

BÜLENT ECEVİT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MEVSİMSEL DEĞİŞİKLİĞİN FİLYOS ÇAYI SU KALİTESİNE ETKİLERİNİN
YAPAY SİNİR AĞI İLE BELİRLENMESİ

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

DOKTORA TEZİ

BERNA AKSOY

HAZİRAN 2018

BÜLENT ECEVİT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MEVSİMSEL DEĞİŞİKLİĞİN FİLYOS ÇAYI SU KALİTESİNE ETKİSİNİN YAPAY
SİNİR AĞI İLE BELİRLENMESİ

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

DOKTORA TEZİ

Berna AKSOY

DANIŞMAN : Prof. Dr. İsmail Hakı ÖZÖLÇER

İKİNCİ DANIŞMAN : Prof. Dr. Emrah DOĞAN

ZONGULDAK

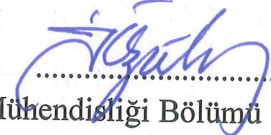
Haziran 2018

KABUL:

Berna AKSOY tarafından hazırlanan “Mevsimsel Değişikliğin Filyos Çayı Su Kalitesine Etkisinin Yapay Sinir Ağı İle Belirlenmesi” başlıklı bu çalışma jürimiz tarafından değerlendirilerek Bülent Ecevit Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalında Doktora Tezi olarak oybirliğiyle kabul edilmiştir. 01/06/2018

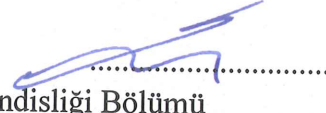
Danışman: Prof. Dr. İsmail Hakkı ÖZÖLÇER

Bülent Ecevit Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü



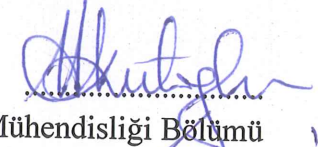
İkinci Danışman: Prof. Dr. Emrah DOĞAN

Sakarya Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü



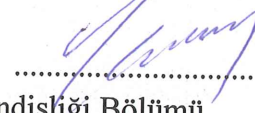
Üye: Prof. Dr. Şenol Hakan KUTOĞLU

Bülent Ecevit Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Geomatik Mühendisliği Bölümü



Üye: Doç. Dr. Kadir ÖZDEMİR

Bülent Ecevit Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü



Üye: Dr. Öğr. Üyesi Osman SÖNMEZ

Sakarya Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü



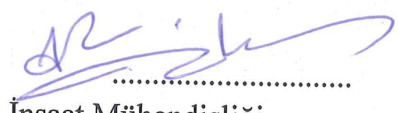
Üye: Prof. Dr. Servet KARASU

Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü



Üye: Dr. Öğr. Üyesi Ali Remzi BİRBEN

Niğantaşı Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü



ONAY:

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım./....../2018



Doç. Dr. Ahmet ÖZARSLAN
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

“Bu tezdeki tüm bilgilerin akademik kurallara ve etik ilkelere uygun olarak elde edildiğini ve sunulduğunu; ayrıca bu kuralların ve ilkelerin gerektirdiği şekilde, bu çalışmadan kaynaklanmayan bütün atıfları yaptığımı beyan ederim.”



Berna AKSOY

ÖZET

Doktora Tezi

MEVSİMSSEL DEĞİŞİKLİĞİN FİLYOS ÇAYI SU KALİTESİNE ETKİLERİNİN YAPAY SİNİR AĞI İLE BELİRLENMESİ

Berna AKSOY

Bülent Ecevit Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. İsmail Hakkı ÖZÖLÇER

İkinci Danışman: Prof. Dr. Emrah DOĞAN

Haziran 2018, 223 sayfa

Yeryüzünde devamlı bir döngü halinde bulunan su, insan için bir yaşam kaynağıdır. Bu döngü içerisinde insanoğlu suyu tekrar tekrar kullanabilir. Döngüde suya karışan maddeler suyun fiziksel, kimyasal veya biyolojik olarak temel özelliklerinin değişmesine sebep olarak, suyun kirlenmesine dolayısıyla çevre dengesinin zamanla bozulmasına neden olurlar. Gerek evsel gerekse endüstriyel atıkların bertaraf edilmeden doğaya verilmesi, tarımda kullanılan ilaç ve gübrelerin kullanıldıktan sonra yağmur ve benzeri nedenlerle doğal sulara karışması ile su kalitesinde önemli değişiklikler meydana gelir. Su kalitesi değişimi, ekosistemin değişmesine neden olur. Bu sebeple yaşam alanlarına yakın bulunan akarsular ve su rezervlerinde su kalitesinin araştırılması önem arz etmektedir.

Bir akarsu üzerinde gözlem ve ölçümler yapmak, o akarsudan nasıl yararlanılabileceği hakkında gerekli bilgileri verir. Gerekli olan bu bilgileri elde etmek uzun süreli veri

ÖZET (devam ediyor)

toplanmasına bağlıdır. Bu çalışmada, Batı Karadeniz Havzası'nın en büyük alt havzası olan Filyos Çayı'nın ana kolu boyunca seçilen beş gözlem istasyonunda bir yıllık dönemde otuz gün aralıklarla yüzeysel su kalitesi ölçümleri yapılmıştır. Çalışma kapsamında, yerinde (sıcaklık, pH, çözülmüş oksijen ve elektriksel iletkenlik) ölçümler ve laboratuvarında (askıda katı madde, kimyasal oksijen ihtiyacı, bulanıklık, toplam organik karbon, amonyum, kalsiyum, magnezyum, sertlik, fosfat, nitrit, nitrat, alüminyum, mangan, demir, krom, kurşun ve çinko) analizler gerçekleştirilmiştir. Ayrıca, Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'ne göre su sınıflandırılması yapılmıştır.

Son olarak, bulanıklık parametresinin, krom, kimyasal oksijen ihtiyacı, demir, alüminyum, askıda katı madde, mangan, çinko, kurşun ve kalsiyum parametrelerine dayalı tahmini, yapay sinir ağları yöntemiyle yapılarak gerçekleştirilmiştir. Tahmin iki senaryo şeklinde tasarlanmıştır. Birinci senaryo, analizi gerçekleştirilen krom, kimyasal oksijen ihtiyacı, demir, alüminyum, askıda katı madde, mangan, çinko, kurşun ve kalsiyum parametreleri sisteme tek tek girdi halinde sunulmuş, bulanıklık parametresini en iyi tahmin eden parametre belirlenmiştir. Daha sonra bu parametreye her defasında en iyi diğer parametre ilave edilerek oluşturulan modeller ile havza bazında bulanıklık parametresine en çok etkileyen model belirlenmiştir. İkinci senaryo, analizi gerçekleştirilen seçilmiş parametreler her bir istasyon için sisteme tek tek girdi halinde sunularak bulanıklık parametresini en iyi tahmin eden parametre belirlenmiştir. Daha sonra bu parametreye her defasında en iyi diğer parametre ilave edilerek oluşturulan modeller ile bulanıklık parametresine en çok etkileyen model belirlenmiştir. Her iki senaryo için de model sonuçları ayrı ayrı tablolastırılıp, en iyi test performansına sahip topolojiler grafikleştirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Filyos Çayı, su kalitesi, yapay sinir ağları

Bilim Kodu: 624.01.00

ABSTRACT

Ph. D. Thesis

DETERMINATION OF SEASONAL CHANGES IN FİLYOS STREAM WATER QUALITY BY ARTIFICIAL NEURAL NETWORK

Berna AKSOY

Bülent Ecevit University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Civil Engineering

Thesis Advisor: Prof. Dr. İsmail Hakkı ÖZÖLÇER

Co-Advisor: Prof. Dr. Emrah DOĞAN

June 2018, 223 pages

Water is in an endless cycle, which is source of life for human beings. In this cycle, human being can use water again and again. During this cycle, substances that are contaminated in water cause physical, chemical or biological alteration of the water's natural features, that leads to water pollution and therefore causes the environmental balance to deteriorate over time. The water quality in resources can be changed by either domestic or industrial wastes being discharged without any treatment and the pesticides or fertilizers used in agriculture being contaminated with natural water due to rain and similar reasons. This quality changes cause deteriorations in ecosystem. For this reason, it is important to investigate the water quality in rivers and water reservoirs which are close to settlement areas.

Observations and measurements on a river, give the necessary information about how to benefit from the river. Obtaining the necessary information depends on long-term data collection. In

ABSTRACT (continued)

this study, surface water quality measurements were carried out at five observation stations along the main line of the Filyos stream, which forms the largest sub-basin in the western Karadeniz Basin, at intervals of thirty days in one year period. In the scope of the study, measurements in the field survey (temperature, pH, dissolved oxygen and electric conductivity) and in the laboratory (suspended solids, chemical oxygen demand, turbidity, total organic carbon, ammonium, calcium, magnesium, hardness, phosphate, nitrite, nitrate, aluminium, manganese, iron, chromium, lead and zinc) analyses were carried out. According to the water pollution control regulation, water classification was also performed within the scope of the study.

Finally, estimation of the turbidity parameter based on parameters of chromium, chemical oxygen demand, iron, aluminium, suspended solids, manganese, zinc, lead and calcium was performed by artificial neural networks. Estimation is designed in the form of two scenarios. In the first scenario at the analysis, the parameters of chromium, chemical oxygen demand, iron, aluminium, suspended solids, manganese, zinc, lead and calcium were used as input in the models to determine that best predicts turbidity parameter. Then the models that are created by adding the best other parameters to this parameter each time and the most effective model was determined on basin basis. In the second scenario at the analysis, selected parameters were used as input for each station in the models to determine that best predicts turbidity parameter. Then the models that are created by adding the best other parameters to this parameter each time and the most effective model was determined. For both scenarios the model results are shown in tables for each station separately and the topologies with the best performance is charted.

Keywords: Stream Filyos, water quality, neural networks.

Science Code: 624.01.00

TEŞEKKÜR

Doktora eğitimim süresince danıőmanlıęımı üstlenerek tez çalıőmamın yürütölmesi sırasında bana her konuda yardımcı olan, sabrımı ve desteğini esirgemeyen Sayın Hocam Prof. Dr. İsmail Hakkı ÖZÖLÇER'e teőekkürü bir borç bilirim.

Bu tez çalışması boyunca eő danıőmanlıęımı yapan ve fikirlerini paylaőan Prof. Dr. Emrah DOğAN hocama, değerli destekleri için Dekanımız Sayın Prof. Dr. şenol Hakan KUTOğLU'na, çalıőmam süresince yol ışığım ve yardımcı olan hocam Doç. Dr. Kadir ÖZDEMİR'e, kapısını her alıőımda beni geri çevirmeyen hocam Dr. Öğr. Üyesi Okan ERKAYMAZ hocama, desteğiyle her zaman yanımda olan can dostum Dr. Öğr. Üyesi Rukiye UZUN'a ve çalışma arkadaşım Arő. Gör. Dilek Cansu TURHAN'a teşekkür ederim.

Bu süreç içerisinde benden manevi desteklerini esirgemeyen eőim Volkan AKSOY'a, aileme ve görünmez kahramanlarıma teşekkür ederim.



İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
KABUL	ii
ÖZET	iii
ABSTRACT	v
TEŞEKKÜR	vii
İÇİNDEKİLER.....	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xv
ÇİZELGELER DİZİNİ	xxiii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	xxxı
EK AÇIKLAMALAR DİZİNİ.....	xxxv
BÖLÜM 1 GİRİŞ	1
1.1 ÇALIŞMANIN AMACI.....	1
BÖLÜM 2 GENEL BİLGİLER VE KURAMSAL KAVRAMLAR.....	1
2.1 GENEL BİLGİLER.....	1
2.1.1 Su ve Önemi.....	1
2.1.2 Su Kaynaklarının Ülkemiz Açısından İncelenmesi	3
2.1.3 Ülkemiz Su Kaynakları Tüketiminin İncelenmesi.....	6
2.1.4 Su Kaynakları Standart ve Yönetmeliği.....	7
2.1.5 İnsani Tüketim Amaçlı Kullanılan Su Çeşitleri.....	10
2.1.6 İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik.....	11
2.1.7 Türk Standardı (TS) 266	12
2.1.8 Uluslararası İçme Suyu Standartları	13
2.2 LİTERATÜR ARAŞTIRMASI	16
2.2.1 Yüzeysel Su Kalitesine Yönelik Çalışmalar	16
2.2.2 Su Kalitesi Modelleme Çalışmalarında Yapay Sinir Ağları Yöntemi	22

İÇİNDEKİLER (devam ediyor)

	<u>Sayfa</u>
BÖLÜM 3 ÇALIŞMA ALANI	25
3.1 FİLYOS ÇAYI	25
3.2 JEOLJİK VE JEOMORFOLOJİK ÖZELLİKLER	27
3.3 HAVZANIN HİDROGRAFİK ÖZELLİKLERİ	28
3.4 HAVZANIN İKLİM ÖZELLİKLERİ	29
3.4.1 Sıcaklık	29
3.4.2 Yağış-Akım	30
3.4.3 Bitki Örtüsü	32
3.4.4 Alt Havzalar	32
3.4.5 İçme Suyu	38
BÖLÜM 4 MATERYEL VE METOD	41
4.1 SU KALİTESİ ÖLÇÜMLERİ	41
4.1.1 Çalışma Kapsamında İncelenen Su Kalite Parametreleri	41
4.1.1.1 Sudaki Sıcaklık Değişimi	42
4.1.1.2 Çözünmüş Oksijen	42
4.1.1.3 Elektriksel İletkenlik	42
4.1.1.4 pH Değeri	42
4.1.1.5 Askıda Katı Madde	43
4.1.1.6 Bulanıklık	43
4.1.1.7 Kimyasal Oksijen İhtiyacı	43
4.1.1.8 Toplam Organik Karbon	44
4.1.1.9 Amonyum	44
4.1.1.10 Magnezyum	44
4.1.1.11 Toplam Sertlik	45
4.1.1.12 Fosfor	45
4.1.1.13 Nitrit ve Nitrat	46
4.1.1.14 Alüminyum	46
4.1.1.15 Mangan	46
4.1.1.16 Demir	47

İÇİNDEKİLER (devam ediyor)

	<u>Sayfa</u>
4.1.1.17 Krom.....	47
4.1.1.18 Kurşun	47
4.1.1.19 Çinko	48
4.2 GÖZLEM İSTASYONLARI	48
4.2.1 F1 İstasyonu (Filyos Ağız).....	49
4.2.2 F2 İstasyonu (Saltukova Köprü)	50
4.2.3 F3 İstasyonu (Çaydeğirmeni Köprü)	51
4.2.4 F4 İstasyonu (Tefen HES)	52
4.2.5 F5 İstasyonu (Karabük TOKİ).....	53
4.3 SU KALİTE PARAMETRELERİ VE ANALİZ PRENSİPLERİ	54
4.3.1 Çalışma Bölgesinde Ölçülen Su Kalite Parametreleri ve Ölçüm Prensipleri	54
4.3.1.1 Çözünmüş Oksijen Ölçüm Prensipleri	55
4.3.1.2 Sıcaklık Ölçüm Prensipleri	55
4.3.1.3 pH Ölçüm Prensipleri	55
4.3.1.4 Elektriksel İletkenlik Ölçüm Prensipleri	56
4.3.2 Filyos Çayı'nda Su Numunelerinin Alınması ve Muhafazası	56
4.3.3 Su Numunelerinin Filtre Edilmesi	57
4.3.4 Analizleri Laboratuvarda Gerçekleştirilen Su Kalite Parametreleri ve Analiz Prensipleri.....	58
4.3.4.1 Askıda Katı Madde (AKM) Tayini	58
4.3.4.2 Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ) Tayini.....	59
4.3.4.3 Bulanıklık Tayini.....	60
4.3.4.4 Toplam Organik Karbon (TOC) Tayini	61
4.3.4.5 Anyon (NH_4 , Ca^{+2} , Mg^{+2} , PO_4^{-3} , NO_2^- , NO_3^-) Tayini.....	62
4.3.4.6 Sertlik Tayini.....	62
4.3.4.7 ICP-MS Analizi (Al^{+3} , Mn^{+2} , Fe^{+3} , Cr^+ , Pb^{+4} , Zn^{+2}).....	63
4.4 YAPAY SİNİR AĞLARI.....	63
4.4.1 Giriş.....	63
4.4.2 Çok Katmanlı Algılayıcı	65
4.4.3 ÇKA Model Yapısı	65
4.4.4 ÇKA Ağının Öğrenme Kuralı	66
4.4.5 ÇKA Ağının Çalışma Adımları	69

İÇİNDEKİLER (devam ediyor)

	<u>Sayfa</u>
4.5 YSA MODELİ.....	70
BÖLÜM 5 BULGULAR VE İRDELEME	73
5.1 ANALİZLER.....	73
5.1.1 Arazi ve Laboratuvar Çalışmaları	73
5.1.1.1 Elektriksel İletkenliğin (Eİ) Filyos Çayı Boyunca Mevsimsel Değişimi	79
5.1.1.2 Sıcaklığın Filyos Çayı Boyunca Mevsimsel Değişimi	80
5.1.1.3 pH'ın Filyos Çayı Boyunca Mevsimsel Değişimi	81
5.1.1.4 Çözünmüş Oksijenin (ÇO) Filyos Çayı Boyunca Mevsimsel Değişimi	82
5.1.1.5 Askıda Katı Madde'nin (AKM) Filyos Çayı Boyunca Mevsimsel Değişimi ...	84
5.1.1.6 Kimyasal Oksijen İhtiyacı'nın (KOİ) Filyos Çayı Boyunca Mevsimsel Değişimi.....	85
5.1.1.7 Bulanıklılığın Filyos Çayı Boyunca Mevsimsel Değişimi	87
5.1.1.8 Toplam Organik Karbonun (TOC) Filyos Çayı Boyunca Mevsimsel Değişimi.....	88
5.1.1.9 Amonyum (NH ₄ ⁺)Filyos Çayı Boyunca Mevsimsel Değişimi.....	89
5.1.1.10 Kalsiyum'un (Ca ⁺²) Filyos Çayı Boyunca Mevsimsel Değişimi	90
5.1.1.11 Magnezyum'un (Mg ⁺²) Filyos Çayı Boyunca Mevsimsel Değişimi.....	91
5.1.1.12 Sertliğin Filyos Çayı boyunca Mevsimsel Değişimi.....	92
5.1.1.13 Fosfat'ın (PO ₄ ⁻³) Filyos Çayı boyunca Mevsimsel Değişimi	93
5.1.1.14 Nitrit'in (NO ₂ ⁻) Filyos Çayı Boyunca Mevsimsel Değişimi	95
5.1.1.15 Nitrat'in (NO ₃ ⁻) Filyos Çayı Boyunca Mevsimsel Değişimi	96
5.1.1.16 Alüminyum'un (Al ⁺³) Filyos Çayı Boyunca Mevsimsel Değişimi.....	97
5.1.1.17 Mangan'ın (Mn ⁺²) Filyos Çayı Boyunca Mevsimsel Değişimi	99
5.1.1.18 Demir (Fe ⁺³) Filyos Çayı Boyunca Mevsimsel Değişimi	100
5.1.1.19 Krom (Cr ⁺³) Filyos Çayı Boyunca Mevsimsel Değişimi	101
5.1.1.20 Kurşun (Pb ⁺⁴) Filyos Çayı Boyunca Mevsimsel Değişimi	103
5.1.1.21 Çinko (Zn ⁺²) Filyos Çayı Boyunca Mevsimsel Değişimi	104
5.2 YAPAY SİNİR AĞI MODEL SONUÇLARI.....	105
5.2.1 Filyos Nehri'nde Havza Bazında Elde Edilen YSA Sonuçları	106
5.2.2 Filyos Nehri'nde İstasyon Bazında Elde Edilen YSA Sonuçları.....	125

İÇİNDEKİLER (devam ediyor)

	<u>Sayfa</u>
5.2.2.1 F1 İstasyonu	125
5.2.2.2 F2 İstasyonu	133
5.2.2.3 F3 İstasyonu	141
5.2.2.4 F4 İstasyonu	149
5.2.2.5 F5 İstasyonu	157
BÖLÜM 6 SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	167
6.1 SONUÇLAR.....	167
6.2 ÖNERİLER	170
KAYNAKLAR.....	171
EK AÇIKLAMALAR.....	175
ÖZGEÇMİŞ	225



ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>No</u>	<u>Sayfa</u>
Şekil 2.1 Türkiye su potansiyeli	3
Şekil 2.2 Türkiye’de su kaynakları incelemelerinden tespit edilen 26 adet hidrolojik havzalar haritası	4
Şekil 3.1 İnceleme alanı haritası	26
Şekil 3.2 İnceleme alanını kapsayan bölgenin jeomorfolojik haritası	28
Şekil 3.3 İnceleme sahası sıcaklık değerlerinin değişimi.....	29
Şekil 3.4 Çaycuma aylık ortalama debileri	30
Şekil 3.5 Yenice aylık ortalama debileri	30
Şekil 3.6 Batı Karadeniz Havzası alt havzaları	33
Şekil 3.7 Batı Karadeniz Havzası alt havzaları	33
Şekil 3.8 Batı Karadeniz Havzası alt havzalar nüfus dağılımı	34
Şekil 3.9 Filyos Çayı alt havzası	35
Şekil 3.10 Filyos Çayı alt havzası’nda hayvan sayıları.....	37
Şekil 3.11 Filyos Çayı alt havzası’nda bulunan barajlardan görüntüler	39
Şekil 4.1 Gözlem istasyonlarının uydu görüntüsü	48
Şekil 4.2 F1 istasyonu (Filyos Ağız) uydu görüntüsü.....	49
Şekil 4.3 F1 istasyonu (Filyos Ağız).....	49
Şekil 4.4 F2 istasyonu (Saltukova Köprü) uydu görüntüsü	50
Şekil 4.5 F2 istasyonu (Saltukova Köprü)	50
Şekil 4.6 F3 istasyonu (Çaydeğirmeni Köprü) uydu görüntüsü.....	51
Şekil 4.7 F3 istasyonu (Çaydeğirmeni Köprü).....	51
Şekil 4.8 F4 istasyonu (Tefen HES) uydu görüntüsü.....	52

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam ediyor)

<u>No</u>	<u>Sayfa</u>
Şekil 4.9 F4 istasyonu (Tefen HES).....	52
Şekil 4.10 F5 istasyonu (Karabük TOKİ) uydu görüntüsü	53
Şekil 4.11 F5 istasyonu (Karabük TOKİ)	53
Şekil 4.12 Horiba HQ40D (multi-parameter water quality) cihaz	54
Şekil 4.13 Horiba HQ40D çözülmüş oksijen probu.....	55
Şekil 4.14 Horiba HQ40D pH probu.....	55
Şekil 4.15 Horiba HQ40D iletkenlik probu	56
Şekil 4.16 Su numunelerinin saklamasında ve naklinde kullanılan numune kapları	57
Şekil 4.17 Filtrasyon işleminde kullanılan selüloz nitrat ve cam yünü filtreler.....	57
Şekil 4.18 Filtre kağıtlarının kullanıldığı vakumlu filtrasyon seti	58
Şekil 4.19 Filtrelerin kurutulduğu etüv	59
Şekil 4.20 Bulanıklık ölçer.....	61
Şekil 4.21 Schimadzu marka TOC-L model toplam organik karbon analiz cihazı.....	61
Şekil 4.22 Dionex marka ICS-1100 model iyon kromatografisi sistemi	62
Şekil 4.23 Perkin Elmer marka Nexion 300D model ICP-MS cihazı	63
Şekil 4.24 Basit algılayıcı model.....	64
Şekil 4.25 Çok katmanlı algılayıcı modeli	66
Şekil 4.26 İşlemci fonksiyonları.....	68
Şekil 5.1 Elektriksel İletkenliğin (Eİ) mevsimsel değişimi.....	79
Şekil 5.2 Sıcaklığın mevsimsel değişimi.....	80
Şekil 5.3 pH'ın mevsimsel değişimi	81
Şekil 5.4 Çözülmüş Oksijenin (ÇO) mevsimsel değişimi	83
Şekil 5.5 Askıda Katı Madde (AKM) konsantrasyonunun mevsimsel değişimi	85
Şekil 5.6 Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ) mevsimsel değişimi	86
Şekil 5.7 Bulanıklığın mevsimsel değişimi.....	87

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam ediyor)

<u>No</u>	<u>Sayfa</u>
Şekil 5.8 Toplam Organik Karbonun (TOC) mevsimsel değişimi.....	88
Şekil 5.9 Amonyumun (NH_4^+) mevsimsel değişimi	90
Şekil 5.10 Kalsiyumun (Ca^{+2}) mevsimsel değişimi	91
Şekil 5.11 Magnezyum'un (Mg^{+2}) mevsimsel değişimi	92
Şekil 5.12 Sertliğin mevsimsel değişimi	93
Şekil 5.13 Fosfat'ın (PO_4^{-3}) mevsimsel değişimi	94
Şekil 5.14 Nitrit'in (NO_2^-) mevsimsel değişimi	95
Şekil 5.15 Nitrat'ın (NO_3^-) mevsimsel değişimi	97
Şekil 5.16 Alüminyum'un (Al^{+3}) mevsimsel değişimi.....	98
Şekil 5.17 Mangan'ın (Mn^{+2}) mevsimsel değişimi	99
Şekil 5.18 Demir'in (Fe^{+3}) mevsimsel değişimi.....	101
Şekil 5.19 Krom (Cr^{+3}) mevsimsel değişimi	102
Şekil 5.20 Kurşun (Pb^{+4}) mevsimsel değişimi	103
Şekil 5.21 Çinko (Zn^{+2}) mevsimsel değişimi	105
Şekil 5.22 Filyos Nehri Cr parametresi için YSA performansı.....	107
Şekil 5.23 Filyos Nehri KOİ parametresi için YSA performansı	108
Şekil 5.24 Filyos Nehri Fe parametresi için YSA performansı.....	109
Şekil 5.25 Filyos Nehri Al parametresi için YSA performansı.....	110
Şekil 5.26 Filyos Nehri AKM parametresi için YSA performansı	111
Şekil 5.27 Filyos Nehri Mn parametresi için YSA performansı	112
Şekil 5.28 Filyos Nehri Zn parametresi için YSA performansı	113
Şekil 5.29 Filyos Nehri Pb parametresi için YSA performansı	114
Şekil 5.30 Filyos Nehri Ca parametresi için YSA performansı	115
Şekil 5.31 Cr ve KOİ parametreleri için YSA performansı	117
Şekil 5.32 Cr, KOİ ve Fe parametreleri için YSA performansı	118

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam ediyor)

<u>No</u>	<u>Sayfa</u>
Şekil 5.33 Cr, KOİ, Fe ve Al parametreleri için YSA performansı	119
Şekil 5.34 Cr, KOİ, Fe, Al ve AKM parametreleri için YSA performansı.....	120
Şekil 5.35 Cr, KOİ, Fe, Al, AKM ve Mn parametreleri için YSA performansı	121
Şekil 5.36 Cr, KOİ, Fe, Al, AKM, Mn ve Zn parametreleri için YSA performansı.....	122
Şekil 5.37 Cr, KOİ, Fe, Al, AKM, Mn, Zn ve Pb parametreleri için YSA performansı.....	123
Şekil 5.38 Cr, KOİ, Fe, Al, AKM, Mn, Zn, Pb ve Ca parametreleri için YSA performansı	124
Şekil 5.39 Zn ve Cr parametreleri için YSA performansı.....	126
Şekil 5.40 Zn, Cr ve Ca parametreleri için YSA performansı	127
Şekil 5.41 Zn, Cr, Ca ve Al parametreleri için YSA performansı	128
Şekil 5.42 Zn, Cr, Ca, Al ve Mn parametreleri için YSA performansı.....	129
Şekil 5.43 Zn, Cr, Ca, Al, Mn ve Pb parametreleri için YSA performansı.....	130
Şekil 5.44 Zn, Cr, Ca, Al, Mn, Pb ve Fe parametreleri için YSA performansı.....	131
Şekil 5.45 Zn, Cr, Ca, Al, Mn, Pb, Fe ve KOİ parametreleri için YSA performansı	132
Şekil 5.46 Zn, Cr, Ca, Al, Mn, Pb, Fe, KOİ ve AKM parametreleri için YSA performansı	133
Şekil 5.47 Zn ve Fe parametreleri için YSA performansı.....	134
Şekil 5.48 Zn, Fe ve Pb parametreleri için YSA performansı.....	135
Şekil 5.49 Zn, Fe, Pb ve Cr parametreleri için YSA performansı.....	136
Şekil 5.50 Zn, Fe, Pb, Cr ve Al parametreleri için YSA performansı.....	137
Şekil 5.51 Zn, Fe, Pb, Cr, Al ve AKM parametreleri için YSA performansı	138
Şekil 5.52 Zn, Fe, Pb, Cr, Al ve AKM parametreleri için YSA performansı	139
Şekil 5.53 Zn, Fe, Pb, Cr, Al, AKM, KOİ ve Ca parametreleri için YSA performansı.....	140
Şekil 5.54 Zn, Fe, Pb, Cr, Al, AKM, KOİ, Ca ve Mn parametreleri için YSA performansı	141
Şekil 5.55 Pb ve Ca parametreleri için YSA performansı.....	142
Şekil 5.56 Pb, Ca ve Al parametreleri için YSA performansı.....	143
Şekil 5.57 Pb, Ca, Al ve KOİ parametreleri için YSA performansı	144

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam ediyor)

<u>No</u>	<u>Sayfa</u>
Şekil 5.58 Pb, Ca, Al, KOİ ve Mn parametreleri için YSA performansı	145
Şekil 5.59 Pb, Ca, Al, KOİ, Mn ve AKM parametreleri için YSA performansı.....	146
Şekil 5.60 Pb, Ca, Al, KOİ, Mn, AKM ve Fe parametreleri için YSA performansı.....	147
Şekil 5.61 Pb, Ca, Al, KOİ, Mn, AKM, Fe ve Cr parametreleri için YSA performansı.....	148
Şekil 5.62 Pb, Ca, Al, KOİ, Mn, AKM, Fe, Cr ve Zn parametreleri için YSA performansı	149
Şekil 5.63 KOİ ve Fe parametreleri için YSA performansı	150
Şekil 5.64 KOİ, Fe ve AKM parametreleri için YSA performansı.....	151
Şekil 5.65 KOİ, Fe, AKM ve Pb parametreleri için YSA performansı.....	152
Şekil 5.66 KOİ, Fe, AKM, Pb ve Mn parametreleri için YSA performansı.....	153
Şekil 5.67 KOİ, Fe, AKM, Pb, Mn ve Cr parametreleri için YSA performansı	154
Şekil 5.68 KOİ, Fe, AKM, Pb, Mn, Cr ve Al parametreleri için YSA performansı.....	155
Şekil 5.69 KOİ, Fe, AKM, Pb, Mn, Cr, Al ve Zn parametreleri için YSA performansı.....	156
Şekil 5.70 KOİ, Fe, AKM, Pb, Mn, Cr, Al, Zn ve Ca parametreleri için YSA performansı	157
Şekil 5.71 Cr ve Al parametreleri için YSA performansı	158
Şekil 5.72 Cr, Al ve KOİ parametreleri için YSA performansı	159
Şekil 5.73 Cr, Al, KOİ ve Zn parametreleri için YSA performansı.....	160
Şekil 5.74 Cr, Al, KOİ, Zn ve Ca parametreleri için YSA performansı	161
Şekil 5.75 Cr, Al, KOİ, Zn, Ca ve Fe parametreleri için YSA performansı	162
Şekil 5.76 Cr, Al, KOİ, Zn, Ca, Fe ve Pb parametreleri için YSA performansı	163
Şekil 5.77 Cr, Al, KOİ, Zn, Ca, Fe, Pb ve Mn parametreleri için YSA performansı	164
Şekil 5.78 Cr, Al, KOİ, Zn, Ca, Fe, Pb, Mn ve AKM parametreleri için YSA performansı	165
Şekil A.1 Zn parametresi için YSA performansı	175
Şekil A.2 Cr parametresi için YSA performansı.....	176
Şekil A.3 Ca parametresi için YSA performansı	177

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam ediyor)

<u>No</u>	<u>Sayfa</u>
Şekil A.4 Al parametresi için YSA performansı.....	178
Şekil A.5 Mn parametresi için YSA performansı	179
Şekil A.6 Pb parametresi için YSA performansı.....	180
Şekil A.7 Fe parametresi için YSA performansı.....	181
Şekil A.8 KOİ parametresi için YSA performansı.....	182
Şekil A.9 AKM parametresi için YSA performansı	183
Şekil B.1 Zn parametresi için YSA performansı.....	185
Şekil B.2 Fe parametresi için YSA performansı	186
Şekil B.3 Pb parametresi için YSA performansı.....	187
Şekil B.4 Cr parametresi için YSA performansı	188
Şekil B.5 Al parametresi için YSA performansı	189
Şekil B.6 AKM parametresi için YSA performansı.....	190
Şekil B.7 KOİ parametresi için YSA performansı	191
Şekil B.8 Ca parametresi için YSA performansı.....	192
Şekil B.9 Mn parametresi için YSA performansı	193
Şekil C.1 Pb parametresi için YSA performansı.....	195
Şekil C.2 Ca parametresi için YSA performansı.....	196
Şekil C.3 Al parametresi için YSA performansı	197
Şekil C.4 KOİ parametresi için YSA performansı.....	198
Şekil C.5 Mn parametresi için YSA performansı	199
Şekil C.6 AKM parametresi için YSA performansı.....	200
Şekil C.7 Fe parametresi için YSA performansı	201
Şekil C.8 Cr parametresi için YSA performansı	202
Şekil C.9 Zn parametresi için YSA performansı.....	203
Şekil D.1 KOİ parametresi için YSA performansı.....	205

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam ediyor)

<u>No</u>	<u>Sayfa</u>
Şekil D.2 Fe parametresi için YSA performansı.....	206
Şekil D.3 AKM parametresi için YSA performansı	207
Şekil D.4 Pb parametresi için YSA performansı.....	208
Şekil D.5 Mn parametresi için YSA performansı	209
Şekil D.6 Cr parametresi için YSA performansı.....	210
Şekil D.7 Al parametresi için YSA performansı.....	211
Şekil D.8 Zn parametresi için YSA performansı	212
Şekil D.9 Ca parametresi için YSA performansı	213
Şekil E.1 Cr parametresi için YSA performansı	215
Şekil E.2 Al parametresi için YSA performansı	216
Şekil E.3 KOİ parametresi için YSA performansı	217
Şekil E.4 Zn parametresi için YSA performansı.....	218
Şekil E.5 Ca parametresi için YSA performansı.....	219
Şekil E.6 Fe parametresi için YSA performansı	220
Şekil E.7 Pb parametresi için YSA performansı	221
Şekil E.8 Mn parametresi için YSA performansı.....	222
Şekil E.9 AKM parametresi için YSA performansı.....	223



ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>No</u>	<u>Sayfa</u>
Çizelge 2.1 Türkiye’de yer alan ana havzalar ve hidrolojik özellikleri	5
Çizelge 2.2 Kıtaçi su kaynaklarının sınıflarına göre kalite ölçütleri.....	7
Çizelge 2.3 Kıtaçi su kaynaklarının sınıflarına göre kalite ölçütleri.....	8
Çizelge 2.1 Su kirlilik açısından sınıf değerleri	9
Çizelge 2.5 Su kirlilik açısından sınıf değerleri	9
Çizelge 2.6 Baraj haznelerinin ötrofikasyon kontrolü sınır değerleri	10
Çizelge 2.7 Ulusal standart ve yönetmeliklerde su kalite ölçütleri	12
Çizelge 2.8 İçme suyunun içerdiği kimyasallar açısından uluslararası standartlarla kıyaslanması	14
Çizelge 2.9 İçme suyunun içerdiği zehirli maddeler açısından uluslararası standartlarla kıyaslanması	15
Çizelge 2.10 İçme suyunun fiziko kimyasal özelliklerinin uluslararası standartlarla kıyaslanması	16
Çizelge 3.1 İnceleme sahası yıllık sıcaklık değişim değerleri	29
Çizelge 3.2 İnceleme sahası yağış değerleri.....	31
Çizelge 3.3 İnceleme sahası yağışın mevsimlere göre dağılımı.....	31
Çizelge 3.4 Filyos Çayı üzerindeki DSİ tarafından işletilen akım gözlem istasyonları	34
Çizelge 3.5 Filyos Havzasında yer alan yerleşimler.....	35
Çizelge 3.2 Filyos Çayı Havzasında arazi kullanımı	37
Çizelge 3.7 Filyos Çayı Havzasında arazi kullanımı	37
Çizelge 3.8 Filyos Çayı üzerindeki HES’ler ve aşamaları	38
Çizelge 4.1 Çalışmanın gerçekleştirildiği dönem	54
Çizelge 4.2 Tüplerin boyutu ve numune miktarına göre eklenecek parçalama çözültisi miktarı	59
Çizelge 5.1 Su kalitesi parametrelerinin F1 (Filyos Ağız) istasyonunda mevsimsel değişimi	74

ÇİZELGELER DİZİNİ (devam ediyor)

