T.C.

TRAKYA ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

SU KALİTESİ İNDEKSİ VE BAZI ÇOKLU İSTATİSTİKİ TEKNİKLER KULLANILARAK İPSALA İLÇESİ İÇME SUYU KALİTESİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

AHMET MİRAÇ TİTİZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BİYOTEKNOLOJİ VE GENETİK ANABİLİM DALI

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Cem TOKATLI

EDİRNE-2020

AHMET MİRAÇ TİTİZ'in hazırladığı "**SU KALİTESİ İNDEKSİ VE BAZI ÇOKLU İSTATİSTİKİ TEKNİKLER KULLANILARAK İPSALA İLÇESİ İÇME SUYU KALİTESİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ**" başlıklı bu tez, tarafımızca okunmuş, kapsam ve niteliği açısından Biyoteknoloji ve Genetik Anabilim Dalında bir **Yüksek lisans tezi** olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri (Ünvan, Ad, Soyad):	İmza
Doç. Dr. Cem TOKATLI	……
Doç. Dr. Esengül KÖSE	……
Dr. Öğretim Üyesi Sevil ERDOĞAN	……

Tez Savunma Tarihi: ..... /……/……

Bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak gerekli şartları sağladığını onaylarım.

İmza

Doç. Dr. Cem TOKATLI
Tez Danışmanı ……

Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü onayı

……
(Ünvan, Ad, Soyad)
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

T.Ü. FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ BİYOTEKNOLOJİ VE GENETİK ANABİLİM DALI YÜKSEK LİSANS PROGRAMI DOĞRULUK BEYANI

Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmasında, tüm verilerin bilimsel ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini, kullanılan verilerde tahrifat yapılmadığını, tezin akademik ve etik kurallara uygun olarak yazıldığını, kullanılan tüm literatür bilgilerinin bilimsel normlara uygun bir şekilde kaynak gösterilerek ilgili tezde yer aldığını ve bu tezin tamamı ya da herhangi bir bölümünün daha önceden Trakya Üniversitesi ya da farklı bir üniversitede tez çalışması olarak sunulmadığını beyan ederim.

..... / ..... / .....

Ahmet Miraç TİTİZ

İmza

Yüksek Lisans Tezi

Su kalitesi indeksi ve bazı çoklu istatistiki teknikler kullanılarak İpsala ilçesi içme suyu kalitesinin değerlendirilmesi

T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü
Biyoteknoloji ve Genetik Anabilim Dalı

ÖZET

Bu çalışmada, İpsala İlçesi'ne bağlı köylerin içme suyu kalitesi ve köylerde, yerel halk tarafından kullanılan yalak ve çeşmelerin su kalitesi, bazı limnolojik parametreler araştırılarak tespit edilmiştir. Ayrıca, Su Kalite İndeksi (WQI) ve Faktör Analizi (FA) kullanılarak elde edilen veriler değerlendirilmiştir. Bu amaç için, İpsala İlçesinden ve bağlı köylerden, 2020 yılı kış (yağışlı) ve yaz (kurak) mevsimlerinde, toplam 45 istasyondan içme suyu ve yeraltı suyu örnekleri toplanmıştır. Su numunelerinde sıcaklık, çözünmüş oksijen (ÇO), oksijen doygunluğu, pH, elektriksel iletkenlik (EC), toplam çözünmüş katı (TDS), askıda katı madde (AKM), tuzluluk, bulanıklık, nitrat (NO_3), nitrat azotu (NO_3-N) nitrit (NO_2), nitrit azotu (NO_2-N), fosfat (PO_4) ve fosfor pentaoksit (P_2O_5) olmak üzere toplam 15 su kalite parametresi tespit edilmiştir. Elde edilen verilerin daha etkili bir şekilde değerlendirilebilmesi için, Su Kalite İndeksi (WQI), Faktör Analizi (FA) ve Pearson Korelasyon İndeksi (PCI) gibi ekosistem kalitesi değerlendirme çalımlarında yaygın olarak kullanılan bazı indeks ve istatistiki metotlar kullanılmıştır. Çalışmamız sonucunda, İpsala İlçesi ve bağlı köyleri içme ve yeraltı sularındaki azotlu ve fosforlu bileşiklerin oldukça yüksek olmasına rağmen, genel olarak tespit edilen WQI değerlerinin içme suyu sınırını aşmadığı kaydedilmiştir.

Yıl : 2020
Sayfa Sayısı : 61
Anahtar Kelimeler : İpsala İlçesi, Su Kalite İndeksi, İçme Suyu Kalitesi, Çoklu İstatistiki Teknikler

Master Thesis
Evaluation of drinking water quality of İpsala district using water quality index and some multiple statistical techniques
Trakya University Institute of Natural Sciences
Department of Biotechnology and Genetics

ABSTRACT

In this study, the drinking water quality of the villages of İpsala District and the water quality of the troughs and fountains used by the local people in the villages were determined by investigating some limnological parameters. Also, the data obtained were evaluated by using Water Quality Index (WQI) and Factor Analysis (FA). For this purpose, drinking and groundwater samples were collected from a total of 45 stations in the winter (rainy) and summer (dry) seasons of 2020 from İpsala District and its villages. A total of 15 water quality parameters including temperature, dissolved oxygen (DO), oxygen saturation, pH, electrical conductivity (EC), total dissolved solids (TDS), suspended solids (SS), salinity, turbidity, nitrate (NO_3), nitrate nitrogen (NO_3-N) in water samples) nitrite (NO_2), nitrite nitrogen (NO_2-N), phosphate (PO_4) and phosphorus pentaoxide (P_2O_5), were determined in water samples. In order to evaluate the obtained data more effectively, some indexes and statistical methods commonly used in ecosystem quality assessment studies such as Water Quality Index (WQI), Factor Analysis (FA) and Pearson Correlation Index (PCI) were used. As a result of our study, it was noted that although the nitrogenous and phosphorous compounds in the drinking and groundwaters of İpsala District and its villages are quite high, the WQI values generally determined do not exceed the drinking water limit.

Year : 2020
Number of Pages : 61
Keywords : Ipsala District, Water Quality Index, Drinking Water Qality, Multiple Statistical Techniques

TEŞEKKÜR

Bu çalışmayı hazırlamamda büyük emekleri olan değerli danışman hocam Doç. Dr. Cem TOKATLI'ya, çalışma alanımızın topografik haritalarının yapımında çok yardımcı olan Yüksek Çevre Mühendisi Alper UĞURLUOĞLU'na, bu süreçte hiç bir desteğini esirgemeyen, her türlü bilgi birikimini paylaşan, değerli hocam Dr. Öğretim Üyesi Sevil ERDOĞAN'a, lisans öğrenimim boyunca bilgi birikimlerinin benden esirgemeyen ve akademik kariyerimin başlamasına vesile olan Arş. Gör. Ayşe Gül ÖZAŞKIN ARSLAN'a, akademik hayatım boyunca sürekli yanımda olan, maddi manevi desteğini hiçbir zaman esirgemeyen ağabeyim Hüseyin Cenk KULA ve eşi Havva KULA'ya, yüksek lisansa başladığım günden beri bilgi paylaşımını benden esirgemeyen, yüksek lisans hayatımdaki yol arkadaşım Biyomühendis Elif Ecem FINDIK'a, desteğini sürekli arkamda hissettiğim Dr. Sabire KARAKUŞOĞLU'na, lise öğrenimim sırasında tanıdığım, sonrasında maddi manevi desteğini esirgemeyen hocam Öğretmen Seda GÜZEL'e, karşılaştığım zorluklarda yardımlarını esirgemeyen değerli meslektaşlarım Öğretmen Çiğdem ÇETİN ,Öğretmen Kübra DERELİ, Öğretmen Hilal GÜNAY, Öğretmen Erdoğan ÇİĞDEM, Öğretmen Fehri ÜNVER'e ve aileme desteklerinden ötürü teşekkürü bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

ÖZET ..... **iv**

ABSTRACT ..... **v**

TEŞEKKÜR ..... **vi**

İÇİNDEKİLER ..... **vii**

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ ..... **ix**

ŞEKİLLER DİZİNİ ..... **x**

ÇİZELGELER DİZİNİ ..... **xii**

BÖLÜM 1 ..... **1**

GİRİŞ **1**

1.1. İpsala İlçesi **3**

1.2. İlçede Tarım **4**

1.3. Bölgede Önceden Yapılan Çalışmalar **4**

1.4. Çalışmamızın Amacı **5**

BÖLÜM 2 ..... **6**

MATERYAL VE METOD **6**

2.1. Çalışma Alanı ve Örneklerin Toplanması **6**

2.2. Fizikokimyasal Analizler **10**

2.3.Verilerin Değerlendirilmesi **10**

2.4. İstatistiksel Analizler **10**

2.5. Su Kalite İndeksi (WQI) **10**

BÖLÜM 3 ..... **12**

BULGULAR **12**

3.1 İpsala İlçesi İçme Sularında Tespit Edilen Fizikokimyasal Veriler ... **12**

3.2. İpsala İlçesi Yeraltı Sularında Tespit Edilen Fizikokimyasal Veriler **22**

3.3. İstatistiki Analizler **32**

3.3.1. Pearson Korelasyon Analizi **32**

3.3.2. Faktör Analizi **33**

3.4. Su Kalite İndeksi (WQI) **36**

BÖLÜM 4 ..... **41**

TARTIŞMA VE SONUÇ **41**

KAYNAKLAR **46**

ÖZGEÇMİŞ **49**

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

KISALTMALAR	AÇIKLAMA
AKM	Askıda katı madde
CA	Küme analizi
Cm	Santimetre
EC	Elektrik iletkenliği
FA	Faktör analizi
Km	Kilometre
Km^2	Kilometre kare
Km^3	Kilometre küp
L	Litre
Mg	Miligram
m	Metre
m^2	Metrekare
m^3	Metreküp
NO_2	Nitrit
NO_3	Nitrat
PO_4	Fosfat
NTU	Nephelometric turbidity unit
O_2	Oksijen
TDS	Toplam çözünmüş madde
WQI	Su kalite indeksi
^oC	Santigrat derece
µS	Mikro simens

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. İpsala İlçesi topografik haritası ve içme suyu istasyonları 8
Şekil 2.2. İpsala İlçesi topografik haritası ve yeraltı suyu istasyonları.....9
Şekil 3.1. İçme sularında tespit edilen sıcaklık verilerinin mevsimsel değişimi 15
Şekil 3.2. İçme sularında tespit edilen ÇO verilerinin mevsimsel değişimi 15
Şekil 3.3. İçme sularında tespit edilen % O2 verilerinin mevsimsel değişimi....16
Şekil 3.4. İçme sularında tespit edilen pH verilerinin mevsimsel değişimi.....16
Şekil 3.5. İçme sularında tespit edilen EC verilerinin mevsimsel değişimi.....17
Şekil 3.6. İçme sularında tespit edilen TDS verilerinin mevsimsel değişimi 17
Şekil 3.7. İçme sularında tespit edilen tuzluluk verilerinin mevsimsel değişimi 18
Şekil 3.8. İçme sularında tespit edilen bulanıklık verilerinin mevsimsel değişimi 18
Şekil 3.9. İçme sularında tespit edilen AKM verilerinin mevsimsel değişimi ...19
Şekil 3.10. İçme sularında tespit edilen nitrat verilerinin mevsimsel değişimi ..19
Şekil 3.11. İçme sularında tespit edilen nitrat azotu verilerinin mevsimsel değişimi 20
Şekil 3.12. İçme sularında tespit edilen nitrit verilerinin mevsimsel değişimi ...20
Şekil 3.13. İçme sularında tespit edilen nitrit azotu verilerinin mevsimsel değişimi 21
Şekil 3.14. İçme sularında tespit edilen fosfat verilerinin mevsimsel değişimi..21
Şekil 3.15. İçme sularında tespit edilen P2O5 verilerinin mevsimsel değişimi..22
Şekil 3.16. Yeraltı sularında tespit edilen sıcaklık verilerinin mevsimsel değişimi 25
Şekil 3.17. Yeraltı sularında tespit edilen ÇO verilerinin mevsimsel değişimi ..25
Şekil 3.18. Yeraltı sularında tespit edilen % O2 verilerinin mevsimsel değişimi 26
Şekil 3.19. Yeraltı sularında tespit edilen pH verilerinin mevsimsel değişimi...26
Şekil 3.20. Yeraltı sularında tespit edilen EC verilerinin mevsimsel değişimi...27

Şekil 3.21. Yeraltı sularında tespit edilen TDS verilerinin mevsimsel değişimi 27
Şekil 3.22. Yeraltı sularında tespit edilen tuzluluk verilerinin mevsimsel değişimi 28
Şekil 3.23. Yeraltı sularında tespit edilen bulanıklık verilerinin mevsimsel değişimi 28
Şekil 3.24. Yeraltı sularında tespit edilen AKM verilerinin mevsimsel değişimi 29
Şekil 3.25. Yeraltı sularında tespit edilen nitrat verilerinin mevsimsel değişimi29
Şekil 3.26. Yeraltı sularında tespit edilen nitrat azotu verilerinin mevsimsel değişimi 30
Şekil 3.27. Yeraltı sularında tespit edilen nitrit verilerinin mevsimsel değişimi 30
Şekil 3.28. Yeraltı sularında tespit edilen Nitrit azotu verilerinin mevsimsel değişimi 31
Şekil 3.29. Yeraltı sularında tespit edilen fosfat verilerinin mevsimsel değişimi 31
Şekil 3.30. Yeraltı sularında tespit edilen P2O5 verilerinin mevsimsel değişimi 32
Şekil 3.31. Scree plot grafiği.....34
Şekil 3.32. Rotasyondan sonraki bileşen matriksi 35
Şekil 3.33. Rotasyondan sonraki bileşen diyagramı 36
Şekil 3.34. İçme sularında hesaplanan WQI değerleri ve parametre yükleri.....38
Şekil 3.35. Yeraltı sularında hesaplanan WQI değerleri ve parametre yükleri...39
Şekil 3.36. İçme sularında hesaplanan WQI değerlerinin mevsimsel değişimi..40
Şekil 3.37. Yeraltı sularında hesaplanan WQI değerlerinin mevsimsel değişimi 40

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1. İçme suyu örneği alınan istasyonların konum bilgisi 6
Çizelge 2.2. Yeraltı suyu örneği alınan istasyonların konum bilgisi 7
Çizelge 2.3. WQI için su kalitesi derecelendirmesi 11
Çizelge 3.1. Kış mevsiminde, İpsala İlçesi içme sularında tespit edilen veriler 13
Çizelge 3.2. Yaz mevsiminde, İpsala İlçesi içme sularında tespit edilen veriler 14
Çizelge 3.3. Kış mevsiminde, İpsala İlçesi yeraltı sularında tespit edilen veriler 23
Çizelge 3.4. Yaz mevsiminde, İpsala İlçesi yeraltı sularında tespit edilen veriler 24
Çizelge 3.5. İpsala İlçesi içme ve yeraltı sularında tespit edilen su kalite verileri 33
Çizelge 3.6. Açıklanan toplam varyanslar 34

BÖLÜM 1

GİRİŞ

Yeryüzünde yaşayan tüm canlıların yaşamsal faaliyetlerini sürdürebilmelerinde suyun rolü tartışılmaz bir öneme sahiptir ve su, yaşamın olmazsa olmazıdır. Suyun molekül yapısına bakıldığında aslında çok basit bir yapısı olduğu, sadece 2 hidrojen ve 1 oksijen molekülünden meydana geldiği görülmektedir. Yeryüzü üzerinde bu denli basit bir yapıya sahip ve bu denli önemli olan bir madde bulmak nerdeyse imkânsızdır. Su, birden fazla molekül ile birleşebilen, bu moleküllerin yapısını bozabilen, yeni maddelerin sentezlenmesinde rol oynayan kuvvetli bir kimyasal ayırıcıdır. Su, sadece insanlar ve hayvanlar için değil, aynı zamanda yapısında bulundurduğu sayısız canlının da yaşamını sürdürebilmesi için önemli bir role sahiptir. Canlı organizmalar büyük oranda sudan oluşmuştur. İnsan vücudunun yaklaşık %60 ile %70 arası sudan oluşmuştur. Bu oran sucul ekosistemlerde yaşayan canlılarda %95'e kadar ulaşabilmektedir. İnsan yapısı, her gün ortalama 2,5 litre suyu bazı fiziksel ve hücresel aktiviteler sonucu (terleme, idrar, soluk alıp verme) kullanmaktadır. Bu olaylar insan organizması için suyun önemini bir kez daha gözler önüne sermektedir (Tokatlı, 2012; Matricon, 2015).

Yaşadığımız dünyanın yaklaşık %75 i sular ile kaplı olmasına rağmen, canlıların özellikle de insanların tüketebileceği su miktarı çok az bir alanı kaplamaktadır. Dünyanın çevresinde bulunan bu su kaynaklarının yaklaşık %97,4'ü deniz ve okyanuslarda tuzlu su halinde bulunurken, geriye kalan %2,6'lık kısım canlıların kullanabileceği tatlı su formunu oluşturur. Bu kullanılabilen tatlı su kaynaklarının da yaklaşık %79'unu oluşturan kısmı buzullarda, yaklaşık %20'lik kısmı ise yer altı suları olarak bulunmaktadır. İnsan kullanımına açık olan tatlı su rezervleri toplam su kaynaklarının sadece %0,26'lık kısmını oluşturmaktadır (Kocataş, A, 1996)

Zaman içerisinde artan nüfus ve sanayi ile eş değer olarak evsel ve endüstriyel atıklardaki artış, arıtılmadan deşarj edilen sanayii ve kanalizasyon suları, zirai gübre ve ilaçlar gibi birçok kirletici, canlıların yaşamsal fonksiyonlarını yerine getirmelerinde hayati bir öneme sahip yeraltı ve yüzey sularını tehdit etmektedir (Matricon, 2015). Dünyanın en önemli sorunlarından biri de temiz ve kullanılabilir su kaynaklarına olan ihtiyaçtır. Bu sorunun önlenmesinde su kaynaklarının izlenmesi ve denetlenmesi büyük önem gerektiren bir durumdur.

Artan nüfus, sanayileşme ve nüfusa oranla tarım arazilerinin kullanımının artması, kullanılabilir su kaynaklarının azalması yönünde büyük bir tehdit oluşturmaktadır. Dünya geneline bakıldığında yaklaşık 6 milyar kişi, Dünya üzerinde bulunan su kaynaklarından yenilenebilir yüzey ve yer altı su kaynaklarının yaklaşık %54'ünü tüketmektedir. Günümüz kullanım miktarları göz önüne alındığında 2025 yılında bu tüketim oranının yaklaşık %70 olacağı düşünülmektedir. Diğer taraftan gelişen dünya ortamına uyum sağlarken artan yaşam standartları sonucunda dünya üzerinde bulunan tatlı su kaynaklarının daha da ileri zamanlarda yaklaşık %90 oranında kullanılacağı ve diğer canlıların yaşamsal fonksiyonlarını sağlamaları için yalnızca %10 gibi talebi karşılayamayacak kadar küçük bir kısmın kalacağı ön görülmektedir. Buda büyüyen dünyanın ileri ki zamanlarda ne denli bir tehdit altında olduğunu gözler önüne sermektedir (WWAP, 2003)

Dünya üzerindeki tatlı su rezervelerinin kullanım alanları incelenecek olursa; %69 oranla en büyük kullanımın tarımsal amaçlı olduğu, onu takiben %23 oranla sanayi sektörünün yer aldığını ve sadece %8 gibi küçük bir oranın evsel kullanımlarda kullanıldığı görülmektedir (UNESCO, 2008).

Türkiye'de yıllık yağışın ortalama su karşılığı 501 milyar m^3'tür. İmkanlar dahilinde tüketilebilecek yer altı ve yerüstü su miktarı ise ortalama 112 milyar m^3'tür. 2008 yılı verilerine göre, ülkemizde de suyun en büyük kullanım alanının tarım olduğu görülmektedir (%73,9). Ülkemizde sanayi kullanımına harcanan suyun oranı ise %10,8 olarak bildirilmiştir. Yapılan çalışmalarda ülke genelinde kişi başı su tüketiminin ortalama 270 litre olarak hesaplanmıştır. 2023 yılında ülke genelinde nüfus oranının yaklaşık 100 milyon seviyelerine ulaşacağı, bunu da kullanılan su miktarlarını etkileyeceği düşünülmek-

tedir. Tüm bu etkenlere rağmen yapılan su tasarrufu çalışmaları ve su konusundaki politikalar sayesinde 2023 yılında kişi başı su tüketiminin 150 litre seviyelerine düşürülmesi hedeflenmektedir (Çakmak ve Gökalp, 2011).

