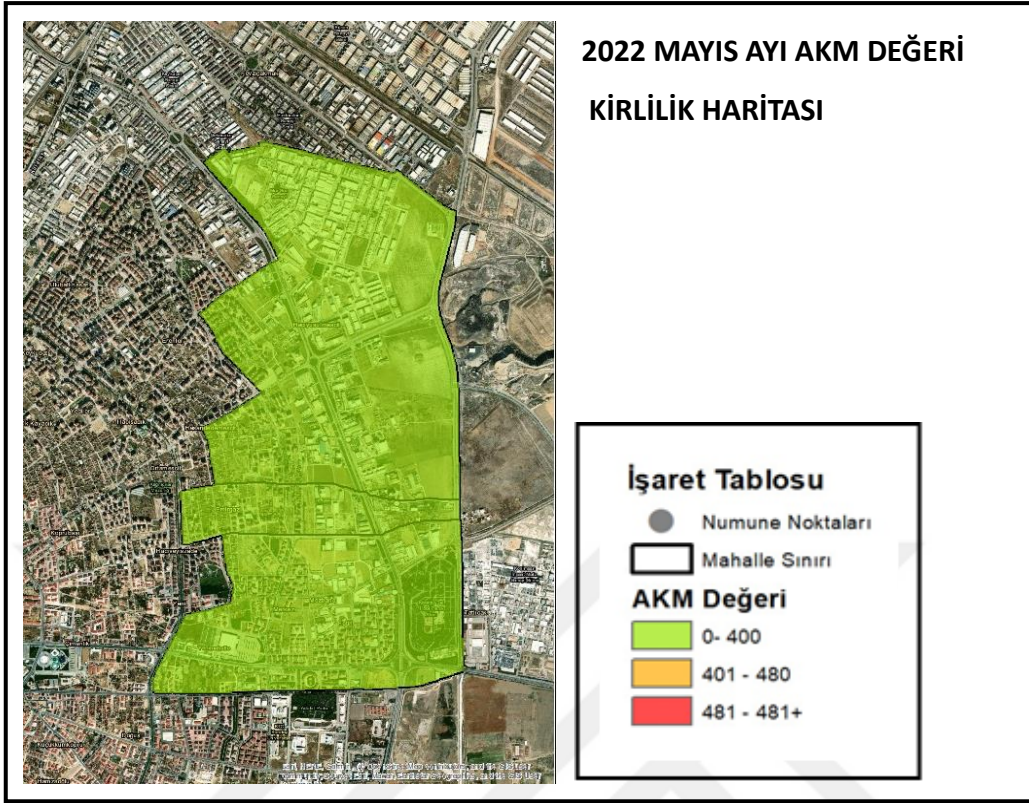
olarak belirlenmiş olup gerekli renklendirmeler yapılmıştır. Buna göre AKM Değeri Kirlilik Haritaları incelendiğinde ocak ve mayıs aylarında alınan numunelerin tüm endüstriler için 0-400 aralığındaki normal kabul edilen değer aralığında olduğu ve yeşil olarak renklendirildiği görülmektedir (Şekil 4.12 ve 4.14). Mart ayı Endüstri 5 AKM değeri ise 401-480 aralığında hassas olarak kabul edilen seviyededir (Şekil 4.13). Ağustos ayı Endüstri 3, Endüstri 4 ve Endüstri 5 için AKM değerleri 481+ olup kirli olarak kabul edilen seviyede kırmızı olarak renklendirilmiştir (Şekil 4.15).