<u>No</u>	<u>Sayfa</u>
Çizelge 5.2 Su kalitesi parametrelerinin F2 (Saltukova) istasyonunda mevsimsel değişimi..	75
Çizelge 5.3 Su kalitesi parametrelerinin F3 (Çaydeğirmeni) istasyonunda mevsimsel değişimi.....	76
Çizelge 5.4 Su kalitesi parametrelerinin F4 (Tefen HES) istasyonunda mevsimsel değişimi.....	77
Çizelge 5.5 Su kalite parametrelerinin F5 (Karabük TOKİ) istasyonunda mevsimsel değişimi.....	78
Çizelge 5.6 SKKY’de Çizelge 2.4’e göre sıcaklık değerlerinin mevsimsel sınıflandırılması	81
Çizelge 5.7 SKKY’de Çizelge 2.4’e göre pH değerlerinin mevsimsel sınıflandırılması.....	82
Çizelge 5.8 pH konsantrasyonu değerlerinin Göller, Göletler, Bataklıklar ve Baraj hazneleri için Çizelge 2.4’e göre sınıflandırılması	82
Çizelge 5.9 SKKY’de Çizelge 2.4’e göre ÇO değerlerinin mevsimsel sınıflandırılması	83
Çizelge 5.10 ÇO konsantrasyonu değerlerinin Göller, Göletler, Bataklıklar ve Baraj hazneleri için Çizelge 2.4’e göre sınıflandırılması	84
Çizelge 5.11 AKM konsantrasyonu değerlerinin Göller, Göletler, Bataklıklar ve Baraj hazneleri için Çizelge 2.4’e göre sınıflandırılması	85
Çizelge 5.12 SKKY’de Çizelge 2.4’e göre KOİ konsantrasyonu değerlerinin mevsimsel sınıflandırılması	86
Çizelge 5.13 KOİ konsantrasyonu değerlerinin Göller, Göletler, Bataklıklar ve Baraj hazneleri için Çizelge 2.4’e göre sınıflandırılması	87
Çizelge 5.14 TOC değerlerinin Çizelge 2.4’e göre mevsimsel değerlendirmesi.....	89
Çizelge 5.15 Fosfat (PO ₄ ⁻³) değerlerinin Çizelge 2.4’e göre mevsimsel değerlendirilmesi	94
Çizelge 5.16 Nitrit (NO ₂ ⁻) değerlerinin Çizelge 2.4’e göre mevsimsel değerlendirilmesi	96
Çizelge 5.17 Nitrat (NO ₃ ⁻) değerlerinin Çizelge 2.4’e göre mevsimsel değerlendirilmesi.....	97
Çizelge 5.18 Alüminyum’un (Al ⁺³) değerlerinin Çizelge 2.4’e göre mevsimsel değerlendirilmesi.....	99
Çizelge 5.19 Mangan’ın (Mn ⁺²) değerlerinin Çizelge 2.4’e göre mevsimsel değerlendirilmesi.....	100
Çizelge 5.20 Demir’in (Fe ⁺³) değerlerinin Çizelge 2.4’e göre mevsimsel değerlendirilmesi	101
Çizelge 5.21 Krom (Cr ⁺³) değerlerinin Çizelge 2.4’e göre mevsimsel değişimi	103

ÇİZELGELER DİZİNİ (devam ediyor)

<u>No</u>	<u>Sayfa</u>
Çizelge 5.22 Kurşun (Pb ⁴⁺) değerlerinin Çizelge 2.4'e göre mevsimsel değişimi.....	104
Çizelge 5.23 Çinko (Zn ²⁺) değerlerinin Çizelge 2.4'e göre mevsimsel değişimi	105
Çizelge 5.24 Farklı girdi katmanları için oluşturulan modeller	106
Çizelge 5.25 Filyos Nehri Cr parametresi için topoloji analizi.....	107
Çizelge 5.26 Filyos Nehri KOİ parametresi için topoloji analizi.....	108
Çizelge 5.27 Filyos Nehri Fe parametresi için topoloji analizi.....	109
Çizelge 5.28 Filyos Nehri Al parametresi için topoloji analizi.....	110
Çizelge 5.29 Filyos Nehri AKM parametresi için topoloji analizi	111
Çizelge 5.30 Filyos Nehri Mn parametresi için topoloji analizi	112
Çizelge 5.31 Filyos Nehri Zn parametresi için topoloji analizi	113
Çizelge 5.32 Filyos Nehri Pb parametresi için topoloji analizi.....	114
Çizelge 5.33 Filyos Nehri Ca parametresi için topoloji analizi	115
Çizelge 5.34 Farklı girdi katmanları için oluşturulan modeller	116
Çizelge 5.35 Cr ve KOİ parametreleri için topoloji analizi	116
Çizelge 5.36 Cr, KOİ ve Fe parametreleri için topoloji analizi	117
Çizelge 5.37 Cr, KOİ, Fe ve Al parametreleri için topoloji analizi	118
Çizelge 5.38 Cr, KOİ, Fe, Al ve AKM parametreleri için topoloji analizi	119
Çizelge 5.39 Cr, KOİ, Fe, Al, AKM ve Mn parametreleri için topoloji analizi	120
Çizelge 5.40 Cr, KOİ, Fe, Al, AKM, Mn ve Zn parametreleri için topoloji analizi	121
Çizelge 5.41 Cr, KOİ, Fe, Al, AKM, Mn, Zn ve Pb parametreleri için topoloji analizi.....	122
Çizelge 5.42 Cr, KOİ, Fe, Al, AKM, Mn, Zn, Pb ve Ca parametreleri için topoloji analizi .	123
Çizelge 5.43 En iyi test performansını veren parametreler ve model	124
Çizelge 5.44 Zn ve Cr parametreleri için topoloji analizi	125
Çizelge 5.45 Zn, Cr ve Ca parametreleri için topoloji analizi.....	126
Çizelge 5.46 Zn, Cr, Ca ve Al parametreleri için topoloji analizi.....	127
Çizelge 5.47 Zn, Cr, Ca, Al ve Mn parametreleri için topoloji analizi	128

ÇİZELGELER DİZİNİ (devam ediyor)

<u>No</u>	<u>Sayfa</u>
Çizelge 5.48 Zn, Cr, Ca, Al, Mn ve Pb parametreleri için topoloji analizi.....	129
Çizelge 5.49 Zn, Cr, Ca, Al, Mn, Pb ve Fe parametreleri için topoloji analizi.....	130
Çizelge 5.50 Zn, Cr, Ca, Al, Mn, Pb, Fe ve KOİ parametreleri için topoloji analizi.....	131
Çizelge 5.51 Zn, Cr, Ca, Al, Mn, Pb, Fe, KOİ ve AKM parametreleri için topoloji analizi	132
Çizelge 5.52 Zn ve Fe parametreleri için topoloji analizi	133
Çizelge 5.53 Zn, Fe ve Pb parametreleri için topoloji analizi.....	134
Çizelge 5.54 Zn, Fe, Pb ve Cr parametreleri için topoloji analizi.....	135
Çizelge 5.55 Zn, Fe, Pb, Cr ve Al parametreleri için topoloji analizi.....	136
Çizelge 5.56 Zn, Fe, Pb, Cr, Al ve AKM parametreleri için topoloji analizi	137
Çizelge 5.57 Zn, Fe, Pb, Cr, Al, AKM ve KOİ parametreleri için topoloji analizi	138
Çizelge 5.58 Zn, Fe, Pb, Cr, Al, AKM, KOİ ve Ca parametreleri için topoloji analizi.....	139
Çizelge 5.59 Zn, Fe, Pb, Cr, Al, AKM, KOİ, Ca ve Mn parametreleri için topoloji analizi	140
Çizelge 5.60 Pb ve Ca parametreleri için topoloji analizi.....	141
Çizelge 5.61 Pb, Ca ve Al parametreleri için topoloji analizi.....	142
Çizelge 5.62 Pb, Ca, Al ve KOİ parametreleri için topoloji analizi.....	143
Çizelge 5.63 Pb, Ca, Al, KOİ ve Mn parametreleri için topoloji analizi	144
Çizelge 5.64 Pb, Ca, Al, KOİ, Mn ve AKM parametreleri için topoloji analizi.....	145
Çizelge 5.65 Pb, Ca, Al, KOİ, Mn, AKM ve Fe parametreleri için topoloji analizi.....	146
Çizelge 5.66 Pb, Ca, Al, KOİ, Mn, AKM, Fe ve Cr parametreleri için topoloji analizi.....	147
Çizelge 5.67 Pb, Ca, Al, KOİ, Mn, AKM, Fe, Cr ve Zn parametreleri için topoloji analizi	148
Çizelge 5.68 KOİ ve Fe parametreleri için topoloji analizi	149
Çizelge 5.69 KOİ, Fe ve AKM parametreleri için topoloji analizi	150
Çizelge 5.70 KOİ, Fe, AKM ve Pb parametreleri için topoloji analizi.....	151
Çizelge 5.71 KOİ, Fe, AKM, Pb ve Mn parametreleri için topoloji analizi	152
Çizelge 5.72 KOİ, Fe, AKM, Pb, Mn ve Cr parametreleri için topoloji analizi	153

ÇİZELGELER DİZİNİ (devam ediyor)

<u>No</u>	<u>Sayfa</u>
Çizelge 5.73 KOİ, Fe, AKM, Pb, Mn, Cr ve Al parametreleri için topoloji analizi	154
Çizelge 5.74 KOİ, Fe, AKM, Pb, Mn, Cr, Al ve Zn parametreleri için topoloji analizi.....	155
Çizelge 5.75 KOİ, Fe, AKM, Pb, Mn, Cr, Al, Zn ve Ca parametreleri için topoloji analizi	156
Çizelge 5.76 Cr ve Al parametreleri için topoloji analizi	157
Çizelge 5.77 Cr, Al ve KOİ parametreleri için topoloji analizi	158
Çizelge 5.78 Cr, Al, KOİ ve Zn parametreleri için topoloji analizi.....	159
Çizelge 5.79 Cr, Al, KOİ, Zn ve Ca parametreleri için topoloji analizi	160
Çizelge 5.80 Cr, Al, KOİ, Zn, Ca ve Fe parametreleri için topoloji analizi	161
Çizelge 5.81 Cr, Al, KOİ, Zn, Ca, Fe ve Pb parametreleri için topoloji analizi	162
Çizelge 5.82 Cr, Al, KOİ, Zn, Ca, Fe, Pb ve Mn parametreleri için topoloji analizi.....	163
Çizelge 5.83 Cr, Al, KOİ, Zn, Ca, Fe, Pb, Mn ve AKM parametreleri için topoloji analizi	164
Çizelge 5.84 İstasyon bazında en iyi test performansını veren modeller.....	165
Çizelge A.1 Zn parametresi için topoloji analizi.....	175
Çizelge A.2 Cr parametresi için topoloji analizi	176
Çizelge A.3 Ca parametresi için topoloji analizi.....	177
Çizelge A.4 Al parametresi için topoloji analizi	178
Çizelge A.5 Mn parametresi için topoloji analizi	179
Çizelge A.6 Pb parametresi için topoloji analizi.....	180
Çizelge A.7 Fe parametresi için topoloji analizi	181
Çizelge A.8 KOİ parametresi için topoloji analizi	182
Çizelge A.9 AKM parametresi için topoloji analizi.....	183
Çizelge B.1 Zn parametresi için topoloji analizi.....	185
Çizelge B.2 Fe parametresi için topoloji analizi	186
Çizelge B.3 Pb parametresi için topoloji analizi	187
Çizelge B.4 Cr parametresi için topoloji analizi	188

ÇİZELGELER DİZİNİ (devam ediyor)

<u>No</u>	<u>Sayfa</u>
Çizelge B.5 Al parametresi için topoloji analizi	189
Çizelge B.6 AKM parametresi için topoloji analizi	190
Çizelge B.7 KOİ parametresi için topoloji analizi	191
Çizelge B.8 Ca parametresi için topoloji analizi	192
Çizelge B.9 Mn parametresi için topoloji analizi	193
Çizelge C.1 Pb parametresi için topoloji analizi	195
Çizelge C.2 Ca parametresi için topoloji analizi	196
Çizelge C.3 Al parametresi için topoloji analizi	197
Çizelge C.4 KOİ parametresi için topoloji analizi	198
Çizelge C.5 Mn parametresi için topoloji analizi	199
Çizelge C.6 AKM parametresi için topoloji analizi	200
Çizelge C.7 Fe parametresi için topoloji analizi	201
Çizelge C.8 Cr parametresi için topoloji analizi	202
Çizelge C.9 Zn parametresi için topoloji analizi	203
Çizelge D.1 KOİ parametresi için topoloji analizi	205
Çizelge D.2 Fe parametresi için topoloji analizi	206
Çizelge D.3 AKM parametresi için topoloji analizi	207
Çizelge D.4 Pb parametresi için topoloji analizi	208
Çizelge D.5 Mn parametresi için topoloji analizi	209
Çizelge D.6 Cr parametresi için topoloji analizi	210
Çizelge D.7 Al parametresi için topoloji analizi	211
Çizelge D.8 Zn parametresi için topoloji analizi	212
Çizelge D.9 Ca parametresi için topoloji analizi	213
Çizelge E.1 Cr parametresi için topoloji analizi	215
Çizelge E.2 Al parametresi için topoloji analizi	216
Çizelge E.3 KOİ parametresi için topoloji analizi	217

ÇİZELGELER DİZİNİ (devam ediyor)

<u>No</u>	<u>Sayfa</u>
Çizelge E.4 Zn parametresi için topoloji analizi	218
Çizelge E.5 Ca parametresi için topoloji analizi	219
Çizelge E.6 Fe parametresi için topoloji analizi	220
Çizelge E.7 Pb parametresi için topoloji analizi	221
Çizelge E.8 Mn parametresi için topoloji analizi	222
Çizelge E.9 AKM parametresi için topoloji analizi	223





SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

SİMGELER

ÇO	: Çözünmüş Oksijen
°C	: Sıcaklık
NH ₄	: Amonyum
Ca ⁺²	: Kalsiyum
Mg ⁺²	: Magnezyum
PO ₄ ⁻³	: Fosfat
NO ₂ ⁻	: Nitrit
NO ₃ ⁻	: Nitrat
Al ⁺³	: Alüminyum
Mn ⁺²	: Mangan
Fe ⁺³	: Demir
Cr ⁺³	: Krom
Pb ⁺⁴	: Kurşun
Zn ⁺²	: Çinko
NH ₃ -N	: Amonyum Azotu
NO ₂ -N	: Nitrit Azotu
NO ₃ -N	: Nitrat Azotu
L _{max}	: Su Depolama Parametresi
HCO ₃	: Bikarbonat
SO ₄	: Sülfat
µScm ⁻¹	: Kondüktivite birimi
A	: Filtre + Filtre edilmeyen katıların ağırlığı (mg)
B	: Filtre ağırlığı
C	: Şahidin demir amonyum sülfat sarfiyatı
D	: Numunenin demir amonyum sülfat sarfiyatı
N	: DAS normalitesi
G1, G2,...GN	: Girdi
Ç1, Ç2,...ÇN	: Çıktı

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ (devam ediyor)

y^k	: Çıkış Vektörü
u^k	: Giriş Vektörü
R^2	: Determinasyon Katsayısı

KISALTMALAR

ADALINE	: Adaptive Linear Nöron (Adaptif doğrusal nöron)
AGİ	: Akım Gözlem İstasyonu
ANN	: Artificial Neural Network (Yapay Sinir Ağı)
AS	: Alman Sertlik Derecesi
ASBİS	: Adaptif Sinirsel Bulanık İlişkisel Sistem
AKM	: Askıda Katı Madde
BOİ	: Biyolojik Oksijen İhtiyacı
ÇKA	: Çok Katmanlı Algılayıcı
DAS	: Demir Amonyum Sülfat
DSİ	: Devlet Su İşleri
Eİ	: Elektriksel İletkenlik
FS	: Fransız Sertlik Derecesi
HES	: Hidroelektrik Santral
ICP-OES	: Optik Emisyon Spektrometresi
IS	: İngiliz Sertlik Derecesi
ISIC	: Uluslararası Standart Sanayi Sınıflandırması
İTASHY	: İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik
KHK	: Karar Hükmünde Kararname
KOİ	: Kimyasal Oksijen İhtiyacı
M	: Molarite
MBAS	: Metilen mavisi ile reaksiyon veren aktif maddeleri
MSE	: Mean Square Error(Ortalama Karesel Hata)
MÖ	: Milattan Önce
ORP	: Oksidasyon İndirgeme Potansiyeli
PET	: Polietilen Tetraftalat
RA	: Regresyon Analizi
SDE	: Sinirsel Diferansiyel Evrim

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ (devam ediyor)

SKKY	: Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği
TÇM	: Toplam Çözünmüş Madde
TKA	: Tek Katmanlı Algılayıcı
TKN	: Toplan Kjeldahl Azotu
TN	: Toplam Azot
TOC	: Toplam Organik Karbon
TP	: Toplam Pestisid
TS	: Türk Standardı
TSE	: Türk Standartları Enstitüsü
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
WHO	: World Health Organization (Dünya Sağlık Örgütü)
YSA	: Yapay Sinir Ağları



EK AÇIKLAMALAR DİZİNİ

Sayfa

EK A: Filyos Nehri'nde İstasyon Bazında F1 İstasyonundan Elde Edilen YSA Sonuçları ..	175
EK B: Filyos Nehri'nde İstasyon Bazında F2 İstasyonundan Elde Edilen YSA Sonuçları...	185
EK C: Filyos Nehri'nde İstasyon Bazında F3 İstasyonundan Elde Edilen YSA Sonuçları...	195
EK D: Filyos Nehri'nde İstasyon Bazında F4 İstasyonundan Elde Edilen YSA Sonuçları ..	205
EK E: Filyos Nehri'nde İstasyon Bazında F5 İstasyonundan Elde Edilen YSA Sonuçları...	215





BÖLÜM 1

GİRİŞ

1.1 ÇALIŞMANIN AMACI

Nehirler ve akarsular dünyanın birçok yerinde içme suyu, tarımsal sulama ve endüstriyel amaçlı olarak kullanılmaktadır. Günümüzde hızla artan nüfus, gelişen sanayi ve yerleşim hızla alanlarının genişlemesi sonucunda ortaya çıkan altyapı eksiklikleri ve arıtma tesislerinin yetersizliği, nehirlerin ve tatlı su kaynaklarının kirlenmesine neden olmaktadır. Gelişmekte olan yerleşim bölgelerinde evsel ve endüstriyel atıkların yeterince arıtılmadan bu kaynaklara verilmesi ekolojik sistem için onarılamaz problemler oluşturmaktadır. Artan kirlilik oranı doğanın dengesini bozmakta ve insan yaşamını tehdit eden boyutlara ulaşmaktadır. Tatlı su kaynaklarının yetersiz kalması durumu ise insan yaşamının sonu anlamına gelmekte, bu yüzden hayati önem taşıyan suların dikkatli ve sürdürülebilir kullanımının zorunluluğu ortaya çıkmaktadır. Dünya nüfusunun artış hızına bağlı besin kaynaklarının bilinçli bir şekilde kullanımı ve yeni besin kaynaklarının planlanması çalışmaları incelendiğinde, araştırmaların özellikle yüzey suları ve su rezervlerine üzerine yoğunlaştığı görülmektedir. Yapılan bu çalışmaların temel amacı; sularda meydana gelen veya gelebilecek muhtemel kirliliği tespit etmek, incelenen alanlardaki su kalitesinin fiziksel ve kimyasal açıdan değerlendirmek ve suyun mevcut kalitesi hakkında bilgi vermektir. Kısaca insan yaşamının sürdürülebilirliğinin sağlanması bu çalışmalara bağlıdır. Dünya yüzeyinin 3/4'ü sularla kaplı olmasına rağmen, içilebilir su oranı bu oranın yaklaşık % 0.8'i civarındadır (URL-1). Dünya nüfusunun hızla artışıyla birlikte gelişen sanayi ve teknoloji ile doğru orantılı bir şekilde gelişemeyen çevre bilinci, içilebilir su kaynaklarının zamanla azalacağına da bir başka göstergesi olmaktadır.

İnsanlığın yaşam kaynağı olan su; yer yüzeyinde katı, sıvı ve gaz halinde bulunur ve güneşin dünyamıza sağladığı enerji vasıtasıyla sürekli bir döngü içerisinde. Bu döngü içerisinde insanoğlu suyu tekrar tekrar kullanabilir. Ancak bu sırada suya karışan maddeler su da fiziksel, kimyasal veya biyolojik olarak temel özelliklerinin değişmesine sebep olabilirler. Su kirliliği

olarak adlandırılan bu olgu, suyun kullanımının kısıtlanması veya tamamen engellenmesi olarak da tanımlanabilir. Sonuç olarak çevre dengesi zamanla bozulur. Evsel ve endüstriyel atıkların hiçbir atık bertaraf sisteminden geçmeden doğaya verilmesi, tarımda kullanılan ilaç ve gübrelerin kullanıldıktan sonra yağmur ve benzeri etkilerle doğal sulara karışması ile o bölgede bulunan su rezervlerinde su kalitesi değişir. Su kalitesi değişimi, doğada var olan hayvan ve bitki türlerinin değişmesine, dolayısıyla ekosistemin de değişmesine neden olur. Bu sebeple yaşam alanlarına yakın bulunan akarsular ve su rezervlerinde su kalitesinin araştırmaları önem arz etmektedir.

Bir akarsu boyunca ölçümler ve gözlemler yapmak, o akarsudan ne şekilde faydalanabileceğine dair araştırmacılara, planlayıcılara ve karar vericilere bilgiler sağlar. Gerekli olan bu bilgiler uzun süreli veri toplanmasına bağlıdır. Havza bazında bu araştırmalar planlandığında, sürdürülebilir bir su kaynakları yönetimi oldukça büyük öneme sahiptir. Havzadaki mevcut yüzey, yeraltı ve kıyı sularının miktarının, özelliklerinin ve kirlilik durumunun izlenmesi; havzada oluşan kentsel, endüstriyel ve tarıma bağlı oluşan etkilerin tespiti, kirlilik oranının azaltılması ve iyileştirilmesi amacıyla alınacak tedbirlere yön vermesi amacıyla çok önemlidir. Ayrıca yukarıda sayılan tüm paydaşların katılımı ile kısa, orta ve uzun vadede alınacak bu tedbirlere yönelik hazırlanacak plan ve programların Havza koruma eylem planları içerisinde tekrar gözden geçirilmesi de ayrıca hayati önem arz etmektedir. Bu amaç doğrultusunda Türkiye genelinde toplam 9 hidrolojik havza için Havza koruma eylem planı hazırlama işi gerçekleştirilmiştir. Batı Karadeniz Havzası da eylem planında yer alan 9 havzadan bir tanesi konumundadır (HKEP 2013).

Akarsular ve rezervuarlar için su kalite modellemesi çalışmaları 1970'li yıllarda başlamıştır. Rezervuarlarda hidrodinamik özelliklerin daha iyi anlaşılması son yıllarda gelişen bilgisayar teknolojileri ile de hız kazanmıştır. Bu sayede nehirler ve su kaynakları için daha kapsamlı ve çok boyutlu hidrodinamik ve su kalitesi modelleri geliştirilmiş ve elde edilen bulguların farklı metotlarla korele edilmesi sağlanmıştır. Su kalitesi modellemelerinde yapılan ölçümler, matematiksel ve yapay sinir ağları gibi metotlarla da analiz edilebilmektedir. Bu çalışmada da bahsi geçen yöntemlerden son yıllarda yaygın olarak kullanılan yapay sinir ağlarından faydalanılmış ve su kalitesi araştırmalardan elde edilen veriler bu yöntem ile tahmin edilmiştir. Yapay sinir ağları temel ifade ile insan beyni ve ona bağlı çalışan sinir sistemi temel alınarak tasarlanmıştır. Paralel çalışan bu sistemde birçok karmaşık ve doğrusal özellik göstermeyen problemler çözüm için eğitilebilmektedir.

Söz konusu doktora çalışmasında, Batı Karadeniz Havzası'nın en büyük alt havzası olan Filyos Çayı'nın (228 km) ana kolu boyunca seçilen 5 gözlem istasyonunda bir yıllık dönemde otuz gün aralıklarla yüzeysel su kalitesi ölçümleri yapılmıştır. Bu çalışmada mevsimsel olarak ölçülen su kalitesi parametrelerinden; çözülmüş oksijen (ÇO), sıcaklık (°C), pH, elektriksel iletkenlik yerinde, Askıda Katı Madde (AKM), Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ), Bulanıklık, Toplam Organik Karbon (TOC), Amonyum (NH₄), Kalsiyum (Ca⁺²), Magnezyum (Mg⁺²), Sertlik, Fosfat (PO₄⁻³), Nitrit (NO₂⁻), Nitrat (NO₃⁻), Alüminyum (Al⁺³), Mangan (Mn⁺²), Demir (Fe⁺³), Krom (Cr⁺³), Kurşun (Pb⁺⁴) ve Çinko (Zn⁺²) laboratuvar da ölçülmüştür. Analizler Standart metotlar 2005'e (APHA, 1998) göre laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Daha sonra su kalitesi çalışmaları, bulanıklık parametresinin, kimyasal oksijen ihtiyacı, alüminyum, demir, mangan, çinko, kurşun, krom, kalsiyum ve askıda katı madde parametrelerine dayalı tahmini, yapay sinir ağları (YSA) yöntemiyle yapılarak gerçekleştirilmiştir.

Tez çalışmasının birinci bölümünde; tezin amacına, ikinci bölümünde; suyun önemine, su kaynakları kalite yönetmeliklerine ve bu kapsamda yapılan literatür çalışmalarına yer verilmiştir. Üçüncü bölümde çalışma yapılan bölgenin genel özelliklerine değinilmiştir. Dördüncü bölümde; gözlem yapılan istasyonlara, su parametrelerinin tanımlarına, ölçüm prensiplerine ve çok katmanlı yapay sinir ağlarına yer verilmiştir. Beşinci bölümde; su parametrelerinin istasyon bazında ve havza bazında mevsimsel değişimleri ve her iki durum için yapay sinir ağı modelleme sonuçları verilmiştir. Son bölümde ise, elde edilen bulgulara göre sonuçlar yorumlanmıştır.



BÖLÜM 2

GENEL BİLGİLER VE KURAMSAL KAVRAMLAR

2.1 GENEL BİLGİLER

2.1.1 Su ve Önemi

Canlılar için hayati önemi olan su katı, sıvı ve gaz olmak üzere doğada üç formda bulunabilir. Su kohezyon özelliği ile doğal bir ortamda tatsız, renksiz ve kokusuz sıvı halindedir. Dünya üzerinde tüm maddelerin katı hale geçerken fiziksel olarak molekülleri arasındaki mesafe azalmasına bağlı olarak yoğunluğu da artar, hâlbuki bu durum su da tam ters olarak gerçekleşmektedir. Su soğuyarak katı hale geçince (donma noktası aşımı) yoğunluğu azalır ve yüzeye doğru hareket eder. Yüzeyde gözlemlenen buz tabakası dış kısımda soğuk hava ile altta yer alan sıvı haldeki su arasında bir engel teşkil ederek, oluşacak ısı iletimini keser ve alt kısımlarda sıvı halde bulunan su donmaz. Bu sayede hava sıcaklığı eksi değerlerde bile olsa buzun altında kalan kısımda sıcaklık daima sıfırın üstünde olur ve bu bölgedeki yaşam şartları canlılar için devam eder.

Suyun doğada bulunan tüm sıvılardan ayrılan bir diğer önemli özelliği yüzey gerilimi en yüksek olan sıvı olmasıdır. Bilim insanları tarafından son on yılda 3 boyutta da kanıtlanan bu özelliği, suyun yağmur damlacıklarının oluşumunu sağlamasıdır (Kajiya et al. 2016, Nature). Bu özelliklerinin yanında yaşamın olmazsa olmazı olan su, buharlaşma ısısı en yüksek olan sıvıdır, bu sayede kolayca buharlaşarak kaybolmaz.

Dünya yüzeyinin 3/4'ü su ile kaplıdır ve toplam suyun %97.6'si denizler ve okyanusları oluştururken, %2.4'u yeraltı su kaynakları olarak karalarda depolanmıştır. Böylesi büyük bir hacim kaplayan suyun özgül ısı değeri (bir gram kütledeki bir suyun sıcaklığını 1 derece artırmak için gerekli olan minimum enerji miktarı) doğada en yüksek özgül ısı değerine sahip amonyaktan sonra gelir ve bu durum yeryüzünde farklı iklim kuşaklarının meydana

gelmesindeki en önemli faktördür. Güneşten gelen ısının %23'u yeryüzünde bulunan suyun bu fiziksel özelliklerine bağlı olarak tutulur. Bu sayede buharlaşma ve su buharı ihtiva eden hava kütleleri ısınarak enerji döngüsü içerisinde hareket ederler, iklimler oluşur. Sonuç olarak dünya canlılar için yaşanabilir bir ortam halini alır (URL-1).

Hidrolojik döngü olarak isimlendirilen, suyun buharlaşarak atmosfere yükselmesi ve tekrar yağış olarak yeryüzüne inmesi olayı, suyun yenilenebilen bir kaynak olduğunu göstermektedir. Bu döngü sayesinde yer altı ve yer üstü su kaynakları beslenir. Dünyadaki tüm canlıların yaşamsal ihtiyacı olan su, bu döngü içerisinde karşılanmaya çalışılır. Bu döngü içerisinde karalarda toplam suyun sadece %2.5'i bulunmaktadır. Bu oranın sadece %10'u kullanılabilir tatlı su olarak (3-4 milyon km³) yer almaktadır. Dünya nüfusu göz önüne alındığında yıllık ihtiyaç 5500 km³ mertebesinde. Bu doğal ihtiyaç yeryüzünde bulunan akarsuların toplamının 3 katı kadarına denk gelmektedir. Bu eksiklik akarsuların yanında yeraltı suları ile birlikte karşılanabileceği ve ilerleyen zamanlarda artan su ihtiyacının karşılanmasında problemlerle karşılaşılabilen Dünya Su Örgütü verileri ile de desteklenmektedir (WWO 2016).

Suyun fiziksel ve kimyasal özellikleri incelendiğinde; su iki hidrojen ve bir oksijen atomunun birbiriyle bağlanması ile oluşur. Bu kimyasal ve fiziksel birleşme iki hidrojen atomunun göreceli olarak bir tarafta, oksijen atomu diğer tarafta bulunacak şekilde teşekkül eder. Aslında bu duruş, oluşan su molekülünün bir kısmının pozitif diğer kısmının negatif yüklerle yüklenmesine sebep olur. Bu iki zıt kutup suyu kuvvetli bir di-polar (iki kutuplu) molekül haline getirirken aynı zamanda suyun kendi içerisinde birbirini çekme veya atom bağları ile bağlanmasını sağlar. Suyun bir diğer özelliği ise; yüzey gerilimi ve dielektrik sabiti çok yüksek olmasıdır. Bu özellik, suyu iyi bir çözücü yapmakta ve dolayısıyla yaşam için gerekli birçok bileşiği çözerek canlılar için enerji ve besin kaynağı oluşturmaktadır.

Suyun yaşam için bir diğer önemli etkisi, atmosferde su buharı şeklinde varolan su molekülleridir. Bu moleküller radyasyon yoluyla saçılan enerjiyi istenen düzeyde yeryüzünde tutmasıdır. Atmosferde bulunan bu moleküller ayrıca, hava içerisinde bulunan oksijen, azot, karbondioksit gibi gazları damlacıkları içerisinde çözüdürürler ve atmosfer içerisinde bulunan küçük partiküllü katı maddelerde bu moleküller içerisinde tutularak, doğal hava temizlenme sistemi içerisinde havayı istenilen oranda temizlerler.

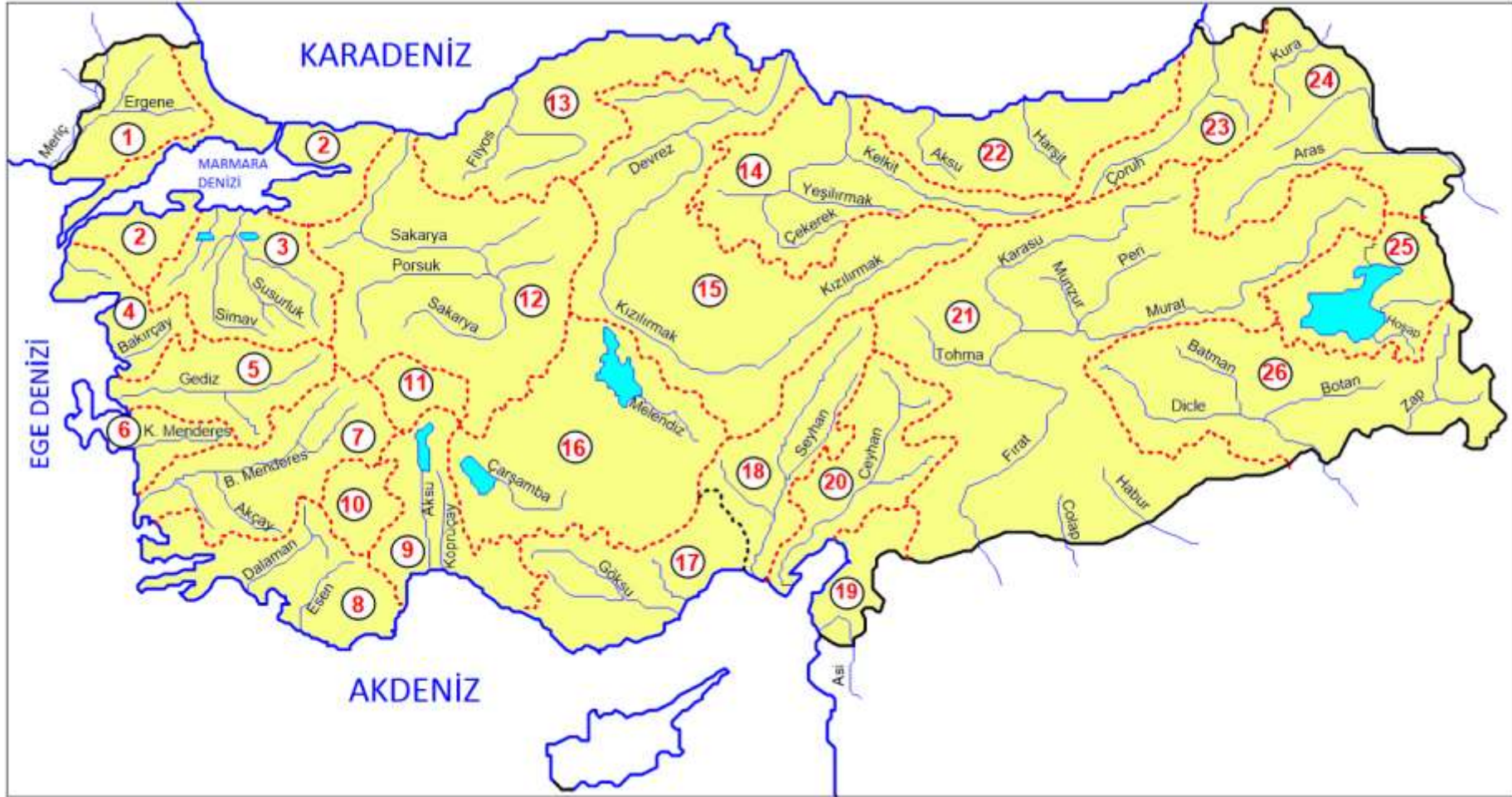
2.1.2 Su Kaynaklarının Ülkemiz Açısından İncelenmesi

Ülkemiz su kaynakları bakımından dünyanın sayılı bölgelerinden birinde yer almaktadır. Bu kaynakların yerlerinin tespit edilmesi, kullanıma açılması ve geliştirilmesi amacıyla ilgili devlet kurumları tarafından çalışmalar 26 farklı drenaj havzasında sürdürülmektedir. Bu drenaj havzaları Şekil 2.2’de gösterilmiştir.

Türkiye’deki ortalama yağış miktarları coğrafik bölgelere göre farklılık göstermektedir. Alınan verilere göre ortalama yağış yaklaşık 643 mm ’dir. Bu değer de ülkemiz genelinde yılda ortalama 501 milyar m³’tür. Toplam suyun yarısından fazlası (274 milyar m³) havza yüzeylerinden, bitki ve ağaçlardan oluşan buharlaşma vasıtasıyla atmosfere geri döner, geri kalan su rezervinin 69 milyar m³ ’ü yer altı su kaynaklarını besler ve 158 milyar m³ lük kısmı ise akarsu ve derelerle denizlere veya göllere boşalır. Yeraltı suyunu besleyen 69 milyar m³ lük kaynağın 28 milyar m³ ü yeraltı çatlakları ile yeryüzüne çıkararak yüzeydeki kaynakları besler. Komşu ülkelerden nehirler vasıtası ile 7 milyar m³ su, ülkemizin toplam 193 milyar m³ brüt yerüstü potansiyeline katkı sağlamaktadır. Toplam 41 milyar m³’lük yeraltı suyu dikkate alındığında, ülkemizin toplam yenilenebilir su potansiyeli brüt 234 milyar m³ olarak hesaplanmıştır (Şekil 2.1) (URL-1, Özölçer 2017). Türkiye’de yer alan ana havzalar ve hidrolojik özellikleri Çizelge 2.1’de sunulmuştur.



Şekil 2.1 Türkiye su potansiyeli (Özölçer 2017)



Şekil 2.2 Türkiye’de su kaynakları incelemelerinden tespit edilen 26 adet hidrolojik havzalar haritası (Özölçer 2017)

Çizelge 2.1 Türkiye’de yer alan ana havzalar ve hidrolojik özellikleri (Erkek ve Ağırlioğlu 2010).

Havza adı	Havza alanı (km ²)	Ortalama kot (m)	Ortalama akış (mm y ⁻¹)	Ortalama yağış (mm y ⁻¹)	Toplam akış payı (%)
Meriç-Ergene	14560	57	136	604	3.6
Marmara	24100	42	214	729	2.7
Susurluk	22399	202	181	712	2.3
Ege	10003	64	156	624	0.8
Gediz	18000	220	68	603	0.6
Küçük Menderes	6907	4	81	727	0.3
Büyük Menderes	24976	414	84	664	1.1
Batı Akdeniz	20953	383	335	876	4.0
Orta Akdeniz	19577	249	889	1000	6.9
Burdur Gölü	---	---	---	---	---
Afyon	7605	1017	27	452	0.1
Sakarya	58160	509	92	525	2.8
Batı Karadeniz	29598	326	321	811	5.1
Yeşilırmak	36114	696	152	497	2.9
Kızılırmak	78180	748	70	446	2.9
Orta Anadolu	53850	1139	113	417	3.4
Doğu Akdeniz	22048	269	428	745	5.1
Seyhan	24450	750	325	624	3.6
Hatay	7796	159	87	816	1.2
Ceyhan	21982	685	315	732	3.6
Fırat	127304	1010	262	540	16.8
Doğu Karadeniz	24077	443	753	1198	9.5
Çoruh	19872	757	329	629	3.5
Aras	27548	1653	173	432	2.5
Van Gölü	19405	1829	200	474	1.6
Dicle	57614	845	471	807	12.9

2.1.3 Ülkemiz Su Kaynakları Tüketiminin İncelenmesi

21. yüzyılda en önemli sorunlardan biri de suya olan ihtiyaçtır. Ülkelerin su ihtiyaçlarının karşılanamamasının en önemli nedenleri, ülkelerin coğrafik konumları, su kaynaklarını kontrol edebilme olanaklarının olmaması veya az olması, yağış ve su kaynaklarının dağılımı, ülkelerin uzun süreli su politikalarını yürütememesi olarak sıralanabilir. Ülkemiz su kaynakları bakımından birçok ülkeden daha iyi konumda olmasına rağmen su zengini bir ülke değildir. Nüfusun artması ve yaşanan iklim değişiklikleri ile geçmiş yıllarda özellikle büyükşehirlerde su problemleri yaşanmasına sebep olmuştur. Ülkemizde kişi başına düşen yıllık kullanılabilir su miktarı 1520 m³ civarındadır. Bu oran “su zengini” ülkelerden alınan 5000 m³ civarı ortalama değerinin altındadır (TÜİK 2016).

