

T.C.
NEVŞEHİR HACI BEKTAŞ VELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ANKARA İLİ İÇME SUYU KALİTE PARAMETRELERİNİN
COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ (CBS) ORTAMINDA
FARKLI ENTERPOLASYON YÖNTEMLERİ KULLANILARAK
MODELLENMESİ

Tezi Hazırlayan
Oğuzhan ARSLAN

Tez Danışmanı
Doç. Dr. M. Cüneyt BAĞDATLI

Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı
Yüksek Lisans Tezi

Eylül 2021
NEVŞEHİR

T.C.
NEVŞEHİR HACI BEKTAŞ VELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ANKARA İLİ İÇME SUYU KALİTE PARAMETRELERİNİN
COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ (CBS) ORTAMINDA FARKLI
ENTERPOLASYON YÖNTEMLERİ KULLANILARAK
MODELLENMESİ

Tezi Hazırlayan
Oğuzhan ARSLAN

Tez Danışmanı
Doç. Dr. M. Cüneyt BAĞDATLI

Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı
Yüksek Lisans Tezi

Eylül 2021
NEVŞEHİR

Dr. M. Cüneyt BAĞDATLI danışmanlığında **Oğuzhan ARSLAN** tarafından hazırlanan "**Ankara İli İçme Suyu Kalite Parametrelerinin Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) Ortamında Farklı Enterpolasyon Yöntemleri Kullanılarak Modellenmesi**" başlıklı bu çalışma, jürimiz tarafından Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, **Çevre Mühendisliği Anabilim Dalında, Yüksek Lisans Tezi** olarak kabul edilmiştir.

03/ 09 / 2021

JÜRİ

Başkan : Prof. Dr. Mustafa KARATAŞ

Üye (Danışman) : Doç. Dr. M. Cüneyt BAĞDATLI

Üye : Prof. Dr. Serkan ŞAHİNKAYA

ONAY:

Bu tezin kabulü Enstitü Yönetim Kurulunun.....tarih ve.....sayılı kararı ile onaylanmıştır.

.... / 09 / 2021

Prof. Dr. Şahlan ÖZTÜRK
Enstitü Müdürü

TEZ BİLDİRİM SAYFASI

Tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada yer alan bütün bilgilerin bilimsel ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu ve bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Oğuzhan ARSLAN



TEŞEKKÜR

Yüksek lisans öğrenimim de ve tez çalışma aşamamın gerçekleşmesinde engin bilgi ve tecrübelerini benden esirgemeyen, bu yolda beni aydınlatan, destekleyen, yardımlarını esirgemeyen saygıdeğer danışman hocam; Doç. Dr. M. Cüneyt BAĞDATLI 'ya,

Hayatım boyunca maddi manevi desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen her daim yanımda olan sevgili aileme,

Manevi desteğini hiçbir zaman esirgemedi yanımda olan Şehri AK'a,

Çalışmam boyunca benden bir an olsun desteklerini esirgemeyen değerli arkadaşlarım Eda Nur ARIKAN, Esra CAN ve Yiğitcan BALLI 'ya,

Tanıştığımız günde bu yana yardımlarını esirgemedi arkamda duran manevi abim Serkan ŞEN'e,

Eğitim hayatım boyunca engin bilgi ve tecrübeleri benden esirgemedi paylaşan tüm öğretmen ve hocalarıma teşekkürlerimi sunarım.

Ankara İli İçme Suyu Kalite Parametrelerinin Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) Ortamında Farklı Enterpolasyon Yöntemleri Kullanılarak Modellenmesi

(Yüksek Lisans Tezi)

Oğuzhan ARSLAN

**NEVŞEHİR HACI BEKTAŞ VELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

Eylül 2021

ÖZET

Bu çalışma Ankara ilinin 2018-2020 yılları arasındaki bazı içme suyu kalite parametrelerinden EC, bulanıklık, bakiye klor (Cl), sülfat (SO₄), demir (Fe) ve alüminyum değerlerinin Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ortamında farklı enterpolasyon yöntemleri kullanılarak mekânsal olarak değerlendirilmesi ve modellenmesi kapsamında yürütülmüştür. Çalışmada Ankara Su ve Kanalizasyon İdaresi (ASKİ) tarafından dönemsel olarak izlenen bazı su kalitesi parametre değerleri kullanılmıştır. Bu kapsamda Ankara'nın 25 ilçesinin bazı su kalitesi parametre değerleri dönemsel ve mevsimsel olarak da trend analizine tabii tutulmuştur. Bu bağlamda su kalitesi parametre değerlerinin mevsimsel ve dönemsel olarak değişim seyri yıllar bazında ortaya konulmuştur. Çalışma sonucunda Ankara ili genelinde ortalama olarak EC 134,9-28,3 mS/m, bulanık değerleri 0,71-0,23 NTU, bakiye klor 0,74-0,38 mg/l, SO₄ konsantrasyon değeri ise 178,10-12,33 mg/l, Fe konsantrasyon değerleri ise 45,4-4,4 µg/l, Al konsantrasyon değeri 85,6-9,2 µg /l, olarak belirlenmiştir. Trend analizi sonuçlarında ise EC değerlerinde 10 ilçede, bulanıklık değerlerinde 17 ilçede, bakiye Cl' da 16 ilçede, SO₄ içeriğinde 17 ilçede, Fe konsantrasyonunda 15 ilçede ve Al miktarında ise 20 ilçede artan veya azalan yönde bir trendin olduğu sonucuna varılmıştır.

Anahtar kelimeler: İçme Suyu, Mekânsal Modelleme, Trend Analizi, CBS, Ankara

Tez Danışmanı: Doç. Dr. M. Cüneyt BAĞDATLI

Sayfa Adedi: 107

Modeling of Drinking Water Quality Parameters in Ankara Province with Geography Information Systems (GIS) by using Different Interpolation Methods

(M.Sc. Thesis)

Oğuzhan ARSLAN

**NEVŞEHİR HACI BEKTAŞ VELİ UNIVERSITY
GRADUATE SCHOOL of NATURAL and APPLIED SCIENCES**

September 2021

ABSTRACT

This study was carried out within the scope of spatial evaluation and modeling of EC, turbidity, balance chlorine (Cl), sulfate (SO₄), iron (Fe) and aluminum values from some drinking water quality parameters of Ankara province between 2018 and 2020 using different interpolation methods in geographic information systems (GIS) environment. In the study, some water quality parameter values monitored periodically by Ankara Water and Sewerage Administration (ASKİ) were used. In this context, some water quality parameter values of 25 districts of Ankara were subjected to seasonal and seasonal trend analysis. In this context, the course of seasonal and periodic change of water quality parameter values has been revealed on a yearly basis. As a result of the study, ec 134.9-28.3 mS/m, fuzzy values 0.71-0.23 NTU, balance chlorine 0.74-0.38 mg/l, SO₄ concentration value 178.10-12.33 mg/l, Fe concentration values 45.4-4.4 µg/l, Al concentration value 85.6-9.2 µg/l. In the results of the trend analysis, it was concluded that there is an increasing or decreasing trend in EC values in 10 districts, blurring values in 17 districts, balance Cl in 16 districts, SO₄ content in 17 districts, Fe concentration in 15 districts and Al in 20 districts.

***Keywords:* Drinking Water, Spatial Modeling, Trend Analysis, GIS, Ankara**

Thesis Supervisor: Assoc. Prof. Dr. M. Cüneyt BAĞDATLI

Page Number: 107

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY	iii
TEZ BİLDİRİM SAYFASI.....	iv
TEŞEKKÜR.....	v
ÖZET.....	vi
ABSTRACT.....	vii
İÇİNDEKİLER.	viii
TABLolar LİSTESİ	xi
ŞEKİLLER LİSTESİ	xii
SİMGELER VE KISALTMALAR	xiv
BÖLÜM 1	
GİRİŞ	1
BÖLÜM 2	
İÇME SUYU.....	4
2.1. İçme Suyu Kalite Parametreleri.	4
2.1.1. İçme suyunun fiziksel kalite parametreleri	4
2.1.1.1. Sıcaklık	4
2.1.1.2. Bulanıklık	4
2.1.1.3. İletkenlik (EC)	4
2.1.1.4. pH	4
2.1.1.5. Tat ve koku.....	5
2.1.2. İçme suyunun kimyasal kalite parametreleri	5
2.1.2.1. Çözünmüş oksijen	5
2.1.2.2. Sertlik	5
2.1.2.3. Demir (Fe).....	5
2.1.2.4. Klorür (Cl ⁻).....	5
2.1.2.5. Sülfat (SO ₄).....	6
2.1.2.6. Florür (F ⁻).....	6
2.1.3. İçme suyunun biyolojik kalite parametreleri	6
2.2. İçme Suyu Arıtım Prosesleri	6
2.3. İçme Suyunda İzin Verilebilir Sınır Değerleri	7

BÖLÜM 3

COĞRAFI BİLGİ SİSTEMLERİ (CBS)	10
3.1. Bileşenleri.	10
3.2. Veri Toplama	11
3.3. Veri Yönetimi.....	11
3.4. Veri İşleme.....	12
3.5. Veri Sunumu	12

BÖLÜM 4

ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	13
4.1. İçme Suyunun Değerlendirilmesine Yönelik Çalışmalar.....	13
4.2. CBS ile Mekânsal Analiz Çalışmaları.....	17

BÖLÜM 5

MATERYAL VE METOT	21
5.1. Materyal	21
5.1.1. Çalışma alanının yeri ve konumu.....	21
5.1.2. Coğrafi ve idari yapısı.....	21
5.1.3. Nüfus dağılımı.....	22
5.1.4. İklim özellikleri.....	23
5.1.5. Su kaynakları.....	23
5.1.6. İçme suyu arıtma tesisleri.....	25
5.1.7. Toprak kaynakları.	26
5.2. Metot	26
5.2.1. İçme suyu kalitesinin değerlendirilmesi.....	26
5.2.2. Ankara ili içme suyunda ASKİ tarafından yapılan analizler... ..	27
5.2.3. Enterpolasyon yöntemleriyle mekânsal modelleme	27
5.2.4. Trend analizi.....	28

BÖLÜM 6

ARAŞTIRMA BULGULARI	31
6.1. Elektriksel İletkenlik (EC) Değerinin Modellenmesi	31
6.1.1. EC değerinin mekânsal analizi.....	31
6.1.2. EC değerinin trend analizi.....	35
6.2. Bulanıklık Değerinin Mekânsal Modellemesi	36

6.2.1. Bulanıklık değerinin mekânsal analizi.....	36
6.2.2. Bulanıklık değerinin trend analizi.....	40
6.3. Bakiye Klor (Cl) Miktarının Modellemesi.....	41
6.3.1. Bakiye Cl miktarının mekânsal analizi.....	41
6.3.2. Bakiye Cl miktarının trend analizi.....	45
6.4. Sülfat Miktarının Mekânsal Modellemesi.....	46
6.4.1 Sülfat miktarının mekânsal analizi.....	46
6.4.2 Sülfat miktarının trend analizi.....	47
6.5. Demir Miktarının (Fe) Mekansal Modellemesi.....	51
6.5.1. Fe miktarının mekânsal analizi.....	51
6.5.2 Fe miktarının trend analizi.....	52
6.6. Alüminyum (Al) Miktarının Mekansal Modellemesi.....	56
6.6.1. Al miktarının mekânsal analizi.....	56
6.6.2. Al miktarının trend analizi.....	56
BÖLÜM 7	
TARTIŞMA, SONUÇ ve ÖNERİLER.....	62
BÖLÜM 8	
KAYNAKÇA.....	79
EKLER.....	90
ÖZGEÇMİŞ.....	91

TABLolar LİSTESİ

Tablo 1.1. Türkiye'nin su potansiyeli	2
Tablo 2.1. İçme suyunda mikrobiyolojik parametreler için izin verilen sınır değerleri ...	8
Tablo 2.2. İçme suyunda fiziksel parametreler için izin verilen sınır değerleri.....	8
Tablo 2.3. İçme suyunda kimyasal kalite parametreleri için izin verilen sınır değerleri ..	9
Tablo 5.1. Ankara ilinin ilçeler bazında 2020 yılı nüfus dağılımları.....	22
Tablo 5.2. Ankara ili 1927-2019 yılları arası bazı iklim değerleri.....	23
Tablo 5.3. Ankara iline içme suyu temin edilen barajlar ve kapasiteleri.....	24
Tablo 5.4. Ankara ilinde yer alan içme suyu arıtma tesisleri.....	25
Tablo 5.5. Ankara ili arazi sınıfı kullanımları.....	26
Tablo 6.1. EC değerlerinin yıllara göre değişimi.....	34
Tablo 6.2. EC değerinin trend analizi sonuçları	35
Tablo 6.3. Bulanıklık değerlerinin yıllara göre değişimi	39
Tablo 6.4. Bulanıklık değerinin trend analizi sonucu	40
Tablo 6.5. Bakiye Cl değerlerinin yıllara göre değişimi.....	44
Tablo 6.6. Bakiye klor değerinin trend analizi sonucu	45
Tablo 6.7. Sülfat (SO ₄) değerlerinin yıllara göre değişimi	49
Tablo 6.8. Sülfat (SO ₄) değerinin trend analizi sonucu	50
Tablo 6.9. Demir (Fe) değerlerinin yıllara göre değişimi	54
Tablo 6.10. Demir (Fe) değerinin trend analizi sonucu	55
Tablo 6.11. Alüminyum (Al) değerlerinin değişimi	59
Tablo 6.12. Alüminyum (Al) değerinin trend analizi sonucu	60

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1. Yeryüzündeki su kaynakları potansiyelinin dağılımı	1
Şekil 2.1. Tipik bir içme suyu arıtma şeması	7
Şekil 3.1. CBS temel bileşenler.....	10
Şekil 3.2. Vektör ve raster modeli gösterimi.....	11
Şekil 3.3. CBS’de örnek bir mekansal analiz.....	12
Şekil 5.1. Çalışma alanın yeri ve konumu.....	21
Şekil 5.2. IDW enterpolasyon yöntemi örnek mekânsal dağılımı	28
Şekil 5.3. Kriging enterpolasyon yöntemi örnek mekânsal dağılımı.....	28
Şekil 6.1. 2018 yılı EC değerlerinin mekânsal dağılımları	31
Şekil 6.2. 2019 yılı EC değerlerinin mekânsal dağılımları	32
Şekil 6.3. 2020 yılı EC değerlerinin mekânsal dağılımları.....	33
Şekil 6.4. 2018 yılı bulanıklık değerlerinin mekânsal dağılımları.....	36
Şekil 6.5. 2019 yılı bulanıklık değerlerinin mekânsal dağılımları.....	37
Şekil 6.6. 2020 yılı bulanıklık değerlerinin mekânsal dağılımları.....	38
Şekil 6.7. 2018 yılı bakiye Cl değerlerinin mekânsal dağılımları.....	41
Şekil 6.8. 2019 yılı bakiye Cl değerlerinin mekânsal dağılımları	42
Şekil 6.9. 2020 yılı bakiye Cl değerlerinin dağılımları.....	43
Şekil 6.10. 2018 yılı sülfat değerlerinin dağılımları	46
Şekil 6.11. 2019 yılı sülfat değerlerinin dağılımları	47
Şekil 6.12. 2020 yılı sülfat değerlerinin dağılımları	48
Şekil 6.13. 2018 yılı Fe değerlerinin dağılımları	51
Şekil 6.14. 2019 yılı Fe değerlerinin dağılımları	52
Şekil 6.15. 2020 yılı Fe değerlerinin dağılımları	53
Şekil 6.16. 2018 yılı Al değerlerinin dağılımları	56

Şekil 6.17. 2019 yılı Al değerlerinin dağılımları	57
Şekil 6.18. 2020 yılı Al değerlerinin dağılımları ı	58
Şekil 7.1. Ankara ilinde içme suyu temin edilen kaynakların ilçelere göre dağılımı... 65	
Şekil 7.2. Ankara ili geneli 2018-2020 yılları içme suyu kalite parametrelerinin ortalama değerleri	68



SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

Al	: Alüminyum
ASKİ	: Ankara Su ve Kanalizasyon İdaresi
CBS	: Coğrafi Bilgi Sistemleri
COD	: Chemical Oxygen Demand (Kimyasal Oksijen İhtiyacı)
EC	: İletkenlik
EPA	: Amerika Birleşik Devletleri Çevre Koruma Ajansı
EU	: Avrupa Birliği
Fe	: Demir
GES	: Güneş Enerji Santrali
ha	: Hektar
IDW	: Inverse Distance Weighted (Ters Mesafe Ağırlıklı)
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
TS	: Türk Standartları
WHO	: Dünya Sağlık Örgütü
WQI	: Su kalitesi indeksi
Ca ⁺²	: Kalsiyum
CaCO ₃	: Kalsiyum Karbonat
Cl ⁻	: Klorür
F ⁻	: Florür
SO ₂	: Kükürt dioksit
SO ₄	: Sülfat
Mg ⁺²	: Magnezyum
OH ⁻	: Hidroksit
EMS	: En muhtemel sayı
km ²	: Kilometrekare
m ³	: metreküp
m ³ /gün	: metreküp/gün
mg/l	: miligram/litre
mm	: milimetre
mm/yıl	: milimetre/yıl

mS/m	: Mikrosimens/ metre
NTU	: Nefelometrik Bulanıklık Birimi
ppm	: milyonda bir
$\mu\text{g/L}$: Mikrogram/litre
%	: Yüzde
$^{\circ}\text{C}$: Santigrad derece

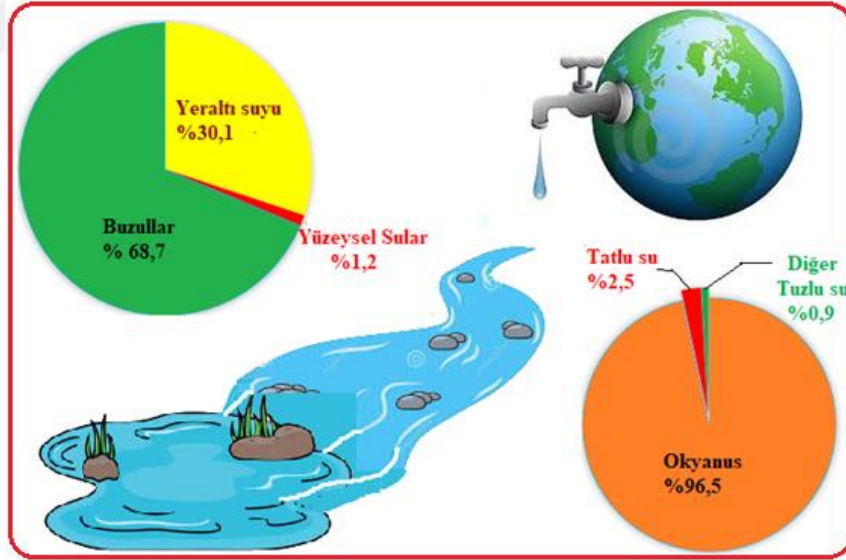


BÖLÜM 1

GİRİŞ

Canlı yaşamı için su vazgeçilmez bir unsur olan ekosistem üzerinde önemli bir unsurdur. Su kaynaklarının bilinçli ve doğru kullanılması önemli bir etkidir. Yüzyıllar boyunca önemini kaybetmeyen su birçok medeniyetin yerleşiminde ve siyasi gücünü kazanmasında da önemli olmuştur.

Şüphesiz ki su her canlının yaşamı için gereklidir. Suyun eksiliğinde yeryüzündeki tüm canlıların olumsuz etkilerden kaçması imkânsız olacaktır. Günümüzde bu durum bazı kıtalarda görülmektedir. Özellikle Afrika kıtasında bu durum bariz bir şekilde ortaya çıkmaktadır. İnsanların bu kıtada içme ve kullanma suyu olarak buldukları kaynakların kalite özellikleri tam olarak bilinmemektedir. Bu yüzden yeryüzündeki su kaynakları insanlar ve canlılar için büyük önem taşımaktadır. Yeryüzündeki su kaynakları potansiyelinin dağılımı Şekil 1.1’de gösterilmiştir.



Şekil 1.1. Yeryüzündeki su kaynakları potansiyelinin dağılımı

Yeryüzünün büyük bir kısmı su tabakası ile kaplıdır. Bu durum karşısında yeryüzünün zengin bir su kaynağına sahip olduğu söylenemez. Çünkü yeryüzünde özellikle insan yaşamı için yani içilebilir kalitede olan su miktarı yeryüzünün %0,74'üne karşılık gelmektedir [2]. İnsan yaşamı için gerekli olan içilebilir su miktarının büyük bir bölümünü yağışlar oluşturmaktadır.

Dünya üzerinde mevcut su kaynakları potansiyelinin büyük bir kısmı tarımsal üretim ve endüstride kullanılmaktadır. Bu durum temiz ve içilebilir su kaynakları azaltmaktadır. Dünya üzerinde 3,7 milyar insan sağlıklı bir suya erişememekte veya içme suyundan yoksundur [3].

Türkiye’de ise bu durum farklı değildir. Türkiye’nin ekonomisinin büyük bir bölümünü tarım oluşturmaktadır. Tarımsal faaliyetlerde su şüphesiz büyük bir önem taşımaktadır. Bu yüzden ülkemizin su potansiyelleri büyük önem taşımaktadır. Türkiye’nin su potansiyeli Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü’ne ait verilere göre Tablo 1.1’de gösterilmiştir.

Tablo 1.1. Türkiye’nin su potansiyeli [4]

Toplam Yağış Miktarı	450 milyar m³
Yıllık Yüzeysel Potansiyel Su Akışı	186 milyar m³
Kullanılabilir Yüzeysel Su Miktarı	94 milyar m³
Yıllık Çekilebilir Su Miktarı	18 milyar m³
Toplam Kullanılabilir Su Miktarı	112 milyar m³

Türkiye’de 2020 yılına göre kişi başına düşen yıllık su miktarı 1346 m³’tür. Bu yüzden ülkemiz su stresi yaşayan ülkeler arasında yer almaktadır. Ülkemizde yıllık ortalama yağış miktarı Dünya genelinin altında yer almaktadır. Yıllık ortalama yağış miktarı ise 574 mm/yıl’ dır. Ülkemizde 44 milyar m³ su sulama suyu, 13 milyar m³ su içme, kullanma ve sanayi suyu olarak kullanılmaktadır [4].

Dünya nüfusu ve ülke nüfusumuz hızlı bir artış göstermektedir. Bu hızlı artışla beraberinde sorunları da getirmektedir. Özellikle tüketim ihtiyacının artış göstermesi üretimin artmasına neden olacaktır. Dünya’da suyun en fazla kullanıldığı tarım sektöründe üretim artışı daha fazla su gereksinime ihtiyaç duyulacaktır. Suyun azlığında ve yokluğunda tüm sektörler olumsuz etkilenecek ve dolayısıyla yeryüzündeki tüm canlılar olumsuz yönde etkilenecektir.

Bu durum küresel su krizlerinin çıkmasına neden olacaktır. Küresel su krizlerinin önüne geçebilmek amacıyla su kaynaklarının korunması gerekmektedir. Su kaynaklarının korunması ve mevcut su kaynaklarının doğru bir şekilde yönetilebilmesi amacıyla yerel yönetimler tarafından su krizi eylem planlarının oluşturulması önem arz etmektedir. Özellikle gelişen teknolojiyi imkanlarından yararlanmak planların oluşturulması ve izlenmesinde etkin olacaktır.

Su krizlerinin ve mevcut su kaynaklarının durumunun izlenmesinde Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) etkili olacaktır. CBS yer ve mekanla ilgili verilerin bir veri tabanına toplanarak çeşitli analizlerin yapılmasını sağlamaktadır [5]. Başyigit ve çalışma arkadaşları, CBS' nin toplanan verilerin, grafik ve nitelik bilgilerinin eş zamanlı kullanıldığı, farklı bilgi kaynaklarından gelen verileri bütünleştirerek sonuçların harita ile gösterilebildiğini söylemişlerdir [6]. CBS' de altlık olarak kullanılan topoğrafik haritalar ile su kaynaklarının mevcut ve ileriye yönelik tahminlerinin yapılarak korunması veya gerekli önlemlerin alınması sağlanabilmektedir [7].

Bu çalışmada Ankara Su ve Kanalizasyon İdaresi Genel Müdürlüğü (ASKİ) tarafından analiz edilen Ankara ilinin 25 ilçesine ait içme suyu kalite parametreleri CBS yazılımlarından biri olan Arc GIS 10.3.1 yazılımı kullanılarak 2018-2020 yılları arasında mekansal olarak değerlendirilerek modellenmiştir. Ayrıca çalışma kapsamında bazı içme suyu kalite parametrelerinin Mann-Kendal ve Sperman'ın Rho testi kullanılarak trend analizleri gerçekleştirilmiş ve kalite parametrelerinin yıllar bazındaki değişimin seyri ortaya konulmuştur. Bu kapsamda elde edilen içme suyu kalite parametre değerlerinin CBS ortamında farklı enterpolasyon yöntemleri ile mekansal haritalar oluşturularak yıllar bazında meydana gelen değişimin ortaya konulması ve trend analizi metoduyla parametrelerde meydana gelen değişimin seyri istatistiki ve grafik çıktıları olarak ortaya konulmuştur.

BÖLÜM 2

İÇME SUYU

2.1. İçme Suyu Kalite Parametreleri

Bir ürünün kaliteli veya güvenilirliği kalite standartlarına göre belirlenmektedir. İçme suyunda kalite parametreleri ise sağlıklı bir suya kavuşulmasında yol gösterici bir etkidir. Bu sayede standarttı oluşturmak ve korumak amaçlanmıştır. İçme suyu kalite parametreleri suyun fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerine göre belirlenmiştir.

2.1.1. İçme suyunun fiziksel kalite parametreleri

2.1.1.1. Sıcaklık

Suyun sıcaklığı mevsimsel durumlara göre değişkenlik gösterebilmektedir. Fakat sıcaklık su ekosisteminde gazların çözünürlüğünü etkileyen önemli bir parametredir. Bu yüzden su ekosistemi için önemli bir parametredir. İçme suyunda sıcaklığın 10-12 °C arasında olması idealdir [8].

2.1.1.2. Bulanıklık

Bulanıklık suyun görüntüsünün tanımlanmasında önem taşımaktadır. Askıda katı madde içeren, suya ışık geçişini engelleyen içerisinde organik veya inorganik maddelerin bulunduğu sularda görülür. Bulanıklık ölçümü turbidimetre ölçülür ve sonuç birimi NTU olarak ifade edilir [9].

2.1.1.3. İletkenlik (EC)

İletkenlik suda çözülmüş halde bulunan maddelerin bir gösterge olup suyun elektrik akımını iletmeye karşı gösterdiği direncin bir ölçüsüdür. İletkenlik sıcaklığa ve içerisinde bulunan minerallerin yoğunluğunun artış göstermesi etkilemektedir [91].

2.1.1.4. pH

pH suyun asitlik veya baziklik derecesini temsil eden bir göstergedir. Suyun pH'sı içerisinde çözülmüş halde bulunan OH⁻ iyonlarının bağlı olarak değişiklik göstermektedir [8]. İçme suyu özelliği taşıyan ham suların pH değerleri 4-9 arası olması beklenmektedir [91].

2.1.1.5. Tat ve koku

Sağlıklı ve içilebilir iyi bir kalitedeki su için tat ve koku estetik açıdan önem taşımakla birlikte suda kirlilik meydana getiren maddelerin tespitinde gösterge olarak görev yapabilmektedir. Suyun tadını ve kokusunu etkileyen birçok etken bulunabilmektedir [91].

2.1.2. İçme suyunun kimyasal kalite parametreleri

2.1.2.1. Çözünmüş oksijen

Çözünmüş oksijen, su kalitesi açısından belirlenmesinde önemli olan bir parametredir. Suda çözünmüş oksijen miktarını değiştiren çeşitli etkenler olmakla beraber en önemli etken atmosferdir. Atmosferdeki oksijen suya havalanma işlemi ile girmektedir. Su bünyesinde canlı yaşamı ve biyolojik parçalanma gibi işlemlerde için oksijen miktarı önem taşımaktadır [98].

2.1.2.2. Sertlik

Sertlik su içerisinde +2 değerliliğe sahip iyonların konsantrasyonlarının toplamıdır [11]. Sularda Ca^{+2} ve Mg^{+2} iyonlarının toplamı sertliği ifade etmektedir. Yeraltı suları yüzey sularına oranla daha çok sertlik miktarı fazladır. Sudaki sertlik dereceleri her ülkede farklı şekillerde değerlendirilse de ülkemizde sertlik derecesi olarak Fransız sertlik derecesi kullanılmaktadır [10].

2.1.2.3. Demir (Fe)

Demir doğada fazla miktarda bulunmasına rağmen, doğal sularda az miktarda bulunmaktadır. Suda az bulunmasının sebebi demirin hızla çökerek ayrılmasıdır [11]. Demir insan vücudu için gerekli bir element olup 3 mg/l üzerinde çıkması durumunda sağlık açısından tehdit oluşturmaktadır. [91].

2.1.2.4. Klorür (Cl⁻)

Cl⁻ içme sularında doğal kaynaklardan, kanalizasyondan, endüstriyel deşarjlardan kaynaklı olarak görülmektedir [91]. Evsel kullanım amaçlı sularda 250 mg/l olarak sınırlandırılmıştır. 250 mg/l'den yüksek konsantrasyona sahip sularda klorürler suya tuzlu bir tat oluşmasına neden olmaktadır. Cl⁻ insanlar için zarar teşkil etmemektedir [8].

2.1.2.5. Sülfat (SO₄)

Doğal sularda sülfat çeşitli konsantrasyonlarda bulunan bir tuz bileşimidir [10]. Yüksek konsantrasyonlarda suyun tadını bozmakta ve aşındırma özelliği artış göstermektedir. Sülfat miktarı evsel ve endüstriyel atık suların karışması durumunda artış göstermektedir.

2.1.2.6. Florür (F⁻)

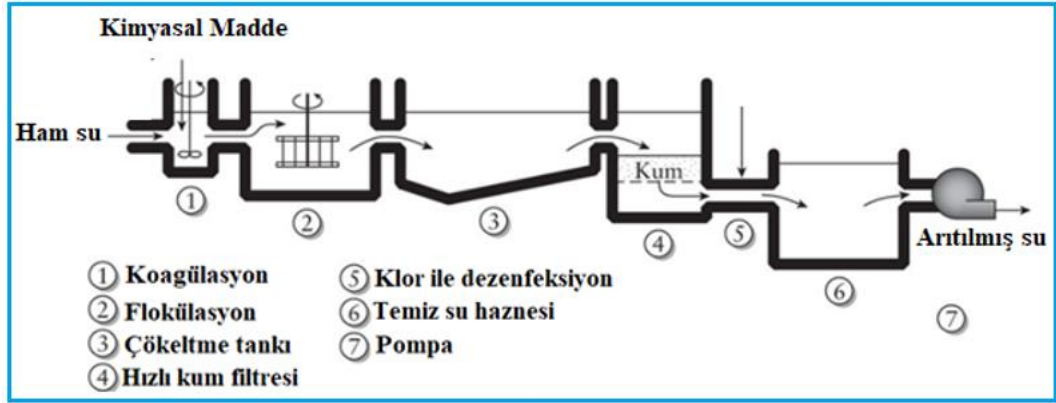
Florür insanları diş sağlığı açısından önemlidir. F⁻ içme sularında da bulunmaktadır. F⁻ insan sağlığı üzerindeki etkisi bulunduğu konsantrasyon miktarıyla ilişkilidir. Faydası olabileceği gibi zararı da olabilmektedir. F⁻ insan diş yapısına faydalı olabilmesi sularda 0,7-1,2 mg/l arasında olursa diş yapısı çürümelere karşı direnci artarak faydalı olacaktır [11].

2.1.3. İçme suyunun biyolojik kalite parametreleri

Su içerisinde gözle görülebilen kirleticiler gibi su içerisinde yararlı veya zararlı mikroorganizmalar bulunmaktadır. İnsan sağlığı açısından zararlı mikroorganizmalar bu sularda bulunması istenmemektedir. Çünkü bu mikroorganizmalar tifo, kolera, sarılık, çocuk felci gibi hastalıklara sebep olmaktadır [11]. Bu mikroorganizmaların sulardaki tespiti zor ve maliyetlidir. Bu sebeple gösterge organizmalar olarak bulunan koliform bakterilerinin miktarı ölçülerek tespit edilmektedir. Koliform bakterisinin suda bulunması zararlı organizmaların da bulunduğu işaret etmektedir. Bu mikroorganizmalar tespit edildikten sonra dezenfeksiyon yöntemi ile giderilebilmektedir.

2.2. İçme Suyu Arıtım Prosesleri

İçme suları buldukları kaynaktan tüketiciye doğrudan ulaşmamaktadır. Her bölgede içme suyu niteliği taşıyan sular farklı karakteristik özellik taşımaktadır. Bu karakteristik özellikler su numunesinden alınan örneklerin analizi sonucu belirlenmektedir. Bu sonuçlar kalite standartlarına göre ve sınır değerlere göre belirlenmektedir. İçme suyu arıtma tesisleri bu sonuçlara ve karşılanacak nüfus sayısı göre planlanmaktadır. Tipik bir içme suyu arıtma şeması Şekil 2.1'de gösterilmiştir.



