

**T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**RİVA DERESİ SU KALİTESİNİN BELİRLENMESİ VE
İSTATİSTİKSEL ANALİZİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Çevre Müh. Halil İbrahim Uzun

Enstitü Anabilim Dalı : ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ

Tez Danışmanı : Yrd. Doç. Dr. Nurtaç ÖĞLENİ

Ocak 2012

T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

RİVA DERESİ SU KALİTESİNİN BELİRLENMESİ VE
İSTATİSTİKSEL ANALİZİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Çevre Müh. Halil İbrahim UZUN

Enstitü Anabilim Dalı : ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ

Bu tez 18 / Q / 2012 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Oybirliği ile kabul edilmiştir.

Yrd. Doç. Dr. Nurtan ÖĞLENI
Jüri Başkanı



Prof. Dr. Ayhan FENGİL
Üye



Yrd. Doç. Dr. Bayram TOPAL
Üye



TEŞEKKÜR

Tez çalıőmam sűresince bilgi birikimlerini ve deneyimlerini esirgemeyerek bilgi ve tecrűbelerini benimle paylaőan saygıdeęer hocalarım Sakarya Ŭniversitesi evre Műhendislięi Bűlűmű Őęretim Ŭyesi Sayın Yrd. Doç. Dr. Nurtaç ŐĖLENI'ye ve İstanbul Teknik Ŭniversitesi evre Műhendislięi Bűlűmű Őęretim Ŭyesi Doç. Dr. Sűleyman ŐVEZ'e sonsuz teőekkűrlerimi sunuyorum.

Hazırladıęım tezimin tartıőma kısmında bilgilerini esirgemeyen Yıldız Teknik Ŭniversitesi evre Műhendislięi Bűlűmű Őęretim Ŭyesi Doç. Dr. Eyűp DEBİK'e teőekkűrlerimi sunarım.

Ayrıca, tez çalıőmamla yakından ilgilenen, istatistik çalıőmaları konusunda desteęini esirgemeyen Sakarya Ŭniversitesi Endűstri Műhendislięi Bűlűmű Őęretim Ŭyesi Sayın Yrd. Doç. Dr. Bayram TOPAL'a teőekkűrlerimi sunarım.

Çalıőmamı, maddi ve manevi destekleri ile her dem yanımda olan sevgili anne ve babama ithaf ediyorum.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	ii
İÇİNDEKİLER.....	iii
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	vi
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	vi
TABLolar LİSTESİ.....	viii
ÖZET.....	x
SUMMARY.....	xi
BÖLÜM 1	
GİRİŞ ve AMAÇ.....	1
1.1. Giriş.....	1
1.2. Amaç.....	4
BÖLÜM 2	
LİTERATÜR ÇALIŞMALARI	5
BÖLÜM 3	
MATERYAL VE METOT.....	10
3.1. Çalışma Alanı.....	10
3.2. Çalışma Noktaları	11
3.2.1. Riva Deresi 1. Örnekleme Noktası.....	14
3.2.2. Riva Deresi 2. Örnekleme Noktası.....	14
3.2.3. Riva Deresi 3. Örnekleme Noktası.....	14
3.2.4. Riva Deresi 4. Örnekleme Noktası.....	15
3.3. Örnekler Üzerinde Yapılan Çalışmalar.....	15
3.3.1. Yerinde yapılan analizler.....	15

3.3.2. İncelenen kimyasal parametreler ve analiz yöntemleri...	15
3.3.2.1. Kimyasal ölçümler için su örneği alınması.....	15
3.3.3. Mikrobiyolojik analizler.....	16
3.3.4. Su kalitesi standartları.....	16
3.3.4. İstatistiksel analizler.....	18
BÖLÜM 4	
BULGULAR VE TARTIŞMA.....	19
4.1. Betimsel istatistik.....	19
4.1.1. Aylara göre betimsel istatistik.....	19
4.1.2. Ölçüm noktalarına göre betimsel istatistikler.....	26
4.1.3. Parametrelerin betimsel istatistiklere ve kalite sınıflarına göre değerlendirilmesi.....	29
4.1.3.1. pH.....	29
4.1.3.2. Sıcaklık.....	30
4.1.3.3. Çözünmüş Oksijen.....	31
4.1.3.4. Elektriksel İletkenlik.....	33
4.1.3.5. Tuzluluk.....	34
4.1.3.6. AKM ve UAKM.....	35
4.1.3.7. Biyolojik Oksijen İhtiyacı.....	38
4.1.3.8. Kimyasal Oksijen İhtiyacı.....	39
4.1.3.9. Toplam Fosfor.....	40
4.1.3.10. Nitrat Azotu.....	41
4.1.3.11. Toplam Kjeldahl Azotu ve Amonyak Azotu...	43
4.1.3.12. Mikrobiyolojik Analiz.....	45
4.2. Korelasyon Analizi.....	48
4.3. Varyans Analizi (ANOVA).....	51
4.3.1. Aylara göre ortalamalarının farklılığı için varyans analizi.....	51
4.3.2. Noktalara göre ortalamalarının farklılığı için varyans Analizi.....	53
4.4. Parametreler için Zamansal ve Noktasal Homojen Gruplar Analizi.....	55

4.4.1. pH homojen gruplar.....	55
4.4.2. Sıcaklık homojen gruplar.....	56
4.4.3. Çözünmüş Oksijen homojen gruplar.....	58
4.4.4. Elektriksel İletkenlik homojen gruplar.....	59
4.4.5. Tuzluluk homojen gruplar.....	61
4.4.6. AKM ve UAKM homojen gruplar.....	62
4.4.7. Biyolojik Oksijen İhtiyacı homojen gruplar.....	66
4.4.8. Kimyasal Oksijen İhtiyacı homojen gruplar.....	67
4.4.9. Top-P homojen gruplar.....	70
4.4.10. NO ₃ -N homojen gruplar.....	72
4.4.11. TKN ve NH ₄ -N homojen gruplar.....	73
BÖLÜM 5	
ÖNERİLER.....	77
KAYNAKLAR.....	79
ÖZGEÇMİŞ.....	81

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

AKM	: Askıda Katı Madde
UAKM	: Uçucu Askıda Katı Madde
BOİ	: Biyolojik Oksijen İhtiyacı
°C	: Santigrat Derece
CA	: Cluster Analysis (Küme Analizi)
ÇO	: Çözülmüş Oksijen
DA	: Discriminant Analysis (Diskriminant Analizi)
D.S.İ.	: Devlet Su İşleri
EC	: Electrical Conductivity (Elektriksel İletkenlik)
FA	: Factor Analysis (Faktör Analizi)
İ.S.K.İ	: İstanbul Su ve Kanalizasyon İşletmesi
km	: Kilometre
KOİ	: Kimyasal Oksijen İhtiyacı
KOB/100 ml	: Koloni Oluşturan Birim / 100 Mililitre
mg/l	: Miligram/Litre
µM	: Mikrometre
µS/cm	: Mikrosimens
NO ₃ – N	: Nitrat Azotu

NH ₄ – N	: Amonyum Azotu
PCA	: Principal Component Analysis (Temel Bileşenler Analizi)
pH	: Asitlik – Bazlık Derecesi
SPSS	: Statistical Package for Social Sciences
S.K.K.Y.	: Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği
TKN	: Toplam Kjeldahl Azotu

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 3.1.	Çalışma Noktaları.....	13
Şekil 4.1.	pH Değerlerinin Aylara Göre Değişimi.....	29
Şekil 4.2.	pH Değerlerinin Noktalara Göre Değişimi.....	30
Şekil 4.3.	Sıcaklık Değerlerinin Aylara Göre Değişimi.....	31
Şekil 4.4.	Sıcaklık Değerlerinin Noktalara Göre Değişimi	31
Şekil 4.5.	Ç.O. Değerlerinin Aylara Göre Değişimi.....	32
Şekil 4.6.	Ç.O. Değerlerinin Noktalara Göre Değişimi.....	32
Şekil 4.7.	EC Değerlerinin Aylara Göre Değişimi	33
Şekil 4.8.	EC Değerlerinin Noktalara Göre Değişimi	33
Şekil 4.9.	Tuzluluk Değerlerinin Aylara Göre Değişimi	34
Şekil 4.10.	Tuzluluk Değerlerinin Noktalara Göre Değişimi	35
Şekil 4.11.	AKM Değerlerinin Aylara Göre Değişimi	36
Şekil 4.12.	AKM Değerlerinin Noktalara Göre Değişimi	36
Şekil 4.13.	UAKM Değerlerinin Aylara Göre Değişimi	37
Şekil 4.14.	UAKM Değerlerinin Noktalara Göre Değişimi	37
Şekil 4.15.	BOI Değerlerinin Aylara Göre Değişimi	38
Şekil 4.16.	BOI Değerlerinin Noktalara Göre Değişimi	38
Şekil 4.17.	KOI Değerlerinin Aylara Göre Değişimi	39
Şekil 4.18.	KOI Değerlerinin Noktalara Göre Değişimi	40
Şekil 4.19.	Top - P Değerlerinin Aylara Göre Değişimi	41
Şekil 4.20.	Top - P Değerlerinin Noktalara Göre Değişimi	41
Şekil 4.21.	NO ₃ - N Değerlerinin Aylara Göre Değişimi	42
Şekil 4.22.	NO ₃ - N Değerlerinin Noktalara Göre Değişimi	42
Şekil 4.23.	TKN Değerlerinin Aylara Göre Değişimi	43
Şekil 4.24.	TKN Değerlerinin Noktalara Göre Değişimi	44
Şekil 4.25.	NH ₄ - N Değerlerinin Aylara Göre Değişimi	44

Şekil 4.26.	NH ₄ - N Değerlerinin Noktalara Göre Değişimi.....	45
Şekil 4.27.	4. Nuktada Flamentli Bakteri Toplulukları ve Aktif Çamur Fotoğrafları.....	46
Şekil 4.27.	AKM ve UAKM'nin Zamansal Mukayesesi	65
Şekil 4.28.	AKM ve UAKM Noktasal Mukayesesi.....	66
Şekil 4.29.	BOI ve KOI Zamansal Mukayesesi.....	69
Şekil 4.30.	BOI ve KOI Noktasal Mukayesesi.....	70
Şekil 4.31.	NH ₄ -N, NO ₃ -N ve TKN Zamansal Mukayese.....	76
Şekil 4.31.	NH ₄ -N, NO ₃ -N ve TKN Noktasal Mukayese.....	76

TABLolar LİSTESİ

Tablo 3.1.	Kıtaçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri....	17
Tablo 4.1.	Aylara Göre Betimsel İstatistik.....	20
Tablo 4.2.	Noktalara Göre Betimsel İstatistik.....	27
Tablo 4.3.	15.06.2011 Mikrobiyolojik Analiz.....	46
Tablo 4.4.	15.08.2011 Mikrobiyolojik Analiz.....	47
Tablo 4.5.	14.12.2011 Mikrobiyolojik Analiz.....	47
Tablo 4.6.	Korelasyon Analizi.....	48
Tablo 4.7.	Aylara Göre Ortalamaların Farklılığı için ANOVA.....	52
Tablo 4.8.	Noktalara Göre Ortalamaların Farklılığı için ANOVA.....	53
Tablo 4.9.	pH Ortalamaları Noktasal Homojen Gruplar.....	55
Tablo 4.10.	pH Ortalamaları Noktasal Homojen Gruplar.....	56
Tablo 4.11.	Sıcaklık Ortalamaları Zamansal Homojen Gruplar.....	57
Tablo 4.12.	Sıcaklık Ortalamaları Noktasal Homojen Gruplar.....	57
Tablo 4.13.	Ç.O. Ortalamaları Zamansal Homojen Gruplar.....	58
Tablo 4.14.	Ç.O. Ortalamaları Zamansal Homojen Gruplar.....	59
Tablo 4.15.	EC Ortalamaları Zamansal Homojen Gruplar.....	60
Tablo 4.16.	EC Ortalamaları Noktasal Homojen Gruplar.....	60
Tablo 4.17.	Tuzluluk Ortalamaları Zamansal Homojen Gruplar.....	61
Tablo 4.18.	Tuzluluk Ortalamaları Noktasal Homojen Gruplar.....	62
Tablo 4.19.	AKM Ortalamaları Zamansal Homojen Gruplar.....	63
Tablo 4.20.	AKM Ortalamaları Noktasal Homojen Gruplar.....	63
Tablo 4.21.	UAKM Ortalamaları Zamansal Homojen Gruplar.....	64
Tablo 4.22.	UAKM Ortalamaları Noktasal Homojen Gruplar.....	64
Tablo 4.23.	BOİ Ortalamaları Zamansal Homojen Gruplar.....	66
Tablo 4.24.	BOİ Ortalamaları Noktasal Homojen Gruplar.....	67
Tablo 4.25.	KOİ Ortalamaları Zamansal Homojen Gruplar.....	68

Tablo 4.26.	KOİ Ortalamaları Noktasal Homojen Gruplar.....	68
Tablo 4.27.	Top-P Ortalamaları Zamansal Homojen Gruplar.....	70
Tablo 4.28.	Top-P Ortalamaları Noktasal Homojen Gruplar.....	71
Tablo 4.29.	NO ₃ -N Ortalamaları Zamansal Homojen Gruplar.....	72
Tablo 4.30.	NO ₃ -N Ortalamaları Noktasal Homojen Gruplar.....	72
Tablo 4.31.	TKN Ortalamaları Zamansal Homojen Gruplar.....	73
Tablo 4.32.	TKN Ortalamaları Noktasal Homojen Gruplar.....	73
Tablo 4.33.	NH ₄ -N Ortalamaları Zamansal Homojen Gruplar.....	74
Tablo 4.34.	NH ₄ -N Ortalamaları Noktasal Homojen Gruplar.....	74

ÖZET

Anahtar kelimeler: Su kalitesi, istatistiksel analiz

Bu çalışmada 15 Ocak 2010 ile 20 Haziran 2011 tarihleri arasında Riva Deresi'nde tespit edilen 4 farklı noktadan 33 su numunesi alınmış (Toplam 132 numune), pH, Sıcaklık, Çözünmüş Oksijen, Elektriksel İletkenlik, Tuzluluk, Askıda Katı Madde, UAKM, Biyolojik Oksijen İhtiyacı, Kimyasal Oksijen İhtiyacı, Toplam Fosfor, Nitrat, Amonyum ve Toplam Kjeldahl Azotu gibi 13 parametre ölçülmüştür (1716 sonuç). Alınan sonuçlar Kıtaçi Su Kalite Sınıflandırılmasına göre incelenmiş, suyun III. ve IV. Kalite sınıfında olduğu tespit edilmiştir.

İstatistiksel Analizlerde; Korelasyon Analizi, Zamansal ve Noktasal Betimleme Analizi, Varyans Analizi (ANOVA), Zamansal ve Noktasal Homojen Grup Analizleri yapılmıştır. Bu analizler ile parametrelerin birbiri ile ilişkileri, zamana göre değişimleri ve noktalara göre ilişkileri incelenmiştir. Zamana göre 12 parametrenin (TKN Hariç) ortalamaları değişmekte, noktalara göre ise sadece 4 parametrenin ortalamaları istatistiki olarak değişmektedir.

Yağışlar Sonrası, kurak ve yağışlı dönem olmak üzere 3 kere Toplam Koliform, Fekal Koliform ve Fekal Streptokok ölçümü yapılmış, son örneklemede Toplam Heterotofik Bakteri ölçümünde eklenmiştir. Mikroorganizma ölçümleri suyun özellikle 1. Nokta öncesinde bulunan arıtma tesisinden olumsuz etkilendiğini ve acil önlemler alınması gerektiğini göstermiştir.

Çalışmada kimyasal parametreler göz önüne alındığında belirlenen 3. ve 4. Örnekleme noktası bölgelerine uygun arıtma sistemlerinin kurulmasının zaruri olduğu ortaya konmuştur.

DETERMINATION AND STATISTICAL ANALYSIS OF THE WATER QUALITY OF THE RIVA RIVER

SUMMARY

Keywords: Water Quality, statistical analysis

In this study 13 parameters which are pH, temperature, dissolved oxygen (DO) electrical conductivity (EC), salinity, suspended solid, volatile suspended solid biological oxygen deprivation (BOD), chemical oxygen deprivation (COD), total phosphorus, nitrate nitrogen ($\text{NO}_3\text{-N}$), ammonium nitrogen ($\text{NH}_4\text{-N}$) and total kjeldahl nitrogen were measured (1716 results) through 33 water samplings which were taken from 4 designated place where are different in Riva River between the dates of 15th January 2010 and 20th June 2011.

Along statistical analysis, Correlation Analysis, Spatial and Temporal Description Analysis, Variation Analysis (ANOVA), Spatial and Temporal Homogeneous Group Analysis were constructed. The relationships between those analysis and parameters, their alternations according to time and association between the different places were investigated. Due to time mean of 12 parameters change (Except TKN) and solely 4 parameters' mean show changes in respect of statistical accounting.

Including after raining, rainless and rainy; total coliform, fecal coliform and fecal streptococcus measurements were carried out at 3 times. Besides Total heterotofic Bacterium measurement was accompanied in the last sampling. The microorganism measurements shows what the first point of the water is influenced negatively by the waste treatment facilities where is located space in front and immediate precaution must be taken.

According as the chemical parameters, to built the proper sewage treatment plant is absolutely necessary at the sampling places which ware stated precisely

BÖLÜM 1. GİRİŞ VE AMAÇ

1.1. Giriş

Son iki yüzyıl içinde hızlı nüfus artışı, endüstrileşme ve yoğun zirai etkinlikler doğal çevreyi olumsuz etkileyen ve kirleten sebepleri oluşturmuştur. Endüstri devrimi ve hızlı şehirleşmenin ilk dönemlerinde, doğanın tüm kirleticileri sonsuza dek saklayabilme veya sonsuz bir arıtma gücüne sahip olduğu sanılıyordu. Ancak, zaman içinde tüm ekosistemler çevre kirliliğinden olumsuz etkilenmeye başladığında, ortaya çıkan sorunları anlama, tanımlama, önlem alma ve çözüm bulma çalışmaları büyük önem kazanmıştır. Su ve toprak kaynakların tüketilmesi kadar tüketim sürecinde kirlenmesi ve taşıma kapasitelerinin zorlanması sürdürülebilirlik kavramına aykırı olgulardır ve eko-sistem üzerinde olumsuz neticelere sebep olmaktadır.

Bir havzadaki akarsular, göller ve sulak alanlar noktasal kaynak kirliliği ve noktasal olmayan kaynak kirliliği olarak başlıca iki kirlilik türünden etkilenmektedir. Noktasal kaynak kirliliği belirli bir “nokta”dan boşalan kentsel ve endüstriyel atıksu nedenli kirliliktir. Kanalizasyon çıkışı buna basit bir örnektir. Noktasal olmayan kaynak kirliliği ise tarım, kentsel gelişim, inşaat ve ormancılık gibi çok çeşitli arazi/havza kullanım etkinliklerine bağlı olduğundan kolaylıkla belirli bir yerle konumlandırılmaz. Noktasal olmayan kaynak kirliliği kendi içinde ayrıca üç doğal süreç içermektedir. Bu süreçlerden bir arazi boyunca akan ve akarsulara dökülen yağış taşkın akışı, zeminlerde hasara yol açan ve zemini tanelerine ayrıştıran akış kuvveti erozyon, bu ayrılmış zemin tanelerinin yakınlardaki akarsularda tortulanması sedimentasyon olarak tanımlanmaktadır. Doğal süreçler yanında havzanın geliştirilmesi çalışmaları sırasında, özellikle de inşaatlar ile kirlenme artabilmekte ve aşırı akış, aşırı erozyon ve aşırı sedimentasyon görülebilmektedir.

Bazı kirleticilerin sızma ile yeraltı suyuna karışabilme olasılığı da bulunduğundan noktasal olmayan kaynak kirliliği, yüzey suları kadar, yeraltı suyunu etkileme potansiyeline de sahiptir. Dolgular, işletmeden çıkan maden şantiyeleri, yeraltı biriktirme tankları ve bakteri üretilebilecek tüm sistemler olası yeraltı suyu kirliliği kaynaklarıdır. Anılan doğal süreçler ve insan etkinliklerinin yol açtığı geri dönüşsüz kirlenmeler su toplama havzalarının ve akarsuların hidrolojisini de değiştirmekte ayrıca su üretiminde çok önemli işlev edinmiş olan orman ekosistemlerinin su üretimini olumsuz yönde etkilemektedir.

Uzun zamanlardan beri, toplumlar temel ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla, su kaynaklarına yakın yerleri yerleşim bölgeleri olarak belirlemişlerdir. Sanayileşme ve nüfus artışı, su kullanımını ve buna bağlı olarak, tarımsal etkinlikler ve endüstriler gibi çeşitli faaliyet alanlarından gelen kullanılmış su miktarını önemli ölçüde arttırmıştır. Atıksu olarak isimlendirilen bu kullanılmış sular, doğrudan veya dolaylı yollarla su kaynaklarımıza ulaşarak kirlenmeye sebebiyet vermiş ve halk sağlığını tehdit edecek boyutlara ulaşmıştır [1].

Su kaynaklarında görülen bozulmalara neden olan en önemli etkenler arasında, bu bölgelerdeki hızlı nüfus artışı, plansız kentleşme ve aşırı sanayileşme, tarımsal faaliyetler sırasında kullanılan zirai ilaçlar ve gübreler, çöp dökme alanlarından gelen sızıntı suları ve diğer faaliyetler gelmektedir [2].

Bu etkenler, içme ve kullanma suyu gereksinimini karşılamada sorunlar oluştururken, diğer yandan akarsu, göl ve yeraltı suları gibi su kaynaklarını kirleterek kullanılamaz bir duruma getirmektedir [3].

Su kirlenmesi ve etkileri; ülkemizde, özellikle yoğun bir endüstriyel faaliyet alanı durumunda olan Marmara Bölgesi'nde ciddi olarak gözlenmektedir. Marmara Havzası içerisinde en fazla göze çarpan endüstri faaliyetleri arasında, gıda ve metal sanayi gelmektedir. Bu faaliyetlerin yoğun olarak yaşandığı Marmara Havzası'nda su kaynaklarına ulaşan endüstriyel yükler büyük boyutlara ulaşmaktadır. Bu bağlamda, Büyükçekmece ve Küçükçekmece havzalarını risk altındaki bölgeler olarak gösterebiliriz. Marmara Havzası içindeki kirlenme olayına neden olan aktivitelerin

yoğunluğu ve ihtiyacı karşılayacak su kaynaklarının yetersiz oluşu, havzada özel bir yönetim anlayışının benimsenmesi zorunluluğunu ortaya çıkarmaktadır [4].

1.2. Amaç

Bu araştırmanın amacı, İstanbul ili, Çekmeköy ve Beykoz ilçesi sınırları içerisinde yer alan Riva Deresi'nin mevcut su kalitesinin (fiziksel ve kimyasal özellikleri) tespiti, parametrelerin istatistiki olarak zamansal ve noktasal değişimlerinin ve birbirleri ile olan ilişkilerinin incelenmesi ve derenin sürdürülebilir kullanımının temini için mevcut risklerin ortaya konarak çözüm önerilerinin üretilmesidir.

BÖLÜM 2. LİTERATÜR ÇALIŞMALARI

Hindistan Gomti Nehri Kirlilik Kaynaklarının Çoklu İstatistik Teknikleri Kullanılarak Belirlenmesi ve Değerlendirilmesi” konulu çalışmada;

Çok değişkenli istatistiksel teknikler, Küme analizi (CA), faktör analizi (FA), temel bileşenler analizi (PCA) ve diskriminant analizi (DA) gibi çok değişkenli istatistiksel analizler kullanılarak 8 istasyondan 34 farklı parametre 1999 – 2001 yıllarında toplanmıştır ve 9792 gözlem elde edilmiştir.

Bu çalışma, Su kaynaklarının etkili yönetimi için su kalitesi izleme ağlarının tasarlanması hakkında bilgilerin daha iyi izlenmesi ile kirlilik kaynaklarının değerlendirilmesi ve kompleks su kalitesi verilerinin yorumlanmasında çoklu istatistiksel tekniklerin yararlarını göstermektedir. CA aracılığıyla aralarındaki benzerlik temelinde, üst havzaları, orta su toplama havzaları ve örnekleme sitelerinin alt havzaların elde edildi. Üç önemli grup, örnekleme bölgelerinin üst havzaları, orta havzaları ve alt havzaları; aralarında ki benzerliklere göre temellendirilerek kümeleme analizi ile elde edildi. Toplam varyansın %74.3, 73.6 ve 81.4’ü şeklinde ortaya çıkan sonuçlara, iz metalleri grubu (düzenli depolama sahalarında ki endüstriyel atıklar ve topraktan süzülen), organik kirlilik grubu (evsel ve endüstriyel atık su), besin grubu, alkalinite, sertlik, EC ve katılar (nihai süreç) dahildir. DA, hem temporal hem de spatial analizler sırasında veri azaltılması ve tanımlanması için en iyi sonuçları gösterdi. Temporal Analiz beş parametreyi (Sıcaklık, Toplam Alkalinite, Cl, Na ve K) %94 doğruluktan daha fazla oranda karşılarken, havzanın 3 farklı bölgesinin spatial analizinde 10 parametre (nehir akıntısı, pH, BOİ, Cl, K, PO₄, NH₄-N, NO₃- N, TKN ve Zn) %97 doğrulukta alınmıştır. Diğer taraftan DA, su kalitesi varyasyonlarında ki büyük farklılıklardan sorumlu bir kaç indikatör parametrelerini belirlenmesini ve böylece geniş data setlerinde azaltma yapılmasını sağlamıştır [5].

