

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

**MUDURNU NEHRİ'NDE
SU KALİTESİNİN KİMYASAL
PARAMETRELERLE BELİRLENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Seda AY

Enstitü Anabilim Dalı : ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ

Tez Danışmanı : Doç. Dr. Nurtaç ÖZ

Nisan 2017

T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**MUDURNU NEHRİ'NDE
SU KALİTESİNİN KİMYASAL
PARAMETRELERLE BELİRLENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Seda AY

Enstitü Anabilim Dalı

:

ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ

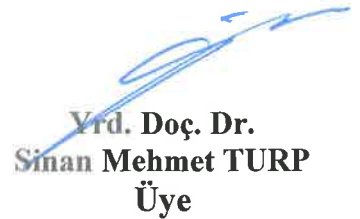
Bu tez 06.04.2017 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği / ~~oyçokluğu~~ ile kabul edilmiştir.



Doç. Dr.
Nurtaç ÖZ
Jüri Başkanı



Doç. Dr.
Bayram TOPAL
Üye



Yrd. Doç. Dr.
Sinan Mehmet TURP
Üye

BEYAN

Tez içindeki tüm verilerin akademik kurallar çerçevesinde tarafımdan elde edildiğini, görsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uygun şekilde sunulduğunu, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezde yer alan verilerin bu üniversite veya başka bir üniversitede herhangi bir tez çalışmasında kullanılmadığını beyan ederim.

Seda AY

23.02.2017

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim boyunca değerli bilgi ve deneyimlerinden yararlandığım, her konuda bilgi ve desteğini almaktan çekinmediğim, araştırmanın planlanmasından yazılmasına kadar tüm aşamalarında yardımlarını esirgemeyen, teşvik eden, aynı titizlikte beni yönlendiren değerli danışman hocam Doç. Dr. Nurtaç ÖZ'e teşekkürlerimi sunarım.

Laboratuvar olanaklarından faydalandığım Sakarya Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümü'ne teşekkürlerimi sunarım.

Bilgi ve deneyimlerinden yararlandığım sayın hocam Doç. Dr. Bayram TOPAL'a teşekkürlerimi sunarım.

Çalışma boyunca dayanışma ve yardımlaşma içinde olduğum yüksek lisans eğitimi almakta olan Çevre Mühendisi Esra ÖZKAN'a ve değerli annesi Seher ÖZKAN hanımefendiye teşekkürlerimi sunarım.

Beni yetiştiren, haklarını ödeyemeyeceğim annem Safiye AY, babam Ekrem AY'a ve tüm aileme teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR	i
İÇİNDEKİLER	ii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ	vi
ŞEKİLLER LİSTESİ	viii
TABLolar LİSTESİ	xi
ÖZET	xiii
SUMMARY	xiv
BÖLÜM 1.	
GİRİŞ	1
BÖLÜM 2.	
LİTERATÜR ARAŞTIRMASI	5
2.1. Yüzeysel Su Kalitesine Yönelik Çalışmalar	6
BÖLÜM 3.	
ÇALIŞMA ALANININ TANITILMASI	14
3.1. Coğrafi Özellikler	14
3.2. Jeolojik Özellikler	15
3.3. Hidrolojik Özellikler	16
3.4. İklim ve Meteorolojik Özellikler	18
3.4.1. Yağış	18
3.4.2. Sıcaklık	19
3.4.3. Nem	20
3.5. Arazi Yapısı	20
3.6. Sosyo-Ekonomik Yapı	20

3.7. Nüfus	21
3.8. Mudurnu Nehri'ndeki Kirlilik Kaynakları	21
3.8.1. Yerleşim yerlerinden kaynaklanan kirlilik	21
3.8.2. Sanayi kuruluşları ve işletmelerden kaynaklanan kirlilik	22
3.8.3. Tarım ve tarım ilaçlarından kaynaklanan kirlilik	22
3.8.4. Diğer kirliletiçi kaynakları	23

BÖLÜM 4.

MATERYAL VE METOT	24
4.1. Materyal	24
4.1.1. Örnekleme noktaları	24
4.1.2. Örnekleme noktaları görünümüleri	25
4.2. Metot	29
4.2.1. Örnekleme çalışması, analiz metotları ve analizlerin yapıldığı cihazların tanıtılması	29
4.2.2. Su kalitesi ölçümüleri	29
4.2.2.1. Arazi çalışmaları	29
4.2.2.2. Laboratuvar çalışmaları	30
4.2.3. Su numunesi alımı ve saklanması	31
4.2.3.1. Numune alma esasları	31
4.2.3.2. Numune saklama ilkeleri	32
4.2.3.3. Numune koruma teknikleri	33
4.2.4. Yüzeysel sulardan numune alma esasları	34
4.2.5. Yüzeysel su kütlelerinin kalite durum sınıflandırması	35
4.2.6. Yüzeysel su kütlelerinde koruma bölgeleri	35
4.2.7. İstatistiksel veri değerlendirme yöntemleri	36
4.2.8. Yüzeysel su kütlelerinde bazı parametreler için çevresel kalite standartları ve kullanım maksatları	38

BÖLÜM 5.

BULGULAR	41
5.1. Mudurnu Nehri 1. Örnekleme Noktası Grafikleri	41
5.2. Mudurnu Nehri 2. Örnekleme Noktası Grafikleri	46

5.3. Mudurnu Nehri 3. Örnekleme Noktası Grafikleri	52
5.4. Mudurnu Nehri 4. Örnekleme Noktası Grafikleri	58
5.5. Mudurnu Nehri 5. Örnekleme Noktası Grafikleri	63
5.6. Mudurnu Nehri 6. Örnekleme Noktası Grafikleri	69
5.7. Mudurnu Nehri'nde Parametre Ortalamalarının Aylara Göre Değişimi	74
5.8. Örnekleme Noktalarının Su Kalite Sınıfları Tablosu ve Değerlendirilmesi	81
5.9. İstatistiksel Modelleme	84
5.9.1. Parametrelerin histogram grafikleri	84
5.9.2. Kimyasal parametrelerin ortalama ve sapma.....	90
5.9.3. Kimyasal parametreler arasındaki ilişkiler ve korelasyon analizi	91
5.9.4. Parametreler arası regresyon analizi	93
5.9.4.1. pH parametresi ile diğer kimyasal parametreler arasındaki ilişkiler için regresyon analizi	94
5.9.4.2. TKN parametresi ile diğer kimyasal parametreler arasındaki regresyon analizi	95
5.9.4.3. NH ₄ -N parametresi ile diğer kimyasal parametreler arasındaki regresyon analizi	97
5.9.4.4. NO ₂ -N parametresi ile diğer kimyasal parametreler arasındaki regresyon analizi	98
5.9.4.5. NO ₃ -N parametresi ile diğer kimyasal parametreler arasındaki regresyon analizi	100
5.9.4.6. TN parametresi ile diğer kimyasal parametreler arasındaki regresyon analizi	101
5.9.4.7. TP parametresi ile diğer kimyasal parametreler arasındaki regresyon analizi	103
5.9.4.8. AKM parametresi ile diğer kimyasal parametreler arasındaki regresyon analizi	104
5.9.4.9. BOİ parametresi ile diğer kimyasal parametreler arasındaki regresyon analizi	106

5.9.4.10. KOİ parametresi ile diğer kimyasal parametreler arasındaki regresyon analizi	107
---	-----

BÖLÜM 6.

TARTIŞMA VE SONUÇ	110
-------------------------	-----

KAYNAKLAR	118
-----------------	-----

ÖZGEÇMİŞ	121
----------------	-----



SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

AKM	: Askıda katı madde
BBİ	: Belçika biyotik indeksi
BMWP	: Biyolojik izleme çalışma grubu
BOİ	: Biyolojik oksijen ihtiyacı
Br ⁻	: Bromür
Ca ²⁺	: Kalsiyum
CaCO ₃	: Kalsiyumkarbonat
Cl ⁻	: Klorür
C°	: Santigrat derece
ÇO	: Çözünmüş oksijen
D	: Simpson çeşitlilik indeksi
DIC	: Doymuş inorganik karbon
DOC	: Doymuş organik karbon
Eİ	: Elektriksel iletkenlik
F ⁻	: Florür
g/L	: Gram/litre
GWh/yıl	: Gigawattsaat/yıl
H	: Shannon-Wiener çeşitlilik indeksi
H ₂ PO ₄ ⁻	: Hidrojenfosfat
HI	: Histerezis indeksi
K ⁺	: Potasyum
km	: Kilometre
km ²	: Kilometrekare
km ³	: Kilometreküp
KOİ	: Kimyasal oksijen ihtiyacı
m ³ /sn	: Metreküp/saniye

$m^3/yıl$	: Metreküp/yıl
mg/L	: Miligram/litre
mg/ m^3	: Miligram/metreküp
Mg^{2+}	: Magnezyum
mm	: Milimetre
mS/cm	: miliSiemens/santimetre
MW	:Megawatt
Na^+	: Sodyum
NH_4-N	: Amonyum azotu
NO_2-N	: Nitrit azotu
NO_3-N	: Nitrat azotu
ORP	: Oksidasyon indirgeme potansiyeli
pH	: Asitlik-bazlık derecesi
$PO_4^{-3}-P$	: Fosfat fosforu
R	: Margalef endeksi
SD	: Seki derinliği
SO_4^{2-}	: Sülfat
SPSS	: Statistical Package For The Social Sciences
T	: Sıcaklık
TBI	: Trent biyotik indeksi
TÇK	: Toplam çözünmüş katı
TKN	: Toplam kjeldahl azotu
TN	: Toplam azot
TP	: Toplam fosfor
TÜİK	: Türkiye istatistik kurumu
WHO	: World Health Organization
WL	: Su derinliği
YSA	: Yapay sinir ağı
YSKYY	: Yüzeysel su kalitesi yönetimi yönetmeliği

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 3.1. Akyazı yağış dağılımı	19
Şekil 3.2. Akyazı sıcaklık dağılımı	19
Şekil 4.1. Çalışma alanı ve örnekleme noktalarının konumları	25
Şekil 4.2. 1. örnekleme noktası görünümü	25
Şekil 4.3. 2. örnekleme noktası görünümü	26
Şekil 4.4. 3. örnekleme noktası görünümü	26
Şekil 4.5. 4. örnekleme noktası görünümü	27
Şekil 4.6. 5. örnekleme noktası görünümü	27
Şekil 4.7. 6. örnekleme noktası görünümü	28
Şekil 4.8. Laboratuvar cihazları	31
Şekil 5.1. 1. örnekleme noktası 6 aylık sıcaklık-pH değişimi	41
Şekil 5.2. 1. örnekleme noktası 6 aylık toplam kjeldahl azotu-toplam azot değişimi	42
Şekil 5.3. 1. örnekleme noktası 6 aylık amonyum azotu değişimi	43
Şekil 5.4. 1. örnekleme noktası 6 aylık nitrit azotu-nitrat azotu değişimi	43
Şekil 5.5. 1. örnekleme noktası 6 aylık toplam fosfor değişimi	44
Şekil 5.6. 1. örnekleme noktası 6 aylık askıda katı madde değişimi	45
Şekil 5.7. 1. örnekleme noktası 6 aylık biyolojik oksijen ihtiyacı-kimyasal oksijen ihtiyacı değişimi	45
Şekil 5.8. 2. örnekleme noktası 6 aylık sıcaklık-pH değişimi	46
Şekil 5.9. 2. örnekleme noktası 6 aylık toplam kjeldahl azotu-toplam azot değişimi	47
Şekil 5.10. 2. örnekleme noktası 6 aylık amonyum azotu değişimi	48
Şekil 5.11. 2. örnekleme noktası 6 aylık nitrit azotu-nitrat azotu değişimi	48
Şekil 5.12. 2. örnekleme noktası 6 aylık toplam fosfor değişimi	49
Şekil 5.13. 2. örnekleme noktası 6 aylık askıda katı madde değişimi	50

Şekil 5.14. 2. örnekleme noktası 6 aylık biyolojik oksijen ihtiyacı-kimyasal oksijen ihtiyacı değişimi	51
Şekil 5.15. 3. örnekleme noktası 6 aylık sıcaklık-pH değişimi	52
Şekil 5.16. 3. örnekleme noktası 6 aylık toplam kjeldahl azotu-toplam azot değişimi	53
Şekil 5.17. 3. örnekleme noktası 6 aylık amonyum azotu değişimi	54
Şekil 5.18. 3. örnekleme noktası 6 aylık nitrit azotu-nitrat azotu değişimi	55
Şekil 5.19. 3. örnekleme noktası 6 aylık toplam fosfor değişimi	56
Şekil 5.20. 3. örnekleme noktası 6 aylık askıda katı madde değişimi	56
Şekil 5.21. 3. örnekleme noktası 6 aylık biyolojik oksijen ihtiyacı-kimyasal oksijen ihtiyacı değişimi	57
Şekil 5.22. 4. örnekleme noktası 6 aylık sıcaklık-pH değişimi	58
Şekil 5.23. 4. örnekleme noktası 6 aylık toplam kjeldahl azotu-toplam azot değişimi	59
Şekil 5.24. 4. örnekleme noktası 6 aylık amonyum azotu değişimi	60
Şekil 5.25. 4. örnekleme noktası 6 aylık nitrit azotu-nitrat azotu değişimi	60
Şekil 5.26. 4. örnekleme noktası 6 aylık toplam fosfor değişimi	61
Şekil 5.27. 4. örnekleme noktası 6 aylık askıda katı madde değişimi	62
Şekil 5.28. 4. örnekleme noktası 6 aylık biyolojik oksijen ihtiyacı-kimyasal oksijen ihtiyacı değişimi	62
Şekil 5.29. 5. örnekleme noktası 6 aylık sıcaklık-pH değişimi	63
Şekil 5.30. 5. örnekleme noktası 6 aylık toplam kjeldahl azotu-toplam azot değişimi	64
Şekil 5.31. 5. örnekleme noktası 6 aylık amonyum azotu değişimi	65
Şekil 5.32. 5. örnekleme noktası 6 aylık nitrit azotu-nitrat azotu değişimi	66
Şekil 5.33. 5. örnekleme noktası 6 aylık toplam fosfor değişimi.....	66
Şekil 5.34. 5. örnekleme noktası 6 aylık askıda katı madde değişimi	67
Şekil 5.35. 5. örnekleme noktası 6 aylık biyolojik oksijen ihtiyacı-kimyasal oksijen ihtiyacı değişimi	68
Şekil 5.36. 6. örnekleme noktası 6 aylık sıcaklık-pH değişimi	69
Şekil 5.37. 6. örnekleme noktası 6 aylık toplam kjeldahl azotu-toplam azot değişimi	70

Şekil 5.38. 6. örnekleme noktası 6 aylık amonyum azotu değişimi	71
Şekil 5.39. 6. örnekleme noktası 6 aylık nitrit azotu-nitrat azotu değişimi	71
Şekil 5.40. 6. örnekleme noktası 6 aylık toplam fosfor değişimi	72
Şekil 5.41. 6. örnekleme noktası 6 aylık askıda katı madde değişimi	73
Şekil 5.42. 6. örnekleme noktası 6 aylık biyolojik oksijen ihtiyacı-kimyasal oksijen ihtiyacı değişimi	73
Şekil 5.43. Mudurnu Nehri'nin ortalama sıcaklık-pH değerlerinin aylara göre değişimi	74
Şekil 5.44. Mudurnu Nehri'nin ortalama toplam kjeldahl azotu-toplam azot değerlerinin aylara göre değişimi.....	75
Şekil 5.45. Mudurnu Nehri'nin ortalama amonyum azotu değerlerinin aylara göre değişimi	76
Şekil 5.46. Mudurnu Nehri'nin ortalama nitrit azotu-nitrat azotu değerlerinin aylara göre değişimi	77
Şekil 5.47. Mudurnu Nehri'nin ortalama toplam fosfor değerinin aylara göre değişimi	78
Şekil 5.48. Mudurnu Nehri'nin ortalama askıda katı madde değerinin aylara göre değişimi	79
Şekil 5.49. Mudurnu Nehri'nin ortalama biyolojik oksijen ihtiyacı-kimyasal oksijen ihtiyacı değerlerinin aylara göre değişimi	80
Şekil 5.50. Sıcaklık parametresinin tekrar dağılımı	84
Şekil 5.51. pH parametresinin tekrar dağılımı	85
Şekil 5.52. Toplam kjeldahl azotu parametresinin tekrar dağılımı	85
Şekil 5.53. Amonyum azotu parametresinin tekrar dağılımı	86
Şekil 5.54. Nitrit azotu parametresinin tekrar dağılımı	86
Şekil 5.55. Nitrat azotu parametresinin tekrar dağılımı	87
Şekil 5.56. Toplam azot parametresinin tekrar dağılımı	87
Şekil 5.57. Toplam fosfor parametresinin tekrar dağılımı	88
Şekil 5.58. Askıda katı madde parametresinin tekrar dağılımı	88
Şekil 5.59. Biyolojik oksijen ihtiyacı parametresinin tekrar dağılımı	89
Şekil 5.60. Kimyasal oksijen ihtiyacı parametresinin tekrar dağılımı	89

TABLÖLER LİSTESİ

Tablo 3.1. Sakarya havzası özellikleri	17
Tablo 3.2. Mudurnu Nehri durumu	17
Tablo 3.3. Mudurnu Nehri'nin su potansiyelinin mevsimsel değişimi	17
Tablo 3.3. Akyazı 2012 yılı kentsel atıksu arıtma tesislerinin durumu	18
Tablo 3.4. Akyazı'nın arazi varlığı dağılımı	20
Tablo 3.5. 2010-2015 yılları akyazı nüfus verileri	21
Tablo 4.1. Parametrelerin analiz metotları ve standartları	30
Tablo 4.2. Su kalite sınıfı renk kodları	35
Tablo 4.3. İstatistiksel veri değerlendirme formülleri	37
Tablo 4.4. Kıtaiçi yüzeysel su kaynaklarının sınıflarına göre kalite kriterleri	38
Tablo 5.1. Örneklem noktaları su kalite sınıfları tablosu	81
Tablo 5.2. Kimyasal parametrelerin ortalama ve sapma değerleri	90
Tablo 5.3. Kimyasal parametreler korelasyon analizi	91
Tablo 5.4. pH parametresi regresyon analizi model özeti	94
Tablo 5.5. pH parametresi regresyon analizi anova testi	94
Tablo 5.6. pH parametresi regresyon analizi katsayıları	95
Tablo 5.7. TKN parametresi regresyon analizi model özeti	95
Tablo 5.8. TKN parametresi regresyon analizi anova testi	96
Tablo 5.9. TKN parametresi regresyon analizi katsayıları	96
Tablo 5.10. NH ₄ -N parametresi regresyon analizi model özeti	97
Tablo 5.11. NH ₄ -N parametresi regresyon analizi anova testi	97
Tablo 5.12. NH ₄ -N parametresi regresyon analizi katsayıları	98
Tablo 5.13. NO ₂ -N parametresi regresyon analizi model özeti	98
Tablo 5.14. NO ₂ -N parametresi regresyon analizi anova testi	99
Tablo 5.15. NO ₂ -N parametresi regresyon analizi katsayıları	99
Tablo 5.16. NO ₃ -N parametresi regresyon analizi model özeti	100

Tablo 5.17. NO ₃ -N parametresi regresyon analizi anova testi.....	100
Tablo 5.18. NO ₃ -N parametresi regresyon analizi katsayıları	101
Tablo 5.19. TN parametresi regresyon analizi model özeti	101
Tablo 5.20. TN parametresi regresyon analizi anova testi.....	102
Tablo 5.21. TN parametresi regresyon analizi katsayıları	102
Tablo 5.22. TP parametresi regresyon analizi model özeti.....	103
Tablo 5.23. TP parametresi regresyon analizi anova testi	103
Tablo 5.24. TP parametresi regresyon analizi katsayıları	104
Tablo 5.25. AKM parametresi regresyon analizi model özeti	104
Tablo 5.26. AKM parametresi regresyon analizi anova testi.....	105
Tablo 5.27. AKM parametresi regresyon analizi katsayıları	105
Tablo 5.28. BOİ parametresi regresyon analizi model özeti.....	106
Tablo 5.29. BOİ parametresi regresyon analizi anova testi	106
Tablo 5.30. BOİ parametresi regresyon analizi katsayıları	107
Tablo 5.31. KOİ parametresi regresyon analizi model özeti	107
Tablo 5.32. KOİ parametresi regresyon analizi anova testi	108
Tablo 5.33. KOİ parametresi regresyon analizi katsayıları.....	108

ÖZET

Anahtar Kelimeler: Mudurnu Nehri, Su Kalitesi, Kimyasal Parametre, Regresyon Analizi, SPSS Programı

Mudurnu Nehri'nin su kalitesinin değerlendirilmesi amacıyla yapılan bu çalışmada 2016 yılının Mayıs-Haziran-Temmuz-Ağustos-Eylül-Ekim aylarında, 6 ay boyunca ayda iki kez olmak üzere arazi çalışması ve laboratuvar çalışmalarında bulunulmuştur. Kıta içi Yüzeysel Su Kaynaklarının Sınıflarının Belirlenmesine etki eden su kalite parametrelerinden Sıcaklık, pH, Amonyum Azotu ($\text{NH}_4\text{-N}$), Nitrit Azotu ($\text{NO}_2\text{-N}$), Nitrat Azotu ($\text{NO}_3\text{-N}$), Toplam Kjeldahl Azotu (TKN), Toplam Azot (TN), Toplam Fosfor (TP), Askıda Katı Madde (AKM), Biyolojik Oksijen İhtiyacı (BOİ), Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ) değerleri baz alınarak çalışma gerçekleştirilmiştir. Yapılan laboratuvar çalışmaları ile analiz sonuçları tedarik edilmiş ve değerler grafiksel olarak düzenlenmiştir. Yüzeysel Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği'ne (YSKYY) göre Su Kalitesi Sınıflandırılması yapılmış ve yorumlanmıştır. Bu kalite sınıflandırılmasına göre; Mudurnu Nehri'ndeki seçili tüm noktaların Genel şartlar parametreleri için I. sınıf su kalitesine sahip oldukları, Oksijenlendirme Parametreleri için II. sınıf su kalitesine sahip oldukları ve Besin Elementleri Parametreleri için IV. sınıf su kalitesine sahip oldukları tespit edilmiştir. Kimyasal parametrelerin birbirleri arasındaki ilişkiler SPSS Statistics 21 / 2012 (Statistical Package For The Social Sciences) programı kullanılarak Regresyon modeliyle analiz edilmiştir. Sonuç olarak Mudurnu Nehri'nin IV. sınıf su kalitesine sahip olduğu tespit edilmiştir.

DETERMINATION OF WATER QUALITY AT MUDURNU RIVER BY CHEMICAL PARAMETERS

SUMMARY

Keywords: Mudurnu River, Water Quality, Chemical Parameters, Regression Analysis, SPSS Program

The aim of this study is to determine the water quality of Mudurnu River through water samples taken from 6 stations placed on Mudurnu River throughout 6 months in twice a month in May, June, July, August, September and October of the year 2016. The parameters of temperature, pH, Ammonium Nitrogen ($\text{NH}_4\text{-N}$), Nitrite Nitrogen ($\text{NO}_2\text{-N}$), Nitrate Nitrogen ($\text{NO}_3\text{-N}$), Total Kjeldahl Nitrogen (TKN), Total Nitrogen (TN), Total Phosphorus (TP), Suspended Solids (TSS), Biological Oxygen Demand (BOD), Chemical Oxygen Demand (COD) are analyzed in the water samples. The study measured the river in Mudurnu identified six different sampling points of the month specified parameters affecting water quality values are edited graphically. Surface Water Quality Management Regulation Water Quality Classification made by and interpreted. According to this quality classification; selected in Mudurnu River they have 1st class water quality for general terms the parameters of all the points, Oxygenation for 2nd class water they have the quality and nutrient parameters for the parameters were found to have a 4th class water quality. The relationship between each of the chemical parameters, SPSS (Statistical Package For The Social Sciences) version of the program were analyzed by using regression model 21 / 2012. Consequently Mudurnu River has been found to have a 4th class water quality.

BÖLÜM 1. GİRİŞ

Bütün canlılar için vazgeçilmez bir kaynak olan su, yaşamsal önem taşıyan bir değerdir [1].

Dünya yüzeyinin dörtte üçünün sularla kaplı olmasına rağmen, insan kullanımına uygun tatlısu kaynakları oldukça sınırlıdır. Bu nedenle su sıkıntısı insanlık kadar eski bir konudur. Dünya su kaynaklarının yaklaşık %70'i tarım amaçlı kullanılmaktadır. Bunu %19 ile sanayi ve %11 ile evsel kullanım izlemektedir.

Dünya üstündeki toplam tatlısu miktarı yaklaşık 35 milyon km^3 'dür (yani Dünya üzerindeki toplam suyun %2,5'i) ve bunun yalnızca %0.3'ü (yaklaşık 105.000 km^3) ekosistem ve insan kullanımına elverişli tatlısu kaynaklarından oluşmaktadır. Geri kalan tatlısular çoğunlukla kutuplarda, yüksek dağlardaki buzullarda ve yeraltı rezervlerinde hapsolmuş durumdadır.

Genel algının aksine, Türkiye su kıtlığı sınırında olan bir ülkedir. Türkiye genelinde yıllık ortalama yağış miktarı yaklaşık 643 mm olup, dünya ortalamasının (800 mm) altındadır. Bu miktar, yılda ortalama 501 km^3 suya denk gelmektedir. Türkiye'nin 1990–2010 yılları arasında, tüketilen toplam su miktarında %40,5 oranında bir artış görülmüştür. Önümüzdeki 25 yıl içinde ihtiyaç duyacağı su miktarının, bugünkü su tüketiminin üç katı olacağı varsayılabilir. Türkiye'nin büyüyen su ihtiyacını karşılayabilmek adına kaynaklar üzerindeki baskı giderek artış göstermektedir. Çoruh, Batı Akdeniz ve Antalya havzaları su zenginiyken; Marmara, Küçük Menderes ve Asi havzaları su fakiridir. Meriç-Ergene Havzası'nda ise durum su kıtlığı sınırında seyretmektedir [2].

Türkiye'nin brüt yerüstü suyu potansiyeli 193 km^3 olarak kabul edilmektedir. Ancak günümüz teknik ve ekonomik şartları çerçevesinde tüketilebilecek yerüstü suyu potansiyeli yurt içindeki akarsulardan 95 km^3 , komşu ülkelerden gelen akarsulardan 3 km^3 olmak üzere, yılda ortalama toplam 98 km^3 'tür. 14 km^3 olarak belirlenen yeraltı suyu potansiyeli ile birlikte Türkiye'nin tüketilebilir yerüstü ve yeraltı su potansiyeli yılda ortalama toplam 112 km^3 'dür. Türkiye 2023 yılına kadar toplam kullanılabilir su potansiyelinin (112 km^3) tamamını kullanmayı hedeflemektedir.

Türkiye'nin de içinde bulunduğu Akdeniz Havzası iklim değişikliğinin etkilerinin en şiddetli hissedileceği yerlerden bir tanesidir. Yakın gelecekte Akdeniz'deki birçok nehir havzası su stresiyle karşı karşıya kalacaktır. Türkiye'de 2030 yılı itibarıyla, iç ve batı bölgelerinin %40'ı aşan oranda su stresi ile karşı karşıya kalacağı öngörülmektedir. Güneydoğu ve doğu bölgelerinde ise su stresi oranı %20-40 arasında öngörülmektedir.

Türkiye'de tarım, enerji ve endüstriyel faaliyetlerin yoğunlaştığı bölgelerde ve kentsel yerleşim alanlarında yerüstü ve yeraltı su kaynakları iklim değişikliği nedeni ile tehdit altındadır. İklim koşullarındaki ani mevsimsel değişiklikler, aşırı sıcaklar, fırtına ve sellerin su kaynakları sorunlarına neden olacağı ve buna bağlı olarak sektörlerin ekonomik kalkınmalarına olumsuz etkilerinin olacağı (çölleşme, kuraklık nedeniyle yaşanan tarım ekonomisi sorunları vd.) birçok ülkede olduğu gibi Türkiye açısından da artık gündemdedir [2].

Büyük ölçekli altyapı projeleri (otoyollar, kentleşme, vb) ve madencilik faaliyetleri, su kaynaklarını ve özellikle sulak alan ekosistemlerini doğrudan etkileyebilmektedir. Bununla birlikte, bu tür yatırımlar hem yapım hem de işletme aşamasında yoğun su tüketebilmekte veya su kaynakları üzerinde kirletici etki yaratabilmektedir [1].

Türkiye'de son yıllarda suyun yönetimi ile ilgili önemli adımlar atılmaktadır. Su Yönetimi Genel Müdürlüğü'nün kurulması ve Su Çerçeve Direktifi'ne uyum için yapılan çalışmalar suyun yönetimi ile ilgili yaklaşımlardaki önemli adımlardır [2].

Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) 2030 yılında nüfusumuzun 100 milyon olacağını öngörmektedir. 2030 için kişi başına düşen kullanılabilir su miktarının $1.120 \text{ m}^3/\text{yıl}$ civarında olacağı söylenebilmektedir. Mevcut büyüme hızı, su tüketim alışkanlıklarının değişmesi gibi faktörlerin etkisi ile su kaynakları üzerine oluşabilecek baskılar ele alınarak bulunulan tahminler, mevcut kaynakların 20 yıl sonrasına hiç tahrip edilmeden aktarılması durumunda söz konusu olabilecektir. Bu sebeple Türkiye'nin gelecek nesillere sağlıklı ve yeterli su bırakılabilmesi için kaynakların çok iyi korunup, akılcı kullanılması gerekmektedir [3].

Sakarya Havzası'nda yer alan ikinci büyük su kaynağı olan Mudurnu Nehri'nde geçmiş yıllarda da önemli çalışmalar yapılmıştır [4].

Ogleni ve Bayraktar 2008 yılında Mudurnu Nehri'nde yaptıkları çalışmada bentik makro-omurgasız örnekleri ve su numuneleri almışlardır. Kimyasal ve organik parametrelerden Biyolojik Oksijen İhtiyacı (BOİ), Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ), Toplam Kjeldahl Azotu (TKN), Fenol, Amonyum-Azotu ($\text{NH}_4\text{-N}$), Nitrat-Azotu ($\text{NO}_3\text{-N}$), ve Fosfat Fosforu ($\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$) analizlerini su numuneleri üzerinde yaparak bentik makro-omurgasızlar ile bu parametrelerin ilişkilerini SPSS 13.0 paket yazılımı yardımıyla t-testi kullanarak incelemişlerdir. Sonuç olarak, Bentik Makro-omurgasız ailelerinin 7 adet kimyasal ve organik parametrelerden yüksek derecede etkilendiğini tespit etmişlerdir [5].

Ogleni ve Topal 2011 yılında Mudurnu Nehri'nde yaptıkları çalışmada evsel ve endüstriyel kirleticilerin su kalitesi üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Su ve bentik makroinvertebrat örneklerini 12 ay (2006-2007) boyunca Mudurnu Nehri üzerinde seçilen beş istasyondan alarak, KOİ (Kimyasal Oksijen İhtiyacı), BOİ (Biyolojik Oksijen İhtiyacı), TKN (Toplam Kjeldahl Azotu), $\text{NO}_3\text{-N}$ (Nitrat-Azot), $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$ (Fosfat-Fosforu), $\text{NH}_4\text{-N}$ (Amonyum Azotu), Fenol parametreleri ve biyotik indeks puanları değerlerini tespit etmişlerdir. Kimyasal parametre verileri ve biyotik indeks puanları arasındaki ilişkiyi istatistiksel yöntemler kullanarak incelemişler ve karar ağacı tekniği, yapay sinir ağı (YSA) ve lojistik regresyon modeli ile kimyasal su

kalitesi ve biyotik indekslerin puanlarını tahmin etmişlerdir. Mudurnu Nehri kimyasal su kalite sınıfının tahmininde % 67 bir başarı sağlamışlardır [6].

2008 ve 2011 yıllarında Mudurnu Nehri'nde yapılan bu iki çalışmada da, Mudurnu Nehri'nin Sakarya Havzası'nda yer alan ikinci büyük su kaynağı olması, sanayi bölgesinde yer alması, etrafında çok sayıda tarım ve yerleşim alanlarının bulunması, çevresinde inşa edilmiş büyük işletmelerden ve yerleşim alanlarından kirletici girişinin olabilmesi nedenleriyle, bu alanda daha fazla çalışma yapılmasının gerekliliğini ve Mudurnu Nehri'nin su kalitesinin belirlenerek uygun yöntemlerle idare edilebilmesi için çalışmanın önemini vurgulamışlardır [4].

Su kaynaklarının doğru yönetimi ve akılcı kullanımı için su kaynaklarımızın kalite kriterlerini belirlemenin büyük önem arz ettiği görülmektedir. 2016 yılında yapılan bu çalışma Mudurnu Nehri'nde yapılarak bölgenin son durumu gözlemlenmiştir.

BÖLÜM 2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

İnsanlar doğa üzerindeki olumsuz etkilerini 20. Yüzyılın ikinci yarısından sonra algılamaya başlamışlardır. Bu tarihten sonraki hızlı nüfus artışı, aşırı kentleşme, endüstrileşme ve bunlara bağlı olarak hızlanan doğal kaynak kullanımı ve tüketimi, gelişmişlik düzeyine bakılmaksızın tüm dünya ülkelerinde çevre sorunlarını ortaya çıkarmıştır. Dünya ülkeleri 1970’li yıllardan sonra Çevre Sorunları’nı gündemlerine taşımışlardır. İnsan faaliyetleri sonucu bozulan ekolojik dengenin düzeltilmesi bazen olanaksızdır. Bu nedenle çevreyi bozmadan kalkınma ve gelişmeyi sağlamak için insanlarda çevre duyarlılığının ve çevre bilincinin oluşturulması gerekmektedir.

Çevre kirliliğinin ciddi boyutlarının olduğu birçok olayla zaman içinde anlaşılmıştır. Bunlardan ilki 1956 yılında Japonya’nın Minamata Kenti’ndeki asetaldehit üreten bir fabrikanın civa içeren atıklarını körfeze bırakmasıyla oradaki midyelerde, balıklarda civa birikmesi ve bunları tüketen insanlarda Minamata adı verilen hastalık görülmesiyle ortaya çıkmıştır. Bunun sonucunda zehirli atıkların iç su ve denizlere atılmaması gerektiği anlaşılmıştır.

Ülkemizde çevre sorunlarının resmen ele alındığı dönem, Stockholm’de toplanan Dünya Çevre Konferansı’na bir bildiri ile katıldığı 1972 yılıdır.

Su kirliliği, sularda insan etkisi sonucu ortaya çıkan ve su kullanımlarını kısıtlayan ya da tamamen engelleyen ve ekolojik dengeleri bozan kalite değişimleridir. Bu olay evsel ve endüstriyel atıksuların arıtılmaksızın su ortamlarına deşarj edilmeleri, tarımda üretimi arttırma ve koruma amaçlı kullanılan gübre ve ilaçların sucul ortama taşınmaları sonucu oluşmaktadır [7].

2.1. Yüzeysel Su Kalitesine Yönelik Çalışmalar

Daniel ve ark. (2002), 1997'de Piracicaba Nehri havzasındaki (Brezilya) on akarsuda kentsel atıksuların; ÇO, EI, DIC ve DOC parametreleri üzerine olan etkilerini araştırmışlardır. 12400 km² drenaj alanına sahip ve Brezilya'nın en gelişmiş bölgelerinden biri olan havzadaki çalışmada, ortaya çıkan toplam atıksu yükünün sadece % 16'sının arıtıldığı, dolayısıyla atıksu deşarjlarının akarsulardaki ÇO, EI, DIC ve DOC konsantrasyonlarını ciddi bir şekilde değiştirdiği belirtilmiştir. Ancak, bölgede bir arıtma tesisi devreye girdikten sonra ÇO, DIC ve DOC konsantrasyonlarında azalmanın meydana geldiği çalışmada vurgulanmıştır [8].