1.1.İpsala İlçesi

İpsala ilçesi, Edirne ilinin Güney batısında yer almaktadır. Yaklaşık 753 km^2 yüzölçümüne sahip İpsala ilçesi, kuzeybatı tarafında Meriç, kuzeydoğu tarafında Uzunköprü, doğu ve güney yönlerinde Keşan, güneybatı yönünde ise Enez ilçeleri ile çevrilidir. Alçak tepelerle çevrelenmiş İpsala, birçok ilçeye komşuluk yapmaktadır. Kuzey doğu yönlerini 100-300 metre arasında değişiklik gösteren yükseltiler oluştururken, batı kesimini Meriç ovasının bir kısmını oluşturan İpsala ovası kaplar. Meriç Irmağı ve oluşturduğu yapılarla sulanan ve sürekli su baskınına uğrayan İpsala ovası, 1960 yıllarında Meriç Irmağı boyunca yapılan setlerle ilin en büyük ve verimli tarım alanlarından biri durumuna getirilmiştir. İlçenin doğal sınırlarını ise kuzeybatı da Ergene Irmağı batıda ise Meriç Nehri oluşturur. İlçenin coğrafi özellikleri incelendiğinde toplam yüzölçümü 66029 hektar olduğu görülmektedir. Bu alanın 49180 hektarı tarım arazisi, 950 hektarı orman arazisi ve 1127 hektarı çayır-mera arazisidir. Tarım dışı alan ise 11360 hektardır. Ergene Irmağının kollarından Basamaklar Deresi üzerinde sulama ve taşkın önleme amacıyla kurulan Altınyazı Barajı göl alanının bir bölümü, Yeni Karpuzlu Göleti ve Sultanköy Barajı da ilçe sınırları içindedir (Edirne, 2020).

İpsala ilçesinin kalbi olan merkezine bakacak olursak; İpsala ovasının kuzeydoğusundaki tepeye konumlanmıştır. En önemli özelliklerinden biri de sınır kapısına olan komşuluğudur. İpsala ilçesinin yaklaşık 2 km içerisinden geçerek İpsala Yunanistan sınır kapısına ulaşan E-25 karayoluna ulaşmak mümkündür. İpsala ilçesi, bağlı olduğu il olan Edirne iline en uzak konumdaki ilçelerdendir ve Edirne ili şehir merkezine yaklaşık 108 km uzaklıktadır. İlçenin ekonomik yapısına bakılacak olunursa, etrafında konumlanmış nehir ve göllerden elde edilen deniz ürünleri yöre halkının önemli geçim kaynaklarının bir kısmını oluşturur. Sulak arazilerin olması ve arazilerin tarıma elverişli olması ilçede bitkisel üretimin yapılmasına önemli ölçüde katkı sağlar. Bitkisel üretimin yanı sıra, ilçenin otlak alanları yönünden elverişli olması, ilçe halkının hayvancılık ile uğraşmasına neden olmuştur. İklim yazla kış, gece ile gündüz arasındaki sıcaklık farkları ile dikkati

çeker. Karasal iklim hüküm sürer. Yağışlar kış ve bahar aylarında toplanır. Çeltik ekimi nedeniyle yazın nem oranı fazladır (Edirne, 2020).

1.2.İlçede Tarım

Aşağı Meriç Havzası'nın büyük bir kısmı İpsala ovasıdır. İpsala ilçe merkezi ile Yunanistan sınırının Enez'e kadar olan bölümde çoğunlukla çeltik üretimi yapılmaktadır. Türkiye'nin çeltik üretiminin yaklaşık %35'i İpsala ovasında yapılmaktadır. 2000 yılı verilerine göre ekilebilir arazi miktarı 561.360 dekar olup bunun 159.580 dekarında sulu ziraat, 401.780 dekarında ise kuru ziraat yapılmaktadır (Edirne, 2020).

İlçede yetiştirilen diğer önemli mahsuller; ayçiçeği, buğday, şeker pancarı, domatestir. Bu mahsullerin yanı sıra fasulye, susam, mısır ve arpa ekimi de yapılmaktadır.

İpsala'da yetiştirilen Baldo pirinci ortalama 750 kg/da ürün vermekte olup kendine özgü tadı ile Türk mutfağında vazgeçilmez pirinç çeşididir. Ayrıca İpsala Ovası'nda Yine Baldo gibi uzun taneli pirinç çeşitleri içerisinde Rocca da önemli ölçüde yer almaktadır (Edirne, 2020).

1.3.Bölgede Önceden Yapılan Çalışmalar

Bölgede günümüze kadar farklı araştırmacılar tarafından su kalitesi üzerine birçok çalışma yapılmış, yapılan bu çalışmalar aşağıda kısaca özetlenmiştir;

- Öterler, Taş ve Kırgız (2012) yaptığı çalışmada Edirne ilinde bulunan Sazlıdere deresi üzerinde yaptıkları çalışmada su kalite parametrelerine bakılmış ve sonuç olarak derenin 3. ve 4. Kalite seviyelerine daha yakın olduğunu tespit etmişlerdir.
- Aydoğan (2013), sulama kanallarında yaptığı fizikokimyasal analizler sonucunda, belirlenen değerlerin sınır değerleri aştığı ve dönemler arasında değişiklik gösterdiği sonucuna varmıştır.
- Tokatlı ve Gürbüz (2014), Edirne iline bağlı Enez ilçesi ve Yeni karpuzlu beldesinde yaşayan halkın ekolojik duyarlılıklarını araştırmıştır.
- Arkoç (2016), Doğu Trakya bölgesinde bulunan yeraltı su kaynakları incelenmiş ve bölgedeki tarımsal faaliyetler sonucunda su kaynaklarının yaklaşık %52'sinin kötü ve çok kötü sınıfında yer aldığını saptamıştır.

- Tokatlı (2017). Trakya üniversitesi arboretumu çevresinde yaptığı çalışmada arboretum içerisinde bulunan Güllapoğlu deresi ve yapay göletinden alınan su örneklerinde yüksek oranda nitrit ve fosfat bulunduğunu saptamıştır.
- Tokatlı ve Uğurluoğlu (2017). Yaptıkları çalışmada Edirne ili Havsa ilçesine bağlı köylerin içme sularında bazı fizikokimyasal analizler yapmışlar ve incelenen numunelerin organik içerik yönünden yüksek değerlere sahip olduğu sonucuna ulaşmışlardır.
- Tokatli, Baştatlı ve Elipek (2017), yaptıkları başka bir çalışmada ise Edirne iline bağlı Sultanköy, Altınyazı, Süloğlu ve Kadıköy baraj göllerinin su kalie parametrelerini incelemiş ve sudaki organik maddenin yüksek olduğu sonucuna ulaşmıştır.
- Ulviye, Selçuk, Öztürk, Özcan, Ezgi, Şengörür ve Yeşim (2019) Süloğlu, Altınyazı ve Sultanköy barajlarından çıkan suların tarımsal sulama çalışmalarında kullanılması üzerine çalışma yapmışlardır.
- Tokatlı ve Titiz (2019), İpsala ilçesinde bulunan Sultanköy barajından alınan numunelerin fizikokimyasal analizlerini yapmış ve çözünmüş oksijen, oksijen doygunluğu, pH, EC, TDS, nitrit, sülfat, KOİ ve BOİ parametreleri açısından 1 ve 2. kalite, fosfat parametresi açısından 3. Kaliteye sahip olduğunu ortaya koymuştur.

1.4.Çalışmamızın Amacı

Her ne kadar bölgede su kalitesi ile ilgili birçok çalışma yapılmış olsa da İpsala İlçesi içme ve yeraltı sularının kalitesinin mevsimsel olarak değerlendirildiği bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu çalışmada, İpsala İlçesi'nde ilçeye bağlı köylerde kullanılan içme suyu ve köylerde, yerel halk tarafından kullanılan yalak ve çeşmelerin su kalitesi araştırılmış, elde edilen veriler çeşitli ulusal ve uluslararası kalite kriterleri ile kıyaslanmış ve ayrıca veriler, Su Kalite İndeksi (WQI) ve Faktör Analizi (FA) kullanılarak değerlendirilmiştir.

BÖLÜM 2

MATERYAL VE METOD

2.1. Çalışma Alanı ve Örneklerin Toplanması

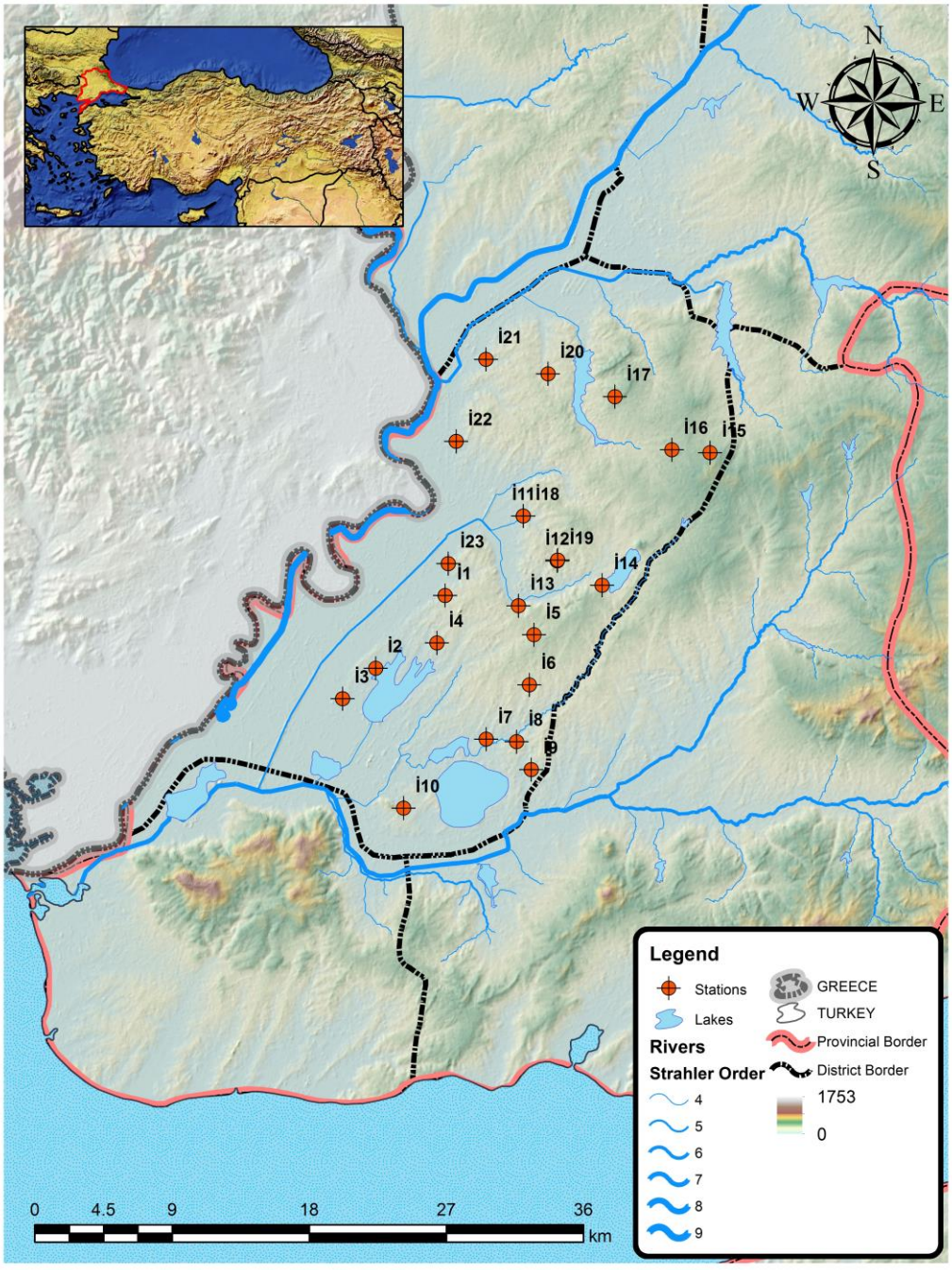
İpsala İlçesi topografik haritası, tespit edilen içme suyu ve yeraltı suyu istasyonları Şekil 2.1 ve Şekil 2.2'de verilmiştir. Ayrıca tüm istasyonlara ait koordinatlar Çizelge 2.1 ve 2.2'de verilmiştir. 2020 Yılı kış (Ocak ayı) ve 2020 yılı yaz (Ağustos ayı) tarihlerinde yapılan arazi çalışmalarında, yerleşim yerlerinden ("İ" istasyonları) içme suyu örnekleri ve köylülerin yoğun olarak kullandığı çeşme ve yalaklardan ("Y" istasyonları) ise yeraltı suyu örnekleri toplanmıştır.

Çizelge 2. 1. İçme suyu örneği alınan istasyonların konum bilgisi.

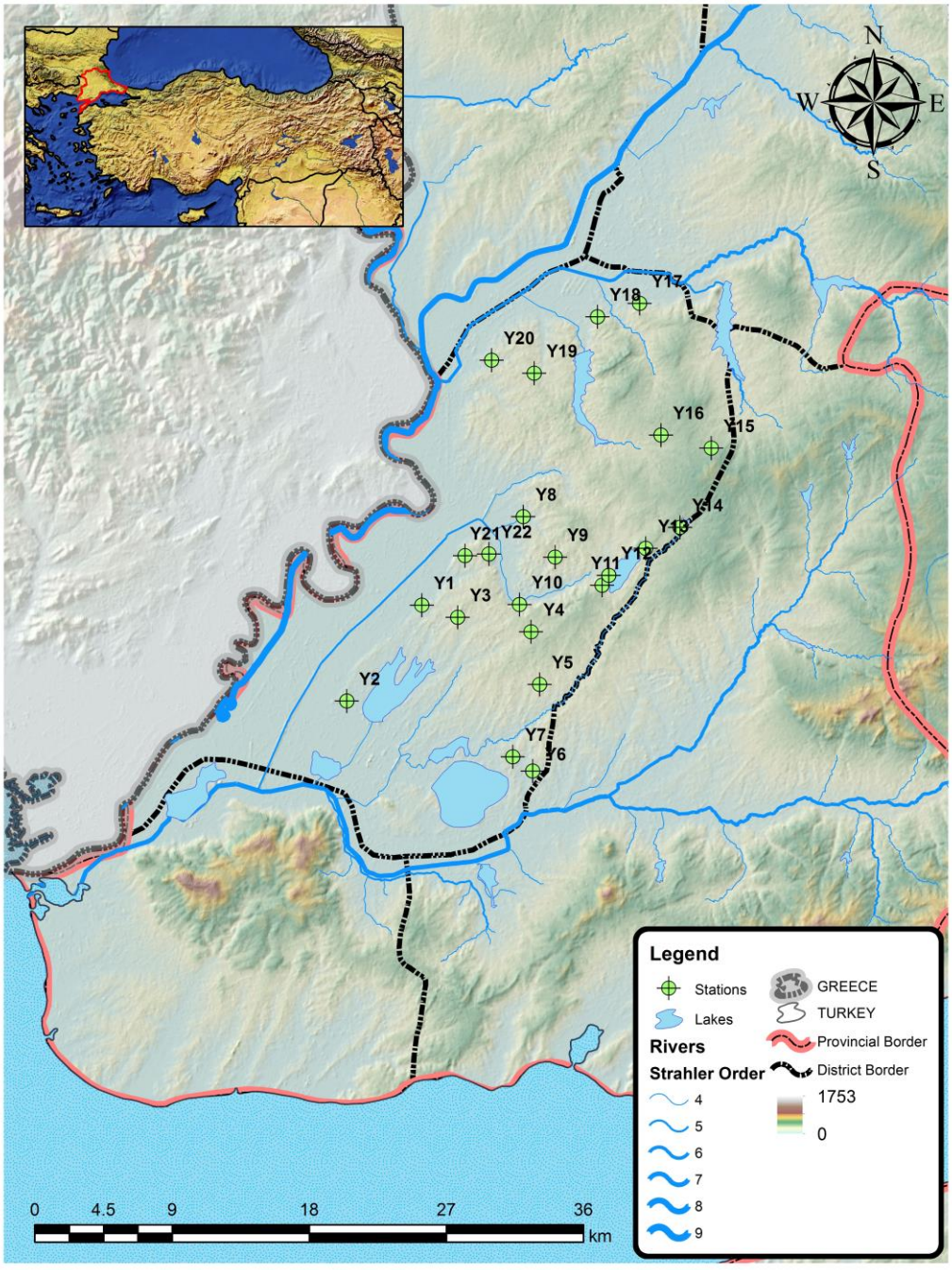
	Mevki	**Kuzey**	**Doğu**
İ1	Ahırköy	40,894	26,374
İ2	Paşaköy	40,850	26,320
İ3	Karpuzlu Beldesi	40,832	26,295
İ4	Kumdere Köyü	40,866	26,368
İ5	Esetçe Beldesi	40,871	26,443
İ6	Aliço Pehlivan Köyü	40,841	26,440
İ7	Kocahıdır Köyü	40,809	26,407
İ8	Küçük Doğanca Köyü	40,808	26,430
İ9	Yapıldak Köyü	40,791	26,442
İ10	Koyuntepe Köyü	40,768	26,343
İ11	Turpçular Köyü	40,941	26,434
İ12	Hıdırköy	40,914	26,461
İ13	Sarpdere Köyü	40,888	26,431
İ14	Korucu Köyü	40,900	26,496
İ15	Pazardere köyü	40,979	26,580
İ16	Hacıköy	40,981	26,550
İ17	İbriktepe Beldesi	41,012	26,505
İ18	Turpçular Köyü	40,941	26,434
İ19	Hıdırköy	40,915	26,461
İ20	Sultanköy	41,025	26,453
İ21	Balabancık Köyü	41,033	26,404
İ22	Sarıcaali Köyü	40,985	26,382
İ23	İpsala İlçesi Merkez	40,913	26,376

Çizelge 2. 2. Yeraltı suyu örneği alınan istasyonların konum bilgisi.

	Mevki	Açıklama	Kuzey	Doğu
Y1	Ahırköy	Ahırköy yol üstü yalak	40,888	26,356
Y2	Yeni Karpuzlu Beldesi	Karpuzlu köy içi çeşme	40,831	26,298
Y3	Kumdere Köyü	Kumdere yolüstü yalak	40,881	26,384
Y4	Esetçe Beldesi	Esetçe köyiçi yalak	40,873	26,441
Y5	Aliço Pehlivan Köyü	Aliço Pehlivan köy içi kuyu (70 m)	40,841	26,448
Y6	Yapıldak Köyü	Yapıldak köy içi yalak	40,790	26,443
Y7	Küçük Doğanca Köyü	Küçük Doğanca yolüstü yalak	40,799	26,428
Y8	Turpçular Köyü	Turpçular köyiçi yalak	40,941	26,434
Y9	Hıdırköy	Hıdırköy köyiçi yalak	40,917	26,459
Y10	Sarpdere Köyü	Sarpdere köyiçi yalak	40,889	26,432
Y11	Korucu Köyü	Korucu köyiçi yalak	40,900	26,496
Y12	Korucu Köyü	Korucu yolüstü yalak	40,906	26,501
Y13	Hacıköy	Hacıköy yolüstü yalak	40,922	26,530
Y14	Beğendik Beldesi	Beğendik yolüstü yalak	40,935	26,557
Y15	Pazardere Köyü	Pazardere köyiçi yalak	40,982	26,581
Y16	Hacıköy	Hacıköy yolüstü yalak	40,989	26,541
Y17	Karaağaç Köyü	Karaağaç yolüstü çeşme	41,067	26,524
Y18	Tevfikiye Köyü	Tevfikiye yol üstü tulumba	41,059	26,491
Y19	Sultanköy	Sultanköy yolüstü yalak	41,025	26,442
Y20	Balabancık Köyü	Balabancık köy içi yalak	41,033	26,409
Y21	İpsala İlçesi Merkez	İpsala mezarlık yalak	40,917	26,389
Y22	İpsala İlçesi Merkez	İpsala kuloğlu çeşmesi	40,918	26,408



Şekil 2. 1. İpsala İlçesi topografik haritası ve içme suyu istasyonları.



Şekil 2. 2. İpsala İlçesi topografik haritası ve yeraltı suyu istasyonları.

2.2. Fizikokimyasal Analizler

Arazi çalışmaları sırasında tüm istasyonlarda suyun sıcaklık, çözünmüş oksijen (ÇO), % oksijen doygunluğu, pH, elektriksel iletkenlik (EC), toplam çözünmüş katı (TDS), tuzluluk ve bulanıklık parametreleri, Hach Lange markalı arazi tipi Multi Parametre Ölçüm Cihazı (HQ40D) ve Hach Lange markalı arazi tipi Bulanıklık Ölçüm Cihazı (2100Q) ile belirlenmiştir.

Arazi çalışmaları sırasında uygun kaplara alınan yeterli miktarda su numuneleri, uygun muhafaza koşulları altında laboratuvara getirilmiştir. Aynı gün içerisinde su örneklerinde, askıda katı madde (AKM), tuzluluk, bulanıklık, nitrat (NO_3), nitrat azotu (NO_3-N) nitrit (NO_2), nitrit azotu (NO_2-N), fosfat (PO_4) ve fosfor pentaoksit (P_2O_5) parametreleri, Hach Lange markalı Kolorimetre Cihazı (DR 890) ile tespit edilmiştir.

2.3.Verilerin Değerlendirilmesi

Sularda tespit edilecek veriler; Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliğinde (SKKY, 2004; 2015) bildirilen limit değerler ile, Türk Standartları Enstitüsü tarafından bildirilen (TS266, 2005) içme ve kullanma suyu limit değerler ile, Dünya Sağlık Örgütü (WHO, 2011) tarafından içme suları için bildirilen limit değerler ile ve Avrupa Birliği Komisyonu tarafından (EC, 2007) içme suları için bildirilen limit değerler ile karşılaştırılmıştır.