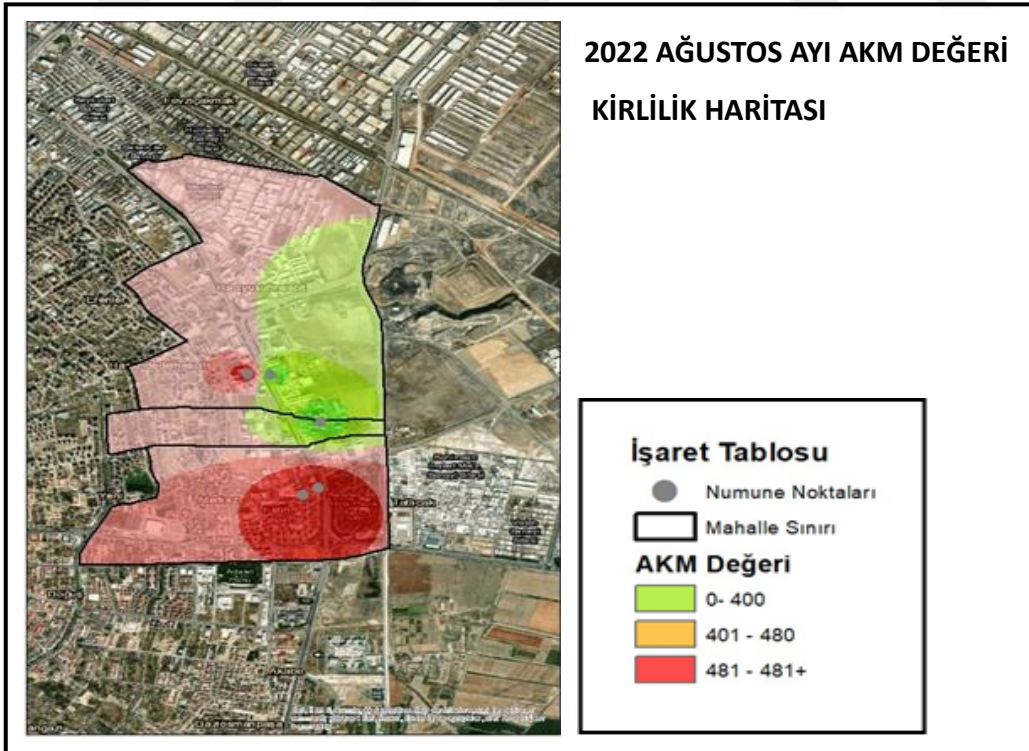
Şekil 4.12. Ocak ayı AKM haritası



Şekil 4.13. Mart ayı AKM haritası



Şekil 4.14. Mayıs ayı AKM haritası

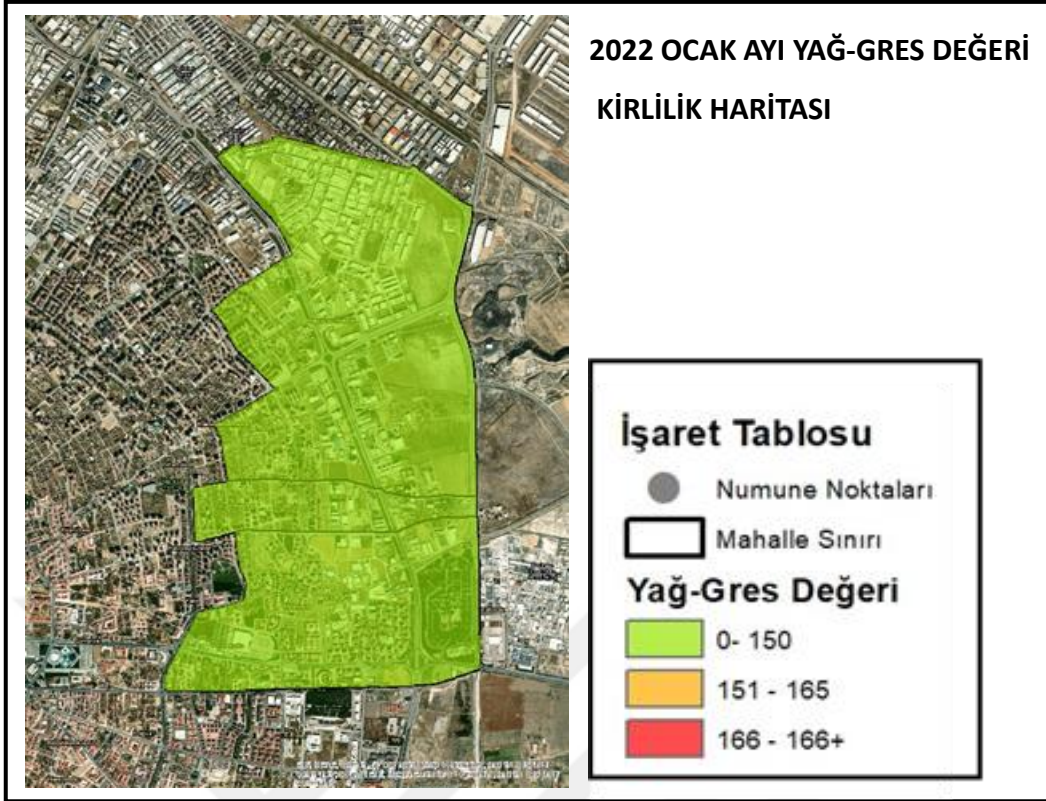