“Veri Analizleri Araştırması ile Nehir Suyu Kalitesinde Mevsimsel Kirlilik Etkilerinin Değerlendirilmesi” başlıklı çalışmada;

İnsan faaliyetlerinden ve mevsimsel değişimlerden etkilenen bir nehir 25 km'lik bir bölümü boyunca yer alan üç örnekleme istasyonundan 2,5 yıl boyunca 3 aylık periyotlarla su örnekleri toplanmış ve fizikokimyasal değişkenler analiz edilmiştir. Su kalitesi değişimi kaynakları ayırmak için yapılan çalışmada deneysel verileri araştırma analizi unsuper (küme analizi) ve Anova (temel bileşenler analizi) ile yapılmıştır. PCA, hidrokimyasal anlamı; mineral bileşenleri, insan faaliyetleri sonucu oluşan kirlilik ve su sıcaklığı olan gizli faktörlerin azaltılarak tanımlanmasını sağlamıştır. Nehir suyu hidrokimyası ve kalitesini etkileyen Spatial (antropojenik kökenli kirlilik), temporal (mevsimsel ve iklimsel) değişken kaynakları farklılaştırılmış ve kirlilik kaynakları olarak atanmıştır. Dönüştürülmüş temel bileşenlerle kurulan bir Anova, mineral bileşenlerinin mevsim ve iklime bağımlı olduğunu gösterir ve bunun şehir atıksuları gibi antropojenik kaynaklardan oluşan besin ve organik madde içeriği yüksek bir doğal kirlilik kaynağına işaret etmektedir. Sonuç olarak incelenen nehir suyunun Avrupa Yönetmeliklerinde belirtilen KOİ, demir, manganez, sodyum, amonyak, nitrit, fosfat ve sülfat oranlarından yüksek olduğu; insan ve endüstriyel ihtiyaçlar için kullanılamayacağı belirlenmiştir. Yüksek oranda ki önemli bir deterjan bileşeni olan fosfat, şehir atıksularının nehire deşarjı sebebiyle olabilir. Yine nehir suyu örneklerinde rastlanan nitrat tarım alanlarında kullanılan gübre içeriklerinin yağmur suyu vasıtası ile topraktan süzülerek veya yüzeysel akışla suya karışmış olabileceği belirlenmiştir.

PCA ve CA uygulamaları mevsimsel ve noktasal kriterlere göre temellendirilen nehir suyu örneklerinin sınıflandırılmasında başarılı olduğu görülmüştür [6].

“Çoklu İstatistiksel Teknikler Kullanılarak Yüzeysel Su Kalitesinin Değerlendirilmesi; Japonya Fuji Nehri Havzası Çalışması Örneği” başlıklı çalışmada; 8 yıl süresince (1995 – 2002) 12 farklı noktada gözlenen 12 parametre (14976 gözlem) ile oluşturulan Fuji Nehri Havzasının karmaşık bir genişlikte ki su kalitesi veri setlerinin yorumlanması ve temporal / spatial değişkenlerin değerlendirilmesi için Küme analizi (CA), temel bileşenler analizi (PCA), faktör analizi (FA) ve

diskriminat analizi gibi çoklu istatistiksel teknikler uygulanmıştır. Hiyerarşik küme analizi Yüksek kirlilik, orta kirlilik, az kirlilik ilişkisi şeklinde 3 kategoride 13 örnekleme noktası gruplandırılmış ve su kalitesi karakteristiklerinin benzerliğine göre temellendirilmiştir.

Faktör analizi göstergelerinden elde edilen havzada su kalitesi değişiminden sorumlu parametreler gibi değişken faktörler esas olarak düşük kirlilik alanlarında deşarj, sıcaklık (doğal), organik kirlilik (noktasal kaynak: evsel atıksu); orta kirlilik alanlarında, organik kirlilik (noktasal kaynak: evsel atıksu), besinler (noktasal olmayan kaynaklar: tarım ve meyve bahçesi plantasyonları) ve yüksek kirlilik alanlarında, organik kirlilik ve besin (nokta kaynaklar: evsel atık su, atık su arıtma tesisleri ve sanayi) ilişkilidir.

Diskriminant analizi temporal ve spatial analizler için en iyi sonuçları verdi. Temporal analizde sadece 6 parametre (akıntı, sıcaklık, çözülmüş oksijen, biyokimyasal oksijen ihtiyacı, elektriksel iletkenlik ve nitrat azotu) %85'den yüksek doğruluk oranında ölçüldü ve verilerde önemli ölçüde azaltma sağlandı ve yine havzada üç farklı örnekleme noktasında yapılan spatial analizde 7 parametre (akıntı, sıcaklık, kullanır gibi önemli bir veri azaltma biyokimyasal oksijen ihtiyacı, pH, elektriksel iletkenlik, nitrat, azot ve amonyak azotu) %81 civarında doğru oranda tayin edildi [7].

“Dalio Nehri Havzası Su Kalitesinin Değerlendirilmesi ve Çoklu İstatistiksel Metodlar Yardımıyla Kaynakların Tanımlanması” başlıklı çalışmada;

Dalio Nehir Havzası'nda su kalitesi veri setlerinin oluşturulması ve potansiyel kirlilik kaynaklarının tanımlanması amacıyla 18 farklı noktada 2003 – 2005 yılları arasında 13 farklı parametre ölçülmüş ve analizleri için Kümeleme analizi (Cluster Analysis - CA), diskriminant analizi (DA) ve Temel Bileşenler Analizi (Principal Component Analysis – PCA) gibi çoklu istatistiksel metotlar kullanılmıştır. Hiyerarşik CA kullanılarak 12 ay 3 periyot (birinci, ikinci ve üçüncü periyotlar), 18 örnekleme noktası 3 grup (A, B ve C) şeklinde sınıflandırılmıştır.

6 Önemli Parametre (Sıcaklık, pH, BOİ, ÇO, Uçucu Fenol ve E.coli) mevsimsel ve noktasal grupları ayırt etmek için Discriminant Analizi ile tanımlanmıştır ve bunlar %84,5 oranında zamansal varyasyon analizi için doğru atanmışken, beş parametre (ÇO, NH₄-N, Civa, Uçucu Fenol ve E.coli) %73.61 oranında noktasal varyasyon analizi ile doğru olarak atanmıştır. (Doğru istatistiki değişim sonuçları vermiştir.)

Temel Bileşenler Analizi B ve C grubunda olan beş gizli kirlilik kaynağının (Organik kirlilik dolayısı ile oksijen tüketimi, toksik organik kirlilik, ağır metal kirliliği, fekal kirlilik ve petrol kirliliği) tanımlanmasında kullanışlıdır. İlk periyotta, noktalarda diğer iki periyoda oranla daha fazla organik kirlilik dolayısı ile oksijen tüketimi, toksik organik kirlilik ve ağır metal kirliliği olduğu anlaşılmıştır. İlk periyot esnasında özellikle B grubu için noktalarda organik kirlilik dolayısı ile oksijen tüketimi, toksik organik kirlilik ve ağır metal kirliliği daha etkilidir.

İkinci periyotta kirlilik düzeyi diğer iki periyot arasındaydı. C grubu için noktalarda petrol kirliliği birinci periyotta daha etkilidir ve fazla organik kirlilik dolayısı ile oksijen tüketimi üçüncü periyotta daha etkili gözükmektedir. Buna ilaveten B ve C gruplarının her periyot kaynağının tanımlanmasıyla mevsimsel kirlilik hakkında yararlı bilgiler üretilmiştir. Noktalar B grubu üçüncü periyodunda fekal kirlilik yönünden daha çok etkilenmiştir ve noktasal olmayan bir kirlilik kaynağı karakterindedir. Buna ek olarak tüm noktalar ayrıca fiziksel – kimyasal kirlilik yönünden etkilenmiştir. B grubu İkinci ve üçüncü periyotlarda ve C grubunda ikinci periyotta noktalar doğal kirlilik yönünden etkilenmiştir [8].

“Çoklu İstatistiksel Kullanılarak Su Kalitesinin Değerlendirilmesi: Türkiye Behrimaz Nehri” başlıklı çalışmada;

Behrimaz Nehri zamansal ve noktasal değişkenlerinin değerlendirilmesi ve su kalitesi veri setlerinin yorumlanması için bir yıl boyunca dört noktada 20 farklı parametre ölçülmüştür. Hiyerarşik Kümeleme Analizi (Cluster Analysis - CA) yöntemi ile 12 ay iki periyot (birinci ve ikinci periyot) olarak, dört örnekleme noktası ise iki grup (A ve B grupları) olarak sınıflandırılmıştır. Bununla ilişkili olarak düşük kirlilik ve orta kirlilik düzeylerinde ki noktalar su kalitesi karakteristiklerine göre temellendirildi.

Faktör Analizi, Temel Bileşenler Analizinde, Kümeleme analizi ile elde edilen iki farklı grubun veri setleri uygulandı ve düşük kirlilik düzeyi ile orta kirlilik düzeyi alanları su kalitesi veri setlerinde toplam varyansın %88.32 ve %88.93 oranlarında olduğu görüldü. (5 parametre).

Faktör analizi göstermektedir ki su kalitesinde ki değişimlerden daha çok deşarjlar, sıcaklık, çözülebilen mineraller (doğal) sorumludur. Besinler (noktasal olmayan kaynak: tarımsal aktiviteler) düşük kirlilik alanları ile ilişkili olarak, organik kirlilik (noktasal kaynak: evsel atıksu), besinler (noktasal olmayan kaynak: tarımsal aktiviteler ve köylerden gelen yüzey akışı) orta kirlilik alanları ile ilişkilidir [9].

“Aşağı Seyhan Nehri Su Kalitesi Değişiminin QUAL2E Modeli ile İncelenmesi” başlıklı çalışma.

Bu çalışmada amaç Aşağı Seyhan Nehri’ne deşarj edilen evsel ve endüstriyel atıksuların, nehirde meydana getirebileceği organik kirlilik yükü ve nehir sistemi üzerinde oluşturacağı etkileri belirlemektir. Bu amaçla tek boyutlu su kalite modeli olan QUAL2E Su Kalite Modeli uygulanmıştır. Model 1998 yılı verileri ile kalibre edilmiş ve 1999 ve 2000 yılları verileri ile doğrulanmıştır. Nehrin maksimum ve minimum akım durumları için, ÇO, BOİ, NH₃-N ve Çöz-P bileşiklerinin konsantrasyonlarındaki değişimler incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği’ne göre değerlendirilmiştir. Bu sonuçlara göre Aşağı Seyhan Nehri, özellikle sıcaklığın yüksek ve akımın minimum olduğu dönemlerde evsel ve endüstriyel kirleticilerden olumsuz olarak etkilenmiştir [10].

BÖLÜM 3. MATERYAL VE METOT

3.1. Çalışma Alanı

Ömerli Barajının da üzerinde yer aldığı Riva deresi, 895 km²'lik drenaj alanıyla Anadolu yakasında İstanbul'a en yakın olan ve Karadeniz'e açılan en büyük havzaya sahiptir. Ömerli Barajının drenaj alanı ise yaklaşık 621 km²'dir. Bu alana yüzey alanı yaklaşık 23 km² olan baraj gölü de dahildir.

Riva Dere havzası idari açıdan İstanbul ve Kocaeli il sınırları içerisinde kalmaktadır. Bölgede İstanbul'un Beykoz, Sancaktepe, Çekmeköy ve Şile ilçelerine bağlı toplam 15 köy, Kocaeli'nin Gebze ilçesine bağlı olarak da 6 köy yerleşim yeri bulunmaktadır [11].

Riva Havzası İstanbul'un Anadolu yakasında Kuzey ormanlarıyla kaplı ve Güney-Kuzey doğrultusunda yaklaşık 70 km. uzunluğunda bir su havzasıdır. Akarsu Gebze Tepecik köyünden başlayıp Beykoz'un Riva Beldesinden Karadeniz'e dökülmektedir. İstanbul'un içme suyunun %48'ini sağlayan Ömerli Barajı bu havzanın üst kesiminde kurulmuştur ve Riva Deresi'nin yaklaşık 34 km'lik bölümünden su toplamaktadır. Bu havza İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi (İ.S.K.İ.) tarafından korunmaktadır.

Riva Deresi 1972 yılında üzerine İstanbul'un toplam içme suyunun %40 gibi büyük bir kısmını karşılayan Ömerli Barajı'nın kurulmasıyla en önemli su kaynağın kaybetmiştir ve durgun akan su konumuna geçmiştir.

Ömerli Barajının su toplama havzasından daha büyük bir alan baraj gövdesinin mansabında kalmakta ve Karadeniz’de son bulmaktadır. Bu bölümdeki Riva Deresi’nin uzunluğu 36 km dir. Söz konusu kesim Koçullu Köyünden başlayıp, Ömerli Beldesi, Sırapınar, Hüseyinli, Bozhane, Göllüce, Boğazhan ve Paşamandıra köylerinden geçerek Karadeniz’e ulaşmaktadır. Riva havzasının bu bölümü %75–80 oranında ormanlarla kaplıdır. Kalan bölümü ise 1.ve 2. sınıf tarım arazisi ve meralardan oluşmaktadır.

Havzanın bu bölümünde bulunan 12 köyün halkı tarım, ormancılık, hayvancılık ve turizmle geçinmekte, ayrıca tesislerde işçilik yapmaktadır. İstanbul Derelerini yerleşim yerlerine oldukça yakın olması nedeniyle turizmciler yılın her mevsiminde havzaya günlük turlar düzenlemektedir. Ayrıca Riva Deresi üzerinde tekne gezintisi yapılabilmektedir. Derede sazan, istakoz, turna ve yayın gibi balıklar yetişmektedir. Riva deresi boyunca mesire yerleri, lokantalar, piknik alanları faaliyet göstermektedir.

Burada yetiştirilen tarım ürünleri İstanbul’un pazarlarında yerli mahsul olarak satılmaktadır. Ormanlarında endemik olarak bilinen *Lathrus palustris ssp. Palustris* ve *Euphorbia lucida*, *Cyclaman coum* (Siklamen), *Galanthus plicanis ssp.*, *Byzanthinus*, *Vinca minor*, *Lilium martagan* ve *Fritillaria pontica* da sayılmalıdır.

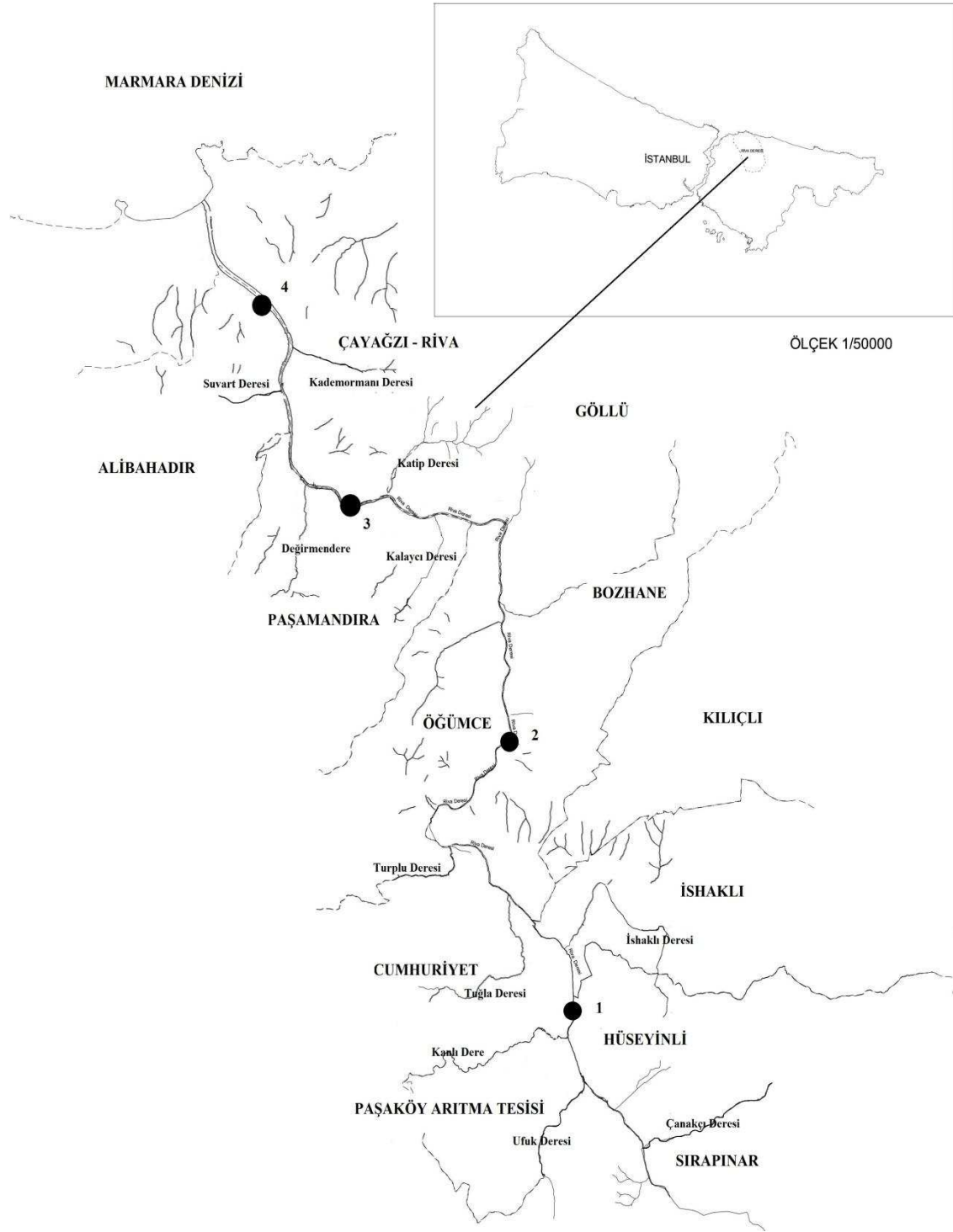
3.2. Çalışma Noktaları

Çalışmamızın daha önce ki bölümlerinde belirtildiği gibi Riva Deresi yaklaşık 70 km. uzunluğunda bir su havzasıdır. Akarsu Gebze Tepecik köyü ile Ömerli Barajı arasında bulunan 34 km’lik bölümünden su toplamaktadır. Ömerli Barajından sonra Karadeniz’e kadar olan bölüm ise deşarj için kullanılmaktadır. Bu çalışmada yaklaşık 36 km uzunluğunda ki Riva Deresinde seçilen 4 farklı istasyondan 15.01.2010 – 20.06.2011 tarihleri arasında su örneklemeleri yapılmıştır.

Riva Deresinin Ömerli Barajından sonra başlayan bölümünde barajda fazla olan su deşarj edilmediği ve yağış olmadığı özellikle kurak zamanlarda su akışı

olmamaktadır. Örnekleme noktalarının belirlenmesinde bu durum göz önünde bulundurulmuştur.

Ayrıca örnekleme noktalarının, Riva Deresi'nin genel özelliklerini ve zamana bağlı olası değişimlerini izleyebilecek konumda ve sayıda olmasına, ulaşım ve zamanlama açısından düzenli numune alımına olanak verecek sayıda ve konumda olmasına önem verilmiştir.



Şekil 3.1. Çalışma Noktaları

3.2.1. Riva Deresi 1. Örnekleme Noktası

Derede mevcut su akışı Ümraniye, Sancaktepe, Sultanbeyli ve çevresinin atıksularını toplayarak arıtan Paşaköy İleri Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisinin çıkış suyu ile başlamaktadır. 1. Örnekleme noktasının belirlenmesinde çevreden sızan sular, tali dereler ile arıtma tesisinden deşarj edilen suyun birleştiği nokta göz önünde bulundurulmuştur. Örnekleme noktası ile Riva Deşarj Tüneli arasında ki mesafe 200 m dir. Ömerli Köyü olarak bilinen bu bölgede orta ölçekli tavuk çiftlikleri, bir boya fabrikası ve bir taş ocağı işletmesi bulunmaktadır.

Bu örnekleme noktasında su oldukça durgundur, dere yatağı yaklaşık 15 – 20 m dir ve su 1 – 1.5 m derinliğindedir.

3.2.2. Riva Deresi 2. Örnekleme Noktası

Örnekleme noktası çevresinde tarlalar ve özel hobi bahçeleri bulunmaktadır. Ayrıca bölgede; köpek çiftliği, kağıt fabrikası, bir plastik fabrikası bulunduğu tespit edilmiştir. Bu noktada tarla, bahçe ve fabrikalar dolayısı ile dereye kimyasal atıkların karışabileceği düşünülmüştür.

Dere yatağı 10 m dir. Derinliği 3 – 3.50 m arasında değişmektedir.

3.2.3. Riva Deresi 3. Örnekleme Noktası

Örnekleme Noktası çevresinde lüks yerleşim alanları bulunmaktadır. Etrafında bulunan binaların atık sularının büyük bir bölümü dere suyuna direkt karışır durumdadır. Noktanın etrafında ağaçlıklar ve yoğun sazlar bulunmaktadır. Bu sebeple çok sayıda piknik ve sayfiye amaçlı kullanılan alanlar mevcuttur. Bunlarında yoğun bir kirletici kaynak olabileceği düşünülmüştür.

Dere yatağı 15 – 20 m arasında değişmektedir ve derinliği 3.5 – 4 metre civarındadır.

3.2.4. Riva Deresi 4. Örnekleme Noktası

Nokta öncesinde Örnekleme noktası çevresinde deterjan ve kimyasal ürünler üreten bir fabrika işletilmektedir. Bu nokta etrafında halkın özellikle yaz aylarında yoğunlaştığı restoranların ve piknik alanlarının bulunduğu bir bölgededir.

Dere yatağı 15 – 20 m, derinliği 3,5 m dir.

3.3. Örnekler Üzerinde Yapılan Çalışmalar

3.3.1. Yerinde yapılan analizler

Sıcaklık ve Çözünmüş Oksijen için Lutron marka oksijenmetre, Elektriksel İletkenlik değerleri Cond 315i WTW marka cihaz, pH değeri için 315i WTW marka pH metre cihazı, tuzluluk için YSI marka 30 model salinometre cihazı kullanılmış ve bu değerler arazide ölçülmüştür.

3.3.2. İncelenen kimyasal parametreler ve analiz yöntemleri

KOİ analizinde organik maddenin kuvvetli oksitleyici maddelerle asit ortamda oksitlenebileceği esasına dayanan açık reflux yöntemi, BOİ analizinde oxitoplar ile organik maddelerin mikroorganizmalar tarafından tüketilmesi sonucu oluşan CO₂ ' in basıncını ölçülmesi esasına dayanan manometrik yöntem, amonyum analizinde iyon seçici elektrot yöntemi, nitrat analizinde kadmiyum indirgeme yöntemi, toplam fosfor analizinde kolorimetrik yöntem [12], AKM ve UAKM analizinde gravimetrik yöntem kullanılmıştır [13].

3.3.2.1. Kimyasal ölçümler için su örneği alınması

Bu çalışmada, seçilen dört istasyondan alınan su örneklerindeki kimyasal parametreler araştırılmıştır. İstasyonlardan uygun olarak numaralandırılan ve 2.5 L

lik cam şişeler ile su yüzeyinden örnekleme yapılmıştır. Laboratuvar ortamına getirilen örnekler hemen analiz edilmiştir.

3.3.3. Mikrobiyolojik analizler

Bu istasyonların hepsinde ve derinliklerde Toplam Koliform, Fekal Koliform, Fekal Streptokok analizleri yapılmıştır. 14.12.2011 tarihinde alınan numuneler ile yapılan çalışmalara ek olarak Heterotofik Bakteri analizi yapılmış ve değerler KOB/100ml olarak ölçülmüştür.

Numuneler 100 ml steril örnekleme kapları ile alınmış, membran filtrasyon yöntemiyle analizleri yapılmıştır [14]. Vakum pompasına bağlı Sartorius steril süzme setinde 0,45 µm por çaplı steril filtrelerden (her bakteri türü için uygun besiyerleri; Toplam Koliform için Endo besiyeri Sartorius 14053, Fekal Koliform için mFC besiyeri Sartorius 14068, Fekal Streptokok için Azide besiyeri Sartorius 14051, kullanılmıştır.