Şekil 2.1. Tipik bir içme suyu arıtma şeması [13]

Su içerisinde çok küçük katı parçacıklar bulunmaktadır. Bu katı parçacıkların sudan giderilmesi gerekmektedir. Bunun için yumaklaştırma yapılması gerekmektedir. Yumaklaştırma işlemi koagülasyon ve flokülasyon ünitelerinde sağlanmaktadır. Koagülasyon ünitesinde küçük boyuttaki taneciklerin birleşip yumak oluşturabilmesi sağlanmaktadır. Bu amaçla bu üniteye koagülant madde kullanılmaktadır ve en fazla tercih edilen koagülant madde alümandır. Koagülant maddeye üniteye katılarak hızlı karıştırma işlemi uygulanır ve içerisindeki küçük parçacıklar küçük yumak oluşturulması sağlanır. Flokülasyon ünitesinde ise yavaş karıştırma işlemi uygulanarak küçük yumakların birleşmeleri sağlanır ve bu sayede su içerisinde çökebilecek forma ulaşırlar. Çökeltme tankında su yavaş hareket ettirilerek yerçekimi ve yoğunluk farkının etkisiyle su içerisinde çökebilecek maddeler çökeltilecek şekilde sudan uzaklaştırılır. Dezenfeksiyon işleminde çoğunlukla klor kullanılmaktadır. Dezenfeksiyon su içerisinde bulunan ve sağlığı tehdit eden patojen mikroorganizmaların giderilmesi amacıyla kullanılmaktadır. Klor ise patojen mikroorganizmaların giderilmesinde etkili bir dezenfektan maddedir.

2.3. İçme Suyunda İzin Verilebilir Sınır Değerleri

Yeryüzünde bulunan tüm su kaynakları farklı özellikler taşımaktadır. Kimi sular tatlı olurken, kimi sular tuzlu olma özelliğine sahiptir. Farklı özelliklere sahip olan sular kullanım amacına göre belirli özellikleri taşıması gerekmektedir. Bu özellikleri taşıyabilmesi için fiziksel, kimyasal ve biyolojik parametrelere bakılmaktadır. Parametreler suların kullanım amacına yönelik sınır değerler taşımaktadır. Bu sınır değerler ilgili kuruluşlarca belirlenmektedir. Ülkemizde insani tüketim amaçlı sular olarak kullanılacak sularda izin verilebilir sınır değerleri TS 266 standartlarına göre değerlendirilmektedir.

Dünya’da ise Dünya Sağlık Örgütü (WHO), ABD Çevre Koruma Ajansı (EPA), Avrupa Birliği (EC) sınır değerleri bulunmaktadır. İçme suyunda ülkemizde ve Dünya’da izin verilen mikrobiyolojik parametre sınır değerleri Tablo 2.1’de, fiziksel parametreler 2.2’de, kimyasal parametreler 2.3’de özetlenerek verilmiştir [14,15,16,17].

Tablo 2.1. İçme suyunda mikrobiyolojik parametreler için izin verilen sınır değerleri [14,15,16,17]

Parametre	TS 266	WHO	EPA	EU
Enterokok (EMS/ 100 ml)	0	0	0	0
Escherichia coli (EMS/ 100 ml)	0	0	0	0
Koliform Bakteri (EMS/ 100 ml)	0	0	0	0

Dağıtım şebekesi veya arıtmadan kaynaklanacak sorun sonucu mikrobiyolojik parametrelerin giderilememesi salgınların artış göstermesine etkili olacaktır. Bu yüzden içme sularında mikrobiyolojik parametreler insan sağlığı için önem taşımaktadır.

Tablo 2.2. İçme suyu fiziksel kalite parametreleri için izin verilen sınır değerleri [14,15,16,17]

Parametreler	TS 266	WHO	EPA	EU
Bulanıklık (NTU)	1	5	1	1
Renk (Pt-Co)	20	15	15	-
Klorür (mg/l)	250	250	250	250
Bakır (mg/l)	2	2	1	2
Demir (mg/l)	0,2	0,3	0,3	0,2
Mangan (mg/l)	0,05	1	0,05	0,0
Sülfat (mg/l)	250	500	250	250
Toplam Çözünmüş Madde (mg/l)	-	1000	500	-

İçme sularında tüketici açısından tat ve koku istenmeyen bir etkidir. Fiziksel parametreler içme sularının estetik bir görünüm kazanmasında önem taşımaktadır. Tüketici tercih etmesi ve sağlık açısından fiziksel parametrelerde önem taşımaktadır.

Tablo 2.3. İçme suyu kimyasal parametreler için izin verilen sınır değerleri
[14,15,16,17]

Parametreler (mg/l)	TS 266	WHO	EPA	EU
Alüminyum (Al)	0,2	0,1	0,2	0,2
Arsenik (Ar)	0,01	0,01	0,01	0,01
Bor (B)	1	2,4	-	1
Nikel (Ni)	0,02	0,02	-	-
Baryum (Ba)	-	0,7	2	-
Kadmiyum (Cd)	0,005	0,003	0,005	0,005
Krom (Cr)	0,05	0,05	0,01	0,05
Florür (F)	1,5	1,5	2	1,5
Siyanür (CN)	0,05	0,07	0,2	0,05
Kurşun (Pb)	0,01	0,01	0,015	0,01
Civa (Hg)	0,001	0,001	0,002	0,001
Nitrat (NO₃)	50	50	45	50
Selenyum (Se)	0,01	0,01	0,05	0,01
Gümüş (Ag)	-	0,1	0,1	-
Antimon (Sb)	0,005	0,002	0,008	0,005
Berilyum (Be)	-	-	0,004	-

Kimyasallar günümüzde doğa ve insan üzerinde olumlu veya olumsuz olmak üzere etkileri bulunmaktadır. İçme suyunda bulunan kimyasal maddelerde belirli bir konsantrasyon miktarından sonra insan sağlığını olumsuz etkilemektedir.

BÖLÜM 3

COĞRAFI BİLGİ SİSTEMLERİ (CBS)

3.1. Bileşenleri

CBS son yıllarda özellikle mekânsal analizlerde tercih edilen bir yazılımdır. CBS kolay kullanım ve hızlı analiz sağlayabilmektedir. Fakat CBS tek başına bir anlam ifade etmemektedir. CBS donanım, yazılım, veri, insan ve yöntem olmak üzere beş ana bileşenden oluşmaktadır. CBS fonksiyonlarını yerine getirebilmesi sağlayan bileşenlerden oluşmaktadır. CBS' nin temel bileşenleri Şekil 3.1'de gösterilmiştir.



Şekil 3.1. CBS'nin temel bileşenleri

CBS donanım da en önemli unsur bilgisayardır. Gelişen teknoloji ile birlikte bilgisayarlarda çeşitli amaçlar kullanılmak üzere tasarlanmaktadır. Bu sebeple bilgisayar seçiminde CBS yazılımlarını çalıştıracak bilgisayarlar seçilmelidir. Bu yanında yazıcı, tarayıcı ve sayısallaştırıcı gibi ürünlerde donanımda yer alabilmektedir [18].

Yazılım CBS işlemlerinin gerçekleştirilmesinde önem taşımaktadır. Yazılım sayesinde elde edilen veriler analiz edilebilmektedir. Başlıca kullanılan analiz programları ArcInfo, Grass, Intergraph, MapInfo, Ilwis gibi programlar bulunmaktadır.

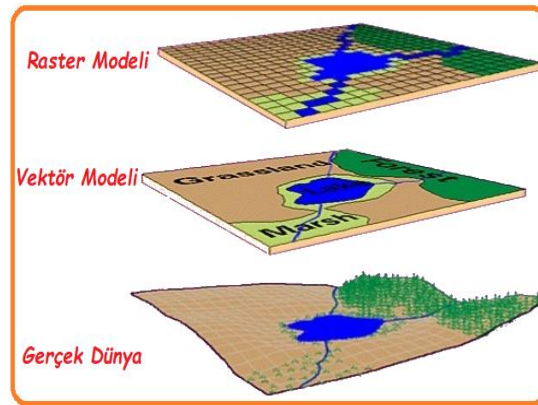
CBS için veriler büyük önem taşımaktadır. Veriler kaynaklardan veya piyasadan ticari olarak elde edilebilir [18]. CBS'nin en zor bileşenidir. Bu bileşenleri işleyişinin yönetilmesinde bir diğer bileşen olan insanlar önemli bir etkidir. CBS teknolojik olarak gelişmişlik gösterse de gerçek Dünya ile bağ kurulması insan sayesinde sağlanmaktadır.

3.2. Veri Toplama

CBS' de analizi gerçekleştirebilmek için verilerin toplanması önem taşımaktadır. Toplanan veriler doğrudan CBS ortamına aktarılamamaktadır. Elde edilen verilerin sayısallaştırılması gerekmektedir. Sayısallaştırma işlemi kâğıt veya harita verilerin dijital yani bilgisayar ortamına uygun hale dönüştürülmesidir [19]. Sayısallaştırma işlemi teknolojik aletler kullanılarak tarama metodu ile veya elle yapılabilmektedir. Günümüz şartlarında bu veriler devlet kurumlarda hazır bulunabilmekte ve bazı kuruluşlar tarafından ticari olarak satılabilmektedir. CBS' de zamansal, konusal ve mekânsal olmak üzere üç farklı türde veri kullanılmaktadır [20].

3.3. Veri Yönetimi

Veri yönetimi CBS için büyük önem taşımaktadır. Veri yönetiminde yeryüzündeki bilgilerin saklanması ve yönetilmesi önem taşımaktadır. Bunlarda CBS tabanlı bilgisayar programları ile mümkün olmaktadır. CBS'de bilgiler vektör ve raster formatlara göre depolanmaktadır. Depolanan bu veriler vektör ve raster formatında katman oluşturulmaktadır. Raster ve vektör modelleri Şekil 3.1'de gösterilmiştir.



Şekil 3.2. Vektör ve raster modeli gösterimleri [99]

BÖLÜM 4

ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

4.1. İçme Suyunun Değerlendirilmesine Yönelik Çalışmalar

İçme sularında tat ve kokuya sebep olan etmenlerin araştırılmasına yönelik bir çalışmada, suyun temin edildiği kaynak, içme suyu arıtma tesisi ve dağıtım şebekesini inceleyerek sorunları tespit etmeye çalışmışlardır. Bu sayede tat ve koku problemlerinin meydana geldiği kaynak belirlenerek gerekli önlemlerin alınmasının sağlanmasını amaçlamışlar. Su havzalarında ötrofikasyon riskini azaltabilmek amacıyla havza içerisinde yer alan noktasal ve yayılı kirleticilerin kontrolünün önemli olduğunu, bu sebeple havza içerisinde bulunan yerleşim yerlerinin altyapısında atık su ve yağmur suyu sisteminin ayrık sistem olarak planlanması gerektiğini belirtmişlerdir. Su arıtma tesislerinin tat ve koku problemine karşı prosesin entegre edilebilen sistemlerin kullanılmasının yararlı olacağı belirlenmiş ve su dağıtım şebeke yapısında ise malzeme seçiminden önce tat ve koku oluşum potansiyel testinin yapılmasının önemli olacağını belirtmişlerdir [23].

Ülkemizde içme sularında arsenik kirliliğini değerlendirmek amacıyla yapılan bir çalışmada, ülkemizdeki içme sularında arsenik sorunu, sınır değerleri, arsenik kaynakları ve kimyasını ve sağlık üzerine etkilerini araştırmışlardır. Yaptıkları bu çalışmada arseniğin insan sağlığını olumsuz etkilediği ve belediyelerin bu suları tüketiciye ulaştırmadan önce mutlaka sınır değerlerinin altına indirmesini, arsenik gideriminin kolay ve maliyet gerektirmeyen bir sistem olduğunu belirtmişlerdir. Arsenik kaynaklarının kaya, mineral ve volkan yapısından kaynaklanabildiği ve bu sebeple yeraltı sularında yüksek miktarda karşılaşılabileceğini söylemişlerdir [24].

Bursa ili Karacabey ovasında su kalitesi ve kirlilik durumunu ortaya koymak amacıyla yapılan bir çalışmada, “Kronik kanser dışı tehlike indeksi” yaklaşımı kullanılarak sağlık risk değerlendirme yapılmıştır. Çalışmada Karacabey ilçesinde ve köylerinde su kaynaklarının fazla olmasına rağmen kalite sorunlarının ortaya çıktığını belirlemişlerdir. Kuyu ve kaynak sularında yüksek konsantrasyonda arsenik olduğunu tespit etmişlerdir. Bunun bölge yapısındaki volkanik kayalardan ilişkisi olduğunu açıklamışlardır. Bazı sular da nitrat ve demir miktarının fazla olduğunu tespit etmişlerdir. Tüm bu etmenler göz önüne alınarak hesaplanan tehlike risk analizi yapılmış ve elde edilen değerlere göre sağlık için olumsuz etki oluşturduğu sonucuna ulaşılmışlardır [25].

Kocaeli bölgesinde içme suyu arıtma prosesinde dezenfeksiyon ürünü olarak kullanılan klor ve bileşiklerinin suyun kalitesini ve insan sağlığını tehdit edecek uçucu organik bileşiklerin yan ürünlerinin tespit edilmesine yönelik bir çalışma yapılmıştır. Çalışma da organik bileşiklerin klor ile tepkimeye girmesi sonucu trihalometan yapısının oluşması ve bu yapının formu olan ve içme sularında en çok rastlanan kloroform olması nedeniyle trihalometan analiz metodunu tercih etmişlerdir. Kocaeli ilinde iki noktada gerçekleştirilen bu çalışmada bu yaklaşım benimsenmiş ve her iki noktada verilerin birbirine yakın olduğu ve en yüksek derişimin kloroform olduğu ve bölgede yaşayan insanlar için sağlık problemi oluşturmadığını belirlemişlerdir [26].

Bursa ilinde içme sularının arıtma çıkışından sonra dağıtım şebekesinde bakteriyel çoğalmayı etkileyen unsurları belirlemek amacıyla yapılan bir çalışmada dağıtım şebekesinde meydana gelen su kalite değişimini araştırmışlardır. Çalışmada içme suyunun arıtma çıkışından sonra seçilen bir hat üzerinde belirlenen noktalardan numeneler alınmış ve bakteriyel çoğalmayı etkileyen parametreleri incelemişlerdir. Çalışma sonucunda alınan numunelerde yapılan bakteriyolojik ölçüm parametrelerinde sağlığı tehdit edecek şekilde olmadığını fakat su içerisinde bulunan nütrientlerin çoğalmayı sağlayacak düzeyde olduğunu, dezenfektanın konsantrasyon miktarının sürekliliği sağlayamadığını ve bu nedenle yetersiz kaldığını, bu sebeple etkili bir dezenfektanın kullanılmasının faydalı olacağını vurgulamışlardır [27].

İstanbul ilinde içme suyu kalite parametrelerini değerlendirilmesine yönelik gerçekleştirilen bir çalışmada alınan su numune örneklerini spektroskopik incelenmesi sonucunu değerlendirmişlerdir. Çalışma sonucunda içme sularında bulunan organik maddelerin belirlenmesinde floresans spektroskopisindeki farklı tekniklerin etkili olduğu sonucuna ulaşmışlardır [28].

Tokat ilindeki içme sularında 2495 su numunesi örneğinde koliform bakterilerinin araştırılmasına yönelik bir çalışma yapılmıştır. 2495 su numune örneği üzerine yürütülen bu çalışmada 2153 su numunesinin içmeye elverişli olduğu ve bunlardan 342 su numunesinde koliform bakterilerini saptamışlardır. Sonuç olarak arıtma işlemlerinde dezenfektanın etkisinin yetersiz olduğu, bu nedenle etkin çözümlerin üretilmesinin etkin olacağını vurgulanmıştır [29].

İçme ve kullanma sularında TS ISO 15553 standart yönteminin uygulanabilirliğini araştırılmasına yönelik yapılan bir çalışmada TS ISO 15553 Standart yönteminin *Cryptosporidium* ookist ve *Giardia* kistlerinin tespiti amacıyla uygulanabilirliğinin dış kalite kontrol numunesi ile belirlenmesini amaçlamışlardır. Çalışmalarında farklı zamanlarda alınan pozitif kalite kontrol numunesi ile bir adet dış kalite kontrol numunesi TS ISO 15553 standart yöntemine uygun olarak analiz etmişlerdir. Analiz sonucunda *Cryptosporidium* ookist ve *Giardia* kistleri tespit edilmiş ve sonuç olarak içme sularında TS ISO 15553 Standardının laboratuvarında analizi gerçekleştirilecek su numunelerinde uygun olduğu sonucuna varmışlardır [30].

CARVER yöntemi kullanarak İzmir ilinde içme suyu sisteminde risk analizine yönelik bir çalışma yapılmıştır. CARVER yönteminin altyapı unsurlarının maruz kalacağı kritik risklerin değerlendirilmesinde kullanılan bir yöntem olduğunu belirtmişlerdir. Çalışmada içme suyu kaynaklarının ve sisteminin tehdit bileşenleri ortaya konulmuş, risk analizlerinin belirlenerek gerekli güvenlik önlemlerinin alınmasının sağlanmasının içme suyunun korunmasında faydalı olacağı ve CARVER gibi risk analiz yöntemleri ile gerçekçi sonuçların elde edilmesinin mümkün olduğunu belirlemişlerdir [31].

Tüketici içme suyu kullanım tercihlerinin değerlendirilmesine yönelik yapılan bir çalışmada, Konya ili Meram ilçesi sınırlarında yer alan aile sağlığı merkezlerine başvuruda bulunan kadınların seçimini baz almışlardır. 158 kadına yapılan anket çalışmasında 58 kadın içme suyu olarak damacana suları tercih ettiğini, 37 kadının şebeke suyunu tercih ettiğini belirlemişlerdir. İçme suyu tercihi şebeke suyunun güvenilir oranının düşük olduğu buna nazaran damacana suyunun sağlıklı ve güvenilir olduğu sonucuna ulaşmışlardır [32].

İstanbul ilinde arazi kullanımlarının su havzalarındaki etkilerinin değerlendirilmesi yönelik bir çalışma gerçekleştirilmiştir. Çalışmada havzanın yapılaşması su potansiyeli ve kirlilik yüklerini tespit etmişlerdir. Çalışmada İstanbul ilinin zaman içerisinde nüfusun ciddi bir derecede artış gösterdiği ve bu artışın havza içerisinde bulunan yapılaşmalara bağlı olarak evsel ve endüstriyel kirlilik yüklerinde artış olmasının içme suyu havzalarına tehdit oluşturduğuna ve bu tehditlerin gerekli kurumlar tarafından önlem alınmasının yararlı olacağı sonucuna ulaşmışlardır [33].

Balıkesir ili İpsala ilçesini kapsayan, içme suyu kalitesini bazı istatistiki teknikler kullanarak değerlendirilmesine yönelik yapılan çalışmada, bölge içerisinde yer alan ve içme suyu kaynağı olan noktalar tespit etmişler ve bu noktalardan su örnekleri toplayarak analiz etmişlerdir. Elde edilen verileri SPSS 17 istatistik programı kullanarak Pearson Korelasyon İndeksi (PCI) ve Faktör Analizi (FA) yapmışlardır. Tüm mevsim ve istasyonların analiz sonuçları kullanarak uyguladıkları Pearson Korelasyon analizine göre içme suyu kalite parametrelerinin arasında anlamlı bir ilişki ve korelasyon sonuçlarını bulmuşlardır [34].

Erzurum ilinde içme suyu tercihinin belirlenmesine yönelik 400 hane halkından alınan bilgiler ışığında bir araştırma yapmışlardır. Çalışmada tüketicilerin su tercihlerinde tat, mineral ve hijyen içeriğine çok fazla önem verdiklerini tespit etmişlerdir. Hanelerde içme suyunda öncelikle daha iyi bir tat ve mineral açısından şişelenmiş suya öncelik verenlerin sayısının fazla olduğu tespit etmişler ve şebeke sularında meydana gelebilecek tat probleminden dolayı ilgili kurumların gerekli tedbirleri sağlamasının önemli olacağı sonucuna ulaşmışlardır [35].

Farklı noktalardan yer alan içme sularından alınan numunelerin bünyesinde yer alan ağır metallerin değerlendirilmesine yönelik çalışma gerçekleştirilmiştir. İncelenen örneklerde ağır metal konsantrasyon değerlerinin uluslararası içme suyu kriter değerleri arasında olduğunu tespit etmişlerdir [36].

Van ilini kapsayan içme ve kullanma su potansiyelinin sürdürülebilirliğine yönelik bir çalışma gerçekleştirilmiştir. Çalışmada bölgede yer alan Şamran kaynağının 2050 yılına kadar su ihtiyacını karşılayabileceğini belirlemişlerdir. Bölgede kişi başı su tüketiminin 517 lt su olduğunu, yazın su sıkıntısının sorununun ortaya çıktığı ve bu durumun su eksikliğinden olmadığını, bu sebeple sürdürülebilir su kaynakları modelinin oluşturulmasının yararlı olacağı sonucuna ulaşmışlardır [37].

4.2. CBS ile Mekânsal Analiz Çalışmaları

Coğrafi Bilgi Sistemi kullanarak arazi kullanımı ve su kalitesi arasındaki ilişkinin değerlendirilmesi amacıyla yürütülen bir çalışmada, CBS'yi iletkenlik ve arazi kullanım mekansal değişimlerini analiz etmek için kullanmışlardır. Yapılan çalışmada iletkenliğin arazinin kümülatif etkisiyle ilişkili olduğunu elde edilen bulgular neticesinde iletkenliğin noktasal olmayan kirlilik kaynakları için hassas bir su kalitesi göstergesi olmayabileceğini tespit etmişlerdir [38].

CBS tabanlı su kalitesi yönetimine yönelik olarak yapılan bir çalışmada, içme suyu kalitesi ile ilgili üretilen yönetsel kararların, kamuoyu incelemesine açık, iyi belgelendirilmiş ve kaliteli verilere dayanmasının büyük önem taşıyacağını ve mutlaka verilere dayalı analizler yapılması gerektiğini, bu sayede verilerin de karar verme sürecinde hazır olması gerektiğini ve bu sebeple CBS bu anlamda çok güçlü ve kullanışlı bir çalışma ortamı sunduğunu belirtmişlerdir [39].

Isparta ili Karacaören-1 Baraj Gölü'nü besleyen Aksu nehrinin su kalitesini CBS kullanılarak değerlendirilen yönelik yapılan bir çalışmada, nehrin akış yolu üzerinden 21 lokasyon üzerinden alınan su örnekleri fiziksel ve kimyasal analizleri incelenmiş, analiz sonuçları Dünya Sağlık Örgütü ve Türk içme suyu standartları tarafından önerilen izin verilen maksimum sınır değerlerle karşılaştırmışlardır. Yapılan inceleme neticesinde gölün genel olarak iyi su kalitesine sahip olduğunu, ancak nehir havzasının kuzeyinde ve güneyinde su kalitesinin çok kötü olduğu, Ayrıca, mevcut çalışma için WQI'nin belirlenmesinde en etkili su kalitesi parametrelerinin COD ve Mg olduğunu tespit etmişlerdir [40].

Lübnan'ın yukarı havzasında entegre bir CBS tabanlı karar destek sistemi kullanılarak su kalitesi yönetimi seçeneklerinin değerlendirilmesine yönelik yapılan bir çalışmada, Lübnan'daki Yukarı Litani Havzası nehir sistemine yaygın ve aralıksız kanalizasyon deşarjının yılın kurak dönemlerinde suyunu çoğu kullanıma uygun hale getirmeyen şaşırtıcı seviyelere ulaşmasının Hükümet ve sivil toplum kuruluşlarınca bu sorunu kontrol etmek amacıyla gerekli tedbirler alınsa da havzadaki mevcut koşulların kapsamlı bir şekilde değerlendirilmemesinin sebebiyle uygulamaların yetersiz kaldığını tespit etmişlerdir [41].

Bu sebeple entegre bir karar destek sisteminin geliştirilmesi ve uygulanmasını amaçlamışlardır. Entegre bir karar destek sistemi CBS tabanlı ve görsel simülasyon ortamı ve analiz yetenekleri sağlayan WEAP modeline dayalı olarak geliştirilmiş, hidrolojik, mekansal ve mevsimsel değişkenleri dikkate alarak iki ana su kalitesi yönetim planını değerlendirmek için kullanmışlardır [41].

“Göksu Deltası’nda Su Kalitesinin Belirlenmesi ve Su Kalitesi Coğrafi Bilgi Sisteminin Kurulması” başlıklı tez çalışmasında Göksu deltasında su kalitesi parametrelerini içeren bir Coğrafi Bilgi Sistemin oluşturmuş ve arazi kullanımı ile su kalitesinin etkileşimini haritalar yardımıyla ortaya koymuşlardır [42].

CBS kullanılarak gerçekleştirilen mekansal tahmin yöntemleri ile meşcere taslak haritalarının üretilmesini araştırmışlardır. Çalışmada CBS’de mekansal ara değer kestirim yönteminin çalışmaya ne yönde katkı sağlayacağını incelemişlerdir. Bu sebeple CBS ortamında oluşturulan haritaların doğruluklarını karşılaştırarak incelemişlerdir. Çalışmalarında orman haritalarının oluşturulmasının zor olduğunu, bu sebeple CBS’ nin mevcut mekansal analiz yeteneklerinin daha doğru ve bilimsel sonuçlar vereceği kanaatine ulaşmışlardır [43].

CBS kullanılarak Ege bölgesinin yağış dağılımını mekansal dağılımı araştırılmasına yönelik yapılan bir çalışmada, CBS enterpolasyon yöntemlerinden Kriging ve IDW yöntemlerini kullanmışlardır. Yağışın mekansal dağılımının incelemesinde IDW metodunun daha basit ve uygulanabilirliğinin kolay olmasına rağmen Kriging metoduna göre doğru sonuç vermediğini tespit etmişlerdir. Bu nedenle bu metodların karmaşık enterpolasyon yöntemleri ile karşılaştırılarak incelenmesinin faydalı olacağı sonucuna ulaşmışlardır [44].

CBS kullanarak Bingöl ilindeki yerleşmelerin zamansal değişimi belirlenerek, mekansal gelişime uygun alanların belirlenmesine yönelik yapılan bir çalışmada, Harita Genel Müdürlüğü’nden temin edilen topoğrafya haritalarını kullanmışlardır. Yerleşime etki eden faktörlerin belirlenerek CBS ortamında analiz yapmışlardır. Analiz sonucunda arazi kabiliyeti, yağış, büyük toprak grubu gibi sınıfların değerleri yüzde olarak bulunmuş, mevcut ve gelecekteki yerleşim yeri alanını belirlemişlerdir [45].

Kırşehir ilinin toprak potansiyelini CBS kullanılarak belirlenmesine yönelik yapılan bir çalışmada, mevcut arazi kullanımı, büyük toprak grupları, diğer toprak özellikleri, toprak derinlik, eğim ve erozyon CBS programı olan Arc GIS 10.3.1 yazılımı kullanılarak sınıflandırılma yapmışlar ve sonuçları harita çıktıları şeklinde detaylı olarak ortaya koymuşlardır. Elde edilen veriler ışığında bu çalışmanın bölgedeki yatırımcı kuruluşlara altyapı desteği sağlayacağı ve çalışmanın dijital ortamda kullanıcılara aktarılarak bir veri tabanı oluşturması ve bu sayede çalışmanın emsal teşkil etmesi ile benzer çalışmalara yol gösterici nitelikte olacağı sonucuna ulaşmışlardır [46].

Yozgat il merkezinde içme sularında tespit edilen ağır metallerin mekânsal analizinin gerçekleştirilmesine yönelik yapılan bir çalışmada, alınan yedi farklı su örneklerinde Nikel, Bakır ve Mangan analizleri yaparak farklı dönemlerdeki değişim seyrini tespit etmişlerdir. Elde edilen bu değerleri CBS ortamında analiz ederek mekânsal dağılımını haritalandırarak ortaya koymuşlardır [47].

Yüzey suyu kalitesinin CBS kullanılarak mekânsal analizinin gerçekleştirilmesine yönelik yapılan bir çalışmada, sayısallaştırılmış vektör veri üzerine toplanan su kalite verileri aktarılmış ve CBS programlarından olan Arc GIS programında Spatial analizi Enterpolasyon yöntemi kullanılarak mekânsal dağılım haritaları oluşturmuşlar ve sonuçları ilgili yönetmeliğe göre değerlendirmişlerdir [48].

Burdur ilinde yer alan mevcut güneş enerji santrallerini (GES) CBS kullanarak mekânsal uygunluğunun değerlendirilmesine yönelik bir çalışma gerçekleştirilmiştir. Çalışmada GES'lerin mekânsal uygunluk analizi Analitik Hiyerarşi Prosesi ile CBS ortamında gerçekleştirmişlerdir. Yapılan analiz çalışmaları sonucunda GES projelerinde yer seçiminde CBS analizinin önemli olduğu ve GES projelerinin kurulumunda CBS tabanlı tematik haritalar oluşturularak yer seçiminde etkili olacağını ve yatırımcı kuruluşlar açısından önemli olacağı sonucuna ulaşmışlardır [49].

CBS sistemi ile İstanbul hava kalitesine değerlendirmeye yönelik bir çalışmada, 1992-2000 yılları arasında SO₂ konsantrasyonlar değerlerini CBS kullanılarak arazi kullanımı ve nüfus arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Çalışmalarında harita oluşturabilmek amacıyla İstanbul Büyükşehir Belediyesi'nden temin edilen 1/250.000 ölçekli imar planı Arc-Info programı kullanılarak sayısallaştırılmış ve CBS ortamına aktarmışlardır [50].

CBS ile yapılan mekânsal analiz sonuçlarına göre büyük yerleşim ve iş merkezlerinin bulunduğu bölgelerde SO₂ konsantrasyonlarının yüksek seviyelerde olduğunu tespit etmişlerdir [50].

CBS’de Osmaniye iline ait trafik kazaları verileri kullanılarak mekânsal desen analizini incelemişlerdir. Mekânsal analiz çalışmasında CBS teknolojisinin mekânsal istatistik yeteneğinden yararlanmışlardır. Coğrafi ölçeğin mekânsal analizi etkileyen önemli bir unsur olduğunu belirtmişlerdir. Mekânsal veriye dayalı analizlerde CBS’nin yeterli donanım düzeyine sahip bilgisayarlarda etkili bir kullanım sağladığını belirtmişlerdir [51].

Tekirdağ ili Çerkezköy ilçesinin toprak ve su kaynakları potansiyelinin CBS kullanarak değerlendirilmesine yönelik bir çalışma gerçekleştirilmiştir. Çalışmada 1/25.000 ölçekli sayısal haritalardan raster ve TIN arazi modelleri oluşturularak katmansal sınıflandırma yapmışlardır. Bu bağlamda bölgeye ait olan toprak derinlik, arazi kullanım kabiliyeti ve alt sınıfları, büyük toprak grubu arazi kullanım kabiliyetini sınıflandırarak sonuçları harita çıktıları şeklinde almışlardır. CBS teknolojisi kullanılarak yapılan bu çalışmada CBS’ nin havza planlamasında önemli bir etken olacağı söylemişlerdir. Ülkemizin zengin bir sayısallaştırılmış topografik harita arşivinin bulunduğunu ve bu haritaların CBS ortamına aktarılmasıyla analizlerin hızlı ve kolay yapılabilmesinin yanında verilerin sayısal ortamda tutulma avantajından dolayı istenilen veriye kolayca ulaşılabilme imkânı sağladığını belirtmişlerdir [7].

BÖLÜM 5

MATERYAL VE METOT

5.1. Materyal

5.1.1. Çalışma alanının yeri ve konumu

Yapılan bu çalışma İç Anadolu Bölgesi'nde yer alan ve Türkiye'nin başkenti olan Ankara il sınırlarını kapsamaktadır. Araştırmaya konu olan Ankara ilinin yeri ve konumu Şekil 5.1'de gösterilmiştir.



Şekil 5.1. Çalışma alanının yeri ve konumu

5.1.2. Coğrafi ve idari yapısı

Ankara ili ülkemizde İç Anadolu Bölgesi'nde yer almaktadır. Ankara 26.897 km²lik bir alana sahip olan Ankara, 39.57 K enlemi ile 32,53 D boylamları arasında yer almaktadır [52]. Ankara ilinin doğusunda Kırıkkale, kuzeydoğusunda Çankırı, kuzeybatısında Bolu, batısında Eskişehir, güneyinde Konya, güneydoğusunda Kırşehir ve Aksaray illeri ile komşudur [53]. Ankara iline bağlı 25 ilçe, 1 büyükşehir belediyesi, 25 ilçe belediyesi ve 1432 mahalle yer almaktadır [54].

5.1.3. Nüfus dağılımı

Şehirleşmede ve yeryüzünde nüfus dağılımı yaşamı önemli ölçüde etkilemektedir. Nüfus artışı ile beraber tüketim ve ihtiyaçta birlikte artış göstermektedir. Günümüzde birçok ülkede suya olan ihtiyaç gün geçtikçe artmaktadır. Ayrıca İçme suyu arıtım ve dağıtım şebekesinde oluşturulmasında kapasite ve ihtiyacın belirlenmesinde nüfus önemli bir parametredir. Ankara iline ait 2020 yılı nüfus dağılımı Tablo 5.1’de verilmiştir.

Tablo 5.1. Ankara ilinin ilçeler bazında 2020 yılı nüfus dağılımları [55]

İlçeler	Nüfus (kişi)	Alanı (km ²)	Yoğunluk (kişi/km ²)
Akyurt	37456	369	102
Altındağ	396165	123	3221
Ayaş	13686	1041	13
Bala	25780	1851	14
Beypazarı	48732	1697	29
Çamlıdere	8883	782	11
Çankaya	925828	483	1917
Çubuk	91142	1198	76
Elmadağ	45122	647	70
Etimesgut	595305	273	2181
Evren	3045	222	14
Gölbaşı	140649	1364	103
Güdül	8438	540	16
Haymana	28922	2164	13
Kahramankazan	56736	547	104
Kalecik	12941	1110	12
Keçiören	938568	159	5903
Kızılcahamam	27507	1623	17
Mamak	669465	321	2086
Nallıhan	27434	2079	13
Polath	126623	3618	35
Pursaklar	157082	169	929
Sincan	549108	880	624
Şereflikoçhisar	33310	2155	15
Yenimahalle	695395	219	3175
Toplam	5.663.322	25632	221

Ankara ilinin en fazla nüfus yoğunluğuna sahip ilçesi Keçiören'dir. Keçiören ilçesini sırayla Altındağ ve Etimesgut ilçeleri izlemektedir. Ankara il sınırları içerisinde ortalama nüfus yoğunluğu ise km²'ye 221 kişi düşmektedir.

