

**NİLÜFER ÇAYI SU KİRLİLİĞİNİN YAPAY SİNİR AĞI
İLE DEĞERLENDİRİLMESİ**

Selma BOZDEMİR



T.C.
BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**NİLÜFER ÇAYI SU KİRLİLİĞİNİN YAPAY SİNİR AĞI İLE
DEĞERLENDİRİLMESİ**

Selma BOZDEMİR
0000-0002-7142-8544

Prof. Dr. Ayşe ELMACI
0000-0002-1762-1140
(Danışman)

YÜKSEK LİSANS TEZİ
ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

BURSA – 2019

TEZ ONAYI

Selma BOZDEMİR tarafından hazırlanan “Nilüfer Çayı Su Kirliliğinin Yapay Sınır Açında Değerlendirilmesi” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği/oy çokluğu ile Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı’nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman : Prof. Dr. Ayşe ELMACI

Başkan : Prof.Dr. Ayşe ELMACI
Bursa Uludağ Üniversitesi, Mühendislik
Fakültesi,
Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı

İmza

Üye : Doç Dr. Taner YONAR
Bursa Uludağ Üniversitesi, Mühendislik
Fakültesi,
Çevre Teknolojileri Anabilim Dalı

İmza

Üye : Dr. Öğretim Üyesi Aşkın Birgül
Bursa Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve
Doğa Bilimleri Fakültesi
Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı

İmza

Yukarıdaki sonucu onaylarım

Prof. Dr. Hüseyin Aksel EREN
Enstitü Müdürü

24/10/2019

U.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

beyan ederim.

24/09/2019

Selma BOZDEMİR

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

NİLÜFER ÇAYI SU KİRLİLİĞİNİN YAPAY SINIR AĞI İLE DEĞERLENDİRİLMESİ

Selma BOZDEMİR

Bursa Uludağ Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Ayşe ELMACI

Bu çalışmada, Bursa Büyükşehir Belediyesi Bursa Su ve Kanalizasyon İdaresi Genel Müdürlüğü (BUSKİ)'nden alınan, Nilüfer Çayına ait kirlilik parametreleri (pH, Sıcaklık (°C), İletkenlik, Nitrat Azotu (NO₃N) (mg/L), Bakır (Cu) (mg/L), Nikel (Ni) (mg/L), Kurşun (Pb) (mg/L), Çinko (Zn) (mg/L), Demir (Fe)(mg/L) ve Mangan (Mn) (mg/L) Yapay Sınır Ağı (YSA) analizine göre değerlendirilmiştir. Bu kapsamda Bursa 'daki Deliçay deresi, Ayvalı deresi, Hasanağa deresi ve Çayönü deresi ölçüm sonuçları alınmıştır. Neurosolution Yapay Sınır Ağı (YSA) programında Nilüfer Çayındaki kirlilik parametreleri ile pH, sıcaklık, NO₃-N ve Zn kolerasyon yaptırılarak birbirleri ile ilişkilerine bakılmıştır. Yapay Sınır Ağı (YSA) sonucu elde edilen r² sonucu 1 olduğu için karşılaştırılan bağımsız değişkenlerin (ph, sıcaklık, NO₃-N ve Zn) kirlilik parametreleri ile %100'ünü açıklayabileceği belirlenmiş olmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Nilüfer Çayı, Su Kirliliği, Yapay Sınır Ağı.
2019, vii + 42 sayfa.

ABSTRACT

MSc Thesis

EVALUATION OF NİLÜFER CREEK WATER POLLUTION WITH ARTIFICIAL NEURAL NETWORK

Selma BOZDEMİR

Bursa Uludağ University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Environmental Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Ayşe ELMACI

In the present study, the pollution parameters (pH, Temperature (°C), Conductivity, Nitrate Nitrogen (NO₃-N) (mg / L), Copper (Cu) (mg / L), Nickel (Ni) (mg / L), Lead (Pb) (mg / L), Zinc (Zn) (mg / L), Iron (Fe) (mg/L), Manganese (Mn) (mg/L) of the Nilufer Stream taken from the Bursa Metropolitan Municipality General Directorate of Water and Sewerage Administration (BUSKI) were evaluated according to Artificial Neural Network (ANN) analysis. In this context, the measurement result of Deliçay stream, Ayvalı stream, Hasanağa stream and Çayönü stream in Bursa. In the Neurosolution Artificial Neural Network (ANN) program, the pollution parameters in Nilüfer Creek and pH, temperature, NO₃-N and Zn were correlated and their relationships were examined. Since r² result is 1 as a result of Artificial Neural Network (ANN), it is determined that compared independent variables (pH, temperature, NO₃-N and Zn) can explain %100 of pollution parameters.

Key words: Nilüfer Creek, Water Pollution, Artificial Neural Network
2019, vii + 42 pages.

TEŞEKKÜR

Öncelikle tez konusunu seçmemde, çalışmamın her alanında bana yardımcı olan tez danışmanım Prof. Dr. Ayşe ELMACI ve Doç Dr. Taner YONAR'a, deneysel çalışmalarımın ve literatür araőtırmalarımın sürdürülmesinde yardımını esirgemeyen Araç. Gör. Dr. Nihan ÖZENGİN'e, sevgili arkadaşlarım Burcu UZUN, Fanar SHAKİR Fatma GÖÇ ve Melike Göç'e çalışmamda desteklerini esirgemedikleri için teşekkürlerimi sunarım. Yüksek lisans eğitimin boyunca karşılaőtığım zorluklar karşısında benden maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen, her zaman yanımda olan canım aileme teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Selma BOZDEMİR
24/09/2019

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ.....	v
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	vii
1. GİRİŞ.....	1
2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ARAŞTIRMASI.....	5
2.1.Nilüfer Çayında Su Kalitesi.....	5
2.2. Yapay Sinir Ağlarında Su Kalitesi İzlenmesi.....	6
2.3.Dünyada Yapılan Çalışmalarda Nehir Su Kalitesinin YAS’da İzlenmesi.....	7
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	2
3.1. Materyal.....	10
3.2. YÖNTEM.....	11
3.2.1. Yapay Sinir Ağları (YSA) ve İstatistiksel Modeller.....	11
3.2.2. Yapay Sinir Ağı Yöntemi.....	12
3.2.3. Yapay Sinir Ağlarını Öğrenme.....	13
3.2.4. Yapay Sinir Ağı Güç Sistemi.....	15
3.2.5. Yapay Sinir Ağı Modeli.....	15
3.2.6.. Yapay Sinir Ağı Avantajları.....	16
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	19
4.1.Nilüfer Çayı Numune Noktaları.....	19
4.2. Nilüfer Çayı Verilerinin Yapay Sinir Ağı (YSA) ile Değerlendirmesi.....	24
5. SONUÇ.....	29
KAYNAKLAR.....	31
ÖZGEÇMİŞ.....	33

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler	Açıklama
pH	Potansiyel Hidrojen
° C	Sıcaklık
NO ₃ -N	Nitrat Azotu
Cu	Bakır
Ni	Nikel
Pb	Kurşun
Zn	Çinko
Fe	Demir
Mn	Mangan
BOİ	Biyolojik Oksijen İhtiyacı
ÇO	Çözünmüş Oksijen
Kısaltmalar	Açıklama
BDAAT	Bursa Doğu Atık Su Arıtma Tesisi
BBAAT	Bursa Batı Atık Su Arıtma Tesisi
HOAAT	Hasanağa Organize Sanayi Atık Su Arıtma Tesisi
BUSKİ	Bursa Su ve Kanalizasyon İdaresi
YSA	Yapay Sinir Ağı
BOİ	Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı
KOİ	Kimyasal Oksijen İhtiyacı
ÇO	Çözünmüş Oksijen
MLP	Çok Katmanlı Algılayıcı

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 1.1. Nilüfer çayı ve kollarının harita üzerinde görünümü.....	2
Şekil 1.2. Nilüfer çayı havzası hidroloji haritası ve ölçüm yapılan istasyonlar	3
Şekil 3.1. Yapay sinir ağı çalışma sistemi.....	17
Şekil 4.1. Zamana karşı ortalama karesel hatayı gösteren grafik	24
Şekil 4.2. Çeşitli girdi için pH çıkışı grafiği	26
Şekil 4.3. Çeşitli girdi için sıcaklık çıkışı grafiği.....	26
Şekil 4.4. Çeşitli girdi için NO ₃ -N çıkışı grafiği.....	27
Şekil 4.4. Çeşitli girdi için Zn çıkışı grafiği.....	28

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 4.1. 2013-2014 yılları BDAAT deşarjından önce Deliçay deresi üzerinden alınan ölçüm sonuçları	19
Çizelge 4.2. 2013-2014 yılları BBAAT deşarjından önce Ayvalı deresi üzerinden alınan ölçüm sonuçları	20
Çizelge 4.3. 2013-2014 yılları BBAAT deşarjından sonra Ayvalı deresi üzerinden alınan ölçüm sonuçları	20
Çizelge 4.4. 2013-2014 yılları HOAAT deşarjı öncesi Hasanağa deresi üzerinden alınan Ölçüm sonuçları	21
Çizelge 4.5. 2013-2014 yılları HOAAT deşarjı sonrası Hasanağa deresi üzerinden alınan ölçüm sonuçları	21
Çizelge 4.6. 2013-2014 yılları Çayönü deresi üzerinden alınan ölçüm sonuçları	22
Çizelge 4.7. 2013-2014 yılları Nilüfer Çayı numune alınan ölçüm sonuçları	22
Çizelge 4.8. 2013-2014 yılları Çayönü deresi numune alınan ölçüm sonuçları ortalaması	23
Çizelge 4.9. Yapay Sinir Ağı (YSA) model ortalama kare hata verileri.....	24
Çizelge 4.10. Parametrelerin Yapay Sinir Ağı (YSA) performans değerleri.....	25

1. GİRİŞ

Bursa'nın en önemli su kaynaklarından birisi olan Nilüfer havzası kuzeybatı Anadolu'da bulunmaktadır. Nilüfer Deresi uzunluğu 168 km ve 40 ° 11 ' N enlem ve 29 ° 04 ' E boylamının kesiştiği noktada bulunan Bursa'nın sanayileşmiş kentini içerir. Bursa ilinin toplam yağış ortalaması 696,5 mm ve ortalama sıcaklık 14,6 ° C'dir. Yağış süresi eylül ve nisan ayları arasındadır. Nilüfer Deresi kentin içinden geçer ve kentin üst kısmına inşa edilen Doğancı barajı vasıtasıyla Bursa kentine içme suyu sağlar. Sadece Bursa'ya içme suyu sağlamakla kalmaz, Nilüfer Çayı ayrıca Ayvalı, Kaplıkaya, Gökdere, Cilimboz ve Deliçay dere gibi kolları ile şehirdeki tarımsal alanlara sulama suyu da sağlar (Güleryüz ve ark. 2008).

Nilüfer Çayı ve kolları, çeşitli yerlerdeki evsel, endüstriyel ve tarımsal atıklardan kaynaklanan organik ve inorganik kirleticiler tarafından kirletilmiştir. Havzasında iki milyondan fazla nüfusu ve yüzlerce sanayi nüfusu bulunan bir kent, havzanın başlıca kirlilik kaynakları olarak kabul edilmektedir. Birçok nokta ve dağınık kirlilik kaynağı akışı etkiler. Havzadaki ana nokta kirliliği kaynakları kentsel ve endüstriyel atık su deşarjları ve katı atık depolama alanlarıdır. Ayrıca, tarımsal faaliyetler (gübre ve böcek ilacı kullanımı), hayvancılık faaliyetleri, arazi kullanımı ve atmosferik ulaşım havzadaki yaygın kirlilik kaynaklarıdır (Anonim 2014).