Şekil 4.15. Ağustos ayı AKM haritası

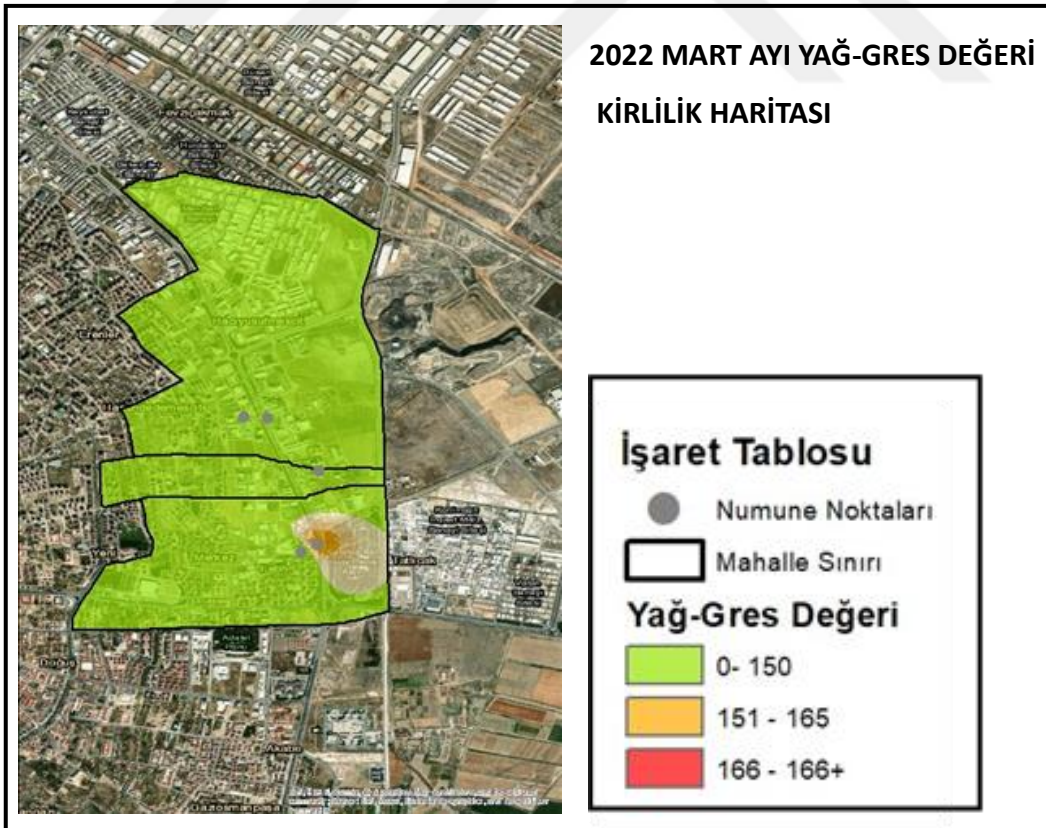
Alınan numuneler içerisinde yapılan YAĞ-GRES analizi uygulama içerisinde enterpolasyon yapılarak belirlenen değer aralıkları;