Önümüzdeki 15 yıllık süreçte nüfusumuzun 100 milyona ulaşacağı öngörülürse, kişi başına düşen kullanılabilir su miktarının o yıllarda 1120 m³/yıl oranına düşeceği tahmin edilebilir. TÜİK (2016) verilerine göre öngörülen bu veriler, mevcut kaynakların hiç tahrip edilmemesi durumunda hesaplanan en iyimser tahminlerdir. Artan nüfus ve mevcut sanayileşme değerlendirildiğinde, su kaynaklarının kullanımında bugünkü kadar rahat olunamayacağı tahmin edilebilir. Ülkemizin gelecekte yeni nesillere sağlıklı ve yeterli düzeyde su bırakabilmesi, su politikalarının iyi uygulanabilirliği ile bağlantılıdır.

Ülkemizde suyun yönetimi belediyeler tarafından sağlanmaktadır. Tüm belediyelere uygulanan 2016 yılı Belediye su istatistikleri anketi verilerine göre, 1396 belediyeden 1394’ünde içme ve kullanma suyu şebekesi ile hizmet verildiği tespit edilmiştir. Belediyeler tarafından içme ve kullanma suyu şebekesi ile dağıtılmak üzere 2016 yılı itibariyle 5 838 561 bin m³/ yıl su çekilmiştir. Çekilen suyun % 44,8’i barajlardan, % 26,8’i kuyulardan, % 17,1’i kaynaklardan, % 9,5’i akarsulardan ve % 1,8’i göl ve gölet veya denizlerden çekilmektedir (TÜİK 2016).

2016 yılı itibariyle belediyelere ait 381 içme suyu arıtma tesisi bulunmakta ve bu tesisler ile 436 belediyeye hizmet verilmektedir. İçme ve kullanma suyu şebekesi ile dağıtılmak üzere çekilen toplam 5 838 561 bin m³/yıl suyun 3 350 389 bin m³/ yıl’ı arıtma tesislerinde arıtılmıştır. (TÜİK 2016).

2.1.4 Su Kaynakları Standart ve Yönetmeliği

31.12.2004 tarihli, 25687 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği (SKYY)’nin amacı, ülkenin yeraltı ve yerüstü su kaynakları potansiyelini korumak ve en iyi bir biçimde kullanımı sağlamaktır. Ayrıca su kirlenmesinin önlenmesini, sürdürülebilir kalkınma hedefleriyle uyumlu bir şekilde gerçekleştirmek üzere gerekli olan hukuki ve teknik esasları belirlemektir. Bu yönetmelik su ortamlarının kalite sınıflandırmaları ve kullanım amaçlarını, su kalitesinin korunmasına ilişkin planlama esasları ve yasaklarını, atık suların boşaltım ilkelerini ve boşaltım izni esaslarını, atık su altyapı tesisleri ile ilgili esasları ve su kirliliğinin önlenmesi amacıyla yapılacak izleme ve denetleme usul ve esaslarını kapsar. Çalışma kapsamında incelenen su kalite parametrelerinin SKKY’ye göre ilgili sınıfları, Çizelge 2.2 ve 2.3’te verilmiştir.

Çizelge 2.2 Kıtaiçi su kaynaklarının sınıflarına göre kalite ölçütleri (SKKY 2004)

Su Kalite Parametreleri	Su Kalite Sınıfları			
	I	II	III	IV
Fiziksel ve İnorganik-Kimyasal Parametreler				
Sıcaklık	25	25	30	> 30
Ph	6,5-8,5	6,5-8,5	6,0-9,0	6,0-9,0 dışında
Çözülmüş oksijen (mg O ₂ /L) ^a	8	6	3	< 3
Oksijen doygunluğu (%) ^a	90	70	40	<40
Klorür iyonu (mg Cl ⁻ /L)	25	200	400	>400
Sülfat iyonu (mg SO ₄ ⁼ /L)	200	200	400	>400
Amonyum azotu (mg NH ⁺ -N/L)	0.2 ^c	1 ^c	2 ^c	> 2
Nitrit azotu (mg NO ₂ ⁻ -N/L)	0,002	0,01	0,05	> 0.05
Nitrat azotu (mg NO ₃ ⁻ -N/L)	5	10	20	>20
Toplam fosfor (mg P/L)	0,02	0,16	0,65	>0,65
Toplam çözülmüş madde (mg/L)	500	1500	5000	>5000
Renk (Pt-Co birimi)	5	50	300	>300
Sodyum (mg Na ⁺ /L)	125	125	250	>250

Çizelge 2.2 (devam ediyor)

Su Kalite Parametreleri	Su Kalite Sınıfları			
	I	II	III	IV
Organik Parametreler				
Kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) (mg/L)	25	50	70	>70
Biyolojik oksijen ihtiyacı (BOİ) (mg/L)	4	8	20	>20
Toplam organik karbon (mg/L)	5	8	12	>12
Toplam kjeldahl-azotu (mg/L)	0,5	1,5	5	>5
Yağ ve gres (mg/L)	0,02	0,3	0,5	>0,5
Metilen mavisi ile reaksiyon veren yüzey aktif maddeleri (MBAS) (mg/L)	0,05	0,2	1	>1,5
Fenolik maddeler (uçucu) (mg/L)	0,002	0,01	0,1	>0,1
Mineral yağlar ve türevleri (mg/L)	0,02	0,1	0,5	>0,5
Toplam pestisid (mg/L)	0,001	0,01	0,1	>0,1

Çizelge 2.3 Kıtaiçi su kaynaklarının sınıflarına göre kalite ölçütleri (SKKY 2004)

Su Kalite Parametreleri	Su Kalite Sınıfları			
	I	II	III	IV
İnorganik Kirlenme Parametreler				
Civa ($\mu\text{g Hg/L}$)	0.1	0.5	2	> 2
Kadmiyum ($\mu\text{g Cd/L}$)	3	5	10	> 10
Kurşun ($\mu\text{g Pb/L}$)	10	20	50	> 50
Arsenik ($\mu\text{g As/L}$)	20	50	100	> 100
Bakır ($\mu\text{g Cu/L}$)	20	50	200	> 200
Krom (toplam) ($\mu\text{g Cr/L}$)	20	50	200	> 200
Krom ($\mu\text{g Cr}^{+6}/\text{L}$)	Ölçülmeyecek kadar az	20	50	> 50
Kobalt ($\mu\text{g Co/L}$)	10	20	200	> 200
Nikel ($\mu\text{g Ni/L}$)	20	50	200	> 200
Çinko ($\mu\text{g Zn/L}$)	200	500	2000	> 2000
Siyanür (toplam) ($\mu\text{g CN/L}$)	10	50	100	> 100
Florür ($\mu\text{g F}^-/\text{L}$)	1000	1500	2000	> 2000
Serbest klor ($\mu\text{g Cl}_2/\text{L}$)	10	10	50	> 50
Sülfür ($\mu\text{g S}^{=}/\text{L}$)	2	2	10	> 10

Çizelge 2.3 (devam ediyor)

Su Kalite Parametreleri	Su Kalite Sınıfları			
İnorganik Kirlenme Parametreler	I	II	III	IV
Demir ($\mu\text{g Fe/L}$)	300	1000	5000	> 5000
Mangan ($\mu\text{g Mn/L}$)	100	500	3000	> 3000
Bor ($\mu\text{g B/L}$)	1000 ^e	1000 ^e	1000 ^e	> 1000
Selenyum ($\mu\text{g Se/L}$)	10	10	20	> 20
Baryum ($\mu\text{g Ba/L}$)	1000	2000	2000	> 2000
Alüminyum (mg Al/L)	0.3	0.3	1	> 1
Radyoaktivite (pCi/L)				
alfa-aktivitesi	1	10	10	> 10
beta-aktivitesi	10	100	100	> 100
Bakteriyolojik parametreler				
Fekal koliform(EMS/100 mL)	10	200	2000	> 2000
Toplam koliform (EMS/100 mL)	100	20000	100000	> 100000

Çizelge 2.4 Su kirlilik açısından sınıf değerleri

Su Sınıfları	Kalite Sınıfları
Sınıf I (*)	Yüksek kaliteli su
Sınıf II (* *)	Az kirlenmiş su
Sınıf III (* * *)	Kirli su
Sınıf IV (* * * *)	Çok kirlenmiş su

Sınıf I- Yüksek kaliteli su; yalnız dezenfeksiyon ile içme suyu temini, rekreasyonel amaçlar (yüzme gibi vücut teması gerektirenler dâhil), alabalık üretimi, hayvan üretimi ve çiftlik ihtiyacı, diğer amaçlar.

Sınıf II- Az kirlenmiş su; İleri veya uygun bir arıtma ile içme suyu temini, rekreasyonel amaçlar, alabalık dışında balık üretimi, Teknik Usuller Tebliği'nde verilmiş olan sulama suyu kalite kriterlerini sağlamak şartıyla sulama suyu olarak, Sınıf I dışındaki diğer bütün kullanımlar.

Sınıf III-Kirlenmiş su; Gıda, tekstil gibi kaliteli su gerektiren endüstriler hariç olmak üzere uygun bir arıtmadan sonra endüstriyel su temininde kullanılabilir.

Sınıf IV-Çok kirlenmiş su; Sınıf III için verilen kalite parametrelerinden daha düşük kalitede olan ve üst kalite sınıfına iyileştirilerek kullanılabilen yüzeysel sulardır.

Çalışma kapsamında incelenen su kalite parametrelerinden; pH, KOİ, ÇO, AKM, TN'in SKKY'ye göre baraj haznelerinin ötrofikasyon kontrolü sınır değerleri, Çizelge 2.5'te verilmektedir.

Çizelge 2.5 Baraj haznelerinin ötrofikasyon kontrolü sınır değerleri (SKKY 2004)

İstenen özellikler	Kullanım alanı	
	Doğal koruma alanı ve rekreasyon	Çeşitli kullanımlar için (doğal olarak tuzlu, acı ve sodalı göller dahil)
pH	6.5-8.5	6-10.5
KOİ (mg/L)	3	8
ÇO (mg/L)	7.5	5
AKM (mg/L)	5	15
Toplam koliform sayısı	1000	1000
Toplam azot (mg/L)	0,1	1
Toplam fosfor (mg/L)	0,005	0,1
Klorofil-a (mg/L)	0,008	0,025

2.1.5 İnsani Tüketim Amaçlı Kullanılan Su Çeşitleri

İnsani tüketim amaçlı su; orijinal haliyle ya da işlendikten sonra dağıtım ağı, tanker, şişe veya kaplar ile tüketime sunulan içme, pişirme, gıda hazırlama ya da diğer evsel amaçlar için kullanılan sulardır. Bu amaçla kullanılan su çeşitleri şu şekildedir;

Kaynak Suyu: Jeolojik koşulları uygun jeolojik yapıların içinde doğal olarak oluşan, bir veya daha fazla çıkış noktasından yeryüzüne kendiliğinden çıkan veya teknik usullerle çıkartılan ve filtrasyon (suda asılı kalan çözülmemiş partikülleri uzaklaştırmak) dışında herhangi bir kimyasal işlemden geçmemiş yeraltı suyudur (İTASHY 2005).

İçme-Kullanma Suyu: Genel olarak içme, yemek yapma, temizlik ve diğer evsel amaçlı işlerde kullanılan sudur (İTASHY 2005).

Doğal Mineralli Su: Yer kabuğunun çeşitli derinliklerinde uygun jeolojik şartlarda doğal olarak oluşan, bir veya daha fazla kaynaktan yeryüzüne kendiliğinden veya teknik usullerle çıkartılan, mineral içeriği, kalıntı elementleri ve diğer bileşenleri ile tanımlanan, her türlü kirlenme risklerine karşı korunmuş ve mevzuatta belirtilen özellikleri taşıyan yeraltı suyudur (İTASHY 2005).

Şişe Suyu: Güvenli ve uygun antimikrobik maddeler dışında hiçbir madde ilave etmeden, şişelerde veya başka kaplarda muhafaza edilen, insan tüketimine uygun sulardır. Bu sulara isteğe göre ve belirlenen sınırlar çerçevesinde flor eklenebilir (İTASHY 2005).

İşlenmiş içme Suyu: Yeraltından gelen, ileri teknoloji ile saflaştırılıp ozonlama işleminden geçirilerek damak zevkine uygun minerallerin ilave edilmesi ile tüketiciye sunulan sulardır (İTASHY 2005).

2.1.6 İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik

17.02.2005 tarihli, 25730 sayılı Resmi Gazetede yayımlanan “İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik”in (İTASHY 2005) amacı, insani tüketim amaçlı suların teknik ve hijyenik şartlara uygunluğu ile suların kalite standartlarının sağlanması, kaynak suları ve içme sularının istihsalı, ambalajlanması, etiketlenmesi, satışı, denetlenmesi ile ilgili usul ve esasları düzenlemektir. Bu yönetmelik, kaynak suları, içme suları ve içme-kullanma suları ile ilgili hükümleri kapsar. Ancak, doğal mineralli sular, kaplıca ve içmece suları ile tıbbi amaçlı suları kapsamaz.

Avrupa Birliğine Üye Ülkelerce esas alınan İnsani Kullanım Amaçlı Suların Kalitesine Dair 98/83/EC sayılı Konsey Direktifi, Doğal Mineralli Suların Çıkartılması ve Pazarlanmasına İlişkin Üye Devletlerin Kanunlarının Uyumlaştırılması Hakkındaki 15/7/1980 tarihli ve 80/777/EEC sayılı Konsey Direktifi ile Doğal Mineralli Sular İçin Konsantrasyon Limitleri ve Etiketleme Bilgileri Hakkında Liste Oluşturulması ve Doğal Mineralli Suların ve Kaynak Sularının Ozonla Zenginleştirilmiş Hava ile İşleme Tabi Tutulmasının Şartlarını Belirleyen 16/5/2003 tarihli ve 2003/40/EC sayılı Konsey Direktifine paralel olarak hazırlanmıştır.

2.1.7 Türk Standardı (TS) 266

Türk Standartları Enstitüsü (TSE)'nin Kimya Hazırlık Grubu'nca TS 266 (1997)'nin revizyonu olarak hazırlanmış ve sonra, TSE Teknik Kurulu'nun 29 Nisan 2005 tarihli toplantısında kabul edilerek yayımına karar verilmiştir.

İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik (İTASHY) ve TS 266 göre ilgili sınıfları, Çizelge 2.6'da verilmektedir.

Çizelge 2.6 Ulusal standart ve yönetmeliklerde su kalite ölçütleri (İTASHY TS 266, 2005)

Parametreler	İTASHY (2005)		TS 266 (2005)
	Sınıf 1 ve 2 Tip 1		Sınıf 2 Tip 2
ÇO (mg/L)	-	-	-
T (°C)	-	-	-
pH	$6.5 \leq \text{pH} \leq 9.5$	$6.5 \leq \text{pH} \leq 9.5$	$6.5 \leq \text{pH} \leq 9.5$
Eİ (20°C) (mS/cm)	2.5	0.65	2.5
T (NTU)	*	5	5
AKM (mg/L)	-	-	-
TH (°dH)	-	-	-
NH ₄ ⁺ (mg/L)	0.5	0.05	0.5
NO ₂ ⁻ (mg/L)	0.5	0.1	0.5
NO ₃ ⁻ (mg/L)	50	25	50
TKN (mg/L)	-	-	-
TN (mg/L)	-	-	-
TP (mg/L)	-	-	-
KOİ (°dH)	-	-	-
TOC (mg/L)	**	***	***
Mn ⁺² (mg/L)	0.050	0.020	0.050
Al ⁺³ (mg/L)	0.200	0.200	0.200
Fe (mg/L)	0.200	0.050	0.200
Cr (mg/L)	0.050	0.050	0.050

* : Tüketicilerce kabul edilebilir ve herhangi bir anormal değişim yok, ** : Anormal değişim yok, ***: Fark edilebilir bir değişiklik gözlenmemelidir. Sınıf 1: Kaynak (memba) suları, Sınıf 2: Kaynak suları dışındaki insani tüketim amaçlı sular, Tip 1: İşlem görmüş kaynak (memba) suları, Tip 2: İçme ve kullanma suları.

Kaynak (membra) suları; Jeolojik koşulları birbiri içinde uyumlu birimlerin içinde doğal olarak oluşan, bir çıkış noktasından kendiliğinden yeryüzüne çıkan veya teknik yöntemlerle yapay olarak yeryüzüne çıkarılan sulardır. Bu standartta belirtilen özellikleri orijinal hali ile sağlayan, sıcaklık, debi ve özellikleri mevsimlere göre çok az değişiklik gösteren, yağışlar, yüzey suları ve taban suyundan büyük ölçüde etkilenmeyen, göze, pınar, kuyu, galeri vb. yeraltı kaynaklı sulardır (İTASHY 2005; TS 266, 2005).

İşlem görmüş kaynak (membra) suları; Jeolojik koşulları birbiri içinde uyumlu birimlerin içinde doğal olarak oluşan, bir çıkış noktasından kendiliğinden yeryüzüne çıkan veya teknik yöntemlerle yapay olarak yeryüzüne çıkarılan sulardır. Bu standartta belirtilen özellikleri ancak dezenfeksiyon, filtrasyon, çöktürme, saflaştırma ve benzeri işlemler uygulandıktan sonra ya da özellik değerlerinin azaltılması veya artırılmasıyla sağlayabilen yeraltı kaynaklı sulardır (İTASHY 2005; TS 266, 2005).

İçme ve kullanma suları; kaynağına bakılmaksızın orijinal haliyle veya arıtıldıktan sonra bu standartta belirtilen özellikleri sağlayan, genel olarak içme, yemek yapma, gıda maddelerinin hazırlanması (gıda maddelerinin hazırlanmasında gıda maddesi ile doğrudan temas eden sular) vb. amaçlar ile temizlik amacıyla kullanılan sulardır (İTASHY 2005; TS 266, 2005).

2.1.8 Uluslararası İçme Suyu Standartları

Su, elde edildiği kaynağa ve çevreye bağlı olarak metal ve kimyasal maddeler içerebilir. Bu kimyasallar, suda sağlığı tehdit edecek kadar fazla miktarda bulduklarında, çoğunlukla renk, tat, koku değişimine neden olmaz. Zararlı etkileri, vücuda alındıktan, hemen sonra veya yıllar sonra ortaya çıkabilir. Bu kimyasalları belirlemenin tek yolu suyu analiz etmektir. Sularda, bu metal ve kimyasal maddelerden, bir kısmı belirli limit değerlere kadar bulunabilir. Bazılarının hiç olmaması istenir. Bu değerler ve özellikler, ulusal ve uluslararası su standartlarıyla belirlenmiştir. Örnek olarak, kurşun Avrupa Birliği standartlarına göre içme veya kullanma sularında 1 litrede 0.01 miligramdan (0.01 ppm'den) fazla bulunmamalıdır (URL-2). Suya, içerdiği kimyasallar açısından bakıldığında, suda olması istenmeyen kimyasallar, zehirli kimyasallar ve estetik açıdan önemli olan parametreler olarak ayırabiliriz.

Su sertliği, suyun içerdiği metallerin bir göstergesidir. Su sertliğine neden olan metallerin büyük çoğunluğu kalsiyum, magnezyum, gibi metallerdir. Bir suyun sert olması veya olmaması onun içilebilir veya içilemez olduğu anlamına gelmez. Suyun, içme-kullanma suyu olarak kullanılabilmesi için tam analizinin yapılması içerdiği arsenik, krom, kurşun, siyanür, civa, baryum, selenyum, mangan, bakır, antimon, berilyum, florür, alüminyum, tarım ilaçları, böcek ilaçları, amonyak, fenoller, nitrit gibi kimyasallar, mikroorganizmalar ve radyoaktif bileşenler yönünden değerlendirilmesi gerekir.

İçme Suyu Standartlarının içerdiği kimyasallar açısından Avrupa Birliği, Dünya Sağlık rgt, Amerika Birleşik Devletleri, Almanya ve TSE verileri ile karşılaştırılması izelge 2.7’de verilmiştir.

Çizelge 2.7 İçme suyunun içerdiği kimyasallar açısından uluslararası standartlarla kıyaslanması (URL-2)

Parametreler (mg/L)	Türk TSE	Avrupa Birliği	Dünya Sağlık rgt (WHO)	EPA/ USA	Almanya /DIN
Kalsiyum	100-200	100	--	--	--
Magnezyum	30-50	50	30-50	--	--
Sodyum	20-175	20-150	200	--	--
Potasyum	12	12	--	--	--
Alüminyum	0,2	0,2	0,2	--	--
Demir	0,3	0,2	0,3	0,3	0,3
Manganez	0,1	0,05	0,1	0,05	0,05
Bakır	1	--	1	1	1,3
Çinko	5	--	5	5	5
Baryum	0,3	0,1	0,7	2	--
Bor	0,1-0,3	1	0,3	--	--
Klor	30	--	250	--	--
Slfad	20	250	400	--	--
Florid	1	1,5	1,5	4	0,2-1,5
Nitrat	25	50	10	10	2-50
Fosfat	0,4-5	0,4-5	--	--	--
Amonyak	0,05-0,5	0,05-0,5	0,2	--	--
Nitrit	0,05	0,1	--	1	0,02-0,1
Organik Madde	2	5	--	--	--

İçme Suyu Standartlarının içerdiği toksik maddeler açısından Avrupa Birliği, Dünya, Sağlık, rgt, Amerika Birleşik Devletleri, Almanya ve TSE verileri ile karşılaştırılması izelge 2.8’de verilmiştir.

Çizelge 2.8 İçme suyunun içerdiği zehirli maddeler açısından uluslararası standartlarla kıyaslanması (URL-2)

Parametreler (mg/L)	Türk TSE	Avrupa Birliği	WHO Dünya Sağlık Örgütü	EPA/ USA	Almanya/DIN
Arsenik	0,05	0,01	0,05	0,05	0,05-0,1
Kadmiyum	0,005	0,005	0,005	0,005	0,002-0,005
Siyanürler	0,05	0,05	0,1	0,2	0,01-0,05
Cıva	0,001	0,001	0,001	--	0,0005-0,001
Nikel	0,05	0,05	0,02	--	0,01-0,05
Kurşun	0,05	0,01	0,05	--	0,02-0,04
Antimon	0,01	0,005	0,004	0,006	0,002-0,01
Selenyum	0,01	0,1	0,01	0,05	0,002-0,001
Gümüş	--	--	--	0,1	--
Krom	0,05	0,05	--	0,1	0,01-0,05
Türbitide (Bulanıklık)	5,25 NTU	04-4 NTU	5 NTU	0,5- NTU	--

İçme Suyu Standartlarının fiziko kimyasal özellikleri açısından Avrupa Birliği, Dünya Sağlık Örgütü, Amerika Birleşik Devletleri, Almanya ve TSE verileri ile karşılaştırılması Çizelge 2.9’da verilmiştir.

Çizelge 2.9 İçme suyunun fiziko kimyasal özelliklerinin uluslararası standartlarla kıyaslanması (URL-2)

Parametreler mg/l	Türk TSE	Avrupa Birliği	WHO Dünya Sağlık Örgütü	EPA/ USA	Almanya /DIN
Sıcaklık	C 12-25	C 12-25	--	--	--
pH	6,5-9,2	6,5-8,5	6,5-9,5	6,5-8,5	--
Renk (Pt-Co)	1-20 R birimi	1-20 R	15 R	15 R	--
Bulanıklık	5-25	0,4-4	5	--	--
İletkenlik ms/xm	400-200	400	--	--	--
Klorürler	25-600	25	250	250	--
Serbest klor	0,1-0,5	--	--	--	--
Sülfatlar	25-250	250	--	250	--
Kalsiyum	100-200	100	--	--	--
Magnezyum	30-50	30-50	--	--	--
Sodyum	20-175	20-150	200	--	--
Potasyum	10-12	10-12	--	--	--
Alüminyum	0,05-0,2	00,2	--	0,05-0,2	--
Buharlaştırma kalıntısı	1500	--	--	500 (TDS)	--

2.2 LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

2.2.1 Yüzeysel Su Kalitesine Yönelik Çalışmalar

Bakan vd. (2000) tarafından, Karadeniz'e Samsun ilinden önemli miktarda deşarjı olan Mert Irmağı'nda, 10 değişik noktadan, yüzey sediman ve su örnekleri alınmıştır. Bridge-Ekman grab sediman örnekleyicisi ile toplanan sediman örneklerinde, yaş analiz olarak su miktarı, organik madde, porozite yüzdeleri ve pH ölçümleri yapılmıştır. Öte yanda, sediman örnekleme

noktalarına paralel olarak alınan su örneklerinde ise BO⁻ I₅, KO⁻ I, TAM, TC_M, T (°C), pH, toplam fosfor TKN, NH₃-N, NO₂-N, NO₃-N ve Organik-N ölçümleri yapılmıştır.

Taşdemir vd. (2001) tarafından, 1996 Eylül-1997 Ağustos tarihleri arasında Asi Nehri'nde aylık dönemlerde 12 örnekleme yapmış, su kalite parametrelerinden çözülmüş oksijen, pH, sıcaklık, elektriksel iletkenlik, KOİ, amonyak azotu, nitrit azotu, nitrat azotu, fosfat, askıda katı madde, toplam sertlik, silis analizleri gerçekleştirmişlerdir.

Şengörür vd. (2001) tarafından, Sakarya Nehri üzerindeki son gözlem istasyonu olan Adatepe gözlem istasyonunda 1992-1996 yılları arasında elde edilen 42 adet su kalitesi parametresi değerlendirmişlerdir. Bu veriler üzerinde faktör analizi uygulanarak, bu istasyon için, 42 parametrenin 12 faktöre indirgenmesinin mümkün olduğu belirlenmiştir. Böylece su kalite araştırmalarında çok fazla sayıda parametrenin ölçülmesi yerine önceden tespit edilmiş, daha az sayıda, fakat kritik parametrelerin tespiti sağlanmıştır.

Kurmaç (2003) tarafından, Aksaray İli yüzeysel su kaynaklarından Ulurmak Çayı'nda Kasım 2001, Mart 2002 ve Haziran 2003'ü içeren zaman diliminde seçilen 7 istasyonda gerçekleştirilen çalışmada; ; pH, t, Eİ, tuzluluk, ÇO, TÇK, AKM, NO₂⁻-N, NO₃⁻-N, NH₄⁺-N, BOİ₅, KOİ, Cu⁺², Zn⁺², toplam Fe ve CN⁻ parametreleri incelenmiştir.

Özbek (2004), 1974-1996 yılları Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü (DSİ) verilerine göre Fırat Havzasında yer alan 14 farklı akarsu gözlem istasyonundan sulama suyu kalitesine yönelik çalışmalar yapmıştır. Çalışmada suyun pH, sodyum (Na), potasyum (K), kalsiyum+magnezyum (Ca+Mg), karbonat (CO₃), bikarbonat (HCO₃), klor (Cl), sülfat (SO⁻²₄) olmak üzere sekiz parametre ile verilen standartlara göre değerlendirilmesi yapılmış ve sulamaya uygunlukları belirlenmiştir.

Odabaşı (2005) tarafından, Çanakkale İli yüzeysel su kaynaklarından Sarıçay akarsuyunda seçilen üç istasyonda Mayıs 2002 - Eylül 2003'ü içeren 16 aylık sürede, aylık olarak yürütülen çalışmada; pH, t, tuzluluk, NO₂⁻-N, NO₃⁻-N, NH₄⁺-N, PO⁻³₄-P, organik PO⁻³₄, SiO₂, Ca⁺², Mg⁺², toplam Fe, Ni⁺², Zn⁺² ve Cu⁺² parametreleri incelenmiştir.

Tepe vd. (2006) tarafından, Hatay ili Hasan Çayı'nın 2003 Mayıs ayından başlanıp bir yıl süre ile su kalitesi parametreleri; pH, çözünmüş oksijen, sıcaklık, tuzluluk, kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ), toplam alkalinite ve sertlik, amonyak, nitrit, nitrat, fosfat, sülfat, klor, potasyum, sodyum, silisyum ve askıda katı madde (AKM) değerleri aylık olarak incelenmiştir.

İçağa vd. (2006) tarafından, Akarçay havzasının yüzeysel sularının fiziksel ve inorganik kimyasal parametrelerinin Sıcaklık (°C), pH, Çözünmüş oksijen (ÇO), Klorür iyonu (Cl), Sülfat iyonu (SO₄), Amonyum azotu (NH₃-N), Nitrit azotu (NO₂⁻-N), Nitrat azotu (NO₃⁻-N), toplam fosfor, toplam çözünmüş madde, renk (Pt-Co), Sodyum (Na) istatistik değerleri hesaplanmış, kıta içi su kaynaklarının sınıflarının kalite kriterlerine göre su kalitesi sınıfları belirlenmiştir. Bu amaçla verilerin tanımlayıcı istatistikleri, ortalama değerlerin karşılaştırılabilmesi için her bir parametrenin bu toplamlar içindeki oranı hesaplanmıştır. Korelasyon katsayıları hesaplanıp verilerdeki değişimin genel veya lokal olup olmadığı ve zamana bağlı olup olmadığı tespit edilmeye çalışılmıştır.

Süzal vd. (2008), çalışmada mevsimsel olarak Gediz Nehri'nin en düşük ve en yüksek debi değerine sahip olduğu dönemleri kapsayan 2004-2005 yıllarında yapılan körfez seferleri ile Gediz Nehri'nin ağzındaki askıda katı madde değerleri kıyaslanmıştır.

Yılmaz vd. (2009), çalışmada Batı Karadeniz Havzasında Elektrik İşleri Etüt İdaresi (EİE) tarafından işletilen 6 adet yüzey suyu kalitesi gözlem istasyonuna ait 14 tane parametre (debi, su sıcaklığı, pH, EC (x10⁶), Na⁺, K⁺, Ca⁺⁺, Mg⁺⁺, CO₃⁻, HCO₃⁻, Cl⁻, SO₄⁻, bor, sertlik) kullanılmıştır. Parametrelerde Cluster analizi kullanılarak indirgeme yapılmıştır. Öklit benzerlik ölçütü kullanılarak parametrelerin benzerlik matrisleri oluşturulmuş ve Tek Bağlantılı Kümeleme Tekniği ile de Toplayıcı Kümeler belirlenmiştir. Ayrıca incelenen 6 istasyona ait su kalitesi parametrelerinin değişimi parametrik olmayan yöntemlerle incelenerek bölgedeki yüzey sularındaki kirlilik profili belirlenmeye çalışılmıştır.

Gedik vd. (2010) tarafından, 2006 Mayıs-2008 Nisan tarihleri arasında Doğu Karadeniz Bölgesi'nde bulunan Fırtına Deresi'nin su kalitesini belirlemek amacıyla tespit edilen 7 istasyondan her ay su alınmış, Fırtına Deresi suyunun fiziksel ve kimyasal tüm özellikleri pH, toplam çözünmüş katı madde (TDS), bikarbonat (HCO₃) karbondioksit (CO₂), biyokimyasal oksijen ihtiyacı (BOİ₅), kalsiyum (Ca⁺⁺), magnezyum (Mg⁺⁺), toplam sertlik, nitrit azotu (NO₂⁻

-N), nitrat azotu (NO_3^- -N), amonyum azotu (NH_4^+ -N), fosfat fosforu (PO_4^{3-} -P), askıda katı madde, alkalinite, su sıcaklığı, çözünmüş oksijen, çözünmüş oksijen doygunluğu, türbidite ve iletkenlik su kirliliği mevzuatında bildirilen kıta içi su kalite standartlarına göre incelenmiştir.

Oğuz vd. (2010) tarafından, Tokat Uğrak Havzasında 1997-2001 yılları arasında ölçülmüş akım değerleri, MIKE 11 NAM adlı hidrolojik model yardımıyla simüle edilen akım değerleri ile karşılaştırılmıştır. Modeli oluşturan 14 parametreyle yapılan duyarlılık çalışmasında model parametrelerinden akıma en duyarlı parametre, kök bölgesinde en fazla su depolama parametresi (Lmax) olarak belirlenmiştir. Model başarısı, EI (Efficiency Index) ve RMSE (Root Mean Square Error) indeksi ile değerlendirilmiştir.

Yeşilirmak (2011) tarafından, Büyük Menderes akarsuyunun önemli kollarından olan Çine Çayı üzerindeki Kayırlı ve Çakırbeyli su kalitesi gözlem istasyonlarında elde edilen su kalitesi verilerinin mevsimlik ve yıllık ortalama değerlerinin zamansal eğilimleri parametrik-olmayan Mann-Kendall ve Spearman-Rho testleri ile parametrik t-testi kullanılarak incelenmiştir. Ayrıca, su kalitesi parametreleri ile debi arasındaki ilişkiler de incelenmiştir. Çalışmada, pH, elektriksel iletkenlik (EC), sodyum (Na), potasyum (K), kalsiyum+magnezyum (Ca+Mg), karbonat (CO_3), bikarbonat (HCO_3), klor (Cl), sülfat (SO_4) ve bor (B) olmak üzere toplam on parametre incelenmiştir.

Gültekin vd. (2012) tarafından, Trabzon il sınırlarını kapsayan çalışma alanında yüzey sularının kalitesinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu kapsamda Akhisar, Foldere, İskefiye, Kalanima, Sera, Beşirli, Değirmendere, İkisü, Yomra, Yanbolu, Karadere, Manahoz, Solaklı ve Baltacı Derelerinin hidrokimyasal özellikleri ve su kalitesi belirlenmiştir. Suların sıcaklık, pH, elektriksel iletkenlik gibi değerleri yerinde ölçülmüş, major iyon analizleri fotometre ile belirlenmiş, element konsantrasyonları ICP-OES ile yapılmıştır.

Sönmez vd. (2012) tarafından, Karasu Irmağı'ndan seçilen 5 istasyondan 12 ay boyunca alınan su örnekleri Bakır (Cu), Çinko (Zn), Mangan (Mn), Kurşun (Pb), Nikel (Ni), Kadmiyum (Cd) ve Demir (Fe) bakımından incelenmiştir.

Yıldız (2013) tarafından, Haziran 2012 – Mayıs 2013 tarihleri arasında Giresun ili Espiye ilçesinde denize dökülen Gelevera Deresi'nin bazı su kalitesi parametreleri ve kirlilik durumunu belirlemesi amacıyla çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Çalışma 12 ay boyunca

yürütülmüş olup, tespit edilen 3 istasyondan su örnekleri aylık olarak toplanmıştır. Su kalitesi parametrelerinden; çözünmüş oksijen, pH, sıcaklık, tuzluluk, toplam çözünmüş madde (TDS), iletkenlik, klorofil-a, oksidasyon indirgeme potansiyeli (ORP), biyolojik oksijen ihtiyacı (BOİ₅), toplam alkalinite, toplam sertlik, toplam amonyak nitrojeni (TAN), amonyak, nitrit, nitrat, sülfat, sodyum, potasyum, turbidite, klorür, toplam fosfor, çözünebilir reaktif fosfat (SRP), askıda katı madde (AKM), sediment örneklerinden ise pH, sediment su yüzdesi ve yüzde yanabilir organik madde tayinleri yapılmıştır.

Mutlu vd. (2013) tarafından, Kasım 2011 tarihinde başlayan, Sivas ili Düzyayla, Bayıraltı ve diğer köylerinin su ihtiyacını karşılayan Horohon Deresi'nin su örneklerinde su kalitesi parametrelerinden; çözünmüş oksijen (ÇO), tuzluluk, pH, sıcaklık ve elektriksel iletkenlik (ei), askıda katı madde (AKM), kimyasal oksijen ihtiyacı (KOI), toplam alkalinite, toplam sertlik, toplam amonyak azotu, nitrit, nitrat, amonyak, fosfat, sülfat, sülfat, serbest klor, sodyum, magnezyum, kalsiyum, kurşun, bakır ve kadmiyum analizleri 12 ay boyunca aylık olarak yapılmıştır.

Dinçer (2014), Mart 2013- Şubat 2014 tarihleri arasında Giresun ili Görele ilçesinde denize dökülen Çanakçı Deresi'de belirlenen 3 istasyondan aylık alınan su örnekleri ile su kalite parametrelerinden; çözünmüş oksijen, oksijen doygunluğu, pH, sıcaklık, tuzluluk, toplam çözünmüş katı madde, iletkenlik, klorofil-a, oksidasyon redüksiyon potansiyeli, biyolojik oksijen ihtiyacı, toplam alkalinite, toplam sertlik, toplam amonyak nitrojeni, amonyum, amonyak, toplam fosfor, çözünebilir reaktif fosfor ve askıda katı madde analizleri yapılmıştır.

Çeliker vd. (2014), Munzur kaynak suyu kalite parametrelerinin 2007-2009 yılları arasında 5 farklı periyotta gözlem yapılmış ve zamansal değişimi gösterilmiştir. 2008-2009 yılları arasında hidrokimyasal ve biyolojik analizler için 5 numune, ağır metal analizleri için ise 6 numune alınmıştır. Analiz sonuçları içme suyu standartları ile karşılaştırılmıştır.

Şen vd. (2015) tarafından, Bulakbaşı Nehri'nde yerinde ve laboratuvarında analizleri gerçekleştirilen çalışmada, belirlenen 4 noktadan su örnekleri aylık olarak alınmıştır. Sıcaklık, çözünmüş oksijen, oksijen doygunluğu, pH, elektriksel iletkenlik, tuzluluk, klor, kalsiyum, magnezyum, toplam sertlik, karbonat, bikarbonat, toplam alkalinitide, nitrat, nitrit, amonyum, amonyak, fosfor, sülfat, potasyum, bakır, alüminyum, toplam demir, çinko, krom, mangan ve siyanür parametreleri analiz edilmiştir.