3.3.4. Su kalitesi standartları

Su kalitesi kriterleri, kullanım amaçlarına göre suda bulunan yabancı ve istenmeyen maddelerin o ortamda bulunan bütün canlılar üzerinde yapacağı etkileri ve bu istenmeyen maddelerin konsantrasyonlarının hangi seviyede ne gibi etkiler yapacağını belirleyen kriterlerdir. Su kalitesi standartları, kanun, yönetmelik ve tüzüklerle belirlenir. Belirlenen bu standartlar, ülkelere göre değişiklik gösterebilir. Ülkemizde 2004 yılında Çevre ve Orman Bakanlığı tarafından “Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği” yayımlanmıştır. Bu yönetmelik, 2872 sayılı Çevre Kanunu ile mevcut kanunda ek ve değişiklik yapan kanun hükümlerine ve 4856 sayılı Çevre ve Orman Bakanlığı Teşkilat ve Görevleri Hakkında Kanuna dayanarak hazırlanmıştır. 31.12.2004 tarihinde yayımlanarak yürürlüğe giren Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği’nde Kıta İçi Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri verilmiştir. Tablo 3.1

Tablo 3.1. Kıtaçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri

SU KALİTE PARAMETRELERİ	SU KALİTE SINIFLARI			
	I	II	III	IV
A) Fiziksel ve inorganik- kimyasal Parametreler				
1) Sıcaklık (°C)	25	25	30	> 30
2) pH	6.5-8.5	6.5-8.5	6.0-9.0	6.0-9.0 dışında
3) Çözülmüş oksijen (mg O ₂ /L) ^a	8	6	3	< 3
4) Oksijen doygunluğu (%) ^a	90	70	40	< 40
5) Klorür iyonu (mg Cl ⁻ /L)	25	200	400 ^b	> 400
6) Sülfat iyonu (mg SO ₄ ⁼ /L)	200	200	400	> 400
7) Amonyum azotu (mg NH ₄ ⁺ -N/L)	0.2 ^c	1 ^c	2 ^c	> 2
8) Nitrit azotu (mg NO ₂ ⁻ -N/L)	0.002	0.01	0.05	> 0.05
9) Nitrat azotu (mg NO ₃ ⁻ -N/L)	5	10	20	> 20
10) Toplam fosfor (mg P/L)	0.02	0.16	0.65	> 0.65
11) Toplam çözülmüş madde (mg/L)	500	1500	5000	> 5000
12) Renk (Pt-Co birimi)	5	50	300	> 300
13) Sodyum (mg Na ⁺ /L)	125	125	250	> 250
B) Organik parametreler				
1) Kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) (mg/L)	25	50	70	> 70
2) Biyolojik oksijen ihtiyacı (BOİ) (mg/L)	4	8	20	> 20
3) Toplam organik karbon (mg/L)	5	8	12	> 12
4) Toplam kjeldahl-azotu (mg/L)	0.5	1.5	5	> 5
5) Yağ ve gres (mg/L)	0.02	0.3	0.5	> 0.5
6) Metilen mavisi ile reaksiyon veren yüzey aktif maddeleri (MBAS) (mg/L)	0.05	0.2	1	> 1.5
7) Fenolik maddeler (uçucu) (mg/L)	0.002	0.01	0.1	> 0.1
8) Mineral yağlar ve türevleri (mg/L)	0.02	0.1	0.5	> 0.5
9) Toplam pestisid (mg/L)	0.001	0.01	0.1	> 0.1
C) İnorganik kirlenme parametreleri^d				
1) Civa (µg Hg/L)	0.1	0.5	2	> 2
2) Kadmiyum (µg Cd/L)	3	5	10	> 10
3) Kurşun (µg Pb/L)	10	20	50	> 50
4) Arsenik (µg As/L)	20	50	100	> 100
5) Bakır (µg Cu/L)	20	50	200	> 200
6) Krom (toplam) (µg Cr/L)	20	50	200	> 200
7) Krom (µg Cr ⁺⁶ /L)	Ölçülmeyecek kadar az	20	50	> 50
8) Kobalt (µg Co/L)	10	20	200	> 200
9) Nikel (µg Ni/L)	20	50	200	> 200
10) Çinko (µg Zn/L)	200	500	2000	> 2000
11) Siyanür (toplam) (µg CN/L)	10	50	100	> 100
12) Florür (µg F ⁻ /L)	1000	1500	2000	> 2000
13) Serbest klor (µg Cl ₂ /L)	10	10	50	> 50
14) Sülfür (µg S ⁼ /L)	2	2	10	> 10
15) Demir (µg Fe/L)	300	1000	5000	> 5000
16) Mangan (µg Mn/L)	100	500	3000	> 3000
17) Bor (µg B/L)	1000 ^e	1000 ^e	1000 ^e	> 1000
18) Selenyum (µg Se/L)	10	10	20	> 20
19) Baryum (µg Ba/L)	1000	2000	2000	> 2000
20) Alüminyum (mg Al/L)	0.3	0.3	1	> 1
21) Radyoaktivite (pCi/L)				
alfa-aktivitesi	1	10	10	> 10
beta-aktivitesi	10	100	100	> 100
D) Bakteriyolojik parametreler				
1) Fekal koliform(EMS/100 mL)	10	200	2000	> 2000
2) Toplam koliform (EMS/100 mL)	100	20000	100000	> 100000

3.3.4. İstatistiksel analizler

Araştırmada ölçülen su kalitesi parametrelerinin istatistiksel analizleri ve grafikleri Microsoft Office Professional Plus 2010 programının bir parçası olan Microsoft Office Plus Excel 2010 ortamında hazırlanmıştır. Ayrıca yorumlayıcı istatistiksel analizler ise Windows ortamında SPSS 17 istatistik programı ile yürütülmüştür.

Çalışmada parametrelerin aylara ve noktalara göre ortalama, en düşük ve en yüksek değerlerinin gösterildiği betimsel analiz yapılmıştır. Ayrıca iki değişken arasındaki ilişkinin düzeyini (derecesini – şiddetini – gücünü) ve yönünü belirlemek amacıyla korelasyon analizi uygulanmıştır. Korelasyon analizi kısmında görülebileceği gibi korelasyon -1 ile +1 arasındaki ($-1 \leq r \leq +1$) bir değer almaktadır. Burada, değişkenler arasındaki ilişkinin düzeyini, rakamların mutlak büyüklüğü, yönünü ise rakamların işareti belirlemektedir.

Çalışmada uygulanan bir diğer istatistiksel analiz yöntemi ANOVA'dır. ANOVA bağımsız değişkenlerin kendi aralarında nasıl etkileşime girdiklerini ve bu etkileşimlerin bağımlı değişken üzerindeki etkilerini analiz etmek için kullanılmıştır.

Son olarak zamansal ve noktasal ortalama değerlerin birbirlerine benzerliklerine göre tasnif edildiği homojen gruplar analizi yapılmıştır.

BÖLÜM 4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Betimsel İstatistik

4.1.1. Aylara göre betimsel istatistik

Arazide yapılan ölçümler ve alınan su örneklerinin laboratuvardaki analizleri sonucu saptanan bulguların aynı aylar içinde (2010 – 2011) ölçüm sayıları (N), sonuçların aritmetik ortalamaları, standart sapma ve standart hata oranları, mevcut aylar içinde ki maksimum ve minimum değerleri düzenlenmiş ve aşağıda Betimsel İstatistik Tablosunda gösterilmiştir. Buna göre, Riva Deresinde en yüksek ve en düşük ortalama değerler; pH için 7.08 – 7.68, Sıcaklık 8.51 – 26.26 °C, Çözünmüş Oksijen 2.16 – 5.77 mg/l, Elektriksel İletkenlik 537.375 – 2164.75 $\mu\text{mhos}\times 10/\text{cm}$, Tuzluluk 0.033 – 0.96 ppt, AKM 18 – 76.87 mg/l, UAKM 10.25 – 45.62 mg/l, BOİ 6.37 – 18.87 mg/l, KOİ 39.26 – 90.62 mg/l, Top – P 1.97 – 5.27 mg/l, NO₃-N 1.91 – 4.67 mg/l, TKN 4.33 – 7.52 mg/l, NH₄-N 0.41 – 4.88 mg/l şeklinde bulunmuştur.

Tablo 4.1. Aylara Göre Betimsel İstatistik

	N	Aritmetik ortalama	Standart sapma	Standart hata	Ortalamanın 95% Güven Aralığı		Minimum	Maksimum	
					Alt sınır	Üst sınır			
pH	1	12	7.6892	.99040	.28590	7.0599	8.3184	7.10	10.50
	2	16	7.3700	.12415	.03104	7.3038	7.4362	7.14	7.71
	3	12	7.0850	.24191	.06983	6.9313	7.2387	6.70	7.34
	4	12	7.1700	.22165	.06398	7.0292	7.3108	6.80	7.61
	5	16	7.3569	.09083	.02271	7.3085	7.4053	7.21	7.50
	6	16	7.5531	.26454	.06614	7.4122	7.6941	7.22	7.98
	7	8	7.4575	.13823	.04887	7.3419	7.5731	7.35	7.72
	8	8	7.2450	.28036	.09912	7.0106	7.4794	7.05	7.74
	9	8	7.2863	.22071	.07803	7.1017	7.4708	7.08	7.78
	10	8	7.2250	.18540	.06555	7.0700	7.3800	6.97	7.53
	11	8	7.3825	.16051	.05675	7.2483	7.5167	7.19	7.71
	12	8	7.1838	.11351	.04013	7.0889	7.2786	7.10	7.37
	Toplam	132	7.3489	.37844	.03294	7.2837	7.4140	6.70	10.50
ÇO mg/l	1	12	5.1117	2.26454	.65372	3.6728	6.5505	2.63	8.50
	2	16	5.7756	2.12608	.53152	4.6427	6.9085	3.40	9.26
	3	12	5.6917	2.44857	.70684	4.1359	7.2474	3.14	11.50
	4	12	3.9450	1.42305	.41080	3.0408	4.8492	2.26	6.68
	5	16	4.8881	1.86486	.46621	3.8944	5.8818	2.76	9.30
	6	16	2.7538	1.13366	.28342	2.1497	3.3578	1.54	4.77
	7	8	3.7063	1.81633	.64217	2.1878	5.2247	1.89	6.50
	8	8	2.1638	1.34820	.47666	1.0366	3.2909	1.05	4.80
	9	8	3.4863	.58790	.20785	2.9948	3.9777	2.50	4.60
	10	8	3.4750	1.74171	.61579	2.0189	4.9311	1.50	6.60
	11	8	3.9975	2.25220	.79627	2.1146	5.8804	2.20	7.21
	12	8	2.8362	.81172	.28699	2.1576	3.5149	1.60	3.83
	Toplam	132	4.1589	2.06770	.17997	3.8029	4.5150	1.05	11.50

Tablo 4.1. (Devam)

EC	1	12	625.3333	101.43277	29.28112	560.8860	689.7806	521.00	826.00
	2	16	537.3750	164.79841	41.19960	449.5601	625.1899	233.00	812.00
$\mu\text{mhos}\times 10/\text{cm}$	3	12	705.7500	263.01992	75.92731	538.6351	872.8649	435.00	1302.00
	4	12	960.0833	453.68180	130.96665	671.8277	1248.3390	510.00	1987.00
	5	16	1304.9375	294.05724	73.51431	1148.2455	1461.6295	941.00	1997.00
	6	16	1477.6250	507.38058	126.84514	1207.2610	1747.9890	1022.00	2630.00
	7	8	1113.7500	294.89647	104.26165	867.2104	1360.2896	812.00	1642.00
	8	8	1274.8750	398.62171	140.93406	941.6189	1608.1311	938.00	1985.00
	9	8	1459.5000	453.54288	160.35162	1080.3287	1838.6713	975.00	2160.00
	10	8	2164.7500	1809.60633	639.79245	651.8812	3677.6188	877.00	6140.00
	11	8	1358.8750	543.67307	192.21746	904.3529	1813.3971	860.00	2450.00
	12	8	864.2500	387.08166	136.85403	540.6416	1187.8584	521.00	1480.00
	Toplam	132	1109.8561	688.20757	59.90078	991.3580	1228.3541	233.00	6140.00
	Tuzluluk ppt	1	12	.0333	.06513	.01880	-.0081	.0747	.00
2		16	.3062	.30869	.07717	.1418	.4707	.00	1.00
3		12	.4750	.37929	.10949	.2340	.7160	.00	1.00
4		12	.5333	.47354	.13670	.2325	.8342	.00	1.40
5		16	.8813	.48058	.12015	.6252	1.1373	.20	1.70
6		16	.6125	.41453	.10363	.3916	.8334	.30	1.80
7		8	.7000	.55291	.19548	.2378	1.1622	.30	1.80
8		8	.5375	.17678	.06250	.3897	.6853	.30	.90
9		8	.5375	.32043	.11329	.2696	.8054	.20	1.00
10		8	.9625	1.06494	.37651	.0722	1.8528	.20	3.30
11		8	.3250	.38822	.13726	.0004	.6496	.00	1.10
12		8	.1625	.19955	.07055	-.0043	.3293	.00	.50
Toplam		132	.5083	.50100	.04361	.4221	.5946	.00	3.30

Tablo 4.1. (Devam)

AKM mg/l	1	12	35.0000	11.17627	3.22631	27.8989	42.1011	22.00	56.00
	2	16	37.1250	11.06872	2.76718	31.2269	43.0231	19.00	56.00
	3	12	35.9167	17.95681	5.18368	24.5075	47.3259	14.00	64.00
	4	12	36.3333	11.49176	3.31739	29.0318	43.6349	25.00	57.00
	5	16	32.2500	16.29928	4.07482	23.5647	40.9353	14.00	64.00
	6	16	21.4375	13.53499	3.38375	14.2252	28.6498	7.00	47.00
	7	8	18.0000	8.43462	2.98209	10.9485	25.0515	8.00	32.00
	8	8	67.1250	12.79997	4.52547	56.4240	77.8260	56.00	96.00
	9	8	44.3750	17.24560	6.09724	29.9573	58.7927	28.00	74.00
	10	8	76.8750	23.91316	8.45458	56.8831	96.8669	35.00	106.00
	11	8	47.8750	12.65405	4.47388	37.2959	58.4541	30.00	68.00
	12	8	25.6250	3.99777	1.41342	22.2828	28.9672	21.00	31.00
Toplam	132	37.7197	20.19497	1.75775	34.2425	41.1969	7.00	106.00	
UAKM mg/l	1	12	18.7500	7.87545	2.27345	13.7462	23.7538	9.00	34.00
	2	16	22.5625	9.51468	2.37867	17.4925	27.6325	9.00	40.00
	3	12	25.0000	12.84877	3.70912	16.8363	33.1637	8.00	44.00
	4	12	15.6667	12.41944	3.58518	7.7757	23.5576	5.00	38.00
	5	16	19.0000	10.93008	2.73252	13.1758	24.8242	8.00	42.00
	6	16	13.3750	7.94879	1.98720	9.1394	17.6106	4.00	28.00
	7	8	10.2500	4.33425	1.53239	6.6265	13.8735	4.00	17.00
	8	8	40.7500	9.05144	3.20017	33.1828	48.3172	27.00	57.00
	9	8	25.2500	9.34650	3.30449	17.4361	33.0639	16.00	43.00
	10	8	45.6250	14.98511	5.29804	33.0971	58.1529	19.00	61.00
	11	8	24.8750	7.01911	2.48163	19.0069	30.7431	16.00	38.00
	12	8	14.8750	2.03101	.71807	13.1770	16.5730	13.00	18.00
Toplam	132	21.8561	13.11903	1.14186	19.5972	24.1149	4.00	61.00	

Tablo 4.1. (Devam)

BOI ₅ mg/l	1	12	7.2667	3.84952	1.11126	4.8208	9.7125	3.10	17.00
	2	16	6.3750	1.89297	.47324	5.3663	7.3837	4.00	11.00
	3	12	9.0775	1.86757	.53912	7.8909	10.2641	7.00	12.00
	4	12	13.3333	5.67824	1.63917	9.7256	16.9411	8.00	27.00
	5	16	13.8750	4.77319	1.19330	11.3315	16.4185	7.00	27.00
	6	16	13.8125	4.99625	1.24906	11.1502	16.4748	4.00	22.00
	7	8	13.0000	6.14120	2.17124	7.8658	18.1342	6.00	24.00
	8	8	18.0000	6.07101	2.14643	12.9245	23.0755	11.00	28.00
	9	8	15.2500	5.17549	1.82981	10.9232	19.5768	8.00	23.00
	10	8	13.8750	2.58775	.91491	11.7116	16.0384	11.00	19.00
	11	8	12.1500	6.37473	2.25381	6.8206	17.4794	7.00	27.00
	12	8	9.0000	2.07020	.73193	7.2693	10.7307	6.00	12.00
	Toplam	132	11.7525	5.44036	.47352	10.8158	12.6892	3.10	28.00
KOI mg/l	1	12	49.6667	7.72638	2.23041	44.7576	54.5758	38.00	62.00
	2	16	43.5625	15.75635	3.93909	35.1665	51.9585	23.00	78.00
	3	12	39.2658	12.71246	3.66977	31.1887	47.3429	21.00	66.00
	4	12	58.4167	23.03538	6.64974	43.7807	73.0526	27.00	105.00
	5	16	72.6250	20.44138	5.11034	61.7326	83.5174	43.00	130.00
	6	16	69.3125	12.65817	3.16454	62.5674	76.0576	41.00	90.00
	7	8	52.7500	21.15082	7.47794	35.0675	70.4325	28.00	81.00
	8	8	90.3750	19.19775	6.78743	74.3253	106.4247	70.00	124.00
	9	8	90.6250	16.22113	5.73503	77.0638	104.1862	73.00	122.00
	10	8	78.8750	19.98169	7.06459	62.1699	95.5801	37.00	99.00
	11	8	78.1250	9.59818	3.39347	70.1007	86.1493	64.00	95.00
	12	8	62.2500	19.46976	6.88360	45.9729	78.5271	38.00	98.00
	Toplam	132	63.3348	22.85026	1.98886	59.4003	67.2692	21.00	130.00

Tablo 4.1. (Devam)

Top-P mg/l	1	12	4.4750	5.19425	1.49945	1.1747	7.7753	1.20	16.70
	2	16	2.1000	.43818	.10954	1.8665	2.3335	1.40	2.80
	3	12	2.5067	.74339	.21460	2.0343	2.9790	1.50	4.47
	4	12	2.3183	.83477	.24098	1.7879	2.8487	1.10	3.54
	5	16	2.6150	1.08610	.27153	2.0363	3.1937	.60	4.60
	6	16	3.7937	1.95975	.48994	2.7495	4.8380	1.70	7.80
	7	8	2.3000	.71913	.25425	1.6988	2.9012	1.70	3.70
	8	8	3.0625	.28253	.09989	2.8263	3.2987	2.60	3.40
	9	8	5.2750	.81372	.28769	4.5947	5.9553	3.90	6.00
	10	8	3.2750	.33274	.11764	2.9968	3.5532	2.60	3.60
	11	8	1.9700	.50049	.17695	1.5516	2.3884	1.30	2.50
	12	8	3.3750	2.22695	.78734	1.5132	5.2368	1.20	6.40
	Toplam	132	3.0439	2.04921	.17836	2.6911	3.3968	.60	16.70
NO ₃ – N mg/l	1	12	2.0500	.80170	.23143	1.5406	2.5594	1.20	4.30
	2	16	2.0687	.56417	.14104	1.7681	2.3694	1.20	3.10
	3	12	3.2083	.71026	.20503	2.7571	3.6596	2.10	4.30
	4	12	2.8000	.46661	.13470	2.5035	3.0965	2.20	3.80
	5	16	2.8244	.43994	.10998	2.5899	3.0588	2.19	3.40
	6	16	2.4500	.75277	.18819	2.0489	2.8511	1.40	3.80
	7	8	1.9125	.37201	.13153	1.6015	2.2235	1.20	2.40
	8	8	3.4500	.36645	.12956	3.1436	3.7564	2.90	4.00
	9	8	4.0625	.35026	.12383	3.7697	4.3553	3.60	4.50
	10	8	4.6750	.57756	.20420	4.1922	5.1578	3.70	5.50
	11	8	4.6125	.37961	.13421	4.2951	4.9299	3.90	5.20
	12	8	3.5650	1.16990	.41362	2.5869	4.5431	2.12	5.30
	Toplam	132	2.9728	1.04749	.09117	2.7924	3.1532	1.20	5.50

Tablo 4.1. (Devam)

TKN mg/l	1	12	6.9667	3.68889	1.06489	4.6229	9.3105	4.10	15.60
	2	16	7.3500	3.91918	.97980	5.2616	9.4384	2.30	13.80
	3	12	7.4167	2.15779	.62290	6.0457	8.7877	5.10	11.90
	4	12	5.7000	2.95543	.85316	3.8222	7.5778	.90	9.40
	5	16	7.5250	3.18549	.79637	5.8276	9.2224	1.00	14.30
	6	16	4.8750	2.24009	.56002	3.6813	6.0687	1.10	9.80
	7	8	4.3375	2.00780	.70986	2.6589	6.0161	1.10	8.30
	8	8	6.2000	3.11586	1.10162	3.5951	8.8049	3.60	12.40
	9	8	4.4000	1.66476	.58858	3.0082	5.7918	1.60	7.40
	10	8	5.6625	2.77331	.98051	3.3440	7.9810	2.30	10.00
	11	5	5.4800	1.78802	.79962	3.2599	7.7001	4.30	8.60
	12	8	6.9750	5.10623	1.80532	2.7061	11.2439	1.20	15.60
	Toplam	129	6.2403	3.17203	.27928	5.6877	6.7929	.90	15.60
NH ₄ – N mg/l	1	12	4.8833	2.48077	.71614	3.3071	6.4595	2.70	9.70
	2	16	2.2625	.83815	.20954	1.8159	2.7091	1.00	4.20
	3	12	.4175	.43604	.12587	.1405	.6945	.10	1.40
	4	12	.5667	.39989	.11544	.3126	.8207	.20	1.70
	5	16	1.4609	2.12857	.53214	.3267	2.5952	.20	6.50
	6	16	1.2800	1.15692	.28923	.6635	1.8965	.10	3.80
	7	8	1.2450	1.10926	.39218	.3176	2.1724	.20	2.80
	8	8	1.6363	.87485	.30931	.9049	2.3676	.69	3.00
	9	8	2.4250	1.21037	.42793	1.4131	3.4369	.20	4.20
	10	8	3.5125	2.71316	.95925	1.2442	5.7808	.10	8.00
	11	8	9.1500	3.30151	1.16726	6.3899	11.9101	4.60	13.50
	12	8	4.7625	2.49968	.88377	2.6727	6.8523	2.00	9.70
	Toplam	132	2.5175	2.75525	.23981	2.0431	2.9919	.10	13.50

4.1.2. Ölçüm noktalarına göre betimsel istatistikler

Ölçüm noktalarına göre laboratuvar çalışmalarında elde edilen sonuçların minimum ve maksimum ortalamaları; pH için 7.28 – 7.41, Sıcaklık 17.64 – 17.97 °C, Çözünmüş Oksijen 3.59– 4.77 mg/l, Elektriksel İletkenlik 848.94 – 1504.3 $\mu\text{mhos}\times 10/\text{cm}$, Tuzluluk 0.32 – 0.82 ppt, AKM 35.33 – 38.81mg/l, UAKM 19.96 – 23.24 mg/l, BOİ 10.37 – 14.36 mg/l, KOİ 57.45 – 76.45 mg/l, Top – P 2.86 – 3.34 mg/l, NO₃-N 2.83 – 3.18 mg/l, TKN 6.02 – 6.44 mg/l, NH₄-N 2.19 – 3.18 mg/l şeklinde bulunarak Tablo 4.2’de gösterilmiştir.