2.4. İstatistiksel Analizler

Elde edilen veriler arasındaki anlamlı ilişkilerin tespiti için kullanılacak Pearson Korelasyon İndeksi (PCI) ve sistem üzerindeki baskı unsurlarının sınıflandırılması için kullanılacak Faktör Analizi (FA) "SPSS 17" istatistik programı kullanılarak yapılmıştır.

2.5. Su Kalite İndeksi (WQI)

WQI, içme suyu kalitesini değerlendirmede kullanılan önemli bir yöntemdir ve son yıllarda sıkça kullanılmaktadır (Wang, Liu, Liu ve Lamc, 2017; Tokatlı, 2019; Ustaoğlu, Tepe ve Taş, 2020). WQI hesaplanırken aşağıdaki formüller kullanılmıştır;

$$WQI = \sum \left[W_i \times \left(\frac{C_i}{S_i} \right) \times 100 \right] \quad (2.1)$$

$$Wi = \frac{W_i}{\Sigma W_i} \quad (2.2)$$

Burada Wi göreceli ağırlıktır ve Wi değerleri, toksik maddelerin insan sağlığı üzerindeki nispeten önemli etkileri ve potansiyel olarak önemi dikkate alınarak maksimum 5 ve minimum 1 olarak atanır (Meng, Zhang, Zhang ve Wu, 2016). Ci, suda ölçülen eser toksik element konsantrasyonudur ve Si değerleri, TS266 (2005), EC (2007) ve WHO (2011) tarafından belirlenen içme suyu için standart değerleri ifade eder. WQI ölçeği Çizelge 2.3.'te verilmiştir (Xiao, Wang, Deng ve Jin, 2019).

Çizelge 2. 3. WQI için su kalitesi derecelendirmesi.

Değer	Su Kalitesi Değerlendirmesi	Kullanım Olanakları	Derecelendirme
< 50	Mükemmel su kalitesi	İçme, sulama, endüstriyel	A
50 – 100	İyi su kalitesi	İçme, sulama, endüstriyel	B
100 – 200	Kötü su kalitesi	Sulama, endüstriyel	C
200 – 300	Çok Kötü su kalitesi	Sulama	D

BÖLÜM 3

BULGULAR

3.1 İpsala İlçesi İçme Sularında Tespit Edilen Fizikokimyasal Veriler

İpsala İlçesi içme sularında, tüm lokasyonlarda, kış mevsiminde tespit edilen su kalite parametre verileri Çizelge 3.1.‘de, yaz mevsiminde tespit edilen su kalite parametre verileri ise Çizelge 3.2.‘de verilmiştir. Ayrıca tespit edilen su kalite parametrelerin mevsimsel değişiminin ifade edildiği grafikler Şekil 3.1. – 3.15.’te verilmiştir.

Çizelge 3. 1. Kış mevsiminde, İpsala İlçesi içme sularında tespit edilen veriler.

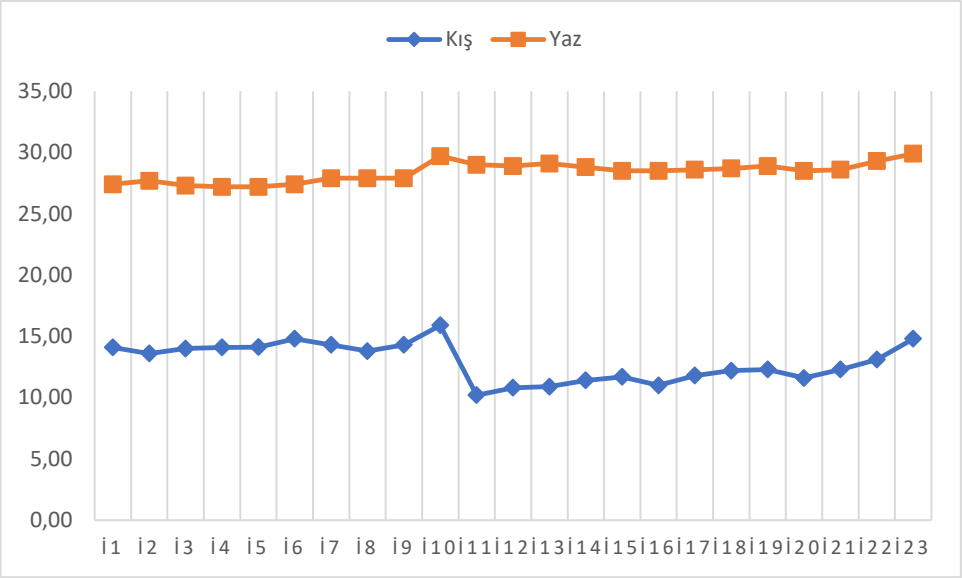
İst	Sıc	ÇO	%O	pH	EC	TDS	Tuz	Bul	AKM	NO_3	NO_3-N	NO_2	NO_2-N	PO_4	P_2O_5
	C	mg/L	%		µS/cm	mg/L	‰	NTU	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
İ1	14,10	10,19	97,20	7,81	626	338	0,34	0,60	2	3,90	0,90	0,036	0,011	0,720	0,540
İ2	13,60	9,08	85,70	8,13	409	224	0,22	0,61	2	6,90	1,60	0,024	0,007	0,290	0,210
İ3	14,00	8,60	81,90	7,99	362	198	0,12	0,85	2	7,00	1,60	0,003	0,001	0,290	0,210
İ4	14,10	10,13	96,80	7,72	329	179	0,18	1,15	4	13,70	3,10	0,058	0,018	0,450	0,330
İ5	14,12	10,18	97,40	7,48	576	318	0,32	1,20	1	18,00	4,10	0,075	0,022	0,860	0,640
İ6	14,80	9,17	88,90	7,68	442	243	0,24	0,73	1	10,50	2,40	0,670	0,020	0,010	0,010
İ7	14,30	9,17	87,90	7,52	884	495	0,50	0,73	6	5,40	1,20	0,025	0,008	0,130	0,100
İ8	13,80	9,77	92,70	7,59	884	497	0,50	0,84	1	2,90	0,60	0,003	0,001	0,000	0,000
İ9	14,30	10,25	98,30	7,60	854	476	0,48	6,23	14	4,70	1,10	0,018	0,027	0,390	0,290
İ10	15,90	7,95	79,00	7,60	582	319	0,32	0,81	2	19,50	4,40	0,007	0,002	0,290	0,220
İ11	10,20	8,37	81,70	9,85	492	287	0,29	0,80	0	12,10	2,70	0,008	0,002	0,830	0,620
İ12	10,80	9,94	87,80	9,48	807	477	0,48	0,49	9	7,50	1,70	0,000	0,000	0,270	0,200
İ13	10,90	8,91	79,60	9,29	504	295	0,29	0,54	0	11,90	2,70	0,014	0,014	0,290	0,210
İ14	11,40	9,51	85,90	9,00	811	479	0,48	1,04	18	9,70	2,20	0,000	0,000	0,060	0,050
İ15	11,70	10,47	94,40	8,86	831	493	0,49	0,93	0	24,3<	5,5<	0,027	0,008	0,750	0,560
İ16	11,00	9,32	82,60	8,77	566	334	0,34	1,68	0	3,90	0,90	0,010	0,003	0,640	0,480
İ17	11,80	9,48	85,70	8,21	823	488	0,49	1,13	2	10,00	2,30	0,026	0,008	0,400	0,300
İ18	12,20	10,34	94,20	8,18	819	487	0,49	0,89	12	5,80	1,30	0,000	0,000	0,330	0,250
İ19	12,30	10,55	96,30	8,07	812	485	0,49	0,99	14	5,50	1,20	0,000	0,000	0,240	0,180
İ20	11,60	10,10	92,00	7,98	560	331	0,33	0,90	0	17,20	3,90	0,024	0,007	0,500	0,370
İ21	12,30	9,79	91,10	7,80	678	399	0,40	0,84	0	24,3<	5,5<	0,044	0,013	0,660	0,490
İ22	13,10	6,19	57,60	8,06	362	211	0,21	0,58	0	2,30	0,50	0,043	0,013	1,120	0,830
İ23	14,80	7,57	76,30	7,76	635	350	0,35	1,81	0	6,90	1,60	0,032	0,010	0,170	0,130

İst: İstasyonlar; Sıc: Sıcaklık; ÇO: Çözünmüş oksijen; %O: Oksijen doygunluğu; Tuz: Tuzluluk; Bul: Bulanıklık

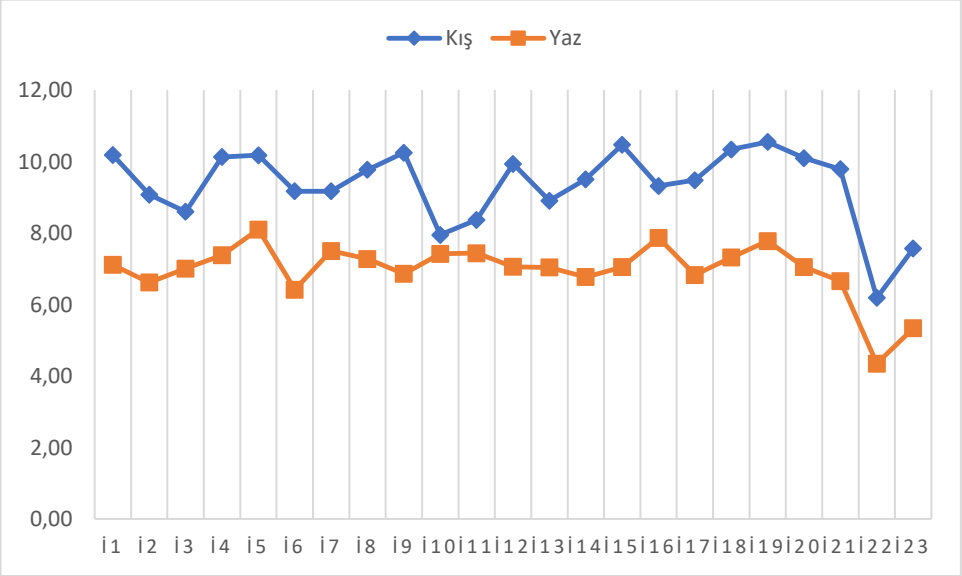
Çizelge 3. 2. Yaz mevsiminde, İpsala İlçesi içme sularında tespit edilen veriler.

İst	Sıc	ÇO	%O	pH	EC	TDS	Tuz	Bul	AKM	NO_3	NO_3-N	NO_2	NO_2-N	PO_4	P_2O_5
	C	mg/L	%		µS/cm	mg/L	‰	NTU	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
İ1	27,40	7,11	92,8	8,69	736	331	0,32	0,51	5	4,9	1,1	0,013	0,004	0,58	0,43
İ2	27,70	6,62	84,5	8,22	518	232	0,23	0,50	14	5,35	1,2	0	0	0,22	0,16
İ3	27,30	7,01	89,0	8,12	469	211	0,21	0,85	0	8,3	1,9	0,053	0,016	0,64	0,48
İ4	27,20	7,38	93,5	7,85	400	180	0,18	1,03	0	10	2,3	0	0	0,5	0,37
İ5	27,20	8,10	102,0	7,62	707	321	0,32	1,03	4	21,3	4,8	0,012	0,004	0,45	0,33
İ6	27,40	6,42	81,9	7,88	530	238	0,24	1,56	21	13	2,9	0,049	0,015	0,4	0,3
İ7	27,90	7,50	95,9	7,78	1123	515	0,52	0,57	2	4,6	1	0	0	0,5	0,37
İ8	27,90	7,28	93,1	7,83	1132	520	0,52	0,55	4	4,4	1	0,018	0,006	0,39	0,29
İ9	27,90	6,86	87,9	7,78	1133	519	0,53	0,94	13	5,7	1,3	0	0	0,26	0,19
İ10	29,70	7,42	98,2	8,14	736	324	0,32	0,68	0	17,8	4	0,009	0,003	0,73	0,55
İ11	29,00	7,44	97,1	7,73	801	355	0,35	0,69	4	24,3<	5,5<	0,057	0,017	0,86	0,64
İ12	28,90	7,06	92,1	7,72	1115	500	0,50	0,78	0	15,5	3,5	0,005	0,002	0,6	0,45
İ13	29,10	7,04	92,2	7,76	697	309	0,31	1,21	0	11,4	2,6	0,02	0,006	0,84	0,63
İ14	28,80	6,77	88,2	7,60	1107	499	0,50	0,67	3	16,6	3,8	0,045	0,014	0,56	0,42
İ15	28,50	7,05	91,3	8,42	1056	477	0,48	0,57	1	24,3<	5,5<	0,075	0,023	0,35	0,27
İ16	28,50	7,87	102,1	7,55	802	359	0,36	0,75	14	3,9	0,9	0,041	0,012	1,15	0,86
İ17	28,60	6,83	88,6	7,51	1085	491	0,49	0,64	1	5,3	1,2	0,01	0,003	0,58	0,43
İ18	28,70	7,32	95,2	7,62	1089	492	0,49	0,39	0	5,9	1,3	0,015	0,005	0,93	0,7
İ19	28,90	7,78	101,5	7,74	1088	491	0,49	0,67	14	7	1,6	0,029	0,009	0,87	0,65
İ20	28,50	7,05	91,3	7,77	720	324	0,32	0,80	5	21,4	4,8	0,033	0,01	0,74	0,59
İ21	28,60	6,66	86,4	7,62	889	400	0,40	0,59	22	24,3<	5,5<	0,017	0,005	0,44	0,33
İ22	29,30	4,35	57,1	7,89	498	220	0,22	0,48	8	4,8	1,1	0	0	0,16	0,12
İ23	29,90	5,34	71,0	7,93	745	330	0,33	2,64	0	11,9	2,7	0,021	0,006	0,39	0,29

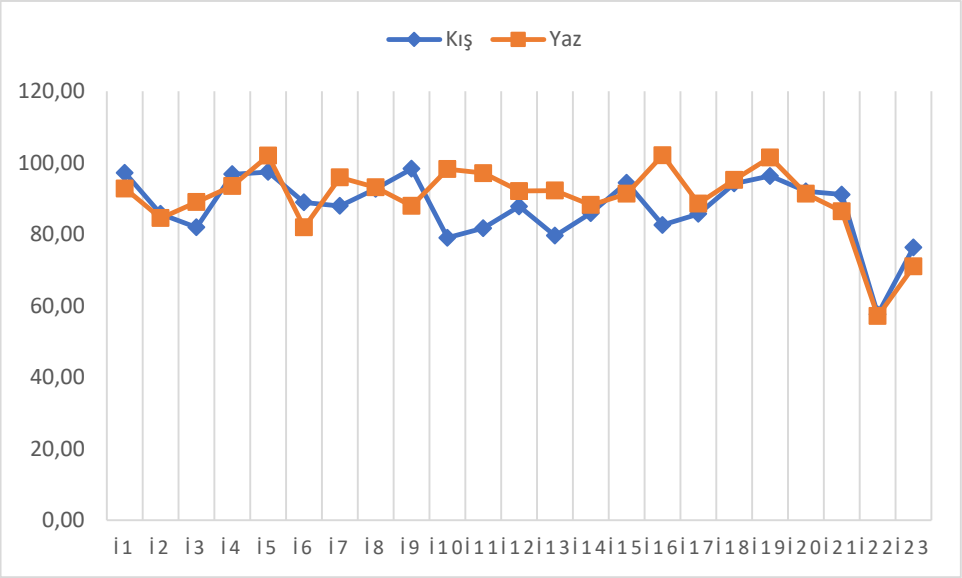
İst: İstasyonlar; Sıc: Sıcaklık; ÇO: Çözünmüş oksijen; %O: Oksijen doygunluğu; Tuz: Tuzluluk; Bul: Bulanıklık



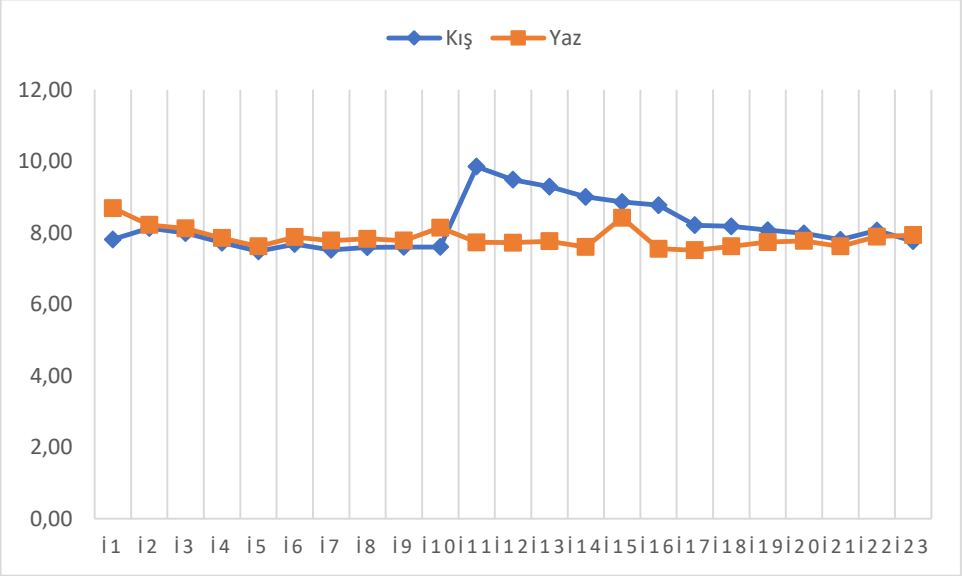
Şekil 3. 1. İçme sularında tespit edilen sıcaklık verilerinin mevsimsel değişimi (^{0}C).



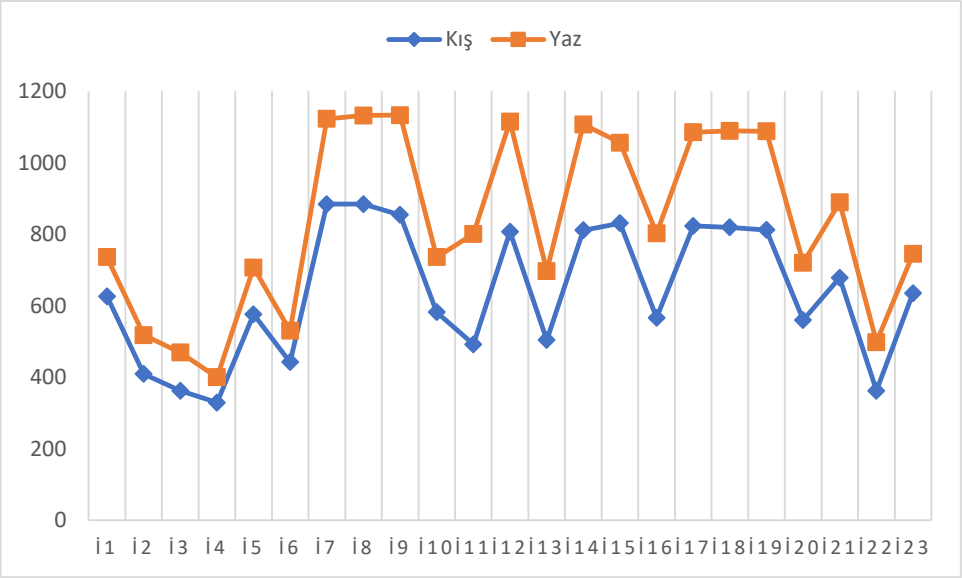
Şekil 3. 2. İçme sularında tespit edilen çözünmüş oksijen verilerinin mevsimsel değişimi (mg/L).



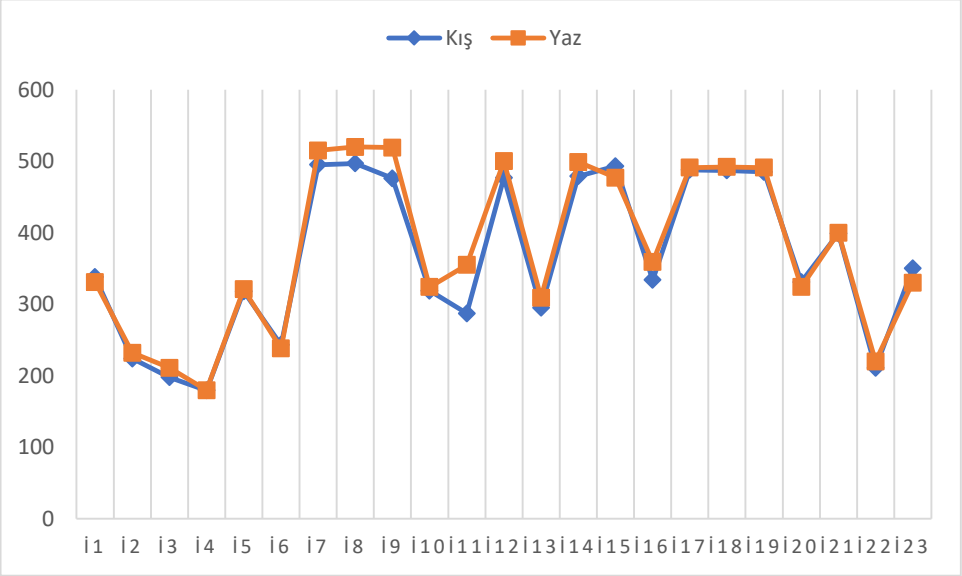
Şekil 3. 3. İçme sularında tespit edilen oksijen doygunluğu verilerinin mevsimsel değişimi (%).