5.1.4. İklim özellikleri

Ankara ili bulunduğu konum sebebiyle kara iklimi görülmektedir. Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden elden veriler neticesinde Ankara ilinin 1927-2019 yılları arasında görülen iklim parametre değerleri Tablo 5.2'de gösterilmiştir

Tablo 5.2. Ankara ili 1927-2019 yılları arası bazı iklim değerleri [56]

İklim Parametreleri	Yıllık Ortalama Değerleri
Ortalama Sıcaklık (°C)	11,9
Ortalama En Yüksek Sıcaklık (°C)	17,8
Ortalama En Düşük Sıcaklık (°C)	6,3
Ortalama Güneşlenme Süresi (saat)	81,5
Ortalama Yağışlı Gün Sayısı	104
Toplam Yağış Ortalaması (mm)	391

Uzun yıllar boyunca izlenen Ankara ikliminde görülen ortalama en yüksek sıcaklık değeri 17,8 °C, ortalama en düşük sıcaklık değeri 6,3 °C, ortalama sıcaklık değeri ise 11,9 °C'dir. Ortalama yağışlı gün sayısı ise 104 gün olup aylık toplam yağış ortalaması 391 mm'dir.

5.1.5. Su kaynakları

Ankara ili bulunduğu konum itibari ile Türkiye'nin uzunluğuyla büyük olan iki nehrinden Kızılırmak ve Sakarya nehri bölgeden geçmektedir. Kızılırmak nehri ilin doğusundan, Sakarya nehri ise batısından geçmekte ve sulama suyu olarak kullanılmaktadır. İlin güneyinde ise Türkiye'nin ikinci büyük gölü olan Tuz Gölü bulunmaktadır [53]. Ankara iline içme suyu sağlayan barajlar ve hacimleri ise Tablo 5.3'de gösterilmiştir.

Tablo 5.3. Ankara iline içme suyu temin edilen barajlar ve kapasiteleri [57]

Baraj Adı	Kapasitesi (m³)
Kızılırmak- Kesikköprü	95.000.000
Elmadağ- Kargali	542.000
Kavşakkaya	80.835.000
Akyar	56.000.000
Çubuk II	22.000.000
Eğrekkaya	112.300.000
Kurtboğazı	92.053.000
Çamlıdere	1.220.380.000
Toplam	1.679.110.000

Kızılırmak- Kesikköprü barajı Ankara'nın ihtiyacını karşılayacak düzeye sahiptir. Uzun vadeli süreçte Ankara'nın su yüzeyine karşılayacak potansiyele sahiptir. Barajdaki sular İvedik içme suyu arıtma tesisine iletilmekte ve arıtıldıktan sonra tüketiciye ulaştırılmaktadır [57].

Elmadağ-Kargali yeraltı barajı en büyük yer altı barajı özelliği taşımakla beraber baraj içerisinde su arıtma sistemi bulunmaktadır. Bu baraj ile uzun vadeli Elmadağ ilçesinin su ihtiyacı karşılanabilmektedir [57].

Kavşakkaya barajı içme suyu amaçlı olup Ovaçayı üzerine inşa edilmiştir. Baraj bünyesindeki su doğrudan Ankara'ya gönderilmemekle beraber Kurtboğazı barajını beslemektedir. Kurtboğazı barajı ise rekreasyon amaçlı kullanılmakta ve İvedik içme suyu arıtma tesisine su sağlamaktadır [57].

Akyar barajı Eğrekkaya barajını beslemek amacıyla yapılmıştır. Eğrekkaya barajını Çekerek ve Sey dereleri beslemektedir. Eğrekkaya barajı Kurtboğazı barajını beslemek amacıyla yapılmıştır [57].

Çamlıdere barajı Ankara'ya su temin eden en büyük barajdır. Çamlıdere Barajı Acun, Çay, Eşik, Ilıca, Akpınar, Çayır, Değirmenözü ve Avluçayır dereleri beslemektedir [57].

5.1.6. İçme suyu arıtma tesisleri

Ankara iline su sağlayan 9 adet içme suyu arıtma tesisi bulunmaktadır [82]. Ankara ilinde yer alan içme suyu arıtma tesislerinin kapasiteleri ve arıtma tipleri Tablo 5.4'te özetlenerek gösterilmiştir.

Tablo 5.4. Ankara ilinde yer alan içme suyu arıtma tesisleri [82]

Tesisin Adı	Kapasitesi (m³/gün)	Arıtma Tipleri
İvedik	1.692.000	Konvansiyonel
Çubuk	70.000	Konvansiyonel
Kahramankazan	30.000	Konvansiyonel
Beypazarı	7.000	Membran
Kesikköprü Tepeköy	-	Membran
Pursaklar	75.000	Konvansiyonel
Şereflikoçhisar	26.395	Konvansiyonel
Polatlı Yüzükbaşı	28.800	Membran
Bala Karadalak	-	Membran

Türkiye'nin ve Avrupa'nın en büyük su arıtma tesisi olan İvedik içme suyu arıtma tesisi Ankara ilinin 2070 yılına kadar TS266, WHO ve Sağlık Bakanlığı'nın İnsani Tüketim Amaçlı Sular kriterlerinin sağlamak üzere inşa edilmiştir. Tesiste 7 adet su girişi olup 3'ü Kurtboğazı Barajı, 2'si Çamlıdere Barajı ve 2'si Kesikköprü Barajı'nda olmak üzere su temini sağlanmaktadır. Bala ilçesi Kesikköprü mahallesi ile 18 mahallenin su ihtiyacını karşılamak üzere inşa edilen Kesikköprü Tepeköy içme suyu arıtma tesisin ham su kaynağı Kesikköprü Barajı'dır. Bala Karadalak içme suyu arıtma tesisinin de ham su kaynağı Kesikköprü Barajı olup tesis Bala ilçe merkezine ve ilçeye bağlı 15 mahalleye su temini sağlayabilmektedir [82].

Çubuk içme suyu arıtma tesisinde ise ham su kaynağı Çubuk 2 Barajı olup arıtılan sular Çubuk ilçe merkezi ile Esenboğa mahallesinin ihtiyaçlarını karşılamaktadır. Pursaklar içme suyu arıtma tesisinde ham su kaynağı Çubuk 2 barajıdır. Tesis Pursaklar ilçe merkezi, Saray bölgesi ve ihtiyaç duyulması halinde Akyurt ve Keçiören ilçelerine de su temini sağlayabilmektedir [82].

Kahramankazan içme suyu arıtma tesisinde ham su kaynağı Kurtboğazı Barajı ve kuyulardan sağlanarak Kahramankazan ilçesinin su ihtiyacı karşılanmaktadır. Beypazarı ilçesinin su ihtiyacını karşılamak üzere inşa edilen Beypazarı içme suyu arıtma tesisinde ham su kaynağı kuyulardır. Şereflikoçhisar ilçesinin su ihtiyacını karşılamak üzere inşa edilen Şereflikoçhisar içme suyu arıtma tesisinin ham su kaynağı Peçenek Barajı'dır.

5.1.7. Toprak kaynakları

Ankara il sınırları toplam 26.897 km²lik bir alana sahiptir. Ankara ili ovalık bir alana kuruludur. Yüz ölçümünün yaklaşık olarak %50'sini tarım alanları, %28'ini ormanlık ve fundalık alanlar, %12'sini çayır ve meralar, %10'unu ise tarım dışı araziler teşkil oluşturmaktadır. Ankara'nın kuzey kısımlarındaki topraklar volkanik özellik taşımaktadır. İlin büyük bir kısmı çok kireçli topraklar ile kaplıdır. Akarsu boylarında ise alüvyon topraklar görülmektedir [53]. Ankara iline ait arazi sınıfları ise Tablo 5.5'te gösterilmiştir.

Tablo 5.5. Ankara ili arazi sınıfı kullanımları [1]

Arazi Sınıfı	Alan (ha)	Yüzde (%)
Sulanmayan Ekilebilir Alanlar	866967,11	33,78
Doğal Çayırliklar	328955,75	12,82
Seyrek Bitki Alanları	268335,82	10,46
Doğal Bitki Örtüsü ile Karışık Tarım Alanları	243936,99	9,51
Sürekli Sulanan Alanlar	195021,09	7,6
Bitki Değişim Alanları	187233,04	7,3
İğne Yapraklı Ormanlar	122950,29	4,79
Su Kütleleri	63042,69	2,46

5.2. Metot

5.2.1. İçme suyu kalitesinin değerlendirilmesi

Çalışmada Ankara ilinin 2018-2020 yılları arasında Ankara Su ve Kanalizasyon İdaresi Genel Müdürlüğü (ASKİ) tarafından kurumun remi web sayfasında haftalık olarak yayınlanan içme suyu kalitesi parametreleri Ek-1'de sunulan kurumun iznine tabi olarak kullanılmıştır [58].

Araştırmada değerlendirilen içme suyu kalite parametreleri TS 266 EPA, EU ve WHO standartlarına göre değerlendirilmiştir [14,15,16,17]. Değerlendirmeye ait içme suyu kalite parametrelerinin izin verilebilir st sınır değerleri Tablo 2.1, 2.2 ve 2.3’de gösterilmiştir.

ASKİ içme suyu analiz laboratuvarları Türk Akreditasyon Kurumu tarafından verilen akreditasyon belgesine sahip olup, analiz sonuçları kurumun resmi web sayfasında haftalık olarak tüm ilçeler bazında yayınlanmaktadır [85].

5.2.2 Ankara ili içme suyunda ASKİ tarafından yapılan analizler

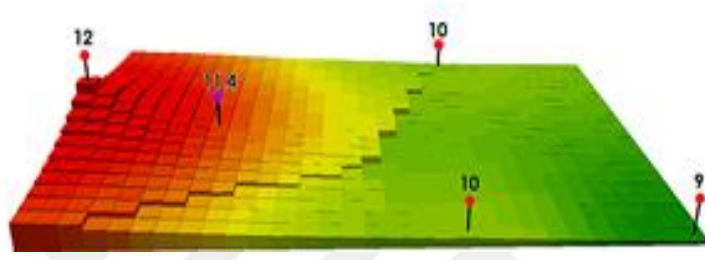
Ankara ili ASKİ Genel Müdürlüğü’nde içme suyu niteliği taşıyan su analizleri İvedik, Pursaklar, Kahramankazan ve çubuk arıtma tesislerinde rutin su analizleri günlük olarak, ileri düzey su analizleri merkez laboratuvarlarında yapılmaktadır [85]. İçme suyu niteliği taşıyan su analizlerinde iletkenlik, bulanıklık ve bakiye klor klasik ve genel enstrümantasyon analizler ile, alüminyum, demir ve sülfat parametreleri ise gelişmiş enstrümantasyon analiz metotları ile belirlenmektedir. Bulanıklık içme sularında nefolemetri metodu ile ölçülmektedir. İletkenlik lm mobil veya sabit bir cihazla ölçülebilmektedir. Bu cihazlar kombine olup farklı prob uçlarıyla pH, sıcaklık gibi parametrelerde ölçülebilmektedir. Bakiye klor ise sudaki serbest klorun lmnn DPD hazır test kitleri ile basitçe yapılabilir [86]. Ayrıca bakiye klor ölçümü u noktalarda komparatör adı verilen alet ile de yapılabilir [87]. Alüminyum ve demir ICP-MS cihazı kullanılarak analizi gerçekleştirilmektedir. ICP-MS cihazı bir veya birden fazla kalitatif, kantitatif veya yarı kantitatif olan elementlerin tayininde kullanılan, atomik emisyon tekniğine dayalı plazma kaynaklı elementel analiz gerçekleştiren ve birçok elementin analizinde doğruluk ve kesinliğinin çok iyi olması nedeniyle tercih edilmektedir [88]. Sülfat parametresi ise iyon kromatografisi metodu kullanılarak analizi gerçekleştirilmektedir. İyon kromatografisi, iyon değiştirici reçinelerin kullanımına dayanan iyonların ayrılması ve tayini için etkili bir yöntemdir [96].

5.2.3. Enterpolasyon yöntemleriyle mekansal modelleme

Ankara ilinin bazı içme suyu kalite parametreleri CBS ortamında Arc GIS 10.3.1 yazılımı kullanılarak mekansal olarak değerlendirilmiştir. Mekansal analiz değerlendirilmesinde IDW ve Kriging enterpolasyon yöntemleri kullanılmıştır.

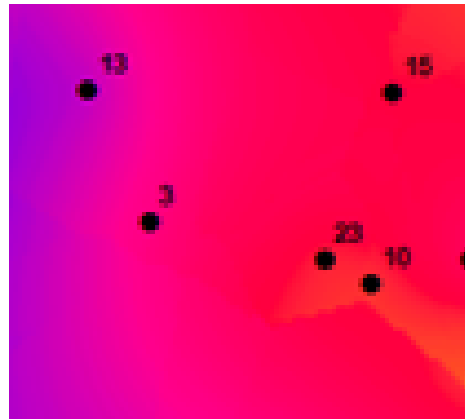
IDW yöntemi analiz edilecek yüzeyde, yakındaki noktaların uzaktaki noktalardan daha fazla ağırlığa sahip olması esasına göre analiz gerçekleştirmektedir [59]. Tahmin edilen değerler, yakın ve uzak noktaların fonksiyonu olup, mesafenin artması ile tahmini yapılacak hücre üzerindeki önem ve etki azaltmaktadır.

Veriler sadece yerel olarak değerlendirilmekte ve karşılaştırılması yapılmaktadır [60]. Şekil 5.1’de IDW enterpolasyon yöntemiyle yapılmış bir mekânsal dağılım örnek olarak sunulmuştur.



Şekil 5.2. IDW enterpolasyon yöntemi örnek mekansal dağılımı [61]

Kriging çok basamaklı bir işlemdir. Kriging ise, otokolerasyon içeren istatistiksel yöntemlere dayanmaktadır. Kriging ölçüm noktaları içerisindeki tüm konumsal düzene de bağlıdır. Kriging verinin mekânsal konumuna göre geliştirilen semivariograma göre ağırlıkları tespit etmektedir [60]. Şekil 5.3.’de Kriging Enterpolasyon yöntemiyle yapılmış bir mekânsal dağılım ortaya konulmuştur.



Şekil 5.3. Kriging enterpolasyon yöntemi örnek mekansal dağılımı

5.2.4. Trend analizi

Trend analizi iklim akış ve değişim seyrini ortaya konulmasında ve su kaynaklarının planlanmasında önemli olan bir analiz metodudur [83]. Çalışmada bazı içme suyu kalite parametre değerlerinin yıllar bazındaki değişim seyri trend analizi ile belirlenmiştir. Bu bağlamda verilere Mann-Kendall ve Sperman'ın Rho Testi ve Sen'in Trend Eğim metodu %95 güven seviyesinde uygulanmıştır [63,64].

Mann-Kendall testi iklim parametrelerinde meydana gelen değişimi araştırmaya yönelik çalışmalarda sıkça kullanılmaktadır [65, 66, 67]. İklim parametrelerinde, sıcaklıkta, yağışta meydana gelen değişimlerin ne yönde bir gelişim gösterdiğini belirlemek amacıyla yapılan Mann- Kendall testi, aynı zamanda iklim değişiminin boyutları konusunda da önemli fikirler vermektedir [68,69]. Bu test ile bir zaman serisinde trend olup olmadığı sıfır hipotezi ile; “H0: trend yok” ile kontrol edilmektedir [70]. Mann Kendall Testi aşağıdaki denklem kullanılarak hesaplanmaktadır [63, 64].

$$S = \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n \text{sgn}(x_j - x_i) \quad (2.1)$$

Burada; n: veri noktası sayısı, x_i ve x_j : i ve j zaman serilerindeki ($j > i$) veri değerleri $\text{sgn}(x_j - x_i)$; işaret fonksiyonu olup aşağıdaki şekilde ifade edilmiştir [83].

$$\text{sgn}(x_j - x_i) = \begin{cases} +1, & \text{eğer } x_j - x_i > 0 \\ 0, & \text{eğer } x_j - x_i = 0 \\ -1, & \text{eğer } x_j - x_i < 0 \end{cases} \quad (2.1)$$

Varyans ise;

$$\text{Var}(S) = \frac{n(n-1)(2n+5) - \sum_{i=1}^m t_i(t_i-1)(2t_i+5)}{18} \quad (2.3)$$

Burada; n = veri noktası sayısı, m = bağlı grupların sayısı, t_i = i kapsamındaki bağların sayısıdır [83].

Varyansı belirlenen Mann-Kendall testinin önemli olup olmadığı standart normal değişken Z 'nin aşağıdaki eşitlikle hesaplanıp kritik Z değeriyle karşılaştırılmasıyla belirlenmektedir [84].

$$Z_s = \begin{cases} \frac{S-1}{\sqrt{\text{Var}(S)}}, & \text{eğer } S > 0 \\ 0, & \text{eğer } S = 0 \\ \frac{S+1}{\sqrt{\text{Var}(S)}}, & \text{eğer } S < 0 \end{cases} \quad (2.4)$$

Spearman'ın Rho Testi ise Mann Kendall testi ile karşılaştırmalı olarak kullanılmaktadır.

Bu test istatistiği aşağıdaki denklemdedir [83]:

$$R_{sp} = 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^n (D_i - i)^2}{n(n^2 - 1)} \quad (2.5)$$

$$Z_{Sp} = R_{sp} \sqrt{\frac{n-2}{1-R_{sp}^2}} \quad (2.6)$$

$D_i = i$ gözlemlerinin sıra numarası olup $n =$ zaman serisi verilerinin toplam uzunluğu, $i =$ verilerin gözlem sırası, $Z_{sp} = (n-2)$ özgürlük derecesidir. Z_{sp} 'nin pozitif değerleri hidrolojik zaman serilerindeki artan bir trendi gösterirken negatif değerleri ise azalan bir trendi göstermektedir [83, 84]

Çalışmada “Trend Analysis for Windows” adında Mann-Kendall testi, Spearman'ın Rho testi, Mann- Kendall Mertebe Korelasyon testi ve Sen'in Trend Eğim metodunu verilere uygulayıp sonucu grafik ve metin olarak veren bir yazılım da kullanılmıştır [71].

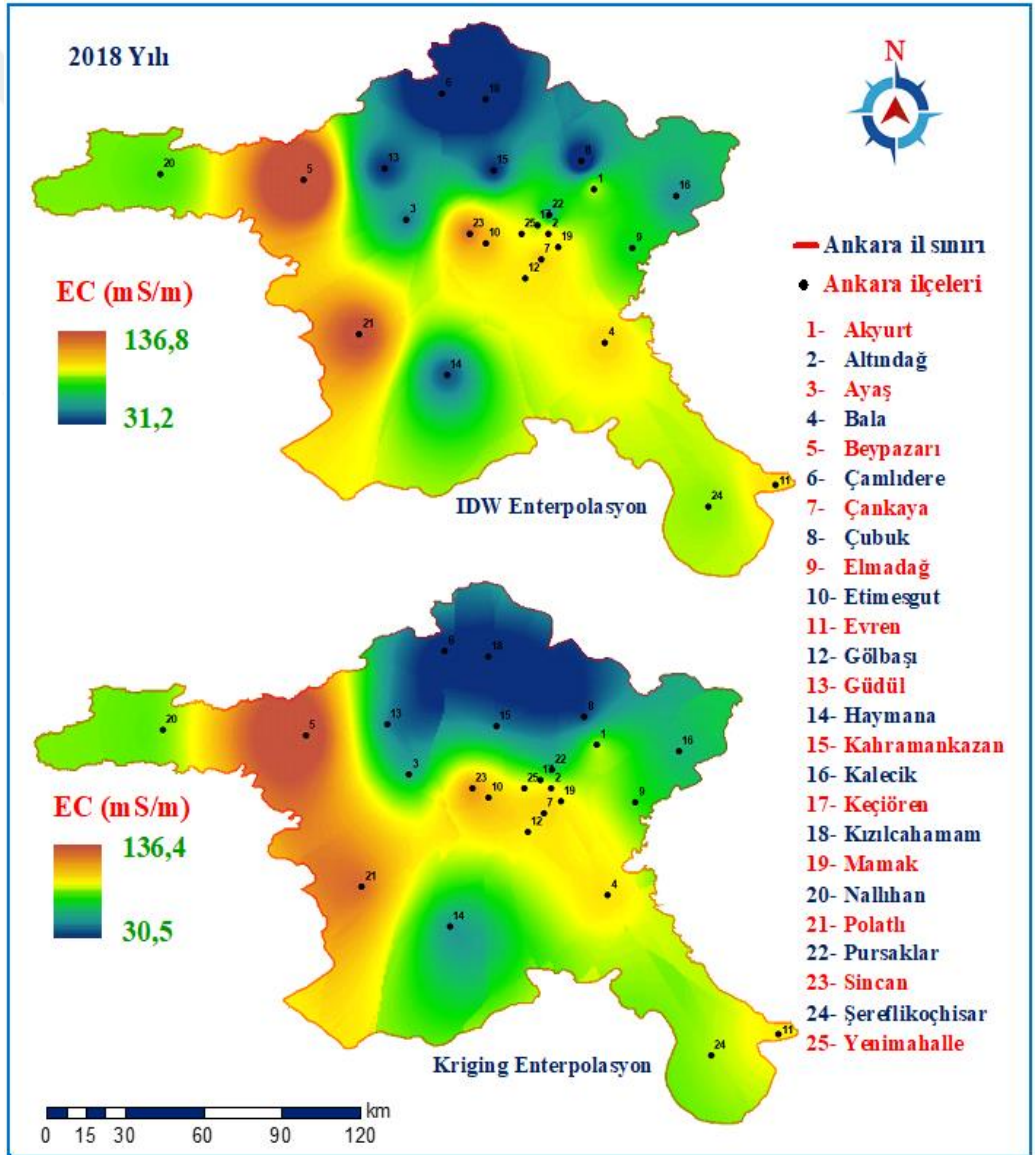
BÖLÜM 6

ARAŞTIRMA BULGULARI

6.1. Elektriksel İletkenlik (EC) Değerinin Modellenmesi

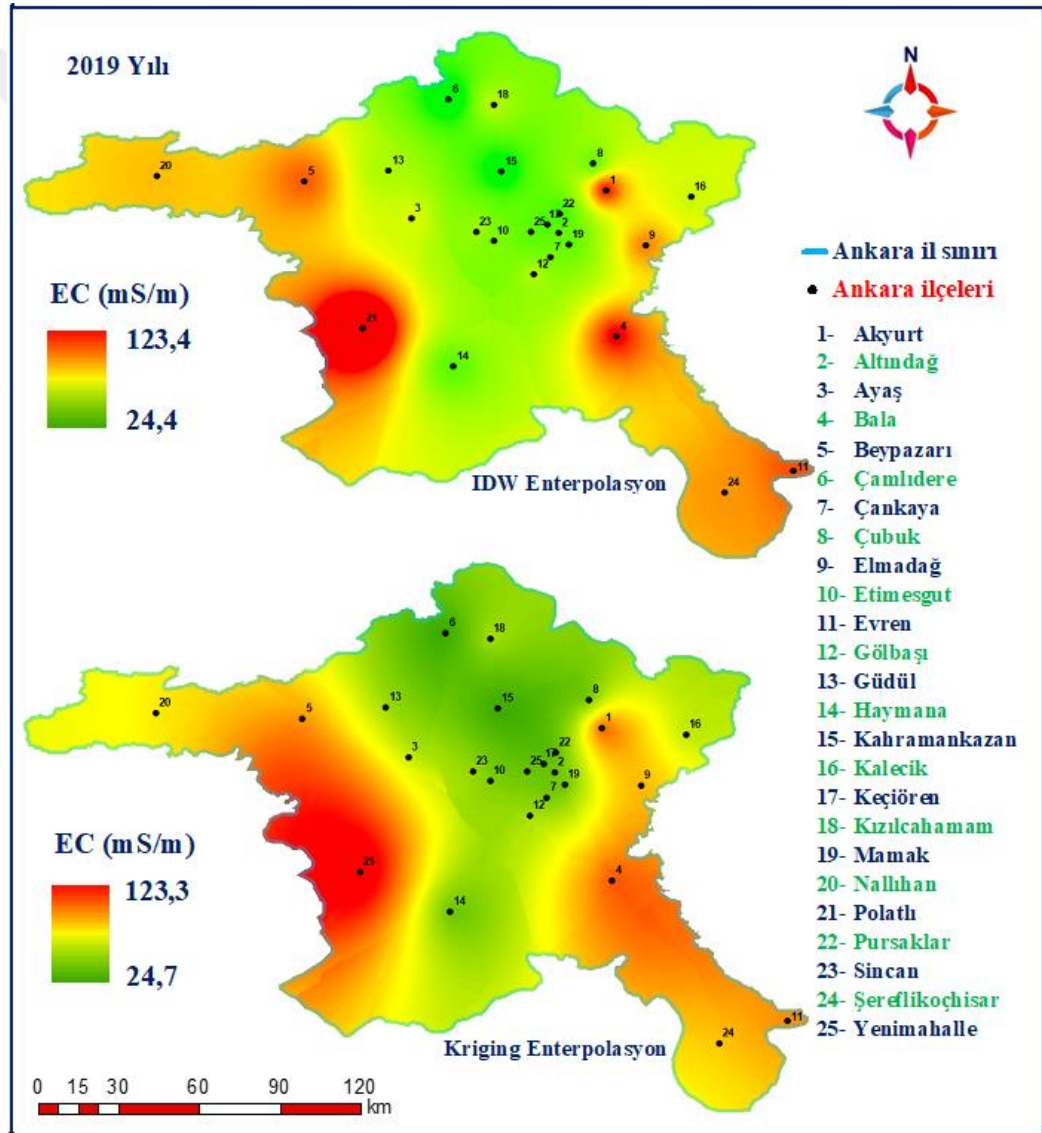
6.1.1. EC değerinin mekânsal analizi

Ankara iline ait 2018-2020 yıllarını kapsayan EC değerlerinin Arc GIS 10.3.1. yazılım programında IDW ve Kriging enterpolasyon yöntemleri kullanılarak analizi gerçekleştirilmiş ve analiz sonuçları haritalandırılarak ortaya konulmuştur. 2018 yılı EC değerlerinin mekânsal dağılımları Şekil 6.1’de verilmiştir.



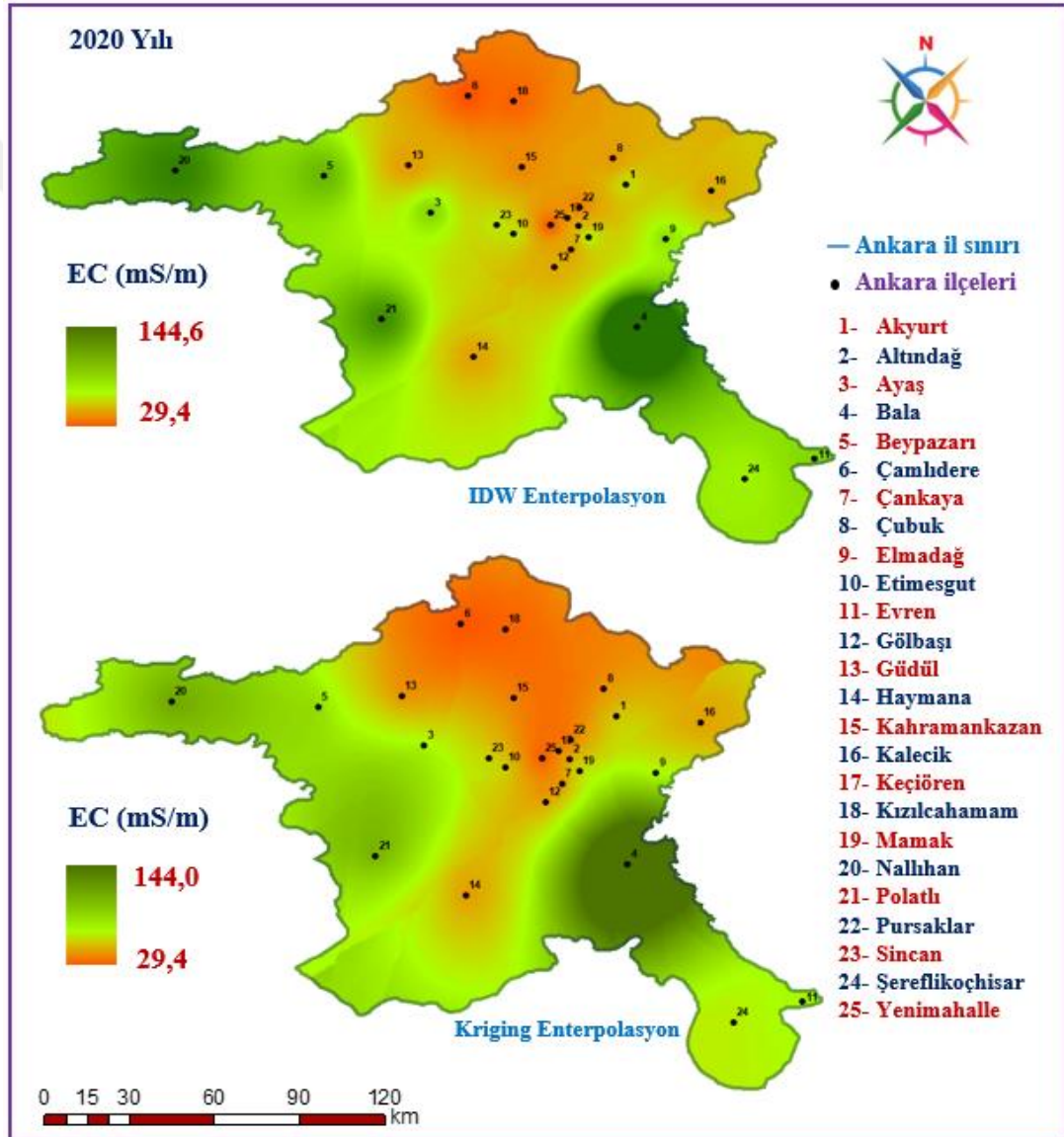
Şekil 6.1. 2018 yılı EC değerlerinin mekânsal dağılımları

EC suyun elektrik iletibilme kabiliyetinin sayısal ifadesi olup ülkemizde TS 266'ya göre sınır değeri 25 °C'de 250 mS/m' dir Ankara ili ve 25 ilçeye ait 2018 yılı içme sularında ki EC değerlerine göre IDW Enterpolasyon yönteminde en yüksek EC değeri 136,8 mS/m ile Beypazarı ve Polath ilçelerinde yoğunluk gösterdiği, en düşük değerin ise 31,2 mS/m ile Çamlıdere ve Kızılcahamam ilçelerinde yoğunluk gösterdiği belirlenmiştir. Kriging Enterpolasyon yönteminde en yüksek EC değeri 136,4 mS/m ile Beypazarı ve çevresinde yoğunluk gösterdiği, en düşük değer ise 30,5 mS/m ile Çamlıdere ve Kızılcahamam ilçelerinde yoğunluk gösterdiği belirlenmiştir. 2019 yılı EC değerlerinin mekânsal dağılımları Şekil 6.2'de görülmektedir.



Şekil 6.2. 2019 yılı EC değerlerinin mekânsal dağılımları

Ankara merkez ve 25 ilçeye ait 2019 yılı EC değerlerine göre IDW Enterpolasyon yönteminde yüksek EC değeri 123,4 mS/m ile Bala ve Polatlı ilçelerinde yoğunluk gösterdiği, en düşük EC değerinin ise 24,4 mS/m ile Çamlıdere ve Kahramankazan ilçelerinde yoğunluk gösterdiği belirlenmiştir. Kriging Enterpolasyon yönteminde ise en yüksek EC değeri 123,3 mS/m ile Polatlı ve çevresinde yoğunluk gösterdiği, en düşük değerin ise 24,7 mS/m ile Çamlıdere ve Kahramankazan ilçelerinde yoğunluk gösterdiği belirlenmiştir. 2020 yılı EC değerlerinin mekânsal dağılımları Şekil 6.3’de sunulmuştur.



Şekil 6.3. 2020 yılı EC değerlerinin mekânsal dağılımları

Ankara merkez ve 25 ilçeye ait 2020 yılı EC değerlerine göre IDW enterpolasyon yönteminde en yüksek EC değerinin 144,6 mS/m ile Bala ve Nallıhan ilçelerinde yoğunluk gösterdiği, en düşük değer ise 29,4 mS/m Çamlıdere ve Kızılcahamam ilçelerinde yoğunluk gösterdiği belirlenmiştir.

Kriging Enterpolasyon yönteminde ise en yüksek EC değerinin 144,0 mS/m ile Bala ilçesi ve çevresinde yoğunluk gösterdiği, en düşük değer ise 29,4 mS/m ile Çamlıdere ve Kızılcahamam ilçelerinde yoğunluk gösterdiği belirlenmiştir. Ankara ilinin ilçelere göre yıllar (2018-2020) bazındaki EC değerlerinin değişim seyri detaylı olarak Tablo 6.1’de sunulmuştur.