- 0 – 150 Yeşil
- 151-165 Sarı
- 166 – 166+ Kırmızı

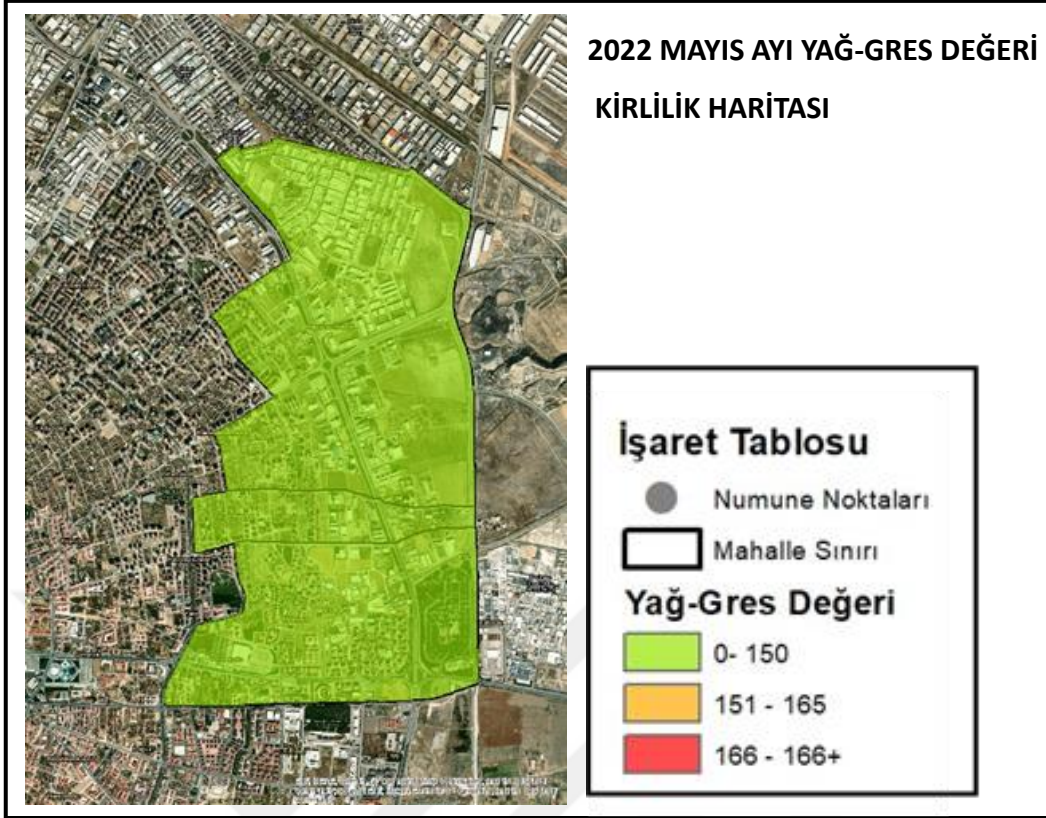
olarak belirlenmiş olup gerekli renklendirmeler yapılmıştır. Buna göre YAĞ-GRES Değeri Kirlilik Haritaları incelendiğinde ocak ve mayıs aylarında alınan numunelerin tüm endüstriler için 0-150 aralığındaki normal kabul edilen değer aralığında olduğu ve yeşil olarak renklendirildiği görülmektedir (Şekil 4.16 ve 4.18). Mart ayı Endüstri 5 YAĞ-GRES değeri ise 151-165 aralığında hassas olarak kabul edilen seviyededir (Şekil 4.17). Ağustos ayı Endüstri 4 için 151-165 arasında olup hassas değerdedir. Endüstri 5 ise 166+ olup kirli seviyededir (Şekil 4.19).