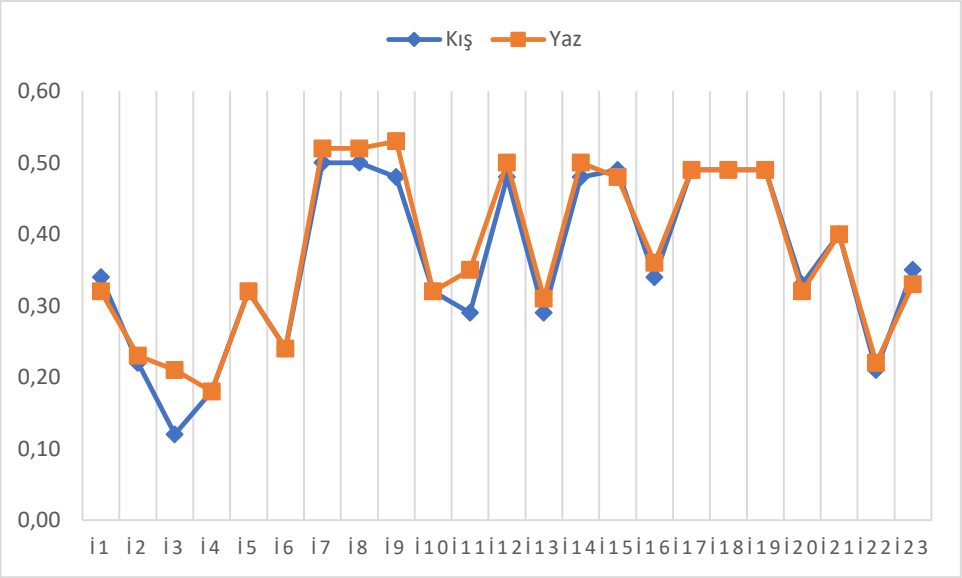
Şekil 3. 4. İçme sularında tespit edilen pH verilerinin mevsimsel değişimi.



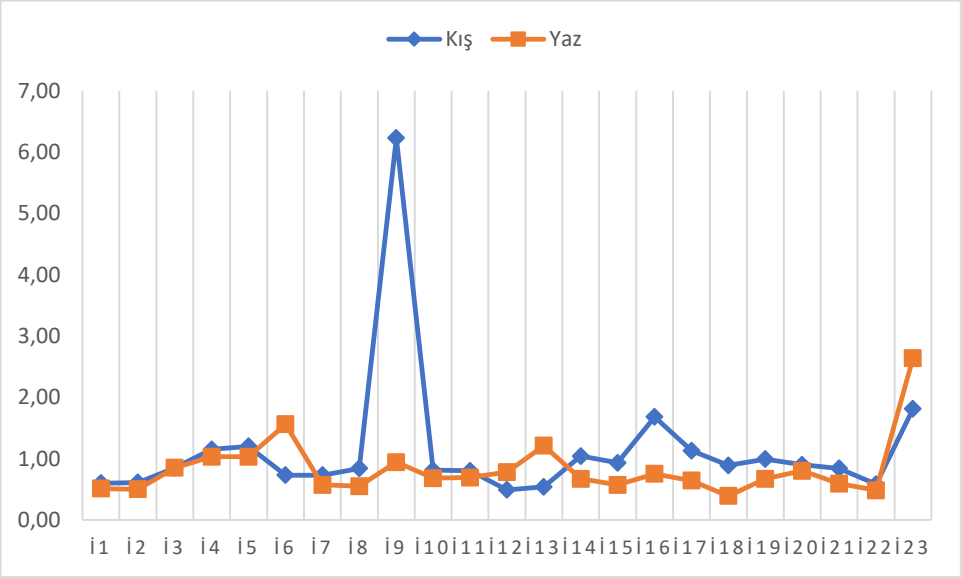
Şekil 3. 5. İçme sularında tespit edilen elektriksel iletkenlik verilerinin mevsimsel değişimi (mS/cm).



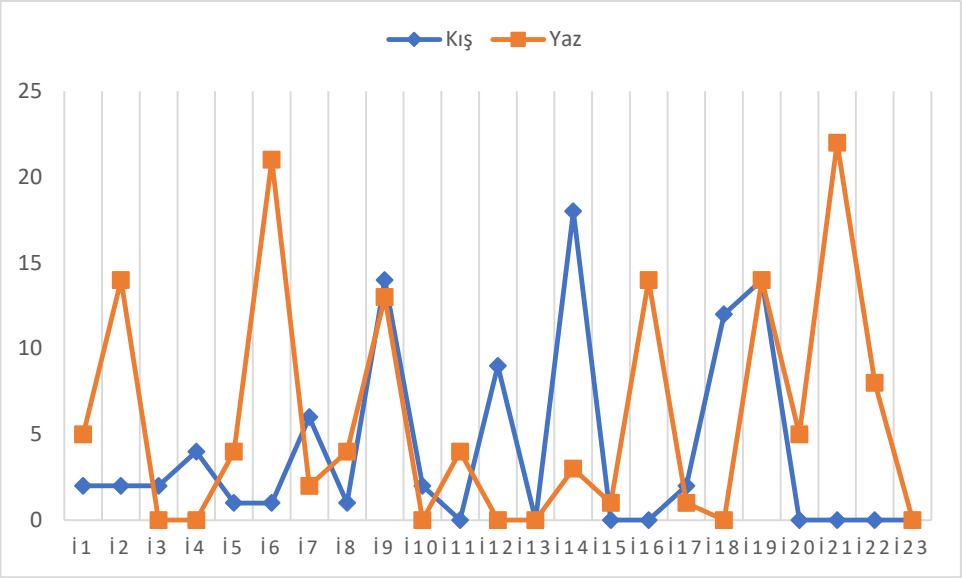
Şekil 3. 6. İçme sularında tespit edilen toplam çözünmüş katı verilerinin mevsimsel değişimi (mg/L).



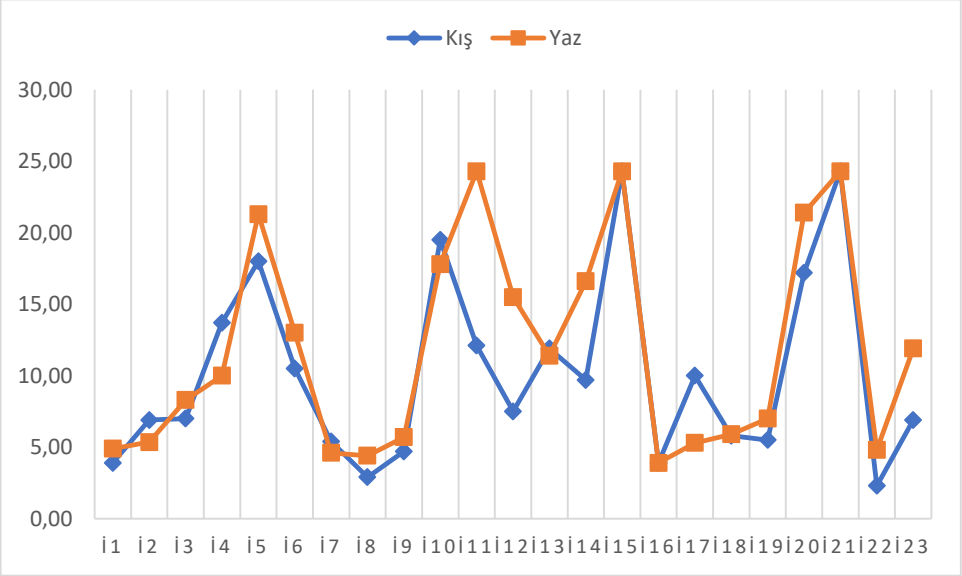
Şekil 3. 7. İçme sularında tespit edilen tuzluluk verilerinin mevsimsel değişimi (‰).



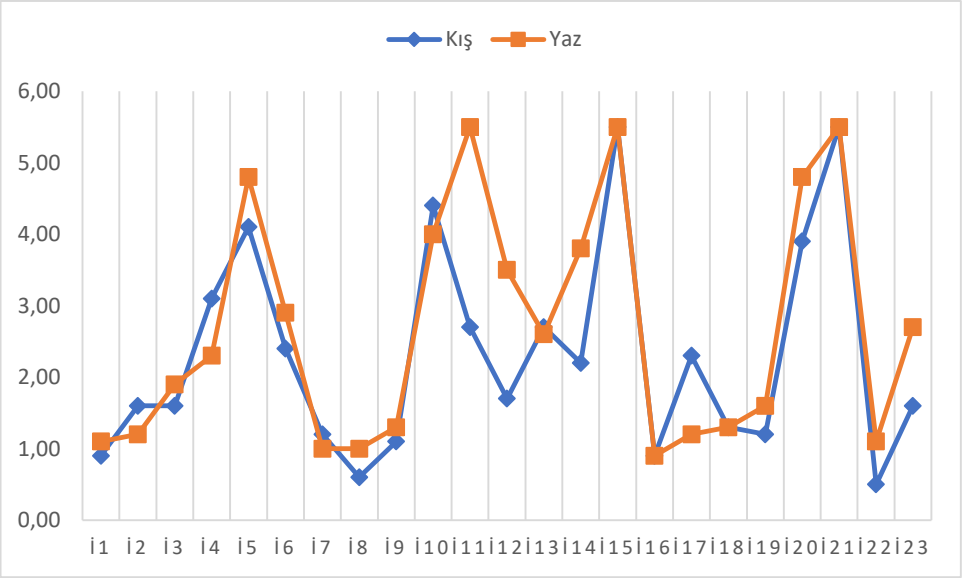
Şekil 3. 8. İçme sularında tespit edilen bulanıklık verilerinin mevsimsel değişimi (NTU).



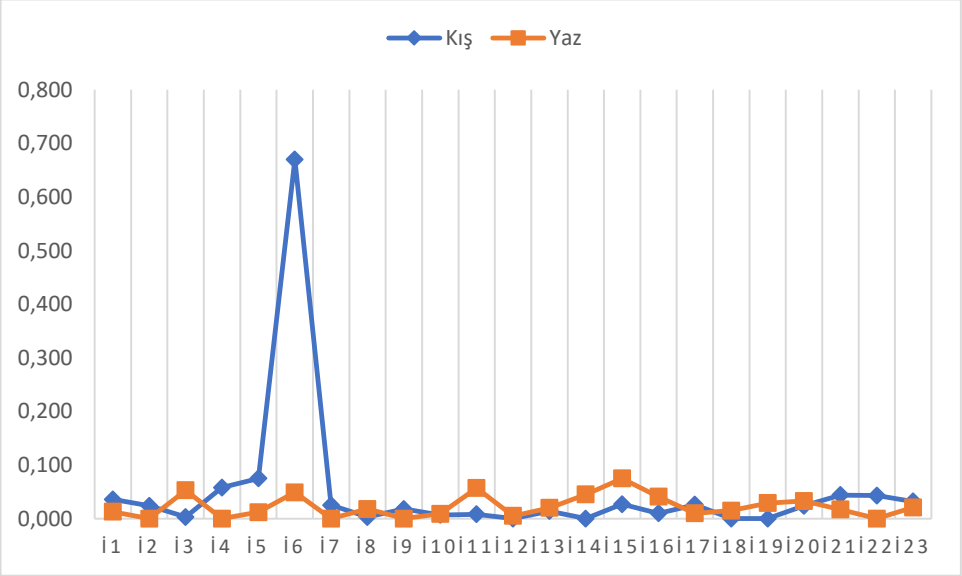
Şekil 3. 9. İçme sularında tespit edilen askıda katı madde verilerinin mevsimsel değişimi (mg/L).



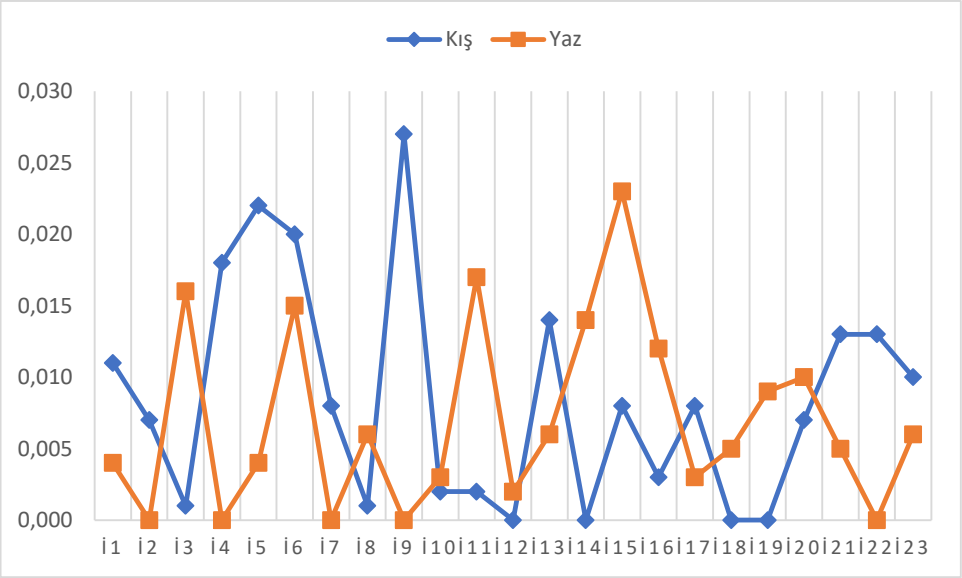
Şekil 3. 10. İçme sularında tespit edilen nitrat verilerinin mevsimsel değişimi (mg/L).



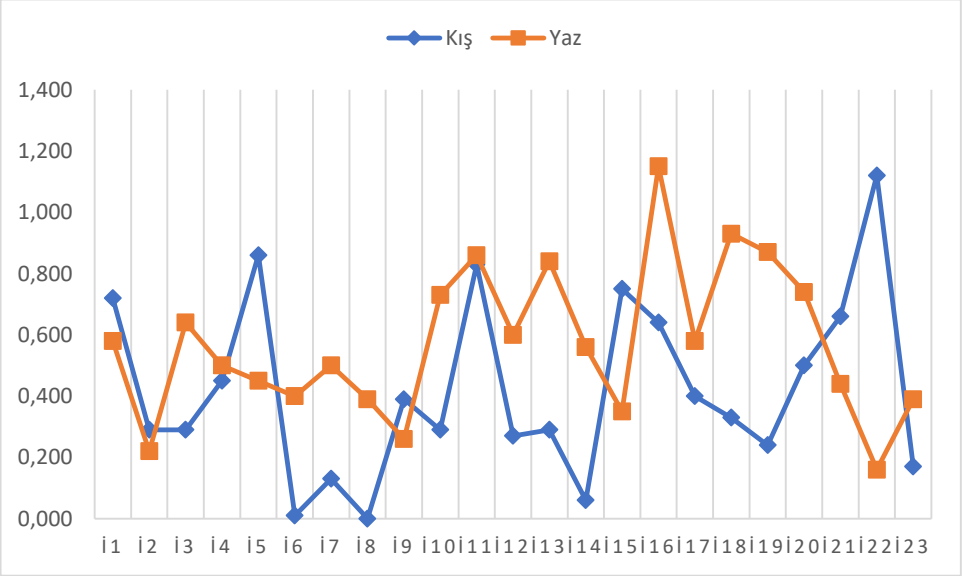
Şekil 3. 11. İçme sularında tespit edilen nitrat azotu verilerinin mevsimsel değişimi (mg/L).



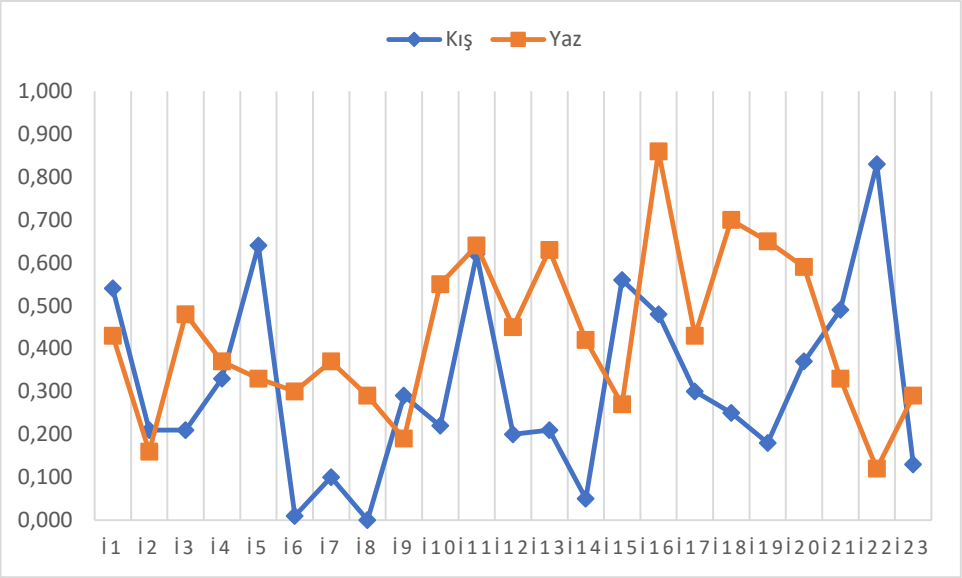
Şekil 3. 12. İçme sularında tespit edilen nitrit verilerinin mevsimsel değişimi (mg/L).



Şekil 3. 13. İçme sularında tespit edilen nitrit azotu verilerinin mevsimsel değişimi (mg/L).



Şekil 3. 14. İçme sularında tespit edilen fosfat verilerinin mevsimsel değişimi (mg/L).



Şekil 3. 15. İçme sularında tespit edilen fosfor pentoksit verilerinin mevsimsel değişimi (mg/L).

3.2. İpsala İlçesi Yeraltı Sularında Tespit Edilen Fizikokimyasal Veriler

İpsala İlçesi yeraltı sularında, tüm lokasyonlarda, kış mevsiminde tespit edilen su kalite parametre verileri Çizelge 3.3.'te, yaz mevsiminde tespit edilen su kalite parametre verileri ise Çizelge 3.4.'da verilmiştir. Ayrıca tespit edilen su kalite parametrelerin mevsimsel değişiminin ifade edildiği grafikler Şekil 3.16. – 3.30.'da verilmiştir.

Çizelge 3. 3. Kış mevsiminde, İpsala İlçesi yeraltı sularında tespit edilen veriler.