Tablo 6.1. EC değerlerinin yıllara göre değişimi [58]

EC (mS/m)				
S.N.	İlçeler / Yıllar	2018	2019	2020
1	Akyurt	79,8	91,1	55,2
2	Altındağ	88,4	37,8	47,2
3	Ayaş	54,6	55,4	70,1
4	Bala	89,8	93,2	144,6
5	Beypazarı	136,8	83,3	76,8
6	Çamlıdere	31,3	24,4	29,4
7	Çankaya	91,5	40,7	43,4
8	Çubuk	37,6	39,0	41,6
9	Elmadağ	69,9	77,3	67,2
10	Etimesgut	94,9	41,8	56,7
11	Evren	88,1	84,6	69,9
12	Gölbaşı	87,3	49,1	45,0
13	Güdül	46,7	48,4	41,9
14	Haymana	50,5	37,3	43,6
15	Kahramankazan	45,9	25,0	38,2
16	Kalecik	57,3	53,8	45,1
17	Keçiören	80,2	35,3	40,2
18	Kızılcahamam	31,2	49,4	31,8
19	Mamak	87,6	38,2	61,4
20	Nallıhan	75,5	69,7	91,1
21	Polatlı	112	123,4	87,5
22	Pursaklar	59,6	33,3	36,1
23	Sincan	103,6	45,9	57,8
24	Şereflikoçhisar	78,8	75,3	64,3
25	Yenimahalle	85,4	36,9	29,8
	Maksimum	136,8	123,4	144,6
	Minimum	31,2	24,4	29,4
	Ortalama	74,6	55,6	56,6
	Standart Sapma	25,97	24,98	25,08

Ankara ilinin ilçeleri bazında içme suyunda ölçülen EC değerleri 2018 yılında tüm ilçeler bazında ortalama olarak 74,6 mS/m, 2019 yılında 55,6 mS/m ve 2020 yılında ise 56,6 mS/m olarak değişkenlik göstermiştir. Tüm ilçeler bazındaki EC değerlerinin standart sapmaları ise ortalama olarak 25,34 olarak hesaplanmıştır.

6.1.2. EC değerinin trend analizi

Ankara ilinin 25 ilçesine ait EC değerlerinin Mann-Kendall testi ve Spearman'ın Rho testi kullanılarak oluşturulan trend analizi sonuçları Tablo 6.2'de gösterilmiştir.

Tablo 6.2. EC değerlerinin trend analiz sonuçları

İlçeler/ Parametre	EC (mS/m)	
	Mann- Kendall Testi	Spearman'ın Rho Testi
Akyurt	Trend Yok	Trend Yok
Altındağ	Azalan Yönde Trend Var	Azalan Yönde Trend Var
Ayaş	Trend Yok	Trend Yok
Bala	Artan Yönde Trend Var	Artan Yönde Trend Var
Beypazarı	Trend Yok	Trend Yok
Çamlıdere	Trend Yok	Trend Yok
Çankaya	Azalan Yönde Trend Var	Azalan Yönde Trend Var
Çubuk	Trend Yok	Trend Yok
Elmadağ	Trend Yok	Trend Yok
Etimesgut	Azalan Yönde Trend Var	Azalan Yönde Trend Var
Evren	Trend Yok	Trend Yok
Gölbaşı	Azalan Yönde Trend Var	Azalan Yönde Trend Var
Güdül	Trend Yok	Trend Yok
Haymana	Azalan Yönde Trend Var	Azalan Yönde Trend Var
Kahramankazan	Trend Yok	Trend Yok
Kalecik	Trend Yok	Trend Yok
Keçiören	Azalan Yönde Trend Var	Azalan Yönde Trend Var
Kızılcahamam	Trend Yok	Trend Yok
Mamak	Azalan Yönde Trend Var	Azalan Yönde Trend Var
Nallıhan	Trend Yok	Trend Yok
Polatlı	Trend Yok	Trend Yok
Pursaklar	Trend Yok	Trend Yok
Sincan	Azalan Yönde Trend Var	Azalan Yönde Trend Var
Şereflikoçhisar	Trend Yok	Trend Yok
Yenimahalle	Azalan Yönde Trend Var	Azalan Yönde Trend Var

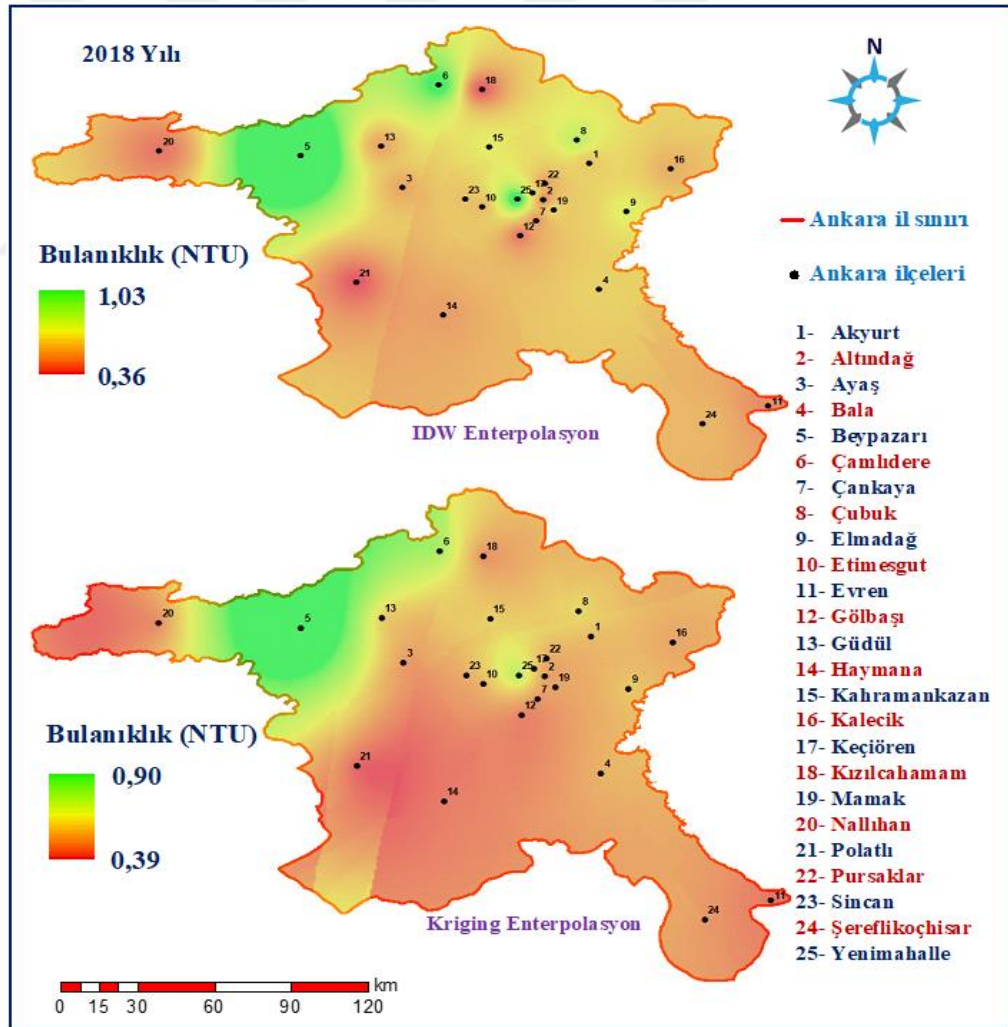
Ankara ilinin 25 ilçesine ait 2018-2020 yıllarındaki ortalama EC değerlerine yapılan trend analizi sonucuna göre 10 ilçede anlamlı bir trendin olduğu gözlenmiştir.

Mann-Kendall ve Sperman'ın Rho testlerine göre Altındağ, Çankaya, Etimesgut, Gölbaşı, Haymana, Keçiören, Mamak, Sincan ve Yenimahalle ilçelerinde azalan yönde bir trendin olduğu, Bala ilçesinde ise artan yönde bir trendin olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Diğer ilçelerde ise EC değerlerinin anlamlı bir artış veya azalmasına yönelik herhangi bir trend sonucuna ulaşılmamıştır.

6.2. Bulanıklık Değerinin Mekânsal Modellemesi

6.2.1. Bulanıklık değerinin mekânsal analizi

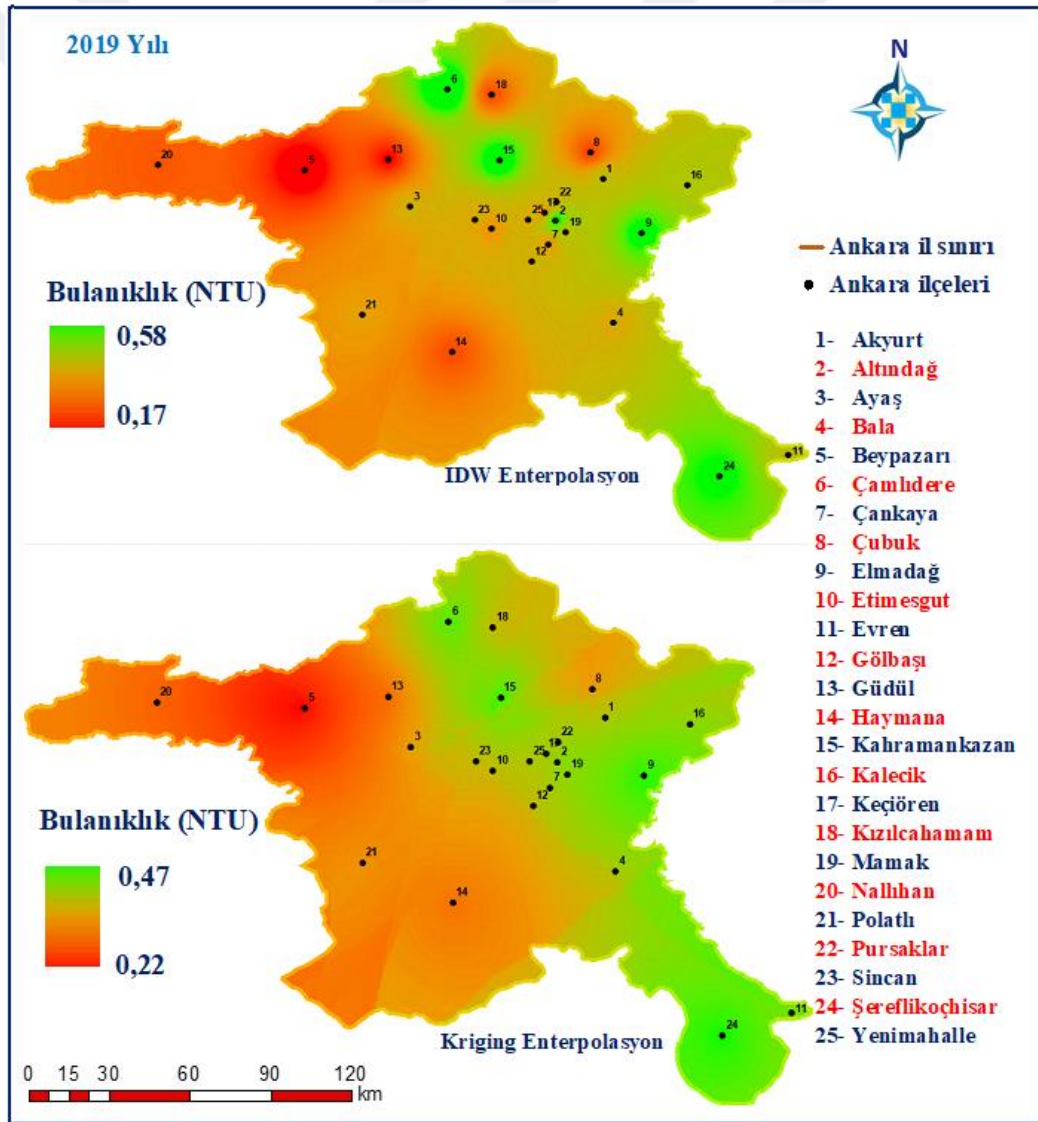
Arc GIS 10.3.1. yazılım programı kullanılarak Ankara iline ait 2018-2020 yılları arasında ki içme suyu bulanıklık değerleri IDW ve Kriging enterpolasyon yöntemleri kullanılarak analizi gerçekleştirilmiş ve analiz sonuçları haritalandırılarak ortaya konulmuştur. 2018 yılı bulanıklık değerlerinin mekânsal dağılımları Şekil 6.4'de sunulmuştur.



Şekil 6.4. 2018 yılı bulanıklık değerlerinin mekânsal dağılımları

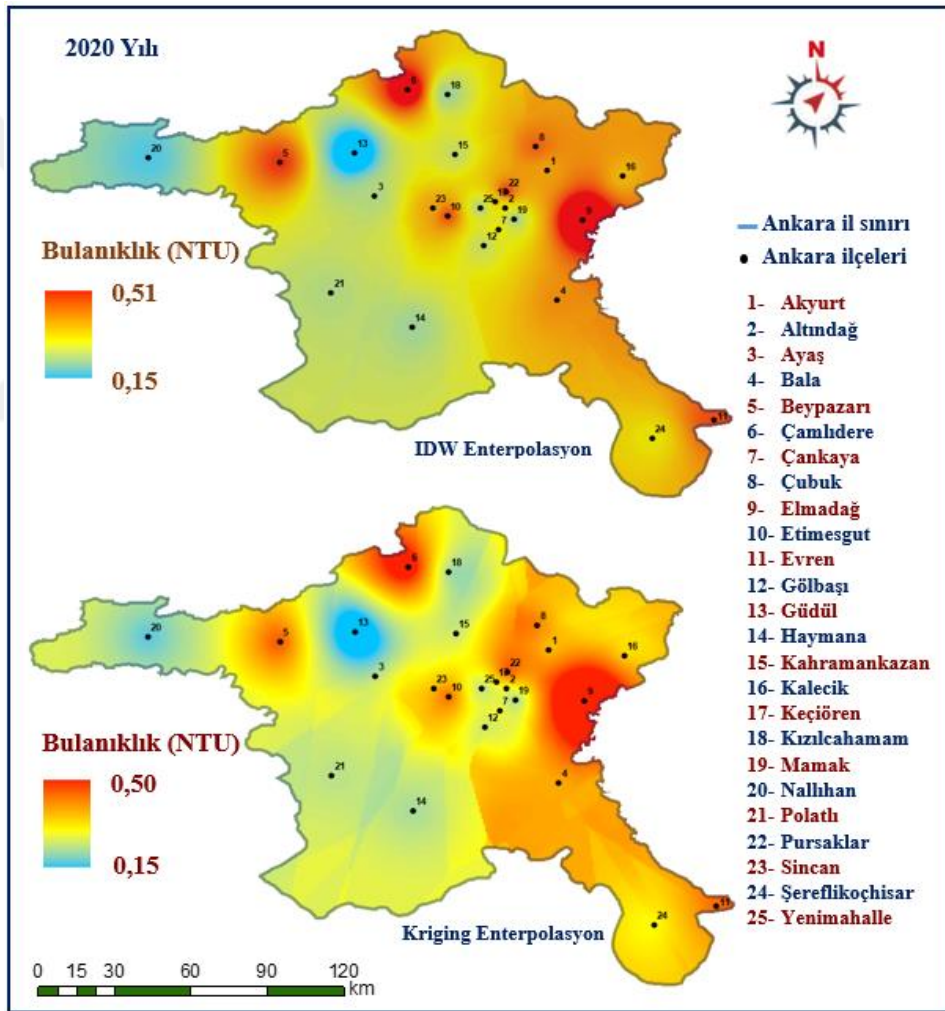
Bulanıklık suda ışık geçirgenliğinin bir ölçüsü olup TS 266'ya göre sınır değeri 1 NTU. Ankara ili 2018 yılına ait içme suyu bulanıklık değerlerinin IDW Entropolasyon yönteminde en yüksek değerin 1,02 NTU ile Beypazarı ilçesi ve çevresinde yoğunluk gösterdiği, en düşük değerin ise 0,36 NTU ile Kızılcahamam, Nallıhan ve Polatlı ilçelerinde yoğunluk gösterdiği belirlenmiştir.

Kriging enterpolasyon yönteminde ise en yüksek bulanıklık değeri 0,90 NTU ile Beypazarı ilçesi ve çevresinde yoğunluk gösterdiği, en düşük değerin ise 0,39 NTU ile Haymana, Nallıhan, Polatlı ilçeleri ve çevresinde yoğunluk gösterdiği belirlenmiştir. 2019 yılı bulanıklık değerlerinin mekânsal dağılımları Şekil 6.5'de verilmiştir.



Şekil 6.5. 2019 yılı bulanıklık değerlerinin mekânsal dağılımları

Ankara ili 2019 yılına ait içme suyu bulanıklık değerlerine göre IDW Enterpolasyon yönteminde en yüksek bulanıklık değeri 0,57 NTU ile Altındağ, Çamlıdere, Elmadağ, Kahramankazan ve Şereflikoçhisar ilçelerinde yoğunluk gösterdiği, en düşük değerin ise 0,17 ile Beypazarı ve Güdül ilçelerinde yoğunluk gösterdiği belirlenmiştir. Kriging Enterpolasyon yönteminde ise en yüksek bulanıklık değerinin 0,47 NTU ile Elmadağ, Evren ve Şereflikoçhisar ilçelerinde yoğunluk gösterdiği, en düşük değerin ise 0,22 NTU ile Beypazarı ilçesinde yoğunluk gösterdiği belirlenmiştir. 2020 yılı bulanıklık değerlerinin mekânsal dağılımları ise Şekil 6.6'de gösterilmiştir.



Şekil 6.6. 2020 yılı bulanıklık değerlerinin mekânsal dağılımları

Ankara ili 2020 yılı içme suyu bulanıklık değerlerinde ise IDW enterpolasyon yönteminde en yüksek bulanıklık değeri 0,50 NTU ile Çamlıdere ve Elmadağ ilçelerinde yoğunluk gösterdiği, en düşük değerin ise 0,15 NTU ile Güdül ve Nallıhan ilçelerinde yoğunluk gösterdiği belirlenmiştir.

Kriging enterpolasyon yönteminde ise en yüksek bulanıklık değerinin 0,50 NTU ile Çamlıdere ve Elmadağ ilçeleri yoğunluk gösterdiği, en düşük değer ise 0,15 NTU ile Güdül ilçesinde yoğunluk gösterdiği belirlenmiştir. Ankara ilinin ilçelere göre yıllar (2018-2020) bazındaki bulanıklık değerlerinin değişimi detaylı olarak Tablo 6.3’de sunulmuştur.

Tablo 6.3. Bulanıklık değerlerinin yıllara göre değişimi [58]

Bulanıklık (NTU)				
S.N.	İlçeler / Yıllar	2018	2019	2020
1	Akyurt	0,47	0,39	0,33
2	Altındağ	0,39	0,53	0,30
3	Ayaş	0,43	0,37	0,26
4	Bala	0,48	0,36	0,34
5	Beypazarı	1,03	0,17	0,38
6	Çamlıdere	0,69	0,58	0,43
7	Çankaya	0,41	0,34	0,30
8	Çubuk	0,56	0,24	0,36
9	Elmadağ	0,52	0,52	0,51
10	Etimesgut	0,45	0,33	0,37
11	Evren	0,4	0,39	0,37
12	Gölbaşı	0,38	0,37	0,27
13	Güdül	0,43	0,20	0,15
14	Haymana	0,42	0,25	0,25
15	Kahramankazan	0,51	0,55	0,27
16	Kalecik	0,44	0,40	0,32
17	Keçiören	0,5	0,33	0,31
18	Kızılcahamam	0,36	0,25	0,25
19	Mamak	0,49	0,39	0,25
20	Nallıhan	0,38	0,26	0,22
21	Polatlı	0,36	0,35	0,26
22	Pursaklar	0,42	0,37	0,38
23	Sincan	0,46	0,36	0,33
24	Şereflikoçhisar	0,45	0,50	0,30
25	Yenimahalle	0,76	0,36	0,26
Maksimum Değer		1,03	0,58	0,51
Minimum Değer		0,36	0,17	0,15
Ortalama Değer		0,49	0,37	0,31
Standart Sapma		0,15	0,11	0,07

Ankara ilinin ilçeleri bazında içme suyunda ölçülen bulanıklık değerleri 2018 yılında tüm ilçeler bazında ortalama olarak 0,49 NTU, 2019 yılında 0,37 NTU ve 2020 yılında ise 0,31 NTU olarak değişkenlik göstermiştir. Tüm ilçeler bazındaki bulanıklık değerlerinin standart sapmaları ise ortalama olarak 0,11 olarak hesaplanmıştır.

6.2.2. Bulanıklık değerinin trend analizi

Ankara ili 25 ilçesine ait bulanıklık değerlerinin Mann-Kendall testi ve Spearman'ın Rho testi kullanılarak oluşturulan trend analizi sonuçları Tablo 6.4'de gösterilmiştir.

Tablo 6.4. Bulanıklık değerlerinin trend analiz sonuçları

İlçeler/ Parametre	Bulanıklık (NTU)	
	Mann-Kendall Testi	Spearman'ın Rho Testi
Akyurt	Azalan Yönde Trend Var	Azalan Yönde Trend Var
Altındağ	Trend Yok	Azalan Yönde Trend Var
Ayaş	Azalan Yönde Trend Var	Azalan Yönde Trend Var
Bala	Trend Yok	Trend Yok
Beypazarı	Trend Yok	Azalan Yönde Trend Var
Çamlıdere	Trend Yok	Trend Yok
Çankaya	Trend Yok	Azalan Yönde Trend Var
Çubuk	Azalan Yönde Trend Var	Azalan Yönde Trend Var
Elmadağ	Trend Yok	Trend Yok
Etimesgut	Trend Yok	Trend Yok
Evren	Trend Yok	Trend Yok
Gölbaşı	Trend Yok	Azalan Yönde Trend Var
Güdül	Azalan Yönde Trend Var	Azalan Yönde Trend Var
Haymana	Azalan Yönde Trend Var	Azalan Yönde Trend Var
Kahramankazan	Azalan Yönde Trend Var	Azalan Yönde Trend Var
Kalecik	Trend Yok	Azalan Yönde Trend Var
Keçiören	Trend Yok	Azalan Yönde Trend Var
Kızılcahamam	Azalan Yönde Trend Var	Azalan Yönde Trend Var
Mamak	Trend Yok	Trend Yok
Nallıhan	Trend Yok	Trend Yok
Polatlı	Azalan Yönde Trend Var	Azalan Yönde Trend Var
Pursaklar	Trend Yok	Azalan Yönde Trend Var
Sincan	Trend Yok	Azalan Yönde Trend Var
Şereflikoçhisar	Trend Yok	Azalan Yönde Trend Var
Yenimahalle	Trend Yok	Trend Yok

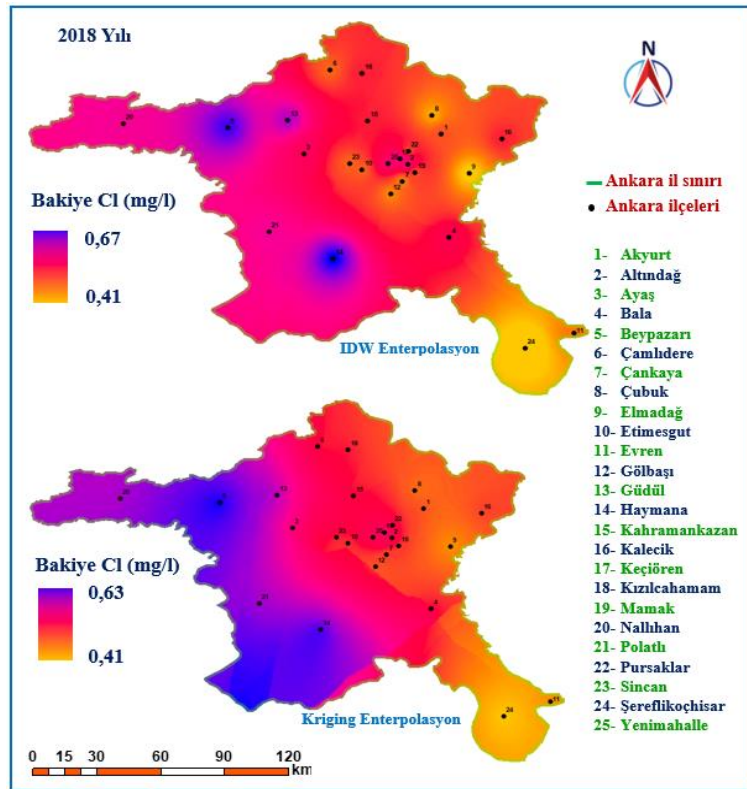
Ankara ilinin 25 ilçesine ait 2018-2020 yıllarındaki bulanıklık değerlerine yapılan trend analizi sonucuna göre 17 ilçede trendin olduğu gözlenmiştir. Sperman'ın Rho Testine göre Altındağ, Beypazarı, Çankaya, Gölbaşı, Kalecik, Keçiören, Porsaklar, Sincan ve Şereflikoçhisar ilçelerinde azalan yönde bir trendin olduğu fakat Mann-Kendall testine göre herhangi bir trendin olmadığı belirlenmiştir.

Mann-Kendall ve Sperman'ın Rho testlerine göre Akyurt, Ayaş, Çubuk, Güdül, Haymana, Kahramankazan, Kızılcahamam ve Polatlı ilçelerinde ise her iki test sonucuna göre azalan yönde bir trendin olduğu belirlenmiştir. Diğer ilçelerde ise herhangi bir trend gözlenmemiştir.

6.3. Bakiye Klor (Cl) Miktarının Modellemesi

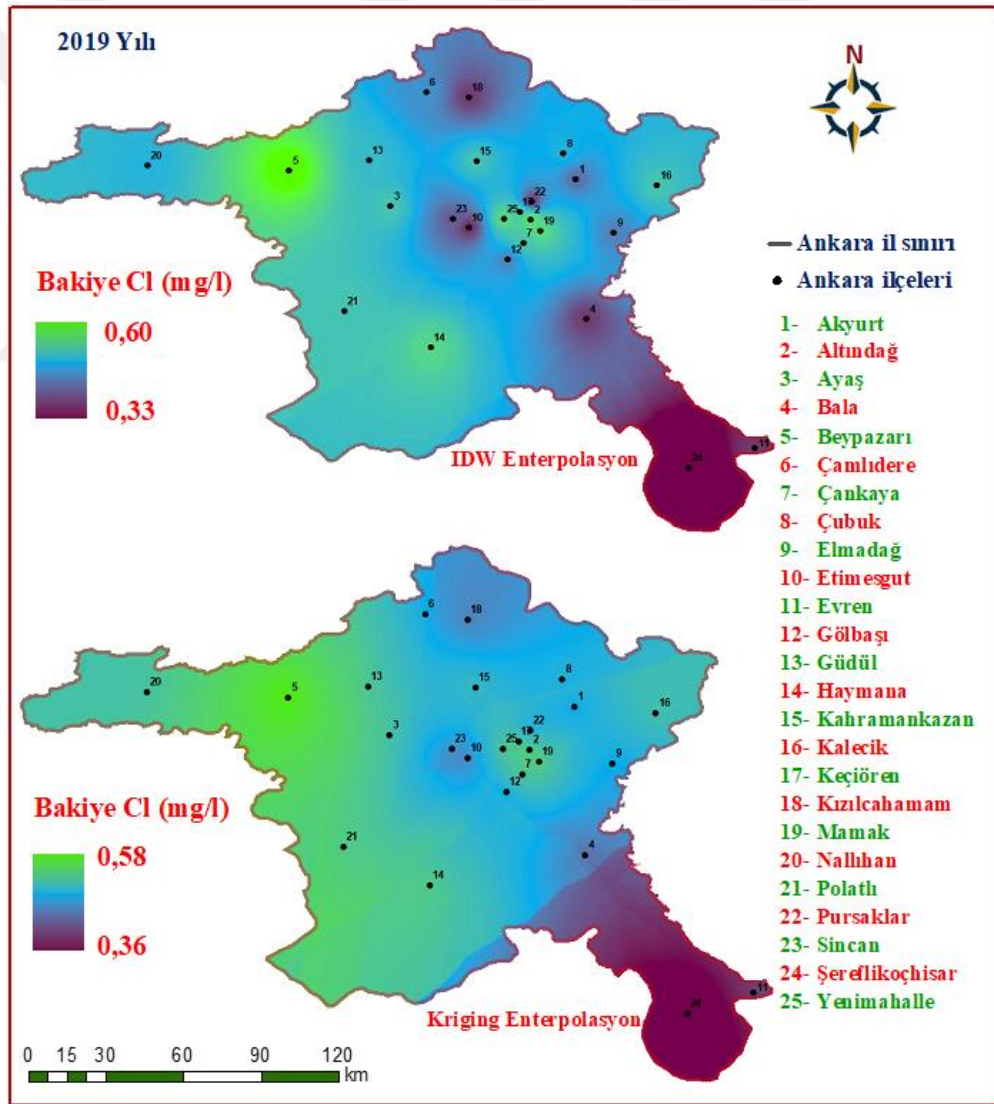
6.3.1. Bakiye Cl miktarının mekânsal analizi

Ankara iline ait 2018-2020 yılları arasında ki içme suyu bakiye Cl değerlerinin Arc GIS 10.3.1. yazılım programında IDW ve Kriging enterpolasyon yöntemleri kullanılarak analizi gerçekleştirilmiş ve analiz sonuçları harita şeklinde ortaya konulmuştur. 2018 yılı Bakiye Cl değerlerinin mekânsal dağılımları Şekil 6.7'de gösterilmiştir.



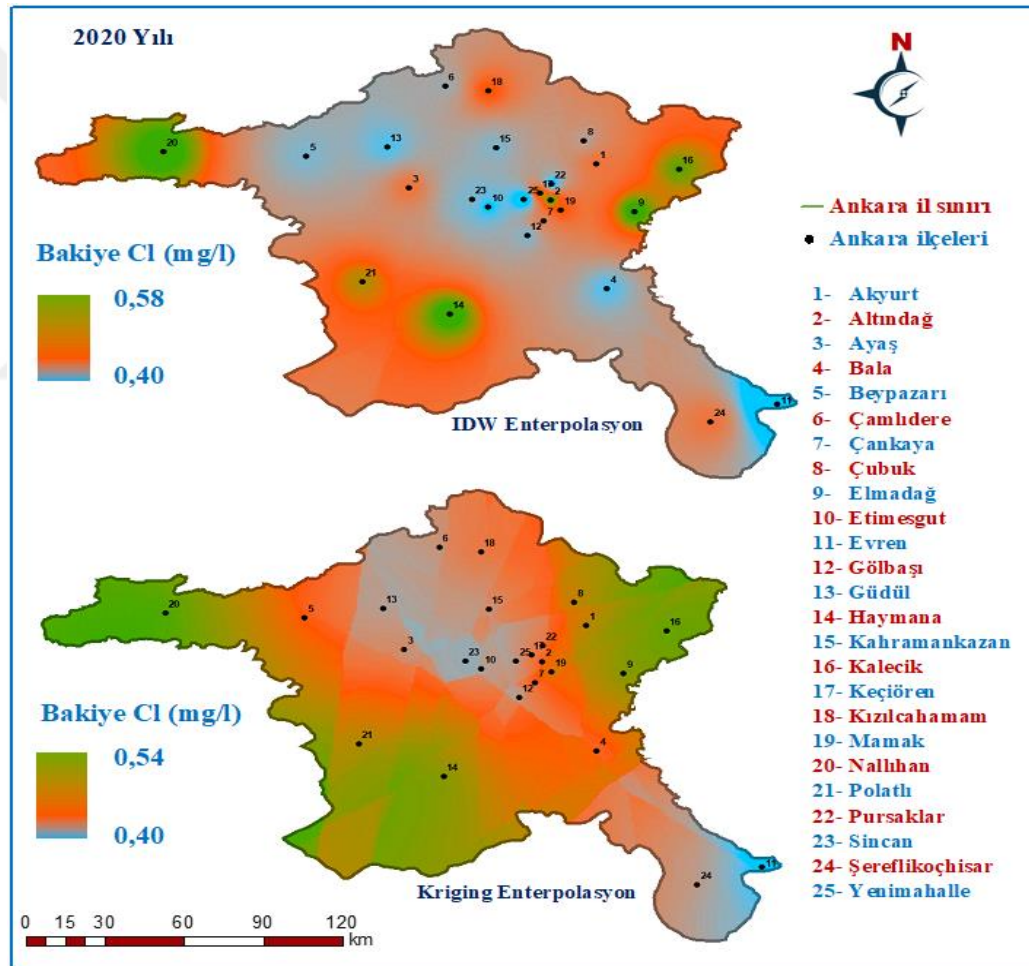
Şekil 6.7. 2018 yılı bakiye Cl değerlerinin mekânsal dağılımları

Ankara ili 2018 yılına ait içme suyu bakiye Cl değerlerinin IDW ve Kriging Enterpolasyon yöntemleri kullanılarak oluşturulan her iki mekânsal dağılım haritasında içme suyu bakiye klor değerleri IDW Enterpolasyon yönteminde en yüksek değer 0,66 mg/l ile Beypazarı ve Haymana ilçelerinde yoğunluk gösterdiği, en düşük değerin ise 0,41 mg/l ile Elmadağ ve Şereflikoçhisar ilçelerinde yoğunluk gösterdiği belirlenmiştir. Kriging Enterpolasyon yönteminde ise en yüksek bakiye klor değerinin 0,63 mg/l ile Beypazarı ve Haymana ilçeleri çevresinde yoğunluk gösterdiği, en düşük değerin ise 0,41 mg/l ile Şereflikoçhisar ilçesinde yoğunluk gösterdiği belirlenmiştir. 2019 yılı Bakiye Cl değerlerinin mekânsal dağılımları Şekil 6.8’de verilmiştir.



Şekil 6.8. 2019 yılı bakiye Cl değerlerinin mekânsal dağılımları

Ankara ili 2019 yılına ait içme suyu bakiye Cl değerlerinin IDW ve Kriging Enterpolasyon yöntemleri kullanılarak oluşturulan her iki mekânsal dağılım haritasında içme suyu bakiye klor değerlerinin IDW Enterpolasyon yönteminde en yüksek değerin 0,60 mg/l ile Beypazarı ilçesinde yoğunluk gösterdiği, en düşük değerin ise 0,33 mg/l ile Şereflikoçhisar ilçesi ve çevresinde yoğunluk gösterdiği belirlenmiştir. Kriging Enterpolasyon yönteminde ise en yüksek bakiye klor değerinin 0,58 mg/l ile Beypazarı ilçesinde yoğunluk gösterdiği, en düşük değerin ise 0,36 mg/l ile Şereflikoçhisar ilçesinde yoğunluk gösterdiği belirlenmiştir. 2020 yılı Bakiye Cl değerlerinin mekânsal dağılımları ise Şekil 6.9’da sunulmuştur.