Serdar (2015), Türkiye'nin 26 farklı hidrolojik su havzası içerisinde Fırat ve Dicle havzalarından sonra 3. sırada önemli olan Doğu Karadeniz havzasına ait Ordu ilinden Artvin'e kadar seçilmiş akarsuların nehir ağızları üzerinde belirlenen örnekleme noktalarında, fiziko-kimyasal su kalitesi mevsimsel olarak belirlenmiştir. Geniş bir araştırma alanını kapsayan bu çalışmada, örnekleme mevsimsel ölçekte gerçekleştirilmiş olup incelenen su kalite parametreleri sıcaklık, pH, elektriksel iletkenlik, çözülmüş oksijen, askıda katı madde, toplam sertlik, bulanıklık, permanganat indeksi, sülfat, nitrit, nitrat, amonyum, o-fosfat, silikat, klorofil-a, toplam azot ve toplam fosfor'dur.

Zeybek vd. (2016), Antalya ilinde yer alan Kargı Çayı'nda gerçekleştirilen bu çalışmada, çayın fizikokimyasal özellikleri değerlendirilmiş ve su kalitesi sınıfları belirlenmiştir. Temmuz 2014-Nisan 2015 tarihleri arasında, belirlenen yedi istasyondan su örnekleri mevsimsel aralıklarla alınarak incelenmiştir. Alınan su örneklerinde su sıcaklığı ($^{\circ}\text{C}$), pH, elektriksel iletkenlik (EC), çözülmüş oksijen (ÇO), biyokimyasal oksijen ihtiyacı (BOİ_5), amonyum azotu ($\text{NH}_4\text{-N}$), nitrit azotu ($\text{NO}_2\text{-N}$), nitrat azotu ($\text{NO}_3\text{-N}$), orto-fosfat fosforu ($\text{PO}_4\text{-P}$), klorür iyonu (Cl^-) ölçümleri yapılmıştır. Yapılan istatistikî analizlere göre, EC ve Cl değerleri istasyonlar arasında anlamlı derecede farklılık göstermiştir ($P<0,05$). Akarsuyun su kalitesi Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği ve Klee'nin metodu kullanılarak değerlendirilmiştir.

Bayram vd. (2017), Çoruh Havzasında yüzeysel su kalitesini belirlemek ve gözlemlemek amacıyla, toplam nitrojen, toplam fosfor, kimyasal oksijen ihtiyacı ve klorofil-a parametreleri ölçülmüştür. Yerinde ölçümler ve yüzeysel su numuneleri alma çalışmaları, Murgul Çayı ve Borçka baraj gölünde bir yıl boyunca aylık olarak yapılmıştır.

Ewaid vd. (2017), 2015-2016 yılları arasında Tigris Nehri ana koldaki Al-Gharraf Nehri'nde 5 istasyondan alınan 11 su kalite parametresi (biyolojik oksijen ihtiyacı, toplam çözülmüş katı madde, hidrojen iyonları konsantrasyonu, çözülmüş oksijen, bulanıklık, fosfat, nitrat, klor, toplam sertlik, elektriksel iletkenlik ve alkanilite) analiz edilmiştir.

Yüzeysel su kalitesine yönelik yapılan araştırmalar gösteriyor ki, bulanıklık parametresinin öncelikli bir araştırılması yapılmamıştır. Oysaki suyun berraklığı, evsel tüketim ve üretim yerleri için önemlidir. Suyun doğal yapısının berraklığı sistemin durumunu ve üretkenliğini tayin eden bir büyüklüktür. Lağımın ve ticari atığın kuvveti bulanıklıkla ifade edilir. Bundan dolayı nehir suyunun bulanıklık derecesi, kirlilik derecesi olarak ölçülür.

2.2.2 Su Kalitesi Modelleme Çalışmalarında Yapay Sinir Ağları Yöntemi

Özkan vd. (2006) tarafından, nehirlerdeki çözülmüş oksijen konsantrasyonunun değişiminin modellenmesinde yapay sinir ağlarına (YSA) dayanan yeni bir yaklaşım sunulmuştur. Genişletilmiş delta-bar-delta ile geri yayılım öğrenme algoritmaları bu ağları eğitmede kullanılmıştır. Bu uygulama için en basit YSA yapısını oluşturmada 5 farklı veri yapısı ve 2 farklı transfer fonksiyonu test edilmiştir. Elde edilen sonuçlar, YSA'nın çözülmüş oksijen konsantrasyonunu belirlemede başarılı bulunmuştur.

Muhammetoğlu vd. (2006), rezervuarlarda su kalitesini tahmin amaçlı olarak kullanılan modeller ve uygulama alanları ile ilgili genel bilgiler sunulmuştur. Otrofik yapıya sahip Porsuk Baraj Gölü havzasında uygulanacak senaryoların etkilerini incelemek amacı ile kullanılan model özellikleri tartışılmış. Keban Baraj Gölü'nün Palu-Elazığ arasında kalan kısmında otrofikasyon kontrolü için olası tedbirlerin (dört değişik uygulamanın) etkileri, hidrodinamik ve su kalite modelleri kullanılarak incelenmiştir. Kuzgun Baraj Rezervuarında dominant fitoplankton türlerinin sayısı, zamana ve mekâna bağlı olarak yapay sinir ağları yöntemi ile hassas olarak tahmin edilebilmiştir.

Minarecioğlu (2008), çalışmasında aylık katı madde miktarının tahmini için çok katmanlı, radyal tabanlı ve genelleştirilmiş regresyon, YSA ve ASBİS olmak üzere dört farklı yapay zeka tekniği kullanmıştır. Uygulamalarda Elektrik İşleri Etüt İdaresi (EİE) tarafından işletilen Dicle Nehri'nde bulunan Diyarbakır ve Cizre İstasyonları ile Fırat Nehri'nde bulunan Kemahboğazı İstasyonuna ait aylık akış ve AKM verileri kullanılmıştır. Radyal tabanlı YSA'nın genel olarak diğer yapay zekâ yöntemlerine göre daha iyi tahminler verdiğini belirlemiştir.

Doğan vd. (2009), 2001-2002 yılları arasında Büyük Melen Nehri'nde YSA kullanarak aylık olarak ölçülen BOİ verilerini tahmin etmiştir. Giriş verileri aylık KOİ, NH₃-N, NO₂⁻-N, NO₃⁻-N, klorofil-a, ÇO, t ve Q değerleri olarak kullanılmıştır. Hesaplanan ve ölçülen BOİ değerleri arasındaki R² değeri hesaplanmış ve modelin makul sonuçlar verdiğini ortaya konulmuştur.

Kiş (2010), yaptığı çalışmada Sinirsel Diferansiyel Evrim (SDE) yöntemini kullanarak AKM konsantrasyonunu tahmin etmiştir. Bu modelin doğruluğunu anahtar eğrisi, ASBİS ve YSA ve modelleri ile karşılaştırarak araştırmıştır. Amerika'da bulunan iki istasyondaki günlük akım ve

geçmiş AKM konsantrasyon verilerini model girdisi olarak kullanmıştır. SDE tekniğinin diğer yöntemlerden daha iyi tahminler yaptığını belirlemiştir.

Bayram vd. (2011d), Harşit Çayı Havzası'nda (Gümüşhane, Türkiye) YSA ve RA tekniklerini kullanarak bulanıklığa dayalı AKM konsantrasyonu tahmini yapmışlardır. Modellerde altı istasyonda onbeş gün aralıklarla bir yıl boyunca gerçekleştirilen yerinde bulanıklık ölçümlerden elde edilen veriler kullanılmıştır. YSA modelinin RA modeline göre daha iyi ve kabul edilebilir sonuçlar verdiği sonucuna ulaşılmıştır.

Ay (2014), çok katmanlı yapay sinir ağı, radyal tabanlı yapay sinir ağı, uyarlamalı bulanık-sinir ağı çıkarım sistemi, k-ortalamlar ve c-ortalamlar kümeleme yöntemleri su kalitesi parametrelerinin modellenmesinde kullanılmıştır. Bu kapsamda, k-ortalamlar ve çok katmanlı yapay sinir ağı yöntemleri ile c-ortalamlar ve uyarlamalı bulanık-sinir ağı çıkarım sistemi yöntemleri bir analiz yöntemi olarak ayrı ayrı birbirleriyle bütünleştirilmiştir. Bu metotlar kullanılarak farklı akarsularda ölçülen su kalitesi parametrelerinden çözünmüş oksijen, kimyasal oksijen ihtiyacı ve toplam tuz konsantrasyonu değişkenleri modellenmiştir. Ayrıca modellemelerin sonuçları klasik istatistikî yöntemlerden olan çoklu lineer regresyon ve otoregresif hareketli ortalamlar yöntemleriyle de karşılaştırılmıştır.

Özçelik (2015), Köyceğiz Gölünde su kalitesi parametrelerinin tahmin edilmesi için, gölün nehir kollarının aylık ölçülen su kalitesi parametrelerini girdi olarak alan, yapay sinir ağları (YSA) yaklaşımı kullanılmıştır. En iyi tahminleri elde etmek amacıyla farklı girdi kombinasyonları ve performans kriterleri denenmiştir. Hedeflenen ve tahmin edilen parametreler arasında düşük hata ve yüksek korelasyon değerleri elde edilmiştir. Bu sonuçlar, YSA'nın su kalitesi parametrelerini tahmin etmekteki büyük potansiyelini ortaya koymaktadır.

Yapılan literatür araştırmaları sonucunda Filyos Havzası'nda bulunan Filyos Nehri üzerinde yüzeysel su kalitesine yönelik herhangi bir çalışma yapılmadığı belirlenmiştir. Bu çalışma ile ilerleyen dönemlerde Filyos Havzası üzerinde yapılacak su kalitesi çalışmalarına ışık tutacağı düşünülmektedir.



BÖLÜM 3

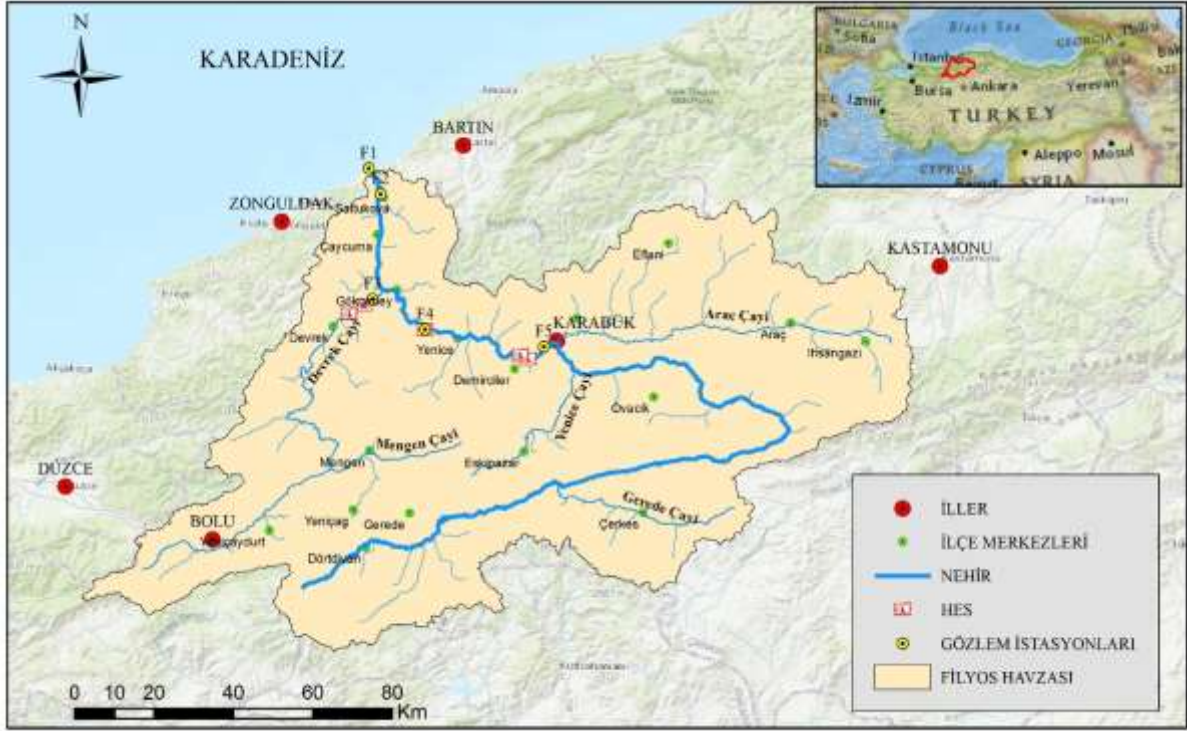
ÇALIŞMA ALANI

3.1 FİLYOS ÇAYI

Filyos Nehrinin uzunluğu 228 km'dir. Farklı doğrultularda akan, farklı yerinden oynama çizgilerine (dislokasyon hattı) uymuş olan, farklı adlardaki akarsuların birleşmesiyle oluşur. Kolları gibi kendisi de çeşitli kesimlerde farklı adlarla anılır. Akarsuyun tümüne verilen Filyos adı, genellikle denize yakın kesimleri için kullanılır. En önemli kolu Soğanlı Çayı, Köroğlu Dağlarından ve Dörtdivan ile Gerede yörelerinden gelen akarsuların birleşmesiyle oluşur. Güneybatı-kuzeydoğu doğrultusundaki akarsu, çıkışının ilk bölümlerinde Gerede Çayı adıyla bilinir. İsmetpaşa'ya yaklaştığında Uluçay adıyla da bilinir. İsmetpaşa tren istasyonu yakınlarında, ters yönden gelen ve Kuzey Anadolu Kırık Kuşağının bir bölümünde akan Çerkeş Suyuyla birleşerek, düzgün bir çizgi boyunca batı, güney-batı, doğu, kuzeydoğu doğrultusunda akar. Çerkeş Suyuyla birleştikten sonra Soğanlı Çayı adını alır. Daha sonra güneyinde yer alan kırık hattı boyunca, yalçın bir boğaz görünümündeki vadide akar. Boyalı yakınlarında kuzeye doğru bir yay çizerek kuzeybatıya yönelir. Bu kesimde Mengen Çayı adıyla da bilinen akarsu, Çankırı-Kastamonu il sınırının bir bölümünü çizer. Karabük kentindeki Kayabaşı Köprüsü'nün önünde Ilgaz Dağından çıkan ve doğudan gelen Araç Çayıyla birleşir. Vadisi, Irmak-Zonguldak demiryolu tarafından başlayarak izlenebilen akarsu, bu kesimde Yenice Irmağı adıyla bilinir. Bu ad, Yenice kasabasından kaynaklanır. Demiryolu hattı üzerindeki Tefen (bugünkü Gökçebey) İstasyonu yakınlarında güneybatıdan gelen Devrek Çayıyla birleşen akarsu (su çatı), güney-kuzey doğrultusunda yemyeşil bir alanda akmaya başlar. Filyos Çayı, Hisarönü (eskiden Filyos) bucak merkezinin hemen doğusundaki Filyosağzı'nda Karadeniz'e boşalır (Şekil 3.1).

Genellikle ormanlık ve yağışı yeterli yörelerden geçen Filyos Çayının rejimi oldukça düzenlidir. Suları kış ve ilkbahar aylarında artıp yaz sonuna doğru azalır. Filyos Çayı'nca açılan vadinin tabanı kum ve kil tabakalarıyla kaplıdır. Akarsu bu geniş vadi içinde menderesler çizerek akar. Geniş alüvyal tabanlı vadinin kuzey yamaçları çok diktir. Yamaçlarda sel yarınları göze çarpar. Filyos Çayı, çoğu yerde kuzey yamaçlara yakın akar. Vadinin güney

yamaçları ise pek dik değildir. Filyos Çayı Vadisi'nin en geniş bölümü Çaycuma ve çevresindeki düzlüktür (URL-3).



Şekil 3.1 İnceleme alanı haritası

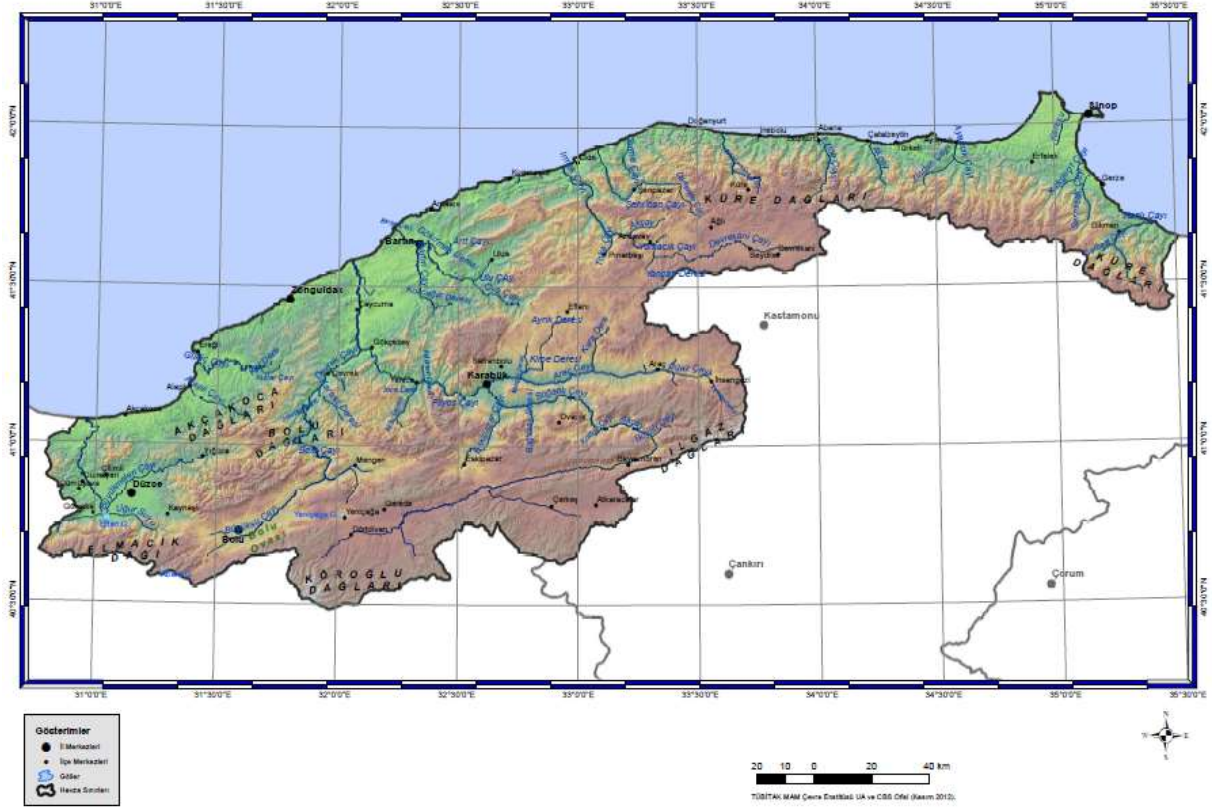
Zonguldak ve çevresinde kıyıda çok eski dönemlerde kurulmuş yerleşmelerin olmasına karşılık, iç kesimlerde böyle yerleşmelere rastlanılmamaktadır. Yöre ekonomisinin ekip biçme ve hayvancılık faaliyetlerine dayandığı bu dönemde mevcut yerleşmeler de az nüfuslu ve birbirinden nisbeten uzak mahallelerden meydana gelmişlerdir. İnceleme sahası ve çevresinin nüfuslanmasında maden kömürünün çıkartılmaya başlanmasının büyük rolü olmuştur. İnceleme sahasının nüfusuna ait geçmişe yönelik sağlıklı veri bulunmamaktadır. 19. yüzyılın ilk yarısında yapılan sayımda, sahada yaklaşık 15000 vergi veren nüfusun yaşadığı belirtilmektedir. 1927'de yapılan modern anlamdaki ilk nüfus sayımı sonuçlarında köylerin nüfusları belirtilmemiştir, Dolayısıyla bu sayım sonuçlarına göre inceleme sahası içinde ne kadar nüfusun yaşadığı kesin olarak bilinmemektedir. Ancak Zonguldak ilinin 1927 ile 1935 nüfuslarının karşılaştırılmasından inceleme sahasında 1927 yılında yaklaşık 72-73 bin nüfusun olabileceği tahmin edilmiştir. 1935 Genel Nüfus Sayımı sonuçlarına göre inceleme sahasının nüfusu 87 bin dolayındadır. Bu nüfus 55 yıllık dönemde dört kattan fazla artarak 1990'da 350 bini aşmıştır (URL-3).

3.2 JEOLojİK VE JEOMORFOLOJİK ÖZELLİKLER

İnceleme sahası jeolojik açıdan, kuzeyde Çaycuma havzası, güneydoğuda Safranbolu-Karabük havzası olarak nitelenen iki havza ile bunların arasında yer alan yüksek kesimden meydana gelmektedir. Kaynaklarını Ilgaz dağlarından alan Araç çayı ile Köroğlu dağlarından alan Soğanlı çayının birleştiği yerde Karabük şehrinin yer aldığı ve Karabük şehrinden sonra da akarsuya Filyos çayı denildiği daha önce belirtilmişti. Doğuda, inceleme sahasının içine, Araç ve Soğanlı çaylarının birleştiği Karabük-Safranbolu havzasının sadece Karabük batısında yer alan kısmı dâhil edilmiştir. Filyos Çayı'nın Karabük'ten Gökçebey'e kadar olan kısmı yukarı Filyos havzası, Gökçebey'den Filyos (Hisarönü) doğusunda Karadeniz'e ulaştığı yere kadar olan kısmı da aşağı Filyos havzası olarak isimlendirilmiştir. Bu bölümler içinde üç jeomorfolojik ünite ayırt edilmektedir. Bunlar sırasıyla;

- a) alüvyal ova ve vadi tabanları,
- b) alçak platolar ve tepelik alanlar
- c) yüksek platolar ve dağlık alanlardır.

Genel olarak; alüvyal ova ve vadi tabanlarını, 100 m.'ye kadar olan kesimler ile akarsu boyları; alçak platolar ve tepelik alanları, 100-500 m. arasında yüksekliğe sahip olan yerler; yüksek platolar ve dağlık alanları ise 500 m. den daha yüksek olan yerler temsil etmektedir. Yukarı çığırında kabaca doğu-batı doğrultusunda akan Filyos çayına, kuzeyden ve güneyden birçok akarsu katılmaktadır. Bu kollardan en önemlileri kuzeyde Karakaya deresi, Balıkısık deresi ve Kelemendere, güneyde Şimşirdere, İncedere ve Acıdere'dir. Yukarı kesimlerde genel olarak anakaya içine açtığı derin yarılmış vadisinde akan Filyos çayı, vadinin nisbeten genişlediği kesimlerde, özellikle kollarının getirdiği malzemedan oluşan bir alüvyal tabana da sahip olur. Yenice çevresi vadinin alüvyal tabana sahip olduğu yerlere bir örnektir. Filyos çayına karışan derelerden bazıları getirdikleri malzemeler ile birikinti yelpazeleri de oluşturmuşlardır. Ekseni kuzeydoğu-güneybatı doğrultusunda uzanan, sıkışık olmayan bir kıvrımlanma gösteren bu formasyon aynı zamanda, Filyos çayının aşağı çığırı çevresindeki alçak tepelik alanları oluşturur. Filyos'un kollarından olan Devrek çayı, Beycuma çayı, Büyükdere ve Kokaksu deresi de bu kıvrımlı sahanın alçak kesimlerine yerleşmiştir (Şekil 3.2).



Şekil 3.2 İnceleme alanını kapsayan bölgenin jeomorfolojik haritası (URL-6)

3.3 HAVZANIN HİDROGRAFİK ÖZELLİKLERİ

İnceleme sahasının günümüzdeki görünümünü kazanmasında akarsular büyük paya sahiptirler. Sahanın ana akarsuyu Filyos çayıdır. Karabük'ten sonra kabaca doğu-batı doğrultusunda akan Filyos çayının, Gökçebeğ batısında güneybatı-kuzeydoğu doğrultulu Derek çayı ile birleşerek, kabaca güney-kuzey doğrultusunda ve Hisarönü (Filyos) yerleşmesinin doğusundan Karadeniz'e karışmaktadır. Akarsuyun Karabük-Karadeniz arasındaki uzunluğu yaklaşık 100 km. dolayındadır. Değişik uzunluklara sahip birçok kol Filyos çayına karışmaktadır. Yukarı Filyos havzasında doğudan itibaren Karakaya deresi, Balıkısık deresi, Kelemendere, Büyüközü deresi, Kırkdere ve Gökçebeğ'in içinden geçen Ağustu deresi, Filyos çayının kuzeydeki kollarını; Küçükçay, Gönçek deresi, Şimşirdere, İncedere, Büyükdere, Acısu, Köprüdere, Gelecekdere ve Kabalaklı dere güneydeki kollarını oluşturmaktadır. Aşağı Filyos havzasında, Filyos çayının büyük kollarından biri olan Devrek çayı ana akarsuya karışır. Devrek çayına inceleme sahası içinde katılan akarsular (kuzeyden Çomaklar deresi, Kozlu deresi; güneyden Buldan deresi, Bılık deresi, Araslan deresi gibi) kısa oluşları ile dikkati çekerler. Devrek çayının inceleme sahası içindeki uzunluğu yaklaşık 20 km. kadardır.

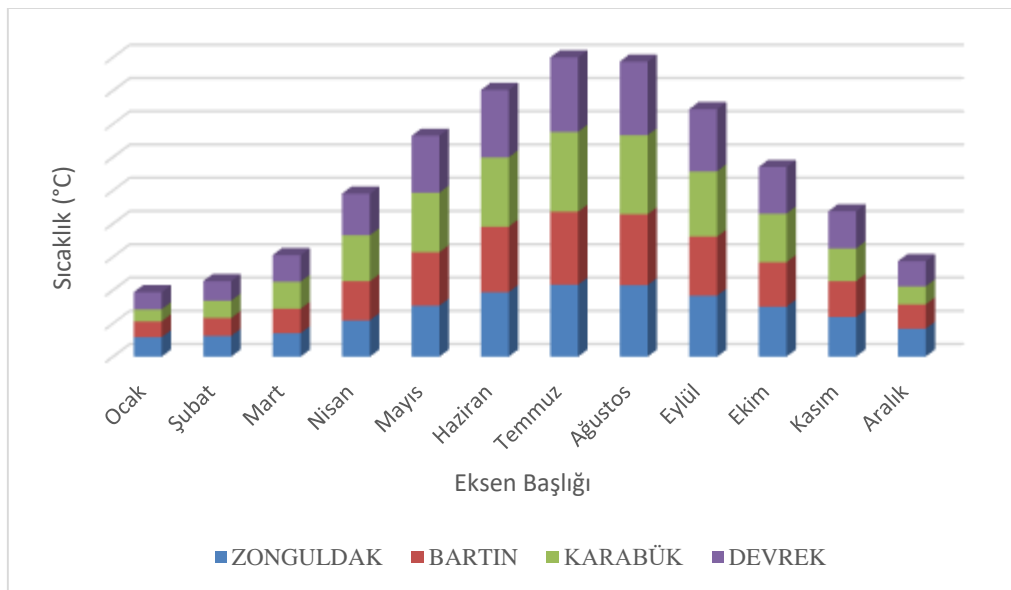
3.4 HAVZANIN İKLİM ÖZELLİKLERİ

3.4.1 Sıcaklık

İnceleme sahasının iklim özelliklerinin ortaya konulmasında dikkate alınan Zonguldak, Bartın, Devrek ve Karabük meteoroloji istasyonlarının yıllık ortalama sıcaklıkları 13.1-13.9°C'ler arasında değişmektedir (Zonguldak 13.4°C, Bartın 13.1°C, Devrek 13.8°C ve Karabük 13.9°C). Yıllık ortalama sıcaklıklar bakımından inceleme sahasının iç kısımları ile kıyı kesimleri arasında çok belirgin olmayan farklılık, yaz ve kış sıcaklıkları incelendiğinde daha iyi ortaya çıkar. İncelenen istasyonların Temmuz ayı ortalama sıcaklıkları 21.6°C ile 24.0°C arasında değişir (Zonguldak 21.6°C, Bartın 22.0°C, Devrek 22.4°C ve Karabük 24.0°C). Ocak ayı ortalama sıcaklıkları ise 3.6 ile 5.8°C arasındadır (Zonguldak 5.8°C, Bartın 4.8°C, Devrek 5.2°C ve Karabük 3.6°C) (Çizelge 3.1) (DSİ 2017).

Çizelge 3.1 İnceleme sahası yıllık sıcaklık değişim değerleri (DSİ 2017)

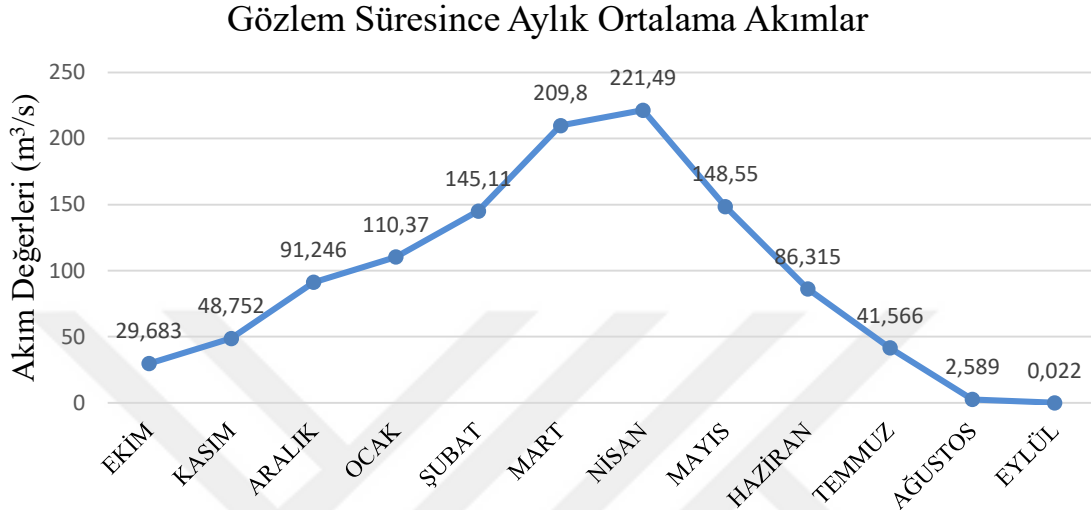
	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	Ek	K	A	Yıllık
Zonguldak	5,8	6,2	7,0	10,9	15,3	19,4	21,6	21,5	18,3	15,0	11,9	8,4	13,4
Bartın	4,8	5,4	7,4	11,8	16,1	19,7	22,0	21,3	17,8	13,4	10,8	7,3	13,1
Karabük	3,6	5,2	8,1	13,8	17,9	20,8	24,0	23,8	19,6	14,6	9,8	5,4	13,9
Devrek	5,2	5,9	8,0	12,5	17,1	20,3	22,4	22,1	18,7	14,0	11,2	7,6	13,8



Şekil 3.3 İnceleme sahası sıcaklık değerlerinin değişimi (DSİ 2017)

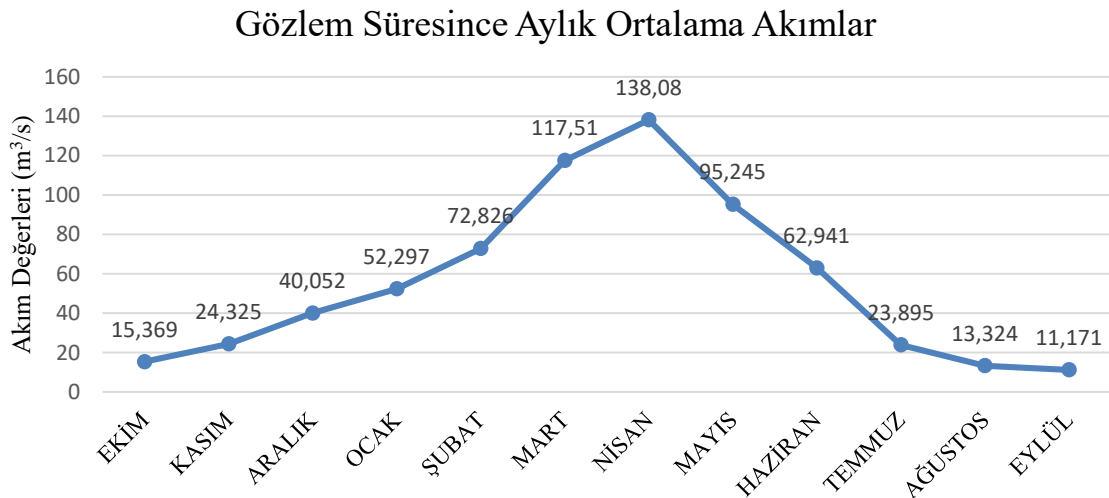
3.4.2 Yağış-Akım

Gerek yağış alanları ve gerekse ortalama su akımları karşılaştırıldığında Filyos Çayı'nı asıl besleyen kolun Yenice Çayı olduğu gözlenir.



Şekil 3.4 Çaycuma aylık ortalama debileri (DSİ 2017)

Yukarıda Filyos'un Çaycuma (F3 istasyonu) kısmının aylara göre debi değerleri görülmektedir. Buna göre, yüksek debi değerlerinin Mart-Nisan ayları arasında olduğu anlaşılmaktadır. Sebebi ise; Karadeniz ikliminin etkisi ile ilkbahar başlangıcından itibaren bölgenin yağışlı geçmesidir. Akım değeri, Nisan ayında pik değere ulaşmıştır (Şekil 3.4).



Şekil 3.5 Yenice aylık ortalama debileri (DSİ 2017)

Yukarıda Filyos'un Yenice kısmının (F4 istasyonu) aylara göre debi değerleri görülmektedir. Buna göre, Çaycuma kısmındaki debi değerlerine benzer olarak Şubat-Mayıs ayları içerisinde debi değerlerinin yüksek olduğu görülmektedir (Şekil 3.5). Akım değeri, Nisan ayında pik değere ulaşmıştır (Çizelge 3.2).

Çizelge 3.2 İnceleme sahası yağış değerleri (DSİ 2017)

	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	Ek	K	A
Zonguldak	141,7	105	98,3	70,9	56,3	70,3	63,7	90,7	98,7	139,9	147,8	148,7
Bartın	146,8	102,7	84,7	55,7	53,9	54,4	70,6	96,2	86,6	78,2	121,8	121
Karabük	54	32,8	39,9	47,4	59,6	42,1	20,5	21,3	29	29,4	41,8	61
Devrek	91,7	71,1	67,3	53,9	58,3	57,5	49,3	57,1	54,1	61,4	82	81,7

Yağışın mevsimlere dağılışında dikkati çeken en belirgin özellik, istasyonların hepsinde her mevsim yağış olmakla beraber, en fazla yağışın kış mevsiminde düşmesidir (Çizelge 3.3).

Çizelge 3.3 İnceleme sahası yağışın mevsimlere göre dağılımı (DSİ 2017)

	Kış		İlkbahar		Yaz		Sonbahar	
	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%
Bartın	370,5	34,6	194,3	18,1	220,2	20,6	286,6	26,7
Devrek	244,5	31,1	179,5	22,9	163,9	20,9	197,5	25,1
Karabük	147,5	30,9	146,9	30,7	84,4	17,6	99,9	20,8
Zonguldak	395,5	32,1	225,5	18,3	224,7	18,2	186,4	31,4

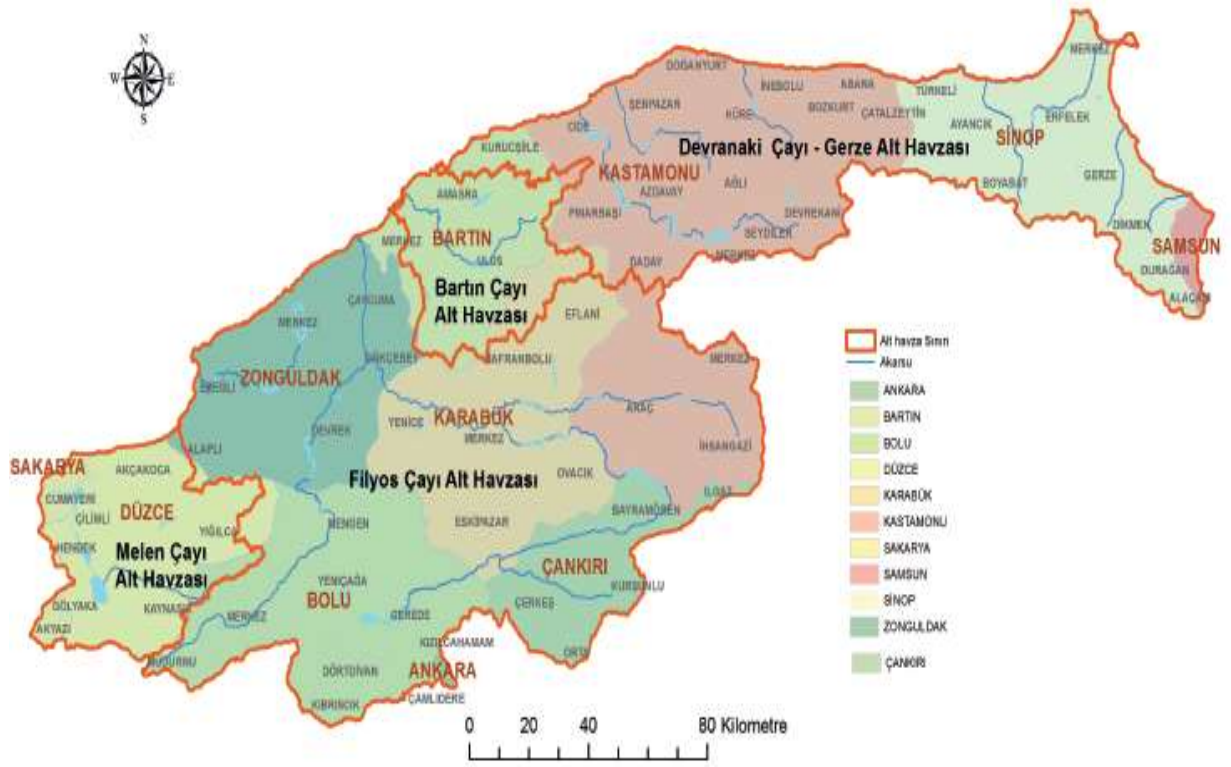
Kış mevsimindeki yağış oranları Zonguldak'ta %32,1, Bartın'da %34,6, Devrek'te %31,1, Karabük'te ise %30,9'dur. En az yağışın görüldüğü mevsim Bartın'da ilkbahar, Zonguldak ve Devrek'te çok az farkla yaz mevsimidir. Karabük'te yaz yağışlarının oranı en azdır. Bu özellikleri ile Karabük dışındaki istasyonlar, Karadeniz yağış rejimi tipine benzerlik gösterir. Karabük'te maksimum yağış kışın görülüp, ilkbahar yağışı oranı da kışa yakındır. Bu nedenle Karabük'ün yağış rejimi diğer istasyonlardan farklı olarak Karadeniz yağış rejimi tipinden çok İç Anadolu geçiş tipine benzerlik gösterir.