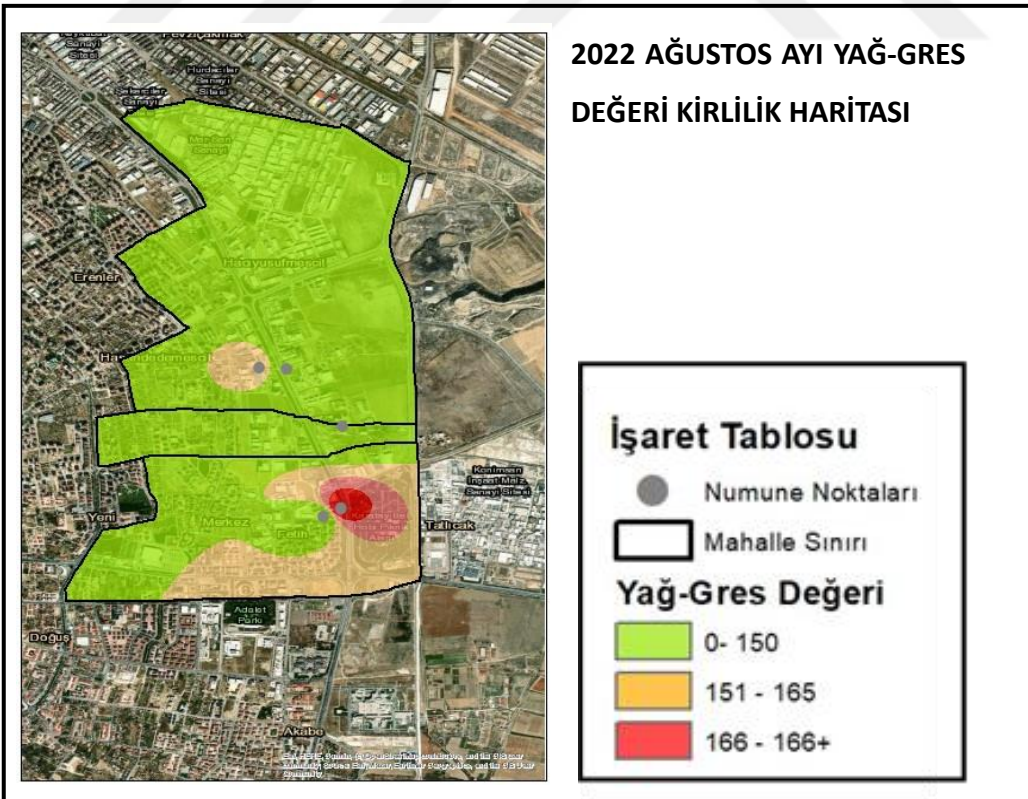
Şekil 4.16. Ocak ayı Yağ-Gres haritası



Şekil 4.17. Mart ayı Yağ-Gres haritası



Şekil 4.18. Mayıs ayı Yağ-Gres haritası



Şekil 4.19. Ağustos ayı Yağ-Gres haritası



## 5. DEĞERLENDİRME VE SONUÇ

Kanalizasyon sistemine deşarj edilen endüstriyel atıksuların ancak istenilen standartlara getirildikten sonra sisteme deşarj edilmesine izin verilmelidir (Kentel ve Yanmaz, 2007). Aksi halde, kentsel atıksu arıtma tesisinin arıtma verimini düşürebilmekte, işletme maliyetini artırabilmekte ve çevresel problemlere neden olabilmektedir. Kanalizasyon sisteminde tıkanmalar, kentsel koku problemleri, korozyon gibi sorunlara da neden olarak kanalizasyon işletme giderlerini arttırabilmektedir. Ayrıca yerleşim bölgesine yakın olan yerlerdeki endüstriyel tesislerden kaynaklanan atıksular Konya’da kentsel ve çevresel problemlere neden olmaktadır.

Endüstriyel tesislerden periyodik olarak numuneler alınmakta ve gerekli takipler yapılmaktadır. Ancak işletme sayısının giderek artması numune alma, inceleme ve tespit etme aşamalarını güçleştirmektedir.

Konya Büyükşehir Belediyesi akıllı şehir kapsamında birçok verisini CBS tabanına aktarmıştır. Fakat kanalizasyon yüküne sebep olan çevresel problemlerin başlıca kaynaklarından olan endüstriyel tesislerdeki atıksular konusunda, CBS’ ye yönelik bir çalışma bulunmamaktadır.

Günümüzde birçok kent akıllı veri tabanları kullanarak kentsel problemleri daha bütüncül, sistematik ve hızlı şekilde çözmeye başlamıştır. Bu sistemler belediyelerin neredeyse her alanında kullanılmaya başlanmış ve giderek yeni kullanımlar için hazırlıklar yapılmaktadır. Çalışma kapsamında da seçilen pilot bölgede bulunan endüstriyel tesislerin kanalizasyon bağlantı noktasından alınan numunelerin kanalizasyon sistemine oluşturdukları yükün bütüncül olarak gözlenebilmesi, genel bir haritada değerlendirilebilmesi için numune sonuçlarının CBS ortamına girilmesi faydalı olacaktır. Bir ön çalışma niteliğinde olan tez kapsamında da belirlenen Hacıyusufmescit Mahallesi, Emirgazi Mahallesi ve Fetih Mahallelerinden alınan numuneler neticesinde çıkan analiz sonuçları ArcGIS programıyla zamansal ve mekânsal olarak görselleştirmesi yapılmıştır.

Çalışma kapsamında belirlenen endüstrilerden alınan numuneler neticesinde pH, KOİ, AKM ve Yağ-Gres parametrelerinin analizleri yapılmış ve sonuçları ArcGIS programına aktarılmış haritalandırmalar yapılmıştır. Oluşturulan haritalarda her ay için farklı sonuçlara rastlanılmıştır. Bu durum endüstrilerin atıksu deşarjında gerekli

önlemleri her daim almadıkları şeklinde yorumlanabilmektedir. Doğru sonuçlara ulaşılabilmesi için numuneler farklı aylarda alınmıştır. Böylece farklı haritalara ulaşılmıştır. Ön arıtma işlemin gerçekleştirilmediği veya doğru işletilmediği durumlarda haritalarda görülen normal değer aralıklarının dışında değerlere rastlanılmıştır.