Şekil 6.9. 2020 yılı bakiye Cl değerlerinin mekânsal dağılımları

Ankara ili 2020 yılına ait içme suyu bakiye Cl değerleri, IDW enterpolasyon yönteminde en yüksek değerin 0,58 mg/l ile Elmadağ, Haymana, Kalecik ve Nallıhan ilçesinde yoğunluk gösterdiği, en düşük değerin ise 0,40 mg/l ile Evren ilçesinde yoğunluk gösterdiği belirlenmiştir.

Kriging enterpolasyon yönteminde ise en yüksek bakiye klor değerinin 0,54 mg/l ile Elmadağ, Haymana, Kalecik ve Nallıhan ilçesinde yoğunluk gösterdiği, en düşük değer ise 0,40 mg/l ile Evren ilçesinde yoğunluk gösterdiği belirlenmiştir. Ankara ilinin ilçelere göre yıllar (2018-2020) bazındaki bulanıklık değerlerinin değişimi detaylı olarak Tablo 6.5’de sunulmuştur.

Tablo 6.5. Bakiye Cl değerlerinin yıllara göre değişimi [58]

Bakiye Cl (mg/l)				
S.N.	İlçeler / Yıllar	2018	2019	2020
1	Akyurt	0,51	0,47	0,53
2	Altındağ	0,59	0,57	0,58
3	Ayaş	0,56	0,53	0,53
4	Bala	0,55	0,44	0,47
5	Beypazarı	0,66	0,61	0,48
6	Çamlıdere	0,5	0,49	0,94
7	Çankaya	0,48	0,53	0,52
8	Çubuk	0,46	0,51	0,50
9	Elmadağ	0,43	0,48	0,58
10	Etimesgut	0,5	0,43	0,46
11	Evren	0,49	0,44	0,40
12	Gölbaşı	0,48	0,48	0,48
13	Güdül	0,63	0,52	0,47
14	Haymana	0,67	0,55	0,58
15	Kahramankazan	0,53	0,53	0,48
16	Kalecik	0,53	0,53	0,57
17	Keçiören	0,59	0,54	0,57
18	Kızılcahamam	0,53	0,44	0,55
19	Mamak	0,51	0,56	0,55
20	Nallıhan	0,6	0,51	0,58
21	Polath	0,6	0,53	0,56
22	Pursaklar	0,51	0,43	0,45
23	Sincan	0,5	0,46	0,48
24	Şereflikoçhisar	0,41	0,33	0,53
25	Yenimahalle	0,58	0,56	0,42
Maksimum Değer		0,67	0,61	0,94
Minimum Değer		0,41	0,33	0,4
Ortalama Değer		0,54	0,50	0,53
Standart Sapma		0,07	0,06	0,10

Ankara ilinin ilçeleri bazında içme suyunda ölçülen bakiye Cl değerleri 2018 yılında tüm ilçeler bazında ortalama olarak 0,54 mg/l, 2019 yılında 0,50 mg/l ve 2020 yılında ise 0,53 mg/l olarak değişkenlik göstermiştir. Tüm ilçeler bazındaki bakiye Cl değerlerinin standart sapmaları ise ortalama olarak 0,08 olarak hesaplanmıştır.

6.3.2. Bakiye Cl miktarının trend analizi

Ankara ili 25 ilçesine ait bakiye klor değerlerinin Mann-Kendall testi ve Spearman'ın Rho testi kullanılarak oluşturulan trend analizi sonuçları Tablo 6.6'da gösterilmiştir.

Tablo 6.6. Bakiye Cl değerlerinin trend analiz sonucu

İlçeler/ Parametre	Bakiye Cl (mg/l)	
	Mann-Kendall Testi	Spearman'ın Rho Testi
Akyurt	Trend Yok	Trend Yok
Altındağ	Trend Yok	Trend Yok
Ayaş	Artan Yönde Trend Var	Trend Yok
Bala	Trend Yok	Trend Yok
Beypazarı	Trend Yok	Azalan Yönde Trend Var
Çamlıdere	Artan Yönde Trend Var	Trend Yok
Çankaya	Artan Yönde Trend Var	Trend Yok
Çubuk	Trend Yok	Trend Yok
Elmadağ	Artan Yönde Trend Var	Artan Yönde Trend Var
Etimesgut	Artan Yönde Trend Var	Trend Yok
Evren	Trend Yok	Azalan Yönde Trend Var
Gölbaşı	Artan Yönde Trend Var	Trend Yok
Güdül	Trend Yok	Trend Yok
Haymana	Trend Yok	Azalan Yönde Trend Var
Kahramankazan	Artan Yönde Trend Var	Trend Yok
Kalecik	Artan Yönde Trend Var	Trend Yok
Keçiören	Trend Yok	Trend Yok
Kızılcahamam	Artan Yönde Trend Var	Trend Yok
Mamak	Artan Yönde Trend Var	Trend Yok
Nallıhan	Trend Yok	Trend Yok
Polatlı	Artan Yönde Trend Var	Trend Yok
Pursaklar	Trend Yok	Trend Yok
Sincan	Artan Yönde Trend Var	Trend Yok
Şereflikoçhisar	Trend Yok	Trend Yok
Yenimahalle	Artan Yönde Trend Var	Trend Yok

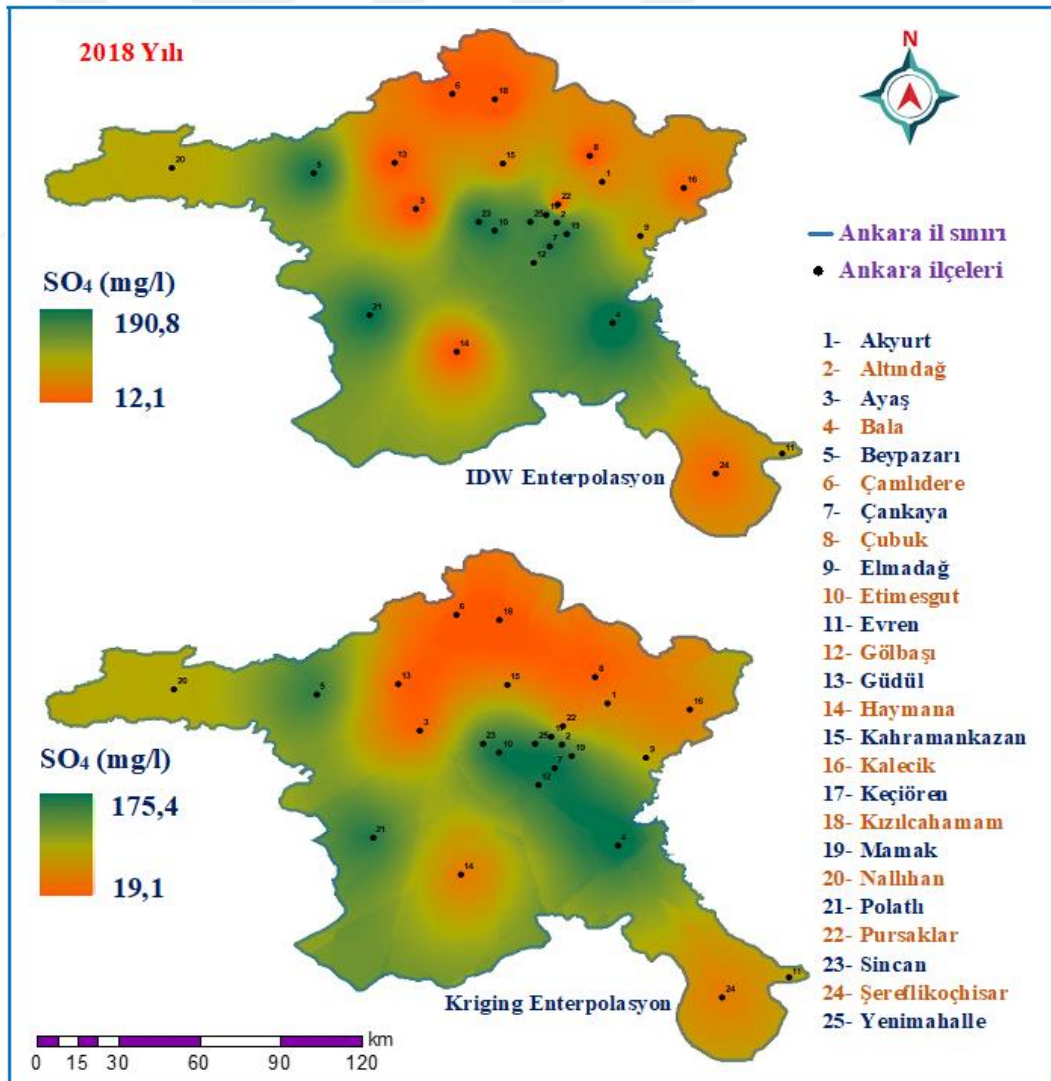
Ankara ilinin 25 ilçesine ait 2018-2020 yıllarındaki bakiye klor değerlerine yapılan trend analizi sonucuna göre 16 ilçede trende rastlanılmıştır.

Mann-Kendall testine göre Ayaş, Çankaya, Çamlıdere, Etimesgut, Gölbaşı, Kahramankazan, Kalecik, Kızılcahamam, Mamak, Polatlı, Sincan ve Yenimahalle ilçelerinde artan yönde bir trend bulunmuştur. Spearman'ın Rho testine göre Beypazarı, Evren ve Haymana ilçelerinde azalan yönde bir trend bulunmuştur. Her iki test sonucuna göre ise Elmadağ ilçesinde artan yönde bir trend bulunmuştur.

6.4. Sülfat Miktarının Mekansal Modellemesi

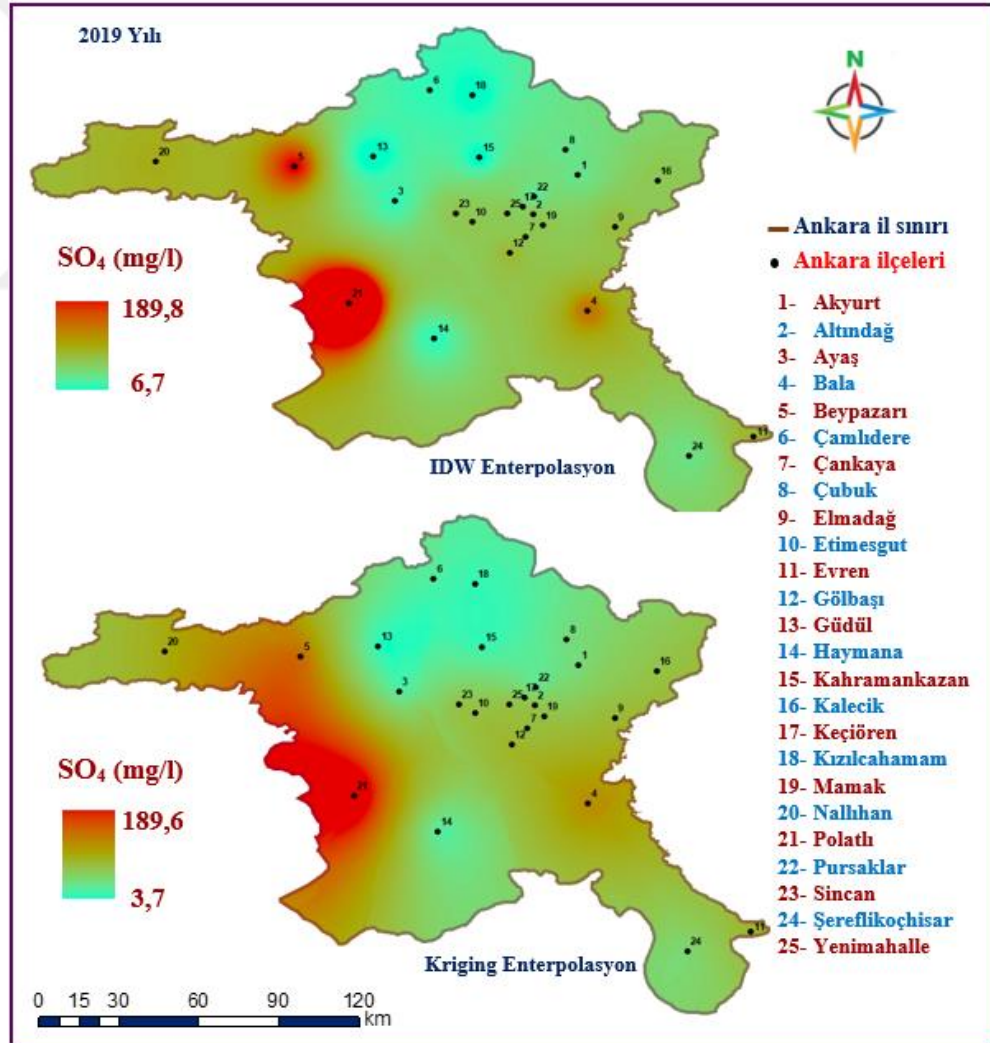
6.4.1 Sülfat miktarının mekânsal analizi

Arc GIS 10.3.1 yazılım programı kullanılarak Ankara iline ait 2018-2020 yılları arasında ki içme suyu sülfat değerleri IDW ve Kriging enterpolasyon yöntemleri kullanılarak analizi gerçekleştirilmiş ve analiz sonuçları haritalandırılarak ortaya konulmuştur. 2018 yılı sülfat değerlerinin mekânsal dağılımları Şekil 6.10'da verilmiştir.



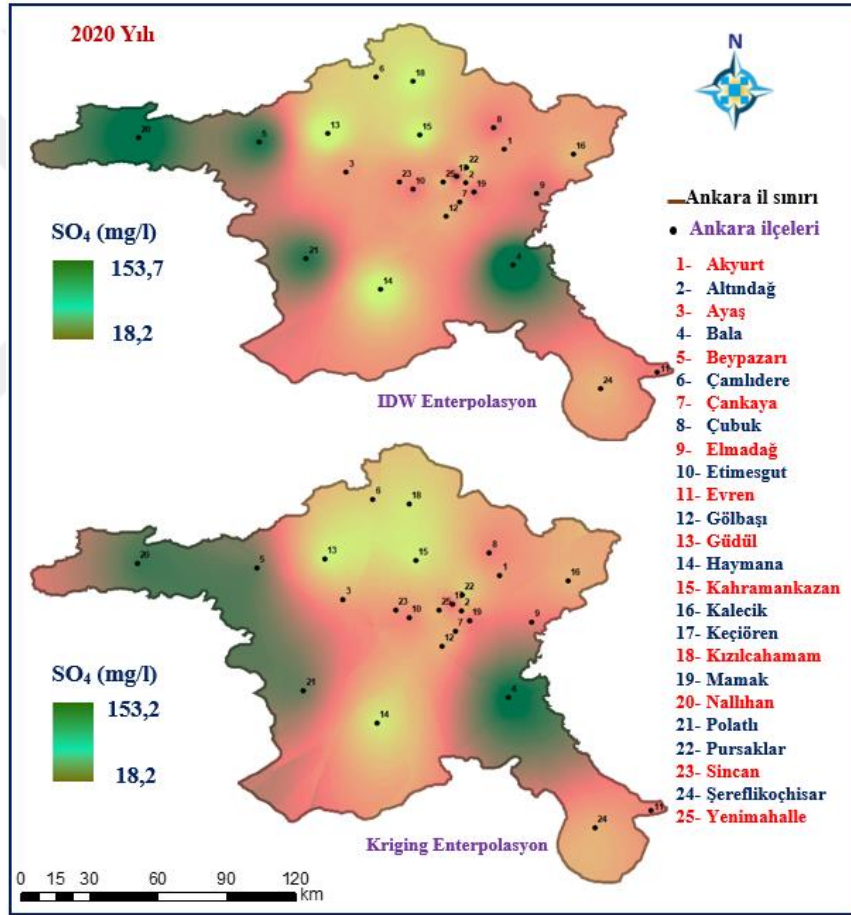
Şekil 6.10. 2018 yılı SO₄ değerlerinin mekansal dağılımları

Ülkemizde içme sularında TS 266'ya sülfat sınır değeri 250 mg/l'dir. 2018 yılı Ankara iline ait içme suyundaki sülfat konsantrasyon değerinin IDW Enterpolasyon yönteminde en yüksek değerin 190,8 mg/l ile Bala, Beypazarı, Çankaya, Etimesgut, Gölbaşı, Polatlı, Sincan ve Yenimahalle ilçelerinde yoğunluk gösterdiği, en düşük değerin ise 12,1 mg/l Ayaş, Çamlıdere, Güdül, Haymana ve Kızılcahamam ilçelerinde yoğunluk gösterdiği belirlenmiştir. Kriging Enterpolasyon yönteminde ise en yüksek sülfat konsantrasyon değerinin 175,4 mg/l ile Bala, Çankaya, Etimesgut, Gölbaşı, Polatlı, Sincan ve Yenimahalle ilçelerinde yoğunluk gösterdiği, en düşük değerin ise 19,1 mg/l ile Ayaş, Çamlıdere, Güdül, Haymana ve Kızılcahamam ilçelerinde yoğunluk gösterdiği belirlenmiştir. 2019 yılı sülfat değerlerinin mekânsal dağılımları ise Şekil 6.11'de sunulmuştur.



Şekil 6.11. 2019 yılı SO₄ değerlerinin mekansal dağılımları

2019 yılı Ankara iline ait içme suyundaki sülfat konsantrasyon değerinin IDW Enterpolasyon yönteminde en yüksek değer 189,8 mg/l ile Beypazarı ve Polatlı ilçelerinde yoğunluk gösterdiği, en düşük değerin ise 6,7 mg/l ile Ayaş, Çamlıdere, Güdül, Haymana, Kahramankazan ve Kızılcahamam ilçelerinde yoğunluk gösterdiği belirlenmiştir. Kriging Enterpolasyon yönteminde ise en yüksek sülfat konsantrasyon değerini 189,6 mg/l ile Polatlı ilçesinde yoğunluk gösterdiği, en düşük değerin ise 3,7 mg/l Ayaş, Çamlıdere, Güdül, Haymana, Kahramankazan ve Kızılcahamam ilçelerinde yoğunluk gösterdiği belirlenmiştir. 2020 yılı sülfat değerlerinin mekânsal dağılımları Şekil 6.12’de gösterilmiştir.



Şekil 6.12. 2020 yılı SO₄ değerlerinin mekânsal dağılımları

2020 yılı Ankara iline ait içme suyundaki sülfat konsantrasyon değerlerinin IDW enterpolasyon yönteminde en yüksek değer 153,7 mg/l ile Bala, Beypazarı, Nallıhan ve Polatlı ilçelerinde yoğunluk gösterdiği, en düşük değerin ise 18,2 mg/l ile Çamlıdere, Güdül, Haymana, Kahramankazan ve Kızılcahamam ilçelerinde yoğunluk gösterdiği belirlenmiştir.

Kriging Enterpolasyon yönteminde ise en yüksek sülfat konsantrasyon değeri 153,2 mg/l ile Bala, Beypazarı, Nallıhan ve Polatlı ilçelerinde yoğunluk gösterdiği, en düşük değerin ise 18,2 mg/l ile Çamlıdere, Güdül, Haymana, Kahramankazan ve Kızılcahamam ilçelerinde yoğunluk gösterdiği belirlenmiştir. Ankara ilinin ilçelere göre yıllar (2018-2020) bazındaki sülfat değerlerinin değişimi detaylı olarak Tablo 6.7’de sunulmuştur.

Tablo 6.7. Sülfat (SO₄) değerlerinin yıllara göre değişimi [58]

SO ₄ (mg/l)				
S.N.	İlçeler / Yıllar	2018	2019	2020
1	Akyurt	58,8	39,9	62,3
2	Altındağ	164,7	68,9	55,4
3	Ayaş	15,8	20,8	61,5
4	Bala	190,8	111,2	153,7
5	Beypazarı	171,7	128,4	120,1
6	Çamlıdere	23,4	20,7	39,7
7	Çankaya	169,3	69,3	56,1
8	Çubuk	25,5	39,5	77,6
9	Elmadağ	82,3	77,7	82,2
10	Etimesgut	169,3	69,6	75,8
11	Evren	86,4	83,2	75,3
12	Gölbaşı	147,8	82,3	52,0
13	Güdül	23,6	6,7	18,2
14	Haymana	28,3	19,9	21,7
15	Kahramankazan	58,5	11,5	22,6
16	Kalecik	38,8	66,9	51,6
17	Keçiören	157,9	55,3	93,7
18	Kızılcahamam	12,1	10,3	25,9
19	Mamak	168,3	69,2	82,9
20	Nallıhan	92,3	93,4	130,5
21	Polatlı	174,7	189,8	118,4
22	Pursaklar	16,9	29,8	33,5
23	Sincan	173,1	69,2	66,6
24	Şereflikoçhisar	40,8	44,1	53,2
25	Yenimahalle	161,6	69,6	49,3
Maksimum Değer		190,8	189,8	153,7
Minimum Değer		12,1	6,7	18,2
Ortalama Değer		98,1	61,9	67,2
Standart Sapma		66,91	41,56	35,18

Ankara ilinin ilçeleri bazında içme suyunda ölçülen sülfat değerleri 2018 yılında tüm ilçeler bazında ortalama olarak 98,1 mg/l, 2019 yılında 61,9 mg/l ve 2020 yılında ise 67,2 mg/l olarak değişkenlik göstermiştir. Tüm ilçeler bazındaki sülfat değerlerinin standart sapmaları ise ortalama olarak 47,88 olarak hesaplanmıştır.

6.4.2 Sülfat miktarının trend analizi

Ankara ili 25 ilçesine ait sülfat değerlerinin Mann-Kendall testi ve Spearman'ın Rho testi kullanılarak oluşturulan trend analizi sonuçları Tablo 6.4'de gösterilmiştir.

Tablo 6.8. Sülfat (SO₄) değerlerinin trend analiz sonucu

İlçeler/ Parametre	SO ₄ (mg/l)	
	Mann-Kendall Testi	Spearman'ın Rho Testi
Akyurt	Artan Yönde Trend Var	Artan Yönde Trend Var
Altındağ	Azalan Yönde Trend Var	Azalan Yönde Trend Var
Ayaş	Artan Yönde Trend Var	Artan Yönde Trend Var
Bala	Trend Yok	Trend Yok
Beyazır	Trend Yok	Trend Yok
Çamlıdere	Azalan Yönde Trend Var	Azalan Yönde Trend Var
Çankaya	Azalan Yönde Trend Var	Azalan Yönde Trend Var
Çubuk	Trend Yok	Trend Yok
Elmadağ	Trend Yok	Trend Yok
Etimesgut	Azalan Yönde Trend Var	Azalan Yönde Trend Var
Evren	Trend Yok	Trend Yok
Gölbaşı	Azalan Yönde Trend Var	Azalan Yönde Trend Var
Güdül	Azalan Yönde Trend Var	Azalan Yönde Trend Var
Haymana	Trend Yok	Trend Yok
Kahramankazan	Azalan Yönde Trend Var	Azalan Yönde Trend Var
Kalecik	Artan Yönde Trend Var	Trend Yok
Keçiören	Azalan Yönde Trend Var	Azalan Yönde Trend Var
Kızılcahamam	Trend Yok	Trend Yok
Mamak	Azalan Yönde Trend Var	Azalan Yönde Trend Var
Nallıhan	Artan Yönde Trend Var	Trend Yok
Polath	Trend Yok	Trend Yok
Pursaklar	Trend Yok	Trend Yok
Sincan	Azalan Yönde Trend Var	Azalan Yönde Trend Var
Şereflikoçhisar	Artan Yönde Trend Var	Artan Yönde Trend Var
Yenimahalle	Azalan Yönde Trend Var	Azalan Yönde Trend Var

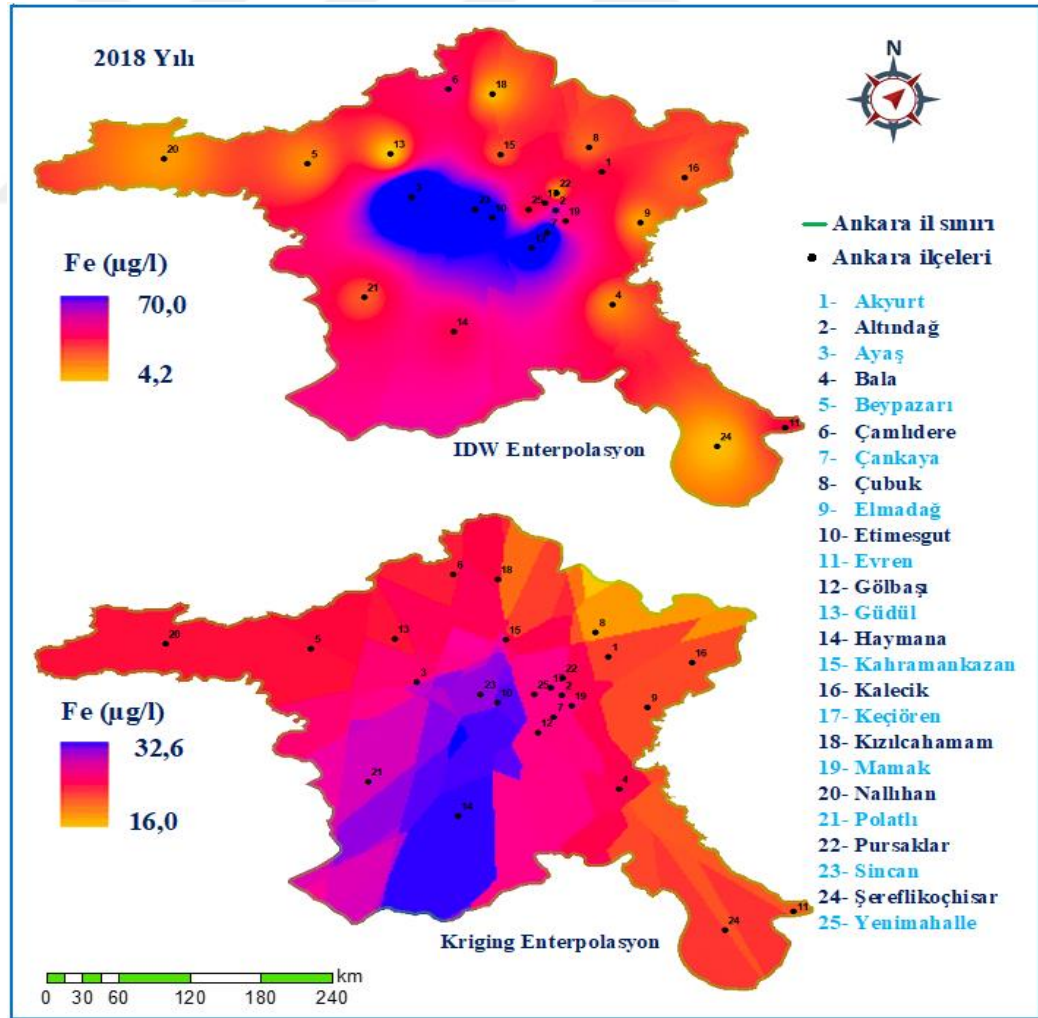
Ankara ilinin 25 ilçesine ait 2018-2020 yıllarındaki sülfat değerlerine yapılan trend analizi sonucuna göre 17 ilçede trende rastlanılmıştır.

Mann-Kendall ve Spearman'ın Rho testine Altındağ, Çamlıdere, Çankaya, Etimesgut, Gölbaşı, Güdül, Kahramankazan, Keçiören, Mamak, Sincan, Şereflikoçhisar Yenimahalle ilçelerinde azalan yönde bir trendin olduğunu, Akyurt, Ayaş ve Şereflikoçhisar ilçelerinde artan yönde bir trendin olduğu belirlenmiştir. Kalecik ve Nallıhan ilçesinde sadece Mann-Kendall testine göre artan yönde bir trendin olduğu belirlenmiştir. Diğer ilçelerde ise herhangi bir trend sonucuna rastlanılmamıştır.

6.5. Demir (Fe) Miktarının Mekansal Modellemesi

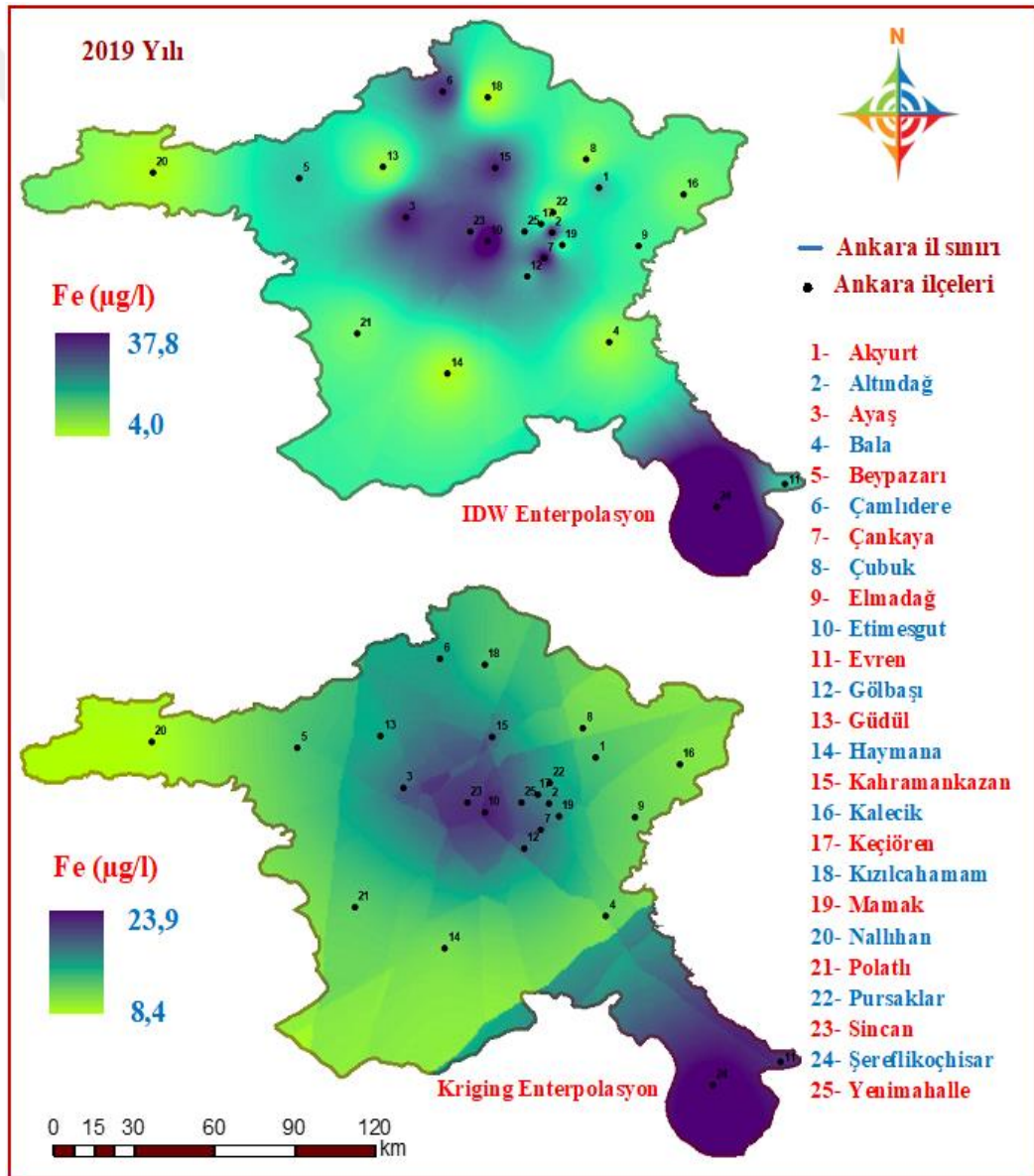
6.5.1. Fe miktarının mekânsal analizi

Ankara ili 2018-2020 yılları arasındaki içme suyundaki Fe konsantrasyon değerleri IDW ve Kriging Enterpolasyon yöntemleri kullanılarak yapılarak sonuçlar mekânsal dağılım haritası şeklinde ortaya konulmuş ve 2018 yılı değerleri mekânsal dağılımları Şekil 6.13'de sunulmuştur.