3.4.3 Bitki Örtüsü

İnceleme sahasının doğal bitki örtüsü ormandır. Türkiye flora bölgeleri ile ilgili bir çalışmada, Türkiye için ayırt edilen üç flora bölgesinden Avrupa-Sibirya flora bölgesinin Öksin bölgesine dâhil olduğu belirtilen kuzey Anadolu'nun, hâkim bitki formasyonu, yüksek kesimlerde içine iğne yapraklı ağaçların da karıştığı yayvan yapraklı orman formasyonudur (Avcı 1998). Zonguldak-Mersin arasında bitki örtüsünün değişimini göstermek üzere çizdiği bitki profilinde ve Türkiye doğal bitki örtüsü haritasında farklı bitki bölgeleri belirlemiştir. Buna göre, inceleme sahasında yükseltinin 500 metrenin altında olduğu yerlerin kıyı kesimlerinde soğuğa dayanıksız kuru orman bölgesi (Akdeniz formasyonu) ile iç kesimlerinde soğuğa dayanıksız nemli orman bölgesi ayırt edilmiştir. 500-1000 metreler arasında kuzeyin etkisine açık yerlerde sert kışı olmayan (ılıman) nemli orman bölgesi, güneye bakan yüzlerde ise sert kışı olmayan (ılıman) kuru orman bölgesi yer almaktadır. 1000 metrenin üzerinde ise, kışları sert geçen nemli orman bölgesi bulunmaktadır.

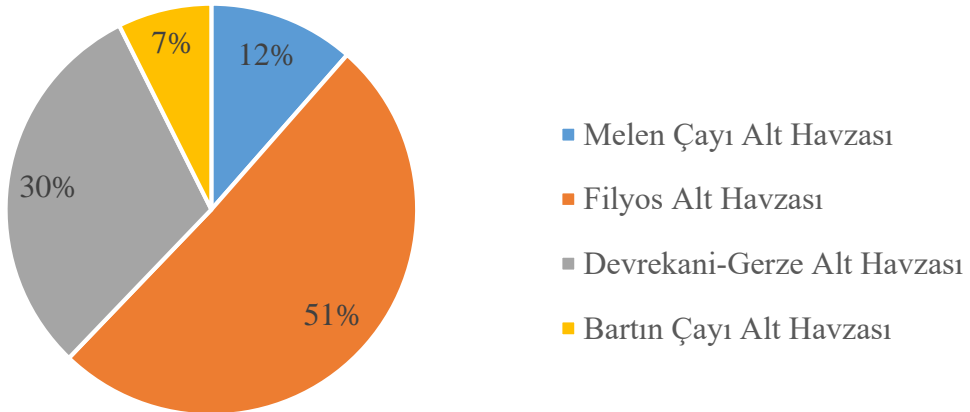
3.4.4 Alt Havzalar

Bölüm 2'de kısaca belirtildiği gibi Türkiye hidrolojik olarak 26 havzaya ayrılmaktadır. Daha ayrıntılı incelendiğinde; Batı Karadeniz Havzası, Hidrolojik havzaların 13. sü'dür ve Melen Alt Havzası, Filyos Çayı Alt Havzası, Devrekâni Çayı-Gerze Alt Havzası ve Bartın Çayı Alt Havzası şeklinde 4 alt havzaya bölünmüştür (Şekil 3.6).



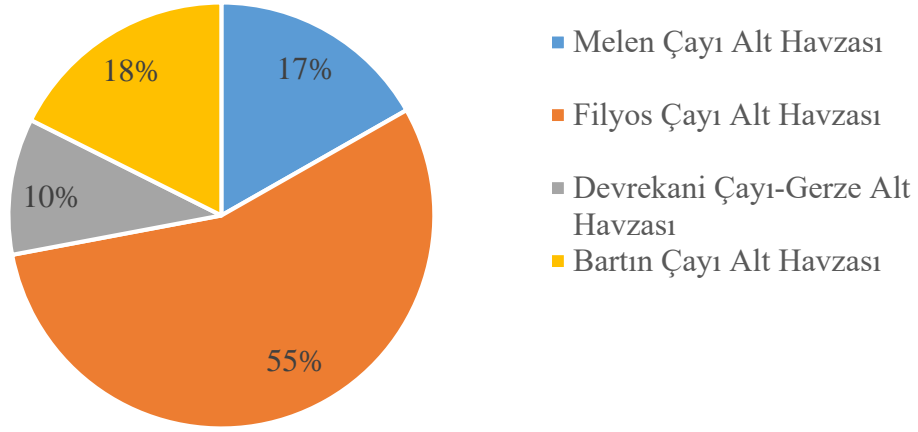
Şekil 3.6 Batı Karadeniz Havzası alt havzaları (URL-6)

Alan dağılımı olarak da Filyos Çayı Alt Havzası %50,7 ile havzanın toplam alanının yarısını kaplamakta, onu Devrekâni Çayı-Gerze Alt Havzası takip etmektedir (Şekil 3.7).



Şekil 3.7 Batı Karadeniz Havzası alt havzaları (DSİ 2017)

Nüfus dağılımı olarak da Filyos Çayı Alt Havzası %55,27 ile havzanın toplam alanının yarısını kaplamakta, onu Bartın Çayı Alt Havzası takip etmektedir (Şekil 3.8).



Şekil 3.8 Batı Karadeniz Havzası alt havzalar nüfus dağılımı (DSİ 2017)

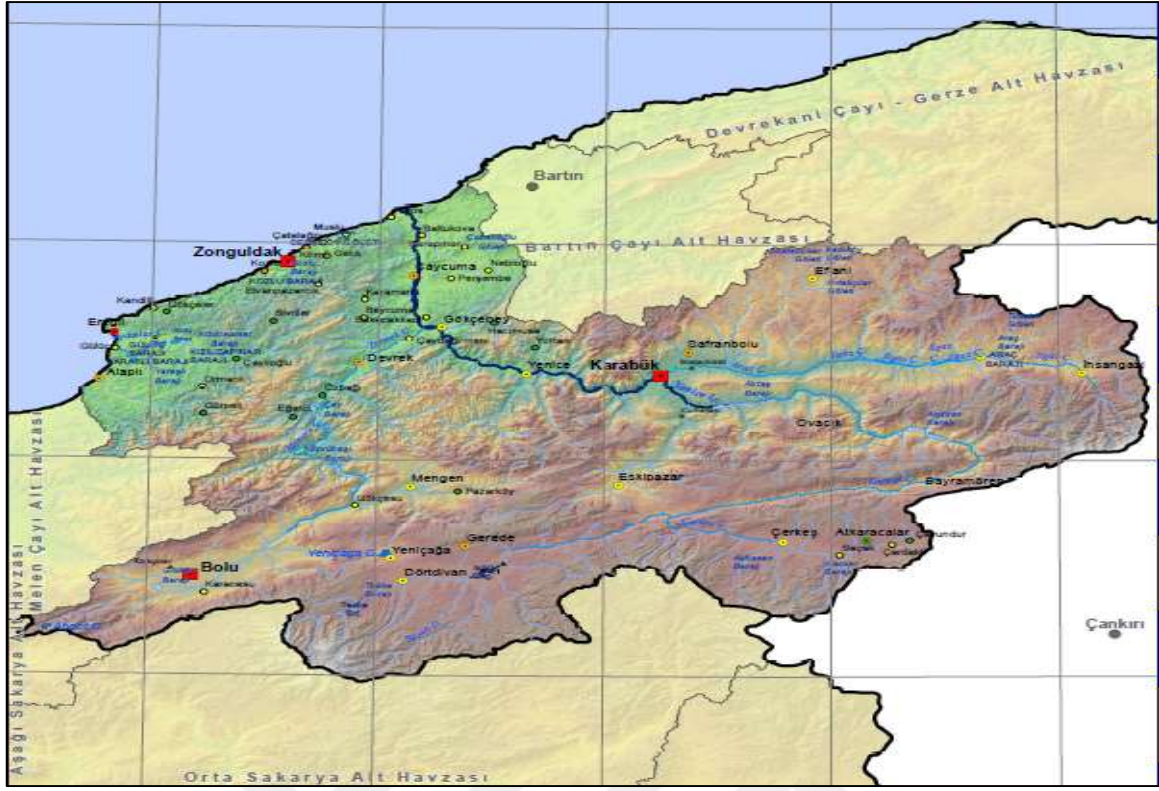
Devlet Su İşleri (DSİ) tarafından Filyos Çayı üzerinde işletilmekte olan akım gözlem istasyonları (AGİ) ile ilgili bilgiler Çizelge 3.4'te verilmiştir.

Çizelge 3.4 Filyos Çayı üzerindeki DSİ tarafından işletilen akım gözlem istasyonları (DSİ 2017)

İstasyon No	İstasyon Adı	Akarsu	Yağış Alanı (km ²)	Açılış Tarihi	Koordinatlar
E13A035	Derecikviran	Filyos Çayı	13300,4	01.05.1963	41:25:36K 32:5:15D
E13A051	Devrek	Devrek Çayı	2966,4	01.10.1998	41:13:26K 31:57:24D
E13A036	Yenice	Yenice Çayı	8966	01.03.1978	41:12:6K 32:19:24D
D13A063	Soğanlı	Soğanlı Çayı	5086,8	04.08.2000	41:7:52K 32:40:43D

Filyos Çayı'nı besleyen kollar ve bu kolların çevrelediği alan Filyos Çayı Alt Havzasını oluşturmaktadır (Şekil 3.9).

Filyos Çayı Alt Havzası'nda 56 adet belediye bulunmaktadır. 2011 yılı belediye nüfusları toplamı 1.036.940 kişidir. Alt havzada yer alan yerleşimler Çizelge 3.5'te verilmektedir (TUIK 2011).



Şekil 3.9 Filyos Çayı alt havzası (URL-7)

Çizelge 3.5 Filyos Havzasında yer alan yerleşimler (URL-7)

İl Adı	İlçe Adı	Yerleşim Adı	İdari Durumu	Nüfus
Bolu	Merkez	Karacasu	Belediye	2661
Bolu	Dörtdivan	Dörtdivan	İlçe	3001
Bolu	Merkez	Merkez	İlçe	125842
Bolu	Merkez	Kürkçüler	Köy	2474
Bolu	Yeniçağa	Yeniçağa	İlçe	4820
Çankırı	Çerkeş	Saçak	Belediye	2044
Bolu	Gerede	Gerede	İlçe	24245
Çankırı	Atkaracalar	Çardaklı	Belediye	2060
Çankırı	Çerkeş	Çerkeş	İlçe	8649
Çankırı	Kurşunlu	Çavundur	Belediye	599
Çankırı	Atkaracalar	Atkaracalar	İlçe	1872
Bolu	Mengen	Gökçesu	Belediye	2245
Bolu	Mengen	Pazarköy	Belediye	891
Bolu	Mengen	Mengen	İlçe	5036
Çankırı	Bayramören	Bayramören	İlçe	634
Karabük	Eskipazar	Eskipazar	İlçe	7044
Karabük	Ovacık	Ovacık	İlçe	731
Zonguldak	Devrek	Eğerci	Belediye	1510

Çizelge 3.5 (devam ediyor)

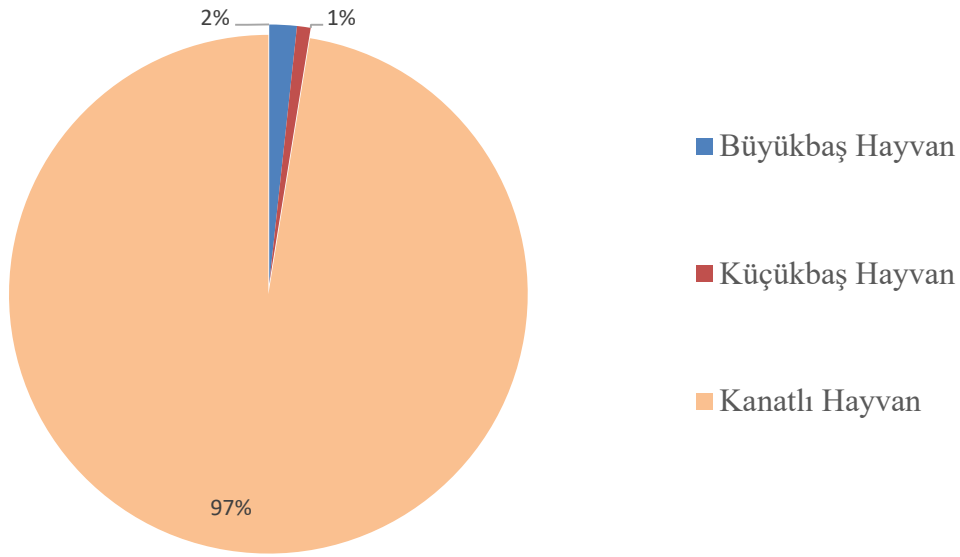
İl Adı	İlçe Adı	Yerleşim Adı	İdari Durumu	Nüfus
Karabük	Merkez	Cumayanı	Köy	2577
Zonguldak	Devrek	Özbağı	Belediye	981
Zonguldak	Ereğli	Ormanlı	Belediye	2600
Karabük	Merkez	Merkez	İlçe	108504
Karabük	Yenice	Yenice	İlçe	9348
Kastamonu	İhsangazi	İhsangazi	İlçe	2701
Karabük	Safranbolu	Bostanbükü	Köy	2180
Zonguldak	Devrek	Devrek	İlçe	25847
Zonguldak	Ereğli	Çaylıoğlu	Belediye	1933
Kastamonu	Araç	Araç	İlçe	5908
Karabük	Safranbolu	Safranbolu	İlçe	41954
Zonguldak	Ereğli	Gülüç	Belediye	7511
Karabük	Yenice	Yortan	Belediye	1871
Zonguldak	Ereğli	Ören	Köy	2443
Zonguldak	Devrek	Çaydeğirmeni	Belediye	4944
Zonguldak	Ereğli	Ereğli	İlçe	101485
Zonguldak	Gökçebey	Gökçebey	İlçe	7234
Zonguldak	Gökçebey	Hacımusca	Belediye	1177
Zonguldak	Merkez	Sivriler	Belediye	1473
Zonguldak	Merkez	Beycuma	Belediye	2455
Zonguldak	Gökçebey	Bakacakkadı	Belediye	2887
Zonguldak	Ereğli	Gökçeler	Belediye	1735
Zonguldak	Ereğli	Kandilli	Belediye	2753
Zonguldak	Merkez	Karaman	Belediye	2281
Zonguldak	Merkez	Elvanpazarcık	Belediye	2075
Zonguldak	Çaycuma	Perşembe	Belediye	2659
Karabük	Eflani	Eflani	İlçe	2117
Zonguldak	Çaycuma	Çaycuma	İlçe	23673
Zonguldak	Merkez	Kozlu	Belediye	35011
Zonguldak	Çaycuma	Nebioğlu	Belediye	2325
Zonguldak	Merkez	Merkez	İlçe	110043
Zonguldak	Merkez	Gelik	Belediye	3702
Zonguldak	Merkez	Kilimli	Belediye	24367
Zonguldak	Çaycuma	Karapınar	Belediye	2565
Zonguldak	Merkez	Çatalağzı	Belediye	8466
Zonguldak	Çaycuma	Saltukova	Belediye	3939
Zonguldak	Merkez	Muslu	Belediye	2062
Zonguldak	Çaycuma	Filyos	Belediye	5425

Havza bazında arazi kullanımını göz önüne alındığında Çizelge 3.6’da Filyos Çayı alt havzasının çoğunluğunu tarımsal alanların oluşturduğu görülmektedir.

Çizelge 3.6 Filyos Çayı Havzasında arazi kullanımı (URL-7)

Alan	Yapay Alanlar	Tarımsal Alanlar	Orman ve Yarı Doğal Alanlar	Sulak Alanlar	Su Yüzeyleri
Ha	24611	431827	1000716	396	5516
%	1,68	29,50	68,35	0,03	0,38

Tarımsal alan büyüklükleri Uluslararası Standart Sanayi Sınıflaması’na göre (ISIC- International Standard Industrial Classification) düzenlenerek verilmiştir. Bunun yanısıra Filyos Alt Havzası’nda kümes hayvancılığı dikkat çekmektedir (Şekil 3.10).



Şekil 3.10 Filyos Çayı alt havzası’nda hayvan sayıları (DSİ 2017)

DSİ kayıtlarına göre Filyos Çayı üzerinde mevcut olan veya fizibilite, ön rapor, masterplan, ön inceleme, lisans, planlama aşamalarında olan HES’ler Çizelge 3.7’de verilmiştir.

Çizelge 3.7 Filyos Çayı üzerindeki HES'ler ve aşamaları (DSİ 2017)

HES Adı	Kurum	Aşaması	Akarsu Adı	Alt Havza Adı
Tefen HES	Özel (Yap İşlet)	İşletmede	Filyos	Filyos Çayı Alt Havzası
Çayaltı Regülatörü ve HES	Özel (Yap İşlet)	İşletmede	Filyos/Devrek Çayı	Devrekani Çayı-Gerze Alt Havzası
Eren HES	Özel (Yap İşlet)	İşletmede	Filyos	Filyos Çayı Alt Havzası
Yalnızca HES	Özel (Yap İşlet)	İşletmede	Filyos	Filyos Çayı Alt Havzası
Pirinçlik HES	Özel (Yap İşlet)	İşletmede	Filyos/Soğanlı Çayı	Filyos Çayı Alt Havzası
Eren Regülatörü ve HES	Özel (Yap İşlet)	İşletmede	Filyos Çayı	Filyos Çayı Alt Havzası
Samatlar HES	Özel (Yap İşlet)	İşletmede	Filyos/Araç Çayı	Filyos Çayı Alt Havzası
Zala HES	Özel (Yap İşlet)	İşletmede	Filyos/araç Çayı	Filyos Çayı Alt Havzası
Kuzkaya HES	Özel (Yap İşlet)	İnşa Halinde	Filyos/Araç Çayı	Filyos Çayı Alt Havzası

3.4.5 İçme Suyu

Filyos Alt Havzası'nda kullanılan içme ve kullanma suyu kaynakları Bolu Gölköy Barajı, Kastamonu Karaçomak Barajı, Zonguldak-Kozlu ve Kızılcapınar Barajları ve kaynak suları ve pek çok yerleşim yerinde açılan derin kuyulardır. Barajdan temin edilen sular arıtma işleminden geçmektedir ve arıtıldıktan sonra şebekeye verilmektedir. Kaynak veya kuyu suları ise merkezi bir depoda toplandıktan sonra dezenfeksiyon yapılarak şebekeye verilmektedir. Kullanılan dezenfeksiyon yöntemi genellikle klorlamadır. Karabük il Merkezi ile Safranbolu İlçe Merkezinin uzun vadeli içme suyu ihtiyacı; isale hattı, depo ve pompa istasyonu vasıtasıyla Karasu Kaynağından karşılanmakta olup, su kalitesindeki sertlikten dolayı gerekli olan arıtma tesisi inşaatı devam etmektedir.

Bolu Gölköy Barajından 21 hm³/yıl, Kastamonu-Karaçomak Barajından 5.7 hm³/yıl, KüreÇatak Barajından 0.5 hm³/yıl, Zonguldak Kozlu Barajından 14.7 hm³/yıl, Zonguldak İçme Suyu Tüneli ve Regülatöründen 9.7 hm³/yıl, Zonguldak Güllüç Barajından 4.0 hm³/yıl, Ereğli Kızılcapınar Barajından 85.6 hm³/yıl, Dereköy Göletinden 1.5 hm³/yıl ve Karabük Karasu Kaynağından 32.4 hm³/yıl içme suyu elde etme potansiyeli bulunmaktadır. Ayrıca Karabük'te

32.4 hm³/yıl kapasiteli içmesuyu sertlik giderme tesisi inşaatı devam etmektedir (Şekil 3.11).

Kozlu Barajı



Kızılcapınar Barajı



Şekil 3.11 Filyos Çayı alt havzası'nda bulunan barajlardan görüntüler (DSİ 2017)



BÖLÜM 4

MATERYEL VE METOD

4.1 SU KALİTESİ ÖLÇÜMLERİ

Bir akarsu üzerinde ölçüm ve gözlemler yapmak, o akarsudan ne şekilde faydalanmak gerektiği hakkında bize bilgi verir. Gerekli olan bilgileri elde etmek uzun süreli veri toplanmasına bağlıdır. Havza bazında düşünüldüğünde su kaynakları yönetimi oldukça büyük öneme sahiptir. Bu amaç doğrultusunda Filyos çayı üzerinde su kalitesinin gözlenmesine yönelik ölçümler yapılmıştır. 04.07.2012 tarih ve 27984 (mükerrer) sayılı Resmi Gazete’de yayımlanarak yürürlüğe giren Orman ve Su İşleri Bakanlığı’nın Teşkilat ve Görevleri Hakkında Kanun Hükmünde Kararname (645 Sayılı KHK) doğrultusunda 9 hidrolojik havza için Havza Koruma Eylem Planlarının hazırlanma işi gerçekleştirilmiştir. Bunlar Gediz, Ergene, Van Gölü, Akarçay ve Sakarya Havzaları olmak üzere 5 hidrolojik havza için daha önce hazırlanmış olan koruma eylem planlarında da güncellemeler yapılmıştır. Yapılan araştırmalar sonucunda Filyos nehri havzası üzerinde yüzeysel su kalitesine yönelik herhangi bir çalışma yapılmadığı tespit edilerek güncel çalışma organize edilmiştir.

4.1.1 Çalışma Kapsamında İncelenen Su Kalite Parametreleri

Filyos nehri üzerinde su kalitesinin incelenmesine yönelik yürütülen çalışma kapsamında:

- a) Elektriksel iletkenlik (EI), sıcaklık (t), pH, çözülmüş oksijen (ÇO), askıda katı madde (AKM), kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ), bulanıklık (T), toplam organik karbon (TOC), Amonyum (NH_4), Kalsiyum (Ca^{+2}), Magnezyum (Mg^{+2}), toplam sertlik (TH), fosfat (PO_4^{-3}), nitrit (NO_2^-), nitrat (NO_3^-),
- b) İnorganik kirlenme parametrelerinden Alüminyum (Al^{+3}), Mangan (Mn^{+2}), Demir (Fe^{+3}), Krom (Cr^{+3}), Kurşun (Pb^{+4}), Çinko (Zn^{+2}),

olmak üzere toplam da yirmibir parametre incelenmiş ve bu parametrelerin açıklaması aşağıda sunulmuştur:

4.1.1.1 Sudaki Sıcaklık Değişimi

Suyun içinde bulunduğu sıcaklık suyun fiziksel parametrelerinin değişiminde rol oynar. Su sıcaklığı arttıkça viskozitesi azalır, suyun yoğunluğu, su içerisindeki biyokimyasal reaksiyonların hızları ve su içerisinde bulunan gazların çözünürlüğü değişir. Nehirlerde suyun sıcaklığı iklim şartlarına, topografyaya ve nehir akım hızına göre değişebilir. Su kaynaklarına karışan evsel ve endüstriyel atıklar suyun sıcaklığına etki ettikleri gibi ayrıca suyun kalitesine de etki edebilir (Dinçer 2014).

4.1.1.2 Çözünmüş Oksijen

Su kaynaklarında bulunan çözünmüş oksijen ve sıcaklık değişimi ekosistem içerisinde yer alan biyolojik faaliyetleri düzenleyen önemli faktörlerdendir. Suda çözünmüş oksijen değeri değişimi basınç ile doğru orantılı sıcaklık ile ters orantılıdır. Basınç arttıkça oksijen değeri artarken sıcaklık artımı ile bu değer düşer. Sudaki çözünmüş oksijen miktarı tüm canlılar için önemlidir. Suların bulunduğu yerde oluşan biyokimyasal reaksiyonlarda (fotosentez vb.) önemli yer tutar (Dinçer 2014).

4.1.1.3 Elektriksel İletkenlik

Elektriksel iletkenlik suda çözünen tuz oranı ile yakın ilişkilidir. Su içerisinde bulunan tuzlar elektriksel iletkenliğe sahip yüklü iyonlar halinde çözünmektedirler. Suda var olan iyon miktarı arttıkça elektriksel iletkenlikte o kadar artmaktadır. Elektriksel kondüktivite (iletkenlik), çözeltideki atık madde miktarını ve tuzlulukla ilişkisini yaklaşık olarak gösterir. İletkenlik 25°C hava sıcaklığında, 1 cm² 'lik alanda 1 cm aralıkla duran iki platin elektrot arasındaki direncin ölçümü olarak ifade edilir ve birimi her cm için mikroohms veya megaohms'dir. Son yıllarda kondüktivite birimi olarak μScm^{-1} kabul edilmektedir. Elektrik iletkenliği, su içerisinde çözünmüş mineral maddelere bağlı olarak değişmekte ve tuzluluk oranı ve suyun yoğunluk değerleri ile doğru orantılıdır (Dinçer 2014).

4.1.1.4 pH Değeri

pH birimi, suyun asidik veya bazik durumunu göstermektedir. Su içerisindeki hidrojen iyonu konsantrasyonu 10 tabanına göre negatif logaritması pH olarak tanımlanmaktadır. Nötr sular

pH değeri 7 olan sulardır. $pH > 7$ ise su baziktir. Nötr sularda H^+ ve OH^- iyonları denge halindedir. Suda H^+ iyonu konsantrasyonunun artması ile su asidik karakter kazanmaya baslar. Tam tersi durumda ise su bazik bir hal almaya baslar. pH değerleri 0-14 arasında değişir. Yüzeysel sularda genellikle bazik, yeraltı suları ise asidik karakter gösterirler. Yer altı sularındaki bu durum çözülmüş karbondioksit, diğer karbonat ve bikarbonat bileşikleri arasındaki dengeye bağlı olarak değişir (Dinçer 2014).

4.1.1.5 Askıda Katı Madde

Nehirlerde akarsu havzasından kaynaklı oluşan erozyonlar ve çevre aşınmalardan dolayı suya katı maddeler karışır ve akarsu boyunca bu maddeler taşınır. Eğimin azaldığı veya nehir akışının göreceli olarak denge haline geldiği bölgelerde taşınmakta olan katı maddeler dibе çöker ve yığılmalar meydana gelir. Dolayısıyla akarsu morfolojisi bozulur ve suyun kalitesi değişir (Bayram 2011).

4.1.1.6 Bulanıklık

Su içerisindeki bulanıklık organik ve inorganik maddelerden oluşur. Bu maddeler iki fazda değerlendirilir; bulanıklığın süzülebildiği şekli süspansiyonlar, süzülemediği şekli koloit terimleri ile adlandırılır. Bulanıklık suda yansıma yaptığından güneş ışınlarının nehir tabanlarında bulunan bitkiler ve organizmalara ulaşmasını engeller. Bu yüzden ekosisteme negatif etkisi vardır. Su içerisinde bulanıklık değerlendirildiğinde sanayide kullanılacak suda demir ve mangan bileşiklerinin bulunmaması önemle istenmektedir (Bayram 2011).

4.1.1.7 Kimyasal Oksijen İhtiyacı

Kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) sudaki yükseltgenebilir maddelerin kimyasal yolla oksitlenmeleri için gerekli olan oksijen miktarıdır. Evsel ve endüstriyel atıksuların (özellikle endüstriyel) kirlilik derecesini belirlemede kullanılan en önemli parametrelerden biri kimyasal oksijen ihtiyacıdır. Biyolojik Oksijen İhtiyacı (BOİ)' dan farklı olarak organik maddenin biyokimyasal reaksiyonlarla değil redoks reaksiyonlarıyla oksitlenmesi esasına dayanır. KOİ testi özetle, sulardaki karbonlu maddelerin karbondioksit'e dönüşene kadar ilave edilecek oksijeni ifade etmektedir. Testte oksijen yerine yüksek oksitleyici özellikte oksidant kimyasal kullanılır. Oksidasyonun hızlandırılması ve tamamlanması için kuvvetli asidik ve yükseltmiş

sıcaklık şartlarında, katalizörlerin de var olduğu durumlarda reaksiyon gerçekleştirilir. Dolayısıyla, KOİ testi ile elde edilen oksijen ihtiyacı atıksuyun içindeki karbon miktarının (konsantrasyon) dolaylı bir ölçüsü olur. Numuneler alındıktan sonra 5 gün içinde analiz edilmelidir. Eğer bu süre uzun olursa, numuneler 10 ml/L derişik sülfürik asit eklenerek 0 ila 5 °C arasında saklanabilmektedir (Bayram 2011).

4.1.1.8 Toplam Organik Karbon

Sulardaki toplam organik karbon (TOC), doğal organik maddenin çürümesinden veya sentetik kaynaklardan oluşabilir. Organik madde çeşitleri olarak; hümik asit, fulvik asit, aminler ve üre sayılabilir. Deterjanlar, gübre, suni gübreler, zararlı ot öldürücüler (herbisit), endüstriyel kimyasallar ve klorlu organikler sentetik kaynaklara örnektir. Kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) ve Biyolojik oksijen ihtiyacı (BOİ) analizlerine alternatif olarak 1974 yılında Birleşik Devletler Güvenli İçme Suyu Kanunu (US Safe Drinking Water Act) olarak yürürlüğe girmiştir. Su içinde çözülmüş olarak bulunan organik maddelerin tümü TOC olarak tanımlanır. SKKY’de, Kıtaıçi Yüzeysel Suların Sınıflandırılması bahsinde I. Sınıf sudaki TOC için müsaade edilen değer 5 mg/L’dir (Bayram 2011).

4.1.1.9 Amonyum

Bu bileşik suda bulunan azotlu organik bileşiklerin bozunması yoluyla meydana gelir. Eysel atık sularda yaklaşık olarak 10-20 mg/L amonyum ve organik amin bileşikleri bulunur. Azotlu organik bileşikler suda parçalanarak amonyak oluşturur. Doğal suların pH’sı 8 civarında olduğundan, bu sular içinde bulunan amonyak büyük bir yüzde ile NH₄⁺ iyonu halinde bulunur. Amonyanın toksik etkisi NH₃ halindedir. Yüksek pH derecelerinde amonyanın toksik etkisi fazlalaşır (Bayram 2011).

4.1.1.10 Magnezyum

Magnezyum doğal sularda bulunan ana elementlerden birisi olup doğada bol bulunma sıralamasında sekizinci sırada yer alır. Suyun içindeki magnezyum 0,1 mg/L seviyesinden daha yüksek olduğunda su içerisinde istenmeyen tatlar oluşur. İçme suyunda manganezin varlığı ise tıpkı demir gibi dağıtım sistemlerinde çökeltilerin birikmesine yol açar. Konsantrasyonun 0,1 mg/L değerinin altında olması tüketim için daha uygundur (Bayram 2011).

4.1.1.11 Toplam Sertlik

Suların sertliği, su içerisinde çözünmüş olarak bulunan toplam Ca^{++} ve Mg^{++} miktarının kalsiyum karbonat ($CaCO_3$) eşdeğeri olarak tanımlanmaktadır. Bunun sebebi sudaki mevcut iyonlara göre daha fazla oranda Ca^{++} ve Mg^{++} iyonlarının bulunmasıdır. Sularda sertlik, o suyun temas ettiği topraklardaki minerallerin su içerisinde çözünmesiyle değişiklik gösterir. Suyun sertliği içerisinde özünmüş Ca^{++} ve Mg^{++} nadiren de Sr^{++} ve Ba^{++} 'un bikarbonatları geçici sertlik veya karbonat sertliği vermektedir (Dinçer,2014). Dünyanın çeşitli ülkelerinde suyun sertlik dereci standardı farklılık arz etmektedir. Ülkemizde ise Fransız sertlik derecesi kullanılmaktadır. Buna göre:

- **Fransız Sertlik Derecesi (FS)** : Litrede 10 mg $CaCO_3$ suyun sertliği, 1 Fransız Sertlik Derecesidir.
- **İngiliz Sertlik Derecesi (IS)** : 700 ml suda 10 mg $CaCO_3$ suyun sertliği, 1 İngiliz Sertlik Derecesidir.
- **Alman Sertlik Derecesi (AS)** : Litrede 10 mg kalsiyum oksit (CaO) kapsayan suyun sertliğidir.

Bu değerler matematiksel olarak;

$$1 \text{ Fransız Sertliği} = 0.56 \text{ Alman Sertliği} = 0.7 \text{ İngiliz Sertliği} = 10 \text{ ppm.}$$

şeklinde ifade edilir.

4.1.1.12 Fosfor

Fosfor, doğal suların verimliliğini etkileyen besleyici minerallerin en önemlisidir. Doğal sularda toplam fosfor yoğunluğu; havzanın morfometresine, bölgenin jeolojik yapısının kimyasal içeriğine, suya karışan organik madde ve evsel atıklardan özellikle deterjan olup olmadığına ve sudaki organik metabolizmaya bağlıdır. Akarsularda ve göllerde çözünmüş organik fosfat, çözünmüş inorganik fosfat ve organik partiküler fosfat şeklinde bulunur (Dinçer 2014).

4.1.1.13 Nitrit ve Nitrat

Su içinde bulunan azot başlıca, toprak içinde çürüyen bitkisel proteinlerin amino gruplarından kaynaklanır. Sudaki amonyum iyonları ise, ürenin ve atmosferik azotun bitki köklerinde tutulması ile oluşur. Bu iyon su ve toprakta bulunan bazı mikroorganizmaların etkisi ile nitrifikasyon reaksiyonları sonucu nitrata dönüşür. Diğer taraftan tarımda kullanılan gübre artıkları da drenaj yoluyla doğal sulara karışır. En önemli nitrat kaynaklarından biri de atmosferik azotun şimşek olaylarında havadaki oksijen ile birleşerek azot oksidi haline dönüşmesinden kaynaklanır. Bu nedenle yüzey suları ve sığ kuyularda nitrata daha çok rastlanır. Doğal sular içine karışan nitrit de kısa sürede nitrata dönüşür (Bayram 2011). Yüzeysel sular da genellikle 0.1-1.0 mg/L arasında amonyak azotu bulunur. Yer altı sularında amonyak çok azdır. Bu durum amonyak azotunun toprakta bulunan bakteriler yardımı ile amonyak azotunu nitrata dönüştürmesinden ileri gelir. İçme ve kullanma sularında amonyum için sınır değer 0.5 mg/L olarak verilmektedir (Bayram 2011).

4.1.1.14 Alüminyum

Toprağı oluşturan bütün kil minerallerinde alüminyum oksit mevcuttur. Ancak alüminyum oksit suda çok az çözünür. Bu nedenle doğal sular da çok az miktarlarda alüminyum bulunur. Alüminyum suya genellikle arıtma işlemleri sırasında geçer. Yüzeysel suların sınıflandırılmasında I. Sınıf sudaki alüminyum için müsaade edilen değer 0.300 mg/L'dir (Yalçın ve Gürü 2002).

4.1.1.15 Mangan

Suda fazla miktarda mangan bulunması suyun tadını bozar. Tekstil endüstrisinde kullanılan sular da 0.010 mg/L'den fazla mangan bulunması bu ürünlerde lekeye sebep olduğundan üreticiler tarafından istenmez. SKKY'de, Kıtaçi Yüzeysel Suların Sınıflandırılması bahsinde I. sınıf sudaki mangan için müsaade edilen değer 0.100 mg/L'dir. İçme ve kullanma sularında mangan sınır değeri 0.050 mg/L'dir (Yalçın ve Gürü 2002, İTASHY 2005, TS 266, 2005).

4.1.1.16 Demir

İçme ve kullanma sularında 0.300 mg/L'den fazla demir bulunması suyun tadını bozması ve çamaşır yıkamada renk oluşturması açısından istenilmez. 1 mg/L'den fazla demir suda yaşayan diğer canlılar için de zararlı etki yapar (Yalçın ve Gürü 2002). SKKY'de, Kıtaçi Yüzeysel Suların Sınıflandırılması bahsinde I. sınıf sudaki demir için müsaade edilen değer 0.300 mg/L'dir. İçme ve kullanma sularında demir sınır değeri 0.200 mg/L'dir (İTASHY 2005, TS 266, 2005). WHO (2004) tarafından içme suyundaki demir için önerilen bir değer bulunmamaktadır.

4.1.1.17 Krom

Krom doğal sularda (+3) değerlikli halde bulunur. Bu iyon pH<4 olduğu zaman kararlı haldedir. Daha yüksek pH değerlerinde hidroliz olur. Cr6+ ancak endüstri atık suları ile suya karışabilir. Cr6+ çok yükseltgen bir maddedir. Cr6+'nın toksik etkisi Cr3+'nın yaklaşık yüz katı fazladır. Midede ve bağırsakta Cr3+'ya indirgenip zararlı etki yapar (Yalçın ve Gürü 2002). Kromun fazlası insan sağlığına olumsuz etki yapar. SKKY'de, Kıtaçi Yüzeysel Suların Sınıflandırılması bahsinde I. sınıf sudaki toplam krom için müsaade edilen değer 0.020 mg/L'dir. İçme ve kullanma sularında toplam krom sınır değeri 0.050 mg/L'dir (Yalçın ve Gürü 2002, WHO 2004, İTASHY 2005, TS 266, 2005).