Pilot bölge özelinde edinilen numune sonuçları ve haritalara bütüncül bir açıdan bakılması ArcGIS sayesinde gerçekleştirilmiştir. Sonuç verileri ArcGIS' te zamansal ve mekansal olarak izlenebilmiş, kirlilik problemine neden olabilecek sonuçlar haritada üzerinden gözlenebilmiştir.

Kanalizasyon birleşim noktalarından alınan numunelerin sonuçlarında KOİ ve AKM değerleri yüksek çıkmıştır (Çizelge 4.7). Endüstriyel tesislerden alınan numune sonuçlarında da bu değerlerin yüksek çıkması bölgedeki koku problemlerinin kaynağının bu endüstrilerden kaynaklandığı ve kentsel atıksu arıtma tesisinin sağlıklı bir şekilde işletilmesinde bu bölgeden deşarj edilen atıksuların karakterizasyonunun önemli bir faktör olduğunu göstermektedir. Bu endüstriler kanalizasyon sisteminde ve atıksu arıtma tesisinde ani yüklerle sebep olmaktadır.

Bölgede gıda endüstri tesisleri yoğunlukta olup belirlenen tesislerin tümü de gıda endüstrisidir. Bu nedenle ağır metal parametreleri izlenmesi gereksiz görülmüş, daha sonra kanalizasyon birleşim noktalarından alınan numunelerin analiz sonuçlarında da ağır metallerin çok düşük seviyelerde çıkması bu düşünceyi doğrulamıştır (Çizelge 4.7).

Numune sonuçlarının çalışmanın üç mahalle ve 5 endüstriden oluşması çalışmayı kısıtlamıştır. Çalışmanın Konya genelinde yapılması aşağıda bahsedilen sonuçlara ulaşılabilmesi için önem arz etmektedir. Bu nedenle KOSKİ'nin bu faktörleri göz önünde bulundurarak bundan sonraki süreçte numune sonuçlarını CBS sistemine aktarması faydalı olacaktır. Bu nedenle Konya'da endüstriyel tesislerden alınan numunelerin tek bir uygulama üzerinde toplanması ve KOSKİ CBS portalında harita olarak izlenebilmesi;

- kent genelinde koku ve kirlilik gibi çevresel problemlerin kısa zamanda tespit edilebilmesi ve bütüncül olarak izlenebilmesi
- kanalizasyon sisteminde işletme kolaylığı ve maliyet azaltılması
- kurumların denetimlerinin belirli bir sistematiğe ilerlemesiyle hızlı ve doğru karar verme

gibi faydalar sağlayacaktır.

## KAYNAKLAR

Anonim, 2020a, Atıksu Nedir? Çeşitleri? [online], <https://emaatiktasimaciligi.com/atik-su-nedircesitleri/> [Ziyaret Tarihi: 6 Kasım 2021].

Anonim, 2020b, Laboratuvar / Atıksulardan numune alma kılavuzu [online], <https://www.eskisehir-eski.gov.tr/laboratuvar.php?sayfa=Atik-Sulardan-Nunume-Alma-Klavuzu>, [Ziyaret Tarihi: 2 Kasım 2021].

Ardalı, Y., 2021, Endüstriyel atıksu karakterizasyonu deşarj standartları, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ders Notu.

Atıksuların Kanalizasyon Sistemine Deşarj Yönetmeliği, 2021.

Badem, H., 2017, Türkiye’de kent bilgi sistemlerinin ulusal ölçekte yaygınlaştırılmasına yönelik çözüm önerileri, *Uzmanlık Tezi*.

Ban, S. Devkota, S. Kim, H. Sharma, S. Shrestha, R. Tiwari, A. Joshi, R. ve Kim, H., 2021, Technological trends in heavy metals removal from industrial wastewater: A review, *Elsevier*, Volume 9.

Başar, T., 2016, Kent Bilgi Sistemi Türkiye ve Dünya'dan örnekler, İller Bankası Anonim Şirketi, Uzmanlık Tezi.

Baycan, N. ve Büyükkamacı N., 2019, Endüstriyel atıksuların yönetimi, *Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayınları*, İzmir, 2-8.