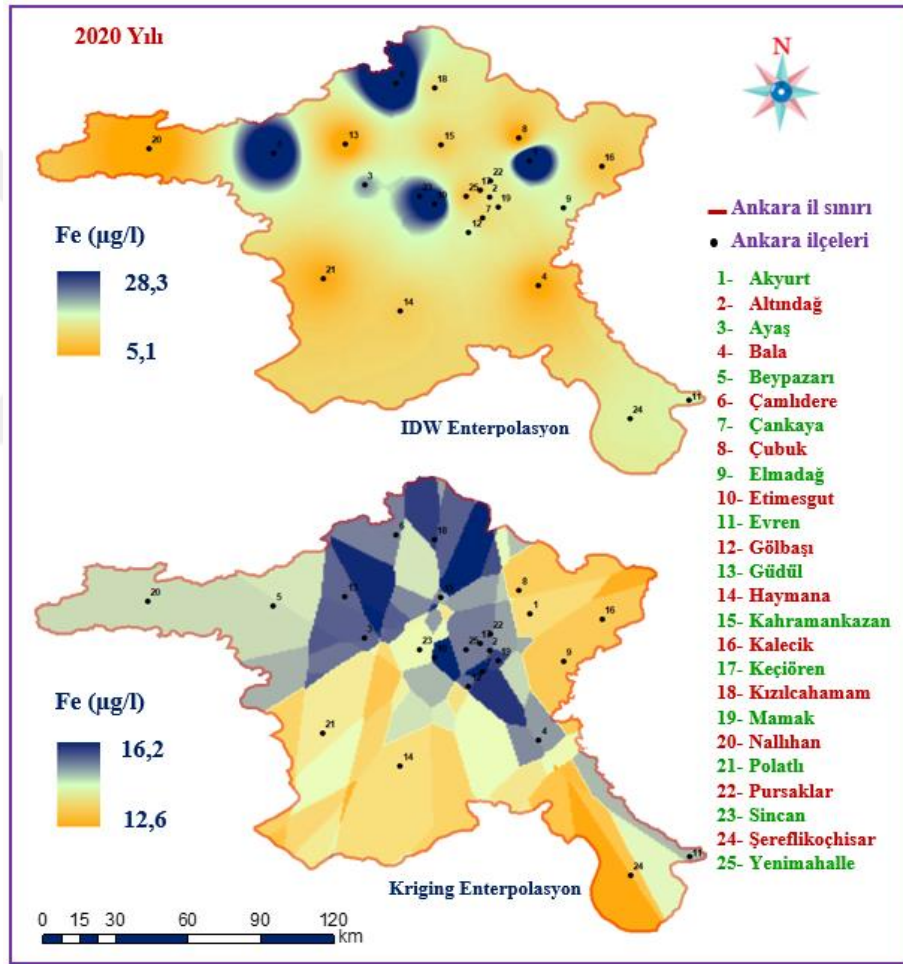
Şekil 6.13. 2018 yılı Fe değerlerinin mekansal dağılımları

Ülkemizde TS 266'ya göre içme suyundaki maksimum Fe konsantrasyon 200 µg/l olarak belirlenmiştir. 2018 yılı Ankara iline ait içme suyundaki Fe konsantrasyon değerleri, IDW Enterpolasyon yönteminde en yüksek değer 70,0 µg/l ile Ayaş, Çankaya, Etimesgut, Gölbaşı ve Sincan ilçelerinde yoğunluk gösterdiği, en düşük değer ise 4,2 µg/l ile Beypazarı, Bala, Elmadağ, Güdül, Kızılcahamam, Nallıhan ve Şereflikoçhisar ilçelerinde yoğunluk gösterdiği belirlenmiştir. Kriging Enterpolasyon yönteminde ise en yüksek Fe konsantrasyon değeri 32,6 µg/l ile Haymana ilçesinde yoğunluk gösterdiği, en düşük değer ise 16,0 µg/l ile Çubuk ilçesinde yoğunluk gösterdiği belirlenmiştir. 2019 yılı mekânsal dağılımları Şekil 6.14'de gösterilmiştir.



Şekil 6.14. 2019 yılı Fe değerlerinin mekansal dağılımları

2019 yılı Ankara iline ait içme suyundaki Fe konsantrasyon değerlerinin IDW Enterpolasyon yönteminde en yüksek değer 37,8 µg/l ile Ayaş, Çamlıdere, Etimesgut, Kahramankazan ve Şereflikoçhisar ilçelerinde yoğunluk gösterdiği, en düşük değer ise 4,0 µg/l ile Bala, Güdül, Haymana, Kızılcahamam ve Nallıhan ilçelerinde yoğunluk gösterdiği belirlenmiştir. Kriging Enterpolasyon yönteminde ise en yüksek Fe konsantrasyon değeri 23,9 µg/l ile Şereflikoçhisar ilçesinde yoğunluk gösterdiği, en düşük değer ise 8,4 µg/l ile Nallıhan ilçesinde yoğunluk gösterdiği belirlenmiştir. 2020 yılı Fe değerlerinin mekânsal dağılımları Şekil 6.15’de verilmiştir.



Şekil 6.15. 2020 yılı Fe değerlerinin mekansal dağılımları

2020 yılı Ankara iline ait içme suyundaki Fe konsantrasyon değerlerinin IDW Enterpolasyon yönteminde en yüksek değer 28,3 µg/l ile Akyurt, Beypazarı, Çamlıdere, Etimesgut ve Sincan ilçelerinde yoğunluk gösterdiği, en düşük değer ise 5,1 µg/l ile Bala, Çubuk, Güdül ve Nallıhan ilçesinde yoğunluk gösterdiği belirlenmiştir.

Kriging Enterpolasyon yönteminde ise en yüksek Fe konsantrasyon değerinin 16,2 µg/l ile Etimesgut ve Gölbaşı ilçelerinde yoğunluk gösterdiği, en düşük değer ise 12,6 µg/l ile Kalecik ve Şereflikoçhisar ilçelerinde yoğunluk gösterdiği belirlenmiştir. Ankara ilinin ilçelere göre yıllar (2018-2020) bazındaki demir değerlerinin değişimi detaylı olarak Tablo 6.9’da sunulmuştur.

Tablo 6.9. Demir (Fe) değerlerinin yıllara göre değişimi [58]

Fe (µg/l)				
S.N.	İlçeler/Yıllar	2018	2019	2020
1	Akyurt	17,9	16,9	28,3
2	Altındağ	33,3	25,2	14,2
3	Ayaş	70	24,7	17,7
4	Bala	10	5,7	6,7
5	Beypazarı	10	16,3	21,9
6	Çamlıdere	24,8	23,9	26,6
7	Çankaya	50,2	26,6	12,2
8	Çubuk	12,4	6,5	5,3
9	Elmadağ	8,3	12,9	16,1
10	Etimesgut	43,5	30,3	23,5
11	Evren	18,1	16,3	15,8
12	Gölbaşı	44,9	16,9	16,0
13	Güdül	4,2	6,3	5,1
14	Haymana	20,3	4,3	11,1
15	Kahramankazan	13,3	24,3	10,5
16	Kalecik	12,8	8,8	9,8
17	Keçiören	21,1	12,9	10,3
18	Kızılcahamam	6,5	4,0	13,1
19	Mamak	22,6	11,4	14,0
20	Nallıhan	8,8	4,3	5,2
21	Polatlı	13,8	9,4	7,4
22	Pursaklar	6,8	5,1	15,3
23	Sincan	41,9	22,7	19,5
24	Şereflikoçhisar	5,8	37,8	15,2
25	Yenimahalle	16,8	16,4	9,8
Maksimum Değer		70	37,8	28,3
Minimum Değer		4,2	4	5,1
Ortalama Değer		21,5	15,6	14,0
Standart Sapma		16,70	9,33	6,38

Ankara ilinin ilçeleri bazında içme suyunda ölçülen sülfat değerleri 2018 yılında tüm ilçeler bazında ortalama olarak 21,5 µg/l, 2019 yılında 15,6 µg/l ve 2020 yılında ise 14,0 µg/l olarak değişkenlik göstermiştir. Tüm ilçeler bazındaki demir değerlerinin standart sapmaları ise ortalama olarak 10,8 olarak hesaplanmıştır.

6.5.2 Fe miktarının trend analizi

Ankara ili 25 ilçesine ait Fe değerlerinin Mann-Kendall testi ve Spearman'ın Rho testi kullanılarak oluşturulan trend analizi sonuçları Tablo 6.10'da gösterilmiştir.

Tablo 6.10. Demir (Fe) değerinin trend analizi sonucu

İlçeler/ Parametre	Fe (µg/l)	
	Mann Kendall Testi	Spearman'ın Rho Testi
Akyurt	Trend Yok	Azalan Yönde Trend Var
Altındağ	Trend Yok	Azalan Yönde Trend Var
Ayaş	Azalan Yönde Trend Var	Azalan Yönde Trend Var
Bala	Artan Yönde Trend Var	Azalan Yönde Trend Var
Beypazarı	Artan Yönde Trend Var	Azalan Yönde Trend Var
Çamlıdere	Trend Yok	Trend Yok
Çankaya	Trend Yok	Trend Yok
Çubuk	Artan Yönde Trend Var	Azalan Yönde Trend Var
Elmadağ	Trend Yok	Trend Yok
Etimesgut	Trend Yok	Trend Yok
Evren	Artan Yönde Trend Var	Trend Yok
Gölbaşı	Trend Yok	Trend Yok
Güdül	Artan Yönde Trend Var	Azalan Yönde Trend Var
Haymana	Artan Yönde Trend Var	Azalan Yönde Trend Var
Kahramankazan	Trend Yok	Trend Yok
Kalecik	Artan Yönde Trend Var	Azalan Yönde Trend Var
Keçiören	Trend Yok	Trend Yok
Kızılcahamam	Artan Yönde Trend Var	Azalan Yönde Trend Var
Mamak	Trend Yok	Trend Yok
Nallıhan	Artan Yönde Trend Var	Azalan Yönde Trend Var
Polatlı	Trend Yok	Trend Yok
Pursaklar	Artan Yönde Trend Var	Azalan Yönde Trend Var
Sincan	Trend Yok	Azalan Yönde Trend Var
Şereflikoçhisar	Artan Yönde Trend Var	Artan Yönde Trend Var
Yenimahalle	Trend Yok	Trend Yok

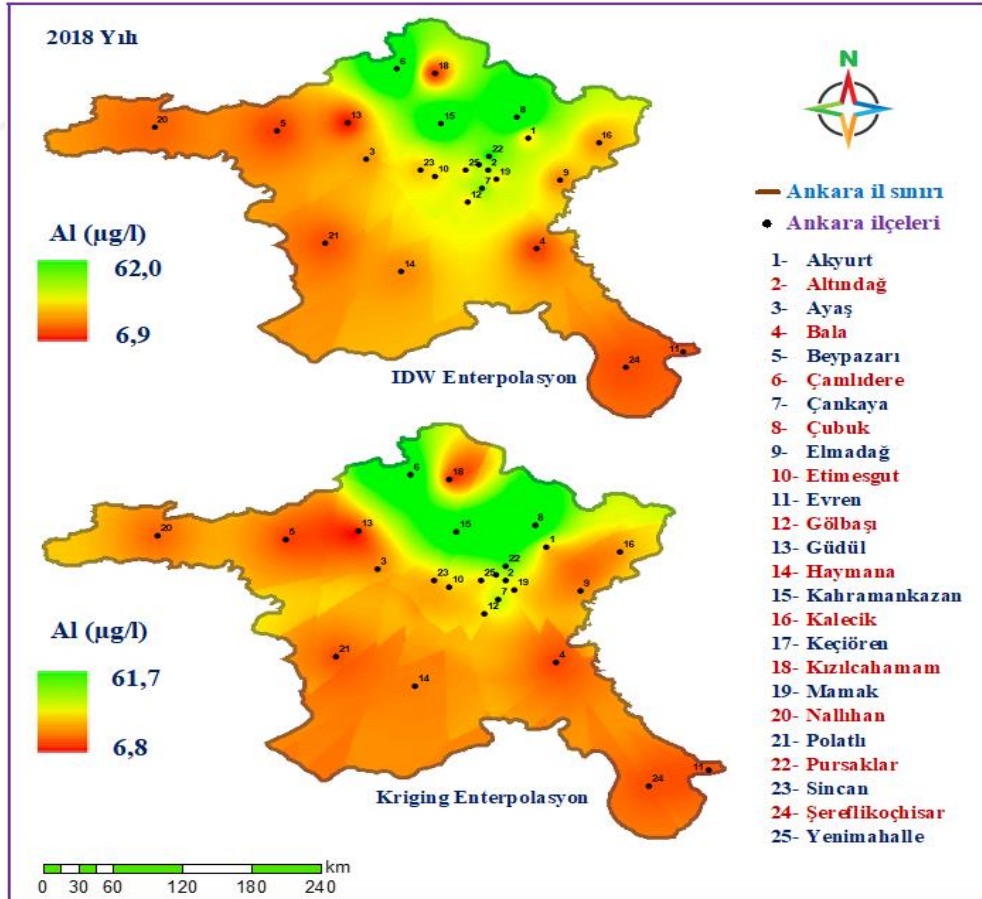
Ankara ilinin 25 ilçesine ait 2018-2020 yıllarındaki sülfat değerlerine yapılan trend analizi sonucuna göre 15 ilçede trende rastlanılmıştır.

Mann-Kendall testine göre Bala, Beypazarı, Çubuk, Evren, Güdül, Haymana, Kalecik, Kızılcahamam, Nallıhan ve Porsaklar ilçesinde artan yönde bir trendin olduğu belirlenmiştir. Spearman Rho's testine göre ise Akyurt, Altındağ, Bala, Beypazarı, Çubuk, Güdül, Haymana, Kalecik, Kızılcahamam, Nallıhan, Porsaklar ve Sincan ilçesinde azalan yönde bir trendin olduğu belirlenmiştir. Her iki test sonucuna göre ise Ayaş ilçesinde azalan yönde bir trendin olduğu, Şereflikoçhisar ilçesinde ise artan yönde bir trendi olduğu belirlenmiştir. Diğer ilçelerde ise herhangi bir trende rastlanılmamıştır.

6.6. Alüminyum (Al) Miktarının Mekansal Modellemesi

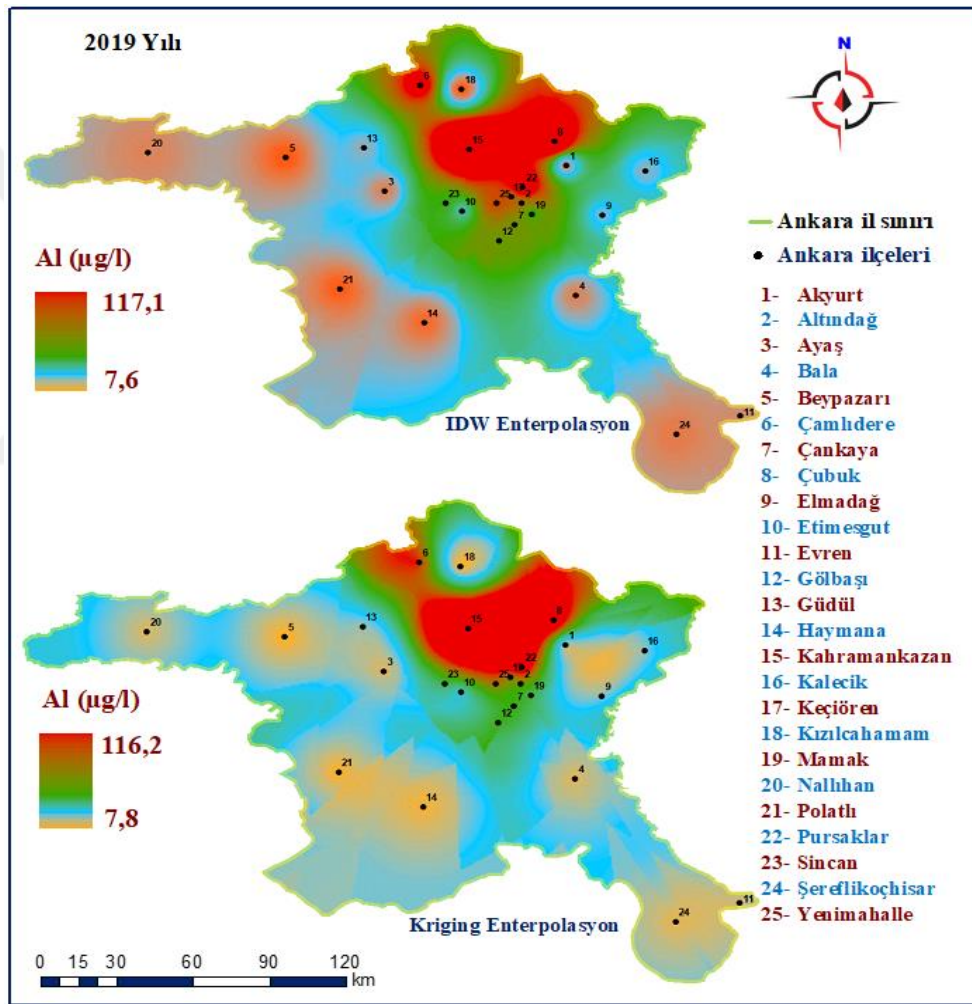
6.6.1. Al miktarının mekânsal analizi

2018-2020 yılları arasında ki Ankara iline ait içme suyu Al konsantrasyon değerleri Arc GIS 10.3.1. yazılımı kullanılarak IDW ve Kriging enterpolasyon yöntemi ile analizi gerçekleştirilmiştir. 2018 yılı Al değerlerinin mekânsal dağılımları Şekil 6.16'da verilmiştir.



Şekil 6.16. 2018 yılı Al değerlerinin mekansal dağılımları

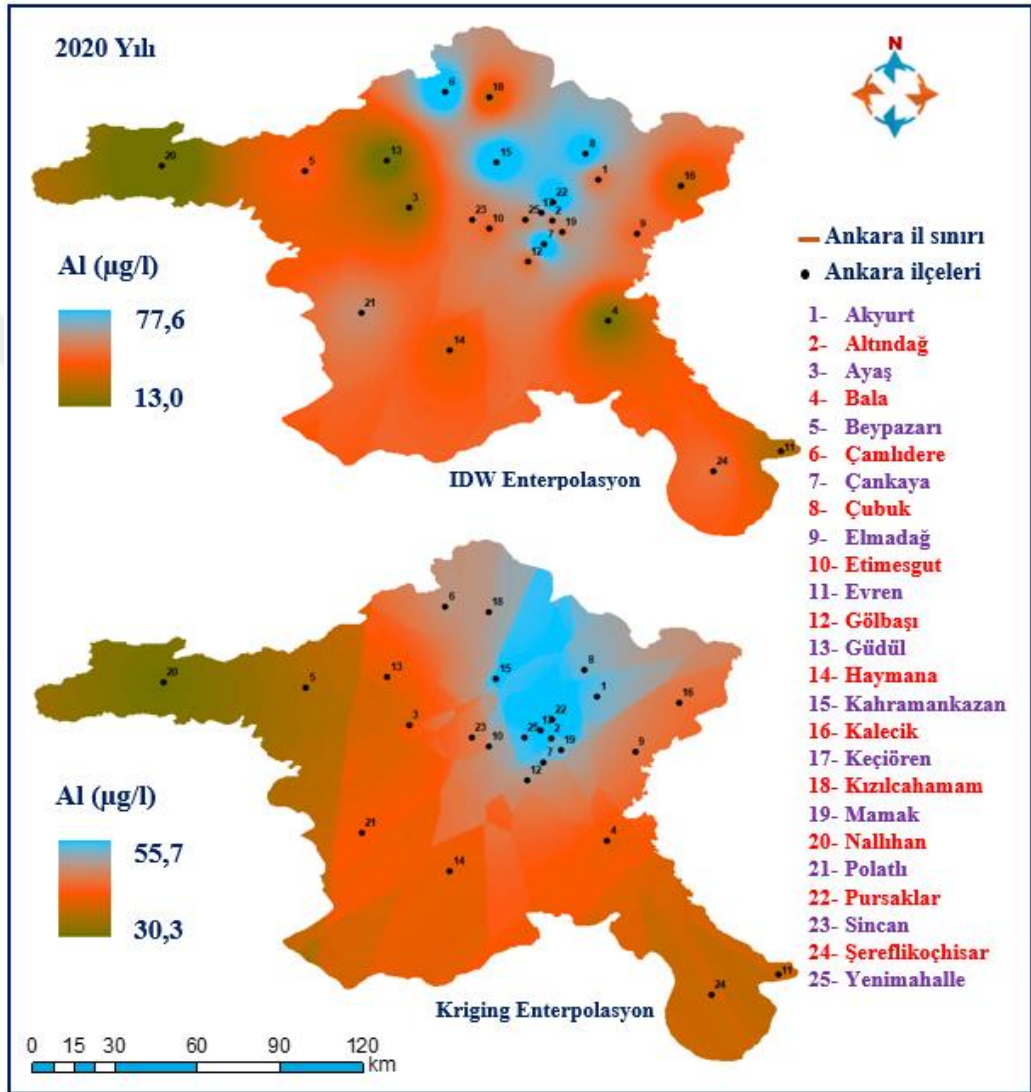
Ülkemizde TS 266'ya göre içme suyundaki maksimum Al konsantrasyon 200 µg/l olarak belirlenmiştir. 2018 yılı Ankara iline ait içme suyundaki Al konsantrasyon değerlerine göre IDW Enterpolasyon yönteminde en yüksek değerin 62,0 µg/l ile Çamlıdere, Çubuk ve Kahramankazan ilçelerinde yoğunluk gösterdiği, en düşük değerin ise 6,9 µg/l ile Güdül ilçesinde yoğunluk gösterdiği belirlenmiştir. Kriging Enterpolasyon yönteminde ise en yüksek değer 61,7 µg/l ile Çamlıdere, Çubuk ve Kahramankazan ilçelerinde yoğunluk gösterdiği, en düşük değerin ise 6,8 µg/l ile Güdül ilçesinde yoğunluk gösterdiği belirlenmiştir. 2019 yılı Al değerlerinin mekânsal dağılımları Şekil 6.17'de sunulmuştur.



Şekil 6.17. 2019 yılı Al değerlerinin mekânsal dağılımları

2019 yılı Ankara iline ait içme suyundaki Al konsantrasyon değerlerine göre IDW Enterpolasyon yönteminde en yüksek değer 117,0 µg/l ile Çamlıdere, Çubuk, Kahramankazan ve Pursaklar ilçesinde yoğunluk gösterdiği, en düşük değerin ise 7,6 µg/l ile Beypazarı, Haymana ve Polatlı ilçelerinde yoğunluk gösterdiği belirlenmiştir.

Kriging Enterpolasyon yönteminde ise en yüksek Al değeri 116,2 $\mu\text{g/l}$ ile Çamlıdere, Çubuk, Kahramankazan ve Pursaklar ilçesinde yoğunluk gösterdiği, en düşük değer ise 7,8 $\mu\text{g/l}$ ile Beypazarı, Haymana ve Polatlı ilçelerinde yoğunluk gösterdiği belirlenmiştir. 2020 yılı Al değerlerinin mekânsal dağılımları Şekil 6.18’de gösterilmiştir.



Şekil 6.18. 2020 yılı Al değerlerinin mekânsal dağılımları

2020 yılı Ankara iline ait içme suyundaki Al konsantrasyon değerlerine göre IDW Enterpolasyon yönteminde en yüksek değer 77, $\mu\text{g/l}$ ile Çamlıdere, Çubuk, Kahramankazan ve Pursaklar ilçelerinde yoğunluk gösterdiği, en düşük değer ise 13,0 $\mu\text{g/l}$ ile Ayaş, Bala, Nallıhan ve Güdül ilçelerinde yoğunluk gösterdiği belirlenmiştir.

Kriging Enterpolasyon yönteminde ise en yüksek Al değeri 55,7 µg/l ile Akyurt, Altındağ, Çubuk, Kahramankazan, Keçiören, Pursaklar ve Yenimahalle ilçelerinde yoğunluk gösterdiği, en düşük değer ise 30,3 µg/l ile Nallıhan ilçesinde yoğunluk gösterdiği belirlenmiştir. Ankara ilinin ilçelere göre yıllar (2018-2020) bazındaki Al değerlerinin değişimi detaylı olarak Tablo 6.11’de sunulmuştur.

Tablo 6.11. Alüminyum (Al) değerlerinin yıllara göre değişimi [58]

Al (µg/l)				
S.N.	İlçeler / Yıllar	2018	2019	2020
1	Akyurt	19,3	15,4	43,7
2	Altındağ	26,5	49,4	45,7
3	Ayaş	14,9	13,3	23,0
4	Bala	8,9	13,3	19,4
5	Beypazarı	8,9	8,0	40,4
6	Çamlıdere	61,8	64,9	68,6
7	Çankaya	31,3	46,0	77,6
8	Çubuk	62	87,8	64,5
9	Elmadağ	14	22,2	41,6
10	Etimesgut	19,3	30,4	41,0
11	Evren	10,2	15,4	28,4
12	Gölbaşı	20,8	45,4	42,0
13	Güdül	6,9	20,4	14,2
14	Haymana	13,8	9,9	35,3
15	Kahramankazan	55,3	117,1	69,5
16	Kalecik	14,9	21,1	31,8
17	Keçiören	27,8	54,2	51,8
18	Kızılcahamam	7,8	7,6	33,0
19	Mamak	21	41,1	45,6
20	Nallıhan	11,1	13,6	13,0
21	Polatlı	9,9	8,4	48,5
22	Pursaklar	38,5	79,7	76,3
23	Sincan	17,5	41,8	43,7
24	Şereflikoçhisar	9,7	12,3	43,3
25	Yenimahalle	20,9	56,3	44,7
Maksimum Değer		62	117,1	77,6
Minimum Değer		6,9	7,6	13
Ortalama Değer		22,1	35,8	43,5
Standart Sapma		16,21	28,75	17,61

Ankara ilinin ilçeleri bazında içme suyunda ölçülen sülfat değerleri 2018 yılında tüm ilçeler bazında ortalama olarak 22,1 µg/l, 2019 yılında 35,8 µg/l ve 2020 yılında ise 43,5 µg/l olarak değişkenlik göstermiştir. Tüm ilçeler bazındaki demir değerlerinin standart sapmaları ise ortalama olarak 20,86 olarak hesaplanmıştır.

6.6.2. Al miktarının trend analizi

Ankara ili 25 ilçesine ait Al değerlerinin Mann-Kendall testi ve Spearman'ın Rho testi kullanılarak oluşturulan trend analizi sonuçları Tablo 6.12'de gösterilmiştir.

Tablo 6.12. Alüminyum (Al) değerlerinin trend analiz sonucu

İlçeler/ Parametre	Al (µg/l)	
	Mann-Kendall Testi	Spearman'ın Rho Testi
Akyurt	Trend Yok	Trend Yok
Altındağ	Artan Yönde Trend Var	Artan Yönde Trend Var
Ayaş	Artan Yönde Trend Var	Artan Yönde Trend Var
Bala	Artan Yönde Trend Var	Artan Yönde Trend Var
Beypazarı	Artan Yönde Trend Var	Artan Yönde Trend Var
Çamlıdere	Trend Yok	Trend Yok
Çankaya	Artan Yönde Trend Var	Artan Yönde Trend Var
Çubuk	Artan Yönde Trend Var	Artan Yönde Trend Var
Elmadağ	Trend Yok	Trend Yok
Etimesgut	Artan Yönde Trend Var	Artan Yönde Trend Var
Evren	Artan Yönde Trend Var	Trend Yok
Gölbaşı	Artan Yönde Trend Var	Artan Yönde Trend Var
Güdül	Artan Yönde Trend Var	Trend Yok
Haymana	Trend Yok	Trend Yok
Kahramankazan	Artan Yönde Trend Var	Artan Yönde Trend Var
Kalecik	Trend Yok	Trend Yok
Keçiören	Artan Yönde Trend Var	Artan Yönde Trend Var
Kızılcahamam	Artan Yönde Trend Var	Trend Yok
Mamak	Artan Yönde Trend Var	Artan Yönde Trend Var
Nallıhan	Artan Yönde Trend Var	Trend Yok
Polath	Artan Yönde Trend Var	Trend Yok
Pursaklar	Artan Yönde Trend Var	Artan Yönde Trend Var
Sincan	Artan Yönde Trend Var	Artan Yönde Trend Var
Şereflikoçhisar	Artan Yönde Trend Var	Artan Yönde Trend Var
Yenimahalle	Artan Yönde Trend Var	Artan Yönde Trend Var

Ankara ilinin 25 ilçesine ait 2018-2020 yıllarındaki sülfaat değerlerine yapılan trend analizi sonucuna göre 20 ilçede trende rastlanılmıştır. Mann Kendall testine göre Evren, Güdül, Kızılcahamam, Nallıhan ve Polatlı ilçesinde artan yönde bir trende rastlanmıştır. Her iki test sonucuna göre ise Altındağ, Ayaş, Bala, Beypazarı, Çankaya, Çubuk, Etimesgut, Gölbaşı, Kahramankazan, Keçiören, Mamak, Pursaklar, Sincan, Şereflikoçhisar ve Yenimahalle ilçelerinde artan yönde bir trendin olduğu belirlenmiştir. Diğer ilçelerde ise anlamlı bir trend sonucuna ulaşamamıştır.



BÖLÜM 7

TARTIŞMA, SONUÇ ve ÖNERİLER

Su tüm canlılar için önemli bir yaşam kaynağı özelliği taşımaktadır. İnsan yaşamında da su önemli bir etkidir. Fakat doğada bulunan her su insani tüketim amacı taşımamaktadır. Dünya üzerinde mevcut su kaynakları içerisinde insani tüketim amaçlı sular çok az bulunmaktadır. Bu yüzden mevcut su kaynaklarının insani tüketim amacına uygunluğunun belirlenmesinde TS 266, EPA, EC ve WHO tarafından değerlendirilen su kalite parametreleri ve bu parametreler sonucunda oluşturulan izin verilebilir sınır değerleri önem arz etmektedir. Bu yüzden elde edilen kalite parametrelerin değerlendirilerek mevcut ve geleceğe yönelik sonuçlara ulaşılması önem taşımaktadır.

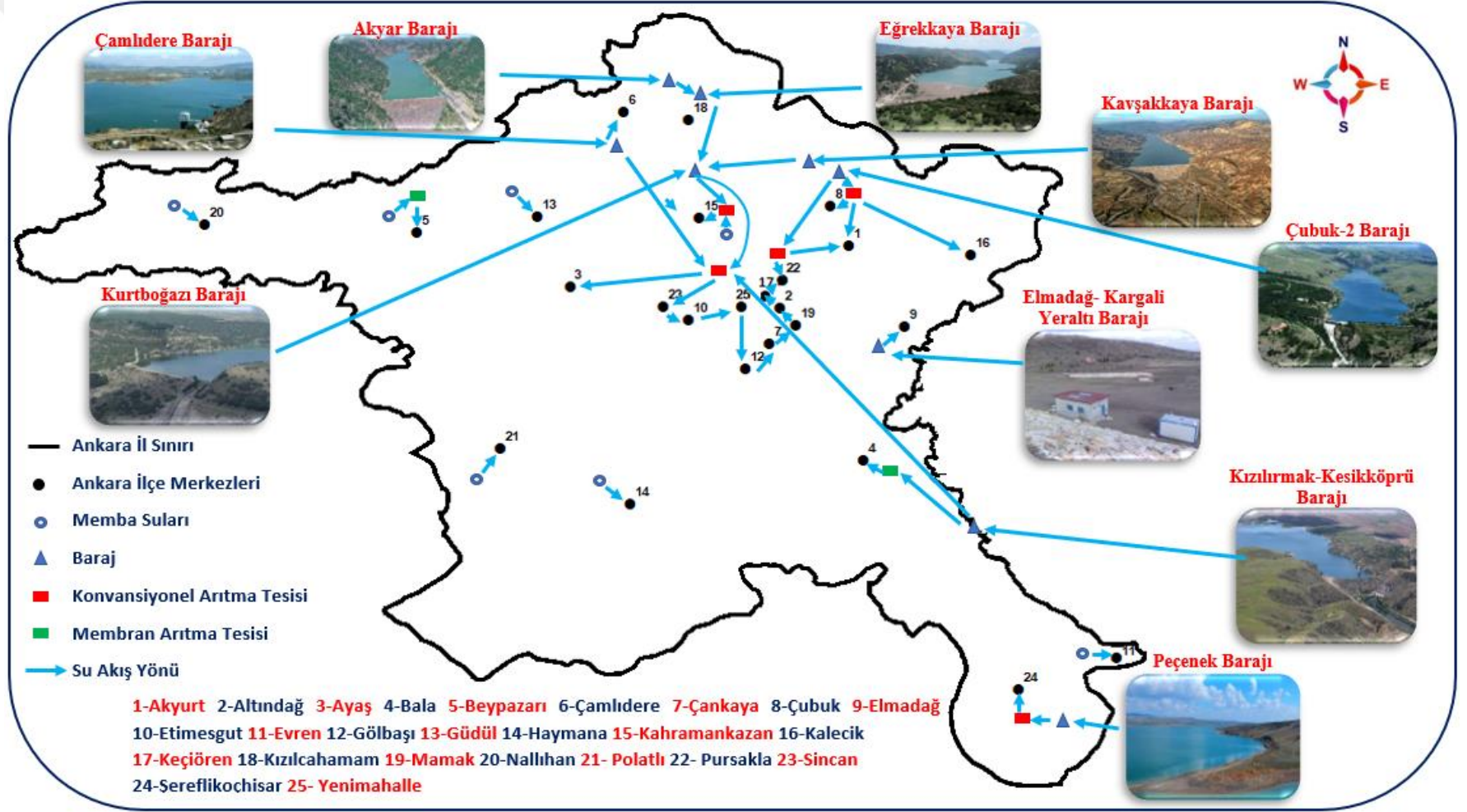
İçilebilir nitelikte özellikte olan sulardan alınan su numunelerinin analizine ilk önce fiziksel özelliklerinin incelenmesi başlanmaktadır ve içilebilir nitelikte bir su olabilmesi için bulanık, renk ve koku olmamalı, tadı uygun olmalıdır [72]. Literatürde yapılan bir çalışmada hane halkının içme suyu tercihinde tat ve kokunun önemli olduğunu belirtmişlerdir [35]. Bu çalışmada da renk ve koku oluşumunun belirlenmesinde önemli olan fiziksel kalite parametrelerinden bulanıklık ve EC incelenmiştir. Yapılan bir başka çalışmada ise Trabzon ilinde bulunan halk çeşmelerinden su numune örnekleri alınmış ve alınan numuneler fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik parametreleri “İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik” kapsamında incelemişlerdir. İnceleme sonucunda su numunelerinin tümünde fiziksel ve kimyasal parametrelerin tümünde uygun olduğu, mikrobiyolojik yönden en az bir ölçümün uygun olmadığı sonucuna varmışlardır [73]. Bu çalışmada da elde edilen içme suyu kalite parametreleri TS 266, WHO, EPA ve EU sınır değerleri ile karşılaştırılarak değerlendirilmiştir. Literatürde yapılan bir başka çalışmada ise içme sularındaki koliform bakterilerin varlığını araştırmak amacıyla alınan su numunelerinin bir kısmında koliform bakteri varlığını saptamışlar ve bunun nedenin arıtma işlemlerinde dezenfektanın yetersiz olduğunu belirtmişlerdir [29]. Bu çalışmada ise Ankara ilinin bakiye Cl değerleri incelenerek elde sınır değerler haritalandırılarak mevcut durum ortaya konulmuştur. Bu nedenle mevcut durumun belirlenmesi ile oluşabilecek sorunlar belirlenmesi amaçlanmıştır.