4.1.1.18 Kurşun

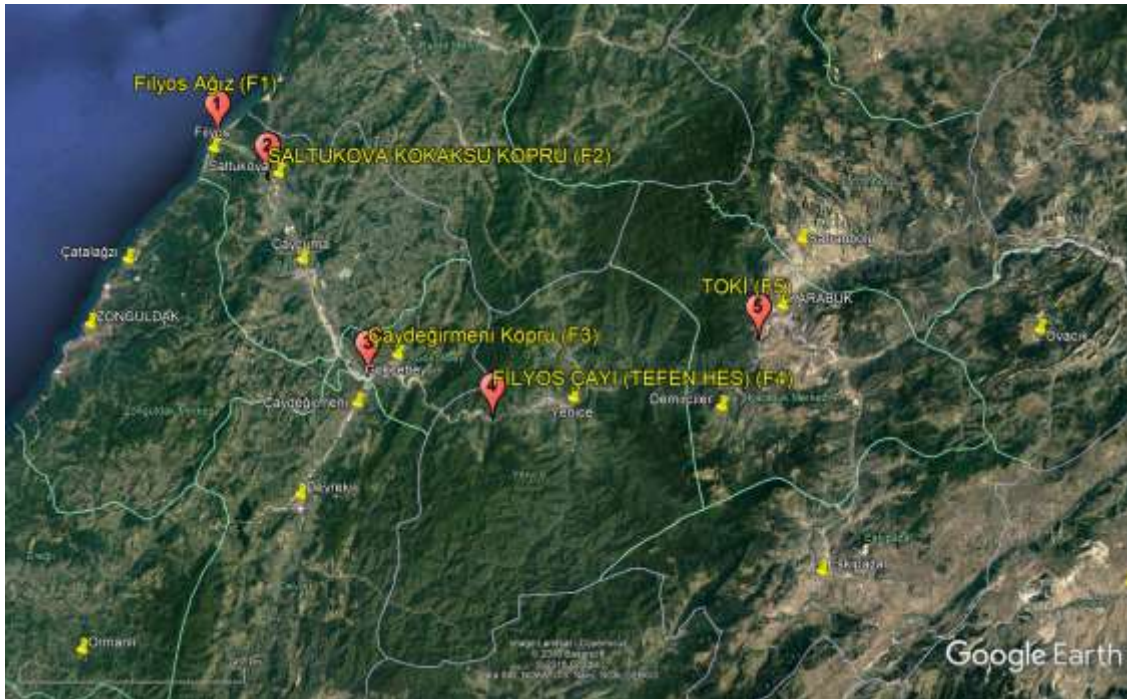
Kurşun doğal kaynaklardan çözülmesinin sonucu olarak musluk suyunda nadiren kurşun bulunur. Bunun nedeni su tesisatlarında bulunan lehim veya bağlantı noktalarında bulunan kurşunun değişik yollarla suya karışması ile meydana gelir. Sıhhi tesisat sisteminden çözünen kurşun miktarı, pH, sıcaklık, su sertliği ve suyun durma süresi gibi çeşitli faktörlere bağlıdır; yumuşak, asitli su en iyi kurşunlu eriyiktir. İçme suyundaki serbest klor kalıntıları daha çözünmez halde olma eğilimindedir. Kurşun içeren sedimentler, kloramin kalıntıları kurşun borusunda daha çözünür sedimanlar oluşturabilir (Bayram 2011).

4.1.1.19 Çinko

Çinko, yaklaşık 4 mg/l'lik bir tat eşik konsantrasyonunda (çinko sülfat olarak) suda istenmeyen bir tat oluşturur. 3-5 mg/l'den fazla konsantrasyonda çinko içeren suda kaynama noktasında su yüzeyinde yağlı bir tabaka oluşabilir. İçme suyu, 0,1 mg/l'nin üzerindeki konsantrasyonlarda nadiren çinko içerse de, eski galvanizli sıhhi tesisat malzemelerinde kullanılan çinko nedeniyle musluk suyundaki çinko seviyesi önemli ölçüde artabilir. İçme sularında çinko için sağlık temelli bir kılavuz değer önerilmemiştir (Bayram 2011).

4.2 GÖZLEM İSTASYONLARI

Filyos Çayı üzerinde, hem yerinde ölçüm yapmak hem de laboratuvarında analiz edilmek üzere toplam 5 istasyonda su örnekleri alınmıştır. Bu istasyonlar ana nehir kolu boyunca Filyos Ağız (F1), Saltukova Köprü (F2), Tefen HES (F4), Devrek Çayı üzerinde Çaydeğirmeni Köprü (F3) ve Yenice Irmağı üzerinde TOKİ Köprü (Karabük) (F5) olarak belirlenmiştir. İstasyonlar DSİ'nin su kalite ölçümü yaptığı noktalar olarak belirlenmiştir. Filyos Çayı ana ve yan kollarının bir arada olduğu, yerinde ölçüm yapılacak ve laboratuvarında analiz edilmek üzere yüzeysel ham su örnekleri alınacak istasyonları gösteren havza haritası, Şekil 4.1'de görülmektedir.



Şekil 4.1 Gözlem istasyonlarının uydu görüntüsü (Google Earth 2017)

4.2.1 F1 İstasyonu (Filyos Ağız)

Filyos Çayı'nın Karadeniz'e dökülen mevkiinde yer alan ilk istasyondur (Şekil 4.2, 4.3). Bu istasyon, 11 m kotunda ve 41°34'45.91"K - 32° 2'55.88"D koordinatlarındadır.



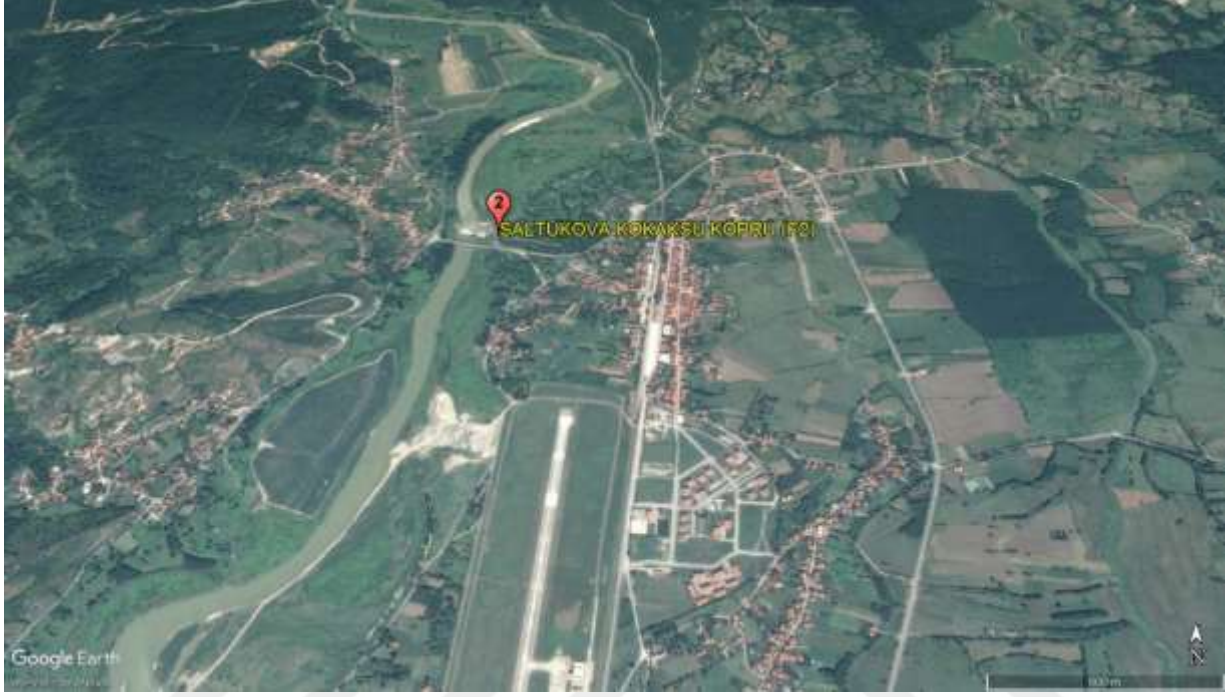
Şekil 4.2 F1 istasyonu (Filyos Ağız) uydu görüntüsü (Google Earth 2017)



Şekil 4.3 F1 istasyonu (Filyos Ağız)

4.2.2 F2 İstasyonu (Saltukova Köprü)

Yer adını içinden geçmiş olduğu Saltukova beldesinden almaktadır. Bu istasyon, 56 m kotunda ve $41^{\circ}31'20.68''\text{K}$ - $32^{\circ}5'11.09''\text{D}$ koordinatlarındadır (Şekil 4.4, 4.5).



Şekil 4.4 F2 istasyonu (Saltukova Köprü) uydu görüntüsü (Google Earth 2017)



Şekil 4.5 F2 istasyonu (Saltukova Köprü)

4.2.3 F3 İstasyonu (Çaydeğirmeni Köprü)

Çaycuma-Devrek yolu üzerinde bulunan istasyon, 59 m kotunda ve $41^{\circ}17'2.83''K$ - $32^{\circ}4'9.88''D$ koordinatlarındadır (Şekil 4.6, 4.7).



Şekil 4.6 F3 istasyonu (Çaydeğirmeni Köprü) uydu görüntüsü (Google Earth 2017)



Şekil 4.7 F3 istasyonu (Çaydeğirmeni Köprü)

4.2.4 F4 İstasyonu (Tefen HES)

Zonguldak-Ankara karayolunun (D030) üzerinde olan bu istasyon, 98 m kotunda ve $41^{\circ}13'14.00''\text{K}$ - $32^{\circ}13'31.00''\text{D}$ koordinatlarındadır (Şekil 4.8, 4.9).



Şekil 4.8 F4 istasyonu (Tefen HES) uydu görüntüsü (Google Earth 2017)



Şekil 4.9 F4 istasyonu (Tefen HES)

4.2.5 F5 İstasyonu (Karabük TOKİ)

Bu istasyon Zonguldak – Karabük karayolunun (D030) üzerindedir. 301 m kotunda ve $41^{\circ}11'9.21''\text{K}$ - $32^{\circ}35'25.83''\text{D}$ koordinatlarındadır (Şekil 4.10, 4.11).



Şekil 4.10 F5 istasyonu (Karabük TOKİ) uydu görüntüsü (Google Earth 2017)



Şekil 4.11 F5 istasyonu (Karabük TOKİ)

4.3 SU KALİTE PARAMETRELERİ VE ANALİZ PRENSİPLERİ

Yüzeysel ham su örnekleme çalışmalarına, Eylül 2015-Ağustos 2016 tarihleri arasında bir yıl boyunca, ay da bir defa olmak üzere yapılmıştır. Çalışmaların gerçekleştirildiği tarihler aşağıda çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1 Çalışmanın gerçekleştirildiği dönem

Mevsimler	Aylar	Numune Tarihleri
Sonbahar	Eylül	08.09.2015
	Ekim	07.10.2015
	Kasım	16.11.2015
Kış	Aralık	09.12.2015
	Ocak	13.01.2016
	Şubat	01.02.2016
İlkbahar	Mart	07.03.2016
	Nisan	28.04.2016
	Mayıs	30.05.2016
Yaz	Haziran	30.06.2016
	Temmuz	30.07.2016
	Ağustos	30.08.2016

4.3.1 Çalışma Bölgesinde Ölçülen Su Kalite Parametreleri ve Ölçüm Prensipleri

Horiba HQ40D (multi-parameter water quality) isimli cihaz ile yerinde ölçümler (İletkenlik, Sıcaklık, Ph ve Çözünmüş Oksijen) yapılmıştır (Şekil 4.12).



Şekil 4.12 Horiba HQ40D (multi-parameter water quality) cihaz

4.3.1.1 Çözünmüş Oksijen Ölçüm Prensibi

Horiba HQ40D, 0,00-20,0 mg/L aralığın da 0,01 mg/L hassasiyetle çözünmüş oksijen ölçümü yapabilmektedir (Şekil 4.13).



Şekil 4.13 Horiba HQ40D çözünmüş oksijen probu

4.3.1.2 Sıcaklık Ölçüm Prensibi

Horiba HQ40D, -10°C ile 110°C aralığın da 0,1°C hassasiyetle ölçüm yapabilmektedir.

4.3.1.3 pH Ölçüm Prensibi

0,01 pH hassasiyetle ölçüm yapabilen Horiba HQ40D'nin ölçüm aralığı 0-14 pH'dır (Şekil 4.14).



Şekil 4.14 Horiba HQ40D pH probu

4.3.1.4 Elektriksel İletkenlik Ölçüm Prensipleri

Horiba HQ40D, 0.01 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ile 200 mS/cm aralığına da 0,001 mS/cm hassasiyetle ölçüm yapabilmektedir (Şekil 4.15).



Şekil 4.15 Horiba HQ40D iletkenlik probu

4.3.2 Filyos Çayı'nda Su Numunelerinin Alınması ve Muhafazası

Standart yöntemlere uygun olarak su numunelerinin alınması, saklanması ve laboratuvara ulaştırılması gerçekleştirildi. Su numunelerinin alınmasında, 1000 ml hacimli polietilen tetraftalat (PET) numune kapları kullanıldı (Şekil 4.16). Su numunelerinin alınmadan önce numune kapları saf su ile durulanıp ve kurutuldu. Numune alımı sırasında, su numunelerinin alınacağı numune kapları akarsuyun suyu ile çalkalanarak, üzerinde boşluk kalmayacak şekilde doldurulup, sıkıca kapatıldı. Her gözlem istasyonundan türlü aksaklıklara karşı yedek olmak üzere toplam 2 su örneği alındı.

Buz kasetleri ile donatılmış büyük hacimli numune kapları, toplanan ham su numunelerinin saklanması (+4°C) için kullanıldı (Şekil 4.16). 6 saat içinde laboratuvara getirdiğimiz su numunelerinin sıcaklıklarının +4 °C'yi koruduğu gözlemlendi.



Şekil 4.16 Su numunelerinin saklamasında ve naklinde kullanılan numune kapları

4.3.3 Su Numunelerinin Filtre Edilmesi

Laboratuvarda su numunelerinin kalite parametrelerinin analiz edilmesinden önce filtre işlemine tabi tutulması gerekmektedir. AKM analizi için gözenek boyutu 1.2 μm olan 55 mm çaplı Sartorius marka cam yünü filtreler (FT-3-1103-055), diğer parametreler içinse gözenek boyutu 0.45 μm olan 50 mm çaplı selüloz nitrat filtreler (11306-50-N) kullanılmıştır (Şekil 4.17).



Şekil 4.17 Filtrasyon işleminde kullanılan selüloz nitrat ve cam yünü filtreler

4.3.4 Analizleri Laboratuvarda Gerçekleştirilen Su Kalite Parametreleri ve Analiz Prensipleri

4.3.4.1 Askıda Katı Madde (AKM) Tayini

Askıda katı madde, ölçüm için öncelikle filtre, süzme setine yerleştirildi (Şekil 4.18). Bir yandan da vakum uygulanarak filtre 3 kez 20 şer ml distile suyla yıkandı. Filtrede hiç su kalmayınca kadar vakum uygulaması sürdürüldü ve yıkama suları bertaraf edildi. Kullanılan filtre etüvde 103-105°C’de bir saat kurutuldu ve havadaki nemden etkilenmemesi ve tam kuruması için desikatörde tutuldu. Sabit tartıma gelmiş olan filtre dikkatli bir şekilde desikatörden alınarak tartıldı ve sonuçlar kaydedildi.



Şekil 4.18 Filtre kağıtlarının kullanıldığı vakumlu filtrasyon seti

100 ml numune alınarak filtreden süzüldü. Filtre bir pens yardımıyla alınarak krozeeye konuldu ve 1 saat süreyle 103-105°C’de kurutuldu (Şekil 4.19). Soğuması için desikatöre yerleştirildi ve soğutulup tartıldı. AKM miktarı eşitlik 4.1 ile hesap edildi.

$$TAKM = \frac{(A-B) \times 1000}{mL_{numune}} \quad (4.1)$$

A: Filtre + Filtre edilmeyen katıların ağırlığı (mg)

B: Filtre ağırlığı



Şekil 4.19 Filtrelerin kurutulduğu etüv

4.3.4.2 Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ) Tayini

2,5 ml numune kültür tüpüne döküldü ve üzerine 1,5 ml parçalama çözeltisi eklendi. Tüplerin boyutu ve numune miktarına göre eklenecek parçalama çözeltisi miktarı Çizelge 4.2’de verilmiştir.

Çizelge 4.2 Tüplerin boyutu ve numune miktarına göre eklenecek parçalama çözeltisi miktarı

Tüp Boyutu	Örnek hacmi (ml)	Parçalama çözeltisi hacmi (ml)	Sülfirik asit çözeltisi (ml)	Toplam hacim
16x100mm	2,5	1,5	3,5	7,5
20x150mm	5	3	7	15
25x150mm	10	6	14	30
Standart				
10ml’lik ampüller	2,5	1,5	3,5	7,5

Sülfirik asit reaktifi dikkatlice tüp içerisine döküldü. Tüpler sıkıca kapatılıp, karışması için birkaç defa tersyüz edildi. Tüpler parçalayıcıya yerleştirilerek 2 saat boyunca beklendi. Daha sonra tüpler oda sıcaklığına kadar soğutuldu. 1-2 damla fenolfitalein belirteci eklendi ve 0,1 M standart demir amonyum sülfat (DAS) çözeltisi ile mavi-yeşil renkten kırmızı renge kadar titre edildi.

Örnekler dışında bir erlene de 20 ml damıtık su ve çözeltiler konularak şahit hazırlandı ve yukarıdaki bütün işlemlerden geçirildi.

DAS ayarı, bir erlene 10 ml standart bikromat çözeltisi koyulup, distile su ile 100 ml'ye seyreltildi. Erlen çalkalanarak azar azar 30 ml derişik sülfirik(gümüşlü sülfirik asit değil) asit eklenip, soğutuldu ve eşitlikler 4.2 ve 4.3 yardımıyla KOİ miktarı tayin edildi.

Ferroun belirtecine karşı standart DAS çözeltisi titre edildi (Gündüz 2008)

$$Molarite(M) = \frac{\text{titre edilen } 0,04167M K_2Cr_2O_7 \text{ hacmi}(ml)}{\text{titrasyonda harcanan demir amonyum sülfat hacmi}(ml)} \times 0,25 \quad (4.2)$$

$$KOİ \left(\frac{mg}{l} \right) = \frac{(C-D) \times M \times 8000}{V_{\text{örnek}}(ml)} \quad (4.3)$$

Burada,

C: Şahidin demir amonyum sülfat sarfiyatı, ml,

D: Numunenin demir amonyum sülfat sarfiyatı, ml,

N: DAS normalitesi

4.3.4.3 Bulanıklık Tayini

Kalibrasyon çözeltileri kullanılarak cihazın (Şekil 4.20) kalibrasyonu gerçekleştirildi. Atıksu numunesi küvetin içinde hava kabarcığı kalmayacak şekilde küvete kondu ve bulanıklık ölçere yerleştirilmeden önce küvetin etrafı parmak izi kalmayacak şekilde silindi. Küvet cihaza yerleştirilerek bulanıklık ölçümü gerçekleştirildi. Eğer ölçülen numunenin bulanıklığı, bulanıklık ölçer cihazının ölçüm değerinin üstündeyse numuneye yeterli derecede seyreltme uygulanır ve yeniden ölçüm gerçekleştirilir. Hesaplamalar yapılırken seyreltme oranı göz önünde bulundurulmalıdır (Gündüz 2008).



Şekil 4.20 Bulanıklık ölçer

4.3.4.4 Toplam Organik Karbon (TOC) Tayini

Schimadzu marka TOC-L model Toplam organik karbon analiz cihazı ile gerçekleştirilmiştir (Şekil 4.21). Örneklerdeki toplam organik karbonun belirlenmesi için öncelikle atık suların içindeki karbon yüksek sıcaklıklarda yakılarak CO₂ gazına dönüştürüldü. Açığa çıkan CO₂ ölçülerek numunedeki toplam karbon miktarı belirlendi. Toplanan örnekler herhangi bir işleme tabi tutulmaksızın toplam organik karbon analizörüne verildi. Örneklerde dedekte edilen CO₂ miktarına göre cihazda organik karbon değerleri belirlendi.



Şekil 4.21 Schimadzu marka TOC-L model toplam organik karbon analiz cihazı

4.3.4.5 Anyon (NH_4 , Ca^{+2} , Mg^{+2} , PO_4^{-3} , NO_2^- , NO_3^-) Tayini

Dionex marka ICS-1100 model iyon kromatografisi sistemi ile gerçekleştirildi (Şekil 4.22). Toplanan atık su örnekleri uygun bir şırınga yardımıyla herhangi bir işleme tabi tutulmaksızın iyon kromatografisi cihazına verildi. Anyon analizleri, anyon değiştirici reçine kolon yardımıyla yapılarak; benzer şekilde katyon analizler katyon değiştirici reçinede gerçekleştirildi. Anyon ve katyonlar için uygun standart karışımları ile kalibrasyon eğrileri çizilip, örnekteki miktarlar bu kalibrasyon eğrilerinden belirlendi.



Şekil 4.22 Dionex marka ICS-1100 model iyon kromatografisi sistemi

4.3.4.6 Sertlik Tayini

Kirli suların ve atık su örneklerinin ön arıtımı: Bu amaçla nitrik asit-sülfürik asit veya nitrik asit-perklorikasit parçalama metodu kullanılabilir.

Numunenin titrasyonu: Numune hacmi, EDTA titrasyon maddesinden 15 ml'den daha az sarfiyat olacak şekilde seçildi. Titrasyon süresi 5 dakikayı geçmemelidir. Porselen kapsülde veya diğer uygun bir kapta 25 ml numune, destile su ile 50 ml'ye seyreltildi. 1-2 ml tampon çözeltisi ilave edildi. Çoğunlukla 1 ml tampon çözeltisi pH'ı 10'a ayarlamak için yeterli olmuştur. 1-2 damla indikatör çözeltisinden damlatarak, standart EDTA çözeltisi ilavesi ile sürekli karıştırılarak titre edildi. Sarı-kırmızımtırak renk kaybolana kadar en son damlalar 3-5 saniye ara ile ilave edildi. Dönüm noktasında çözeltinin rengi maviye döndü.

Sertlik Tayini Sonuç Hesabı:

$$\text{Sertlik(EDTA)} \left(\frac{\text{mg}}{\text{l}} \right) \text{CaCO}_3 = \frac{A \times B \times 100}{\text{numune(ml)}} \quad (4.4)$$

formülü yardımıyla hesaplandı. Burada;

A : Numunenin titrasyonu için sarfedilen ml EDTA çözeltisi,

B : 1 ml EDTA çözeltisinin mg CaCO₃ eşdeğeri' dir.

4.3.4.7 ICP-MS Analizi (Al⁺³, Mn⁺², Fe⁺³, Cr⁺, Pb⁺⁴, Zn⁺²)

Perkin Elmer marka Nexion 300D model ICP-MS cihazı ile gerçekleştirildi. Örnekler herhangi bir işleme tabi tutulmadan analiz edildi. Elementlerin uygun kalibrasyon eğrileri çizilerek örneklerdeki miktarları bu kalibrasyon eğrilerine göre belirlendi (Şekil 4.23).



Şekil 4.23 Perkin Elmer marka Nexion 300D model ICP-MS cihazı

4.4 YAPAY SİNİR AĞLARI

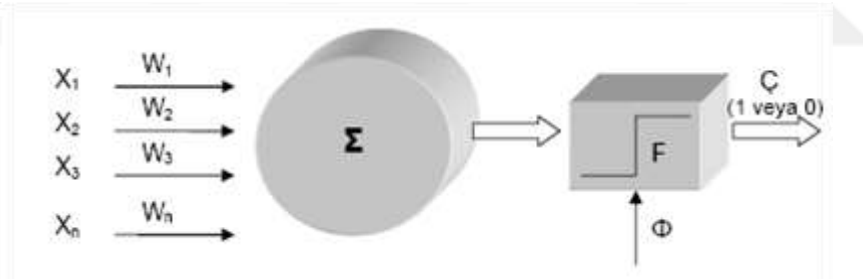
4.4.1 Giriş

Yapay sinir ağları (YSA); insan beyninden esinlenerek geliştirilmiş, ağırlıklı bağlantılar aracılığıyla birbirine bağlanan ve her biri kendi belleğine sahip işlem elemanlarından oluşan paralel ve dağıtılmış bilgi işleme yapıları; bir başka deyişle, biyolojik sinir ağlarını taklit eden bilgisayar programlarının genel ifadesidir (Elmas 2016).

Yapay Sinir Ağları, Yapay Zekâ kavramı altında oluşan bir alt başlık olup, örneklerle ilgili bilgiler toplamakta, genellemeler yapmakta ve daha sonra hiç görmediği örnekler ile karşılaştırılınca öğrendiği bilgileri kullanarak o örnekler hakkında karar verebilmektedir. Yapay sinir ağları bu öğrenebilme ve genelleme özellikleri nedeniyle günümüzde birçok bilim alanında geniş uygulama olanağı bulmakta ve karmaşık problemleri başarı ile çözebilme yeteneğini ortaya koymaktadır (Ergezer vd. 2003).

Günümüze dek birçok YSA modeli geliştirilmiştir. Bu modeller YSA ile ilgili yazılan birçok kaynakta ayrıntılı bir biçimde verilmektedir (Şen 2004). Bu çalışmada, elde edilen verilerin analizinde, birçok inşaat mühendisliği çalışmasında (yağış- akış modellemesi, akım tahminleri vs) başarıyla uygulanmış çok katmanlı algılayıcı (ÇKA) YSA modeli kullanılmıştır. Bu nedenle sadece bu modelin işleyişi ile ilgili temel bilgiler sunulacaktır.

Basit algılayıcılar bir sinir hücresinin birden fazla girdiyi alarak bir çıktı üretmesi prensibine dayanmaktadır. Ağın çıktısı bir veya sıfırdan oluşan mantıksal değerdir. Çıktının hesaplanmasında eşik değer fonksiyonu kullanılır. Ağın yapısı Şekil 4.24’de verilmektedir.



Şekil 4.24 Basit algılayıcı model

Yapay sinir ağları ile ilgili geliştirilen modeller; tek katmanlı algılayıcılar (TKA), perceptron ve ADALINE/MADALINE’dir (URL-4). Adaline (Adaptive Linear Nöron) yapısı tüm sinir ağlarının en basitidir ve öğrenme için danışmanlı öğrenmeyi kullanır. Adaline ve iki tabakalı biçimi olan “madaline” (Multiple Adaline); ses tanıma, karakter tanıma, hava tahmini ve adaptif kontrol gibi çok çeşitli uygulamalar için kullanılmıştır. Daha sonraları adaline, ayrık bir çıkış yerine sürekli bir çıkış üretmek için geliştirilmiştir. Widrow, telefon hatları üzerindeki ekoları elimine etmeye yarayan adaptif filtreleri geliştirmede, adaptif lineer eleman algoritmasını kullanmıştır. Bununla ilk defa YSA’lar gerçek bir probleme uygulanmıştır (Elmas 2016).

4.4.2 Çok Katmanlı Algılayıcı

Algılayıcı ve Adaline yöntemleri doğrusal olmayan çözümler üretemediği için hem mimari hem de eğitim algoritması açısından iyileştirilmiş, Çok Katmanlı Algılayıcı (MLP) ağı önerilmiştir. Mimari açıdan doğrusal olmayan aktivasyon fonksiyonuna sahip birçok nöronun birbirine hiyerarşik olarak bağlandığı bir yapıya sahip olan MLP, Algılayıcı ve Adaline yöntemlerinin avantajları yanı sıra geri-yayılım adındaki öğrenme sistemini kullanmaktadır. Yapay sinir ağları ileri beslemeli ve geri beslemeli ağlar olarak ikiye ayrılmaktadır.

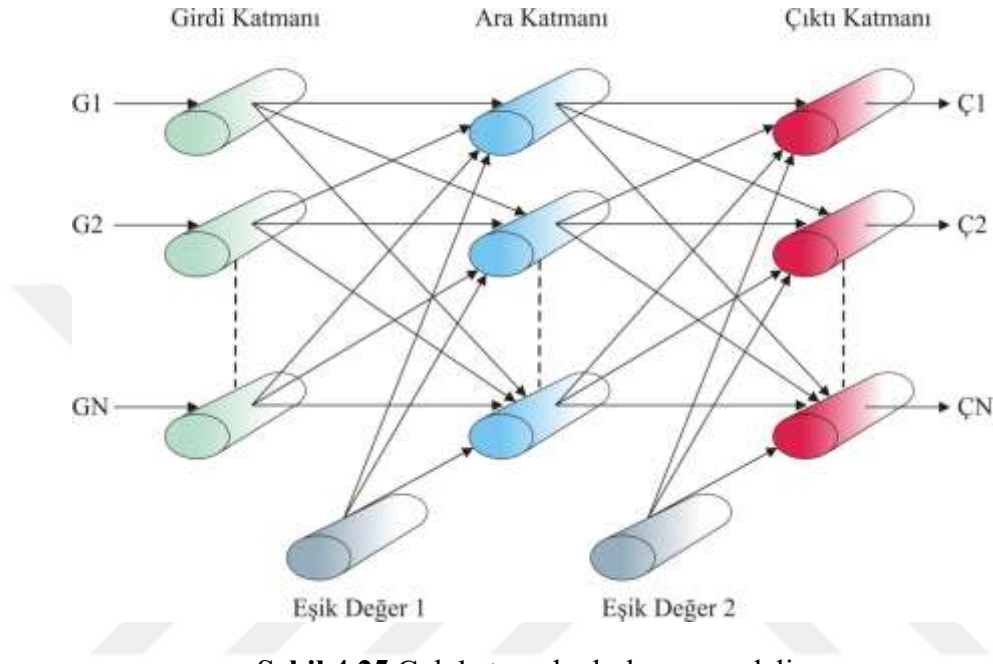
İleri beslemeli yapay sinir ağında, hücreler katmanlar şeklinde düzenlenir ve bir katmandaki hücrelerin çıkışları bir sonraki katmana ağırlıklar üzerinden giriş olarak verilir. Giriş katmanı, dış ortamlardan aldığı bilgileri hiçbir değişikliğe uğratmadan ara (gizli) katmandaki hücrelere iletir. Bilgi, ara ve çıkış katmanında işlenerek ağ çıkışı belirlenir. Bu yapısı ile ileri beslemeli ağlar, doğrusal olmayan statik bir işlevi gerçekleştirir. İleri beslemeli 3 katmanlı yapay sinir ağının, orta katmanında yeterli sayıda hücre olmak kaydıyla, herhangi bir sürekli fonksiyonu istenilen doğrulukta yaklaştırabileceği gösterilmiştir. En çok bilinen algoritma olan geriye yayılım öğrenme algoritması, bu tip yapay sinir ağların eğitiminde etkin olarak kullanılmaktadır. Ağa, hem örnekler hem de örneklerden elde edilmesi gereken çıktılar (beklenen çıktılar) verilmektedir. Ağ kendisine gösterilen örneklerden genellemeler yaparak problem uzayını temsil eden bir çözüm uzayı üretmektedir. Daha sonra gösterilen benzer örnekler için bu çözüm uzayı sonuçlar ve çözümler üretebilmektedir (Öztemel, 2016).

Yapay sinir ağlarının ilk geliştirilen modellerinin en önemli özellikleri doğrusal olayları çözebilmeleridir. Bu özelliklerinin dışında, doğrusal olmayan ilişkileri öğrenmelerinde güçlüklerle karşılaşmıştır. Bu nedenle çok katmanlı algılayıcılar (ÇKA) geliştirilmiştir.

4.4.3 ÇKA Model Yapısı

ÇKA ileri doğru bağlantılı ağlardır ve üç katmandan oluşurlar. Bu katmanlar girdi, ara ve çıktı katmanlarıdır (Şekil 4.25). Girdi katmanı dış dünyadan gelen girdileri (G1, G2, ... GN) alarak ara katmana gönderir. Bu katmanda veri işleme olmaz ve gelen her bilgi geldiği gibi bir sonraki katmana gider. Girdi katmanındaki her işlem elemanı bir sonraki katmanda bulunan işlem elemanlarına bağlıdır. Ara katmanlar, girdi katmanından gelen bilgileri işlerler ve bir sonraki katmana gönderirler. Ara katman sayısı ve ara katmanda bulunan işlem elemanı birden fazla

olabilir. Ara katmanda bulunan her işlem elemanı da bir sonraki katmandaki tüm işlem elemanlarına bağlıdır. Çıkış katmanı, ara katmandan gelen bilgileri işleyerek ağın ürettiği çıktıları ($\Ç1$, $\Ç2$, ... $\ÇN$) belirleyip dış dünyaya iletir. Çıktı katmanında birden fazla işlem elemanı olabilir. Bu işlem elemanları tek çıktı verebilir ve bir önceki katmanda bulunan işlem elemanlarına bağlıdır (Öztemel 2016).



Şekil 4.25 Çok katmanlı algılayıcı modeli

4.4.4 ÇKA Ağının Öğrenme Kuralı

ÇKA ağları, öğretmenli öğrenme modeline göre çalışırlar. Bu durum, ağlara eğitim sırasında hem girdilerin hem de o girdilere karşılık üretilmesi beklenen çıktıların ağa tanıtılması demektir. ÇKA ağının öğrenme kuralı, en küçük kareler yöntemine dayalı Delta Öğrenme Kuralının genelleştirilmiş halidir. Bu nedenle, öğrenme kuralına Genelleştirilmiş Delta Kuralı da denmektedir. Ağın öğrenebilmesi için eğitim takımı adı verilen ve örneklerden oluşan bir veri takımına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu veri takımında her örnek için hem girdiler hem de o girdiler için ağın üretmesi gereken çıktılar belirlenmiştir. Genelleştirilmiş Delta Kuralı iki safhadan oluşur. İlk safha ileri doğru hesaplama adı verilen ağın çıktısını hesaplama safhasıdır. İkinci safha ise geriye doğru hesaplama olarak bilinen ağırlıkları değiştirme safhasıdır (Öztemel, 2016). Bu iki safhada gerçekleştirilen işlemler kısaca şu şekilde tanımlanabilir:

Adım 1. Ağırlıkların ilklendirilmesi: Rastgele küçük sayılar seçilerek gerçekleştirilir,

Adım 2. Örneklerin ağa girilmesi: y^k çıkış vektörüne karşılık gelen u^k giriş vektörü ağa girilir.

Adım 3. İleri doğru hesaplama safhası: İlk ara katmandan başlanır ve çıktı katmanına kadar ilerlenir.

Adım 3.1. L katmanındaki işlem elemanları için net girdiler hesaplanır.

Adım 3.1.1. L-1 giriş katmanı ise:

$$a_{hL}^k = \sum_{j=0}^N w_{jhL} u_j^k \quad (4.5)$$

Adım 3.1.2. L-1 ara katman ise:

$$a_{hL}^k = \sum_{j_{L-1}=0}^{N_{L-1}} w_{j_{L-1}hL} u_{j_{L-1}}^k = h_L u_{j_{L-1}}^k \quad (4.6)$$

Adım 3.2. L katmanındaki işlem elemanları için çıktı değerleri hesaplanır,

$$x_{hL}^k = f_L(a_{hL}^k) \quad (4.7)$$

Burada, değer çıkış tabakası için hesaplanacaksa h_L yerine i_0 kullanılmalıdır ve f ise işlemci fonksiyonudur.

Adım 4. Çıktı hataları: Çıktı tabakasındaki hata değerleri hesaplanır,

$$\delta_{i_0}^k = (y_{i_0}^k - x_{i_0}^k) f'(a_{i_0}^k) \quad (4.8)$$

Adım 5. Geriye doğru hesaplama safhası: Hata değerlerinin giriş katmanından başlayarak her I. tabakası için geri yayılır,

$$\delta_{hL}^k = f'(a_{hL}^k) \sum_{i_{L+1}=0}^{N_{L+1}} \delta_{i_{L+1}}^k w_{hLi_{L+1}}^k \quad (4.9)$$

Burada, değer çıkış tabakası için hesaplanacaksa h_L yerine i_o kullanılmalıdır.

Adım 6. Ağrılıkların değiştirilmesi: Ağrılıklar şu şekilde değiştirilmektedir:

$$w_{j(L-1)h_L}(t+1) = w_{j(L-1)h_L}(t) + \gamma \delta_{h_L}^k x_{j(L-1)}^k + \eta \left[w_{j(L-1)h_L}(t) - w_{j(L-1)h_L}(t-1) \right] \quad (4.10)$$

Burada, γ renme katsayısını ve η ise momentum katsayısını ifade etmektedir.

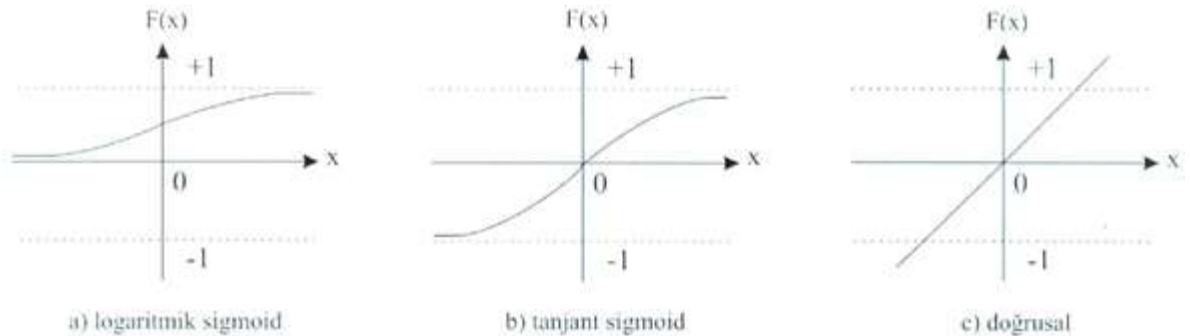
Adım 7. Verilen iterasyon sayısına veya toplam karesel hata değerine ulaşılıncaya kadar 2. - 6. adımlar tekrar edilir. Toplam karesel hata şu şekilde hesaplanmaktadır:

$$[E^k] = \left[\frac{1}{2} \sum_{i_o}^M (y_{i_o}^k - x_{i_o}^k)^2 \right] \quad (4.11)$$

Burada, ara katman işlem elemanları ve çıktı katmanı işlem elemanları arasında yapılan işlemleri tanımlamada sırasıyla L ve o alt indisleri kullanılmıştır. Bunun yanında, giriş ve çıkış tabakalarını ifade etmek için j ve i . ara tabakaları ifade etmek için ise h alt indisleri kullanılmıştır (Halıcı 2011).

Yukarıda denklem 4.11'de geçen işlemci fonksiyonları içerisinde en sık kullanılanı, logaritmik sigmoid işlemci fonksiyonudur (şekil 4.26a). Bu fonksiyonun çıktısı, 0 ile 1 arasında değişmektedir ve matematiksel ifadesi şu şekildedir:

$$F(x) = \frac{1}{1+e^{-x}} \quad (4.12)$$



şekil 4.26 İşlemci fonksiyonları

Bir diğerk fonksiyon ise tanjant sigmoid fonksiyonudur (Şekil 4.26b). Bu fonksiyonda farklı olarak çıktı değerleri -1 ile 1 arasında değişmektedir. Matematiksel ifadesi ise şu şekildedir:

$$F(x) = \frac{1-e^{(-2x)}}{1+e^{(-2x)}} \quad (4.13)$$

Daha az kullanılan fonksiyonlardan birisi de doğrusal fonksiyondur (Şekil 4.26c). Matematiksel ifadesi aşağıda gösterildiği gibidir:

$$F(x) = A \cdot x \quad (4.14)$$

Burada, A sabit bir katsayıdır.