Tablo 4.2. Noktalara Göre Betimsel İstatistik

	N	Aritmetik ortalama	Standart sapma	Standart hata	Ortalamanın 95% Güven Aralığı		Minimum	Maximum	
					Alt sınır	Üst sınır			
pH	1	33	7.4194	.26735	.04654	7.3246	7.5142	6.70	7.96
	2	33	7.3706	.60085	.10459	7.1576	7.5837	6.70	10.50
	3	33	7.3194	.32135	.05594	7.2054	7.4333	6.80	8.70
	4	33	7.2861	.19989	.03480	7.2152	7.3569	6.80	7.97
	Toplam	132	7.3489	.37844	.03294	7.2837	7.4140	6.70	10.50
ÇO mg/l	1	33	4.7755	1.65834	.28868	4.1874	5.3635	1.20	8.50
	2	33	3.9867	1.74472	.30372	3.3680	4.6053	1.30	8.62
	3	33	3.5967	1.84543	.32125	2.9423	4.2510	1.16	9.13
	4	33	4.2770	2.74585	.47799	3.3033	5.2506	1.05	11.50
	Toplam	132	4.1589	2.06770	.17997	3.8029	4.5150	1.05	11.50
EC µmhos×10/cm	1	33	882.5152	241.72158	42.07833	796.8044	968.2259	233.00	1270.00
	2	33	848.9394	226.59917	39.44585	768.5908	929.2880	408.00	1275.00
	3	33	1203.6667	617.43282	107.48126	984.7345	1422.5988	419.00	3220.00
	4	33	1504.3030	1074.65888	187.07410	1123.2456	1885.3605	422.00	6140.00
	Toplam	132	1109.8561	688.20757	59.90078	991.3580	1228.3541	233.00	6140.00
Tuzluluk ppt	1	33	.3333	.24452	.04257	.2466	.4200	.00	1.00
	2	33	.3182	.28881	.05027	.2158	.4206	.00	1.10
	3	33	.5576	.43663	.07601	.4028	.7124	.00	1.60
	4	33	.8242	.72069	.12546	.5687	1.0798	.00	3.30
	Toplam	132	.5083	.50100	.04361	.4221	.5946	.00	3.30
AKM mg/l	1	33	39.3939	22.74167	3.95882	31.3301	47.4578	7.00	96.00
	2	33	35.3333	17.73004	3.08640	29.0465	41.6201	10.00	84.00
	3	33	37.3333	18.18596	3.16577	30.8849	43.7818	13.00	91.00
	4	33	38.8182	22.29694	3.88140	30.9120	46.7243	12.00	106.00
	Toplam	132	37.7197	20.19497	1.75775	34.2425	41.1969	7.00	106.00

Tablo 4.2. (Devam)

UAKM mg/l	1	33	23.2424	14.46554	2.51813	18.1132	28.3717	6.00	57.00
	2	33	19.9697	11.77520	2.04980	15.7944	24.1450	4.00	49.00
	3	33	21.3030	11.67659	2.03263	17.1627	25.4434	8.00	54.00
	4	33	22.9091	14.60172	2.54183	17.7315	28.0866	5.00	61.00
	Toplam	132	21.8561	13.11903	1.14186	19.5972	24.1149	4.00	61.00
BOI ₅ mg/l	1	33	14.3636	6.57086	1.14384	12.0337	16.6936	4.00	27.00
	2	33	11.4152	5.23391	.91111	9.5593	13.2710	3.70	28.00
	3	33	10.3742	3.81015	.66326	9.0232	11.7253	3.10	18.00
	4	33	10.8570	5.11304	.89007	9.0440	12.6700	4.00	27.00
	Toplam	132	11.7525	5.44036	.47352	10.8158	12.6892	3.10	28.00
KOI mg/l	1	33	58.2894	20.01620	3.48437	51.1920	65.3868	21.00	98.00
	2	33	57.4515	19.54706	3.40271	50.5204	64.3826	24.70	105.00
	3	33	61.1436	19.63332	3.41772	54.1820	68.1053	27.00	95.00
	4	33	76.4545	26.92361	4.68680	66.9078	86.0012	23.00	130.00
	Toplam	132	63.3348	22.85026	1.98886	59.4003	67.2692	21.00	130.00
Top-P mg/l	1	33	2.8624	1.58628	.27614	2.3000	3.4249	.60	7.80
	2	33	3.3442	2.72573	.47449	2.3777	4.3107	1.40	16.70
	3	33	3.0527	1.89758	.33033	2.3799	3.7256	1.40	10.10
	4	33	2.9164	1.87087	.32568	2.2530	3.5797	1.20	11.30
	Toplam	132	3.0439	2.04921	.17836	2.6911	3.3968	.60	16.70
NO ₃ – N mg/l	1	33	3.1867	.98594	.17163	2.8371	3.5363	1.20	5.20
	2	33	2.9152	1.08567	.18899	2.5302	3.3001	1.30	5.30
	3	33	2.8385	1.11009	.19324	2.4449	3.2321	1.20	5.50
	4	33	2.9509	1.01935	.17745	2.5895	3.3124	1.40	5.30
	Toplam	132	2.9728	1.04749	.09117	2.7924	3.1532	1.20	5.50
TKN mg/l	1	32	6.4156	5.12742	.90641	4.5670	8.2643	.90	15.60
	2	33	6.0848	2.75149	.47897	5.1092	7.0605	1.20	13.80
	3	32	6.0219	1.72734	.30535	5.3991	6.6446	3.60	9.20
	4	32	6.4438	2.07534	.36687	5.6955	7.1920	3.20	10.20
	Toplam	129	6.2403	3.17203	.27928	5.6877	6.7929	.90	15.60

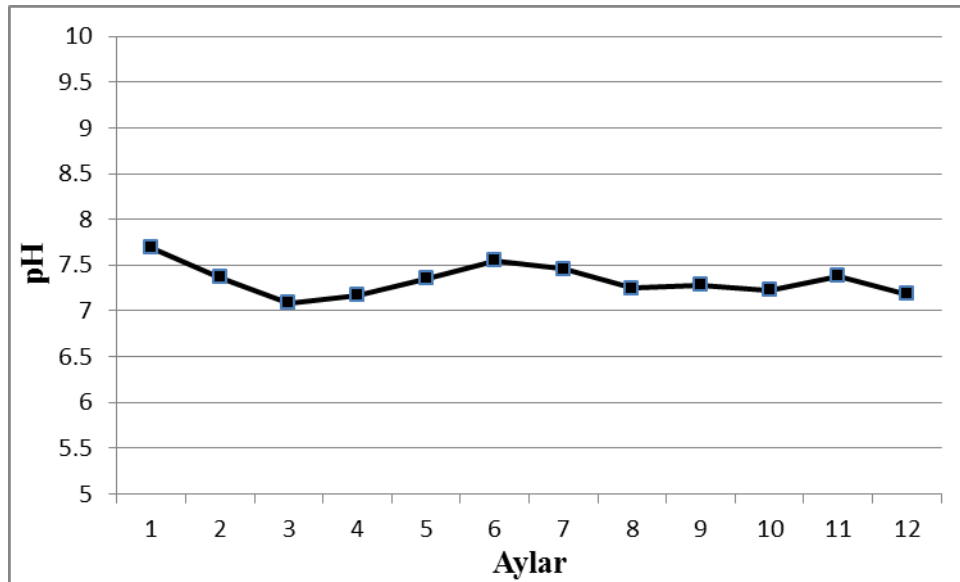
Tablo 4.2 (Devam)

NH ₄ – N mg/l	1	33	3.1845	3.60908	.62826	1.9048	4.4643	.10	13.50
	2	33	2.2594	1.81208	.31544	1.6169	2.9019	.10	5.80
	3	33	2.4268	2.74914	.47856	1.4520	3.4016	.20	11.20
	4	33	2.1994	2.56320	.44620	1.2905	3.1083	.10	12.50
	Toplam	132	2.5175	2.75525	.23981	2.0431	2.9919	.10	13.50

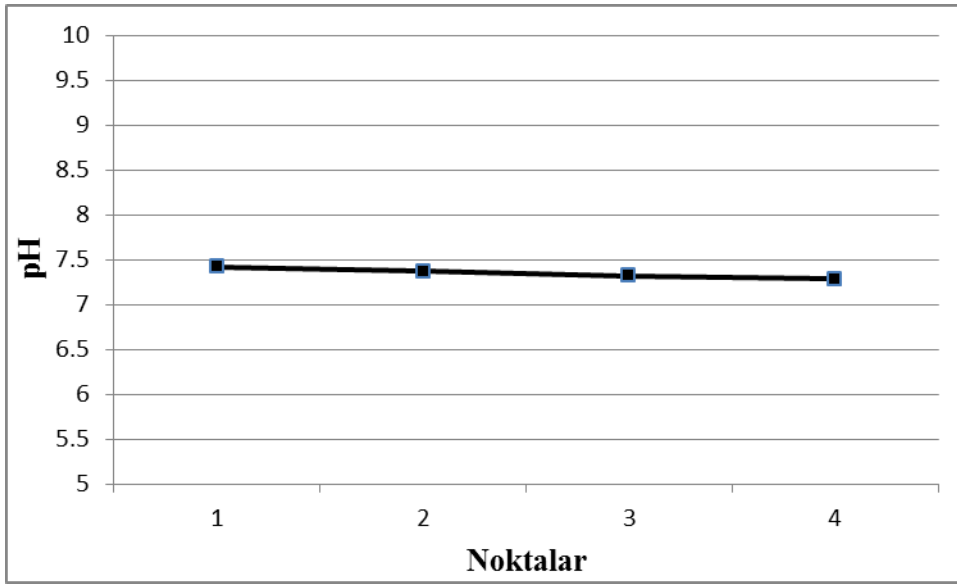
4.1.3. Parametrelerin betimsel istatistiklere ve kalite sınıflarına göre değerlendirilmesi

4.1.3.1. pH

Riva Deresi parametre sonuçlarına göre pH değerleri yıl boyunca büyük oranlarda değişmemekle birlikte en düşük seviyeye Mart ayında 7.085 değeri ile ulaşırken en yüksek seviyeye 7.68 ile Ocak ayında ulaşmıştır. pH Değerleri Kıtaçi Su Kaynakları Kalite Sınıflandırmasına göre I. Kalitede gözükmektedir.



Şekil 4.1. pH Değerlerinin Aylara Göre Değişimi



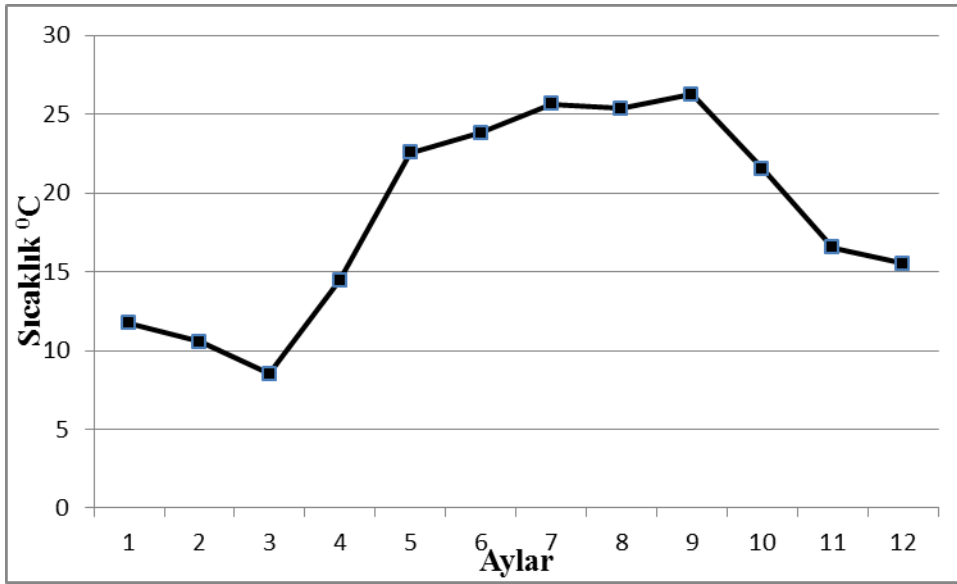
Şekil 4.2 pH Değerlerinin Noktalara Göre Değişimi

Sonuçlara göre Riva Deresi suyu hafif alkali olarak saptanmıştır. Tatlı sularda pH'ın optimum değeri 6.5-9.0 arasında olması beklenmektedir.

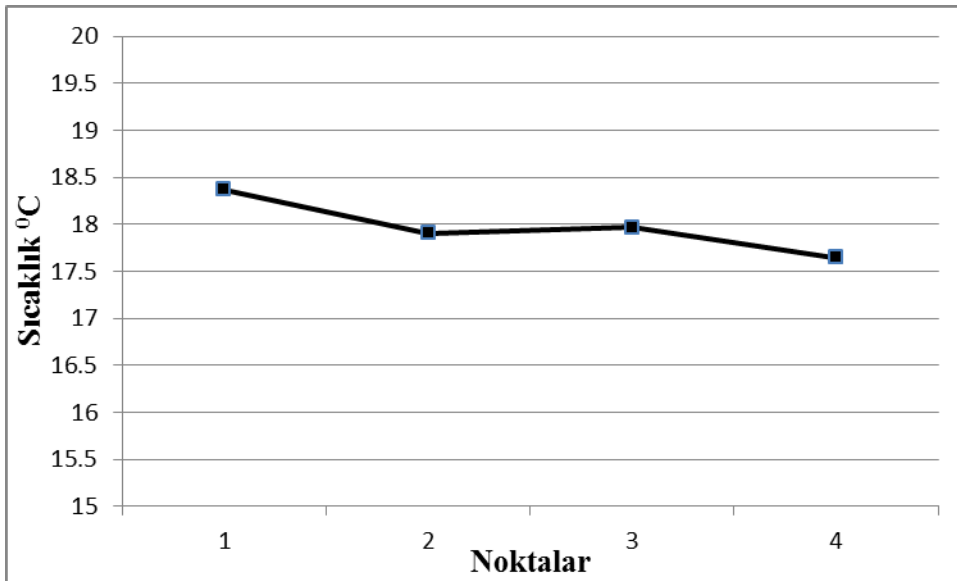
Yukarıdaki grafiklerde de görülebileceği gibi pH değerleri özellikle 4, 5, 6. Aylarda yükselerek devam etmiş, nispeten soğuk aylarda en düşük değerleri göstermiştir. Noktalarda ise Kalite Sınıfları Değerlendirmesine göre fark olmamıştır.

4.1.3.2. Sıcaklık

Riva Deresi sıcaklıkları en düşük seviyesine ortalama 8.51 °C ile Mart ayında ve en yüksek seviyesine 26.26 °C ile Eylül ayında ulaşmıştır. Noktalar arasında küçük farklılıklar vardır. Su sıcaklığı ortalama olarak 17.64 – 18.3 °C aralığında seyretmiştir. Sıcaklık değerleri Kıtaiçi Su Kaynakları Kalite Sınıflandırmasına göre I. Kalitede gözükmektedir.



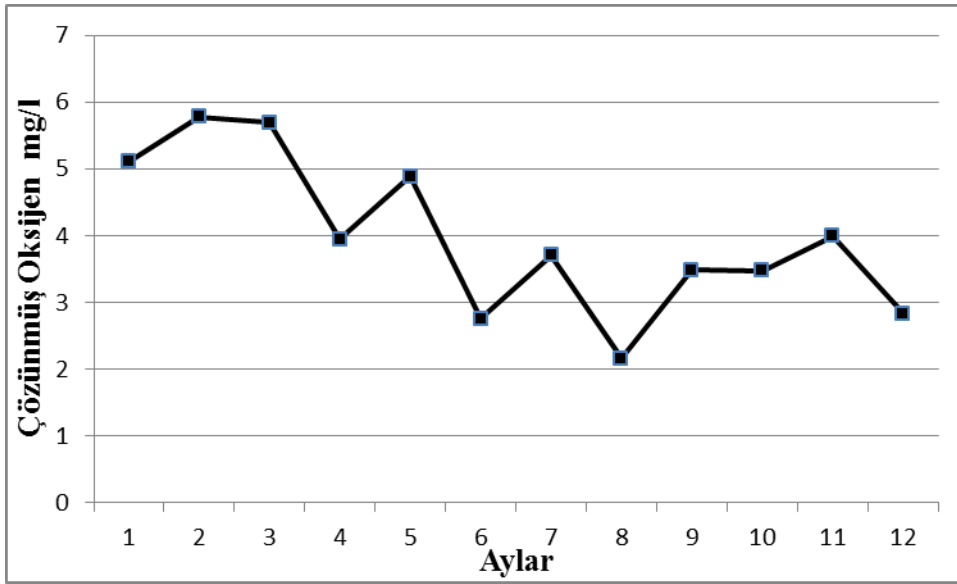
Şekil 4.3. Sıcaklık Değerlerinin Aylara Göre Değişimi



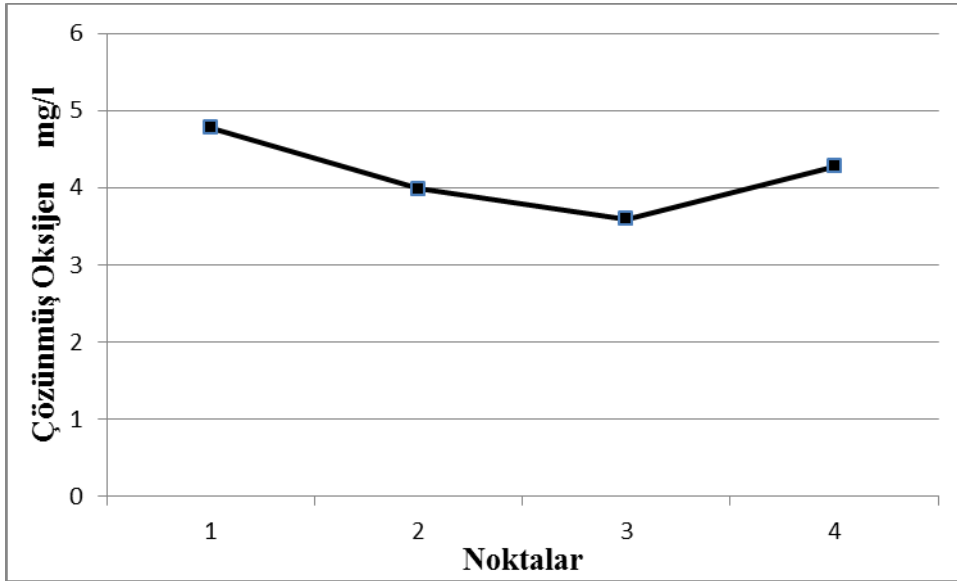
Şekil 4.4. Sıcaklık Değerlerinin Noktalara Göre Değişimi

4.1.3.3. Çözünmüş Oksijen

Riva Deresinde Çözünmüş Oksijen değerleri en yüksek seviyesine 5.77 mg/l ile Mart ayında, en düşük seviyesine 2.16 mg/l ile Eylül ayında ulaşmıştır. Noktalar arasında değişim 3.59 – 4.77 mg/l arasında olmuştur. Çözünmüş oksijen değerleri Kıtaçi Su Kaynakları Kalite Sınıflandırmasına göre III. ve IV. Kalitede gözükmektedir.



Şekil 4.5. Ç.O. Değerlerinin Aylara Göre Değişimi

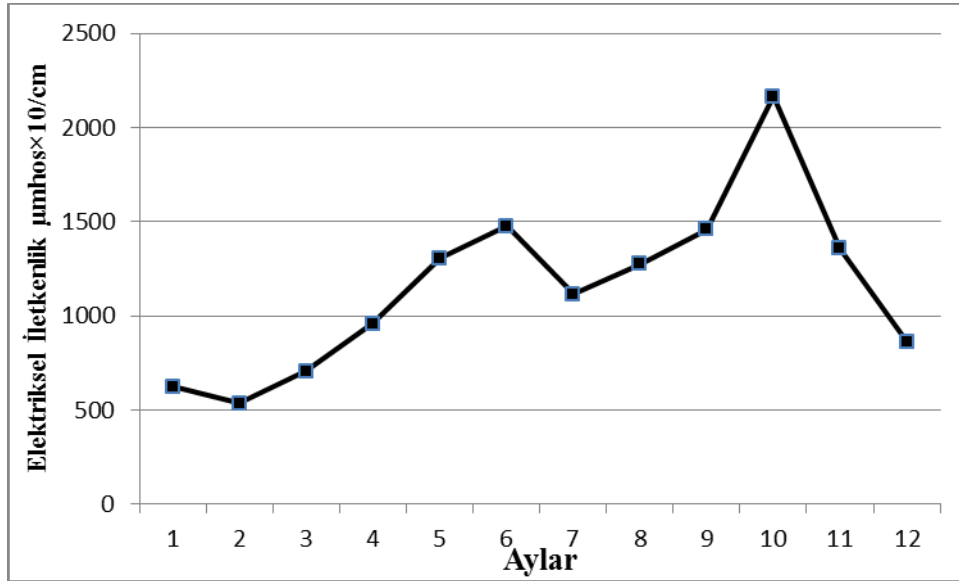


Şekil 4.6. Ç.O. Değerlerinin Noktalara Göre Değişimi

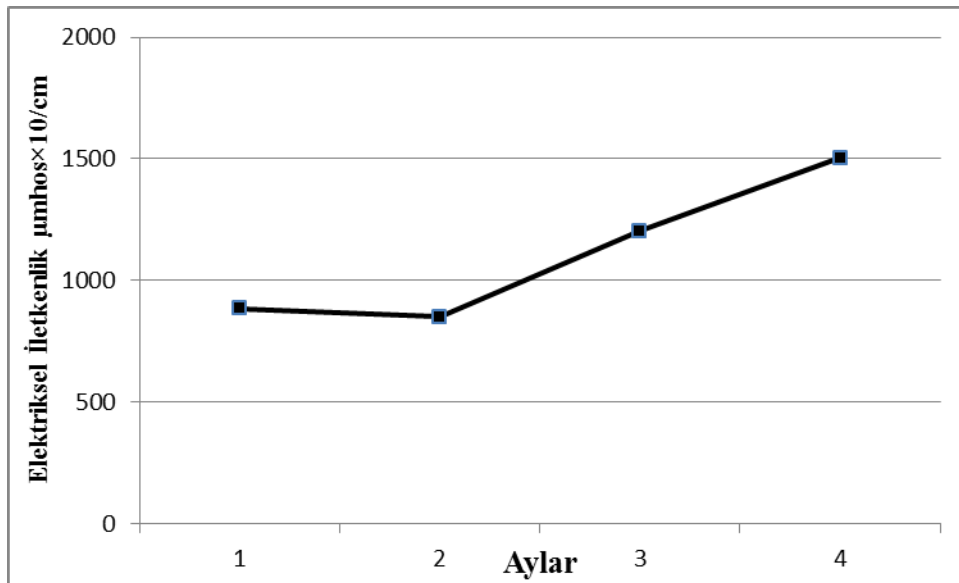
Şekil 4.5 ve Şekil 4.6'da görülebileceği gibi çözülmüş oksijen seviyesi aylara göre değerlendirildiğinde özellikle yaz aylarında düşüşler yaşandığı, kış aylarında nispeten yüksek seviyelerde seyrettiği görülmektedir. Noktalara göre bir değerlendirme yapıldığında 1. İle 2. Nokta arasında miktar düşerek seyretmekte, 4. Nuktada miktar artmaktadır.

4.1.3.4. Elektriksel İletkenlik

Riva Deresinde en yüksek EC değeri ortalama 2164.75 $\mu\text{mhos} \times 10/\text{cm}$ ile Ekim ayında, en düşük EC değeri ortalama 537.375 $\mu\text{mhos} \times 10/\text{cm}$ ile Şubat ayında ulaşılmıştır. EC değeri noktalara arasında yaklaşık olarak artarak devam etmektedir.