Brilly ve ark. (2006), 2003 Temmuz - 2004 Mayıs dönemini kapsayan sürede, kentleşmenin Glinscica akarsuyuna (Slovenya) olan etkisini; pH, TÇK, ORP, EI, ÇO, t, NO₃-N ve NH₄⁺-N parametreleri bakımından gözlemlemişlerdir. Beton akarsu yatağındaki aşırı alg büyümesinin su akımına önemli bir etki yaptığını ve su hızını % 25'e kadar azalttığını belirlemişlerdir. Ayrıca, aşırı alg büyümesinin, gün içinde oksijence aşırı doygunluğa ve nitratta büyük bir azalmaya yol açtığını tespit etmişlerdir [8].

Lewis ve ark. (2007), 2003 Haziran, Temmuz ve Ekim'i kapsayan üç aylık sürede, Güney Carolina'da (ABD) Büyük Brushy Çayı'nda, su kimyasına ve biyolojisine olan kentsel etkileri araştırmışlardır. pH, EI, ÇO, t, T, Na⁺, K⁺, Mg⁺², Ca⁺², F⁻, Cl⁻, Br⁻, H₂PO₄⁻, NO₂⁻, NO₃⁻ ve SO₄²⁻ parametrelerini incelemişlerdir. Havza boyunca akarsu habitat kalitesini, kentleşmeden önce tarım ya da diğer arazi kullanımlarının bozmuş olabileceği sonucuna varmışlardır [8].

Ünlü ve Tunç (2007), 2006 Nisan, Mayıs ve Haziran'ı kapsayan üç aylık sürede Keban Baraj Gölü'ne dökülen Kehli Deresi'nde, Elazığ Kenti Atıksu Arıtma Tesisi çıkış sularının deşarj edilmeden önce (bir noktada) ve deşarj edildikten sonraki noktalarda (beş noktada) mesafeye bağlı olarak su kalitesinin değişimini incelemişlerdir. Tesis çıkış suları deşarj edilmeden önceki noktada; KOİ, TKN ve TP değerlerinin sırasıyla 10-55 mg/L, 0.47-3.36 mg/L ve 1.84-3.18 mg/L arasında

değişirken, deşarjdan sonra 80-240 mg/L, 4.92-41.16 mg/L ve 7.23-23.93 mg/L arasında değiştiğini tespit etmişlerdir. Kehli Deresi'nin atıksu deşarjından sonra SKKY'ye (2004) göre tüm noktalarda IV. Sınıf su kalitesine sahip olduğunu belirlemişler, yaz aylarında azalan debinin etkisiyle de kirleticileri özümleme kudretinin hemen hemen bulunmadığı sonucuna ulaşmışlardır [8].

Tülek (2006), 2005 yılında Kızılırmak Nehri'nin su kalitesini belirlemek amacıyla bir yıllık izleme programı yapmışlardır. Belirlenen 10 noktadan alınan örneklerde pH, Sıcaklık ($^{\circ}\text{C}$), Çözünmüş Oksijen (mg/L), Tuzluluk, (g/L), İletkenlik (mS/cm), Klorofil-a (mg/m³), Toplam Fosfor, Orto Fosfat (mg/L), Nitrat Azotu (mg/L), Nitrit Azotu (mg/L), Amonyak Azotu (mg/L), Kjeldahl Azotu (mg/L), BOİ (mg/L), AKM (mg/L) ve Toplam Koliform (EMS/100 mL) parametrelerinin analizlerini yapmışlardır. Yapılan analizlerin değerlendirilmesi sonucunda Kızılırmak Nehri'nin su kalite sınıflarını ve 1A baraj göl numune noktasının trofik durum indeksini belirlemişlerdir [9].

İleri ve ark. (2014), Haziran 2008-Mayıs 2009 dönemlerini kapsayan 12 aylık süreçte Ramsar ve Living Lakes Network tarafından tanınan uluslararası öneme sahip bir doğal yaşam alanı olan Uluabat Gölü'nde çalışma yapmışlardır. Uluabat Gölü su kalitesini göl içerisinde belirlenen 8 farklı istasyonda aylık olarak izlemiş ve parametrelerin bölgesel ve zamansal değişimlerini irdelemişlerdir. İzlenen parametreler pH, Sıcaklık (T), Elektriksel İletkenlik (EC), Çözünmüş Oksijen (ÇO), Askıda Katı Madde (AKM), Seki Derinliği (SD), Su Derinliği (WL), Nitrat Azotu (NO₃-N), Toplam Azot (TN), Fosfat Fosforu (PO₄-P), Toplam Fosfor (TP), Alkalinite, Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOI) ve Klorofil-a (Chl-a) dır. Zamansal ve bölgesel (aylık ve istasyonlara göre) izleme sonucunda, gölün hangi bölgelerinin, hangi dönem veya mevsimde baskı altında olduğunu araştırmış ve bunun nedenlerinin neler olabileceğini tartışmışlardır [10].

Öz ve Ertaş (2016), Ekim 2013-Eylül 2014 tarihleri arasında, Doğu Karadeniz Bölgesinde Rize İli Fındıklı İlçesi sınırları içinde bulunan Arılı Deresi'nin su kalitesini belirlemek amacıyla bu çalışmayı gerçekleştirmişlerdir. Çalışma süresince,

tespit edilen 7 istasyondan her ay su örnekleri almışlar ve elde edilen değerleri (en küçük, en büyük ve ortalama) şu şekilde bulmuşlardır: Su Sıcaklığı (6.75- 18.21-9.68 ± 0.27 °C), pH (6.81-8.11-7.33 ± 0.03), Çözünmüş Oksijen (7.53-13.20-9.36 ± 0.13 mg/L), İletkenlik (61.2-82.9-73.83 ± 0.45 μ S/cm), Nitrit Azotu (NO_2^- -N)(0.0009-0.0092-0.0042 ± 0.0002 mg/L), Nitrat Azotu (NO_3^- -N)(0.81-5.29-1.58 ± 0.09 mg/L) ve Amonyum Azotu (NO_4^+ -N)(0.0001-0.0097-0.0026 ± 0.0003 mg/L). Arılı Deresi suyunun fiziksel ve kimyasal özelliklerini, su kirliliği mevzuatında bildirilen kıta içi su kalite standartlarına göre incelemişler ve yüksek kaliteli (Sınıf I) su standardında olduğunu tespit etmişlerdir. Arılı Deresi sularının, sadece dezenfeksiyon ile içme suyu temininin yanında, rekreasyonel amaçlar, su ürünleri yetiştiriciliği ve diğer amaçlar için kullanılabilir su özelliğinde olduğunu tespit etmişlerdir [11].

Hasan ve ark. (2014), Güney Asya bölgesinde, Bangladeş'in Dakka Kenti'nde yüzey suyunun kirlenmesinin özellikle kentsel alanlarda bir tehdit haline geldiğini belirtmişlerdir. Balu Nehri Nitrat konsantrasyonunun yağmurlu mevsimde ve kuru mevsimde, 2,21-4,19 mg /L ve 1 5,98-9,35 mg/L aralığında değiştiğini belirtmişlerdir. En yüksek ortalama Nitrat (NO_3^-) konsantrasyonunu (7.10 mg/L) 2008 Şubat ayı boyunca kurak mevsimde bulmuşlardır. WHO (World Health Organization) İçme Suyu Kalitesi Yönetmeliği'ne göre içme suyundaki nitrat için izin verilen sınır, 10 mg/L'dir. Tüm su örneklerinin nitrat konsantrasyonlarının bu seviyenin altında olması sebebiyle nehir suyunun nitrat içeriği bakımından içme, sulama ve endüstriyel amaçlar için güvenli olduğunu tespit etmişlerdir. Uygunsuz drenaj ve kanalizasyon sistemi, plansız sanayileşmenin artmasıyla, Dakka Nehri kirliliği önemli bir konu haline gelmiştir [12].

Gichana ve ark. (2015), 2012'de Şubat ile Temmuz ayları arasında Mara Nehri üst havzasında bu havzayı besleyen ana kollarından biri olan Nyangores Nehri boyunca su kalitesindeki ve makroinvertebrat yapısındaki insan faaliyetlerinin etkisini araştırmak amacıyla çalışma yapmışlardır. Yedi örnekleme noktasını da hayvancılık, sulama ve insan faaliyetlerini temsil edecek şekilde seçmişlerdir. Nutrient analizleri için fiziksel-kimyasal değişkenler ve su numunelerini aylık olarak toplamışlardır. Bentik makroinvertebrat örneklerini de su kalitesi örnekleri ile aynı noktalardan

toplamışlardır. Sonuçlarda, tarım ve yerleşim bölgelerindeki besin konsantrasyonlarının önerilenden yüksek olduğunu tespit etmişlerdir. Standart uyum analizi (CCA) ile makroinvertebrat topluluklarının ölçülen fizikokimyasal parametreleri ile arasında önemli ilişkiler saptamışlardır [13].

Avigliona ve Schenone (2016), izleme ve yönetim önerileri için, nutrient parametrelerinden Nitrat, Nitrit, Amonyum, Fosfat ve fizikokimyasal parametrelerden Sıcaklık, pH, Elektriksel İletkenlik, Bulanıklık, Çözünmüş Oksijen ve Toplam Çözünmüş Katıların belirlenmesi için çalışma yapmışlardır. Arjantin'de 24 dağ nehirlerinden yüzey suyunda, insan sağlığı riski analizi yaparak, belirlenen kirleticilerin çevresel dağılımını değerlendirerek su kalitesi indekslerini (WQIobj ve WQImin) analiz etmişlerdir. Buna ek olarak, Toplam Koliform Bakteri veri kümesini literatürden kullanmışlardır. Bulanıklık, Toplam Çözünmüş Katılar ve Nitrit birçok örnekleme istasyonlarında ulusal veya uluslararası yönetmeliklerde önerilen sınır değerini aşmıştır. Mekansal dağılım deseni nehirleri iyi tanımlanmış gruplar olarak gösteren Ana Bileşen Analizi ve Faktör Analizi (PCA / FA) ile analiz etmişlerdir. WQI tüm örnekleme noktaları için iyi değeri ($R^2 = 0.89$) ve ($WQI > 71$) olarak normal su kalitesini gösterdiğini tespit etmişlerdir [14].

Cui ve ark. (2010), Çin'de sanayileşmenin oldukça fazla olduğu ve çevredeki nehirlerin kirlilikle mücadele verdiği bir bölgede bu çalışmayı yapmışlardır. Alanı; kuzey, doğu ve batı bölgelerine ayırarak üç bölge halinde nehirlerin su kalitelerini incelemişlerdir. CA sonuçlarına göre Nehrin Kuzey Bölgesi, Nehrin Doğu bölgesi ve Nehrin Batı bölgesinin su kalitelerini sırasıyla şiddetli kirli, orta kirli, ve iyi durumda olarak tespit etmişlerdir. Sonuçlarda PCA ve CA tekniklerinin su kaynaklarının su kalitesinin ve yönetiminin değerlendirilmesinde yararlı araçlar olduğunu düşünmektedirler [15].

Taylor ve ark. (2016), Toprak ve Su Değerlendirme Aracı, (SWAT) nehir suyu kalitesi üzerinde tarımsal yönetim uygulamalarının potansiyel değişikliklerinin uzun vadeli etkilerinin ölçülmesi amacıyla doğu İngiltere'de River Wensum havza'sında bir çalışma yapmışlardır. Blackwater alt havzası içinde 19,6 km²'lik bir alanı

kaplayan yüksek frekanslı akıntıda, su kalitesi izlemesi Nitrat ve Toplam Fosfor gözlemleri kalibrasyon ve doğrulamalarını başarıyla elde etmişlerdir. % 95 belirsizlik aralığı ile tek başına ve kombinasyon halinde, hafifletme seçenekleri çeşitlerini tespit etmişlerdir. Nitrat ve Toplam Fosfor kayıpları üzerindeki uzun vadeli etkileri modellemişlerdir. Bu etkiler bir tahmin sağlamanın yanı sıra, günlük Nitrat ve Toplam Fosfor için uzun vadeli su kalitesine tarımsal hafifletme seçenekleri etkilerini ölçmek için yapılan ilk çalışmalardan biridir. Sonuçlarda birden fazla kirleticiler için, model öngörülleri ile ilgili belirsizlik derecesi ve hafifletme seçenekleri etkinliği ile istenmeyen kirletici etkilerinin riskine dikkat çekmişlerdir [16].

Sharma ve ark. (2016), Garhwal Himalayalar'daki Baldi Nehri'nde, fiziko-kimyasal parametreler ve fitoplankton toplulukları arasındaki ilişkiyi değerlendirmek amacıyla bu çalışmayı yapmışlardır. Sonuçlar fiziko-kimyasal parametrelerden, Bulanıklık, Toplam Çözünmüş Katılar, Nitrat ve Fosfat parametreleri konsantrasyonlarında artış göstermeleriyle maksimum bozukluklar kaydetmişlerdir ve muson sezonunda bu parametrelerin Fitoplankton yoğunluğu üzerinde olumsuz etkisi olduğunu tespit etmişlerdir. Karl Pearson korelasyon katsayısı ile hesaplanan verilerde fiziko-kimyasal parametreleri ve Fitoplankton yoğunluğu arasında ilişki saptamış ve nehirde sediment yükü arttıkça fitoplankton büyümesinin azaldığını gözlemlemişlerdir [17].

Lloyd ve ark. (2016), İngiltere'nin Hampshire Havzası'nda fırtına olayları sırasında olan deşarjlardan besin ve sediment taşınımının su kalitesi parametrelerine etkilerinin ne olduğunun tespiti için bu çalışmayı yapmışlardır. Bu sebeple havzayı üç su kalite parametresi için (Nitrat ($\text{NO}_3\text{-N}$), Toplam Fosfor (TP) ve Bulanıklık) 76 fırtına döneminde 2 yıl boyunca incelemişlerdir. Su döngü alanı ve suyun karakterizesi için fırtına davranışını ölçmek amacıyla bir histerezis indeksi (HI) kullanmışlardır. 2 yıllık veri ile taşıma mekanizmaları ve parametreler arasında zaman içinde nasıl bir değişim olduğunu görmüşlerdir. Çalışmada aynı zamanda yer altı suyu hakkında da bilgi edinmişlerdir. İstatistiksel olarak yorumlanan bu bilgiler

sayesinde, nehir havzaları içindeki taşıma süreçlerinin ve biyokimyasal verilerin ilişkileri hakkında bilgi sağlamak amacıyla kullanılabilirliğini tespit etmişlerdir [18].

Brack ve ark. (2016), Avrupa'daki yüzeysel su kaynaklarının kapsamlı şekilde izlenmesinin, geliştirilmesinin yapılandırılması için, tutarlı bir değerlendirme ve çözüm odaklı yönetimini desteklemek için öneriler vermişlerdir. Suların kimyasal durumunun değerlendirmesinde ilgili tüm kimyasal kirleticiler de dahil olmak üzere biriken eski kirlilik yüklerini dikkate alarak modellemeler yapabilmek için, kimyasalların öncelikli karışımlarının tespit edilmesini, tetik değerlerinin kullanılarak tutarlı bir değerlendirme yapabilmek için tavsiyelerde bulunmuşlardır. Toksidite faktörlerini tespit etmek, araştırmacı bir yaklaşım uygulayarak tutarlı bir yasal çerçeve oluşturmak ve risk değerlendirmesi ile birlikte risk azaltma senaryolarını keşfetmek için çözüm odaklı yönetimler uygulanmasının gerekliliğini vurgulamışlardır [19].

Lutz ve ark. (2016), 1971-2010 yılları arasında Akdeniz akarsu havzalarında iklim, akarsu akımı ve su kalitesinin uzun vadeli trendleri arasındaki bağlantıları araştırmışlardır. Çalışmada, üç farklı iklimsel özelliğe sahip Akdeniz havzalarında (Adige, Ebro ve Sava Nehri Havzaları) su iklim parametreleri ve Nitrat kirliliğine bağlı eğilimleri karşılaştırmak için bir analiz yapmışlardır. Mann-Kendall eğilimiyle yıllık Ortalama Sıcaklık, Yağış ve Akarsu Akımı ve aylık Nitrat konsantrasyonları, kütle akıları ve akış ayarlı konsantrasyonlarda 1996'dan 2012'ye kadar bu nehir havzalarında analizler yapmışlardır. Adige Nehri'nde Sıcaklık için küçük değişiklikler gözlemlerken, Sava Nehri sıcaklığının artması ardından Ebro Nehri'nde de sıcaklığın çok arttığını gözlemlemişlerdir. Bu iklim değişiklikleriyle Ebro Nehri'nin su kıtlığında ve Adige Nehri'nin de düşük de olsa su kıtlığı riski altında olduğunu tespit etmişlerdir. Yüzeysel su kalitesi ile ilgili olarak, Nitrat kirliliğinin tüm çalışma havzalarında azaldığını tespit etmişlerdir. Genel olarak, bu bulgular karasal iklime sahip olan Ebro ve Sava nehir havzalarındaki su kaynaklarının ileri derecede kıtlık riski altında olduğunu vurgulamaktadır. Bu çalışmayla Akdeniz bölgesinde güçlü geri bildirimler dikkate alınarak uyarlanacak nehir yönetimi gerekliliğinin altını çizmişlerdir [20].

Ahmed ve Shah (2015), Bangladeş Surma Nehri'nin Biyolojik Oksijen İhtiyacı'nı (BOİ) tahmin etmek için adaptif nöro-bulanık çıkarım sisteminin (ANFIS) uygulanmasını açıklamışlardır. Veriler pH, Alkalinite (CaCO_3 'dür mg / L) Sertlik, Toplam Katı Madde (TS), Toplam Çözünmüş Katı Maddeler (TDS), Potasyum (K^+), PO_4^{3-} (mg / L), NO_3 (mg / L), BOİ (mg / L) ve DO (mg / L) dahil olmak üzere 10 su kalite parametrelerinden oluşmaktadır. Adaptif nöro-bulanık çıkarım sistemi ANFIS modelleri kullanılan çalışmada araştırmaların sonuçlarına göre, ANFIS modelinin nehir suyu kalite tahmini için değerli bir araç olduğunu düşünmektedirler ve makul bir doğrulukla Biyolojik Oksijen İhtiyacı'nı tahmin etmenin mümkün olduğunu göstermektedirler. Sonuçlar ayrıca ANFIS yönteminin nehir su kalitesi tahmin modeli kurmak için uygulanabilir olduğunu göstermektedir [21].

Suntoyo ve ark. (2015), Porong Nehri'nde çamurun bertarafının su kalitesinde nasıl değişikliklere yol açacağını tespiti ve izin verilen kalite standartlarına uygun kriterler belirlemek amacıyla su kalitesi modellemesi yapmak istemişlerdir. Su kalitesi modelinde kullanılmak için KOİ, TSS, Fosfat ve Nitrat kirliliğini öğrenmek için çalışma yapmışlardır. Nehir ağzında düşük gelgit koşullarında ters yönde akış hareketi ile su kalite parametrelerinin dağılımı, akımın daha büyük olacağı şeklindedir. Su kalite parametrelerinin durumu, KOİ 34 mg/L, nitrat 14.46 mg/L, TSS 30 mg/L ve fosfat 0.43 mg/L değerindedir [22].

Ogleni ve Bayraktar (2008), Mudurnu Nehri'nden tanımlanan 5 istasyondan bentik makro-omurgasız örnekleri ve su numuneleri almışlardır. Makro-omurgasız örneklerini aile düzeyinde tanımlanmışlardır. Kimyasal ve organik parametrelerden Biyolojik Oksijen İhtiyacı (BOİ), Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ), Toplam Kjeldahl Azotu (TKN), Fenol, Amonyum-Azotu ($\text{NH}_4\text{-N}$), Nitrat-Azotu ($\text{NO}_3\text{-N}$), ve Fosfat Fosforu ($\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$) analizlerini su numuneleri üzerinde yapmışlardır ve bentik makro-omurgasızlar ile bu parametrelerin ilişkilerini SPSS 13.0 paket yazılımı yardımıyla t-testi kullanarak incelemişlerdir. Sonuç olarak, 33 bentik makro-omurgasız ailesi tespit etmişlerdir ve Bentik Makro-omurgasız ailelerinin 7 adet kimyasal ve organik parametrelerinden yüksek derecede etkilendiğini tespit etmişlerdir [5].

Ogleni ve Topal (2011), 2006-2007 yılları arasında 12 ay boyunca Mudurnu Nehri su kalitesi üzerindeki evsel ve endüstriyel kirleticilerin etkisini araştırmışlardır. Su ve bentik makroinvertebrat örneklerini Mudurnu Nehri üzerinde seçilen beş istasyondan almışlardır. KOİ (Kimyasal Oksijen İhtiyacı), BOİ (Biyolojik Oksijen İhtiyacı), TKN (Toplam Kjeldahl Azotu), $\text{NO}_3\text{-N}$ (Nitrat-Azot), $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$ (Fosfat-Fosforu), $\text{NH}_4\text{-N}$ (Amonyum Azotu), Fenol, BMWP veri ve puanları (Biyolojik İzleme Çalışma Grubu) puan sistemi, ASPT (Ortalama puan), TBI (Trent Biyotik indeksi), BBI (Belçika Biyotik indeksi), Margalef endeksi (R), Shannon-Wiener çeşitlilik indeksi (H), Simpson çeşitlilik indeksi (D) belirlemişlerdir. Kimyasal parametre verileri ve biyotik indeks puanları arasındaki ilişkileri istatistiksel yöntemler kullanılarak incelemişlerdir. Karar ağacı tekniği, yapay sinir ağı (YSA) ve lojistik regresyon modeli ile kimyasal su kalitesi ve biyotik endekslerin puanlarını tahmin etmişlerdir. Mudurnu Nehri kimyasal su kalite sınıfının tahmininde % 67 bir başarı sağlamışlardır [6].

BÖLÜM 3. ÇALIŞMA ALANININ TANITILMASI

3.1. Coğrafi Özellikler

Marmara Bölgesi Sakarya iline bağlı olan Akyazı Beldesi Türkiye'nin en büyük 504. beldesidir. Yüzölçümü 628 km² olan Akyazı, 40° 41' 0.5532" kuzey ve 30° 37' 29.7588" doğu koordinatlarına sahiptir ve deniz seviyesinden 50 m yüksekliktedir [23].

Akyazı'nın kuzeyinde Hendek, batısında Adapazarı, Erenler, Karapürçek ve Taraklı ilçeleri, doğu ve güneyinde ise Bolu ili bulunmaktadır. Mudurnu Nehri Sakarya iline bağlıdır ve Sakarya iline 18 km uzaklıktadır. Mudurnu Nehri coğrafi konumu, 40° 52' 6" kuzey ile 30° 34' 23" doğu koordinatlarıdır [23]. Uzunluğu 130 km olup Sakarya ili içerisinde akan boyu ise 65 km'dir.

Mudurnu Nehri Ardıç Dağı'nın güney yamaçlarından doğup ve Bolatça Çayı ve Dinsiz Çayı ile birleşerek Hendek ilçesinden Sakarya Nehri'ne karışmaktadır. Samanlı Sıradağları, ilçedeki tek düzenli sıradağdır. Bolu dağlarının devamı olarak il topraklarından Marmara Denizi'ne kadar uzanır. Köroğlu Dağları ile Samanlı Dağlarını birbirinden Geyve Boğazı ayırmaktadır. Çok yüksek olmayan Samanlı Dağları İzmit Körfezi ile Gemlik Körfezi arasında uzanır. İlin en yüksek dorukları Keremali Dağı (1543 m) ve Karadağ'dır(1467 m). Keremali Dağı, 1543 m ile ilin en yüksek dağdır ve Hendek ile Akyazı ilçeleri arasında bulunur [24].

Dağlardaki tüm derelerin suyu kış sonu ve ilkbaharda artarken yazın çekilmektedir. Bu dağların bitki örtüsü oldukça zengindir. Dağın 200-250 m yüksekliklerine kadar maki bitki örtüsü hakimdir daha yüksek kesimlerde ise geniş orman örtüsü bulunmaktadır.

Keremali Yaylası, Akyazı'ya 17 km uzaklıkta yerleşim olan bir yayladır. Sultanpınar Yaylası, Dokurcun yolu üzerindedir ve Akyazı'ya 45 km uzaklıktadır [4].

3.2. Jeolojik Özellikler

Sakarya bölgesi, Kocaeli penepleninin (yarı ova) doğusunda güneyden kuzeye doğru uzanan alan 3.zaman sonları ile 4.zamanın başlarında oluşmuştur. Bu jeolojik zamanlarda oluşan bütün kıvrım ve kırılma hareketleri Trakya'nın güneyine, Kocaeli'nin kuzeye doğru farklı yönlerde çarpılmasına neden olmuştur. Bu çarpılma sonucu biri Karadeniz'e ve diğeri Marmara Denizi'ne açılan iki vadinin çökmesi ile İstanbul Boğazı oluşmuştur. Boğazın oluşması Sakarya bölgesinde çok güçlü hissedilmiş olup bu sayede Sakarya bölgesi Karadeniz'e doğru eğim kazanmıştır. Sakarya ili sınırları içinde bütün jeolojik zamanların etkilerine rastlanılmaktadır. İl topraklarının büyük bir bölümü 3.jeolojik zamanda (Neogen) bir iç göl durumunda iken, bu zamanın sonlarında ortaya çıkan kıvrım ve kırılma hareketleri ile göl alanı kırılarak yükselmiş, 4.zaman başlarında yeniden şiddetlenmeye başlayan hareketler ile eskiden göl altında kalan alanların önce çökmesine sonradan yeniden yükselerek çarpılmasına neden olmuştur. Bu nedenle il topraklarının büyük bir bölümünü önce deniz basıp sonradan yükselmesiyle de bu alanların deniz ile bağlantısı kesilmiştir.

4.zamandan günümüze kadar Karadeniz'e doğru hafif eğimli olan bu alan, başta Sakarya Nehri olmak üzere akarsuların taşıdığı maddeler ile dolmasıyla yer yer geniş düzlükler meydana gelmiştir. Sakarya ilinin Akyazı bölümünün bir kısmı bu dolgu düzlükler üzerinde yer alırken, dağlık kısım 4.zaman (Paleolojik) yaşlı oluşumların üzerinde yer almaktadır.

Ova tabakası genellikle fosilsiz olduğu için yaşları belirlenememiştir. Akyazı bölgesinde 1990 yılından sonra incelemelerde bulunan İsviçre Jeoloji Akademisi'nden araştırmacı Emili'ye göre, Paleolojik tabakalarla ova arasında Akyazı'dan Sapanca Gölü'ne kadar uzanan alçak tepelerle kaplı olan kretane ve neozen tabakaları ile kaplı olup, Akyazı bölümü iki farklı oluşumun iç içe olduğu bir alandır.

Oluşum: Derin bir vadinin akarsu taşıması ile dolması sonucu oluşan düzlük (Akova) olup eğimi Karadeniz'e doğrudur.

Oluşum: 4.zamandaki İstanbul Boğazı'nın oluşumu sırasında meydana gelen kıvrım ve kırılma hareketleri Kuzuluk yöresinde volkanizmaya sebep olmuştur. Volkanlardan çıkan lavlar ise özel bir karaktere sahip olmak üzere silisyum buharı şeklinde gerçekleşmiştir. Silisyum bilinen kum ve çakılın kimyasal adı olup, buhar halde ve lav şeklinde püskürmüş ani soğuma ile temas ettiği tüm cisimlerin taşlaşmasına sebep olmaktadır. Akyazı toprakları Mudurnu Nehri'nin taşıdığı alüvyonlar ile tarıma elverişli hale gelmiştir. Mudurnu Nehri'nin geçtiği yerlerde kuru tarım, sulu tarım ve bağ-bahçe tarımı yapılmaktadır [25].

3.3. Hidrolojik Özellikler

Mudurnu Nehri, Sakarya Havzası'nda yer alan ikinci büyük su kaynağıdır. Dokurcun yakınlarında il topraklarına dahil olup Hendek ilçesinin kuzeybatısında Dinsiz Çayı ile birleşerek Sakarya Nehri'ne karışmaktadır. 130 km uzunluğa sahip nehrin 65 km'lik kısmı Sakarya sınırları içinde yer alır.

Mudurnu Nehri: Tokmak Çayı, Baba Dere ve Seyhanlar Deresi'nin birleşmesinden oluşmaktadır ve her mevsim su taşıyan Bıçkı Deresi, Şerefiye Deresi, Kalen Deresi, Taşlı Dere, Hamam Deresi, Akçay Deresi ve Küçücek Deresi yan kollarına sahiptir [4].

Mudurnu-Akyazı yolu üzerinde Dokurcun beldesindeki akım gözlem istasyonu verilerine göre Mudurnu Nehri'nin ortalama yıllık su potansiyeli 250 milyon m³ civarındadır. Mudurnu Nehri 1720 km² drenaj alanı ve 168 m³/sn'lik maksimum debisi ile küçük nehirler sınıfına girmektedir [25].

Sakarya Havzası'nın özellikleri Tablo 3.1.'de verilmiştir.

Tablo 3.1. Sakarya havzası özellikleri [8]

Havza Alanı (km ²)	Ort. Kot (m)	Ort. Akış (mm y ⁻¹)	Ort. Yağış (mm y ⁻¹)	Toplam Akış payı (%)
58160	509	92	525	2,8

Mudurnu Nehri'nin özellikleri Tablo 3.2.'de verilmiştir.

Tablo 3.2. Mudurnu Nehri Durumu[26]

Toplam Uzunluk (km)	Debisi (m ³ /sn) Ortalama	Kolu Olduğu Akarsu	Kullanım Amacı	Enerji Üretimi	Endüstriyel Su Temini	Akım Gözlem İst. Kodu	İstasyon Yeri	Yıllık Ort. Nitrat Değeri (mg/lt)
65	20	Sakarya Nehri	Sulama	Yok	Var	12- 03- 00- 249	Dere Mahallesi	6,66

Akyazı ilçesi'nde içme suyu şebeke uzunluğu 303.007 m'dir. Enerji üretimi amacıyla Akyazı'dan kullanılan su: Pazarköy-Akyazı HES: 0,18 MW, % 0,14; 0,50 GWh/yıl, % 0,08 'dir [26].

Mudurnu Nehri su potansiyelinin mevsimsel değişimi Tablo 3.3.'de verilmiştir.

Tablo 3.3. Mudurnu nehri'nin su potansiyelinin mevsimsel değişimi [25]

Eylül, Ekim, Kasım (Sonbahar) Ayları	23 10 ⁶ m ³
Aralık, Ocak, Şubat (Kış) Ayları	28 10 ⁶ m ³
Mart, Nisan, Mayıs (İlkbahar) Ayları	15 10 ⁶ m ³
Haziran, Temmuz, Ağustos (Yaz) Ayları	40 10 ⁶ m ³

Akyazı ilçesinin 2012 yılındaki Kentsel Atıksu Arıtma Tesislerinin özellikleri Tablo 3.4.'de verilmiştir.

Tablo 3.4. Akyazı 2012 yılı kentsel atıksu arıtma tesislerinin durumu [26]

Belediye Atıksu Arıtma Tesisleri	Belediye AAT Türü	Mevcut Kapasite (ton/gün)	Arıtılan Deşaj Edilen Atıksu Miktarı (m ³ /sn)	Deşaj Noktası Koord.	Deniz Deşajı	Hizmet Alan Nüfus	Oluşan AAT Çamur Miktarı (ton/gün)
Var	Fiziksel Biyolojik	15000	0,1118	1,36 X:45081	Yok	45000	12

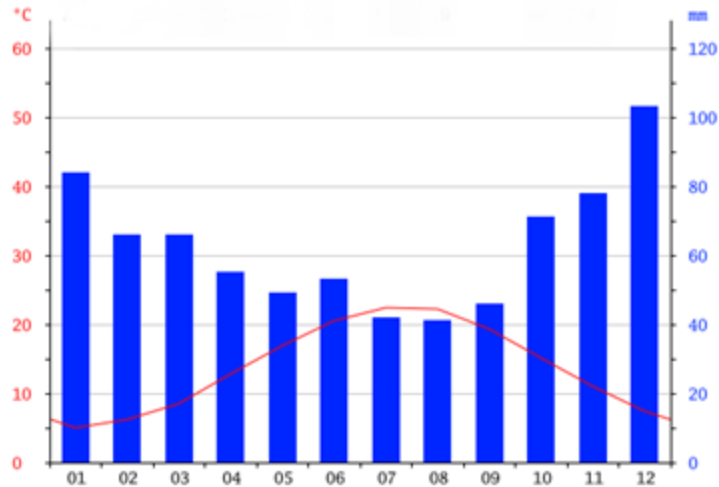
3.4. İklim ve Meteorolojik Özellikler

3.4.1. Yağış

Akyazı'da yılın en kurak zamanı 41 mm yağış alınan Ağustos ayıdır ve yılın en yağışlı zamanı 103 mm yağış alınan Aralık ayıdır. Yıllık ortalama yağış miktarı 754 mm'dir.

Akyazı ilçesi, Sakarya ilinin iklim özelliklerine sahiptir. Bölge hem Marmara hem de Karadeniz'in iklim özelliklerini göstermektedir. Akyazı bol yağış almaktadır ve kış mevsimlerinde yüksek kesimlerde yağış kar şeklindedir. Kuzeyden Karadeniz'in batıdan Marmara Denizi'nin tesiriyle bölge genellikle bol yağış almaktadır. Yağışlar mevsimlere göre uygun dağılım gösterdiğinden toprak sürekli nemlidir [4].

Akyazı ilçesinin aylara göre yağış dağılımı Şekil 3.1.'de verilmiştir.

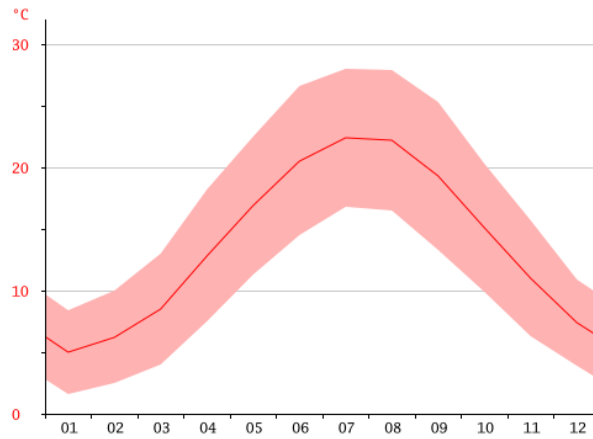


Şekil 3.1. Akyazı yağış dağılımı [27]

3.4.2. Sıcaklık

Akyazı'nın yıllık ortalama sıcaklığı 13.9 °C 'dir. Ortalama en düşük değer Ocak ayında 5.8 °C, en yüksek değer ise Temmuz ayında 22.8 °C olarak ölçülmüştür [4].

Akyazı ilçesinin aylara göre sıcaklık dağılımı Şekil 3.2.'de verilmiştir.



Şekil 3.2. Akyazı sıcaklık dağılımı [27]

3.4.3. Nem

Bölgedeki yıllık ortalama nisbi nem oranı %72, en düşük nisbi nem oranı %11'dir [4].

3.5. Arazi Yapısı

Akyazı'nın ova bölümü akarsularla taşınan maddelerin birikmesiyle oluşan genç topraklarla örtülüdür. Bölge topraklarının %90'ı kahverengi toprak %18'i alüvyon toprak yapısındadır [4].

Akyazı ilçesinin arazi varlığı dağılımı Tablo 3.5.'de verilmiştir.

Tablo 3.5. Akyazı'nın arazi varlığı dağılımı [4]	
İlçenin Yüzölçümü	65.400
Ormanlık Alanlar	34.700
Tapulu Çayır Mera	1.216
Tapusuz Çayır Mera	2.004
Bataklık	30
Fundalık	1.403
Mesken Yerleri	903
Tarım Dışı Arazi	1.270
Tarım Arazisi	23.894

3.6. Sosyo-Ekonomik Yapı

Akyazı halkının geçimi genel olarak tarıma dayalıdır ve pancar, tütün, buğday, yem bitkileri, sebze, meyve yetiştirilmektedir ve tarımla beraber sanayi de bölge halkının geçimleri arasında bulunmaktadır. Dağlık arazilerde fındık üretimi fazladır. Büyükbaş hayvancılık da yaygındır. İlçenin coğrafi durumu ve ulaşım imkanları açısından sanayileşmeye elverişlidir [4].