4.4.5 ÇKA Ağının Çalışma Adımları

ÇKA ağlarının çalışması şu adımları içermektedir:

Örneklerin toplanması: Ağdan çözmesi istenilen olay için daha önce gerçekleştirilmiş örneklerin bulunması adımdır. Ağın eğitilmesi için toplandığı gibi (eğitim takımı) denemesi için de örneklerin toplanması (deneme takımı) gerekmektedir. Ağın eğitilmesi sırasında, deneme takımı ağa hiç gösterilmez. Eğitim takımındaki örnekler tek tek gösterilerek ağın olayı öğrenmesi sağlanır. Ağ olayı öğrendikten sonra, deneme takımındaki örnekler gösterilerek ağın becerisi ölçülür. Hiç görmediği örnekler karşısındaki başarısı, ağın iyi öğrenip öğrenmediğini ortaya koymaktadır.

Ağın topolojik yapısının belirlenmesi: Öğrenilmesi istenen olay için oluşturulacak olan ağın topolojik yapısının oluşturulduğu adımdır. Kaç tane girdi ünitesi, kaç tane ara katman, her ara katmanda kaç tane işlem elemanı ve kaç tane çıktı elemanı olması gerektiği bu adımda belirlenmektedir.

Öğrenme parametrelerinin belirlenmesi: Ağın öğrenme katsayısı, momentum katsayısı ve işlem fonksiyonlarının belirlendiği adımdır.

Ağırlıkların başlangıç değerlerinin atanması: İşlem elemanlarını birbirlerine bağlayan ağırlık değerlerinin ve eşik değer ağırlıklarının başlangıç değerlerinin atanmasının yapıldığı adımdır. Başlangıçta genellikle rastgele değerler atanır. Daha sonra ağ uygun değerleri öğrenme sırasında kendisi belirler.

Öğrenme takımından örneklerin seçilmesi ve ağa gösterilmesi: Ağın öğrenmeye başlaması ve öğrenme kuralına uygun olarak ağırlıkları değiştirmesi için ağa örneklerin (Girdi / Çıktı değerleri) belirli bir düzende gösterildiği adımdır.

Öğrenme sırasında ileri hesaplamaların yapılması: Sunulan girdiler için çıktılar hesaplandığı adımdır.

Gerçekleşen çıktının beklenen çıktı ile karşılaştırılması: Ağın ürettiği hata değerlerinin hesaplandığı adımdır.

Ağırlıkların değiştirilmesi: Geri hesaplama yöntemi uygulanarak üretilen hatanın azalması için ağırlıklar değiştirilir.

Ağın öğrenmesi tamamlanıncaya kadar, yani gerçekleşen çıktılar ile beklenen çıktılar arasındaki hatalar kabul edilir düzeye ininceye kadar yukarıdaki adımlara devam edilir. Ağın öğrenmesi için bir durdurma ölçütü olması gerekmektedir. Bu ise, genellikle üretilen hatanın belirli bir düzeyin altına düşmesi olarak alınmaktadır (Öztemel 2016).

4.5 YSA MODELİ

İstasyonlardan alınan su numuneleri için, aylara göre bulanıklık değerinin tahmin edilmesi amacıyla Yapay Sinir Ağı (YSA) modeli hazırlandı. Model analizlerinde MATLAB tabanlı artificial neural network (ANN) toolbox kullanıldı (MATLAB 2010). Modelde veriler, üç kısma ayrılmıştır. Bunlar; eğitim, deneme ve doğrulama veri takımıdır. Toplam 480 verinin, 420 âdeti modelin eğitiminde, 60 âdeti ise model sonuçlarını doğrulamak için kullanıldı. Her istasyon kendi içinde mevsimsel olarak değerlendirildi ve YSA için oluşturulan modeller istasyon bazında eğitildi.

Hazırlık aşamasında YSA gizli katman nöron sayısını belirlemek için YSA topoloji analizi gerçekleştirildi. Farklı gizli katman nöron sayıları için YSA performansları, R^2 (Determinasyon katsayısı) ve MSE(Ortalama Karese Hata) istatistik performans analiz kriterleri kullanıldı. Gizli katman nöron sayıları sırasıyla 3, 4, 6, 8 ve 10 olarak alınarak oluşturulan YSA topolojileri eğitilip test edildi. Elde edilen performans değerleri tablolar halinde Bölüm 5’te sunulmuştur.





BÖLÜM 5

BULGULAR VE İRDELEME

5.1 ANALİZLER

Bu bölümde analizler, arazi ve laboratuvar sonuçları ve YSA model sonuçları olarak iki alt başlıkta incelenmiştir.

5.1.1 Arazi ve Laboratuvar Çalışmaları

Filyos Çayı üzerinde belirlenen 5 gözlem istasyonunda, Eylül 2015-Ağustos 2016 tarihleri arasında otuz gün aralıklarla hem yerinde ölçümü gerçekleştirilen Eİ, t, pH ve ÇO hem de laboratuvar da ölçümü gerçekleştirilen AKM, KOİ, Bulanıklık, TOC, NH₄, Ca⁺², Mg⁺², Sertlik, PO₄⁻³, NO₂⁻, NO₃⁻, Al⁺³, Mn⁺², Fe⁺³, Cr⁺³, Pb⁺⁴ ve Zn⁺² analizleri sonucunda elde edilen sonuçlar, her bir istasyon için mevsimsel olarak en küçük değer, en büyük değer, ortalama değer ve standart sapma (SS) şeklinde, Çizelge 5.1, 5.2, 5.3, 5.4 ve 5.5'te verilmiştir.

Çizelge 5.1 Su kalitesi parametrelerinin F1 (Filyos Ağız) istasyonunda mevsimsel değişimi

Parametre	Sonbahar				Kış				İlkbahar				Yaz			
	Min.	Ort.	Mak.	SS	Min.	Ort.	Mak.	SS	Min.	Ort.	Mak.	SS	Min.	Ort.	Mak.	SS
Eİ (µS/cm)	517	519.5	522	2.5	516	523	530	7	482	505	528	23	482	514	546	32
t (°C)	19.4	21.4	23.4	2	9.8	12.4	15	2.6	14	19.85	25.7	5.85	23.3	25.05	26.8	1.75
pH	8.03	8.145	8.26	0.115	8.21	8.28	8.35	0.07	8.25	8.3	8.35	0.05	8.15	8.275	8.4	0.125
ÇO (mg/L)	4.14	4.71	5.28	0.57	3.42	3.7	3.98	0.28	5.35	6.645	7.94	1.295	7.81	8.525	9.24	0.715
AKM (mg/L)	30	46	62	16	49	50.5	52	1.5	48	84	120	36	109	135.5	162	26.5
KOİ (mg/L)	97	111.5	126	14.5	91	92.5	94	1.5	73.47	83.235	93	9.765	39.837	65.418	91	25.582
Bulanıklık NTU)	95.6	97.1	98.6	1.5	69.1	73.75	78.4	4.65	46.7	54.975	63.25	8.275	35.72	49.92	64.12	14.2
TOC (mg/L)	2.27	2.57	2.87	0.3	2.98	3.195	3.41	0.215	2.86	3.944	5.028	1.084	3.863	4.5615	5.26	0.6985
NH ₄ (mg/L)	1.09	1.185	1.28	0.095	0.28	0.705	1.13	0.425	0.19	0.578	0.964	0.387	1.06	1.155	1.249	0.095
Ca ⁺² (mg/L)	51.64	51.98	52.31	0.335	52.31	53.735	55.16	1.425	55.13	55.189	55.247	0.059	51.68	53.493	55.306	1.813
Mg ⁺² (mg/L)	21.3	23.22	25.14	1.92	20.45	21.51	22.57	1.06	22.46	24.438	26.416	1.978	21.46	23.933	26.405	2.473
Sertlik (°dH)	321.48	334.69	347.89	13.21	352.16	358.19	364.21	6.03	351.36	368.023	384.69	16.663	345.35	365.143	384.935	19.793
PO ₄ ⁻³ (mg/L)	0.45	0.49	0.53	0.04	0.28	0.395	0.51	0.115	0.49	0.6341	0.7782	0.1441	0.107	0.215	0.32	0.107
NO ₂ ⁻ (mg/L)	1.28	1.33	1.38	0.05	1.43	1.525	1.62	0.095	1.68	1.7055	1.731	0.026	1.24	1.389	1.538	0.149
NO ₃ ⁻ (mg/L)	6.81	6.86	6.91	0.05	5.64	6.085	6.53	0.445	5.32	6.028	6.735	0.708	6.158	6.489	6.82	0.331
Al ⁺³ (mg/L)	7.65	10.225	12.8	2.575	15.24	16.37	17.5	1.13	2.142	3.2345	4.327	1.093	5.526	7.068	8.61	1.542
Mn ⁺² (mg/L)	0.217	0.284	0.351	0.067	0.371	0.405	0.438	0.034	0.326	0.484	0.642	0.158	0.02	0.087	0.154	0.067
Fe ⁺³ (mg/L)	18.46	20.455	22.45	1.995	13.52	17.285	21.05	3.765	41.022	53.936	66.85	12.914	10.96	11.319	11.681	0.363
Cr ⁺³ (mg/L)	0.087	0.257	0.426	0.170	0.258	0.307	0.355	0.049	0.132	0.208	0.284	0.076	0.074	0.094	0.114	0.02
Pb ⁺⁴ (mg/L)	0.021	0.021	0.021	0	0.011	0.0135	0.016	0.003	0.017	0.0335	0.05	0.0165	0.012	0.0165	0.021	0.005
Zn ⁺² (mg/L)	0.246	0.309	0.372	0.063	0.127	0.191	0.254	0.064	0.392	0.491	0.59	0.099	0.097	0.342	0.587	0.245

Çizelge 5.2 Su kalitesi parametrelerinin F2 (Saltukova) istasyonunda mevsimsel değişimi

Parametre	Sonbahar				Kış				İlkbahar				Yaz			
	Min.	Ort.	Mak.	SS	Min.	Ort.	Mak.	SS	Min.	Ort.	Mak.	SS	Min.	Ort.	Mak.	SS
Eİ (µS/cm)	519	522.5	526	3.5	520	527	534	7	485	508.5	532	23.5	483	520.5	558	37.5
t (°C)	19.3	21.15	23	1.85	9.7	12.45	15.2	2.75	15.2	20.4	25.6	5.2	23.4	24.8	26.2	1.4
pH	8.04	8.15	8.26	0.11	8.07	8.095	8.12	0.025	7.77	8.06	8.35	0.29	8.22	8.36	8.5	0.14
ÇO (mg/L)	1.48	3.405	5.33	1.925	3.46	3.74	4.02	0.28	5.39	6.69	7.99	1.3	7.97	8.77	9.57	0.8
AKM (mg/L)	38	44	50	6	39	40.5	42	1.5	38	60.5	83	22.5	84	90	96	6
KOİ (mg/L)	87	116.5	146	29.5	81	82.5	84	1.5	77.0614	80.031	83	2.969	73	79.602	86.204	6.602
Bulanıklık (NTU)	10.4	17.8	25.2	7.4	17.4	20.85	24.3	3.45	13.5	14.4	15.3	0.9	32.49	47.645	62.8	15.155
TOC (mg/L)	2.15	2.21	2.27	0.06	2.31	2.355	2.4	0.045	1.069	1.7545	2.44	0.6855	1.59	1.769	1.948	0.179
NH ₄ (mg/L)	0.08	0.105	0.13	0.025	0.071	0.0805	0.09	0.0095	0.0401	0.0501	0.06	0.00995	0.4421	0.486	0.53	0.044
Ca ⁺² (mg/L)	53.83	55.47	57.11	1.64	54.6	58.2	61.8	3.6	56.432	59.826	63.22	3.3938	82.409	90.649	98.89	8.240775
Mg ⁺² (mg/L)	14.4	14.645	14.89	0.245	15.1	15.33	15.56	0.23	13.26	19.7934	26.3268	6.5334	25.5776	28.1338	30.69	2.5562
Sertlik (°dH)	202.91	203.87	204.83	0.96	232.56	259.385	286.21	26.825	213.3	301.769	390.237	88.469	516.88	568.557	620.238	51.6809
PO ₄ ⁻³ (mg/L)	0.04	0.565	1.09	0.525	0.005	0.0275	0.05	0.0225	0.09	0.2174	0.3448	0.1274	0.0295	0.03245	0.0354	0.00295
NO ₂ ⁻ (mg/L)	0.11	1.05	1.99	0.94	1.52	1.765	2.01	0.245	1.4	1.5155	1.631	0.1155	1.6219	1.78395	1.946	0.16205
NO ₃ ⁻ (mg/L)	3.27	3.875	4.48	0.605	4.26	4.565	4.87	0.305	4.9	5.1771	5.454	0.277	5.7354	6.3087	6.882	0.5733
Al ⁺³ (mg/L)	12.65	13.2	13.75	0.55	14.1	29.665	45.23	15.565	7.794	22.152	36.51	14.358	2.841	4.421	6.001	1.58
Mn ⁺² (mg/L)	0.192	0.4905	0.789	0.2985	0.1176	0.1373	0.157	0.0197	0.069	0.162	0.255	0.093	0.027	0.061	0.095	0.034
Fe ⁺³ (mg/L)	28.56	30.485	32.41	1.925	15.92	40.08	64.24	24.16	45.064	48.862	52.66	3.798	37.264	46.536	55.808	9.272
Cr ⁺³ (mg/L)	0.183	0.2255	0.268	0.0425	0.182	0.2415	0.301	0.0595	0.144	0.145	0.146	0.001	0.082	0.0965	0.111	0.0145
Pb ⁺⁴ (mg/L)	0.052	0.5095	0.967	0.4575	0.032	0.0675	0.103	0.0355	0.06	0.1	0.14	0.04	0.002	0.0025	0.003	0.0005
Zn ⁺² (mg/L)	0.286	0.363	0.44	0.077	0.128	0.1815	0.235	0.0535	0.5	0.638	0.776	0.138	0.527	0.542	0.557	0.015

Çizelge 5.3 Su kalitesi parametrelerinin F3 (Çaydeğirmeni) istasyonunda mevsimsel değişimi

Parametre	Sonbahar				Kış				İlkbahar				Yaz			
	Min.	Ort.	Mak.	SS	Min.	Ort.	Mak.	SS	Min.	Ort.	Mak.	SS	Min.	Ort.	Mak.	SS
Eİ (µS/cm)	478	489.5	501	11.5	449	456	463	7	475	485	495	10	485	488	491	3
t (°C)	21	22.3	23.6	1.3	12.9	15.55	18.2	2.65	14	18	22	4	22	23.05	24.1	1.05
pH	8.14	8.24	8.34	0.1	8.06	8.19	8.32	0.13	7.68	8.045	8.41	0.365	7.99	8.175	8.36	0.185
ÇO (mg/L)	3.6	4.215	4.83	0.615	4.7	6.2	7.7	1.5	8.9	9.095	9.29	0.195	9.22	9.28	9.34	0.06
AKM (mg/L)	10	24	38	14	44	52	60	8	54	79	104	25	93	95.5	98	2.5
KOİ (mg/L)	50	55	60	5	51	52	53	1	53	57.3572	61.715	4.3572	98.939	100.97	103	2.0305
Bulanıklık (NTU)	9.22	10.21	11.2	0.99	10.57	10.77	10.97	0.2	11.35	12.2	13.05	0.85	12.44	13.04	13.64	0.6
TOC (mg/L)	1.59	1.785	1.98	0.195	1.67	1.8	1.93	0.13	2.01	2.7675	3.525	0.7575	2.89	3.2545	3.619	0.3645
NH ₄ (mg/L)	0.05	0.115	0.18	0.065	0.12	0.155	0.19	0.035	0.14	0.2393	0.3386	0.0993	0.19	0.2394	0.2888	0.0494
Ca ⁺² (mg/L)	44.94	56.735	68.53	11.795	46.24	49.725	53.21	3.485	55.47	58.9785	62.487	3.5085	62.315	62.3696	62.4242	0.0546
Mg ⁺² (mg/L)	12.32	15.01	17.7	2.69	17.79	18.165	18.54	0.375	19.31	20.1995	21.089	0.8895	18.54	19.8506	21.1612	1.3106
Sertlik (°dH)	181.83	183.965	186.1	2.135	201.55	242.86	284.17	41.31	295.87	347.388	398.905	51.518	354.628	376.758	398.888	22.130
PO ₄ ⁻³ (mg/L)	0.06	0.07	0.08	0.01	0.04	0.065	0.09	0.025	0.0419	0.081	0.12	0.039	0.06	0.0721	0.0842	0.0121
NO ₂ ⁻ (mg/L)	0.06	0.09	0.12	0.03	0.08	0.155	0.23	0.075	0.25	1.1946	2.1392	0.9446	2.2649	2.36245	2.46	0.09755
NO ₃ ⁻ (mg/L)	1	3.135	5.27	2.135	1.6	1.84	2.08	0.24	2.9	3.43965	3.9793	0.53965	3.65	3.8665	4.083	0.2165
Al ⁺³ (mg/L)	1.87	2.621	3.372	0.751	4.542	4.564	4.586	0.022	7.159	7.6335	8.108	0.4745	2.427	2.9575	3.488	0.5305
Mn ⁺² (mg/L)	0.37	0.431	0.492	0.061	0.469	0.4865	0.504	0.0175	0.244	0.345	0.446	0.101	0.031	0.0485	0.066	0.0175
Fe ⁺³ (mg/L)	21.1	23.1	25.1	2	24.6	26.353	28.106	1.753	29.82	34.8565	39.893	5.0365	20.354	48.018	75.682	27.664
Cr ⁺³ (mg/L)	0.035	0.101	0.167	0.066	0.133	0.147	0.161	0.014	0.12	0.1555	0.191	0.0355	0.055	0.076	0.097	0.021
Pb ⁺⁴ (mg/L)	0.017	0.03	0.043	0.013	0.028	0.0305	0.033	0.0025	0.018	0.0225	0.027	0.0045	0.003	0.0035	0.004	0.0005
Zn ⁺² (mg/L)	0.272	0.4445	0.617	0.1725	0.619	0.62	0.621	0.001	0.535	0.576	0.617	0.041	0.514	0.561	0.608	0.047

Çizelge 5.4 Su kalitesi parametrelerinin F4 (Tefen HES) istasyonunda mevsimsel değişimi

Parametre	Sonbahar				Kış				İlkbahar				Yaz			
	Min.	Ort.	Mak.	SS	Min.	Ort.	Mak.	SS	Min.	Ort.	Mak.	SS	Min.	Ort.	Mak.	SS
Eİ (µS/cm)	541	585	629	44	495	499	503	4	476	500	524	24	461	502	543	41
t (°C)	20.6	22.1	23.6	1.5	13	15.75	18.5	2.75	13.9	18	22.1	4.1	23.4	23.6	23.8	0.2
pH	8.22	8.435	8.65	0.215	8.28	8.295	8.31	0.015	8.08	8.255	8.43	0.175	8.14	8.3	8.46	0.16
ÇO (mg/L)	5.41	7.31	9.21	1.9	4.33	6.27	8.21	1.94	8.74	8.95	9.16	0.21	8.68	8.72	8.76	0.04
AKM (mg/L)	21	27	33	6	25	54.5	84	29.5	96	103	110	7	105	108.5	112	3.5
KOİ (mg/L)	54	74.5	95	20.5	83	86.5	90	3.5	54	70	86	16	80	80.5	81	0.5
Bulanıklık (NTU)	13.2	15.58	17.96	2.38	17.98	23.415	28.85	5.435	14.15	30.01	45.87	15.86	12.26	13.61	14.96	1.35
TOC (mg/L)	1.36	1.395	1.43	0.035	0.96	1.295	1.63	0.335	1.75	2.07	2.39	0.32	2.41	2.43	2.45	0.02
NH ₄ (mg/L)	0.23	0.245	0.26	0.015	0.15	0.18	0.21	0.03	0.19	0.33	0.47	0.14	0.56	0.595	0.63	0.035
Ca ⁺² (mg/L)	50.1	56.885	63.67	6.785	44.34	53.59	62.84	9.25	59.38	62.555	65.73	3.175	58.3	59.54	60.78	1.24
Mg ⁺² (mg/L)	13.7	16.275	18.85	2.575	18.99	21.005	23.02	2.015	16	18.905	21.81	2.905	22.2	22.25	22.3	0.05
Sertlik (°dH)	191.66	206.0525	220.445	14.3925	160.66	193.275	225.89	32.615	268.5	322.63	376.766	54.133	369.657	373.815	377.974	4.1583
PO ₄ ⁻³ (mg/L)	0.13	0.39	0.65	0.26	0.04	0.07	0.1	0.03	0.08	0.14	0.2	0.06	0.09	0.105	0.12	0.015
NO ₂ ⁻ (mg/L)	0.15	0.195	0.24	0.045	0.07	0.145	0.22	0.075	0.28	1.12	1.96	0.84	2.12	2.155	2.19	0.035
NO ₃ ⁻ (mg/L)	1.85	3.055	4.26	1.205	1.22	1.605	1.99	0.385	2.72	3.17	3.62	0.45	3.4	3.52	3.64	0.12
Al ⁺³ (mg/L)	2.21	2.8	3.39	0.59	4.47	4.541	4.612	0.071	6.01	6.11	6.21	0.1	3.84	4.41	4.98	0.57
Mn ⁺² (mg/L)	0.212	0.2495	0.287	0.0375	0.291	0.2955	0.3	0.0045	0.173	0.227	0.281	0.054	0.066	0.0755	0.085	0.0095
Fe ⁺³ (mg/L)	35.9	41.09	46.28	5.19	30.75	36.36	41.97	5.61	34.86	46.75	58.64	11.89	17.6	39.705	61.81	22.105
Cr ⁺³ (mg/L)	0.03	0.078	0.126	0.048	0.083	0.0995	0.116	0.0165	0.072	0.1025	0.133	0.0305	0.051	0.07	0.089	0.019
Pb ⁺⁴ (mg/L)	0.029	0.031	0.033	0.002	0.015	0.016	0.017	0.001	0.011	0.0135	0.016	0.0025	0.002	0.0025	0.003	0.0005
Zn ⁺² (mg/L)	0.248	0.337	0.426	0.089	0.446	0.4895	0.533	0.0435	0.419	0.486	0.553	0.067	0.542	0.5765	0.611	0.0345

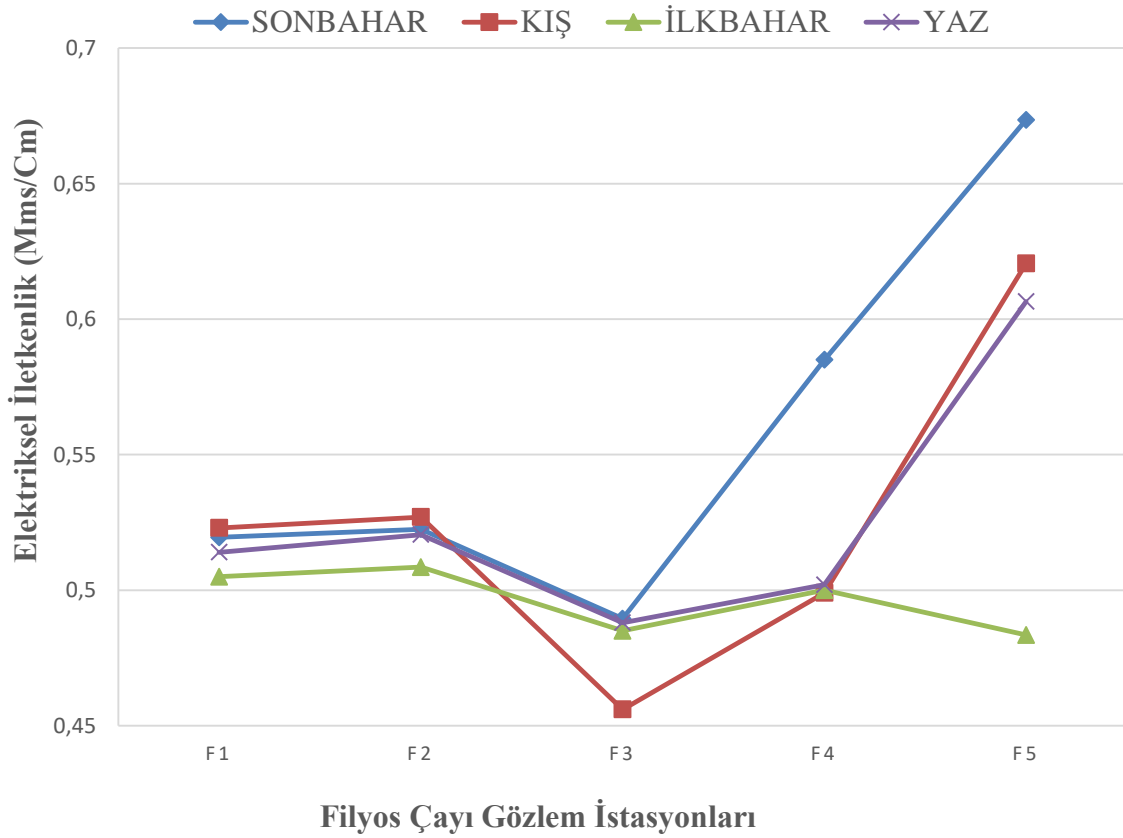
Çizelge 5.5 Su kalite parametrelerinin F5 (Karabük TOKİ) istasyonunda mevsimsel değişimi

Parametre	Sonbahar				Kış				İlkbahar				Yaz			
	Min.	Ort.	Mak.	SS	Min.	Ort.	Mak.	SS	Min.	Ort.	Mak.	SS	Min.	Ort.	Mak.	SS
Eİ (µS/cm)	603	673.5	744	70.5	598	620.5	643	22.5	410	483.5	557	73.5	407	606.5	806	199.5
t (°C)	19	21.35	23.7	2.35	13	15.95	18.9	2.95	13.8	18.1	22.4	4.3	23.3	24.1	24.9	0.8
pH	8.33	8.615	8.9	0.285	8.26	8.36	8.46	0.1	8.08	8.315	8.55	0.235	8.44	8.505	8.57	0.065
ÇO (mg/L)	6.27	10.685	15.1	4.415	4.35	6.655	8.96	2.305	8.43	9.105	9.78	0.675	8.38	8.47	8.56	0.09
AKM (mg/L)	35	57.5	80	22.5	30	77.5	125	47.5	144	156	168	12	145	148.5	152	3.5
KOİ (mg/L)	74	108	142	34	127	137	147	10	58.123	89.561	121	31.439	69	74.173	79.347	5.1735
Bulanıklık (NTU)	16	21.6	27.2	5.6	25.8	36.7	47.6	10.9	20.3	51.475	82.65	31.175	14.98	16.62	18.26	1.64
TOC (mg/L)	0.86	0.89	0.92	0.03	0.07	0.665	1.26	0.595	1.06	1.2175	1.375	0.1575	1.045	1.3625	1.68	0.3175
NH ₄ (mg/L)	0.239	0.2995	0.36	0.0605	0.1	0.13	0.16	0.03	0.173	0.36225	0.5515	0.189	0.76	0.85945	0.9589	0.099
Ca ⁺² (mg/L)	48.81	57.03	65.25	8.22	40.43	55.45	70.47	15.02	52.264	62.122	71.98	9.858	52.178	54.711	57.245	2.534
Mg ⁺² (mg/L)	19.07	20.535	22	1.465	24.18	32.835	41.49	8.655	14.685	18.7099	22.7348	4.0249	23.4299	24.34495	25.26	0.91505
Sertlik (°dH)	201.49	228.14	254.79	26.65	119.77	143.69	167.61	23.92	241.13	297.879	354.628	56.749	357.059	370.872	384.686	13.814
PO ₄ ⁻³ (mg/L)	0.21	0.665	1.12	0.455	0.02	0.065	0.11	0.045	0.021	0.2054	0.3898	0.1844	0.117	0.1535	0.19	0.0365
NO ₂ ⁻ (mg/L)	0.262	0.326	0.39	0.064	0.06	0.125	0.19	0.065	0.458	0.9654	1.4728	0.5074	1.14	1.36085	1.5817	0.2209
NO ₃ ⁻ (mg/L)	2.802	2.881	2.96	0.079	0.72	1.275	1.83	0.555	2.343	2.7024	3.0618	0.3594	2.92	2.95	2.98	0.03
Al ⁺³ (mg/L)	3.13	3.55	3.97	0.42	4.372	4.4945	4.617	0.1225	3.069	3.891	4.713	0.822	5.514	6.189	6.864	0.675
Mn ⁺² (mg/L)	0.054	0.0685	0.083	0.0145	0.096	0.105	0.114	0.009	0.102	0.1095	0.117	0.0075	0.102	0.103	0.104	0.001
Fe ⁺³ (mg/L)	60.7	76.08	91.46	15.38	42.9	57.37	71.84	14.47	25.822	58.641	91.46	32.819	12.848	24.391	35.934	11.543
Cr ⁺³ (mg/L)	0.025	0.0555	0.086	0.0305	0.034	0.053	0.072	0.019	0.025	0.05	0.075	0.025	0.048	0.065	0.082	0.017
Pb ⁺⁴ (mg/L)	0.023	0.0335	0.044	0.0105	0.001	0.002	0.003	0.001	0.004	0.005	0.006	0.001	0.002	0.002	0.002	0
Zn ⁺² (mg/L)	0.221	0.228	0.235	0.007	0.276	0.3555	0.435	0.0795	0.221	0.395	0.569	0.174	0.564	0.586	0.608	0.022

5.1.1.1 Elektriksel İletkenliğin (Eİ) Filyos Çayı Boyunca Mevsimsel Değişimi

Elektriksel İletkenlik değeri, Şekil 5.1’de görüldüğü üzere ilkbahar mevsiminde düşük değerlerde seyretmiştir. Sonbahar mevsiminde F5 istasyonunda iletkenlik değerinin yüksek olması suda çözülmüş iyon miktarının fazla olduğunun göstergesidir.

En yüksek Eİ değeri, sonbahar mevsiminde gerçekleşmiş olup, F5 istasyonunda ortalama 0,585 mmS/cm değerini alırken, en düşük Eİ değeri, kış mevsiminde F3 istasyonun da ortalama 0,456 mmS/cm değerini almıştır.

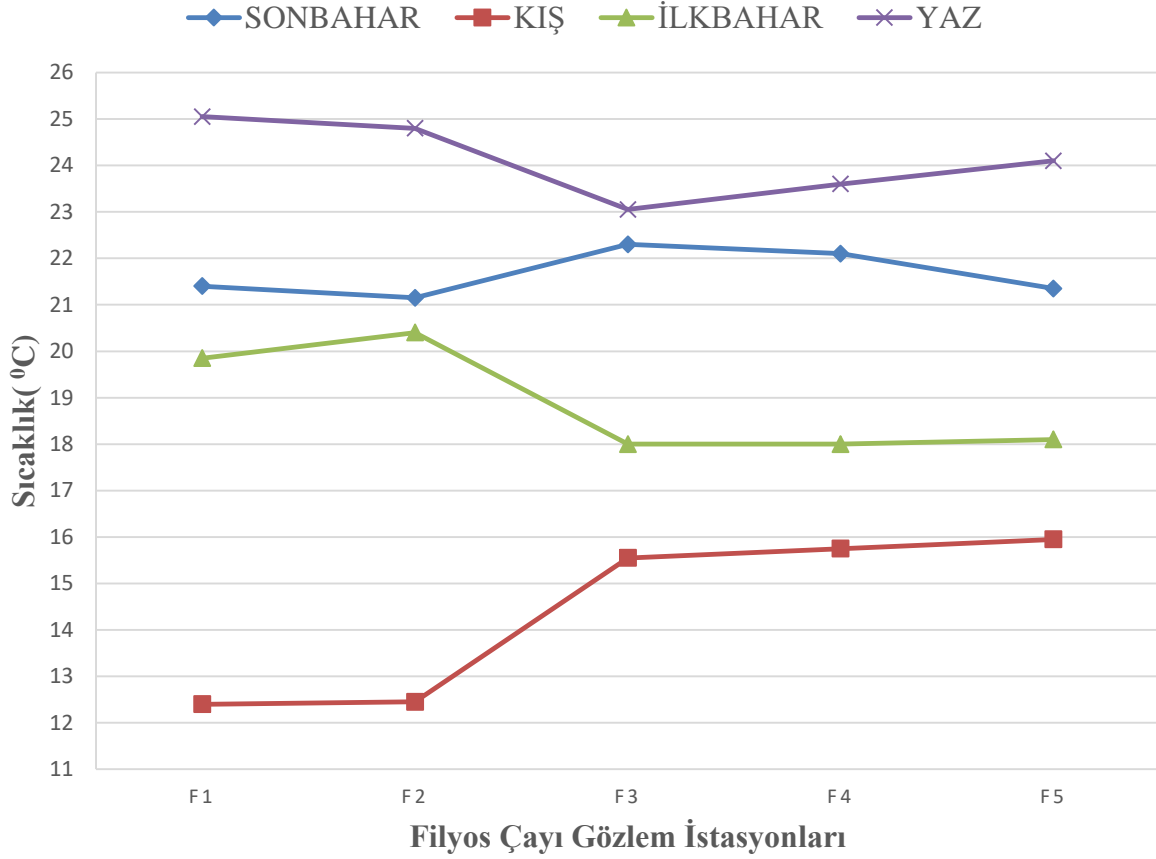


Şekil 5.1 Elektriksel İletkenliğin (Eİ) mevsimsel değişimi

SKKY’ye göre sınıflandırma yapılmamıştır. Ancak İTASHY’de ve TS 266’da (20⁰C’de) Sınıf 2 ve Tip 2 için izin verilen 2500 μ S/cm’lik değer ile uyumaktadır. Bu değer Filyos Çayı verilerinin de üstünde kalmıştır.

5.1.1.2 Sıcaklığın Filyos Çayı Boyunca Mevsimsel Değişimi

Su sıcaklığı iklim değişikliklerinde farklı değerler almaktadır. Şekil 5.2’de görüldüğü üzere en düşük sıcaklık kış mevsiminde gerçekleşmiştir. En düşük değer F1 istasyonunda ortalama 12,4°C iken F5 istasyonunda ortalama 15,95°C’ye ulaşmıştır. Değişim nehirdeki kot farkından meydana gelmektedir. F1 istasyonunun kotu 11m iken F5 istasyonundaki kot 301m’dir.



Şekil 5.2 Sıcaklığın mevsimsel değişimi

Mevsimsel sıcaklıkları değişimine uygun olarak sıcaklık değerleri göreceli olarak kış aylarından yaz aylarına geçerken artış göstermektedir. Sıcaklık değeri arttıkça sudaki fiziksel parametrelerin değişimine neden olmaktadır.

SKKY’ye göre değerlendirme yapılacak olursa, Filyos Çayı’nın I. sınıf için önerilen 25°C’lik sınır değerinin altında olduğu gözlenmektedir.

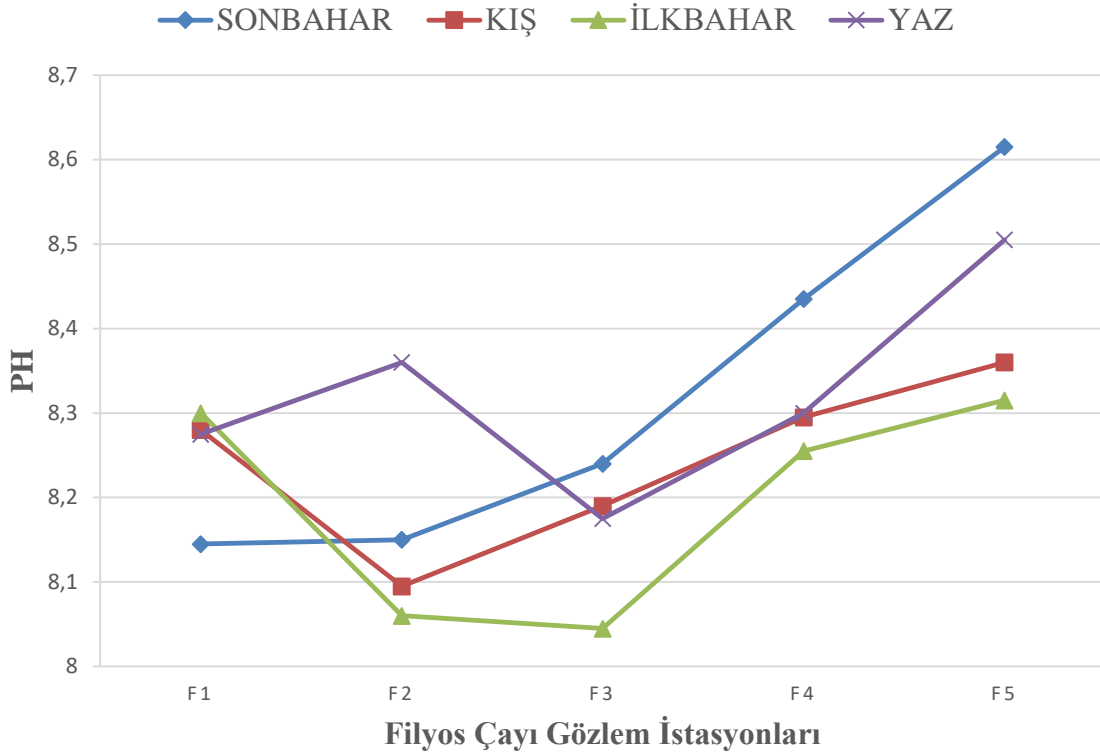
Çizelge 5.6’da gözlem istasyonları için mevsimsel sınıflandırma yapılmıştır.