Su kalitesinin değerlendirilmesinde ve modellenmesinde teknoloji de önem taşımaktadır. Özellikle CBS'nin kullanımı sonuçların yorumlanmasında önem taşımaktadır. CBS kullanılarak su kalitesinin değerlendirilmesine yönelik yapılan bir çalışmada yüksek su kalitesinin belirlemek amacıyla bir su modeli gerçekleştirilmiştir [75]. Literatürde de yer alan yüzey suyu kalitesinin CBS kullanılarak mekânsal analizinin gerçekleştirilmesine yönelik bir çalışmada CBS programı olarak Arc GIS kullanılmıştır [48]. Bu tez çalışmasında ise içme suyu kalite değerlerinin değerlendirilmesinde CBS programı olarak Arc GIS 10.3.1 yazılımı kullanılmıştır. Bir başka çalışmada ise Trabzon ili Söğütlü deresinin su kalitesini belirlemek amacıyla alınan su numunelerinin fiziksel ve kimyasal analizleri yapılmış, sonuçlar TS 266 ve Kıta İçi Yüzeysel Su Kaynaklarının Sınıflarına göre değerlendirilerek CBS ortamında IDW Enterpolasyon yöntemi kullanarak tematik haritalar oluşturulmuştur [76]. Yapılan başka bir çalışmada ise yağış dağılımını değerlendirilmesinde IDW ve Kriging Enterpolasyon yöntemini kullanılmıştır [44]. Bu çalışmada da içme suyu kalite parametrelerinin değerlendirilmesinde IDW ve Kriging Enterpolasyon yöntemi ve trend analiz metotları kullanılmıştır. Yapılan bir başka çalışmada göl suyunun fiziksel ve kimyasal parametreler ile sediment kalitesini değerlendirilmiş ve analiz sonucuna göre CBS ortamında analiz gerçekleştirerek dağılım haritasını oluşturulmuş ve bu sayede göl suyu kalitesi hakkında dağılım haritaları oluşturulmuştur [77]. Literatürde de yer alan bir başka çalışmada da su kalite parametreleri CBS ortamında değerlendirilerek sonuçları harita şeklinde ortaya koymuşlardır [42]. Bu çalışmada ise CBS ortamında değerlendirilen su kalitesi verileri mekansal harita çıktısı şeklinde ortaya konmuştur. Yine literatürde bu şekilde yapılan CBS tabanlı su kalitesinin değerlendirilmesinin yönetsel kararların ve kamuoyunun bilgilendirilmesinde büyük önem taşıyacağını ve bu anlamda CBS'nin kullanışlı bir çalışma ortamı sunduğunu belirtilmiştir [39].

İçme suyu taşıyan suların bir kısmı doğrudan kullanılmamaktadır. Özellikle yüzeysel kaynaklardan temin edilen sulara arıtma veya dezenfekte işlemi uygulanması gerekmektedir. Su kalitesinin değerlendirilmesinde farklı analiz metotları ve istatistiksel yöntemler mevcuttur.

Yapılan bir çalışmada Yalova ili sınırları içerisinde yer alan Samanlı ve Safran derelerinin yüzey suyu kalitesi belirlemek amacıyla alınan su numuneleri fiziksel ve kimyasal parametreler EPA metoduna göre değerlendirilmiş ve elde edilen analiz sonuçlarına göre yüzey suyu kalitesi lineer ve nonlinear denklemler kullanılarak modellenmiş ve yüzey suyu kalitesinin tahmin edilmesi amaçlanmıştır [74]. Literatürde yer alan bir çalışmada da su kalitesini istatistik analiz programı kullanarak Pearson Korelasyon İndeksi ve Faktör Analizi yapmışlardır. Bu çalışmada da içme suyu kalite parametre verilerine trend analizi metodu uygulanarak Mann-Kendall ve Spearman's Rho testleri uygulanmıştır. Yine Murat nehri üzerinde yapılan nehir suyu kalite parametrelerini trend analizi değerlendirilerek tarımsal açıdan kullanılabilirliği ortaya konulmuştur [78]. Yapılan bir başka çalışmada ise Fırat, Dicle ve Yeşilırmak havzalarında ki taşkın trend analizi yapılarak artan veya azalan yöndeki trend eğilimlerini belirlenmiştir [79]. Yapılan bir başka çalışmada ise Nevşehir iline ait uzun yıllar yağmurlu gün sayısı değerleri trend analizi ile uzun yıllar bazında mevsimsel olarak değerlendirilerek artan veya azalan yönde bir trendin olup olmadığını incelenmiştir [80].

Ankara ili genelinde içme suyu kaynağı olarak barajlardan temin edilen yüzeysel sular ve yeraltı suları ham içme suyu kaynağı olarak kullanılmaktadır. Ham suların bir kısmı mevcut arıtma tesislerinde işlem görürken, merkez dışında yer alan mahalle ve köylerde paket arıtma sistemleri kullanılmaktadır [82]. Ankara ilinde içme suyu temin edilen kaynakların ilçelere göre dağılımı Şekil 7.1'de şematize edilerek gösterilmiştir.



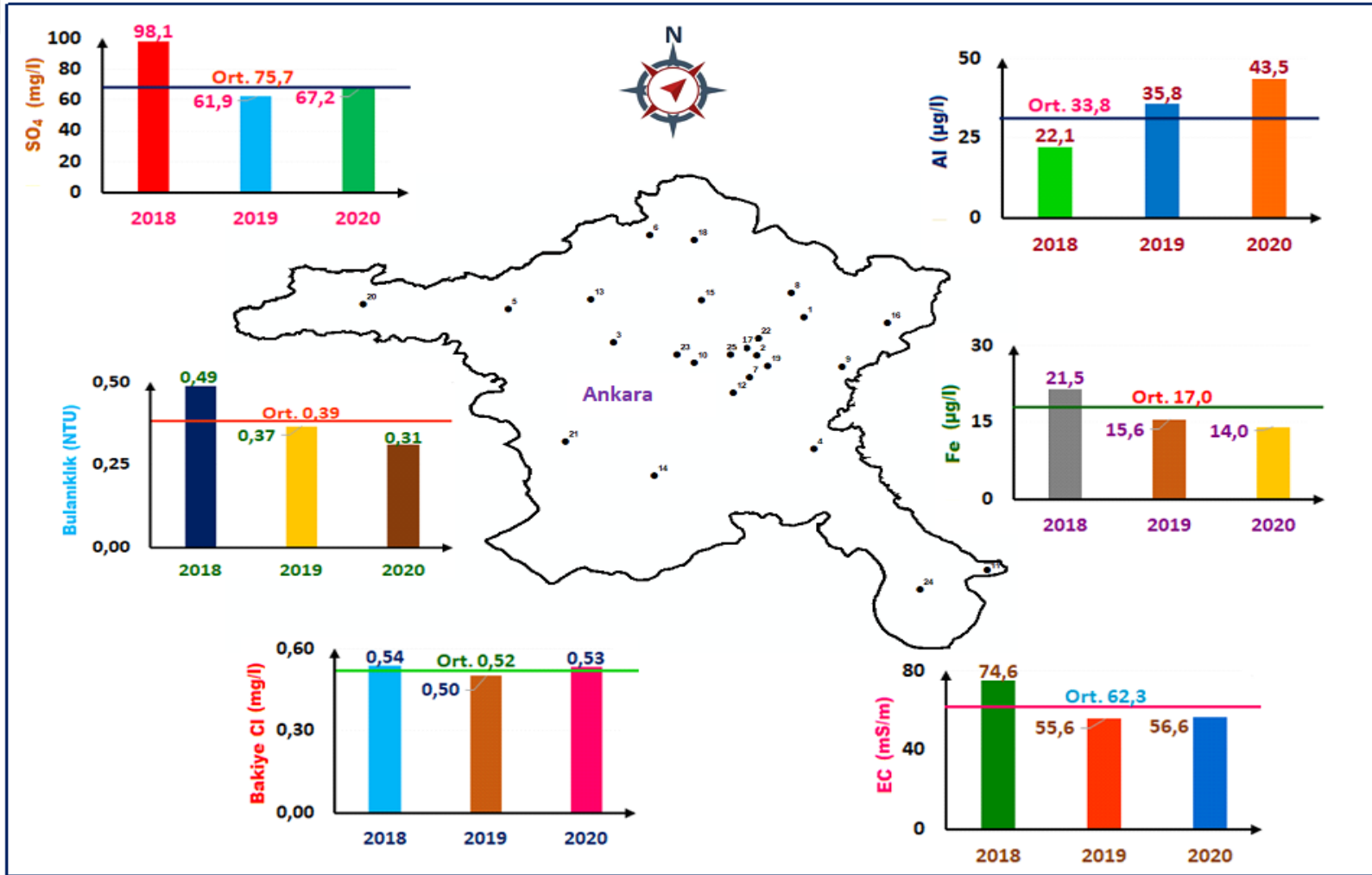
Şekil 7.1 Ankara ilinde içme suyu temin edilen kaynakların ilçelere göre dağılımı

Ankara il genelinde içme suyunda amacıyla kullanılmak üzere ham su kaynakları barajlar ve yeraltı su kaynakları oluşturmaktadır. Ankara il genelinde 7 ilçede ham su kaynağı olarak yeraltı suları, 18 ilçede ise barajlardan temin edilen ham su kaynakları kullanılmaktadır. Ankara il merkezi ve merkez ilçelerinde ham su kaynağı Çamlıdere, Kurtboğazı ve Kızılırmak- Kesikköprü barajından sağlanmaktadır. Kurtboğazı barajını da Akyar, Eğrekkaya ve Kavşakkaya barajı su temini sağlamaktadır. Bu barajlardan gelen sular İvedik içme suyu arıtma tesisinde arıtılmaktadır. Konvansiyonel arıtma tesisi olan İvedik içme suyu arıtma tesisinde arıtılan sular dağıtım şebekesine verilerek Altındağ, Ayaş, Çankaya, Etimesgut, Gölbaşı, Keçiören, Mamak, Sincan, Pursaklar ve Yenimahalle ilçelerinin içme suyu ihtiyaçları karşılanmaktadır. Çubuk-2 barajından temin edilen ham sular ise Çubuk ve Pursaklar içme suyu arıtma tesislerine iletilmektedir. Burada arıtılan sular Akyurt, Çubuk, Kalecik ve Pursaklar ilçelerinin içme suyu ihtiyacını karşılamaktadır. Kurtboğazı barajı ve yeraltı su kaynaklarından temin edilerek Kahramankazan içme suyu arıtma iletilen ham sular ise arıtılarak Kahramankazan ilçesinin içme suyu ihtiyacını karşılamaktadır. Çamlıdere barajından temin ham sular aynı zamanda Çamlıdere ilçesinin de içme suyu ihtiyacını karşılamaktadır. Elmadağ ilçesinin içme suyu ihtiyacı ise Elmadağ-Kargali yeraltı barajından temin edilen sular ile sağlanmaktadır. Bala ilçesinde ise Kızılırmak-Kesikköprü barajından elde edinilen ham su kaynakları membran arıtma tesisinde arıtılarak ilçenin su ihtiyacını karşılamaktadır. Peçenek barajından temin edilen ham sular ise Şereflikoçhisar ilçesinde bulunan konvansiyonel arıtma tesisinde arıtılarak Şereflikoçhisar ilçesinde arıtılmaktadır. Beypazarı, Evren, Güdül, Haymana, Kızılcahamam, Nallıhan ve Polatlı ilçelerinde içme suyu ham kaynağı yeraltı sularıdır. Beypazarı ilçesinde membran arıtma tesisi bulunmaktadır ve ham su kaynakları tesiste arıtıldıktan sonra Beypazarı ilçesinin içme suyu ihtiyacını karşılamak üzere şebekeye verilmektedir [57,82].

Ülkemizde stratejik konumu itibari ile önemli olan Ankara, İç Anadolu bölgesinde yer almaktadır. Bölge coğrafyasına bağlı olarak kuraklık daha fazla görülmektedir. Kuraklığa bağlı olarak giderek artan sıcaklık artışı ile birlikte su kaynaklarında da azalmalar kaçınılmaz olmaktadır. Ankara ilinin içme suyu amacıyla temin edilen ham su kaynaklarının büyük çoğunluğunu barajlar sağlamaktadır. Tüm Dünya’da ve ülkemizde de önemli barajlardaki su doluluk oranı Ankara için de önem taşımaktadır. Ankara ilinin bazı ilçelerinde ise yeraltı suları içme suyu kaynağı olarak kullanılmaktadır.

Ankara il merkezi ve birçok ilçesinde incelenen tarihler arasında içme suyu dağıtım yapısının eski ve asbestli olduğu tespit edilmiştir [89,90]. Bu çalışmada Ankara ili genelinin içme suyunda EC, bulanıklık, bakiye Cl, alüminyum, demir ve sülfat parametreleri incelenmiş ve Ankara ili geneli 2018-2020 yılları içme suyu kalite parametreleri ortalama değerleri özetlenerek şematize edilmiş ve Şekil 7.2’de sunulmuştur.





Şekil 7.2 Ankara ili geneli 2018-2020 yılları içme suyu kalite parametrelerinin ortalama değerleri

İncelenen tüm verilerin yıllar içindeki ortalama değerleri TS 266, WHO, EPA, EU sınır değerlerinin altında yer almaktadır [14,15,16,17]. Değerlerin yıllar bazındaki ortalaması bulanıklık parametresi için 0,39 NTU, SO₄ için 75,7 mg/l, bakiye Cl için 0,52 mg/l, EC için 62,3 mS/m, Al için 33,8 µg/l ve Fe için 17 µg/l olduğu belirlenmiştir. Ayrıca elde edilen tüm veriler TS 266 standardına göre incelenmiş ve yıllar bazında mekansal dağılımları Arc GIS 10.3.1 yazılımında IDW ve Kriging enterpolasyon yöntemleri kullanılarak mekansal dağılım haritaları oluşturulmuştur. Ayrıca elde edilen 2018-2020 yıllarındaki tüm verileri ilçe bazında değerlendirilmiş ve içme suyu kalite parametrelerinde yıllar bazında artan veya azalan yönde bir trendin olup olmadığı yapılan istatistiki analizler sonucunda ortaya konulmuştur.

İçme suyunda incelenen EC değerlerine göre 2018 yılı içme sularında IDW Enterpolasyon yöntemiyle yapılan mekansal analiz sonucunda en yüksek EC değerinin 136,75 mS/m ile Beypazarı ve Polatlı ilçelerinde yoğunluk gösterdiği, en düşük değer ise 31,21 mS/m ile Çamlıdere ve Kızılcahamam ilçelerinde yoğunluk gösterdiği belirlenmiştir. Kriging Enterpolasyon yönteminde ise en yüksek EC değeri 136,40 mS/m ile Beypazarı ve çevresinde yoğunluk gösterdiği, en düşük değer ise 30,47 mS/m ile Çamlıdere ve Kızılcahamam ilçelerinde yoğunluk gösterdiği belirlenmiştir. 2019 yılında ise IDW Enterpolasyon yönteminde en yüksek EC değeri 123,39 mS/m ile Bala ve Polatlı ilçelerinde yoğunluk oluşturmakta, en düşük EC değerinin ise 24,41 mS/m ile Çamlıdere ve Kahramankazan ilçelerinde dağılım göstermektedir. Kriging Enterpolasyon yönteminde ise en yüksek EC değeri 123,29 mS/m ile Polatlı ve çevresinde yoğunluk gösterdiği, en düşük değer ise 24,68 mS/m ile Çamlıdere ve Kahramankazan ilçelerinde olduğu görülmüştür. 2020 yılında ise IDW Enterpolasyon yönteminde en yüksek EC değerinin 144,55 mS/m ile Bala ve Nallıhan ilçelerinde, en düşük değer ise 29,40 mS/m Çamlıdere ve Kızılcahamam ilçelerinde yoğunluk gösterdiği belirlenmiştir. Kriging Enterpolasyon yönteminde ise en yüksek EC değerinin 144,04 mS/m ile Bala ilçesi ve çevresinde, en düşük değer ise 29,43 mS/m ile Çamlıdere ve Kızılcahamam ilçelerinde yoğunluk gösterdiği belirlenmiştir. Elde edinilen sonuçlara göre Ankara ili içme suları EC değerleri bakımından TS 266, WHO, EPA ve EU kriterlerine göre izin verilebilir sınır değerlerin altında olduğu sonucuna varılmıştır [14,15,16,17].

Sularda EC' nin miktarının artmasında klor, nitrat, sülfat ve fosfat anyonları ya da sodyum magnezyum, kalsiyum, demir ve alüminyum katyonlar gibi inorganik çözünmüş katıların varlığı arttırmaktadır [91]. 2018 ve 2019 yıllarında EC değerinin yüksek olduğu ilçe Polatlı ilçesidir. Polatlı ilçesindeki incelenen zamandaki su kaynağı yeraltı sularıdır.

Polatlı ilçesinde yapılan bir çalışmada bölge sularının Ca, Na, Mg ve HCO₃ miktarınca zengin olduğunu tespit edilmiştir [92]. Bu sebeple Polatlı ilçesinin sularında EC değerinin yüksek olmasında minerallerin fazla olmasının etken olduğu ve artan nüfus ile birlikte su tüketim ihtiyacının artması ile beraber ihtiyaç ve mevcut durumlar gözetilerek inşa edilecek arıtma tesisi etkili olacaktır. 2019 ve 2020 yıllarında ise EC değerlerinin yüksek görüldüğü ilçe Bala'dır. Bala ilçesinin içme suyu amacıyla kullanılan ham su kaynağı Kızılırmak-Kesikköprü barajı olup, membran arıtma tesisi bulunmaktadır [57, 82]. Ham su kaynağı olan Kızılırmak-Kesikköprü barajında yapılan bir çalışmada suyun ortalama EC değeri 1650 µS/cm olarak belirlemişlerdir [92]. Bala ilçesinde membran teknolojisi arıtma tesisi yer almakta olsa bile nüfusa bağlı olarak talebin artmasına bağlı olarak yetersiz kalması veya membran proseslerin tıkanmalara karşı gerekli önlemlerin zamanında alınmamış olmaması etken olabilir. Ayrıca ham su kaynağının fazlaca çözünmüş katı madde içermesi de bu durumların ortaya çıkmasına neden olabilmektedir.

Bulanıklık değerlerine göre 2018 yılında IDW Enterpolasyon yöntemi ile yapılan mekansal analiz sonucunda en yüksek değer 1,02 NTU ile Beypazarı ilçesi ve çevresinde yoğunluk gösterdiği, en düşük değer ise 0,36 NTU ile Kızılcabamam, Nallıhan ve Polatlı ilçelerinde olduğu belirlenmiştir. Kriging Enterpolasyon yönteminde ise en yüksek bulanıklık değeri 0,90 NTU ile Beypazarı ilçesi ve çevresinde, en düşük değer ise 0,39 NTU ile Haymana, Nallıhan, Polatlı ilçeleri ve çevresinde yoğunluk gösterdiği görülmektedir. 2019 yılında ise IDW Enterpolasyon yönteminde en yüksek bulanıklık değeri 0,57 NTU ile Altındağ, Çamlıdere, Elmadağ, Kahramankazan ve Şereflikoçhisar ilçelerinde yoğunlaştığı, en düşük değer ise 0,17 NTU ile Beypazarı ve Güdül ilçelerinde yoğunluk gösterdiği belirlenmiştir. Kriging Enterpolasyon yönteminde ise en yüksek bulanıklık değerinin 0,47 NTU ile Elmadağ, Evren ve Şereflikoçhisar ilçelerinde, en düşük değer ise 0,22 NTU ile Beypazarı ilçesinde yoğunluk gösterdiği belirlenmiştir.

2020 yılında ise IDW Enterpolasyon yönteminde en yüksek bulanıklık değeri 0,50 NTU ile Çamlıdere ve Elmadağ ilçelerinde, en düşük değerin ise 0,15 NTU ile Güdül ve Nallıhan ilçelerinde yoğunluk gösterdiği belirlenmiştir. Kriging Enterpolasyon yönteminde ise en yüksek bulanıklık değerinin 0,50 NTU ile Çamlıdere ve Elmadağ ilçeleri yoğunluk gösterdiği, en düşük değerin ise 0,15 NTU ile Güdül ilçesinde yoğunluk gösterdiği belirlenmiştir.

Elde edinilen sonuçlara göre bulanıklık değerleri TS 266, WHO, EPA ve EU'ya göre 2019 ve 2020 yıllarındaki değerler sınır değerlerin altında yer almaktayken 2018 yılında sınır değerlerin biraz üzerinde olduğu belirlenmiştir [14,15,16,17]. İncelenen zaman aralığında Ankara il merkezi ve birçok ilçesinin su dağıtım yapı sistemi eski ve asbestli borulardan oluşmaktadır [89,90]. Ankara il merkezi ve merkez ilçelere içme suyu temininde önemli olan İvedik suyu arıtma tesisi kuruluş itibari günümüze kadar Ankara ili içme suyunda önem arz etmiş ve 2021 yılı ile yapılan bakım ve revizyon çalışmaları ile bulanıklık değerin azaltılması amaçlanmıştır [93]. Ancak içme suyundaki karşılaşılan bulanıklık değerlerindeki değişkenliğin dağıtım şebekesi ve arıtma tesisi kaynaklı sorunlardan olabileceği düşünülmektedir.

İncelenen bakiye klor değerlerinde ise 2018 yılında IDW Enterpolasyon yöntemi ile yapılan mekansal analiz sonucuna göre en yüksek değerin 0,66 mg/l ile Beypazarı ve Haymana ilçelerinde yoğunluk gösterdiği, en düşük değerin ise 0,41 mg/l ile Elmadağ ve Şereflikoçhisar ilçelerinde yoğunlaştığı belirlenmiştir. Kriging Enterpolasyon yönteminde ise en yüksek bakiye klor değerinin 0,63 mg/l ile Beypazarı ve Haymana ilçeleri çevresinde yoğunluk gösterdiği, en düşük değerin ise 0,41 mg/l ile Şereflikoçhisar ilçesinde yoğunluk gösterdiği, 2019 yılında ise IDW Enterpolasyon yönteminde en yüksek değerin 0,60 mg/l ile Beypazarı ilçesinde yoğunluk gösterdiği, en düşük değerin ise 0,33 mg/l ile Şereflikoçhisar ilçesi ve çevresinde yoğunluk gösterdiği belirlenmiştir. Kriging Enterpolasyon yönteminde ise en yüksek bakiye klor değerinin 0,58 mg/l ile Beypazarı ilçesinde, en düşük değerin ise 0,36 mg/l ile Şereflikoçhisar ilçesinde olduğu tespit edilmiştir. 2020 yılında ise IDW Enterpolasyon yönteminde en yüksek değerin 0,58 mg/l ile Elmadağ, Haymana, Kalecik ve Nallıhan ilçelerinde, en düşük değerin ise 0,40 mg/l ile Evren ilçesinde yoğunlaştığı belirlenmiştir.

Kriging Enterpolasyon yönteminde ise en yüksek bakiye klor değerinin 0,54 mg/l ile Elmadağ, Haymana, Kalecik ve Nallıhan ilçesinde yoğunluk gösterdiği, en düşük değer ise 0,40 mg/l ile Evren ilçesinde yoğunluk gösterdiği belirlenmiştir. Bakiye klor değeri uç noktada 0,2-0,5 mg/l olacak şekilde dozlama yapılarak, salgın veya olması muhtemel dönemlerde dozlama miktarı 1mg/l'ye çıkarılabilmektedir [81]. 2018- 2020 yılları arasında Ankara ili genelinde elde veriler ve analiz sonucunda bakiye klor değerinin izin verilebilir sınır değerleri arasında olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Sülfat değerlerinde ise 2018 yılı değerleri için IDW Enterpolasyon yöntemi ile yapılan mekansal analiz sonucunda en yüksek değer 190,77 mg/l ile Bala, Beypazarı, Çankaya, Etimesgut, Gölbaşı, Polatlı, Sincan ve Yenimahalle ilçelerinde yoğunluk gösterdiği, en düşük değer ise 12,13 mg/l Ayaş, Çamlıdere, Güdül, Haymana ve Kızılcahamam ilçelerinde yoğunlaştığı belirlenmiştir. Kriging Enterpolasyon yönteminde ise en yüksek sülfat konsantrasyon değerinin 175,35 mg/l ile Bala, Çankaya, Etimesgut, Gölbaşı, Polatlı, Sincan ve Yenimahalle ilçelerinde, en düşük değer ise 19,07 mg/l ile Ayaş, Çamlıdere, Güdül, Haymana ve Kızılcahamam ilçelerinde yoğunluk gösterdiği belirlenmiştir. 2019 yılında ise IDW Enterpolasyon yönteminde en yüksek değer 189,78 mg/l ile Beypazarı ve Polatlı ilçelerinde, en düşük değer ise 6,73 mg/l ile Ayaş, Çamlıdere, Güdül, Haymana, Kahramankazan ve Kızılcahamam ilçelerinde dağılım gösterdiği tespit edilmiştir. Kriging Enterpolasyon yönteminde ise en yüksek sülfat konsantrasyon değerinin 189,59 mg/l ile Polatlı ilçesinde yoğunluk gösterdiği, en düşük değer ise 3,65 mg/l Ayaş, Çamlıdere, Güdül, Haymana, Kahramankazan ve Kızılcahamam ilçelerinde yoğunluk gösterdiği görülmüştür. 2020 yılında ise IDW Enterpolasyon yönteminde en yüksek değer 153,66 mg/l ile Bala, Beypazarı, Nallıhan ve Polatlı ilçelerinde yoğunluk gösterdiği, en düşük değer ise 18,23 mg/l ile Çamlıdere, Güdül, Haymana, Kahramankazan ve Kızılcahamam ilçelerinde yoğunluk gösterdiği belirlenmiştir. Kriging Enterpolasyon yönteminde ise en yüksek sülfat konsantrasyon değeri 153,18 mg/l ile Bala, Beypazarı, Nallıhan ve Polatlı ilçelerinde, en düşük değer ise 18,23 mg/l ile Çamlıdere, Güdül, Haymana, Kahramankazan ve Kızılcahamam ilçelerinde yoğunlaştığı görülmüştür.

Elde edilen sonuçlara göre içme suyundaki sülfat konsantrasyon değerleri TS 266, WHO, EPA ve EU'da belirtilen izin verilebilir sınır değerlerinin altında kalmaktadır [14,15,16,17]. Dünya çapında yapılan su kaynaklarının izlenmesine yönelik bir çalışmada sülfatın tatlı sulardaki konsantrasyon değerinin nehirlerde 0-630 mg/l, göllerde 2-250 mg/l ve yeraltı sularında 0-230 mg/l arasında olduğunu tespit edilmiştir [94]. Yapılan değerlendirmeler sonucunda sülfat konsantrasyon değerinin Ankara il genelinde incelenen zaman aralığında en çok Bala, Beypazarı ve Polatlı ilçelerinde yüksek olduğu görülmektedir. Bala ilçesinin ham su kaynağı olan Kızılırmak- Kesikköprü barajı sülfat konsantrasyon değeri fazladır [92].

Ankara ilinde yapılan bir çalışmada Kesikköprü baraj suyunda sülfatın yüksek konsantrasyonlar da olduğu ve bunun önemli bir sorun olduğunu belirtilmiştir [97]. Bu durumun içme suyu kaynağında fazla miktarda bulunmasından kaynaklanmaktadır. Sülfat birçok doğal minerallerde bulunmakla birlikte endüstride gübre, kimyasal, fungusit, insektisit ve ilaç yapımında kullanılmaktadır [91]. Beypazarı ve Polatlı ilçeleri Ankara ili genelinde tarımsal üretimi en fazla olan ilçelerdir [95]. Tarımsal üretimde çoğunlukla kullanılan gübre ve ilaçları birçoğu sülfat bileşikleri içermektedir. Sülfatın yüzeysel veya sızıntı ile yeraltı sularına karışarak kirlilik oluşturabilmektedir. Beypazarı ve Polatlı ilçelerinin su kaynakları ise yeraltı sularıdır. Sülfat miktarının artmasında içme suyu arıtma tesisleri de etken olabilmektedir. İçme suyu arıtımında kullanılan sülfat içerikli kimyasallar çıkış suyunda sülfat konsantrasyon değerlerini arttırabilmektedir [94]. Ancak içme suyundaki karşılaşılan sülfat değerlerindeki değişkenliğinde yukarıda bahisle meydana gelen durumlardan kaynaklı olabileceği düşünülmektedir.

İncelenen FE konsantrasyon değerlerine göre 2018 yılındaki veriler için IDW Enterpolasyon yöntemiyle yapılan mekansal analiz sonucunda en yüksek Fe değeri 69,96 µg/l ile Ayaş, Çankaya, Etimesgut, Gölbaşı ve Sincan ilçelerinde, en düşük değerin ise 4,22 µg/l ile Beypazarı, Bala, Elmadağ, Güdül, Kızılcahamam, Nallıhan ve Şereflikoçhisar ilçelerinde yoğunluk gösterdiği belirlenmiştir. Kriging Enterpolasyon yönteminde ise en yüksek Fe konsantrasyon değeri 32,64 µg/l ile Haymana ilçesinde yoğunluk gösterdiği, en düşük değerin 16,04 µg/l ile Çubuk ilçesinde yoğunlaştığı görülmüştür.

2019 yılında ise IDW Enterpolasyon yönteminde en yüksek değer 37,79 µg/l ile Ayaş, Çamlıdere, Etimesgut, Kahramankazan ve Şereflikoçhisar ilçelerinde yoğunluk gösterdiği, en düşük değer ise 4,01 µg/l ile Bala, Güdül, Haymana, Kızılcahamam ve Nallıhan ilçelerinde olduğu belirlenmiştir. Kriging Enterpolasyon yönteminde ise en yüksek Fe konsantrasyon değeri 23,86 µg/l ile Şereflikoçhisar ilçesinde yoğunluk gösterdiği, en düşük değer ise 8,42 µg/l ile Nallıhan ilçesinde yoğunluk gösterdiği, 2020 yılında ise IDW Enterpolasyon yönteminde en yüksek değer 28,23 µg/l ile Akyurt, Beypazarı, Çamlıdere, Etimesgut ve Sincan ilçelerinde görüldüğü, en düşük değer ise 5,10 µg/l ile Bala, Çubuk, Güdül ve Nallıhan ilçesinde yoğunluk gösterdiği belirlenmiştir. Kriging Enterpolasyon yönteminde ise en yüksek Fe konsantrasyon değerinin 16,17 µg/l ile Etimesgut ve Gölbaşı ilçelerinde yoğunluk gösterdiği, en düşük değer ise 12,55 µg/l ile Kalecik ve Şereflikoçhisar ilçelerinde yoğunluk gösterdiği belirlenmiştir.

Elde edilen sonuçlara göre içme suyundaki Fe konsantrasyon değerleri TS 266, WHO, EPA ve EU kriterlerine göre izin verilebilir sınır değerlerin altında olduğu görülmüştür [14,15,16,17]. Gözlemlenen yıllarda Fe konsantrasyon değerleri yüksek seyrettiği ilçelerde 2018, 2019 ve 2020 yıllarında belirgin bir şekilde düşüş olduğu görülmektedir. Yüksek değerlerin belirlendiği ilçelere içme suları arıtım işleminden sonra şebekeye verilmektedir. Bu düşüşün ortaya çıkmasında arıtma tesisindeki havalandırma ünitelerinin etkili olduğu düşünülmektedir.

İçme suyundaki Alüminyum (Al) değerleri ise 2018 yılında verileri için IDW Enterpolasyon yöntemi ile yapılan mekansal değerlendirmede en yüksek değer 61,90 µg/l ile Çamlıdere, Çubuk ve Kahramankazan ilçelerinde yoğunluk gösterdiği, en düşük değer ise 6,90 µg/l ile Güdül ilçesinde yoğunlaştığı belirlenmiştir. Kriging Enterpolasyon yönteminde ise en yüksek Al değeri 61,70 µg/l ile Çamlıdere, Çubuk ve Kahramankazan ilçelerinde yoğunluk gösterdiği, en düşük değer ise 6,82 µg/l ile Güdül ilçesinde yoğunluk oluşturduğu görülmüştür. 2019 yılında IDW Enterpolasyon yönteminde en yüksek Al değeri 117,00 µg/l ile Çamlıdere, Çubuk, Kahramankazan ve Pursaklar ilçesinde yoğunluk gösterdiği, en düşük Al değeri ise 7,64 µg/l ile Beypazarı, Haymana ve Polatlı ilçelerinde yoğunluk gösterdiği belirlenmiştir.

Kriging enterpolasyon yönteminde ise en yüksek Al değeri 116,20 µg/l ile Çamlıdere, Çubuk, Kahramankazan ve Pursaklar ilçesinde, en düşük Al değerinin ise 7,87 µg/l ile Beypazarı, Haymana ve Polatlı ilçelerinde yoğunluk gösterdiği belirlenmiştir. 2020 yılında ise IDW enterpolasyon yönteminde en yüksek değer 77,50 µg/l ile Çamlıdere, Çubuk, Kahramankazan ve Pursaklar ilçelerinde yoğunluk gösterdiği, en düşük Al değerinin ise 13,00 µg/l ile Ayaş, Bala, Nallıhan ve Güdül ilçelerinde yoğunluk gösterdiği belirlenmiştir. Kriging enterpolasyon yönteminde ise en yüksek Al değeri 55,70 µg/l ile Akyurt, Altındağ, Çubuk, Kahramankazan, Keçiören, Pursaklar ve Yenimahalle ilçelerinde, en düşük Al değerinin ise 30,27 µg/l ile Nallıhan ilçesinde yoğunluk gösterdiği belirlenmiştir.

Elde edinilen sonuçlara göre Ankara ili içme suyundaki Al konsantrasyon değerleri TS 266, WHO, EPA ve EU tarafından belirtilen kriterler de dikkate alınarak izin verilebilen sınır değerlerinin altında olduğu belirlenmiştir [14,15,16,17]. Ankara il merkezi ve birçok ilçesinde içme suyu dağıtım boruları eski olup, sağlık açısından da sorun teşkil etmektedir [90]. İçme sularında alüminyum düzeyinin belirlenmesine yönelik bir çalışmada eski metal boruların su dağıtım şebekelerinde alüminyum geçişi olduğu tespit edilmiştir [95]. Ayrıca arıtma tesisinde koagülant madde olarak kullanılan Al bileşikleri kullanılması da Al konsantrasyon düzeyini arttırmaktadır.