Bhandari, M ve Ranade, V., 2014, Industrial wastewater treatment, recycling and reuse, *Elsevier*.

Calkins, H. Marble, D. ve Tomlinson, R., 1976, Computer handling of geographic data, Paris, UNESCO Press

Chrisman, N. R., 1983, The role of quality information in the long-term functioning of a geographic information system, *In Proceedings of Auto Carta*, Volume 2, 303-321.

Clarke, K. C., 1986, Advances in geographic information systems. Computers, *Environment and Urban Systems*, 175-184.

Çevresel Göstergeler, 2021, Atıksu arıtma tesisi ile hizmet veren belediyeler[online], <https://cevreselgostergeler.csb.gov.tr/atıksu-arıtma-tesisi-ile-hizmet-verilen-belediyeler-i-85746>, Ziyaret Tarihi: 5 Ekim 2021]

Çiçek, Ü., 2016, Konya kanalizasyon sistemine kaçak deşarjların biyofilm toplayıcı ahtapot kullanılarak izlenmesi, *Yüksek Lisans Tezi*.

Dustdar, Ş. Nastic, S. ve Scekcic, O., 2017, Smart cities the internet of things, People and systems, Springer.

Edelson, D., 2014, Geographic information systems: The missing educational technology, *National Geographic Education Blog*.

GIS and Decision Making in Local Government , John O'Looney ESRI, Inc., 2000 - sayfa 4-7.

Green, D., 2001, GIS: A Sourcebook for Schools (Geographic Information Systems Workshop), Londra, 156-172.

Gunatilake, S.K., 2015, Methods of removing heavy metals from industrial wastewater, *Journal of Multidisciplinary Engineering Science Studies* Vol. 1.

Jern, W., 2006, Industrial wastewater treatment, World Scientific, 1-10

Kentel, E. ve Yanmaz A., 2007, Kanalizasyon sistemlerinin işletimiyle ilgili sorunların değerlendirilmesi, *Kongre Sempozyum Bildiriler Kitabı*, 64-76.

Koçak, H., 2008, Coğrafi bilgi sistemlerinin kentsel yaşam kalitesinin yükseltilmesine etkileri, *I. CBS günleri sempozyumu*, 19 – 21 Kasım 2008, Ankara.

Köroğlu, F., 2002, Kent Bilgi Sistemi oluşturulması üzerine bir araştırma, Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Ankara.

Kumar, V., 2014, Geographic information system for smart cities, by Copal Publishing Group, 13-18.

Langran, G., 1993, Time in geographic information systems Gail Langran, *Taylor & Francis*, London.

Öztürk, M., 2017, Evsel atıksu kanalizasyon sistemi işletilmesi, *Çevre ve Şehircilik Bakanlığı*, Ankara.

Robert, W., 1987, Selling a geographical information system to government policymakers, Annual Conference of the Urban and Regional Information Systems Association.

Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği, 2004.

Şengül, F., 1989, Endüstriyel atıksuların özellikleri ve arıtılması, *Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Yayınları*.

Tarhan, Ç. Ve Tecim, V., 1999, Türkiye’de ideal Kent Bilgi Sistemi oluşturma kistasları ve yapılmakta olan çalışmaların değerlendirilmesi, 3. Coğrafi Bilgi Sistemleri Bilişim Günleri, Fatih Üniversitesi, İstanbul.

Uğurlu, O., 2021, Konya ili’nde hava kirliliğine etki eden faktörlerin mekânsal analizi, *Yüksek Lisans Tezi*.

Ülkenli, Z., 1997, Coğrafi bilgi sistemlerinin ülkemizde kullanımı üzerine, *Sanal gazete*, Sayı 4, İstanbul.

www.konya.bel.tr, 2014

Yomralıoğlu, T., 2000, Coğrafi Bilgi Sistemleri (Temel Kavramlar ve Uygulamalar), İstanbul.

Solmaz, S. ve Üstün, G., 2014, Endüstriyel atıksuların denetimi ve ön arıtmanın değerlendirilmesi–Bursa ili örneği, *Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, Cilt 9, Sayı 2.

Mara, D., 2004, Domestic wastewater treatment in developing countries, Earthscan, London.

Holdstock, D., 2016, Strategic GIS planning and management in local government, *First Published*.

Masser, I., 2001, Managing our urban future: The role of remote sensing and geographic information systems, *Elsevier*, Volume 25, 503-512.