Bursa Doğu Atık su Arıtma Tesisi (BDAAT), kentin doğu havzasındaki evsel atık suların arıtılması amacıyla hizmet etmektedir. Bu tesisin Nilüfer deresi üzerine arıtım yapmadan önce ve sonraki değerleri Nilüfer çayının ana kollarından birisi olan Deliçay deresi mevkiine deşarj edilmektedir.

Bursa Batı Atık su Arıtma Tesisi (BBAAT), kentin batı havzasındaki evsel atık suların arıtılması amacıyla hizmet etmektedir. Bu tesisin Nilüfer deresi üzerine arıtım yapmadan önce ve sonraki değerleri Nilüfer çayının kollarından birisi olan Ayvalı deresi mevkiine deşarj edilmektedir.

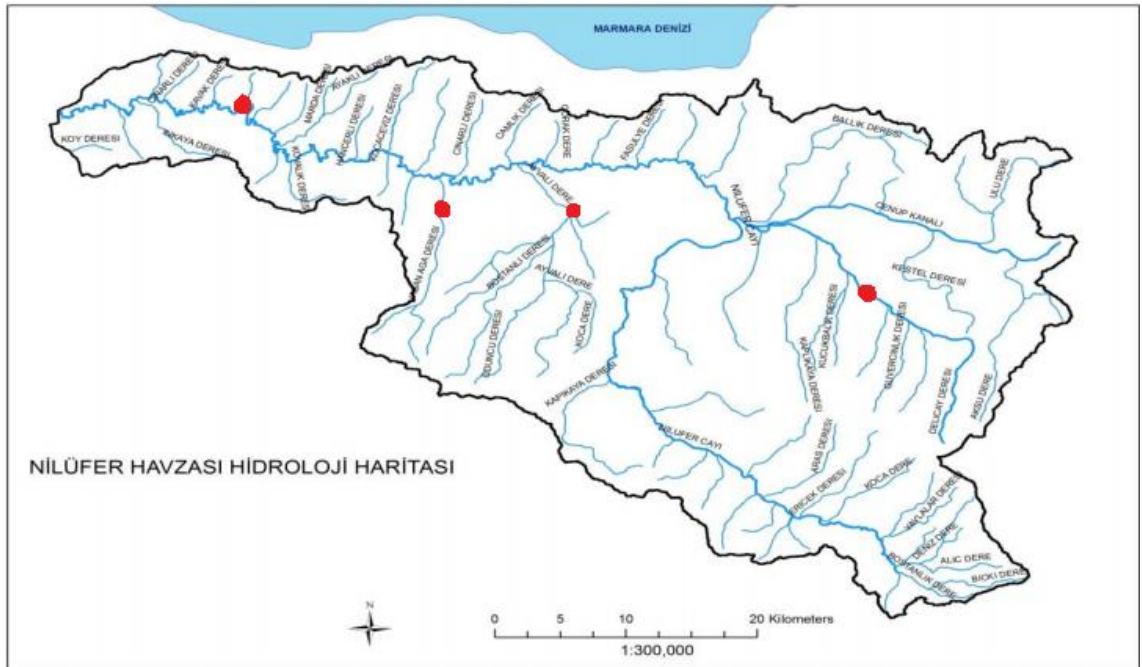
Bursa çevresinde birçok sanayi bölgesi olduğu için atıklar Nilüfer Çayına atılıyor ve yedi ana noktada kolları bulunmaktadır. Sanayi faaliyetleri ana sanayi bölgelerinde; Bursa Organize Sanayi Bölgesi, Demirtaş Organize Sanayi Bölgesi, Nilüfer Organize Sanayi Bölgesi, Gürsu, Hasanağa, Kestel Organize Sanayi Bölgeleri ve Yıldırım Sanayi Binası gibi küçük sanayi bölgelerinde gerçekleşmektedir. Önemli miktarda endüstriyel atık, işlem görmeden doğrudan Nilüfer Deresi'ne dökülür (Gülyüz ve ark. 2008).



Şekil 1.1. Nilüfer Çayı ve kollarının harita üzerinde görünümü

Türkiye’de çevre kirliliği uzun süredir yaşanıyor, nüfus ve plansız sanayileşme ve hızlı artışlar kirliliğin en önemli etkisi. Nilüfer çayının etrafında bulunan göl ve lagünler bu kirlilikten etkilenmektedirler. Çevre kirliliği Türkiye’nin sanayileşmiş bölgede halk sağlığının büyük sorunudur. Nilüfer deresi 168 km uzunlukta olarak Marmara denizine dökülmektedir. Bu nedenle Nilüfer deresi havzasındaki tarım alanlarının sulanması ve avlanma insan sağlığını, ekonomiyi tehdit etmektedir (Dere ve ark. 2006).

Nilüfer Çayının başlıca kirletici kaynaklarını noktasal kaynaklar oluşturmaktadır. Ağırlıklı olarak organize sanayi bölgesinden ve belediye atık su arıtma tesislerinden arıtılmamış atık su deşarjlarından da kaynaklanmaktadır. Nilüfer çayındaki su kalitesinin temel sorunu ötrofikasyon ve oksijen tükenmesidir. Nilüfer çayı kaynağını Uludağ'dan almakta ve Marmara denizine dökülmektedir. Nilüfer çayı Marmara denizine giderken birçok kolu bulunmaktadır (Karaer ve Küçükbalı 2006).



Şekil 1.2 Nilüfer Çayı alt havzası hidroloji haritası ve ölçüm yapılan istasyonlar

Şekil 1.2’de belirtilen istasyon noktaları sağdan başlamak üzere şu şekildedir; Bursa Doğu Atık Su Arıtma Tesisi (BBAAT), Bursa Batı Atık Su Arıtma Tesisi (BBAAT), Hasanağa Organize Sanayi Atık Su Arıtma Tesisi ve Çayönü Deresidir.

Nilüfer çayı üzerine dökülen evsel ve sanayi atık suları insan sağlığını tehdit etmektedir. Nilüfer çayı Bursa havzasında birçok tarımsal alana doğrudan su kullanımı sağlamaktadır. Nilüfer çayı havzasında üç adet kentsel arıtma tesisi bulunmaktadır. Nilüfer Çayı Alt Havzası’nda; BUSKİ Doğu Atık su Arıtma Tesisi(BDAAT) , BUSKİ Batı Atık su Arıtma Tesisi(BBAAT) ve Çalı Atık su Arıtma Tesisi’dir. Nilüfer Çayı havzasının su kalitesi ile ilgili daha önce Devlet Su İşleri tarafından beş istasyonda araştırma yapılmıştır (Özer 1996).

Ayvalı Deresi üzerine gelen atık sular bu sanayi bölgesinde bulunan dördüncü ve beşinci istasyon aralığındaki sanayi bölgesinden kaynaklanmaktadır. Bu atık suların %80'i endüstriyel %20 evsel atık sudur. Bu kirlilikler beşinci istasyonda görülmüştür. Nilüfer deresi geniş bir vadidedir ve Simav deresi ile Marmara Denizine akmaktadır (Dere ve ark. 2006).

Bu çalışmada, Bursa Büyükşehir Belediyesi Bursa Su ve Kanalizasyon İdaresi Genel Müdürlüğü (BUSKİ)' den alınan Bursa ilinden geçmekte olan Nilüfer Çayına ait verilerin Yapay Sinir Ağı(SA) analiz sonuçlarının değerlendirilmesi amaçlanmaktadır. Bu değerlendirmeyi yapmak amacıyla Nilüfer Çayından alınan parametre değerlerinin ortalamaları alınarak giriş verisi elde edilmiştir. Nilüfer Çayı boyunca en son ölçümü alınan nokta Çayönü deresi ise çıkış noktası olarak kabul edilmiştir. Neourosolutionun kendi analiz programında Nilüfer Çayı kirlilik ölçüm sonuçları ile pH, sıcaklık, NO₃-N değerleri kolerasyon yaptırılarak birbirleri ile ilişkilerine bakılmıştır. Yapay Sinir Ağı (YSA) sonucu elde edilen r² sonucu 1 olduğu için karşılaştırılan bağımsız değişkenlerin (ph, sıcaklık, NO₃-N) kirlilik parametreleri ile %100'ünü açıklayabileceği belirlenmiş olmaktadır.

2. KURAMSAL TEMELLER ve KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1. Nilüfer Çayında Su Kalitesi

Nilüfer Deresi, Türkiye'nin sanayi ve büyükşehri olan Bursa'da önemli bir su kaynağıdır. Akış havası, insan kalabalığından etkilenmiştir (Dere ve ark. 2006).

Marmara Bölgesi'nin güneyinde Nilüfer Çayı üzerinde yapılan araştırmanın sonuçları su kalitesini değerlendirir ve su kirliliği sorunlarını önlemek için yerel gereksinimler önerir. Nokta ve nokta dışı boşalımların akışın organik kirlilik seviyeleri üzerindeki mevsimsel etkileri dikkate alınmıştır. Sonuçlar, akışın birçok bölümünde alt standart su kalitesini göstermiştir. Arıtılmamış evsel atık sular, endüstriyel deşarjlar ve tarımsal faaliyetler toplam yıllık organik yüke katkıda bulunmuştur (Karaer 2006).

Nilüfer Çayı'nın su kalitesini korunması için noktasal ve noktasal olmayan besin yüklerinin sıkı bir şekilde kontrol edilmesinin gerekliliği için noktasal ve noktasal olmayan kirlilik kaynaklarının kontrolü ve mevzuatın uygulanması için stratejiler geliştirilmiştir (Karaer 2006).

Nilüfer havzası sanitasyonun¹ yetersiz kalması ve bakımsız kanalizasyonun yetersiz olduğu bölgelerden silt, ötrofikasyon ve yüzey akıntısı, sanayiden yasadışı tahliye edilmesi ve yaz fırtınası nedeniyle tarımsal araziden çıkan besin yüklerinin tümüne katkıda bulundu. Nilüfer çayındaki kirliliği azaltmak için temiz üretim, geri kazanım ve yeniden kullanım endüstriyel sektörlerin önemli bir adımını oluşturmaktadır. Nilüfer su havzasında entegre su kaynaklarının planlanması önemli bir dönüm noktası olacaktır (Karaer 2006).

¹ Sanitasyon : Halk sağlığını korumak amacı ile yüzeylerden gıda kalıntıları, mikroorganizmalar, yabancı maddeler ve temizlik maddeleri kalıntıları gibi kirlerin uzaklaştırılması için alınan önlemlerin tümünü ifade eder.

2.2.Yapay Sinir Ağlarında Su Kalitesi İzlenmesi

Bir nesneyi tanımlamak için ucuz, kompakt ve otomatik bir sistem gerektiren birçok gerçek zamanlı ve uzaktan algılama uygulamaları vardır. Bilgisayar teknolojisinin gelişimi, modern ve akıllı algılama sistemleri alanında geniş bir alana açılmaktadır.

Akıllı ya da akıllı bir algılayıcının neyi oluşturduğunun evrensel bir tanımı yoktur. Bununla birlikte, akıllı bir sensör birincil algılama elemanını içeren bir cihaz, bir sinyal büyütme ve filtreleme sistemi olarak veri işleme ve telafi için özel bir yazılımla birlikte tanımlanabilir. Akıllı sensörler ve entegre sensörler arasında sık sık kafa karıştırıcı olan terimler arasında ayırım yapmak önemlidir. Entegre bir sensör, sinyal koşullandırma devrelerinin, algılama elemanının ayrılmaz bir parçası olduğu bir algılama sistemidir, sensör, tek parça halinde ya silikon ya da seramik bir yapı üzerine kalın film biriktirmesi ile yapılır (Charef ve ark. 2000).