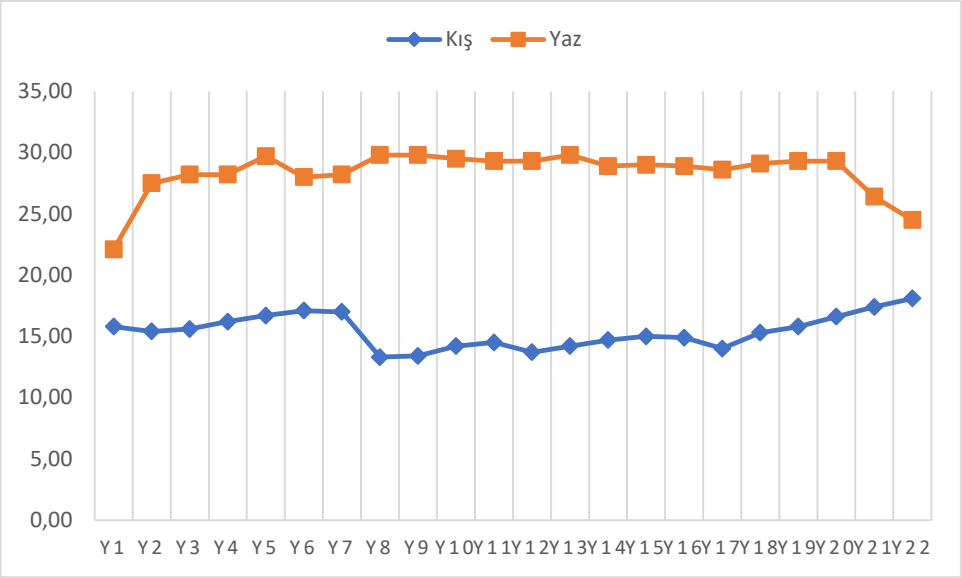
İst	Sıc	ÇO	%O	pH	EC	TDS	Tuz	Bul	AKM	NO_3	NO_3-N	NO_2	NO_2-N	PO_4	P_2O_5
	C	mg/L	%		µS/cm	mg/L	‰	NTU	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
Y1	15,80	8,75	86,90	8,07	731	405	0,40	0,82	1	24,3<	5,5<	0,014	0,004	0,380	0,280
Y2	15,40	8,37	82,40	7,79	362	198	0,20	0,49	1	4,60	1,00	0,000	0,000	0,300	0,280
Y3	15,60	8,43	83,30	6,75	294	160	0,16	1,17	1	19,50	4,40	0,051	0,002	0,370	0,280
Y4	16,20	8,42	84,20	6,56	1886	1074	1,09	0,55	3	24,3<	5,5<	0,000	0,000	0,390	0,290
Y5	16,70	7,78	78,80	6,80	3280	1911	1,95	6,45	8	24,3<	5,5<	0,003	0,001	0,190	0,140
Y6	17,10	5,91	60,20	7,31	1585	896	0,90	1,09	0	24,3<	5,5<	0,006	0,002	0,230	0,170
Y7	17,00	8,20	83,60	7,43	907	504	0,51	0,97	5	15,20	3,40	0,002	0,001	0,190	0,140
Y8	13,30	9,24	87,70	7,46	344	197	0,19	0,84	0	24,3<	5,5<	0,022	0,007	0,730	0,530
Y9	13,40	8,38	79,60	6,62	1352	811	0,82	0,63	0	24,3<	5,5<	0,034	0,010	2,430	1,820
Y10	14,20	9,80	94,00	7,46	558	325	0,32	0,66	4	24,3<	5,5<	0,041	0,013	0,710	0,530
Y11	14,50	9,58	91,80	7,41	812	480	0,48	0,70	1	22,40	5,10	0,008	0,003	0,400	0,300
Y12	13,70	9,44	89,90	7,29	496	292	0,29	1,00	13	24,3<	5,5<	0,057	0,017	1,200	0,900
Y13	14,20	8,62	82,60	7,65	802	474	0,48	0,68	4	24,3<	5,5<	0,019	0,006	0,410	0,300
Y14	14,70	6,25	60,10	8,16	672	396	0,40	1,01	12	24,3<	5,5<	0,026	0,008	0,250	0,190
Y15	15,00	8,24	79,70	7,00	2050	1252	1,27	0,92	1	24,3<	5,5<	0,000	0,000	0,180	0,130
Y16	14,90	8,00	78,00	7,75	729	428	0,43	0,48	0	24,3<	5,5<	0,028	0,008	0,140	0,100
Y17	14,00	9,29	90,00	7,53	234	135	0,13	1,14	1	4,50	1,00	0,006	0,002	0,720	0,540
Y18	15,30	9,31	90,70	7,41	980	581	0,58	6,54	6	24,3<	5,5<	0,008	0,002	0,310	0,230
Y19	15,80	9,76	96,00	7,90	265	152	0,15	0,93	0	24,3<	5,5<	0,006	0,002	0,730	0,550
Y20	16,60	7,20	71,90	6,67	1875	1123	1,14	0,86	8	24,3<	5,5<	0,058	0,018	0,360	0,270
Y21	17,40	8,16	82,60	6,97	996	573	0,57	0,68	1	24,3<	5,5<	0,009	0,003	0,840	0,270
Y22	18,10	9,05	92,90	6,44	270	150	0,15	0,88	7	24,3<	5,5<	0,000	0,000	0,420	0,310

İst: İstasyonlar; Sıc: Sıcaklık; ÇO: Çözünmüş oksijen; %O: Oksijen doygunluğu; Tuz: Tuzluluk; Bul: Bulanıklık

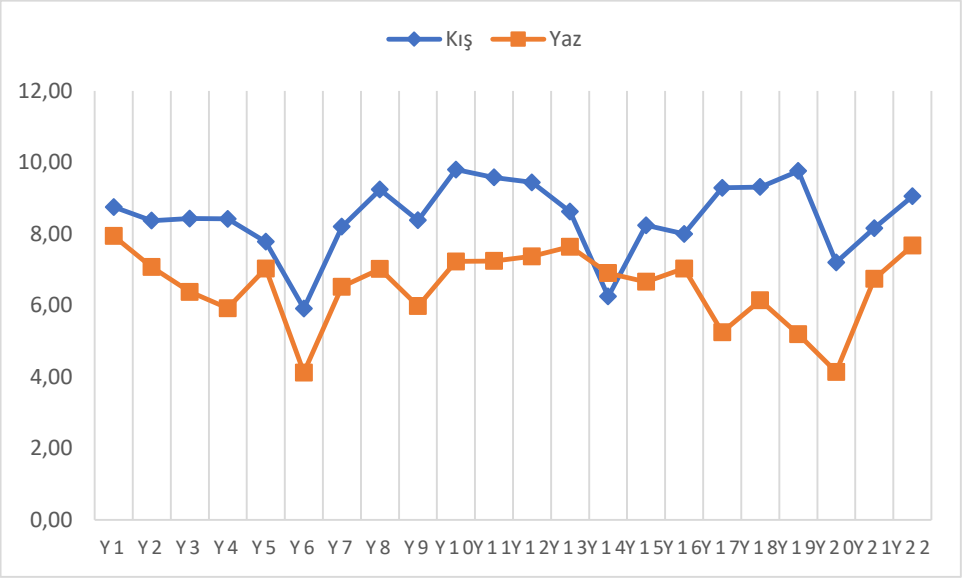
Çizelge 3. 4. Yaz mevsiminde, İpsala İlçesi yeraltı sularında tespit edilen veriler.

İst	Sıc	ÇO	%O	pH	EC	TDS	Tuz	Bul	AKM	NO_3	NO_3-N	NO_2	NO_2-N	PO_4	P_2O_5
	C	mg/L	%		µS/cm	mg/L	‰	NTU	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
Y1	22,10	7,94	100,3	7,21	840	399	0,40	0,45	28	24,3<	5,5<	0,004	0,001	0,53	0,4
Y2	27,50	7,07	90,8	7,38	472	216	0,21	0,58	25	11,5	2,6	0,013	0,004	0,84	0,62
Y3	28,20	6,38	82,2	6,99	392	177	0,18	1,96	15	22,2	5	0	0	0,74	0,55
Y4	28,20	5,92	76,3	6,72	2032	1098	1,11	0,65	7	24,3<	5,5<	0,029	0,009	0,97	0,73
Y5	29,70	7,03	92,9	7,40	4100	1937	1,97	2,03	2	24,3<	5,5<	0,008	0,002	0,61	0,45
Y6	28,00	4,12	52,9	6,94	2115	995	1,00	0,79	7	24,3	5,5	0,048	0,015	0,48	0,36
Y7	28,20	6,52	84,3	7,59	894	407	0,41	0,89	8	14,8	3,4	0,01	0,003	0,38	0,28
Y8	29,80	7,02	93,0	7,07	490	215	0,21	0,52	0	24,3<	5,5<	0,007	0,002	1,08	0,81
Y9	29,80	5,98	79,3	6,34	2048	938	0,94	0,46	1	24,3<	5,5<	0,054	0,016	2,03	1,52
Y10	29,50	7,23	94,9	7,40	757	337	0,34	0,58	8	24,3<	5,5<	0,04	0,012	0,67	0,5
Y11	29,30	7,24	95,2	6,96	1093	494	0,49	0,47	0	24,3<	5,5<	0,013	0,004	1,4	1,04
Y12	29,30	7,37	96,8	7,46	686	305	0,30	3,65	2	23	5,1	0	0	0,99	0,74
Y13	29,80	7,64	99,7	7,87	999	452	0,45	0,54	13	24,3<	5,5<	0,008	0,002	0,02	0,02
Y14	28,90	6,90	87,6	7,91	995	449	0,45	0,58	3	24,3<	5,5<	0,043	0,013	0,25	0,19
Y15	29,00	6,66	87,0	7,91	2670	1249	1,26	0,39	5	24,3<	5,5<	0,009	0,003	0,54	0,4
Y16	28,90	7,03	91,7	7,18	830	375	0,37	0,53	0	24,3<	5,5<	0,023	0,007	0,24	0,8
Y17	28,60	5,25	68,2	7,99	287	126	0,12	0,55	2	6	1,4	0,019	0,006	1,01	0,75
Y18	29,10	6,14	80,3	7,02	1329	604	0,61	2,23	0	24,3<	5,5<	0,014	0,004	0,46	0,35
Y19	29,30	5,19	68,1	7,29	730	327	0,33	0,41	0	21	4,7	0,004	0,001	0,89	0,66
Y20	29,30	4,14	54,4	6,91	2430	1130	1,14	0,45	3	24,3<	5,5<	0,072	0,022	0,62	0,44
Y21	26,40	6,74	84,1	7,01	1215	567	0,57	0,70	3	24,3<	5,5<	0,019	0,006	1,38	1,03
Y22	24,50	7,67	92,5	6,40	298	138	0,14	1,03	0	24,3<	5,5<	0,023	0,007	0,64	0,48

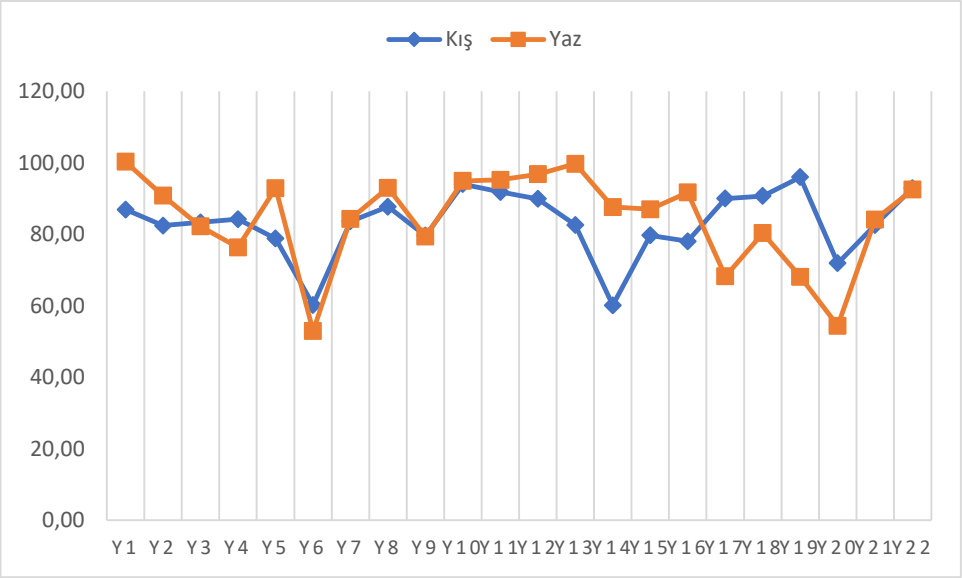
İst: İstasyonlar; Sıc: Sıcaklık; ÇO: Çözünmüş oksijen; %O: Oksijen doygunluğu; Tuz: Tuzluluk; Bul: Bulanıklık



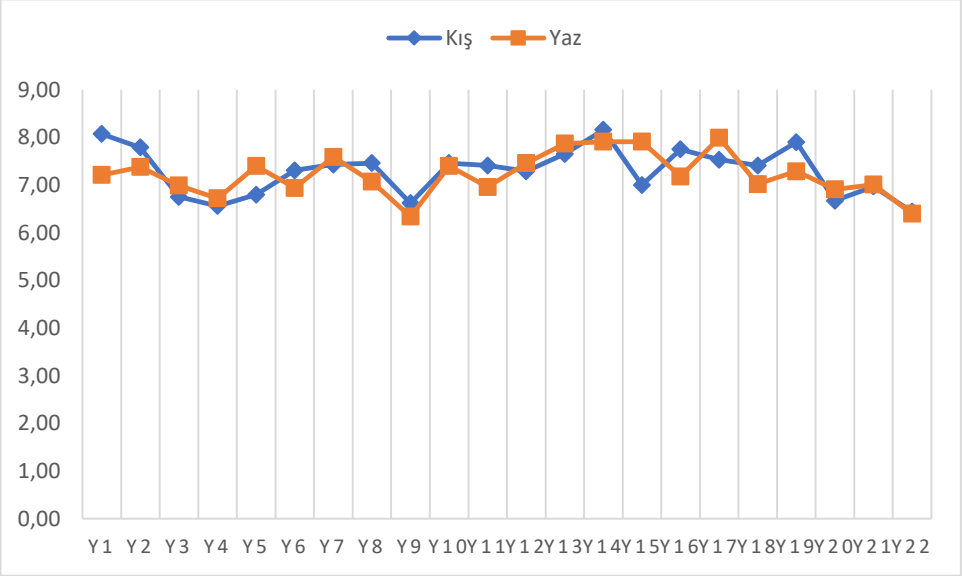
Şekil 3. 16. Yeraltı sularında tespit edilen sıcaklık verilerinin mevsimsel değişimi (^{0}C).



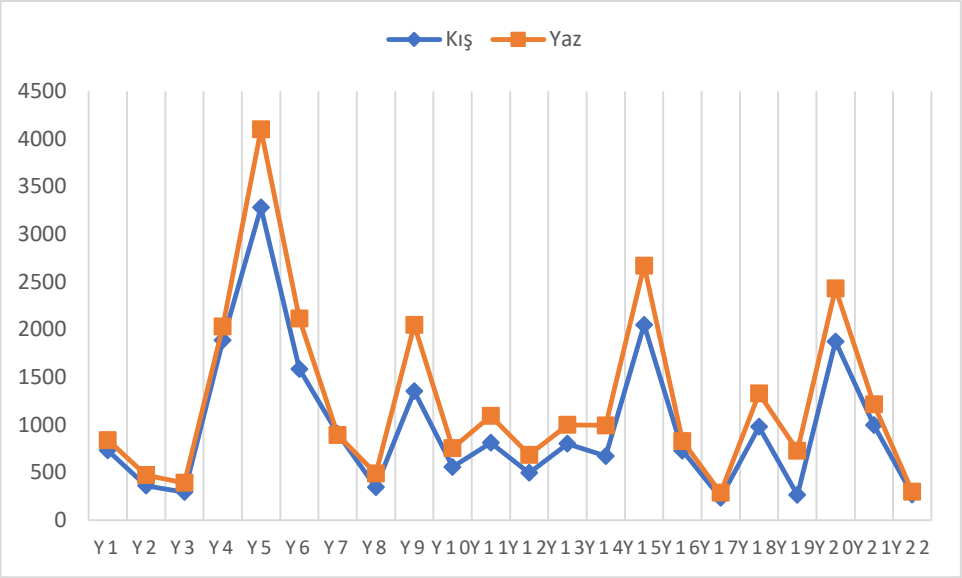
Şekil 3. 17. Yeraltı sularında tespit edilen çözünmüş oksijen verilerinin mevsimsel değişimi (mg/L).



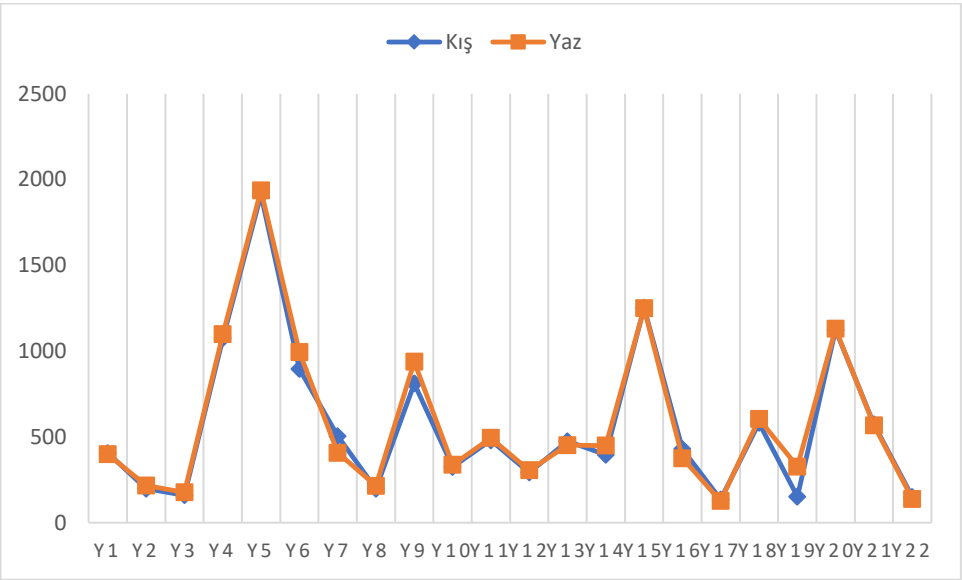
Şekil 3. 18. Yeraltı sularında tespit edilen oksijen doygunluğu verilerinin mevsimsel değişimi (%).



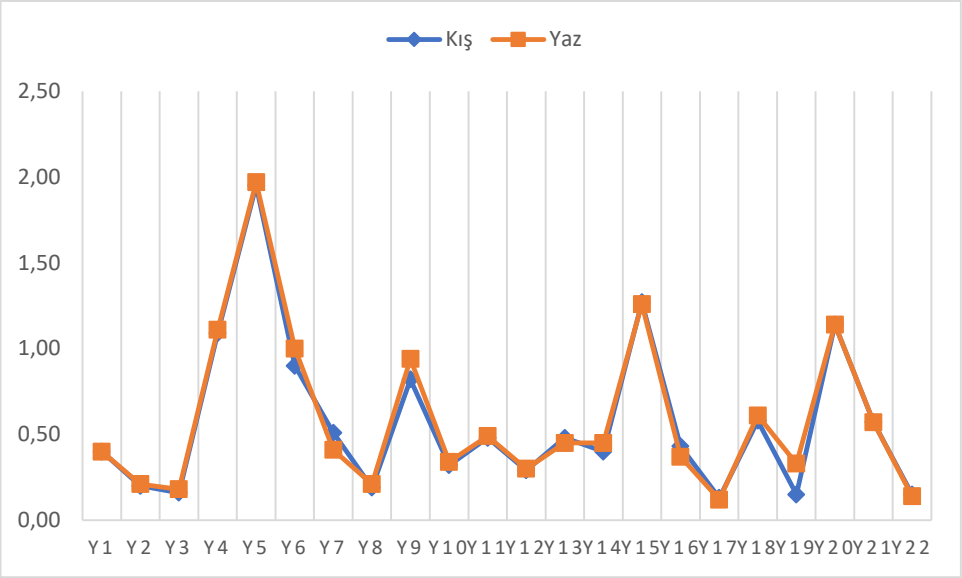
Şekil 3. 19. Yeraltı sularında tespit edilen pH verilerinin mevsimsel değişimi.



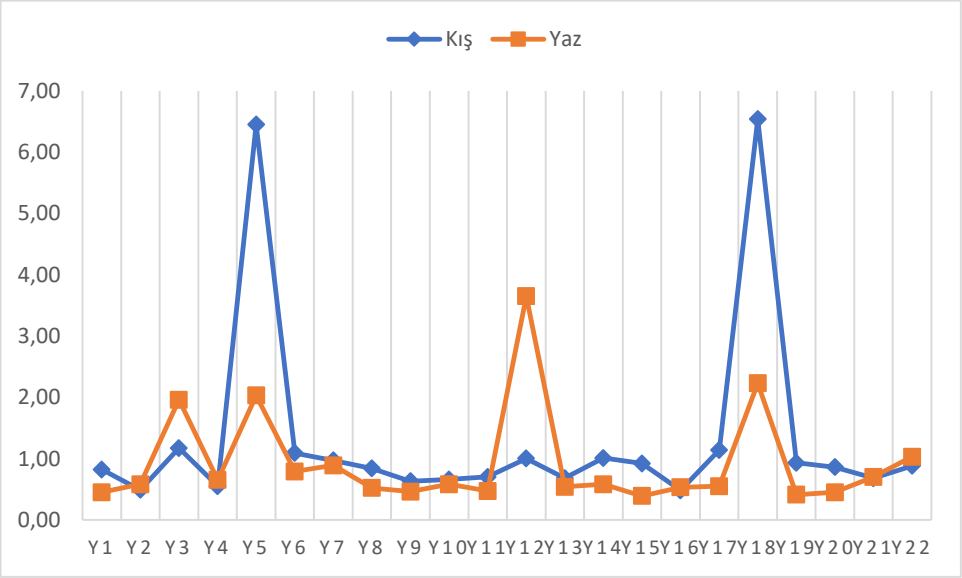
Şekil 3. 20. Yeraltı sularında tespit edilen elektriksel iletkenlik verilerinin mevsimsel değişimi (mS/cm).



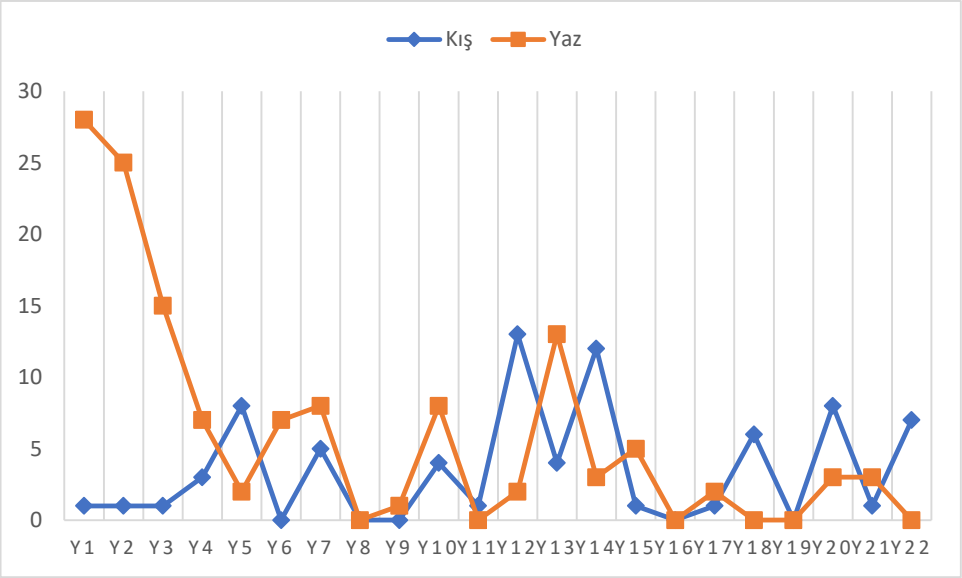
Şekil 3. 21. Yeraltı sularında tespit edilen toplam çözünmüş katı verilerinin mevsimsel değişimi (mg/L).