3.7. Nüfus

Sakarya ilinin, nüfus bakımından ikinci büyük ilçesi Akyazı'dır. Akyazı'da ilk nüfus sayımına 1965 yılında başlanmıştır [28].

Akyazı ilçesinin son 2010-2015 yılları arasındaki nüfus sayım verileri Tablo 3.6.'da verilmiştir.

Tablo 3.6. 2010-2015 yılları akyazı nüfus verileri [28]

Yıl	Kişi
2010	83.191
2011	83.497
2012	84.022
2013	84.281
2014	84.865
2015	85.499

3.8. Mudurnu Nehri'ndeki Kirlilik Kaynakları

3.8.1. Yerleşim yerlerinden kaynaklanan kirlilik

Akyazı'ya bağlı, Dokurcun, Küçücek ve Kuzuluk Beldeleri, Bedilkadirbey, Kazancı, Erdoğan, Salihye, Taşburun, Yongalık, Beldibi, Durmuşlar, Mansurlar, Gökçeler ve Sepetçiler köyleri Mudurnu Nehri kıyısında yer almaktadır. Buralarda yaklaşık 15.000-20.000 kişi yaşamaktadır ve bazı evler oluşan atık sularını sızdırmalı fosseptiklerde biriktirmektedir. Böylece bu yerleşimlerden Mudurnu Nehri'ne yağışlı mevsimlerde bir sızıntı olması muhtemeldir [4]. Bu kirleticiler noktasal kirlilik kaynaklarıdır.

3.8.2. Sanayi kuruluşları ve işletmelerden kaynaklanan kirlilik

Bölgede tekstil, gıda, alüminyum, pvc, otomotiv ve meşrubat sanayi, turizm işletmesi, su dolum tesisi olarak 25 adet işletme bulunmaktadır. Bu işletmeler E-5 Karayolu kenarında, Küçücek Beldesi Sanayi Alanı'nda bulunmaktadır. Bu işletmelerden 10 tanesi Mudurnu Nehri kenarında faaliyet göstermektedir [4]. Bu kirleticiler noktasal kirlilik kaynaklarıdır.

Bu işletmeler:

- Otoman Tekstil
- Aydın Örne
- Yazaki Otomotiv
- Çak Tekstil
- İşmont Tekstil
- Asaş Alüminyum
- Alimex Alüminyum
- Orthous Tır
- Kilmak Kaynak Makineleri
- Della Gıda

3.8.3. Tarım ve tarım ilaçlarından kaynaklanan kirlilik

Bölgedeki tarım faaliyetleri sebebiyle özellikle yağışlı dönemlerde toprağa karışan ilaçların sızıntıları Mudurnu Nehri'ne ulaşmaktadır. Bölge bol yağış aldığı için toprağı asidiktir bu sebeple de tarımda azotlu gübreler daha çok kullanılmaktadır. Tarım arazilerinden kaynaklanan kirliliğin %95'i azotlu gübrelerden kaynaklanmaktadır [4]. Bu kirleticiler yayılı kirlilik kaynaklarıdır.

3.8.4. Diğer kirletici kaynakları

Orman alanları, çevredeki otoyollardan gelen kirleticiler, meralar ve Akyazı halkının dere çevresine bıraktıkları çöp, moloz vb atıklar diğer kirletici kaynakları oluşturmaktadır [4]. Bu kirleticiler yayılı kirlilik kaynaklarıdır.

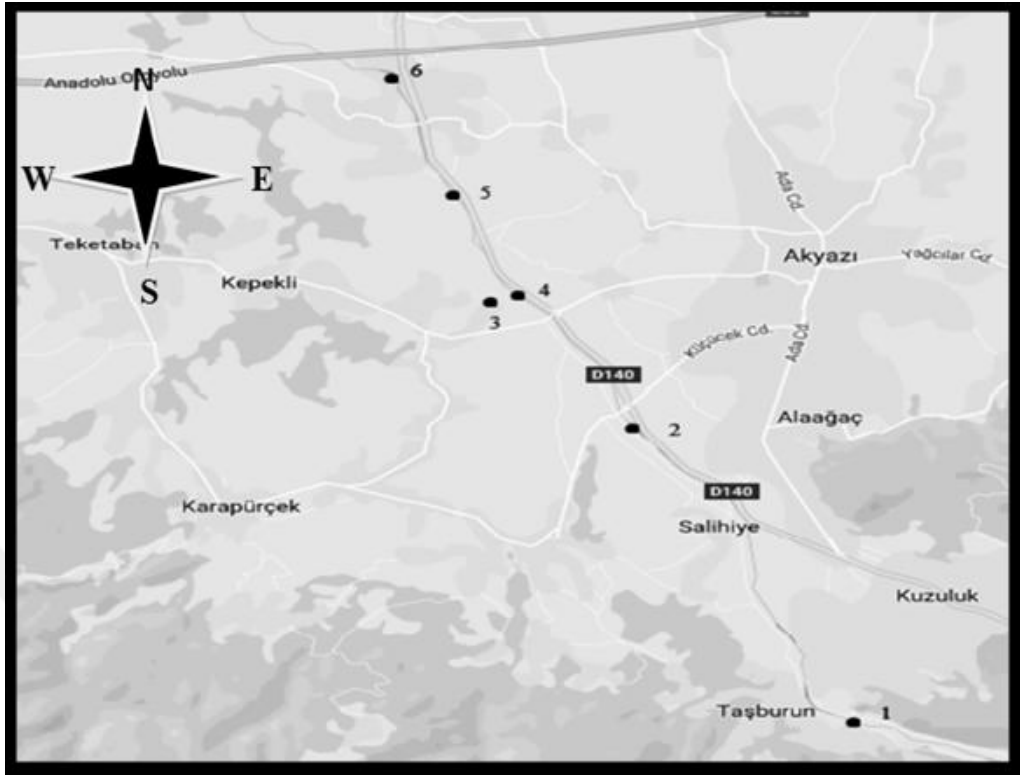


BÖLÜM 4. MATERYAL VE METOT

4.1. Materyal

4.1.1. Örnekleme noktaları

Mudurnu Nehri; Sakarya Havzası'nda yer alan ikinci büyük su kaynağıdır. Nehir, Abant dağlarının güney yamaçlarından doğup, küçük kaynakların ve derelerin toplanmaları ile meydana gelmektedir. İlkbaharda eriyen karlar ve aşırı yağışlar taşkınlara sebep olmaktadır. Sulama suyu olarak kullanılmaya elverişlidir ve toplam drenaj alanı 1720 km^2 'dir. Nehir suyu yataktan gelen silt ve kumdan dolayı bulanık ve askıda katı maddesi yüksektir. Uzunluğu 130 km olan Mudurnu Nehri'nin Sakarya'da yer alan kısmı 65 km'dir. Çalışma alanı 15 km'lik bir uzunlukta olup Mudurnu Nehri'nin Sakarya sınırları içindeki bölümün $\frac{1}{4}$ 'ini kapsamaktadır. Örnekleme noktaları, endüstriyel, evsel ve tarımsal kirlilik yüklerini taşıyan başlıca noktaları, tarımsal ve kentsel yayılı etkileri, örnekleme noktaları arası mesafe gibi etkiler dikkate alınarak, tüm nehri temsil edecek şekilde belirlenmiş olup, en uygun görülen 6 noktadan seçilmiştir. Mudurnu Nehri'nde, yağışın kalite değişimine olacak etkilerini göz önünde bulundurarak belirlenen aralıklarla saha ölçümleri ve su numunesi alımı gerçekleştirilmiştir. Çalışma alanı ve örnekleme noktalarının konumları Şekil 4.1'de verilmiştir.



Şekil 4.1. Çalışma alanı ve örnekleme noktalarının konumları

4.1.2. Örnekleme noktaları görünümleri

Mudurnu Nehri 1. Örnekleme noktası, Taşburun beldesindedir, bu örnekleme noktasının çevresinde yerleşim yerleri ve tarım alanları bulunmaktadır. Şekil 4.2.'de 1. Örnekleme noktasının görünümü verilmiştir.



Şekil 4.2. 1. örnekleme noktası görünümü

Mudurnu Nehri 2. Örnekleme noktası, anayol üzerindeki köprü altında bulunan numune alma noktasıdır ve çevresinde Alüminyum sanayi kuruluşları bulunmaktadır. Şekil 4.3.'de 2. Örnekleme noktasının görünümü verilmiştir.



Şekil 4.3. 2. örnekleme noktası görünümü

Mudurnu Nehri 3. Örnekleme noktası, Mudurnu Nehri'ni besleyen Küçücek Deresi'nin üzerinde bulunan numune alma noktasıdır. Bu noktanın çevresinde bölge halkı tarım ve hayvancılık faaliyetlerinde bulunmaktadır. Şekil 4.4.'de 3. Örnekleme noktasının görünümü verilmiştir.



Şekil 4.4. 3. örnekleme noktası görünümü

Mudurnu Nehri 4. Örnekleme noktası, Küçücek Deresi ile Mudurnu Nehri'nin birleşim noktasıdır ve çevresinde tekstil sanayi kuruluşu bulunmaktadır. Şekil 4.5.'de 4. Örnekleme noktasının görünümü verilmiştir.



Şekil 4.5. 4. örnekleme noktası görünümü

Mudurnu Nehri 5. Örnekleme noktası, anayol üzerinde bulunan köprü altındaki numune alma noktasıdır. Şekil 4.6.'da 5. Örnekleme noktasının görünümü verilmektedir.



Şekil 4.6. 5. örnekleme noktası görünümü

Mudurnu Nehri 6. Örnekleme noktası, çevresinde meşrubat sanayi kuruluşu bulunmaktadır ve sanayi bölgesinin son bulduğu noktadır. Şekil 4.7.'de 6. Örnekleme noktası görünümü verilmiştir.



Şekil 4.7. 6. örnekleme noktası görünümü

4.2. Metot

4.2.1. Örnekleme çalışması, analiz metotları ve analizlerin yapıldığı cihazların tanıtılması

Su örnekleri, tarımsal faaliyetler, kırsal ve kentsel yerleşim gibi noktasal ve yayılı kirlilik kaynaklarının varlığına bağlı olarak dere bütününe temsil edecek şekilde seçilmiş olan örnekleme noktalarından, 2016 yılının Mayıs-Haziran-Temmuz-Ağustos-Eylül-Ekim aylarında 6 ay boyunca ayda 2 kez olmak üzere alınmıştır. Sahada yapılan Sıcaklık ve pH ölçümlerine ek olarak Toplam Azot (TN), Amonyum Azotu ($\text{NH}_4\text{-N}$), Nitrit Azotu ($\text{NO}_2\text{-N}$), Nitrat Azotu ($\text{NO}_3\text{-N}$), Toplam Kjeldahl Azotu (TKN), Toplam Fosfor (TP), Askıda Katı Madde (AKM), Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ), Biyolojik Oksijen İhtiyacı (BOİ) için numuneler alınmış ve analizler uygun yöntemler kullanılarak laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Kimyasal parametrelerin birbirleri arasındaki ilişkiler SPSS Statistics 21 / 2012 (Statistical Package For The Social Sciences) programı kullanılarak Regresyon modeliyle analiz edilmiştir.

4.2.2. Su kalitesi ölçümleri

4.2.2.1. Arazi çalışmaları

Çalışmada sıcaklık ve pH, çalışma alanında termometre ve pH kağıdı kullanılarak ölçülmüştür. Su numuneleri, nehirde debiye bağlı olarak her ay ayda iki defa olmak üzere belirlenen noktalardan plastik su kapları ile alınmıştır.

4.2.2.2. Laboratuvar çalışmaları

Laboratuvar çalışmalarında Biyolojik Oksijen İhtiyacı parametresi (BOİ) ve Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ) klasik yöntemle, Askıda Katı Madde Parametresi (AKM); daraları alınan filtre kağıdında numunelerin süzülerek ağırlıklarının kaydedilmesi şeklinde klasik yöntemle, azot formları olan Toplam Azot, Amonyum Azotu, Nitrit Azotu, Nitrat Azotu, Toplam Kjeldahl Azotu parametreleri ve Toplam Fosfor parametresi spektrofotometrik yöntemle analiz edilmiştir. Uygun koşullar sağlanarak laboratuvara getirilen su numuneleri, yüzeysel su ölçüm aralıklarına uygun olarak seçilen Merck Spectroquant test kitleri kullanılarak talimatlar doğrultusunda hazırlanmış ve Spektrometre cihazında ölçülmüştür.

Kimyasal parametrelerin ölçümleri için kullanılan analiz metotları ve standartları Tablo 4.1.'de verilmiştir.

Tablo 4.1. Parametrelerin analiz metotları ve standartları [29]

Parametre	Metot Adı	Standart Metot Kodu
Sıcaklık	Termometre	2550
pH	pH Kağıdı	4500-H
BOİ	Standart Metot Klasik Yöntem	5210 B
AKM	Standart Metot Klasik Yöntem	2540 D
KOİ	Standart Metot Açık Klasik Yöntem	5220 B
Toplam Azot	Spektrofotometrik Metot	4500 N-B
Amonyum Azotu	Spektrofotometrik Metot	4500 NH ₄ -G
Nitrit Azotu	Spektrofotometrik Metot	4500 NO ₂ -B
Nitrat Azotu	Spektrofotometrik Metot	4500 NO ₃ -B
Toplam Fosfor	Spektrofotometrik Metot	4500 P-I

Laboratuvar çalışmalarında kullanılan cihazlar Şekil 4.8.'de verilmiştir.



0,45 mikron Filtre Kağıdı



Filtrasyon Düzeneği



Etüv



Hassas Terazi



Desikatör



Termoreaktör



Merck Kitleri



Spektrofotometre

Şekil 4.8. Laboratuvar cihazları

4.2.3. Su numunesi alımı ve saklanması

4.2.3.1. Numune alma esasları

Numune alma şekilleri ve numune alma sıklığı, amaca ve numunenin alındığı kaynağa göre farklılıklar göstermektedir. Belli bir zamanda ve belli bir yerden numune alındığında bu numune sadece o yeri ve zamanı temsil etmektedir.

Bununla beraber, bileşiminde zamanla büyük değişiklik göstermeyen kaynaklardan alınan numuneler, daha uzun bir zaman periyodunu veya daha büyük bir hacmi temsil etmektedir. Kaynağın zamana bağlı olarak büyük ölçüde değiştiği durumlarda, uygun zaman aralıklarında alınan numuneler ayrı ayrı analiz edilmektedirler. Böylece bu değişimin frekansı, süresi ve büyüklüğü belirlenebilmektedir. Değişimlerin beklendiği zaman periyoduna göre numune alma aralığı seçilir. Bu aralık en az beş dakika en fazla bir saat olmalıdır. Meteorolojik

şartlardaki değişimlerin su kalitesinde yol açabileceği değişikliklerin kontrolü için, kabin içindeki ve numune alma noktasındaki su sıcaklığının kontrol edilmesi gerekir.

Genişlik ve derinliğe bağlı olarak suyun bileşiminin çok değiştiği nehirlerde ve akarsularda, çok çeşitli ve ayrık atıksu akımlarının birlikte arıtılmasının önerildiği durumlarda, farklı numune alma noktalarından alınan numunelerin karışımının analizi gereklidir. Burada ortalama bileşimin veya toplam yükün belirlenmesi için nehirlerin enkesitleri üzerinde çeşitli noktalardan alınan numunelerin karışımı kullanılır. Bu tip numunelerin hazırlanması, bilinen bir derinlikten numune toplamak üzere özel bir araç gerektirir.

Ancak, doğal su kütlelerinde çoğunlukla yerel değişimler toplam veya ortalama değerlerden çok daha önemli olduğu için numunelerin ayrı ayrı alınıp incelenmesi gerekir [30].

4.2.3.2. Numune saklama ilkeleri

Numune alma metodu, laboratuvara kolayca taşınabilecek kadar ve analiz için yeterli hacimde ve laboratuvarında istenen amaç için kullanılabilecek temsil yeteneğine sahip numune elde etmeyi sağlayacak şekilde seçilir.

Numunenin testten önceki bileşimi bozulmayacak şekilde laboratuvara getirilir. Mevcut koşullarda alınan numuneyi gerçekçi bir şekilde temsil eden numunelerin, laboratuvara ulaşmadan önce taşıdığı özellikleri kaybetmemesine ve alınıp taşınması esnasında kirletilmemesine özen gösterilir. Numunelerin alındığı ve saklandığı kaplar özenle seçilir. Ölçümü yapılacak numune bileşeninin, numune kabı ile reaksiyon vermesi istenmediğinden, numuneyi cam veya plastik kaplarda taşıyıp saklamak gereklidir. Toplanan her bir numune için, numune şişesi veya kabı üzerinde gerekli açıklamaların yazılacağı bir etiket konulur.

Numunenin daha sonra laboratuvara getirildiğinde kolayca tanınabilmesi için, numuneyi alanın adı, alındığı tarih ve saat, numunenin alındığı yer ve bunlar gibi gerekli hususlar etiket üzerine kaydedilir.

Alınacak numune ile numune kabının 2–3 defa çalkalanıp dökülmesi gerekir. İçlerinde birikimlerin ve biyolojik büyümelerin oluşmasını önlemek için numune alma araç gereçleri ve şişeleri her gün temizlenir.

Numune alındıktan sonra, şişenin ağzı kapakla kapatılır, kapak ile suyun üst yüzeyi arasında hava kalmaması sağlanır. İstenen analizin türüne göre her bir numune ayrı saklama ve koruma işlemine tabi tutulur.

Çoğunlukla, volümetrik veya gravimetrik testlerde girişim yapmayan, az miktardaki bulanıklığın suda bulunmasına müsaade edilir. Suda az miktarda bulanıklık ve askıda katı madde mevcut olduğunda, numune filtre edilemez. Numuneler eğer bir gün içerisinde analiz edilecekse, düşük sıcaklıklarda (+4°C) saklanmalıdır. Yapılacak tayin ile girişim yapmıyorsa kimyasal koruma maddeleri kullanılabilir. Yapılacak analize uygun numune kapları kullanılır [30].

4.2.3.3. Numune koruma teknikleri

Numune toplandıktan sonra en kısa süre içinde analizi yapılır. pH, Sıcaklık, Oksijen ve İletkenlik parametrelerinin analizleri arazide ve yerinde hemen yapılır. Numunenin toplanması ve analiz edilmesi arasında ne kadar süre geçmesine müsaade edilebileceği, numunenin karakterine, yapılacak analizlere ve saklama koşullarına bağlıdır.

Koruma maddeleri kullanıldıklarında, önceden numune kabına konulur ve toplanan bütün numuneler ile iyice karışmaları sağlanır. Yapılacak tayine göre numune koruma ve saklama metotları seçilir. Koruma ve saklama metotları genellikle pH kontrolü, kimyasal madde ilavesi, soğutma ve dondurma işlemlerinden ibarettir [30].

4.2.4. Yüzeysel sulardan numune alma esasları

Yüzeysel sulardan numuneler anlık alınır. Numune alma noktaları, numune alma bölgesindeki su kalitesini ve bu kalitenin bölge içerisindeki değişimini karakterize edecek şekilde ve sayıda belirlenir. Akarsularda numune alma bölgesi; yan kol, atıksu deşarjı, sulamadan dönen drenaj suları gibi, sürekliliği bozan iki nokta arasındadır.

Eğer bölge uzunluğu beş kilometreyi geçerse ara numune alma noktaları seçilir. Akarsularda yan kol veya atıksu deşarjından sonra tam karışımın sağlandığı belirlenen kesit üzerinde, yüzeyden 30-40 santimetre aşağıdan numune alınır.

Numune alma noktası, atıksu veya yan kolların tam olarak karıştığı yerde detaylı bir enkesit araştırması ile önceden belirlenir. Enkesit araştırması yapılırken; değişik debilerde enkesit, karelere bölünerek numuneler alınır. Daha sonraki ölçümler için, homojen bileşimli numune alma noktasında, bir tek numune almak yeterlidir. Doğal veya insan faaliyetleri nedeniyle oluşacak durumlarda, kalite değişiminin yakından izlenmesi ve gerekli önlemlerin alınması için; numuneler duruma göre mevsimlik, aylık, haftalık ya da günlük alınabilir.

Numune alma sıklığı, su kalitesine ve yıllık kalite değişimlerine, su kaynağına karışan suların ve atıksu deşarjlarının kirlilik durumuna, suyun hidrolojik karakterine, ekolojik duruma, kullanım amacına bağlı olarak belirlenir. Akarsuyun kullanım açısından özelliklerinin ortaya konulabilmesi için alınan numune sayısı yılda on ikiden az olamaz. Kalitenin sürekli kontrol edilmesi gereken durumlarda her gün numune alınabilir. Alınan numunelerin analizi, akarsuyun sınıfının belirlenmesi, periyodik kontrol ya da herhangi bir kullanım amacına uygunluğunun değerlendirilmesi açısından gereklidir.

Nehir boyunca su kalitesinin belirlenmesi, kontrol enkesitlerindeki kalite sınıflandırılmasına dayandırılır ve buradan “Su Kalite Profili” elde edilir.

Kalite sınıflaması sonuçları, tablolar, su kalite profili veya su kalite haritaları şeklinde sunulabilir [30].

4.2.5. Yüzeysel su kütlelerinin kalite durum sınıflandırması

Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'nde verilen A, B, C, D parametre gruplarıyla birlikte karakteristik değerlerle ve/veya Romen rakamlarıyla kalite sınıfları gösterilir. Kontrol-ölçüm istasyonları ve boyuna profil için verilen tablolar da benzer şekilde detaylandırılır. Su kalite sınıflarının renk kodlarıyla gösterimi aşağıdaki şekilde gösterildiği gibi yapılır.

Su kalite sınıflarının renk kodları Tablo 4.2.'de verilmiştir.

Tablo 4.2. Su kalite sınıfı renk kodları [30]	
Su Kalitesi	Renk
Sınıf I	Mavi
Sınıf II	Yeşil
Sınıf III	Sarı
Sınıf IV	Kırmızı

4.2.6. Yüzeysel su kütlelerinde koruma bölgeleri

Yüzeysel su kütlelerinde koruma bölgeleri şu şekilde sıralanmaktadır:

İnsani kullanım maksatlı su temini için tahsis edilen alanlar,

Ekonomik bakımdan önemli sucul canlı türlerinin korunması için tahsis edilen alanlar,

Yüzme suyu olarak tahsis edilen alanlar dahil, rekreasyon maksatlı kullanılan su kütleleri,

Tarımsal Kaynaklı Nitrat Kirliliğine Karşı Suların Korunması Yönetmeliği ve Kentsel Atıksu Arıtımı Yönetmeliği kapsamında nütrientler açısından hassas bölgeler ve hassas su alanları olarak belirlenmiş alanlar,

Su durumunun sürdürülmesi ya da iyileştirilmesinin sağlanması için önemli bir faktör olan habitatlar ya da türlerin korunması için tahsis edilen alanlar ve Natura 2000 alanlarıdır [31].

4.2.7. İstatistiksel veri değerlendirme yöntemleri

Su kalitesi sınıflandırmasında karakteristik değerin bulunmasında kullanılan istatistiksel yöntemler, ilk 3 yılda numune sayısı 10'un üzerinde olan izleme verilerinin değerlendirilmesinde kullanılmaktadır.

Yüzdelik değer hesaplamalarında, seçilen istatistiksel yönteme bağlı olarak gerekli asgari veri sayısı ile sıra numarası formülleri farklılık göstermektedir. Veri sayısı 10'dan az olduğunda yüzde değer hesabı yapılmaz, verilerin aritmetik ortalaması alınarak kategori belirlenir.

Su kalitesinin belirlenmesi için gerekli olan yöntemlerde kullanılan yüzde kesri ve yüzdelerik değer formülleri Tablo 4.3.'de verilmiştir.

Tablo 4.3. İstatistiksel veri değerlendirme formülleri [31]

Yöntem	Yüzde Kesri	Yüzdelerik değer	%95'lik değer için Gerekli Minimum Veri Sayısı
Hazen	$p = \frac{r - \frac{1}{2}}{n}$	$P = 100 \cdot \left(\frac{n - \frac{1}{2}}{n} \right) = 100 - \frac{50}{n}$	10
Weibull	$p = \frac{r}{n+1}$	$P = 100 \cdot \left(\frac{n}{n+1} \right) = \frac{100 \cdot n}{n+1}$	19
Logaritmik	$p=0,95$ $p=0,90$	$P = \log^{-1} (\mu + 1,65 \sigma)$ $P = \log^{-1} (\mu + 1.282 \sigma)$	Minimum 3 yıllık veri

r: Sıra no (küçükten büyüğe doğru), p: Yüzde kesri, P: Yüzdelerik değer, n: Veri sayısı

4.2.8. Yüzeysel su kütlelerinde bazı parametreler için çevresel kalite standartları ve kullanım maksatları

Su kalitesinin belirlenmesi için Kıtaçi Yüzeysel Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri Tablo 4.4.'de verilmiştir.

Tablo 4.4. Kıtaçi yüzeysel su kaynaklarının sınıflarına göre kalite kriterleri [31]

Su Kalite Parametreleri	Su Kalite Sınıfları			
	I	II	III	IV
Genel Şartlar				
Sıcaklık (°C)	≤ 25	≤ 25	≤ 30	> 30
pH	6,5-8,5	6,5-8,5	6,0-9,0	6,0-9,0 dışında
İletkenlik (μS/cm)	< 400	400-1000	1001-3000	> 3000
	RES 436 nm: 1.5	RES436 nm: 3	RES436nm:4.3	RES 436 nm: 5
Renk	RES 525 nm: 1.2	RES525nm:2.4	RES525nm:3.7	RES525nm:4.2
	RES 620 nm: 0.8	RES620nm:1.7	RES620nm:2.5	RES620nm:2.8
Oksijenlendirme Parametreleri				
Çözünmüş oksijen (mg O ₂ /L) ^a	> 8	6-8	3-6	< 3
Oksijen doygunluğu (%) ^a	90	70-90	40-70	< 40
Kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) (mg/L)	< 25	25-50	50-70	> 70
Biyolojik oksijen ihtiyacı (BOİ ₅) (mg/L)	< 4	4-8	8-20	> 20
B) Nutrient (Besin Elementleri) Parametreleri				
Amonyum azotu (mg NH ₄ ⁺ -N/L)	< 0,2 ^b	0,2-1 ^b	1-2 ^b	> 2
Nitrit azotu (mg NO ₂ ⁻ -N/L)	< 0,002	0,002-0,01	0,01-0,05	> 0,05
Nitrat azotu (mg NO ₃ ⁻ -N/L)	< 5	5-10	10-20	> 20
Toplam kjeldahl-azotu (mg/L)	0.5	1.5	5	> 5
Toplam fosfor (mg P/L)	< 0,03	0,03-0,16	0,16-0,65	> 0,65

Tablo 4.4. (Devamı)

C) İz Elementler (Metaller)				
Cıva ($\mu\text{g Hg/L}$)	< 0,1	0,1-0,5	0,5-2	> 2
Kadmiyum ($\mu\text{g Cd/L}$)	≤ 2	2-5	5-7	> 7
Kurşun ($\mu\text{g Pb/L}$)	≤ 10	10-20	20-50	> 50
Bakır ($\mu\text{g Cu/L}$)	≤ 20	20-50	50-200	> 200
Nikel ($\mu\text{g Ni/L}$)	≤ 20	20-50	50-200	> 200
Çinko ($\mu\text{g Zn/L}$)	≤ 200	200-500	500-2000	> 2000
D) Bakteriyolojik Parametreler				
Fekal koliform (EMS/100 mL)	≤ 10	10-200	200-2000	> 2000
Toplam koliform (EMS/100 mL)	≤ 100	100-20000	20000-100000	> 100000
Tehlikeli maddeler	Tehlikeli maddeler ve bu tabloda verilmeyen diğer kirleticiler konuyla ilgili ülke envanteri (referans değerler) oluşturulduktan sonra, 1 Ocak 2015'den itibaren değerlendirilecektir.			

(a) Konsantrasyon veya doygunluk yüzdesi parametrelerinden sadece birisinin sağlanması yeterlidir.

(b) pH değerine bağlı olarak serbest amonyak azotu konsantrasyonu $0.02 \text{ mg NH}_3^- \text{ N/L}$ değerini geçmemelidir.

(c) Kalite sınıflarına göre suların kullanım maksatları:

Sınıf I - Yüksek kaliteli su;

1. İçme suyu olma potansiyeli yüksek olan yüzeysel sular,
2. Yüzme gibi vücut teması gerektirenler dahil rekreasyonel maksatlar için kullanılabilir su,
3. Alabalık üretimi için kullanılabilir nitelikte su,
4. Hayvan üretimi ve çiftlik ihtiyacı için kullanılabilir nitelikte su,

Sınıf II - Az kirlenmiş su;

1. İçme suyu olma potansiyeli olan yüzeysel sular,
2. Rekreasyonel maksatlar için kullanılabilir nitelikte su,
3. Alabalık dışında balık üretimi için kullanılabilir nitelikte su,

4.Mer'i mevzuat ile tespit edilmiş olan sulama suyu kalite kriterlerini sağlamak şartıyla sulama suyu,

Sınıf III - Kirlenmiş su;

Gıda, tekstil gibi nitelikli su gerektiren tesisler hariç olmak üzere, uygun bir arıtmadan sonra su ürünleri yetiştiriciliği için kullanılabilir nitelikte su ve sanayi suyu,

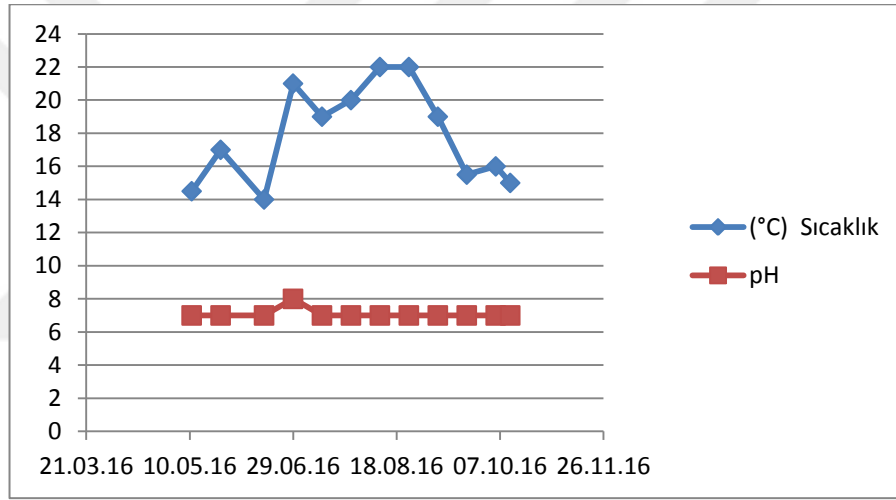
Sınıf IV - Çok kirlenmiş su;

Sınıf III için verilen kalite parametrelerinden daha düşük kalitede olan ve üst kalite sınıfına ancak iyileştirilerek ulaşabilecek yüzeysel sulardır [31].

BÖLÜM 5. BULGULAR

5.1. Mudurnu Nehri 1. Örnekleme Noktası Grafikleri

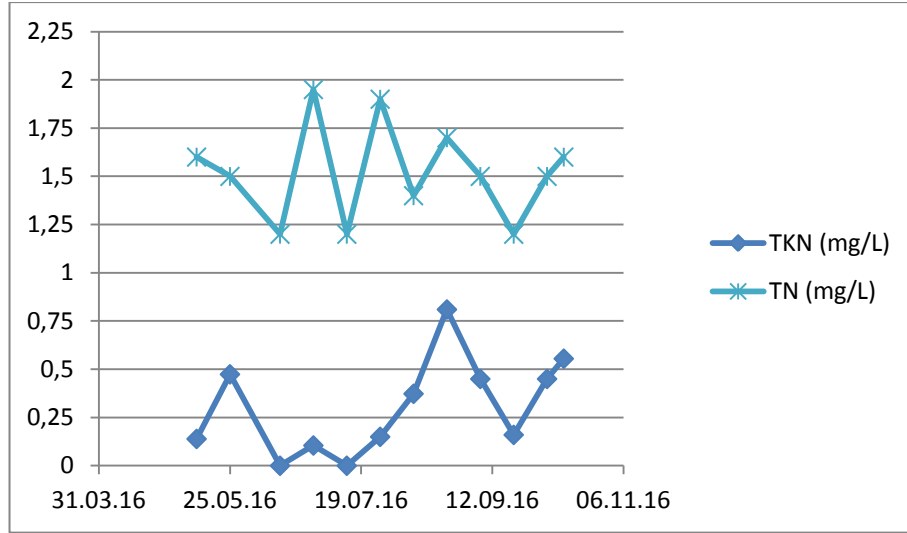
Mudurnu Nehri 1. Örnekleme Noktasının 6 aylık Sıcaklık ve pH değişimleri Şekil 5.1.'de verilmiştir.



Şekil 5.1. 1. örnekleme noktası 6 aylık sıcaklık-pH değişimi

Mudurnu Nehri'nde yapılan 6 aylık ölçümler sonucunda nehirdeki en düşük sıcaklık Mayıs ayında 14,5 °C, en yüksek sıcaklık Ağustos ayında 22 °C olarak tespit edilmiştir. En düşük pH değeri 7, en yüksek pH değeri 8 olarak tespit edilmiştir.

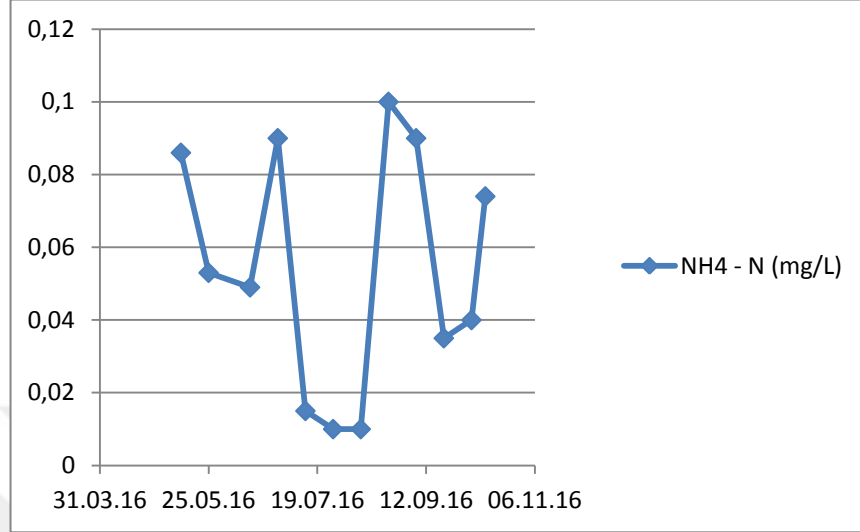
Mudurnu Nehri 1. Örnekleme Noktasının 6 aylık Toplam Kjeldahl Azotu ve Toplam Azot değişimleri Şekil 5.2.'de verilmiştir.



Şekil 5.2. 1. örnekleme noktası 6 aylık toplam kjeldahl azotu-toplam azot değişimi

1. Örnekleme noktasında, en düşük Toplam Kjeldahl Azotu Haziran ayında 0,105 mg/L, en yüksek Toplam Kjeldahl Azotu Ağustos ayında 0,810 mg/L olarak tespit edilmiştir. En düşük Toplam Azot Haziran ve Eylül aylarında 1,2 mg/L, en yüksek Toplam Azot Haziran ayında 1,95 mg/L olarak tespit edilmiştir.

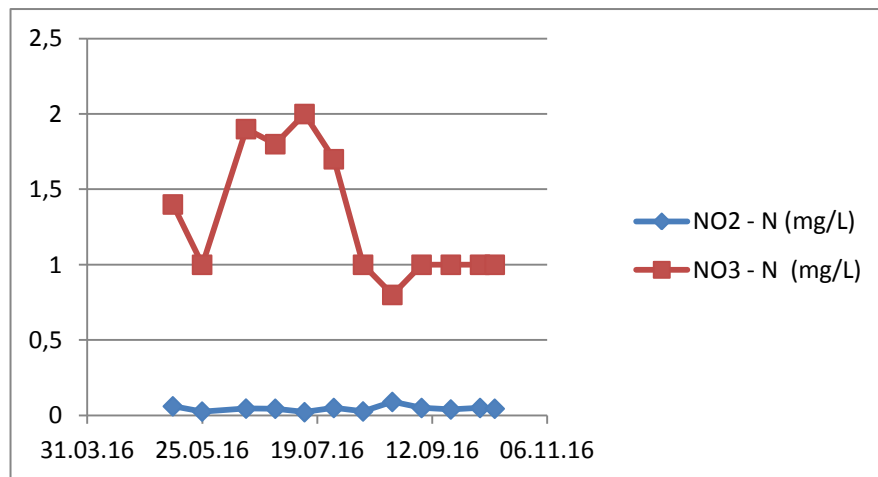
Mudurnu Nehri 1. Örnekleme Noktasının 6 aylık Amonyum Azotu değişimi Şekil 5.3.'de verilmiştir.



Şekil 5.3. 1. örnekleme noktası 6 aylık amonyum azotu değişimi

1. Örnekleme noktasında, en düşük Amonyum Azotu Temmuz ve Ağustos aylarında 0,010 mg/L, en yüksek Amonyum Azotu Ağustos ayında 0,100 mg/L olarak tespit edilmiştir.

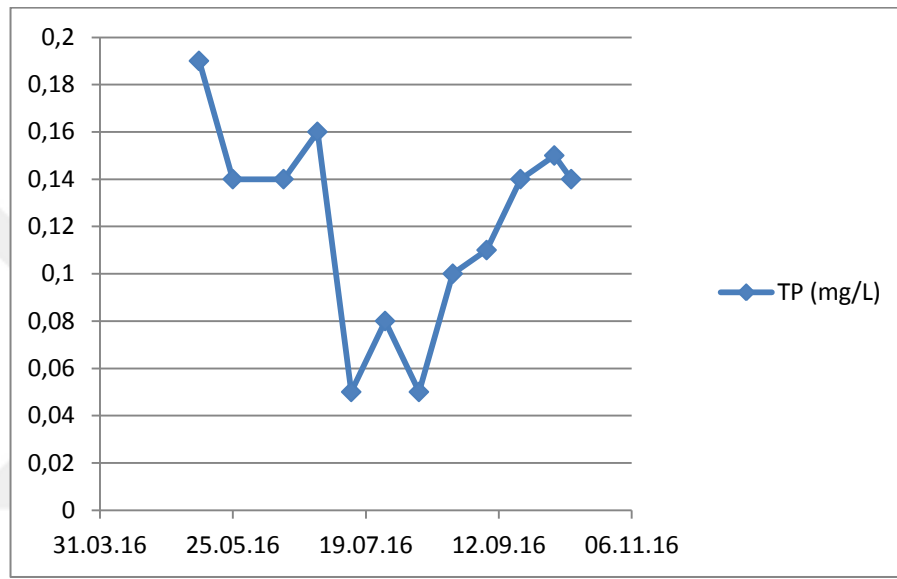
Mudurnu Nehri 1. Örnekleme Noktasının 6 aylık Nitrit Azotu ve Nitrat Azotu değişimleri Şekil 5.4.'de verilmiştir.



Şekil 5.4. 1. örnekleme noktası 6 aylık nitrit azotu-nitrat azotu değişimi

1. Örnekleme noktasında, en düşük Nitrit Azotu Temmuz ayında 0,022 mg/L, en yüksek Nitrit Azotu Ağustos ayında 0,090 mg/L olarak tespit edilmiştir. En düşük Nitrat Azotu Ağustos ayında 0,8 mg/L, en yüksek Nitrat Azotu Haziran ayında 1,9 mg/L olarak tespit edilmiştir.

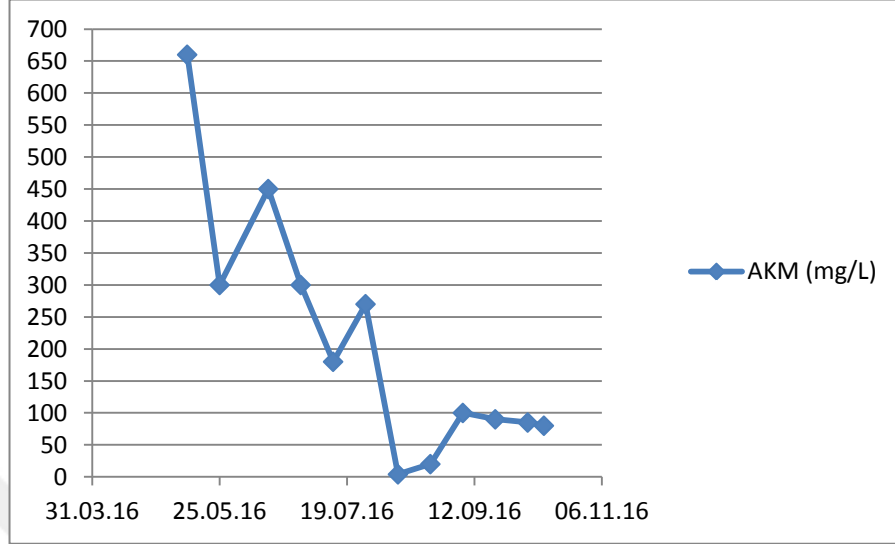
Mudurnu Nehri 1. Örnekleme Noktasının 6 aylık Toplam Fosfor değişimi Şekil 5.5.'de verilmiştir.



Şekil 5.5. 1. örnekleme noktası 6 aylık toplam fosfor değişimi

1. Örnekleme noktasında, en düşük Toplam Fosfor Temmuz ve Ağustos aylarında 0,05 mg/L, en yüksek Toplam Fosfor Mayıs ayında 0,19 mg/L olarak tespit edilmiştir.

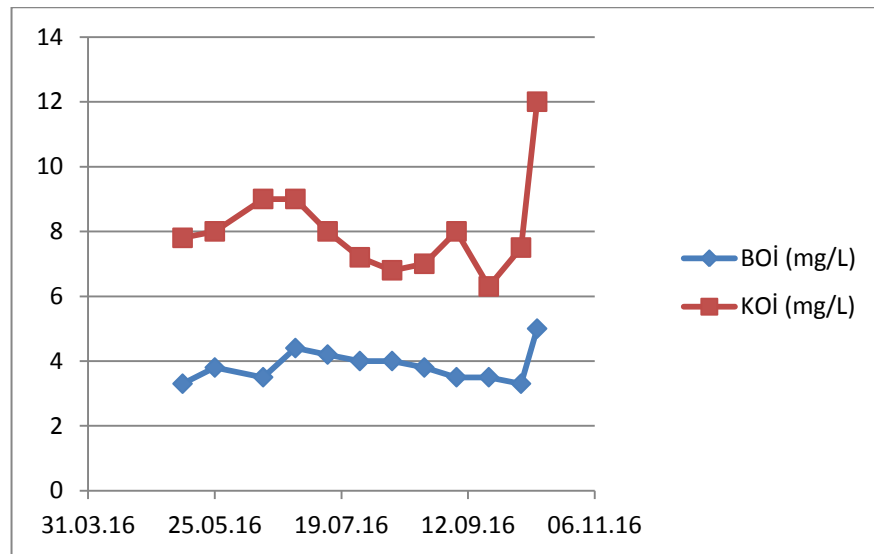
Mudurnu Nehri 1. Örnekleme Noktasının 6 aylık Askıda Katı Madde değişimi Şekil 5.6.'de verilmiştir.



Şekil 5.6. 1. örnekleme noktası 6 aylık askıda katı madde değişimi

1. Örnekleme noktasında, en düşük AKM Ağustos ayında 4 mg/L, en yüksek Mayıs ayında 660 mg/L olarak tespit edilmiştir.

Mudurnu Nehri 1. Örnekleme Noktasının 6 aylık Biyolojik Oksijen İhtiyacı ve Kimyasal Oksijen İhtiyacı değişimleri Şekil 5.7.'de verilmiştir.

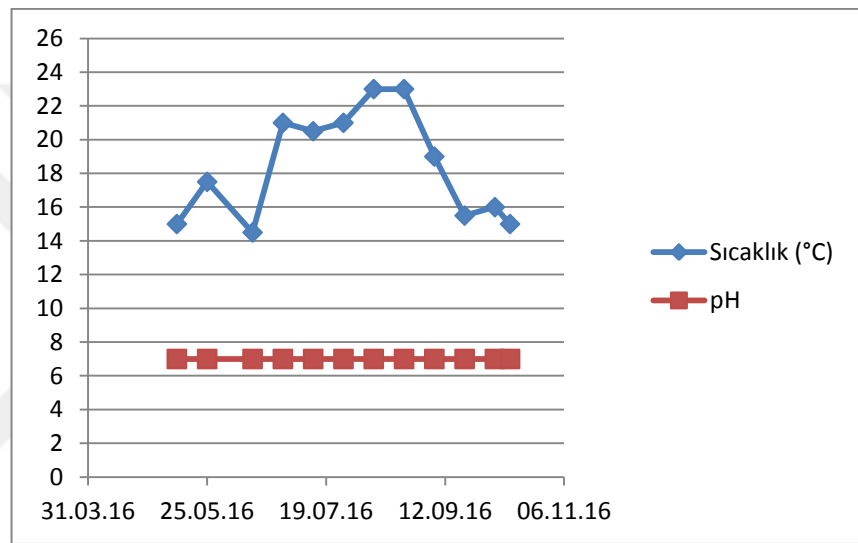


Şekil 5.7. 1.örnekleme noktası 6 aylık biyolojik oksijen ihtiyacı-kimyasal oksijen ihtiyacı değişimi

1. Örnekleme noktasında, en düşük BOİ Mayıs ayında 3,3 mg/L, en yüksek Ekim ayında 5 mg/L olarak tespit edilmiştir. En düşük KOİ Eylül ayında 6,3 mg/L, en yüksek Ekim ayında 12 mg/L olarak tespit edilmiştir.

5.2. Mudurnu Nehri 2. Örnekleme Noktası Grafikleri

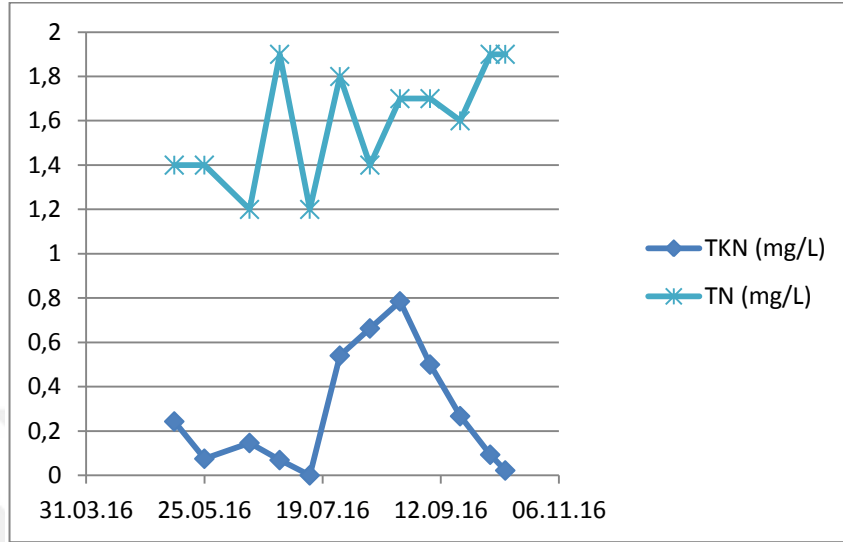
Mudurnu Nehri 2. Örnekleme Noktasının 6 aylık Sıcaklık ve pH değişimleri Şekil 5.8.'de verilmiştir.



Şekil 5.8. 2. örnekleme noktası 6 aylık sıcaklık-pH değişimi

Mudurnu Nehri'nde yapılan 6 aylık ölçümler sonucunda nehirdeki en düşük sıcaklık Haziran ayında 14,5 °C, en yüksek sıcaklık Ağustos ayında 23 °C olarak tespit edilmiştir. pH değeri 7 olarak tespit edilmiştir.

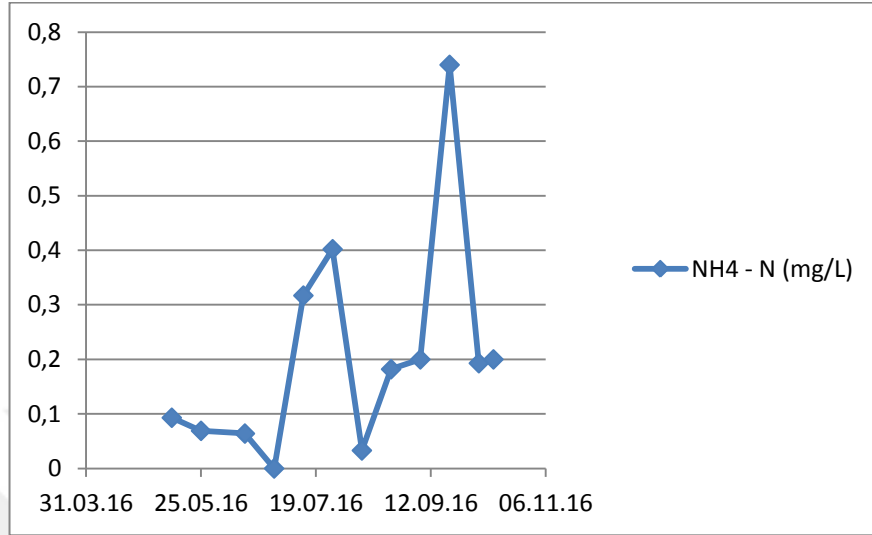
Mudurnu Nehri 2. Örnekleme Noktasının 6 aylık Toplam Kjeldahl Azotu ve Toplam Azot değişimleri Şekil 5.9.'da verilmiştir.



Şekil 5.9. 2. örnekleme noktası 6 aylık toplam kjeldahl azotu-toplam azot değişimi

2. Örnekleme noktasında, en düşük Toplam Kjeldahl Azotu Ekim ayında 0,022 mg/L, en yüksek Toplam Kjeldahl Azotu Ağustos ayında 0,785 mg/L olarak tespit edilmiştir. En düşük Toplam Azot Haziran ve Temmuz aylarında 1,2 mg/L, en yüksek Toplam Azot Ekim ayında 1,9 mg/L olarak tespit edilmiştir.

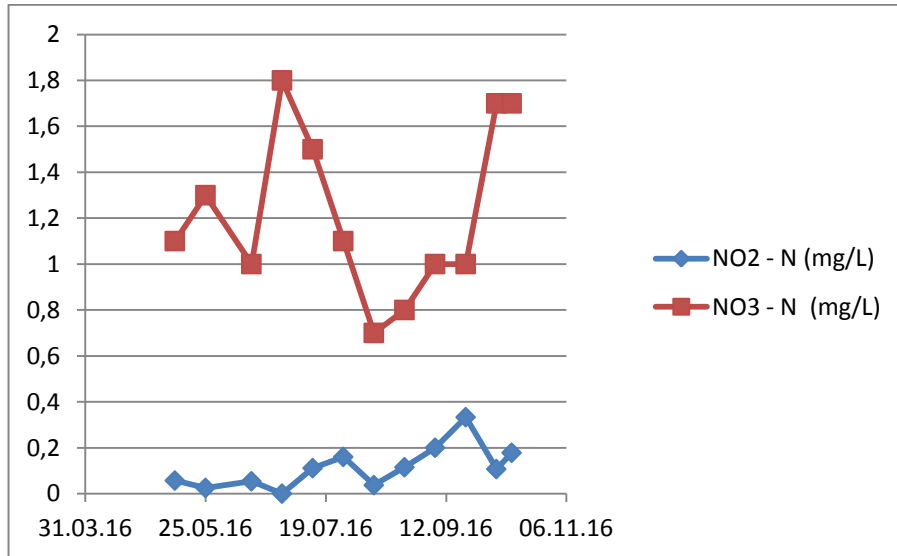
Mudurnu Nehri 2. Örnekleme Noktasının 6 aylık Amonyum Azotu değişimi Şekil 5.10.'da verilmiştir.



Şekil 5.10. 2. örnekleme noktası 6 aylık amonyum azotu değişimi

2. Örnekleme noktasında, en düşük Amonyum Azotu Haziran ayında 0,033 mg/L, en yüksek Amonyum Azotu Eylül ayında 0,740 mg/L olarak tespit edilmiştir.

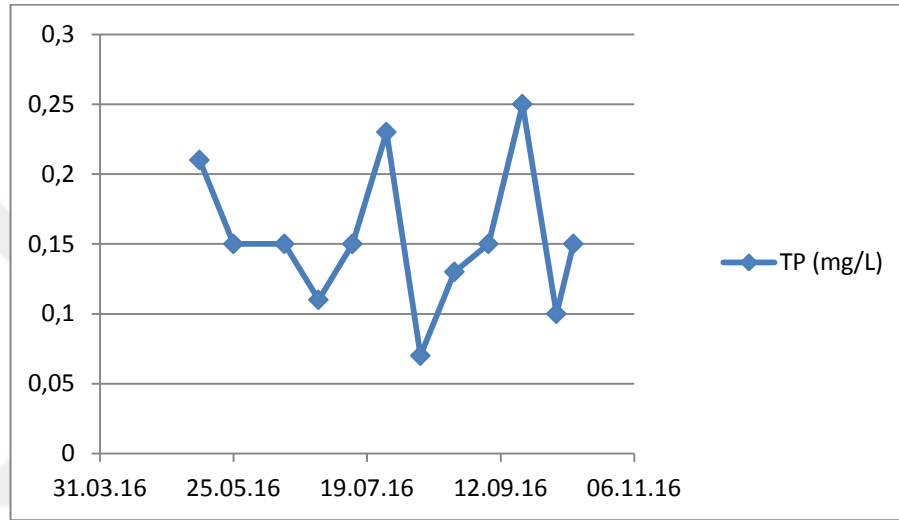
Mudurnu Nehri 2. Örnekleme Noktasının 6 aylık Nitrit Azotu ve Nitrat Azotu değişimleri Şekil 5.11.'de verilmiştir.



Şekil 5.11. 2. örnekleme noktası 6 aylık nitrit azotu-nitrat azotu değişimi

2. Örnekleme noktasında, en düşük Nitrit Azotu Mayıs ayında 0,025 mg/L, en yüksek Nitrit Azotu Eylül ayında 0,333 mg/L olarak tespit edilmiştir. En düşük Nitrat Azotu Ağustos ayında 0,7 mg/L, en yüksek Nitrat Azotu Haziran ayında 1,8 mg/L olarak tespit edilmiştir.

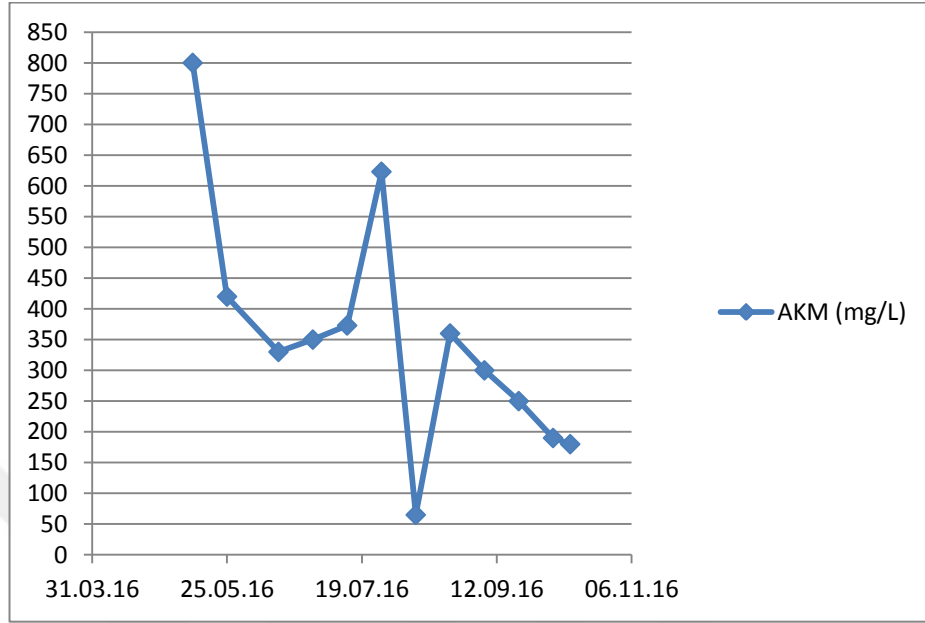
Mudurnu Nehri 2. Örnekleme Noktasının 6 aylık Toplam Fosfor değişimi Şekil 5.12.'de verilmiştir.



Şekil 5.12. 2. örnekleme noktası 6 aylık toplam fosfor değişimi

2. Örnekleme noktasında, en düşük Toplam Fosfor Ağustos ayında 0,07 mg/L, en yüksek Toplam Fosfor Eylül ayında 0,25 mg/L olarak tespit edilmiştir.

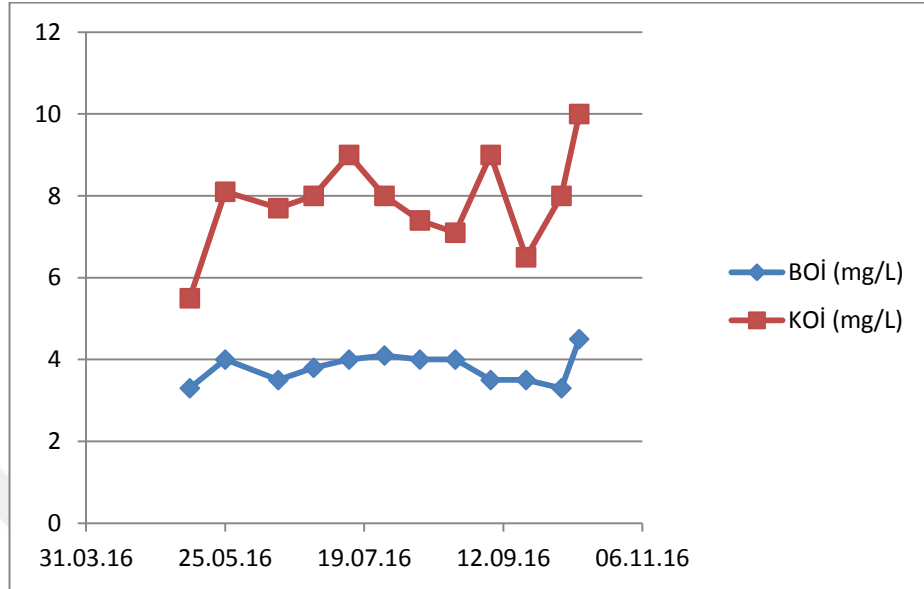
Mudurnu Nehri 2. Örnekleme Noktasının 6 aylık Askıda Katı Madde değişimi Şekil 5.13.'de verilmiştir.



Şekil 5.13. 2. örnekleme noktası 6 aylık askıda katı madde değişimi

2. Örnekleme noktasında, en düşük AKM Ağustos ayında 65 mg/L, en yüksek Mayıs ayında 800 mg/L olarak tespit edilmiştir.

Mudurnu Nehri 2. Örnekleme Noktasının 6 aylık Biyolojik Oksijen İhtiyacı ve Kimyasal Oksijen İhtiyacı değişimleri Şekil 5.14.'de verilmiştir.

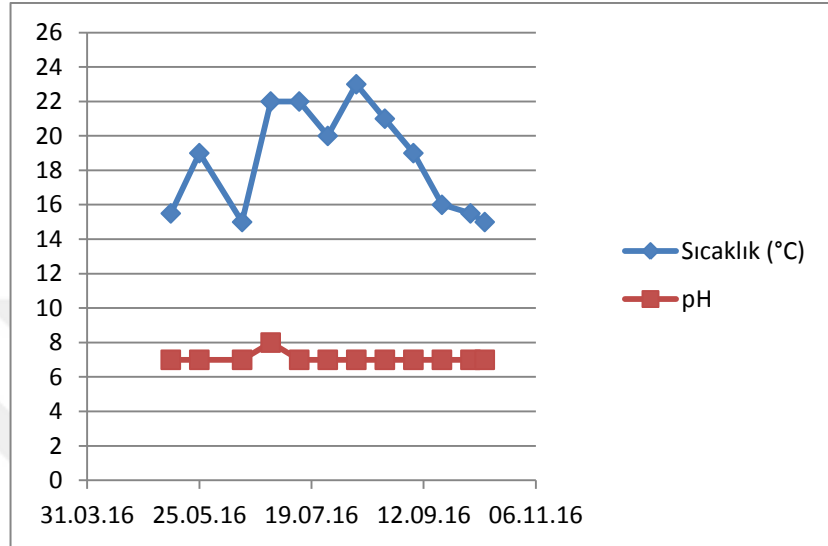


Şekil 5.14. 2. örnekleme noktası 6 aylık biyolojik oksijen ihtiyacı-kimyasal oksijen ihtiyacı değişimi

2. Örnekleme noktasında, en düşük BOİ Mayıs ayında 3,3 mg/L, en yüksek Ekim ayında 4,5 mg/L olarak tespit edilmiştir. En düşük KOİ Mayıs ayında 5,5 mg/L, en yüksek Ekim ayında 10 mg/L olarak tespit edilmiştir.

5.3. Mudurnu Nehri 3. Örnekleme Noktası Grafikleri

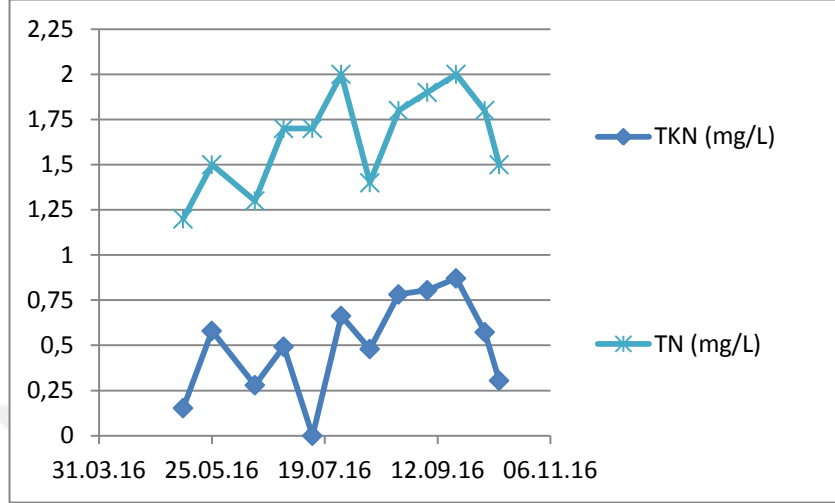
Mudurnu Nehri 3. Örnekleme Noktasının 6 aylık Sıcaklık ve pH değişimleri Şekil 5.15.'de verilmiştir.



Şekil 5.15. 3. örnekleme noktası 6 aylık sıcaklık-pH değişimi

Mudurnu Nehri'nde yapılan 6 aylık ölçümler sonucunda nehirdeki en düşük sıcaklık Haziran ve Ekim aylarında 15 °C, en yüksek sıcaklık Ağustos ayında 23 °C olarak tespit edilmiştir. En düşük pH değeri 7, en yüksek pH değeri 8 olarak tespit edilmiştir.

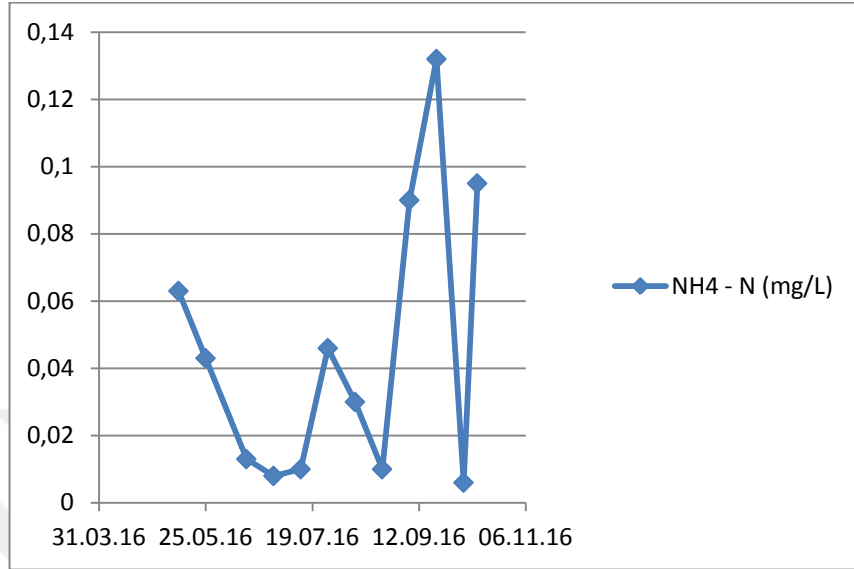
Mudurnu Nehri 3. Örnekleme Noktasının 6 aylık Toplam Kjeldahl Azotu ve Toplam Azot değişimleri Şekil 5.16.'da verilmiştir.



Şekil 5.16. 3. örnekleme noktası 6 aylık toplam kjeldahl azotu-toplam azot değişimi

3. Örnekleme noktasında, en düşük Toplam Kjeldahl Azotu Mayıs ayında 0,153 mg/L, en yüksek Toplam Kjeldahl Azotu Eylül ayında 0,871 mg/L olarak tespit edilmiştir. En düşük Toplam Azot Mayıs ayında 1,2 mg/L, en yüksek Toplam Azot Eylül ayında 1,9 mg/L olarak tespit edilmiştir.

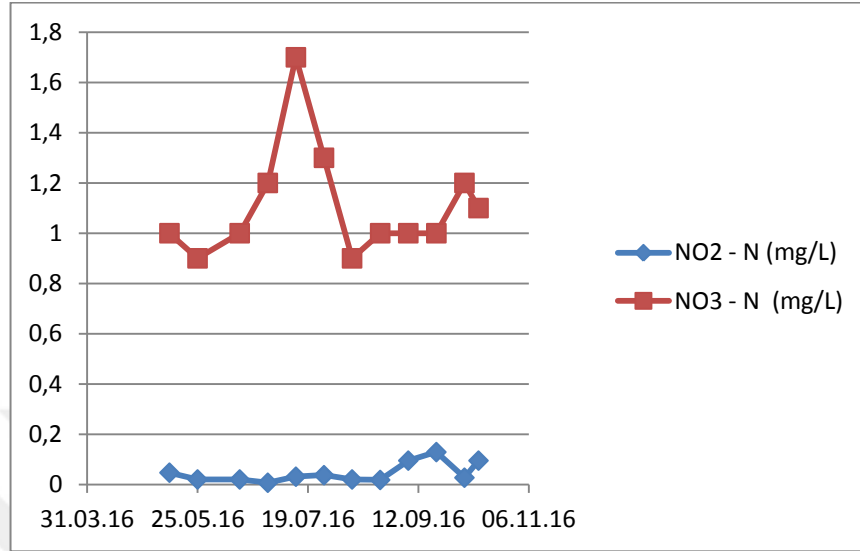
Mudurnu Nehri 3. Örnekleme Noktasının 6 aylık Amonyum Azotu değişimi Şekil 5.17.'de verilmiştir.



Şekil 5.17. 3. örnekleme noktası 6 aylık amonyum azotu değişimi

3. Örnekleme noktasında, en düşük Amonyum Azotu Ekim ayında 0,006 mg/L, en yüksek Amonyum Azotu Eylül ayında 0,132 mg/L olarak tespit edilmiştir.

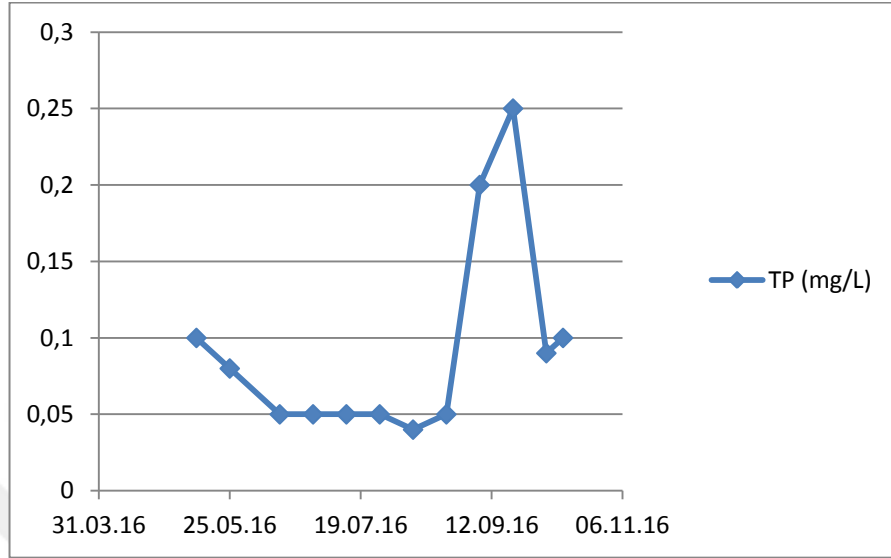
Mudurnu Nehri 3. Örnekleme Noktasının 6 aylık Toplam Nitrit Azotu ve Nitrat Azotu değişimleri Şekil 5.18.'de verilmiştir.



Şekil 5.18. 3. örnekleme noktası 6 aylık nitrit azotu-nitrat azotu değişimi

3. Örnekleme noktasında, en düşük Nitrit Azotu Haziran ayında 0,007 mg/L, en yüksek Nitrit Azotu Eylül ayında 0,129 mg/L olarak tespit edilmiştir. En düşük Nitrat Azotu Mayıs ve Ağustos aylarında 0,9 mg/L, en yüksek Nitrat Azotu Temmuz ayında 1,7 mg/L olarak tespit edilmiştir.

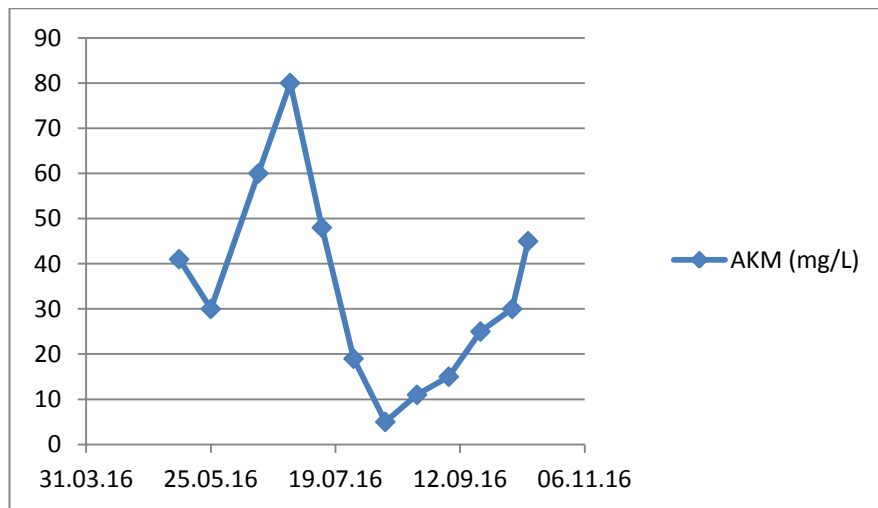
Mudurnu Nehri 3. Örnekleme Noktasının 6 aylık Toplam Fosfor değişimi Şekil 5.19.'da verilmiştir.



Şekil 5.19. 3. örnekleme noktası 6 aylık toplam fosfor değişimi

3. Örnekleme noktasında, en düşük Toplam Fosfor Ağustos ayında 0,04 mg/L, en yüksek Toplam Fosfor Eylül ayında 0,25 mg/L olarak tespit edilmiştir.

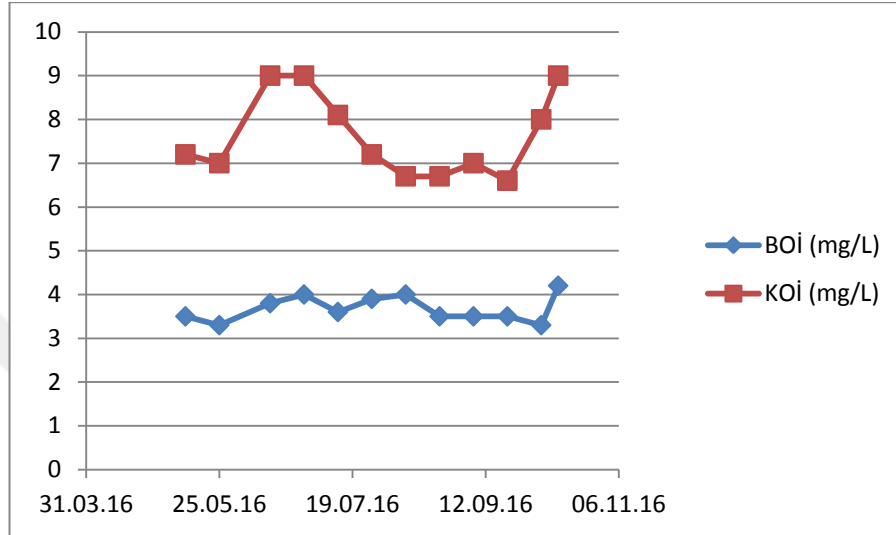
Mudurnu Nehri 3. Örnekleme Noktasının 6 aylık Askıda Katı Madde değişimi Şekil 5.20.'de verilmiştir.



Şekil 5.20. 3. örnekleme noktası 6 aylık askıda katı madde değişimi

3. Örnekleme noktasında, en düşük AKM Ağustos ayında 5 mg/L, en yüksek Haziran ayında 80 mg/L olarak tespit edilmiştir.

Mudurnu Nehri 3. Örnekleme Noktasının 6 aylık Biyolojik Oksijen İhtiyacı ve Kimyasal Oksijen İhtiyacı değişimleri Şekil 5.21.'de verilmiştir.

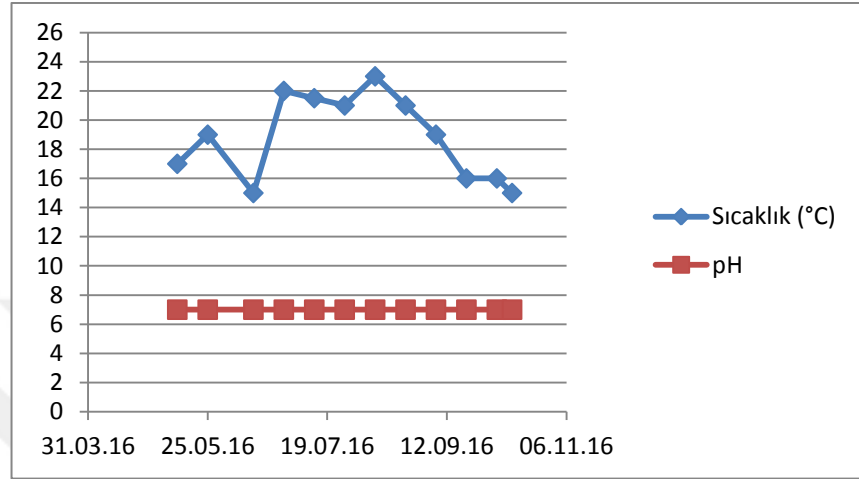


Şekil 5.21. 3. örnekleme noktası 6 aylık biyolojik oksijen ihtiyacı- kimyasal oksijen ihtiyacı değişimi

3. Örnekleme noktasında, en düşük BOİ Mayıs ve Ekim aylarında 3,3 mg/L, en yüksek Ekim ayında 4,2 mg/L olarak tespit edilmiştir. En düşük KOİ Eylül ayında 6,6 mg/L, en yüksek Ekim ayında 9 mg/L olarak tespit edilmiştir.

5.4. Mudurnu Nehri 4. Örnekleme Noktası Grafikleri

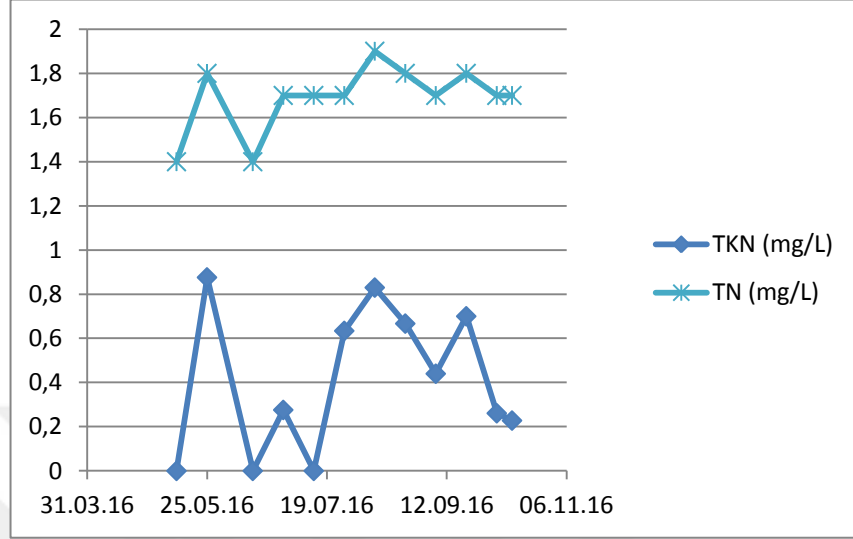
Mudurnu Nehri 4. Örnekleme Noktasının 6 aylık Sıcaklık ve pH değişimleri Şekil 5.22.'de verilmiştir.



Şekil 5.22. 4. örnekleme noktası 6 aylık sıcaklık-pH değişimi

Mudurnu Nehri'nde yapılan 6 aylık ölçümler sonucunda nehirdeki en düşük sıcaklık Haziran ve Ekim aylarında 15 °C, en yüksek sıcaklık Ağustos ayında 23 °C olarak tespit edilmiştir. pH değeri 7 olarak tespit edilmiştir.

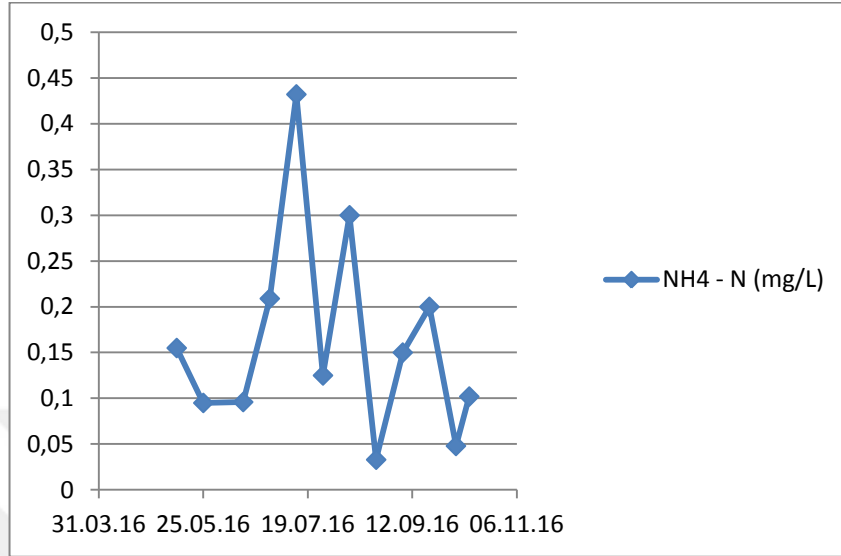
Mudurnu Nehri 4. Örnekleme Noktasının 6 aylık Toplam Kjeldahl Azotu ve Toplam Azot değişimleri Şekil 5.23.'de verilmiştir.



Şekil 5.23. 4. örnekleme noktası 6 aylık toplam kjeldahl azotu-toplam azot değişimi

4. Örnekleme noktasında, en düşük Toplam Kjeldahl Azotu Mayıs ayında 0 mg/L, en yüksek Toplam Kjeldahl Azotu Mayıs ayında 0,876 mg/L olarak tespit edilmiştir. En düşük Toplam Azot Mayıs ve Haziran aylarında 1,4 mg/L, en yüksek Toplam Azot Ağustos ayında 1,9 mg/L olarak tespit edilmiştir.

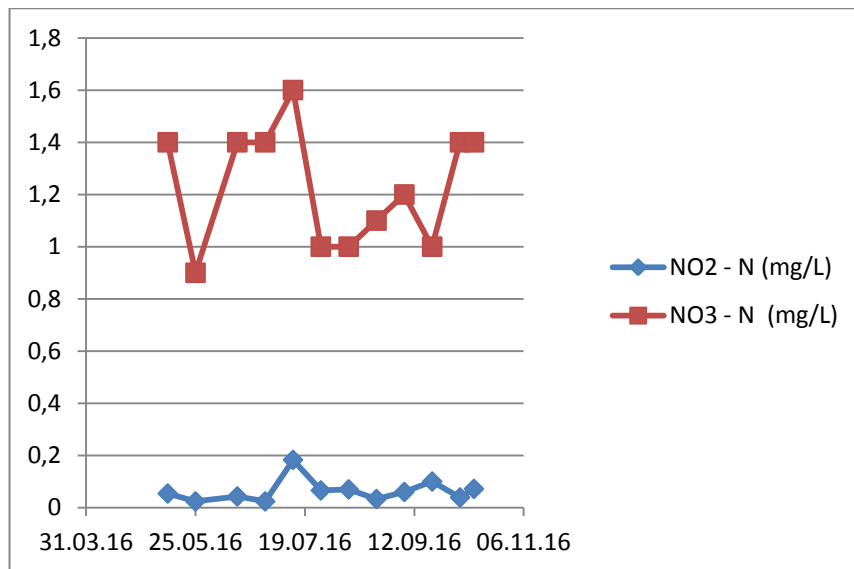
Mudurnu Nehri 4. Örnekleme Noktasının 6 aylık Amonyum Azotu değişimi Şekil 5.24.'de verilmiştir.



Şekil 5.24. 4. örnekleme noktası 6 aylık amonyum azotu değişimi

4. Örnekleme noktasında, en düşük Amonyum Azotu Ağustos ayında 0,033 mg/L, en yüksek Amonyum Azotu Temmuz ayında 0,432 mg/L olarak tespit edilmiştir.

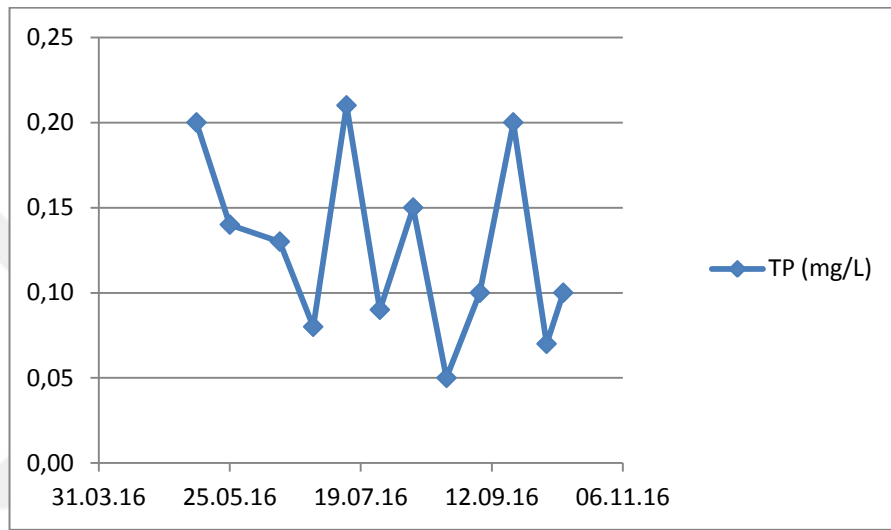
Mudurnu Nehri 4. Örnekleme Noktasının 6 aylık Nitrit Azotu ve Nitrat Azotu değişimleri Şekil 5.25.'de verilmiştir.



Şekil 5.25. 4. örnekleme noktası 6 aylık nitrit azotu-nitrat azotu değişimi

4. Örnekleme noktasında, en düşük Nitrit Azotu Mayıs ve Haziran aylarında 0,024 mg/L, en yüksek Nitrit Azotu Temmuz ayında 0,183 mg/L olarak tespit edilmiştir. En düşük Nitrat Azotu Mayıs ayında 0,9 mg/L, en yüksek Nitrat Azotu Temmuz ayında 1,6 mg/L olarak tespit edilmiştir.

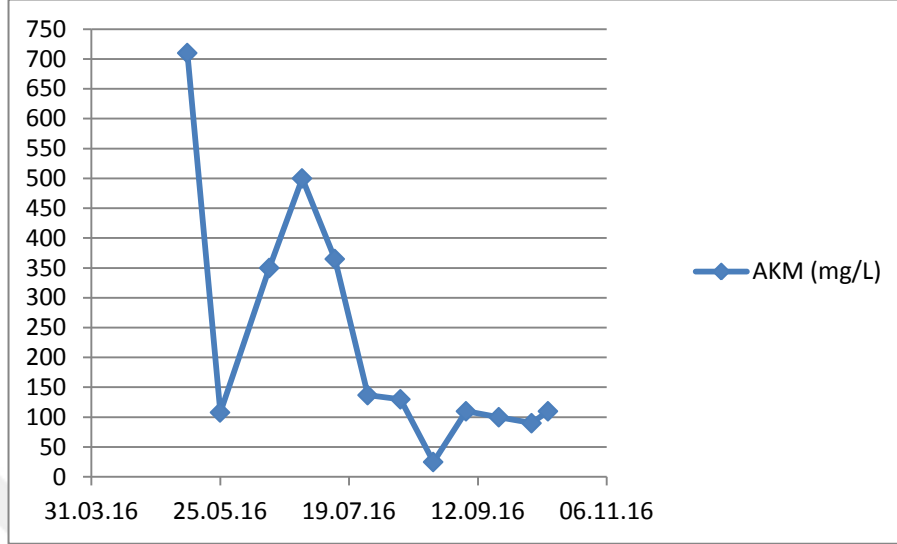
Mudurnu Nehri 4. Örnekleme Noktasının 6 aylık Toplam Fosfor değişimi Şekil 5.26.'da verilmiştir.



Şekil 5.26. 4. örnekleme noktası 6 aylık toplam fosfor değişimi

4. Örnekleme noktasında, en düşük Toplam Fosfor Ağustos ayında 0,05 mg/L, en yüksek Toplam Fosfor Temmuz ayında 0,21 mg/L olarak tespit edilmiştir.

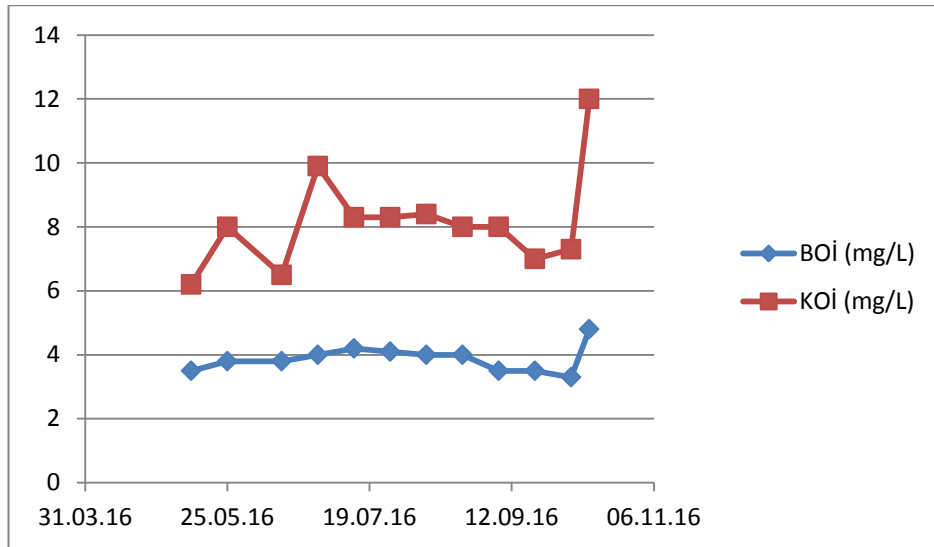
Mudurnu Nehri 4. Örnekleme Noktasının 6 aylık Askıda Katı Madde değişimi Şekil 5.27.'de verilmiştir.



Şekil 5.27. 4. örnekleme noktası 6 aylık askıda katı madde değişimi

4. Örnekleme noktasında, en düşük AKM Ağustos ayında 25 mg/L, en yüksek Mayıs ayında 710 mg/L olarak tespit edilmiştir.

Mudurnu Nehri 4. Örnekleme Noktasının 6 aylık Toplam Kjeldahl Azotu ve Toplam Azot değişimleri Şekil 5.28.'de verilmiştir.

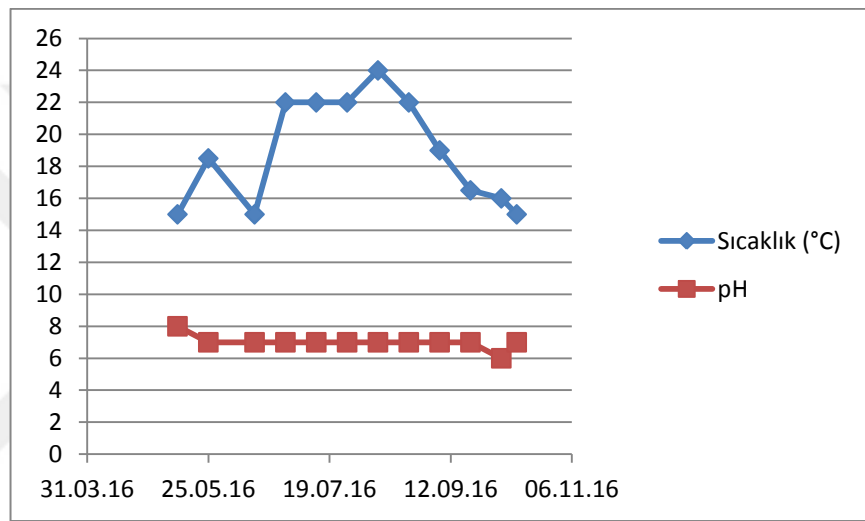


Şekil 5.28. 4. örnekleme noktası 6 aylık biyolojik oksijen ihtiyacı- kimyasal oksijen ihtiyacı değişimi

4. Örnekleme noktasında, en düşük BOİ Ekim ayında 3,3 mg/L, en yüksek Ekim ayında 4,8 mg/L olarak tespit edilmiştir. En düşük KOİ Mayıs ayında 6,2 mg/L, en yüksek Ekim ayında 12 mg/L olarak tespit edilmiştir.

5.5. Mudurnu Nehri 5. Örnekleme Noktası Grafikleri

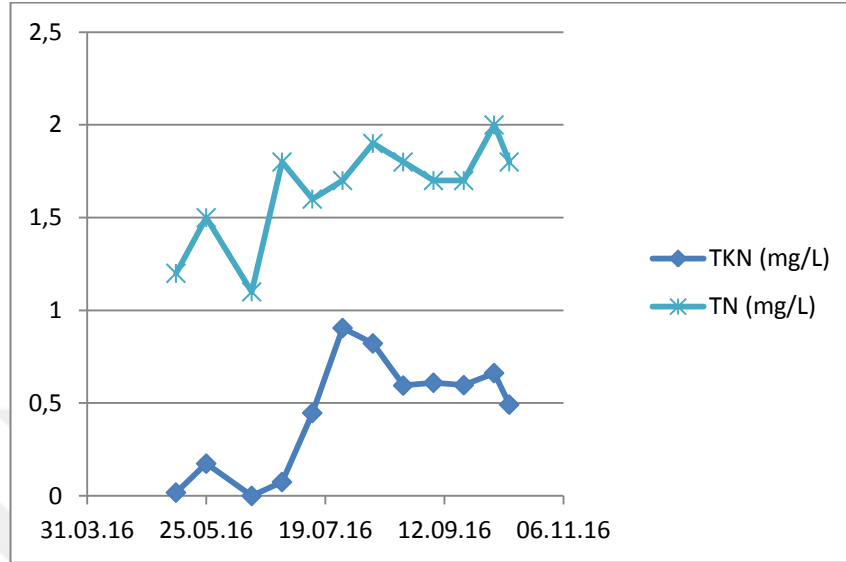
Mudurnu Nehri 5. Örnekleme Noktasının 6 aylık Sıcaklık ve pH değişimleri Şekil 5.29.'da verilmiştir.



Şekil 5.29. 5. örnekleme noktası 6 aylık sıcaklık-pH değişimi

Mudurnu Nehri'nde yapılan 6 aylık ölçümler sonucunda nehirdeki en düşük sıcaklık Mayıs ve Ekim aylarında 15 °C, en yüksek sıcaklık Ağustos ayında 24 °C olarak tespit edilmiştir. pH değeri en düşük Ekim ayında 6, en yüksek Mayıs ayında 8 olarak tespit edilmiştir.

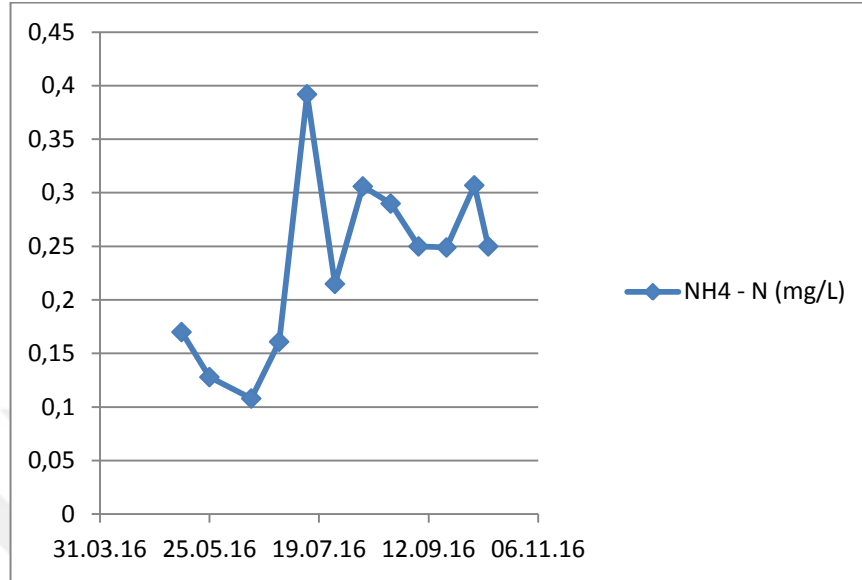
Mudurnu Nehri 5. Örnekleme Noktasının 6 aylık Toplam Kjeldahl Azotu ve Toplam Azot değişimleri Şekil 5.30.'da verilmiştir.



Şekil 5.30. 5. örnekleme noktası 6 aylık toplam kjeldahl azotu-toplam azot değişimi

5. Örnekleme noktasında, en düşük Toplam Kjeldahl Azotu Mayıs ayında 0,018 mg/L, en yüksek Toplam Kjeldahl Azotu Temmuz ayında 0,905 mg/L olarak tespit edilmiştir. En düşük Toplam Azot Haziran ayında 1,1 mg/L, en yüksek Toplam Azot Ağustos ayında 1,9 mg/L olarak tespit edilmiştir.

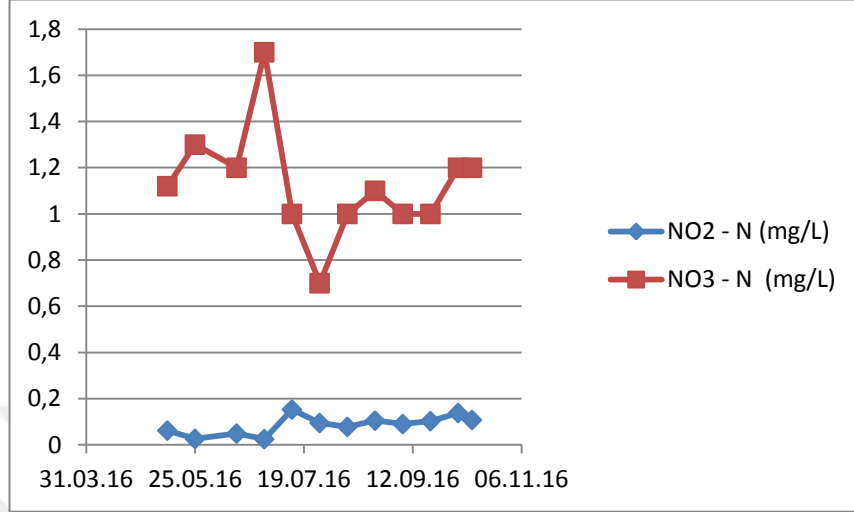
Mudurnu Nehri 5. Örnekleme Noktasının 6 aylık Amonyum Azotu değişimi Şekil 5.31.'de verilmiştir.



Şekil 5.31. 5. örnekleme noktası 6 aylık amonyum azotu değişimi

5. Örnekleme noktasında, en düşük Amonyum Azotu Haziran ayında 0,108 mg/L, en yüksek Amonyum Azotu Temmuz ayında 0,392 mg/L olarak tespit edilmiştir.

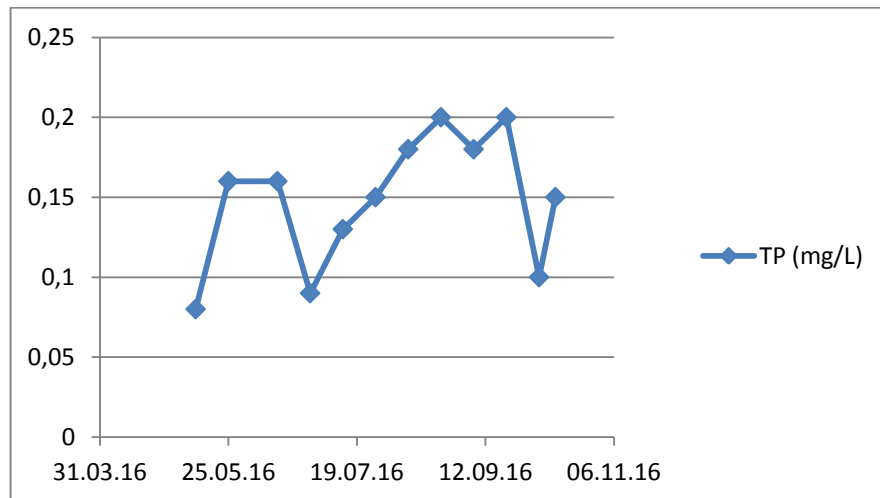
Mudurnu Nehri 5. Örnekleme Noktasının 6 aylık Nitrit Azotu ve Nitrat Azotu değişimleri Şekil 5.32.'de verilmiştir.



Şekil 5.32. 5. örnekleme noktası 6 aylık nitrit azotu-nitrat azotu değişimi

5. Örnekleme noktasında, en düşük Nitrit Azotu Mayıs ve Haziran aylarında 0,025 mg/L, en yüksek Nitrit Azotu Temmuz ayında 0,153 mg/L olarak tespit edilmiştir. En düşük Nitrat Azotu Temmuz ayında 0,7 mg/L, en yüksek Nitrat Azotu Haziran ayında 1,7 mg/L olarak tespit edilmiştir.

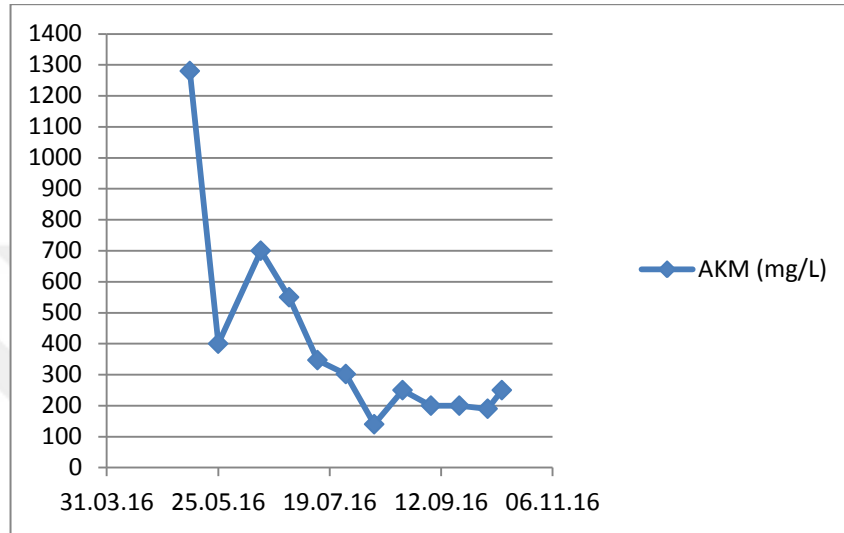
Mudurnu Nehri 5. Örnekleme Noktasının 6 aylık Toplam Fosfor değişimi Şekil 5.33.'de verilmiştir.



Şekil 5.33. 5. örnekleme noktası 6 aylık toplam fosfor değişimi

5. Örnekleme noktasında, en düşük Toplam Fosfor Mayıs ayında 0,08 mg/L, en yüksek Toplam Fosfor Ağustos ve Eylül aylarında 0,20 mg/L olarak tespit edilmiştir.

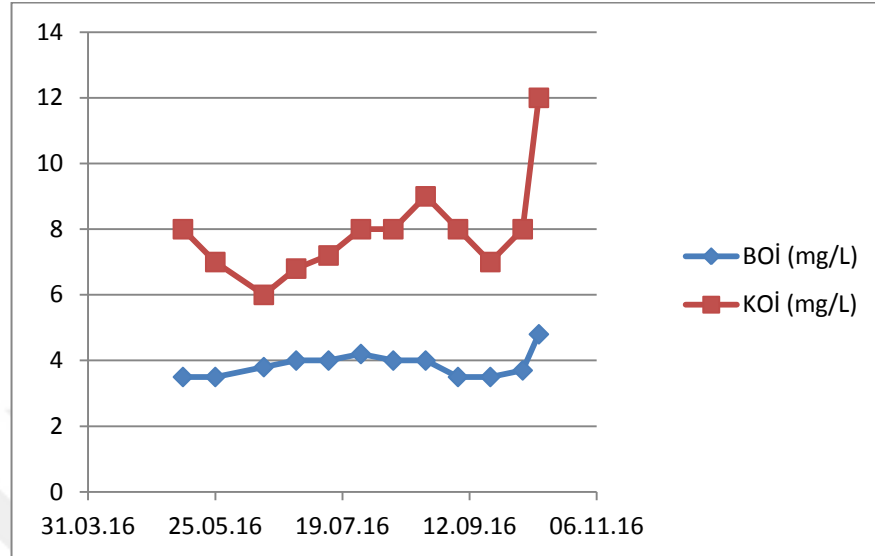
Mudurnu Nehri 5. Örnekleme Noktasının 6 aylık Askıda Katı Madde değişimi Şekil 5.34.'de verilmiştir.



Şekil 5.34. 5. örnekleme noktası 6 aylık askıda katı madde değişimi

5. Örnekleme noktasında, en düşük AKM Ağustos ayında 140 mg/L, en yüksek Mayıs ayında 1280 mg/L olarak tespit edilmiştir.

Mudurnu Nehri 5. Örnekleme Noktasının 6 aylık Biyolojik Oksijen İhtiyacı ve Kimyasal Oksijen İhtiyacı değişimleri Şekil 5.35.'de verilmiştir.

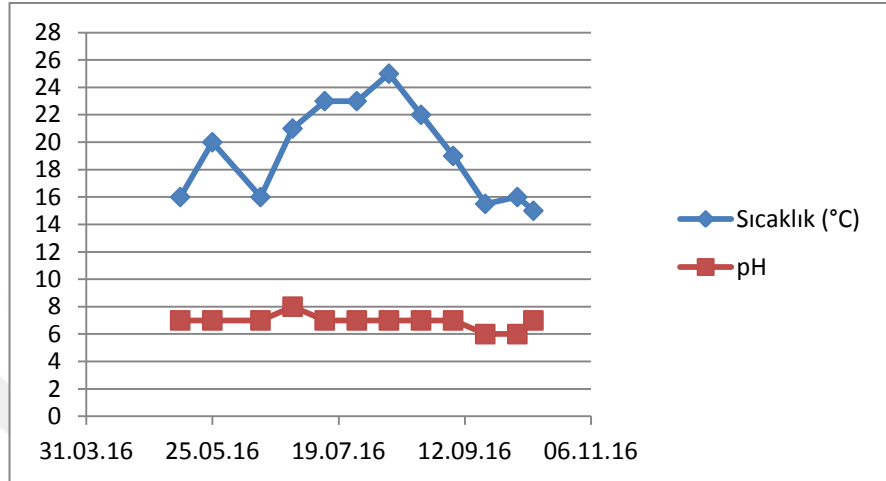


Şekil 5.35. 5. örnekleme noktası 6 aylık biyolojik oksijen ihtiyacı- kimyasal oksijen ihtiyacı değişimi

5. Örnekleme noktasında, en düşük BOİ Mayıs ve Eylül aylarında 3,5 mg/L, en yüksek Ekim ayında 4,8 mg/L olarak tespit edilmiştir. En düşük KOİ Haziran ayında 6 mg/L, en yüksek Ekim ayında 12 mg/L olarak tespit edilmiştir.

5.6. Mudurnu Nehri 6. Örnekleme Noktası Grafikleri

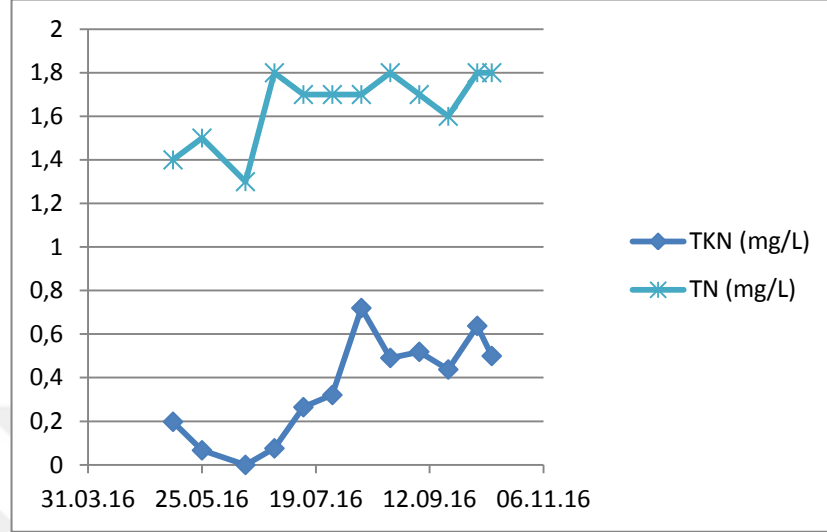
Mudurnu Nehri 6. Örnekleme Noktasının 6 aylık Sıcaklık ve pH değişimleri Şekil 5.36.'da verilmiştir.



Şekil 5.36. 6. örnekleme noktası 6 aylık sıcaklık-pH değişimi

Mudurnu Nehri'nde yapılan 6 aylık ölçümler sonucunda nehirdeki en düşük sıcaklık Ekim ayında 15 °C, en yüksek sıcaklık Ağustos ayında 25 °C olarak tespit edilmiştir. pH değeri en düşük Ekim ayında 6, en yüksek Haziran ayında 8 olarak tespit edilmiştir.

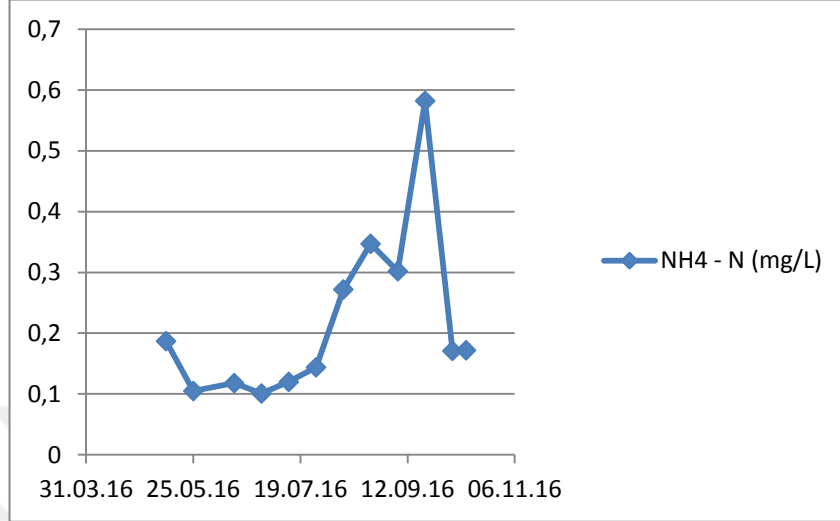
Mudurnu Nehri 6. Örnekleme Noktasının 6 aylık Toplam Kjeldahl Azotu ve Toplam Azot değişimleri Şekil 5.37.'de verilmiştir.



Şekil 5.37. 6. örnekleme noktası 6 aylık toplam kjeldahl azotu- toplam azot değişimi

6. Örnekleme noktasında, en düşük Toplam Kjeldahl Azotu Mayıs ayında 0,067 mg/L, en yüksek Toplam Kjeldahl Azotu Ağustos ayında 0,720 mg/L olarak tespit edilmiştir. En düşük Toplam Azot Haziran aylarında 1,3 mg/L, en yüksek Toplam Azot Ağustos ve Ekim aylarında 1,9 mg/L olarak tespit edilmiştir.

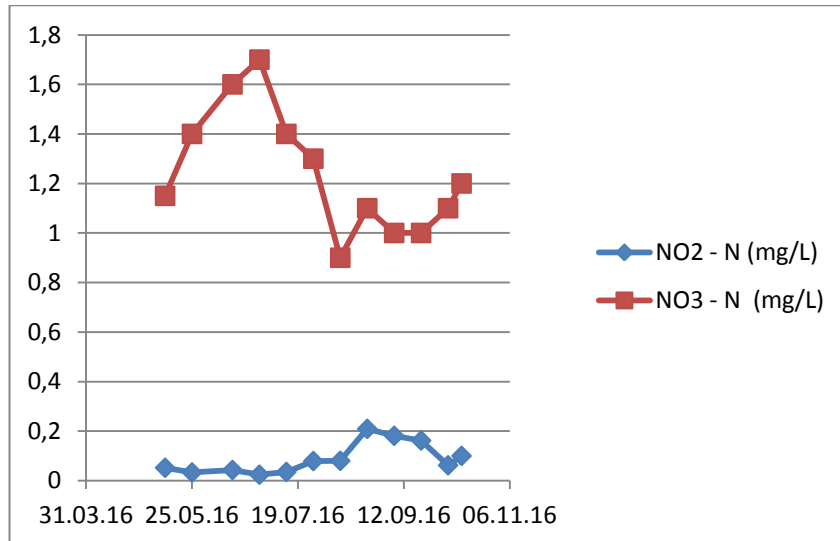
Mudurnu Nehri 6. Örnekleme Noktasının 6 aylık Amonyum Azotu değişimi Şekil 5.38.'de verilmiştir.



Şekil 5.38. 6. örnekleme noktası 6 aylık amonyum azotu değişimi

6. Örnekleme noktasında, en düşük Amonyum Azotu Haziran ayında 0,101 mg/L, en yüksek Amonyum Azotu Eylül ayında 0,582 mg/L olarak tespit edilmiştir.

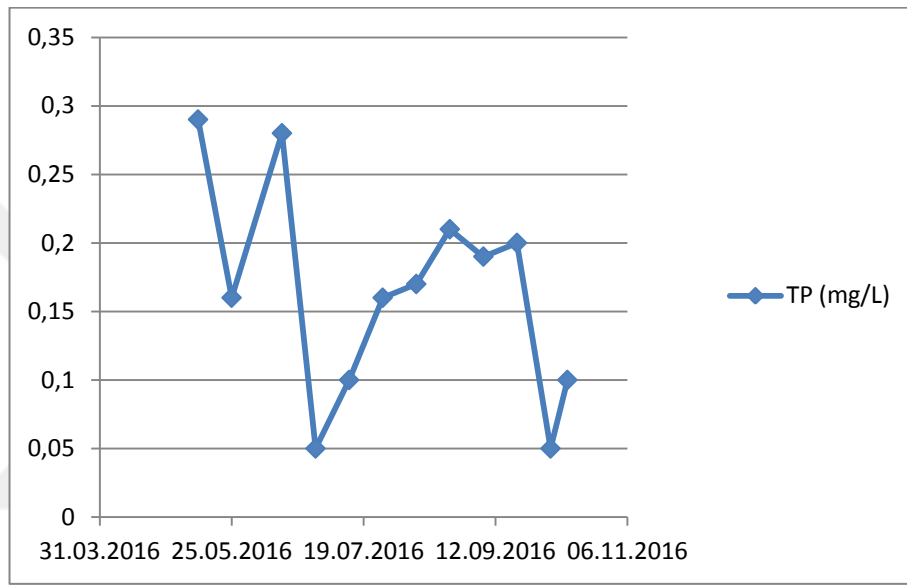
Mudurnu Nehri 6. Örnekleme Noktasının 6 aylık Nitrit Azotu ve Nitrat Azotu değişimleri Şekil 5.39.'da verilmiştir.



Şekil 5.39. 6. örnekleme noktası 6 aylık nitrit azotu-nitrat azotu değişimi

6. Örnekleme noktasında, en düşük Nitrit Azotu Mayıs ve Haziran aylarında 0,024 mg/L, en yüksek Nitrit Azotu Ağustos ayında 0,209 mg/L olarak tespit edilmiştir. En düşük Nitrat Azotu Ağustos ayında 0,9 mg/L, en yüksek Nitrat Azotu Haziran ayında 1,7 mg/L olarak tespit edilmiştir.

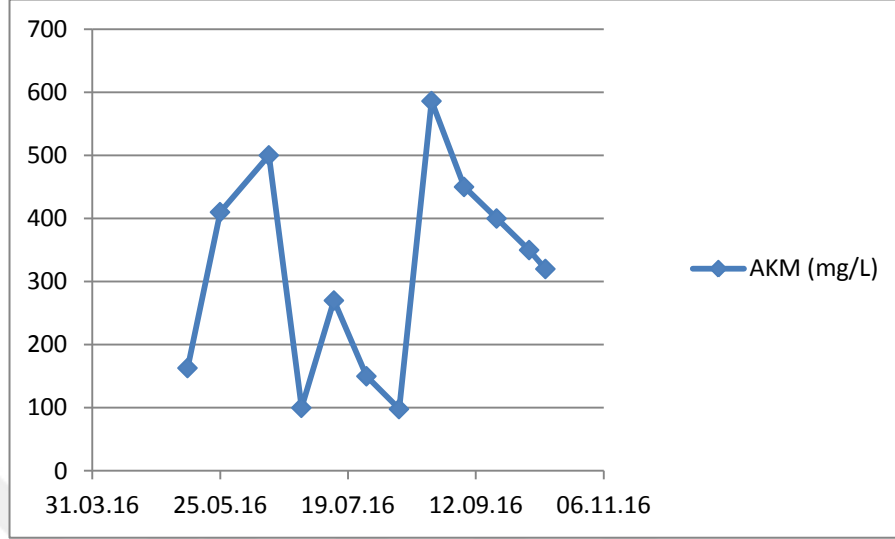
Mudurnu Nehri 6. Örnekleme Noktasının 6 aylık Toplam Fosfor değişimi Şekil 5.40.'da verilmiştir.



Şekil 5.40. 6. örnekleme noktası 6 aylık toplam fosfor değişimi

6. Örnekleme noktasında, en düşük Toplam Fosfor Haziran ve Ekim aylarında 0,05 mg/L, en yüksek Toplam Fosfor Mayıs ayında 0,29 mg/L olarak tespit edilmiştir.

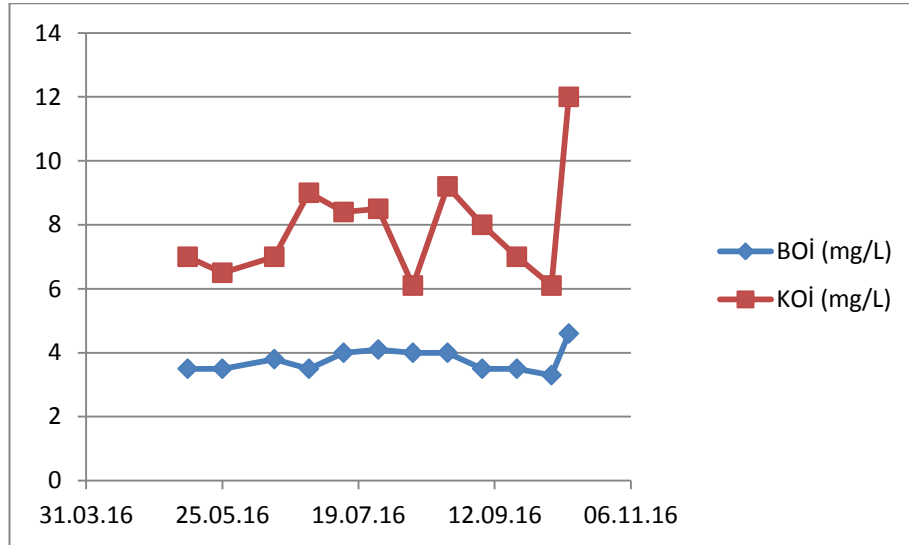
Mudurnu Nehri 6. Örnekleme Noktasının 6 aylık Askıda Katı Madde değişimi Şekil 5.41.'de verilmiştir.



Şekil 5.41. 6. örnekleme noktası 6 aylık askıda katı madde değişimi

6. Örnekleme noktasında, en düşük AKM Ağustos ayında 98 mg/L, en yüksek Ağustos ayında 586 mg/L olarak tespit edilmiştir.

Mudurnu Nehri 6. Örnekleme Noktasının 6 aylık Biyolojik Oksijen İhtiyacı ve Kimyasal Oksijen İhtiyacı değişimleri Şekil 5.42.'de verilmiştir.

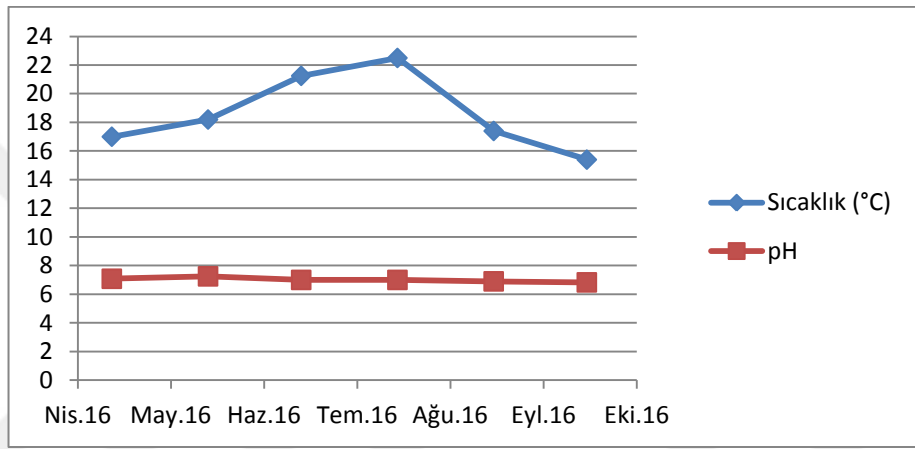


Şekil 5.42. 6. örnekleme noktası 6 aylık biyolojik oksijen ihtiyacı-kimyasal oksijen ihtiyacı değişimi

6. Örnekleme noktasında, en düşük BOİ Ekim ayında 3,3 mg/L, en yüksek Ekim ayında 4,6 mg/L olarak tespit edilmiştir. En düşük KOİ Ağustos ve Ekim aylarında 6,1 mg/L, en yüksek Ekim ayında 12 mg/L olarak tespit edilmiştir.

5.7. Mudurnu Nehri'nde Parametre Ortalamalarının Aylara Göre Değişimi

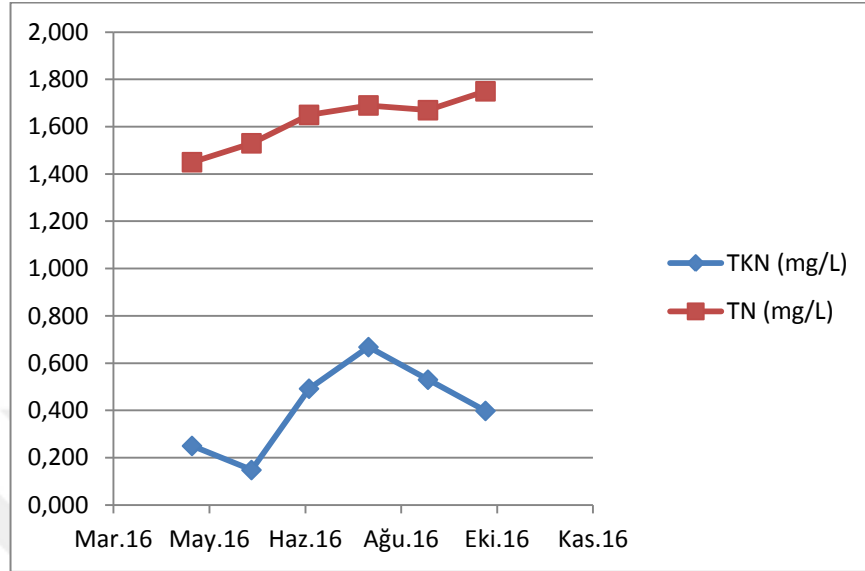
Mudurnu Nehri'nin 6 aylık ortalama Sıcaklık ve pH değerlerinin aylara göre değişimleri Şekil 5.43.'de verilmiştir.



Şekil 5.43. Mudurnu Nehri'nin ortalama sıcaklık-pH değerlerinin aylara göre değişimi

Mudurnu Nehri'nin Sıcaklık ve pH değerleri aylara göre incelendiğinde, ilkbahar ve yaz dönemi olan Mayıs, Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarında sıcaklık zamanla yükselmiştir ve en yüksek ortalama değer Ağustos ayında 22,5 °C olarak tespit edilmiştir. Belirlenen 6 aylık inceleme dönemi içinde en düşük sıcaklık ortalama değeri ise Mayıs ve Ekim aylarında 15,4 °C olarak tespit edilmiştir. pH değerlerinde en yüksek ortalama değer Haziran ayında 7,3 ve en düşük ortalama değer Ekim ayında 6,8 olarak tespit edilmiştir.

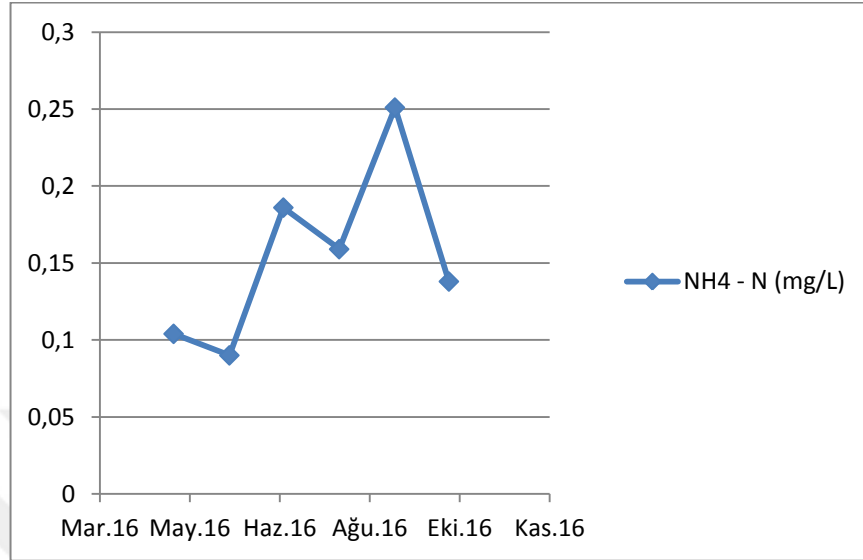
Mudurnu Nehri'nin 6 aylık ortalama Toplam Kjeldahl Azotu ve Toplam Azot değerlerinin aylara göre değişimleri Şekil 5.44.'de verilmiştir.



Şekil 5.44. Mudurnu Nehri'nin ortalama toplam kjeldahl azotu-toplam azot değerlerinin aylara göre değişimi

Toplam Kjeldahl Azotu için en yüksek ortalama değer Ağustos ayında 0,668 mg/L, en düşük ortalama değer Haziran ayında 0,148 mg/L olarak tespit edilmiştir. Toplam Azot değeri zamanla artmıştır ve en yüksek ortalama değer Ekim ayında 1,75 mg/L, en düşük ortalama değer Mayıs ayında 1,45 mg/L olarak tespit edilmiştir.

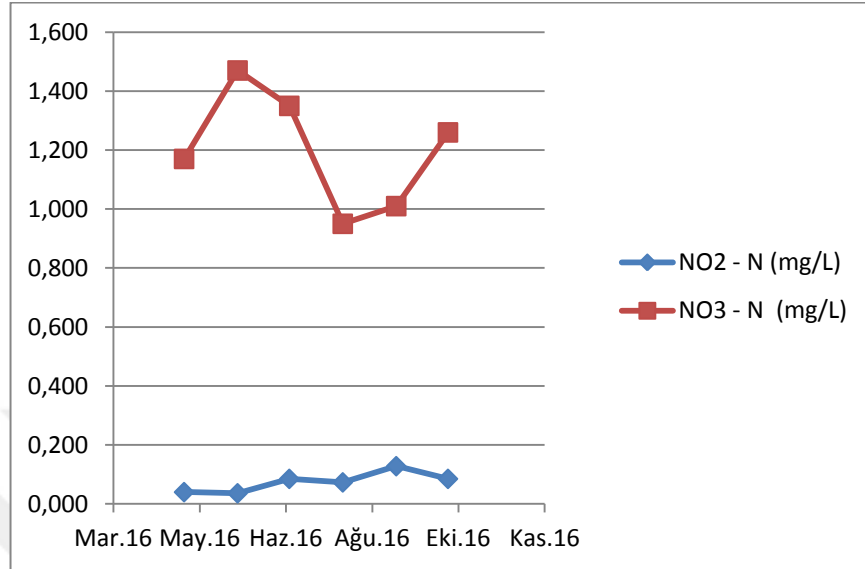
Mudurnu Nehri'nin 6 aylık ortalama Amonyum Azotu değerlerinin aylara göre değişimleri Şekil 5.45.'de verilmiştir.



Şekil 5.45. Mudurnu Nehri'nin ortalama amonyum azotu değerlerinin aylara göre değişimi

Amonyum Azotu için en yüksek ortalama değer Eylül ayında 0,251 mg/L, en düşük ortalama değer Haziran ayında 0,090 mg/L olarak tespit edilmiştir.

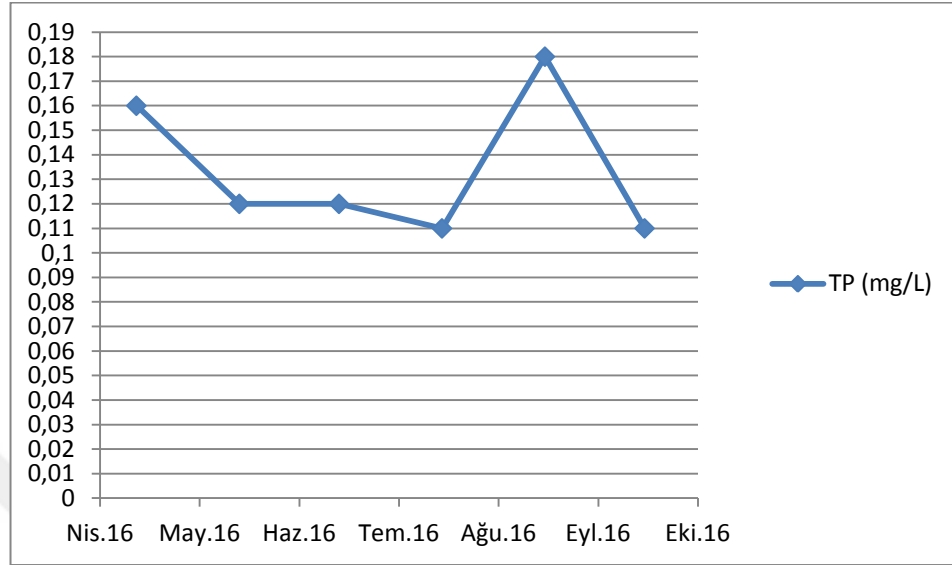
Mudurnu Nehri'nin 6 aylık ortalama Nitrit Azotu ve Nitrat Azotu değerlerinin aylara göre değişimleri Şekil 5.46.'da verilmiştir.



Şekil 5.46. Mudurnu Nehri'nin ortalama nitrit azotu-nitrat azotu değerlerinin aylara göre değişimi

Nitrit Azotu için en yüksek ortalama değer Eylül ayında 0,128 mg/L, en düşük ortalama değer Haziran ayında 0,036 mg/L olarak tespit edilmiştir. Nitrat Azotu için en yüksek ortalama değer Haziran ayında 1,47 mg/L, en düşük ortalama değer Ağustos ayında 0,95 mg/L olarak tespit edilmiştir.

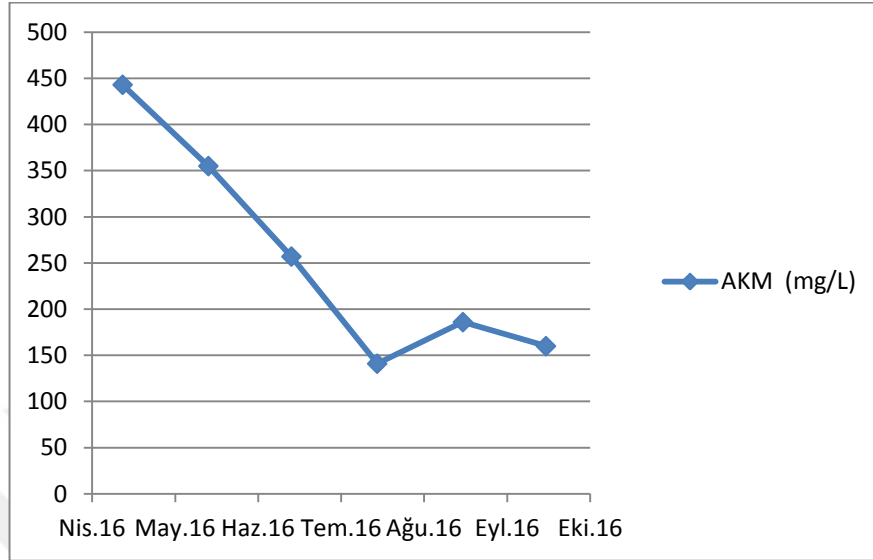
Mudurnu Nehri'nin 6 aylık ortalama Toplam Fosfor değerinin aylara göre değişimleri Şekil 5.47.'de verilmiştir.



Şekil 5.47. Mudurnu Nehri'nin ortalama toplam fosfor değerinin aylara göre değişimi

lm yapılan tarihlerde Toplam Fosfor için en yüksek ortalama değer Eylül ayında 0,18 mg/L, en düşük ortalama değer Ağustos ve Ekim aylarında 0,11 mg/L olarak tespit edilmiştir.

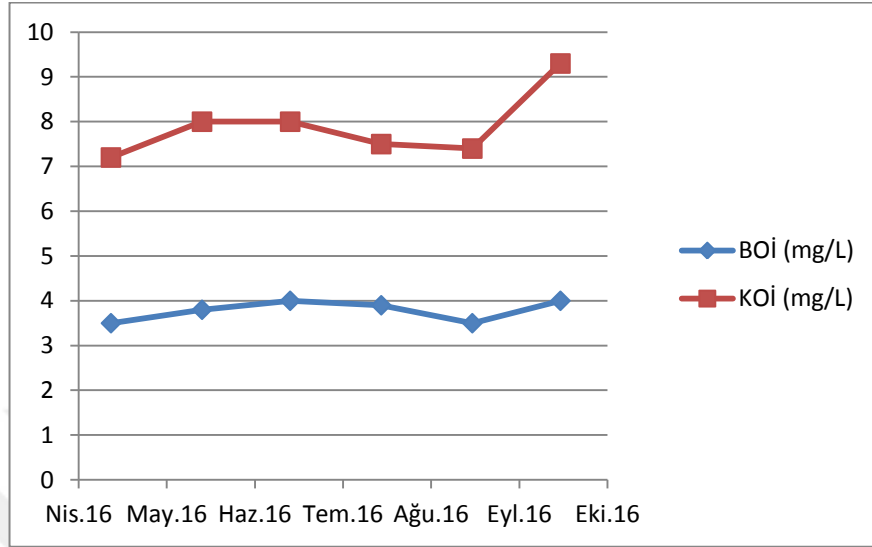
Mudurnu Nehri'nin 6 aylık ortalama Askıda Katı Madde değerinin aylara göre değışimleri Şekil 5.48.'de verilmiştir.



Şekil 5.48. Mudurnu Nehri'nin ortalama askıda katı madde değerinin aylara göre değışimi

Mudurnu Nehri'nde Askıda Katı Madde değerinin ölçüm yapılan aylarda en yüksek ortalama değeri Mayıs ayında 443 mg/L, en düşük ortalama değeri Ağustos ayında 141 mg/L olarak tespit edilmiştir.

Mudurnu Nehri'nin 6 aylık ortalama Biyolojik Oksijen İhtiyacı ve Kimyasal Oksijen İhtiyacı değerlerinin aylara göre değişimleri Şekil 5.49.'da verilmiştir.



Şekil 5.49. Mudurnu Nehri'nin ortalama biyolojik oksijen ihtiyacı-kimyasal oksijen ihtiyacı değerlerinin aylara göre değişimi

Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı ve Kimyasal Oksijen İhtiyacı parametreleri birbirine paralellik göstermiştir. BOİ için en yüksek ortalama değer Temmuz ve Ekim aylarında 4 mg/L, en düşük ortalama değer Mayıs ve Eylül aylarında 3,5 mg/L olarak tespit edilmiştir. KOİ için en yüksek ortalama değer Ekim ayında 9,3 mg/L, en düşük ortalama değer Mayıs ayında 7,2 mg/L olarak tespit edilmiştir.

5.8. Örneklem Noktalarının Su Kalite Sınıfları Tablosu ve Değerlendirilmesi

Mudurnu Nehri'nin örneklem noktalarına göre su kalite sınıflarının tablosu Tablo 5.1.'de verilmiştir.

Tablo 5.1. Örneklem noktaları su kalite sınıfları tablosu

Su Kalite Parametreleri	1.Nokta		2.Nokta		3.Nokta		4.Nokta		5.Nokta		6.Nokta	
Genel Şartlar	Hazen Aritmetik		Hazen Aritmetik		Hazen Aritmetik		Hazen Aritmetik		Hazen Aritmetik		Hazen Aritmetik	
Sıcaklık (°C)	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
pH	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Su Klatite Sınıfı	I		I		I		I		I		I	
(A) Oksijenlendirme Parametreleri												
Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ) (mg/L)	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Biyolojik Oksijen İhtiyacı (BOİ5) (mg/L)	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I
Su Klatite Sınıfı	II		II		II		II		II		II	
(B) Nutrient (Besin Elementleri) Parametreleri												
NH ₄ -N (mg/L)	I	I	II	II	I	I	II	I	II	II	II	II
NO ₂ -N (mg/L)	IV	III	IV	IV	IV	III	IV	IV	IV	IV	IV	IV
NO ₃ -N (mg/L)	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Toplam Kjeldahl-Azotu (mg/L)	I	I	I	I	II	II	I	I	I	I	I	I
Toplam Fosfor (mg/L)	II	II	III	II	III	II	III	II	III	II	III	III
Su Klatite Sınıfı	IV		IV		IV		IV		IV		IV	

Nehirden alınan 6 aylık su numunelerinden elde edilen veriler, Yüzeysel Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği'nde bulunan Kıtaçi Yüzeysel Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri ile değerlendirilmiştir.

Sıcaklık değerlerinde en düşük değer 1. Noktada 14,5°C, en yüksek değer 6. Noktada 25°C ve ortalama değer 18,6°C olarak bulunmuştur. Değerlerin Aritmetik ortalamalarına ve Hazen Yöntemine göre Sıcaklık için 6 noktanın tümünün I. sınıf su (Yüksek Kaliteli Su) kalitesine sahip olduğu tespit edilmiştir.

pH değerlerinde en düşük değer 6, en yüksek değer 8 ve ortalama değer 7.0 olarak bulunmuştur. Değerlerin Aritmetik ortalamalarına ve Hazen Yöntemine göre pH için 6 noktanın tümünün I. sınıf su (Yüksek Kaliteli Su) kalitesine sahip olduğu tespit edilmiştir.

KOİ değerlerinde en düşük değer 2. Noktada 5,5 mg/L, en yüksek değer 1., 4., 5., ve 6. Noktada 12 mg/L ve tüm noktaların genel ortalama değeri 7,9 mg/L olarak bulunmuştur. Su kalite sınıfları değerlerin aritmetik ortalamaları alınarak ve Hazen Yöntemine göre belirlenmiş ve değerlendirilmiştir. Hesaplanan değerlere göre KOİ

için 1.,2.,3.,4.,5. ve 6. Noktaların tümünün I. sınıf su (Yüksek Kaliteli Su) kalitesi olduğu belirlenmiştir.

BOİ değerlerinde ilk üç noktada en düşük değer olan 3,3 mg/L, en yüksek değer 1. Noktada 5 mg/L ve genel ortalama değer 3,8 mg/L olarak bulunmuştur. BOİ için Değerlerin Aritmetik ortalamalarına göre 6 noktanın hepsinin I. sınıf su (Yüksek Kaliteli Su) kalitesine sahip olduğu ve Hazen Yöntemine göre ise 6 noktanın hepsinin II. sınıf su (Az Kirlenmiş Su) kalitesine sahip olduğu tespit edilmiştir.

NH₄-N değerlerinde en düşük değer 3. Noktada 0,006 mg/L, en yüksek değer 2. Noktada 0,740 mg/L ve ortalama değer 0,155 mg/L olarak bulunmuştur. Değerlerin Aritmetik ortalamalarına ve Hazen Yöntemine göre 1. ve 3. Noktanın I. sınıf su (Yüksek Kaliteli Su) kalitesine sahip olduğu, 2., 4., 5. ve 6.Noktanın II. sınıf su (Az Kirlenmiş Su) kalitesine sahip olduğu tespit edilmiştir.

NO₃-N değerlerinde en düşük değer 2. ve 5. Noktada 0,7 mg/L, en yüksek değer 1. Noktada 1,9 mg/L ve ortalama değer 1,20 mg/L olarak bulunmuştur. Değerlerin Aritmetik ortalamalarına ve Hazen Yöntemine göre NO₃-N için 6 noktanın hepsinin I. sınıf su (Yüksek Kaliteli Su) kalitesine sahip olduğu tespit edilmiştir.

NO₂-N değerlerinde en düşük değer 3. Noktada 0,007 mg/L, en yüksek değer 2. Noktada 0,333 mg/L ve ortalama değer 0,075 mg/L olarak bulunmuştur. Değerlerin Aritmetik ortalamalarına göre NO₂-N için 1. ve 3. Noktaların III. sınıf su (Kirlenmiş Su) kalitesine sahip olduğu 2., 4., 5. ve 6. Noktaların ise Aritmetik ortalamalarına ve Hazen Yöntemine göre IV. sınıf su (Çok Kirlenmiş Su) kalitesine sahip olduğu tespit edilmiştir.

Toplam Kjeldahl Azotu değerlerinde en düşük değer 2. Noktada 0,022 mg/L, en yüksek değer 4. Noktada 0,876 mg/L ve ortalama değer 0,414 mg/L olarak bulunmuştur. Değerlerin Aritmetik ortalamalarına ve Hazen Yöntemine göre Toplam Kjeldahl Azotu için 3. Noktanın II. sınıf su (Az Kirlenmiş Su) kalitesine sahip olduğu ve diğer tüm noktaların I. sınıf su kalitesine sahip olduğu tespit edilmiştir.

Toplam Fosfor değerlerinde en düşük değer 3. Nuktada 0,04 mg/L, en yüksek değer 6. Nuktada 0,29 mg/L ve ortalama değer 0.13 mg/L olarak bulunmuştur. Değerlerin Aritmetik ortalamalarına göre Toplam Fosfor için 1., 2., 3., 4., 5., 6. Nuktaların II. sınıf su (Az Kirlenmiş Su) kalitesine sahip olduğu ve Hazen Yöntemine göre III. sınıf su (Kirlenmiş Su) kalitesine sahip olduğu tespit edilmiştir.

Nitrit parametresinin yüksek değerlere ulaşması sebebiyle Mudurnu Nehri'nin genel su kalitesinin IV. sınıf su (Çok Kirlenmiş Su) kalitesine olduğu tespit edilmiştir.

Genel şartlar olan Sıcaklık ve pH parametreleri için Mudurnu Nehri'ndeki seçili tüm noktaların I. sınıf su (Yüksek Kaliteli Su) kalitesine sahip oldukları tespit edilmiştir.

Kimyasal Oksijen İhtiyacı için deredeki seçili tüm noktalar I. sınıf su (Yüksek Kaliteli Su) kalitesi sınıfına ve Biyolojik Oksijen İhtiyacı için II. sınıf su (Az Kirlenmiş Su) kalitesi sınıfına girmektedir. Sonuç olarak Oksijenlendirme Parametreleri için Mudurnu Nehri'ndeki seçili tüm noktaların II. sınıf su (Az Kirlenmiş Su) kalitesine sahip oldukları tespit edilmiştir.

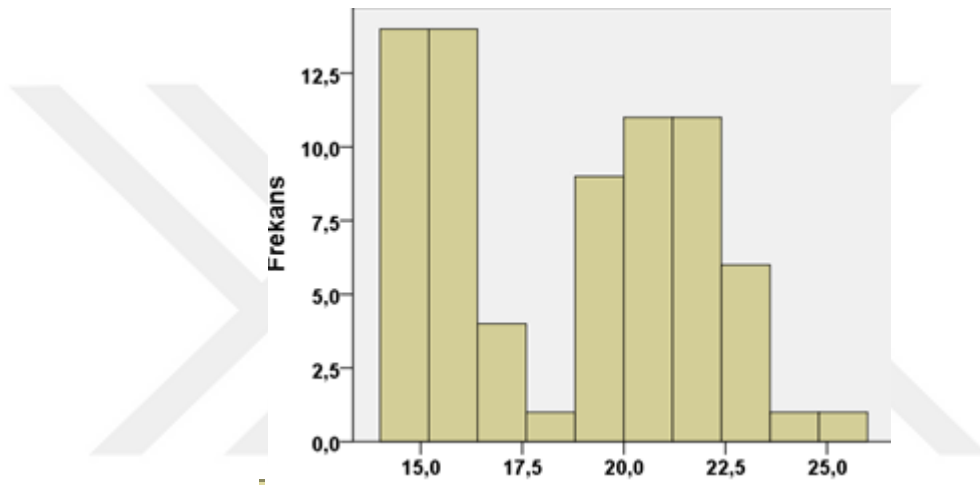
Nitrat azotu, Amonyum Azotu ve Toplam Kjeldahl Azotu için tüm noktalar I. sınıf ve II. sınıf su kalitesi sınıfına, Toplam Fosfor için II. ve III. sınıf su kalitesi sınıfına girmektedir. Nitrit Azotu için tüm noktalar IV. sınıf su kalitesi sınıfına girmektedir. Sonuç olarak Besin Elementleri Parametreleri için Mudurnu Nehri'ndeki seçili tüm noktaların IV. sınıf su (Çok Kirlenmiş Su) kalitesine sahip oldukları tespit edilmiştir.

5.9. İstatistiksel Modelleme

5.9.1. Parametrelerin histogram grafikleri

Parametreler, gruplandırılan verilerin tekrar dağılımlarının görülmesi için histogram dağılıma grafikleri ile gösterilmiştir.

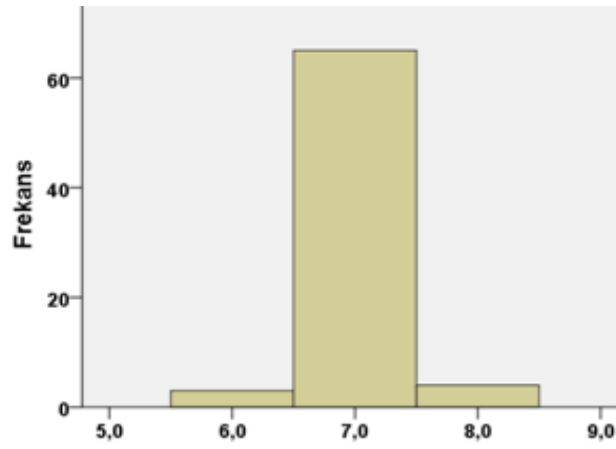
Sıcaklık parametresi değerlerinin tekrar dağılımı Şekil 5.50.'de verilmiştir.



Şekil 5.50. Sıcaklık parametresinin tekrar dağılımı

Dağılıma göre en sık tekrarlar 14°C – 16°C ve 19°C – 24°C aralığında tespit edilmiştir.

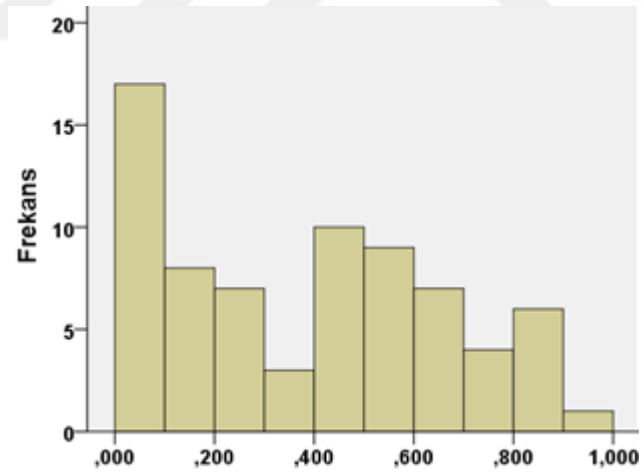
pH parametresi değerlerinin tekrar dağılımı Şekil 5.51.'de verilmiştir.



Şekil 5.51. pH parametresinin tekrar dağılımı

Dağılıma göre en sık tekrar değeri 7 olarak tespit edilmiştir.

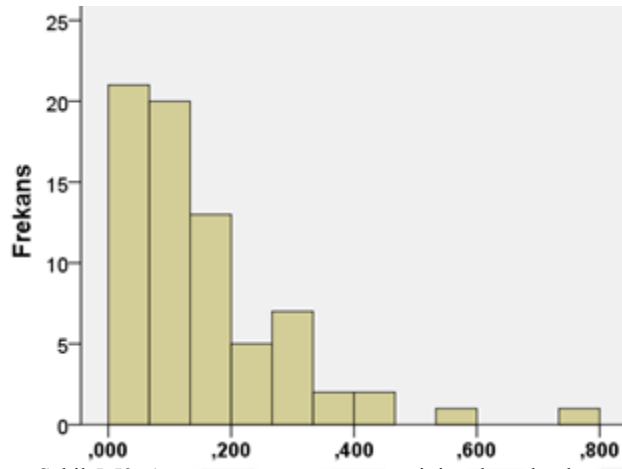
Toplam Kjeldahl Azotu parametresi değerlerinin tekrar dağılımı Şekil 5.52.'de verilmiştir.



Şekil 5.52. Toplam kjeldahl azotu parametresinin tekrar dağılımı

Dağılıma göre en sık tekrarlar 0 – 0,1 mg/L aralığında tespit edilmiştir.

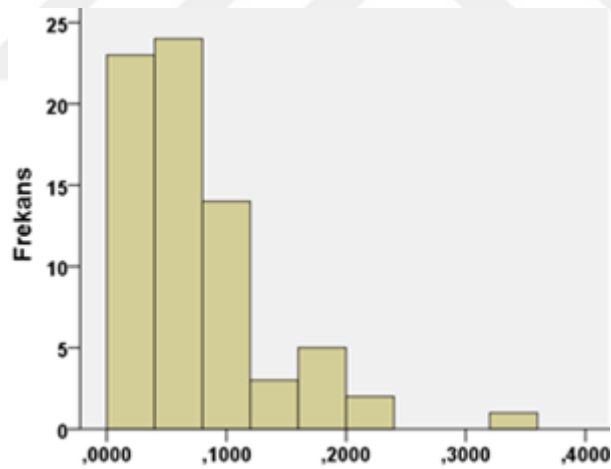
Amonyum Azotu parametresi değerlerinin tekrar dağılımı Şekil 5.53.'de verilmiştir.



Şekil 5.53. Amonyum azotu parametresinin tekrar dağılımı

Dağılıma göre en sık tekrarlar 0 – 0,2 mg/L aralığında tespit edilmiştir.

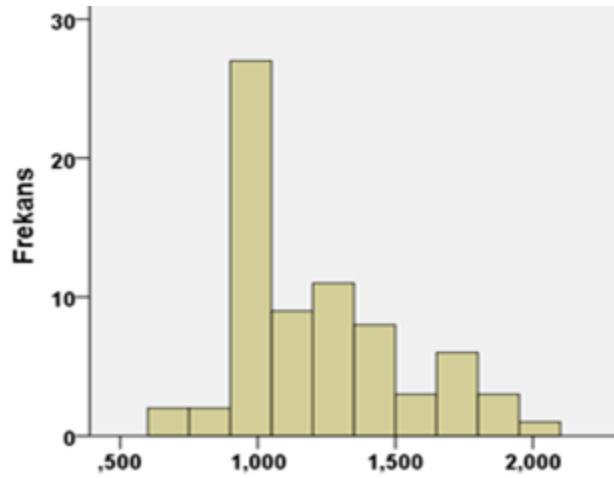
Nitrit Azotu parametresi değerlerinin tekrar dağılımı Şekil 5.54.'de verilmiştir.



Şekil 5.54. Nitrit azotu parametresinin tekrar dağılımı

Dağılıma göre en sık tekrarlar 0 – 0,1 mg/L aralığında tespit edilmiştir.

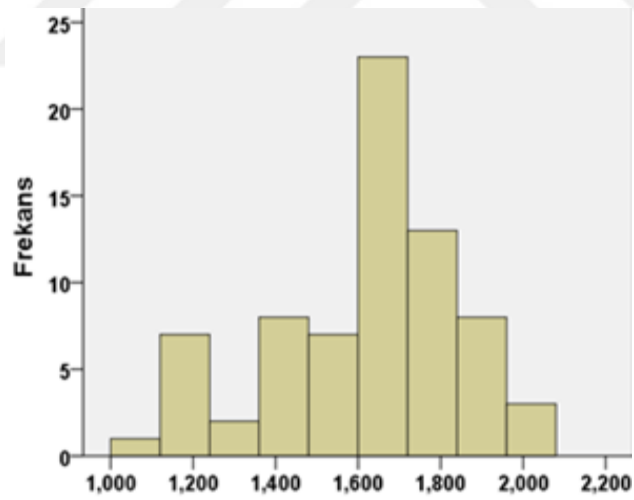
Nitrat Azotu parametresi değerlerinin tekrar dağılımı Şekil 5.55.'de verilmiştir.



Şekil 5.55. Nitrat azotu parametresinin tekrar dağılımı

Dağılıma göre en sık tekrar değeri 1 mg/L olarak tespit edilmiştir.

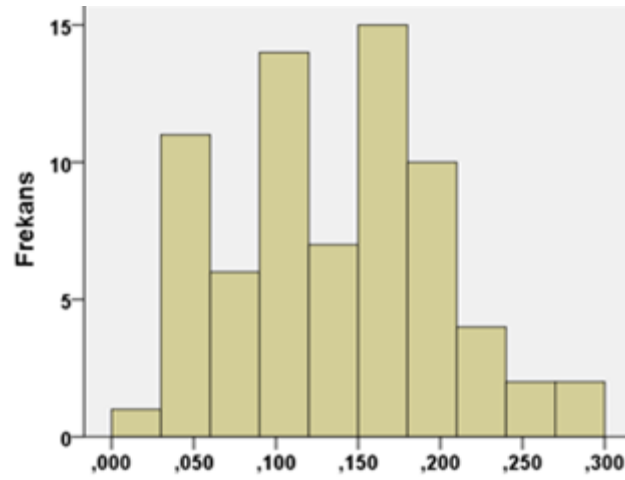
Toplam Azot parametresi değerlerinin tekrar dağılımları Şekil 5.56.'da verilmiştir.



Şekil 5.56. Toplam azot parametresinin tekrar dağılımı

Dağılıma göre en sık tekrarlar 1,5 – 2 mg/L aralığında tespit edilmiştir.

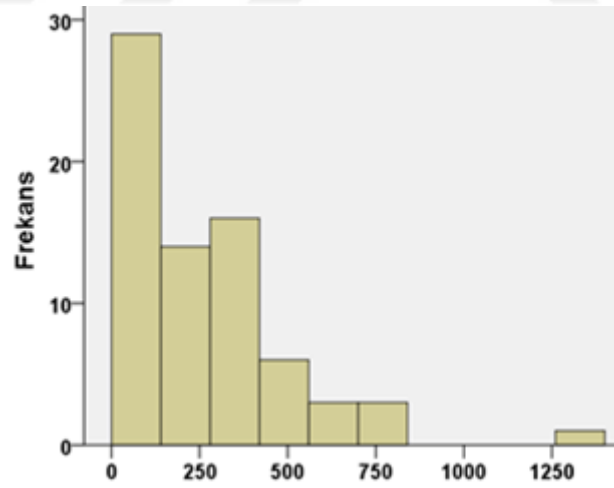
Toplam Fosfor parametresi değerlerinin tekrar dağılımı Şekil 5.57.'de verilmiştir.



Şekil 5.57. Toplam fosfor parametresinin tekrar dağılımı

Dağılıma göre en sık tekrarlar 0,1 – 0,2 mg/L aralığında tespit edilmiştir.

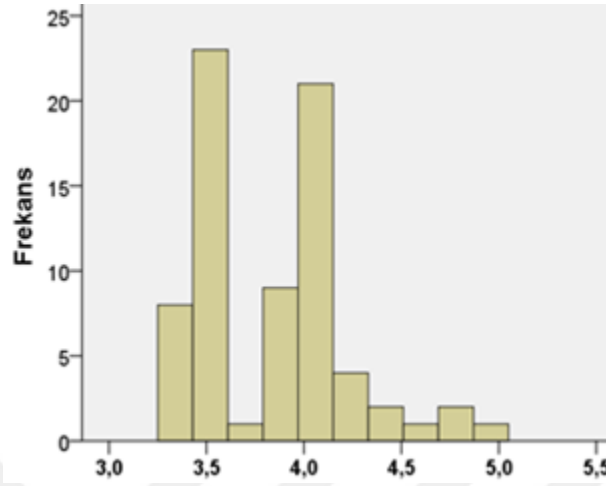
Askıda Katı Madde parametresi değerlerinin tekrar dağılımı Şekil 5.58.'de verilmiştir.



Şekil 5.58. Askıda katı madde parametresinin tekrar dağılımı

Dağılıma göre en sık tekrarlar 0 – 200 mg/L aralığında tespit edilmiştir.

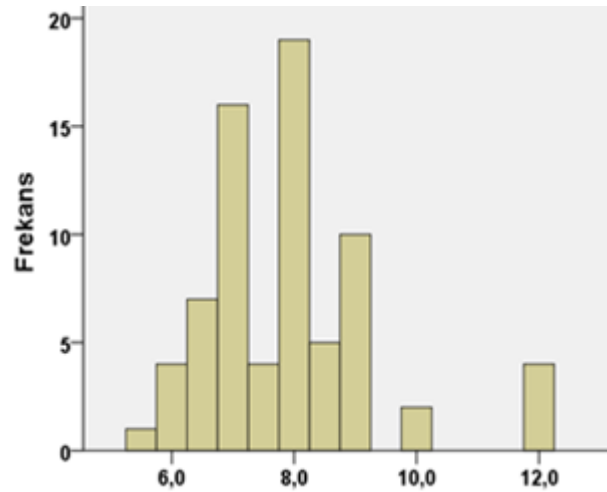
Biyolojik Oksijen İhtiyacı parametresi değerlerinin tekrar dağılımı Şekil 5.59.'da verilmiştir.



Şekil 5.59. Biyolojik oksijen ihtiyacı parametresinin tekrar dağılımı

Dağılıma göre en sık tekrarlar 3,5 – 4 mg/L aralığında tespit edilmiştir.

Kimyasal Oksijen İhtiyacı parametresi değerlerinin tekrar dağılımı Şekil 5.60.'da verilmiştir.



Şekil 5.60. Kimyasal oksijen ihtiyacı parametresinin tekrar dağılımı

Dağılıma göre en sık tekrarlar 7 – 8 mg/L aralığında tespit edilmiştir.

5.9.2. Kimyasal parametrelerin ortalama ve sapmaları

Kimyasal parametrelerin ortalama ve sapma değerleri Tablo 5.2.'de verilmiştir.

Tablo 5.2. Kimyasal parametrelerin ortalama ve sapma değerleri

	°C	pH	TKN	NH ₄ -N	NO ₂ -N	NO ₃ -N	TN	TP	AKM	BOİ	KOİ
Geçerli N	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72
Eksik	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ort.	18,65	7,01	,383	,154	,0745	1,205	1,625	,1323	257,36	3,808	7,918
Std. Sapma	3,09	,3137	,2801	,13714	,0579	,2978	,2321	,0625	231,025	,3863	1,376

Sıcaklık parametresinin ortalama değeri 18,6°C, pH parametresinin ortalama değeri 7, TKN parametresinin ortalama değeri 0,3 mg/lt, NH₄-N parametresinin ortalama değeri 0,1 mg/lt, NO₂-N parametresinin ortalama değeri 0,07 mg/lt, NO₃-N parametresinin ortalama değeri 1,2 mg/lt, TN parametresinin ortalama değeri 1,6 mg/lt, TP parametresinin ortalama değeri 0,1 mg/lt, AKM parametresinin ortalama değeri 257 mg/lt, BOİ parametresinin ortalama değeri 3,8 mg/lt, KOİ parametresinin ortalama değeri 7,9 mg/lt olarak tespit edilmiştir.

5.9.3. Kimyasal parametreler arasındaki ilişkiler ve korelasyon analizi

Kimyasal parametrelerin korelasyon analizi ile korelasyon katsayıları Tablo 5.3.'de verilmiştir.

Tablo 5.3. Kimyasal parametreler korelasyon analizi

		SICAKLIK	pH	TKN	NH ₄ -N	NO ₂ -N	NO ₃ -N	TN	TP	AKM	BOİ	KOİ
SICAKLIK	Pearson	1										
	Korelasyon Anlamlılık. (çift taraflı)											
pH	Pearson	,187	1									
	Korelasyon Anlamlılık. (çift taraflı)	,116										
TKN	Pearson	,321**	-,229	1								
	Korelasyon Anlamlılık. (çift taraflı)	,006	,053									
NH ₄ -N	Pearson	,092	-,012	-,131	1							
	Korelasyon Anlamlılık. (çift taraflı)	,440	,924	,272								
NO ₂ -N	Pearson	-,068	-,231	,139	-,071	1						
	Korelasyon Anlamlılık. (çift taraflı)	,568	,050	,243	,552							
NO ₃ -N	Pearson	-,090	,198	-,744**	,236*	-,172	1					
	Korelasyon Anlamlılık. (çift taraflı)	,455	,095	,000	,046	,149						
TN	Pearson	,330**	-,073	,509**	,146	,259*	,037	1				
	Korelasyon Anlamlılık. (çift taraflı)	,005	,544	,000	,220	,028	,756					
TP	Pearson	-,157	-,102	-,021	-,031	,521**	-,082	-,009	1			
	Korelasyon Anlamlılık. (çift taraflı)	,187	,393	,859	,799	,000	,491	,943				
AKM	Pearson	-,191	,109	-,436**	,054	,154	,216	-,292*	,334**	1		
	Korelasyon Anlamlılık. (çift taraflı)	,107	,361	,000	,652	,195	,069	,013	,004			
BOİ	Pearson	,228	,127	,043	-,001	,060	,106	,175	-,195	-,094	1	
	Korelasyon Anlamlılık. (çift taraflı)	,054	,288	,721	,991	,615	,375	,141	,101	,431		
KOİ	Pearson	-,091	,195	-,026	,008	,088	,198	,218	-,237*	-,090	,682**	1
	Korelasyon Anlamlılık. (çift taraflı)	,445	,100	,830	,950	,462	,096	,066	,045	,454	,000	

** . Korelasyon anlamlıdır 0.01 level (çift taraflı).

* . Korelasyon anlamlıdır 0.05 level (çift taraflı).

Korelasyon analizi ile tüm parametrelerin değişimleri ölçölmüştür. Birbiri ile ilişkili olan bu parametrelerden her birindeki değişimin diğer bir parametre üzerindeki etkisi incelenmiştir.

Yukarıda verilen Korelasyon analizine göre,

pH parametresini pozitif yönde en fazla etkileyen parametre korelasyon katsayısı 0,187 olan Sıcaklık parametresidir.

TKN parametresini pozitif yönde en fazla etkileyen parametreler korelasyon katsayısı 0,321 olan Sıcaklık parametresidir. TKN parametresini negatif yönde en fazla etkileyen parametre korelasyon katsayısı -0,229 olan pH parametresidir.

NH₄-N parametresini pozitif yönde en fazla etkileyen parametre korelasyon katsayısı 0,092 olan Sıcaklık parametresidir. NH₄-N parametresini negatif yönde en fazla etkileyen parametreler korelasyon katsayısı -0,131 olan TKN ve korelasyon katsayısı -0,012 olan pH parametreleridir.

NO₂-N parametresini pozitif yönde en fazla etkileyen parametre korelasyon katsayısı 0,139 olan TKN parametresidir. NO₂-N parametresini negatif yönde en fazla etkileyen parametreler korelasyon katsayısı -0,231 olan pH ve korelasyon katsayısı -0,071 olan NH₄-N parametresidir.

NO₃-N parametresini pozitif yönde en fazla etkileyen parametreler korelasyon katsayısı 0,236 olan NH₄-N ve korelasyon katsayısı 0,198 olan pH parametreleridir. NO₃-N parametresini negatif yönde en fazla etkileyen parametre korelasyon katsayısı -0,744 olan TKN ve korelasyon katsayısı -0,172 olan NO₂-N parametreleridir.

TN parametresini pozitif yönde en fazla etkileyen parametreler korelasyon katsayısı 0,509 olan TKN ve korelasyon katsayısı 0,330 olan Sıcaklık parametreleridir. TN parametresini negatif yönde en fazla etkileyen parametre korelasyon katsayısı -0,073 olan pH parametresidir.

TP parametresini pozitif yönde en fazla etkileyen parametre korelasyon katsayısı 0,521 olan $\text{NO}_2\text{-N}$ parametresidir. TP parametresini negatif yönde en fazla etkileyen parametreler korelasyon katsayısı -0,157 olan Sıcaklık ve korelasyon katsayısı -0,102 olan pH parametreleridir.

AKM parametresini pozitif yönde etkileyen parametreler korelasyon katsayısı 0,334 olan TP ve korelasyon katsayısı 0,216 olan $\text{NO}_3\text{-N}$ parametreleridir. AKM parametresini negatif yönde etkileyen parametre korelasyon katsayısı -0,436 olan TKN ve korelasyon katsayısı -0,292 olan TN parametreleridir.

BOİ parametresini pozitif yönde en fazla etkileyen parametre korelasyon katsayısı 0,228 olan Sıcaklık ve korelasyon katsayısı 0,175 olan TN parametreleridir. BOİ parametresini negatif yönde en fazla etkileyen parametre korelasyon katsayısı -0,195 olan TP parametresidir.

KOİ parametresini pozitif yönde en fazla etkileyen parametre korelasyon katsayısı 0,682 olan BOİ ve korelasyon katsayısı 0,218 olan TN parametreleridir. KOİ parametresini negatif yönde en fazla etkileyen parametre korelasyon katsayısı -0,237 olan TP parametresidir.

5.9.4. Parametreler arası regresyon analizi

Regresyon analizinin amacı, belirlenen parametrelerin birbirlerinden ne ölçüde etkilendiklerini ve parametrelerin birbirleri için ne ölçüde belirleyici olduklarını tespit edilebilmektir.

5.9.4.1. pH parametresi ile diğer kimyasal parametreler arasındaki ilişkiler için regresyon analizi

pH parametresinin Regresyon Analizi Model Özeti Tablo 5.4.'de verilmiştir.

Tablo 5.4. pH parametresi regresyon analizi model özeti					
Model ^b	R	R Kare	Düzenlenmiş R Kare	Tahminin Standart Hatası	Durbin-Watson İstatistiği
1	,457 ^a	,209	,162	,287148	2,115

a.Bağımsız Değişkenler: KOİ, TKN, NO₂-N, SICAKLIK

b.Bağımlı Değişken: pH

Model özetinde pH parametresinin diğer parametreler ile açıklanabilirliğine bakılmaktadır, pH parametresi diğer parametreler tarafından %21 açıklanabilmektedir.

pH parametresinin Regresyon Analizi Anova Testi Tablo 5.5.'de verilmiştir.

Tablo 5.5. pH parametresi regresyon analizi anova testi					
Model ^a	Kareler Toplamı	df	Kareler Ortalaması	F	Anlamlılık
Regresyon	1,462	4	,365	4,432	,003 ^b
1 Hata	5,524	67	,082		
Toplam	6,986	71			

a. Bağımlı Değişken: pH

b. Bağımsız Değişkenler: KOİ, TKN, NO₂-N, SICAKLIK

Varyans analizi sonucuna göre parametreler için anlamlılık değeri 0,003 bulunmuştur ve $0,003 < 0,05$ olduğu için model geçerli kabul edilmektedir. Parametre gruplarının ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık vardır.

pH parametresinin Regresyon Analizi Katsayı değerleri Tablo 5.6.'da verilmiştir.

Tablo 5.6. pH parametresi regresyon analizi katsayıları

Model ^a	Standardize Edilmemiş Katsayılar	Standardize Katsayılar	t	Anlamlılık	Doğrusal Bağlantı İstatistikleri	
	B	Std. Hata	Beta		Tolerans	VIF
(Sabit)	6,255	,304		20,574	,000	
SICAKLIK	,029	,012	,287	2,478	,016	,879
1 TKN	-,323	,130	-,289	-2,479	,016	,871
NO ₂ -N	-1,040	,601	-,192	-1,731	,088	,960
KOİ	,053	,025	,231	2,109	,039	,985

a.Bağımlı değişken: pH

pH parametresi üzerinde sıcaklık, TKN, NO₂-N ve KOİ parametrelerinin etkili olduğu yukarıdaki çoklu regresyon modelinden görülmektedir. Beta katsayıları dikkate alındığında pH parametresinin Sıcaklık ve KOİ parametresinden pozitif etkilendiği, TKN ve NO₂-N parametrelerinden negatif etkilendiği anlaşılmaktadır.

5.9.4.2. TKN parametresi ile diğer kimyasal parametreler arasındaki regresyon analizi

Toplam Kjeldahl Azotu parametresinin Regresyon Analizi Model Özeti Tablo 5.7.'de verilmiştir.

Tablo 5.7. TKN parametresi regresyon analizi model özeti

Model ^b	R	R Kare	Düzenlenmiş R Kare	Tahminin Standart Hatası	Durbin-Watson İstatistiği
1	,932 ^a	,869	,861	,104348	2,002

a.Bağımsız Değişkenler : AKM, NO₂-N, NO₃-N, TN

b. Bağımlı Değişken: TKN

TKN parametresi diğer parametreler tarafından %87 açıklanabilmektedir.

Toplam Kjeldahl Azotu parametresinin Regresyon Analizi Anova Testi Tablo 5.8.'de verilmiştir.

Tablo 5.8. TKN parametresi regresyon analizi anova testi

Model ^a	Kareler	df	Kareler	F	Anlamlılık
	Toplamı		Ortalaması		
Regresyon	4,841	4	1,210	111,141	,000 ^b
1 Hata	,730	67	,011		
Toplam	5,570	71			

a. Bağımlı Değişken: TKN

b. Bağımsız Değişkenler: AKM, NO₂-N, NO₃-N, TN

Varyans analizi sonucuna göre parametreler için anlamlılık değeri 0,000 bulunmuştur ve $0,000 < 0,05$ olduğu için parametre gruplarının ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık vardır.

Toplam Kjeldahl Azotu parametresinin Regresyon Analizi Katsayı değerleri Tablo 5.9.'da verilmiştir.

Tablo 5.9. TKN parametresi regresyon analizi katsayıları

Model ^a	Standardize	Standardize	t	Anlamlılık	Doğrusal Bağlantı
	Edilmemiş	Katsayılar			İstatistikleri
	Katsayılar				
	B	Std.	Beta		Tolera
		Hata			ns
(Sabit)	,262	,104		2,515	,014
NO ₂ -N	-,566	,237	-,117	-2,387	,020
NO ₃ -N	-,718	,044	-,764	-16,185	,000
1 TN	,651	,060	,540	10,856	,000
AKM	-,000116	,000061	-,096	-1,916	,060
					,782
					1,279

a. Bağımlı değişken: TKN

Beta katsayıları dikkate alındığında TKN parametresinin TN parametresinden pozitif etkilendiği, NO₃-N parametresinden negatif etkilendiği anlaşılmaktadır. Regresyon modelinin açıklama gücü %86,1 düzeyinde olup oldukça yüksektir.

5.9.4.3. NH₄-N parametresi ile diğer kimyasal parametreler arasındaki regresyon analizi

Amonyum Azotu parametresinin Regresyon Analizi Model Özeti Tablo 5.10.'da verilmiştir.

Tablo 5.10. NH₄-N parametresi regresyon analizi model özeti

Model ^b	R	R Kare	Düzenlenmiş R Kare	Tahminin Standart Hatası	Durbin-Watson İstatistiği
1	,280 ^a	,078	,052	5,951058	1,906

a. Bağımsız Değişkenler: TN, TKN

b. Bağımlı Değişken: NH₄-N

NH₄-N parametresi diğer parametreler tarafından % 0,8 açıklanabilmektedir.

Amonyum Azotu parametresinin Regresyon Analizi Anova Testi Tablo 5.11.'de verilmiştir.

Tablo 5.11. NH₄-N parametresi regresyon analizi anova testi

Model ^a	Kareler Toplamı	df	Kareler Ortalaması	F	Anlamlılık
Regresyon	208,143	2	104,071	2,939	,060 ^b
1 Hata	2443,642	69	35,415		
Toplam	2651,784	71			

a. Bağımlı Değişken: NH₄-N

b. Bağımsız Değişkenler : TN, TKN

Varyans analizi sonucuna göre parametreler için anlamlılık değeri 0,060 bulunmuştur ve $0,060 < 0,05$ olduğu için parametre gruplarının ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık yoktur.

Amonyum Azotu parametresinin Regresyon Analizi Katsayı değerleri Tablo 5.12.'de verilmiştir.

Tablo 5.12. $\text{NH}_4\text{-N}$ parametresi regresyon analizi katsayıları

Model ^a	Standardize Edilmemiş Katsayılar	Standardize Katsayılar	t	Anlamlılık	Doğrusal Bağlantı İstatistikleri
	B	Std. Hata	Beta		Tolerans VIF
(Sabit)	-9,111	5,312		-1,715	,091
1 TKN	-6,058	2,930	-,278	-2,068	,042
TN	7,572	3,535	,288	2,142	,036

a.Bağımlı değişken: $\text{NH}_4\text{-N}$

$\text{NH}_4\text{-N}$ parametresi, TKN ve TN parametreleri tarafından %5,2 oranında açıklanmaktadır. Beta katsayıları dikkate alındığında $\text{NH}_4\text{-N}$ parametresinin TN parametresinden pozitif etkilendiği, TKN parametresinden negatif etkilendiği anlaşılmaktadır.

5.9.4.4. $\text{NO}_2\text{-N}$ parametresi ile diğer kimyasal parametreler arasındaki regresyon analizi

Nitrit Azotu parametresinin Regresyon Analizi Model Özeti Tablo 5.13.'de verilmiştir.

Tablo 5.13. $\text{NO}_2\text{-N}$ parametresi regresyon analizi model özeti

Model ^b	R	R Kare	Düzenlenmiş R Kare	Tahminin Standart Hatası	Durbin-Watson İstatistiği
1	,699 ^a	,488	,441	,043288	1,427

a.Bağımsız Değişkenler: KOİ, TKN, TP, pH, TN, $\text{NO}_3\text{-N}$

b.Bağımlı Değişken: $\text{NO}_2\text{-N}$

$\text{NO}_2\text{-N}$ parametresi diğer parametreler tarafından % 49 açıklanabilmektedir.

Nitrit Azotu parametresinin Regresyon Analizi Anova Testi Tablo 5.14.'de verilmiştir.

Tablo 5.14. NO₂-N parametresi regresyon analizi anova testi

Model ^a	Kareler	df	Kareler	F	Anlamlılık
	Toplamı		Ortalaması		
Regresyon	,116	6	,019	10,340	,000 ^b
1 Hata	,122	65	,002		
Toplam	,238	71			

a.Bağımlı Değişken: NO₂-N

b.Bağımsız Değişkenler: KOİ, TKN, TP, pH, TN, NO₃-N

Varyans analizi sonucuna göre parametreler için anlamlılık değeri 0,000 bulunmuştur ve $0,000 < 0,05$ olduğu için parametre gruplarının ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık vardır.

Nitrit Azotu parametresinin Regresyon Analizi Katsayı değerleri Tablo 5.15.'de verilmiştir.

Tablo 5.15. NO₂-N parametresi regresyon analizi katsayıları

Model ^a	Standardize Edilmemiş Katsayılar	Standardize Katsayılar	t	Anlamlılık	Doğrusal Bağlantı İstatistikleri
	B	Std. Hata	Beta		Tolerans VIF
(Sabit)	,184	,128		,157	
pH	-,039	,017	-,209	-,2240	,029 ,907 1,103
TKN	-,134	,048	-,648	-,2,815	,006 ,149 6,725
1 NO ₃ -N	-,124	,038	-,639	-,3,230	,002 ,201 4,970
TN	,137	,038	,550	3,590	,001 ,335 2,983
TP	,458	,087	,494	5,274	,000 ,898 1,114
KOİ	,010	,004	,235	2,436	,018 ,843 1,186

a.Bağımlı değişken: NO₂-N

Beta katsayıları dikkate alındığında NO₂-N parametresinin TN, TP ve KOİ parametreleri tarafından pozitif etkilendiği, pH, TKN, NO₃-N parametreleri tarafından negatif etkilendiği anlaşılmaktadır. Kurulan regresyon modelinin açıklama gücü %44'tür.

5.9.4.5. NO₃-N parametresi ile diğer kimyasal parametreler arasındaki regresyon analizi

Nitrat Azotu parametresinin Regresyon Analizi Model Özeti Tablo 5.16.'da verilmiştir.

Tablo 5.16. NO₃-N parametresi regresyon analizi model özeti

Model ^b	R	R Kare	Düzenlenmiş R Kare	Tahminin Standart Hatası	Durbin-Watson İstatistiği
1	,906 ^a	,820	,812	,128982	1,890

a.Bağımsız Değişkenler: NO₂-N, TKN, TN

b.Bağımlı Değişken: NO₃-N

NO₃-N parametresi diğer parametreler tarafından % 82 açıklanabilmektedir.

Nitrat Azotu parametresinin Regresyon Analizi Anova Testi Tablo 5.17.'de verilmiştir.

Tablo 5.17. NO₃-N parametresi regresyon analizi anova testi

Model ^a	Kareler Toplamı	df	Kareler Ortalaması	F	Anlamlılık
Regresyon	5,166	3	1,722	103,503	,000 ^b
1 Hata	1,131	68	,017		
Toplam	6,297	71			

a.Bağımlı Değişken: NO₃-N

b.Bağımsız Değişkenler: NO₂-N, TKN, TN

Varyans analizi sonucuna göre parametreler için anlamlılık değeri 0,000 bulunmuştur ve 0,000<0,05 olduğu için parametre gruplarının ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık vardır.

Nitrat Azotu parametresinin Regresyon Analizi Katsayı değerleri Tablo 5.18.'de verilmiştir.

Tablo 5.18. NO₃-N parametresi regresyon analizi katsayıları

Model ^a	Standardize Edilmemiş Katsayılar	Standardize Katsayılar	t	Anlamlılık	Doğrusal Bağlantı İstatistikleri
	B	Std. Hata	Beta		Tolerans VIF
(Sabit)	,425	,115		3,686	,000
1 TKN	-1,094	,063	-1,029	-17,223	,000
TN	,781	,079	,609	9,947	,000
NO ₂ -N	-,958	,274	-,186	-3,499	,001

a. Bağımlı değişken: NO₃-N

NO₃-N parametresi TKN, TN ve NO₂-N parametreleri tarafından %81 oranında açıklanmaktadır. Beta katsayıları dikkate alındığında NO₃-N parametresinin TN parametresi tarafından pozitif etkilendiği, TKN, NO₂-N parametreleri tarafından negatif etkilendiği anlaşılmaktadır.

5.9.4.6. TN parametresi ile diğer kimyasal parametreler arasındaki regresyon analizi

Toplam Azot parametresinin Regresyon Analizi Model Özeti Tablo 5.19.'da verilmiştir.

Tablo 5.19. TN parametresi regresyon analizi model özeti

Model ^b	R	R Kare	Düzenlenmiş R Kare	Tahminin Standart Hatası	Durbin-Watson İstatistiği
1	,844 ^a	,713	,700	,127075	2,652

a. Bağımsız Değişkenler: NO₃-N, NO₂-N, TKN

b. Bağımlı Değişken: TN

TN parametresi diğer parametreler tarafından % 71 açıklanabilmektedir.

Toplam Azot parametresinin Regresyon Analizi Anova Testi Tablo 5.20.'de verilmiştir.

Tablo 5.20. TN parametresi regresyon analizi anova testi

Model ^a	Kareler	df	Kareler	F	Anlamlılık
	Toplamı		Ortalaması		
Regresyon	2,727	3	,909	56,289	,000 ^b
1 Hata	1,098	68	,016		
Toplam	3,825	71			

a.Bağımlı Değişken: TN

b.Bağımsız Değişkenler: NO₃-N, NO₂-N, TKN

Varyans analizi sonucuna göre parametreler için anlamlılık değeri 0,000 bulunmuştur ve $0,000 < 0,05$ olduğu için parametre gruplarının ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık vardır.

Toplam Azot parametresinin Regresyon Analizi Katsayı değerleri Tablo 5.21.'de verilmiştir.

Tablo 5.21. TN parametresi regresyon analizi katsayıları

Model ^a	Standardize Edilmemiş Katsayılar	Standardize Katsayılar	t	Anlamlılık	Doğrusal Bağlantı İstatistikleri
	B	Std. Hata	Beta		Tolerans VIF
(Sabit)	,254	,121		,039	
1 TKN	,992	,081	1,197	,000	,446 2,244
NO ₂ -N	1,039	,264	,259	,000	,970 1,031
NO ₃ -N	,758	,076	,973	,000	,441 2,267

a.Bağımlı değişken: TN

TN parametresi TKN, NO₂-N, NO₃-N parametreleri tarafından %70 oranında açıklanabilmektedir. Beta katsayıları dikkate alındığında TN parametresinin TKN, NO₂-N, NO₃-N parametrelerinden pozitif etkilendiği anlaşılmaktadır.

5.9.4.7. TP parametresi ile diğer kimyasal parametreler arasındaki regresyon analizi

Toplam Fosfor parametresinin Regresyon Analizi Model Özeti Tablo 5.22.'de verilmiştir.

Tablo 5.22. TP parametresi regresyon analizi model özeti

Model ^b	R	R Kare	Düzenlenmiş R Kare	Tahminin Standart Hatası	Durbin-Watson İstatistiği
1	,636 ^a	,404	,378	,049298	1,619

a.Bağımsız Değişkenler: NO₂-N, KOİ, AKM

b.Bağımlı Değişken: TP

TP parametresi diğer parametreler tarafından % 40 açıklanabilmektedir.

Toplam Fosfor parametresinin Regresyon Analizi Anova Testi Tablo 5.23.'de verilmiştir.

Tablo 5.23. TP parametresi regresyon analizi anova testi

Model ^a	Kareler Toplamı	df	Kareler Ortalaması	F	Anlamlılık
Regresyon	,112	3	,037	15,366	,000 ^b
1 Hata	,165	68	,002		
Toplam	,277	71			

a.Bağımlı Değişken: TP

b.Bağımsız Değişkenler: NO₂-N, KOİ, AKM

Varyans analizi sonucuna göre parametreler için anlamlılık değeri 0,000 bulunmuştur ve $0,000 < 0,05$ olduğu için parametre gruplarının ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık vardır.

Toplam Fosfor parametresinin Regresyon Analizi Katsayı değerleri Tablo 5.24.'de verilmiştir.

Tablo 5.24. TP parametresi regresyon analizi katsayıları

Model ^a	Standardize Edilmemiş Katsayılar		Standardize Katsayılar	t	Anlamlılık	Doğrusal Bağlantı İstatistikleri	
	B	Std. Hata	Beta			Tolerans	VIF
(Sabit)	,169	,036		4,747	,000		
1 KOİ	-,012	,004	-,261	-2,757	,007	,981	1,019
AKM	6,277E-005	,000	,232	2,435	,018	,965	1,036
NO ₂ -N	,549	,103	,508	5,335	,000	,966	1,036

a. Bağımlı değişken: TP

TP parametresi KOİ, AKM ve NO₂-N parametreleri ile yaklaşık %38 oranında açıklanmaktadır. Beta katsayıları dikkate alındığında TP parametresinin AKM ve NO₂-N parametrelerinden pozitif etkilendiği, KOİ parametresinden negatif etkilendiği anlaşılmaktadır. TP üzerinde en etkili parametrenin NO₂-N parametresi olduğu tespit edilmiştir.

5.9.4.8. AKM parametresi ile diğer kimyasal parametreler arasındaki regresyon analizi

Askıda Katı Madde parametresinin Regresyon Analizi Model Özeti Tablo 5.25.'de verilmiştir.

Tablo 5.25. AKM parametresi regresyon analizi model özeti

Model ^b	R	R Kare	Düzenlenmiş R Kare	Tahminin Standart Hatası	Durbin-Watson İstatistiği
1	,544 ^a	,296	,275	196,656966	1,632

a. Bağımsız Değişkenler: TP, TKN

b. Bağımlı Değişken: AKM

AKM parametresi diğer parametreler tarafından % 30 açıklanabilmektedir.

Askıda Katı Madde parametresinin Regresyon Analizi Anova Testi Tablo 5.26.'de verilmiştir.

Tablo 5.26. AKM parametresi regresyon analizi anova testi

Model ^a	Kareler Toplamı	df	Kareler Ortalaması	F	Anlamlılık
Regresyon	1120951,207	2	560475,603	14,492	,000 ^b
1 Hata	2668503,405	69	38673,962		
Toplam	3789454,611	71			

a.Bağımlı Değişken: AKM

b.Bağımsız Değişkenler: TP, TKN

Varyans analizi sonucuna göre parametreler için anlamlılık değeri 0,000 bulunmuştur ve $0,000 < 0,05$ olduğu için parametre gruplarının ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık vardır.

Askıda Katı Madde parametresinin Regresyon Analizi Katsayı değerleri Tablo 5.27.'de verilmiştir.

Tablo 5.27. AKM parametresi regresyon analizi katsayıları

Model ^a	Standardize Edilmemiş Katsayılar	Standardize Katsayılar	t	Anlamlılık	Doğrusal Bağlantı İstatistikleri
	B	Std. Hata	Beta		Tolerans VIF
(Sabit)	234,209	63,792		3,671	,000
1 TKN	-354,183	83,344	-,429	-4,250	,000 1,000 1,000
TP	1200,560	373,537	,325	3,214	,002 1,000 1,000

a.Bağımlı değişken: AKM

AKM parametresinin TKN ve TP parametresi ile oluşturulan regresyon modeli ile %27,5 oranında açıklandığı anlaşılmaktadır. Beta katsayıları dikkate alındığında AKM parametresinin TP parametresinden pozitif etkilendiği, TKN parametresinden negatif etkilendiği anlaşılmaktadır.

5.9.4.9. BOİ parametresi ile diğer kimyasal parametreler arasındaki regresyon analizi

Biyolojik Oksijen İhtiyacı parametresinin Regresyon Analizi Model Özeti Tablo 5.28.'de verilmiştir.

Tablo 5.28. BOİ parametresi regresyon analizi model özeti

Model ^b	R	R Kare	Düzenlenmiş R Kare	Tahminin Standart Hatası	Durbin-Watson İstatistiği
1	,742 ^a	,551	,538	,262624	2,249

a.Bağımsız Değişkenler: KOİ, SICAKLIK

b.Bağımlı Değişken: BOİ

BOİ parametresi diğer parametreler tarafından % 55 açıklanabilmektedir.

Biyolojik Oksijen İhtiyacı parametresinin Regresyon Analizi Anova Testi Tablo 5.29.'da verilmiştir.

Tablo 5.29. BOİ parametresi regresyon analizi anova testi

Model ^a	Kareler Toplamı	df	Kareler Ortalaması	F	Anlamlılık
Regresyon	5,836	2	2,918	42,307	,000 ^b
1 Hata	4,759	69	,069		
Toplam	10,595	71			

a.Bağımlı Değişken: BOİ

b.Bağımsız Değişkenler: KOİ, SICAKLIK

Varyans analizi sonucuna göre parametreler için anlamlılık değeri 0,000 bulunmuştur ve $0,000 < 0,05$ olduğu için parametre gruplarının ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık vardır.

Biyolojik Oksijen İhtiyacı parametresinin Regresyon Analizi Katsayı değerleri Tablo 5.30.'da verilmiştir.

Tablo 5.30. BOİ parametresi regresyon analizi katsayıları

Model ^a	Standardize Edilmemiş Katsayılar		Standardize Katsayılar	t	Anlamlılık	Doğrusal Bağlantı İstatistikleri	
	B	Std. Hata	Beta			Tolerans	VIF
1 (Sabit)	1,549	,274		5,646	,000		
SICAKLIK	,037	,010	,293	3,618	,001	,992	1,008
KOİ	,199	,023	,709	8,752	,000	,992	1,008

a. Bağımlı değişken: BOİ

BOİ parametresi Sıcaklık ve KOİ parametreleri ile yaklaşık %54 oranında açıklanabilmektedir. Beta katsayıları dikkate alındığında BOİ parametresinin KOİ parametresinden pozitif etkilendiği anlaşılmaktadır.

5.9.4.10. KOİ parametresi ile diğer kimyasal parametreler arasındaki regresyon analizi

Kimyasal Oksijen İhtiyacı parametresinin Regresyon Analizi Model Özeti Tablo 5.31.'de verilmiştir.

Tablo 5.31. KOİ parametresi regresyon analizi model özeti

Model ^b	R	R Kare	Düzenlenmiş R Kare	Tahminin Standart Hatası	Durbin-Watson İstatistiği
1	,796 ^a	,633	,593	,878396	2,042

a. Bağımsız Değişkenler: NO₃-N, TP, SICAKLIK, pH, BOİ, NO₂-N, TKN

b. Bağımlı Değişken: KOİ

KOİ parametresi diğer parametreler tarafından % 63 açıklanabilmektedir.

Kimyasal Oksijen İhtiyacı parametresinin Regresyon Analizi Anova Testi Tablo 5.32.'de verilmiştir.

Tablo 5.32. KOİ parametresi regresyon analizi anova testi

Model ^a	Kareler	df	Kareler	F	Anlamlılık
	Toplamı		Ortalaması		
Regresyon	85,125	7	12,161	15,761	,000 ^b
1 Hata	49,381	64	,772		
Toplam	134,507	71			

a.Bağımlı Değişken: KOİ

b.Bağımsız Değişkenler: NO₃-N, TP, SICAKLIK, pH, BOİ, NO₂-N, TKN

Varyans analizi sonucuna göre parametreler için anlamlılık değeri 0,000 bulunmuştur ve $0,000 < 0,05$ olduğu için parametre gruplarının ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık vardır.

Kimyasal Oksijen İhtiyacı parametresinin Regresyon Analizi Katsayı değerleri Tablo 5.33.'de verilmiştir.

Tablo 5.33. KOİ parametresi regresyon analizi katsayıları

Model ^a	Standardize	Standardize	t	Anlamlılık	Doğrusal
	Edilmemiş	Katsayılar			Bağlantı
	Katsayılar				İstatistikleri
	B	Std.	Beta		Tolerans VIF
		Hata			
(Sabit)	-6,296	2,715		-2,319	,024
BOİ	2,281	,293	,640	7,797	,000
NO ₂ -N	4,695	2,236	,198	2,100	,040
1 TKN	1,485	,626	,302	2,374	,021
pH	,952	,365	,217	2,610	,011
SICAKLIK	-,165	,039	-,370	-4,244	,000
TP	-4,843	2,047	-,220	-2,365	,021
NO ₃ -N	1,361	,551	,294	2,471	,016

a. Bağımlı değişken: KOİ

KOİ parametresi BOİ, NO₂-N, TKN, pH, Sıcaklık, TP ve NO₃-N parametreleri tarafından %59,3 oranında açıklanmaktadır. Beta katsayıları dikkate alındığında KOİ parametresinin BOİ, NO₂-N, TKN, pH ve NO₃-N parametrelerinden pozitif etkilendiği, Sıcaklık ve TP parametrelerinden negatif etkilendiği anlaşılmaktadır. KOİ parametresini en fazla BOİ parametresinin etkilediği anlaşılmaktadır.



BÖLÜM 6. TARTIŞMA VE SONUÇ

Çalışmada Mudurnu Nehri'nde belirlenen 6 örnekleme noktasından 6 ay boyunca ayda 2 kere olmak üzere örnekleme yapılmıştır. Ölçümleri yapılan Sıcaklık, pH, BOİ, KOİ, NH₄-N, NO₂-N, NO₃-N, Toplam Kjeldahl Azotu, Toplam Azot, Toplam Fosfor, AKM parametrelerinin analiz sonuçları grafiksel olarak verilmiştir. Aritmetik Ortalama Değerlerine ve Hazen Yöntemine göre örnekleme noktalarının su kalite sınıfları belirlenmiştir.

1. Örnekleme Noktası'nda nehir suyunun, Genel Şartlar parametreleri olan; Sıcaklık ve pH parametrelerine göre I. sınıf su (Yüksek Kaliteli Su) kalitesine sahip olduğu tespit edilmiştir. Oksijenlendirme Parametreleri olan; Kimyasal Oksijen İhtiyacı KOİ parametresine göre I. sınıf su (Yüksek Kaliteli Su) kalitesine sahip olduğu ve Biyolojik Oksijen İhtiyacı BOİ parametresine göre II. sınıf su (Az Kirlenmiş Su) kalitesine sahip olduğu tespit edilmiştir. Besin Elementleri Parametreleri olan; NH₄-N parametresine göre I. sınıf su (Yüksek Kaliteli Su) kalitesine sahip olduğu, NO₂-N parametresine göre IV. sınıf su (Çok Kirlenmiş Su) kalitesine sahip olduğu, NO₃-N parametresine göre I. sınıf su (Yüksek Kaliteli Su) kalitesine sahip olduğu, Toplam Kjeldahl Azotu parametresine göre I. sınıf su (Yüksek Kaliteli Su) kalitesine sahip olduğu, Toplam Fosfor parametresine göre II. sınıf su (Az Kirlenmiş Su) kalitesine sahip olduğu tespit edilmiştir. Sonuç olarak Mudurnu Nehri'nin 1. Örnekleme noktasında su kalitesinin IV. sınıf su (Çok Kirlenmiş Su) kalitesine sahip olduğu belirlenmiştir.

2. Örnekleme Noktası'nda nehir suyunun, Genel Şartlar parametreleri olan; Sıcaklık ve pH parametrelerine göre I. sınıf su (Yüksek Kaliteli Su) kalitesine sahip olduğu tespit edilmiştir. Oksijenlendirme Parametreleri olan; Kimyasal Oksijen İhtiyacı KOİ parametresine göre I. sınıf su (Yüksek Kaliteli Su) kalitesine sahip olduğu ve

Biyolojik Oksijen İhtiyacı BOİ parametresine göre II. sınıf su (Az Kirlenmiş Su) kalitesine sahip olduğu tespit edilmiştir. Besin Elementleri Parametreleri olan; $\text{NH}_4\text{-N}$ parametresine göre II. sınıf su (Az Kirlenmiş Su) kalitesine sahip olduğu, $\text{NO}_2\text{-N}$ parametresine göre IV. sınıf su (Çok Kirlenmiş Su) kalitesine sahip olduğu, $\text{NO}_3\text{-N}$ parametresine göre I. sınıf su (Yüksek Kaliteli Su) kalitesine sahip olduğu, Toplam Kjeldahl Azotu parametresine göre I. sınıf su (Yüksek Kaliteli Su) kalitesine sahip olduğu, Toplam Fosfor parametresine göre III. sınıf su (Kirlenmiş Su) kalitesine sahip olduğu tespit edilmiştir. Sonuç olarak Mudurnu Nehri'nin 2. Örnekleme noktasında su kalitesinin IV. sınıf su (Çok Kirlenmiş Su) kalitesine sahip olduğu belirlenmiştir.

3. Örnekleme Noktası'nda nehir suyunun, Genel Şartlar parametreleri olan; Sıcaklık ve pH parametrelerine göre I. sınıf su (Yüksek Kaliteli Su) kalitesine sahip olduğu tespit edilmiştir. Oksijenlendirme Parametreleri olan; Kimyasal Oksijen İhtiyacı KOİ parametresine göre I. sınıf su (Yüksek Kaliteli Su) kalitesine sahip olduğu ve Biyolojik Oksijen İhtiyacı BOİ parametresine göre II. sınıf su (Az Kirlenmiş Su) kalitesine sahip olduğu tespit edilmiştir. Besin Elementleri Parametreleri olan; $\text{NH}_4\text{-N}$ parametresine göre I. sınıf su (Yüksek Kaliteli Su) kalitesine sahip olduğu, $\text{NO}_2\text{-N}$ parametresine göre IV. sınıf su (Çok Kirlenmiş Su) kalitesine sahip olduğu, $\text{NO}_3\text{-N}$ parametresine göre I. sınıf su (Yüksek Kaliteli Su) kalitesine sahip olduğu, Toplam Kjeldahl Azotu parametresine göre II. sınıf su (Az Kirlenmiş Su) kalitesine sahip olduğu, Toplam Fosfor parametresine göre III. sınıf su (Kirlenmiş Su) kalitesine sahip olduğu tespit edilmiştir. Sonuç olarak Mudurnu Nehri'nin 3. Örnekleme noktasında su kalitesinin IV. sınıf su (Çok Kirlenmiş Su) kalitesine sahip olduğu belirlenmiştir.

4. Örnekleme Noktası'nda nehir suyunun, Genel Şartlar parametreleri olan; Sıcaklık ve pH parametrelerine göre I. sınıf su (Yüksek Kaliteli Su) kalitesine sahip olduğu tespit edilmiştir. Oksijenlendirme Parametreleri olan; Kimyasal Oksijen İhtiyacı KOİ parametresine göre I. sınıf su (Yüksek Kaliteli Su) kalitesine sahip olduğu ve Biyolojik Oksijen İhtiyacı BOİ parametresine göre II. sınıf su (Az Kirlenmiş Su) kalitesine sahip olduğu tespit edilmiştir. Besin Elementleri Parametreleri olan;

NH₄-N parametresine göre II. sınıf su (Az Kirlenmiş Su) kalitesine sahip olduğu, NO₂-N parametresine göre IV. sınıf su (Çok Kirlenmiş Su) kalitesine sahip olduğu, NO₃-N parametresine göre I. sınıf su (Yüksek Kaliteli Su) kalitesine sahip olduğu, Toplam Kjeldahl Azotu parametresine göre I. sınıf su (Yüksek Kaliteli Su) kalitesine sahip olduğu, Toplam Fosfor parametresine göre III. sınıf su (Kirlenmiş Su) kalitesine sahip olduğu tespit edilmiştir. Sonuç olarak Mudurnu Nehri'nin 4. Örnekleme noktasında su kalitesinin IV. sınıf su (Çok Kirlenmiş Su) kalitesine sahip olduğu belirlenmiştir.

5. Örnekleme Noktası'nda nehir suyunun, Genel Şartlar parametreleri olan; Sıcaklık ve pH parametrelerine göre I. sınıf su (Yüksek Kaliteli Su) kalitesine sahip olduğu tespit edilmiştir. Oksijenlendirme Parametreleri olan; Kimyasal Oksijen İhtiyacı KOİ parametresine göre I. sınıf su (Yüksek Kaliteli Su) kalitesine sahip olduğu ve Biyolojik Oksijen İhtiyacı BOİ parametresine göre II. sınıf su (Az Kirlenmiş Su) kalitesine sahip olduğu tespit edilmiştir. Besin Elementleri Parametreleri olan; NH₄-N parametresine göre II. sınıf su (Az Kirlenmiş Su) kalitesine sahip olduğu, NO₂-N parametresine göre IV. sınıf su (Çok Kirlenmiş Su) kalitesine sahip olduğu, NO₃-N parametresine göre I. sınıf su (Yüksek Kaliteli Su) kalitesine sahip olduğu, Toplam Kjeldahl Azotu parametresine göre I. sınıf su (Yüksek Kaliteli Su) kalitesine sahip olduğu, Toplam Fosfor parametresine göre III. sınıf su (Kirlenmiş Su) kalitesine sahip olduğu tespit edilmiştir. Sonuç olarak Mudurnu Nehri'nin 5. Örnekleme noktasında su kalitesinin IV. sınıf su (Çok Kirlenmiş Su) kalitesine sahip olduğu belirlenmiştir.

6. Örnekleme Noktası'nda nehir suyunun, Genel Şartlar parametreleri olan; Sıcaklık ve pH parametrelerine göre I. sınıf su (Yüksek Kaliteli Su) kalitesine sahip olduğu tespit edilmiştir. Oksijenlendirme Parametreleri olan; Kimyasal Oksijen İhtiyacı KOİ parametresine göre I. sınıf su (Yüksek Kaliteli Su) kalitesine sahip olduğu ve Biyolojik Oksijen İhtiyacı BOİ parametresine göre II. sınıf su (Az Kirlenmiş Su) kalitesine sahip olduğu tespit edilmiştir. Besin Elementleri Parametreleri olan; NH₄-N parametresine göre II. sınıf su (Az Kirlenmiş Su) kalitesine sahip olduğu, NO₂-N parametresine göre IV. sınıf su (Çok Kirlenmiş Su) kalitesine sahip olduğu, NO₃-N

parametresine göre I. sınıf su (Yüksek Kaliteli Su) kalitesine sahip olduğu, Toplam Kjeldahl Azotu parametresine göre I. sınıf su (Yüksek Kaliteli Su) kalitesine sahip olduğu, Toplam Fosfor parametresine göre III. sınıf su (Kirlenmiş Su) kalitesine sahip olduğu tespit edilmiştir. Sonuç olarak Mudurnu Nehri'nin 6. Örneklem noktasında su kalitesinin IV. sınıf su (Çok Kirlenmiş Su) kalitesine sahip olduğu belirlenmiştir.

Deneysel çalışmalar sonucunda, suyun kirlilik sınırında seyrettiği tespit edilmiştir.

Mudurnu Nehri'nin Genel Şartlar Sıcaklık, pH parametrelerine göre (Yüksek Kaliteli Su) I. sınıf su kalitesinde, Oksijenlendirme Parametreleri; Kimyasal Oksijen İhtiyacı, Biyolojik Oksijen İhtiyacı parametrelerine göre (Az Kirlenmiş Su) II. sınıf su kalitesinde, Besin Elementleri Parametreleri; $\text{NH}_4\text{-N}$, $\text{NO}_2\text{-N}$, $\text{NO}_3\text{-N}$, Toplam Kjeldahl Azotu, Toplam Fosfor parametrelerine göre (Çok Kirlenmiş Su) IV. sınıf su kalitesinde olduğu tespit edilmiştir. Sonuç olarak, Mudurnu Nehri'nin IV. sınıf su (Çok Kirlenmiş Su) kalitesine sahip olduğu tespit edilmiştir.

Bu kalite farkına, Nitrit Azotu ($\text{NO}_2\text{-N}$) değerlerinin yüksek olması sebebiyet vermiştir. Besin Elementleri Parametrelerinin su kalitesini iyileştirmek için $\text{NO}_2\text{-N}$ parametresini iyileştirmek gerekmektedir.

1. Örneklem Noktası'nda Genel Şartlar ve Oksijenlendirme Parametrelerinde aşırı bir kirliliğin söz konusu olmamasına rağmen, Besin Elementleri Parametrelerinden $\text{NO}_2\text{-N}$ kirliliğinin yüksek olması nehir suyunun kalitesini düşürmektedir. Bu kirlilik 1. Örneklem Noktası çevresinde bulunan yerleşim yerlerinden nehir suyuna karışabilen evsel atıksulardan ve yine çevresindeki tarım alanlarından nehre karışabilen gübre ve tarımsal ilaçlardan kaynaklanabilmektedir.

2. Örneklem Noktası'nda Genel Şartlar ve Oksijenlendirme Parametrelerinde aşırı bir kirliliğin söz konusu olmamasına rağmen, Besin Elementleri Parametrelerinden Toplam Fosfor ve $\text{NO}_2\text{-N}$ kirliliğinin yüksek olması nehir suyunun kalitesini düşürmektedir. Bu kirlilik 2. Örneklem Noktası çevresinde bulunan sanayi

kuruluşlarından nehir suyuna karışabilen hiç arıtılmamış ya da yeterli arıtım yapılmamış endüstriyel atıksulardan ve bu noktanın hemen üzerinden geçen otoyoldan gelebilecek kirlilik unsurlarından ve çevrede otlayan küçükbaş hayvanların dışkılarından kaynaklanabilmektedir.

3. Örneklem Noktası Mudurnu Nehri'ni besleyen Küçücek Deresi'dir ve dereye Genel Şartlar ve Oksijenlendirme Parametrelerinde aşırı bir kirliliğin söz konusu olmamasına rağmen, Besin Elementleri Parametrelerinden Toplam Fosfor ve $\text{NO}_2\text{-N}$ kirliliğinin yüksek olması nehir suyunun kalitesini düşürmektedir. Bu kirlilik 3. Örneklem Noktası çevresinde bulunan sanayi kuruluşlarından nehir suyuna karışabilen hiç arıtılmamış ya da yeterli arıtım yapılmamış endüstriyel atıksulardan, etrafta otlayan küçükbaş hayvanların dışkılarından ve yakındaki yerleşimlerden gelebilecek evsel atıksulardan kaynaklanabilmektedir.

4. Örneklem Noktası'nda Genel Şartlar ve Oksijenlendirme Parametrelerinde aşırı bir kirliliğin söz konusu olmamasına rağmen, Besin Elementleri Parametrelerinden Toplam Fosfor ve $\text{NO}_2\text{-N}$ kirliliğinin yüksek olması nehir suyunun kalitesini düşürmektedir. Bu kirlilik 4. Örneklem Noktası çevresinde bulunan sanayi kuruluşlarından ve meralardan nehir suyuna karışabilen hiç arıtılmamış ya da yeterli arıtım yapılmamış evsel/endüstriyel atıksulardan, otoyoldan gelebilecek kirlilik unsurlarından kaynaklanabilmektedir.

5. Örneklem Noktası'nda Genel Şartlar ve Oksijenlendirme Parametrelerinde aşırı bir kirliliğin söz konusu olmamasına rağmen, Besin Elementleri Parametrelerinden Toplam Fosfor ve $\text{NO}_2\text{-N}$ kirliliğinin yüksek olması nehir suyunun kalitesini düşürmektedir. Bu kirlilik 5. Örneklem Noktası çevresinde bulunan otoyoldan gelebilecek kirlilik unsurlarından kaynaklanabilmektedir.

6. Örneklem Noktası'nda Genel Şartlar ve Oksijenlendirme Parametrelerinde aşırı bir kirliliğin söz konusu olmamasına rağmen, Besin Elementleri Parametrelerinden Toplam Fosfor ve $\text{NO}_2\text{-N}$ kirliliğinin yüksek olması nehir suyunun kalitesini düşürmektedir. Bu kirlilik 6. Örneklem Noktası çevresinde bulunan sanayi

kuruluşlarından nehir suyuna karışabilecek hiç artırılmamış ya da yeterli arıtım yapılmamış endüstriyel atıksulardan kaynaklanabilmektedir.

SPSS Statistics 21 / 2012 programı kullanılarak Regresyon modeli oluşturulmuştur ve parametrelerin birbirleri ile olan ilişkileri tespit edilmiştir.

pH parametresi, Sıcaklık parametresinden pozitif yönde etkilenmiştir.

TKN parametresi Sıcaklık parametresinden pozitif yönde, pH parametresinden negatif yönden etkilenmiştir.

NH₄-N parametresi, Sıcaklık parametresinden pozitif yönde, TKN ve pH parametrelerinden negatif yönde etkilenmiştir.

NO₂-N parametresi, TKN parametresinden pozitif yönde, pH ve NH₄-N parametrelerinden negatif yönde etkilenmiştir.

NO₃-N parametresi, NH₄-N ve pH parametrelerinden pozitif yönde, TKN ve NO₂-N parametrelerinden negatif yönde etkilenmiştir.

TN parametresi, TKN ve Sıcaklık parametrelerinden pozitif yönde, pH parametresinden negatif yönde etkilenmiştir.

TP parametresi, NO₂-N parametresinden pozitif yönde, Sıcaklık ve pH parametrelerinden negatif yönde etkilenmiştir.

AKM parametresi, TP ve NO₃-N parametrelerinden pozitif yönde, TKN ve TN parametrelerinden negatif yönde etkilenmiştir.

BOİ parametresi, Sıcaklık ve TN parametrelerinden pozitif yönde, TP parametresinden negatif yönde etkilenmiştir.

KOİ parametresi, BOİ ve TN parametrelerinden pozitif yönde, TP parametresinden negatif yönde etkilenmiştir.

Tüm kimyasal parametreler için, etkileşim halinde oldukları parametreler tespit edilmiştir. Sıcaklık, pH, TKN, NH₄-N, NO₂-N, NO₃-N, TN, AKM, BOİ ve KOİ parametreleri arasındaki etkileşimler normaldir ve nehir suyu için herhangi bir kirlilik değerinde seyretmemektedirler. Ancak nehirde kirliliğe neden olan Nitrit parametresinin bölgede yüksek değerlere sahip oluşu Toplam Fosfor parametresini pozitif yönde etkileyerek TP parametresinin de yüksek değerlere sahip olmasına sebep olmaktadır.

En çok kirliliğin son örnekleme noktası olan 6. Örnekleme Noktasında olduğu belirlenmiştir. Bu durumun nedeninin bölgede bulunan fabrikaların atık sularının ve yerleşim bölgelerinin evsel atık sularının nehre deşarjı, hayvansal ve tarım faaliyetleriyle nehre karışan kirletici maddelerin birikmesi sonucu olduğu düşünülmektedir. Akarsu kaynaklarında olması beklenen seyrelme, bölgedeki fabrikaların sayıca yoğunluğu sebebiyle kirlilik birikmesi sonucu gözlenememektedir.

Mudurnu Nehri'ndeki kirlilik, Nitrit Azotu ve Toplam Fosfor parametrelerinin yüksek seviyelerde olmalarından kaynaklanmaktadır. Nehir çevresindeki yerleşim alanlarında bulunan bazı evler atıksularını sızdırmalı fosseptiklerde biriktirmektedirler. Nitrit Azotu ve Toplam Fosfor parametrelerinin yüksek değerlerde olmaları, nehrin çevresinde bulunan sanayi kuruluşlarından ve yerleşim bölgelerinden hiç arıtılmadan ya da yeterli arıtım yapılmadan evsel/endüstriyel atıksularının nehir suyuna karışmasından, yoğun hayvancılık faaliyetlerinden ve tarımda üretimi arttırma ve koruma amaçlı kullanılan azotlu gübrelerin ve ilaçların yağmurlu havalarda toprağa karışıp yüzeysel ve yer altı akışı olarak nehre varmalarından ve halkın nehir çevresine bıraktıkları çöp, moloz vb atıklardan kaynaklanabilmektedir.

Analiz sonuçlarına göre, Mudurnu Nehri'ne en fazla kirliliğin fabrika bölgelerinden girdiği gözlemlenmiştir. Tekstil, gıda, alüminyum ve otomotiv sektörlerinin bu kirliliğe neden olabilecekleri belirlenmiştir.

Nitrat konsantrasyonunun yüksek olması nehirlerde eski bir, evsel/endüstriyel atıksu girişi varlığını belirtebilmektedir. Nitrit parametresinin yüksek olduğu durumlar ise nehirlere anlık bir kirlletici evsel/endüstriyel atıksu girişini ifade edebilmektedir. Mudurnu Nehri'nde Nitrit Azotu'nun yüksek değerde olması bu nehre her an bir kirlilik girişinin olduğunu göstermektedir. Nitrit parametresinin düşük konsantrasyonlarda bile sudaki yaşam için toksik ve zehirleyici olduğu bilinmektedir bu sebeple nehirlerde yapılan çalışmalarda özellikle bu parametreye dikkat edilip, yüksek konsantrasyonların düşürülmesi için iyileştirme çalışmaları yapılmalıdır.

Mudurnu Nehri'nin sanayi bölgesinde yer alması, etrafında çok sayıda tarım ve yerleşim alanlarının bulunması sebebiyle bu alanda su kalitesi çalışmalarına devam edilmelidir. Mudurnu Nehri sürekli izlenmeli ve akarsuda yaşayan canlıların aktivitesini bozan insan kökenli baskıların azaltılması için gerekli tedbirler alınmalıdır.

KAYNAKLAR

- [1] Türkiye'nin Su Riskleri Raporu, World Wildlife Fund, 9-15, 2014.
- [2] Türkiye'de Suyun Durumu ve Su Yönetiminde Yeni Yaklaşımlar: Çevresel Perspektif, İş Dünyası ve Sürdürülebilir Kalkınma Derneği, Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü, Doğa Koruma Merkezi, Yaşama Dair Vakıf, 6-18, 2014.
- [3] www.dsi.gov.tr, Erişim Tarihi: 01.11.2016.
- [4] Bayraktar, İ., Mudurnu Deresi ve kollarında su kalitesinin belirlenmesi. Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Bölümü, Yüksek Lisans Tezi, 2007.
- [5] Ogleni, N., Bayraktar, I., Defining the relation between the benthic macro-invertebrates and chemical parameters in the Mudurnu River. Fresenius Environmental Bulletin, 17(8a): 2008.
- [6] Ogleni, N., Topal, B., Water quality assessment of the Mudurnu River, Turkey, using biotic indices. Springer Science-Business Media B.V. Water Resour Manage, 25: 2487-2508, 2011.
- [7] Kocataş, A., Ekoloji ve Çevre Biyolojisi. 11. Baskı, Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir, 1-458, 2010.
- [8] Bayram, A., Harşit Çayı su kalitesinin mevsimsel değişiminin incelenmesi ve askı madde konsantrasyonunun yapay sinir ağları yöntemi ile tahmin edilmesi. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Doktora Tezi, 2011.
- [9] Tülek, S., Kızılırmak Nehri su kalitesi belirlenmesi ve ötrofikasyona bağlı risk değerlendirmesi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 2006.
- [10] İleri. S., Karaer, F., Kâtip, A., Onur, S., Sığ göllerde su kalitesi değerlendirmesi, Uluabat Gölü örneği. Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, 19(1): 47-57, 2014.

- [11] Öz, Ü., Ertas, E., Arılı Deresi (Rize)'nin fiziko-kimyasal açıdan su kalitesinin tespit edilmesi. Sinop Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Temel Bilimler Bölümü, 2016.
- [12] Hasan, K., Khan, R., Nesha, K., Happy, M., Analysis of water quality using chemical parameters and metal status of Balu Rivers' water at Dhaka. Open Journal Of Water Pollution And Treatment, 1(2): 58-74, 2014.
- [13] Gichana, Z., Njiru, M., Raburu, P., Onderi, F., Effects of human activities on benthic macroinvertebrate community composition and water quality in the upper catchment of the Mara River Basin. Lakes and Reservoirs: Research and Management, 20(2): 128-137, 2015.
- [14] Avigliano, E., Schenone, N., Water quality in Atlantic Rainforest Mountain Rivers (South America): quality indices assessment, nutrients distribution, and consumption effect. Environmental Science and Pollution Research, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2016.
- [15] Cui, B., Zhao, H., Zhang, Z., Zhang, H., Assessment of river water quality in Pearl River Delta using multivariate statistical techniques. International Conference on Ecological Informatics and Ecosystem Conservation, Procedia Environmental Sciences, 2(2010): 1220-1234, 2010.
- [16] Taylora, S., He, Y., Hiscocka, K., Modelling the impacts of agricultural management practices on river water quality in Eastern England. Journal of Environmental Management, 180: 147-163, 2016.
- [17] Sharma, R., Singh, N., Chauhan, A., The influence of physico-chemical parameters on phytoplankton distribution in a head water stream of Garhwal Himalayas. The Egyptian Journal Of Aquatic Research, 42(1): 11-21, 2016.
- [18] Lloyd, C. E. M., Freer, J. E., Johnes, P. J., Collins, A. L., Using hysteresis analysis of high-resolution water quality monitoring data, including uncertainty, to infer controls on nutrient and sediment transfer in catchments. Science Of The Total Environment, 543(A): 388-404, 2016.
- [19] Brack, W., Dulio, V., Ågerstrand, M., Allan, I., Altenburger, R., Brinkmann, M., Bunke, D., Burgess, R. M., Cousins, I., Escher, B. I., Hernández F. J., Hewitt, L. M., Hilscherová, K., Hollender, J., Hollert, H., Kase, R., Klauer, B., Lindim, C., Herráez, D. L., Miège, C., Munthe, J., Toole, S. O., Postuma, L., Rüdell, H., Schäfer, R. B., Sengl, M., Smedes, F., Meent, D., Towards the review of the European Union water framework management of chemical contamination in European surface water resources. Science of The Total Environment, 576: 720-737, 2017.
- [20] Lutz, S. R., Mallucci, S., Diamantini, E., Majone, B., Merz, R., Bellin, A., Hydroclimatic and water quality trends across three Mediterranean River Basins. Science of the Total Environment, 571: 1-15, 2016.

- [21] Ahmed, A. A. M., Shah, S. M. A., Application of adaptive neuro-fuzzy inference system (ANFIS) to estimate the biochemical oxygen demand (BOD) of Surma River. Journal of King Saud University-Engineering Sciences, 12: 1-17, 2015.
- [22] Suntoyoa, S., Ikhwan, H., Zikraa, M., Sukmasaria, N. A., Angraenia, G., Tanakab, H., Umedab, M., Kure, S., Modelling of the COD, TSS, phosphate and nitrate distribution due to the siltation mud flow into Porong River Estuary. Procedia Earth and Planetary Science, 14: 144-151, 2015.
- [23] www.HaritaTR.com., Erişim Tarihi: 11.11.2016.
- [24] www.tr.wikipedia.org., Erişim Tarihi: 11.11.2016.
- [25] şahin, H., Mudurnu Çayı'nın kirlilik kaynaklarının ve su kalitesi sınıfının belirlenmesi. Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 2004.
- [26] Sakarya İl Çevre Durum Raporu, T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 28-36, 2012.
- [27] www.tr.climate-data.org., Erişim Tarihi: 15.11.2016.
- [28] Türkiye İstatistik Kurumu Nüfus Verileri, 2016.
- [29] www.standardmethods.org., Erişim Tarihi: 20.04.2016.
- [30] Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Numune Alma ve Analiz Metodları Tebliği, 2009.
- [31] Yüzeysel Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği, 2012.

ÖZGEÇMİŞ

Seda AY, 06.11.1990’da Sakarya’da doğdu. İlk, orta ve lise eğitimini Adapazarı’nda tamamladı. 2010 yılında başladığı Sakarya Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü’nden 2014 yılında mezun oldu. Aynı yıl Sakarya Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümü’nde Yüksek Lisans eğitimine başladı. Halen Yüksek Lisans öğrenimine devam etmektedir.