Ankara ili içme suyu kalite parametreleri yıllar bazında haftalık olarak değerlendirilmiş ve kalite kriterlerinde artan veya azalan yönde bir trendin olup olmadığının belirlenmesi amacıyla trend analizleri gerçekleştirilmiştir. EC değerlerine uygulanan trend analizinde Mann-Kendall ve Sperman'ın Rho Testlerine göre Altındağ, Çankaya, Etimesgut, Gölbaşı, Haymana, Keçiören, Mamak, Sincan ve Yenimahalle ilçelerinde azalan yönde bir trendin olduğu, Bala ilçesinde ise artan yönde bir trendin olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Diğer ilçelerde ise EC değerlerinin artış veya azalmasına yönelik herhangi bir trendin olmadığı görülmüştür.

Bulanıklık değerlerine uygulanan trend analizinde Sperman'ın Rho Testine göre Altındağ, Beypazarı, Çankaya, Gölbaşı, Kalecik, Keçiören, Pursaklar, Sincan ve Şereflikoçhisar ilçelerinde göre azalan yönde bir trendin olduğu fakat Mann Kendall Testine göre herhangi bir trendin olduğu belirlenmiştir.

Mann Kendall ve Spearman'ın Rho testlerine göre Akyurt, Ayaş, Çubuk, Güdül, Haymana, Kahramankazan, Kızılcahamam ve Polatlı ilçelerinde ise her iki test sonucuna göre azalan yönde bir trendin olduğu belirlenmiştir. Diğer ilçelerde ise herhangi bir trend gözlenmemiştir.

Bakiye klor değerlerinde Mann-Kendall testine göre Ayaş, Çankaya, Çamlıdere, Etimesgut, Gölbaşı, Kahramankazan, Kalecik, Kızılcahamam, Mamak, Polatlı, Sincan ve Yenimahalle ilçelerinde artan yönde bir trend bulunurken, Spearman Rho's testine göre Beypazarı ve Evren ilçelerinde azalan yönde bir trend bulunmuştur. Her iki test sonucuna göre ise Elmadağ ilçesinde artan yönde bir trend olduğu tespit edilmiştir.

Sülfat değerlerine yapılan trend analizinde Mann Kendall ve Spearman Rho's testine Altındağ, Beypazarı, Çamlıdere, Çankaya, Etimesgut, Gölbaşı, Güdül, Kahramankazan, Keçiören, Mamak, Sincan, Yenimahalle ilçelerinde azalan yönde bir trendin olduğu, Akyurt, Ayaş ve şereflikoçhisar ilçelerinde ise artan yönde bir trendin olduğu belirlenmiştir. Nallıhan ilçesinde sadece Mann Kendall testine göre artan yönde bir trendin olduğu belirlenmiştir. Diğer ilçelerde ise herhangi bir trend sonucuna rastlanılmamıştır.

Demir konsantrasyon değerlerine uygulanan trend analizinde Mann Kendall testine göre Bala, Beypazarı, Çubuk, Evren, Güdül, Haymana, Kalecik, Kızılcahamam, Nallıhan ve Pursaklar ilçesinde artan yönde bir trendin olduğu belirlenmiştir. Spearman Rho's testine göre ise Akyurt, Altındağ, Bala, Beypazarı, Çubuk, Güdül, Haymana, Kalecik, Kızılcahamam, Nallıhan, Pursaklar ve Sincan ilçesinde azalan yönde bir trendin olduğu belirlenmiştir. Her iki test sonucuna göre ise Ayaş ilçesinde azalan yönde bir trendin olduğu, şereflikoçhisar ilçesinde ise artan yönde bir trendi olduğu belirlenmiştir. Diğer ilçelerde ise herhangi bir trende rastlanılmamıştır.

Alüminyum değerlerine uygulanan trend analizinde Mann Kendall testine göre Evren, Güdül, Kızılcahamam, Nallıhan ve Polatlı ilçesinde artan yönde bir trende rastlanmıştır. Her iki test sonucuna göre ise Altındağ, Ayaş, Bala, Beypazarı, Çankaya, Çubuk, Etimesgut, Gölbaşı, Kahramankazan, Keçiören, Mamak, Pursaklar, Sincan, şereflikoçhisar ve Yenimahalle ilçelerinde artan yönde bir trendin olduğu belirlenmiştir. Yapılan trend analizleri sonucunda Ankara'nın diğer ilçelerde içme sularındaki Alüminyum değerlerinde ise herhangi bir trend sonucuna ulaşılmamıştır.

Su yeryüzündeki tüm canlılar için önemli bir yaşam kaynağıdır. Günümüzde yaşanan kuraklık ile beraber su kaynaklarında azalmalar yaşamaktadır. Bu yüzden mevcut su kaynaklarının korunması ve su kalitesi önem taşımaktadır. Her su kaynağı doğrudan içme suyu olarak kullanılmamaktadır. İçme suyu niteliği taşıyan su kaynakları yüksek su kalitesine sahip olmalıdır. Bu yüzden su kaynaklarından alınan su numunesi örneklerinin ulusal ve uluslararası kurumlar tarafından belirlenen kalite parametrelerine göre analizleri gerçekleştirilip sınır değerleri ile karşılaştırılması suyun kalitesi belirlenebilmektedir. Bu sayede içme suyu niteliği taşıyan su kaynağının temin edilecek sulara arıtma işlemi veya hangi tip arıtma işleminin uygulanacağı belirlenerek hem su kalitesinin daha da artırılması hem de maliyet açısından önem taşıyacaktır. İçme suyu amacıyla temin edilen ve dağıtım şebekesine verilen suların kaliteli ve sağlıklı olması insan sağlığı için önem taşımaktadır. Bir yerleşim yerinde içme suyunda arıtma işleminde veya dağıtım şebekesinde ortaya çıkabilecek salgın bir hastalık bölgedeki tüm insanları etkileyerek önemli sağlık sorunlarının ortaya çıkmasında etken olabilir. Bu etkenlerin ortaya çıkmasını engellemek amacıyla su kalite parametreleri ve bu kalite parametrelerinin bölgesel olarak izlenmesi önem taşıyacaktır. Bu sebeple içme suyu kalite parametrelerinin temin edildiği kaynaktan dağıtım şebekesine kadar izlenmesi önemlidir.

Su kalite parametrelerinin tek başına değerlendirilmesi mevcut durumun izlenmesinde pek fazla önem taşımamaktadır. Su kalitesinin belirlenmesinde önemli olsa da mevcut durum ve dağılımın belirlenmesinde tek başına etkili olmamaktadır. Teknolojinin gelişmesi ile birlikte mevcut durumun belirlenmesi ve gelecek durumlara karşı önlem alınmasında istatistikî ve coğrafi programlar ile mekansal analizlerin gerçekleştirilmesi önem taşımaktadır. Mekansal analizler ise CBS programları sağlanmaktadır. CBS verilerin sayısal ortamda depolanarak mekansal analizlerin gerçekleşmesini sağlamaktadır. Bu çalışmada da Ankara ilinin içme suyu kalite parametreleri Arc GIS 10.3.1. programı kullanılarak mekansal analizleri gerçekleştirilmiş ve sonuçlar harita çıktısı şeklinde ortaya konulmuştur. Su kalite parametrelerinin CBS ile entegrasyonu sağlanarak yapılacak mekansal analizler sonucu oluşturulan dağılım haritaları mevcut durumun izlenmesinde net sonuçların alınması ve elde edilen sonuçların çarpıcı ve etkili bir şekilde paylaşılması önem taşımaktadır.

Elde edilen mekansal dağılım haritaları objektif sonuçlar sunarak mevcut durumun tüm geçekliği izlenmesinde etkin olmaktadır. Bu sayede yerel yönetimlerce alınacak su krizi eylem planlarında durumun belirlenmesinde etkili olacaktır. Ayrıca bölgeye temin içme suyu kalitesinin mevcut durumunun ortaya konan haritalar ile izlenmesi ve içme suyu arıtma verimi, dağıtım şebekesi kaynaklı sorunlar veya bölgede oluşabilecek durumlar gözlemlenebilmektedir. Ayrıca bölgede yatırım yapacak olan özellikle gıda endüstrisinde yol gösterici etken olacaktır. CBS’de oluşturulan mekansal analizler ile içme suyu kalite parametresinin değerlendirilmesi gibi iklim, tarım, nüfus değişimi gibi bir çok faktör analiz edilerek net sonuç ve faktörler ortaya konulabilir.

Verilerin anlık olarak izlenmesi gibi uzun yıllar izlenmesi de önemlidir. Su kalitesinde uzun yıllar boyunca meydana gelen zamansal değişimlerin belirlenmesinde önemli bir metottur. Trend analizi uzun yıllar elde edilen verilerin istatistiki olarak analiz ederek sürekli olarak bir artış veya azalma eğiliminin belirlenmesini sağlamaktadır. Bu sayede olası problemler ve sonuçların tespit edilmesini sağlamaktadır. Su kalitesi izlenmesinde elde edilen verilerin trendlerinin zamansal değişimlerinin ortaya konması olası problemlerin belirlenerek su kalitesi üzerinde etkili olacaktır.

Günümüzde içme suyu amacıyla kullanılan su kaynaklarının azalmasıyla önemi daha da fazla artmaktadır. Bununla beraber içme suyu elde edilecek kaliteli su kaynaklarına ulaşma imkânı da azalmaktadır. Su kalite parametrelerinin tek başına değerlendirilmesi fazla bir önem taşımamaktadır. CBS veya farklı istatistiki analizler kullanılarak değerlendirilmesi mevcut ve gelecek için gerekli bilgileri sağlayacaktır. Yapılan bu çalışmada da Ankara ili ve ilçelerinin 2018-2020 yılları arasındaki EC, bulanıklık, SO₄, Fe, Bakiye Cl ve Fe parametreleri incelenmiş ve elde edilen veriler Arc GIS 10.3.1 yazılımı kullanılarak IDW ve Kriging enterpolasyon yöntemi uygulanmıştır. Elde edilen mekansal dağılım analizleri harita çıktısı olarak ortaya konulmuştur. Ayrıca tüm veriler zamansal değişimin belirlenmesi amacıyla trend analizi uygulanmıştır. Tüm bu etkenler sonucunda elde edilen tüm verilerin yerel yönetimlerce mevcut su potansiyelinin kontrolünde ve içme suyu kalite parametre sonuçlarının izlenmesinde CBS’nin daha yaygın ve aktif olarak kullanılması önem teşkil edecektir. Bu sayede mevcut ve gelecek zamandaki değişimlere veya tehlikelere karşı alınabilecek önlemlerin belirlenmesinde özellikle zaman anlamında tasarruf sağlayacaktır.

BÖLÜM 8

KAYNAKÇA

1. İnternet: Tarım ve Orman Bakanlığı, “ Coğrafi Bilgi Sistemleri Corine”, <https://corinecbs.tarimorman.gov.tr>
2. Akın, M. , Akın, G. , “Suyun önemi, Türkiye’de su potansiyeli, su havzaları ve su kirliliği”, *Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi*, 47, 2, s. 105-118, 2007.
3. İnternet: İstanbul Üniversitesi, Su bilimleri Fakültesi Açılış Dersi http://cdn.istanbul.edu.tr/statics/subilimleri.istanbul.edu.tr/wpcontent/uploads/2017/09/S_U_BILIMLERI_FAK_ACILIS_DERSI_22.09.2017.pdf , 2020
4. İnternet: Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü “ Toprak Su Kaynakları” <https://www.dsi.gov.tr/Sayfa/Detay/754>
5. Fitzpatrick, C., Maguire, D. J., GIS in Schools: Infrastructure, Methodology and Role, 2000.
6. Başyigit, L., Şenol, H., Müjdeci, M., “Isparta İli Meyve Yetiştirme Potansiyeli Yüksek Alanların Bazı Toprak Özelliklerinin Coğrafi Bilgi Sistemleri ile Haritalanması”, *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 3(2): 1-10, ISSN 1304-9984, 2008.
7. Bağdatlı, M.C., İstanbulluoğlu, A., Bayar, N.A., “Toprak ve su kaynakları potansiyelinin Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) yardımıyla belirlenmesi: Tekirdağ-Çerkezköy ilçesi uygulaması”, *Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen ve Mühendislik Dergisi*, Sayı:14, s. 17-25, Afyon. 2014.
8. Üneş, T. “Antakya’da kullanılan kuyu suyu kaynaklarının içme suyu kalite parametreleri bakımından incelenmesi ve kemometrik yöntemlerle karakterizasyonu”, *Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, Hatay, 2013.
9. Egemen, Ö., Su kalitesi. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi*, Yayın no:14, 6.baskı, 150 s, Bornova-İzmir, 2006.
10. Aydın, M., “Giresun ili içme suyu kalitesi”, *Giresun Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, 2020
11. Akgiray, Ö., “İçme suyu kalite parametreleri”, *Tesisat Dergisi*, Mayıs, 2003.

12. Güler, Ç., “Su kalitesi, Çevre Sağlığı Temel Kaynak Dizisi No: 43”, s. 62, *Ankara*, 1997.
13. Vesilind, P. A., Morgan, S. M., Heine, L.G., “Çevre mühendisliğine giriş”, İsmail Toröz, s. 294, *Nobel Yayınevi*, 2014.
14. İnternet: Amerika Birleşik Devletleri Çevre Koruma Ajansı (EPA), “National primary drinking water regulations related info”, https://www.epa.gov/sites/production/files/201606/documents/npwdr_complete_table.pdf
15. İnternet: Resmi Gazete, “İnsani tüketim amaçlı sular hakkında yönetmelikte değişiklik yapılmasına dair yönetmelik”, <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2013/03/20130307-7.htm>
16. İnternet: Dünya Sağlık Örgütü (WHO), “Guidelines for Drinking-water Quality”, https://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/fulltext.pdf
17. İnternet: Avrupa Birliği, “European Standards for Drinking-Water”, https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/40025/European_standards_for_drinking-water.pdf;jsessionid=E674ACA1B6CD4C26976FB7BCDADB0961?sequence=1
18. İnternet: İstanbul Üniversitesi, “Coğrafi Bilgi Sistemleri”, https://cdn-acikogretim.istanbul.edu.tr/auzefcontent/20_21_Guz/cografi_bilgi_sistemleri/1/index.html#konu-7
19. İnternet: Dokuz Eylül Üniversitesi, “ Coğrafi Bilgi Sistemleri temel esasları ve NetCAD kullanımı”, <https://kisi.deu.edu.tr/hasan.cukur/CBS-1.html>
20. Kapluhan, E., “Coğrafi Bilgi Sistemleri’nin (CBS) coğrafya öğretiminde kullanımının önemi ve gerekliliği”, *Marmara Coğrafya Dergisi*, s. 34-59, doi: 10.14781/mcd.2014298120, 29 Ocak 2014.
21. İnternet: Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, “Plan CBS masaüstü uygulaması”, http://www.bulutkbs.gov.tr/giris/content/plan/dosya/PlanCBS_HTML_V.1.0/vektor_veri.htm?ms=AA==&mw=MjQw&st=MA==&sct=NDA=
22. Töreayen, G., Özdemir, İ., Kurt, T., “ArcGIS 10 desktop uygulama dokümanı”, İlk baskı, *Coğrafi Bilgi Sistemleri Mühendislik ve Eğitim Ltd. Şti*, Türkiye, s. 10-16, 2010.

23. Fadikoğlu, M., Karpuzcu, M.E., Öztürk, İ., “İçme sularında alg kaynaklı tat ve koku sorununun değerlendirilmesi”, *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 24(6), s. 1141-1156, 2018.
24. Başkan., M.B., Pala, A., “İçme sularında arsenik kirliliği: ülkemiz açısından bir değerlendirme”, *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 15(1), s. 69-79, 2009.
25. Davraz, A., Eraslan, İ.S., “Karacabey (Bursa) İlçesinin Hidrojeoloji İncelemesi ve İçme Sularının Sağlık Risk Değerlendirmesi”, *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 23(2), s. 515-527, 2019.
26. Sunar İ, Kopan M, Akgün S., “Gaz kromatografi-kütle spektrometresi ile gazdan arındırma ve tutma yöntemiyle Kocaeli bölgesi içme sularında trihalometan analizi”, *J Health Sci Med*, 3(3), s. 269-277, 2020.
27. Alkan, U., Teksoy, A., Acar, Ö., “İçme suyu şebekesinde bakteriyel yeniden çoğalmayı etkileyen faktörlerin belirlenmesi”, *itüdergisi/e su kirlenmesi kontrolü*, 15(1-3), s.43-55, 2005.
28. Süphandağ, Ş. A., Uyguner, C. S., Bekbölet, M., “İstanbul’da tüketilen ticari ve şebeke bazlı içme sularının kimyasal ve spektroskopik profilleri”, *itüdergisi/e su kirlenmesi kontrolü*, 17(2), s.23-35, 2007.
29. Avcı, S., Bakıcı, M.Z., Erandaç, M., “Tokat ilindeki içme Sularının Koliform Bakteriler yönünden Araştırılması”, *Cumhuriyet Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi*, 8 (4), s. 107-112, 2006.
30. Ergül, Ş. Ş., Kaynar, P., Yılmaz, M., Cesaretli, Y., Başaralı, M.K., Şencan, İ., “İçme kullanma sularındaki *Cryptosporidium* ookist ve *Giardia* kistlerinin analizinde TS ISO 15553 standart yönteminin uygulanabilirliğinin dış kalite kontrol numunesi ile değerlendirilmesi”, *Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi*, 74 (1), s. 7-12, 2017.

31. Eskicioğlu, F., Bilgiç, E., Gündüz, O., “İzmir içme suyu sistemi için “CARVER” yöntemi ile risk analizi”, *Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi*, 74 (1), s. 105-112, 2017.
32. Durduran, Y., Uyar, M., Boyraz, Y. K., Demir, L. S., Tekin, Ö., Şahin, T. K., “Konya ili Meram ilçesine bağlı aile sağlığı merkezlerine başvuran kadınlarda içme suyu kullanım tercihleri”, *Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi*, 74 (1), s. 125-130, 2017.
33. Özdemir, A. C., “İstanbul içme suyu havzalarında arazi kullanımlarının su kalitesine olan etkisinin değerlendirilmesi”, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, s. 123, 2010.
34. Titiz, A. M., “Su kalitesi indeksi ve bazı çoklu istatistiki teknikler kullanılarak İpsala ilçesi içme suyu kalitesinin değerlendirilmesi”, *Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, s. 6-36, 2020.
35. Uzundumlu, A.S., Fakıoğlu, Ö., Köktürk, M., Temel, T., “Erzurum ilinde en uygun içme suyu tercihinin belirlenmesi”, *Alinteri Dergisi*, 30 (B), s.1-7, 2016.
36. Poyraz, B., “Farklı lokasyonlardan alınan içme sularında ağır metal analizi”, *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 2, s. 16-27, 2014.
37. Aydın, H., Akbaş, M., Düzen, H., “Van ili içme ve kullanma suyunun sürdürülebilir yönetim açısından ön değerlendirme”, *Van Kent Sempozyumu*, s. 249-258, Van, 2009.
38. Wang, X., Yin, Z.Y., “Using GIS to assess the relationship between land use and water quality at a watershed level”, *Environment International*, Volume 23, Issue 1, Pages 103-114, 1997.
39. Aydın, D., Akça, L., “İçme suyu dağıtım sistemlerinde Coğrafi Bilgi Sistemi tabanlı su kalitesi yönetimi – İstanbul örneği”, *itü dergisi/e su kirlenmesi kontrolü*, Cilt:17, Sayı:3, s.45-54 Kasım 2007.

40. Şener, Ş., Şener, E., Davraz, A., “Evaluation of water quality using water quality index (WQI) method and GIS in Aksu River (SW-Turkey),” *Science of The Total Environment*, Volumes 584–585, Pages 131-144, 15 April 2017.
41. Assaf, H., Saadeh, M., “Assessing water quality management options in the upper litani basin, Lebanon, using an integrated gis-based decision support system”, *Environmental Modelling & Software* ,Volume 23, Issues 10–11, October–November 2008.
42. Özer, O., “göksu deltası’nda su kalitesinin belirlenmesi ve su kalitesi Coğrafi Bilgi Sisteminin kurulması”, *Mersin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, 2008.
43. Aktaş, S., Yılmaz, O. Y., “Meşcere taslak haritalarının mekansal tahmin yöntemleri ile üretilmesi”, *Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University*, 62(2), s.129-144, 2013.
44. Aydın, O., Çiçek, İ., “Ege Bölgesi’nde yağışın mekânsal dağılımı”, *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 11 (2), s.101-120, 2013.
45. Esen, F., “Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ve Uzaktan Algılama (UA) ile Bingöl Şehri ve çevresindeki yerleşmelerin mekânsal gelişimi için uygun alanların tespit edilmesi”, *Anemon Muş Alparslan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 7(2), s. 101–112, 2019.
46. Bağdatlı, M.C., Arslan, O, “ Gis mapping of large soil groups, current land use, soil depths and slopes, erosion in Kırşehir province of Turkey”, *World Research Journal of Agricultural Sciences*, 8(1), s. 265-277, 2020.
47. Savcı, S., Bağdatlı, M.C., “Spatial analysis of some heavy metals (ni, mn, cu) in drinking water with Gis: a case study from the central anatolia region in Turkey”, *International Refereed Journal of Engineering and Sciences*, 4, s. 65-78, 2015.

48. Kalıpçı, E., Cüce, H., Toprak, S., “ Damsa Barajı (Nevşehir) Yüzey Suyu Kalitesinin Coğrafi Bilgi Sistemi ile Mekansal Analizi”, *Karaelmas Fen ve Mühendislik Dergisi*, 7(1), s.312-319, 2017.
49. Yalçın, C., Yüce, M., “Burdur İlindeki Mevcut Güneş Enerjisi Santrallerinin (GES) Mekansal Uygunluğunun Değerlendirilmesi”, *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 10(2), s. 132-140, 2019.
50. Daylan, E. G. B., İncecik, S., “İstanbul’da coğrafi bilgi sistemleri ile hava kalitesinin incelenmesi”, *itü dergisi/e su kirlenmesi kontrolü*, Cilt:1, Sayı:2, s.51-62 Aralık 2002.
51. Yalçın, G., “Coğrafi Bilgi Sistemlerinde mekansal desen analizi”, *International Multidisciplinary Congress of Eurasia*, s. 194-202, 2016.
52. İnternet: Ankara Valiliği, “ Genel coğrafya ve yeryüzü şekilleri”, <http://www.ankara.gov.tr/genel-cografya-ve-yeryuzu-sekilleri>
53. İnternet: Wikipedia, “Ankara”, <https://tr.wikipedia.org/wiki/Ankara#Coğrafya>
54. İnternet: Ankara Valiliği, “Nüfus ve idari durum”, <http://www.ankara.gov.tr/nufus-ve-idari-durum>
55. İnternet: TÜİK, “İstatistik veri portalı”, <https://data.tuik.gov.tr/Search/Search?text=nüfus>
56. İnternet: Meteoroloji Genel Müdürlüğü, “ Resmi istatistikler”, <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler>
istatistik.aspx?k=A&m=ANKARA
57. İnternet: ASKİ, “Su kaynakları”, <https://www.aski.gov.tr/TR/ICERIK/Su-Kaynaklarimiz/32>

58. İnternet: ASKİ (Ankara Su ve Kanalizasyon İdaresi Genel Müdürlüğü), “Su analiz sonuçları”, <https://www.aski.gov.tr/TR/SuAnalizSonuclari.aspx>
59. Şen, A., “Elektrik alan şiddetlerinin ölçümü ve Coğrafi Bilgi Sistemi ortamında yapay sinir ağları ile analizi”, *Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, İstanbul, 2007.
60. Taylan, E.D., Damçayırı, D., “Isparta Bölgesi Yağış Değerlerinin IDW ve Kriging Enterpolasyon Yöntemleri ile Tahmini”, *İMO Teknik Dergi*, s. 7551-7559, 2016.
61. İnternet: Resim, <https://tr.wtsnational.org/704564-inverse-distance-weighted-interpolation-for-TTGPSN-article>
62. Tural, S., “Gerçek zamanlı meteoroloji verilerinin toplanması, analizi ve haritalanması”, *Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, s. 19-21, 2011.
63. Mann H. B., “Non-parametric Tests Against Trend. *Econometrica*”, 13, s. 245-259, 1945.
64. Kendall M. G., “Rank Correlation Methods. Charles Griffin”, London, 135p, 1975.
65. Yue, S., Pilon, P., “A Comparison of the Power of the t test, Mann-Kendall and Bootstrap Tests for Trend Detection / Une Comparaison de la puissance des tests t de Student, de Mann-Kendall et du bootstrap pour la détection de tendance” *Hydrological Sciences*, 49(1), 2012.
66. Danneberg J. “Changes in runoff time series in Thuringia, Germany – Mann-Kendall trend test and extreme value analysis”, *Adv. Geosci.*, 31, s. 49–56, 2012.
67. Yürekli, K., “Impact of Climate Variability on Precipitation in the Upper Euphrates–Tigris Rivers Basin of Southeast Turkey”, *Atmospheric Research* 154, s. 25–38, (2015).

68. Novotny, E.V., Heinz G. S., “Stream Flow in Minnesota: Indicator of Climate Change”, *Journal of Hydrology* , 334, s. 319– 333, 2007.
69. Deng, H., Chen, Y., Shi, X., Li, W., Wang, H., Zhang, S., Fang G., “Dynamics of temperature and precipitation extremes and their spatial variation in the arid region of northwest China” *Atmospheric Research*, 138, s. 346– 355, 2014.
70. Bayazıt, M., İnşaat Mühendisliğinde Olasılık Yöntemleri, İTÜ İnşaat Fakültesi Matbaası, 1996.
71. Gümüş, V., “Fırat havzası akımlarının trend analizi ile değerlendirilmesi”, *Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi*, Şanlıurfa, 2006.
72. Dedeakayoğulları, H., Önal, A.E., “Çevre-insan sağlığı ilişkisi açısından su ve su analizinin önemi”, *İst Tıp Fak Derg*, 72(2):65-70, 2009.
73. Çankaya, S., Topbaş, M., Yavuzıılmaz, A.,Yeşilbaş-Üçüncü, Ş., Karakullukçu, S., Kolaylı, C.C., Dilaver, İ., Acar, G., Parlak, B., Şahin, K., Hamzaoğlu, K., Bölükbaş, C., Çan, G., Beyhun, N.E. “Trabzon halk çeşmelerinin fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik yönden değerlendirilmesi”, *Türk Hij Den. Biyol Derg*, 74(EK-1): 21-28, 2017.
74. Ozan, F., “Yüzey sularında su kalitesi parametrelerinin modellenmesi”, *Yalova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi*, 2019.
75. Kavurmacı, M.M., Üstün, A.K., “Çok kriterli karar verme analizi ve Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) kullanılarak su kalitesinin değerlendirilmesi”, *KSÜ Doğa Bil. Derg.*, 19(2), 208-220, 2016.
76. Ersoy, A. F., Karagüllü, D., “Söğütlü deresi (Trabzon) su kalitesi parametrelerinin Coğrafi Bilgi Sistemleri kullanılarak değerlendirilmesi”, *Jeoloji Mühendisliği Dergisi*, 42, s.1-16, DOI 10.24232/jmd.43413, 2018.

77. İleri, S., “Uluabat gölü su ve sediment kalitesinin fiziko-kimyasal parametreler açısından değerlendirilmesi ve Coğrafi Bilgi Sistemi ortamında analizlenmesi”, *Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi*, 2010.
78. Demir, A. D., Şahin, Ü., Demir, Y., “Murat nehri su kalite parametrelerinin trend analizi ve tarımsal açıdan kullanılabilirliği”, *YYÜ Tar Bil. Derg.*, 26(3): 414-420, 2016.
79. Namlı, Y., “Fırat- Dicle ve Yeşilirmak havzalarında taşkın trend analiz”, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi*, 2019.
80. Bağdatlı, M.C., Arslan, O., “Evaluation of the number of rainy days observed for long years due to global climate change in Nevşehir/Turkey”, *Recent Research in Science and Technology*, 11: 09-14 doi: 10.25081/rrst.2019.11.6079, 2019.
81. İnternet: Orman ve Su İşleri Bakanlığı, “Dezenfeksiyon teknik tebliği”, <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2015/08/20150826-21.htm#:~:text=İlk%20uygulamada%20dağıtım%20ağının%20en,mg%2FL%27ye%20çıkartılır.>
82. İnternet : ASKİ, “ İçme suyu arıtma”, <https://www.aski.gov.tr/TR/ICERIK/Icme-Suyu-Aritma/31>
83. Karakuş, C.B., “Trend Analysis Methods for Hydro-Meteorological Parameters”, *International Journal of Scientific and Technological Research*, ISSN 2422-8702 (Online) Vol 3, No.2, 2017.
84. Büyükyıldız, M., Berktay, A. Parametrik Olmayan Testler Kullanılarak Sakarya Havzası Yağışlarının Trend Analizi, *J. Fac. Eng. Arch. Selcuk Univ.*, 19 (2), 2004.
85. İnternet: ASKİ (Ankara Su ve Kanalizasyon İdaresi Genel Müdürlüğü), “Su kalitesi ve kontrolü faaliyetleri”, <https://aski.gov.tr/TR/ICERIK/Laboratuvar-Hizmetleri/28>

86. Tanas, E.N., “Sakarya ili içme suyu şebekesinin su kalitesinin araştırılması”, *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi*, 2016.
87. Sünter, A.T., “İçme ve kullanma sularının arıtılması ve dezenfeksiyonu”, 6. *Ulusal Sterilizasyon Kongresi*, s. 425-438, 2009.
88. Güzelsoy, N.A., “ICP-MS ile bazı gıda takviyelerinde element analizleri ve analitik problemler”, *Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi*, 2013.
89. İnternet: ASKİ, “Haberler”, <http://www.aski.gov.tr/tr/HABER/Adım-Adım-Baskentte-Asbestli-Borular-Degisiyor-4-lhale-Yapildi/345>
90. İnternet: ASKİ, “Haberler”, <http://www.aski.gov.tr/tr/HABER/Nallıhan-Ve-Ayas-Ilcelerinde-De-Asbestli-Borular->
91. Oğuz, T. C., “İçme suyunda yaygın olarak karşılaşılan su kalite problemleri ve arıtımı için çözüm önerileri”, *Orman ve Su İşleri Bakanlığı Uzmanlık Tezi*, 2015.
92. İnternet: İMO, “Ankara su sorunu değerlendirmesi ve kızılırmak suyu raporu”, <https://www.imo.org.tr/resimler/ekutuphane/pdf/13843.pdf>
93. İnternet: ASKİ, “Haberler”, <http://www.aski.gov.tr/tr/HABER/Ivedik-Icme-Suyu-Aritma-Tesisı-Kapılarını-Baskentlılere-Actı/409>
94. World Health Organization-WHO. (2004a). Barium in Drinking-water Background document for development of WHO Guidelines for Drinking-water Quality. Geneva: World Health Organization.
95. İnternet: Ankara Ticaret Borsası, “Ankara’da tarım ve hayvancılık”, https://www.ankaratb.org.tr/lib_upload/41_ANKARA'DA%20TARIM%20VE%20HA%20YVANCILIK_26_09_2007.pdf

96. Zeydanlı, D., “İyon kromatografi kondüktivite dedektörü ile orotik asidürili hasta idrarında orotik asit tayin” *İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, 2013.
97. Tezce, G., “Drinking water quality in Ankara: a monitoring study”, *Orta Doğu Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi*, 2010.
98. Aras, E., “Hidrolik yapılar üzerinde gerçekleşen havalanmanın nehirlerdeki çözünmüş oksijen dengesi ve atıksu arıtma sistemlerinin optimizasyonu üzerine etkiler”, *Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi*, 2009.
99. Saab, D. J., “Conceptualizing Space”, *M.A. Intercultural Relations, Lesley University*, 2003.

EKLER

EK-1 Ankara Büyükşehir Belediyesi ASKİ Genel Müdürlüğü İçme Suyu Analiz Sonuçlarının Kullanılmasına İlişkin İzin Yazısı



T.C.
ANKARA BÜYÜKŞEHİR BELEDİYESİ
ASKİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ
Özel Kalem Müdürlüğü

Sayı : E-24358904-314.01-76623
Konu : Tez Çalışmasında Analiz Sonuçlarının
Kullanılması Hakkında

26.07.2021

ÇEVRE KORUMA VE SU HAVZALARI DAİRESİ BAŞKANLIĞINA

İlgi : 06.07.2021 tarihli ve E-40670938-314.01-70229 sayılı yazımız.

İlgide kayıtlı yazıda Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Çevre Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans yapan Oğuzhan ARSLAN tez çalışmasında kullanılmak üzere Genel Müdürlüğümüzün resmi internet sitesinde yayınlanan su analiz sonuçlarına ilişkin verileri kullanmayı talep etmektedir.

Söz konusu talep ile ilgili yapılan değerlendirme sonucu istenilen verilerin Oğuzhan ARSLAN'a sağlanması uygun görülmüştür.

Bilgilerinize arz ederim.

Cüneyt GÜRBÜZ
Özel Kalem Müdürü V.

Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

Belge Doğrulama Kodu : 0GTU-LJ6L-0VG6

Belge Doğrulama Adresi : <https://ebysorgu.aski.gov.tr/>

Adres: Hacı Bayram mahallesi Kazım Karabekir Caddesi No:70 06050
ALTINDAĞ/ANKARA

Telefon No : 0312 616 10 17-18-19-20 Fax No : 0312 324 53 01
e-Posta : İnternet Adresi : www.aski.gov.tr
Kep Adresi : askigenelmudurlugu@hs01.kep.tr

Bilgi İçin : Arife Selek ALTAY

Personel

Dahili No:

