

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

**KARAÇOMAK BARAJI HAVZASINDA BAZI SU KALİTESİ
PARAMETRELERİNE YAPAY SİNİR AĞI (YSA)
TEKNİKLERİNİN UYGULANMASI**

İdris Basher Imneisi SAAD

**Danışman
Jüri Üyesi
Jüri Üyesi
Jüri Üyesi
Jüri Üyesi**

**Dr.Öğr.Üyesi Miraç Aydın
Dr.Öğr.Üyesi Kerim GÜNEY
Dr.Öğr.Üyesi Ekrem MUTLU
Dr.Öğr.Üyesi İbrahim YURTSEVEN
Dr.Öğr.Üyesi Mahmut REİS**

**DOKTORA TEZİ
ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI**

KASTAMONU – 2018

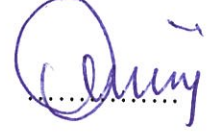
TEZ ONAYI

İdris Basher Imneisi SAAD tarafından hazırlanan “**Karaçomak Barajı Havzasında Bazı Su Kalitesi Parametrelerine Yapay Sınır Ağı (YSA) Tekniklerinin Uygulanması**” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri üyeleri önünde savunulmuş ve oy birliği ile Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Orman Mühendisliği Ana Bilim Dalı**’nda **DOKTORA TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman Dr.Öğr. Üyesi Miraç AYDIN
Kastamonu Üniversitesi



Jüri Üyesi Dr.Öğr. Üyesi Kerim GÜNEY
Kastamonu Üniversitesi



Jüri Üyesi Dr.Öğr. Üyesi Ekrem MUTLU
Kastamonu Üniversitesi



Jüri Üyesi Dr.Öğr. Üyesi İbrahim YURTSEVEN
İstanbul Üniversitesi



Jüri Üyesi Dr.Öğr. Üyesi Mahmut REİS
Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi



08/06/2018

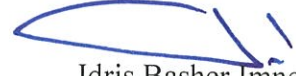
Enstitü Müdürü V.

Doç.Dr. Mehmet Altan KURNAZ



TAAHHÜTNAME

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildirir ve taahhüt ederim.



Idris Basher Imneisi SAAD

ÖZET

Doktora Tezi

KARAÇOMAK BARAJI HAVZASINDA BAZI SU KALİTESİ PARAMETRELERİNE YAPAY SINIR AĞI (YSA) TEKNİKLERİNİN UYGULANMASI

İdris Basher Imneisi SAAD
Kastamonu Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Orman Mühendisliği Ana Bilim Dalı

Danışman: Dr.Öğr. Üyesi Miraç AYDIN

Bu araştırmada, elektriksel iletkenlik (EC), pH, Sıcaklık (T), çözülmüş oksijen (DO), bulanıklık (TUR), toplam sertlik (Ha), toplam alkalinite, amonyak azotu (NH₄-N), nitrit azotu (NO₂-N), nitrat azotu (NO₃-N), fosfat (PO₄-P), biyokimyasal oksijen ihtiyacı (BOD), kimyasal oksijen talebi (COD), su ve atık suyun ölçümü için standart metotlara göre analiz edildi. Eylül 2015 ile Temmuz 2016 arasında istasyonlardan elde edilen sonuçlar, insan kullanımı için mükemmel ve kötü su kalitesi sınıflarına göre kategorize edilmiştir. Bu çalışmada Kastamonu Belediyesi ve Karaçomak Barajı için model yoluyla WQI'yı tahmin etmek için yapay sinir ağının (YSA) gelişimi incelenmiştir. Basit bir ilerleme ağına dayanan bu çalışmada son model yapı kullanılmıştır. Basit ileri besleme ağı, standart geri yayılım algoritması (Levenberg-Marquardt) (tren-lm) ve Bayes düzenlemesi geri yayılımı (tren-br) olmak üzere iki farklı eğitim algoritması ile uygulanır. Bu çalışmada modelleme için bir gizli katman seçilmiştir ve gizli nöronların sayısı giriş düğümlerinin (n+1) ve (2n+1) olarak belirlenmiştir. Birçok ampirik inceleme, gizli nöron seti kullanılarak gerçekleştirilmektedir. Modelin, WQI'ini tahmin etmek için yaratılan tüm parametreleri varsa, (2n+1) gizli düğümlerde modifiye ettikleri, ancak 5 parametreden daha az giriş olduğunda, gizli düğümü (n+1) ile azaltmak isteyecektir. Öte yandan, WQI-Calculation ve WQI-Predict arasında karşılaştırma tamamlanmıştır. Karşılaştırma şu şekildedir: Model2-abr> model2-alm> model2-5br> sonucusu model2-5lm'dir. Bu keşif, gizli nöronların miktarının, sistemin uygulanmasını doğrudan etkilemiş şeklini kullanarak tasvir edilebilir ve bu modeli, standart geri yayılım algoritması için aktivasyon fonksiyonu (train-br) en uygun hale getirildiği için Bayesian mevzuatının geri yayılımı ile birlikte görebiliyoruz.

Anahtar Kelimeler: Su kalite İndeksi, Fiziksel-Kimyasal Parametreler, Yapay Sinir Ağları (YSA), Kastamonu, Karaçomak Barajı

2018, 129 s.

Bilim Kodu: 1205

ABSTRACT

Ph.D. Thesis

IMPLEMENTATION OF ARTIFICIAL NEURAL NETWORK (ANN) TECHNIQUES IN SOME WATER QUALITY PARAMETERS IN KARACOMAK DAM BASIN

Idris Basher Imneisi SAAD
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Forest Engineer

Supervisor: Assist. Prof. Miraç AYDIN

In this study, electrical conductivity (EC), pH, temperature (T), dissolved oxygen (DO), turbidity (TUR), total hardness (Ha), total alkalinity, ammonia nitrogen (NH₄-N), nitrite nitrogen (NO₂-N), nitrate nitrogen (NO₃-N), phosphate (PO₄-P), biochemical oxygen demand (BOD), chemical oxygen request (COD) were analysed in accordance to standard methods for the examination of water and wastewater. Between September 2015 and July 2016, the results obtained from the stations have been categorized between excellent to poor water quality for the human use. In this study, the development of the artificial neural network (YAS) for estimating WQI for the Kastamonu Municipality and Karacomak Dam was investigated. The last model structure utilized in this study which is based on a simple feedforward network. The simple feedforward network is applied with two different training algorithms the standard back-propagation algorithm (Levenberg-Marquardt) (train-lm) and Bayesian regulation backpropagation (train-br). In this study, one hidden layer has been selected for modelling and the number of the hidden neuron is set (n+1) and (2n+1) of input nodes. And, many empirical investigations are carried out by using the deferent set of hidden neurons. It used to be determined that If the model has all parameters (input) that are created to predicted the WQI (output) they modified in hidden nodes at (2n+1) however if there is any change in the number of input with 5 or much less than 5 parameters inputs, that it will want to decrease of the hidden node with (n+1). On the other hand, the comparison has been completed between WQI- Calculation and WQI - Predict. The order is as follows model2-abr >model2-alm >model2-5br >the last one is model2-5lm. This discovering can be depicted by using the way that the quantity of hidden neurons straightforwardly affects the execution of the system and we can see that model with Bayesian legislation backpropagation as activation function (train-br) is optimal to the standard back-propagation algorithm (Levenberg-Marquardt) train-lm.

Key Words: Water quality index, physic-chemical parameters, Artificial Neural Network (YSA), Kastamonu, Karaçomak dam.

2018, 129 pages

Science Code: 1205

TEŞEKKÜR

“Karaçomak Barajı Havzasında Bazı Su Kalitesi Parametrelerine Yapay Sınır Ağı (YSA) Tekniklerinin Uygulanması” isimli bu çalışma Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim Dalı Lisansüstü Programı kapsamında gerçekleştirilmiştir.

Tez çalışmamın hazırlanmasında danışmanım Dr.Öğr.Üyesi Miraç AYDIN ile çalışmalarımda yardımda bulunan Arş.Gör. Senem GÜNEŞ ŞEN’e önemli katkılarından dolayı teşekkürlerimi sunarım.

Bu çalışmanın değerli jüri üyeleri olan Dr.Öğr. Üyesi Kerim GÜNEY, Dr.Öğr. Üyesi Ekrem MUTLU, Dr.Öğr. Üyesi İbrahim YURTSEVEN ve Dr.Öğr. Üyesi Mahmut REİS’e öneri ve katkıları için çok teşekkür ederim.

Bize çok değerli bilgiler veren Kastamonu Üniversitesi- Havza Yönetimi Anabilim Dalına ve Su Ürünleri Bölümü’ne teşekkürlerimi sunarım.

Labaratuvar çalışmalarında ve analizlerdeki yardımlarından dolayı Ali SALIM’e teşekkürlerimi sunarım.

Wail Mohammad EL-SHRAIDI’ye MATLAB programını kullanma konusundaki eşsiz dostlukları ve destekleri için teşekkür ederim.

Kastamonu Belediyesi'ne araştırmadaki katkılarından dolayı teşekkür ederim.

Değerli eşim Halima Muftah, kızlarımız Shoog, Bushra, Raghad ve Mayer ve oğlumuz Abdulmalik’e çalışmam boyunca bana göstermiş oldukları sabır, destek ve teşvikleri için en derin minnettarlığımı sunarım.

Bu çalışma rahmetli babam, Ysaem ve rahmetli kardeşim Ali Basher ile kardeşim Muftah ve Salim Basher’e ithaf olunur.

Idris Basher Imneisi SAAD
Kastamonu, Haziran, 2018

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET.....	iv
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xiv
TABLolar DİZİNİ	xvi
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR ÖZETİ.....	7
2.1. Su Kalitesi Konusunda Teknik, Teorik ve Ampirik Çalışmaların Gözden Geçirilmesi.....	7
2.2. Su Kalitesinin Tanımlanması	7
2.3. Suyun Karakteristik Özellikleri.....	8
2.3.1. Suyun Kalitesinin Değerlendirilmesi ve İzlenmesi	9
2.3.1.1. <i>Su sisteminin fiziksel ve kimyasal elementleri</i>	10
2.3.1.2. <i>Sıcaklık</i>	10
2.3.1.3. <i>Bulanıklık</i>	11
2.3.1.4. <i>Elektriksel iletkenlik</i>	11
2.3.1.5. <i>pH</i>	11
2.3.1.6. <i>Alkalinite</i>	12
2.3.1.7. <i>Sertlik</i>	12
2.3.1.8. <i>Çözünmüş oksijen (DO)</i>	13
2.3.1.9. <i>Biyokimyasal oksijen talebi (BOD)</i>	13
2.3.1.10. <i>Kimyasal oksijen talebi (COD)</i>	14
2.3.1.11. <i>Amonyak (NH₃-N) azot</i>	15
2.3.1.12. <i>Nitrit (NO₂-N) ve nitrat (NO₃-N) azotu</i>	16
2.3.1.13. <i>Fosfat (PO₄-P)</i>	16

2.3.2. Su Kalitesi İndeksi	17
2.3.2.1. Su kalitesi indeksi kavramı	17
2.3.2.1.1. İndeks yapısının gelişimi	20
2.3.2.1.2. Değişken seçimi	21
2.3.2.2. Ulusal sanitasyon vakfı su kalitesi indeksi (NSFWQI)	22
2.3.2.3. British columbia su kalitesi indeksi (BCWQI).....	23
2.3.2.4. Kanada su kalitesi indeksi (Kanada çevre bakanları konseyi) (CCME).....	24
2.4. Suyun Kalite Standartları	25
2.5. Su Kirliliği.....	26
2.5.1. Su Kirliliğinin Arka Planı.....	26
2.5.2. Su Kirliliği Formlarının ve Kaynağının Sınıflandırılması.....	27
2.6. Suyun Kalitesinin İzlenmesi ve Gözlemlenmesi.....	27
2.7. Yapay sinir ağlarının uygulanması.....	28
2.7.1. Yapay Sinir Ağlarının Arka Planı	28
2.7.2. Biyolojik ve Yapay Sinir Ağı Temel Kavramları.....	28
2.7.3. Ağ yapısı.....	30
2.7.3.1. Tahmin ağları	32
2.7.3.2. Çok katmanlı ileri beslenmeli yapay sinir ağı	33
2.7.3.3. Ağ eğitimi.....	34
2.7.3.3.1. Denetimli öğrenme yapay sinir ağı	35
2.7.3.3.2. Denetimsiz öğrenim	36
2.7.4. Su Kalitesi Tahmininde Yapay Sinir Ağları Uygulanmasının İncelenmesi	36
3. MATERYAL VE YÖNTEM	41
3.1. Materyal	41
3.1.1. Türkiye İklimi.....	41
3.1.2. Çalışma Alanı	42
3.1.3. Veri Kaynağı.....	45
3.2. Yöntem	46
3.3. İstatiksel Analiz	46

3.4. Su Kalitesi İndeksi Tekniği (WQI)	47
3.4.1. Kalite Derecelendirme Alt İndekslerini Hesaplanması (qi).....	47
3.4.2. Birim Ağırlığının Hesaplanması (Nispi Ağırlık :Hesaplaması)	48
4. BULGULAR.....	49
4.1. Laboratuvar Araştırmaları Verileri İçin WQI'ye Dayalı Su Kalitesinin Değerlendirilmesi	49
4.2. Karaçomak Barajı'nda Su rneklerinin Sonuçları ve Kalitesinin Değerlendirilmesi	52
4.2.1. Su Kalitesini Fizikokimyasal Değişkenleri	52
4.2.1.1. <i>pH</i>	52
4.2.1.2. <i>Elektriksel iletkenlik</i>	53
4.2.1.3. <i>Sıcaklık</i>	54
4.2.1.4. <i>Bulanıklık</i>	54
4.2.1.5. <i>Toplam sertlik</i>	55
4.2.1.6. <i>Toplam alkalinite</i>	55
4.2.1.7. <i>özünmüş oksijen</i>	56
4.2.1.8. <i>Biyokimyasal oksijen ihtiyacı (BOD) ve kimyasal oksijen ihtiyacı (COD)</i>	57
4.2.1.9. <i>Azot, nitrat ve nitrit (NH_4^+-N, NO_3-N ve NO_2-N)</i>	58
4.2.1.10. <i>Fosfat (PO_4-P)</i>	58
4.3. Karaçomak Baraj Alanında Su Kalitesi İndeksi Kullanılarak Su Kalitesinin Değerlendirilmesi	59
4.4. Kastamonu şehrinin Belediye'den Alınan Veriler İçin Hesaplanması (WQI)	61
4.5. Karaçomak Barajı'nda Su Kalitesinin Değerlendirilmesinde WQI Aracı	67
4.6. Kastamonu Belediyesi şehir Suyu İçin Su Kalitesinin Belirlenmesinde WQI Aracı	67
4.7. Yapay Sinir Ağı Kullanarak Su Kalitesi İndeksinin Modellenmesi	69
4.7.1. <i>Veri n İşleme</i>	69
4.7.2. <i>Veri Bölümü</i>	69

4.7.3. Veri Geliştirme Modeli (Model İçindeki Veri Bölümü)	71
4.7.3.1. Eğitim aşaması	72
4.7.3.2. Test aşaması	72
4.7.3.3. Doğrulama aşaması.....	72
4.7.3.4. Model seçimi.....	72
4.7.3.5. Model performansı	74
4.7.4. Modellerin Değerlendirilmesi.....	75
4.7.4.1. Model l-alm ve model l-abr (N+1) gizli katman.....	76
4.7.4.2. Model l-alm ve model l-abr (2N+1) gizli katman.....	78
4.7.4.3. Model l-4lm ve model l-4br (N+1) gizli katman.....	79
4.7.4.4. Model l-4lm ve model l-4br (2N+1) gizli katman.....	80
4.7.4.5. Model 2-alm ve model 2-abr (N+1) gizli katman.....	81
4.7.4.6. Model 2-alm ve model 2-abr (2N+1) gizli katman.....	82
4.7.4.7. Model 2-5lm ve model 2-5br (N+1) gizli katman.....	83
4.7.4.8. Model 2-5lm ve model 2-5br (2N+1) gizli katman.....	84
4.8. Yapay Sinir Ağı Modelinin Su Kalitesi İndeksi Modeli ile Karşılaştırılması	85
4.8.1. Kastamonu Kenti İçin WQI-Model1'i Tahmininde Su Kalitesi İndeksi (WQI) Modeli Geliştirilmesi.....	85
4.8.2. Karaçomak Havzasında Su Kalitesi İndeksi (WQI) Modelinin Geliştirilmesi (WQI-Model2) (Tüm Havzalar İçin)	87
4.9. Örnek Olay Analizi (Su Kalitesi İndeksi (Karaçomak WQI) Modellemesi).....	90
4.9.1. Karaçomak Bölgesini Test Etmek İçin Veri Kaynakları	90
4.9.2. Test Modelleme Sonucu	91
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	94
KAYNAKLAR	98
EKLER.....	112
EK 1- Kastamonu Belediyesine Ait Verilerin Elde Edilmesi ile İlgili Yazı	113
EK 2- Su Kalitesi Verileri (Excel 2008 formatında saklı ve matlab 2014a Programı ile bağlantılı)	114

EK 3- İstasyonlara ait ölçüm sonuçları	118
EK 4- Örneklemeye Noktalarının İstatistikleri (S1, S2, S3,S4, S5, S6)	122
EK 5- Örneklemeye Noktalarının Ait Tüm Parametrelerin Korelasyon Değerleri (S1, S2, S3,S4, S5, S6)	126
EK 6- 7 ve 8 nolu Örneklemeye noktalarındaki Tüm Parametrelere Ait İstatistikler	128
ÖZGEÇMİŞ	129



SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

APHA	American Public Health Association: Amerikan Halk Sağlığı Derneği
YSA	Artificial Neural Network: Yapay Sinir Ağı
BCWQI	British Columbia Su Kalitesi İndeksi
BOD	Biochemical Oxygen Demand: Biyokimyasal Oksijen Talebi
CA	Cluster Analysis: Küme Analizi
CCME	Kanada Çevre Bakanları Konseyi
Cl	Chlorides: Kloridler
C.O. D	Chemical Oxygen demand: Kimyasal Oksijen Talebi
DA	Discriminate Analysis: Diskriminant Analiz
DO	Dissolved oxygen: Çözünmüş Oksijen
EC	Electric Conductivity: Elektrik İletkenliği
Ka-WQI	Kastamonu- Water Quality Index: Kastamonu-Su Kalitesi İndeksi
FA	Factor Analysis: Faktör Analizi
FFBP	Feed Forward Back Propagation: İleri İletim Geri Yayılım
Fe	Demir
FS	Forest Soil: Orman Toprağı
LM	The Levenberg–Marquardt (LM) algoritması
LMS	Least-Mean-Square: Least-Mean Karesi
Mg ²⁺	Magnesium: Magnezyum
Mg	Milligram: Miligram
MLP	Multi-layer Perception: Çok katmanlı algı
MLR	Multiple Linear Regression: Çoklu Doğrusal Regresyon
MSE	Mean Square Error: Ortalama Karesel Hata
µs/cm	micro Siemens/centimetre: Mikro Siemens Santimetre
NSFWQI	Ulusal Sanitasyon Vakfı Su Kalitesi İndeksi
NH ₄ -N	Ammonium: Amonyum
NO ₂ -N	Nitrite: Nitrit
NO ₃ -N	Nitrate: Nitrat
N	The total number of data points: Toplam veri noktası sayısı
PCA	Principal Component: Ana Bileşen
PO ₄	Phosphate: Fosfat
R	Correlation Factor: Korelasyon Faktörü
R ²	Coefficient of Efficiency: Korelasyon Katsayısı
RBF	Radial Basis Function: Radyal Temel Fonksiyonu
%RE	Percent Residual Error: Yüzde Artık Hata
RMSE	Root mean error: Kök ortalama hatası
RNN	Recurrent Neural Network : Tekrarlayan Sinir Ağı
SPSS	Sosyal Bilimler İçin İstatistik Paket Programı
SO ₄	Sülfatlar
T	Sıcaklık
Ta	Toplam Alkalinite

TDS	Toplam Çözünmüş Katı Madde
TH	Toplam Sertlik
Turb	Bulanıklık
USEPA	Amerika Birleşik Devletleri Çevre Koruma Ajansı
WHO	Dünya Sağlık Örgütü
WPCSR	Türkiye’de Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği
WQ	Su Kalitesi
WQOs	İl Su Hedefleri
WQI	Su Kalite İndeksi
Br	Bayes düzenlemesi geri yayılımı
Im	Levenberg-Marquardt Yayılım



ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 2.1. Doğal sinir hücresi	29
Şekil 2.2. Yapay sinir hücresi	30
Şekil 2.3. Ağ mimarisinin sınıflandırılması	32
Şekil 2.4. Beş giriş düğümü ile iki katmanlı ileri iletimli sinir ağı	33
Şekil 3.1. Örneklem noktaları.....	43
Şekil 3.2 Karaçomak baraj alanı alt havzalarındaki örneklem noktaları.....	44
Şekil 3.3. Karaçomak barajı arazi kullanımı	45
Şekil 4.1. Ortalama pH konsantrasyonu.....	53
Şekil 4.2. Elektriksel iletkenliğin (EC) ortalama konsantrasyonu	54
Şekil 4.3. Sıcaklık (C) Ortalaması.....	54
Şekil 4.4. Bulanıklık (NTU) ortalaması	55
Şekil 4.5. Toplam sertlik (T. Ha) ortalama konsantrasyonu	55
Şekil 4.6. Toplam alkalinite (T. alk.) ortalama konsantrasyonu	56
Şekil 4.7. Toplam çözülmüş oksijen (T. alk) ortalama konsantrasyonu	56
Şekil 4.8. Biyokimyasal oksijen ihtiyacı (B.O.D.) ve kimyasal oksijen ihtiyacının (C.O.D.) ortalama konsantrasyonu	57
Şekil 4.9. Amonyak (NH ₄ -N), nitrat (NO ₃ -N), nitrit (NO ₂ -N) ortalama konsantrasyonu	58
Şekil 4.10. Fosfat (PO ₄ -P) ortalama konsantrasyonu	59
Şekil 4.11. Farklı örneklem noktalarında su kalitesi indeksinin sınıflandırılması	60
Şekil 4.12. Örneklem noktalarındaki su kalite indeksleri	60
Şekil 4.13. Kastamonu şehri için işlem öncesi ve sonrası WQI değerlerinin karşılaştırılması (2011-2015)	66
Şekil 4.14. YSA tahmin modellerinin geliştirilmesinde adımlar	68
Şekil 4.15. Üç katmandan oluşan sinir ağı yapısı	74
Şekil 4.16. Kastamonu şehrinin (tüm setler) suyundaki (n + 1) model1-alm ve model1-abr ile hesaplanan WQI diyagramı.....	77
Şekil 4.17. Kastamonu şehrinin sularında (n + 1) ile hesaplanmış WQI için model1-alm ve model1-abr MAD, MSE ve MAPE hata değerleri diyagramı.....	77
Şekil 4.18. Kastamonu şehrinin (tüm kümeler) suyundaki (2n + 1) model1-alm ve model1-abr ile hesaplanan WQI diyagramı.....	78
Şekil 4.19. Kastamonu şehrinin sularında (2n + 1) ile hesaplanmış WQI için model1-alm ve model1-abr MAD, MSE ve MAPE hata değerleri diyagramı.....	78
Şekil 4.20. Kastamonu şehrinin sularında (n + 1) ile hesaplanmış WQI için model1-4lm ve model1-4br MAD, MSE ve MAPE hata değerleri diyagramı.....	79

Şekil 4.21. Diyagram, Kastamonu kentinde suyla (n + 1) hesaplanmış WQI için model1-4lm ve model1-4br hata, MAD, MSE ve MAPE değerlerinin gösterimi.....	79
Şekil 4.22. Model1-4lm ve model1-4br diyagramı Kastamonu şehrinin (tüm setler) sularında (2n + 1) WQI ile hesaplanması.....	80
Şekil 4.23. Kastamonu şehrinin sularında 2(n + 1) ile hesaplanmış WQI için model1-4lm ve model1-4br MAD, MSE ve MAPE hata değerleri diyagramı.....	81
Şekil 4.24. Karaçomak sahasının (n + 1) veri kümesi (tüm havzaları) ile hesaplanmış WQI için model2-alm ve model2-abr diyagramı	81
Şekil 4.25. Kastamonu şehrinin sularında (n + 1) ile hesaplanmış WQI için model2-alm ve model2-abr MAD, MSE ve MAPE hata değerleri diyagramı.....	82
Şekil 4.26. Karaçomak sahasının (2n + 1) veri seti (tüm havzalar) ile hesaplanmış WQI için model2-alm ve model2-abr diyagramı.	82
Şekil 4.27. Kastamonu şehrinin sularında (2n + 1) ile hesaplanmış WQI için model2-alm ve model2-abr MAD, MSE ve MAPE hata değerleri diyagramı.....	83
Şekil 4.28. Karaçomak bölgesi (n + 1) veri seti ile hesaplanmış WQI için model2-5lm ve model2-5br diyagramı (tüm havzalar)	83
Şekil 4.29. Karaçomak havzası veri setinde (n + 1) ile hesaplanmış WQI için model2-5lm ve model2-5br MAD, MSE ve MAPE hata değerleri diyagramı	84
Şekil 4.30. Karaçomak alanı (2n + 1) veri seti ile hesaplanmış WQI için model2-5lm ve model2-5br diyagramı (tüm havzalar).	84
Şekil 4.31. Karaçomak havzası veri setinde (2n + 1) ile hesaplanmış WQI için model2-5lm ve model2-5br MAD, MSE ve MAPE hata değerleri diyagramı.....	85
Şekil 4.32. Kastamonu model tahmini sonuçlarının performansı (WQI-model-1)	86
Şekil 4.33. Kastamonu şehrinin suları WQI için model1-alm ve model1-abr modellerinden elde edilen sonuçların karşılaştırılması.....	87
Şekil 4.34. Kastamonu şehrinin suları WQI için model1-4lm ve model1-4br modellerinden elde edilen sonuçların karşılaştırılması.....	87
Şekil 4.35. Karaçomak havzasında (tüm havzaların) WQI tahmininin performansı (model-2)	88
Şekil 4.36. Karaçomak havzasında model2-alm ve model-2-abr WQI tahmin modellerinden elde edilen sonuçların karşılaştırılması.....	89
Şekil 4.37. Karaçomak havzasında model2-5lm ve model-2-5br WQI tahmin modellerinden elde edilen sonuçların karşılaştırılması.....	90
Şekil 4.38. (R-MAD-MSE-MAPE) kullanılarak örnek çalışma sonuçlarının karşılaştırılması	92
Şekil 4.39. WQI-hesaplama ve WQI-tahmini kullanılarak model-2-alm ve model-2-abr (n + 1) sonuçlarının karşılaştırılması.....	92
Şekil 4.40. WQI-hesaplama ve WQI-tahmini kullanılarak model2-alm (2n + 1) ve model2-abr (n + 1) sonuçlarının karşılaştırılması	93

TABLolar DİZİNİ

	Sayfa
Tablo 2.1. Su kalitesini etkileyen önemli süreçler	9
Tablo 2.2. Örnekleme sertlik ölçeği	13
Tablo 2.3. İçme sularında sağlıklı olduğuna işaret eden bazı kimyasallar ve fiziksel değerler için kılavuz değerler	21
Tablo 2.4 Ulusal veya küresel düzeyde geliştirilen su kalitesi endekslerinin bir özeti.....	26
Tablo 3.1. Karaçomak barajı arazi kullanımları.....	43
Tablo 3.2. Örnekleme noktalarının konumları	44
Tablo 3.3. Su kalitesi analizleri.....	46
Tablo 3.4. Su kalitesi sınıflandırması.....	48
Tablo 4.1. Parametrelerin standart değerleri	49
Tablo 4.2. İstasyonlardaki su kalite indeksi hesaplanması (S1).....	49
Tablo 4.3. İstasyonlardaki su kalite indeksi hesaplanması (S2).....	50
Tablo 4.4. İstasyonlardaki su kalite indeksi hesaplanması (S3).....	50
Tablo 4.5. İstasyonlardaki su kalite indeksi hesaplanması (S4).....	51
Tablo 4.6. İstasyonlardaki su kalite indeksi hesaplanması (S5).....	51
Tablo 4.7. İstasyonlardaki su kalite indeksi hesaplanması (S6).....	52
Tablo 4.8. (2015-2016) döneminde tüm WQI için farklı örneklemelerin karşılaştırılması	59
Tablo 4.9. Kastamonu’da WQI’nin 2015 yılında işlemden önce hesaplanması .	61
Tablo 4.10. Kastamonu’da WQI’nin 2015 yılında işlemden sonra hesaplanması	62
Tablo 4.11. Kastamonu’da WQI’nin 2014 yılında işlemden önce hesaplanması .	62
Tablo 4.12. Kastamonu’da WQI’nin 2014 yılında işlemden sonra hesaplanması	63
Tablo 4.13. Kastamonu’da WQI’nin 2013 yılında işlemden önce hesaplanması .	63
Tablo 4.14. Kastamonu’da WQI’nin 2013 yılında işlemden sonra hesaplanması	64
Tablo 4.15. Kastamonu’da WQI’nin 2012 yılında işlemden önce hesaplanması .	64
Tablo 4.16. Kastamonu’da WQI’nin 2012 yılında işlemden sonra hesaplanması	65
Tablo 4.17. Kastamonu’da WQI’nin 2011 yılında işlemden önce hesaplanması .	65
Tablo 4.18. Kastamonu’da WQI’nin 2011 yılında işlemden sonra hesaplanması	66
Tablo 4.19. Kastamonu’da 2011-2015 yıllarında işlem öncesi ve işlem sonrası WQI değerlerinin karşılaştırılması.....	66
Tablo 4.20. WQI tahmini için kullanılan Kastamonu-şehir modeli örneği.....	70
Tablo 4.21. WQI tahmini için kullanılan Karaçomak alanı-modeli örneği	71
Tablo 4.22. Modelde kullanılan sembollerin isimleri	71
Tablo 4.23. Kastamonu Modeli sonucunun WQI-model-1 tahminine toplam performansı	86
Tablo 4.24. Karaçomak bölgesinde modelin (tüm havzalar) WQI-model-2 tahmininde toplam performansı	88
Tablo 4.25. Karaçomak havzasındaki örnekleme alanını listeleri	91

Tablo 4.26. Örnek çalışma alanının (tüm havzalar) (R-değeri -MAD-MSE- MAPE) kullanılarak karşılaştırılması.....	91
--	----



1. GİRİŞ

İnsanoğlu için çok önemli olan besinleri içeren bitki ve su yaşamına katkıda bulunan “su”; dünyadaki yaşamın sürdürülmesi için önemli maddeler ihtiva etmektedir. Gerçekten de “tatlı su”, hayatı ve çevresel gelişmeyi sürdürmek için gerekli sınırlı ve savunmasız bir kaynaktır. Bu yüzden insan toplumlarının geçimini ve gelişimini sağlayan temel kaynak sudur. Yeryüzündeki suyun büyük kısmı denizlerde bulunur. Bununla birlikte, karalarda bulunan su, hidrolojik çevrime dayanmaktadır. Suyun çevrimi: Suyun denizden atmosfere doğru buharlaşması, ardından denize veya karaya yağış olarak dönüşünü, toprak ve bitkideki suyun havaya buharlaşarak dönüşmesi, yağışın fazlasının yüzeysel akışlarla akarsulara veya denizlere akması, suyun toprağın içinden akarak toprağa sızarak depolanması veya yeraltı suları ile bir kaynaktan yeryüzüne akışındaki döngüye denilmektedir. Su, süspansiyon haline getirilmiş ve çözünmüş malzeme ile yüzey akışı ve yeraltı suyu yoluyla tekrar okyanusa akar. Yüzey suyuna (akarsular, göller) ve yeraltı suyuna erişilebilen su insanlar tarafından kullanılır. Sular doğrudan akarsulardan ve göllerden çıkarılır, barajlar ve savaklarda depolanır ve, çatıda tanklarda muhafaza edilir pompalar yoluyla topraktan çıkarılıp kullanılmaktadır.

Doğal su türleri; içme ve kullanma, birincil endüstri, hayvan tüketimi, sulama, maden çıkarma, ikincil işlemler endüstrisi, yıkama, soğutma, turizm endüstrisi gibi birçok farklı alanda insanların kullanımını için gereklidir.

Özellikle, doğal ortamlarda, nehir ve göllerden elde edilen balık ürünleri, yapay havuzlar (su ürünleri), doğal topluluklar için anavatanlar, drenaj ve atık bertarafı için kullanılan su yollarında, insan kullanımını için canlılar ve bitki türleri yaratmak için bir ortam sunar. Akarsular ve göller rekreasyon ve turizm için büyük bir olanak sağlar. Sonuç olarak, bu çeşitli kullanım alanları büyük su kaynaklarına sosyal baskı yapılmasına sebep olmaktadır.

Bu nedenle, su kalitesi yönetiminde, çoklu kullanımlara izin vermek için su arzının

miktarını ve kalitesini korumak önem arz etmektedir. Su kaynağı özellikle nehirler, göller, buzullar, yağmur ve yeraltı sularıdır. Yüzey sularının veya yeraltı sularının kalitesi ve miktarı; nüfus, sanayileşme ve kentleşmenin artmasıyla azalmıştır.

Su kaynakları yönetimi, özellikle endüstriyel ve tarımsal faaliyet alanlarında nüfusa etki eden uluslararası bir sorundur; çünkü bu durum yüzey ve yeraltı sularının özelliklerini nitelik ve nicelik yönünden etkileyebilir (Semiromi, Hassani, Torabian, Karbassi, & Lotfi, 2011).

Su Kalitesi, doğal nedenlerden ve insanların kültürel faaliyetlerinden etkilenen suyun bileşimini yansıtır. Diğer yandan, her bölgenin su kalitesi özel bir kaynak olarak fiziksel, kimyasal ve biyolojik parametreler kullanılarak değerlendirilebilir. Bu değişkenlerin miktarı, belirlenen sınırları aştığında insan sağlığına zarar verebilmektedir (Jena V. ve S., 2013). Yüzey suyu kalitesi bugün ciddi bir endişe kaynağıdır. Farkında olmamız gereken önemli bir konu da evsel ve endüstriyel atık sularının nehirler yoluyla tarımsal topraklara karışmasıdır ki bu da su kütlelerini kirlenmeye duyarlı hale getirmektedir (Koklu, Şengörür ve Topal, 2010). Aynı şekilde, herhangi bir alandaki yüzey suyu kalitesi, büyük ölçüde endüstriyel, tarımsal ve diğer faaliyetlerin antropojenik türüne ve büyüklüğüne dayanır (Singh, Basant, Malik & Jain, 2009). Su kalitesi yönetimi sorunu, su kirliliğinin kontrolü ve nehir havzalarının planlanmasında rol oynar. Nehir suyunu kullananlar ve aktaranları ilgilendiren çözülmüş oksijen (DO), nehir suyu kalitesinin önemli bir noktasını oluşturmaktadır (Sarkar & Pandey, 2015).

Su kütleleri üç ana bileşen olan hidroloji, fizikokimya ve biyoloji tarafından tanımlanabilir. Açıkçası, bu bölümlerin uygun şekilde kontrol edilmesi amacıyla su kalitesinin değerlendirilmesine katkıda bulunur (Chapman & Organisation, 1996).

Suyun doğasını tasvir etmek için en önemli noktalardan biride, Su kalite indeksidir (WQI). WQI, farklı çevresel gözlem kurumları tarafından formüle edilen politikalar ile ilgili modifikasyonlarda su kalitesi verilerini ve desteğini kullanmaktadır (Abdulwahid, 2013).

WQI, sadece çok sayıda su kalitesi verisini tek bir sayısal değere indirgemek için değil, aynı zamanda su kalitesi değişkenlerinin suyun kalitesi üzerindeki etkisini de yansıtmak amacıyla hesaplanmıştır. Bu nedenle, Dünya Sağlık Örgütü'nün (WHO) önerdiği gibi, WQI'nın hesaplanmasında içme suyuna yönelik standartların hesaplanmasında bir araç olarak kullanılmaktadır. Genel olarak, su kalitesi değerlendirmesinde küme analizi (CA), temel bileşen analizi (PCA), ayırt edici analiz (DA) ve faktör analizi (FA) gibi istatistiksel yöntemlerin değişkenlerini içeren birçok geleneksel yöntem ve teknik kullanılmıştır. Esas olarak, bunlar çeşitli inceleme bölgelerinin su kalitesini anlamak ve onu etkileyen ana noktayı tanımak için kullanılmıştır. Yapay Sinir Ağları (YSA), tahmin, kümeleme ve sınıflandırma için oldukça geçerli bir yöntemdir. Bu yaklaşım, geleneksel yöntemler için etkili ve popüler bir alternatiftir (Akbal ve diğ., 2010) (Chu, Lu, & Zhang, 2013).

Nitekim kirlenme, kanalizasyon, ağır metaller veya böcek ilaçları gibi çeşitli kontamine malzemelerin bir sonucu olarak kirlilik dünya çapında tehlikeli bir sorundur. Bu nedenle, yükselen kentleşme ve sanayileşme, çeşitli nehirlerde su kalitesinin azalmasına neden olmaktadır (Beasley ve Kneale, 2003).

Ayrıca, su kalitesinin sürekli gözlenmesi ve kirliliğin önlenmesi su kaynaklarının sürdürülebilir kullanımı için oldukça önemlidir. Su kalitesinin kontrol edilmesi için pek çok faktör vardır. Bunlar; kirletici maddeler, alıcı suya (örneğin yüzey suyu, yeraltı suyu), suyun kalitesine bağlı zararların seviyesinin, suyun asimilatif sınırına dayanması, kirletici maddelerin kaynağı (nokta kaynakları da dahil olmak üzere) kaynaklar), kirletici türleri (stok kirleticilere karşı akış kirletici), ayrıca su kütlesi içinde biriken kirletici miktarıdır. Bazı parametreler yüzey suyu kalitesini yeterince tanımlamaktadır. Tipik olarak gözlemciler sağlık kalitesi, su yaşamını sürdürme kabiliyeti, ekosistem verimliliği ve estetik ile ilgili birkaç gösterge kullanmışlardır. Aynı şekilde, biyolojik izleme, fiziksel, su kaynağının kimyasalları, mevcut olabilecek potansiyel toksik maddelerin sonsuz miktarını izlemeden genel kaliteyi belirleme aracı sağlar (Pharino, 2007). Bununla birlikte, su verilerinin toplanması için su kalitesinin ana sebebi sulak ortamın değerlendirilmesinde uygun kullanımları gözlemlemek ve bilgi toplamaktır.

Sulama ortamının kalitesindeki yönü ve kirletici maddelerin oluşumundan kalitenin nasıl etkilendiğini belirlemek için izleme uygulaması geliştirilmiştir. (Chapman & Organisation, 1996). İçme suyu sisteminde izleme önlemlerinin uygun şekilde çalışıp çalışmadığını değerlendirmek için izleme veya ölçümlerin yönetimlerindeki herhangi bir sapmayı bulmak için limitleri önceden belirlemek ve düzeltici önlemler almak mümkündür (WHO, 2011a).

Yapay sinir ağları, simülasyonu dikkate alan bir hesaplama sistemleridir. Bu nedenle, bilgisayar bileşenlerinin ve ağıın organizasyonu dikkate alınmaksızın insan beyninin hesaplamasının yerini alacak, geliştirecek veya hızlandıran geleneksel bilgisayar araçlarından (dijital veya lineer) farklıdır.

Karmaşık, matematiksel olarak spesifik olmayan problemleri, doğrusal olmayan problemleri veya stokastik problemleri çözmek için en basit hesaplama işlemlerinin (eklemeler, çarpma ve mantıksal olarak bu kesinlikle temel) kullanılmasına izin verir. Özetle, YSA, kendi kendini düzenleyen bir öğeye sahip olan ve çok çeşitli konuları ele almak için hesaplama ve algoritmik olarak dikkate alınan bir tekniktir. Beyin çok basittir, ancak nöronal olan bazı temel hücreleri, esas olarak gelişmiş hayvanlarda ve insanlarda bu hücrelerin yapısını takip eder. Yapay sinir ağı çözümü aynı zamanda sadeliği de (büyük olasılıkla aynı değil) hedeflemektedir (Graupe, 2007).

Su kalitesi, birçok ülkede tarım ve içme suyu tüketimlerini dikkate alan kaygı verici bir husustur. Bir diğer anahtar nokta ise tuzluluk endeksinin tahmin edilmesi, su kaynakları stratejisi ve yönetimi için gerekli bir yoldur. Bunun üzerine, su sıcaklığı doğal malzemelerin bozulma oranını ve çözünmüş oksijenin doyma konsantrasyonunun ve su sıcaklığındaki olası olumsuz değişikliklerin gözlemlenmesinde de kullanılmaktadır. Sivri, Kılıç, ve Ucan, 2007, Karadeniz bölgesinde Firtina Deresinin akarsu sıcaklığının yapay bir yapay sinir ağı (YSA) modeli ile tahmin etmişlerdir.

YSA temelli prosedürler doğal bilim, hidrojeoloji, coğrafya tasarımı ve benzeri alanların bir parçası olarak yaygın şekilde kullanılmaktadır (Verma & Singh, 2013). Tasdemir,

Kolay ve Kayabali, 2012, su kalitesi parametrelerini biyolojik oksijen kimyasalı olarak öngörmüş ve sıcaklık, pH vb. basit alan parametreleri ile oksijen ihtiyacını ölçmüşlerdir.

Ayrıca, doğal karbonun bozma ve havza özelliklerinin etkilerini değerlendirmek için YSA bazlı stratejiler de kullanılmıştır. Su muayenesini yöneten birkaç inceleme bulunmaktadır. YSA genellikle yağış, akıntı ve akarsu aşaması arasındaki bağlantılar, yağış ve aşırı akış gösteren, yeraltı suyu tuzluluğunun ve kirliliğin güvence altına alınması, yok olan arseniklerin toparlanması ve giderilmesi için de kullanılmıştır. Diğer hidrolojik ve hidrojeokimyasal uygulamalar; Kuo, Liu ve Lin, 2004; Jeong ve Kim, 2005; JITENDRA KUMAR & SRIVASTAVA, 2006; G. B. Sahoo, Ray, Mehnert ve Keefer, 2006; Yeşilbaş, Şahinkaya, Naz ve Özkaya, 2008; Jaafar ve diğerleri, 2010; Chang, Kao, Kuo ve Liu, 2010; Seyam ve Mogheir, 2011; Moasheri ve diğ., 2012; Alagha, Said, Mogheir ve Seyam, 2013a olarak verilebilir.

Kastamonu şehrinde bulunan Karaçomak Barajı, Kastamonu bölgesindeki tarım, içme suyu ve barajın komşu bölgeleri için önemli bir su kaynağıdır. Buna uygun olarak, barajdaki besleyici bu suyun kalitesinin anlaşılması önemli bir araştırma konusudur.

Bu çalışmanın temel amacı, Karaçomak Barajı'nda Yapay Sinir Ağlarını kullanarak bazı su kalitesi göstergelerinin tahmin edilmesidir. Çalışma kapsamında;

1. Çalışma alanının su kalitesini belirlemek için kullanılan göstergelerin bir kısmının tanımlanması,
2. Çalışma alanındaki bazı kirleticileri tanımlanması,
3. Bazı göstergelerin istatistiki teknik kullanılarak farklı değişkenlerle birlikte çalışma alanının tanımlanması,
4. Karaçomak Su Kalite İndeksi (Karaçomak -WQI) adında bir su kalite indeksinin geliştirilmesi,

5. pH, AK, YAP, BOD, MORİNA, Sertlik, TDS, NO3, NO2, NH4, PO4, gibi su kalitesi parametrelerini belirlenmesi,
6. Su kalitesi indeksi (WQI) kullanılarak barajı besleyen su havzalarının sayısını gösteren bir harita çiziminin gerçekleştirilmesi,
7. Kastamonu şehrinin belediye suları için tahmin modeli yapmak için Karçomak barajı havza verilerini kullanılması,
8. Beş yıl önceki (2011 -2012-2013-2014-2015) verilerle Kastamonu şehrinin belediye suları için bir tahmin modeli yapması,
9. Çalışma alanındaki verileri simüle etmek için Yapay Sinir Ağı (YSA) programını kullanan su kalite endeksinin (WQI) oluşturulması,
10. Karaçomak barajını besleyen birçok derenin havzasına ait veri tabanının tamamlanması planlanmıştır.

2. LİTERATÜR ÖZETİ

2.1. Su Kalitesi İndeksi Konusunda Teknik, Teorik ve Ampirik Çalışmaların Gözden Geçirilmesi

Su, hava sonrası insan sağlığı için hayati bir bileşimdir. Su yokluğunda, su olmadan hayat mümkün olmazdı. İyi olan hava, doğal dünya tarafından yeterli miktarda bizden tavsiye alınarak yeterince arıtılır. Ama ne yazık ki, bugün bu suyla ilgili değil. Medeniyetimiz yüzey sularımızı ve ayrıca yer altı sularımızı kirletmeye çalıştı. Su dünyasının % 71'inin suyla kapladığı niçin su sıkıntısı çekeceğini anlamak zor. Daha önce de tartışıldığı gibi, en az 80 ülkede sağlık ve ekonomik aktiviteyi tehdit eden büyük sorun olan su eksikliği var. Aynı zamanda 1 milyardan fazla insanın temiz içme suyuna ulaşması mümkün değil. Dünya toplumu çiftlikler, fabrikalar ve şehirler daha fazla su kullandıkça hızla artmaktadır. Suyu duyulan ihtiyaç, bazı ülkelerde her 21 yılda bir ikiye katlanıyor. Bu durum, su kalitesini ve temizliğini teyit etmenizi önerir ve gelecekte çok büyük bir su krizi yaşanabileceğini göstermektedir (Satinder_Ahuja, 2009).

2.2. Su Kalitesinin Tanımlanması

Su kalitesi, havza yönetimi ve su kaynaklarının korunması, arıtma ünitesinin her yerinde, depolama ve dağıtımın yanı sıra ev boru sistemi ile kaynak sistemi aracılığıyla tüm noktalarda entegre izleme stratejilerine ihtiyaç duymaktadır. Böylece maksimum kaliteli içme suyunun sürdürülmesi pahalıdır. Su kalitesi, ölçülebilir miktarların ifade edilmesiyle ortaya çıkan doğal nedenlerden ve insan faaliyetlerinden etkilenen, özel su kullanımıyla bağlantılı (Vladimir & Olem, 1994) Uzmanlık ve yasal nedenlerden ötürü su kalitesinin aşağıdaki sıfatlarından yararlanılmaktadır: "Su kalitesi, Her türlü kullanışlı kullanıma yardımcı olmak için su kütlesi "(Vladimir & Olem, 1994) Bununla birlikte, birçok kullanımın belirli faktörler için bazı tipik kriterleri vardır, her kullanıcı etki yaratacak ve su gerektirmeyecektir. Birçok kullanıcının nicelik ve kalite ihtiyaçları her zaman uygun olmayacaktır ve bir kullanıcının aktiviteleri, diğer kullanıcının gerektirdiği

sayının dışında bir kalite su talep ederek ya da kullanımının kalitesini düşürerek bir diğerinin faaliyetlerini kontrol edebilir. Su, belirli bir su kalitesini geliştirmeye veya tutmaya yönelik çabalar, çoğu kullanıcının talep ettiği kalite ve miktar arasında sık sık vazgeçer. Su kalite yönetimine yönelik öneriler dikkate alındığında doğal ekosistemlerin yasal bir yere sahip olduğunun giderek daha fazla tespit edilmesi söz konusudur. Bu, hem materyalleri hem de fiziksel, kimyasal ve diğer bilgilere değerli bir genişleme sunarak, genel su kalitesindeki değişikliklerin veya bozulmaların hassas karakteristikleri olduklarından dolayıdır. Su kalitesi, suyun madde, fiziksel ve doğal özelliklerini tanımak için kullanılan bir başlıktır. Bu tür özellikler, insan kullanımı (içme, sulama, endüstriyel) ve ekolojik toplum sağlığı için su canlılığını etkiler. Suyun en yaygın olarak tanınan fiziksel özellikleri renk, koku, sıcaklık, tat ve bulanıklıktır. Suyun doğal kısmı ise mikroskopik organizmalar, enfeksiyonlar, protozoa, fitoplankton, zooplankton, ürpertici kerevitler, bitkiler ve balıklar gibi canlı varlıklardır. Suyun kimyasal bileşimi, mineraller, farklı metaller, pestisitler, organik maddeler ve gazlar dahil olmak üzere suda çözünen içeriklerdir. Su kütleleri, üç ana bileşenle tamamen tanımlanabilir: hidroloji, fizik-kimya ve biyoloji. Su kalitesinin tam olarak değerlendirilmesi, bu bileşenlerin uygun şekilde izlenmesi esasına dayanmaktadır (Chapman & Organization, 1996).

2.3. Suyun Karakteristik Özellikleri

Su kalitesi karakteristiklerini daha açık bir şekilde anlatabilmemiz gerekir. Suda bulunan etkiyi tanımalıyız, çünkü su kalitesinin özetlenebilmesi için yukarıdaki terimlerin tanımlanması doğal etki veya insanın fiziksel, kimyasal ve Tablo 2.1’de tarif edilen su kütlelerinde meydana gelebilecek süreçlerin özetlenebilen suyun biyolojik özellikleri, iklimsel, coğrafi ve jeolojik koşulların neden olduğu çevresel faktörler üzerinde büyük ölçüde durdurulmuş bir dizi etken üzerindeki etki büyüklüğünü durdurur. Bartram ve Ballance, 1996).

Tablo 2.1. *Su kalitesini etkileyen önemli süreçler (Bartram & Ballance, 1996)*

Process type	Major process within Waterbody	Waterbody
Hydrological	Dilution	All water bodies
	Evaporation	Surface waters
	Percolation and leaching	ground waters
	Suspension and settling	Surface waters
Physical	Gas exchange with atmosphere	Mostly rivers and lakes
	Volatilization	Mostly rivers and lakes
	Adsorption/desorption	All water bodies
	Heating and cooling	Mostly rivers and lakes
Chemical	Photodegradation	
	Acid-base reactions	
	Redox reactions	
	Dissolution of particles	All water bodies
	Precipitation of minerals	All water bodies
	Ionic exchange ¹	Groundwaters
Biological	Primary production	Surface waters
	Microbial die-off and growth	All water bodies
	Decomposition of organic matter	Mostly rivers and lakes
	Bioaccumulation ²	Mostly rivers and lakes
	Biomagnification ³	Mostly rivers and lakes

1. İyon değişimi, katyonların, örneğin çamurun yerine geçmesidir; en yaygın kalsiyumun sodyum ile ikame edilmesidir. 2. Biyoakümülyasyon, bir organizmanın belirli bir maddeyi (cıva ve kurşun yaygın örnekleridir) su veya süspansiyon halindeki parçacıklardan biriktirdiği çeşitli fizyolojik süreçlerden kaynaklanır. 3. Biyomagnifikasyon, fitoplankton → zooplankton → makrofaj balıkları → etçil balıklar ve etçil memeliler gibi besin zincirindeki belirli bir maddenin konsantrasyonundaki artıştır.

2.3.1. Suyun Kalitesinin Değerlendirilmesi ve İzlenmesi

Son yıllarda, su kalitesinin izlenmesi, günümüz koşullarının belirlenmesi ve gelecekteki yönetim için uzun vadeli örüntülerin belirlenmesinde önemli bir konu haline gelmiştir (Awang, Daud, & Hatta, 2015). Su kalitesi değerlendirmesi, tam bir değerlendirme sürecidir. Suyun fiziksel, kimyasal ve biyolojik yapısı, su kalitesinin kontrol edilmesine rağmen önemli verilerin toplanmasıdır. Esasen, su kalitesi verilerinin asıl gerekliliğini incelemeden hiçbir değerlendirme tasarımının başlaması gerekmemektedir. Kaliteli okyanus yapısının değerlendirilmesinde en çok bilinen yöntem, izlenen su kalitesinin önerilen kullanımlar için uygun olup olmadığını göstermektir. Gözlemler, deniz-giden çerçevenin doğasındaki tasarımlara ve bu kalitenin zehirlerin, diğer antropojenik faaliyetlerin yanı sıra atık arıtma işlemleri ile nasıl etkilendiğine karar vermek için yaratılmıştır. Örneğin, Seybouse Çayı bir depolama alanı (ör. su kalitesinin bozulmasına

yol açan mekanik ve konutlar (Guettaf, Maoui, & Ihdene, 2014), yüzey sularında bulunan çeşitli parçacıkların ölçümlerini analiz etmek için su kalitesinin değerlendirilmesini yaptı. Diğer taraftan, su kalitesi üzerindeki etkilerin incelenmesi, kaliteli suyun değerlendirilmesinde ve özelliklerinin bilinmesiyle elde edilebilir. Su kalitesi değerlendirmesi, içme, tarım ve endüstriyel kullanım için kaynakların güvenli bir şekilde kullanılmasının doğrulanması açısından önemlidir. Aynı zamanda, küresel çevresel değişimin olası etkilerini incelemek için de kullanılabilirler (Tong & Chen, 2002). Ayrıca, Yeraltı Suları, Hindistan'ın Rajasthan'daki başlıca su kaynaklarından biridir. Bununla birlikte, izleme ve değerlendirme su kalitesi yoluyla belirleyebilen nüfus artışı, tarımsal akış ve kentleşme nedeniyle su kalitesi kötüleşmektedir (Srinivas, Bhakar, & Singh, 2015).

2.3.1.1. Su sisteminin fiziksel ve kimyasal elementleri

Fiziksel özellikler, birçok durumda nispeten kolay bir şekilde belirlenir ve bazıları da, layperson tarafından kolaylıkla gözlemlenebilir, ancak kimyasal özellikler, bazı fiziksel değişkenlere göre doğada daha spesifik olmayı tercih eder ve bu nedenle, bir örneğin özelliklerini değerlendirmede daha doğrudan kullanılır. Çalışmaların sonuçları, su kalitesi izleme için yönetim ve planlama için bazı parametreler yardımcı olacaktır.

2.3.1.2. Sıcaklık

Su sıcaklığı, kimyasal reaksiyona, gazların çözünürlüğüne, sudaki tat ve koku artışına olan etkilerinden dolayı önemli bir noktadır. (Liu & Chen, 2012) 'ye göre, göl yönetiminde su sıcaklığının doğru tahmin edilmesi önemlidir. Benzer şekilde (Tsutsui ve ark., 2015), su sıcaklığının ve tuzluluğun yeşil tidal filamentöz alglerden biri yoluyla büyüme ve yaşama etkilerinin olduğu durgun sularda artış, hayatta kalma ve tekelleşme üzerinde çalışılmıştır.

2.3.1.3. Bulanıklık

Sudaki bulanıklık, örneğin tortu, kir, doğal sorun, doğal karışımlar veya inorganik maddelerden arındırılmış askıya alma sorunlarından kaynaklanabilir. Bulanıklık, ışığın düz bir çizgide veya sıvı içine iletilmesinden ziyade ışık saçılmasını, absorbe edilmesini veya yansıtılmasını sağlayan optik özellik tarafından yönlendirilir.

Bulanıklık tahminine yönelik temel metodoloji, mum ışığında bir atık su testi ile kaybedilen ışık olan Jackson Turbidity Unit (JTU) tahminidir. Bu aletler, düşük turgidyitelerde hatalıydı ve genellikle, bir sudan yansıyan ya da yansıyan arta kalan ışığı ölçen nefelometrik strateji ya da enstrümanlar tarafından değiştirildi. Nephelometrik teknikte, bir örnekte dağınık ışığın gücü benzerdir ve benzer koşullar altında standart bir referans düzeneği tarafından yayılan ışığın gücü (E. Roberts Alley, 2007). Kolloidal katıların varlığı, suya rahatsızlık veren ve zararlı olabilecek bir hava verir. aslında, toprak ve silt parçacıklarına, kanalizasyon veya endüstriyel atıkların deşarjlarına veya çok sayıda organizmanın varlığına bağlı su bulanıklığı (Tebbutt, 1997).

2.3.1.4. Elektriksel iletkenlik

İletkenlik suda çözülmüş elektrolitlerin mineral değerini mikro Siemens santimetre ($\mu\text{S} / \text{cm}$) ile hesaplanır (Behar, 1997). Bu gösterge su ortamlarında su kalitesini değerlendirmek için birçok çalışmada kullanılmıştır. Bu nedenle (Sappa, Ergül ve Ferranti, 2013) çalışmasında, su kaynaklarının yeraltı suyunun uygunluğunu belirlemek için bir hidrokimyasal aktivite yapılmıştır.

2.3.1.5. pH

Sudaki hidrojen iyonları ve hidroksit iyonlarının toplam konsantrasyonunu göstererek, belirtilen asitliği veya alkaliliği belirtir. pH ile kontrol edilen çok sayıda kimyasal reaksiyon ek olarak, pH aralığı 5-8 ile sınırlı biyolojik aktivite aralıdır. Örneğin,

korozyon problemleri yüzünden istenmeyen yüksek veya düşük alkalilik olabilir (Tebbutt, 1997).

2.3.1.6. Alkalinite

Suyun içinde biriktiği topraklarda reaksiyonlarda oluşan bikarbonatların tamamen doğal su varlığının alkalitesi. Suyun asitleri nötralize etme kapasitesi ve tampon kapasitesi (pH değişimine karşı doğal direnci) olarak adlandırılan bir kapasitedir. Kötü tamponlu bir su, düşük veya çok düşük bir alkaliniteye sahip olacak ve pH indirmeye, örneğin "asit yağmuru" na karşı savunmasız olacak, şimdi ve yine 400 mg / l CaCO₃'e kadar olan su yolu alkalinite tahminleri keşfedilebilecektir; suyun doğasıyla ilgili önemsizdirler (Flanagan, 1986)

2.3.1.7. Sertlik

Sabunlu köpük oluşumunu zorlaştıran su sertliği ve sıcak su sistemlerinde birikmeler. Esas olarak sorumlu mineral iyonları nedeniyle kalsiyum, Magnezyum, demir ve stronsiyumdur. Bikarbonat, fosfat, klorür ve Nitrat ile ilişkili mineraller. Sertlik gerçekten bir sağlık avantajına sahiptir, ancak sert suyun mali dezavantajları genişletilmiş sabun kullanımı ve daha yüksek yakıt maliyetleri içerir. Sertlik işaretleyici iki yapıya ayrılmıştır:

1. karbonat sertliği: bikarbonat ile bağlantılı mineraller
2. karbonatsız sertlik: fosfatla bağlantılı farklı minerallerden dolayı,

klorür ve nitrat'tır (Tebbutt, 1997). Diğer yandan Sertlik, sudaki çok değerli mineral iyonlarının toplamıdır. Sert sular, özellikle kireçtaşı, dolomit veya tebeşir akiferlerinden elde edildiğinde, yeraltı sularında daha yaygındır. Sertlik, litre başına miligram kalsiyum karbonat eşdeğerleri kadardır. Genel bir sertlik ölçeği Tablo 2.2'de gösterilmiştir.

Tablo 2.2. *Örnekleme sertlik ölçeği (UNICEF, 2008)*

Sınıflandırma	mg/L CaCO ₃
Yumuşak	0-60
Orta sert	61-120
Sert	121-180
Çok sert	> 180

2.3.1.8. Çözünmüş Oksijen (DO)

Çözünmüş oksijen, su içinde çözülen oksijenin oranıdır, bu da, mikroskobik gaz halindeki oksijenlerin su içinde birleştirildiği zaman meydana gelir. Çözünmüş oksijen, biyokimyasal aktivite için mevcut olan oksijen miktarını belirleyen bir göstergedir. Elbette, sağlıklı su ekosisteminin oksijeni çözmesi gerekiyor. Oysa çözünmüş oksijen organik karbon, nitrifikasyon ve solunumun oksidasyonu ile azalır. Genel olarak, su kolonundaki oksijen seviyesi yukarı ve aşağı (doğal koşullar altında) yukarı doğru hareket etti, ancak oksijen tükenmesi genellikle organik maddelerin ayrıştırılması için bakteriyel oksijen tüketimi nedeniyle insan kirliliğinden dolayı tehlikelidir. Bu tüketim açığa ve DO konsantrasyonlarının azaltılmasına yol açar (Ji, 2008), miligram / çöp olarak hesaplanan çözünmüş oksijeni veya doygunluk yüzdesi olarak, yani o sıcaklıktaki bir litrede oksijen miktarıdır. Aslında, (Sarkar & Pandey, 2015) 'e göre, kirlilik kontrolü Hindistan'ın Uttar Pradesh eyaletindeki Yamuna Nehri'nde büyük bir sosyal öneme sahip bir sorundur. Çeşitli kirlilik kontrol faaliyetlerini kullanarak DO konsantrasyonlarını belirleme ve sürdürme. Ayrıca, Chesapeake Körfezi'ndeki ekosistem doğasından kaynaklanan çözünmüş oksijen (DO) 'nin ötrofikasyon tükenmesi.(Prasad, Long, Zhang, Wood, & Murtugudde, 2011).

2.3.1.9. Biyokimyasal Oksijen Talebi (B.O.D)

Biyokimyasal Oksijen talebi (B.O.D), suda biyobozunur organik madde miktarını sahiptir. Ayrıca, kirlilik ölçeği için bir gösterge faktörü. BOD'u (Doğan, Şengörur ve Koklu, 2009). Buna karşılık, (JouYSAeau ve diğ., 2014), BOD parametresini tanımlamak için tasarılan temel teknoloji stratejileri tanımlamak için bu incelemeyi

yapmıştır. BOD'ta avantaj yönün (gerçek ölçüm veya tahmin) avantaj ve dezavantajlarına odaklanır.

Suda bulunan organik ve inorganik maddelerin (kanalizasyon ve endüstriyel tesislerden çıkan atıklar) büyüklüğü olarak kullanılan kimyasal oksijen ihtiyacı (COD) oksidasyona yatkınlık gösterir. Bunların yanı sıra, COD testleri oksitlenebilir malzeme (organik ve inorganik madde) arasında ayırım yapmaz. Benzer şekilde, toplam organik karbonu belirtmez. Ayrıca, COD göstergesi, birçok endüstriyel atık için birkaç on yıl boyunca hızla ölçülebilmektedir.

2.3.1.10. Kimyasal Oksijen Talebi (C.O.D.)

Suda bulunan organik ve inorganik maddelerin (kanalizasyon ve endüstriyel tesislerden çıkan atıklar) büyüklüğü olarak kullanılan kimyasal oksijen ihtiyacı (COD) oksidasyona yatkınlık gösterir. Bunların yanı sıra, COD testleri oksitlenebilir malzeme (organik ve inorganik madde) arasında ayırım yapmaz. Benzer şekilde, toplam organik karbonu belirtmez. Ayrıca, COD göstergesi, birçok endüstriyel atık için birkaç on yıl boyunca hızla ölçülebilmektedir.

Yüzey suları (kirli) COD konsantrasyonlarının 20 mg veya daha az olduğu, ancak atık su alan sularda COD değerlerinin veya Endüstriyel atık suların 100 mg ila 60.000 mg arasında olduğu gözlenmiştir (Chapman & Organisation, 1996).

2.3.1.11. Amonyak (NH₃-N) Azot

Atmosferin yaklaşık % 80'i azot gazı içerir, ancak bu formdaki azot (N) bitkilere ulaşamaz. Nitrojen atmosferdeki elektrik atmosferdeki biyolojik olarak mevcut bileşiklere (amonyum ve nitrat) ve ağaçların ve çürüyen ahşabın içinde yaşayan serbest yaşayan toprak bakterileri ve likenler tarafından karasal ekosistemlerde değiştirilir. Amonyak, esas olarak, pH 7.0'in altında NH₃ veya gaz biçimindedir ve esas olarak, 7.0 pH'ın üzerinde NH₄ veya amonyum tuzu biçimindedir. Amonyak tuzları, sıcaklığa bağlı

olarak suda çözücüdür (E. Roberts Alley, 2007). Bir ortamda yaşayan bir organizmanın, tarımsal ve endüstriyel operasyonların metabolizması olarak birçok Amonyak kaynağı vardır. Sudaki (yer altı suyu veya yüzey suyu) doğal amonyak seviyeleri genellikle 0.2 mg / litre altındadır. Amonyak kontaminasyonu çiftliklerdeki üreme hayvanlarından yüzey suyunda daha yüksek seviyelere yükselebilir. Sudaki amonyak, muhtemelen hayvansal atık, mikroorganizma veya kanalizasyon kirliliğinin bir göstergesidir. Amonyak, tüm hayvanların enerji metabolizmasının ana unsurudur. İçme suyundaki amonyağın sağlık üzerinde hızlı bir etkisi yoktur, çünkü ihtiyaçlar sağlık temelli kural değeridir. Ancak, amonyak dezenfeksiyon verimliliğini kırıp, dağıtım sistemlerinde nitrat oluşumuna neden olabilir, bu noktada manganezin giderilmesi için filtrelerin başarısızlığı başlar. potansiyel tat problemleri ya da kokularının yanı sıra (WHO, 2011a). Bazı araştırmalar artan amonyak konsantrasyonlarının balık stresi için önemli nedenler olduğunu ve su ürünleri göllerinde ölüm oranlarının artmasına ve ölüm oranlarının artmasına neden olduğunu göstermiştir. Aynı şekilde, Kuzey Tayland'daki tilapia göllerinde (Sriyasak, Chitmanat, Whangchai, Promya ve Lebel, 2015). Diğer taraftan, çeşitli imalat kompost ve gübrelerin kullanımı temel bir tuz kaynağıdır (NH₃). Buna rağmen, çeşitli faktörlerle ilgili olarak, örneğin iklim koşulları, toprak özellikleri ve gübre türü ile ilgili toplam NH₃ deşarj miktarı (Rostami, Monaco, Sacco, Grignani ve Dinuccio, 2015).

2.3.1.12. Nitrit (NO₂-N) ve Nitrat (NO₃-N) Azotu

Biyolojik alım için inorganik azot veya organik olarak amonyum ve nitrat kullanılabilir. Bu nedenle, toprak nitrojen havuzlarındaki azot miktarı, bitki tüketimi ve mikrobiyal ayrışma, mineralleşme, nitrifikasyon ve denitrifikasyon düzeylerini veren biyolojik aktivitenin etkisinin hacmine dayanır. Toprak su içeriğinin ve sıcaklığının mevsimsel değişimleri, topraktaki mineralli azot miktarında farklı paternlere neden olmuştur. Örneğin, nitrat konsantrasyonu (NO₃⁻) önemli bir sorundur. zira toprağa biyolojik olarak ulaşılabilen, amonyumdan (NH₄) daha fazla çözünür olan, akarsulara daha fazla sızma olasılığı daha yüksektir (Avril ve Barten, 2007).

En zorlayıcı kanıtlar ve tarım, birkaç önemli nitrat kirliliği kaynağından biridir. Bu nedenle, AB Nitrat Direktifi kirlenmeyi azaltmayı amaçlamıştır. Nitrat konsantrasyonu, septik çerçevesi ve kırık kanalizasyon çerçevesi gibi Nokta kaynakları olarak su kirlenmesine katkıda bulunur. Bazı kuyuların kuzeybatı Hırvatistan'daki içme suyu AB'yi aştığı görülüyor (Nemčić-Jurec & Jazbec, 2016).

2.3.1.13. Fosfat (PO₄-P)

Arka planda, topraktaki fosfor içeriği genellikle ağırlıkça% 0.01 ila% 0.2 arasındadır. Bunun çoğu bitki alımı için mevcut değildir. Gübreler, bitki gelişimini desteklemek için mevcut fosfor toprağının seviyesini arttırmak için yeniden kullanılır. Ek olarak, akıntı, erozyon ve uygulanan fosfordan bazıları suya yakın vücutlara ulaşabilir. Yüksek yoğunluklu fırtınalar, parçacıkların inorganik fosfor kaybını ekin alanlarından artırır, çünkü bu fosfor biçimi aşındırma tortuları ile ilişkilidir (Anderson, 1983). Başka bir yerde, toplam fosfor (TP) genellikle atık sularda 4 ila 8 mg / L arasında değişmektedir, ancak endüstriyel kaynaklara, deterjan yasağı yerine göre daha fazla olabilir (EPA, 2010). Bunların yanı sıra, hem fosfor hem de nitrojen türleri, bir su kütleindeki aşırı besinlerin, örneğin yeşil büyüme, yosunlar ve yabancı otlar gibi bitkilerin fazlalık gelişimini teşvik ettiğinde ortaya çıkan ötrofikasyona neden olabilir. Bu bitkiler sudaki erişilebilir oksijeni tüketir, balık ve diğer okyanus türleri için daha az erişilebilir kalır. Dikkat edilirse, yüzey suyundaki fosfor (P) yükleri azaltılmış, ötrofikasyon seviyeleri önemli ölçüde azalabilir. Çünkü, çökeltilerde, fosfor biriken ve fosforun boşalmasına devam eden dere veya göl yatağında bir fosfor kaynağı vardır (Sharpley ve diğerleri, 1994).

2.3.2. Su Kalitesi İndeksi

The Su kalitesi endeksi (WQI), bir çok su kalitesi verisini su kalitesi seviyesini gösteren tek bir sayıya dönüştürmek için kullanılan bir sayısal aparatır. Aslında, bir yerdeki WQI'nin oluşturulması, arazi kullanımı ve su kaynakları yönetiminin planlanmasında

önemli bir işlemdir (Saeedi, Abessi, Sharifi, & Meraji, 2010; Wanda, Gulula, & Phiri, 2012).

WQI'nin havzadaki su havzası koşullarının analizinde uygulanması, borsa sektöründeki Dow Jones Endeksinin kullanımına benzer. Her bir endeksin kullanımı gerçekten farklı olsa da, her ikisinin de arkasında yatan prensip aynıdır; yani, zaman içindeki değişiklikleri izlemek için kullanılacak tek bir sayıya birçok parametre toplar (Carruthers & Wazniak, 2004; Kiliszek, 2010).

2.3.2.1. Su kalitesi indeksi kavramı

Su Kalitesi İndeksi (WQI) daha kolay haber yapmak ve herhangi bir kimsenin ileri düzey bilgilerinin deşifre edilmesi için kullanışlı matematik aracıdır (Dadolahi - Sohrab, Arjomand, & Fadaei - Nasab, 2012; Rubio-Arias, Contreras-Caraveo, Quintana, Saucedo-Teran & Pinales-Munguia, 2012).

Kısacası, WQI'lar, 1965 yılında, birincil resmi su kalitesi endeksinin (WQI) (Abbasi & Abbasi, 2012; Brown, McClelland, Deininger, & Tozer, 1970) belirleyen Horton (1965) tarafından geliştirilmiştir. WQI için ilk kez inşa etmek.

1. İndeks ile ilgilenilmesi gereken parametrelerin toplamı, indekzin sakıncalı olmasından sakınmak için sınırlandırılmalıdır.
2. Parametrelerin birçok bölgede önemli olması gerekir.
3. Güvenilir bilgi ve elde edilebilir veya alınabilir değişkenler dahil edilmelidir.

Horton, pH, çözünmüş oksijen (DO), koliformlar, toplam çözünmüş katılar (TDS), alkalilik ve klorür dahil olmak üzere, indeksi için en sık ölçülen su kalitesi değişkenlerini seçti. İndeks ağırlığı bir ila dört arasında değişir. Özellikle, Horton's indeksi herhangi bir toksik kimyasal içermiyordu. İndeks derecesi, doğrusal toplam toplama fonksiyonu ile elde edilir. Uygulama, alt indekslerin (I_i) ağırlıkça miktarının,

ağırlıklar (W) miktarına bölünmesiyle ve sıcaklık ve bariz kirliliği yansıtan iki katsayı M₁ ve M₂ ile çarpılmasıyla oluşur:

$$WQI = \sum_{i=1} \frac{WiIi}{Wi} M1 M2 \quad \text{denklem (2.1)}$$

Kaynak: (Abbasi & Abbasi, 2012)

M₁ ve M₂ katsayılarının bireysel durumlara uyması için bazı terzilik gerektirmesine rağmen Horton'un endeksinin hesaplanması kolaydır. İndeks yapısı, ağırlıkları ve derecelendirme ölçeği, yaratıcının kararına bağlı oldukları için çok subjektiftir ve bir çift ortağı Horton'un öncülük çabası birkaç işçi tarafından takip edilmiştir.

Daha az ve daha az öznel, ancak daha duyarlı ve yararlı su kalitesi endeksleri geliştiren kim var. Endekslerin detaylandırılması ve kullanımı, su temini ve su kirliliği kontrolünden sorumlu dernekler tarafından aşırı derecede reçete edilmiştir. Su kalitesi bilgisinin teftiş ve inceleme yoluyla bir araya getirildiği noktada, kolayca anlaşılabilen bir şekilde dönüştürülmesi için bir ihtiyaç ortaya çıkmaktadır. WQI'lar geliştirildikten ve uygulandıktan sonra, eğilimleri incelemek, belirli çevresel koşulları vurgulamak ve idari karar vericilerin idari projelerin yeterliliğini değerlendirmelerine yardımcı olmak için basit bir araç olarak sunarlar. WQI'lar, su ile ilgili tercihler üzerinde durmakla tanışan ana veri kaynağı değil. Çok sayıda farklı bileşen, endeksler ve indekslerin dayandığı kontrol bilgileri dışında değerlendirilmektedir. Aslında, su kalitesi - değerlendirme, kullanım, arıtma, kaynak tahsisi, kamuoyu bilgisi ve çevre planlaması - izlenen tüm amaçların hepsi de endeksler tarafından sunulmaktadır. Ek olarak, endeksler su kalitesi verilerinin transferini ve kullanımını çok daha basit ve anlaşılır hale getirmektedir (Abbasi ve Abbasi, 2012).

Bu nedenle, su kalitesinin değerlendirilmesi, suyun fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerinin analizi olarak sınıflandırılabilir. Birçok parametrenin miktarını içeren büyük numuneler için su kalitesini değerlendirmek kolay değildir (Bharti & Katyal, 2011).

Bu nedenle, Su kalitesi endeksi (WQI) belirli bir durumda ve zamanda belirli bir su sisteminin kalitesini değerlendirmek için sayısal bir ifadedir (Aly, Al-Omran ve Alharby, 2015; Saha, 2010). ayrıca (House, 1990; IONUŞ, 2010) da dahil olmak üzere bir WQI'den yararlanan birçok prosesi gözlemlemiştir.

1. Su kalitesi verilerinin miktarı, tek bir endeks değerinde hedef, hızlı ve tekrarlanabilir bir şekilde tanımlanmıştır.
2. Bir endeksin matematiksel aralığı "sınıf içi" formların değerlendirilmesine yardımcı olur, böylece sınıflandırma sisteminde sınıf değişikliği olmayacak bir alanda su kalitesindeki değişikliklerin tanımlanmasına izin verir.
3. İndeks değerleri, su kütlesinin ekolojik erişilebilirliğine karar vermede yardımcı olacak bir "potansiyel su kullanımı" sınıflandırma şemasıyla ilişkilendirilebilir.
4. Endeksle ilgili su kütlesi düzenleme planı, kaygı gerektiren yüzey sularına karar vermek için operasyonel yönetimin bir parçası olarak kullanılabilir.
5. Endeks, ölçümün ilk hassaslığını korurken, layperson ile iletişim kurulmasına yardımcı olur.

Water Su Kalitesi İndeksi (WQI), su kalitesi parametrelerinin çeşitli standartlarla düzenleyici standartlara göre karşılaştırılmasına dayanmaktadır ve su kalitesine tek bir değer vermektedir (Khan, Paterson, & Khan, 2004).

Bu durumda, birçok bilim insanı izleme ve analizleri temsil eden kalite durumlarına yardımcı olmak için su kalitesi endeksini kullanmıştır. Geliştirilen birçok su kalitesi endeksinin iyi yönü, belirli bir alanın toplam su kalitesini etkili bir şekilde vermesidir.

Dünya çapında geliştirilen farklı su kalitesi endekslerinin örnekleri, ekosistem görevleri için su kalitesi yönünü değerlendirmekte ve yeni geliştirilmiş Kanada Sulama Komitesi Kalite Komitesi (CCME WQI) kullanmaktadır. Genel nüfus, su sağlayıcıları, organizatörler, denetçiler ve strateji üreticileri tarafından etkin bir şekilde kavranmıştır (Lumb, Halliwell, & Sharma, 2006).

2.3.2.1.1. İndeks yapısının gelişimi

Her şeyden önce, yirminci yüzyılın ortalarında su kalitesi indeksi 1965 yılında Horton tarafından sınıflandırılmıştır (Horton, 1965). Horton'dan sonra, farklı su kalitesi parametrelerinin derecelendirmesine dayalı olarak dünyanın dört bir yanındaki profesyoneller WQI'yi yaratmıştır.

Örneğin, ABD Ulusal Sanitasyon Vakfı Su Kalitesi Endeksi (NSFWQI), Florida Akım Su Kalitesi Endeksi (FWQI), British Columbia Su Kalitesi Endeksi (BCWQI), Kanada Su Kalitesi Endeksi (Kanadalı Su Kalitesi Endeksi) olarak bilinen bir başka su kalitesi indeksi geliştirdi. Çevre (CCME) ve Oregon Su Kalitesi İndeksi (OWQI) normal olarak WQI'den faydalanmaktadır. Kanada Çevre Bakanları Konseyi tarafından onaylanan CCME WQI, özgün BCWQI'nin uyarlanmış tipidir (Said, Stevens ve Sehlke, 2004).

Ayrıca, 1970'lerde Oregon Su Kalitesi İndeksi (OWQI), su kalitesi sorununu tanımlayan ve su kalitesi trendlerini değerlendiren bir veri tabanı oluşturmak ve karmaşık veriler ekleyerek su kalitesi sorunlarının daha iyi anlaşılmasını sağlamaktı (Cude, 2001). (Bharti & Katyal, 2011) 'e göre, özellikle dünya çapında oluşturulan tüm farklı su kalitesi endekslerini kapsamak için bir girişimde bulunulmuştur. Bu durum, bazı endekslerin karşılaştırmalı bir çalışmasını gösteren ve sekiz WQI'nin basit, standart ve en önemli endeksler olarak kabul edildiği bu durumda açıklanmıştır. su kalitesi değerlendirmesi için. Bu endekslerin şeması, Tablo 2.3.'te verilmiştir.

Tablo 2.3. İçme sularında sağlıklı olduğuna işaret eden bazı kimyasallar ve fiziksel değerler için kılavuz değerler (Bharti & Katyal, 2011)

Index	Objective	Method	Author
The Scatter score index	Water quality	Assesses increases or decreases in parameters over time and space	Kim and Cardone (2005)
The Well-being of Nations	Human and Ecosystem	Assesses human indices against ecosystem indices	Prescott Allen (2001)
Environmental Performance Index	Ecological health and biological system	Utilizations a closeness to-target gauge for indices lists ordered into six policy objectives	Levy et al. (2006)

	essentialness		
Index of River Water Quality	River health	Uses multiplicative aggregate function of standardized scores for many water quality parameters	Liou et al. (2004)
Overall Index of Pollution	River health	Assessment and classification of many water quality parameters by comparing observations against Indian standards and/or other accepted guidelines e.g. WHO	Sargaonka r and Deshpande (2003)
Chemical Water Quality Index	Lake basin	Assesses many water quality parameters by standardizing each observation to the greatest concentration for every parameter	Tsegaye et al. (2006)
Water Quality Index for Freshwater Life	Inland waters	Assesses quality of water against guidelines for freshwater life	CCME (2001)

2.3.2.1.2. Değişken seçimi

Su kalitesi endeksi, içilebilir kullanım için oluşturulan yüzey suyunun genel kalitesini kontrol eden önemli ve karmaşık faktörlerin (fiziksel, biyolojik ve kimyasal) basit bir temsilini sağlar (Boyacıoğlu, 2007). Başlangıçta, Ulusal Sanitasyon Vakfı (NSF) Su Kalitesi Endeksi (WQI), bilgiyi özetlemek için kullanılan analitik cihazlardan biriydi.

Esasen, WQI modifikasyonları, dokuz analiz için, • çok kötüden “mükemmel” e kadar olan beş su kalitesi sınıfından birine odaklanmaktadır. WQI değerlerine dayanarak, su kalitesi yaygın olarak “iyi” aralıktadır (Wills & Irvine, 1996).

Gerçeğe bağlı olarak, münferit parametreler WQ'yu tamamen ifade edebilir, WQ genellikle çok sayıda parametrenin (örn. Sıcaklık; pH; elektrik iletkenliği (EC); türbidite) ve kirleticilerin bir çeşitliliğinin gruplandırılmasıyla hesaplanır. patojenler, besinler, organik maddeler ve metaller dahil).

Sonuç olarak, izleme programları tarafından büyük miktarda veri üretilmekte ve bu veriler izleme sonuçlarının dahil edilmesinin yerel planlamacılara ve karar alıcılara, havza yöneticilerine ve kamuya anlamlı bir şekilde sunulmasını gerektirmektedir. Buna göre, bir dizi parametrenin ölçümlerini tek bir endekste birleştirmek için su kalitesi

endeksleri geliştirilmiştir (Kotadiya, Acharya, Radadia ve Solanki, 2013; Zandbergen & Hall, 1998).

Ayrıca, dört adet su kalitesi endeksi araştırılmıştır: WQI (18 parametre göz önünde bulundurularak), WQI-min ve WQI-m (sıcaklık, pH, DO, EC ve TSS olmak üzere beş parametre) ve WQI-DO (tek parametrenin DO olarak değerlendirilmesi) . WQI ile daha yüksek ilişkiler gösteren minimum su kalitesi endeksine dayanan suyun sınıflandırılması, temel açıklayıcı maliyete bağlı olarak yaratılan uluslar için özel bir değerlendirme olabilir (KYSAl, Lee, Lee, Kanel, & Khan, 2007).

2.3.2.2. Ulusal sanitasyon vakfı su kalitesi indeksi (NSFWQI)

The Ulusal Sanitasyon Vakfı Su Kalitesi Endeksi (NSFWQI), Amerika Birleşik Devletleri'nde en çok kullanılan su kalitesi endeksidir. 1970 yılında Amerika Birleşik Devletleri Ulusal Sanitasyon Vakfı tarafından oluşturulmuştur. Her şeyden önce, bu indeks, farklı su kütlelerinin su kalitesini değerlendirmek için standart bir yöntem sağlamak için oluşturulmuştur (Said ve diğ., 2004).

Kısacası, (Wills & Irvine, 1996), bir yandan Ulusal Sanitasyon Vakfı Su Kalitesi İndeksi (NSFWQI) kullanmanın bazı avantajlarını ve dezavantajlarını açıkladı, avantajları:

1. Verileri objektif, hızlı ve tekrarlanabilir bir yöntemde tek bir endeks değeriyle özetler.
2. Yerlerin değerlendirilmesi ve su kalitesindeki değişikliklerin belirlenmesi.
3. Potansiyel su kullanımını için endeks değeri bağlantısı.
4. Layperson ile iletişim kurmaya yardımcı olabilir.
5. Diğer taraftan, Ulusal Sanitasyon Vakfı Su Kalitesi İndeksi (NSFWQI) dezavantajlarıdır:

1. Genel su kalitesini temsil eder, suyun özel kullanımını temsil etmez.
2. Veri işleme sırasında veri kaybı, ör. Sekiz parametre su orijinal olduğunu söyleyebiliriz, bir kötü bir durum endeksi değeri orijinal durumu gösterecektir olabilir.

2.3.2.3. British columbia su kalitesi indeksi (BCWQI)

Columbia eyaleti, bir WQI yaratan ve kullanan, bir dizi farklı yetki alanı ve CCME WQI'nin iyileştirilmesinden önce su kalitesi bilgisine bir tür endeks kullanan dernekleri kullanan ilk ülke oldu. (Khan ve ark., 2004) . Çalışmaya uygun olarak (Zandbergen & Hall, 1998) British Columbia Su Kalitesi Endeksi'nin (BCWQI) performansını değerlendirmiş ve havza seviyesinde ne kadar kullanışlı ve uygun bir kontrol aracı olduğunu değerlendirmiştir.

Kısaca, kriterlerin kullanımının bazı önemli avantaj ve dezavantajları vardır. İlk olarak, British Columbia Su Kalitesi Endeksinin (BCWQI) kullanımının büyük avantajları:

Kalite Endeksi (BCWQI):

1. Tek bir indeks olarak bir dizi parametrenin ölçümlerini temsil eder, böylece karmaşıklığı azaltır.
2. Farklı birimlere sahip çeşitli parametrelerin tek bir ölçüye birleştirilmesine izin verir.
3. Tek bir ölçüm birimi veya ölçüm daha az sıralama kullanarak sonuçların iletişimine yardımcı olur.

İkincisi, Britanya Kolombiyası Su Kalitesi İÇİN'nin (BCWQI) merkezinin dezavantajları yapılmıştır:

1. Görünmeyen tek parametrelerde desenler oluşturur.

2. Sonuçlar endeksin nasıl hesaplandığına veya hesaplandığına oldukça duyarlıdır.
3. Sonuçların açıklanması belirli bir indekse özgüdür ve benzer endeksler için tahmin edilemez.
4. Belli türdeki ekosistemler ve bölgeler için birçok endeks oluşturulur ve sadece diğer alanlara aktarılamaz.
5. Parametreler arasındaki etkileşimler dikkate alınmamıştır (Zandbergen ve Hall, 1998).

2.3.2.4. Kanada su kalitesi endeksi (Kanada çevre bakanları konseyi) (CCME)

En erken başlangıç noktasından itibaren, 2001 yılında Kanada Çevre Bakanları Konseyi (CCME), temel su kalitesi bilgilerinin arayüzlenmesi için bir öz değerlendirme aracı olarak kendini geliştirmiştir. Niçin kullanıldığını belirten en önemli öneri, su kütleindeki yüksek öncelikli kurumların, ülke genelinde yaygın olan ülke çapında Su Kalitesi Yönergeleri'nden çıkarken, Site-Özel Su Kalitesi Kılavuzlarını (SS-WQG'ler) kullanmak için gerekli olan her zaman ve yine ülkedeki özel parametreler arasında değişmektedir. (WQGs) veya CCME WQI modelindeki ortak Su Kalitesi Hedefleri (WQIOs) olağanüstü sıralamalar elde etmek için (Khan, Tobin, Paterson, Khan ve Warren, 2005).

Sonuç olarak, CCME WQI yazılımının Su Kalite Kılavuzları (WQGs) veya Su Kalitesi Hedefleri (WQOs) istediği sınıfa eşit bir değer katmak için seçilen seçilen WQG veya WQO'lardan (kapsam, frekans, derece) farklı üç ölçüm farkını kapsamasını istemektedir. ve ortalama su kalitesini gösteren yüz. Çoğunlukla CCME WQI'yi ülke çapındaki WQG'leri ve diğer yaygın WQIO'ları kullanmıştır. Ülkenin her yerinde, (parametreye yüksek) (veya parametreye bağlı olarak düşük), belirli parametrelerin normal temel düzeylerinin (örneğin, renk, pH, bulanıklık, metaller) varlığı nedeniyle birçok temiz su kütleli vardır. Bu su kütlelerine özgü normal yüksek (veya düşük) temel konsantrasyonlarını çoğaltmak için ülke çapında WQG'leri değiştirmek ister. şimdi ve

bir kez daha antropojenik egzersizlerle etkilenen su kütleleri için, tipik olarak daha büyük (veya daha düşük) olan bu parametreler için sahaya özgü WQG'lerin elde edilmesi istenir (bunlardaki antropojenik hareket nedeniyle değil). etkilenen bedenler). Sahaya Özel Su Kalitesi Kılavuzlarının (SS-WQGs) hesaplanması genellikle yoğun bir süreçtir. Bu nedenle, SSWQG'ler sadece sınırlı sayıda çevre suyu için en iyi sahalarda geliştirilmiştir. Birçok tarih su kalitesi izleme sahası için SS-WQG'lerin bu şekilde bulunamaması, bu alanlar için CCME WQI'sinin sık kullanım ve kabulüne yönelik büyük bir taahhüt olmuştur (Khan ve ark., 2005). Örneğin, (Hurley, Sadiq ve Mazumder, 2012), Kanadalı Çevre Su Kalitesi İndeksi Bakanlar Konseyi'nin (CCME WQI) içme suyu kalitesinin uzman değerlendirmelerini almasında etkinliğini incelediler.

2.4. Suyun Kalite Standartları

Genel olarak, su kalitesi gereksinimleri ve standartlarının bir dizi kaynağı vardır - bunlar ayrıca Avrupa Birliği'nin refakat ülkelerine gelebilir veya aynı zamanda AB Konseyi veya Parlamentosu veya farklı ülkeler aracılığıyla da kullanılabilir. veya yabancı cisimler aracılığıyla da ihraç edilebilirler.

Özetlemek gerekirse, seçilen bu çok sayıda standartlar, hangi tür su kalitesinin korunması gerektiğine dair çeşitli amaçların farkındalığını kazanacaktır. Ayrıca, suyun endüstriyel kullanım, içme ya da içme için yaşayabilirliğini tanıdığı gereklilikler de oldukça zorlu olabilir. Standartların uygulanmasının en büyük amacı, insanların, vahşi yaşamın, tarımın veya sanayinin kullanımıyla son kullanımların korunmasıdır.

Mevcut çerçevede, başlıca unsurlar halk sağlığını ve su ortamını korumak için bir düşüncedir. Her ikisi de iyi bir seviyeye kadar her birini destekleyen mükemmel ihtiyaçlar ister (Flanagan, 1986).

Örneğin, Dünya Sağlık Örgütü (WHO), doğal ve antropojenik kaynaklardan gelen biyolojik ve kimyasal riskleri içeren içme suyu kalitesi için yönergeler belirlemiştir. Dünya Sağlık Örgütü'nün sınıflandırılması kullanılarak belirlenen su kalitesi

standartlarına dayanmaktadır. burada Tablo 2.3'de verilen bilgilere göre, sadece içme suyunda sağlık açısından önemli olan bazı kimyasallar ve fiziksel standartlar hakkında bilgi için sadece birkaç işaretçi bulunmaktadır (WHO, 2011b)

Tablo 2.4. *Ulusal veya küresel düzeyde geliştirilen su kalitesi indekslerinin bir özeti*

Guideline value			
Chemical	mg/l	µg/l	Remarks
pH	6.5–8.5		
Turbidity	5.0 NTU		
Total dissolved solids	500-1000 mg/l		
Hardness	500 mg/l		The taste threshold for the calcium particle is in the scope of 100– 300 mg/l, contingent upon the related anion
Ammonia	1.5 mg/l	1500	a taste threshold of 35 mg/l
Nitrate (as NO₃ –)	50 mg/l	50 000	Short-term exposure
Nitrite (as NO₂ –)	3 mg/l	3 000	Short-term exposure

Örneğin, Dünya Sağlık Örgütü (WHO), doğal ve antropojenik kaynaklardan gelen biyolojik ve kimyasal riskleri içeren içme suyu kalitesi için yönergeler belirlemiştir. Dünya Sağlık Örgütü'nün sınıflandırılması kullanılarak belirlenen su kalitesi standartlarına dayanmaktadır. burada Tablo 2.3'de verilen bilgilere göre, sadece içme suyunda sağlık açısından önemli olan bazı kimyasallar ve fiziksel standartlar hakkında bilgi için sadece birkaç işaretçi bulunmaktadır (WHO, 2011b)

2.5. Su Kirliliği

2.5.1. Su Kirliliğinin Arka Planı

Su kirliliği çeşitli tanımlara tasvir edilebilir. Bunlardan biri, insanın neden olduğu suyun fiziksel, kimyasal, radyolojik veya biyolojik kalitesinde ya da insanın suyla ilgili, kullanım amacına ya da potansiyel kullanımına zararlı olan faaliyetlerinden dolayı bir değişiktir (Vladimir ve Olem, 1994). Bozulmuş su kalitesine katkıda bulunabilecek bazı insan faaliyetleri ve arazi kullanımı, ormansızlaşma / gelişme / inşaat, kentleşme /

sanayileşme, tarımsal faaliyetler (büyük ölçüde noktadan olmayan kaynaklardan akış yoluyla), belediye veya endüstriyel atıksu deşarjları, yapay kanalizasyon veya çevre değişimini içerir (Pharino, 2007).

2.5.2. Su Kirliliği Formlarının ve Kaynağının Sınıflandırılması

Besin maddeleri ve toksinler gibi bir yüzey suyu sisteminde kirletici seviyeler, sistem dışındaki kaynaklarla ve iç süreçlerle kontrol edilir. İç süreçler arasında tortu yeniden süspansiyonu, sediman yatağından alınan besin oranları ve azot fiksasyonu bulunur. Dış kaynaklar arasında belediye ve sanayi deşarjları, akış girdileri, atmosferik birikim, yüzey akışı, yeraltı suyu sızıntısı ve su sistemini çevreleyen diğer kaynaklar bulunmaktadır (Ji, 2008).

Sonuç olarak, kaynak kirliliği ile ilgili iki tür kirlilik kaynağı vardır. Başlangıç olarak, nokta kaynağı deşarjlarının tipik karakteristiği, bunların tanınabilmeleri ve izlenebilmeleridir. Uygun mevzuata sahip olmak, genellikle bunlar kontrol edilebilir. Yaratılan ülkelerin çoğu, potansiyel olarak kirletici faaliyetlere izin vermeyi veya izin vermeyi güçlendiren uzun bir süre için kurulmuş yasal koşullara sahip oldular. Bunların yanı sıra, noksan kaynak kirliliğini tanımlanmış deşarjlardan daha çok kontrol etmek daha zordur. Endüstriyel ve belediye atık su deşarjlarına sıkı kontroller getirilebilse de, çevresel su kalitesi beklenildiği ölçüde iyileşmeyebilir. Bu, tarımın neden olduğu dolaşımdaki kirliliğe ya da kentsel akışa bağlı olabilir. İlk sorun, kaynakların belirlenmesinde yatmaktadır. Su toplama envanteri yaklaşımı tavsiye edilmektedir ve halihazırda birçok ülkede kullanılmaktadır (Hespanhol, Supply, Council & Organization, 1997).

2.6. Su Kalitesinin İzlenmesi ve Gözetimi

Su kalitesi izleme, raporlama sonuçları yöneticiler ve kamuoyu gibi çevresel izleme programlarında ana hedefdir. Elde edilen sonuçların uygun kuruluşlara raporlanması ve bunların uluslararası kuruluşlar tarafından sunulan su kalitesi ilkeleriyle karşılaştırılması,

dünyanın tüm ülkelerinde su kalite kontrol planı ile alınan standart metodolojilerdir (Hoseinzadeh, Khorsandi, Wei ve Alipour, 2014).

Su kalitesi izleme, numunelerin nerede toplanacağı konusunda bir tespit yapılmasının gerekmediği bir durumu hayal etmek zordur. Böylece, tüm su kalitesi ölçümleri uzamsal bir ögeye sahiptir.

Genel olarak, su kalitesi parametrelerinin dikkatin üzerinde nasıl değiştiğine dair bilgi, bir sistemin anlaşılması için gereklidir. Örneğin, bir kirletici veya ikincil dikkatin taşınmasına ilişkin çalışmada, zaman içindeki değişimleri tanımak için mekansal parçanın kaldırılması önemli olabilir (Esterby, 1986).

2.7. Yapay Sinir Ağlarının Uygulanması

2.7.1. Yapay Sinir Ağlarının Arka Planı

Bir sinir ağı, biyolojik nöral sistemlerin operasyonlarını modelleyen genel bir matematiksel hesaplama paradigması olabilir. 1943'te bir biyolog olan McCulloch ve bir istatistikçi olan Pitts, Matematiksel doğal felsefenin Bülteni'nde (McCulloch & Pitts, 1943) “Sinirsel faaliyetlerde içkin fikirlerin mantıksal bir hesabı” başlıklı bir makale yayınladılar.

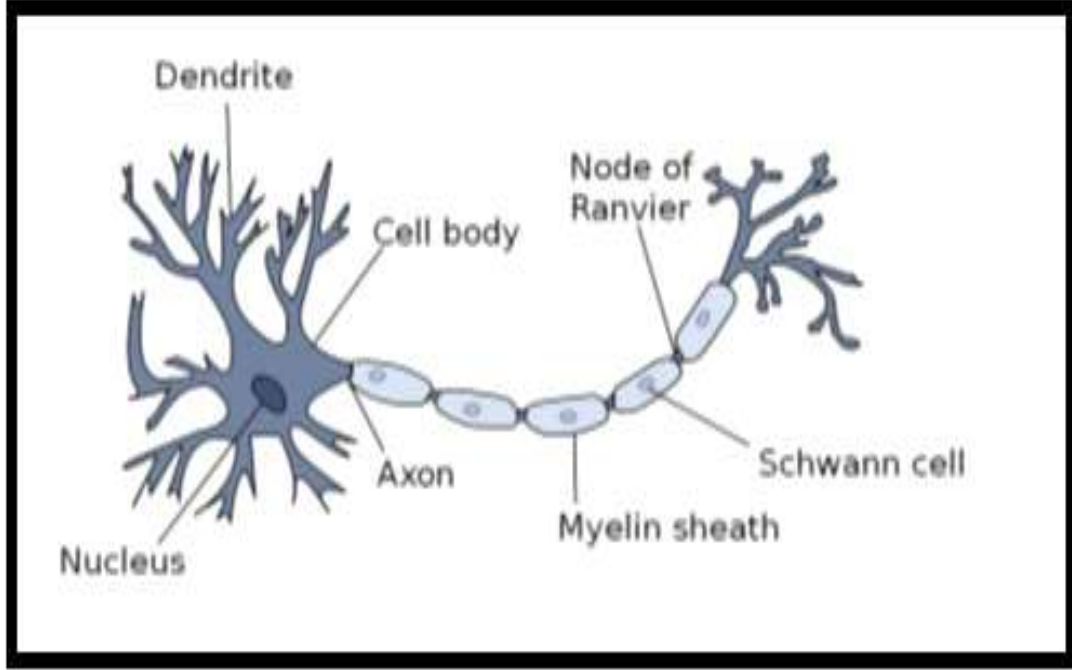
Sonuç olarak, Biyolojik ve Yapay Sinir Ağının Temel Kavramlarını vurgulamalıdır.

2.7.2. Biyolojik ve Yapay Sinir Ağı Temel Kavramları

İnsan beyni, on milyardan fazla birbirine bağlı nörondan oluşan bir çeşitlilik olabilir. Her sinir hücresi, bilgiyi almak, işlemek ve iletmek için organik kimya reaksiyonlarını kullanan bir hücre olabilir (Şekil 2.1).

Bu durum için, dendrit olarak bilinen ağaç filamanlı sinir filamanları, hücre gövdesi veya soma ile ilişkilidir, hücre çekirdeğinin bulunduğu her yerde, hücre gövdesinden

uzanarak, akson olarak bilinen bir uzun uzun lif olabilir. dalları iplikçiklere ve alt iplikçiklere ayırın ve sinaptik terminaller veya nörotransmitterler aracılığıyla farklı nöronlarla ilişkilidir. Bir sinir hücresinden gelen sinyalin sinapslarda farklı bir şekilde iletilmesi, belirli transmitter maddelerinin birleşim noktasının nedensel bitişinden salındığı karmaşık bir faaliyet olabilir (İbrahim, 2005a).

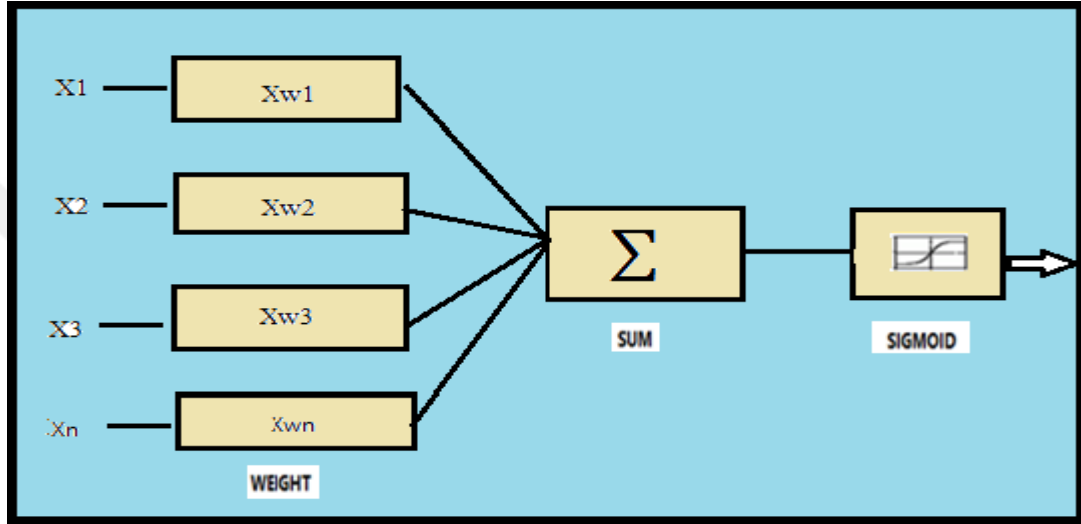


Şekil 2.1. Doğal sinir hücresi

Yapay sinir ağları, adından da anlaşılacağı gibi, organik (insan ya da yaratık) merkezi sistem sinirinin sinir hücresi (nöron) sistemlerini, son derece net bir şekilde yeniden yaratmaya gayret eden süreç düzenlemeleridir. Buradan başlayarak, nöral sistemleri daha iyi bilinen özel nöronlara geçiş, bilimin abartılmasıdır. Dolayısıyla, bu taklit, bir brüt hücre-hücre (nöron-nöron, bileşen-bileşen) simülasyonu olabilir. Biyolojik nöronların ve bu biyolojik nöronların ağlarının nörobilim bilgisinden ödünç alır. Dolayısıyla, bilgisayar bileşenlerinin ve bunların ağlarının organizasyonu ile ilgili olmayan, insan beyninin hesaplanmasını değiştirmeye, geliştirmeye veya hızlandırmaya hizmet eden tipik (dijital veya analog) bilgisayarlardan farklıdır. Yine de, sinir ağları tarafından sağlanan simülasyonun son derece kaba olduğunu vurgulama eğilimimiz var (Graupe, 2007).

2.7.3. Ağ Yapısı

Yaygın simüle edilmiş bir nöron ve çok katmanlı bir sinir sistemi Şekil 2.2’te gösterilmiştir.



Şekil 2.2. Yapay sinir hücresi

Şekildeki x1, x2'den gelen sinyal akışını gösterir. Xn, bir nöronun çıkış sinyali akışına (O) benzer yollarla gösterilen tek yönlüdür. Nöron çıkış sinyali O eşlik eden ilişki tarafından verilir:

$$O = f(\text{net}) \sum_{i=1}^n (w_j x_i) \quad \text{denklem (2.1)}$$

Wj'nin ağırlık vektörü olduğu ve f (net) fonksiyonunun bir aktivasyon (transfer) fonksiyonu olarak ima edildiği durumda. Değişken ağ, ağırlığın ve bilgi vektörlerinin bir skaler sonucu olarak karakterize edilir,

$$\text{net} = w^T x = w_1 x_1 + \dots + w_n x_n \quad \text{denklem (2.2)}$$

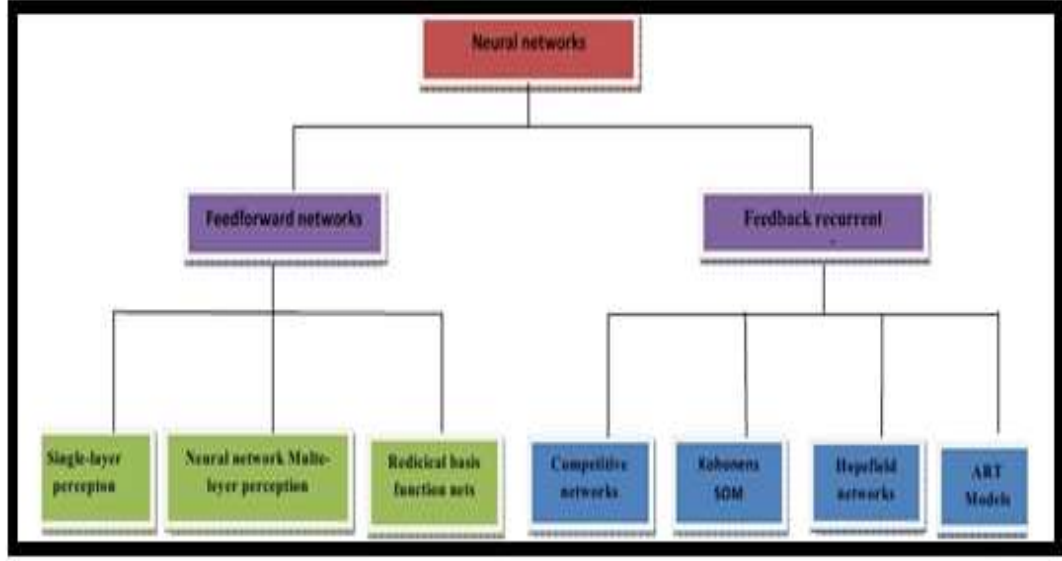
T bir matrisin transpozese olduğunda, ve en basit durumda, O çıkış değeri O olarak hesaplanır.

$$o = f(\text{net}) = \begin{cases} 1 & \text{if } w^T x \geq \theta \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad \text{denklem (2.3)}$$

θ eşik seviyesi olarak bilinirse; ve bu çeşit düğüm, doğrusal eşik birimi olarak bilinir (Abraham, 2005a).

Her durumda yapay nöronların toplanması simüle edilmiş sinir sistemi olarak adlandırılır. YSA'lar, düğümlerin yapay nöronlar olduğu ve koordineli kenarların (ağırlıklar ile) nöronların veriminden olan birleşim olduğu ağırlıklı koordineli çizelgeler olarak görülebilir. Dernek tasarımı (mühendislik) göz önünde bulundurulduğunda, farklı YSA'lar, şekil (3.3) 'te gösterildiği gibi, grafikte daire bulunmayan İlk sıralama, ileri besleme ağları gibi iki önemli sınıflandırmada toplanabilir. Geribesleme bağlantısı nedeniyle döngülerin var olduğu ikinci sıralama, giriş (veya tekrarlayan) ağlar. Ayrıca, en iyi bilinen ileri beslemeli sistemler grubu, nöronların, bir katmanın ardından bir sonraki aşamaya kadar tek bir yolla bütünleştiği katmanlara ayrıldıkları katmanlı bir sistemdir. Hakikaten, çevreleri olmayan sistemlerin her biri, düşünülebilen atlama katmanı dernekleri ile katmanlı beslemeli sistemler türünde revize edilebilir. Farklı kullanılabilirlik, farklı sistemler uygulamalarını göstermektedir. İleriye dönük sistemler statik sistemlerdir, yani bir bilgi verildiğinde, bir dizi nitelik değil, sadece bir çıkış değerleri dizisi oluştururlar. İleri beslemeli sistemler, bir destek sisteminin bir sistemdeki tepkimesinde olduğu gibi, bir bilginin sistemin geçmiş durumundan kurtulduğu bir bellek değildir. Özel bir durum, sistemdeki nöronların çeşitli erteleme bileşenleri nedeniyle akışın meydana geldiği zaman gecikmeli ileri besleme akışıdır.

Bir yandan, tekrarlayan sistemler dinamik çerçevelerdir. Başka bir bilgi tasarımı sergiledikten sonra nöronların çıktıları işlenir. Geri bildirim yollarından dolayı, her nörona yapılan katkılar daha sonra ayarlanır, bu da sistemi başka bir duruma girmeye yönlendirir. Bu prosedür, katılmadan önce tekrarlanır (Jain, Mao, & Mohiuddin, 1996).



Şekil 2.3. Ağ mimarisinin sınıflandırılması

Kısaca, temel mimari üç tip nöron katmanından oluşur: giriş, gizli ve çıkış katmanları. Destek sistemi ileri sistemlerinde, sinyal akışı, tamamen ileriye doğru bir ilerleme yönünde verim ünitelerine katkıdır. Bilgi hazırlığı bitmiş farklı (katmanlar) birimlere ulaşabilir, ancak hiçbir girdi ilişkisi mevcut değildir. Tekrar eden sistemler giriş ilişkilerini içerir. İleri sistemleri cesaretlendirmenin aksine, sistemin dinamik özellikleri zorunludur. Şimdi ve yine, birimlerin aktivasyon tahminleri, sistemin, bu inisiyatiflerin artık değişmediği istikrarlı bir duruma geleceği nihai hedefiyle birlikte bir çözme prosedürü deneyimliyor. Farklı uygulamalarda, verim nöronlarının aktivasyon tahminlerinin ilerleyişi büyüktür ve nihai amaç, dinamik davranışın sistemin verimini oluşturmasıdır. Uygulamanın özellikleri ve önkoşuluna bağlı olarak birkaç başka sinir sistemi tasarımı (Hopfield sistemleri, çok yönlü yankı hipotezi haritaları, odaklanmış sistemler vb.) vardır (Abraham, 2005a).

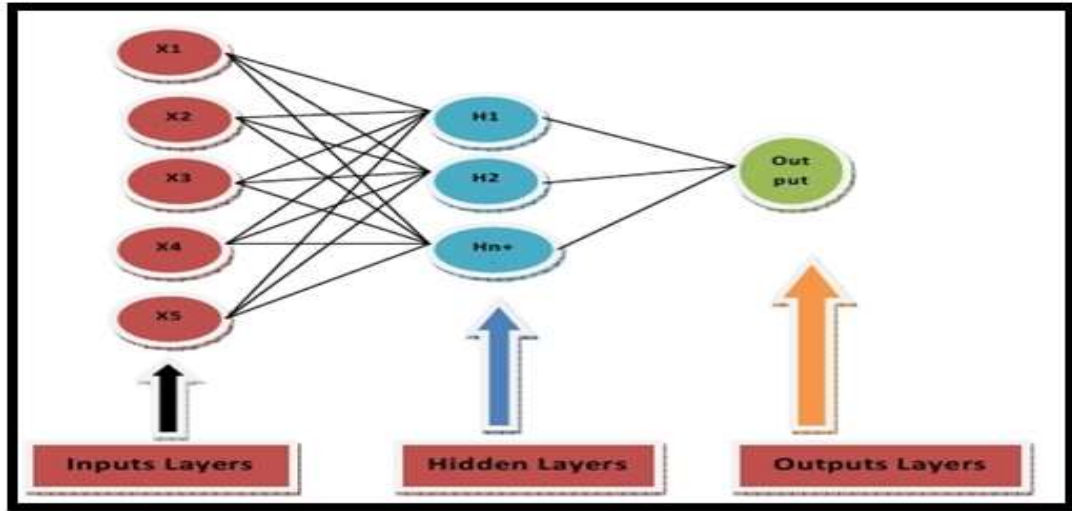
2.7.3.1. Tahmin ağları

Tahmin problemleri, fonksiyon yaklaşım problemlerinin özel bir alt sınıfını oluşturur. (Mehrotra, Mohan, & Ranka, 1997), ileriye dönük ağlar olan tahmin görevlerinde kullanılan bir grup sinir ağını tartıştık.

2.7.3.2. Çok katmanlı ileri beslemeli yapay sinir ağı

Bir ileri besleme ağının nöron katmanları açıkça ayrılır: Bir giriş katmanı, bir çıktı katmanı ve dışarıdan algılanamayan bir veya daha fazla işlem katmanı (ayrıca gizli katmanlar olarak da adlandırılır). Dernekler sadece beraberindeki katmanın nöronlarına izin verilir (Kriesel, 2007).

Öte yandan, basit tekrarlayan sistemlerin, çok sayıda yerel başarının varlığının tanımladığı karmaşık tahmin atamalarında, doğrudan eğim düşüşü yöntemlerinin iyi performans göstermediği gerçeğinden yola çıkarak, birkaç beklenti girişimi için yetersiz kaldığı görülmüştür. Bir değişkenin değerlerinin bu değişken için geçmiş değerlerden tahmin edilmesi gereken bazı problemleri çözmek için başarılı bir şekilde kullanılan yapay sinir ağı kullanılırken (Mehrotra ve ark. 1997). Şekil 2.4'te gösterilmektedir.



Şekil 2.4. Beş giriş düğümü ile iki katmanlı ileri iletimli sinir ağı

Başlayalım, giriş düğümlerinin sayısı girdi modellerinin boyutsallığına eşittir ve çıktı katmanındaki düğüm sayısı, ilgili sorun tarafından belirlenir. Örneğin, teşebbüsün, m boyutlu verim vektörleri için bir fonksiyon eşlemesi olan rc -boyutlu bilgi vektörlerini kaba hale getirmesi durumunda, sistem n giriş düğümleri içerir. Ve m verim düğümleri. Sabit bir bilgiye ($= 1$) sahip ekstra bir "kukla" bilgi düğümü ek olarak sıklıkla kullanılır,

böylece eğitim veya eşik terimi sistemdeki farklı ağırlıklar gibi son zamanlarda ele alınabilir. Gizli katmandaki düğümlerin sayısı, sistem planlayıcısının inceliğine bağlıdır ve çoğu zaman sorun karmaşıklığına dayanır (Mehrotra et al., 1997).

2.7.3.3. Ağ eğitimi

Bir ağ eğitimi, bir YSA uygulamasının amacıdır. Eğitim, ağ işlevini bir dizi veriye uydurmaya çalışmayı içerir. Bazı hata fonksiyonlarını en aza indiren uygun ağırlık setlerini arayarak yapılır (3.4) (Bishop, 1995).

$$e = \frac{1}{2} \sum_{q=1}^n \sum_{k=1}^c (y_k(x^q; w) - t_k^q)^2 \quad \text{denklem (2.4)}$$

burada x^q vektör girişi t_k^q vektörüdür, vektör vektörü, çıkış vektörüdür ve w , ağırlıklardır. Bu nedenle, ağ eğitimi için zorluk, en az bir hata yüzeyinin hata fonksiyonu, aşırı kilolu uzayda oturan hata yüzeyi olarak geometrik olarak görülür. Hata fonksiyonunun birden fazla asgari olması mümkündür. Bununla birlikte, hata fonksiyonunun mutlak minimum değeri global minimum olarak adlandırılırken, diğer minima lokal minima olarak bilinir. Hata fonksiyonunun çözümü, tek kat aktivasyon fonksiyonları için basitleştirilmiştir; çünkü karelerin toplamı, sadece tek bir minimum ve dolayısıyla yerel bir minimum olmaksızın genelleştirilmiş bir kuadratik işlemdir. Küresel minimum, bir dizi doğrusal denklem çözülerek bulunur.

However, Bununla birlikte, hata fonksiyonu ağırlıkların doğrusal olmayan işlevidir, küresel minimum için yinelemeli bir arama gerektirir. Bu yinelemeli süreçteki ilk adım rasgele seçildiğinden, seçilen algoritmanın ilk önce en yakın yerel minimum değeri bulabilmesi mümkündür. Pek çok durumda, bu, bazı algoritmalar yerel minima'yı atlayıp küresel asgariyi bulmanın bir yolunu sağlasa da iyi sonuçlar verebilecek kadar yeterli olabilir (Bishop, 1995).

Bir şeyi özetlemek için, sistem bilgi katmanındaki nöronlardan katkılar alır ve sistemin çıktısı bir çıkış katmanındaki nöronlar tarafından verilir. En az bir yarıya kadar gizli katman olabilir. Geriye doğru yayılma algoritması gerçekleştirilmeyi başarır, bu da algoritmayı, bilgi kaynağı kaynaklarıyla ve ima ettiğimiz sisteme gereksinim duyduğumuz anlamına gelir ve bundan sonra, hata (gerçek ve beklenen sonuçlar arasındaki ayırım) hesaplanır. Geri yayılma algoritmasının olasılığı, YSA hazırlık bilgisini alana kadar bu hatayı azaltmaktır. Hazırlık düzensiz ağırlıklar ile başlar ve amaç onları değiştirerek hataların en aza indirgenmesini sağlar (Gershenson, 2003).

2.7.3.3.1. Denetimli öğrenme yapay sinir ağı

Denetime tabi tutulan tanımlamaya dayanan, yani hazırlık setinden gelen bilgi setlerinden oluşan setler ortaya çıkar, böylece sistem tam bir hata vektörü alabilir (Kriesel, 2007).

Bu nedenle, hazırlık setine yönlendirilen bilgi, tüm çıkış nöronlarının tam olarak başlatılmasıyla birlikte bilgi tasarımlarından ve bunların doğru sonuçlarından oluşmaktadır. Bu şekilde, sisteme beslenen her bir hazırlık seti için çıktı, örneğin, doğrudan doğruya düzenlenebilir, testler için doğru sonuçlar elde edilebilir ve doğru çözüm ve çerçeve ağırlıkları ayırımıyla değiştirilebilir. Amaç, ağırlıkları, ağına sadece giriş ve çıkış modellerini eğitimden sonra bağımsız olarak birleştiremeyeceği, ancak bilinmeyen, benzer girdi modellerine makul sonuçlar sağlayabileceği, yani genelleştirdiği etkiyle değiştirmektir.

Kısaca, aşağıdaki ilerlemelerle ilgili olarak denetlenen öğrenme yöntemleri, hepsi şunlardır: Bilgi tasarımına giriş (bilgi nöronlarının aktivasyonu), Sistemin katkısının ileriye doğru yönlendirilmesi, çıktı üretimi, Çıktının coveted output ile karşılaştırılması (öğretim girdisi), blunder vektörünü verir (kontrast vektör), Sistemin düzeltmeleri, hata vektörüne göre hesaplanır, Düzeltmeler uygulanır (Kriesel, 2007).

2.7.3.3.2. Denetimsiz öğrenim

Denetlenmeyen öğrenme: Eğitim seti sadece giriş kalıplarından oluşur, ağ benzerlikleri tespit etmek ve model sınıfları oluşturmak için tek başına dener (Kriesel, 2007).

Denetlenmeyen öğrenmede (veya kendi kendini örgütlemeye), örneğin (örneğin) içindeki bilgi kümelerine tepki vermek için bir (çıkış) birimi hazırlanır. Denetimli öğrenme paradigması gibi hiç de değil, kalıpların gruplandırılacağı bir sınıflandırmalar dizisi yoktur; daha ziyade, çerçeve giriş uyarılarının kendi özel portresini oluşturmalıdır (Abraham, 2005b).

2.7.4. Su Kalitesi Tahmininde Yapay Sinir Ağları Uygulamasının İncelenmesi

Önceki birkaç yılda, Yapay Sinir Ağları (YSA), doğal modelleyiciler için olağanüstü ve uyumlu bir cihaza dönüştü. Bunlar, çevresel değişimin salınım üzerindeki etkisini ve nehir havzalarındaki doğal karbon ve azotu ayırma hızını taklit etmek için bağlanmıştır (Clair ve M, 1996; H. R. D. Maier ve C, 1998). Girdi değişkenlerinin, yerleşik su kaynakları yönetimi için önemli bir adım olarak kabul edilen klorür konsantrasyonu üzerindeki etkisinin değerlendirilmesi için geliştirilmiş bir model başarılı bir şekilde kullanılabilir (Alagha, Said, Mogheir ve Seyam, 2013b). Yüzey suyunun insan ekolojik faydalarının sürdürülmesi, çeşitli insan faaliyetlerinin ortaya çıkardığı biriken riskleri azaltmak için ciddi şekilde planlanmış yöntemlere ihtiyaç duymaktadır (Elhatip ve Kömür, 2008). Örneğin, Türkiye'nin Göl Bölgeleri'ndeki Eğirdir'de entegre yağış tahmini için kullanılan YSA modeli kullanılmıştır (Taylan ve Küçükyaman, 2011).

Örneklerden bazıları, fiziksel kalite parametresinde, örneğin, bazı meteorolojik ve hidrolojik parametrelere (Piotrowski, Napiorkowski, Napiorkowski, & Osuch, 2015) dayalı akış suyu sıcaklığının tahmini ve günlük su talebi tahminleri, maliyetin önemli bir parçasıdır. belediye su temin sistemlerinin etkin ve sürdürülebilir yönetimi ve optimizasyonu (Adamowski, Fung Chan, Prasher, Ozga - Zielinski ve Sliusarieva, 2012) ve su kalitesi parametrelerinin tahmin edilmesine yardımcı olması nedeniyle YSA

kullanılarak su tuzluluğunun tahmin edilmesi. (Nemati, Fard ve Fazeli, 2014). Dahası, Türkiye'deki Sivas, Karabük ve Bartın topraklarında yapay sinir sistemlerini (YSA) kullanan su kirliliği kaynaklarının tahmini Bu sonuçlar, bu çalışmaya benzer araştırmacıların, uygulandığında yeraltı suyu kirliliği kaynaklarının değerlendirilmesinde oldukça kolaylık sağlayabileceğini göstermektedir. geniş ve bölgesel ölçekte (Keskin, Düğenci ve Kaçaroğlu, 2015).

Bu nedenle Su kalitesi, su kalitesinin bozulmasının, bazı ülkelerde ciddi yönetim çabalarına yol açtığına dair, sürmekte olan bir endişe konusu olabilir. Dahası, su kalitesini tahmin etmek, su kalitesi yönetimi ile ilgili önemli şeydir. Çok sayıda şeyin su kalitesi üzerinde bir etkisi olduğundan, geleneksel veri işleme yöntemleri sorunun çözümü için yeterince iyi değildir (Ranković, Radulović, Radojević, Ostojić, & Čomić, 2012).

Aynı şekilde, güvenli suya erişim, her temel insan haklarından biridir ve sağlıklı yaşam için gereklidir (Abdolmaleki, Ahangar ve Soltani, 2013). Bu nedenle, Su kalitesi değerlendirmesi su kaynakları gelişimi ve yönetimi için bilimsel bir temel sağlar. Bu nedenle Yapay Sinir Ağı'nın su kalitesi değişkenlerini simüle etme potansiyeli yüksektir (Banejad & Olyaie, 2011; R.J. Kim, Loucks ve Stedinger, 2012; Sarda ve Sadgir, 2015).

Yapay Sinir Ağı önerilmiştir, bu da su kalitesinin durumunu ve aynı zamanda uzamsal ve zamansal değişimleri soruşturmada karar vericilere yardımcı olabilir (Juahir, Zain, Aris, Yusoff ve Mokhtar, 2010; Najah, El-Shafie, Karim ve Jaafar, 2012). Daha sonra, su kalitesi parametrelerini ölçmek için sinir sistemi oluşturuldu, bu felsefenin karmaşık ekosistemlerde su kalitesi parametrelerini öngörmek için elverişliliğini sergiliyordu (Chebud, Naja, Rivero ve Melesse, 2012).

Bir başka taraftan, yapay sinir sistemi (YSA), su kalitesi yönetimi için su kalitesi göstergesi olarak toplam çözünmüş katıları (TDS) öngörmek üzere üretilmiştir. Bu yaklaşımda, iki YSA sistemi kullanıldı, çok katmanlı perceptron (MLP) ve aralıklı nöral sistem (RNN), Elman örgütlenmesinin ek olarak üretildiği ve Talkheh Rud Nehri'ne

(Asadollahfardi, Taklify, & Ghanbari, 2011) üretildi ve uygulandı. . Ayrıca, YSA modelleme şemasının (Elhatip ve Kömür, 2008) sonuçları, çıktı değerlerinin Mamasın baraj gölündeki statik su kütlesi içindeki alanda ölçülen su kalitesi parametrelerine uygun olduğunu göstermektedir. Baraj yerinde su kirliliği, besin maddelerinin sürekli olarak artmasından ve anaerobik bir duruma neden olan sudaki O₂ seviyesinin düşmesinden kaynaklanır. Bu su kütlelerinde yosun büyüme akışını teşvik edecek, sonuç olarak su kalitesini düşürecektir.

Benzer şekilde, yapay sinir ağları modeli, erimiş oksijen ve farklı parametreler ile Ömerli Gölü için genişletilmiş ötrofikasyon tehlikesi arasında en etkili ilişkiyi oluşturmaktadır (Atilla Akkoyunlu ve Akiner, 2010).

Esnekliklerinin bir sonucu olarak, çok sayıda ülke, çeşitli olumlu şartlara sahip simüle edilmiş sinir sistemi ile su kalitesinin tahmin edilmesine yönelik farklı araştırmalara yönelmiştir. Bunun yerine, bilgi gibi tekniklere dayanan geleneksel modellerin yerine, kendi kendine çok yönlülük yöntemlerini kullanma, bilgiyi edinme yoluyla genelleme Her şey dahil pratik yaklaşımlar ve öngörme için doğrusal olmayan yaklaşımlar (ME Kim, Shon, Min, & Shin, 2012).

Genellikle, istatistiksel yöntemde YSA'nın yöntemini kullanmanın avantajları ve dezavantajları vardır. YSA'nın indeks tekniği üzerindeki avantajlarından biri, YSA'nın bir veri setinin temel istatistiksel özellikleri ile ilgili herhangi bir varsayımdan yararlanamamasıdır. Su kalitesinin durumunu değerlendirmek için

çeşitli zaman veya mekansal boyutlardaki her türlü veri uygulanabilir (Ali, 2007).

YSA modeli kullanmanın avantajları, normal kuralların katı varsayımları, doğrusallık, değişken özerklik, tek geçişli tahmin ve boyutsallık (Thair, MJ, & Ayad) ile kısıtlanan, MLR'ye ve birkaç farklı tipik uygulamalı matematik tekniğine yeni bir çeşitlilik sağlamaktır. , 2014).

YSA, su kalitesinin göllerde veya rezervuarlarda doğrusal olmayan transfer fonksiyonu yaklaştırılmasına modellenmesine odaklanan bir dizi çalışmada uygulandığı için (Banejad & Olyae, 2011). Mesela, genel olarak (A Akkoyunlu, Altun, & Cigizoglu, 2011) YSA tahmin performansları, mevcut ölçümler oldukça kısıtlı olmakla birlikte, gölün DO'sunun YSA tarafından yakalanacağı uzamsal varyasyonu tatmin edici bir şekilde elde edildi. Benzer şekilde, YSA modeli, su kalitesi modelleri için gerekli olan ölçüm verilerinin mevcut olmadığı durumlarda, muhtemelen istenen konumlar için simüle edilmiş değerler verebilir (Heydari, Olyae, Mohebzadeh, & Kisi, 2013).

(Muhammed, Makhtar, Rozaimie, Aziz, & Jamal, 2015) 'a göre Kinta'nın su doğasını karakterize etmede önemli özelliklerin tanımlanması için yapay sinir sisteminin çeşitli sınıflandırma modellerinin ve algoritmalarının belirli bir nihai hedef ile performanslarını karşılaştırmış ve karşılaştırmıştır. Nehir, Perak Malezya. Başka bir araştırmada, Mn konsantrasyonunu öngörmek için YSA hazırlamak için Levenberg-Marquardt (LM) algoritması kullanılmıştır. Gerçek verilerin ve eğitim, doğrulama ve test veri setleri için YSA çıktılarının büyük bir şekilde anlaşıldığı görülmüştür (Ahangar, Soltani ve Abdolmaleki, 2013).

Yukarıdaki uygulamalara ek olarak, YSA herhangi bir su örneğinin WQI'sını tahmin etmek için başarılı bir araç olduğunu ve su kalitesi ile ilgili gerçek ve tahmin edilen verilerle oldukça olumlu olduğunu teyit etmiştir (Gazzaz ve diğ., 2012; Hore, Dutta, Datta ve Bhattacharjee). , 2008; Mohammadpour ve arkadaşları, 2015; MM Sahoo, Patra ve Khatua, 2015). Örneğin, yapay sinir ağlarının (YSA) yazılım uygulaması, Malezya'daki Juru Nehri'ndeki WQI'yı tahmin etmek için büyük tahmin performansı gösterebilmiştir (Nasir ve diğerleri, 2011).

Besleme iletimi nöral ağın iki tip modeli arasında bir veya daha fazla gizli katman ve en az bir geri besleme döngüsü tekrarlayan ağ ve radyal çok katmanlı sinir ağları olarak bilinir (Prajithkumar, Verma, & Shweta Mahajan, 2015).

Su kalitesi endeksi (WQI) tahmini için. Su kalitesi endeksini (WQI) tahmin etmek için bir başka karşılaştırma (Mohammadpour ve diğ., 2015), yapay sinir sistemlerinin (YSA) iki stratejisini, temel olarak ileri geri yayılımı (FFBP) ve radyal temel fonksiyonunu (RBF) teşvik etmek için kullanılmıştır.) ücretsiz bir sulak alanda. Çok katmanlı algılayıcı (MLP) ve YSA iki prosedürü olarak gösteren radyal temel fonksiyonu (RBF), Jajrood Nehri'nin su kalitesi faktörlerini% 90'ın üzerinde doğrulukla simüle etmeye uygundur (Niroobakhsh, 2012).

Başka bir inceleme (Gazzaz ve ark., 2012) tarafından ileriye dönük, tamamen ilişkili, üç katmanlı algılayıcı nöral sistem ekranının su kalite endeksinin (WQI) işlenmesi için kullanılması, WQI hesaplama ve tahmininden farklı, özellikle de Her bir değer için gruplandırılmış alt-endeks formüllerinin veya bileşenlerin su kalitesi faktörlerinin niteliklerinin değiştirilmesinin uzun süreli hesaplamaları ve kullanımını içeren WQI sayım stratejilerinin örneği olarak ifade edilmiştir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Bu bölümde, kullanılan içerik ve kullanılan yöntemler sıralı bir sırada açıklanmıştır. Bu çalışmada WQI oluşturmak için veri toplama ve laboratuvar çalışması olmak üzere iki farklı adımdan faydalanmıştır.

Karaçomak baraj havzasında su kalite indeksi oluşturmak için alanda örneklerme noktaları oluşturulmuştur. Her yıl için Kastamonu Belediyesinde (2011 - 2015 arası) su kalite endeksi oluşturulmuştur.

3.1.1. Türkiye İklimi

Türkiye'nin çeşitli bölgeleri, öngörülemeyen jeoloji ışığında farklı atmosfere sahiptir. Türkiye iklimi oldukça ılımandır. Kıyı bölgeleri daha ılıman iklimlerden yararlanırken, iç Anadolu yaylaları sıcak yağışların ve aşırı yağışlı soğuk kışların aşırı uçlarını tecrübe etmektedir. Türkiye kış mevsiminde yağışların büyük bir kısmını alır. Bu mevsimde, ortalama sıcaklık normalde 5°C'nin altındadır. Buna rağmen, yaz yağışları olağanüstü bir şekilde sınırlandırılmıştır ve yüksek sıcaklık ve dağılma nedeniyle ortaya çıkan su eksikliğinden kurtulmak için yeterli olmamaktadır. Ege ve Akdeniz kıyılarında serin, fırtınalı kışlar ve sıcak, tolere edilebilir kuru yazlar vardır. Bu bölgelerdeki yıllık yağışlar, bölgeye bağlı olarak 580 ile 1.300 milimetre arasında değişmektedir. Karadeniz yağışın en çok düştüğü bölgedir. Türkiye'nin çeşitli bölgeleri düzensiz topoğrafya yüzünden tamamen farklı iklimlere sahiptir. Toros Dağları kıyıya yakındır ve yağmur bulutları ülkenin bir kısmına giremez. Yağmur bulutları sularının çoğunu kıyı alanından uzaklaştırır. Anadolu'nun kuzey yöresi içinde, dağların yüksekliği 2500-3000 m'yi geçmektedir. Kuzey Karadeniz Dağları ve Kafkas Dağı yağmur bulutlarını tutuyor, ve böylece bölge uzun ve aşırı soğuk kış mevsiminde karasal iklim tarafından eziliyor. Doğudaki dağlık alanlarda -30 ° C ila -38 ° C arasında minimum sıcaklıklar tespit edilir

ve kar yirmi gün boyunca yerde kalabilir (Sensoy, Demircan, ULUPINAR, & BALTA, 2008).

3.1.2. Çalışma Alanı

Karadeniz Bölgesi'nin batı kesiminde yer alan Kastamonunun yüz ölçümü 13,108 kilometrekaredir. Dağlık alanların ve ormanların %74,6'sının temsil edildiği Kastamonu'nun % 21,6'sı düzlük %3,8'i platodur (ÇEVRE, 2009).

Çalışma alanı olan Karaçomak barajı bulunduğu Kastamonu şehri için ana içme suyu kaynağıdır. Bu, Türkiye'deki en büyük barajlardan birisidir ve sulama ve içme suyu için kullanılmaktadır. Karaçomak Barajı 43 yıl önce (1973) tam kapasiteye ulaştı. Karaçomak barajının göl hacminin normal su seviyesi 23 milyon metreküp, 1.54 kilometre karelik göl alanı ve 889,50 metre yükseklikte göl yüzey yüksekliği, 49 m baraj yüksekliği ve %100 doluluk oranı bulunmaktadır. Ayrıca 2 bin 596 hektar sulama barajı olan Karaçomak barajı yılda 9 milyon metreküp içme suyu alanından da hizmet vermektedir. Günlük olarak Kastamonu Belediyesi Su Arıtma Barajından 25 bin ton içme suyu aylık 750 bin ton içme suyu verilmektedir. Çalışmada su kalitesi durumunu tanımlamak için sekiz örnekleme noktası seçilmiştir (Tablo 3.1).

Kastamonu ilinin içme suyu kaynağı olan Karaçomak Barajı üzerinde birinci ve ikinci noktalar yer almaktadır. Eylül 2015'ten Temmuz 2016'ya kadar her iki ayda bir örnek toplanmıştır.

Üçüncü ve dördüncü noktalar, kuru dönemde su tablosunun akışın altında olduğu tek akış türüne yerleştirildi (Aralıklı Akıntı) Şubat, Mart ve Nisan (2016)

Beşinci ve altıncı noktalar, tüm yıl boyunca akışın olduğu dereler üzerinde yer almaktadır. Bununla birlikte, Eylül 2015'ten Temmuz 2016'ya kadar her iki ayda örnek toplanmıştır.

Karaçomak Barajı'nda (içme suyu istasyonu) yedinci ve sekizinci noktalar ise birincil tedaviden önce ve sonra (2011-2015) Kastamonu ilindeki belediye suları bölümünden bilgi toplanmıştır.



Şekil 3.1. Örnekleme noktaları

Tablo 3.1. Örnekleme noktalarının konumları

N	Station name	Details of station			Number ***
		Latitude	Longitude	ha	
1	First Station (near intake)	41°17'59.32"N	33°45'24.13"E	1.54 Km2	18
2	Second Station (near intake)	41°17'59.32"N	33°45'24.13"E	1.54Km2	18
3	Third Station (Intermittent*)	41°18'21.79"N	33°44'8.34"E		9
4	Fourth Station (Intermittent*)	41°17'39.89"N	33°43'52.58"E		9
5	Fifth Station (Perennial**)	41°16'48.82"N	33°43'58.93"E		18
6	Sixth Station (Perennial**)	41°17'8.22"N	33°44'14.36"E		18
7	Seven Station (before pre-treatment)			-	141
8	Eight Station (after pre-treatment)			-	141

Intermittent*: Types of Streams that water Tablo is below stream during dry season

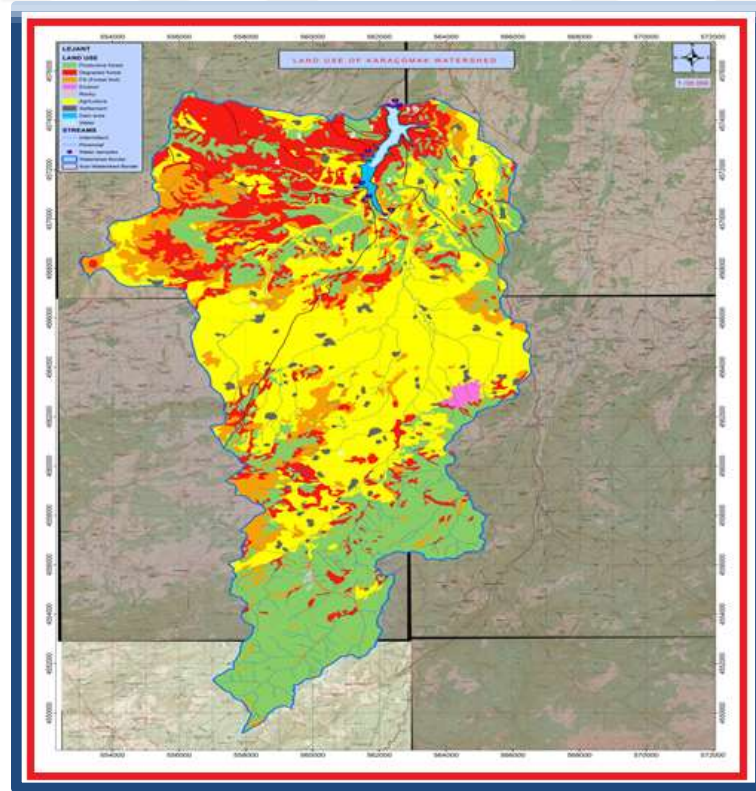
Perennial**: Types of Streams that Water Tablo is above stream bottom all year

(Note: *** Data were contributed by measured into the laboratory of Kastamonu university and municipality water of Kastamonu city.

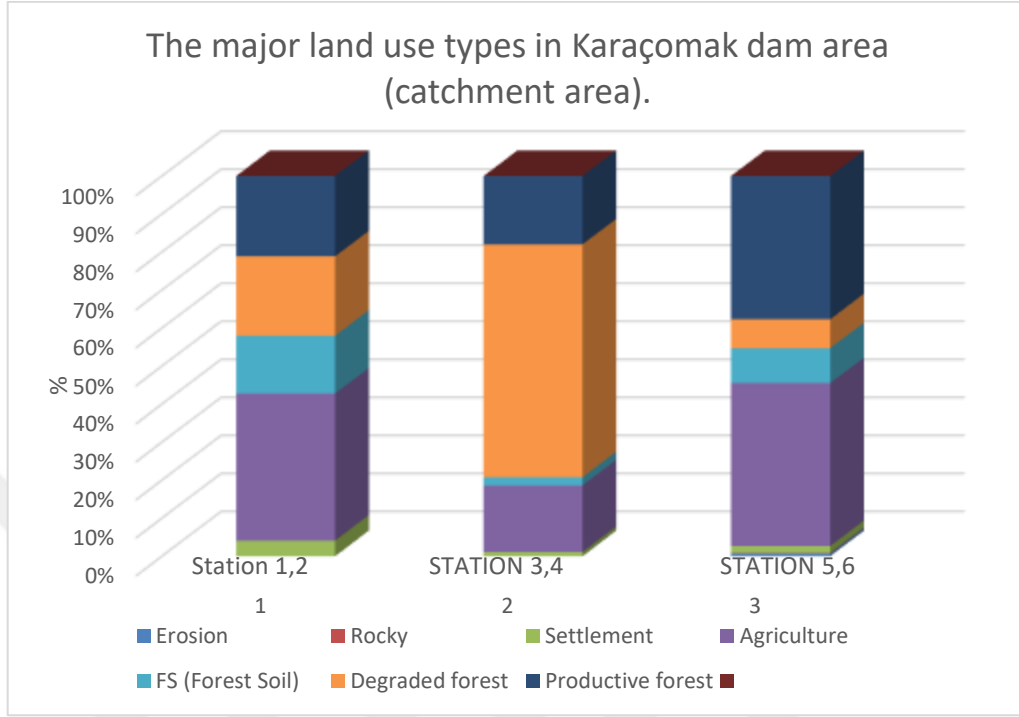
Genel olarak, su kalitesi ve miktarı, havzadaki arazi kullanımından etkilenmektedir. Karaçomak baraj havzası arazi kullanım haritasına göre bu havzada temel kullanım alanları Tablo 3.2’de verilmiştir.

Tablo 3.2 Karaçomak Barajı arazi kullanımları

Arazi kullanımı	Istasyon 1 ve 2	Istasyon 3 ve 4	Istasyon 5 ve 6	Alan (ha)	(%)
Verimli orman	154.01	303.84	4183.72	5782.17	30.5
Bozuk orman	152.11	1033.31	841.61	3207.67	16.9
Orman toprağı	110.60	36.4	1019.27	2174.27	11.4
tarım	282.17	296	4754.92	7182.30	37.9
Yerleşim	29.85	18.36	207.24	317.37	1.6
Taşlık	0.00	0	12.8	12.80	0.06
Erozyon	0.00	0	77.81	77.81	0.41
Su	1.03	0	0	74.83	0.39
Havza alanı	1.35	0	0	114.95	0.60
Tıolam	731.12	1687.91	11097.37	18944.18	100



Şekil 3.2. Karaçomak baraj alanı alt havzalarındaki örnekleme noktaları



Şekil 3.3. Karaçomak barajı arazi kullanımları

3.1.3. Veri Kaynağı

Çözünmüş oksijenmetre, pHmetre, İletkenlik ölçer, bulanıklık ölçer gibi saha ekipmanı kullanılarak veriler yerinde analiz edilmiştir. Toplanan numuneler ise analiz için Kastamonu Üniversitesi laboratuvarına getirilmiştir.

Farklı Su Kalitesi veri kümesi, Kastamonu Belediyesi su bölümünden iki tür istasyon için toplanmıştır. Arıtmadan sonra Ocak 2011-Aralık 2015 tarihleri arasında her yıl 12 ay boyunca Karaçomak Barajının (Su Arıtma İstasyonu) kalitesi düzenli olarak izlenmiştir. Kastamonu Belediyesi su bölümü tarafından ölçülen değişkenler arasında su sıcaklığı (T), pH, özgül iletkenlik (EC), türbidite (NTU), Demir (Fe), sülfatlar (SO₄), klorürler (Cl⁻), manganez (Mn²⁺), nitrit (NO₂), nitratlar (NO₃-N), amonyak (NH₄-N) ve fosfor (PO₄) bulunmaktadır. Bu veri seti 120 örnek üzerinde 13 ölçümden elde edilen 1440 veri noktasını içermektedir. Su kalitesi verileri Ek 4.1’de verilmiştir.

3.2. Yöntem

Su numuneleri, Eylül 2015'ten Temmuz 2016'ya kadar her iki ayda bir 6 sahadan alınmıştır. Numuneler, yüzeyden 30 cm derinlikte toplanmıştır. Tüm ölçümler, üç tekrar halinde gerçekleştirilmiş ve sonuçlar ortalama olarak ifade edilmiştir. Çözünmüş oksijen, Elektriksel iletkenlik ve Bulanıklık, pH ve su sıcaklığı ölçümleri örnekleme noktasında yapılmıştır (Tablo 3.3). Su örnekleri buzdolaplarında tutularak su kalitesinin incelenmesi için Kastamonu Üniversitesi Merkezi Laboratuvarına getirilmiştir. Numunelerin testlerinde Standart Metotlar kullanılmıştır (APHA ve AWWA, 1981; APHA, AWWA ve WEF, 1989). 2015-2016 dönemine ait tüm istasyonların ölçüm sonuçları Ek 4.2'de verilmiştir.

Tablo 3.3. *Su kalitesi analizleri*

N	Parameter	method
1	EC	HQ40d PorTablo pH, Conductivity, Dissolved Oxygen Multi-Parameter Meter
2	pH	HQ40d PorTablo pH, Conductivity, Dissolved Oxygen Multi-Parameter Meter
3	Temperature	HQ40d PorTablo pH, Conductivity, Dissolved Oxygen Multi-Parameter Meter
4	DO	HQ40d PorTablo pH, Conductivity, Dissolved Oxygen Multi-Parameter Meter
5	Turbidity	WTW Turb 430 IR model with the highest precision according to US EPA for water analytics, quality control and process monitoring
6	BOD*	determined by five days' incubation
7	COD*	with open reflux method
8	Ammonia*	at specific wavelength 694nm
9	NO ₃ -N (mg/L)*	using the cadmium reduction at specific wavelength 400nm
10	NO ₂ -N(mg/l)*	at specific wavelength 507 nm
11	PO ₄ -P(mg/L)*	at specific wavelength 890 nm
12	hardness	Determined by titrimetric method using murexide as indicator
13	Alkalinity	Determined by a titrimetric method using methyl orange and ph. Phenol phthaline as indicator

* using a HACH-DR 6000 UV-Vis Spectrophotometer.

3.3. İstatiksel Analiz

Sosyal bilgiler için İstatistik Paketi kullanılarak (SPSS) minimum değer, maksimum değer, ortalama değer, standart sapmanın belirlenmesi ve korelasyonların istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığını belirlemek tüm parametreler arasında Pearson

korelasyonları kullanıldı. Önem değeri $p < 0,05$ olanlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi. Tüm örnekleme noktalarının (S1, S2, S3, S4, S5 ve S6) tanımlayıcı istatistik analiz sonuçları Ek 4.3'te verilmiştir.

3.4. Su Kalitesi İndeksi (WQI) Tekniği

WQI, mevcut tüm su kalitesi tekniklerine en sık uygulananlardan biridir. Çözünmüş Oksijen, pH, BOD (Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı), Sıcaklık, Fosfat, Nitrat, Bulanıklık, TDS, sertlik, Amonyak, nitrit, (COD) kimyasal oksijen ihtiyacı, Alkalinite gibi on üç parametreye bağlı olarak su kalite indeksi (WQI) oluşturulmuştur. Barajdaki su kalitesini belirlemek için on üç parametrenin ayrı ayrı sonuçları kullanılmıştır. WQI hesaplaması, Horton (1965) tarafından önerilen ve Brown ve arkadaşları (1972) tarafından geliştirilmiş olan ağırlıklı aritmetik su kalitesi indeksi kullanılarak yapılmıştır.

$$WQI = \sum_{i=1}^n \frac{W_i q_i}{\sum W_i} \quad \text{Denklem 3.1.}$$

q_i : Quality rating for the i^{th} water quality parameters

w_i : unit weight for the i^{th} parameters.

3.4.1. Kalite Derecelendirme Alt İndekslerinin Hesaplanması (q_i)

Brown ve arkadaşlarına (1972) göre, kalite notu veya alt indeks (q_i) aşağıdaki ifadeyle hesaplanmıştır: q_i

$$q_i = \left(\frac{(V_a - V_i)}{(V_s - V_i)} \right) 100 \quad \text{Denklem 3.2.}$$

q_i : Quality rating for the i^{th} water quality parameters

V_a : Actual value present of the (i^{th}) parameter at a given sampling station.

V_i : Ideal value (0 for all parameters accepts pH and DO which are 7.0 and 14.6 mg/lit respectively).

V_s : Standard value

If quality rating = zero that means the complete absence of pollutants .while, quality rating $0 < q_i < 100$ implies that, the pollutants are above the standards (Ahmad, 2014).

3.4.2. Birim Ağırlığın Hesaplanması (Nispi Ağırlık Hesaplaması)

Farklı suya ait birim ağırlığı (w_i) kalite parametreleri, ilgili parametreler için önerilen standart değerine terstir.

$$w_i = \frac{k}{s_i} \quad \text{Denklem 3.3.}$$

w_i : unit weight for the i^{th} parameter.

s_i : standards value for the i^{th} parameter.

k : Relative constant, this value considered (1)here, also can calculate using the following equation:

$$k = \frac{1}{\sum \left[\frac{1}{s_i} \right]} \quad \text{Denklem 3.4.}$$

Kısacası, bu WQI'ye göre su kalitesinin derecesi Tablo 3.4'te verilmiştir (Asuquo & Etim, 2012; Chatterjee & Raziuddin, 2002).

Tablo 3.4. *Su kalitesi sınıflandırması*

WQI Value	Rating of water quality	Grading
0 - 25	Excellent water quality	A
26 - 50	Good water quality	B
51 - 75	Poor water quality	C
76 - 100	Very poor water quality	D
Above 100	Unsuitable for drinking purpose	E

4. BULGULAR

4.1. Laboratuvar Araştırmaları Verileri İçin WQI'ye Dayalı Su Kalitesinin Değerlendirilmesi

Dünya Sağlık Örgütü ve Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği tarafından tavsiye edilen içme suyu kalitesi standartları kullanılarak WQI hesaplanmıştır (Tablo 4.1). WQI, çeşitli avantajlı kullanımlar için suyun uygunluğunun değerlendirilmesinde yardımcı bir tekniktir. Farklı örnekleme istasyonlarından elde edilen araştırmanın WQI değerleri Tabloda verilmiştir (4.2, 4.3, 4.4, 4.5, 4.6 ve 4.7).

Tablo 4.1. Parametrelerin standart değerleri

Number	Parameters	Standard value	Number	Parameters	Standard value
1	TDS	1000 mg/l (WHO-WPCSR)	10	NH4-N	0.2 mg/l (WPCSR)
2	pH	6.5-8.5 (WHO-WPCSR)	11	NO3-N	5 mg/l (WPCSR)
3	Tem	25 C (WPCSR)	12	NO2-N	1 mg/lit (WHO)
4	Turbidity	5 NTU (WHO-WPCSR)	13	PO4-P	0.1 mg/l (WHO)
5	BOD	4 mg/l (WPCSR)	14	hardness	500 mg/l (WHO)
6	DO	8 mg/l (WPCSR)	15	Alkalinity	120 mg/l (WHO)
7	COD	25 mg/l (WPCSR)	16	Cl	120 mg/l (WPCSR)
8	Fe	0.2 mg/l (WHO)	17	Mn mg/l	0.1 mg/l (WPCSR)
9	SO4	200 mg/l (WPCSR)			

Tablo 4.2. İstasyonlardaki su kalite indeksi hesaplanması (S1)

Number	Parameters	Standard values	Unit Weight(Wn)	Observed Values	Quality Rating(qn)	Weighted (Wn. qn)
1	EC	1500	0.000078	447	29.8	0.00232
2	pH	6.5-8.5	0.013764	8.6	77.647	1.068
3	Temperature	25	0.00468	11.85	47.4	0.2218
4	Turbidity	5 NTU	0.0234	3.68	73.6	1.7222
5	T. Hardness	500	0.000234	94.19	18.83	0.0044
6	Alkalinity	120(WPCSR)	0.000975	28.92	24.1	0.0234
7	DO	8 (WPCSR)	0.014625	9.39	78.93	1.1544
8	BOD	4 (WPCSR)	0.02925	5.89	147.25	4.307
9	COD	25 (WPCSR)	0.00468	7.67	30.68	0.1435
10	NH4-N	0.2(WPCSR)	0.585	0.085	42.5	24.86
11	NO3-N	5(WPCSR)	0.0234	0.34	6.8	0.1591
12	NO2-N	1 (WHO)	0.117	0.007	0.7	0.0819
13	PO4-P	0.65(WPCSR)	0.18	0.062	9.53	1.716
$\sum W_n = 0.998$						
WQI = $\sum_{i=1}^n \frac{W_i q_i}{\sum W_i} = \frac{35.46}{0.997} = 35.57$			Good water quality (B)			

Tablo 4.3. İstasyonlardaki su kalite indeksi hesaplanması (S2)

Number	Parameters	Standard values	Unit Weight(Wn)	Observed Values	Quality Rating(qn)	Weighted (Wn. qn)
1	EC	1500	0.000078	421	29.46	0.00229
2	pH	6.5-8.5	0.013764	8.71	88.647	1.2202
3	Temperature	25	0.00468	11.42	45.68	0.21378
4	Turbidity	5 NTU	0.0234	3.88	77.6	1.8158
5	T. Hardness	500	0.000234	94.07	18.81	0.0044
6	Alkalinity	120(WPCSR)	0.000975	29.12	24.26	0.02366
7	DO	8 (WPCSR)	0.014625	9.5	77.27	1.1301
8	BOD	4 (WPCSR)	0.02925	7.72	193	5.645
9	COD	25 (WPCSR)	0.00468	9.92	39.68	0.1857
10	NH4-N	0.2(WPCSR)	0.585	0.07	35	20.475
11	NO3-N	5(WPCSR)	0.0234	0.33	6.6	0.1544
12	NO2-N	1 (WHO)	0.117	0.005	0.5	0.0585
13	PO4-P	0.65(WPCSR)	0.18	0.05	7.6923	1.3846
$\sum W_n = 0.997$						
$WQI = \sum_{i=1}^n \frac{W_i q_i}{\sum W_i} = \frac{32.31}{0.997} = 32.41$			Good water quality (B)			

Tablo 4.4. İstasyonlardaki su kalite indeksi hesaplanması (S3)

Number	Parameters	Standard values	Unit Weight(W)	Observed Values	Quality Rating(qn)	Weighted (Wn. qn)
1	EC	1500	0.000078	465	31	0.002418
2	pH	6.5-8.5	0.013764	8.6	77.64	1.0687
3	Temperate	25	0.00468	5.2	20.8	0.097344
4	Turbidity	5 NTU	0.0234	0.3	6	0.1404
5	T. Hardness	500	0.000234	121	24.2	0.00566
6	Alkalinity	120(WPCSR)	0.000975	31	25.83	0.02518
7	DO	8 (WPCSR)	0.014625	10	69.69	1.0193
8	BOD	4 (WPCSR)	0.02925	10.6	265	7.75125
9	COD	25 (WPCSR)	0.00468	2.29	9.16	0.04286
10	NH4-N	0.2(WPCSR)	0.585	0.02	10	5.85
11	NO3-N	5(WPCSR)	0.0234	0.7	14	0.3276
12	NO2-N	1 (WHO)	0.117	0.001	0.1	0.0117
13	PO4-P	0.65(WPCSR)	0.18	0.09	13.84615385	2.4923
$\sum W_n = 0.997$						
$WQI = \sum_{i=1}^n \frac{W_i q_i}{\sum W_i} = \frac{18.834}{0.997} = 18.89$			Excellent water quality (A)			

Tablo 4.5. İstasyonlardaki su kalite indeksi hesaplanması (S4)

Number	Parameters	Standard values	Unit Weight(Wn)	Observed Values	Quality Rating(qn)	Weighted (Wn. qn)
1	EC	1500	0.000078	457	30.46	0.00237
2	pH	6.5-8.5	0.013764	8.7	87.647	1.2064
3	Temperature	25	0.00468	5.5	22	0.1029
4	Turbidity	5 NTU	0.0234	0.3	6	0.1404
5	T. Hardness	500	0.000234	93	18.6	0.0043
6	Alkalinity	120(WPCSR)	0.000975	33	27.5	0.0268
7	DO	8 (WPCSR)	0.014625	10	69.69	1.0193
8	BOD	4 (WPCSR)	0.02925	16.1	402.5	11.773
9	COD	25 (WPCSR)	0.00468	2.5	10	0.0468
10	NH4-N	0.2(WPCSR)	0.585	0.02	10	5.85
11	NO3-N	5(WPCSR)	0.0234	0.9	18	0.4212
12	NO2-N	1 (WHO)	0.117	0.007	0.7	0.0819
13	PO4-P	0.65(WPCSR)	0.18	0.49	75.38	13.569
$\sum W_n = 0.997$						
$WQI = \sum_{i=1}^n \frac{W_i q_i}{\sum W_i} = \frac{34.24}{0.997} = 34.34$ Good water quality (B)						

Tablo 4.6. İstasyonlardaki su kalite indeksi hesaplanması (S5)

Number	Parameters	Standard values	Unit Weight(Wn)	Observed Values	Quality Rating(qn)	Weighted (Wn. qn)
1	EC	1500	0.000078	752.05	50.1366	0.0039
2	pH	6.5-8.5	0.013764	8.66	83.64	1.151
3	Temperature	25	0.00468	9.6	38.4	0.179
4	Turbidity	5 NTU	0.0234	12.8	256	5.9904
5	T. Hardness	500	0.000234	118.9	23.78	0.005
6	Alkalinity	120(WPCSR)	0.000975	41.6	34.66	0.0338
7	DO	8 (WPCSR)	0.014625	9.8	72.72	1.063
8	BOD	4 (WPCSR)	0.02925	18.4	460	13.455
9	COD	25 (WPCSR)	0.00468	26.7	106.8	0.4998
10	NH4-N	0.2(WPCSR)	0.585	0.09	45	26.325
11	NO3-N	5(WPCSR)	0.0234	1.1	22	0.5148
12	NO2-N	1 (WHO)	0.117	0.003	0.3	0.0351
13	PO4-P	0.65(WPCSR)	0.18	0.13	20	3.6
$\sum W_n = 0.997$						
$WQI = \sum_{i=1}^n \frac{W_i q_i}{\sum W_i} = \frac{52.85}{0.997} = 53.01$ Poor water quality (C)						

Tablo 4.7. İstasyonlardaki su kalite indeksi hesaplanması (S6)

Number	Parameters	Standard values	Unit Weight(Wn)	Observed Values	Quality Rating(qn)	Weighted (Wn. qn)
1	EC	1500	0.000078	598	39.8666	0.00310
2	pH	6.5-8.5	0.013764	8.7	87.6470	1.2064
3	Temperature	25	0.00468	8.75	35	0.1638
4	Turbidity	5 NTU	0.0234	3.6	72	1.6848
5	T. Hardness	500	0.000234	114.1	22.82	0.00533
6	Alkalinity	120(WPCSR)	0.000975	35.5	29.5833	0.02884
7	DO	8 (WPCSR)	0.014625	9.9	71.2121	1.0414
8	BOD	4 (WPCSR)	0.02925	7.12	178	5.2065
9	COD	25 (WPCSR)	0.00468	4.8	19.2	0.08985
10	NH4-N	0.2(WPCSR)	0.585	0.02	10	5.85
11	NO3-N	5(WPCSR)	0.0234	0.35	7	0.1638
12	NO2-N	1 (WHO)	0.117	0.003	0.3	0.0351
13	PO4-P	0.65(WPCSR)	0.18	0.08	12.307	2.2153
$\sum W_n = 0.997$						
$WQI = \sum_{i=1}^n \frac{W_i q_i}{\sum W_i} = \frac{1769}{0.997} = 17.74$			Excellent water quality (A)			

4.2. Karaçomak Barajı'nda Su Örneklerinin Sonuçları ve Değerlendirilmesi

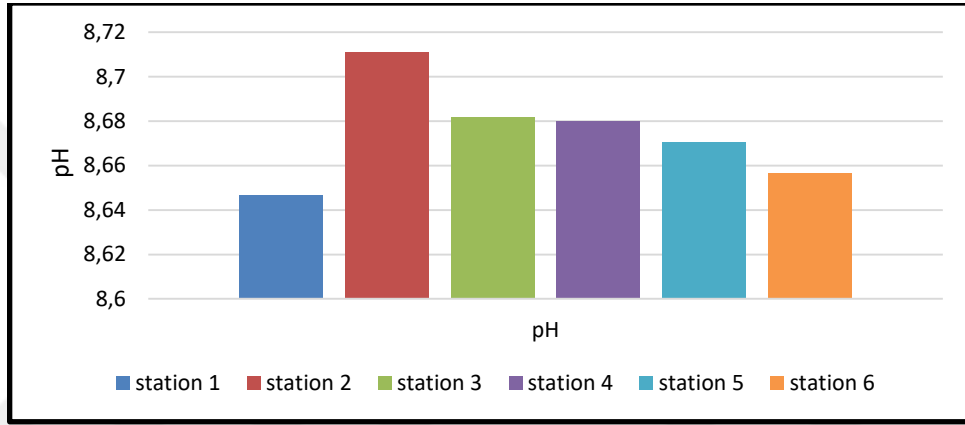
2015-2016 yıllarının farklı zamanlarında altı farklı sahadaki çeşitli çalışma değişkenleri için elde edilen analitik sonuçlar Ek 4.2'de gösterilmiştir. Tüm örnekleme istasyonlarının yüzey suyunun istatistiksel analizi, WHO içme suyu standardından sapan kimyasal parametrelerin Ek 4.3'te gösterilen Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliğine göre (WPCSR) belirlenmesi amacıyla yapılmıştır.

4.2.1. Su Kalitesinin Fizikokimyasal Değişkenleri

4.2.1.1. pH

Doğal suyun pH değeri su kalitesinin en büyük noktası ve havza bölgelerindeki kirliliktir. Altı örnekleme süresinde pH değerleri, Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği (WPCSR) ile uyumlu olarak, içme suyu için "iyi" bir kaliteye işaret eden 8.3 ve 9.05 arasında değişmiştir (Değişiklik Tablo 1: RG-13/2/2008). -26786) (WHO, 2011b). Ancak farklılıkları tespit etmekte mümkündür. Örneğin, istasyon altıda (S6) pH değeri

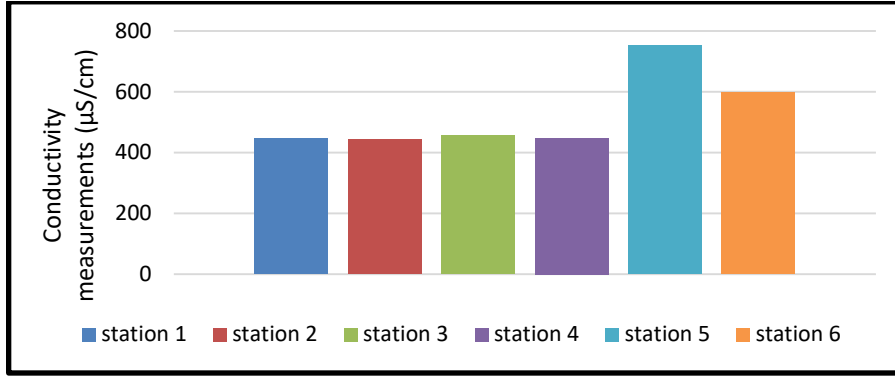
8.35 idi. Veriler, ilkbahar-yaz döneminde daha yüksek fotosentetik aktiviteye bağlı olarak, Mart 2016 ve Nisan 2016'da Kasım 2015 ve Ocak 2016'dan biraz daha yüksek pH değerlerine sahip olarak mevsimsel farklılıklar göstermiştir. En düşük pH değerleri Ocak 2016'da 8.35 ile 8.51 arasında, en yüksek pH değerleri ise Mart ve Nisan 2016'da 9.05 - 8.67 olarak kaydedildi. Değerler Ek 4.7'de verilmiştir. Eylül 2015 ve Temmuz 2016 arasında tüm örnek noktaları için ortalama pH değerleri Şekil 4.1'de verilmiştir.



Şekil 4.1. Ortalama pH konsantrasyonu

4.2.1.2. Elektriksel iletkenlik

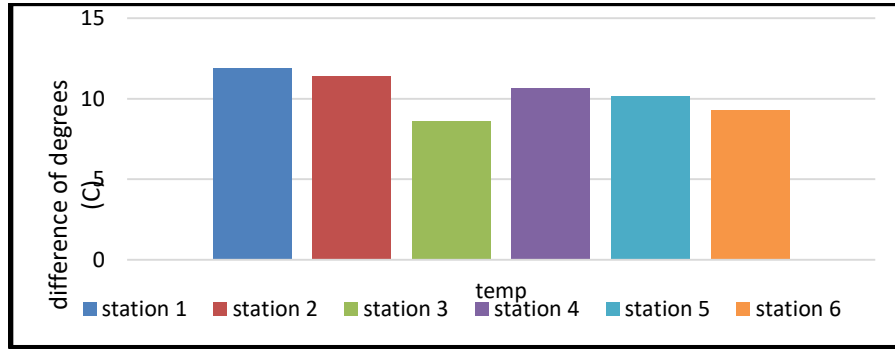
Ek (4.2) 'deki iletkenlik ölçümleri S1, S2, S3 ve S4 istasyonlarında en düşük değerlere sahip olduğunu, en yüksek iletkenlik seviyelerinin ise S5 ve S6 istasyonlarda kaydedildiğini göstermektedir. S5 ve S6'daki EC artışının nedeni, çalışma alanının hidrojeolojisinin, farklı hidro-yapılar aracılığıyla yüzey jeolojisi ile birbirine bağlı olmasından kaynaklanabilir. İletkenlik değerleri, ideal olarak 1500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 'nin altında olması gereken WHO için uygun seviyeden daha düşüktür (Şekil 4.2). 423–809 $\mu\text{S}/\text{cm}$ arasında olan EC sonuçları, araştırılan süreler için tüm istasyonlar için normal aralıkta idi.



Şekil 4.2. Elektriksel iletkenliğin (EC) ortalama konsantrasyonu

4.2.1.3. Sıcaklık

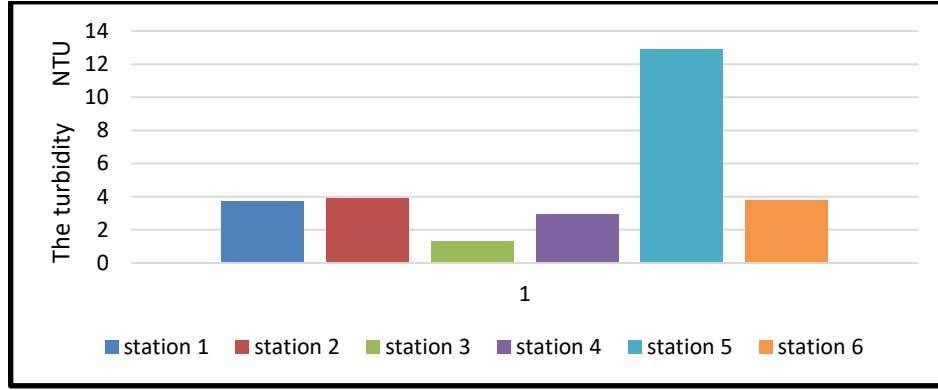
Ortalama sıcaklıklar, S3'te minimum 2.9°C iken, S1'de maksimum 19.8°C olarak tespit edilmiştir (Şekil 4.3). Alanlar arasında sıcaklık olarak bir fark yoktur, ancak gözlemlenen istasyonlardan S3 ve S4'teki bir örnekleme periyodunda diğer istasyonlardan daha düşük olduğu zaman Şubat-Nisan 2016 arasındadır.



Şekil 4.3. Sıcaklık (C) ortalaması

4.2.1.4. Bulanıklık

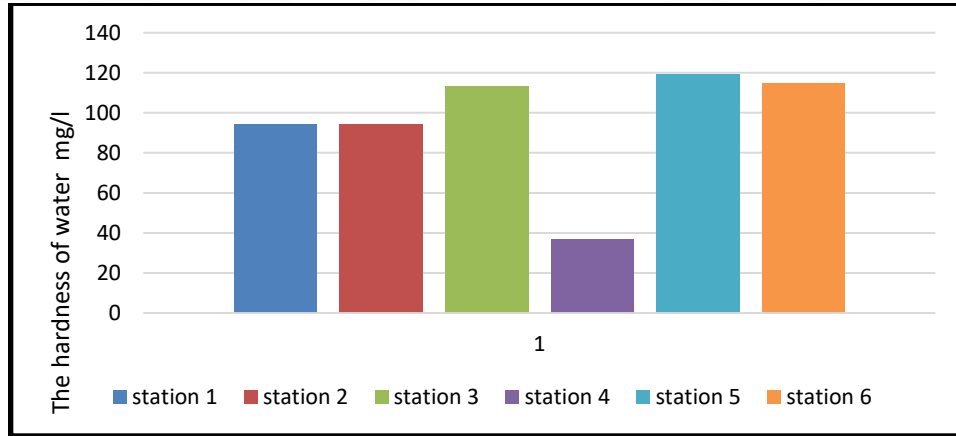
Bulanıklık suda çözünmemiş parçacıkların bir ölçüsüdür. Su kolonu içinde asılı kalan partiküller, siltler, kumlar, killer veya plankton gibi organik veya bitki, mikroplar gibi inorganik olabilirler. Bulanıklığın S5'de yaklaşık 13.0 NTU ile en yüksek olduğu, S3 ve S4'te ise ortalama 0.30 NTU seviyesine düştüğü gözlemlenmiştir (Şekil 4.4). Bulanıklık, bir havzada yağış olaylarından sonra parçalanmış toprak parçacıklarından kaynaklanır.



Şekil 4.4. Bulanıklık (NTU) ortalaması

4.2.1.5. Toplam sertlik

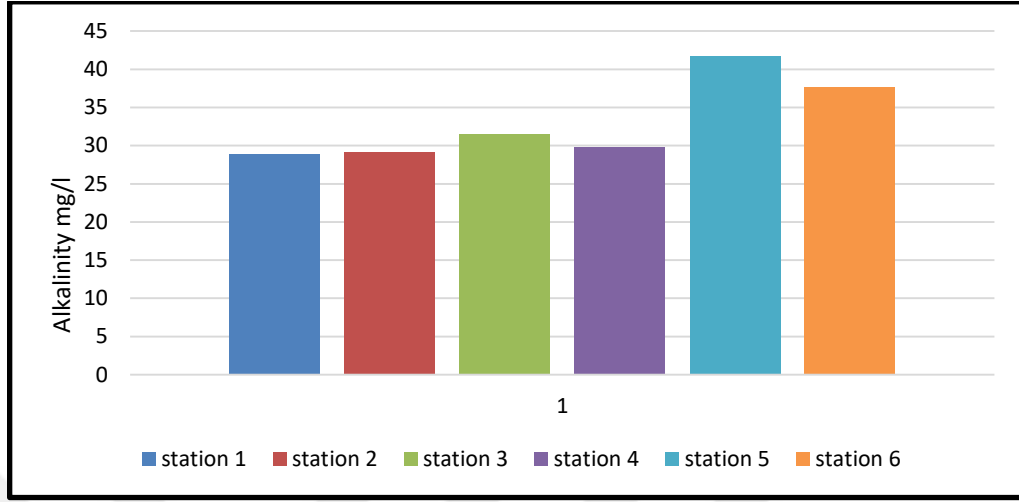
Suyun sertliği genellikle kalsiyum ve magnezyum miktarı ile belirlenir. Su numunelerindeki sertlik değerleri, 91.6 mg / l ile 12.31 mg / l arasında değişmiştir (Şekil 4.5).



Şekil 4.5. Toplam sertlik (T. Ha) ortalama konsantrasyonu

4.2.1.6. Toplam alkalinite

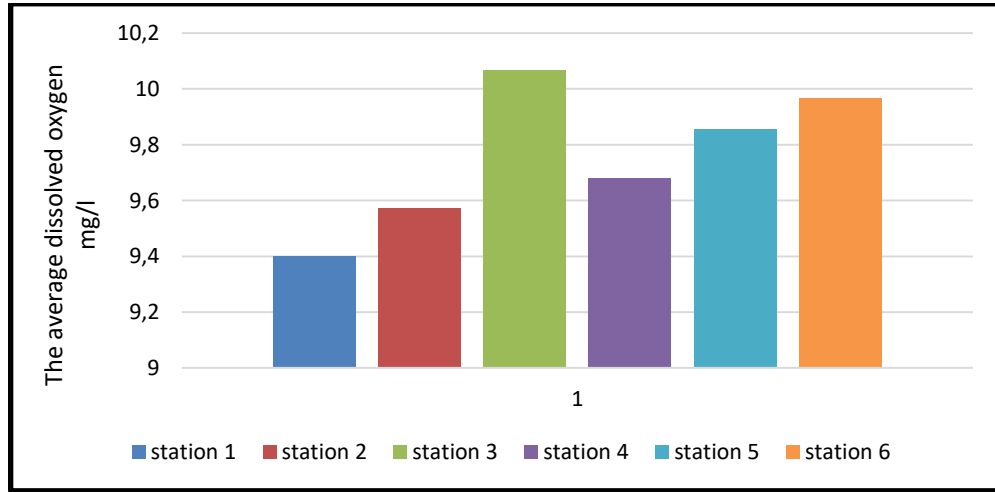
Alkalinite, suda çözülmüş alkali bileşenlerin toplam konsantrasyonunun belirleyicisidir (Şekil 4.6). WHO'nun standartlarının izin verilen sınırlarının altındadır.



Şekil 4.6. Toplam alkalinite (T.alk) ortalama konsantrasyonu

4.2.1.7. Çözünmüş oksijen

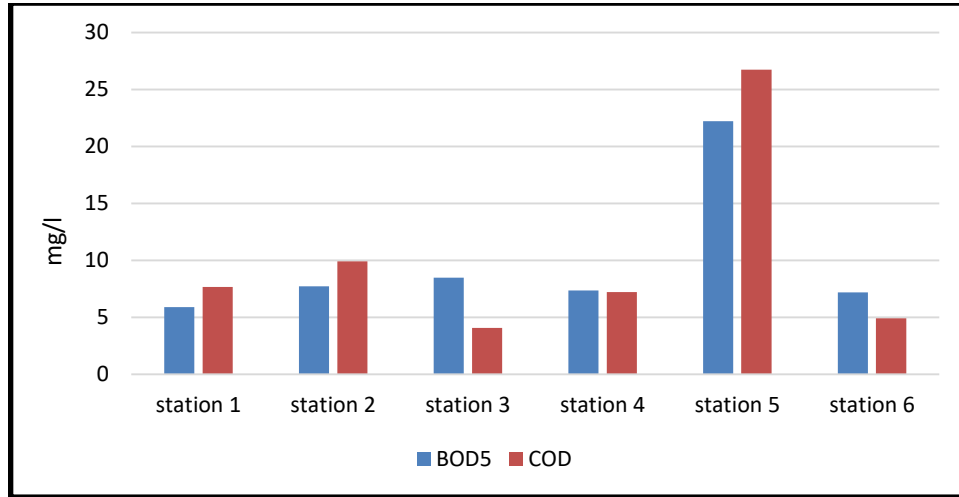
Çözünmüş oksijen değerleri, Eylül 2015'te, S1 ve S2'de 7.4 mg/l ve 6.45 mg/l olarak tespit edilmiştir (Şekil 4.7). Eylül 2015'te daha düşük olmasının nedeni su sıcaklığındaki artışla birlikte biyolojik bozunma ve biyolojik aktivitenin artışına bağlı olabilir. Suyun sıcaklığı, bir su kütesinin tutabileceği çözünmüş oksijen miktarını, su kütesindeki oksijen talebini etkileyecek dekompozisyon ve fotosentez oranını etkiler. Bu nedenle, sudaki oksijenin çözünürlüğü, yüksek su sıcaklığı sırasında azalır.



Şekil 4.7. Toplam çözünmüş oksijen ortalama konsantrasyonu

4.2.1.8. Biyokimyasal oksijen ihtiyacı (B.O.D) ve kimyasal oksijen ihtiyacı (C.O.D)

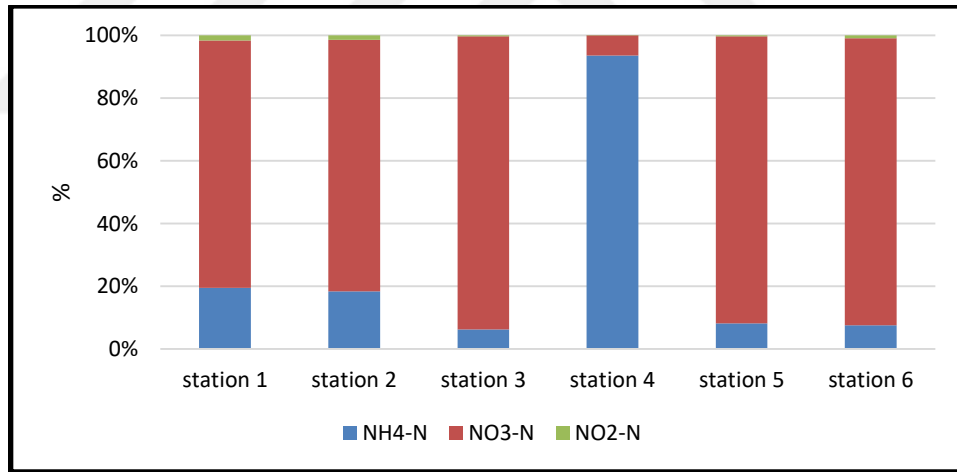
Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı, bir su kütlesindeki doğal yükü değerlendirmek için bir faktördür. Kararsız organik madde konsantrasyonunu değerlendiren Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı (BOD) seviyeleri, Ek 4.2'ye göre çok az zamansal farklılık göstermiştir. S1'de 2.1 mg/l'den 16.1 mg/l'ye (ortalama 5.89 mg/l) ve S2'de 2.56 mg/l –19.3 mg/l'ye (ortalama 7.7 mg/l) ve 3.1 mg/l -18.6 mg/l' kadar olan S3'te (ortalama 10.8 mg/l) ve 6.0 mg/l- 27.0 mg/l (ortalama 16.16 mg/l) ve 5.9 mg/l - 53.0 mg/l S5'te (ortalama 22.2 mg/l) ve S6'da 2.0 mg/l - 20.0 mg/l (ortalama 7.17 mg/l). Bir su havzasındaki tarım alanından kaynaklanan akış, bu suların WPCSR'ye (4 mg/l) göre içmek için uygun olmadığını gösterir. Tarımsal besinlerin hidrolojik yolla su kalitesi üzerinde meydana gelebileceği nehirler ve nehirler gibi su kütleleriyle taşınabileceği fikrine dayanan besin aktarım sürekliliğini ifade eder. Aksine, COD çevre kirliliğinde daha çok kullanılan agrega değişkenlerinden biridir. Ek 4.2'de belirtildiği gibi. Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği (WPCSR) tarafından kabul edilebilir sınırın içinde yer almıştır. Ortalama olarak kaydedilen örnekleme noktası (S4) hariç (26.7 mg/l C.O.D). Eylül ayında S5'te 125 mg/l ile daha yüksek KOİ konsantrasyonu gözlenmiştir. KOİ'deki artışlar, tarımsal alandaki kirliliğin kimyasal kirleticilerin artmasından kaynaklanıyor olabilir.



Şekil 4.8. Biyokimyasal oksijen ihtiyacı (B.O.D) ve kimyasal oksijen ihtiyacının (C.O.D) ortalama konsantrasyonu

4.2.1.9. Azot, nitrat ve nitrit (NH_4-N , NO_3-N ve NO_2-N)

Neredeyse tüm istasyonlardaki amonyak (NH_4-N) konsantrasyonlarının, örneklenen dönem boyunca belirgin bir patern ve belirli mevsimsel değişimlere sahip olmadığını göstermesine rağmen, en yüksek ortalama amonyak konsantrasyonlarının Mart 2016'da S5'te belgelendiği kanıtlanmıştır (Şekil 4.9, Ek 4.2). En düşük değerler S3 ve S4'te gözlemlenmiştir. Nitrat ve Nitrit birbirine bağlı olsa da, bu gerçekten de insan ya da hayvan atığı ve aynı zamanda gübre akışıyla kontaminasyondan kaynaklanmaktadır (WHO, 2011b; Yisa & Jimoh, 2010). Çalışma alanında nitrat (NO_3-N) değeri 0,09 ile 1,7 mg/l arasında değişmektedir. 10 mg/l NO_3-N olan (WHO) değerinin altına düşer. Benzer şekilde, nitrit konsantrasyonu önemsizdi ve konsantrasyonda gerçek bir model fark edilmedi.

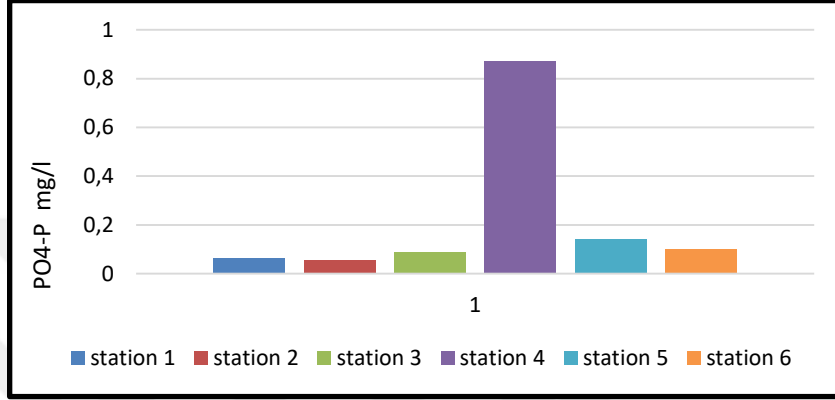


Şekil 4.9. Amonyak (NH_4-N), nitrat (NO_3-N), nitrit (NO_2-N) ortalama konsantrasyonu

4.2.1.10. Fosfat (PO_4-P).

Fosfat, fosfor ve oksijen elementleri üzerine kurulmuş kimyasal maddeler olup, bitki ve hayvan gelişimi için önemli olabilir. Fosfor, bazı fosfat formlarında sularda bulunur. Çözünmüş reaktif fosfat (ortofosfat PO_4-P), birçok bitki ve organizma tarafından kullanılabilir tek fosfat maddesidir (Kutlu, Sesli, Tepe ve Mutlu, 2015). Elde edilen fosfat değerleri (PO_4-P), (WPCSR) için izin verilen sınır 0.65 mg/l dahilindedir. Şubat

2016'da S4 hariç kaydedilen ortalama PO4-P 0.9 mg/l'dir. Bu yüksek ve kabul edilemez fosfat konsantrasyonlarının, ana kaya/topraktan fosfat minerallerinin sızıntısı veya hava koşullarına bağlı olduğu düşünülmektedir.



Şekil 4.10. Fosfat (PO4-P) ortalama konsantrasyonu

4.3. Karacomak Baraj Alanında Su Kalitesi İndeksi Kullanılarak Su Kalitesinin Değerlendirilmesi

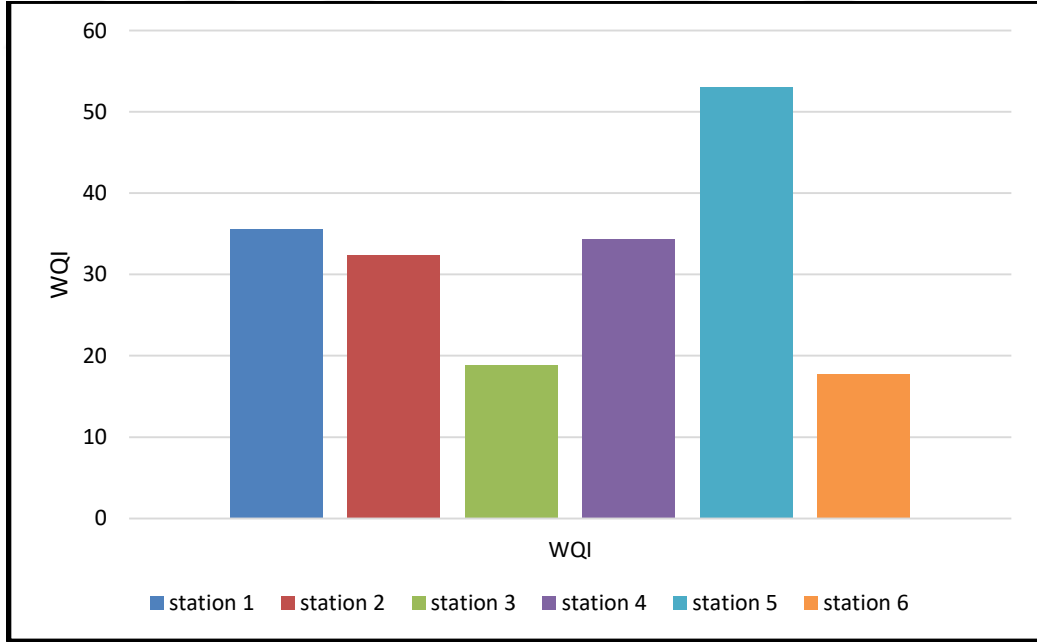
WQI, yüzey suyunun bazı önemli fizikokimyasal değişkenlerinin ölçüm sonuçları kullanılarak oluşturulur (Tablo 4.8). WQI'nin hesaplanması için bazı fizikokimyasal parametrelerin değerleri Tablo 4.8, 4.9, 4.10, 4.11, 4.12 ve 4.1'de gösterilmiştir. Ek 4.2, Eylül 2015'ten Temmuz 2016'ya kadar her iki ayda bir (S1, S2, S3, S4, S5, S6) WQI değerini gösterirken, zayıf su ve iyi sudan mükemmel suya doğru olacak şekilde hesaplanmıştır. Bu çalışma sırasında Ocak 2016'da tüm istasyonlarda yüksek düzeyde bir bozulma görülmüş olup, bu durum 2016 kışının başlangıcında barajdan kaynaklanabilir.

Tablo 4.8. (2015-2016) döneminde tüm WQI için farklı örneklemelerin karşılaştırılması

Sampling point	WQI Value	Rating of water quality	Grading
First Station (near intake)	35.57	Good water quality	B
Second Station (near intake)	32.41	Good water quality	B
Third Station (Intermittent*)	18.89	Excellent water quality	A
Fourth Station (Intermittent*)	34.34	Good water quality	B
Fifth Station (Perennial**)	53.07	poor water quality	C
Sixth Station (Perennial**)	17.74	Excellent water quality	A



Şekil 4.11. Farklı örnekleme noktalarındaki su kalitesi indeksinin sınıflandırılması



Şekil 4.12. Örnekleme noktalarındaki su kalite indeksleri.

S5, su kalitesi endeksinin 50.0 WQI Değerini (C) aştığını göstermektedir. Tarım alanından gelen besinler, su kalitesine etki edebilecek akışlar ve akarsular gibi su

kütlelerine hidrolojik yollardan aktarılabilir. Öte yandan, en iyi istasyon (S6) ortalaması 17.74 idi.

4.4. Kastamonu Şehrinin Belediye'den Alınan Veriler İçin Hesaplanan WQI

WQI Ağırlıklı Metodu, WQI'nin hesaplanması için düşünülmüştür. Kastamonu şehrinde 2 istasyona uygulanacaktır. 2011-2015 dönemi için 13 adet su kalitesi ile ilgili parametrenin aylık değerleri Kastamonu Belediyesinden alınmıştır. Bu parametreler şunları içerir: iletkenlik (EC), pH, fosfor (PO4-P), su sıcaklığı (T), amonyak (NH4-N), nitrit (NO2-N), nitrat (NO3-N), Klorür (Cl), Demir (Fe), manganez (Mn) sülfat (SO4) ve Bulanıklık (NUT). S7 ve S8'deki tüm parametreler ile tanımlayıcı istatistikler ve korelasyonlar Ek 4.5'te verilmiştir. Kastamonu şehrinde 2011-2015 yılları arasında farklı yıllara ait bulunan araştırmanın WQI değerleri Tabloda verilmiştir (4.9-10-11-12-13-14-15-15-17-18-19).

Tablo 4.9. *Kastamonu'da WQI'nin 2015 yılında işlemde önce hesaplanması*

Before treatment in 2015						
Num	Parameters	Standard values	Unit Weight(Wn)	Observed Values	Quality Rating(qn)	Weighted (Wn. qn)
1	EC	1500	0.0000288	436.3	29.0866	0.00083
2	pH	8.5	0.005082	8.01	18.6470	0.094770
3	Temperature	25	0.001728	13.19	52.76	0.091169
4	Turbidity	5	0.00864	3.89	77.8	0.672192
5	Cl	120	0.00036	3.4	2.833	0.00102
6	NH4	0.2	0.216	0.028	14	3.024
7	NO3	5	0.00864	0.01	0.2	0.001728
8	NO2	1	0.0432	0.0045	0.45	0.01944
9	PO4-P	0.65	0.06646	0.066	10.1538	0.674840
10	SO4	200	0.000216	21.09	10.545	0.00227
11	Fe	0.3	0.216	0.0425	21.25	4.59
12	Mn	0.1	0.432	0.055	55	23.76
$\sum W_n = 0.998$						32.932
$WQI = \frac{\sum_{i=1}^n W_i q_i}{\sum W_i}$						WQI= 32.98

Tablo 4.10. *Kastamonu'da WQI'nin 2015 yılında işlemden sonra hesaplanması*

After treatment in 2015						
Num	Parameters	Standard values	Unit Weight(Wn)	Observed Values	Quality Rating(qn)	Weighted (Wn. qn)
1	EC	1500	0.000288	439	29.2666	0.00084
2	pH	8.5	0.005082	7.9	7.6470	0.0388
3	Temperature	25	0.001728	13.08	52.32	0.09040
4	Turbidity	5	0.00864	0.62	12.4	0.107136
5	Cl	120	0.00036	4.89	4.075	0.001467
6	NH4	0.2	0.216	0.004	2	0.432
7	NO3	5	0.00864	0.008	0.16	0.0013824
8	NO2	1	0.0432	0.007	0.7	0.03024
9	PO4-P	0.65	0.06646	0.034	5.2307	0.3476
10	SO4	200	0.000216	22.36	11.18	0.00241
11	Fe	0.3	0.216	0.02	10	2.16
12	Mn	0.1	0.432	0.028	28	12.096
$\sum W_n = 0.998$						15.30
$WQI = \sum_{i=1}^n \frac{W_i q_i}{\sum W_i}$						WQI= 15.33

Tablo 4.11. *Kastamonu'da WQI'nin 2014 yılında işlemden önce hesaplanması*

Before treatment in 2014						
Num	Parameters	Standard values	Unit Weight(Wn)	Observed Values	Quality Rating(qn)	Weighted (Wn. qn)
1	EC	1500	0.000288	436.3	29.0866	0.0008
2	pH	8.5	0.005082	8.16	33.6470	0.1710
3	Temperature	25	0.001728	18.13	72.52	0.1253
4	Turbidity	5	0.00864	3.61	72.2	0.623808
5	Cl	120	0.00036	3.44	2.866	0.001032
6	NH4	0.2	0.216	0.03	15	3.24
7	NO3	5	0.00864	0.008	0.16	0.0013824
8	NO2	1	0.0432	0.0035	0.35	0.01512
9	PO4-P	0.65	0.06646	0.036	5.53846	0.3680
10	SO4	200	0.000216	22.66	11.33	0.0024
11	Fe	0.3	0.216	0.068	34	7.344
12	Mn	0.1	0.432	0.049	49	21.168
$\sum W_n = 0.998$						33.06
$WQI = \sum_{i=1}^n \frac{W_i q_i}{\sum W_i}$						WQI= 33.11

Tablo 4.12. Kastamonu'da WQI'nin 2014 yılında işlemde sonra hesaplaması

After treatment in 2014						
Num	Parameters	Standard values	Unit Weight(Wn)	Observed Values	Quality Rating(qn)	Weighted (Wn. qn)
1	EC	1500	0.000288	439	29.2666	0.00084
2	pH	8.5	0.005082353	8.03	20.647	0.10493
3	Temperature	25	0.001728	18.21	72.84	0.12586
4	Turbidity	5	0.00864	0.65	13	0.11232
5	Cl	120	0.00036	4.93	4.108	0.0014
6	NH4	0.2	0.216	0.045	22.5	4.86
7	NO3	5	0.00864	0.0058	0.116	0.0010
8	NO2	1	0.0432	0.0028	0.28	0.012096
9	PO4-P	0.65	0.06646	0.33	50.769	3.3742
10	SO4	200	0.000216	24.5	12.25	0.002646
11	Fe	0.3	0.216	0.0225	11.25	2.43
12	Mn	0.1	0.432	0.0214	21.4	9.2448
$\sum W_n = 0.998$						20.27
$WQI = \sum_{i=1}^n \frac{W_i q_i}{\sum W_i}$						WQI= 20.30

Tablo 4.13. Kastamonu'da WQI'nin 2013 yılında işlemde önce hesaplaması

Before treatment in 2013						
Num	Parameters	Standard values	Unit Weight(Wn)	Observed Values	Quality Rating(qn)	Weighted (Wn. qn)
1	EC	1500	0.000288	436.3	29.08666	0.0008
2	pH	8.5	0.005082353	7.94	11.6470	0.05919
3	Temperature	25	0.001728	18.53	74.12	0.1280
4	Turbidity	5	0.00864	3.96	79.2	0.684288
5	Cl	120	0.00036	3.64	3.0333	0.001092
6	NH4	0.2	0.216	0.043	21.5	4.644
7	NO3	5	0.00864	0.077	1.54	0.0133056
8	NO2	1	0.0432	0.0045	0.45	0.01944
9	PO4-P	0.65	0.06646	0.041	6.30769	0.4192
10	SO4	200	0.000216	23.58	11.79	0.00254
11	Fe	0.3	0.216	0.055	27.5	5.94
12	Mn	0.1	0.432	0.056	56	24.192
$\sum W_n = 0.998$						36.10
$WQI = \sum_{i=1}^n \frac{W_i q_i}{\sum W_i}$						WQI= 36.16

Tablo 4.14. Kastamonu 'da WQI'nin 2013 yılında işlemden sonra hesaplaması

After treatment in 2013.						
Num	Parameters	Standard values	Unit Weight(Wn)	Observed Values	Quality Rating(qn)	Weighted (Wn. qn)
1	EC	1500	0.0000288	438.9	29.26	0.00084
2	pH	8.5	0.005082353	7.97	14.647	0.07444
3	Temperature	25	0.001728	18.53	74.12	0.12807
4	Turbidity	5	0.00864	0.54	10.8	0.093312
5	Cl	120	0.00036	3.64	3.033	0.001092
6	NH4	0.2	0.216	0.043	21.5	4.644
7	NO3	5	0.00864	0.067	1.34	0.0115776
8	NO2	1	0.0432	0.0031	0.31	0.013392
9	PO4-P	0.65	0.06646	0.03	4.615384	0.306
10	SO4	200	0.000216	23.5	11.75	0.002538
11	Fe	0.3	0.216	0.022	11	2.376
12	Mn	0.1	0.432	0.035	35	15.12
$\sum W_n = 0.998$						22.77
$WQI = \sum_{i=1}^n \frac{W_i q_i}{\sum W_i}$						WQI= 22.80

Tablo 4.15. Kastamonu 'da WQI'nin 2012 yılında işlemden önce hesaplaması

Before treatment in 2012.						
Num	Parameters	Standard values	Unit Weight(Wn)	Observed Values	Quality Rating(qn)	Weighted (Wn. qn)
1	EC	1500	0.0000288	436.3	29.08666	0.00083
2	pH	8.5	0.005082353	8.11	28.64705	0.1455
3	Temperature	25	0.001728	18.5	74	0.127872
4	Turbidity	5	0.00864	3.26	65.2	0.563328
5	Cl	120	0.00036	3.66	3.05	0.001098
6	NH4	0.2	0.216	0.04	20	4.32
7	NO3	5	0.00864	0.116	2.32	0.0200448
8	NO2	1	0.0432	0.004	0.4	0.01728
9	PO4-P	0.65	0.06646	0.067	10.30769	0.68506
10	SO4	200	0.000216	23.08	11.54	0.00249
11	Fe	0.3	0.216	0.038	19	4.104
12	Mn	0.1	0.432	0.051	51	22.032
$\sum W_n = 0.998$						32.01
$WQI = \sum_{i=1}^n \frac{W_i q_i}{\sum W_i}$						WQI= 32.07

Tablo 4.16. Kastamonu'da WQI'nin 2012 yılında işlemten sonra hesaplaması

After treatment in 2012.						
Num	Parameters	Standard values	Unit Weight(Wn)	Observed Values	Quality Rating(qn)	Weighted (Wn. qn)
1	EC	1500	0.000288	439	29.267	0.0008
2	pH	8.5	0.005082353	8.0442	22.06705	0.1121
3	Temperature	25	0.001728	19.0667	76.2668	0.13178
4	Turbidity	5	0.00864	0.4733	9.466	0.08178
5	Cl	120	0.00036	5.1417	4.28475	0.00154
6	NH4	0.2	0.216	0.0433	21.65	4.6764
7	NO3	5	0.00864	0.105	2.1	0.018144
8	NO2	1	0.0432	0.0033	0.33	0.014256
9	PO4-P	0.65	0.06646	0.0317	4.8769	0.3241
10	SO4	200	0.000216	24	12	0.002592
11	Fe	0.3	0.216	0.015	7.5	1.62
12	Mn	0.1	0.432	0.024	24	10.368
$\sum W_n = 0.998$						17.35
$WQI = \frac{\sum_{i=1}^n W_i q_i}{\sum W_i}$						WQI= 17.38

Tablo 4.17. Kastamonu'da WQI'nin 2011 yılında işlemten önce hesaplaması

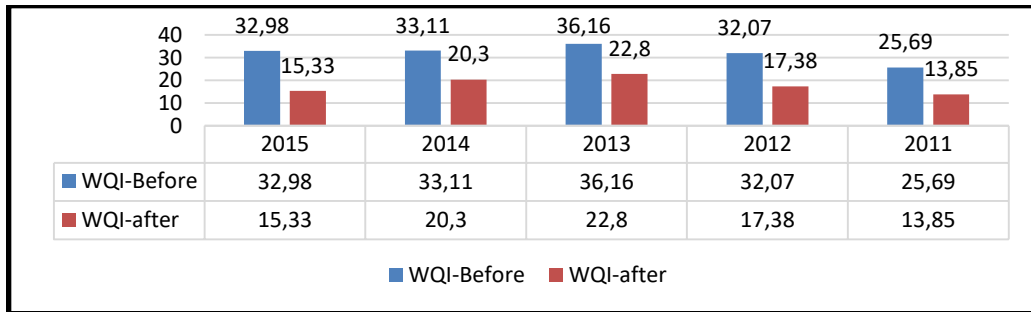
before treatment in 2011.						
Num	Parameters	Standard values	Unit Weight(Wn)	Observed Values	Quality Rating(qn)	Weighted (Wn. qn)
1	EC	1500	0.000288	436.3	29.0866	0.00083
2	pH	8.5	0.005082353	7.9	7.647058	0.0388
3	Temperature	25	0.001728	18.89	75.56	0.13056
4	Turbidity	5	0.00864	2.53	50.6	0.437184
5	Cl	120	0.00036	3.65	3.04166	0.001095
6	NH4	0.2	0.216	0.02	10	2.16
7	NO3	5	0.00864	0.088	1.76	0.0152064
8	NO2	1	0.0432	0.0039	0.39	0.016848
9	PO4-P	0.65	0.06646	0.048	7.38461	0.49079
10	SO4	200	0.000216	24.6	12.3	0.0026568
11	Fe	0.3	0.216	0.031	15.5	3.348
12	Mn	0.1	0.432	0.044	44	19.008
$\sum W_n = 0.998$						25.65
$WQI = \frac{\sum_{i=1}^n W_i q_i}{\sum W_i}$						WQI= 25.69

Tablo 4.18. Kastamonu'da WQI'nin 2011 yılında işlemden sonra hesaplaması

After treatment in 2011.						
Num	Parameters	Standard values	Unit Weight(Wn)	Observed Values	Quality Rating(qn)	Weighted (Wn. qn)
1	EC	1500	0.000288	439	29.2666	0.0008
2	pH	8.5	0.005082353	8.03	20.64705	0.10493
3	Temperature	25	0.001728	17.89	71.56	0.12365
4	Turbidity	5	0.00864	0.42	8.4	0.072576
5	Cl	120	0.00036	4.24	3.533	0.001272
6	NH4	0.2	0.216	0.0016	0.8	0.1728
7	NO3	5	0.00864	0.113	2.26	0.0195264
8	NO2	1	0.0432	0.0031	0.31	0.013392
9	PO4-P	0.65	0.06646	0.035	5.38461	0.35786
10	SO4	200	0.000216	24.4	12.2	0.0026352
11	Fe	0.3	0.216	0.036	18	3.888
12	Mn	0.1	0.432	0.021	21	9.072
$\sum W_n = 0.998$						13.82
$WQI = \frac{\sum_{i=1}^n W_i q_i}{\sum W_i}$						WQI= 13.85

Tablo 4.19. Kastamonu'da 2011-2015 yıllarında işlem öncesi ve işlem sonrası WQI değerlerinin karşılaştırılması

Years		WQI Value	Rating of water quality	Grading
WQI-2015	Before treatment	32.98	Good water quality	B
	After treatment	15.33	Excellent water quality	A
WQI-2014	Before treatment	33.11	Good water quality	B
	After treatment	20.3	Excellent water quality	A
WQI-2013	Before treatment	36.16	Good water quality	B
	After treatment	22.8	Excellent water quality	A
WQI-2012	Before treatment	32.07	Good water quality	B
	After treatment	17.38	Excellent water quality	A
WQI-2011	Before treatment	25.69	Good water quality	B
	After treatment	13.85	Excellent water quality	A



Şekil 4.13. Kastamonu şehri için işlem öncesi ve sonrası WQI değerlerinin karşılaştırılması (2011-2015)

4.5. Karaçomak Barajı'nda Su Kalitesinin Değerlendirilmesinde WQI Aracı

Çalışma boyunca daha büyük pH değerleri görülmüş olup, budurum fotosentez ile ilişkilendirilmiştir. Bulanıklık S5 bölgesinde neredeyse 13 NTU ile en büyük olmakla birlikte, S3 ve S4'te ortalama 0.30 NTU seviyesine ulaşmak için azaltılmıştır. Bulanıklık, herhangi bir havza bölgesinde erozyona uğramış toprak içindeki kil parçacıklarından gelir. Bunun nedeni, yağış aktivitelerinden sonra suyun, doğal madde ve kil parçacıkları bakımından zenginleşmesidir. Havzadaki tarım bölgesinden kaynaklanan akış nedeniyle tüm sahalar arasında BOY küçük mekansal veya zamansal farklılık göstermiştir. Ocak 2016 da, amonyak, nitrit, iletkenlik, ve BOD masif konsantrasyon değerleri kabul edilebilir bir WHO ve WPCSR sınırı içinde görülmüştür. Genel olarak, su kalitesinde, birinci sınıf endekste, düşük kaliteden mükemmel kaliteye kadar büyük zamansal varyasyonlarda kış mevsiminin başlangıcında, yağış sürecinde, akışa katılan doğal malzeme veya farklı parçacıklar gibi bir çok malzemenin taşınması etkili olmaktadır.

Bu çalışmadan elde edilen istasyon sonuçlarının ortalamaları insan kullanımı için mükemmel ve iyi su kalitesi sınıfları arasında sınıflandırılmıştır (35.57, 32.41, 18,89). Eylül 2015'ten Temmuz 2016'ya kadar olan süre için sırasıyla 34,34-53,07-17,74'tür. Bu yöntem daha sistematik bir görünüm arz eder ve farklı örnekleme alanı ve geçici örneklemeden farklı olarak su kalitesinin karşılaştırmalı bir değerlendirmesini sağlar.

S6 ve S3'teki su kalitesi endeksi, mükemmel su kalitesindedir (A), S1 ve S2'deki su kalite endeksi ve S4 iyi su kalitesidir (B), S5'deki su kalitesi endeksi, yoksul su kalitesidir (C).

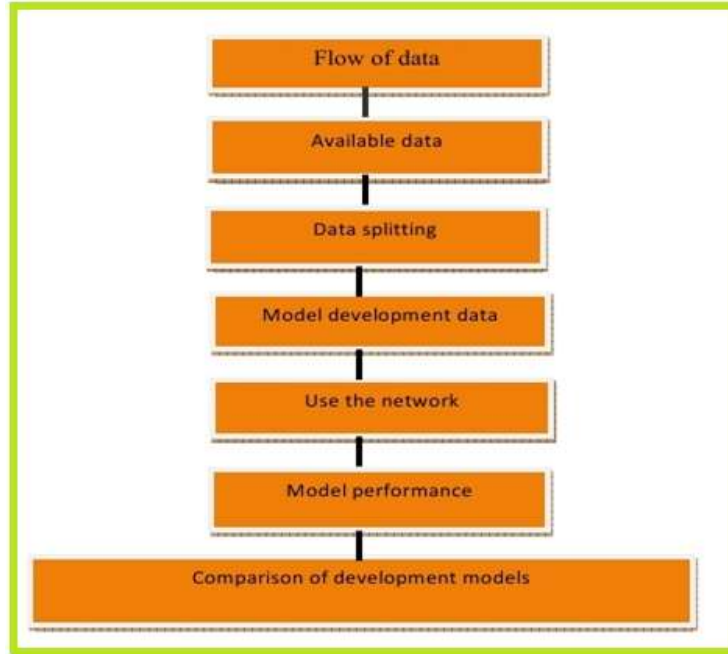
4.6. Kastamonu Belediyesi Şehir Suyu İçin Su Kalitesinin Belirlenmesinde WIQ aracı

Örneklenen her yıl için hesaplanan su kalitesi endeksi, 2015'ten öncesi ve sonrası Tablo 4.13 ve 4.14'te; 2014'ten öncesi ve sonrası Tablo 4.15 ve 4.16'da; 2013'ten öncesi ve

sonrası Tablo 4.17 ve 4.18'de; 2012'den öncesi ve sonrası Tablo 4.19 ve 4.20'de; 2011'den öncesi ve sonrası Tablo 4.21 ve 4.22'de verilmiştir.

Tablo 4.23'te WQI'nın 2011'den 2015'e kadar Kastamonu şehri için arıtma öncesi ve sonrası karşılaştırması özetlenmiştir. Su kalitesi endeksinin karşılaştırmalı değerlendirmesi, Kastamonu şehrindeki kentsel ve kırsal topluluklarda ev suyunun sağlanabilmesi için uygundur. Su kalitesi endeksinin 2013 yılı için arıtmadan önce 22,8 iken arıtmadan sonra 36.16'ya yükseldiği görülmüştür.

YSA modelleri, önemli nonlinear sistem modellemelerine önemli ölçüde uydurulmuş özel özelliklere sahip "kara kutu" modellerdir (Daliakopoulos, Coulibaly, & Tsanis, 2005). Jakeman, Letcher, ve Norton, 2006'ya göre, bir hipotezi formüle etmek, uygun gözlemleri toplamak, verileri toplamak ve hipotezin gözden geçirilmesini içeren 10 aşamalı tam teknolojik süreçten oluşan yapay sinir ağı (YSA) modelinin geliştirilmesi, YSA tahmin modellerinin geliştirilmesindeki başlıca adımlar ve aynı şekilde verilerin akışı ve çeşitli aşamalarda elde edilen sonuçlar **Şekil 4.14'de** verilmiştir.



Şekil 4.14. YSA tahmin modellerinin geliştirilmesinde adımlar

4.7. Yapay Sinir Ağı Kullanarak Su Kalitesi İndeksinin Modellenmesi

4.7.1. Veri Ön İşleme

Hemen hemen her model geliştirme sisteminde mevcut verilerin anlaşılması büyük önem taşımaktadır. YSA modelleri bu kuralın bir istisnası değildir ve veri ön işleme model performansı üzerinde önemli bir etkiye sahip olabilir (Kaastra & Boyd, 1995; H. R. Maier & Dandy, 2000; Zhang ve Stanley, 1997). Veri standardizasyonu (ölçeklendirme) genellikle eğitim aşamalarının yüksek hızlı bir birlik için başlaması, eğitim sürecini engellemekten sorumlu olan gizli düğümlerin zamansız bir şekilde dosyalanmasından kaçınmak ve çıkışın işleyişine uygun şekilde çıktısını tahmin etmeden önce yapılır (Sakthivel, Ravichandran ve N, 2016). İlk veri kümesi (giriş ve çıkış), 120 değişkenli bir matris ile 13 değişken arasında orantılıdır, daha sonra istatistiksel çıkıntılar ve yapısal sıfırlar korunmuştur ve girdi değişkenleri ve çıktıları, logistic sigmoid transfer (aktivasyon fonksiyonu) aralığına standartlaştırılmıştır. Bu çalışmada, girdi değerleri ve çıkış değerlerinin, denklemde verilen aralığa (a, b) normalizasyon için temel formül kullanılarak 0'dan 1'e normalleştirilmiştir. (Gazzaz ve ark., 2012; Srinivasan, Dipti Liew ve AC Chang, 1994)

$$X_s = \left[(b - a) * \frac{X_a - X_{min}}{X_{max} - X_{min}} \right] + a \quad \text{Denklem 4.1.}$$

X_s ve X_a sırasıyla X değişkenlerinin normalleştirilmiş ve gerçeklerini ifade ettiği; a ve b , standardizasyonun alt ve üst limitlerini (0 ve 1) temsil eder; ve X_{max} , X_{min} sırasıyla, X değişkenlerinin minimum ve maksimum değerlerini ifade eder.

4.7.2. Veri Bölümü

YSA model geliştirme planının başlangıç kısmında, uygun model çıktılarının seçimi yani tahmin edilecek değişkenler ve mevcut verilerden bir olasılık modeli girdi parametreleri seti bulunmaktadır (HR Maier, Jain, Dandy & Sudheer, 2010; Wu, Dandy & Maier, 2014). Araştırmaların çoğunda, ön bilgi veya veri kullanılabilirliği temel

alınarak yapılabilir, bu da girdi değişken seçimine daha fazla dikkat edilmesini gerektirir. YSA modellerinin gelişim sürecinde adım attığımız bu nedenle, YSA modeli tarafından sağlanan girdi verilerinin türü önemlidir. Çok sayıda girdi değişkenleri, modelin zayıf bir ağ performansının yanı sıra zayıf tahminler ile sonuçlanacaktır. Mümkün olan en iyi tahminleri elde edebilmek için en iyi girdi değişkenleri kullanılmalıdır.

Sekiz örnekleme alanından iki veri seti kaynağı kullanılması ve YSA modellemesi kullanılarak bir SuSerat Dizini (WQI) gibi bağımlı bir değişkenin tahmin edilmesine uygulanmıştır. WQI ile fiziksel, kimyasal arasındaki ilişkileri haritalamak için YSA uygulandı. Bu, YSA modellerinin girdilere duyarlılığını kullanarak veriler bölme ile elde edilir, ayrıca eğitim veri kümelerine de bağlıdır.

Tablo 4.20. *WQI tahmini için kullanılan Kastamonu-şehir modeli örneği*

Model area	Name of model	Training function	Network topography	Number of datasets	Input variables	Output variable
Kastamonu city-model	model1-alm	Train-lm	(12,13,1)	141	All variables	WQI
	model1-alm	Train-lm	(12,25,1)	141		WQI
	model1-abr	Train-br	(12,13,1)	141		WQI
	model1-abr	Train-br	(12,25,1)	141		WQI
	model1-4lm	Train-lm	(4,5,1)	141	(NH4-N), (Fe), (PO4). (Mn)	WQI
	model1-4lm	Train-lm	(4,9,1)	141		WQI
	model1-4br	Train-br	(4,5,1)	141		WQI
	model1-4br	Train-br	(4,9,1)	141		WQI

Bu, ağ geometrisinin veya girdi değişkenlerinin, uzmanlık bilgisine dayanan uygun bir model temsili seçmek için deneme yanılma yöntemiyle optimize edildiği durumlarda kullanılabilir bir kuraldır (Nasir ve diğerleri, 2011). İlk olarak Kastamonu şehrinde Ek 4.5'teki fizikokimyasal parametreler su bölümü tarafından önerilmiştir. Bu veriler Ocak 2011'den Aralık 2016'ya kadar ve 6 adet Karaçomak Baraj Alanı Alt Komitesinin verileriyle toplanmıştır. Bu araştırmada, uzman bilgisine dayalı uygun bir model temsili seçmek için deneme ve yanılmaya dayalı iki farklı tipte YSA modeli geliştirilmiştir. YSA modelleri kullanılarak eğitim ve test için iki veri seti kullanıldı. WQI tahmini için modellerin tipi Tablo 4.21-22-23-24-25 ve 26'da verilmiştir.

Tablo 4.21. *WQI tahmini için kullanılan Karaçomak alanı-modeli örneği*

Model area	Name of model	Training function	Network topography	Number of datasets	Input variables	Output variable
Karaçomak area - model	model2-alm	Train-lm	(13,14,1)	90	All variables	WQI
	model2-alm	Train-lm	(13,27,1)	90		WQI
	model2-abr	Train-br	(13,14,1)	90		WQI
	model2-abr	Train-br	(13,27,1)	90		WQI
	model2-5lm	Train-lm	(5,6,1)	90	NH4-N, DO, BOD, COD, PO4-P	WQI
	model2-5lm	Train-lm	(5,11,1)	90		WQI
	model2-5br	Train-br	(5,6,1)	90		WQI
	model2-5br	Train-br	(5,11,1)	90		WQI

Tablo 4.22. *Modelde kullanılan sembollerin isimleri*

Name of model	Symbols	Explain the symbols
Model 1	1	YSA model of Kastamonu city
Model 2	2	YSA model of Karaçomak area
model1-alm	a	All variables that used to model
model1-alm	lm	the Levenberg-Marquardt (train-lm)
model1-abr	br	Bayesian regulation backpropagation (train-br)
model1-4lm	4	The number of variables that used to model
model2-5lm	5	The number of variables that used to model

4.7.3. Veri Geliştirme Modeli (Model İçindeki Veri Bölümü)

Tüm verilerin üç alt aşamaya ayrılması gerekmektedir; eğitim aşaması, test aşaması ve doğrulama aşaması. Çapraz doğrulama düşünüldüğünde, onaylama verilerinin ilave analizden önce test setinden ayrılması gerekir (H. R. Maier & Dandy, 2000; Nasir ve diğerleri, 2011). Sadece veri değil, aynı zamanda, veri kümesi rastgele üç gruba ayrıldı; ilk veri grubu, ham verilerin %80'ini temsil eden eğitim setini kullanıldı. Ek olarak, veriler, ham verilerin %10'unu temsil eden test seti ve verilerin %10'unu temsil eden doğrulama verileri olarak kullanılmıştır. Bu eğitim ve test veri bölümü genellikle tavsiye edilen bir programdır.

4.7.3.1. Eğitim aşaması

Ağ girişi seçildiğinde, ağın eğitilmesinden önce eğitim süreçlerini durduracak durumlar belirlendi. Eğitim, koşulların maksimum sayısı, nöral ağ tahmini ve fiili çıktı, optimum çalışma zamanı ve izin verilen minimum gradyan arasındaki eşiği belirten hedef performans olarak bazı koşullarla kontrol edilmiştir.

4.7.3.2. Test aşaması

Ağ başarılı bir şekilde daha iyi eğitildiğinden, daha sonra eğitim programı sırasında ondan etkilenen bir dizi problem için test edilmiştir. YSA, diğer değişkenlerin herhangi bir standartına kullanılmaya hazırdır. Sonuçlar daha sonra istatistiksel formda tanıtılmaktadır. Gerçek çıktı ile ağ çıkışı arasındaki ilişki düzeyini belirlemek için basit regresyon analizi kullanılır. 1'in korelasyon faktörü (r) en büyük modelin bir sinyalini verirken, 0 değeri çok kötü bir modeldir. Matematiksel olarak (r) değeri Denklem 5.2'de gösterilmiştir.

$$R = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (actual - predicted)^2}{\sum_{i=1}^n (actual - mean)^2} \quad \text{Denklem 4.2.}$$

4.7.3.3. Doğrulama aşaması

Eğitim seti üzerinde daha iyi bir model yapabilmek için eğitilmiş bir ağ düzenli olarak eğitilmiştir. Ancak, bir süre sonra, ağın öğrenmeyi öğrenmek yerine eğitim setini “ezberlemek” için kullanılabilir. Ezberleme olasılığını önlemek için kalibrasyon uygulanır. Kalibrasyon, ağın yeterince eğitildiğini ve bu sayede iterasyon sürecini durdurduğunu gösteren bir faktördür.

4.7.3.4. Model Seçimi

Model (ağ) yapısı, model girdiler ve çıktılar arasındaki ilişkilerin fonksiyonel formunu temsil eder. Doğru ağ yapısının belirlenmesi, uygun sayıda gizli düğümün seçimlerini,

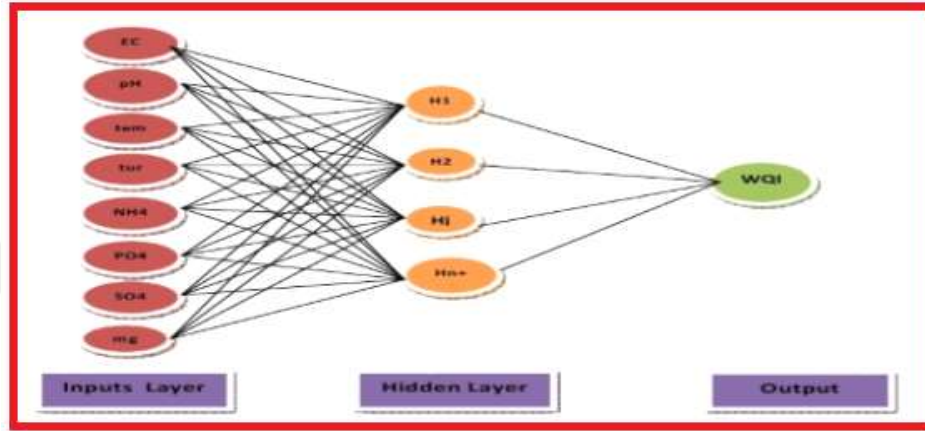
nasıl hazırlandıklarını (örneğin katman sayısı, katman başına düğüm sayısı) ve bunların gelen sinyalleri nasıl sisteme girildiğini (örneğin, transfer fonksiyonu, vb.) seçmektedir. En iyi ağ yapısı genel olarak genelleme kabiliyeti ve ağ karmaşıklığı (ör. Ağ boyutu ve serbest parametrelerin sayısı) arasında bir dengeye sahiptir (H.R. Maier ve diğ., 2010). Aslında, ileri besleme nöron ağları, hata geri-yayılımı öğrenme algoritmasının ortaya çıkması gibi pek çok konuda etkili bir şekilde kullanılmıştır. Bu sistem yapısı ve ilgili öğrenme algoritması, iyi bilinen en küçük-ortalama-kare spekülasyonunda bir gezici alınabilir. (LMS) (Daliakopoulos ve ark., 2005). Ancak, birçok araştırmacı bunu başarılı bir şekilde kullanmıştır (Chaipimonplin, 2016; PRAJITHKUMAR ve ark., 2015). Kullanılan ağ, üç katmandan; giriş katmanından, gizli nöronların iki tipine sahip gizli katmandan ve tek bir nöron ile çıkış katmanından oluşur. Bu çalışmada, basit ileri besleme ağı, iki farklı eğitim algoritması ile uygulanmaktadır:

a. Standart geri yayılım algoritması (Levenberg-Marquardt geri yayılımı) train-lm, Levenberg-Marquardt optimizasyonuna göre ağırlık ve yanlılık değerlerini güncelleyen bir ağ eğitim fonksiyonudur. Yarı-Newton yöntemleri gibi LM algoritması, Hessian matrisi hesaplanmadan ikinci dereceden eğitim hızına yaklaşmak için geliştirilmiştir. LM algoritmasının, diğer algoritmalarından daha büyük bir belleğe ihtiyaç duymasına rağmen, ortalama boyutlu ileri besleme sinir ağlarını eğitmek için en hızlı yöntem olduğu bulunmuştur (Karul, Soyupak, Çilesiz, Akbay, & Germen, 2000). Bu çalışmada en iyi performansı ve daha hızlı tahminleri elde edebilen Levenberg-Marquardt backpropagasyon algoritması belirlenmiştir.

b. Bronezya düzenlemesi geri yayılımı (tren-br) Karesel hataların ve ağırlıkların bir kombinasyonunu en aza indirir ve daha sonra iyi bir şekilde genelleştiren bir ağ oluşturmak için doğru kombinasyonu belirler. Süreci Bayesian düzenleme denir. Buna karşılık, sinir ağının yapısı, bir giriş katmanı, bir gizli katman ve Şekil 5.2'de verilen bir çıktı katmanı içeren üç katmandan oluşur.

Sonuç olarak, sinir ağı modelinin iyi amacı, ağın bir çözüme ve tahminin doğruluğuna yaklaştığı hızı en üst düzeye çıkarmaktır. Giriş katmanı ve ağın gizliliği, tahmin horizonuna bağlı olarak değişmiş, çıkış katmanı ise tek düğümüne sahiptir (Daliakopoulos ve diğ., 2005; Nasir ve diğ., 2011). Bir katmandaki her nöron, sonraki tabakadaki

nöronlara bağlanır, oysa her tabakanın içindeki nöron sayısının probleme bağlı olarak değişmesine rağmen, aynı tabakadaki birimler arasında hiçbir bağlantı yoktur. (Garcia ve Shigidi, 2006; Juahir, Zain, Toriman, Mokhtar ve Man, 2004; Nasir ve diğerleri, 2011).



Şekil 4.15. Üç katmandan oluşan sinir ağı yapısı

Gizli katman düğümlerinin sayısı operatör tarafından belirlenir. R. J. Kim ve ark., 2012'ye göre, çeşitli ağları eğitmeden ve her birinin genelleme hatasını hesaplayarak en çok gizli düğümlere karar vermenin bir yolu yoktur. Ancak, nöronların optimum sayısı Chaipimonplin, 2016 tarafından giriş düğümlerinin %50, %75 ve $(2n + 1)$ olarak ayarlanır. Gizli düğümlerin sayısı kullanıcı tarafından belirlenir (Hajnayeb, Ghasemloonia, Khadem, & Moradi, 2011). Başlıca bir kural da, ağı hiçbir zaman giriş için kullanılan gizli düğüm sayısının iki katından fazla olmasını gerektirmemesidir $(2n + 1)$ (Fletcher ve Goss, 1993; Singh ve ark., 2009; Swingler, 1996). Bu çalışmada, modelleme için bir gizli katman seçilmiştir ve gizli nöronun sayısı, iki tip gizli düğüm kümesi kullanılarak gizli düğümlerin en iyi sayısını belirlemek için giriş düğümlerinin $(n + 1)$ ve $(2n + 1)$ olarak belirlenmiştir.

4.7.3.5. Model Performansı

Her bir ağı performansını ve belirli bir öngörüye ulaşma yeteneğini değerlendirmek için üç tür ölçüm kullanılmaktadır. Modelin performansını, Verimlilik Katsayısı (R^2),

Kök Ortalama Kare Hatası (RMSE) ve kalan bakiye yüzdesini (% RE) değerlendirir. Gözlenebilen ve tahmin edilen değerler arasındaki en iyi uyum, gelişmesi mümkün olmayan, $RMSE = 0$ ve $R^2 = 1$ olacaktır (Chaipimonplin, 2016; Daliakopoulos et al., 2005; Nasir et al., 2011; Wechmongkhonkon & N Areerachakul, 2012).

- İlk olarak, fonksiyon Verimlilik kriteri R^2 'dir.

$$R^2 = 1 - \frac{\sum(X_i - Y_i)^2}{\sum X_i^2 - \frac{\sum Y_i^2}{n}} \quad \text{Denklem 4.3.}$$

X_i gözlenen veriler olduğunda, Y_i tahmini veriler ve n model tarafından açıklanan gözlem sayısıdır. R^2 değeri, tahmini su kalitesi endeksi için model performansının optimal olduğu anlamına gelen 1 değerine yakındır.

- İkincisi, fonksiyon Denklem 4.4 ile hesaplanan Kök Ortalama Kare Hatası (RMSE) 'dir.

$$RMSE = \sqrt{\frac{1 - \sum_i^n (X_i - Y_i)^2}{n}} \quad \text{Denklem 4.4.}$$

(RMSE) değeri, tahmini su kalitesi endeksi için model performansının optimal olduğu anlamına gelen 0'a yakındır.

- Üçüncü fonksiyon, Denklem 4.5 ile hesaplanan yüzde kalan hatadır (% MAPE).

$$\%MAPE = \frac{(X_i - Y_i)}{X_i} * 100 \quad \text{Denklem 4.5.}$$

4.7.4. Modellemenin Değerlendirilmesi

Tek bir gizli katmana sahip Çok Katmanlı-Perceptron (MLP) ağı, geri yayılma algoritması ile birlikte kullanıldı. Yaratılan YSA modelleri (1 ve 2), Levenberg – Marquardt algoritması (LM) ve Bayesian regülasyonu geri yayılımı (train-br)

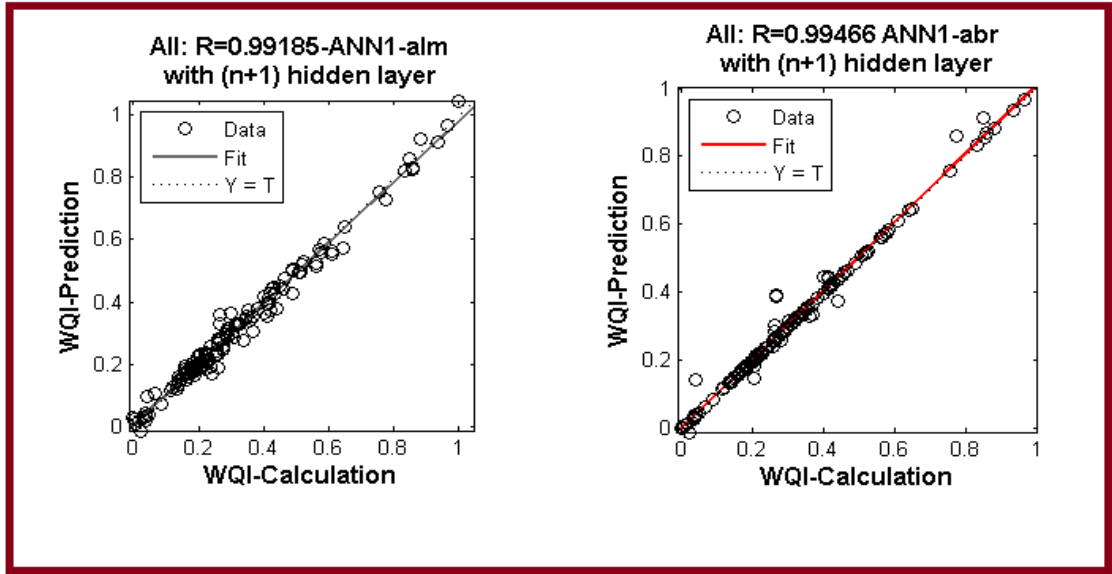
kullanılarak eğitilmiştir. LM, BP'de kullanılan diğer algoritmalarından daha hızlıdır (Ranković, Radulović, Radojević, Ostojić ve Čomić, 2010; Zhao, Nan, Cui ve Guo, 2007). Bu nedenle, daha yüksek bir hız ve daha düşük bir hata oranı elde etmek için LM (Levenberg-Marquardt) algoritmasını kullanır, Epoch boyutu 1000 olarak alınmalıdır. Tüm verilerin normalleştirilmesi, YSA'nin kullanılabilmesi için gerekli bir veri işleme prosesidir. Etkin sinir ağı modellenmesi elde etmek için girdi parametresinin seçimi çok önemlidir. Deneme ve hata yöntemini kullanarak ve ayrıca gizli katmanların sayısının türlerini ve girdi nöronlarının sayısını değiştirerek optimum sonuç elde edilir. Hangi şebekenin optimum modeli sağlayabileceğine karar vermek için R-değeri kriteri seçilmiştir. Ayrıca, her bir gizli katmanın performansını değerlendirmek için İkinci Kritik Hata (MSE) ikinci kriter olarak seçilmiştir. Bu araştırmada, iki farklı YSA modeli geliştirilmiş olup, bunlardan ilki, Kastamonu kentinin modelini WQI olarak adlandırmıştır (model1-lm ve model1-br), ikincisi ise Karaçomak barajı modelinin WQI'yı iki tür gizlemeyle tahmin etmesini sağlamaktır. Katman $(n + 1)$ ve $(2n + 1)$ olarak adlandırılmıştır (model2-lm ve model2-br). Gizli düğümlerin sayısı kullanıcı tarafından belirlenir (Hajnayeb et al., 2011). Başlıca bir kural da, ağın hiçbir zaman giriş için kullanılan gizli düğüm sayısının iki katından fazla olmasını gerektirmemesidir $(2n + 1)$ (Fletcher ve Goss, 1993; Singh ve ark., 2009; Swingler, 1996). Nasir ve ark., 2011 benzer bir araştırmada, YSA, Malezya'daki juru nehrinde WQI'yı tahmin etmek için kullanılmıştır. Tablo 4.24. ve 4.23. WQI Tahmini için geliştirilen iki YSA modelinin genel sonucunu gösterir.

4.7.4.1. Model1-alm ve Model1-abr $(N + 1)$ gizli katman

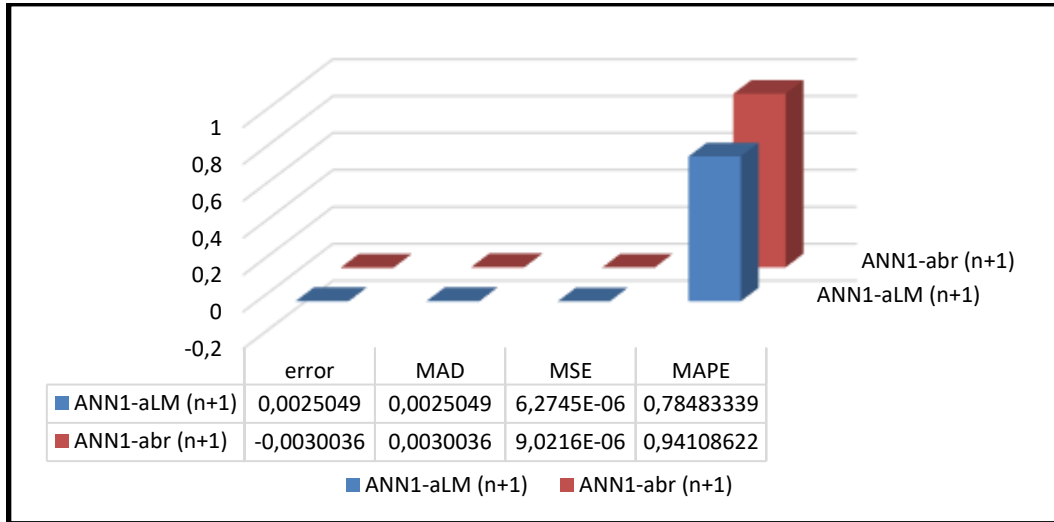
WQI'yi tahmin etmek için model1-alm ve model1-abr, kullanılan on iki değişken iletkenlik (EC), pH, fosfor (PO₄), su sıcaklığı (T), amonyak (NH₄-N), nitrit (NO₂-N), nitrat (NO₃ idi. -N), WQI'yi hesaplamak için kullanılan Klorür (Cl), Demir (Fe), manganez (Mn) sülfat (SO₄) ve Bulanıklık (NUT).

Tabloda 4.23 gösterilen model1-alm ve model1-abr, tüm girdi parametrelerinin yüksek korelasyon katsayısı (R), yüksek verim katsayısı (E) ile su kalitesi endeksi (WQI)

tahmini için en uygun model olarak bulunmuştur.) ve düşük ortalama karesel hata (MSE) değeri. Şekil 4.16 ve 4.17, model1-alm ve model1-abr için sırasıyla 0.99185 ve 0.99466'da (n + 1) gizli katmanı ile model1-alm ve model1-abr için ilgili korelasyon katsayısını göstermektedir.



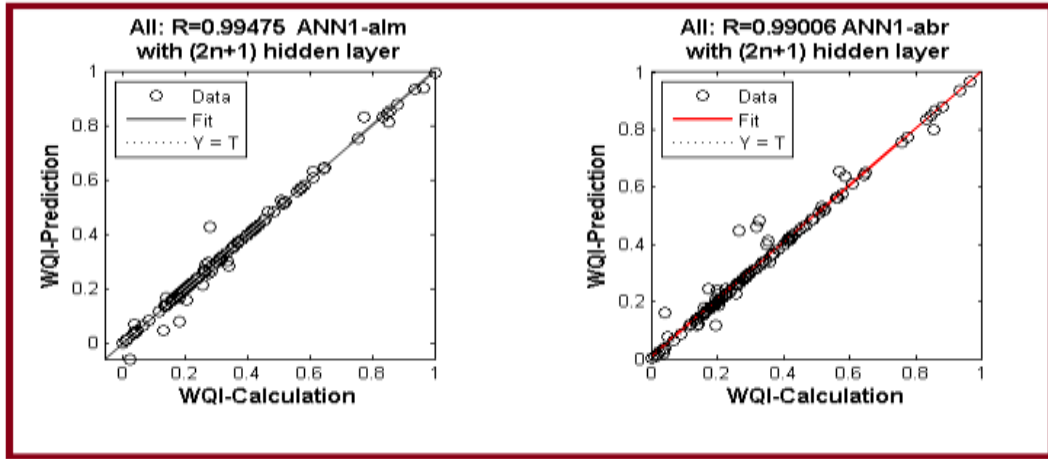
Şekil 4.16. Kastamonu şehrinin (tüm setler) suyundaki (n + 1) model1-alm ve model1-abr ile hesaplanan WQI diyagramı



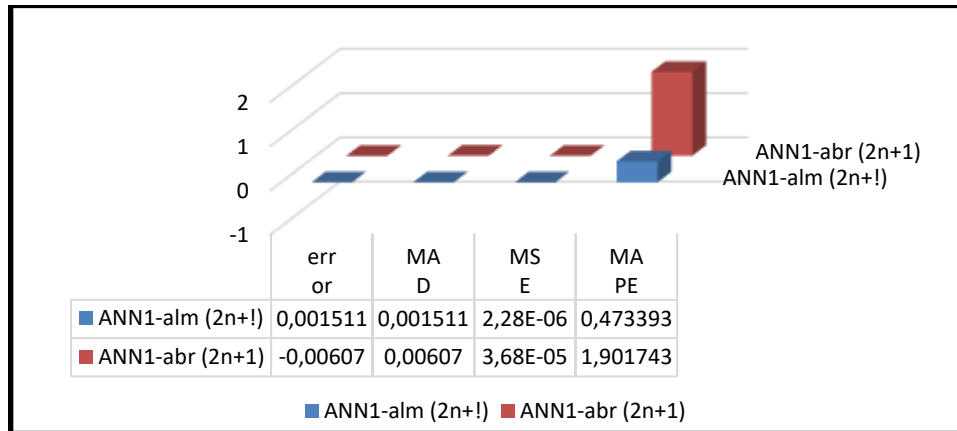
Şekil 4.17. Kastamonu şehrinin sularında (n+1) ile hesaplanmış WQI için model1-alm ve model1-abr, MAD, MSE ve MAPE hata değerleri diyagramı

4.7.4.2. Model1-alm ve model1-abr ile (2n+1) gizli katman

R-değeri sırasıyla (n + 1) gizli katmanı olan model1-alm ve model1-abr için 0.99475 ve 0.99006 idi. Şekil 4.17 her parametre için en yüksek belirleme katsayısı (R) ve en düşük MSE'ye dayalı olarak en iyi ağ modelinin seçildiğini göstermektedir (Daliakopoulos ve ark., 2005). Şekil 4.19. Kastamonu şehrinin sularında (2n + 1) hesaplanmış WQI için model1-alm ve model1-abr hata, MAD, MSE ve MAPE değerlerini gösterir.



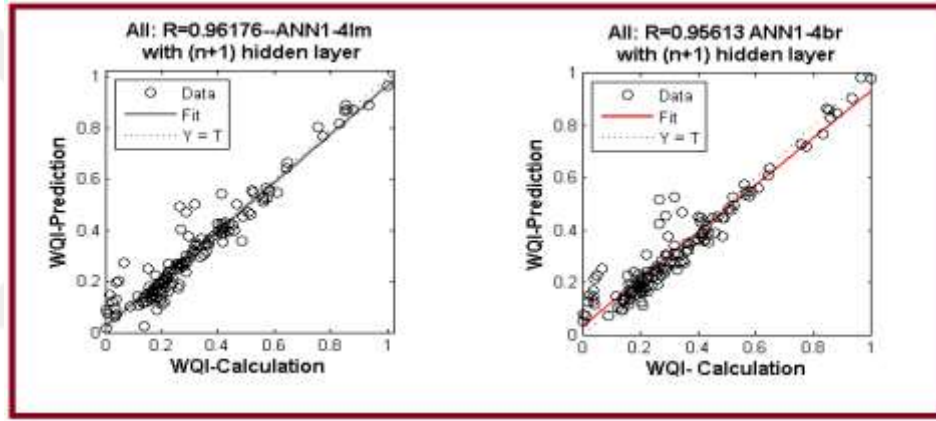
Şekil 4.18. Kastamonu şehrinin (tüm kümeler) suyundaki (1n + 1) model1-alm ve model1-abr ile hesaplanan WQI diyagramı.



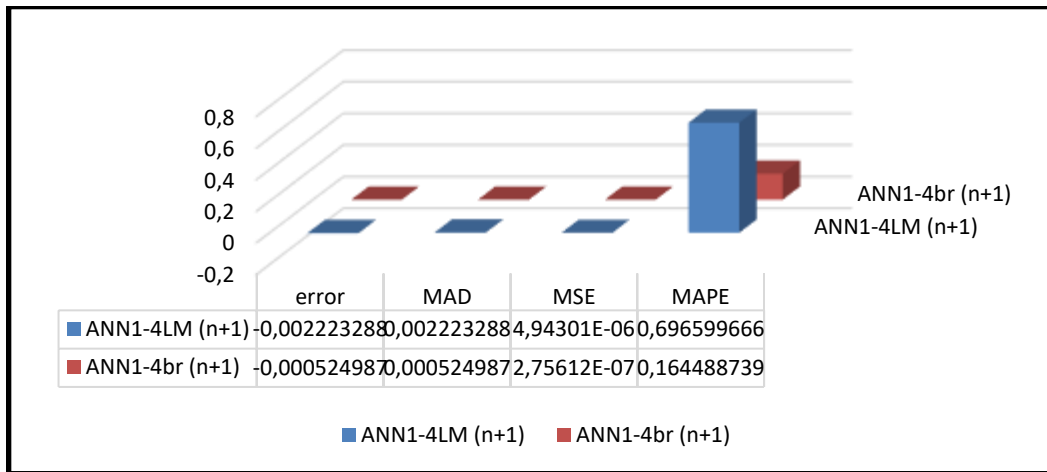
Şekil 4.19. Kastamonu şehrinin sularında (2n+1) ile hesaplanmış WQI için model1-alm ve model1-abr, MAD, MSE ve MAPE hata değerleri diyagramı

4.7.4.3. Model1-4lm ve model1-4br ile (n+1) gizli katman

Model1-4lm ve model1-4br, grup değerlerinin (NH4-N) olduğunu ima etmiştir. WQI tahmini için Fe, Mn ve PO4, her bir parametre için en yüksek belirleme katsayısına (R) dayalı olarak en iyi ağ modellerinin seçildiğini göstermektedir (Şekil 4.20-21), Kastamonu kentinde suyla (n + 1) hesaplanan WQI için model1-4lm ve model1-4br hata, MAD, MSE ve MAPE değerlerini göstermektedir. En iyi model model1-4br'de MAPE % 0.16, Model1-4lm iken % 0.69'dur.



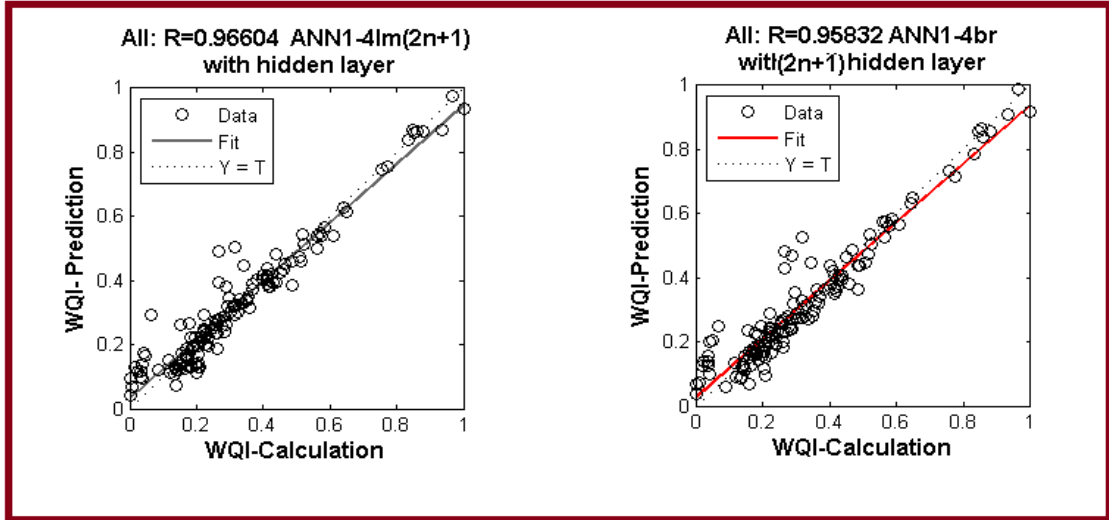
Şekil. 4.20. Model1-4lm ve model1-4br modelinin Diyagramı, Kastamonu şehrinin (tüm setler) sularında (n + 1) WQI ile hesaplanmıştır.



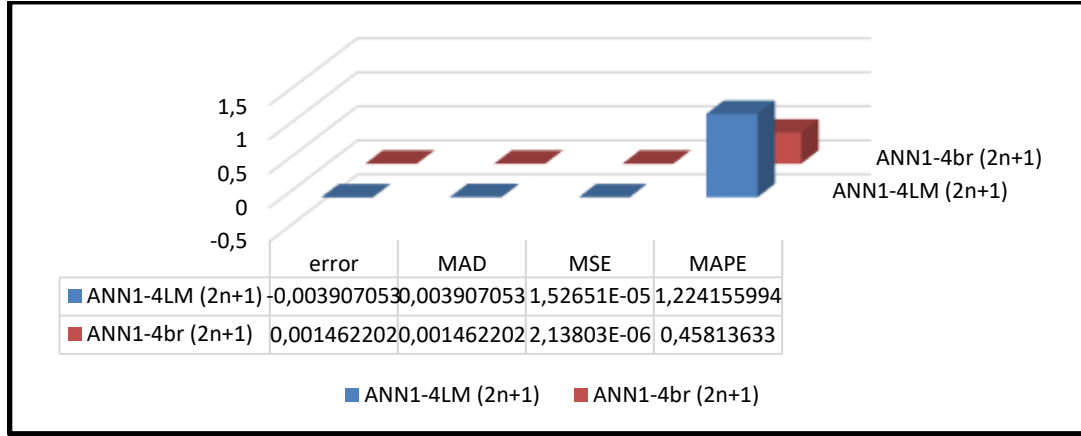
Şekil 4.21. Kastamonu şehrinin sularında (n+1) ile hesaplanmış WQI için model1-4lm ve model1-4br, MAD, MSE ve MAPE hata değerleri diyagramı

4.7.4.4. Model1-4lm ve model1-4br ile $(2N + 1)$ gizli katman

Model1-4lm ve model1-4br $(2n + 1)$ gizli katmanı kullanıldı. 2011 yılı Kastamonu belediyesi su bölümü için dört değişken $\text{NH}_4\text{-N}$, Fe, Mn ve $\text{PO}_4\text{-P}$ seçildi. 2016. model1-4lm ve model1-4br için en uygun WQI tahmini için toplam performans değişkenleri Şekil 4.22'de gösterilmiştir. Kastamonu şehrinin suyundaki $(2n + 1)$ ile hesaplanan model1-4lm ve model1-4br modelleri Şekil 4.23'te gösterilmiştir. Model1-4lm için bireysel korelasyon katsayısı 0.96604'tür. Model1-4br ise tüm dizi için 0.95832'dir. Kastamonu şehrinin sularında $(2n + 1)$ hesaplanmış WQI için model1-4lm ve model1-4br hata, sırasıyla MAD, MSE ve MAPE, % 1.22 ve model1-4lm ve model1-4br için % 0.45.



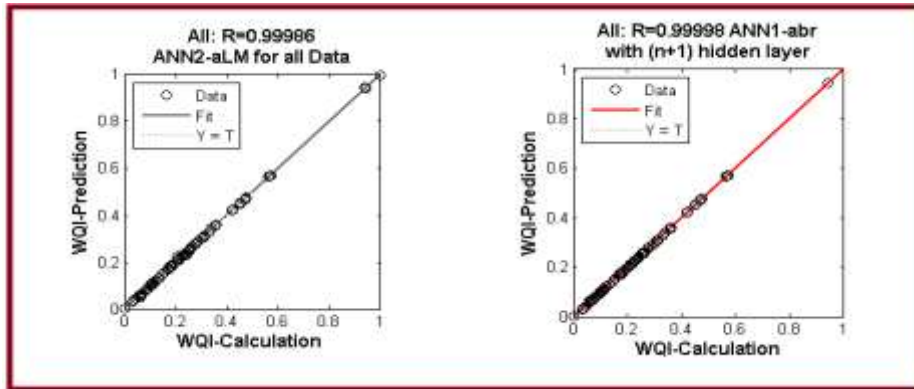
Şekil 4.22. Model1-4lm ve model1-4br diyagramı Kastamonu şehrinin (tüm setler) sularında $(2n + 1)$ WQI ile hesaplanması



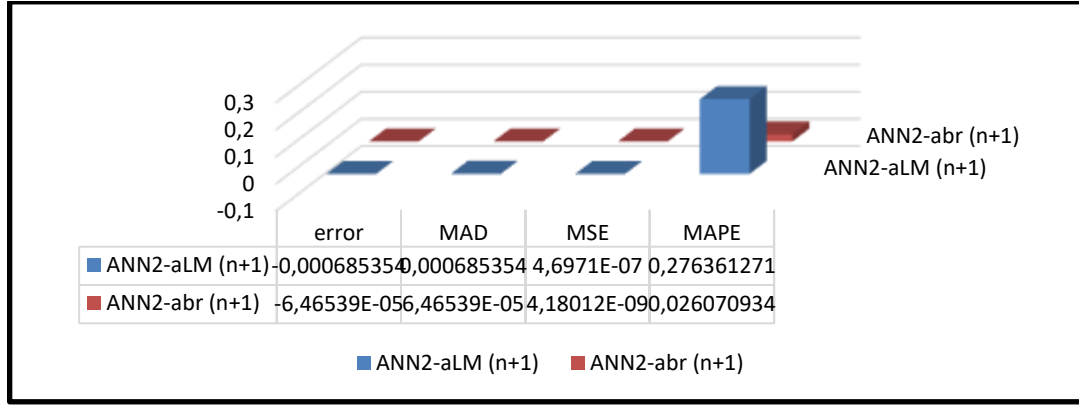
Şekil 4.23. Kastamonu şehrinin sularında (2n+1) ile hesaplanmış WQI için model1-4lm ve model1-4br, MAD, MSE ve MAPE hata değerleri diyagramı

4.7.4.5. Model 2-alm ve model2-abr (N + 1) gizli katman

Bu modeller, (N + 1) Gizli Katman ile model2-alm ve Karaçomak bölgesinde (n + 1) Gizli Katmanlı model2-abr WQI'yi tahmin etmek için tüm havzalar olarak adlandırılır ve sonuçlar Tablo 4.24'te gösterilmiştir. Bir dizi eğitim denemesinden sonra, en iyi nöral ağın, iki gizli katmanı olan Çok Katmanlı Perceptron ağı (MLP) olduğu belirlendi: Tablo 5.4'te gösterildiği gibi 13 nöron ve 1 nöron çıkış katmanı. Şekil 4.24 ve 4.25 model2-alm modelinin ortalama mutlak yüzdesi hatası (MAPE) değerini gösterirken, model2-abr modeli sırasıyla% 0,27 ve% 0,026'dır.



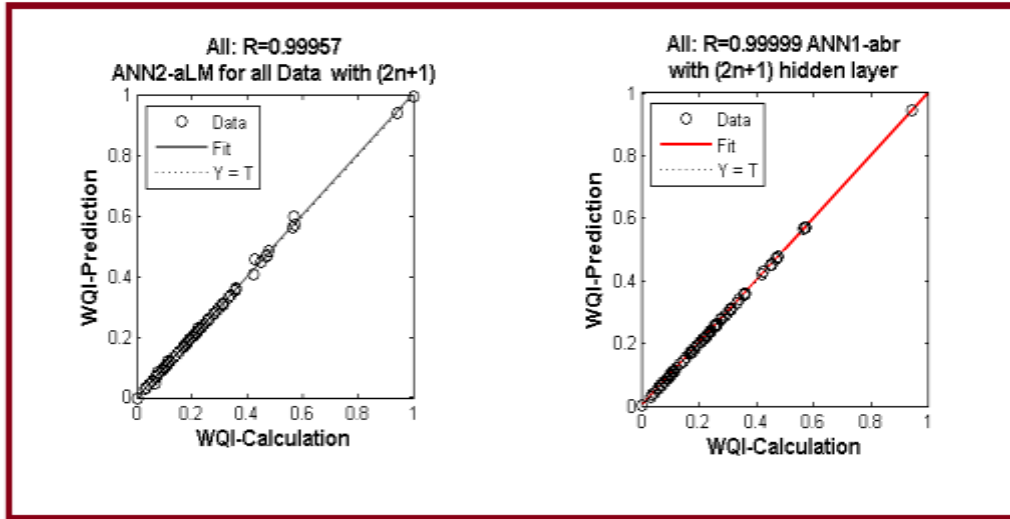
Şekil 4.24. Karaçomak sahasının (n + 1) veri kümesi (tüm havzaları) ile hesaplanmış WQI için model2-alm ve model2-abr diyagramı



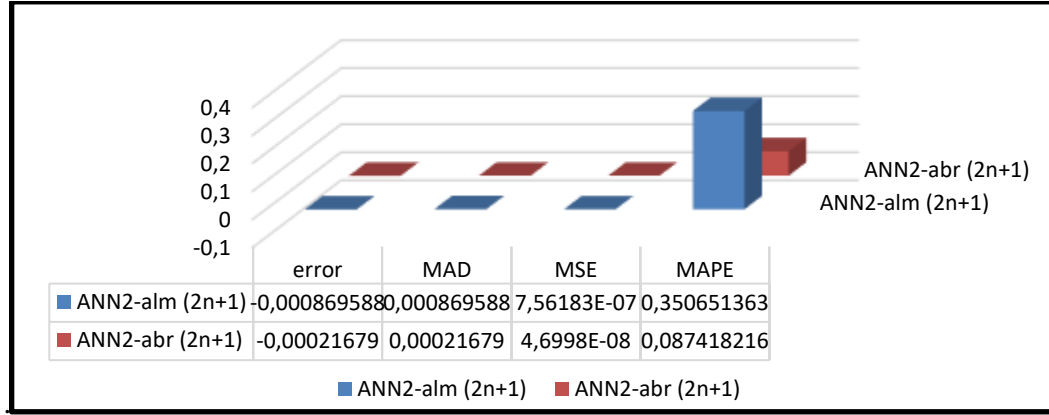
Şekil 4.25. Kastamonu şehrinin sularında (n+1) ile hesaplanmış WQI için model2-alm ve model2-abr, MAD, MSE ve MAPE hata değerleri diyagramı

4.7.4.6. Model2-alm ve model2-abr ile (2N + 1) gizli katman

Şekil. 4.26 ve 4.27, model2-alm ve model2-abr modelinin ortalama mutlak yüzdesi hatasını (MAPE), Karaçomak alanının (2n + 1) veri kümesi (tüm havzaları) ile hesaplanan WQI için sırasıyla% 0,35 ve% 0,087 olarak göstermektedir.



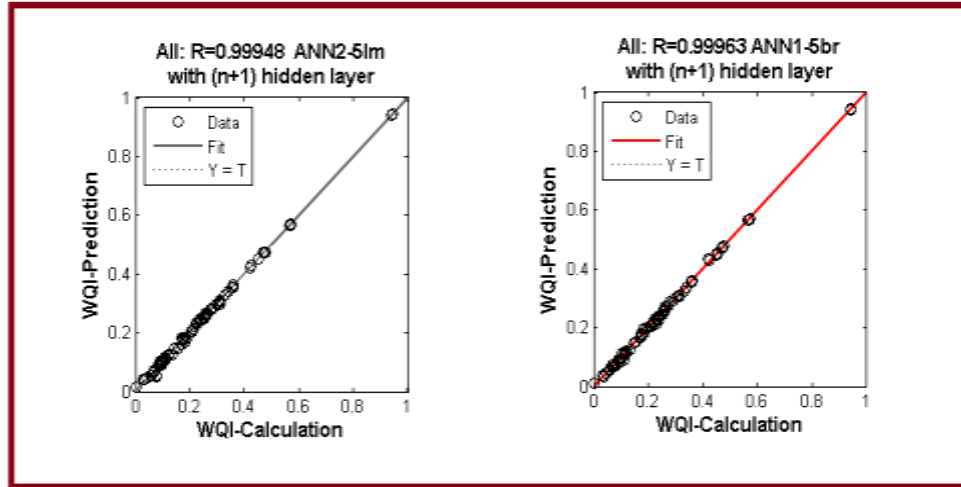
Şekil 4.26. Karaçomak sahasının (2n + 1) veri seti (tüm havzalar) ile hesaplanmış WQI için model2-alm ve model2-abr diyagramı



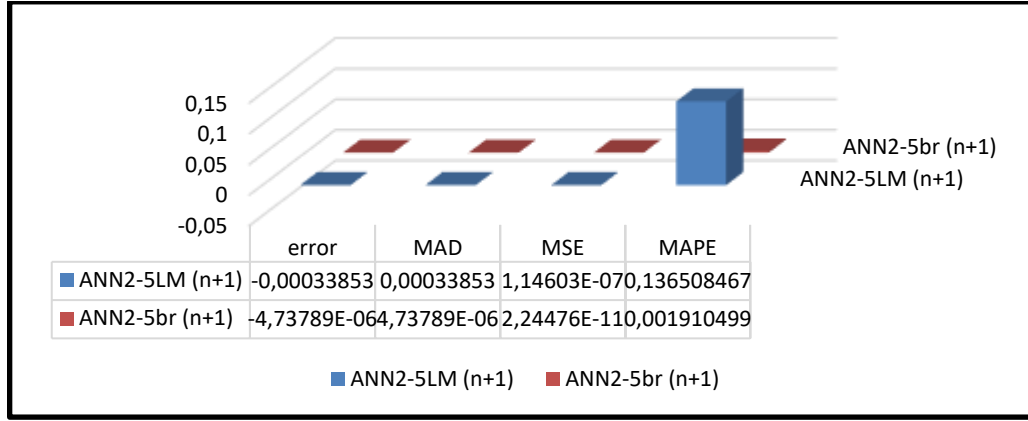
Şekil 4.27. Kastamonu şehrinin sularında (2n+1) ile hesaplanmış WQI için model2-alm ve model2-abr, MAD, MSE ve MAPE hata değerleri diyagramı

4.7.4.7. Model2-5lm ve model2-5br ile (N + 1) gizli katman

Bu modelde beş giriş nöronları Çözülmüş Oksijen (DO), Amonyum (NH₄-N), Biyolojik Oksijen İhtiyacı (BOD), Kimyasal Oksijen İhtiyacı (COD) ve Fosfat (PO₄-P) 'dir. Çıkış nöronu su kalitesi endeksini (WQI) verir. Şekil 4.28 ve 4.29, R-değeri için model2-5lm için 0.99948 olan tüm sonuçları göstermektedir, model2-5br ise 0.99963'tür.



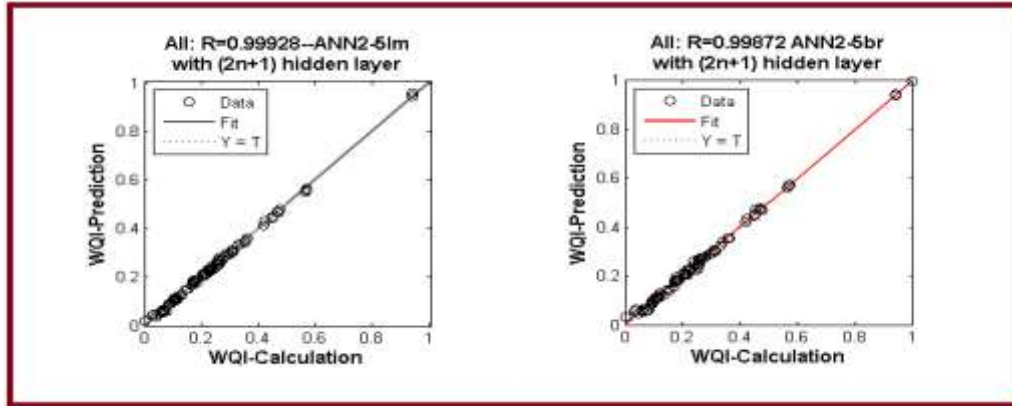
Şekil 4.28. Karaçomak bölgesi (n + 1) veri seti ile hesaplanmış WQI için model2-5lm ve model2-5br diyagramı (tüm havzalar)



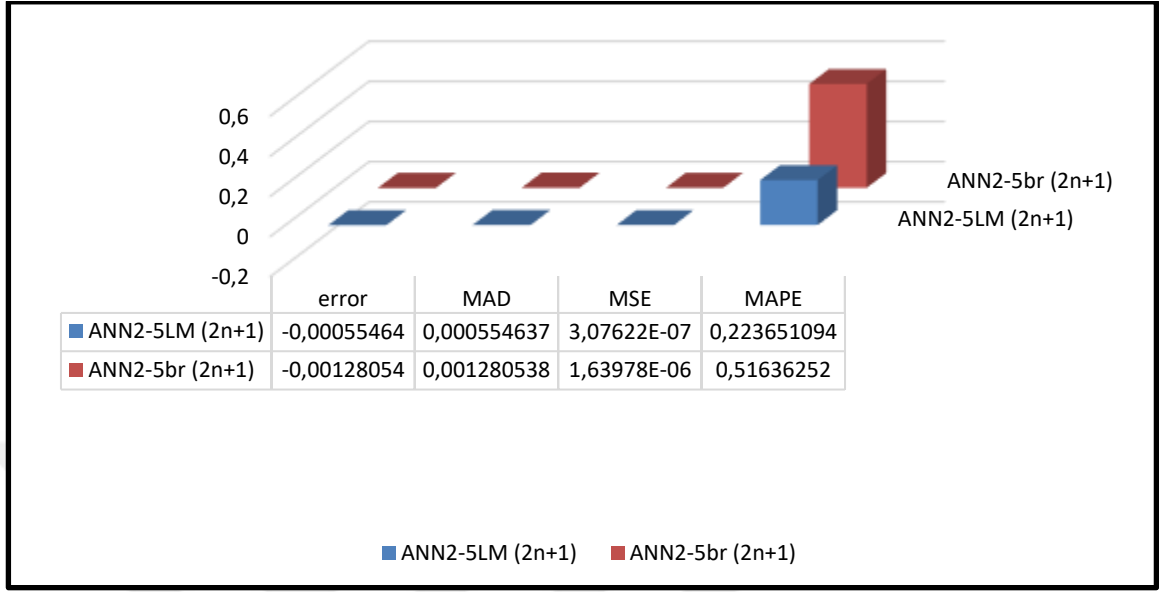
Şekil 4.29. Kastamonu havzası veri setinde (n+1) ile hesaplanmış WQI için model2-5lm ve model2-5br, MAD, MSE ve MAPE hata değerleri diyagramı

4.7.4.8. Model2-5lm ve model2-5br ile (2N + 1) gizli katman

Modelin giriş katmanı, girişler olarak NH4-N, BOİ, KOİ, DO ve PO4-P olarak beş girdi ve ağı çıkışı olarak WQI'den oluşmaktadır. Eğitim ve test için kullanılan veriler% 80 ve% 10'a bölünmüştür. Şekil 4.30 ve 4.31'in altında, Karaçomak sahasının (2n + 1) veri seti (tüm havzaları) ile hesaplanmış WQI için model2-5lm modelinin hata, MAD, MSE ve MAPE ve tüm model2-5br gösterilmektedir. model2-alm ve model2-abr ortalama mutlak yüzdesi hatası (MAPE) değeri sırasıyla% 0.22 ve% 0.51 idi.



Şekil 4.30. Karaçomak alanı (2n + 1) veri seti ile hesaplanmış WQI için model2-5lm ve model2-5br diyagramı (tüm havzalar)



Şekil 4.31. Kastamonu havzası veri setinde (2n+1) ile hesaplanmış WQI için model2-5lm ve model2-5br, MAD, MSE ve MAPE hata değerleri diyagramı

4.8. Yapay Sinir Ağı Modelinin Su Kalitesi İndeksi Modeli ile Karşılaştırılması

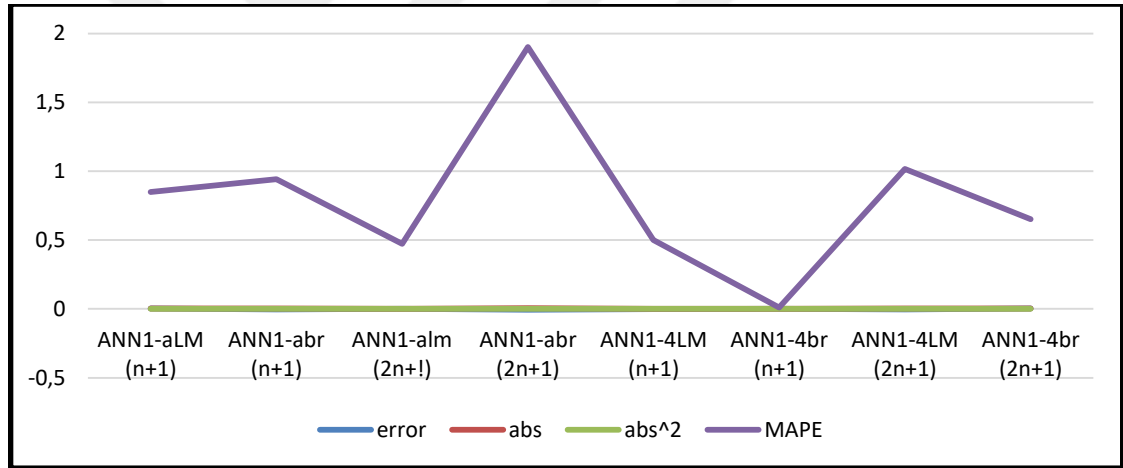
Bu çalışma aynı zamanda, WQI tahmininde belirlenen % 95'lik güveni belirlemeyi amaçlamaktadır. Ölçülen ve model hesaplanan WQI değerleri ile yakından takip edilen bir model Şekil 4.32-33-34-35-36 ve 37'dir. Hata (R), mutlak sapma (MAD), ana kare hatası (MSE) ve ana mutlak yüzdesi hatası (MAPE) değerleridir.

4.8.1. Kastamonu Şehir Merkezi İçin WQI-Model1'i Tahmininde Su Kalitesi İndeksi (WQI) Modeli Geliştirilmesi

Tablo 4.23 ve Şekil 4.32, (2n + 1) gizli katmanı olan Model1-alm'in doğruluğun iyiliğini gösterdiğini ve bu modelin ortalama kareye sahip olması nedeniyle diğer gizli katman modellerine kıyasla ortalama mutlak yüzdesi hatasını (MAPE) minimum gösterdiğini göstermiştir. Gizli katmandaki artan sayıda nöron ile dramatik olarak azalmış hata (MSE) değeri (% 0,47). Kastamonu Modeli'nin WQI tahmininde en iyi performans sonucu (% 0.01) model1-4br ile (n + 1).

Tablo 4.23. *Kastamonu Modeli sonucunun WQI-model-1 tahminine toplam performansı*

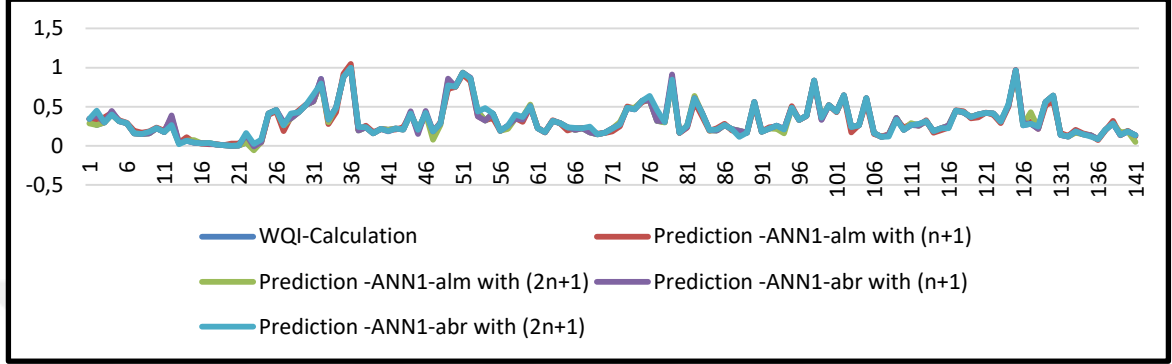
Model of Kastamonu city to predict-WQI- model1				
Type of model	ERROR	MAD	MSE	MAPE
modell1-alm (n+1)	0.002729	0.002729	7.45E-06	0.84%
modell1-abr (n+1)	-0.00303	0.003026	9.16E-06	0.94%
modell1-alm (2n+1)	0.00152	0.00152	2.31E-06	0.47%
modell1-abr (2n+1)	-0.00612	0.006115	3.74E-05	1.90%
modell1-4lm (n+1)	-0.00161	0.001605	2.58E-06	0.49%
modell1-4br (n+1)	3.46E-05	3.46E-05	1.2E-09	0.01%
modell1-4lm (2n+1)	-0.00326	0.003265	1.07E-05	1.01%
modell1-4br (2n+1)	0.002097	0.002097	4.4E-06	0.65%



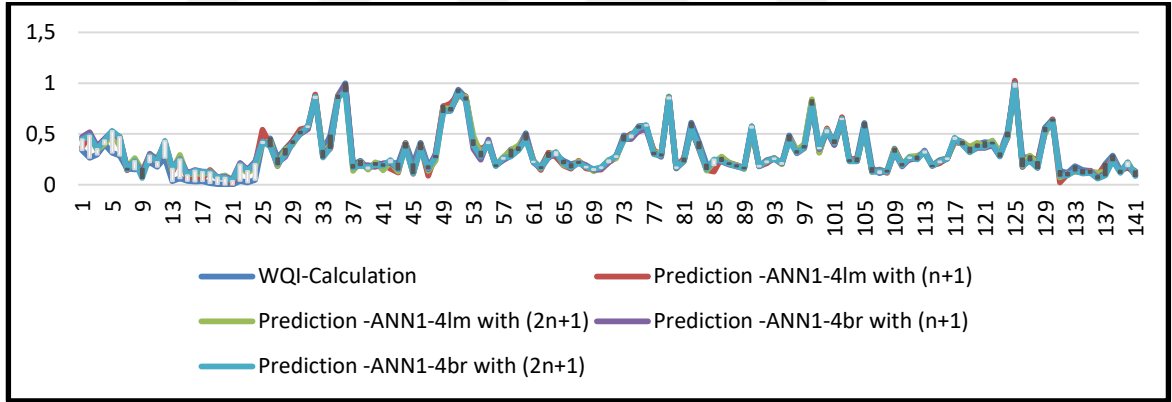
Şekil 4.32. *Kastamonu Model tahmini sonuçlarının performansı (WQI model-1)*

Kastamonu şehrinin su için hesaplanan ve tahmin edilen WQI modeli için modell1-lm ve modell1-br modellerinin karşılaştırılması Şekil 4.33'de gösterilmiş olup, hesaplanan ve öngörülen çıktı arasında egzersiz numarası sırasında optimal model ile uyumu göstermektedir. WQI için (n + 1) ile yapı modell1-4br en iyi tahmin vermiştir. Modell1-alm tüm parametreleri kullanıldığında (2n + 1) gizli nöron ile en iyi öngörmeyi verirken. Bu araştırmanın sonuçları, Kastamonu kenti su kaynaklarındaki WQI değerlerinin, sınırlı sayıdaki girdi değişkenleri ile model-br, tüm değişkenler kullanılarak modell1-alm kullanılarak tahmin edilebileceğini göstermiştir. Şekil 4.34 Kastamonu şehrinin suyu

için WQI-a Tahmininin model1-alm ve model1-abr'ından elde edilen sonuçları göstermektedir.



Şekil 4.33. Kastamonu şehrinin suları WQI modeli için model1-alm ve model1-abr modellerinden elde edilen sonuçların karşılaştırılması



Şekil 4.34. Kastamonu şehrinin suları WQI modeli için model1-4lm ve model1-4br modellerinden elde edilen sonuçların karşılaştırılması

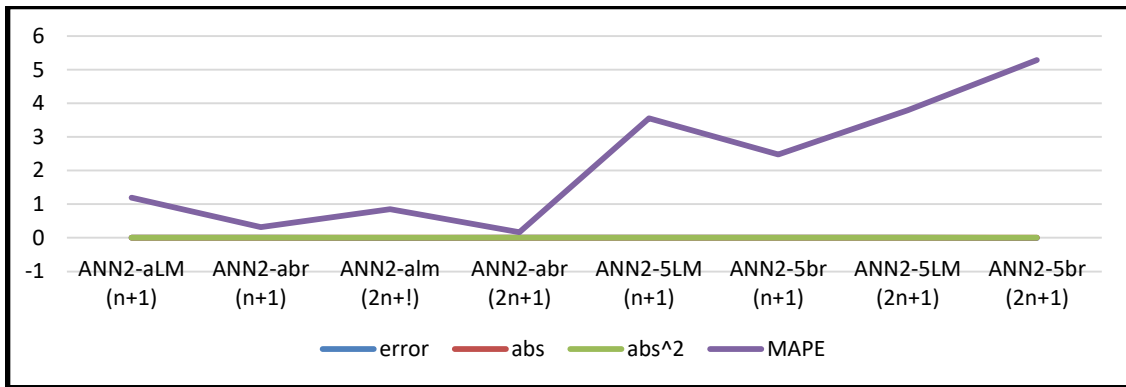
4.8.2. Karaçomak Havzasında Su Kalitesi İndeksi (WQI) Modelinin Geliştirilmesi (WQI-Model2) (Tüm Havzalar)

Bu tezin genel amacı, aktivasyon fonksiyonu olarak standart geri yayılım algoritması (Levenberg-Marquardt backpropagation) ve Bayesian regülasyonu geri yayılımı kullanılarak iki aktivasyon fonksiyonu kullanılarak su kalitesi endeksini tahmin etmede en iyi modeli alabilen yapay sinir ağı modeli geliştirmektir. Karaçomak alan modelinin

su kalite endeksini (WQI) tahmin etme hedefleri, Karaçomak bölgesinin havzalarında geliştirilmiş bir su kalitesi indeksi (WQI) modelini içermektedir. Bu, iki farklı gizli katman ($n + 1$) ve ($2n + 1$) içinde bir model2-lm ve model2-br iki modeli ile elde edilmiştir. WQI'nin bir YSA modeli kullanılarak tahmin edilmesi karmaşık bir görevdir. Temel olarak, bu tahmin çalışmasında farklı gizli katmanlar alınmıştır. Tablo 4.24 ve şekil 4.35'de gösterilen YSA modelinin performansı, model2-5lm modelinin Error, MAD, MSE ve MAPE ve Karaçomak ile ($2n + 1$) veri kümesi (tüm sinyaller) için hesaplanmış WQI için model2-5br kullanılarak değerlendirilmiştir.

Tablo 4.24. Karaçomak barajında WQI-model-2 tahmininde toplam performansı

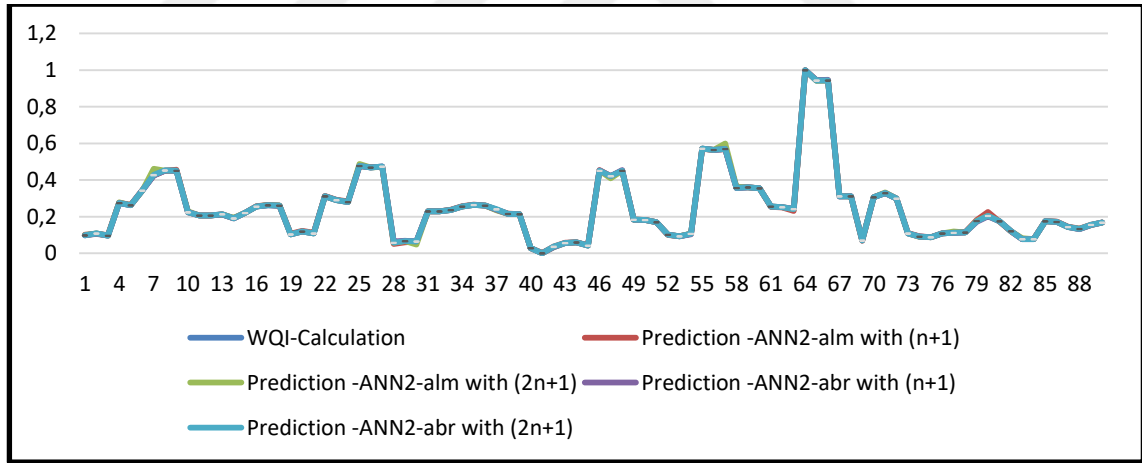
Model of (all catchments) in Karaçomak area to predict-WQI - model2				
Type of model	ERROR	MAD	MSE	MAPE
model2-alm (n+1)	-0.00068	0.001745	1.04E-05	1.19%
model2-abr (n+1)	-6.4E-05	0.000472	1.56E-06	0.31%
model2-alm (2n+1)	-0.00088	0.001742	3.33E-05	0.84%
model2-abr (2n+1)	-0.00022	0.00028	6.8E-07	0.16%
model2-5LM (n+1)	-0.00019	0.00408	3.46E-05	3.55%
model2-5br (n+1)	0.000119	0.00352	2.53E-05	2.47%
model2-5LM (2n+1)	-0.00034	0.005424	4.77E-05	3.79%
model2-5br (2n+1)	-0.00094	0.00614	8.17E-05	5.28%



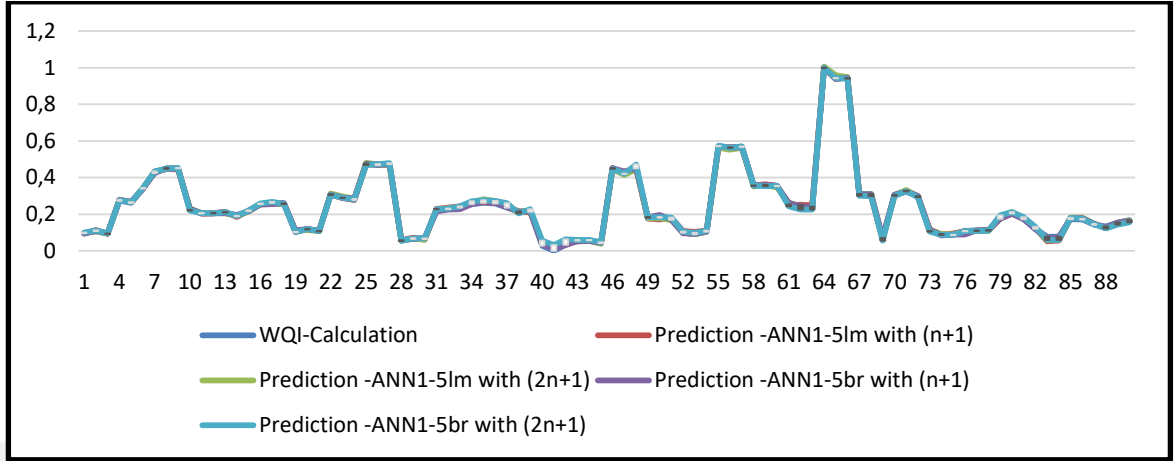
Şekil 4.35. Karaçomak havzasında (tüm havzaların) WQI tahmininin performansı (model-2)

Genel olarak, MAPE kullanılarak YSA modelinin performansı, model2-abr ($2n + 1$), model2-alm ($2n + 1$), model2-5br ($n + 1$) ve model2-5lm ($n + 1$) şeklindedir. Bu

nedenle, aktivasyon fonksiyonu (tren-br), standart geri yayılım algoritması (Levenberg-Marquardt) tren-lm'den daha iyi olduğu için Bayesian regülasyonu geri yayımlı YSA görebiliyoruz. Tablo 4.24, gizli katmanın Karaçomak bölgesindeki modelin (tüm havzalar) WQI - model2 tahminine göre toplam performansına etkisini göstermektedir. Model2-alm ve model2-abr kullanılarak Karaçomak bölgesinde hesaplanan ve tahmin edilen WQI'nin (tüm havzalar) karşılaştırılması Şekil 4.36 ve 4.37'de gösterilmiştir. 5.23 ve 5.24. Antrenman numarası sırasında hesaplanan ve tahmin edilen WQI çıkışı ile optimal YSA modeli arasındaki uyumu gösterir. (13; 27; 1) nöronların topoğrafyası ile ileri geri yayılım modeli2-abr kullanmanın sonuçları optimum modeli elde edebilir. Regresyon katsayısının en iyi değerleri, eğitim ve modelin test edilmesinden ve objektif parametrelerin ayrı ayrı değerlendirilmesinden sonra elde edilmiştir. Modelin R değeri, MSE ve MAPE, optimum gizli katmanı seçmek için karar verici kriterlerdi.



Şekil 4.36. Karaçomak havzasında model2-alm ve model-2-abr WQI-a tahmin modellerinden elde edilen sonuçların karşılaştırılması



Şekil 4.37. Karaçomak havzasında model2-5lm ve model-2-5br WQI-a tahmin modellerinden elde edilen sonuçların karşılaştırılması

4.9. Örnek Olay Analizi (Su Kalitesi İndeksi (Karaçomak-Wqi) Modellemesi)

Bu çalışmanın özel amacı, çalışma alanındaki verileri simüle etmek için Yapay Sinir Ağı (YSA) programını kullanarak su kalitesi endeksinin (WQI) tahminidir. Karaçomak barajındaki çeşitli havzaların su kalite endeksini tahmin etmede BPNN'nin Fizibilitesini açıklamak. Burada, modelin BPNN tarafından elde edilen tahminlere göre değerlendirilmesi ve daha sonra WQI hesaplaması ile karşılaştırılması için altı durum kullanılmıştır.

4.9.1. Karaçomak Bölgesini Test Etmek İçin Veri Kaynakları

Karaçomak baraj alanı için su kalitesi tüm istasyonlar için su kalite endeksi (WQI) ile değerlendirilmiştir. Kastamonu Belediyesi ve Karaçomak Barajı'ndaki (2015-2016) su bölümünden su kalitesi ve hesaplama su kalitesi endeksini değerlendirmek için kullanılan (2011-2016) veri setleri (2011 - 2016) Ek 3'te gösterilmiştir. Çalışma alanındaki verileri kullanarak, (5) numaralı bölümdeki sinir ağı (YSA) su kalitesi endeksini (WQI) tahmin etmek için kullanılmıştır.

Tablo 4.25. *Karaçomak havzasındaki örnekleme alanını listeleri*

N	Name of sampling	Number of sampling	Average of WQI Calculation
1	First Station (near intake)	3	35.27
2	Second Station (near intake)	3	32.05
3	Third Station (Intermittent*)	3	18.64
4	Fourth Station (Intermittent*)	3	34.03
5	Fifth Station (Perennial**)	3	52.69

4.9.2. Test Modelleme Sonucu

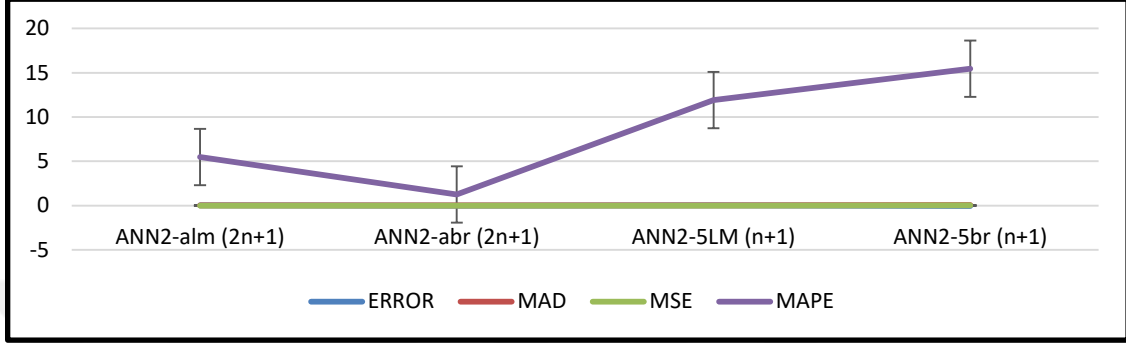
Bu adımda kullanılan veri kümesi, model2-alm ve model2-br'yi oluşturan değişkenler ile aynıdır. Veri seti modelleri değerlendirmek için su kalitesi endeksi tahmin etmek için toplanan örnekleri içerir. Örnekleme noktaları, Karaçomak barajına boşaltma yönünde devam eden dört istasyon (ana akarsular) ve ana karaçomak barajındaki iki istasyon ve WQI-Hesaplamaları Tablo 4.26'da verilmiştir.

Tablo 4.26. *Örnek çalışma alanının (tüm havzalar) (R-değeri -MAD-MSE-MAPE) kullanılarak karşılaştırılması*

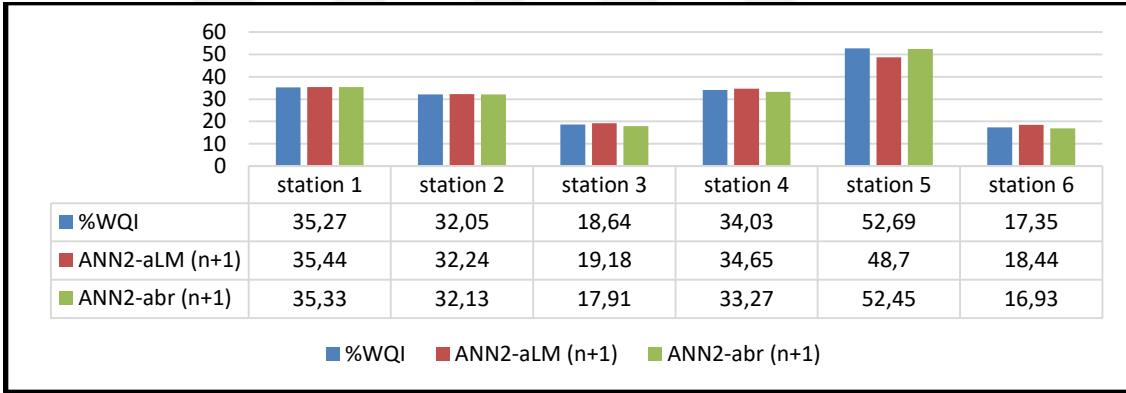
Type of model	R-value	MAD	MSE	MAPE
model2-alm (2n+1)	0.010512	0.011348	0.000238	5.4%
model2-abr (2n+1)	0.000795	0.001982	6.05E-06	1.24%
model2-5LM (n+1)	0.010262	0.028348	0.001923	11.9%
model2-5br (n+1)	-0.04235	0.046101	0.006099	15.4%

Sonuç olarak, bu çalışma model-alm ve model-br'nin, WQI hesaplamasını değiştirdikçe ve hesaplamaları geliştirerek büyük çabaları ve zamanı azalttıkça yüzey suyu kalitesinin tahmin edilmesinde yararlı teknikler olarak kullanılabileceğini göstermektedir. Tablo 4.26'da, ana kare hatası (MSE) ve ana kesinlikle yüzde hatası (MAPE) değerleri, geliştirilen tüm modelleri başarıyla tanımlamıştır. WQI'yi (n + 1) öngörmek için model2-alm ve model2-abr, diğer modellere kıyasla daha yüksek tahmin vermiştir, ancak bu iki modelin performansı çok yakındır. Çalışması model2-alm ve model2-abr'ın (2n + 1) model2-5lm ve model2-5br modelinden (n + 1) daha iyi performans gösterdiğini göstermiştir (Şekil 4.38-39-40). WQI-Hesaplama ve WQI Tahmini

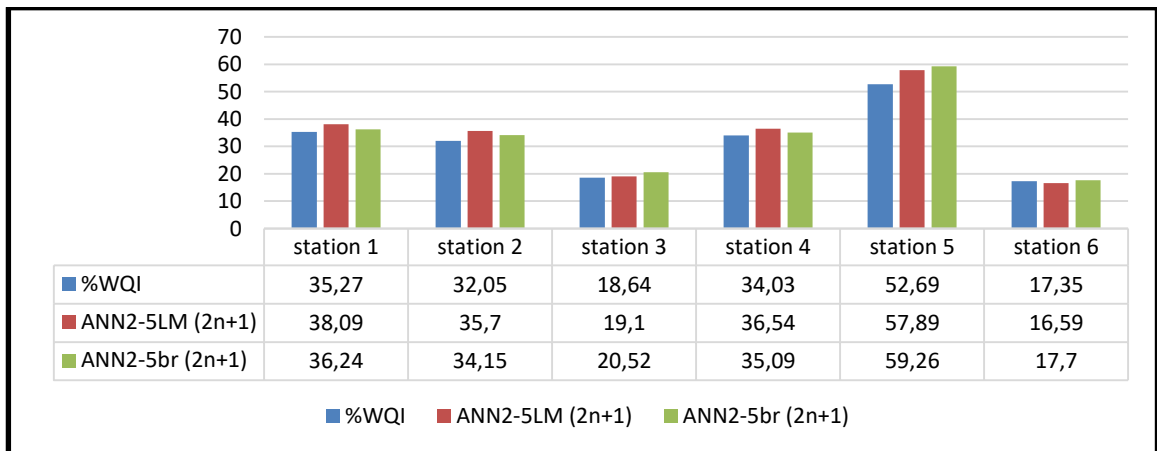
kullanarak $(2n + 1)$ ve model2-abr $(n + 1)$ Vaka İnceleme alanı ile model2-alm sonuçları arasındaki karşılaştırmayı göstermektedir.



Şekil 4.38. (R-MAD-MSE-MAPE) kullanılarak örnek çalışma sonuçlarının karşılaştırılması



Şekil 4.39. WQI-Hesaplama ve WQI-Tahmini kullanılarak model-2-alm ve model-2-abr $(n + 1)$ sonuçlarının karşılaştırması



Şekil 4.40. WQI-Hesaplama ve WQI Tahmini kullanılarak model2-alm ile (2n + 1) ve model-2-abr ile (n + 1) sonuçlarının karşılaştırması



5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Karaçomak Barajı havzasını besleyen yan havzalardan elde edilen sonuçlar şunlardır:

- 6 nolu istasyonda (S6) pH 8.35 bulunmuştur. Veriler, ilkbahar-yaz dönemi boyunca muhtemelen daha yüksek fotosentez aktivitesinden dolayı daha yüksek tespit edilmiştir. Mart 2016 ve Nisan 2016'dan Kasım 2015 ve Ocak 2016'ya kadar mevsimsel değişimlerden dolayı biraz daha yüksek pH değerlerine sahip olduğu tespit edilmiştir.

- S5 ve S6'da EC daha yüksek tespit edilmiştir. EC'nin daha yüksek olmasının sebebi alandaki jeolojik formasyonlardan kaynaklandığı düşünülmektedir. Minimum su sıcaklığı S3'te 2.9 ° C iken, S1'de 19.8 ° C'dir.
- Bulanıklık S5'de yaklaşık 13.0 NTU ile daha yüksektir. S3 ve S4'te ise ortalama bulanıklık değeri 0.30 NTU değeri ile en düşük olarak tespit edildi. Bulanıklık, herhangi bir havzada dağılmış toprağın içinde bulunan toprak parçacıklarından kaynaklanmaktadır. Bu, yağıştan sonra meydana gelen taşınma olayının bir sonucudur.
- Su numunelerindeki sertlik ve Alkalinite değerleri, tüm sahalarda WHO ve WPCSR'nin uygun sınırlandırması içinde tespit edilmiştir.
- Çözünmüş oksijen, Eylül 2015'in bir döneminde S1 ve S2'de 7.4 mg / l, 6.45mg / l azalmıştır, bunun da biyodegradasyon oranına ve organik aktiviteye ve su sıcaklığına bağlı olduğu düşünülmektedir.
- Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı (BOD) aralıkları S1'de 2,1 mg / l - 16,1 mg / l'ye, S5'te ise 5,9 mg / l - 53,0 mg / l arasındadır. Bu değer in havzadaki tarım alanlarından yüzeysel akış ile gelen kirleticilerden dolayı yüksek olduğu ve suların WPCSR'ye göre (4 mg / l) içme suyu için uygun olmadığını göstermektedir.
- Eylül ayında S5'de yüz 25 mg / l ile COD konsantrasyonu en yüksek değeri almıştır. COD'deki artışlar, muhtemelen, tarım alanlarındaki yüzeysel akış ile kimyasal kirliliğin artmasından kaynaklanmaktadır.
- Neredeyse tüm istasyonlarda amonyak (NH₄-N) konsantrasyonları, örnekleme dönemi boyunca belirli mevsimsel değişkenlere sahip değildir, ancak, en yüksek amonyak konsantrasyonlarının Mart 2016'da S5'te ve en düşük ise S3 ve S4'te olduğu tespit edilmiştir.

- Elde edilen fosfat değerleri (PO4-P), (WPCSR) izin verilen sınır değerleri (0.65 mg / l) içinde tespit edilmiştir. Sadece S4'te şubat 2016'da (0.9 mg / l PO4-P) sınır değerin üzerinde tespit edilmiştir. Bu yüksek fosfat konsantrasyonları, ana kayadan dolayı topraktan fosfat minerallerinin sızmasının veya ayrışmasının sonucu ya da kiş mevsiminin başlangıcında bir havzada tarımsal faaliyetlerin başlamasından kaynaklanabilmektedir.

- Su Kalitesi İndeksi (WQI), su kalitesini değerlendirmek için faydalı bir araçtı. Bu çalışmada elde edilen sonuçlar, altı istasyon için WQI'nin ortalama değerlerinin (S1, S2, S3, S4, S5, S6), Eylül 2015- Temmuz 2016 peryodunda insan kullanımı için “mkemmел ve iyi su kalitesi” arasında olduğunu göstermiştir (havzalarda sırasıyla WQI değerleri, 35.57, 32.41, 18.89, 34.34, 53.07,17.74). Genel olarak, su kalitesi endeksindeki büyük değişimlerin nedeni arazi kullanımlarındaki farklılıklardan kaynaklanmaktadır.

Kastamonu Belediyesinden temin edilen 6 yıllık su analiz verileri (2011 -2012-2013-2014-2015-2016) ile tahmin modeli geliştirilmiştir.

- Her yıl için hesaplanan su kalitesi endeksi (WQI), WATI'yi 2011'den 2016'ya kadar Kastamonu şehri için işlem görmeden öncesi ve sonrası olarak belirlenmiştir. Su kalitesi endeksinin (WQI) değerlendirilmesi, Kastamonu şehrindeki kentsel ve kırsal topluluklardaki evlere su teminine uygunluk oluşturmaktadır.

- Su kalitesi endeksi (WQI), 2013 yılında işlemden önce 35.41, 2014 yılında işlemden sonra 23.16 değerinden daha yüksek tespit edilmiştir. Su kalitesi sonuçlarının Kastamonu şehrinin su kalite endeksini (WQI) yansıttığı tespit edilmiştir.

- Sinir ağı modeli Kastamonu şehrinin su kalite endeksini tahmin etmek için kurulmuştur.

- Modelden, belirlenen su kalite parametreleri ile Kastamonu şehri ve Karaçomak barajı su kalite endeksinin tahmininde bir araç olarak kullanılmıştır.

- Model-2 modellenmesi, Karaçomak havzası verilerinin optimal parametrelerinin tahmini için aktivasyon fonksiyonu olarak (model2-br) LM (Levenberg-Marquardt) algoritması (model2-lm) ve Bayesian regülasyonunun geri yayılımını kullanır. Su kalitesini iyileştirme çalışmaları için bu yöntem geliştirilebilir. Böyle bir bilgi, Baraj su kirliliğini yönetmek ve daha iyi bir yönetim için fırsatlar sunabilecektir.
- Önerilen yöntem, modelin kullanımının Baraj su kalitesi yönetimini desteklemek için karar vericilerin kullanılmasıyla kullanılabilir değerli bilgiler vermiştir. Ancak, model Karaçomak barajı arazi kullanımlarının zaman zaman izlenmesini gerektirmektedir. Arazi kullanımları, modelin etkinliği üzerinde önemli bir etkiye sahiptir.
- Karaçomak barajındaki tüm veri setlerinin su kalitesi endeksi (tüm havzaların) modellenmiştir. (NH4-N), (DO), (BOD) (COD) ve (PO4-P) veri setleri tüm havzalar için su kalite indeksine modellenmiştir ve su kalite indeksleri modeli geliştirilmiştir.

Su kalitesi endeksi (WQI) için en iyi doğru tahmin modeli, 4 parametre kullanıldığında model1-4br with (n+1) olarak tespit edilmiştir. Tüm parametreler kullanıldığında (2n + 1) gizli katmanı olan model1-alm, en iyi tahmin doğruluğu modeliydi.

Modellerin tahmini, kullanıcının Kastamonu şehrinde içme suyunun su kalitesi endeksini belirlemesine yardımcı olacaktır. 12 parametre ve 4 parametre kullanan iki model arasında izlenen parametrelerin sayısında değişiklikler olabilir.

Model2-alm ve model2-abr, tüm parametreleri kullanırken bize (2n + 1) ile daha iyi tahmin doğruluğu modelini vermiştir. Diğer yandan, 5 parametresi kullanıldığında Bayesian regülasyonu geri yayılımı aktivasyon fonksiyonu olan (n + 1) gizli katmana sahip model2-5br en iyi modeldi. Aktivasyon fonksiyonu olarak model2-abr Bayesian regülasyonu geri yayılımının tüm sonuçları (2n + 1) gizli katman ile en iyi sonuca sahiptir. Ve aktivasyon fonksiyonu olarak Levenberg-Marquardt algoritması (model2-alm) kullanılan model, tüm parametreler kullanıldığında (2n + 1) ile en iyi sonuca

sahiptir. 5 parametre kullanıldığında ($n + 1$) gizli katman ile en iyi sonucu verir. Model2-alm ($2n + 1$) ve model2-abr ($2n + 1$), WQI modelleri için tüm parametreler kullanıldığında genellikle ($n + 1$) gizli katmana sahip modellerden daha iyidir.

Modelin tahmini, kullanıcının Karacomak barajındaki ana akımlardaki su kalitesi endeksini ve ayrıca 13 parametre ve 5 parametre kullanılan iki model arasındaki izlenen parametrelerin sayısındaki değişikliği tahmin etmesini sağlar.

Gizli nöronların sayısı ağın performansını doğrudan etkiler. Bu nedenle, gizli nöronların ertelenmiş seti kullanılarak pek çok ampirik araştırma yürütülmektedir. Bulgu, modelin, ($2n + 1$) 'deki gizli düğümlerde değiştirdikleri WQI (çıkış)' ı tahmin etmek için yaratılan tüm parametrelere sahipse, fakat 5 veya 5'ten az parametre girişi ile giriş sayısında herhangi bir değişiklik olursa Gizli düğümün ($n + 1$) ile azaltılması gerekecektir. Yani, WQI-Calculation ve WQI -Predict arasında model hatası yapıldı. Sonuç aşağıdaki gibidir (model2-abr> model2-alm> model2-5br> sonuncusu model2-5lm'dir. Bu bulgu, gizli nöronların sayısının, ağın performansını doğrudan etkilediği gerçeğiyle açıklanabilir ve aktivasyon fonksiyonunu (tren-br), standart geri yayılım algoritmasından (Levenberg) daha iyi olduğu için Bayesian regülasyonu ile geriye doğru yayılmayı YSA ile görebilmekteyiz.

KAYNAKLAR

Abbasi, T., & Abbasi, S. A. (2012). Water quality indices: Elsevier.

Abdolmaleki, A. S., Ahangar, A. G., & Soltani, J. (2013). Artificial Neural Network (YSA) approach for predicting Cu concentration in drinking water of Chahnimeh1 Reservoir in Sistan-Balochistan, Iran. Health scope, 2(1), 31-38.

Abdulwahid, S. (2013). Water quality index of delizhiyan springs and shawrawa river within soran district, erbil, kurdistan region of iraq. J. Appl. Environ. Biol. Sci, 3(1), 40-48.

- Abraham, A. (2005a). Artificial neural networks. handbook of measuring system design.
- Abraham, A. (2005b). Nature and scope of AI techniques. handbook of measuring system design.
- Adamowski, J., Fung Chan, H., Prasher, S. O., Ozga-Zielinski, B., & Sliusarieva, A. (2012). Comparison of multiple linear and nonlinear regression, autoregressive integrated moving average, artificial neural network, and wavelet artificial neural network methods for urban water demand forecasting in Montreal, Canada. *Water Resources Research*, 48(1).
- Ahangar, A. G., Soltani, J., & Abdolmaleki, A. S. (2013). Predicting Mn concentration in water reservoir using Artificial neural network (Chahnimeh1 reservoir, Iran). *International Journal of Agriculture and Crop Sciences*, 6(20), 1413.
- Ahmad, A. B. (2014). Evaluation of Groundwater Quality Index for drinking purpose from some villages around Darbandikhan district, Kurdistan Region-Iraq. *IOSR Journal of agriculture and veterinary science*, 7(9), 34-41.
- Akbal, F., Gürel, L., Bahadır, T., Güler, İ., Bakan, G., & Büyükgüngör, H. (2010). Multivariate Statistical Techniques for the Assessment of Surface Water Quality at the Mid-Black Sea Coast of Turkey. *Water, Air, & Soil Pollution*, 216(1-4), 21-37. doi: 10.1007/s11270-010-0511-0
- Akkoyunlu, A., & Akiner, M. E. (2010). Feasibility assessment of data-driven models in predicting pollution trends of Omerli Lake, Turkey. *Water resources management*, 24(13), 3419-3436.
- Akkoyunlu, A., Altun, H., & Cigizoglu, H. (2011). Depth-integrated estimation of dissolved oxygen in a lake. *Journal of Environmental Engineering*, 137(10), 961-967.
- Alagha, J. S., Said, M. A. M., Mogheir, Y., & Seyam, M. (2013a). Modelling of chloride concentration in coastal aquifers using artificial neural network—a case study: Khanyounis Governorate Gaza Strip-Palestine. Paper presented at the Casp J Appl Sci Res (AWAm International Conference on Civil Engineering and Geohazard Information Zonation).
- Alagha, J. S., Said, M. A. M., Mogheir, Y., & Seyam, M. (2013b). Modelling of chloride concentration in coastal aquifers using artificial neural network—a case study: Khanyounis Governorate Gaza Strip Palestine. *Casp J Appl Sci Res (AWAm International Conference on Civil Engineering and Geohazard Information Zonation)*, 2, 158-165.
- Ali, M. Z. (2007). The application of the artificial neural network model for river water quality classification with emphasis on the impact of land use activities: a case

study from several catchments in Malaysia. University of Nottingham, Thesis submitted to the University of Nottingham for the degree of Doctor of Philosophy.

- Aly, A. A., Al-Omran, A. M., & Alharby, M. M. (2015). The water quality index and hydrochemical characterization of groundwater resources in Hafar Albatin, Saudi Arabia. *Arabian Journal of Geosciences*, 8(6), 4177-4190.
- Anderson, C. (1983). *Water Quality Field Guide*. USDA Soil Conservation Service. Reports - Research/Technical (143). United States Department of Agriculture Soil Conservation Service.
- APHA, & AWWA. (1981). *Standard methods for the examination of water and wastewater*: American Public Health Association.
- APHA, AWWA, & WEF. (1989). *Standard methods for the examination of water and wastewater*, 20th ed: American Public Health Association. Washington, DC.
- Asadollahfardi, G., Taklifi, A., & Ghanbari, A. (2011). Application of artificial neural network to predict TDS in Talkheh Rud River. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, 138(4), 363-370.
- Asuquo, J., & Etim, E. (2012). Water quality index for assessment of borehole water quality in Uyo metropolis, Akwa Ibom state, Nigeria. *International Journal of Modern Chemistry*, 1(3), 102-108.
- Avril, L., & Barten, P. K. (2007). Land use effects on streamflow and water quality in the northeastern United States.
- Awang, H., Daud, Z., & Hatta, M. Z. M. (2015). Hydrology Properties and Water Quality Assessment of the Sembrong Dam, Johor, Malaysia. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 195, 2868-2873. doi: 10.1016/j.sbspro.2015.06.409
- Banejad, H., & Olyaie, E. (2011). Application of an Artificial Neural Network Model to Rivers Water Quality Indexes Prediction—A Case Study. *Journal of American Science*, 7(1), 60-65.
- Bartram, J., & Ballance, R. (1996). *Water quality monitoring: a practical guide to the design and implementation of freshwater quality studies and monitoring programmes*: CRC Press.
- Beasley, G., & Kneale, P. E. (2003). Investigating the influence of heavy metals on macro-invertebrate assemblages using Partial Canonical Correspondence Analysis (pCCA). *Hydrology and Earth System Sciences Discussions*, 7(2), 221-233.
- Behar, S. (1997). *Testing the waters: chemical and physical vital signs of a river*. River Watch Network: ISBN-0-782-3492-3.

- Bharti, N., & Katyal, D. (2011). Water quality indices used for surface water vulnerability assessment. *International Journal of Environmental Sciences*, 2(1), 154.
- Bishop, C. M. (1995). *Neural networks for pattern recognition*: Oxford university press.
- Boyacioglu, H. (2007). Development of a water quality index based on a European classification scheme. *Water Sa*, 33(1).
- Brown, R. M., McClelland, N. I., Deininger, R. A., & Tozer, R. G. (1970). A WATER QUALITY INDEX- DO WE DARE.
- Carruthers, T., & Wazniak, C. (2004). Development of a water quality index for the Maryland Coastal Bays. *Maryland's Coastal Bays: Ecosystem Health Assessment*.
- ÇEVRE, T. C. K. V. İ. (2009). Kastamonu ili 2009 yılı, il çevre durum raporu bilgileri düzenleyen: Y.Şehir Plancısı Aylin KONCA Kastamonu İl Çevre ve Orman Müdürlüğü (Çevre Yönetimi ve ÇED Şube Müdürlüğü).
- Chaipimonplin, T. (2016). Investigation internal parameters of neural network model for Flood Forecasting at Upper river Ping, Chiang Mai. *KSCE Journal of Civil Engineering*, 20(1), 478-484.
- Chang, F.-J., Kao, L.-s., Kuo, Y.-M., & Liu, C.-W. (2010). Artificial neural networks for estimating regional arsenic concentrations in a blackfoot disease area in Taiwan. *Journal of hydrology*, 388(1-2), 65-76. doi: 10.1016/j.jhydrol.2010.04.029
- Chapman, D. V., & Organization, W. H. (1996). *Water quality assessments: a guide to the use of biota, sediments and water in environmental monitoring*.
- Chatterjee, C., & Raziuddin, M. (2002). Determination of Water Quality Index(WQI) of a degraded river in Asansol industrial area(West Bengal). *Nature, Environment and Pollution Technology*, 1(2), 181-189.
- Chebud, Y., Naja, G. M., Rivero, R. G., & Melesse, A. M. (2012). Water quality monitoring using remote sensing and an artificial neural network. *Water, Air, & Soil Pollution*, 223(8), 4875-4887.
- Chu, H., Lu, W., & Zhang, L. (2013). Application of Artificial Neural Network in Environmental Water Quality Assessment. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 15(2), 343-356.
- Clair, T. A. E., & M, J. (1996). Variations in discharge and dissolved organic carbon and nitrogen export from terrestrial basins with changes in climate: a neural network approach. *Limnology and Oceanography*, 41(5), 921-927.

- Cude, C. G. (2001). Oregon water quality index: A tool for evaluating water quality management effectiveness1. *Journal of the American Water Resource Association*, 37, 125-137.
- Dadolahi-Sohrab, A., Arjomand, F., & Fadaei-Nasab, M. (2012). Water quality index as a simple indicator of watersheds pollution in southwestern part of Iran. *Water and Environment Journal*, 26(4), 445-454.
- Daliakopoulos, I. N., Coulibaly, P., & Tsanis, I. K. (2005). Groundwater level forecasting using artificial neural networks. *Journal of hydrology*, 309(1), 229-240.
- Dams, W. C. o. (2000). *Dams and Development: A New Framework for Decision-making: the Report of the World Commission on Dams*.
- Dogan, E., Sengorur, B., & Koklu, R. (2009). Modeling biological oxygen demand of the Melen River in Turkey using an artificial neural network technique. *J Environ Manage*, 90(2), 1229-1235. doi: 10.1016/j.jenvman.2008.06.004
- E. Roberts Alley, P. E. (2007). *WATER QUALITY CONTROL HANDBOOK (Vol. 3.6)*. WEF PRESS Water Environment Federation Alexandria, Virginia.
- Elhatip, H., & Kömür, M. A. (2008). Evaluation of water quality parameters for the Mamasin dam in Aksaray City in the central Anatolian part of Turkey by means of artificial neural networks. *Environmental Geology*, 53(6), 1157-1164.
- EPA. (2010). *Nutrient Control Design Manual*. The Cadmus Group, Inc 57 Water Street Watertown, MA 02472 Scientific, Technical, Research, Engineering, and Modeling Support (STREAMS) Task Order 68.
- Esterby, S. (1986). Spatial heterogeneity of water quality parameters. Paper presented at the Statistical Aspects of Water Quality Monitoring. Proceedings of the Workshop held at the Canada Centre for Inland Waters October 7-10, 1985. Elsevier, New York. 1986. p 1-16, 1 fig, 1 tab, 37 ref.
- Flanagan, P. J. (1986). *Parameters of water quality: Interpretation and standards*. An Foras Forbartha. Information and Training Centre, 6.
- Fletcher, D., & Goss, E. (1993). Forecasting with neural networks: an application using bankruptcy data. *Information & Management*, 24(3), 159-167.
- Garcia, L. A., & Shigidi, A. (2006). Using neural networks for parameter estimation in ground water. *Journal of hydrology*, 318(1), 215-231.
- Gazzaz, Nabeel M Yusoff, Mohd Kamil Aris, Ahmad Zaharin Juahir, Hafizan Ramli, & Firuz, M. (2012). Artificial neural network modeling of the water quality index

- for Kinta River (Malaysia) using water quality variables as predictors. *Marine Pollution Bulletin*, 64(11), 2409-2420.
- Gershenson, C. (2003). Artificial neural networks for beginners. arXiv preprint cs/0308031.
- Graupe, D. (2007). *PRINCIPLES OF ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS* (2nd Edition) Advanced Series on Circuits and Systems – Vol. 6.
- Guettaf, M., Maoui, A., & Ihdene, Z. (2014). Assessment of water quality: a case study of the Seybouse River (North East of Algeria). *Applied Water Science*, 1-13. doi: 10.1007/s13201-014-0245-z
- Hajnayeb, A., Ghasemloonia, A., Khadem, S., & Moradi, M. (2011). Application and comparison of an YSA-based feature selection method and the genetic algorithm in gearbox fault diagnosis. *Expert systems with Applications*, 38(8), 10205-10209.
- Hespanhol, I., Supply, W., Council, S. C., & Organization, W. H. (1997). *Water pollution control: a guide to the use of water quality management principles*, E & FN Spon London Helmer, Richard.
- Heydari, M., Olyaie, E., Mohebzadeh, H., & Kisi, Ö. (2013). Development of a neural network technique for prediction of water quality parameters in the Delaware River, Pennsylvania. *Middle-East Journal of Scientific Research*, 13(10), 1367-1376.
- Hore, A., Dutta, S., Datta, S., & Bhattacharjee, C. (2008). Application of an artificial neural network in wastewater quality monitoring: prediction of water quality index. *International Journal of Nuclear Desalination*, 3(2), 160-174.
- Horton, R. K. (1965). An index number system for rating water quality. *Journal of Water Pollution Control Federation*, 37(3), 300-306.
- Hoseinzadeh, E., Khorsandi, H., Wei, C., & Alipour, M. (2014). Evaluation of Aydughmush River water quality using the National Sanitation Foundation Water Quality Index (NSFWQI), River Pollution Index (RPI), and Forestry Water Quality Index (FWQI). *Desalination and Water Treatment*, 54(11), 2994-3002. doi: 10.1080/19443994.2014.913206
- House, M. (1990). Water quality indices as indicators of ecosystem change. *Environmental monitoring and assessment*, 15(3), 255-263.
- Hurley, T., Sadiq, R., & Mazumder, A. (2012). Adaptation and evaluation of the Canadian Council of Ministers of the Environment Water Quality Index (CCME WQI) for use as an effective tool to characterize drinking source water quality. *Water research*, 46(11), 3544-3552.

- IONUȘ, O. (2010). WATER QUALITY INDEX-ASSESSMENT METHOD OF THE MOTRU RIVER WATER QUALITY (OLTENIA, ROMANIA) INDICELE DE CALITATE A APEI-METODĂ DE DETERMINARE A CALITĂȚII APEI RÂULUI MOTRU (OLTENIA, ROMÂNIA). 13.
- Jaafar, O., Toriman, M. E., Idris, M., Abdullah, S. M. S., Juahir, H. H., Aziz, N. A. A., . . . Jamil, N. R. (2010). Study of water level-discharge relationship using artificial neural network (YSA) in Sungai Gumum, Tasik Chini Pahang Malaysia. *Research Journal of Applied Sciences*, 5(1), 20-26.
- Jain, A. K., Mao, J., & Mohiuddin, K. (1996). Artificial neural networks: A tutorial. *Computer*(3), 31-44.
- Jakeman, A. J., Letcher, R. A., & Norton, J. P. (2006). Ten iterative steps in development and evaluation of environmental models. *Environmental Modelling & Software*, 21(5), 602-614.
- Jena V., D. S., & S., G. (2013). Assessment of water quality index of industrial area surface water samples. . *International Journal of ChemTech Re-search*, 5(1), 278-283.
- Jeong, D.-I., & Kim, Y.-O. (2005). Rainfall-runoff models using artificial neural networks for ensemble streamflow prediction. *Hydrological processes*, 19(19), 3819-3835. doi: 10.1002/hyp.5983
- Ji, Z.-G. (2008). *Hydrodynamics and water quality: modeling rivers, lakes, and estuaries*. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey.
- JITENDRA KUMAR, A. J., & SRIVASTAVA, R. (2006). Neural network based solutions for locating groundwater pollution sources. *Hydrology Journal*, 29(1-2) March-June 2006.
- JouYSAeau, S., Recoules, L., Durand, M. J., Boukabache, A., Picot, V., Primault, Y., . . . Thouand, G. (2014). Methods for assessing biochemical oxygen demand (BOD): a review. *Water Res*, 49, 62-82. doi: 10.1016/j.watres.2013.10.066
- Juahir, H., Zain, S. M., Aris, A. Z., Yusoff, M. K., & Mokhtar, M. B. (2010). Spatial assessment of Langat river water quality using chemometrics. *Journal of Environmental Monitoring*, 12(1), 287-295.
- Juahir, H., Zain, S. M., Toriman, M. E., Mokhtar, M., & Man, H. C. (2004). Application of artificial neural network models for predicting water quality index. *Jurnal Kejuruteraan Awam*, 16(2), 42-55.
- Kaastra, I., & Boyd, M. S. (1995). Forecasting futures trading volume using neural networks. *Journal of Futures Markets*, 15(8), 953-970.

- KYSAel, P. R., Lee, S., Lee, Y. S., Kanel, S. R., & Khan, S. P. (2007). Application of water quality indices and dissolved oxygen as indicators for river water classification and urban impact assessment. *Environmental monitoring and assessment*, 132(1-3), 93-110. doi: 10.1007/s10661-006-9505-1
- Karul, C., Soyupak, S., Çilesiz, A. F., Akbay, N., & Germen, E. (2000). Case studies on the use of neural networks in eutrophication modeling. *Ecological Modelling*, 134(2), 145-152.
- Keskin, T. E., Düğenci, M., & Kaçaroğlu, F. (2015). Prediction of water pollution sources using artificial neural networks in the study areas of Sivas, Karabük and Bartın (Turkey). *Environmental earth sciences*, 73(9), 5333-5347.
- Khan, A. A., Paterson, R., & Khan, H. (2004). Modification and Application of the Canadian Council of Ministers of the Environment Water Quality Index(CCME WQI) for the Communication of Drinking Water Quality Data in Newfoundland and Labrador. *Water Quality Research Journal of Canada*, 39(3), 285-293.
- Khan, A. A., Tobin, A., Paterson, R., Khan, H., & Warren, R. (2005). Application of CCME procedures for deriving site-specific water quality guidelines for the CCME Water Quality Index. *Water Quality Research Journal of Canada*, 40(4), 448-456.
- Kiliszek, A. (2010). Development and use of water quality indices (WQI) to assess the impact of BMP implementation on water quality in the cool run tributary of the White Clay Creek Watershed. University of Delaware.
- Kim, M. E., Shon, T. S., Min, K. S., & Shin, H. S. (2012). Forecasting performance of algae blooms based on artificial neural networks and automatic observation system. *Desalination and Water Treatment*, 38(1-3), 184-192.
- Kim, R. J., Loucks, D. P., & Stedinger, J. R. (2012). Artificial neural network models of watershed nutrient loading. *Water resources management*, 26(10), 2781-2797.
- Koklu, R., Sengorur, B., & Topal, B. (2010). Water quality assessment using multivariate statistical methods—a case study: Melen River System (Turkey). *Water resources management*, 24(5), 959-978.
- Kotadiya, N., Acharya, C., Radadia, B., & Solanki, H. (2013). Determination of Water Quality Index and suitability of a rural freshwater body in Ghuma village, District Ahmedabad, Gujarat. *Lifesciences Leaflets*, 2(2), 68-75.
- Kriesel, D. (2007). A Brief Introduction to Neural Networks. . UR L <http://www.dkriesel.com>.

- Kuo, Y.-M., Liu, C.-W., & Lin, K.-H. (2004). Evaluation of the ability of an artificial neural network model to assess the variation of groundwater quality in an area of blackfoot disease in Taiwan. *Water research*, 38(1), 148-158.
- Kutlu, B., Sesli, A., Tepe, R., & Mutlu, E. (2015). Assessment of Physico-chemical Water Quality of Birecik Dam, Şanlıurfa, West East Region, Turkey. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 3(7).
- Liu, W.-C., & Chen, W.-B. (2012). Prediction of water temperature in a subtropical subalpine lake using an artificial neural network and three-dimensional circulation models. *Computers & Geosciences*, 45, 13-25. doi: 10.1016/j.cageo.2012.03.010
- Lumb, A., Halliwell, D., & Sharma, T. (2006). Application of CCME Water Quality Index to monitor water quality: a case study of the Mackenzie River Basin, Canada. *Environ Monit Assess*, 113(1-3), 411-429. doi: 10.1007/s10661-005-9092-6
- Maier, H. R., & Dandy, G. C. (2000). Neural networks for the prediction and forecasting of water resources variables: a review of modelling issues and applications. *Environmental Modelling & Software*, 15(1), 101-124.
- Maier, H. R., Jain, A., Dandy, G. C., & Sudheer, K. P. (2010). Methods used for the development of neural networks for the prediction of water resource variables in river systems: current status and future directions. *Environmental Modelling & Software*, 25(8), 891-909.
- Maier, H. R. D., & C, G. (1998). Understanding the behaviour and optimising the performance of back-propagation neural networks: an empirical study. *Environmental Modelling & Software*, 13(2), 179-191.
- McCulloch, W. S., & Pitts, W. (1943). A logical calculus of the ideas immanent in nervous activity. *The bulletin of mathematical biophysics*, 5(4), 115-133.
- Mehrotra, K., Mohan, C. K., & Ranka, S. (1997). *Elements of artificial neural networks*: MIT press.
- Moasheri, S. A., Tabatabaie, S. M., Razaghi, P., Sarani, N., Homa, S., & Abadi, E. M. (2012). Estimating the Groundwater Nitrate by using Artificial Neural Network and Optimizing it by Genetic Algorithm. *International Conference on Transport, Environment and Civil Engineering (ICTECE'2012) August 25-26, 2012 Kuala Lumpur (Malaysia)*.
- Mohammadpour, R., Shaharuddin, S., Chang, C. K., Zakaria, N. A., Ab Ghani, A., & Chan, N. W. (2015). Prediction of water quality index in constructed wetlands using support vector machine. *Environmental Science and Pollution Research*, 22(8), 6208-6219.

- Muhammad, S. Y., Makhtar, M., Rozaimie, A., Aziz, A. A., & Jamal, A. A. (2015). Classification Model for Water Quality using Machine Learning Techniques. *International Journal of Software Engineering and Its Applications*, 9(6), 45-52.
- Najah, A. A., El-Shafie, A., Karim, O. A., & Jaafar, O. (2012). Water quality prediction model utilizing integrated wavelet-ANFIS model with cross-validation. *Neural Computing and Applications*, 21(5), 833-841.
- Nasir, M. F. M., Juahir, H., Roslan, N., Mohd, I., Shafie, N. A., & Ramli, N. (2011). Artificial Neural Networks Combined with Sensitivity Analysis as a Prediction Model for Water Quality Index in Juru River, Malaysia. *International Journal of Environmental Protection*.
- Nemati, S. N., Fard, L., & Fazeli, M. H. (2014). Artificial Neural Network Modeling of Total Dissolved Solid in the Simineh River, Iran. *Journal homepage: <http://www.ojceu.ir/main>*, 4(1), 8-13.
- Nemčić-Jurec, J., & Jazbec, A. (2016). Point source pollution and variability of nitrate concentrations in water from shallow aquifers. *Applied Water Science*. doi: 10.1007/s13201-015-0369-9
- Niroobakhsh, M. (2012). Prediction of water quality parameter in Jajrood River basin: Application of multi layer perceptron (MLP) perceptron and radial basis function networks of artificial neural networks (YSAs). *African Journal of Agricultural Research*, 7(29). doi: 10.5897/ajar11.1645
- Oki, T., & Kanae, S. (2006). Global hydrological cycles and world water resources. *science*, 313(5790), 1068-1072. doi: 10.1126/science.1128845
- Pharino, C. (2007). *Sustainable water quality management policy: the role of trading: the US experience (Vol. 10)*: Springer Science & Business Media.
- Piotrowski, A. P., Napiorkowski, M. J., Napiorkowski, J. J., & Osuch, M. (2015). Comparing various artificial neural network types for water temperature prediction in rivers. *Journal of hydrology*, 529, 302-315.
- PRAJITHKUMAR, S., VERMA, D., & SHWETA MAHAJAN, B. (2015). Application of YSA model for the prediction of Water Quality Index. *International Journal of Engineering Research and General Science*, 3(1).
- Prasad, M. B. K., Long, W., Zhang, X., Wood, R. J., & Murtugudde, R. (2011). Predicting dissolved oxygen in the Chesapeake Bay: applications and implications. *Aquatic sciences*, 73(3), 437-451. doi: 10.1007/s00027-011-0191-x

- Ranković, V., Radulović, J., Radojević, I., Ostojić, A., & Čomić, L. (2010). Neural network modeling of dissolved oxygen in the Gruža reservoir, Serbia. *Ecological Modelling*, 221(8), 1239-1244.
- Ranković, V., Radulović, J., Radojević, I., Ostojić, A., & Čomić, L. (2012). Prediction of dissolved oxygen in reservoirs using adaptive network-based fuzzy inference system. *Journal of hydroinformatics*, 14(1), 167-179.
- Rostami, M., Monaco, S., Sacco, D., Grignani, C., & Dinuccio, E. (2015). Comparison of ammonia emissions from animal wastes and chemical fertilizers after application in the soil. *International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture*, 4(2), 127-134. doi: 10.1007/s40093-015-0092-4
- Rubio-Arias, H., Contreras-Caraveo, M., Quintana, R. M., Saucedo-Teran, R. A., & Pinales-Munguia, A. (2012). An overall water quality index (WQI) for a man-made aquatic reservoir in Mexico. *International journal of environmental research and public health*, 9(5), 1687-1698.
- Saeedi, M., Abessi, O., Sharifi, F., & Meraji, H. (2010). Development of groundwater quality index. *Environ Monit Assess*, 163(1-4), 327-335. doi: 10.1007/s10661-009-0837-5
- Saha, P. (2010). Assessment of Water Quality of Damodar River by Water Quality Index Method. *Indian Chemical Engineer*, 52(2), 145-154. doi: 10.1080/00194506.2010.485967
- Sahoo, G. B., Ray, C., Mehnert, E., & Keefer, D. A. (2006). Application of artificial neural networks to assess pesticide contamination in shallow groundwater. *Science of the total environment*, 367(1), 234-251.
- Sahoo, M. M., Patra, K., & Khatua, K. (2015). Inference of Water Quality Index Using ANFIA and PCA. *Aquatic Procedia*, 4, 1099-1106.
- Said, A., Stevens, D. K., & Sehlke, G. (2004). An innovative index for evaluating water quality in streams. *Environ Manage*, 34(3), 406-414. doi: 10.1007/s00267-004-0210-y
- Sakthivel, Ravichandran, P., & N, A. A. (2016). Modeling and Prediction of flexural strength of hybrid mesh and fiber reinforced cement- based composites using Artificial Neural Network (YSA). *international journal of Geotech.,Const.Mat. and Environmental*, 10(1), 1623-1635. doi: 2186-2990
- Sappa, G., Ergul, S., & Ferranti, F. (2013). Water quality assessment of carbonate aquifers in southern Latium region, Central Italy: a case study for irrigation and drinking purposes. *Applied Water Science*, 4(2), 115-128. doi: 10.1007/s13201-013-0135-9

- Sarda, P., & Sadgir, P. (2015). Computation of Water Quality Parameters and Prediction Tool YSA for Modeling of Water Quality of Reservoir. *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology*, Vol. 4(2347-6710).
- Sarkar, A., & Pandey, P. (2015). River Water Quality Modelling Using Artificial Neural Network Technique. *Aquatic Procedia*, 4, 1070-1077.
- Satinder_Ahuja. (2009). *Handbook of water purity and quality* Ahuja Academy of Water Quality, UNCW, Calabash, NC, USA.
- Semiromi, F. B., Hassani, A., Torabian, A., Karbassi, A., & Lotfi, F. H. (2011). Water quality index development using fuzzy logic: A case study of the Karoon River of Iran. *African Journal of Biotechnology*, 10(50), 10125-10133.
- Sensoy, S., Demircan, M., ULUPINAR, Y., & BALTA, İ. (2008). Climate of Turkey. *Climate of Turkey. 2007. Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü*, 13 Feb. 2009< <http://www.dmi.gov.tr/index.aspx>.
- Seyam, M., & Mogheir, Y. (2011). Application of Artificial Neural Networks Model as Analytical Tool for Groundwater Salinity. *Journal of Environmental Protection*, 02(01), 56-71. doi: 10.4236/jep.2011.21006
- Sharpley, A. N., Chapra, S., Wedepohl, R., Sims, J., Daniel, T. C., & Reddy, K. (1994). Managing agricultural phosphorus for protection of surface waters: Issues and options. *Journal of Environmental Quality*, 23(3), 437-451.
- Singh, K. P., Basant, A., Malik, A., & Jain, G. (2009). Artificial neural network modeling of the river water quality—a case study. *Ecological Modelling*, 220(6), 888-895.
- Sivri, N., Kilic, N., & Ucan, O. N. (2007). Estimation of stream temperature in Firtina Creek (Rize-Turkiye) using artificial neural network model. *Journal of Environmental Biology*.
- Srinivas, R., Bhakar, P., & Singh, A. P. (2015). Groundwater Quality Assessment in Some Selected Area of Rajasthan, India Using Fuzzy Multi-criteria Decision Making Tool. *Aquatic Procedia*, 4, 1023-1030. doi: 10.1016/j.aqpro.2015.02.129
- Srinivasan, Dipti Liew, & AC Chang, C. (1994). A neural network short-term load forecaster. *Electric Power Systems Research*, 28(3), 227-234.
- Sriyasak, P., Chitmanat, C., Whangchai, N., Promya, J., & Lebel, L. (2015). Effect of water de-stratification on dissolved oxygen and ammonia in tilapia ponds in

Northern Thailand. *International Aquatic Research*, 7(4), 287-299. doi: 10.1007/s40071-015-0113-y

Swingler, K. (1996). *Applying neural networks: a practical guide*: Morgan KaufmYSA.

Tasdemir, Y., Kolay, E., & Kayabali, K. (2012). Comparison of three artificial neural network approaches for estimating of slake durability index. *Environmental earth sciences*, 68(1), 23-31. doi: 10.1007/s12665-012-1702-3

Taylan, D., & Küçükyaman, D. (2011). Artificial neural networks for precipitation prediction: A case study on Eğirdir. Paper presented at the Innovations in Intelligent Systems and Applications (INISTA), 2011 International Symposium on.

Tebbutt, T. H. Y. (1997). *Principles of water quality control*.

Thair, S., MJ, A. H., & Ayad, S. (2014). Prediction of water quality of euphrates river by using artificial neural network model (spatial and temporal study). *International Research Journal of Natural Sciences*, 2(3), 25-38.

Tong, S. T., & Chen, W. (2002). Modeling the relationship between land use and surface water quality. *Journal of environmental management*, 66(4), 377-393.

Tsutsui, I., Miyoshi, T., Aue-umneoy, D., Songphatkaew, J., Meeanan, C., Klomkling, S., . . . Hamano, K. (2015). High tolerance of *Chaetomorpha* sp. to salinity and water temperature enables survival and growth in stagnant waters of central Thailand. *International Aquatic Research*, 7(1), 47-62. doi: 10.1007/s40071-014-0092-4

UNICEF. (2008). *UNICEF HANDBOOK ON WATER QUALITY*. United Nations Children's Fund (UNICEF), New York, 2008.

Verma, A., & Singh, T. (2013). Prediction of water quality from simple field parameters. *Environmental earth sciences*, 69(3), 821-829.

Vladimir, N., & Olem, H. (1994). *Water quality prevention, identification and management of diffuse pollution*: Van Nostrand Reinhold, New York, NY pp29.

Wanda, E. M., Gulula, L. C., & Phiri, G. (2012). Determination of characteristics and drinking water quality index in Mzuzu City, Northern Malawi. *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C*, 50, 92-97.

Wechmongkhonkon, S. P., & N Areerachakul, S. (2012). Application of Artificial Neural Network to Classification Surface Water Quality. *World Academy of Science, Engineering and Technology, International Journal of Environmental, Chemical, Ecological, Geological and Geophysical Engineering*, 6(9), 574-578.

- WHO. (2011a). Guidelines for drinking-water quality (Vol. 38).
- WHO. (2011b). Guidelines for Drinking-water Quality FOURTH EDITION.
- Wills, M., & Irvine, K. N. (1996). Application of the National Sanitation Foundation Water Quality Index in Cazenovia Creek, NY, Pilot Watershed Management project. *Middle States Geographer*, 1996, 95-104.
- Wu, W., Dandy, G. C., & Maier, H. R. (2014). Protocol for developing YSA models and its application to the assessment of the quality of the YSA model development process in drinking water quality modelling. *Environmental Modelling & Software*, 54, 108-127.
- Yesilnacar, M. I., Sahinkaya, E., Naz, M., & Ozkaya, B. (2008). Neural network prediction of nitrate in groundwater of Harran Plain, Turkey. *Environmental Geology*, 56(1), 19-25.
- Yisa, J., & Jimoh, T. (2010). Analytical studies on water quality index of river Landzu. *American Journal of Applied Sciences*, 7(4), 453.
- Zandbergen, P. A., & Hall, K. J. (1998). Analysis of the British Columbia water quality index for watershed managers: A case study of two small watersheds. *Water Qual. Res. J. Canada*, 33(4).
- Zhang, Q., & Stanley, S. J. (1997). Forecasting raw-water quality parameters for the North Saskatchewan River by neural network modeling. *Water research*, 31(9), 2340-2350.
- Zhao, Y., Nan, J., Cui, F.-y., & Guo, L. (2007). Water quality forecast through application of BP neural network at Yuqiao reservoir. *Journal of Zhejiang University SCIENCE A*, 8(9), 1482-1487.



EKLER

- EK 1** **Kastamonu belediyesine ait verilerin elde edilmesi ile ilgili yazı**
EK 2 **Su Kalitesi Verileri (Excel (2008) Formatında Saklı ve Matlab**
 (2014a) Programı ile Bağlantılı)
EK 3 **İstasyonlara ait ölçüm sonuçları (2015-2016)**

- EK 4** **Örnekleme noktalarının istatistikleri (S1, S2, S3, S4, S5, and S6)**
EK 5 **Örnekleme noktalarına ait tüm parametrelerin in korelasyon değerleri (S1, S2, S3, S4, S5, S6)**
EK 6 **(7) ve (8) nolu örnekleme noktalarındaki tüm parametrelere ait istatistikler**



- EK 1** **Kastamonu belediyesine ait verilerin elde edilmesi ile ilgili yazı**

T.C.
KASTAMONU BELEDİYE BAŞKANLIĞI
Su ve Kanalizasyon Müdürlüğü

Sayı : 29683207 -314.01-586
Konu : Veri Temini

24/03/2016

KASTAMONU ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜNE
Orman Fakültesi Dekanlığı
KASTAMONU

İlgi : 08.03.2016 tarih ve 22920991-199-E.1779 sayılı yazınız.

İlgi sayılı yazınızda Üniversiteniz Orman Fakültesi Orman Mühendisliği Bölümü Havza Yönetimi Anabilim Dalında yürütülen "Karaçomak Barajı Alt Havzalarında Su Kalitesi İndeksi Tahmininde Yapay Sinir Ağı Teknikleri Geliştirilmesi" ile ilgili Belediyemizden istenilen son 5 yıla (2011-2012-2013-2014-2015) ait debi ölçümleri ve Kastamonu Merkez İçmesuyu Arıtma Tesisinin su analiz sonuçları çıkartılarak yazımız ekinde gönderilmiştir.

Ahmet SEVGİLİOĞLU
Başkan a.
Başkan Yardımcısı

Bu evrak 5070 Sayılı Kanun gereğince E-İmza ile imzalanmıştır.
Bu belgenin kontrolü a870bf95-3ebf-45c0-b25b-b451fc6d3e77#0 belge takip no ile www.kastamonu.bel.tr - E-Belediye uygulaması üzerinden sağlanabilir.

Adres :Aktekke Mah.Barboros Cad.No:5 37200 KASTAMONU
Telefon:0366 214 10 48 Telefaks:0366 214 99 83
E-posta:kaski@kastamonu.bel.tr

Bilgi için:A.KARA-Kimya Müh.

EK 2 Su Kalitesi Verileri (Excel (2008) Formatında Saklı ve Matlab (2014a) Programı ile Bağlantılı)

		EC	PH.	temp	Turbo	Cl	NH4-N	NO3-N	NO2-N	PO4	SO4	Fe	Mn
Before treatment 2015	January	406	8.2	8.7	3.34	3.2	0.01	0.004	0.01	0.2	23	0.01	0.045
	February	408	8.33	9.3	5.23	3.4	0.01	0.003	0.01	0.04	23	0.04	0.048
	March	412	8.49	9.8	5.06	3.8	0	0.003	0.01	0.03	21.5	0.02	0.03
	April	402	8.41	12.1	10.6	3.7	0	0.002	0.01	0.12	21	0.02	0.038
	May	404	8.1	12.6	3.87	3.3	0.04	0.003	0.01	0.01	22	0.02	0.044
	June	407	7.96	13	2.5	3.2	0.09	0.006	0.01	0.06	21	0.1	0.038
	July	428	7.64	12.8	1.7	2.8	0.09	0.006	0.01	0.06	22	0.08	0.046
	August	445	7.49	16.2	3.1	3.8	0.05	0.004	0.01	0.06	20	0.05	0.086
	September	475	7.8	19.1	2.54	3.2	0.01	0.006	0.01	0.04	19	0.04	0.035
	October	483	7.93	18	2.7	3.1	0.01	0.006	0.01	0.07	19	0.05	0.05
	November	486	7.93	15.1	2.67	3.6	0.02	0.005	0.01	0.1	21	0.05	0.092
	December	480	7.84	11.6	3.39	3.8	0.01	0.006	0.01	0.01	20	0.03	0.11
After treatment 2015	January	408	7.98	8.3	0.61	4.5	0	0.01	0.05	0.02	24	0.01	0.025
	February	415	8.02	8.7	0.9	4.5	0.03	0.01	0.004	0.06	25	0.03	0.023
	March	417	8.1	9.7	0.9	5.4	0	0.01	0.007	0	24	0.01	0.021
	April	404	8.1	12	1.16	5.4	0	0.01	0.004	0.11	23	0.01	0.026
	May	406	7.96	12.6	0.81	5	0	0.01	0.002	0.01	23	0.01	0.026
	June	407	7.96	13	0.36	4.7	0	0	0.002	0.02	22	0.05	0.023
	July	429	7.8	13.6	0.5	4	0	0.01	0.006	0.04	23.4	0.02	0.025
	August	455	7.7	16.2	0.42	4.8	0	0.01	0.005	0.01	21	0.03	0.047
	September	449	7.86	19.5	0.71	5.7	0	0.01	0.003	0.05	20	0.03	0.023
	October	493	7.93	18	0.55	4.5	0	0.01	0.003	0.02	20	0.02	0.048
	November	495	7.8	14.7	0.24	4.9	0.01	0	0.003	0.07	22	0.01	0.022
	December	490	7.86	10.7	0.33	5.3	0.01	0.01	0.003	0	21	0.01	0.034
Before treatment 2014	January	406	8.62	18	4.1	3.9	0.02	0.01	0.004	0.03	20	0.07	0.078
	February	408	8.29	19	3.15	4	0.04	0.01	0.003	0.04	21	0.06	0.075
	March	412	8.21	19.3	4.9	3.8	0.04	0	0.003	0.04	21	0.08	0.92
	April	402	8.18	20	5.52	3.6	0.03	0	0.003	0.02	23	0.08	0.085
	May	404	7.83	20	4.23	3.3		0.01	0.005	0.04	23	0.09	0.041
	June	407	8.26	18	3.8	3.2		0	0.003	0.05	24	0.1	0.027
	July	428	8.2	16.7	2.6	2.7	0.05	0	0.003	0.04	23	0.17	0.022
	August	445	8.17	16.4	3.16	3.7	0.06	0.01	0.003	0.04	25	0.03	0.014
	September	475	8.14	16.6	2.29	3.2	0.03	0.01	0.004	0.04	24	0.07	0.02
	October	483	8.12	16.8	4.44	3.7	0.01	0.01	0.004	0.04	23	0.04	0.036
	November	486	8	17.8	1.7	3.9	0.02	0.01	0.005	0.04	23	0.02	0.04
	December	480	7.98	19	3.54	3.3	0	0.03	0.002	0.02	22	0.01	0.059
Ek 2'nin devamı	January	408	8.01	18	0.64	4.6	0.04	0.01	0.002	0.03	24	0.01	0.023
	February	415	8.03	19.2	0.54	5.3	0.02	0	0.002	0.04	25	0.01	0.02

After treatment 2014	March	417	8.08	19.5	0.8	5.3	0.04	0.01	0.002	0.05	24	0.05	0.028
	April	404	8.05	20.2	0.45	4.8	0.04	0	0.001	0.014	25	0.04	0.027
	May	406	7.99	20.3	0.61	4.5		0.01	0.002	0.02	24	0.03	0.027
	June	407	8.07	18	0.8	6.7		0	0.002	0.03	25	0.04	0.022
	July	429	8.1	16.9	0.84	4.2	0.06	0	0.005	0.04	24	0.03	0.018
	August	455	8.07	16.4	0.69	5.7	0.07	0.01	0.003	0.04	24	0.02	0.012
	September	449	8.12	16.6	0.71	4.8	0.05	0.01	0.004	0.04	25	0.01	0.013
	October	493	7.93	16.7	0.68	4.8	0.03	0.01	0.003	0.05	26	0.01	0.018
	November	495	8	17.8	0.35	4.2	0.06	0.01	0.005	0.05	24	0.01	0.02
	December	490	7.91	19	0.73	4.3	0.04	0	0.003	0	24	0.01	0.029
Before treatment 2013	January	406	7.93	19.5	3.68	4.7	0.02	0.09	0.003	0.03	25	0.04	0.05
	February	408	8.14	19.4	4.06	4.5	0.04	0.08	0.004	0.03	26	0.08	0.04
	March	412	8.24	19.2	8.47	4	0.03	0.07	0.003	0.04	27	0.1	0.05
	April	402	7.87	19	7.5	3.8	0.03	0.07	0.002	0.04	27	0.11	0.05
	May	404	7.6	19	1.6	2.9	0.07	0.13	0.006	0.05	23	0.08	0.02
	June	407	7.96	19.5	2	3.4	0.05	0.17	0.004	0.04	23	0.02	0.028
	July	428	8.1	19.4	3.4	3.7	0.04	0.17	0.003	0.04	22	0.03	0.088
	August	445	7.6	18.1	4.8	3.8	0.08	0.06	0.016	0.06	21	0.04	0.212
	September	475	7.98	17.1	2.1	3.4	0.04	0.02	0.003	0.03	23	0.015	0.016
	October	483	7.96	17.4	2.6	3	0.06	0.02	0.003	0.05	22	0.04	0.02
	November	486	7.97	17.7	4	3.2	0.03	0.02	0.004	0.04	22	0.06	0.06
	December	480	7.97	17.1	3.39	3.3	0.03	0.03	0.004	0.05	22	0.05	0.04
After treatment 2013	January	408	7.9	19.5	0.3	4.7	0	0.03	0.003	0.03	25	0.02	0.024
	February	415	7.9	19.4	0.4	4.5	0.01	0.04	0.002	0.01	26	0.04	0.02
	March	417	8	19.2	0.67	4	0.02	0.04	0.001	0.04	27	0.05	0.025
	April	404	8.05	19	0.6	3.8	0.04	0.1	0.003	0.03	27	0.02	0.02
	May	406	8.1	19	0.4	2.9	0.05	0.11	0.005	0.04	23	0.04	0.014
	June	407	8.2	19.5	0.45	3.4	0.06	0.2	0.004	0.04	23	0.02	0.012
	July	429	8	19.4	0.5	3.7	0.02	0.17	0.004	0.04	22	0.01	0.062
	August	455	7.7	18.1	0.85	3.8	0.08	0.05	0.003	0.03	21	0.01	0.175
	September	449	8	17.1	0.72	3.4	0.06	0.02	0.004	0.04	23	0.015	0.015
	October	493	8	17.4	0.73	3	0.07	0.02	0.003	0.03	22	0.01	0.019
	November	495	7.93	17.7	0.5	3.2	0.06	0.01	0.003	0.02	22	0.02	0.023
	December	489	7.97	17.1	0.4	3.3	0.05	0.02	0.003	0.02	22	0.01	0.02
Before treatment 2012	January	406	8.28	19.5	2.57	4.7	0.02	0.09	0.003	0.03	25	0.04	0.05
	February	408	8.16	19.4	1.31	4.5	0.04	0.08	0.004	0.03	26	0.02	0.033
	March	412	8.21	19.2	1.22	4	0.03	0.07	0.003	0.04	27	0.02	0.04
	April	402	8.17	19	9.84	3.8	0.03	0.07	0.002	0.04	27	0.11	0.077
	May	404	7.95	19	1.72	2.9	0.07	0.13	0.006	0.05	23	0.02	0.032
	June	407	7.96	19.5	3.58	3.4	0.05	0.5	0.005	0.13	21	0.02	0.049
	July	428	7.86	19.4	2.74	3.7	0.04	0.3	0.003	0.06	19	0.03	0.042
	Ek 2'nin devamı												

	August	445	7.81	18.1	4.07	3.8	0.08	0.06	0.016	0.06	21	0.04	0.06
	September	475	8.37	17.1	2	3.7	0	0.03	0.006	0.23	22	0.02	0.026
	October	483	8.4	17.4	3.24	3	0.06	0.02	0.003	0.05	22	0.04	0.02
	November	486	8.3	17.7	2.58	3.2	0.03	0.02	0.004	0.04	22	0.06	0.06
	December	480	7.89	17.1	4.33	3.3	0.03	0.03	0.004	0.05	22	0.04	0.126
After treatment 2012	January	408	8.14	19.2	0.43	5.7	0	0.03	0.003	0.03	25	0.02	0.02
	February	415	7.82	19.2	0.29	5.8	0.01	0.04	0.002	0.01	25	0.01	0.015
	March	417	7.98	19.2	0.35	5.5	0.02	0.04	0.003	0.04	26	0.01	0.016
	April	404	8.03	19.3	0.75	6	0.04	0.5	0.004	0.03	26	0.02	0.034
	May	406	7.99	18.5	0.51	4.8	0.05	0.3	0.004	0.04	24	0.02	0.017
	June	407	7.98	19.3	0.59	4.8	0.06	0.2	0.005	0.04	22	0.01	0.024
	July	429	7.92	19.3	0.47	4.6	0.02	0.03	0.004	0.04	23	0.02	0.03
	August	455	7.9	19.5	0.47	5.2	0.08	0.05	0.003	0.03	24	0.01	0.028
	September	449	8.31	19	0.51	5.2	0.06	0.02	0.003	0.04	24	0.02	0.015
	October	493	8.27	18.7	0.51	5.2	0.07	0.02	0.003	0.03	23	0.01	0.019
	November	495	8.24	18.6	0.44	4.5	0.06	0.01	0.003	0.02	23	0.02	0.023
	December	490	7.95	19	0.36	4.4	0.05	0.02	0.003	0.03	23	0.01	0.047
Before treatment 2011	January	406	8.13	19	4	3.8	0.03	0.09	0.003	0.03	25	0.02	0.044
	February	408	8.29	19.5	2.61	3.4	0.02	0.06	0.003	0.04	25	0.03	0.038
	March	412	8.35	19.2	4.89	3.7	0.02	0.08	0.004	0.06	23	0.02	0.042
	April	402	8.2	19.5	4.5	4.5	0.02	0.1	0.004	0.08	25	0.03	0.043
	May	404	7.97	18.5	2.6	3.9	0.02	0.1	0.004	0.07	25	0.02	0.044
	June	407	7.9	19.5	0.82	3.2	0.02	0.09	0.004	0.03	25	0.03	0.032
	July	428	7.8	19	1.44	4.2	0.03	0.1	0.005	0.04	23	0.04	0.052
	August	445	7.75	18.1	2.49	3.7	0.02	0.1	0.004	0.06	24	0.03	0.104
	September	475	7.68	19.5	1.61	3.5	0	0.1	0.003	0.04	27	0.03	0.029
	October	483	7.89	18.1	1.35	3.7	0.02	0.17	0.006	0.04	26	0.05	0.026
	November	486	7.98	17.7	2.11	2.9	0.02	0.05	0.003	0.05	24	0.05	0.02
	December	480	8.05	18.5	1.99	3.3	0.02	0.02	0.004	0.04	24	0.03	0.06
After treatment 2011	January	408	8.08	19	0.2	3.5	0	0.1	0.003	0.04	25	0.2	0.05
	February	415	7.74	19.1	0.35	3.5	0	0.1	0.004	0.05	26	0.01	0.018
	March	417	8.11	19	0.54	3.3	0	0.1	0.003	0.03	25	0.01	0.016
	April	404	8.05	19	0.49	3.9	0	0.1	0.004	0.03	26	0.02	0.022
	May	406	8.01	5	0.55	4.2	0	0.1	0.003	0.03	25	0.02	0.018
	June	407	8.02	19.1	0.44	4.1	0	0.1	0.004	0.02	24	0.01	0.018
	July	429	8.03	19.2	0.5	4.4	0	0.18	0.005	0.03	23	0.01	0.012
	August	455	7.97	19	0.43	4.5	0.01	0.1	0.002	0.06	24	0.05	0.019
	September	449	8.1	19.3	0.38	5.5	0.01	0.1	0.002	0.04	24	0.02	0.032
	October	493	7.94	19	0.36	4.5	0	0.18	0.003	0.02	23	0.01	0.018
	November	495	8.32	19	0.38	4.6	0	0.1	0.003	0.03	24	0.05	0.018
	December	490	7.99	19	0.47	4.9	0	0.1	0.002	0.04	24	0.03	0.015

Ek 2'nin devamı



Ek 3. İstasyonlara ait ölçüm sonuçları (2015-2016)

station 1 (S1)

month	EC	PH.	temp	turbidity	T. Ha	T. alk	DO	BOD	COD	NH4-N	NO3-N	NO2-N	PO4-P	WQI
Sep 2015	443	8.63	19.8	2.96	93.1	28.8	7.49	4.3	15.3	0.027	0.09	0.004	0.08	17.6
Sep 2015	439	8.57	19.4	2.01	92.7	28.9	7.34	4.9	15.43	0.03	0.09	0.005	0.09	18.7
Sep 2015	437	8.58	19.1	3.3	92.5	29.03	7.4	4.6	15	0.025	0.1	0.004	0.08	17.3
Nov 2015	459	8.67	10.3	2.89	92.2	29.04	7.44	3	8.48	0.095	0.25	0.008	0.1	37.0
Nov 2015	463	8.69	10.9	2.48	91.9	29.1	7.39	2.8	8.39	0.09	0.3	0.008	0.11	35.6
Nov 2015	455	8.67	10.4	2.8	91.8	29	7.43	2.9	8.39	0.12	0.28	0.009	0.1	44.3
Jun 2016	464	8.51	5.9	2.12	97.7	29.2	8.64	14.8	6.4	0.13	0.3	0.012	0.04	53.5
Jun 2016	471	8.59	5.4	2.08	96.6	28.8	8.56	16.1	6.45	0.135	0.29	0.013	0.05	56.3
Jun 2016	462	8.55	5.8	2.21	96.4	28.85	8.59	15.8	6.41	0.136	0.32	0.009	0.05	56.3
Mar 2016	448	8.76	5.8	7.51	96.34	29.08	11.17	-	10.1	0.085	0.35	0.007	0.02	31.4
Mar 2016	456	8.77	5.3	6.65	95.9	29.2	11.61	-	9.95	0.08	0.29	0.007	0.023	29.5
Mar 2016	441	8.74	5.6	7.01	95.38	29.26	11.57	-	9.96	0.08	0.33	0.007	0.02	29.6
May 2016	439	8.62	11.9	3.96	94.1	28.77	11.23	2.1	3.1	0.08	0.35	0.006	0.039	30.1
May 2016	431	8.67	12	4.4	93.8	28.54	11.75	2.5	2.9	0.07	0.4	0.006	0.04	27.7
May 2016	440	8.69	11.4	4.2	93.9	28.71	11.5	3	2.1	0.08	0.38	0.007	0.04	30.9
July 2016	437	8.68	17.9	3	93.55	28.68	9.98	4.12	3.6	0.087	0.7	0.005	0.08	34.8
July 2016	433	8.64	18.3	3.4	93.8	28.9	10.2	4	3.1	0.09	0.65	0.005	0.075	35.6
July 2016	432	8.61	18.1	3.38	93.9	28.8	9.9	3.5	3	0.09	0.7	0.004	0.08	35.3

tion 2 (S2)

month	EC	PH.	temp	turbidity	T. Ha	T. alk	DO	BOD	COD	NH4-N	NO3-N	NO2-N	PO4-P	WQI
Sep 2015	436	8.69	19.4	3.3	94.6	29.45	7.49	6.21	24.9	0.024	0.09	0.004	0.07	18.1
Sep 2015	430	8.67	19.3	3.1	94.3	29.39	7.52	6	24.7	0.03	0.11	0.0035	0.08	19.9
Sep 2015	431	8.72	19.5	3.15	94.25	29.4	7.4	6.3	24.7	0.026	0.1	0.004	0.07	18.7
Nov 2015	460	8.58	10.3	2.9	92.2	28.9	6.49	6.9	7.2	0.1	0.17	0.007	0.09	40.9
Nov 2015	456	8.61	9.9	2.5	91.8	28.6	6.45	6.5	7.11	0.095	0.2	0.008	0.08	38.7
Nov 2015	459	8.6	10.1	2.55	91.58	29	6.43	6.5	7.15	0.09	0.2	0.008	0.09	37.5
Jun 2016	475	8.49	4.7	2.69	94.9	29.89	8.95	18.8	3.65	0.138	0.33	0.009	0.05	59.1

Ek 3'ün devamı

Jun 2016	463	8.51	5.1	2.41	95.4	29.9	9.6	19.1	3.65	0.135	0.32	0.0095	0.05	58.3
----------	-----	------	-----	------	------	------	-----	------	------	-------	------	--------	------	------

Jun 2016	469	8.48	4.9	2.48	95.2	30.1	9.83	19.3	3.66	0.136	0.3	0.008	0.055	58.8
Mar 2016	439	8.91	5.4	8.4	94.93	28.6	12.9	-	11.97	0.023	0.4	0.001	0.01	13.2
Mar 2016	446	8.87	5.1	7.65	94.91	28.34	12.1	-	12.08	0.026	0.3	0.0095	0.02	14.2
Mar 2016	435	8.85	5.3	8	95.3	28.57	12.77	-	12.5	0.025	0.45	0.0095	0.02	14.0
May 2016	419	8.89	11.4	3.9	93.9	28.07	11.4	2.65	4.5	0.085	0.45	0.005	0.03	31.9
May 2016	426	8.84	11	3.03	94.1	28.2	10.9	2.56	4.2	0.087	0.36	0.005	0.03	32.0
May 2016	425	8.86	11.3	3.4	94	28.1	11.1	2.7	4.4	0.088	0.38	0.004	0.04	32.8
July 2016	430	8.78	17.9	3.5	94.2	30	10.5	4	7.63	0.087	0.65	0.004	0.077	34.9
July 2016	429	8.72	17.4	3.4	93.9	29.8	10.1	4.3	7.5	0.09	0.6	0.003	0.07	35.7
July 2016	433	8.73	17.6	3.55	93.95	29.87	10.4	4	7.11	0.09	0.6	0.004	0.06	35.3

Station 3 (S3)

month	EC	PH.	temp	turbidity	T. Ha	T. alk	DO	BOD	COD	NH4-N	NO3-N	NO2-N	PO4-P	WQI
February 2016	483	8.56	3	0.75	114.28	32.8	9.7	18	3.47	0.04	1.4	0.001	0.18	32.8
February 2016	481	8.61	2.9	0.19	118.6	33	9.3	18.6	3.4	0.03	1.35	0.002	0.19	30.5
February 2016	477	8.57	2.9	0.54	118.24	33.04	9.6	18.6	3.43	0.03	1.4	0.002	0.18	30.3
Mar 2016	459	8.63	5.5	0.25	128.9	32.3	10.4	-	2.91	0.02	0.4	0.001	0.07	10.0
Mar 2016	464	8.68	5.9	0.18	127.1	31.89	10.6	-	3	0.01	0.4	0.002	0.06	6.8
Mar 2016	457	8.65	5.7	0.2	127.4	31.9	10.3	-	2.9	0.02	0.35	0.001	0.09	10.6
April 2016	458	8.77	7.4	0.2	118.4	31.9	10.2	3.1	0.67	0.024	0.3	0.002	0.05	13.1
April 2016	455	8.72	7.3	0.23	119.6	31.9	9.9	3.4	0.5	0.025	0.33	0.002	0.04	13.3
April 2016	453	8.73	7.1	0.21	119.4	32.1	10.3	3.1	0.457	0.02	0.33	0.001	0.04	11.6

Station 4 (S4)

month	EC	PH.	temp	turbidity	T. Ha	T. alk	DO	BOD	COD	NH4-N	NO3-N	NO2-N	PO4-P	WQI
February 2016	423	8.43	3.1	0.88	93	37.09	9.4	27	2.85	0.03	1.1	0.001	0.9	56.3
February 2016	427	8.45	3	0.75	92.23	38	9.6	26.5	2.9	0.03	0.9	0.001	0.8	53.0
February 2016	425	8.4	3	0.79	92.4	38.09	9.8	24.6	2.9	0.04	0.9	0.001	0.87	56.4
Mar 2016	483	8.78	6.1	0.2	94.3	31.4	10.1	0	4.25	0.025	1.2	0.014	0.6	27.0

Ek 3'ün devamı

Mar 2016	478	8.81	6.3	0.16	94.25	30.2	10.4	0	4.32	0.02	1.15	0.01	0.65	26.8
----------	-----	------	-----	------	-------	------	------	---	------	------	------	------	------	------

Mar 2016	479	8.82	6	0.19	94.37	30.9	10.4	0	4.31	0.02	1.15	0.013	0.6	25.5
April 2016	468	8.92	7.3	0.149	93.9	32.3	10.1	6.5	0.9	0.027	0.88	0.015	0.08	17.9
April 2016	465	8.89	7.7	0.19	94.1	32.25	10.2	6.4	0.87	0.025	0.9	0.014	0.07	16.9
April 2016	465	8.9	7.8	0.2	94	32.3	10.2	6	0.6	0.03	0.9	0.02	0.08	18.5

station 5 (S5)														
month	EC	PH.	temp	turbidity	T. Ha	T. alk	DO	BOD	COD	NH4-N	NO3-N	NO2-N	PO4-P	WQI
Sep 2015	809	8.52	14.4	11.5	154.5	44.9	8.59	53	11.4	0.05	1.4	0.001	0.27	69.5
Sep 2015	806	8.56	14	11.41	155	44.8	8.51	55	11.45	0.049	1.5	0.001	0.2	68.8
Sep 2015	805	8.52	14.1	11.46	154.9	45.3	8.52	55	11.4	0.05	1.46	0.001	0.21	69.3
Nov 2015	769	8.71	7.4	11.9	153.5	43.7	9.46	14	125	0.055	0.7	0.002	0.33	46.0
Nov 2015	761	8.76	7.4	11.4	153.9	43.8	9.52	13.9	123	0.06	0.67	0.002	0.3	46.3
Nov 2015	762	8.7	7.2	11.6	153.8	43.3	9.44	13.9	125	0.053	0.7	0.002	0.35	45.7
Jun 2016	740	8.54	3.5	12.5	118.5	44	11.06	20	0.471	0.03	0.9	0.006	0.12	34.8
Jun 2016	737	8.51	3.4	12.6	118.6	43	11.1	21	0.48	0.027	1	0.006	0.11	34.4
Jun 2016	739	8.52	3.3	12.1	118.7	44	11	20	0.48	0.027	0.9	0.005	0.11	33.4
Mar 2016	714	8.79	10.1	17.9	95.6	39	10.11	-	4.58	0.35	1.8	0.006	0.08	116.5
Mar 2016	719	8.8	9.9	17.4	95.1	39.4	10.1	-	4.5	0.33	1.7	0.006	0.07	110.1
Mar 2016	715	8.8	9.9	17.9	95.1	39.3	10	-	4.5	0.33	1.7	0.005	0.07	110.3
May 2016	728	8.76	10.1	12.3	95.6	39.9	10.3	6.3	12.3	0.09	1.4	0.007	0.04	41.0
May 2016	730	8.74	10	12.4	95.4	39.8	10.2	5.9	12	0.09	1.45	0.006	0.05	41.0
May 2016	730	8.75	9.9	12	95.6	39.8	10.2	5.9	12.7		1.5	0.006	0.05	14.5
July 2016	758	8.7	16	12	96.7	38.7	9.7	16.7	7.3	0.06	0.7	0.002	0.08	40.4
July 2016	760	8.7	16.4	11.96	96.7	38.9	9.8	16.5	7.1	0.07	0.76	0.002	0.07	43.0
July 2016	760	8.69	15.9	11.96	96.6	39.1	9.8	16	7.6	0.06	0.75	-	0.07	39.6

Ek 3'ün devamı

Station 6 (S6)

month	EC	PH.	temp	turbidity	T. Ha	T. alk	DO	BOD	COD	NH4-N	NO3-N	NO2-N	PO4-P	WQI
Sep 2015	630	8.43	13.9	2.9	118.3	37.5	8.5	3	3.5	0.035	0.6	0.005	0.09	18.8
Sep 2015	635	8.48	13	2.5	117.8	37.4	8.9	3.1	3.66	0.03	0.5	0.005	0.08	16.8
Sep 2015	636	8.46	13.5	2.55	117.9	37.4	8.6	2.5	3.6	0.03	0.5	0.005	0.08	16.5
Nov 2015	635	8.73	6.9	2.5	119.8	37.9	9.08	4.61	15	0.013	0.3	0.004	0.28	18.8
Nov 2015	637	8.71	7	2.63	120.2	38.1	9	4.5	16.8	0.015	0.25	0.004	0.27	19.1
Nov 2015	637	8.76	6.83	2.6	120.3	38	9	4.65	16.8	0.015	0.3	0.003	0.27	19.3
Jun 2016	630	8.4	2.5	0.95	120.9	37.7	10.9	20	3.25	0.023	0.55	0.006	0.09	26.1
Jun 2016	621	8.39	3.8	1.15	119.5	37.6	11.05	23	3.27	0.025	0.5	0.005	0.1	29.3
Jun 2016	623	8.35	3.6	1.1	119.3		11	21	3.25	0.02	0.5	0.005	0.09	25.9
Mar 2016	549	9.05	6.9	11.58	104.9	37.4	11.25	-	2.68	0.018	0.3	0.002	0.06	14.9
Mar 2016	544	8.98	6.78	10.9	104.2	37.65	11	-	2.5	0.02	0.35	0.0025	0.065	15.3
Mar 2016	553	8.95	6.71	11.4	104.3	37.55	11.1	-	2.67	0.02	0.35	0.002	0.06	15.3
May 2016	560	8.71	9.58	2.6	112.6	38.2	10.2	4.6	3.7	0.06	0.4	0.003	0.05	25.9
May 2016	569	8.76	9.65	2.1	112.9	37.9	10	4.5	3.2	0.06	0.35	0.003	0.05	25.7
May 2016	568	8.79	9.4	2.3	112.8	37.9	10.1	4.5	3	0.05	0.4	0.003	0.04	22.6
July 2016	580	8.66	15.9	2.4	113.6	37.9	10.1	2.5	0.643	0.05	0.4	0.005	0.05	21.4
July 2016	586	8.61	15.6	2.1	112.7	37.5	9.9	2	0.6	0.06	0.35	0.005	0.05	23.8
July 2016	579	8.6	15.6	2.99	112.6	37.5	9.7	3.1	0.5	0.06	0.4	0.005	0.06	25.3

Ek 4. Örnekleme noktalarının istatistikleri (S1, S2, S3, S4, S5, and S6)

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
--	---	---------	---------	------	----------------

EC-	90	419.00	809.00	540.2778	123.76310
PH-	90	8.35	9.05	8.6739	.14497
temperature-	90	2.50	19.80	9.6328	5.02694
turbidity	90	.15	17.90	4.9119	4.75149
total hardness-	90	91.58	155.00	105.9096	17.13858
total alkalinity -	90	.00	45.30	33.6667	6.33285
Dissolved oxygen -	90	6.43	12.90	9.7646	1.36532
BOD-	90	.00	55.00	8.9633	11.31774
COD-	90	.46	125.00	10.3466	21.97126
NH4-N -	90	.000	.350	.06396	.061848
NO3-N -	90	.090	1.800	.62011	.435275
NO2-N -	90	.000	.020	.00526	.003698
PO4-P	90	.010	.900	.13416	.179702
WQI--	90	6.89	116.56	34.0284	20.75003
Valid N (list wise)	90				

Descriptive Statistics of sampling point (S1)

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Station 1 EC (S1)	18	431.0	471.0	447.222	12.6981
Station 1 PH (S1)	18	8.51	8.77	8.6467	.07162
Station 1 temperature (S1)	18	5.3	19.8	11.850	5.5722
Station 1 turbidity (S1)	18	2.0	7.5	3.687	1.7067
Station 1 T. Hardness (S1)	18	91.8	97.7	94.198	1.7830
Station 1 T. alkalinity (S1)	18	28.5	29.3	28.926	.2000
Station 1 dissolved oxygen (S1)	18	7.3	11.8	9.399	1.7628
Station 1 Bio-oxygen demand (S1)	15	2.10	16.10	5.8947	5.07429
Station 1 chemical oxygen demand (S1)	18	2.1	15.4	7.670	4.3980
Station 1 ammonium (S1)	18	.025	.136	.08500	.033294
Station 1 nitrate (S1)	18	.090	.700	.34278	.182073
Station 1 nitrite(S1)	18	.004	.013	.00700	.002567
Station 1 phosphate (S1)	18	.020	.110	.06206	.029465
Valid N (list wise)	15				

Ek 4'ün devamı

Descriptive Statistics of sampling point (S2)

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Station 2 EC (S2)	18	419.0	475.0	442.278	16.9941
Station 2 PH (S2)	18	8.48	8.91	8.7111	.14241
Station 2 temperature (S2)	18	4.7	19.5	11.422	5.7073
Station 2 turbidity (S2)	18	2.4	8.4	3.884	1.9509
Station 2 T. Hardness (S2)	18	91.6	95.4	94.079	1.1377
Station 2 T. alkalinity (S2)	18	28.1	30.1	29.121	.7164
Station 2 dissolved oxygen (S2)	18	6.4	12.9	9.574	2.1665
Station 2 Bio-oxygen demand (S2)	15	2.56	19.30	7.7213	6.06027
Station 2 chemical oxygen demand (S2)	18	3.7	24.9	9.923	7.3930
Station 2 ammonium (S2)	18	.023	.138	.07639	.040688
Station 2 nitrate (S2)	18	.090	.650	.33389	.172393
Station 2 nitrite(S2)	18	.001	.010	.00589	.002665
Station 2 phosphate (S2)	18	.010	.090	.05511	.025303
Valid N (list wise)	15				

Descriptive Statistics of sampling point (S3)

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Station 3 EC (S3)	9	453.0	483.0	465.222	11.8192
Station 3 PH (S3)	9	8.56	8.77	8.6578	.07293
Station 3 temperature (S3)	9	2.9	7.4	5.300	1.9046
Station 3 turbidity (S3)	9	.18	.75	.3056	.20057
Station 3 T. Hardness (S3)	9	114.3	128.9	121.324	5.1167
Station 3 T. alkalinity (S3)	9	31.9	33.0	32.314	.4967
Station 3 dissolved oxygen (S3)	9	9.3	10.6	10.033	.4301
Station3 Bio-oxygen demand (S3)	6	3.10	18.60	10.8000	8.32899
Station 3 chemical oxygen demand (S3)	9	.5	3.5	2.304	1.3403
Station 3 ammonium (S3)	9	.010	.040	.02433	.008456
Station 3 nitrate (S3)	9	.300	1.400	.69556	.517038
Station 3 nitrite(S3)	9	.001	.002	.00156	.000527
Station 3 phosphate (S3)	9	.040	.190	.10000	.064420
Valid N (list wise)	6				

Ek 4'ün devamı

Descriptive Statistics of sampling point (S4)

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Station 4 EC (S4)	9	423.0	483.0	457.000	24.8244
Station 4 PH (S4)	9	8.40	8.92	8.7111	.21843
Station 4 temperature (S4)	9	3.0	7.8	5.589	2.0251
Station 4 turbidity (S4)	9	.15	.88	.3899	.31482
Station 4 T. Hardness (S4)	9	92.2	94.4	93.617	.8426
Station 4 T. alkalinity (S4)	9	30.2	38.1	33.614	3.1739
Station 4 dissolved oxygen (S4)	9	9.4	10.4	10.022	.3492
Station4 Bio-oxygen demand (S4)	6	6.00	27.00	16.1667	10.83931
Station 4 chemical oxygen demand (S4)	9	.6	4.3	2.656	1.5290
Station 4 ammonium (S4)	9	.020	.040	.02744	.006126
Station 4 nitrate (S4)	9	.880	1.200	1.00889	.136331
Station 4 nitrite(S4)	9	.001	.020	.00989	.007149
Station 4 phosphate (S4)	9	.070	.900	.51667	.347239
Valid N (list wise)	6				

Descriptive Statistics of sampling point (S5)

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Station 5 EC (S5)	18	714.0	809.0	752.333	30.2830
Station 5 PH (S5)	18	8.51	8.80	8.6706	.10914
Station 5 temperature (S5)	18	3.3	16.4	10.161	4.3086
Station 5 turbidity (S5)	18	11.40	17.90	12.9050	2.25350
Station 5 T. Hardness (S5)	18	95.1	155.0	119.100	26.9019
Station 5 T. alkalinity (S5)	18	38.7	45.3	41.706	2.5257
Station 5 dissolved oxygen (S5)	18	8.5	11.1	9.856	.7880
Station 5 Bio-oxygen demand (S5)	15	5.90	55.00	22.2067	17.32428
Station 5 chemical oxygen demand (S5)	18	.5	125.0	26.737	45.1031
Station 5 ammonium (S5)	18	.000	.350	.09894	.111559
Station 5 nitrate (S5)	18	.670	1.800	1.16611	.411341
Station 5 nitrite(S5)	17	.001	.007	.00388	.002261
Station 5 phosphate (S5)	18	.040	.350	.14333	.104656
Valid N (list wise)	14				

Ek 4'ün devamı

Descriptive Statistics of sampling point (S6)

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Station 6 EC (S6)	18	544.0	637.0	598.444	35.7922
Station 6 PH (S6)	18	8.35	9.05	8.6567	.21049
Station 6 temperature (S6)	18	2.5	15.9	9.286	4.3426
Station 6 turbidity (S6)	18	.95	11.58	3.7361	3.52893
Station 6 T. Hardness (S6)	18	104.2	120.9	114.700	5.6277
Station 6 T. alkalinity (S6)	17	37.4	38.2	37.712	.2601
Station 6 dissolved oxygen (S6)	18	8.5	11.3	9.966	.9422
Station 6 Bio-oxygen demand (S6)	15	2.00	23.00	7.1707	7.40766
Station 6 chemical oxygen demand (S6)	18	.5	16.8	4.924	5.3031
Station 6 ammonium (S6)	18	.013	.060	.03356	.017912
Station 6 nitrate (S6)	18	.250	.600	.40556	.098352
Station 6 nitrite(S6)	18	.002	.006	.00403	.001242
Station 5 phosphate (S5)	18	.040	.280	.10194	.080753
Valid N (list wise)	14				

Ek 5. Örnekleme noktalarına ait tüm parametrelerin in korelasyon değerleri (S1, S2, S3, S4, S5, S6)

Pearson Correlation		EC- all samples	PH- all samples	temp - all samples	tur- all samples	T. Ha- all samples	T.alk- all samples	DO - all samples	BOD - all samples	COD - all samples	NH4- N all samples	NO3- N all samples	NO2- N-all samples	PO4- P all samples	WQI- - all samples
EC- all samples	Correlat ion Sig.(2- tailed) N	1 90	-.122 90	-.004 90	.711* 90	.598* 90	.704** 90	.006 90	.442* 90	.329* 90	.109 90	.518* 90	-.262* 90	.016 90	.363* 90
PH- all samples	Correlati on Sig. (2- tailed) N	-.122 90	1 90	.063 90	.250* 90	-.231* 90	.002 90	.367* 90	-.565* 90	.083 90	.048 90	-.012 90	.160 90	-.223* 90	-.203 90
temperat ure- all samples	Correlat ion Sig. (2- tailed) N	-.004 90	.063 90	1 90	.073 90	-.171 90	-.040 90	-.386* 90	-.122 90	.017 90	.089 90	-.164 90	-.163 90	-.296* 90	-.028 90
turbidity- all samples	Correlat ion Sig. (2- tailed) N	.711* 90	.250* 90	.073 90	1 90	.174 90	.526** 90	.208* 90	.165 90	.288* 90	.416* 90	.464* 90	-.213* 90	-.160 90	.510* 90
T. Ha - all samples	Correlat ion Sig. (2- tailed) N	.598* 90	-.231* 90	-.171 90	.174 90	1 90	.502** 90	-.011 90	.499* 90	.481* 90	-.284* 90	.189 90	-.456* 90	.099 90	.002 90
T.alk - all samples	Correlat ion Sig. (2- tailed) N	.704* 90	.002 90	-.040 90	.526* 90	.502* 90	1 90	-.006 90	.348* 90	.266* 90	.005 90	.451* 90	-.314* 90	.221* 90	.263* 90
DO - all samples	Correlat ion Sig. (2- tailed) N	.006 90	.367* 90	-.386* 90	.208* 90	-.011 90	-.006 90	1 90	-.200 90	-.139 90	-.076 90	.168 90	-.016 90	-.099 90	-.157 90
BOD- all samples	Correlat ion Sig. (2- tailed) N	.442* 90	-.565* 90	-.122 90	.165 90	.499* 90	.348** 90	-.200 90	1 90	.083 90	-.094 90	.387* 90	-.239* 90	.313* 90	.412* 90
COD- all samples	Correlat ion Sig. (2- tailed) N	.329* 90	.083 90	.017 90	.288* 90	.481* 90	.266* 90	-.139 90	.083 90	1 90	-.047 90	-.019 90	-.184 90	.179 90	.088 90
NH4-N - all samples	Correlat ion N	.109 90	.048 90	.089 90	.416* 90	-.284* 90	.005 90	-.076 90	-.094 90	-.047 90	1 90	.297* 90	.177 90	-.204 90	.836* 90

Ek 5'in devamı

Sig. (2- tailed) N	.307 90	.651 90	.406 90	.000 90	.007 90	.966 90	.47 5 90	.378 90	.65 9 90	.004 90	.09 6 90	.054 90	.000 90
--------------------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	----------------	------------	----------------	------------	----------------	------------	------------

NO3-N - all sample s	Correlation	.518*	-.012	-.164	.464*	.189	.451*	.168	.387*	-.019	.297*	1	-.020	.338*	.554*
	Sig. (2-tailed)	.000	.911	.121	.000	.075	.000	.114	.000	.862	.004		.854	.001	.000
	N	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90
NO2-N - all sample s	Correlation	-.262*	.160	-.163	-.213*	-.456*	-.314*	-.016	-.239*	-.184	.177	-.020	1	-.090	.013
	Sig. (2-tailed)	.013	.133	.124	.044	.000	.003	.883	.023	.083	.096	.854		.398	.900
	N	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90
PO4-P - all sample s	Correlation	.016	-.223*	-.296*	-.160	.099	.221*	-.099	.313*	.179	-.204	.338*	1	-.090	.175
	Sig. (2-tailed)	.878	.035	.005	.132	.351	.036	.351	.003	.091	.054	.001		.398	.099
	N	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90
WQI-- all sample s	Correlation	.363*	-.203	-.028	.510*	.002	.263*	-.157	.412*	.088	.836*	.554*	1	.175	1
	Sig. (2-tailed)	.000	.055	.795	.000	.982	.012	.140	.000	.409	.000	.000		.090	.099
	N	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

* . Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

Ek 6. (7) ve (8) nolu örnekleme noktalarındaki tüm parametrelere ait istatistikler

Descriptive Statistics

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
--	---	---------	---------	------	----------------

EC---data of Karaçomak dam 2011-2015	120	402.00	495.00	437.6583	34.34905
PH---data of Karaçomak dam 2011-2015	120	7.49	8.62	8.0238	.18887
Tem-----data of Karaçomak dam 2011-2015	120	5.00	20.30	17.4025	3.00963
Turbidity-----data of Karaçomak dam 2011-2015	120	.20	10.60	1.9997	1.99363
CL-----data of Karaçomak dam 2011-2015	120	2.70	6.70	4.0658	.82477
NH4-N-----data of Karaçomak dam 2011-2015	120	.0000	.0900	.028667	.0248672
NO3-N -----data of Karaçomak dam 2011-2015	120	.0000	.5000	.059533	.0835586
NO2-N -----data of Karaçomak dam 2011-2015	120	.0010	.0500	.004708	.0049678
PO4-P -----data of Karaçomak dam 2011-2015	120	.000	.230	.04262	.030576
SO4 ----data of Karaçomak dam 2011-2015	120	19.0000	27.0000	23.390833	1.9010831
Fe -----data of Karaçomak dam 2011-2015	120	.0100	.2000	.035250	.0311600
Mn -----data of Karaçomak dam 2011-2015	120	.0120	.9200	.045625	.0858484
WQI -----data of Karaçomak dam 2011-2015	120	15.95	267.00	52.6615	37.66054
Valid N (list wise)	120				

ÖZGEÇMİŞ

Adı-Soyadı

Idris Basher Imneisi SAAD



Doğum Yeri ve Yılı Benghazi / 1968
Medeni Hali Evli
Yabancı Dili İngilizce
E-Posta idrisimneisi@yahoo.com

Eğitim Durumu

Lisans (1991) Bachelor of Agricultural Sciences, water and soil Department from Omar Mukhtar University

Yüksek Lisans (2007) Master Degree of Environmental Engineering from Post Graduate Studies of Libyan Academy

Mesleki Deneyim

İş Yeri : 1994-2003: Central Laboratory for Water Analysis as a Chemical engineer
2003-2008: Head of Central Laboratory for Water Analysis
2008-2012: Benghazi Facilities as a general manager of Environmental Sanitation Office. 2011: Member of Environmental Emergency committee – Executive Office
2012 up to now: teaching staff member in high institute of science agriculture department of water technology

Yayımları :

Water Quality Index (WQI) for Main Source of Drinking Water (Karaçomak Dam) in Kastamonu City, Turkey. (2016) J Environ Anal Toxicology 6: 407.

Composition Analysis of Municipal Solid Waste A Case Study in Benghazi, Libya." Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology, 6(3): 387-395, 2018.

Status of Drinking Water in Kastamonu City: A Comparative Study Using Water Quality Index(WQI), Ammonia, Iron, Phosphate and Manganese Concentrations between (2011-2015).(conference paper)