Çevre mühendisliğinde, araştırma alanlarından biri sudaki kimyasal kirleticilerin izlenmesi için ultraviyole görünür ve yakın kızılötesi spektroskopi kullanan optik akıllı sensörlerin geliştirilmesi ile ilgilidir (Charef ve ark. 2000).

Çevresel izleme için sinir ağları tabanlı sensör prototipleri geliştirilmiştir. Sinir ağları algoritmalarıyla sıvılarda kimyasal boyaları tanımlamak için bir dizi optik sensör kullanan akıllı bir sistem önerildi. Ayrıca, nükleer endüstrideki radyoaktif izotopları izlemek için kompakt ve taşınabilir bir gama ışını spektrometresi kullanan etkili bir sinir ağı bazlı teknik geliştirilmiş. Bu sistem, sekiz radyoaktif izotop spektrumu ile eğitilmiş ve işlem, sisteme bilinmeyen bir numune sunmak, bir gama ışını spektrumu oluşturmak ve spektrumu bilinmeyen bir numunenin sınıflandırmasını üreten YSA' ye geçirmekten ibaretmiş (Keller ve ark. 1994).

2.3. Dünyada Yapılan Çalışmalarda Nehir Su Kalitesinin Yapay Sinir Ağında Tahminleri

Naja ve Ark. (2009) yapmış olduğu bir araştırmada; su, insan ve ekosistem hayatta kalma ve sağlığın tüm yönleri için hayati önemini araştırmıştır. Bu nedenle suyun kalitesi önemlidir. Su kalitesi, bir su örneğinin bileşimini ifade eder. Bu verilerin yorumlanması zor ve uzun olabilir.

Su kalitesi parametrelerinin değerlendirilmesi bir değerlendirme operasyonunun performansını arttırmak ve daha iyi geliştirmek için gereklidir. Su kirliliği matematiksel simülasyon tekniklerini kullanarak su kalitesi modelleme tahmini içerir. Aslında, klasik süreç temelli modelleme yaklaşımı su kalitesi parametreleri için nispeten iyi bir tahmin sağlayabilir; bununla birlikte, bu modeller uzun verilere dayanmakta ve sıklıkla kullanılan çok sayıda girdi verisine ihtiyaç duymaktadır. İnsan faaliyetleri ve bölgedeki kentleşme nedeni ile Johor Nehri Malezyanın Johor eyaletinde önemli etkilerinden biridir. Mevcut çalışma Johor Nehri Havzasında su kalitesi parametrelerini YSA kullanarak tahmin etmeye çalışmış. Bu çalışmada iletkenlik ve bulanıklık toplam çözülmüş katılar için bir tahmin modeli önerilmiştir (Najah ve ark. 2009).

Su kalitesinde bozulma genellikle bir havzada kirliliğin başlangıcıdır. Çünkü bozulmuş su kalitesi, istenen kullanımın mümkün olmadığı veya güvenliği olmadığı anlamına gelmektedir (Heathcote, 1998).

Holger ve ark. (1996) YSA su kalitesi parametresini tahmin etmenin uygun bir aracı olarak kullanımını sunmaktadır. Yapay sulak alanların incelemesi verilmiştir ve Güney Avustralya 14 gün öncesinden tuzluluk oranını tahmin etmek için yapay sulak alanlarının yöntemlerinin kullanıldığı bir vaka çalışması sunmaktadır. Önceki çalışmalar, Adelaide'e tedarik edilen suyun ortalama tuzluluk oranının, Murray'den pompalanmanın optimal bir mankende yapılması planlanıyorsa yaklaşık %10 oranında azaltılabileceğini göstermiştir. Dört farklı veri yılı için 14 günlük bağımsız tahminlerin ortalama mutlak yüzde hataları % 5,3 ile %7 arasında değişmektedir. 1991 için gerçek

zamanlı tahmin simülasyonunun bir parçası olarak elde edilen ortalama mutlak yüzde hatası %6,5.

Singh ve ark. (2004) havzalarda artan antropojenik² faaliyetler ve son on yıl boyunca kaydedilen azalmış nehir deşarjları, Hindistan'daki yüzey su kütlelerinin organik kirlilik yükünde birçok kat artışa neden olmuştur. Nehir sistemleri, dinamik yapıları ve atıkların doğrudan veya dolaylı olarak drenajlar / tribünler aracılığıyla dolaylı olarak atılması kolay erişilebilirliği nedeniyle en olumsuz şekilde etkilenmiştir. Nehirler ve akarsular sulama, endüstriyel ve diğer kullanımlar için en önemli su kaynakları arasında bulunduğundan, bunlar havzalarda kalan nüfusun yaşam çizgileridir. Genel olarak, bir su sistemindeki organik kirlilik biyokimyasal oksijen ihtiyacı (BOİ) cinsinden ölçülür ve ifade edilir ve çözünmüş oksijen (ÇO) seviyesi azalır. BOİ, suda bulunan yaklaşık olarak biyolojik olarak parçalanabilir bir organik madde miktarını ölçer ve su kirliliği derecesi için bir gösterge parametresi görevi görür. Herhangi bir su sisteminin BOİ, su kalitesinin değerlendirilmesinde ve su kaynaklarının korunması için yönetim stratejilerinin geliştirilmesinde gerekli olan en önemli parametredir. Bu tespiti için kusursuz bir yöntem garanti eder. BOİ tespiti için şu anda mevcut olan yöntem çok sıkıcı ve ölçüm hatalarına açıktır (Beltran ve arkadaşları, 1998 , Einax ve arkadaşları, 1998 , Einax ve arkadaşları, 1999).

Kunwar ve ark. (2009) alglerin solunmasından kaynaklanan oksijen ihtiyacı ve amonyağın olası oksidasyonu gibi çeşitli karmaşık faktörlerin YSA çalışmasını gerçekleştirmiştir. Örnekte toksik maddelerin varlığı da ölçülen BOİ değerinde bir azalmaya yol açan mikrobiyal aktiviteyi etkileyebilir. BOİ tayini için laboratuvar koşulları genellikle sucul sistemlerdekinden farklıdır. Bu nedenle, BOİ sonuçlarının ve bunların sonuçlarının yorumlanması büyük çeşitliliklerle ilişkilendirilebilir.

Bu çalışmanın temel amacı, Gomti nehrinin su kalitesinin (ÇO-BOİ) yapay bir sinir ağı (YSA) modeli oluşturmak ve sonuçların yorumlanmasını nasıl geliştirebileceğini karmaşık su kalitesi verilerine uygulandığını göstermektir. Burada, birincil su kalitesi değişkenlerini (bağımsız), ikincil özellikleriyle (bağımlı değişken) ilişkilendiren YSA

² Antropojenik: Doğada insanoğlunun neden olduğu etkiler.

modellerinin eğitim olasılığı araştırılmıştır. Nehir suyunun ÇO ve BOİ burada bağımlı değişkenler olarak alınmış ve diğer değişkenler bağımsız değişkenleri oluşturmuştur. Bu çalışmada, nehir suyunun ÇO ve BOİ'lerini hesaplamak için YSA modelleri tespit edilmiştir. Her iki YSA modelinin de DO ve BOİ model hesaplamaları nehir suyunda ölçülen değerleriyle yakın bir uyum içindedir. Girdi değişkenlerinin model çıktısına göreceli önemi ve katkısı bölümlendirme yaklaşımı ile değerlendirildi. Tanımlanan YSA modelleri, su kalitesi parametrelerinin hesaplanmasında araç olarak kullanılabilir.

Lenk ve ark. (1999) YSA kullanarak havza özelliklerinden akarsu azot konsantrasyonunu tahmin etmişlerdir. Bu çalışmada inorganik ve toplam azot konsantrasyonları tahmin etmek amacıyla yapay bir sinir ağının geliştirilmesi ve doğrulanması açıklanmaktadır. YSA yaklaşımı, makro-drenaj alanı özellikleri ile akarsulardaki besin seviyeleri arasındaki ilişkiler için incelenen 927 uçlu olmayan kaynak havzası kullanılarak geliştirilmiş ve test edilmiştir. YSA, havza parametrelerinin sekiz bağımsız girdi değişkenine (arazi kullanım özellikleri, beş yıllık ortalama yağış, hayvan birim yoğunluğu ve ortalama akım akışı) ve iki bağımlı çıktı değişkenine (akıştaki toplam ve inorganik azot konsantrasyonları) sahiptir. YSA modellerinin öngörücü kalitesi “kalıcı” doğrulama prosedürleriyle değerlendirilmiştir. YSA verilerinin eğitim seti ile öğrenme sonra bir kolerasyon katsayısı elde r Test sonucu yaklaşık 0,85 oranında. Böylece YSA drenaj alanı özellikleri ile akarsudaki azot seviyeleri arasındaki ilişkileri öğrenebilir ve yeni veri setinden tahmin etmek için yüksek bir yetenek gösterirler. Duyarlılık analizleri temelinde azot konsantrasyonu ile sekiz çevresel değişken arasındaki ilişki kumuşlardır.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

Bu çalışmada, BUSKİ Genel Müdürlüğünden alınan Bursa ilinden geçmekte olan Nilüfer Çayına ait verilerin Neutro Solution Yapay Sinir Ağında analiz sonuçlarının değerlendirilmesi amaçlanmaktadır.

Çalışmada kullanılan sulama sularından alınan örneklere yapılan su analizleri şunlardır: pH, Sıcaklık (°C), İletkenlik, Nitrat Azotu (NO₃-N) (mg/L), Bakır (Cu) (mg/L), Nikel (Ni) (mg/L), Kurşun (Pb) (mg/L), Demir (Fe) (mg/L), Çinko (Zn) (mg/L), Mangan (Mn) (mg/L) BUSKİ kendi analiz yöntemleriyle bu parametrelerden sonuç elde etmiştir. Bu analizler şu yöntemlerle yapılmıştır: pH (pH metre), sıcaklık (termometre), iletkenlik(iletkenlik ölçer), Nitrat Azotu – Bakır – Nikel – Kurşun – Demir – Çinko – Mangan (Spektrofotometre) ağır metal testi uygulanmıştır.

3.1.1. Nilüfer Çayı Üzerinde Numune Alınan Yerler

Bursa Batı Atık su Arıtma Tesisi (BBAAT) , kentin batı havzasındaki evsel atık suların arıtılması amacıyla hizmet etmektedir. Bu tesisin Nilüfer deresi üzerine arıtım yapmadan önce ve sonraki değerleri Nilüfer çayının kollarından birisi olan Ayvalı deresi mevkiine deşarj edilmektedir.

Nilüfer Çayı ve kollarından olan Ayvalı Deresi de sanayi atık suyu ve şehir kanalizasyonu ile kirliliğe maruz kalmış olan akarsulardandır. Bu durum günümüzde renk ve koku olarak kolaylıkla gözlenmektedir.

Bursa Doğu Atık su Arıtma Tesisi (BDAAT), kentin doğu havzasındaki evsel atık suların arıtılması amacıyla hizmet etmektedir. Bu tesisin Nilüfer deresi üzerine arıtım yapmadan önce ve sonraki değerleri Nilüfer çayının ana kollarından birisi olan Deliçay deresi mevkiine deşarj edilmektedir.

Hasanağa Organize Sanayi Atık su Arıtma Tesisi (HOSAAT) bölgesinde yer alan firmalardan kaynaklı atıksuların arıtılması ile yapılmıştır. Bu tesisin Nilüfer deresi

üzerine arıtım yapmadan önceki değerleri Nilüfer Çayının kollarından biri olan Hasanağa deresine deşarj edilmektedir.

Çayönü ölçüm noktası ise Nilüfer çayının Marmara Denizine dökülmeden önce ki Busa Su ve Kanalizasyon Müdürlüğü'ne göre son ölçüm noktasıdır. Yapay Sinir Ağı programında bu ölçüm noktası çıkış verisi olarak kullanılarak program çalıştırılmıştır.

Arıtılmış sular; tarımsal sulama ve arazi sulaması, endüstriyel uygulamalar, çevresel uygulamalar (yüzey sularına verme ve yeraltı sularına deşarj), rekreasyon faaliyetleri, şehir temizliği, yangın, inşaat gibi klasik uygulamalarda tatlı suların yerine kullanılabilir kaynaklar olarak öne çıkmaktadır (Meneses ve ark., 2010).

Arıtılmış atık sular ile tarımsal alanların sulanmasını temel alan projelerin başarılı bir şekilde uygulanabilmesi için en önemli parametre arıtılmış atık suyun kalitesidir. Arıtılmış atık suyun kalitesi, ham su kalitesine ve atık suyun uygulandığı arıtma derecesine bağlıdır (Anonim, 2014).

3.2. Yöntem

3.2.1. Yapay Sinir Ağları (YSA) ve İstatistiksel Modeller

YSA hakkındaki bilgileri öğrenmek ve genellemek için çok tanım bulunmakta. YSA en yaygın çok katmanlı algılayıcılar kullanılır doğrusal olmayan regresyon ve diskriminant modelleri yer almakta. Bu standartlar istatistik yazılımı ile uygulanabilirmiş (Warren 1994).

Sinir ağları, esnek doğrusal olmayan regresyonun geniş bir sınıfıdır ve diskriminant modelleri, veri azaltma modelleri ve doğrusal olmayan dinamik sistemler bulunmaktadır. Bunlar genellikle çok sayıda "nöronlar", yani basit doğrusal veya doğrusal olmayan hesaplama elemanları, karmaşık şekillerde birbirine benzetilmemiş. Yayınlanan birkaç eserin ilişkisi çok iyi fikir sağlamaktadır. İstatistik ve sinir ağları arasında muhtemelen bu güne kadar en iyisini Ripley 1993, Weiss ve Kulikowski 1991 çeşitli sınıflandırma yöntemleri ile iyi bir temel tartışmasını istatistiksel ve nöral yöntemler dahilinde yapmışlardır (Warren 1994).

3.2.2. Yapay Sinir Ağı Yönetimi

Çeşitli YSA türleri bulunmaktadır ve bununla birlikte, bu çalışmada kullanılmak üzere seçilen tip, fonksiyon optimizasyon modellemesinde çok güçlü olan çok katmanlı ileri beslemeli ağ kullanılmış. Her nöron, ağdaki diğer birimlerden alınan girdi tarafından belirlenen bir “durum” veya “etkinlik seviyesine” sahip. Gizli ve çıktı katmanlarında, i biriminin net girişi formu (Lippman 1987, Hagan ve ark. 1996, Bose ve Liang 1996).

Geman ve ark. 1992 çalışmalarında, girdi kümeleri (havza özellikleri) ve şebeke çıkışı (akarsu azotu konsantrasyonları) arasında doğrusal olmayan bir ilişki sağlamak için YSA modeli uygulamış. Bununla birlikte, ilişkinin matematiksel şekli tam olarak belirtilmemiş (yani, bu anlamda parametrik olmayan bir yöntem). Tipik bir sinir ağı, aynı zamanda “düğümler” olarak da adlandırılan bir dizi elemandan ve onları birbirine bağlayan bağlantı yollarından oluşur. Düğümler ağın hesaplama elemanlarıdır ve genellikle nöronlar olarak bilinir, böylece insan beyninin biyolojik sinir ağlarının modellenmesinde sinir ağı yönteminin kökenini yansıtır. Nöronlar katmanlı bir yapıda düzenlenir. İlk katlara giriş katmanı denir, çünkü harici girişler burada uygulanır. Bu durumda, sekiz çevresel değişkene karşılık gelen sekiz nörondan oluşur. Son katman, çıktı katmanı olarak adlandırılır çünkü çıktılarının işlendiği ve çıkarıldığı yerdir. Burada, tahmin edilecek bağımlı değişkenin değerine karşılık gelen tek bir nöron içerir (azot konsantrasyonu). Giriş ve çıkış katmanları arasındaki katmanlara gizli katmanlar denir (doğrudan erişilebilir değil). Bir veya daha fazla gizli katman olabilir ve her katmandaki nöron sayısı ağın önemli bir parametresidir. Ağ konfigürasyonuna çeşitli olasılıklar deneyerek ve önyargı ile varyans arasında en iyi uzlaşmayı sağlayan, yani test setinde en iyi tahmin olanı seçerek deneysel olarak yaklaşıp.

YSA çoklu doğrusal regresyon modelleriyle karşılaştırıldığında bir dezavantajı ortaya koyar. Çoklu doğrusal regresyon analizi, her bir girdinin çıktının belirlenmesinde katkısını belirleyebilir ve tahmini katsayılar hakkında bazı güven ölçüleri verebilir. Öte yandan, hâlihazırda YSA ağırlıkları doğru bir şekilde yorumlamanın teorik veya pratik bir yolu yoktur. Örneğin ağırlıklar, bir regresyon katsayısı veya nedensel etkileri veya esneklikleri hesaplamak için kullanılan zorluk olarak yorumlanamaz. Bu nedenle, YSA, politika analizi için değil, tahmin veya tahmin için genellikle daha uygundur. Bununla birlikte, ekolojide, açıklayıcı değişkenlerin etkisini bilmek gereklidir (Garson 1991, Goh 1995 , Lek ve ark. 1996).

3.2.3. Yapay Sinir Ağlarını Öğrenme

YSA çalışmalarında yapılan son araştırma faaliyetleri, YSA güçlü desen sınıflandırması ve örüntü tanıma yeteneklerine sahip olduğunu göstermiştir. Biyolojik sistemlerden, özellikle insan beynine yapılan araştırmalardan esinlenen YSA, deneyiminden öğrenilebilir ve genelleştirebilir. Şu anda YSA iş, sanayi ve bilim gibi birçok farklı alanlarda kullanılmaktadır (Widrow ve ark. 1994).

Gelenekselliğin aksine model tabanlı yöntemler, YSA veri odaklı kendinden uyarlamalı yöntemlerdir, çünkü incelenen problemler için modeller hakkında birkaç ön varsayım vardır. Bunlar örneklerden öğrenmek ve altta yatan ilişkiler bilinmeyen veya açıklamak zor olsa bile veriler arasında ince fonksiyonel ilişkiler yakalamaktır. Bu nedenle, YSA, çözümleri belirtilmesi zor olan ancak yeterli veri veya gözlemin bulunduğu bilgi gerektiren problemler için çok uygundur. Bu anlamda, çok değişkenli doğrusal ve parametrik olmayan istatistiksel yöntemlerin bir tanesi olarak kabul edilebilirler (White 1989, Ripley 1993, Cheng ve Titterington, 1994).

Deneyimden öğrenme yeteneğine sahip bu modelleme yaklaşımı, birçok pratik problem için çok yararlıdır, çünkü verilere sahip olmak, verilerin oluşturulduğu sistemleri yöneten temel yasalar hakkında iyi teorik tahminlere sahip olmaktan daha kolaydır. Veri odaklı modelleme yaklaşımı ile ilgili sorun, altta yatan kuralların her zaman belirgin olmaması ve gözlemlerin genellikle gürültü ile maskelenmesidir. Yapay sinir ağlarına

sunulan verileri öğrendikten sonra YSA örnek veriler karışık bilgiler içerse bile, bir popülasyonun görünmeyen kısmını doğru bir şekilde çıkarabilir. Tahmin, geçmiş davranış örneklerinden gelecek davranışın tahmini ile gerçekleştirildiğinden, en azından prensip olarak sinir ağları için ideal bir uygulama alanıdır (Irie ve Miyake 1988, Hornik 1989, Cybenko 1989, Funahashi 1989 ve Hornik 1991-1993).

YSA geleneksel istatistiksel yöntemlerin etkili bir şekilde başa çıkabileceğinden daha genel ve esnek fonksiyonel formlara sahiptir. Herhangi bir tahmin modeli, girdiler (zaman serilerinin ve/veya diğer ilgili değişkenlerin geçmiş değerleri) ile çıktılar (gelecekteki değerler) arasında temel bir ilişki olduğunu varsayar. Sıklıkla, geleneksel istatistiksel tahmin modelleri, gerçek sistemin karmaşıklığı nedeniyle bu temel işlevi tahmin etmede sınırlamalara sahiptir. YSA bu işlevi tanımlamak için iyi bir alternatif yöntem olabilir.

Tahmin problemleri pek çok farklı disiplinlerde ortaya çıkan ve YSA kullanarak tahmin literatürü kendi alanında bugüne kadar yapılan tüm çalışmaların arasında farketmek zordur çok farklı alanlarda kullanılmıştır. Bu bölümde, YSA'ları ile tahminler yapılarak araştırma faaliyetlerine genel bir bakış sunuluyor.

YSA benzersiz özellikleri: uyarlanabilirlik, doğrusal olmayanlık, keyfi fonksiyon haritalama yeteneği, genel olarak tahmin görevleri için oldukça uygun ve kullanışlı hale getirir, YSA tahminlerde tatmin edici bir performans sağlar.

Bu alanda önemli miktarda araştırma yapılmıştır. Bulgular, klasik yöntemlerden daha iyi olup olmadığı ve ne zaman olduğu konusunda yetersizdir. YSA performansını etkileyebilecek birçok faktör vardır. Bununla birlikte, bu konularda sistematik bir soruşturma bulunmamaktadır. Belirli problemler için deneme yanılma metodolojisi tipik olarak literatürdeki tutarsızlıkların başlıca nedeni olan çoğu araştırmacı tarafından benimsenmiştir (Warren 1994).

3.2.4. Yapay Sinir Ağı Güç Sistemi

Son yıllarda alternatif YSA bulunmaktadır. Bu zorlu güç sistemleri istenen hız, doğruluk veya verimliliği konvansiyonel olarak sunmaktadır (El- Sharkawi 1991).

Bir YSA, karşıt olarak öğretilir. Örneğin, kurallar tarafından öğretilen uzman bir sisteme YSA metodoloji, bir başlangıç arasındaki karmaşık ilişkilere izin verir. Uzmanlara göre bir yenilemeyle ve algoritmayla durumun son halini belirtir. Kararlılık sınırlı bir güç sisteminde güvenlik belirlenmesinde dinamik sistemin analizini gerektirir. Bu beklenmedik durumlar; hangi güç sisteminin dayanma zorluğu altında güvenilirlik konseptleri tarafından güç sisteminin çalıştığı yetki alanını belirtir. Uygulama prosedürü sistem kavramı ile dinamik güvenlik değerlendirmesi güvenlik açığı kabul edilebilirliği için eşikler oluşturarak güvenlik göstergesinin seviyeleri ve eğilimi bu eşikleri kritik sistem parametresine dönüştürür (El- Sharkawi 1991).

3.2.5. Yapay Sinir Ağ Modeli

YSA'ların mimarileri tabakalar halinde ve bunları birbirine bağlayarak ilişkilendirmektedir. Kullanılan mimari çok katmanlı algılayıcılardır. YSA tekniği hızlı örüntü tanıma dinamik sistem güvenlik durumunun sınıflandırılması için kullanılır. Önerilen sinir ağının topolojisi, yöntemi giriş, eğitim ve çıkış sinyallerinin seçimi ile tartışılır. Sırtlı çok katmanlı algılayıcı yayılım algoritması olarak seçilmiştir çünkü birçok pratik problemi çözmede etkili olmuştur (Simpson 1990).

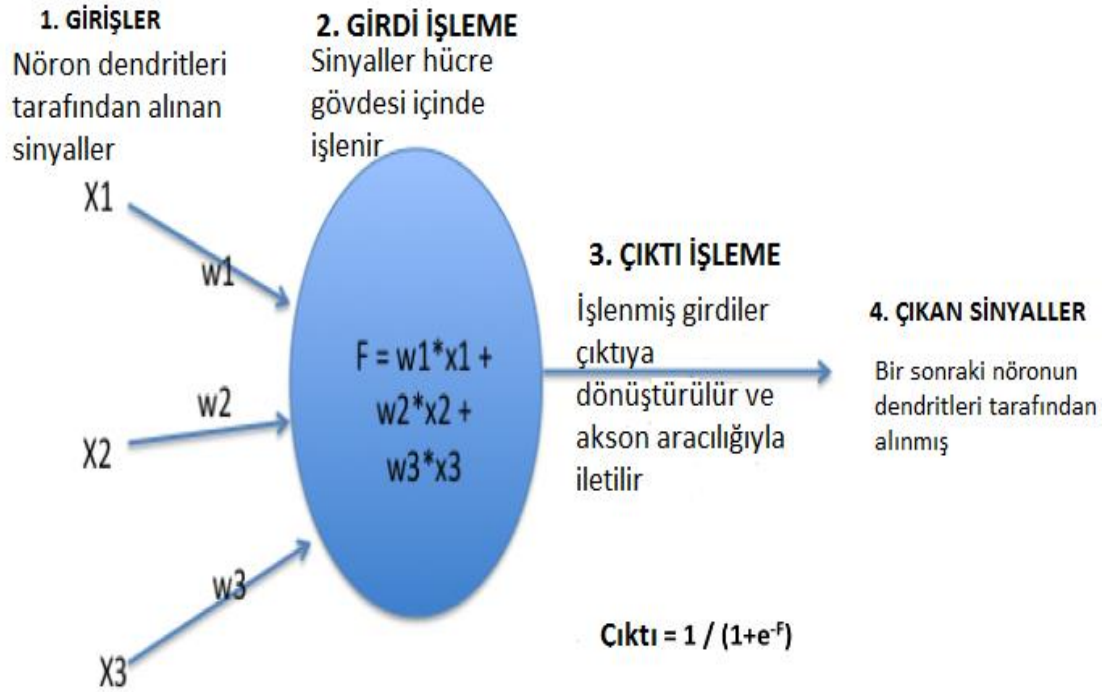
YSA, birçok karmaşık gerçek dünya problemini çözmede geniş bir kullanım alanı bulmuş olup nispeten yeni hesaplama araçlarıdır. YSA' nın çekiciliği, temel olarak doğrusal olamama, yüksek paralellik, hata ve karmaşık toleransı ve öğrenme ve genelleme yetenekleriyle ilgili dikkat çekici bilgi işlem özelliklerinden kaynaklanmaktadır. YSA tabanlı hesaplama ile tanıştırmayı ve proje geliştirme süreci boyunca YSA modelleyici için faydalı bir yardımcı rehber ve araç seti olarak hizmet etmeyi amaçlamaktadır. Nörobilgisayarların gelişiminin tarihi ve nörobiyoloji alanı ile

ilişkisi kısaca tartışılmaktadır. YSA' lar hem uzman sistemler hem de istatistiksel regresyon ile karşılaştırılmış ve avantajları belirtilmiştir. Farklı YSA türleri ve bunlarla ilgili öğrenme kuralları hakkında bir kuşbakışı incelemesi, geri yayılma YSA' nın teorisi ve tasarımına özel önem verilerek sunulmaktadır. Kavramsallaştırmadan, tasarıma, uygulamaya kadar başarılı YSA projeleri geliştirmek için genel bir metodoloji açıklanmaktadır. Geliştiricilerin eğitim sırasında karşılaştığı en yaygın sorunlar olası nedenler ve çözüm yolları ile birlikte özetlenmiştir. Son olarak, pratik bir uygulama olarak mikrobiyal büyüme modellemek için kullanılmıştır. Geliştiricilerin eğitim sırasında karşılaştığı en yaygın sorunlar olası nedenler ve çözüm yolları ile birlikte kullanılmıştır (I.A Basheer ve ark. 2000).

3.2.6. Yapay Sinir Ağı Avantajları

YSA beynin işlenmesini, karmaşık ve tahmin problemlerini modellemek için kullanılacak algoritmaları geliştirmek için kullanılır. Önce beynimizin bilgiyi nasıl işlediğini anlatarak başlayalım:

Beynimizde, bilgileri elektrik sinyalleri şeklinde nöron adı verilen milyarlarca hücre vardır. Uyaranlar, nöron hücre gövdesinde işlenen, bir çıktıya dönüştürülen ve akson içinden bir sonraki nörona geçirilen nöronun dendritleri tarafından alınır. Bir sonraki nöron, sinyalin gücüne bağlı olarak onu kabul etmeyi veya reddetmeyi seçebilir.



Şekil 3.1. Yapay sinir ağı çalışma sistemi

(<https://towardsdatascience.com/introduction-to-neural-networks-advantages-and-applications-96851bd1a207>)

Burada w_1, w_2, w_3 giriş sinyallerinin gücünü verir. Şekil3.1’de görebileceğimiz gibi, bir YSA bir beyin nöronunun nasıl çalıştığının basit bir ifadesidir. YSA’ ların onları belirli bir problemler ve durumlar için en uygun kılan bazı temel avantajları vardır:

- YSA’ lar doğrusal olmayan ve karmaşık ilişkileri öğrenme ve modelleme yeteneğine sahiptir. Bu gerçekte önemlidir, çünkü gerçek hayatta girdiler ve çıktılar arasındaki ilişkilerin çoğu karmaşık olduğu kadar doğrusal değildir.
- YSA’ lar genelleştirilebilir ilk girdilerden ve ilişkilerden öğrendikten sonra, görünmeyen veriler üzerinde görünmeyen ilişkilerde yol açılabilir, böylece modeli genelleştirmemiş ve görünmeyen veriler üzerinden tahmin edebilir.
- Diğer birçok tahmin tekniğinin aksine, YSA girdi değişkenlerine herhangi bir kısıtlama getirmez. Ek olarak birçok çalışmada, veride herhangi bir sabit ilişki kurmadan verideki gizli ilişkileri öğrenebilme kabiliyetine sahip olması durumunda, YSA’nın yüksek değişkenlik ve sabit olmayan varyansa sahip verileri daha iyi modelleyeceğini göstermiştir. Bu veri oynaklığının çok yüksek olduğu finansal zaman serisi tahminlerinde

çok faydalı bir şeydir. Geleneksel tahmin modelleri bu karmaşık doğrusal olmayan ilişkileri hesaba katmak için sınırlamalar getirir. Doğru şekilde uygulanan YSA'lar görünmeyen özellikleri ve ilişkileri modelleme ve çıkarma kabiliyeti verildiğinde, sağlam bir alternatif sağlayabilir. Ayrıca, bu geleneksel modellerden farklı olarak, YSA girdi ve artık dağılımlarına herhangi bir kısıtlama getirmez (<https://towardsdatascience.com/introduction-to-neural-networks-advantages-and-applications-96851bd1a207>).

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

Çalışmada, Bursa Büyükşehir Belediyesi Bursa Su ve Kanalizasyon İdaresi Genel Müdürlüğü (BUSKİ)' den alınan Bursa ilinden geçmekte olan Nilüfer Çayına ait verilerin Yapay Sinir Ağı(SA) analiz sonuçlarının değerlendirilmesi amaçlanmaktadır. Bu değerlendirmeyi yapmak amacıyla Nilüfer Çayından alınan parametre değerlerinin ortalamaları alınarak giriş verisi elde edilmiştir. Nilüfer Çayı boyunca en son ölçümü alınan nokta Çayönü deresi ise çıkış noktası olarak kabul edilmiştir.

4.1. Nilüfer Çayı Numune Noktaları

Nilüfer Çayı 2013-2014 yılları belirli aylarda ölçümü gerçekleştirilen analiz sonuçları Çizelge 4.1,4.2,4.3,4.4,4.5 ve 4.6'da ölçüm sonuçları verilmiştir. Çizelge 4.7 Nilüfer Çayı ortalama değerlerini, Çizelge 4.8 ise Çayönü deresinde ise ortalama değerleri verilmiştir.

Çizelge 4.1. 2013-2014 Yılları BDAAT Deşarjından Önce Deliçay Deresi Üzerinden Alınan Ölçüm Sonuçları

	PARAMETRELER									
	pH	Sıcaklık	İletkenlik	NO ₃ -N	Cu	Ni	Pb	Zn	Fe	Mn
	-	°C	mS/cm	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
18.02.2013	7,49	8,2	596	0,9	0,031	0,031	0,004	0,095	6	0,197
24.06.2013	7,81	24,5	1298	0,1	0,025	0,014	0,002	0,158	0,912	0,093
23.09.2013	7,8	23,9	3290	0,09	0,015	0,016	0,011	0,098	0,445	0,067
16.12.2013	7,91	8,9	1434	1,921	0,003	0,038	0,011	0,142	0,69	0,056
14.04.2014	8,46	15	867	0,9	0,027	0,01	0,011	0,09	1,020	0,073
16.06.2014	7,77	23,8	957	0,5	0,01	0,01	0,011	0,09	0,299	0,052
22.09.2014	7,60	24,0	2100	0,1	0,221	0,221	0,221	0,221	0,221	0,221
09.12.2014	7,96	13,5	796	0,1	0,09	0,09	0,09	0,120	0,847	0,09

Çizelge 4.2. 2013-2014 Yılları BBAAT Deşarjından Önce Ayvalı Deresi Üzerinden Alınan Ölçüm Sonuçları

	PARAMETRELER									
	pH	Sıcaklık	İletkenlik	NO ₃ -N	Cu	Ni	Pb	Zn	Fe	Mn
	-	°C	mS/cm	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
18.02.2013	7,99	8,8	473	0,8	0,046	0,019	0,014	0,08	0,989	0,039
24.06.2013	7,81	28	583	0,483	0,045	0,074	0,018	0,265	0,395	0,158
23.09.2013	7,72	21,3	544	0,5	0,018	0,023	0,014	0,087	0,808	0,107
16.12.2013	8,21	6,8	741	1,930	0,127	0,039	0,001	0,104	0,287	0,020
14.04.2014	7,82	16,20	460	0,7	0,023	0,020	0,001	0,195	2,940	0,126
16.06.2014	7,96	25,90	447	1,0	0,01	0,01	0,001	0,09	2,160	0,088
22.09.2014	7,89	24,4	552	0,1	0,221	0,221	0,221	0,221	0,221	0,221
09.12.2014	7,04	14,4	533	0,1	0,9	0,09	0,09	0,09	1,37	0,09

Çizelge 4.3. 2013-2014 Yılları BBAAT Deşarjından Sonra Ayvalı Deresi Üzerinden Alınan Ölçüm Sonuçları

	PARAMETRELER									
	pH	Sıcaklık	İletkenlik	NO ₃ -N	Cu	Ni	Pb	Zn	Fe	Mn
	-	°C	mS/cm	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
24.06.2013	7,64	25,9	1304	0,188	0,022	0,096	0,014	0,631	1,187	0,234
23.09.2013	7,84	24,5	1604	0,2	0,033	0,117	0,010	0,179	0,629	0,154
16.12.2013	7,76	14,5	1294	0,030	0,003	0,136	0,001	0,460	0,329	0,073
22.09.2014	7,65	25,1	1378	0,001	0,221	0,221	0,221	0,221	0,221	0,221
09.12.2014	6,79	17,5	954	0,001	0,09	0,09	0,09	0,153	0,204	0,148

Çizelge 4.4. 2013-2014 Yılları Hasanağa Atık Su Arıtma Tesisi Deşarjı Öncesi Hasanağa Deresi Üzerinden Alınan Ölçüm Sonuçları

	PARAMETRELER									
	pH	Sıcaklık	İletkenlik	NO ₃ -N	Cu	Ni	Pb	Zn	Fe	Mn
	-	°c	mS/cm	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
18.02.2013	7,79	11	589	1,2	0,012	0,009	0,015	0,048	0,309	0,018
24.06.2013	7,73	25,7	1428	1	0,006	0,0020	0,001	0,155	0,965	0,114
23.09.2013	7,49	23,6	1575	0,2	0,024	0,017	0,014	0,133	0,898	0,095
16.12.2013	8,02	10,7	1554	0,6	0,127	0,056	0,001	0,167	0,245	0,042
14.04.2014	7,87	16,30	795	0,3	0,019	0,030	0,001	0,101	0,650	0,163
16.06.2014	7,71	26,70	1398	0,8	0,019	0,0019	0,001	0,09	0,297	0,096

Çizelge 4.5. 2013-2014 Yılları Hasanağa Atık Su Arıtma Tesisi Deşarjı Sonrası Hasanağa Deresi Üzerinden Alınan Ölçüm Sonuçları

	PARAMETRELER									
	pH	Sıcaklık	İletkenlik	NO ₃ -N	Cu	Ni	Pb	Zn	Fe	Mn
	-	°c	mS/cm	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
18.02.2013	7,77	9,9	671	1,0	0,018	0,028	0,022	0,094	2,946	0,136
24.06.2013	7,80	26,3	1571	1,0	0,020	0,034	0,014	0,274	2,873	0,240
23.09.2013	7,85	23,2	2090	0,5	0,035	0,097	0,019	0,276	3,250	0,198
16.12.2013	7,8	10,50	1539	1,238	0,009	0,035	0,024	0,372	1,336	0,140
14.04.2014	7,75	18,30	1356	0,3	0,034	0,061	0,01	0,512	3,180	0,248
16.06.2014	7,49	26,10	1045	1,1	0,01	0,01	0,01	0,09	1,060	0,117
22.09.2014	7,80	23,9	1842	0,5	0,221	0,221	0,221	0,221	0,221	0,221
09.12.2014	7,12	15,4	940	0,9	0,009	0,009	0,09	0,182	2,06	0,170

Çizelge 4.6. 2013-2014 Yılları Çayönü Deresi Üzerinden Alınan Ölçüm Sonuçları

	PARAMETRELER									
	pH	Sıcaklık	İletkenlik	NO ₃ -N	Cu	Ni	Pb	Zn	Fe	Mn
	-	°C	mS/cm	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
05.08.2013	8,78	27,9	2100	0,2	0,03	0,02	0,004	0,02	0,31	1,6
24.11.2013	7,74	17,8	1670	0,2	0,02	0,02	0,001	0,03	0,61	2
15.02.2014	8,15	13,4	1680	0,09	0,03	0,05	0,002	0,04	0,88	1,78
05.05.2014	7,12	19,4	740	0,16	0,04	0,04	0,002	0,02	0,93	1,64

2013-2014 yılları belirli aylarda Nilüfer Çayı üzerinde ölçümleri yapılan yerler; Deliçay Deresi , Ayvalı Deresi, Hasanağa Deresi ve Çayönü Deresi.

Tablolarda verilen sonuçlar Bursa Batı Atık Su Arıtma Tesisi (BBAAT) öncesi Deliçay Deresi üzerinden alınan ölçüm sonuçları, Bursa Doğu Atık Su Arıtma Tesisi (BDAAT) öncesi ve sonrası Ayvalı Deresi üzerinden alınan ölçüm sonuçları, Hasanağa Atık Su Arıtma Tesisi öncesi ve sonrası Hasanağa Deresi üzerinden alınan ölçüm sonuçları ve Çayönü Deresi üzerinden alınan ölçüm sonuçlarıdır.

Çizelge 4.7. 2013-2014 Yılları Nilüfer Çayı Numune Alınan Ölçüm Sonuçları Ortalaması

	PARAMETRELER									
	pH	Sıcaklık	İletkenlik	NO ₃ -N	Cu	Ni	Pb	Zn	Fe	Mn
	-	°C	mS/cm	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
2013	7,79	17,89	1278	0,746	0,032	0,053	0,0244	0,212	1,31	0,116
2014	7,63	20,61	1047	0,562	0,247	0,129	0,112	0,198	0,92	0,148

Çizelge 4.8. 2013-2014 Yılları Çayönü Deresi Numune Alınan Ölçüm Sonuçları Ortalaması

PARAMETRELER										
	pH	Sıcaklık	İletkenlik	NO ₃ -N	Cu	Ni	Pb	Zn	Fe	Mn
	-	°C	mS/cm	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
2013	7,79	17,89	1278	0,746	0,032	0,053	0,0244	0,212	1,31	0,116
2014	7,63	20,61	1047	0,562	0,247	0,129	0,112	0,198	0,92	0,148

Bu çalışmada NeuroSolution Yapay Sinir Ağı (YSA) programına Nilüfer Çayı Numune Alınan Ölçüm Sonuçları Ortalaması girdi verisi olarak kullanılmıştır. Çayönü Deresi Numune Alınan Ölçüm Sonuçları Ortalaması programda çıktı verisi olarak kullanılmıştır.

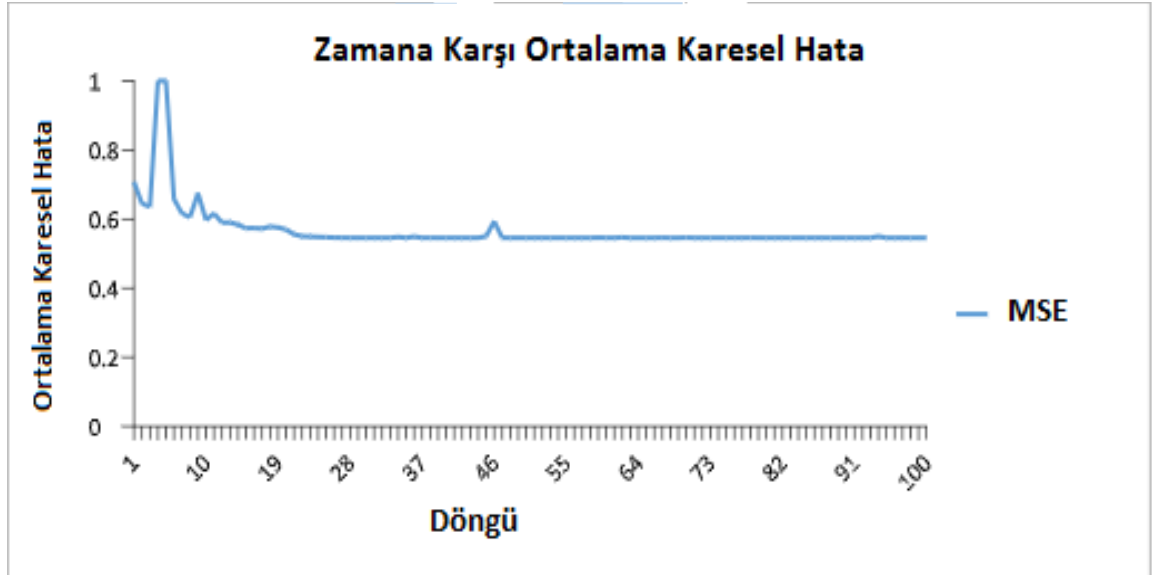
Programda kullanmış olduğumuz girdi ve çıktı ölçüm noktalarının parametrelerini değerlendirecek olursak 2013 - 2014 yılları arası pH değerlerinde farklılık olmadığı görülmektedir. Sıcaklık parametresi 2013 yılında ölçülen değerde artış gösterirken 2014 yılında azalma göstermiştir. İletkenlik parametresinin 2013 ve 2014 yıllarında ortalamalar arasında artış olduğu gözlemlenmiştir. Nitrat azotu (NO₃-N), bakır (Cu), nikel (Ni), kurşun (Pb), çinko (Zn) ve demir (Fe) değerleri Nilüfer Çayı'nın ortalama değerleri Çayönü Deresinin parametre değerlerine göre azalmıştır. Mangan (Mn) değeri Nilüfer Çayı'nın ortalaması Çayönü Deresinin ortalama değerine göre artış göstermiştir.

4.2. Nilüfer Çayı Verilerinin Yapay Sinir Ağı (YSA) İle Değerlendirilmesi

Modelin gelişimi esnasında elde edilen sonuçlar Çizelge 4.9.' da verilmiştir. Seçilen en iyi YSA yapısının dönem, minimum ortalama karesel hata ve sonuç ortalama karesel hatası gösterilmektedir.

Çizelge 4.9. Yapay Sinir Ağı (YSA) Model Ortalama Kare Hata Verileri

Best Network	Training
Epoch #	99
Minimum MSE	0,545613984
Final MSE	0,545616788



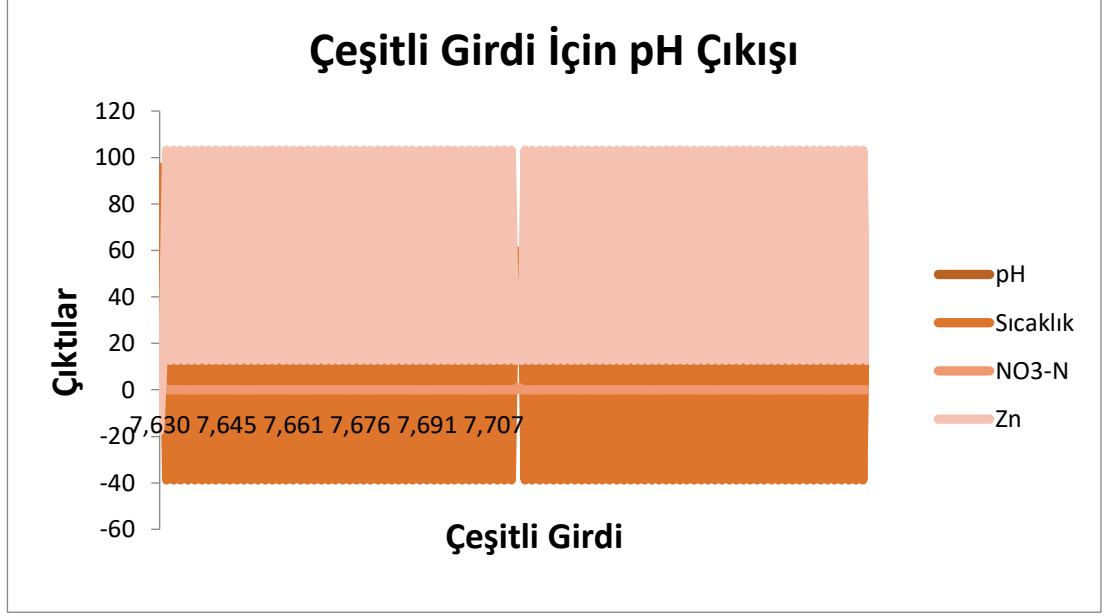
Şekil 4.1. Zamana karşı ortalama karesel hatayı gösteren grafik

Yapay Sinir Ağı (YSA) modeline ait ortalama karesel hatanın dağılımını gösteren şekil 4.1'de çıkan hata verilerinin dağılımı başlangıçta en yüksek değere ulaşmışken kısa bir zaman içerisinde hata oranları azalış göstererek zamanla stabil bir şekilde devam etmiştir.

Çizelge 4.10. Parametrelerin Yapay Sinir Ağında (YSA) Performans Değerleri

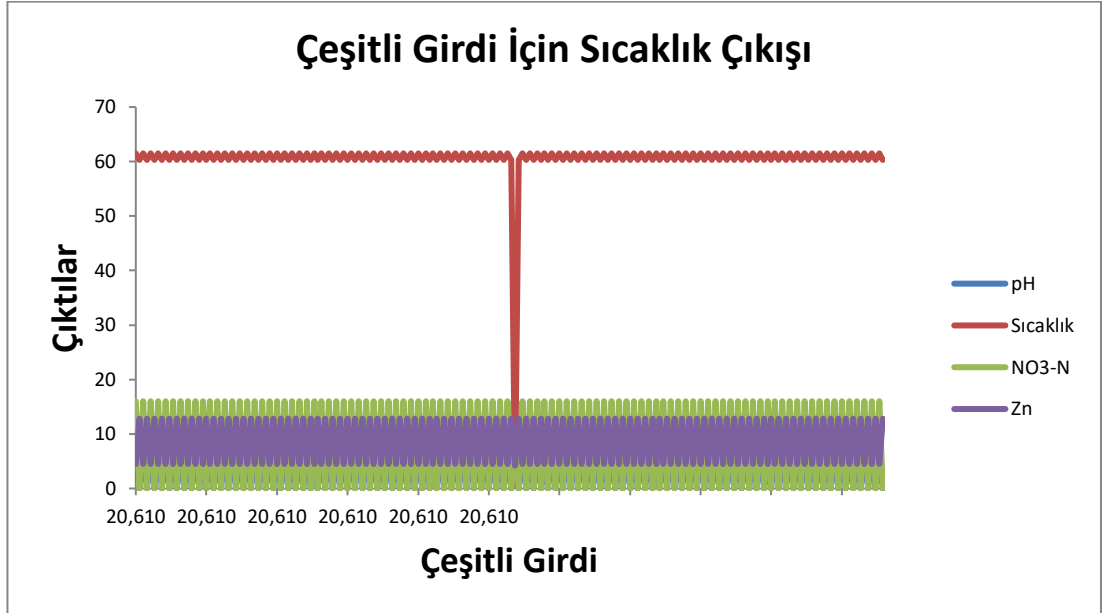
<i>Performance</i>	<i>pH</i>	<i>Sıcaklık</i>	<i>NO₃-N</i>	<i>Zn</i>
RMSE	5,173494728	70,72782974	13,52190445	44,28479433
NRMSE	8,344346335	10,965555	180,2920593	8856,958867
MAE	3,722202013	51,83777757	9,479524138	29,30867327
NMAE	6,003551635	8,03686474	126,3936552	5861,734654
Min Abs Error	0,014409761	3,418545437	0,041556194	3,178496597
Max Abs Error	7,618285292	125,0333346	21,79911953	84,79619229
r	1	1	1	-1

Yapay Sinir Ağı (YSA) modeline ait Neurosolutionun kendi analiz programında korelasyon yaptırılarak pH, sıcaklık, NO₃-N ve Zn model değerleri ile giriş çıkış ölçüm değerleri ile karşılaştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar Çizelge 4.10 'da verilmiştir. Burada ölçüm değerleri ile model tahminleri arasında hata oranını belirlemek için korelasyon kurulmuştur. Bu hata değerlerinin sıfıra yakın olması oluşturulan modelin en anlamlı sonuç olduğu anlamına gelmektedir. Korelasyon analizinden elde edilen r değeri değişkenler arasındaki ilişkiyi gösterir. Bu ilişkinin derecesini ölçmek için istatistiksel bir yöntem olan korelasyon katsayısı "r" -1 ile +1 arasında değerler alır. Korelasyon için bakacak olursak pH, sıcaklık, NO₃-N sonuçları ile modelin ilişkisi olduğunu görmekteyiz. Zn sonucu -1 olduğu için modelle ilişki görülmemiştir. Belirlenim katsayısı negatif olamayacağı için karesi alınarak sonuç pozitif olarak incelenir. Söz konusu değişkenler arasında determinasyon katsayısı (r^2) 1'dir. Model tahminleri ile ölçüm değerlerinin arasında %100 ortak bir varyans olduğu gözlemlenmiştir.



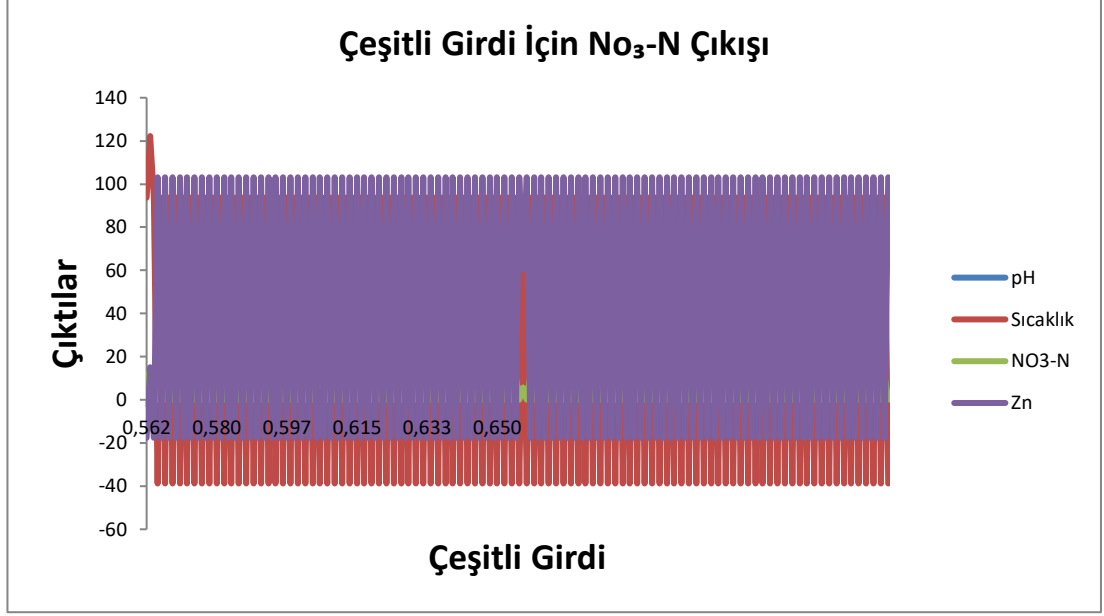
Şekil 4.2. Çeşitli girdi için pH çıkışı grafiği

Yapay Sinir Ağı (YSA) modeline ait sonuç kısmında Şekil 4.2’de elde etmiş olduğumuz pH değerinin diğer parametrelerle etkisi olduğu görülmektedir.



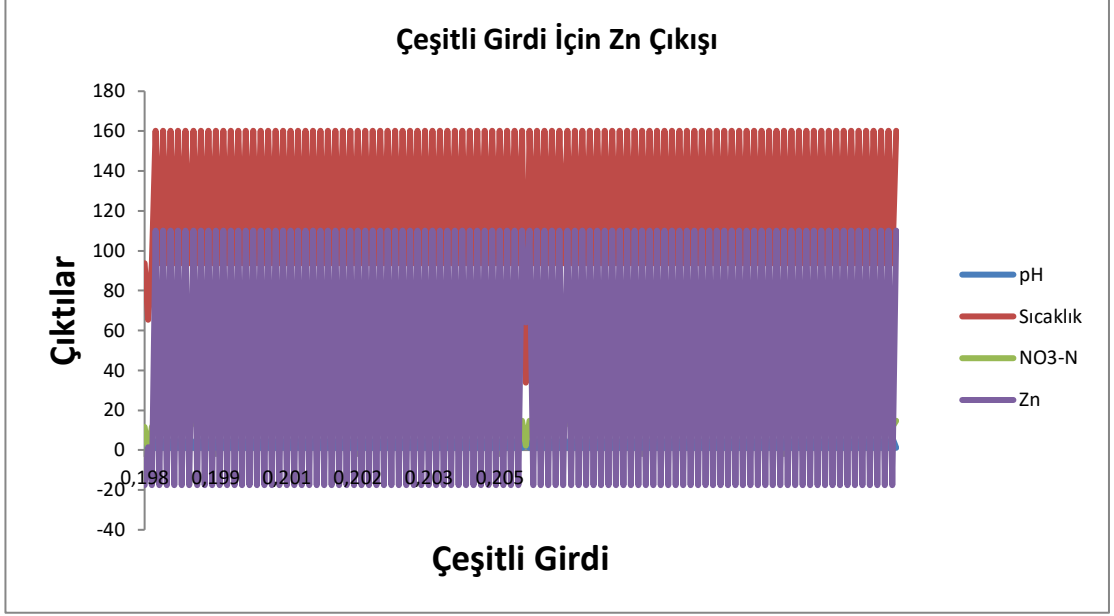
Şekil 4.3. Çeşitli girdi için sıcaklık çıkışı grafiği

Şekil 4.3’de sıcaklık sonuç değerlerinin diğer parametrelere belli bir noktada etki ettiğini ve geri kalan kısımlarda stabil olarak seyrettiği gözlemlenmektedir.



Şekil 4.4. Çeşitli girdi için NO₃-N çıkışı grafiği

Programda sonuç kısmında elde etmiş olduğumuz NO₃-N çıkış değerinin Şekil4.4’de diğer parametrelerle etkisi olduğu görülmektedir. Ölçüm sonuçlarının tamamına etki ettiği söylenebilir.



Şekil 4.5. Çeşitli girdi için Zn çıkışı grafiği

Son olarak Zn çıkış sonucunun Şekil 4.5’de yine tüm sonuçlara etki ettiğini sıcaklık, pH ve NO₃-N ile ilişkisi olduğunu söyleyebiliriz.

5. SONUÇ

Bursa ilinde kalabalık nüfusu ve sanayileşmeden kaynaklı yoğun bir baskı bulunmaktadır. Su kirliliği devamlı olarak artış göstermektedir. İlde belediyelere ve çeşitli sanayi bölgelerine ait bir çok arıtma tesisi bulunmaktadır; ancak, kimi sanayi kuruluşlarının atık sularını arıtmadan, Nilüfer Çayı ve yan kollarına deşarj etmeleri sonucu, Nilüfer Çayı'nın sulama suyu su kalitesi düşmektedir. Nilüfer çayının sulama suyu olarak kullanıldığı bölgelerde uzun süredir süregelen kirliliğin etkilerinin belirlenmesi için su örneklerinin alındığı geniş kapsamlı bir proje çalışması yapılmalıdır.

Bu çalışmada, BUSKİ Genel Müdürlüğünden alınan Bursa ilinden geçmekte olan Nilüfer Çayına ait verilerin Yapay Sinir Ağı (YSA) analiz sonuçlarının değerlendirilmesi yapılmıştır.

NeuroSolutions YSA programının bu araştırmada Nilüfer çayı verileri Çok Katmanlı Algılayıcı olarak çalıştırılmıştır. Bir geri beslemeli sinir ağı, çıkış ve ara katmanlardaki çıkışların, giriş birimlerine veya önceki ara katmanlara geri beslendiği bir ağ yapısıdır. Bu durum giriş verilerinin hem ileri yönde hem de geri yönde aktarılmasını sağlamaktadır. Sinir ağ yapısının performans etkisini Ortalama Kare Hatası (MSE) ve Model Kestirim gücü (R) vermektedir. Çalıştırılan programda Levenberg-Marquardt algoritması kullanılmıştır. Bu algoritmalar ile tatmin edici tahminler elde edilmiş ve düşük derecede MSE değerleri çıkmıştır. Modelin gelişimi sırasında elde edilen sonuçlar şu şekildedir; seçilen döngü içerisinde ara katmandan oluşan sonuca bağlı Minimum MSE ve Final MSE değerleri sırasıyla 0,545613984 - 0,545616788 bulunmuştur.

Geliştirilen ağda Yapay Sinir Ağı (YSA) modeline ait Neurosolutionun programında korelasyon yaptırılarak pH, sıcaklık, NO₃-N ve Zn model değerleri ile giriş çıkış ölçüm değerleri ile karşılaştırılmıştır. Programda ölçüm değerleri ile model tahminleri arasında hata oranını belirlemek için korelasyon kurulmuştur. Bu hata değerlerinin sıfıra yakın olması oluşturulan modelin en anlamlı sonuç olduğu anlamına gelmektedir. Korelasyon

analizinden elde edilen r değeri değişkenler arasındaki ilişkiyi gösterir. Bu ilişkinin derecesini ölçmek için istatistiksel bir yöntem olan korelasyon katsayısı “ r ” -1 ile +1 arasında değerler alır. Belirlenim (determinasyon) katsayısı negatif olamayacağı için karesi alınarak sonuç pozitif olarak incelenir. Söz konusu değişkenler arasında determinasyon katsayısı (r^2) 1’dir. Model tahminleri ile ölçüm değerlerinin arasında %100 ortak bir varyans olduğu gözlemlenmiştir. Yapay Sinir Ağı (YSA) programında Nilüfer Çayının ölçüm sonuçlarının Çayönü deresindeki elde ettiğimiz sonuçta pH, sıcaklık, $\text{NO}_3\text{-N}$ kirliliğinin bu bölgede bulunmasında en önemli etkiye sahip olduğunu söyleyebiliriz. Zn değerinin Çayönü deresi noktasında etkisi olduğu gözlemlenmemiştir.

KAYNAKLAR

- Akın, H.F., AŞIK, B.B., 2018.** Nilüfer Çayı ve Farklı arıtma tesisleri atık sularının, toprak özellikleri ve bitki gelişimi üzerine etkilerinin belirlenmesi. *U.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi*,32(1): 15-30.
- Azedine Charef, Antoine Ghauch, Patrick Baussand, Michel Martin- Bayer 2000.** Water Quality Monitoring Using A Smart Sensing System. *Elsevier*, 28(3):219-224.
- Barndoff-Nielsen, D.E., Jensen, J.L. and Kendall, W.S.,1993.** Statistical Aspects of neural network.*Networks and Chaos* Statistical and Probabilistic aspect, London: Charpman & Hall.
- Beltran et al., 1998 J.L. Beltran, R. Ferrer, J. Guiteras 1998.** Multivariate Calibration of Polycyclic Aromatic Hydrocarbon Mixtures From Excitation- Emission Fluorescence Spectra *Anal. Chim. Acta*, 373: 311-319.
- Bose And Liang, N. K. Bose, P. Liang 1996.** Neural Networks Fundamentals, McGraw-Hill, Inc.
- Cheng, B., Titterington, D.M., 1994.** Neural Networks: A review from a staistical perspective. *Statiscial Science*, 9(1): 2-54.
- Cybenko,G.,1989.** Approximation by superpositions of a sigmodial function. *Mathematical control signals systems*, 2: 303-314.
- Dorak, S. 2015.** Nilüfer Çayı ve Nilüfer Çayı'na Deşarj Edilen Kimi Arıtma Tesisi Atık Sularının Sulama Suyu Kalite Parametrelerinin Belirlenmesi *Yüksek Lisans Tezi*, U.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı
- El- Sharkawi, M.A., 1991.** Neural Networks and their Application to power Engineering. *Control and Dynamic Systems*, 41.
- Fouad, A.A., Zhou Quin, and V.Vittal 1994.** Systeam Vuherability as a concept to Assess Power System Dynamic Security. *Submitted to the Power Engineering Society of IEEE*, 9(2): 1009-1015.
- Funahashi,K., 1989.** On the approximate realization of continuous mappings by neural *Networks. Neural Networks*, 2: 183-192.
- Garson, G.D. Garson 1991.** Interpreting Neural- Network Connection Weights *A.I. Expert*, 6: 47-51.
- Geman Et Al., S. Geman, E. Bienenstock , R. Doursat 1992.** Neural Networks And the Bias / Vairance Dilemana. *Neural Comput.*, 4:1-58.
- Hagen Et Al., M. T. Hagan, H. B. Delmuth, M. Beale 1996.** Neural Network Desing, *PWS Publishing Company*, Boston.
- Heathcote, Isobel W.1998.** “ Intagrated Watershed Manageicecment: Principles and Practices”, John Wiley & Sons, Inc. New York, 464 pp.
- Holger R. Marier and Graeme C. Dandy** The Use Artificial Neural Networks for the Prediction of Water Quality Parameters. *Department of civil and Environmental Engineering*, 32(4):1013-1022.
- Hornik, K., 1991.** Approximation capabilities of multiplayer feedforward Networks. *Neural Networks*,4:251-257.
- Hornik, K., Stinchcombe, M.White,H.,1989.** Multilayer feedfor word Networks are universal approximotors. *Neural Networks*, 2:359-366.
- Hornik,K., 1993.** Some new results on neural network appoxi mation. *Neural Networks*,6: 1069-1072.
- I.A. Basheer, M. Hajmeer 2000.** Artificial Neural Netwroks: Fundamentals, computing, desing and application. *Journal of Microbiological Methods*, 43(1):3-31.

- Irie, B., Miyake, S., 1988.** Capabilities of three-layered perceptrons. In: Proceedings of the *IEE International al Conference on Neural Networks*, 1: 641-648.
- Jennifer Davidson, A.A. Fouad 1994.** Application of artificial Neural Networks In Power System security and vulnerability assessment. *IEE Transaction o Power Systems*, 9(1):525-532.
- K.P. Singh, A. Malik, N. Basant, P. Saxena 2007.** Multi-way Partikal Least Squares Modeling of Water Quality Data *Anal. Chim. Acta*,584:385-396.
- Kunwar P. Singh, Ankita Basant, Amrita Malik, Gunja Jain 2009.** Artificial Neural Network Modeling of the River Water Quality- A Case Study. *Ecological Modelling* 220(6): 888-895.
- Lek, S., Guiresse, M., Luc, J., Giraudel 1999.** Predicting Stream Nitrogen Concentration from Watershed Features Using Neural Networks *Water Research . Elsevier*, 33(16):3469-3478.
- Lippman, R. P. Lippman 1987.** An Introduction To Computing With Neural Nets *IEE Assp Magazine*, 4(1):4-22.
- Mahanta J.2017.** Introduction to Neural Networks, Advantages and Applications.[https://towardsdatascience.com/introduction-to-neural-networks-advantages-and-applications-96851bd1a207-\(2019\).](https://towardsdatascience.com/introduction-to-neural-networks-advantages-and-applications-96851bd1a207-(2019).)
- Meneses M., Pasqualino, J.C. and F. Castells. 2010.** Environmental assesment of urban wastewater reuse: treatment alternatives and applications. *Chemosphere*, 81: 266-272.
- Özer, U., Cebe, M., Güçer, Ş., Ceylan, S., Ertürk, H., S., Yılmaz,O., Tuncel, S., Yılmaz, A., Güneş, M., Aydın, R., Aksoy, S., Tüfekçi, S., Akçay, H., Torunoğlu, T. And Karg., D.1996.** Bursa ve Çevresinin Kirlilik ve Kentleşme Profili, I. Uludağ Çevre Mühendisliği Sempozyumu Bildirgeler Kitabı, 821-844.
- P.E. Keller, R.T. Kouzes, L.J. Kangas 1994.** Three Neural Network Based Sensors for Environmental Monitoring: Proc. IEEE Electro'94 Conf.: ,Miller Freeman Boston, 378-382.
- Simpson, P.K. 1990.** Artificial Neural Systems. *Pergamon Press*, New York.
- Warren S. 1994.** Neural Networks And Staticial Models Proceeding of the Nineteenth Annual.*SAS Institute Inc.*, Usa.
- Weiss, S.M. and Kulikowski, C.A. 1991.** Computer Systems That Learn, San Mateo, CA: Morgan Kaufmann.
- White, H., 1989.** Learning in artificial neural Networks: A statistica Prespective. *Neural Computation*, *IEEE Xplore*, 1(4):425-464.
- Widrow, B., Rumelhort, D.E., Lehr, M.A., 1994.** Neural Networks: Applications in industry. *Business and science communications of the ACM*, 37(3):93-105.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Selma BOZDEMİR
Doğum Yeri ve Tarihi : OSMANGAZI / BURSA 26.07.1992
Yabancı Dil : İngilizce

Eğitim Durumu
Lise : Ahmet Rüştü Anadolu Lisesi
Lisans : Abant İzzet Baysal Üniversitesi Mühendislik Mimarlık
Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü
Yüksek Lisans : Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Çevre Mühendisliği Bölümü

Çalıştığı Kurum/Kurumlar : BOSE MÜHENDİSLİK

İletişim (e-posta) : bozdemirselma@gmail.com

Yayımları :-

BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
TEZ ÇOĞALTMA VE ELEKTRONİK YAYIMLAMA İZİN FORMU

Yazar Adı Soyadı	Selma BOZDEMİR
Tez Adı	Nilüfer Çayı Su Kirliliğinin Yapay Sinir Ağı İle Değerlendirilmesi
Enstitü	Fen Bilimleri
Anabilim Dalı	Çevre Mühendisliği
Tez Türü	Yüksek Lisans
Tez Danışman(lar)ı	Prof.Dr. Ayşe ELMACI
Çoğaltma (Fotokopi Çekim) izni	<input type="checkbox"/> Tezimden fotokopi çekilmesine izin veriyorum <input type="checkbox"/> Tezimin sadece içindekiler, özet, kaynakça ve içeriğinin % 10 bölümünün fotokopi çekilmesine izin veriyorum <input checked="" type="checkbox"/> Tezimden fotokopi çekilmesine izin vermiyorum
Yayımlama izni	<input type="checkbox"/> Tezimin elektronik ortamda yayımlanmasına izin veriyorum

Hazırlamış olduğum tezim belirttiğim hususlar dikkate alınarak, fikri mülkiyet haklarım saklı kalmak üzere Bursa Uludağ Üniversitesi Kütüphane ve Dokümantasyon Daire Başkanlığı tarafından hizmete sunulmasına izin verdiğimi beyan ederim.

Tarih : 21.11.2019

İmza : 