Şekil 4.7. EC Değerlerinin Aylara Göre Değişimi

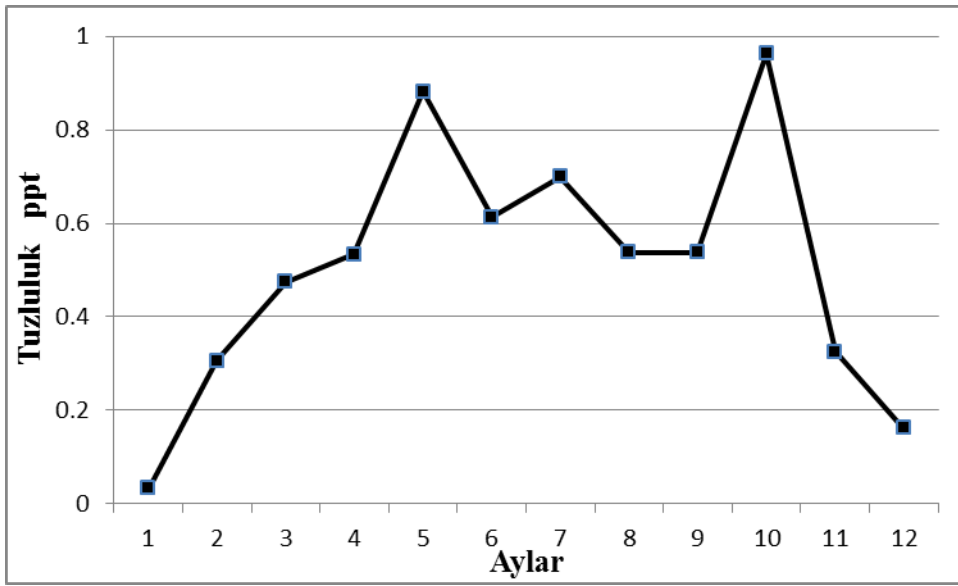


Şekil 4.8. EC Değerlerinin Noktalara Göre Değişimi

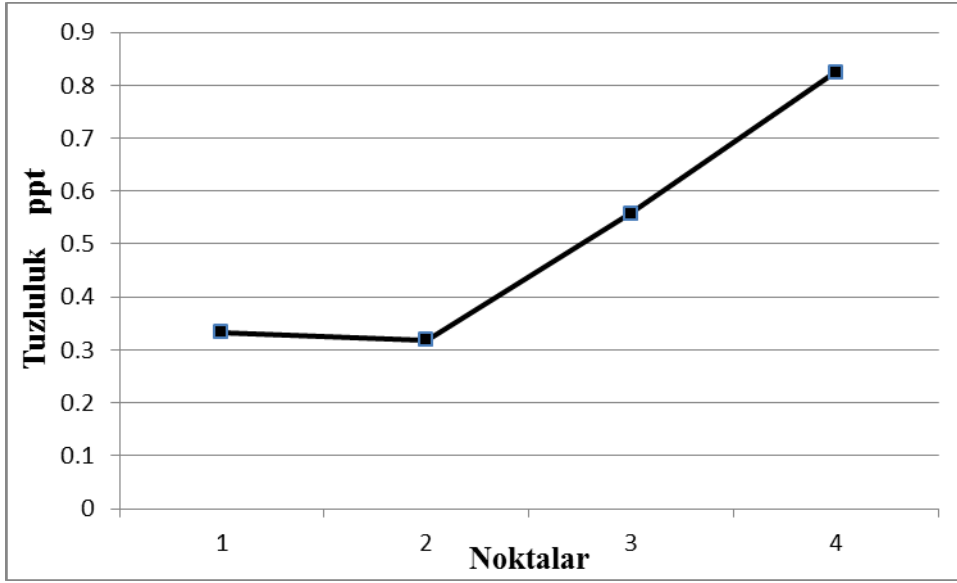
Elektriksel iletkenlik değeri 25°C'de 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}'\text{yi}$ aşan sularda balık barınmadığı bilinmektedir. Aylara göre değişim grafiğinde EC'nin özellikle kış aylarında düştüğü görülmektedir.

4.1.3.5. Tuzluluk

Riva Deresi'nde tuzluluk ortalamaları 0.96 ppt ile en yüksek seviyeye Ekim ayında, 0,033 ppt ile en düşük seviyeye Ocak ayında ulaşmıştır.



Şekil 4.9. Tuzluluk Değerlerinin Aylara Göre Değişimi

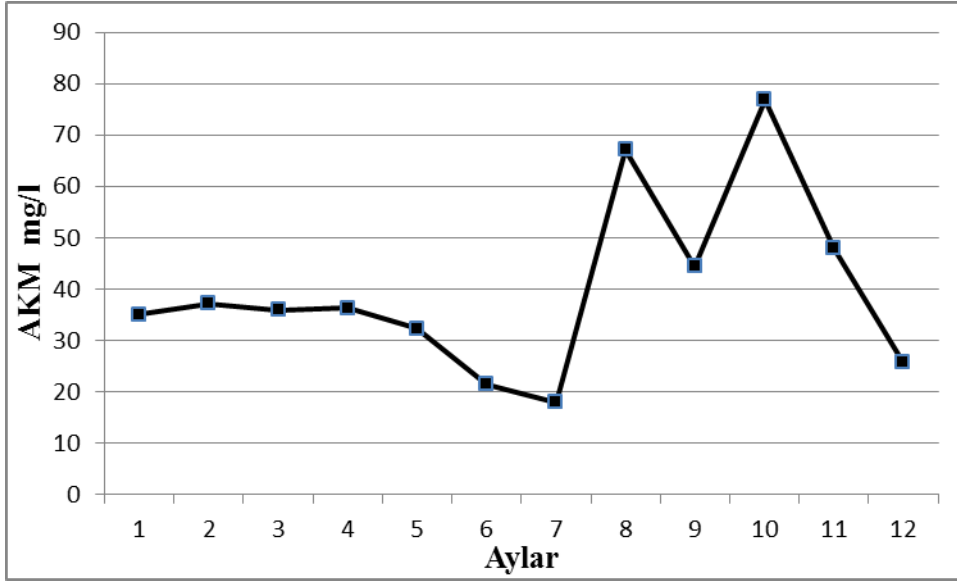


Şekil 4.10. Tuzluluk Değerlerinin Noktalara Göre Değişimi

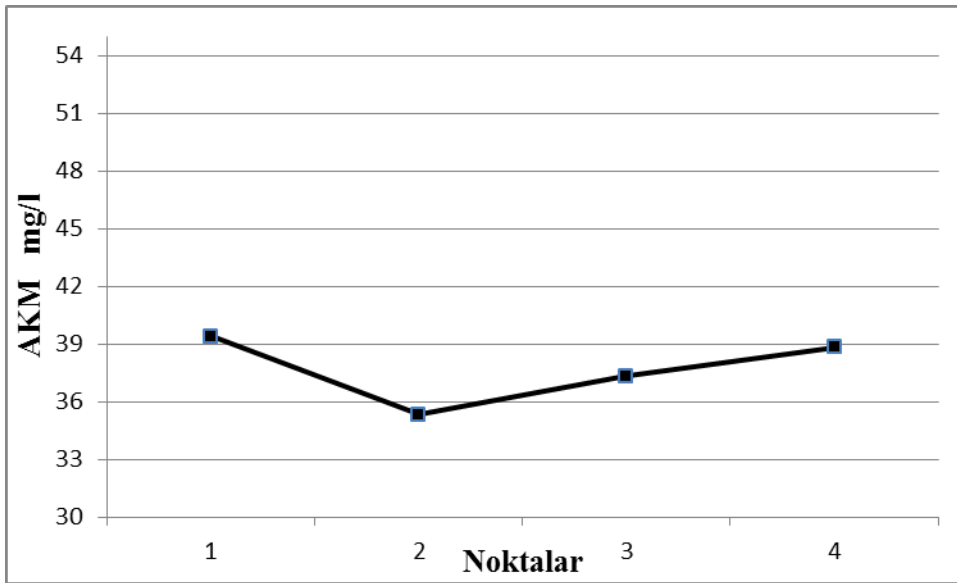
Tuzluluk miktarları aylara göre değerlendirildiğinde özellikle sıcak aylarda yüksek olduğu kışları düştüğü, noktalara göre değerlendirildiğinde özellikle denize en yakın olan 4. Nuktada en yüksek seviyeye ulaştığı görülmektedir.

4.1.3.6. AKM ve UAKM

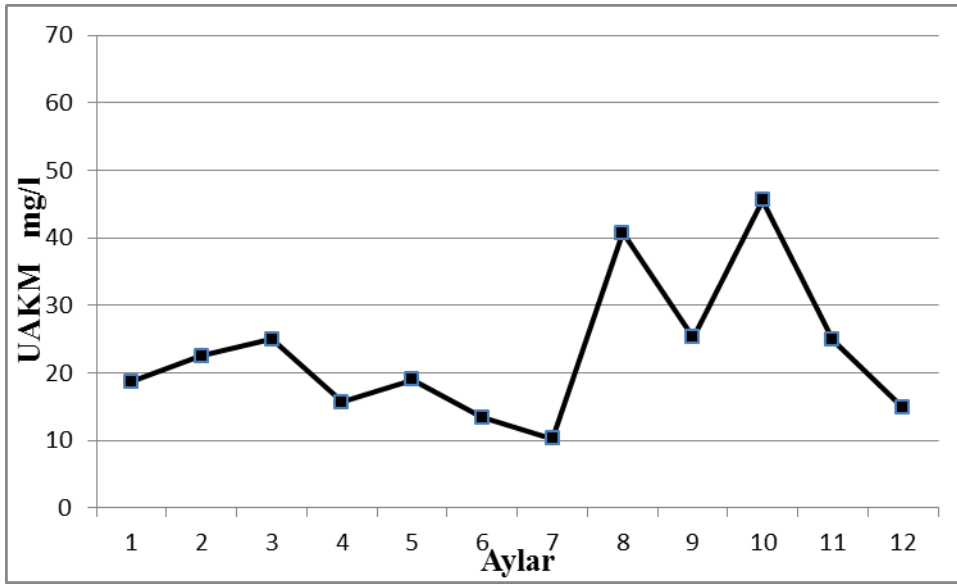
Riva Deresi'nde AKM ortalamaları en yüksek seviyesine 76.87 mg/l ile Ekim ayında, en düşük seviyesine 18 mg/l ile Temmuz ayında ulaşmıştır. Noktalar arasında büyük farklılıklar olmamakla birlikte 2. Nuktada diğerlerine göre en düşük durumdadır.



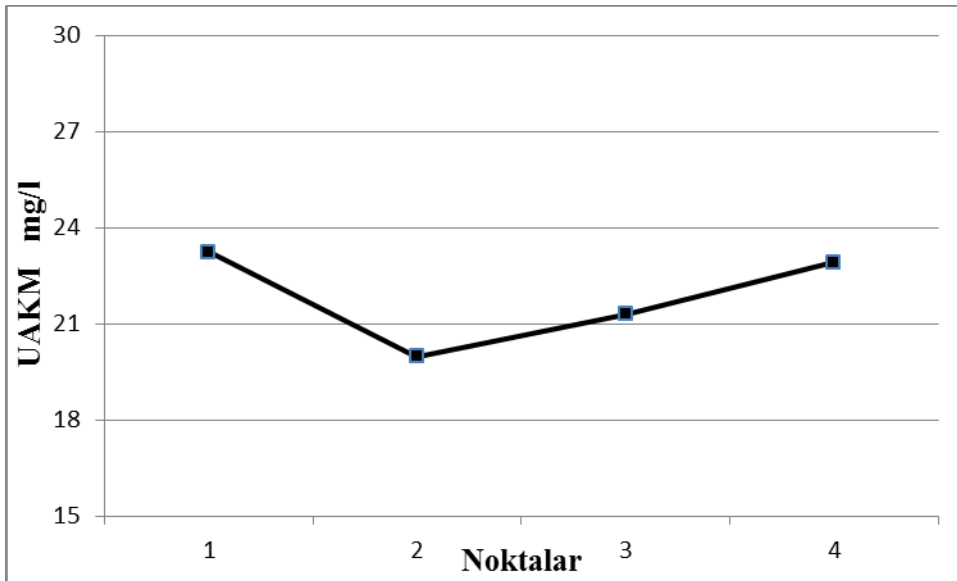
Şekil 4.11. AKM Değerlerinin Aylara Göre Değişimi



Şekil 4.12. AKM Değerlerinin Noktalara Göre Değişimi



Şekil IV.13.UAKM Değerlerinin Aylara Göre Değişimi



Şekil 4.14.UAKM Değerlerinin Noktalara Göre Değişimi

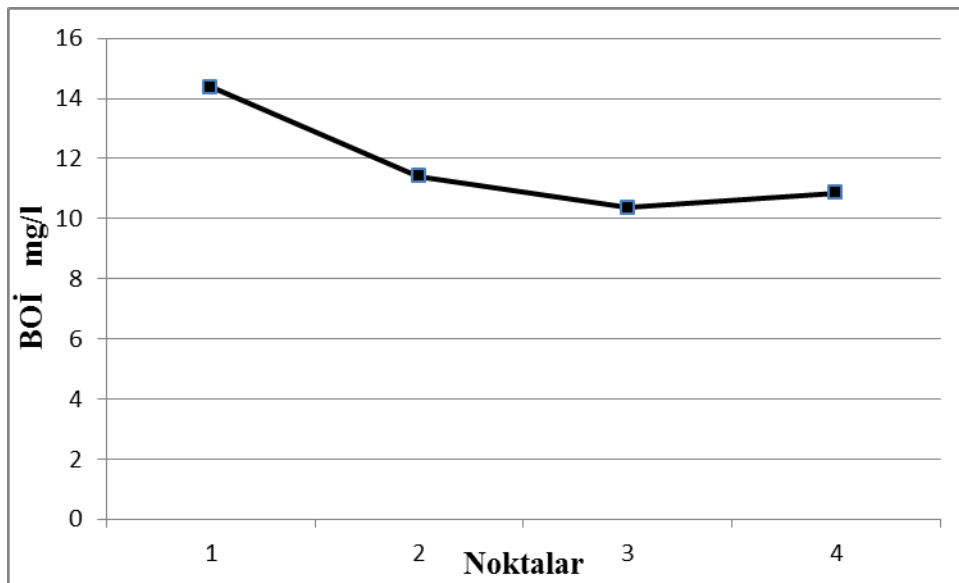
En yüksek UAKM değeri 45.62 mg/l ile Ekim ayında, en düşük değer 10.25 ile Temmuz ayında saptanmıştır. Noktalar ve aylar arasında ki durum AKM ile paralellik arz etmektedir.

4.1.3.7. Biyolojik Oksijen İhtiyacı (BOİ)

Çalışmada en yüksek BOİ değeri 13.87 mg/l ile Ağustos ayında, en düşük BOİ değeri 6.37 mg/l ile Şubat ayında gözlenmiştir. Riva Deresi BOİ açısından Kıtaçi Su Kaynakları Kalite Sınıflandırmasına göre II. ve III. Kalite sınıfındadır.



Şekil 4.15. BOİ Değerlerinin Aylara Göre Değişimi

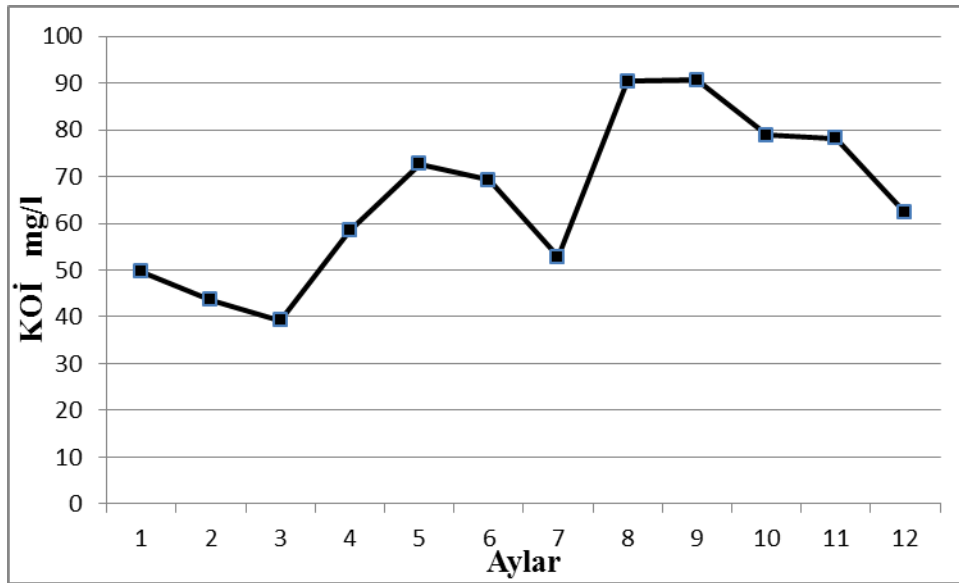


Şekil 4.16. BOİ Değerlerinin Noktalara Göre Değişimi

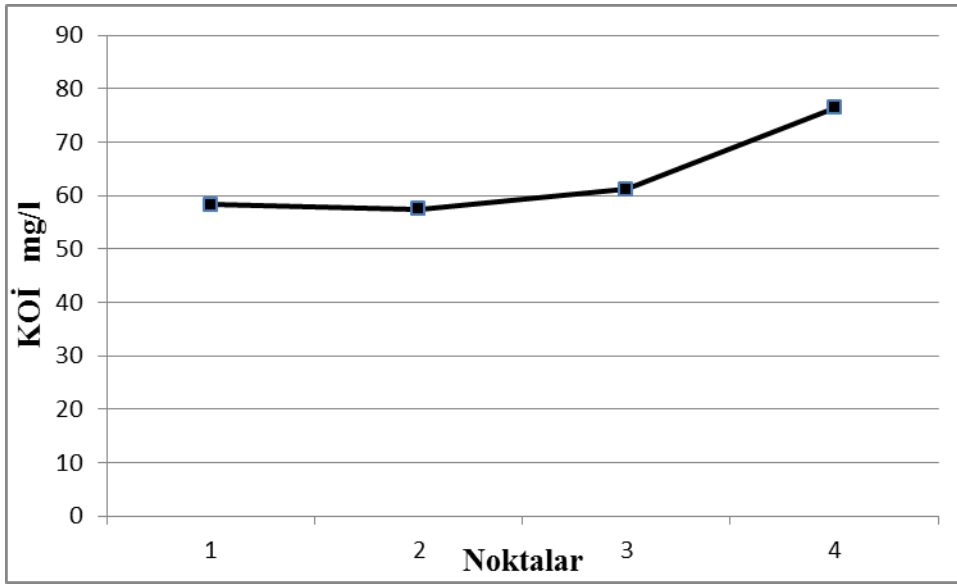
Grafiklerde BOİ değerlerinin genel olarak yağışlı mevsimde arttığı, sıcak mevsimde yüksek olarak seyrettiği ve soğuk mevsimde düşme eğiliminde olduğu görülmektedir. Noktalara göre değerlendirmede BOİ değeri 1 ve 4. Noktalar arasında düşerek seyretmektedir.

4.1.3.8. Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ)

Riva Deresi'nde en yüksek KOİ ortalaması 90.62 mg/l ile Eylül ayında, en düşük ortalaması ise 39.26 mg/l ile Mart ayında saptanmıştır. Riva Deresi KOİ açısından Kıtaçi Su Kaynakları Kalite Sınıflandırmasına göre III. ve IV. Kalite sınıfındadır.



Şekil 4.17. KOİ Değerlerinin Aylara Göre Değişimi

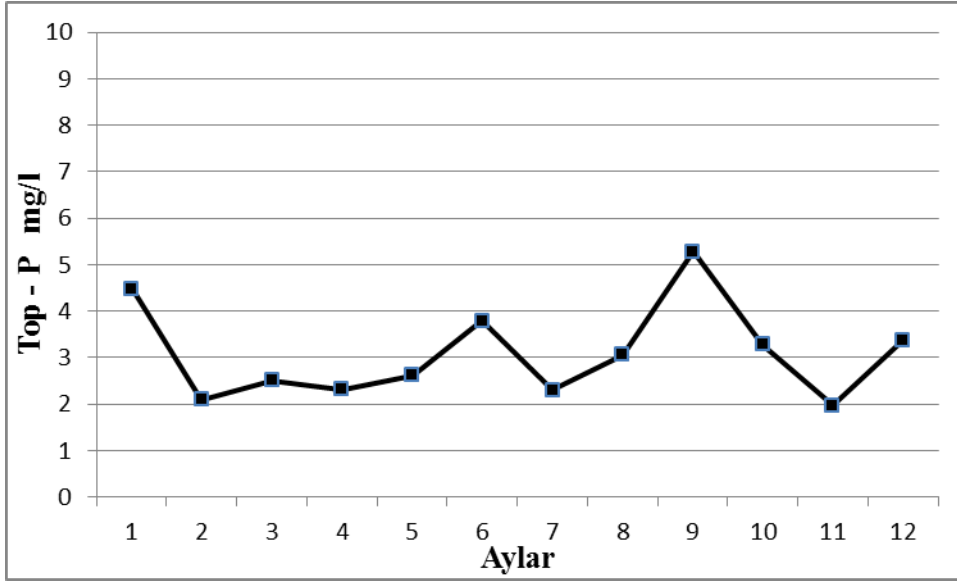


Şekil 4.18. KOİ Değerlerinin Noktalara Göre Değişimi

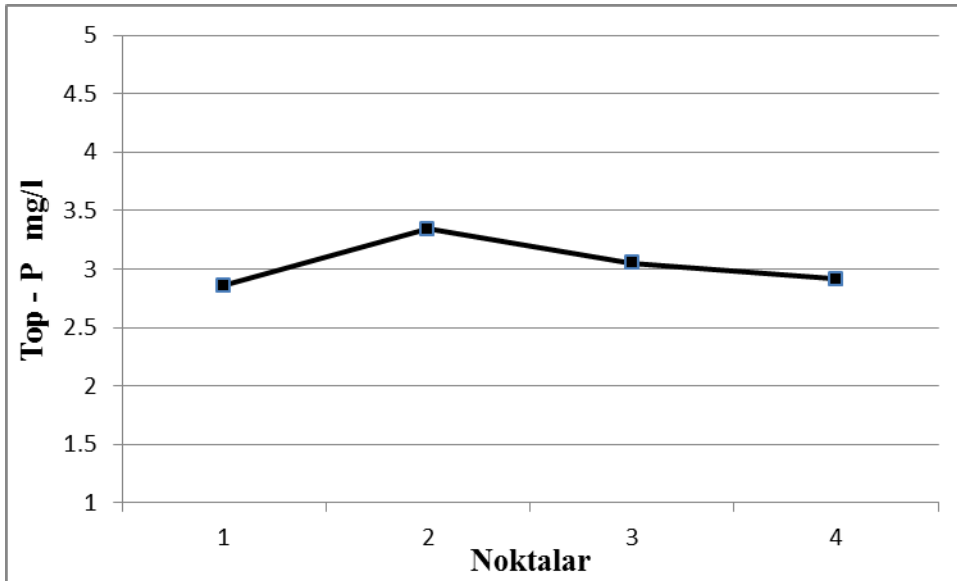
Grafiklerde de görüldüğü üzere KOİ değerlerinin genel olarak yağışlı mevsimde arttığı, sıcak mevsimde yüksek olarak seyrettiği ve soğuk mevsimde düşme eğiliminde olduğu görülmektedir. Noktalara göre değerlendirmede KOİ değeri BOİ değerinin aksine yükselerek seyretmektedir.

4.1.3.9. Toplam Fosfor

Riva Deresi'nde Toplam Fosfor en yüksek seviyesine 5.27 mg/l ile Eylül ayında, en düşük seviyesine 1.97 mg/l ile Kasım ayında ulaşmıştır. Dere Su Kalitesi Sınıflandırması açısından IV. Kalite sınıfında gözükmemektedir.



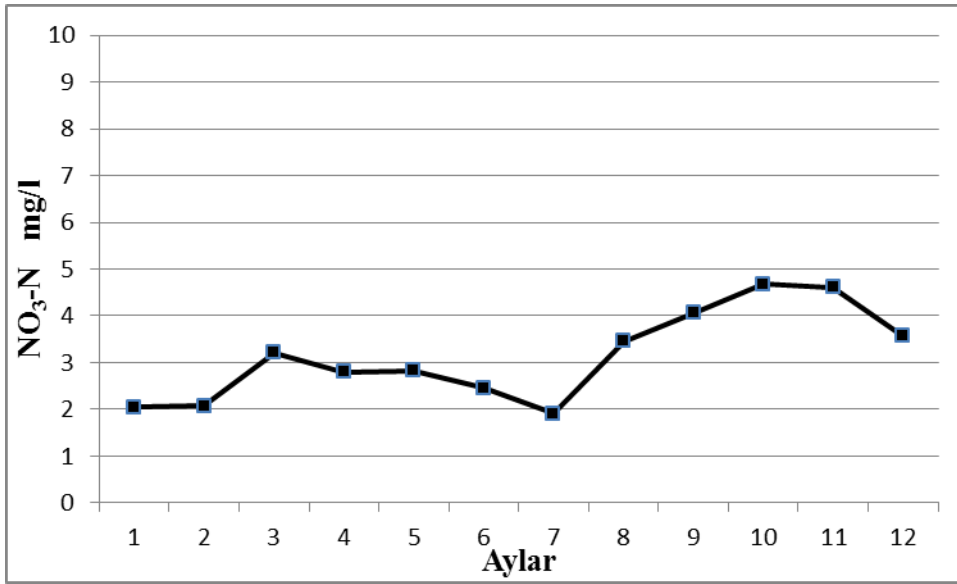
Şekil 4.19. Top - P Değerlerinin Aylara Göre Değişimi



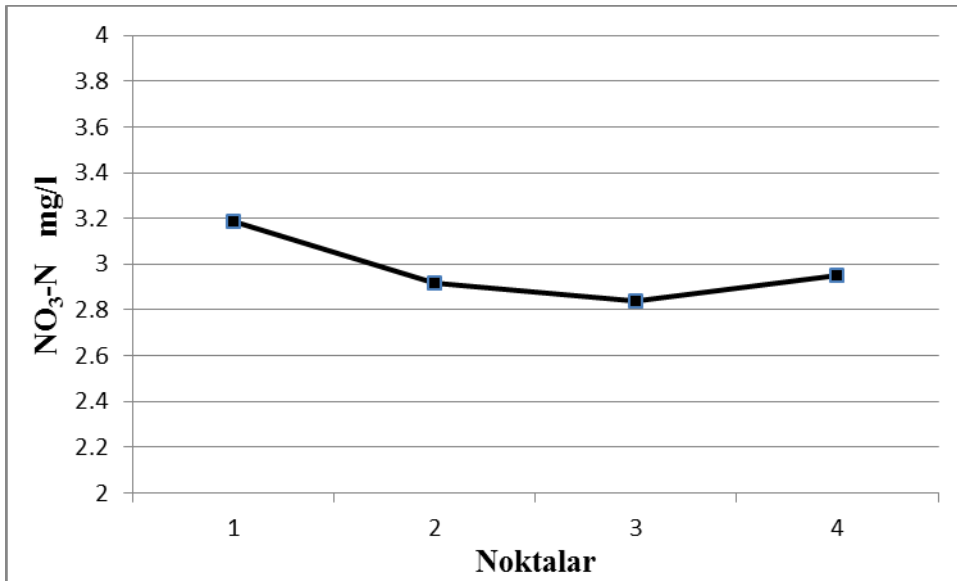
Şekil 4.20. Top - P Değerlerinin Noktalara Göre Değişimi

4.1.3.10. Nitrat Azotu

Ölçümlerde en yüksek değer 4.67 mg/l ile Ekim ayında, en düşük değer 1.91 ile Temmuz ayında gözükmektedir. Su kalite sınıflandırmasına göre I. Kalite sınıfında gözükmektedir.