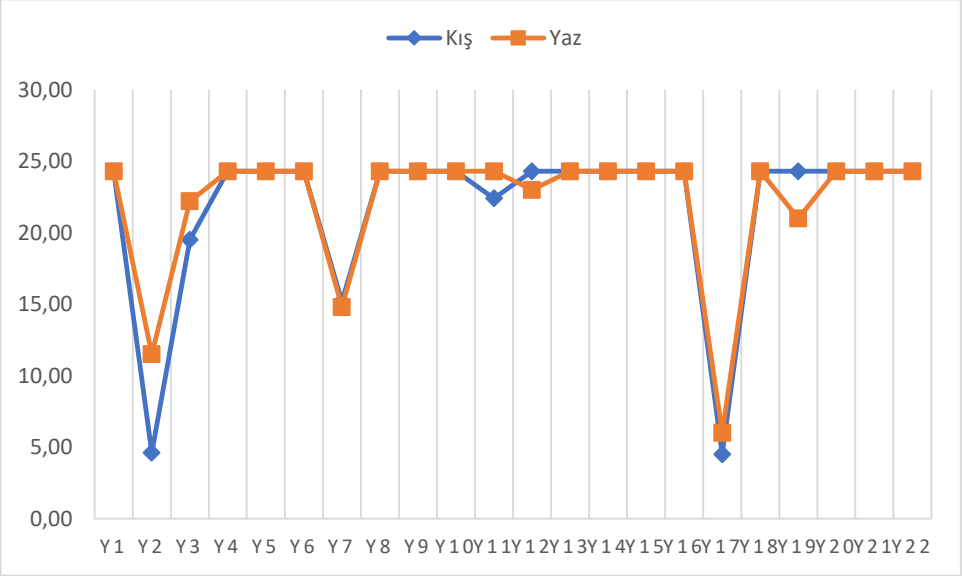
Şekil 3. 22. Yeraltı sularında tespit edilen tuzluluk verilerinin mevsimsel değişimi (‰).



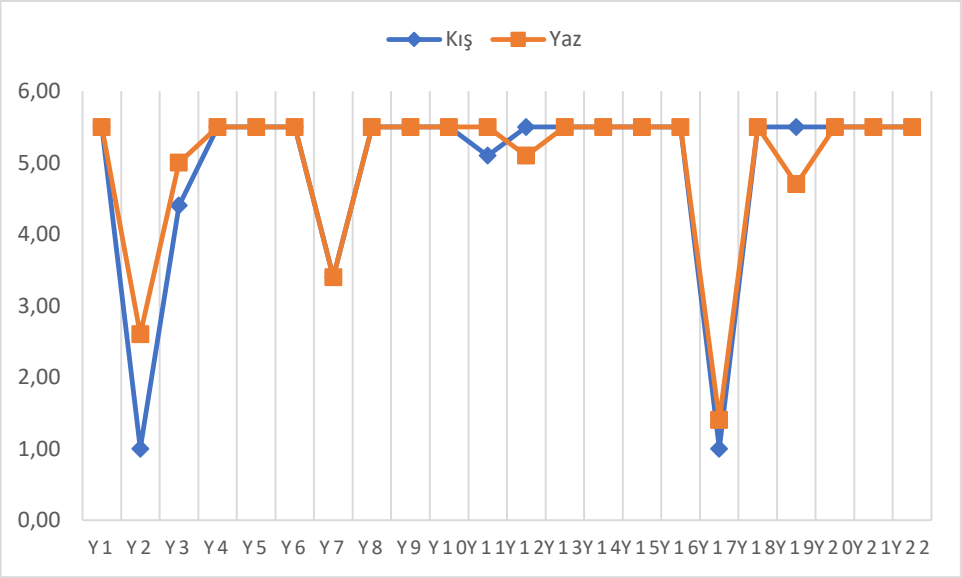
Şekil 3. 23. Yeraltı sularında tespit edilen bulanıklık verilerinin mevsimsel değişimi (NTU).



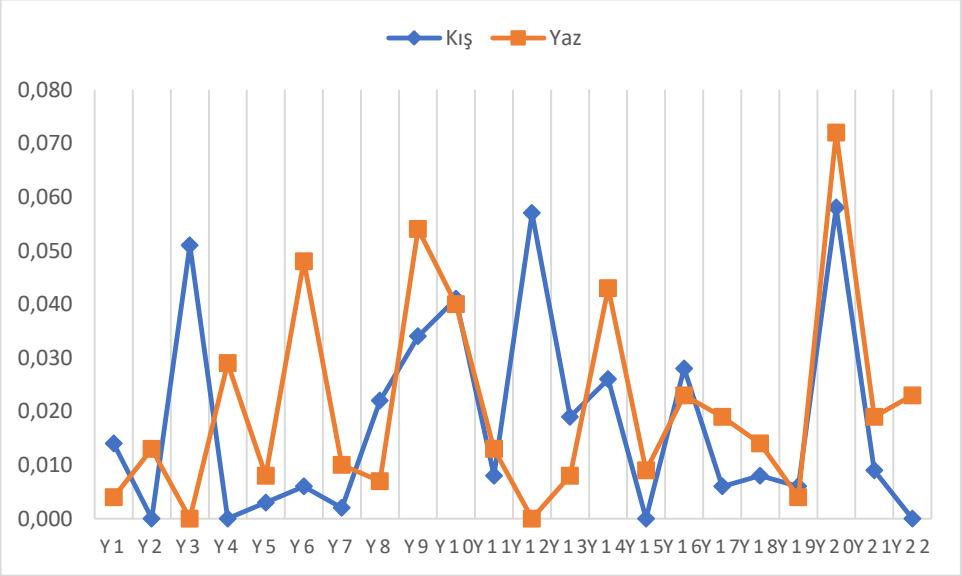
Şekil 3. 24. Yeraltı sularında tespit edilen askıda katı madde verilerinin mevsimsel değişimi (mg/L).



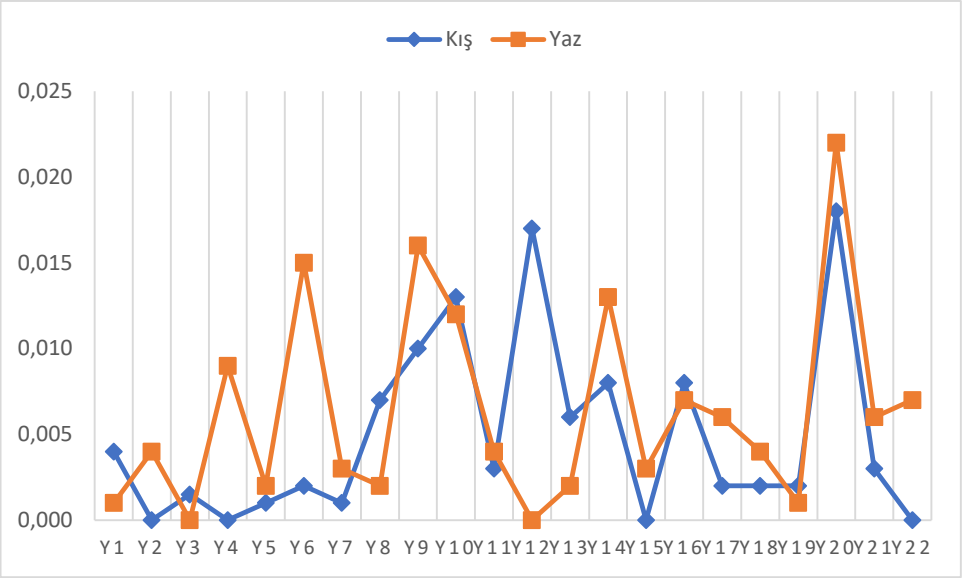
Şekil 3. 25. Yeraltı sularında tespit edilen nitrat verilerinin mevsimsel değişimi (mg/L).



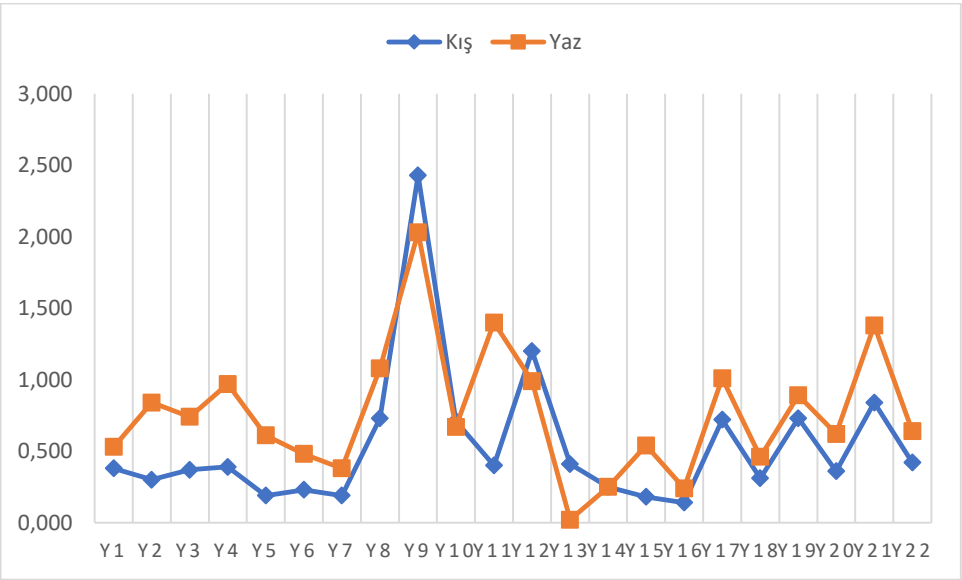
Şekil 3. 26. Yeraltı sularında tespit edilen nitrat azotu verilerinin mevsimsel değişimi (mg/L).



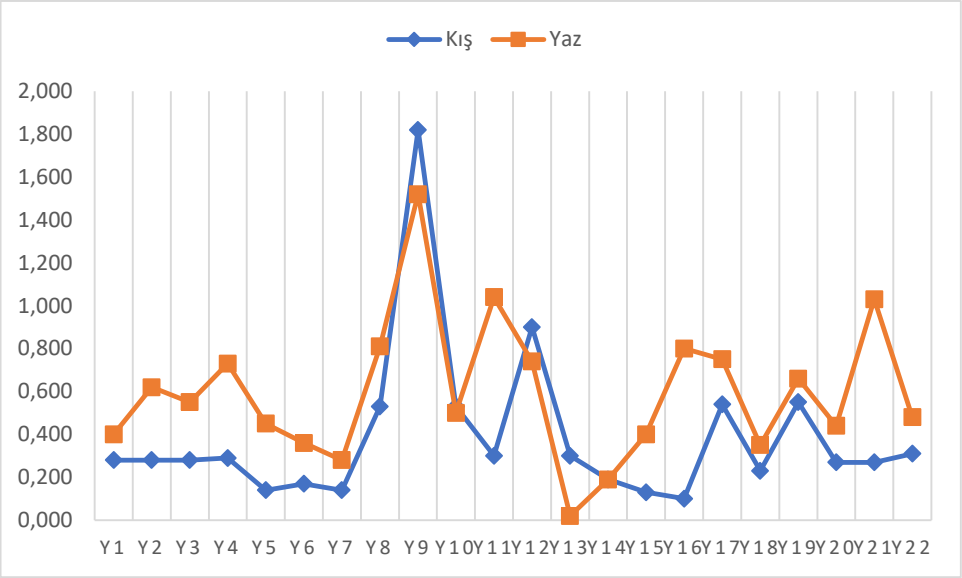
Şekil 3. 27. Yeraltı sularında tespit edilen nitrit verilerinin mevsimsel değişimi (mg/L).



Şekil 3. 28. Yeraltı sularında tespit edilen nitrit azotu verilerinin mevsimsel değişimi (mg/L).



Şekil 3. 29. Yeraltı sularında tespit edilen fosfat verilerinin mevsimsel değişimi (mg/L).



Şekil 3. 30. Yeraltı sularında tespit edilen fosfor pentoksit verilerinin mevsimsel değişimi (mg/L).

3.3. İstatistiki Analizler

3.3.1. Pearson Korelasyon Analizi

Araştırma sonucu elde edilen veriler arasında istatistiki olarak anlamlı ilişkiler olup olmadığını tespit edebilmek için ($p<0,05$ ya da $p<0,01$), verilere Pearson Korelasyon Analizi uygulanmıştır ve veriler arası ilişkilerin daha güvenilir bir biçimde ortaya konulabilmesi amacıyla, tüm mevsim ve istasyonlarda belirlenen sonuçların hepsi analizlerde kullanılmıştır ($n = 90$). Tespit edilen su kalite parametre verileri arasında kaydedilen anlamlı istatistiki ilişkiler ve korelasyon katsayıları Çizelge 3.5.'te verilmiştir

Çizelge 3. 5. İpsala İlçesi içme ve yeraltı sularında tespit edilen su kalite verileri.

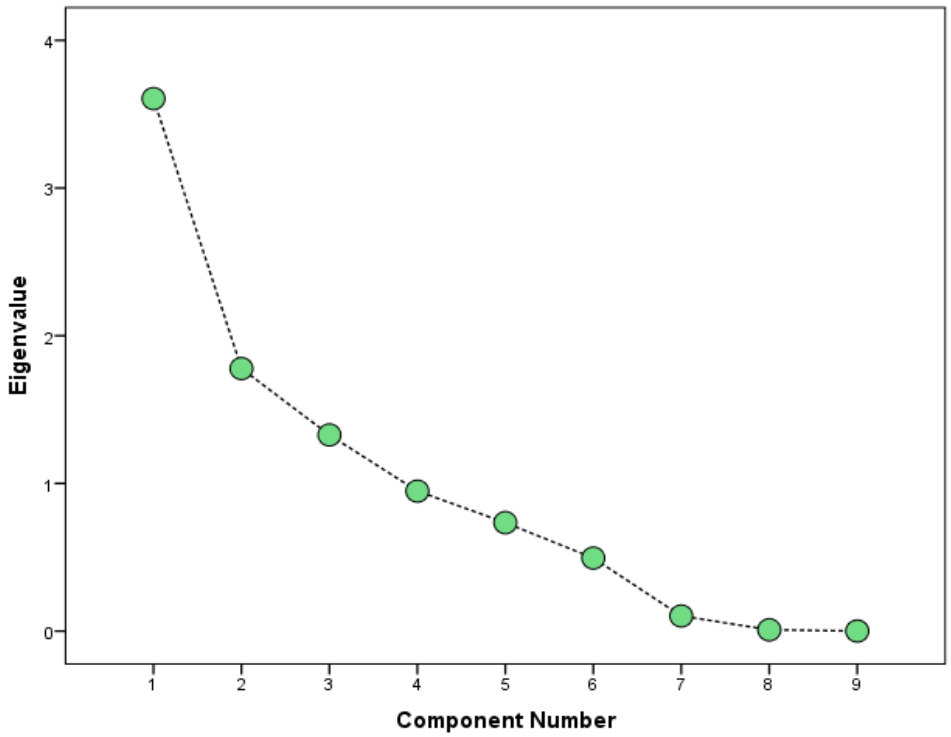
n=90	ÇO	%O	pH	EC	TDS	Tuz	Bul	AKM	NO_3	NO_2	PO_4
ÇO	1										
%O	,490**	1									
pH	,227*	,096	1								
EC	-,261*	-,209*	-,336**	1							
TDS	-,157	-,234*	-,331**	,980**	1						
Tuz	-,157	-,233*	-,331**	,979**	1,00**	1					
Bul	,115	,047	-,114	,203	,256*	,258*	1				
AKM	-,001	,117	,010	-,005	-,012	-,009	,089	1			
NO_3	-,104	-,074	-,481**	,340**	,345**	,345**	,050	-,075	1		
NO_2	,063	-,004	-,034	-,069	-,070	-,070	-,066	-,088	-,016	1	
PO_4	-,163	,054	-,296**	,050	,009	,008	-,137	-,151	,192	-,068	1
Sıc	-,723**	,047	-,268*	,241*	,081	,081	-,123	,123	,124	-,076	,216*

*: korelasyon 0,05 seviyesinde önemli ($p < 0,05$);
**: korelasyon 0,01 seviyesinde önemli ($p < 0,01$);
-: istatistiki olarak anlamlı ilişki tespit edilemedi;
ÇO: Çözünmüş oksijen; %O: Oksijen doygunluğu; Tuz: Tuzluluk; Bul: Bulanıklık; Sıc: Sıcaklık

3.3.2. Faktör Analizi

İpsala İlçesi içme ve yeraltı suları üzerinde etkili değişken faktörlerin belirlenebilmesi için sularda tespit edilen parametrelerden toplamda 9 değişken kullanılmıştır. Elde edilen KMO (Kaiser-Meyer-Olkin) Örneklem Yeterliliği Testi sonuçları, örneklem büyüklüğünün yeterli seviyede olduğunu göstermektedir (0,618). Birden büyük olan özdeğerler, kullanılan verilerden açıklanması gereken varyans kaynakları olarak, temel bileşenlerin değerlendirilmesi amacıyla kriter olarak seçilmiştir (Şekil 3.31.).

Yüzde varyans değerleri, kümülatif yüzde varyans değerleri ve bileşen yükleri (rotasyondan önce ve rotasyondan sonra) Çizelge 3.6.'da verilmiştir. Rotasyondan sonraki toplam yüzde varyanslarına göre, 3 faktör toplam varyansın %74,5'ini açıklamaktadır.



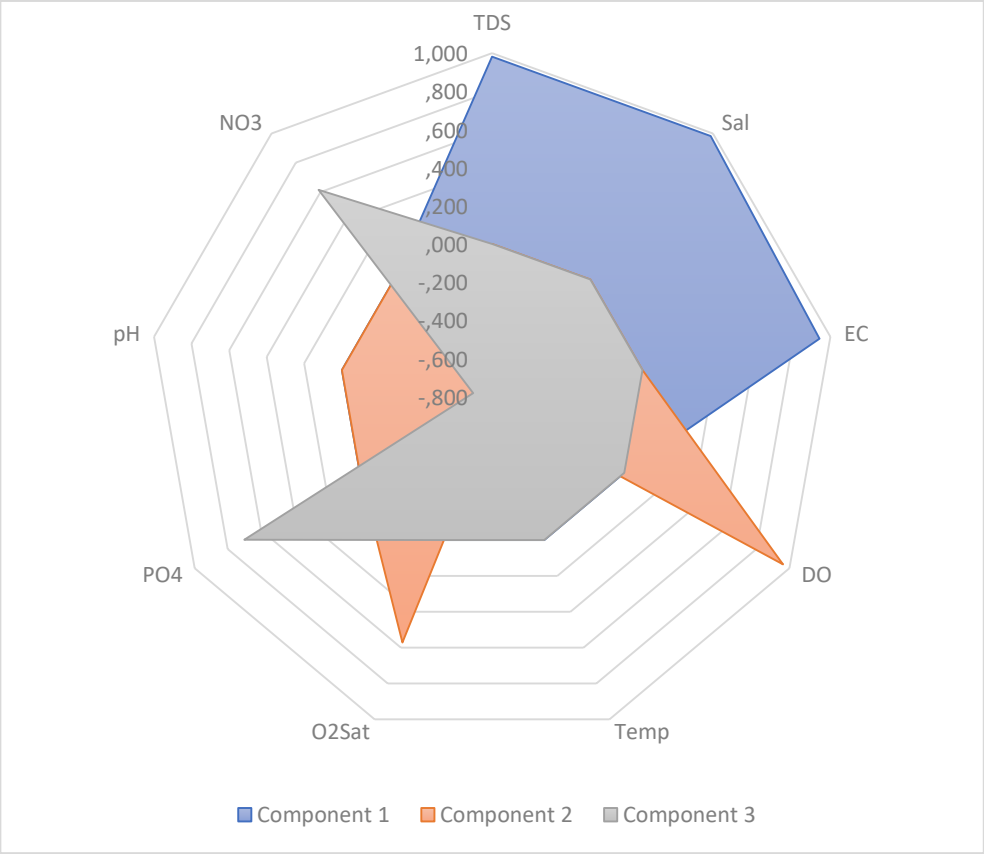
Şekil 3. 31. Scree plot grafiği.

Çizelge 3. 6. Açıklanan toplam varyanslar.

Bileşen	İlk Özdeğerler			Yüklerin Karesinin Ekstraksiyon Toplamları (rotasyondan önce)			Yüklerin Karesinin Rotasyon Toplamları (rotasyondan sonra)		
	Toplam	Varyans %	Kümülatif %	Toplam	Varyans %	Kümülatif %	Toplam	Varyans %	Kümülatif %
1	3,606	40,061	40,061	3,606	40,061	40,061	3,166	35,179	35,179
2	1,778	19,753	59,814	1,778	19,753	59,814	1,851	20,564	55,743
3	1,328	14,758	74,572	1,328	14,758	74,572	1,695	18,829	74,572

Ekstraksiyon Metodu: Temel Bileşen Analizi

Rotasyondan sonraki, 3 faktör için belirlenen 0,5'ten büyük parametre yükleri (bileşen matriksi) Şekil 13'te verilmiştir. Ayrıca tespit edilen 3 faktöre ait ilişkili değişkenleri ifade eden bileşen diyagramı Şekil 3.32.'te verilmiştir.

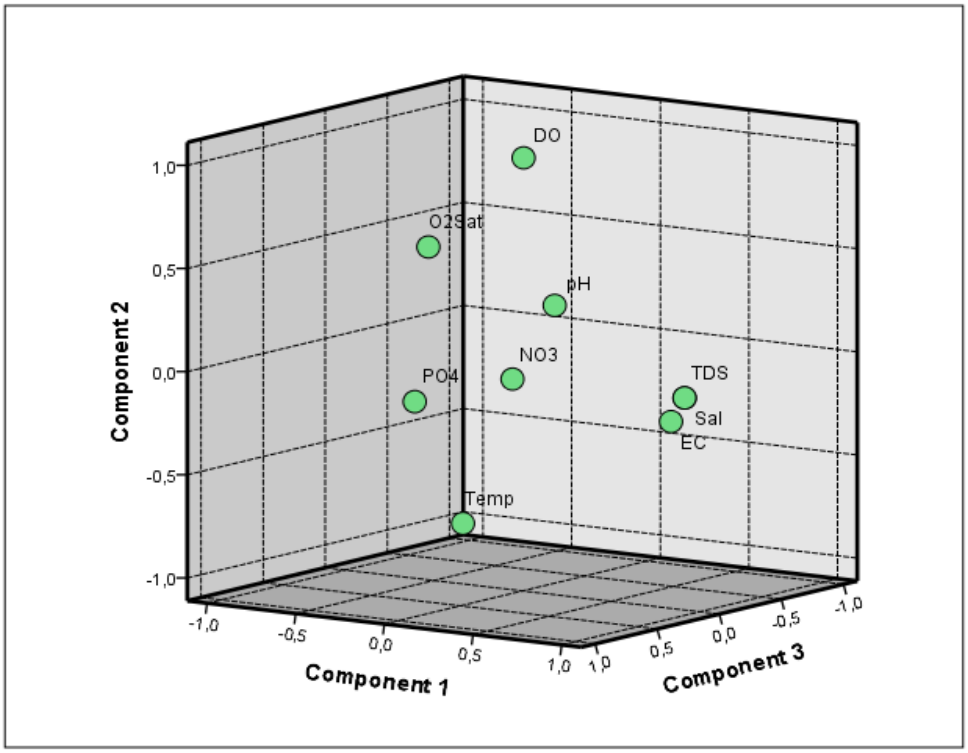


Şekil 3. 32. Rotasyondan sonraki bileşen matriksi.

"Tuzluluk Faktörü" olarak isimlendirilen birinci faktör, toplam varyansın %35,17'sini açıklamaktadır ve bu faktörü TDS, tuzluluk ve EC parametreleri oluşturmaktadır. Tüm parametreler bu faktör için güçlü derecede pozitif yüklüdür (>0,75).

"Oksijen Faktörü" olarak isimlendirilen ikinci faktör, toplam varyansın %20,56'sını açıklamaktadır ve bu faktörü çözünmüş oksijen, sıcaklık ve oksijen doygunluğu parametreleri oluşturmaktadır. Çözünmüş oksijen parametresi bu faktör için güçlü derecede pozitif yüklü (>0,75), oksijen doygunluğu parametresi bu faktör için orta derecede pozitif yüklü (0,75-0,50) ve sıcaklık parametresi ise bu faktör için orta derecede negatif yüklüdür (0,75-0,50).

"Tarımsal Faktör" olarak isimlendirilen üçüncü faktör ise, toplam varyansın %18,82'sini açıklamaktadır ve bu faktörü fosfat, pH ve nitrat parametreleri oluşturmaktadır. Fosfat ve nitrat parametreleri bu faktör için orta derecede pozitif yüklü (0,75-0,50) ve pH parametresi ise bu faktör için orta derecede negatif yüklüdür (0,75-0,50).



Şekil 3. 33. Rotasyondan sonraki bileşen diyagramı.

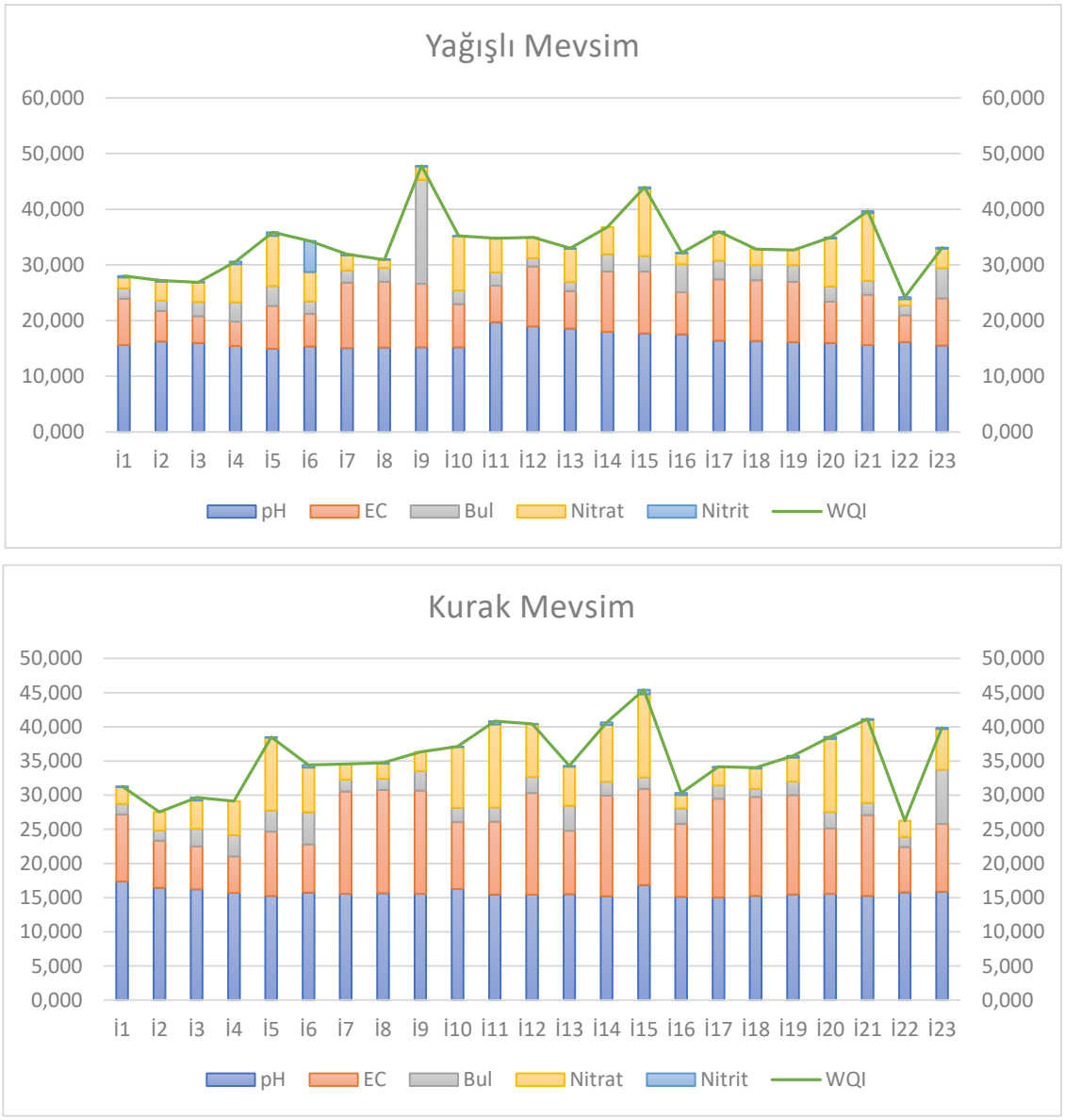
3.4. Su Kalite İndeksi (WQI)

Araştırma sonucu elde edilen verilerin sinerjik etkilerinin ortaya koyulabilmesi için, verilere Su Kalite İndeksi (WQI) uygulanmıştır. Bunun amaçla, tüm mevsim ve istasyonlarda belirlenen pH, elektriksel iletkenlik, bulanıklık, nitrat ve nitrit sonuçları, WQI hesaplamasında kullanılmıştır. Yağışlı ve kurak mevsimlerde, İpsala İlçesi Köyleri çeşme sularında ve yeraltı sularında tespit edilen WQI değerleri ve parametre yükleri Şekil 3.34. ve Şekil 3.35.'te verilmiştir. Ayrıca mevsimsel farkların daha kolay anlaşılabilmesi için tespit edilen WQI değerlerinin mevsimsel değişim grafikleri Şekil 3.36 ve Şekil 3.37'de verilmiştir.

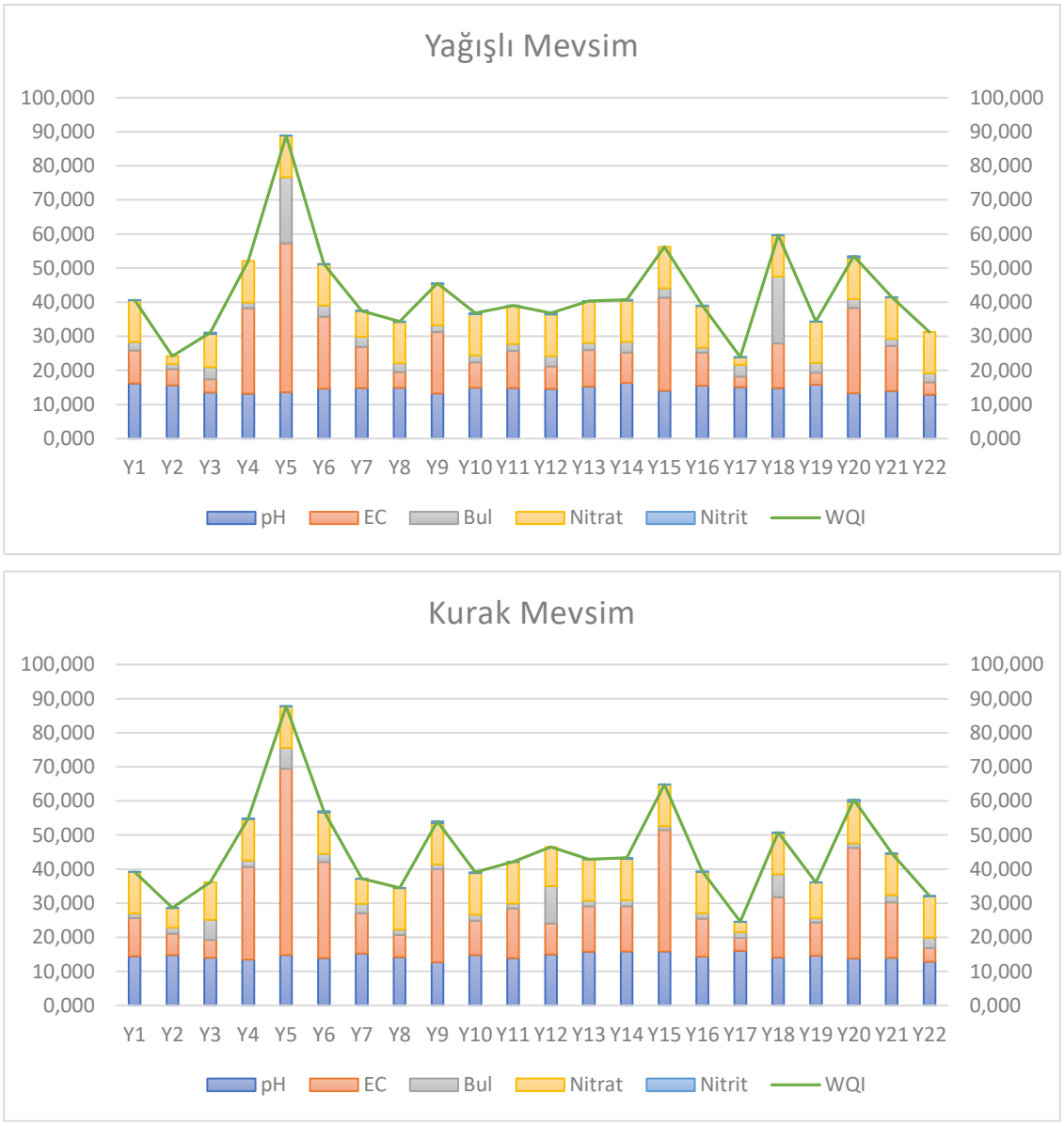
Elde edilen WQI sonuçlarına göre, genel olarak İpsala İlçesi çeşme ve yeraltı sularında tespit edilen WQI değerlerinin kabul edilebilir sınırlar içinde olduğu tespit edilmiştir (<100). İpsala İlçesi çeşme sularında incelenen tüm istasyonların, her iki mevsimde de "A sınıfı - Mükemmel" su kalitesine sahip olduğu belirlenmiştir. İpsala İlçesi yeraltı

sularının, yağışlı mevsimde, Y4, Y5, Y6, Y15, Y18 ve Y20 istasyonları hariç (bu istasyonlar "B sınıfı - İyi" su kalitesine sahip olarak tespit edildi) tüm istasyonların "A sınıfı - Mükemmel" su kalitesine sahip olduğu, kurak mevsimde ise, Y4, Y5, Y6, Y9, Y15, Y18 ve Y20 istasyonları hariç (bu istasyonlar "B sınıfı - İyi" su kalitesine sahip olarak tespit edildi) tüm istasyonların "A sınıfı - Mükemmel" su kalitesine sahip olduğu kaydedilmiştir.

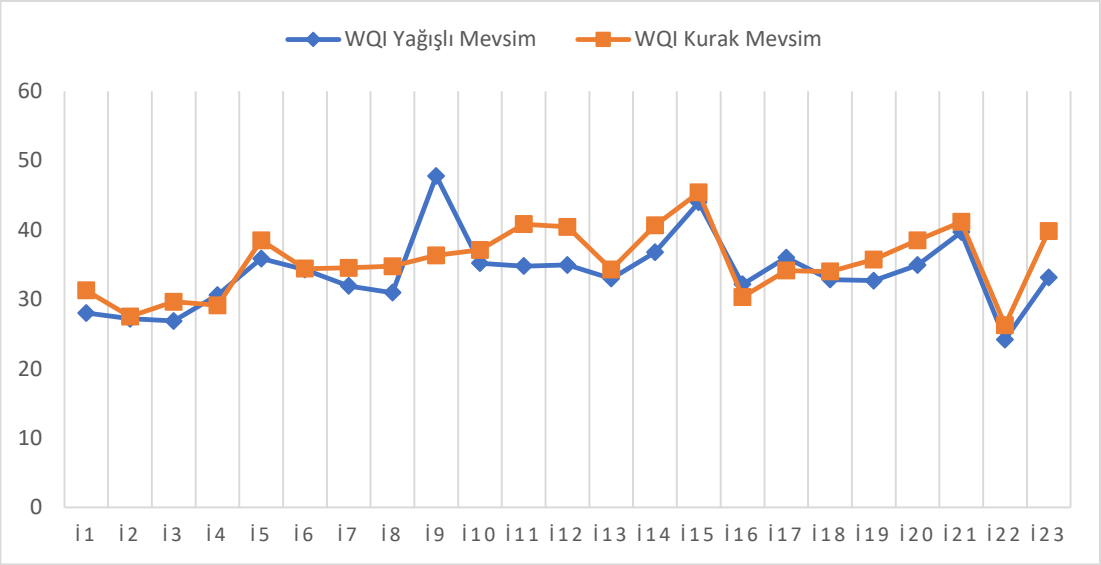
Kurak mevsimde tespit edilen WQI değerlerinin, yağışlı mevsimde tespit edilen WQI değerlerinden biraz daha yüksek olması dikkat çekerken, genel olarak, elde edilen WQI değerleri açısından, çeşme ve yeraltı sularında önemli mevsimsel farklar gözlenmemiştir. Yağışlı mevsimde çeşme sularında tespit edilen WQI katsayılarının ortalaması 33,81 olarak kaydedilmişken, kurak mevsimde bu rakam 35,42 olarak belirlenmiştir. Benzer şekilde yağışlı mevsimde yeraltı sularında tespit edilen WQI katsayılarının ortalaması 42,66 olarak kaydedilmişken, kurak mevsimde bu rakam 45,27 olarak belirlenmiştir.



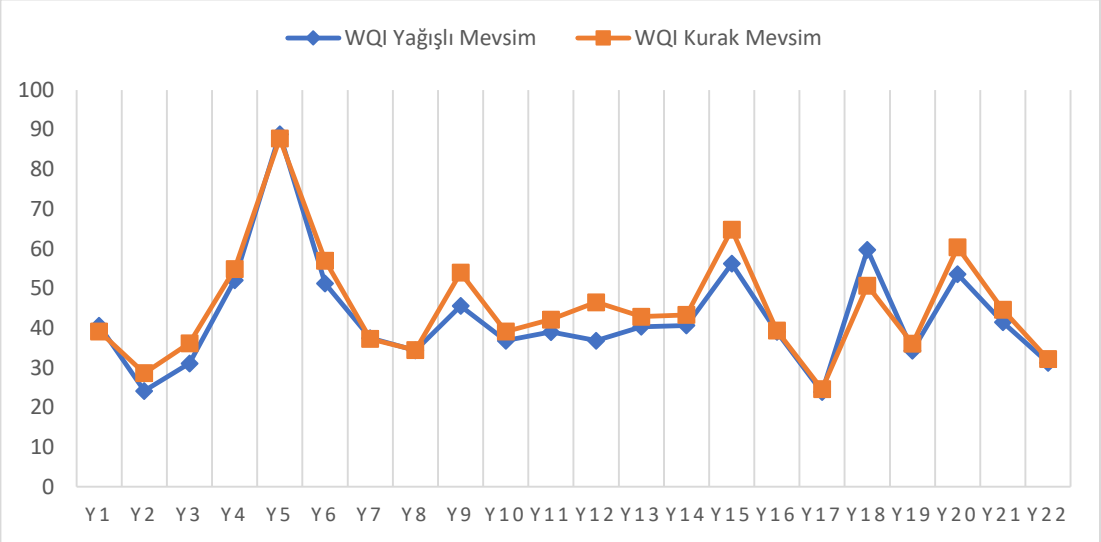
Şekil 3. 34. İçme sularında yağışlı ve kurak mevsimlerde hesaplanan WQI değerleri ve parametre yükleri.



Şekil 3. 35. Yeraltı sularında yağışlı ve kurak mevsimlerde hesaplanan WQI değerleri ve parametre yükleri.



Şekil 3. 36. İçme sularında hesaplanan WQI değerlerinin mevsimsel değişimi.



Şekil 3. 37. Yeraltı sularında hesaplanan WQI değerlerinin mevsimsel değişimi.

BÖLÜM 4

TARTIŞMA VE SONUÇ

Bölge sularında tespit edilen fizikokimyasal parametre verileri, Su Kalitesi Kontrol Yönetmeliği Kıta İçi Su Kaynakları Yönetmeliği'ne (SKKY), Türk Standartları Enstitüsü'nün insani tüketim amaçlı sular tebliğine (TS266), Dünya Sağlık Örgütü'nün içme suları kalitesi tebliğine (WHO) ve yine Avrupa Birliği Komisyonu'nun içme suları direktifine (EC) göre değerlendirilmiştir (SKKY, 2004; 2015; TS266, 2005; WHO, 2011; EC, 2007).

Su kalite çalışmalarında araştırılan önemli parametrelerden biri sıcaklıktır. Sıcaklık her ne kadar günlük hayatta göz önünde bulundurulmasa da suyun içilebilir olması yönünden oldukça önemlidir. Suyun serin olarak ifade edildiği sıcaklıklar, suyun içme kalitesinin arttığı sıcaklıklardır. Ayrıca suyun sıcaklığının çok yüksek olmaması, mikroorganizma barındırma oranını da düşürmektedir (Anonim, 1994). Yapılan arazi çalışmalarında yeraltı ve içme suları kış ve yaz mevsimi olmak üzere ayrı ayrı değerlendirilmiştir. İçme sularında ve yeraltı su kaynaklarından alınan örnekler incelendiğinde, kış ve yaz mevsimlerinde sıcaklık yönünden su kalite standartları sınıflarına göre 1. – 2. sınıf olduğu tespit edilmiştir. Yaz mevsiminde alınan içme ve yeraltı suyu örneklerin ise mevsime bağlı olarak sıcaklıklarının yükseldiği gözlemlenmiş olsa da, 3. – 4. sınıf su kalitesi sınır değeri olan 30 ^{0}C'yi aşan bir sıcaklık ölçümüne rastlanmamıştır (SSKY, 2015).