Şekil 4.21. NO₃ - N Değerlerinin Aylara Göre Değişimi

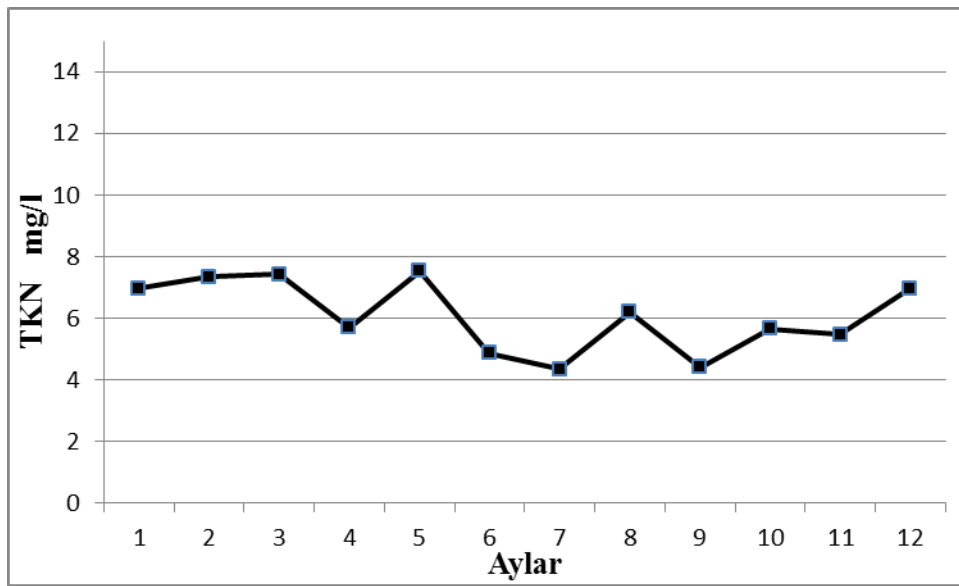


Şekil 4.22. NO₃ - N Değerlerinin Noktalara Göre Değişimi

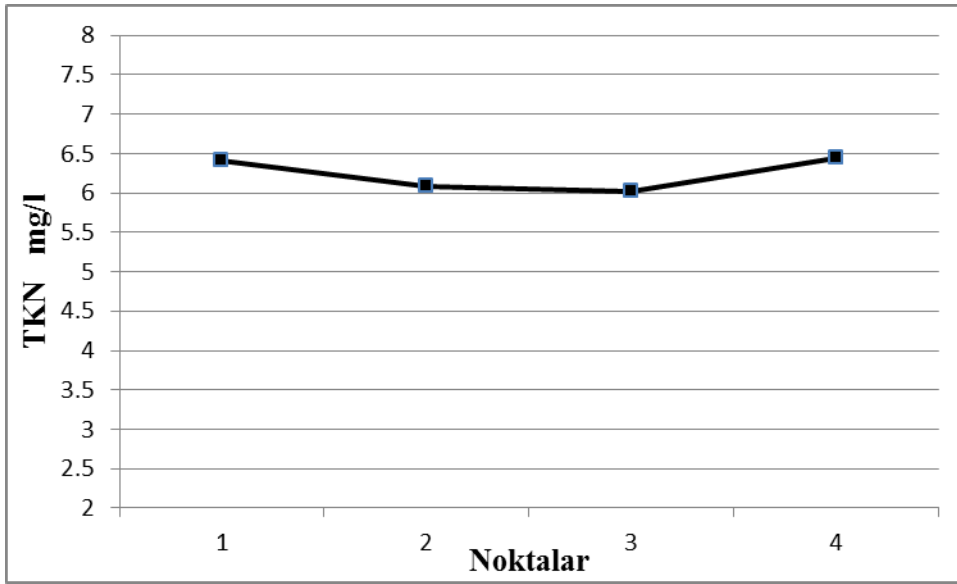
Nitrat Azotu İlkbahar ve sonbahar aylarında diğer mevsimlere nazaran yükselen bir eğilimde devam etmiş, yaz ve kış mevsimlerinde düşme eğilimine girmiştir. 1 ile 3. Nokta arasında düşerek seyretmiş, 4. Noktada tekrar yaklaşık 2. Nokta seviyesine ulaşmıştır.

4.1.3.11. Toplam Kjeldahl Azotu ve Amonyak Azotu

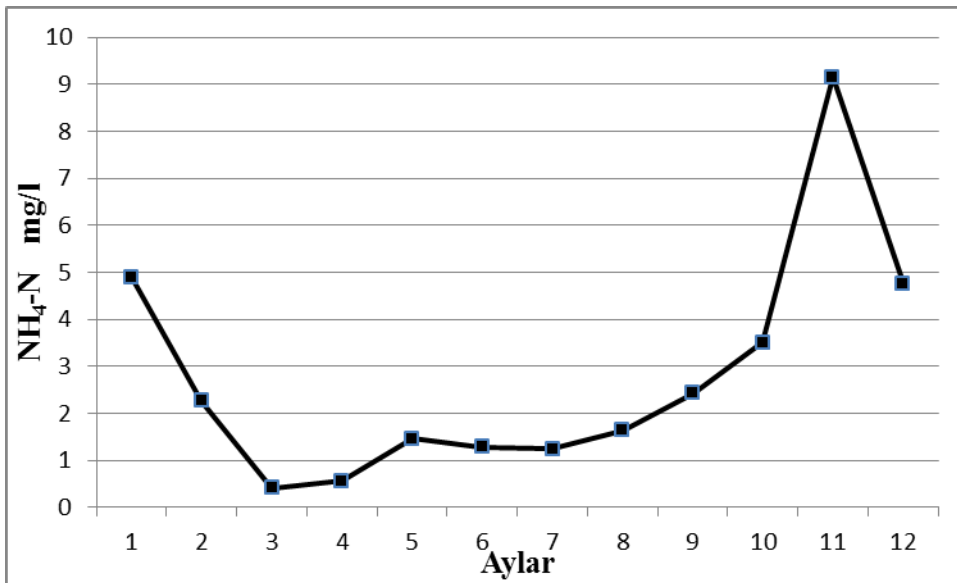
Derede en yüksek TKN ortalaması 7.52 mg/l ile Mayıs ayında, en düşük ortalaması ise 4.33 ile Temmuz ayında ölçülmüştür. Su TKN açısından genel olarak IV. Kalite sınıfındadır. $\text{NH}_4\text{-N}$ en yüksek ortalaması 4.88 mg/l ile Ocak ayında, en düşük ortalama 0.41 mg/l ile Mart ayında saptanmıştır. Dere su kalitesi sınıflandırmasına göre TKN açısından III. ve IV. kalitededir. Derenin $\text{NH}_4\text{-N}$ açısından düzenli bir sınıfa dahil edilmesi çok mümkün gözükmemektedir.



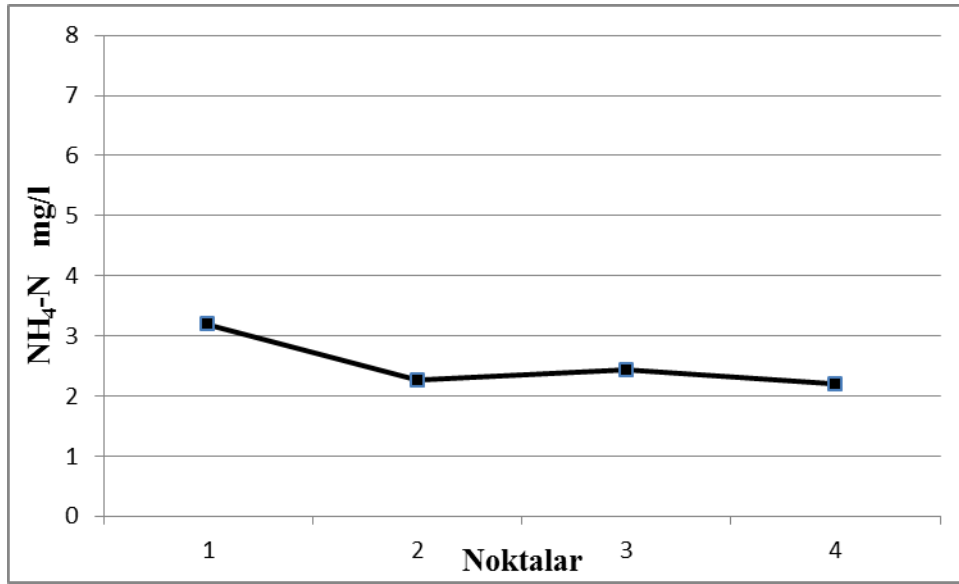
Şekil 4.23. TKN Değerlerinin Aylara Göre Değişimi



Şekil 4.24. TKN Değerlerinin Noktalara Göre Değişimi



Şekil 4.25. NH₄ - N Değerlerinin Aylara Göre Değişimi

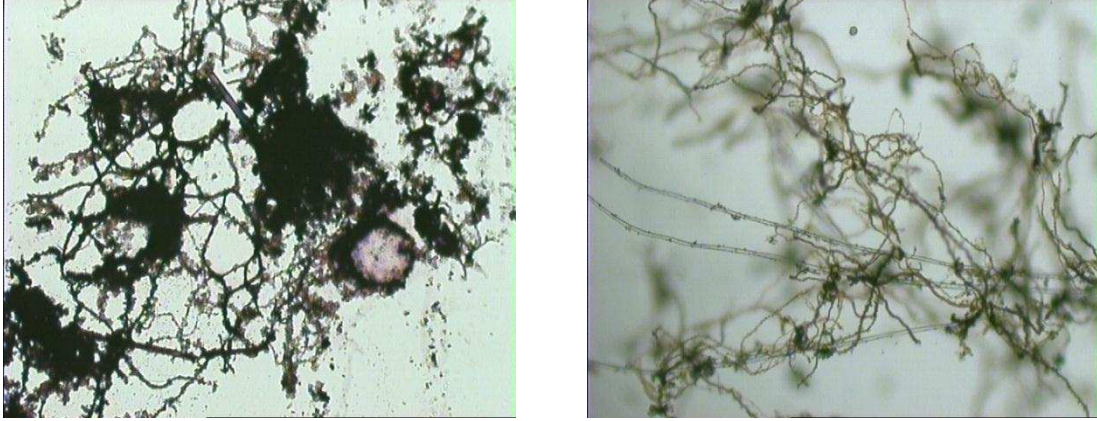


Şekil 4.26. NH₄ - N Değerlerinin Noktalara Göre Değişimi

Şekil 4.25'e göre değerlendirilirse NH₄-N'nin yaz aylarında düşük seviyelerde ancak yükselme eğiliminde olduğu, TKN'nin ortalama olarak ilkbahar ve yaz aylarında daha düşük seviyelerde olduğu, kışın yüksek olduğu, noktasal olarak TKN'nin düzensiz seyrettiği ancak NH₄-N'nin genel olarak düşerek seyrettiği söylenebilir.

4.1.3.12. Mikrobiyolojik Analiz

Riva Deresinde Fekal kirlilik oranlarının tespiti için yapılan analiz sonuçları Tablo 4.1, Tablo 4.2 ve Tablo 4.3'de gösterilmiştir. Buna göre toplam koliform, fekal koliform ve streptokok miktarlarının özellikle kurak mevsimde yapılan ölçümlerde çok yüksek çıktığı; yağışlı mevsim ile ilkbahar yağışlarının nihayete erdiği Haziran ayında yapılan ölçümlerde ise nispeten birbirine yakın sonuçların alındığı görülmektedir. Mevcut ölçüm sonuçları, derenin özellikle insan faaliyetleri sonucu çok ciddi manada kirletildiğini, 1. Nokta öncesinde bulunan arıtma tesisinin köpüklenme, kabarma ve çökeltme gibi problemleri olabileceğine işaret etmektedir.



Şekil 4.27. 4. Nuktada Flamentli Bakteri Toplulukları ve Aktif Çamur Fotoğrafları

Tablo 4.3. 15.06.2011 Mikrobiyolojik Analiz

Nokta	Toplam Heterotofik Bakteri, (KOB/100ml)	Toplam Koliform, (KOB/100ml)	Fekal Koliform, (KOB/100ml)	Fekal Streptokok, (KOB/100ml)
1	-	15000	11500	260
2	-	11000	8500	70
3	-	13000	8000	130
4	-	9000	8000	300

Tablo 4.4. 15.08.2011 Mikrobiyolojik Analiz

Nokta	Toplam Heterotofik Bakteri, (KOB/100ml)	Toplam Koliform, (KOB/100ml)	Fekal Koliform, (KOB/100ml)	Fekal Streptokok, (KOB/100ml)
1	-	450000	300000	150000
2	-	500000	350000	16000
3	-	550000	400000	200000
4	-	35000	28000	23000

Tablo 4.5. 14.12.2011 Mikrobiyolojik Analiz

Nokta	Toplam Heterotofik Bakteri, (KOB/100ml)	Toplam Koliform, (KOB/100ml)	Fekal Koliform, (KOB/100ml)	Fekal Streptokok, (KOB/100ml)
1	112000	20000	14000	70000
2	6500	2600	1300	2800
3	90000	18000	11000	65000
4	136000	24000	20000	96000

4.2. Korelasyon Analizi

Parametreler için yapılan korelasyon analizi Tablo 4.6'da gösterilmiştir.

Tablo 4.6. Korelasyon Analizi

		pH	Sıcaklık °C	ÇO mg/l	EC	Tuzluluk (ppt)	AKM mg/l	UAKM mg/l	BOI ₅ mg/l	KOI (mg/l)	Top-P (mg/l)	NO ₃ -N (mg/l)	TKN (mg/l)	NH ₄ -N (mg/l)
pH	Kor. kats.	1	-.016	-.061	-.051	-.127	-	-.134	-	-.060	.467*	-.238*	-.100	.064
	Anlam düzeyi		.855	.485	.563	.147	.174	.125	.317	.495	.000	.006	.259	.468
	N	132	132	132	132	132	132	132	132	132	132	132	129	132
Sıcaklık °C	Kor. kats.	-.016	1	-.272**	.484*	.318**	-	-.034	.495**	.516*	-.044	.143	-.230*	-.095
	Anlam düzeyi	.855		.002	.000	.000	.826	.696	.000	.000	.619	.103	.009	.276
	N	132	132	132	132	132	132	132	132	132	132	132	129	132
ÇO mg/l	Kor. kats.	-.061	-.272**	1	-.360*	-.242**	-	-.077	-.196*	-.295*	-.158	-.160	.101	-.046
	Anlam düzeyi	.485	.002		.000	.005	.273	.378	.024	.001	.070	.067	.253	.599
	N	132	132	132	132	132	132	132	132	132	132	132	129	132
EC µmhos× 10/cm	Kor. kats.	-.051	.484**	-.360**	1	.741**	.271**	.254**	.262**	.528*	.062	.342*	.033	.038
	Anlam düzeyi	.563	.000	.000		.000	.002	.003	.002	.000	.482	.000	.712	.665
	N	132	132	132	132	132	132	132	132	132	132	132	129	132
Tuzluluk ppt	Kor. kats.	-.127	.318**	-.242**	.741*	1	.130	.147	.183*	.295*	-.045	.120	.143	-.186*
	Anlam düzeyi	.147	.000	.005	.000		.138	.093	.036	.001	.605	.172	.105	.032
	N	132	132	132	132	132	132	132	132	132	132	132	129	132
AKM mg/l	Kor. kats.	-.119	-.019	-.096	.271*	.130	1	.952**	.173*	.318*	.001	.301*	.116	.147
	Anlam düzeyi	.174	.826	.273	.002	.138		.000	.048	.000	.995	.000	.190	.093
	N	132	132	132	132	132	132	132	132	132	132	132	129	132

Tablo 4.6. (Devam)

UAKM mg/l	Kor. kats.	-.134	-.034	-.077	.254*	.147	.952**	1	.158	.295*	-.023	.252*	.161	.089
	Anlam düzeyi	.125	.696	.378	.003	.093	.000		.070	.001	.793	.004	.069	.311
	N	132	132	132	132	132	132	132	132	132	132	132	129	132
BOI ₅ mg/l	Kor. kats.	-.088	.495**	-.196*	.262*	.183*	.173*	.158	1	.367*	.025	.230*	-.110	-.023
	Anlam düzeyi	.317	.000	.024	.002	.036	.048	.070		.000	.772	.008	.216	.793
	N	132	132	132	132	132	132	132	132	132	132	132	129	132
KOI mg/l	Kor. kats.	-.060	.516**	-.295*	.528*	.295**	.318**	.295**	.367**	1	.126	.369*	-.101	.129
	Anlam düzeyi	.495	.000	.001	.000	.001	.000	.001	.000		.149	.000	.255	.141
	N	132	132	132	132	132	132	132	132	132	132	132	129	132
Top-P mg/l	Kor. kats.	.467**	-.044	-.158	.062	-.045	.001	-.023	.025	.126	1	.080	-.014	-.008
	Anlam düzeyi	.000	.619	.070	.482	.605	.995	.793	.772	.149		.364	.876	.928
	N	132	132	132	132	132	132	132	132	132	132	132	129	132
NO ₃ – N mg/l	Kor. kats.	-.238**	.143	-.160	.342*	.120	.301**	.252**	.230**	.369*	.080	1	-.067	.344**
	Anlam düzeyi	.006	.103	.067	.000	.172	.000	.004	.008	.000	.364		.451	.000
	N	132	132	132	132	132	132	132	132	132	132	132	129	132
TKN mg/l	Kor. kats.	-.100	-.230**	.101	.033	.143	.116	.161	-.110	-.101	-.014	-.067	1	.076
	Anlam düzeyi	.259	.009	.253	.712	.105	.190	.069	.216	.255	.876	.451		.394
	N	129	129	129	129	129	129	129	129	129	129	129	129	129
NH ₄ – N mg/l	Kor. kats.	.064	-.095	-.046	.038	-.186*	.147	.089	-.023	.129	-.008	.344*	.076	1
	Anlam düzeyi	.468	.276	.599	.665	.032	.093	.311	.793	.141	.928	.000	.394	
	N	132	132	132	132	132	132	132	132	132	132	132	129	132

- (*) %5 anlam düzeyinde önemli korelasyonlar (Çift taraflı test)
- (**) %1 anlam düzeyinde önemli korelasyonlar (Çift taraflı test)

Tablo 4.6’da gösterilmiş korelasyon analizi sonuçlarına göre Riva Deresi’nde pH istatistiki olarak Top – P ile doğru orantılı olarak artmış ya da azalma göstermiştir. Bunun aksine $\text{NO}_3\text{-N}$ ile ters orantılı bir ilişkisi olduğu görülmektedir.

Sıcaklık diğer birçok parametre ile yakından ilişkili gözükmektedir. Sıcaklık ile istatistiki olarak çözünmüş oksijen miktarı ve TKN arasında ters orantı olduğu görülmektedir. Riva Deresi’nde sıcaklık arttıkça çözünmüş oksijen miktarı ve TKN oranı düşmekte, sıcaklık azaldıkça bu miktarlar artmaktadır. Derede Sıcaklık ile EC ve Tuzluluk arasında doğru orantı söz konusudur. Gerçekten de sıcaklık arttıkça maddelerin çözünme oranlarının artacağı, dolayısı ile tuzluluğun ve artan çözünmüş madde miktarı nedeni ile elektriksel iletkenliğin artabileceği bilinmektedir. Yine sıcaklık, BOİ ve KOİ ile yakından ilişkilidir. Sıcaklığın artması çözünmüş oksijen miktarını düşürecek, reaksiyonları hızlandıracak BOİ ve KOİ gereksinimlerini de doğal olarak artıracaktır.

Çözünmüş oksijen ile sıcaklık arasındaki ilişkiden bahsedilmiştir. Aynı şekilde çözünmüş oksijen ile EC ve Tuzluluk arasında ters oranlı bir ilişki söz konusudur. Doğal sulardaki çözünmüş oksijen miktarı, sıcaklık, tuzluluk, suyun karışımı (türbülans), ve atmosferik basınç gibi fiziksel şartlara bağlı olarak değişir. Sıcaklık, tuzluluk, çözünmüş madde miktarı arttıkça suda çözünen oksijen azalır. Çözünmüş oksijenin artmasına ya da azalmasına bağlı olarak derede BOİ ve KOİ miktarları da azalmış ya da artmıştır.

Suların elektriksel iletkenliği, iyonların sudaki toplam derişimine ve sıcaklığa bağlıdır. Sıcaklık ve derişim artışı ile suların elektriksel iletkenlikleri de artar. Dere için yapılan korelasyon analizinde EC’nin; Tuzluluk, AKM, UAKM, BOİ, KOİ, $\text{NO}_3\text{-N}$ gibi derişimi artıran parametreler ile doğru orantılı olduğu görülmektedir. Daha önce sıcaklık ve çözünmüş oksijen ilişkisinden bahsedilmiş, çözünmüş oksijen miktarının ters orantılı olarak değiştiği ifade edilmişti.

Dere suyu için tuzluluk değerleri ile Sıcaklık, EC, KOİ %99 oranında, BOİ ve $\text{NH}_4\text{-N}$ ile %95 oranında pozitif yönde ilişkili gözükmektedir. Çözünmüş oksijen ile negatif ilişkisi olduğu belirtilmişti.

AKM değerlerinin EC, BOİ (%95), KOİ ve NO₃-N değerleri ile pozitif yönde etkileşimde olduğu görülmektedir. AKM, UAKM'i de içinde barındırdığı için %99 anlam düzeyinde çok kuvvetli etkileşimde oldukları tabloda gözükmektedir.

BOİ'nin Sıcaklık, Çözünmüş Oksijen ve EC ile yakın ilişkide olduğunu belirtmiştik. Ayrıca AKM, NO₃-N ile pozitif yönde ilişkili gözükmektedir. BOİ'nin KOİ ile yakından alakalı olduğu, KOİ'nin BOİ₅ ve onun dışında biyolojik yollarla ayrışmayan çeşitli maddeleri içerdiği bilinmektedir. Dolayısı ile BOİ, KOİ'den küçük ya da ancak eşit olabilmektedir. KOİ ise korelasyon analizine göre sıcaklık, EC, Tuzluluk, AKM, UAKM, BOİ₅, NO₃-N ile pozitif yönde, çözünmüş oksijen ile negatif yönde alakalıdır.

Derede Top-P sadece pH ile ilişkili gözükmektedir.

NO₃-N analiz sonuçlarına göre pH, EC, BOİ, KOİ ve NH₄-N ile pozitif yönde alakalı gözükmektedir. NO₃-N, sularda bulunan NH₄-N'nin oksidasyonunda son ürün olarak ortaya çıkmaktadır. Bu açıdan analiz anlamlıdır.

Analizde TKN ile NH₄-N arasında kuvvetli bir ilişki olması gerekirken bu görülememektedir. TKN'nin NH₄-N'i ve organik azotu kapsayan bir parametre olduğu bilinmektedir. Bu durumda organik azot miktarının NH₄-N' a nispeten fazla olduğu, bu sebeple istatistiki olarak ilişki kurulamadığı söylenebilir.

4.3. Varyans Analizi (ANOVA)

4.3.1. Aylara göre ortalamalarının farklılığı için varyans analizi

Tablo 4.7'de ANOVA ölçümü yapılan parametre ortalamalarının aylara göre değişim gösterip göstermediği irdelenmiştir.

Tablo 4.7. Aylara Göre Ortalamaların Farklılığı için ANOVA

		Kareler toplamı	Serbestlik der	Kareler ort.	F	Anlamlılık
pH	Gruplar arası	3.847	11	.350	2.814	.003
	Gruplar içi	14.915	120	.124		
	Toplam	18.762	131			
Sıcaklık (°C)	Gruplar arası	5075.767	11	461.433	51.388	.000
	Gruplar içi	1077.535	120	8.979		
	Toplam	6153.302	131			
ÇO (mg/l)	Gruplar arası	176.604	11	16.055	5.024	.000
	Gruplar içi	383.473	120	3.196		
	Toplam	560.077	131			
EC (µmhos×10/cm)	Gruplar arası	2.414E7	11	2194520.522	6.947	.000
	Gruplar içi	3.791E7	120	315881.338		
	Toplam	6.205E7	131			
Tuzluluk (ppt)	Gruplar arası	8.964	11	.815	4.089	.000
	Gruplar içi	23.917	120	.199		
	Toplam	32.881	131			
AKM (mg/l)	Gruplar arası	29519.983	11	2683.635	13.471	.000
	Gruplar içi	23906.646	120	199.222		
	Toplam	53426.629	131			
UAKM (mg/l)	Gruplar arası	10991.536	11	999.231	10.377	.000
	Gruplar içi	11554.729	120	96.289		
	Toplam	22546.265	131			
BOI ₅ (mg/l)	Gruplar arası	1480.460	11	134.587	6.738	.000
	Gruplar içi	2396.812	120	19.973		
	Toplam	3877.272	131			
KOI (mg/l)	Gruplar arası	34086.726	11	3098.793	10.837	.000
	Gruplar içi	34312.880	120	285.941		
	Toplam	68399.606	131			

Tablo 4.7. (Devam)

Top-P (mg/l)	Gruplar arası	115.335	11	10.485	2.894	.002
	Gruplar içi	434.767	120	3.623		
	Toplam	550.102	131			
NO ₃ – N (mg/l)	Gruplar arası	96.855	11	8.805	22.537	.000
	Gruplar içi	46.884	120	.391		
	Toplam	143.738	131			
TKN (mg/l)	Gruplar arası	168.327	11	15.302	1.599	.108
	Gruplar içi	1119.584	117	9.569		
	Toplam	1287.910	128			
NH ₄ – N (mg/l)	Gruplar arası	628.555	11	57.141	18.739	.000
	Gruplar içi	365.917	120	3.049		
	Toplam	994.472	131			

Tablo 4.7’de F büyüklüğü anlamlılık düzeyi hakkında fikir vermektedir. Koyu olarak belirtilen yazılan TKN haricinde tüm parametrelerin ortalaması aylara göre farklılık göstermektedir. Buna göre aylar arasında değişim dolayısı ile sıcaklık değişimi, yağış miktarı, debiler vb. etkiler parametrelerin ortalamalarında fark meydana getirmiştir.

4.3.2. Noktalara göre ortalamalarının farklılığı için varyans analizi

Tablo 4.8. Noktalara Göre Ortalamaların Farklılığı için ANOVA

		Kareler toplamı	Serbestlik der	Kareler ort.	F	Anlamlılık
pH	Gruplar arası	.339	3	.113	.784	.505
	Gruplar içi	18.423	128	.144		
	Toplam	18.762	131			
Sıcaklık (°C)	Gruplar arası	8.830	3	2.943	.061	.980
	Gruplar içi	6144.472	128	48.004		
	Toplam	6153.302	131			

Tablo 4.8. (Devam)

ÇO (mg/l)	Gruplar arası	24.415	3	8.138	1.945	.126
	Gruplar içi	535.662	128	4.185		
	Toplam	560.077	131			
EC ($\mu\text{mhos}\times 10/\text{cm}$)	Gruplar arası	9376957.841	3	3125652.614	7.596	.000
	Gruplar içi	5.267E7	128	411472.878		
	Toplam	6.205E7	131			
Tuzluluk (ppt)	Gruplar arası	5.577	3	1.859	8.715	.000
	Gruplar içi	27.304	128	.213		
	Toplam	32.881	131			
AKM (mg/l)	Gruplar arası	325.174	3	108.391	.261	.853
	Gruplar içi	53101.455	128	414.855		
	Toplam	53426.629	131			
UAKM (mg/l)	Gruplar arası	227.538	3	75.846	.435	.728
	Gruplar içi	22318.727	128	174.365		
	Toplam	22546.265	131			
BOI ₅ (mg/l)	Gruplar arası	317.902	3	105.967	3.811	.002
	Gruplar içi	3559.370	128	27.808		
	Toplam	3877.272	131			
KOI (mg/l)	Gruplar arası	7820.937	3	2606.979	5.508	.001
	Gruplar içi	60578.670	128	473.271		
	Toplam	68399.606	131			
Top-P (mg/l)	Gruplar arası	4.603	3	1.534	.360	.782
	Gruplar içi	545.499	128	4.262		
	Toplam	550.102	131			
NO₃ – N (mg/l)	Gruplar arası	2.230	3	.743	.672	.570
	Gruplar içi	141.508	128	1.106		
	Toplam	143.738	131			
TKN (mg/l)	Gruplar arası	4.632	3	1.544	.150	.929
	Gruplar içi	1283.278	125	10.266		
	Toplam	1287.910	128			

Tablo 4.8. (Devam)

NH ₄ – N (mg/l)	Gruplar arası	20.492	3	6.831	.898	.444
	Gruplar içi	973.980	128	7.609		
	Toplam	994.472	131			

Tablo 4.8’de koyu yazılan parametrelerin ölçüm noktalarına göre ortalamaları farklı değildir. Sadece EC, Tuzluluk, KOİ ve BOİ parametreleri ölçüm noktalarına göre farklılıklar göstermektedir.

4.4. Parametreler İçin Zamansal ve Noktasal Homojen Gruplar Analizi

4.4.1. pH homojen gruplar

Tablo 4.9. pH Ortalamaları Zamansal Homojen Gruplar

Aylar	N	Altküme için alfa = 0.05	
		1	2
Tukey HSD ^a			
3	12	7.0850	
4	12	7.1700	7.1700
12	8	7.1838	7.1838
10	8	7.2250	7.2250
8	8	7.2450	7.2450
9	8	7.2862	7.2862
5	16	7.3569	7.3569
2	16	7.3700	7.3700
11	8	7.3825	7.3825
7	8	7.4575	7.4575
6	16	7.5531	7.5531
1	12		7.6892
Sig.		.126	.053

Tablo 4.10. pH Ortalamaları Noktasal Homojen Gruplar

		Altküme için alfa = 0.05	
Noktalar	N	1	
Tukey HSD ^a	4	33	7.2861
	3	33	7.3194
	2	33	7.3706
	1	33	7.4194
	Sig.		.485

Doğal sularda pH'nın suda artması veya azalması bazı bileşiklerin toksisitesini etkiler. Riva Deresinde noktasal ve zamansal olarak pH değerlerinde değişim fazla olmamakla beraber hafif bazik seviyelerde seyretmiştir. Tablo 4.7'de zamansal homojen grup analizinde 2 farklı grubun olduğu görülmektedir. Havaların daha sıcak olduğu 5, 6, 7, 8 ve 9. aylar değerleri daha yüksek olan 2. Grupta yer almaktadır. pH değerlerinin kış aylarına nispeten daha düşük ortalamalarda olduğu görülmektedir. Bunun sebebi olarak daha sıcak aylarda su bitkileri tarafından fotosentezle CO₂'in yoğun tüketilmesi sonucu pH'nın arttığı, kış aylarında ise yağmur sularının taşıdığı maddelerin yapısından dolayı düştüğü tahmin edilmektedir. Noktasal olarak oluşan tek grup pH değerinin noktalar arasında büyük ölçüde değişim göstermediğine işaret etmektedir.

4.4.2. Sıcaklık homojen gruplar

Tablo 4.11. Sıcaklık Ortalamaları Zamansal Homojen Gruplar

Aylar	N	Altküme için alfa = 0.05					
		1	2	3	4	5	6
Tukey HSD ^a 3	12	8.517					
2	16	10.531	10.531				
1	12	11.725	11.725	11.725			
4	12		14.442	14.442	14.442		
12	8			15.500	15.500		
11	8				16.512		
10	8					21.525	
5	16					22.531	22.531
6	16					23.813	23.813
8	8					25.338	25.338
7	8					25.638	25.638
9	8						26.262
Sig.		.410	.143	.180	.922	.098	.194

Tablo 4.12. Sıcaklık Ortalamaları Noktasal Homojen Gruplar

Noktalar	N	Altküme için alfa = 0.05
		1
Tukey HSD ^a 4	33	17.648
2	33	17.903
3	33	17.970
1	33	18.370
Sig.		.974

Sıcaklık; akarsularda yüksekliğe, iklime, atmosfer şartlarına, akıntı hızına ve nehir yatağının yapısına göre değiştiği bilinmektedir.

Su sıcaklığı tüm biyolojik faaliyetleri etkileyen önemli bir faktördür. Zamansal homojen grup analizinde Tablo 4.12’de görülebileceği gibi 6 farklı grup oluşmuştur. Sıcaklığın zamana göre değişimler göstereceği muhakkaktır. 9. ayın en yüksek sıcaklık ortalamasına ulaşması ve 10. ayın 5. homojen grupta yer alması, suların havanın aksine geç soğuduğunun ve geç ısındığının kanıtı olabilir. Ayrıca su içinde biyolojik faaliyetler devam ettiği için suyun, havanın sıcaklık değişimlerinden hemen etkilenmeyeceği söylenebilir.

Noktasal homojen grup analizinde tek bir grubun oluşması sıcaklık farkının fazla değişim göstermemesinden kaynaklanmaktadır. Bu durumun derenin geçtiği yerlerin sık orman ile kaplı olmasından kaynaklanabilir.

4.4.3. Çözünmüş Oksijen homojen gruplar

Tablo 4.13. Ç.O. Ortalamaları Zamansal Homojen Gruplar

Aylar	N	Altküme için alfa = 0.05		
		1	2	3
Tukey HSD ^a				
8	8	2.1638		
6	16	2.7538	2.7538	
12	8	2.8362	2.8362	
10	8	3.4750	3.4750	3.4750
9	8	3.4862	3.4862	3.4862
7	8	3.7063	3.7063	3.7063
4	12	3.9450	3.9450	3.9450
11	8	3.9975	3.9975	3.9975
5	16		4.8881	4.8881
1	12		5.1117	5.1117
3	12			5.6917
2	16			5.7756
Sig.		.478	.132	.157

Tablo 4.14. Ç.O. Ortalamaları Noktasal Homojen Gruplar

Noktalar	N	Altküme için alfa = 0.05	
		1	
Tukey HSD ^a	3	33	3.5967
	2	33	3.9867
	4	33	4.2770
	1	33	4.7755
Sig.			.094

Çözünmüş Oksijen, özellikle sıcaklığın artması ile yaz aylarında düşmüştür. Soğuk aylarda daha yüksek seviyelerdedir. Kar sularının eridiği mevsimlerde dere suyunda oksijen miktarının artması beklenir. Ancak sıcak aylarda ki çıkışların yine yağışlardan kaynaklandığı düşünülmektedir. Noktasal homojen grup analizinde Tablo 4.12’de görüldüğü gibi tek bir grup oluşmuştur.

4.4.4. Elektriksel İletkenlik homojen gruplar

Tablo 4.15. EC Ortalamaları Zamansal Homojen Gruplar

	Aylar	N	Altküme için alfa = 0.05		
			1	2	3
Tukey HSD ^{a,b}	2	16	537.3750		
	1	12	625.3333		
	3	12	705.7500	705.7500	
	12	8	864.2500	864.2500	
	4	12	960.0833	960.0833	
	7	8	1113.7500	1113.7500	
	8	8	1274.8750	1274.8750	
	5	16	1304.9375	1304.9375	
	11	8	1358.8750	1358.8750	1358.8750
	9	8		1459.5000	1459.5000
	6	16		1477.6250	1477.6250
	10	8			2164.7500
	Sig.		.057	.098	.068

Tablo 4.16. EC Ortalamaları Noktasal Homojen Gruplar

	Noktalar	N	Subset for alpha = 0.05	
			1	2
Tukey HSD ^a	2	33	848,9394	
	1	33	882,5152	
	3	33	1203,6667	1203,6667
	4	33		1504,3030
	Sig.		,116	,232

Elektriksel İletkenlik aylık ortalamalara göre homojen gruplar olarak sınıflandırıldığında 3 farklı grubun olduğu görülmektedir. 1, 2, 3 ve 4. aylarda en düşük seviyelerde gözükmetedir. Bunun sebebi olarak sıcaklığın düşük olması gösterilebilir. 5,6 ve 7. aylarda yüksek değerlerde gözükmesi yine su sıcaklığının

artmaya başlaması nedeniyle olabilir. Ancak özellikle 10. ayda görülen en yüksek değer kurak bir mevsim sonrası yağışların yüzeysel sularla yük taşınması ve çözünmüş madde miktarının artması sebebiyle olabilir. Noktasal olarak EC iki farklı grup halinde görülmektedir. 1 ve 2. noktada ortalamalar oldukça yakındır. Bu durumun artıma tesisi deşarjı sebebiyle olduğu tahmin edilmektedir. 3 ve 4. noktada artışlar özellikle yan kollardan suya yüksek konsantrasyonda yüklerin girdiğine işaret etmektedir. 4. noktada ki en yüksek oran tuzluluğun artması sonucu olabilir.

4.4.5. Tuzluluk homojen gruplar

Tablo 4.17.Tuzluluk Ortalamaları Zamansal Homojen Gruplar

Aylar	N	Altküme için alfa = 0.05		
		1	2	3
Tukey HSD ^{a,b}				
1	12	.0333		
12	8	.1625	.1625	
2	16	.3062	.3062	.3062
11	8	.3250	.3250	.3250
3	12	.4750	.4750	.4750
4	12	.5333	.5333	.5333
8	8	.5375	.5375	.5375
9	8	.5375	.5375	.5375
6	16	.6125	.6125	.6125
7	8		.7000	.7000
5	16			.8813
10	8			.9625
Sig.		.149	.236	.054

Tablo 4.18.Tuzluluk Ortalamaları Noktasal Homojen Gruplar

Noktalar	N	Altküme için alfa = 0.05	
		1	2
Tukey HSD ^a 2	33	.3182	
1	33	.3333	
3	33	.5576	.5576
4	33		.8242
Sig.		.157	.093

Tuzluluk zamansal homojen grup analizinde Tablo 4.15’de görüleceği gibi 3 farklı grup oluşmuştur. Birinci grubu oluşturan 11, 12, 1, 2, ve 3. aylar nispeten sıcaklığın düşük olması ve yağışlı havalardan etkisi ile konsantrasyonun düşmesinden etkilenmiş olabilir. 2. Grubu oluşturan 6, 7, 8, 9. aylarda tuzluluğun yükselmesi yine sıcaklığa, dolayısıyla katı madde çözünmesinin artmasına ve buharlaşma dolayısıyla debinin azalmasına bağlı olabilir. Soğuk olan 10 ve 11. aylarında yüksek ortalamaların bulunduğu grupta olmaları, kurak dönem sonrası dere için yüzeysel yük taşıyan yağışlar dolayısıyla suda madde miktarının artmasına bağlı olabilir.

Noktasal olarak yapılan analizde Tablo 4.16’da görülebileceği gibi denize yakın 4. Noktanın yüksek konsantrasyona sahip olduğu görülmektedir.

4.4.6. AKM ve UAKM Homojen Gruplar

Tablo 4.19. AKM Ortalamaları Noktasal Homojen Gruplar

	Aylar	N	Altküme için alfa = 0.05					
			1	2	3	4	5	
Tukey HSD ^{a,b}	7	8	18.0000					
	6	16	21.4375					
	12	8	25.6250	25.6250				
	5	16	32.2500	32.2500	32.2500			
	1	12	35.0000	35.0000	35.0000			
	3	12	35.9167	35.9167	35.9167			
	4	12	36.3333	36.3333	36.3333			
	2	16	37.1250	37.1250	37.1250			
	9	8		44.3750	44.3750			
	11	8			47.8750	47.8750		
	8	8				67.1250	67.1250	
	10	8						76.8750
	Sig.		.108	.126	.357	.103	.922	

Tablo 4.20. AKM Ortalamaları Noktasal Homojen Gruplar

	Noktalar	N	Altküme için alfa = 0.05
			1
Tukey HSD ^a	2	33	35,3333
	3	33	37,3333
	4	33	38,8182
	1	33	39,3939
	Sig.		,850

Tablo 4.21. UAKM Ortalamaları Zamansal Homojen Gruplar

	Aylar	N	Altküme için alfa = 0.05		
			1	2	3
Tukey HSD ^a	7	8	10.2500		
	6	16	13.3750	13.3750	
	12	8	14.8750	14.8750	
	4	12	15.6667	15.6667	
	1	12	18.7500	18.7500	
	5	16	19.0000	19.0000	
	2	16	22.5625	22.5625	
	11	8		24.8750	
	3	12		25.0000	
	9	8		25.2500	
	8	8			40.7500
	10	8			45.6250
	Sig.		.185	.229	.993

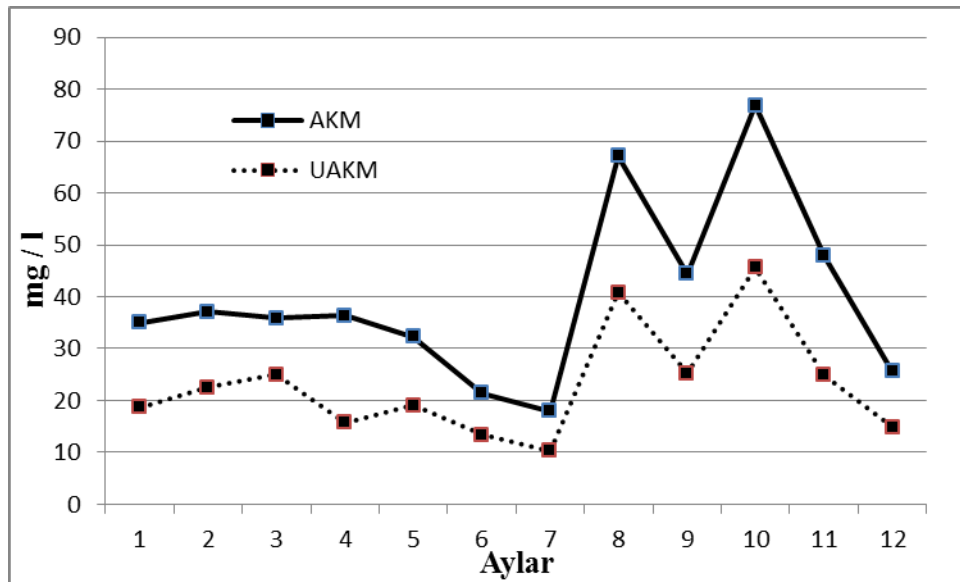
Tablo 4.22. UAKM Ortalamaları Noktasal Homojen Gruplar

	Noktalar	N	Altküme için alfa = 0.05
			1
Tukey HSD ^a	2	33	19.9697
	3	33	21.3030
	4	33	22.9091
	1	33	23.2424
	Sig.		.746

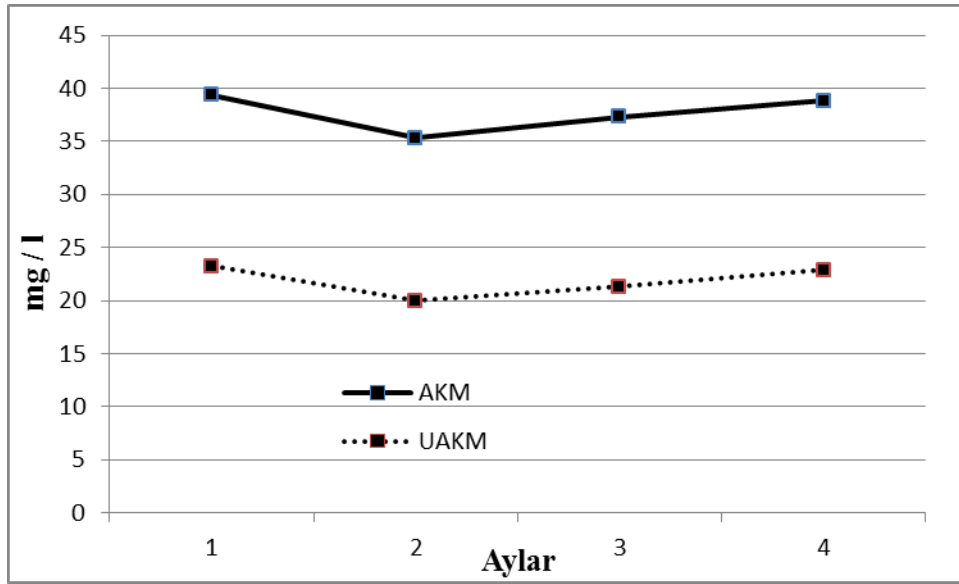
AKM ve UAKM derişimlerinin, yağışla ve yüzeysel akışla doğrudan ilgili olduğu akarsudan akarsuya değişim gösterebileceği gibi, aynı akarsu içinde debideki değişimler sonucu artış ve düşüş kaydedilebileceği söylenebilir. Zamansal olarak

yapılan homojen grup analizinde 5 farklı grubun olduğu görülmektedir. Riva Deresinde AKM ve UAKM ilk 7 ay tek bir grupta toplanabilirken diğer 5 ay ani artış ve azalışlar dolayısı ile farklı 4 grup daha oluşmuştur. Bunun nedeninin, suyun debisiyle ilişkili olduğu düşünülmektedir. Debinin düşmesi ile AKM ve UAKM miktarları artmış olabilir. Yağışların olduğu aylarda miktar düşmüş olabilir. Ancak en yüksek AKM ve UAKM oranlarına yine yağışlı aylar olan 9,10 ve 11. aylarda ulaşılmış olması bu yargı ile çelişmektedir. Kurak mevsimler sonrasında oluşan yağışların ilkbahar yağışlarından daha yüksek miktarda partikül madde taşınması bu çelişkiyi ortadan kaldırmaktadır.

AKM ve UAKM için Noktasal homojen tek grup olduğu görülmektedir.



Şekil 4.27. AKM ve UAKM'nin Zamansal Mukayesesi



Şekil 4.28. AKM ve UAKM Noktasal Mukayesesi

4.4.7 Biyolojik Oksijen İhtiyacı Homojen Gruplar

Tablo 4.23. BOİ Ortalamaları Zamansal Homojen Gruplar

Aylar	N	Altküme için alfa = 0.05				
		1	2	3	4	
Tukey HSD ^{a,b}	2	16	6.3750			
	1	12	7.2667	7.2667		
	12	8	9.0000	9.0000	9.0000	
	3	12	9.0775	9.0775	9.0775	
	11	8	12.1500	12.1500	12.1500	12.1500
	7	8	13.0000	13.0000	13.0000	13.0000
	4	12		13.3333	13.3333	13.3333
	6	16		13.8125	13.8125	13.8125
	5	16		13.8750	13.8750	13.8750
	10	8		13.8750	13.8750	13.8750
	9	8			15.2500	15.2500
	8	8				18.0000
Sig.			.050	.051	.084	.140

Tablo 4.24.BOİ Ortalamaları Noktasal Homojen Gruplar

Noktalar	N	Altküme için alfa = 0.05	
		1	2
Tukey HSD ^a	33	10.3742	
3	33	10.8570	
4	33	11.4152	11.4152
2	33		14.3636
1	33		
Sig.		.853	.110

BOİ zamansal ortalamalarının homojen değerlendirmesinde 4 farklı grubun oluştuğu görülmektedir. 11, 12, 1, 2 ve 3. aylarda dikkati çeken iki parametre sıcaklıkların düşük olması ve yağışların artmasıdır. Burada BOİ miktarının düşük olması debinin artmasının bir sonucu olarak konsantrasyonun düşmesi ile açıklanabilir. Gerçekten 9 ve 10 ay gibi yağışların yüksek olduğu ancak toprak yüzeyinde kurak mevsim sonrası fazla kirliliğin bulunduğu zamanlarda BOİ değerleri daha yüksektir. 4, 5, 6, 7 ve 8. aylarda su kirliliğinin debinin de düşmesine bağlı olarak arttığı söylenebilir.

Noktasal ortalamalar homojen 2 grup oluşturmaktadır. Noktasal olarak yapılacak değerlendirme de BOİ'nin özellikle 1. Nuktada en yüksek değere ulaştığı bunun arıtma tesisi deşarjı kaynaklı olduğu bilinmektedir. Diğer noktalarda bulunan yerleşim yerlerinden dereye deşarj edilen evsel atıksular düşük debili olduğu için dereye sadece mevcut BOİ miktarının korunduğu gözükmektedir.