Su kalitesi çalışmalarında kullanılan en önemli parametrelerden biri de çözünmüş oksijen değeridir (Tokatlı, C, 2012). Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği'ne göre, kış mevsiminde alınan örnekler incelendiğinde, çözünmüş oksijen parametresi açısından, şebeke sularının alındığı istasyonlardan İ10, İ22 ve İ23 istasyonları 2. sınıf su kalitesine sahip olduğu, diğer istasyonların ise 1. sınıf su kalitesine sahip oldukları tespit edilmiştir. Yeraltı su kaynaklarından alınan örnekler incelendiğinde ise, çözünmüş oksijen parametresi

açısından, Y5, Y14 ve Y20 istasyonlarının 2. sınıf, Y6 istasyonunun 3. sınıf, diğer istasyonların ise 1. sınıf olduğu tespit edilmiştir. Yaz mevsiminde yapılan arazi çalışmalarında ise sıcaklığın çözünmüş oksijen değeri üzerindeki etkisi gözlemlenmiştir. Yaz mevsiminde şebeke sularından alınan örnekler incelendiğinde, bu parametre açısından, İ5 istasyonu 1. sınıf, İ22 ve İ23 3. sınıf geriye kalan istasyonlar ise 2. sınıf, yeraltı su kaynaklarından alınan örnekler incelendiğinde ise, Y4, Y6, Y9, Y17, Y19 ve Y20 istasyonları 3. sınıf, diğer istasyonlar ise 2. sınıf su kalitesine sahip olduğu tespit edilmiştir (SKKY, 2015).

Suda belirlenen oksijen miktarı farklı zaman dilimlerinde suyun o anki sıcaklığına, su yüzeyine etki eden atmosferde bulunan gazın kısmi basıncına, sudaki çözünmüş tuz yoğunluğuna ve biyolojik olaylara bağlıdır ve oksijenin suda çözünebilirliği sıcaklık azaldıkça artmakta, tuz yoğunluğu arttıkça azalmaktadır (Cirik ve Cirik, 1999; Tanyolaç, 2009). Mevcut literatür bilgisine paralel olarak, İpsala ilçesi içme ve yeraltı suyu kaynaklarında tespit edilen çözünmüş oksijen miktarı ve sıcaklık parametreleri arasında kuvvetli negatif korelasyonlar tespit edilmiştir ($p<0,01$).

Su kalite çalışmalarında çok önemli bir yere sahip olan bir diğer parametre ise pH değeridir. pH değerinin yüksek veya düşük olması suyun içilebilir olmasını etkilemekte ve çeşitli ulusal ve uluslararası kuruluşlar tarafından bildirilen sınır değerlerin aşılmaması istenmektedir. TS266 (2005) ve EC (2007) standartlarına göre, içme sularında pH değerinin 6,5 – 9,5 arasında olması istenmektedir. Yapılan çalışma sonucu elde edilen verilere göre, genel olarak, İpsala İlçesi içme sularının hafif bazik, yeraltı sularının ise hafif asidik olduğu tespit edilmiştir. İçme sularının her iki mevsimde de içme suyu standartlarını aşmadığı, yeraltı sularında ise yaz mevsiminde Y9 ve Y22 istasyonları ile kış mevsiminde Y22 istasyonunun pH değerlerinin bildirilen sınırların dışında olduğu kaydedilmiştir (TS266, 2005; EC, 2007). Ayrıca, içme suyu örneklerinin, pH açısından her iki mevsimde de 1. – 2. sınıf su kalitesine sahip olduğu, yeraltı suyu örneklerinin ise, yaz mevsiminde Y9 ve Y22 istasyonları ve kış mevsiminde Y22 istasyonu hariç (bunlar 3. sınıf su kalitesine sahip olarak belirlenmiştir) tüm istasyonların 1. – 2. sınıf su kalitesine sahip olduğu tespit edilmiştir (SKKY, 2015).

Elektriksel iletkenlik (EC) ve toplam çözünmüş katı (TDS) değerleri, içme ve kullanma sularında incelenmesi gereken en önemli su kalite parametrelerindendir ve tuzluluk

parametresi ile doğru orantılı olarak artış sergilediği bildirilmiştir (Tokatlı, C., 2012). Çalışmamızda tespit edilen EC, tuzluluk ve TDS parametreleri arasında tespit edilen yüksek pozitif korelasyonlar ($p<0,01$), bu literatür bilgisini destekler niteliktedir. TS266 (2005) ve EC (2007) standartlarına göre içme sularında EC değerinin 2500 mS/cm sınırını aşmaması beklenmektedir.

Çalışmamız sonucu elde edilen verilere göre, İpsala ilçesi içme sularının, EC parametresi açısından, her iki mevsimde de içme suyu standartlarını aşmadığı, yeraltı sularında ise yaz mevsiminde Y5 ve Y15 istasyonları ile kış mevsiminde Y5 istasyonunun EC değerlerinin bildirilen sınırları aştığı kaydedilmiştir (TS266, 2005; EC, 2007). Ayrıca, içme suyu örneklerinin, genel olarak, EC açısından, kış mevsiminde 1. – 2. sınıf su kalitesine sahip iken, yaz mevsiminde 2. – 3. sınıf su kalitesine sahip olduğu belirlenmiştir. Yeraltı suyu örneklerinde tespit edilen EC değerlerinin, genel olarak, içme sularında tespit edilen değerlerden oldukça yüksek olduğu ve bu parametre açısından, Y5 istasyonu hariç (bu istasyon, her iki mevsimde de 4. sınıf su kalitesine sahip olarak tespit edildi) tüm istasyonların, her iki mevsimde de, 2. – 3. sınıf su kalitesine sahip olduğu kaydedilmiştir (SKKY, 2015).

İpsala İlçesi içme ve yeraltı sularında tespit edilen TDS değerlerinin, yaz ve kış mevsimlerinde tespit edilen konsantrasyonlarında önemli farklar gözlenmemiştir. Ancak, yeraltı sularında tespit edilen TDS değerlerinin, içme sularında tespit edilen değerlerden önemli ölçüde yüksek olduğu tespit edilmiştir. Genel olarak, içme sularının, TDS parametresi açısından, kış mevsiminde 1. sınıf su kalitesine sahip olduğu, yaz mevsiminde ise 2. – 3. sınıf su kalitesine sahip olduğu kaydedilmiştir. Yeraltı sularının ise, genel olarak, her iki mevsimde de 2. – 3. sınıf su kalitesine sahip olduğu tespit edilmiştir (SKKY, 2004).

İçme suyu kalite çalışmalarında, fiziksel parametreler arasında önemli bir yere sahip olan diğer bir parametre ise bulanıklık parametresidir. Bulanıklık, hem suyun estetik değeri açısından, hem de içerisinde bulundurabileceği organik ve inorganik kirleticilere işaret etmesi açısından oldukça önemli bir yere sahiptir ve su kalite çalışmalarında bulanıklık birimi olarak NTU (Nephelometric Turbidity Unit) kullanılmaktadır. WHO (2011), insan sağlığı açısından, içme sularında, bu değerin 5 NTU sınırını aşmaması gerektiğini

bildirmiştir. İpsala İlçesi içme ve yeraltı su numunelerinde tespit edilen bulanıklık değerlerinin, kış mevsiminde İ9, Y5 ve Y18 istasyonlarında tespit edilen bulanıklık değerleri hariç, tüm içme ve yeraltı suyu istasyonlarında, 5 NTU sınır değerini aşmadığı tespit edilmiştir (WHO, 2011).

Su kalitesinin ve kirliliğinin değerlendirilmesinde kullanılan en önemli parametrelerden birisi de nitrat parametresidir. Özellikle yoğun tarımsal faaliyetlerin yürütüldüğü, yoğun gübreleme ve hayvancılık faaliyetlerinin yapıldığı kırsak alanlarda, nitrat değerlerinin içme sularında oldukça yüksek konsantrasyonlara çıktığı bilinmektedir (Tokatlı, Köse, Uğurluoğlu, Çiçek ve Emiroğlu, 2014; Tokatlı, Köse, Arslan, Emiroğlu, Çiçek ve Dayıoğlu, 2016; Onur ve Tokatlı, 2020). Çalışmamız sonucu elde edilen verilere göre, içme sularının, genel olarak, nitrat parametresi açısından, her iki mevsimde de 2. – 3. sınıf su kalitesine sahip olduğu, İ15 ve İ21 istasyonlarında, yaz ve kış mevsimlerinde tespit edilen nitrat konsantrasyonlarının ve İ11 istasyonunda, yaz mevsiminde tespit edilen nitrat konsantrasyonlarının oldukça yüksek olduğu (4. sınıf su kalitesi) ve laboratuvarda kullandığımız kolorimetre nitrat kitinin ölçüm sınırı olan 24,3 mg/L değerini aştığı belirlenmiştir. Yeraltı su numunelerinde ise, yaz mevsiminde incelenen istasyonların yaklaşık olarak %68'inin, kış mevsiminde ise, incelenen istasyonların yaklaşık olarak %77'sinin, bildirilen ölçüm sınırının üzerinde olduğu ve bu suların, nitrat parametresi açısında 4. sınıf su kalitesine sahip olduğu tespit edilmiştir (SKKY, 2015).

Nitrit, azot döngüsünde ara ürün olarak bilinir ve su kalite çalışmalarında incelenen çok önemli bir parametredir. İçme sularında, TS266 (2005) ve EC (2007), nitrit parametresinin üst limitini 0,5 mg/L olarak bildirmişken, bu değer WHO (2011) için ise 0,2 mg/L'dir. Çalışmamızda, içme ve yeraltı sularında tespit edilen nitrit konsantrasyonlarının, bildirilen içme suyu sınırlarından düşük olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği'ne göre (SKKY, 2015), İpsala İlçesi içme ve yeraltı sularının, nitrit açısından, genel olarak, kış mevsiminde İ5 (3. sınıf su kalitesi) ve İ6 (4. sınıf su kalitesi) istasyonları ve yaz mevsiminde Y20 istasyonu (3. sınıf su kalitesi) hariç, her iki mevsimde de 1. – 2. sınıf su kalitesine sahip olduğu belirlenmiştir.

Tarımsal faaliyetler sonucu kullanılan fosforlu gübrelerde ve özellikle kanalizasyon atıklarının karıştığı sularda yoğun olarak bulunduğu bildirilen, başka bir organik kirletici parametre de fosfattır (Tokatlı, 2012; Çetin, 2013; Köse, Tokatli ve Çiçek, 2014)

Yapılan analizler sonucu elde edilen verilere göre, fosfat değerlerinin, İpsala İlçesi içme ve yeraltı sularından oldukça yüksek konsantrasyonlarda olduğu ve bu parametre açısından, içme sularında, kış mevsiminde incelenen istasyonların yaklaşık olarak %26'sının, yaz mevsiminde, incelenen istasyonların yaklaşık olarak %30'unun; yeraltı sularında ise, kış mevsiminde, incelenen istasyonların yaklaşık olarak %31'inin ve yaz mevsiminde, incelenen istasyonların yaklaşık olarak % 45'inin 4. sınıf su kalitesine sahip olduğu kaydedilmiştir (Uslu ve Türkman, 1987).

Edirne iline bağlı İpsala İlçesinde, tarımsal faaliyetlerin çok yoğun şekilde yürütüldüğü ve ülkemizin en önemli çeltik sahalarının bu bölgede yer aldığı bilinmektedir. Bölgede çok uzun yıllardır benimsenmiş olan monokültür yaklaşımlı tarımsal faaliyetler, toprağı önemli ölçüde zayıflatmaktadır. Toprakta oluşan bu mineral ve organik madde açığı ise, neredeyse bölgenin tüm tarımsal üretim yapılan sahalarında, inorganik ve fosfatlı gübrelerin yoğun şekilde kullanılmasıyla kapatılmaya çalışılmaktadır. Bölge içme ve yeraltı sularında tespit edilen oldukça yüksek nitrat ve fosfat değerlerinin en önemli kaynaklarının tarımsal faaliyetlerde kullanılan gübreler olduğu düşünülmekledir. Bölgede yürütülen tarımsal faaliyetlerde monokültür uygulaması değiştirilmeli ve çiftçiler bu konuda bilinçlendirilmelidir. Gerekirse bazı yasal yaptırımlar ile yerel halk polikültür uygulamasına ve münavebeli tarıma teşvik edilmelidir. Ayrıca, bölge halkına gerekli eğitimler verilerek bilinçsiz gübre ve tarımsal ilaç kullanımı da engellenmelidir. Bölgede yapılan çalışmaların sonuçları ve oluşabilecek muhtemel olumsuz senaryolar yöre halkı ile de paylaşılmalı, bu şekilde idarecilerin ve bölge sakinlerinin bilinçlenmeleri, tarımsal faaliyetlerinde çevrelerini de düşünmeleri gerektiği bilinci yerleştirilmelidir.

KAYNAKLAR

Anonim (1994). *Yeni Rehber Ansiklopedisi*, Türkiye Gazetesi Yayınları.

Arkoç, O. (2016). Doğu Trakya Bölgesi'nde yeraltı suyu kalitesinin araştırılması amacıyla Coğrafi Bilgi Sistemi yardımı ile su kalite indeksi uygulaması. *Jeoloji Mühendisliği Dergisi, 40* (2), 189-208.

Aydoğan, F. (2013). *Edirne ilindeki sulama suyu kaynaklarının kalitesi ve ağır metal içeriklerinin tespiti.* Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.

Cirik, S., & Cirik, Ş., 1999. *Limnoloji*. III. Baskı, Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları No: 21, Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir.

Çakmak, B., & Gökalp, Z. (2011). İklim Değişikliği ve Etkin Su Kullanımı. *International Journal of Agricultural and Natural Sciences, 4* (1), 87-95.

Çetin, P. (2013). *İçme Sularından Fosfor Giderimi İçin Yeni Bir Yöntem Geliştirilmesi.* Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

EC (European Communities) (2007). *European Communities (drinking water) (no. 2), Regulatıons 2007*. S.I. No. 278 of 2007.

Edirne, (2020). https://edirne.ktb.gov.tr/TR-76446/ipsala-ilcesi.html (12.04.2020; 17:31).

Kocataş, A., 1996. *Ekoloji ve Çevre Biyolojisi*, Ege Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi Yayınları, No:51, Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir, 564 s.

Köse, E., Tokatli, C., & Çiçek, A. (2014). Monitoring Stream Water Quality: A Statistical Evaluation. *Polish Journal of Environmental Studies, 23* (5).

Matrıcon, J. (2015). *Yaşasın su.* Yapı Kredi Yayınları, İstanbul.

Meng, Q., Zhang, J., Zhang, Z., Wu, T. (2016). Geochemistry of Dissolved Trace Elements and Heavy Metals in the Dan River Drainage (China): Distribution, Sources, and Water Quality Assessment. *Environmental Science and Pollution Research, 23*: 8091–8103.

Onur, Ş. G., & Tokatlı, C. (2020). Comparison of fluoride contents in terms of teeth health and water quality in drinking water at the northern and southern regions of Meriç River Basin (Edirne/Turkey). *International Journal of Agriculture Environment and Food Sciences, 4* (2), 173-180.

Öterler, B., Taş, M., & Kırgız, T. (2012). Seasonal Variations of Water Quality Parameters and Algal Flora of Sazlidere Stream (Edirne). *Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi, 5* (1), 49-55.

SKKY (Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği), 2004. *Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği*. 31 Aralık Cuma tarihli Resmi Gazete, Sayı: 25687, http://suyonetimiormansu.gov.tr.

SKKY (Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği), 2015. *Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği*. 15 Nisan 2015 tarihli Resmi Gazete, Sayı: 29327, http://suyonetimiormansu.gov.tr.

Tanyolaç, J., 2009. *Limnoloji*. Hatiboğlu Yayınevi, Ankara, 294 s.

Tokatlı. C. (2012). *Emet çayı su, sediment ve bazı balık türlerindeağır metal birikimlerinin araştırılması.* Doktora tezi, Dumlupınar üniversitesi Fen bilimleri enstitüsü, Kütahya.

Tokatlı, C. (2017). Water Quality Monitoring of Surface Resources in Balkan Arboretum Area (Trakya University, Edirne, Turkey). *Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 11* (5), 108-112.

Tokatlı, C. (2019). Drinking Water Quality Assessment of Ergene River Basin (Turkey) by Water Quality Index: Essential and Toxic Elements. *Sains Malaysiana, 48* (10): 2071-2081.

Tokatli, C., Baştatlı, Y., & Elipek, B. (2017). Water Quality Assessment of Dam Lakes Located in Edirne Province (Turkey). *Sigma Mühendislik ve Doğa Bilimleri Dergisi, 35* (4), 743-750.

Tokatlı, C., & Gürbüz, E. (2014). Enez ilçesi ve Yeni Karpuzlu Beldesi Yerel Halkının (Edirne) Gala Gölü Milli Parkı Algılarının Sosyoekonomik ve Ekolojik Açıdan Değerlendirilmesi. *International Journal of Social and Economic Sciences, 4* (2), 01-05.

Tokatlı, C., Köse, E., Arslan, N., Emiroğlu, Ö., Çiçek, A., & Dayıoğlu, H. (2016). Emet Çayı Su Kalitesinin Mevsimsel Değişimi. *Uludağ University Journal of The Faculty of Engineering, 21* (2), 9-24.

Tokatlı, C., Köse, E., Uğurluoğlu, A., Çiçek, A., & Emiroğlu, Ö. (2014). Use Of Geographic Information System (GIS) to Evaluate the Water Quality of Gala Lake (Edirne). *Sigma Mühendislik ve Doğa Bilimleri Dergisi, 32*, 490-501.

Tokatlı, C., & Titiz, A. M. (2019). Water Quality of Sultanköy Dam Lake (Ipsala/Edirne): A Preliminary Assessment Study. *International Journal of Multidisciplinary Studies and Innovative Technologies, 3* (2): 233-235.

Tokatlı, C., & Uğurluoğlu, A. (2017). Use of Geographic Information System (GIS) to Evaluate the Drinking Water Quality of Havsa District (Edirne, Turkey). *IMESET'17 Baku*.

TS266 (2005). *Sular-İnsani Tüketim Amaçlı Sular*. Türk Standartları Enstitüsü, ICS 13.060.20.

Ulviye, Ç. E. B. İ., Selçuk, Ö. Z. E. R., Öztürk, O., Özcan, C., Ezgi, T. O. K., Şengörür, B., & Yeşim, A. H. İ. (2019). Edirne İli Barajlarının Bazı Fiziko-Kimyasal Özellikleri ve Sulama Suyu Kalite Sınıfları. *Toprak Su Dergisi, 8* (2), 96-106.

UNESCO (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization) (2008). *Science, Cultural Organization - Education*.

Uslu, O., & Türkman, A., 1987. *Su Kirliliği ve Kontrolü*. T.C. Başbakanlık Çevre Genel Müdürlüğü Yayınları, Eğitim Dizisi I, Ankara.

Ustaoğlu, F., Tepe, Y., & Taş, B. (2020). Assessment of Stream Quality and Health Risk in a Subtropical Turkey River System: A Combined Approach Using Statistical Analysis and Water Quality Index. *Ecological Indicators*, *113*: 105815.

Wang, J., Liu, G., Liu, H., & Lamc, P. (2017). Multivariate Statistical Evaluation of Dissolved Trace Elements and a Water Quality Assessment in the Middle Reaches of Huaihe River, Anhui, China. *Science of the Total Environment*, *583*: 421–431.

WHO (World Health Organization) (2011). *Guidelines for Drinking-water Quality*. World Health Organization Library Cataloguing-in-Publication Data, NLM classification: WA 675.

WWAP (United Nations World Water Assessment Programme) (2003). *The World Water Development Report 1: Water for People, Water for Life*.

Xiao, J., Wang, L., Deng, L., & Jin, Z. (2019). Characteristics, Sources, Water Quality and Health Risk Assessment of Trace Elements in River Water and Well Water in the Chinese Loess Plateau. *Science of the Total Environment*, *650*: 2004-2012.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Doğum Tarihi	:16.04.1995
Doğum Yeri	: Samsun
Uyruğu	: T.C.
Medeni Hali	: Bekar
E-mail	: amiractitiz@gmail.com

Eğitim Durumu

2018 – 2020	Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoteknoloji ve Genetik Anabilimdalı (Yüksek Lisans)
2013 – 2017	Amasya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Öğretmenliği (Lisans)

Makale – Bildiri

- Tokatlı, C., & Titiz, A. M. (2019). Water Quality of Sultanköy Dam Lake (Ipsala/Edirne): A Preliminary Assessment Study. *International Journal of Multidisciplinary Studies and Innovative Technologies,* 3 (2): 233-235.
- Tokatlı, C., & Titiz, A. M., (2019). Water Quality Assessment of Sultanköy Dam Lake (Edirne). 4th International Symposium on Innovative Approaches in Engineering and Natural Sciences, 22-24 November 2019, Samsun, Turkey (sözlü sunum – özet).
- Tokatlı, C., & Titiz, A. M., (2019). İpsala İçme Suyu Kalitesi ve Bölgede Kullanılan Evsel Su Arıtma Sistemlerinin Performansı Üzerine Bir Araştırma (Edirne). Her Yönüyle İpsala Sempozyumu, 20-22 Kasım 2019, Edirne, İpsala, 81-90 (sözlü sunum – tam metin).