4.4.8. Kimyasal Oksijen İhtiyacı Homojen Gruplar

Tablo 4.25. KOİ Ortalamaları Zamansal Homojen Gruplar

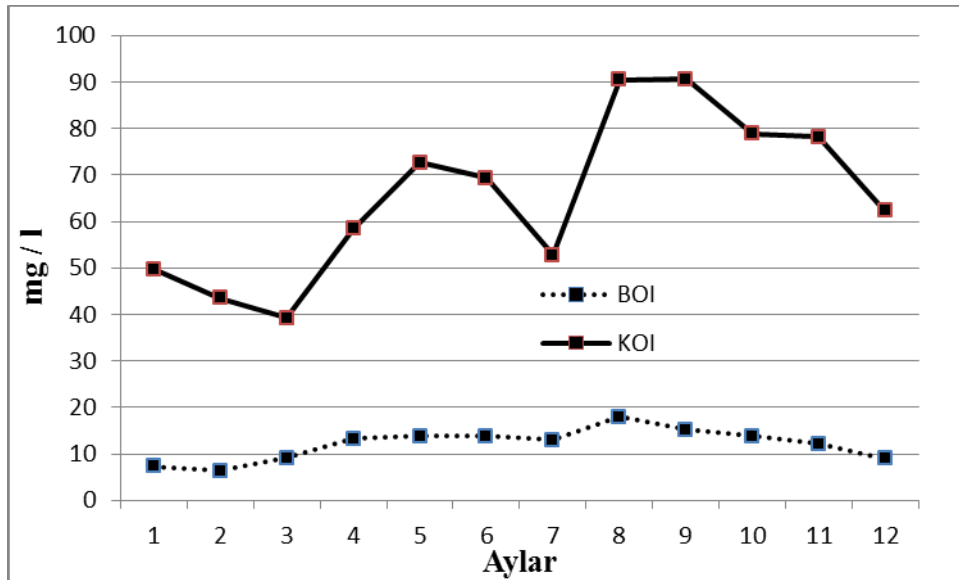
	Aylar	N	Altküme için alfa = 0.05			
			1	2	3	4
Tukey HSD ^{a,b}	3	12	39.2658			
	2	16	43.5625			
	1	12	49.6667	49.6667		
	7	8	52.7500	52.7500		
	4	12	58.4167	58.4167	58.4167	
	12	8	62.2500	62.2500	62.2500	
	6	16		69.3125	69.3125	69.3125
	5	16		72.6250	72.6250	72.6250
	11	8			78.1250	78.1250
	10	8			78.8750	78.8750
	8	8				90.3750
	9	8				90.6250
	Sig.			.106	.107	.230

Tablo 4.26. KOİ Ortalamaları Noktasal Homojen Gruplar

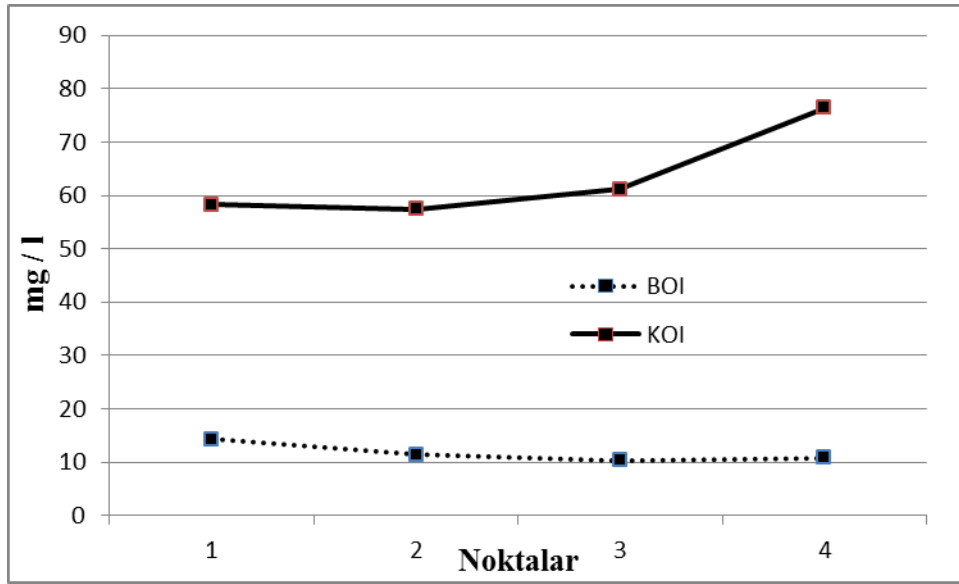
	Noktalar	N	Altküme için alfa = 0.05	
			1	2
Tukey HSD ^a	2	33	57.4515	
	1	33	58.2894	
	3	33	61.1436	
	4	33		76.4545
	Sig.			.901

KOI'nin zamansal ortalama değerlerinin homojen grup analizinde 4 farklı grup oluşmuştur. 12, 1, 2, 3 ve 4. aylarda KOİ miktarı en düşük ortalamaya sahip grubu oluşturmuştur. Bunun sebebi BOİ'de olduğu gibi yağışların artması olabilir. 4, 5 ve 6. aylar 2. Homojen grup içinde yer almaktadır. Bu aylarda KOİ'nin yükselmesinde ki sebep, debinin düşmesi ya da tarla ve bahçe hayvansal gübrelerinin sulama ile dereye karışması olabilir. Ancak 8, 9, 10 ve 11 aylardaki büyük artışlar organik maddelerce zengin yüzey akışlarının dereye karışması ve özellikle 8. Ayda tarımsal sulamanın artması dolayısı ile ya da sıcaklık dolayısı ile debilerde düşüş sebebiyle olabilir.

Noktasal ortalama değerlerinin homojen grup analizinde 2 farklı grup oluşturduğu görülmektedir. Derede KOİ 1,2 ve 3. noktalarda birbirine yakın değerlerle artarak ilerlerken 4. noktada nispeten çok büyük bir artış gözlenmiştir. KOİ içinde BOİ'de barındırdığı için bu noktada BOİ'nin de artması beklenir. Ancak grafiklerde ters bir orantı gözükmemektedir. Bu ters orantının sebebi olarak 2. – 3. ve özellikle 3. – 4. numune alma noktaları arasında bulunan sanayi tesislerinden suya gelen endüstriyel yükler gösterilebilir. Özellikle deterjan fabrikası atıksuları, plastik sanayii yıkama sularının KOİ artırırken BOİ'de değişim oluşturmadığı söylenebilir.



şekil 4.29. BOI ve KOI Zamansal Mukayesesi



Şekil 4.30. BOI ve KOI Noktasal Mukayesesi

4.4.9. Top-P Homojen Gruplar

Tablo 4.27. Top-P Ortalamaları Zamansal Homojen Gruplar

Aylar	N	Altküme için alfa = 0.05	
		1	2
Tukey HSD ^{a,b}			
11	8	1.9700	
2	16	2.1000	
7	8	2.3000	
4	12	2.3183	
3	12	2.5067	2.5067
5	16	2.6150	2.6150
8	8	3.0625	3.0625
10	8	3.2750	3.2750
12	8	3.3750	3.3750
6	16	3.7937	3.7937
1	12	4.4750	4.4750
9	8		5.2750
Sig.		.135	.060

Tablo 4.28.Top-P Ortalamaları Noktasal Homojen Gruplar

	Noktalar r	N	Altküme için alfa = 0.05	
			1	
Tukey HSD ^a	1	33		2.8624
	4	33		2.9164
	3	33		3.0527
	2	33		3.3442
	Sig.			.779

Top-P ortalamaları için yapılan zamansal homojen grup analizinde iki grubun oluştuğu görülmektedir. Özellikle fosforlu gübre dolayısı ile suya karışım olabileceğinin tahmin edildiği veya deterjan içeren su yüklerinin daha çok gelebileceği 5, 6, 8 ve 9. Aylar ikinci yüksek grupta yer almaktadır. Atıksulardaki fosfatın yaklaşık %50'sinin evsel ve endüstriyel atıklardan geldiği, alıcı sulara fosfatın %91'inin evsel ve endüstriyel atık-sulardan %9'nun ise tarımsal alanlardan geldiği bilinmektedir.

Yaz aylarındaki yükselmenin havadan fosfat bağlayabilen mavi yeşil alglerin artışından veya fosfatlı gübrelerin kullanımından kaynaklandığı şeklinde yorumlanabilir. Ayrıca bu aylarda gelişen köklü su üstü bitkileri de topraktaki fosforun suya geçişine yardımcı olabilirler.

Burada 7. Ayın yüksek grupta yer almama nedeni yağışın olmaması sebebiyle gübrelerden ileri gelen kirliliğin bulunmaması olabilir.

Noktasal olarak değerlendirmede Top-P değerlerinden özellikle 3 – 4. Nokta arasındaki fabrika nedeni ile artış beklenmektedir. Ancak KOİ bu sebeple artmış olabilirken Top-P değerlerinde gözle görülür bir değişim yoktur ve hatta nispeten azalmıştır. Bu durumda ya KOİ kirliliği farklı bir endüstriden ileri gelmektedir ya da mevcut tesisin arıtma sistemi Top-P arıtımında başarıyla KOİ gideriminde başarısızdır. Noktasal olarak değerlendirmede tek grubun oluştuğu görülmektedir. Bu kirliliğin büyük oranda 1. Nuktada bulunan arıtma tesisinden kaynaklandığını dere

boyunca katılan evsel, tarımsal ya da endüstriyel deşarjlarla varlığını koruduğunu göstermektedir.

4.4.10. NO₃-N Homojen Gruplar

Tablo 4.29. NO₃-N Ortalamaları Zamansal Homojen Gruplar

Aylar	N	Altküme için alfa = 0.05				
		1	2	3	4	5
Tukey HSD ^{a,b}	7	1.9125				
	1	2.0500				
	2	2.0687				
	6	2.4500	2.4500			
	4	2.8000	2.8000	2.8000		
	5	2.8244	2.8244	2.8244		
	3		3.2083	3.2083	3.2083	
	8			3.4500	3.4500	
	12			3.5650	3.5650	
	9				4.0625	4.0625
	11					4.6125
	10					4.6750
	Sig.	.058	.226	.215	.102	.551

Tablo 4.30. NO₃-N Ortalamaları Noktasal Homojen Gruplar

Noktalar	N	Altküme için alfa = 0.05
		1
Tukey HSD ^a	3	2.8385
	2	2.9152
	4	2.9509
	1	3.1867
	Sig.	.536

4.4.11. TKN ve NH₄-N Homojen Gruplar

Tablo 4.31 TKN Ortalamaları Zamansal Homojen Gruplar

	Aylar	N	Altküme için alfa = 0.05	
			1	
Tukey HSD ^{a,b}	7	8	4.3375	
	9	8	4.4000	
	6	16	4.8750	
	11	5	5.4800	
	10	8	5.6625	
	4	12	5.7000	
	8	8	6.2000	
	1	12	6.9667	
	12	8	6.9750	
	2	16	7.3500	
	3	12	7.4167	
	5	16	7.5250	
Sig.			.520	

Tablo 4.32 TKN Ortalamaları Noktasal Homojen Gruplar

	Noktalar	N	Altküme için alfa = 0.05	
			1	
Tukey HSD ^{a,b}	3	32	6.0219	
	2	33	6.0848	
	1	32	6.4156	
	4	32	6.4438	
	Sig.			.952

Tablo 4.33 NH₄-N Ortalamaları Zamansal Homojen Gruplar

Aylar	N	Altküme için alfa = 0.05				
		1	2	3	4	5
Tukey HSD ^{a,b}						
3	12	.4175				
4	12	.5667				
7	8	1.2450	1.2450			
6	16	1.2800	1.2800			
5	16	1.4609	1.4609			
8	8	1.6363	1.6363			
2	16	2.2625	2.2625	2.2625		
9	8	2.4250	2.4250	2.4250	2.4250	
10	8		3.5125	3.5125	3.5125	
12	8			4.7625	4.7625	
1	12				4.8833	
11	8					9.1500
Sig.		.301	.148	.069	.080	1.000

Tablo 4.34 NH₄-N Ortalamaları Noktasal Homojen Gruplar

Noktalar	N	Altküme için alfa = 0.05	
		1	
Tukey HSD ^a			
4	33		2.1994
2	33		2.2594
3	33		2.4268
1	33		3.1845
Sig.		.470	

NO₃-N zamansal ortalamaları için yapılan homojen grup analizinde 5 fark grubun oluştuğu görülmüştür. 4, 5, 6 ve 7. aylar en düşük ortalamaların bulunduğu birinci grubu oluşturmaktadır. Nitrat yoğunluğu mevsimsel alg ve bitki gelişimine göre

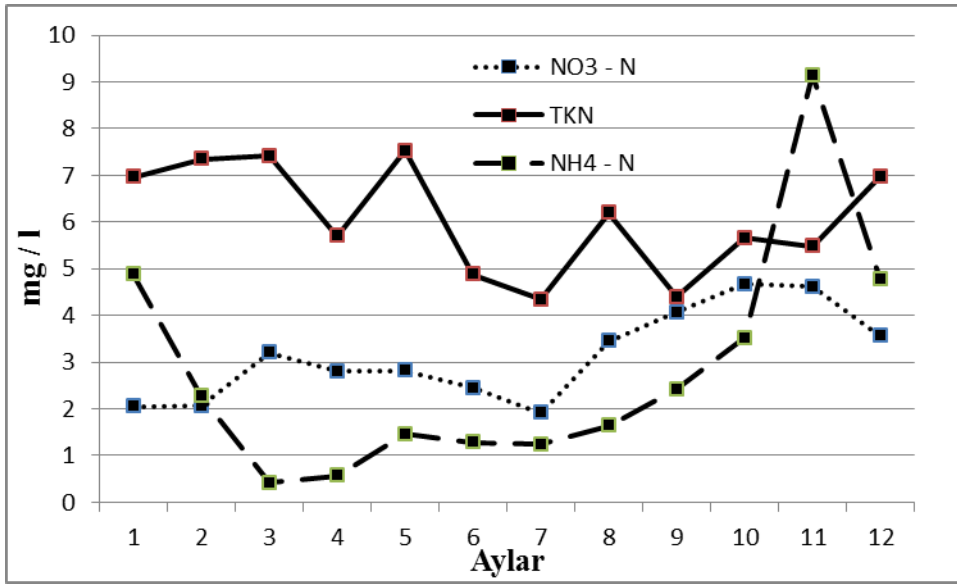
değişebilmektedir. Dolayısı ile kış aylarında nitrat miktarının artması alg ve bitkilerin fazla gelişim göstermemesinden kaynaklanabilir. Bahar ve yaz aylarında alg ve bitki gelişimi fazla olduğundan, nitrat kullanımının bu canlılar tarafından çok olması nedeniyle su ortamındaki nitrat miktarının düşmesi beklenebilir. Analizde 9, 10, 11, 12 ve 1. aylar en yüksek 4. ve 5. grupları oluşturmaktadır.

Noktasal olarak homojen tek grup oluşmuştur ve en yüksek değer 1. Noktada gözükmemektedir. Bu kirliliğin büyük ölçüde arıtma tesisinden kaynaklandığına işaret etmektedir.

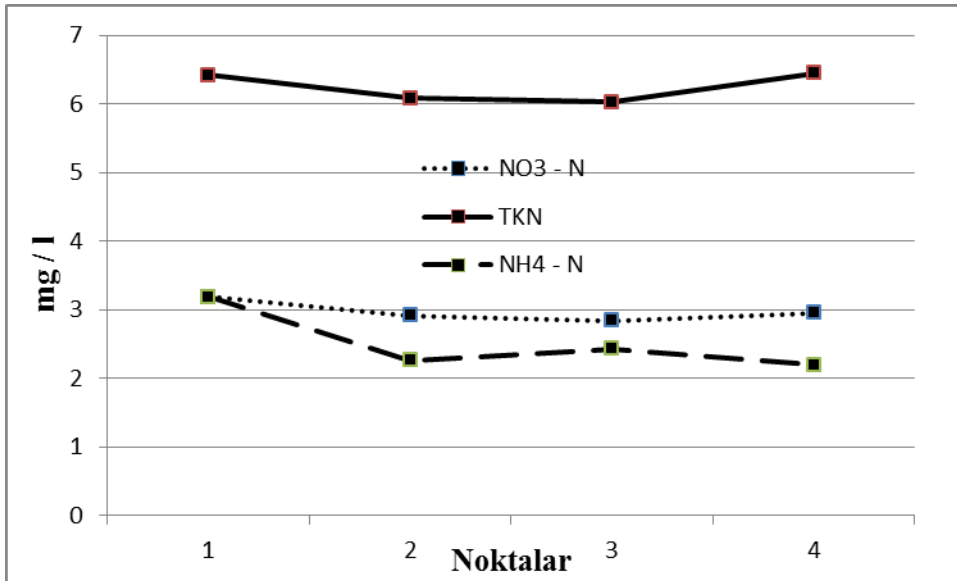
TKN içinde organik azotu ve $\text{NH}_4\text{-N}$ barındıran bir parametredir. Zamansal ve noktasal homojen grup analizinde tek gruplar oluşturmuştur. $\text{NH}_4\text{-N}$ ise zamansal homojen grup analizinde 5 farklı grup oluşturmuştur. Çalışmamızda birinci grubu oluşturan 3, 4, 5, 6, 7, 8 aylarda amonyak miktarı düşük seviyelerdedir. 4. ve 5. grubu oluşturan 9, 10, 11, 12, 1 ve 2. aylarda $\text{NH}_4\text{-N}$ en yüksek seviyelerdedir. Sıcak mevsimlerde azalma, yağışlı mevsimlerde artma azotlu organik maddelerin yüzey akışlarında fazla olduğu ve düşük debili yaz aylarında organik madde taşınmasının fazla olmadığına bağlı olabileceği düşünülmektedir. İlkbahar aylarında yağışlı olmasına rağmen gözlenen düşük değerler yüzeyin organik maddece sonbaharda yıkanmış olması nedeniyle olabilir.

Noktasal olarak yapılan homojen grup analizinde $\text{NH}_4\text{-N}$, TKN gibi tek grup oluşturmuştur. Özellikle en yüksek değere 1. Noktada ulaşması dereyi bu parametre açısından en çok etkileyen unsurun arıtma tesisi olduğunu göstermektedir.

Şekil 4.31'de zamansal olarak, Şekil 4.32'de noktasal olarak azot parametrelerinin birbiri olan ilişkileri gösterilmiştir. $\text{NH}_4\text{-N}$ 'nin zamanla $\text{NO}_3\text{-N}$ dönüşmesi dolayısı ile aralarında ters bir orantının olması beklenebilir. İlk 6 ay bir takım dalgalanmalar olmakla birlikte bu durum gözlenmiştir. Ancak 6. aydan sonra paralel olarak artış gözlenmiştir. Bu durum suya birbirinden bağımsız azot parametrelerinin girmesi şeklinde yorumlanabilir.



Şekil 4.31. NH₄-N NO₃-N ve TKN Zamansal Mukayese



Şekil 4.31. NH₄-N NO₃-N ve TKN Noktasal Mukayese

BÖLÜM 5. ÖNERİLER

Sonuç olarak, bu çalışmada araştırılan parametrelere ait bulgular ayrı ayrı ele alındığında, Riva Deresi ile ilgili farklı sonuçlara varılabilmektedir. Ancak, parametreleri genel olarak ele alınacak olursa, Riva Deresi Orman ve Su İşleri Bakanlığı'nın vermiş olduğu ölçütlere göre genelde, III. ve IV. sınıf kirli / çok kirli sular sınıfında yer almaktadır. Derenin 20 yıl gibi bir sürede II. Kalite sınıfından bu duruma geldiği görülmektedir.

Veriler özellikle noktasal olarak ele alınacak olursa, dere için en kirli noktanın, öncesinde atıksu arıtma tesisi bulunan 1. Nokta olduğu gözükmemektedir. Özellikle Fosfor ve Azot ve BOİ parametreleri için noktanın kirliliği ön plana çıkmaktadır. Yine suda yapılan mikrobiyolojik analizlerde görülen Toplam Koliform, Fekal Koliform ve Fekal Streptokok gibi evsel atıksulardan kaynaklanabilecek parametreler Su Kalite Sınıflandırmalarının dahi çok üzerinde seyretmektedir. Bu durum arıtma tesisinin özellikle son çöktürme ünitesinin kontrol edilmesini gerektirmektedir. Ayrıca mikrobiyolojik kirleticilerin miktarlarının azaltılması için gerekli önlemlerin alınması, klorlama ve dezenfekte ünitelerinin çalıştırılması zaruridir.

Bölgede yapılan tarımsal etkinlikler sonucunda oluşan özellikle fosforlu bileşikler, tarım alanlarında daha özenli gübre ve pestisit kullanılmasını ve bunların kontrolünü gerekli kılmaktadır.

Dere boyunca bulunan yerleşim yerlerinde kanalizasyon sistemi kurularak, suların küçük çaplı arıtma tesislerinde arıtılması sağlanmalıdır. Özellikle 2 – 3 ve 3 – 4 noktalar arasında bulunan endüstriyel tesislerin arıtma sistemleri düzenli olarak kontrol edilmeli ve müeyyideler kesinlikle uygulanmalıdır. (2011 yılı itibari ile 2-3

ve 3-4 noktalar arasında paket arıtma sistemleri şehir su ve kanalizasyon işletmesi tarafından inşa edilmeye başlanmıştır.)

Riva Deresi'nde gerekli ıslah çalışmalarının ivedilikle yapılmaması ve kirliliğin giderek artış göstermesi biyolojik zenginliği olumsuz yönde etkileyeceği gibi, çevre sağlığını da tehdit eden bir unsur olacaktır. Islah programının bir an önce faaliyete geçmesinin bölgenin kirlilik yükünü hafifleteceği bir gerçektir. Bu nedenle kirliliğin telafi edilemez boyutlara gelmeden gerekli olan tüm ıslah çalışmalarının bölgede yapılması gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- [1] PALA, B., Ömerli Baraj Gölünün Su Kalitesinin Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 3-5, İstanbul, 1994
- [2] TÜFEKÇİ, A.V., İstanbul Boğazı İle Boğazın Marmara Denizi ve Karadeniz Girişlerindeki Fitoplankton Dağılımı, Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü, Deniz Biyolojisi Anabilim Dalı, 22-28, İstanbul, 2000
- [3] İZMİROĞULLARI, P., Ömerli Baraj Gölü'nde Mikrobiyolojik (E.Coli) ve Kimyasal (Alüminyum, Demir, Kurşun ve Kadmiyum) Kirlilik Parametrelerinin Saptanması, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü, 3-13, İstanbul, 2004
- [4] CEYHAN, M., Ömerli Barajındaki Ötrofikasyon ve Bağlı Derelerin Baraj Gölü Üzerine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, G.Y.T.E Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü, 55, Kocaeli, 1999
- [5] KUNWAR, P. S., Water Quality Assessment and Apportionment of Pollution Sources of Gomti River (India) Using Multivariate Statistical Techniques, Environmental Chemistry Section, Industrial Toxicology Research Centre, 1-20, India, 2004
- [6] MARİSOL, V., Assessment of Seasonal and Polluting Effects on the Quality of River Water by Exploratory Data Analysis, Departamento de Química Analítica, Facultad de Ciencias, Universidad de Valladolid, 1-12, Valladolid, Spain, 1996
- [7] SHRESTHA, S., Assessment of Surface Water Quality Using Multivariate Statistical Techniques: A case study of the Fuji River Basin, Department of Ecosocial System Engineering, Interdisciplinary Graduate School of Medicine and Engineering, University of Yamanashi, 1-12, Japan, 2006
- [8] ZHANG, Y., Water Quality Assessment and Source Identification of Daliao River Basin Using Multivariate Statistical Methods, 1-17, Japan, 2008

- [9] ŞEN, B., Assessment of Surface Water Quality Using Multivariate Statistical Techniques: a case study of Behrimaz Stream, Science and Engineering Journal of Firat University, 1-11, Elazığ, 2008
- [10] YÜCER, A., Aşağı Seyhan Nehri Su Kalitesi Değişiminin QUAL2L Modeli ile İncelenmesi, Çukurova Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümü, SKKD Cilt 14 Sayı 3, 1-8, Adana, 2004
- [11] Akkaya, E., Ömerli Havzası'nda Kirlenme Eğilimi ve Fosfor Modeli Uygulaması, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü, 25-37, İstanbul, Türkiye, 2003
- [12] APWA, AWWA, WEF, Standard Methods for The Examination of Water and Wastewater, 21th Edition, Washington, 2005
- [13] TSE, Su Kalitesi - Toplam Katı Madde Tayini TS 7093, 4, Ankara, 1989
- [14] APWA, AWWA, WEF, Standard Methods for The Examination of Water and Wastewater, 21th Edition, Washington 2005

ÖZGEÇMİŞ

Halil İbrahim UZUN, 05.11.1986 yılında İstanbul'da doğdu. İlk, orta ve lise eğitimini İstanbul'da tamamladı. 2005 yılında başladığı Erzurum Atatürk Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümü'nü 2009 yılında tamamladı. 2009 yılında Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı'nda başladığı Yüksek Lisans eğitimine devam etmektedir.