Çizelge 5.6 SKKY’de Çizelge 2.4’e göre sıcaklık değerlerinin mevsimsel sınıflandırılması

İstasyonlar	Sonbahar	Yaz	İlkbahar	Kış
F1	*	*	*	*
F2	*	*	*	*
F3	*	*	*	*
F4	*	*	*	*
F5	*	*	*	*

5.1.1.3 pH’ın Filyos Çayı Boyunca Mevsimsel Değişimi

En düşük pH değerleri, F1 istasyonu dışında, ilkbahar mevsimi boyunca gerçekleşmiştir. En düşük ilkbahar mevsiminde F3 istasyonunda ortalama 8,045 değerini alırken, en yüksek sonbahar mevsiminde F5 istasyonunda ortalama 8,615 değerini almıştır (Şekil 5.3). Grafiklerin her bir istasyondaki mevsimsel genel değişimine bakıldığında pH değerinin 8 ila 8,5 arasında olduğu gözlemlenmiştir.



Şekil 5.3 pH’ın mevsimsel değişimi

SKKY'ye göre değerlendirildiğinde, I. Sınıf için verilen 6.5-8.5 pH aralığında kalmaktadır. Yalnızca F5 istasyonun da sonbahar mevsimi için bu sınır değerinin aşıldığı görülmektedir (Şekil 5.3). Ayrıca İTASHY'de ve TS 266'da Sınıf 2 ve Tip 2 için verilen pH aralığı (6.5-9.5) ile uyumludur.

Çizelge 5.7'de gözlem istasyonları için mevsimsel sınıflandırma yapılmıştır.

Çizelge 5.7 SKKY'de Çizelge 2.4'e göre pH değerlerinin mevsimsel sınıflandırılması

İstasyonlar	Sonbahar	Yaz	İlkbahar	Kış
F1	*	*	*	*
F2	*	*	*	*
F3	*	*	*	*
F4	*	*	*	*
F5	***	*	*	*

SKKY'de "Göller, Göletler, Bataklıklar ve Baraj Haznelerinin Ötrofikasyon Kontrolü Sınır Değerleri" tablosunda (çeşitli kullanımlar için) önerilen pH konsantrasyonu (6.5-8.5 mg/L) için Çizelge 5.8'de mevsimsel sınıflandırma yapılmıştır.

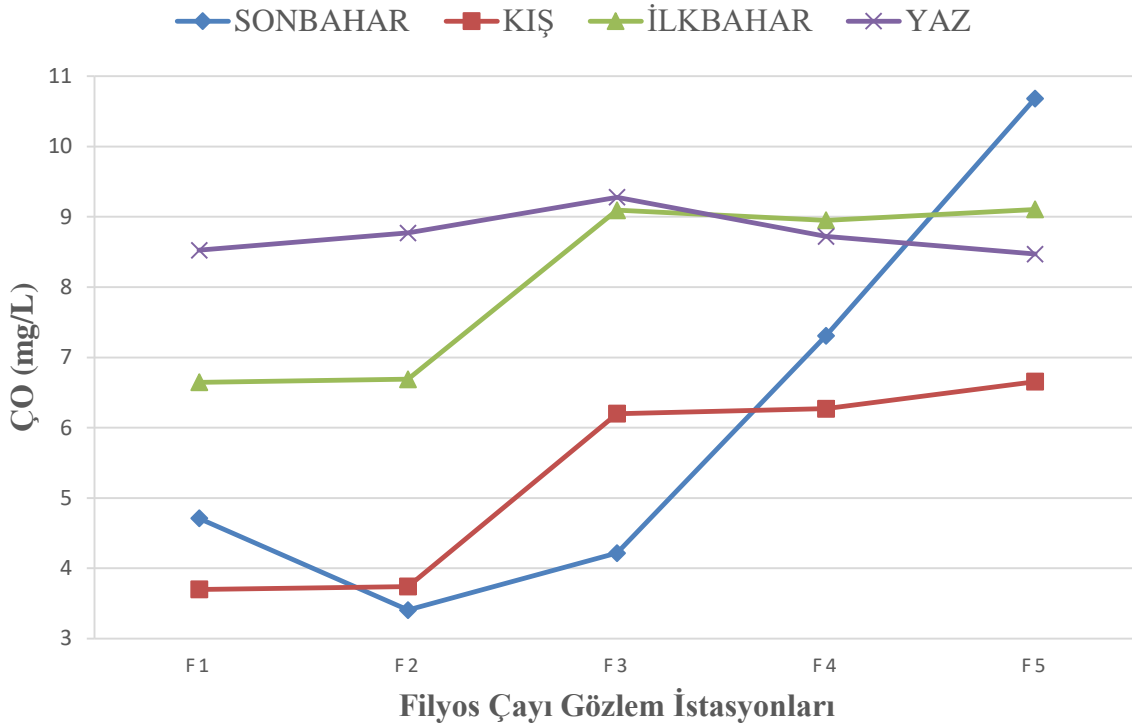
Çizelge 5.8 pH konsantrasyonu değerlerinin Göller, Göletler, Bataklıklar ve Baraj hazneleri için Çizelge 2.4'e göre sınıflandırılması

İstasyonlar	6.5-8.5 mg/L		6-10.5 mg/L	
	Sonbahar	Kış	İlkbahar	Yaz
F4	*	*	*	*

5.1.1.4 Çözünmüş Oksijenin (ÇO) Filyos Çayı Boyunca Mevsimsel Değişimi

Şekil 5.4'te görüldüğü üzere Filyos Çayı boyunca ortalama ÇO değerlerinde yaz mevsimi süresince fazla bir değişim olmamıştır. En büyük değişim sıcaklık farklarının nedeniyle sonbahar ayında F2 (saltukova) istasyonundan başlamak üzere F5 (Karabük-TOKİ) istasyonuna kadar devam etmiştir.

En düşük değer sonbahar mevsiminde F2 istasyonunda ortalama 3,405 mg/L olup, en yüksek değer yine sonbahar mevsiminde F5 istasyonunda ortalama 10,685 mg/L olarak belirlenmiştir.



Şekil 5.4 Çözünmüş Oksijenin (ÇO) mevsimsel değişimi

SKKY'ye göre ÇO değişim kalite kriterine göre I. Sınıf kalite değeri (8 mg/L), II. Sınıf kalite değeri (6 mg/L) III. Sınıf kalite değeri (3 mg/L) ve IV. Sınıf kalite değeri (<3 mg/L)'dir. Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre; Filyos Çayı'nda yaz mevsimi boyunca gözlem yapılan tüm istasyonlarda ÇO oranındaki değişimin su kalitesine etkisi yoktur Aşağıdaki tabloda her bir istasyonun mevsimsel sınıflandırmaları yapılmıştır (Çizelge 5.9).

Çizelge 5.9 SKKY'de Çizelge 2.4'e göre ÇO değerlerinin mevsimsel sınıflandırılması

İstasyonlar	Sonbahar	Kii	İlkbahar	Yaz
F1	* * *	*	**	* * *
F2	* * *	*	**	* * *
F3	* * *	*	*	* *
F4	* *	*	*	* *
F5	*	*	*	* *

SKKY’de “Göller, Göletler, Bataklıklar ve Baraj Haznelerinin Ötrofikasyon Kontrolü Sınır Değerleri” tablosunda (çeşitli kullanımlar için) önerilen ÇO konsantrasyonu (7.5-5 mg/L) için Çizelge 5.10’da mevsimsel sınıflandırma yapılmıştır.

Çizelge 5.10 ÇO konsantrasyonu değerlerinin Göller, Göletler, Bataklıklar ve Baraj hazneleri için Çizelde 2.4’e göre sınıflandırılması

İstasyonlar	5 mg/L		7.5 mg/L	
	Sonbahar	Kış	İlkbahar	Yaz
F4	*	*	**	**

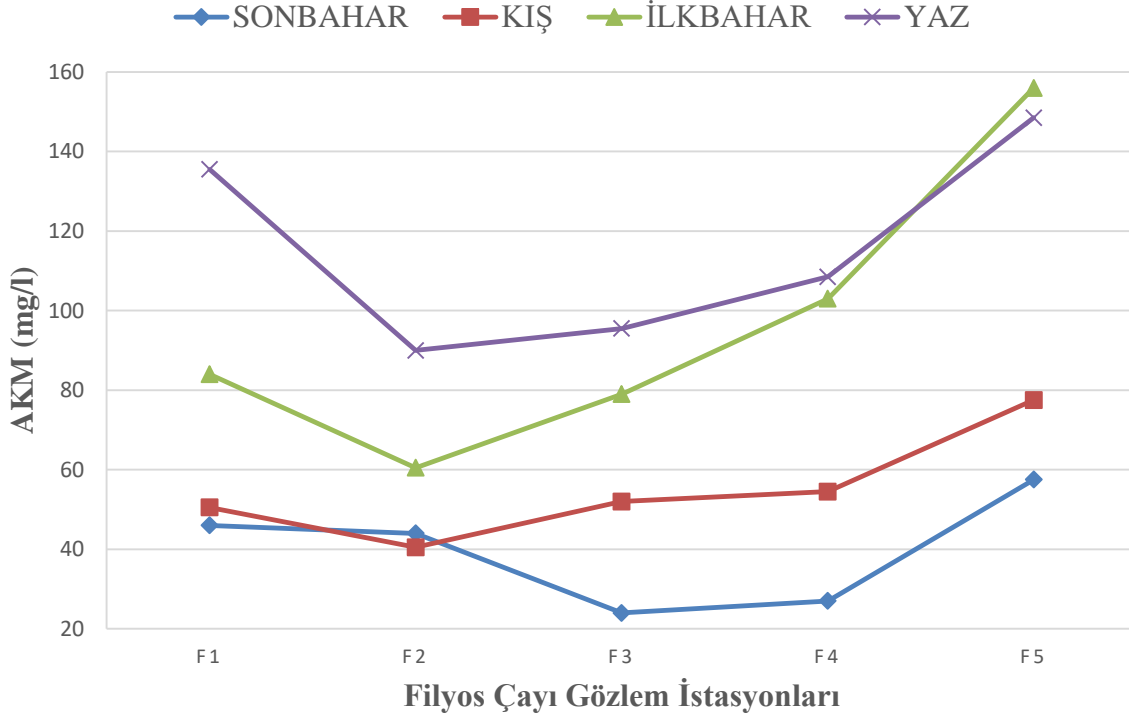
5.1.1.5 Askıda Katı Madde’nin (AKM) Filyos Çayı Boyunca Mevsimsel Değişimi

Askıda katı madde konsantrasyonunun en düşük değerleri genel olarak sonbahar mevsimi boyunca gözlemlenirken, en yüksek değerlerine ise yaz mevsimi boyunca ulaşmıştır. En düşük değer F3 istasyonunda sonbahar mevsiminde ortalama 24 mg/L iken, en yüksek değer F5 istasyonunda ilkbahar mevsiminde ortalama 156 mg/L olarak belirlenmiştir (Şekil 5.5).

SKKY’de “Kıtaiçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri” tablosunda Askıda Katı Madde parametresinden söz edilmemiştir. Bu nedenle söz konusu parametre ile ilgili olarak bir sınıflandırma yapılamamıştır. Ancak F4 (Tefen HES) istasyonunda, SKKY’de “Göller, Göletler, Bataklıklar ve Baraj Haznelerinin Ötrofikasyon Kontrolü Sınır Değerleri” tablosunda (çeşitli kullanımlar için) önerilen AKM konsantrasyonu (15 mg/L) için Çizelge 5.11’de mevsimsel sınıflandırma yapılmıştır. İlgili yönetmeliğe göre F4 istasyonundan alınan su numuneleri mevsimsel olarak su kalitesi bakımından değişim göstermemektedir. Erozyon ve kıyı aşınmalarından dolayı suya karışan katı maddeler AKM konsantrasyonunu artırırken suyun kalitesinide bozmaktadır.

Çizelge 5.11 AKM konsantrasyonu değerlerinin Göller, Göletler, Bataklıklar ve Baraj hazneleri için Çizelge 2.4'e göre sınıflandırılması

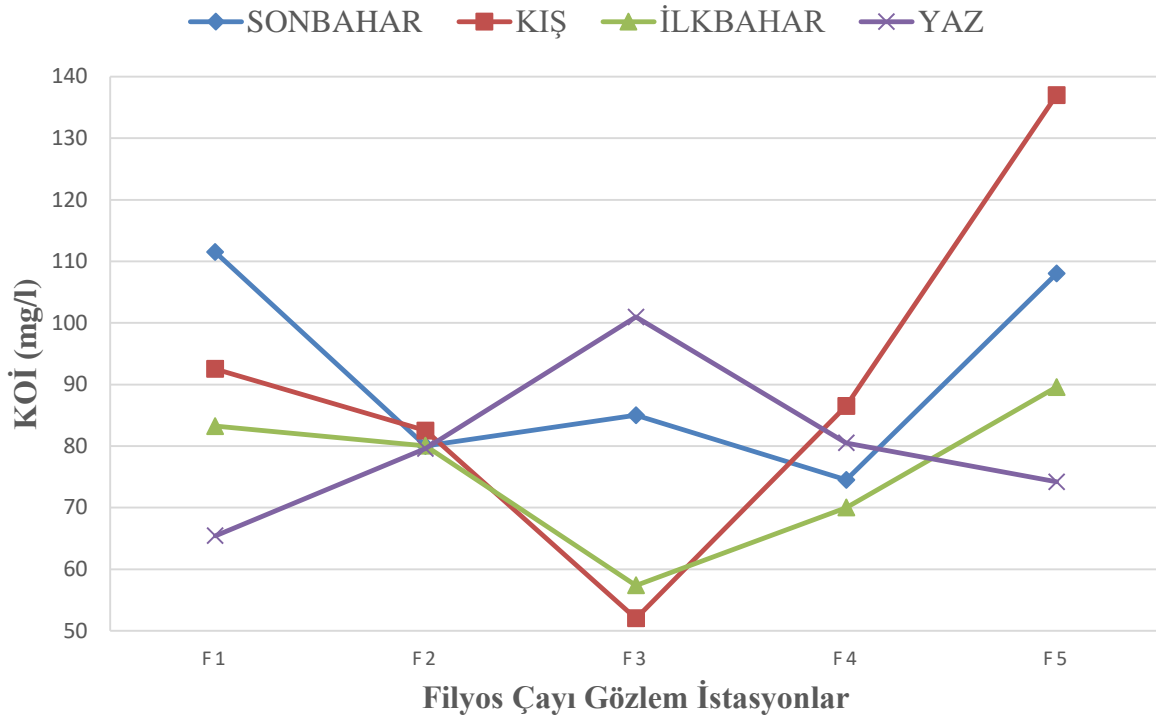
İstasyonlar	≤ 15 mg/L		> 15 mg/L	
	Sonbahar	Kış	İlkbahar	Yaz
F4	**	**	**	**



Şekil 5.5 Askıda Katı Madde (AKM) konsantrasyonunun mevsimsel değişimi

5.1.1.6 Kimyasal Oksijen İhtiyacı'nın (KOİ) Filyos Çayı Boyunca Mevsimsel Değişimi

Şekil 5.6'ya göre KOİ konsantrasyonu değerleri mevsimsel olarak su kalite sınıflandırılmasına göre çok büyük değişim göstermemiştir. İstasyon bazında göreceli olarak yüksek değerler F5 istasyonunun da elde edilmiştir. Bunun bir nedeni o istasyona yakın bölgede TOKİ yerleşim bölgesi olması ve buna bağlı evsel atıksuyun nehre deşarjı olması olarak tanımlanabilir. Bunun yanında F3 gözlem istasyonu da yerleşim alanı içerisindedir fakat; buna bağlı olarak çevrede evsel atıkların deşarjı için hiçbir yapı bulunmamaktadır. Yaz mevsiminde F3 istasyonunda, KOİ miktarı en yüksek ortalama 100,97 mg/L iken, kış mevsiminde en düşük ortalama 52 mg/L değerini almıştır (Şekil 5.6).



Şekil 5.6 Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ) mevsimsel değişimi

SKKY'ye göre Filyos Çayı, genel olarak IV. Sınıf su kalite değerleri arasında yer almıştır. F2 ve F4 gözlem istasyonlarında mevsimsel değişim aralığı çok küçük kalmakla birlikte F1, F3 ve F5 istasyonlarında mevsimsel KOİ değişimi daha belirgin gözlemlenmektedir. Çizelge 5.12'de istasyonların su kalite değerleri mevsimsel olarak sınıflandırılmıştır.

Çizelge 5.12 SKKY'de Çizelge 2.4'e göre KOİ konsantrasyonu değerlerinin mevsimsel sınıflandırılması

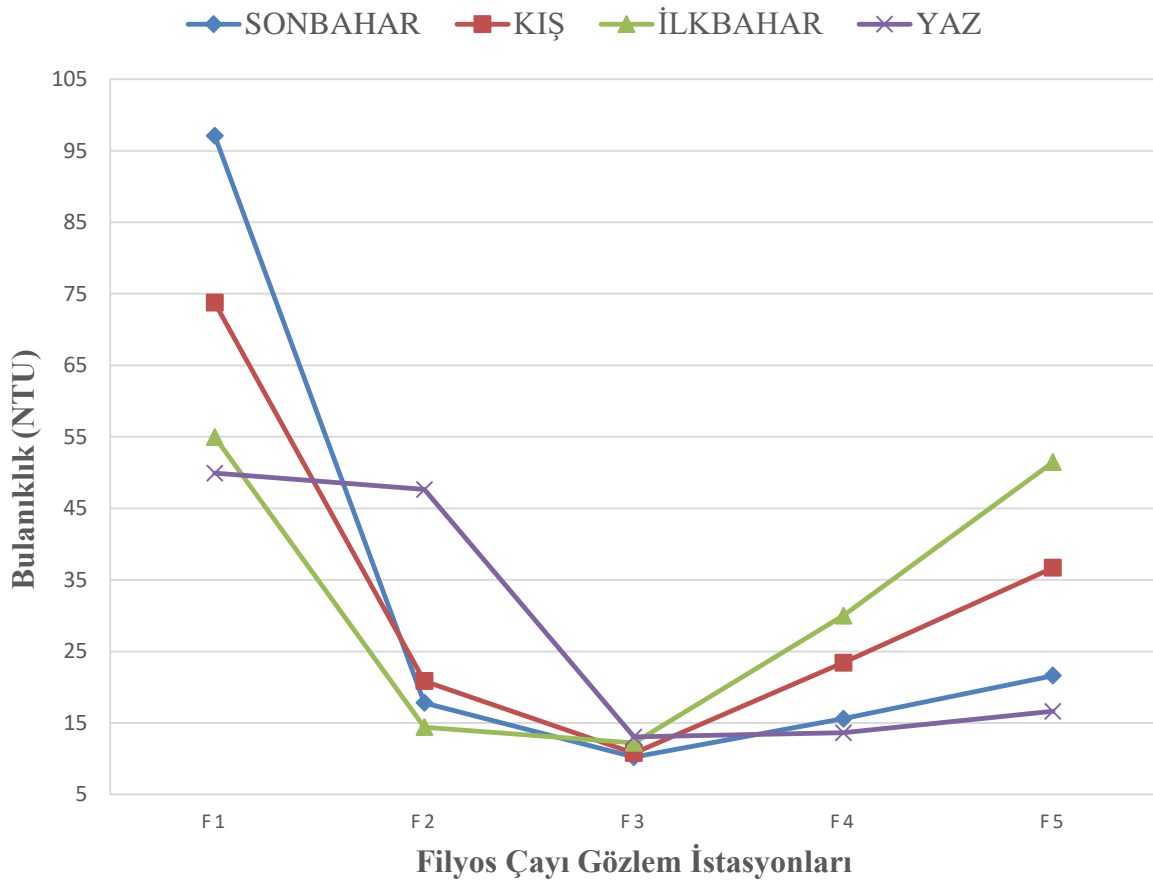
İstasyonlar	Sonbahar	Kış	İlkbahar	Yaz
F1	****	****	****	***
F2	****	****	****	****
F3	***	***	***	****
F4	****	****	***	****
F5	****	****	****	****

SKKY'de "Göller, Göletler, Bataklıklar ve Baraj Haznelerinin Ötrofikasyon Kontrolü Sınır Değerleri" tablosunda (çeşitli kullanımlar için) önerilen KOİ konsantrasyonu (3-8 mg/L) için Çizelge 5.13'te mevsimsel sınıflandırma yapılmıştır.

Çizelge 5.13 KOİ konsantrasyonu değerlerinin Göller, Göletler, Bataklıklar ve Baraj hazneleri için Çizelge 2.4'e göre sınıflandırılması

İstasyonlar	3 mg/L		8 mg/L	
	Sonbahar	Kış	İlkbahar	Yaz
F4	**	**	**	**

5.1.1.7 Bulanıklığın Filyos Çayı Boyunca Mevsimsel Değişimi



Şekil 5.7 Bulanıklığın mevsimsel değişimi

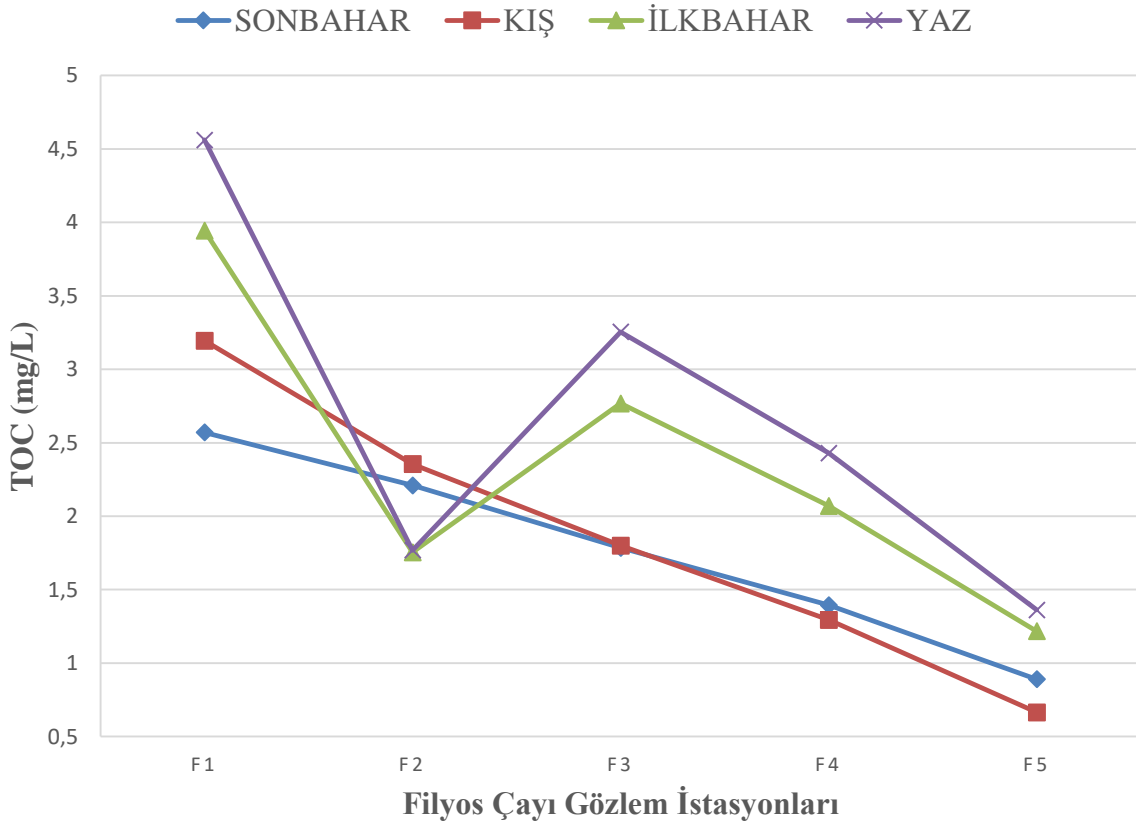
Şekil 5.7’de en düşük bulanıklık değerleri sonbahar mevsiminde, en yüksek bulanıklık değerleri ise ilkbahar mevsiminde görülmüştür. F1 istasyonunda bulanıklık değerlerinin fazla olmasının nedeni, istasyonun mevki bakımından denizle birleştiği nokta olması ve kış mevsiminden sonra karların eriyerek dağdan gelen katı maddelerin erozyon ve diğer fiziksel kanunlarla nehre karışması olarak yorumlanır. İlkbahar mevsiminde yağın yağmurlarında bulanıklık değerlerinin artışında önemli rol oynadığı söylenebilir. F2 noktasında bulanıklık değerindeki

düşüşün nedeni olarak o bölgede bulunan hidroelektrik santral gösterilebilir. Santral tarafında tutulan su F2 noktasındaki suyun debisini ve akış hızını etkileyerek bulanıklık seviyesinin düşmesine neden olmuştur.

Bulanıklık hakkında SKKY'ye de bir sınıflandırma söz konusu olmamıştır. Ancak TS 266'da Sınıf 2 ve Tip 2 için önerilen 5 NTU (nefelometrik Bulanıklık Birimi) için Filyos Çayı yüksek değerlere sahiptir.

5.1.1.8 Toplam Organik Karbonun (TOC) Filyos Çayı Boyunca Mevsimsel Değişimi

Şekil 5.8'e göre, en yüksek TOC değerleri genel olarak yaz mevsiminde görülürken en düşük değerler ise sonbahar ve kış mevsiminde görülmektedir. Sonbahar ve kış mevsimlerinde TOC miktarının F1 istasyonundan F5 istasyonuna doğru azaldığı gözlemlenmiştir. Bu durum, organik bir kirletici olan karbonun sularındaki çözülmüş oksijeni tüketerek kirlenmeye sebep olduğunun bir göstergesidir.



Şekil 5.8 Toplam Organik Karbonun (TOC) mevsimsel değişimi

En düşük TOC değeri, F5 istasyonunda kış mevsiminde ortalama 0.665 mg/L değerini alırken, en yüksek TOC değeri, F1 istasyonunda yaz mevsiminde ortalama 4.5615 mg/L değerini almıştır (Şekil 5.8).

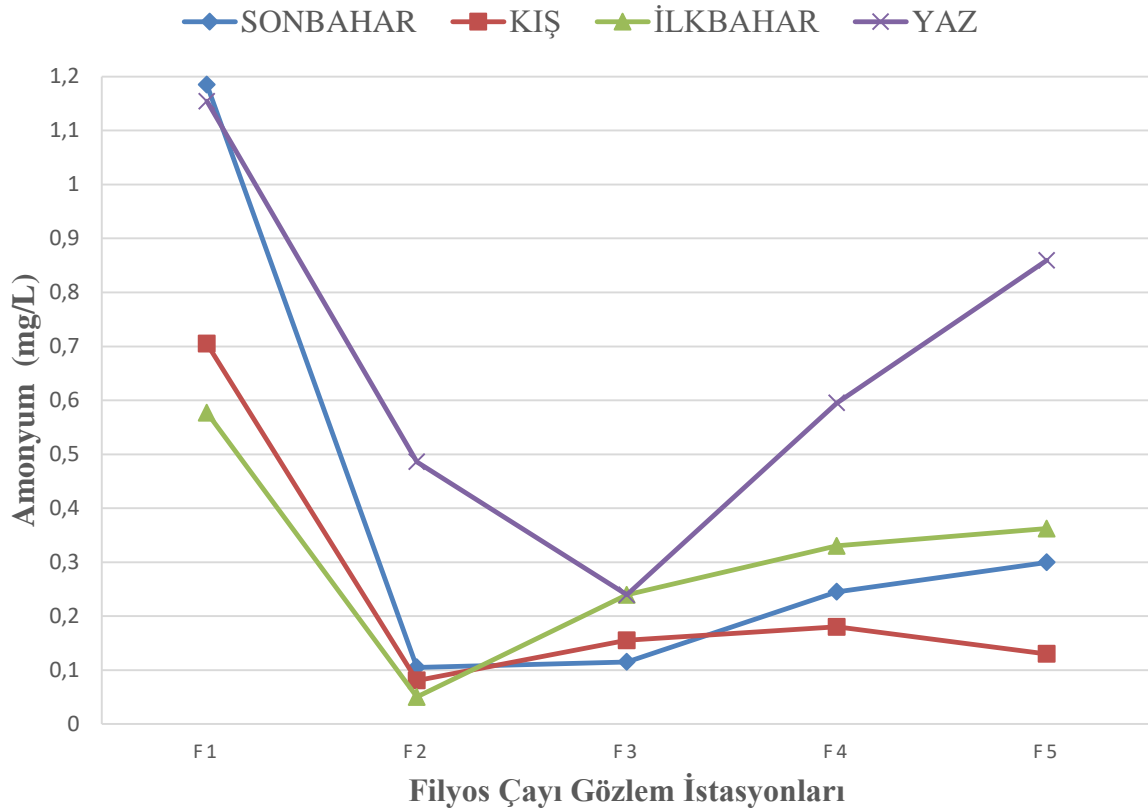
SKKY'ye göre değerlendirildiğinde, Filyos Çayı değerlerinin, I. Sınıf için kabul gören 0 - 5 mg/L değer aralığında olduğu gözlemlenmiştir. İstasyon bazında mevsimsel sınıflandırma Çizelge 5.14'te verilmiştir.

Çizelge 5.14 TOC değerlerinin Çizelge 2.4'e göre mevsimsel değerlendirmesi

İstasyonlar	Sonbahar	Kış	İlkbahar	Yaz
F1	*	*	*	*
F2	*	*	*	*
F3	*	*	*	*
F4	*	*	*	*
F5	*	*	*	*

5.1.1.9 Amonyum (NH₄⁺)Filyos Çayı Boyunca Mevsimsel Değişimi

Şekil 5.9'a göre, NH₄⁺ oranı gözlem istasyonlarının hepsinde mevsimsel değişiklik göstermektedir. En yüksek NH₄⁺ değeri ortalama 1,185 mg/L değeri ile F1 istasyonunda sonbahar mevsiminde gözlemlenmiştir. Sudaki NH₄⁺ oranı içerisinde barındırdığı kanalizasyon, hayvan atığı ve bakteriyel miktarına bağlıdır. Numune alınan gözlem istasyonu çevresinde bulunan hayvancılık alanı, suya gübre karışma ihtimalini artırır. F1 istasyonunda yıl boyunca gözlenen yüksek NH₄⁺ değeri bu hipotezi desteklemektedir. En düşük değer ise F2 istasyonunda ortalama 0,05005 mg/L değeri ile ilkbahar mevsiminde gözlemlenmiştir (Şekil 5.9).



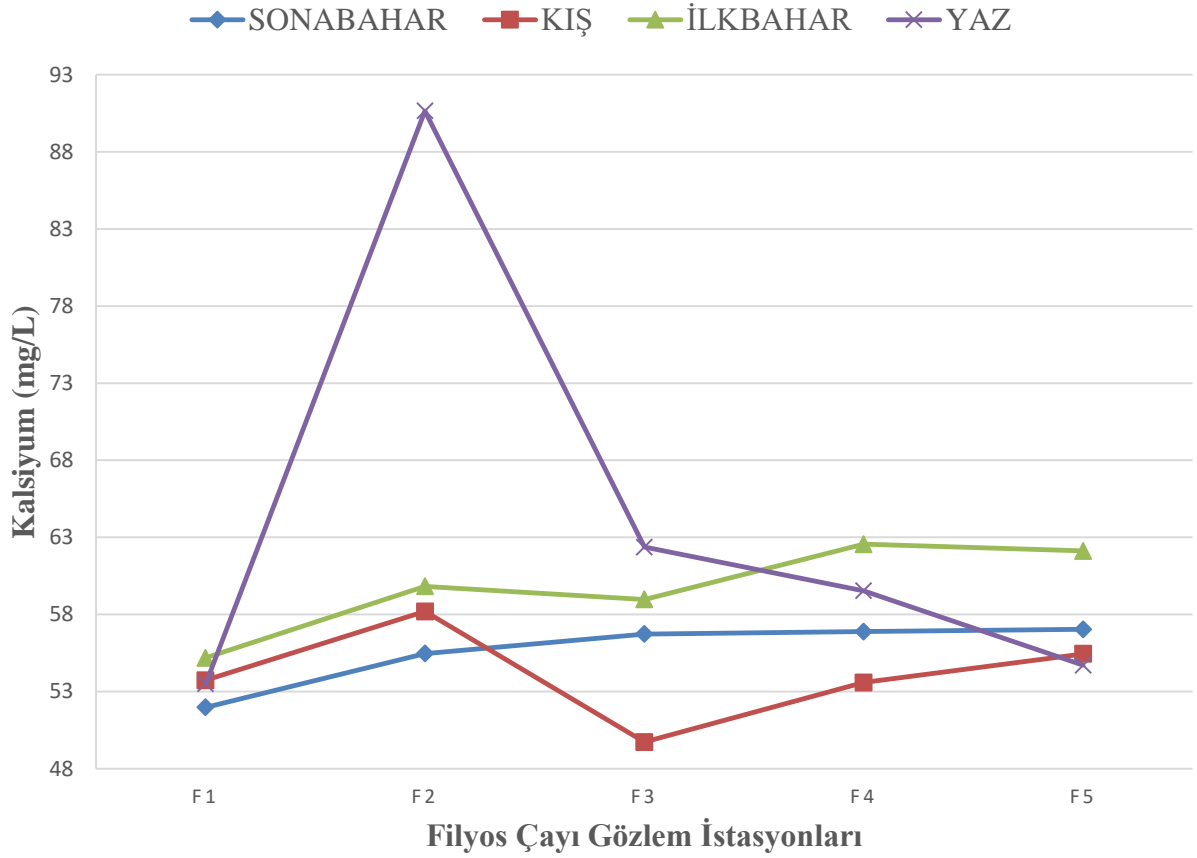
Şekil 5.9 Amonyumun (NH_4^+) mevsimsel değişimi

İstasyon bazında bir değerlendirme yapılacak olursa, F2 istasyonu yıl boyunca (yaz mevsimi hariç) TS 266'da Sınıf 1 ve Sınıf 2 Tip 1 için verilen 0,05 mg/L değerinin altında kalmıştır. F3 istasyonunda yıl boyunca, F4 ve F5 istasyonlarında ise ilkbahar, sonbahar ve kış mevsimlerinde TS 266'da Sınıf 2 Tip 2 için verilen 0,5 mg/L değerinin altında kaldığı gözlemlenmiştir. SKKY'ye göre amonyum için bir değerlendirme yapılmamıştır.

5.1.1.10 Kalsiyum'un (Ca^{+2}) Filyos Çayı Boyunca Mevsimsel Değişimi

Şekil 5.10'a göre, suda tespit edilen Ca^{+2} gibi suyun sertliğine doğrudan etki eden mineral suyun geçiş güzergâhı üzerinde bulunan zemin yapısına bağlıdır. Aynı nehir üzerinde ve birbirine yakın jeolojik özelliklere sahip zemin tabakalarında yapılan farklı noktadaki ölçümlerde Ca^{+2} oranlarının birbirine yakın çıkması muhtemeldir. Şekil 5.10'da gözlem istasyonlarından elde edilen Ca^{+2} oranları mevsimsel olarak değişim gösterse de lokasyon olarak değişimleri çok düşüktür. En yüksek Ca^{+2} değeri yaz mevsiminde ortalama 90,64923 mg/L ile F2 istasyonuna aittir. En düşük Ca^{+2} değeri ise kış mevsiminde ortalama 49,725 mg/L değeri ile F3 istasyonuna

aittir (Şekil 5.10). Filyos Çayı değerleri, TSE'ye göre müsaade edilen değer (100-200 mg/L), çok altında kalmaktadır.

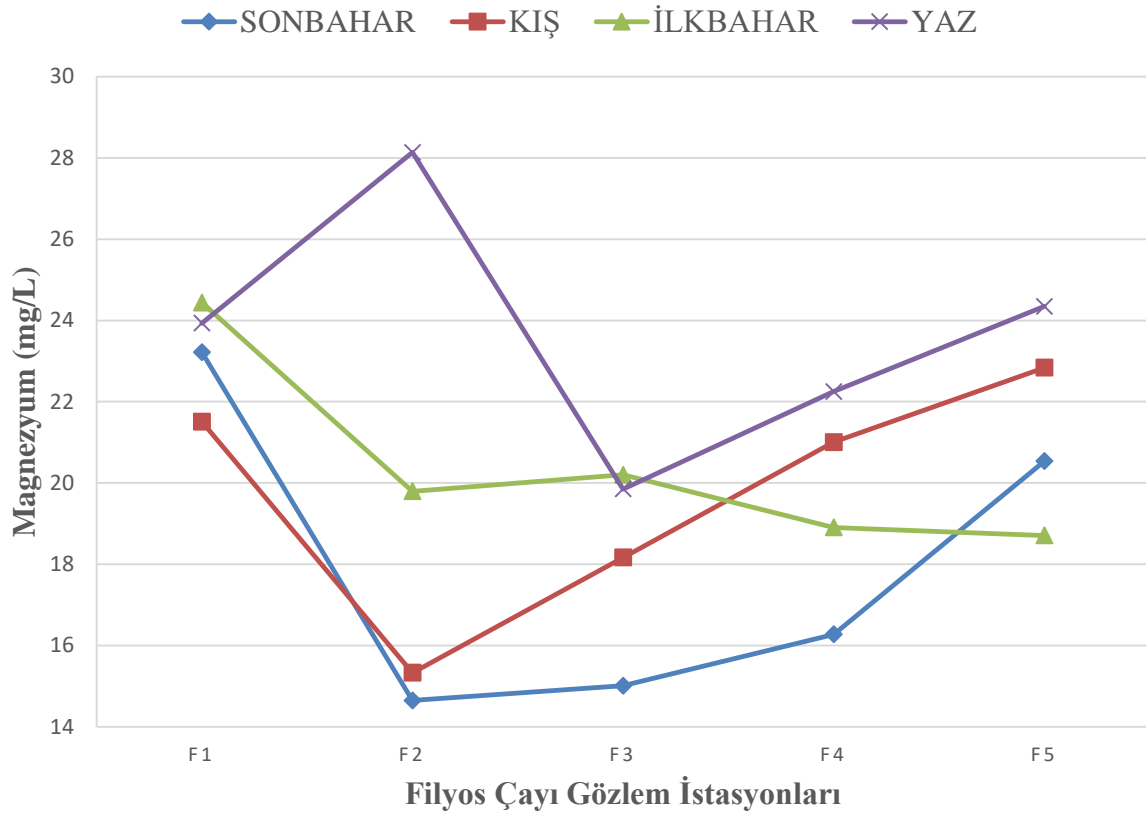


Şekil 5.10 Kalsiyumun (Ca^{+2}) mevsimsel değişimi

5.1.1.11 Magnezyum'un (Mg^{+2}) Filyos Çayı Boyunca Mevsimsel Değişimi

Magnezyum da kalsiyum gibi suyun sertliğini belirlenmesinde önemli etkisi vardır ve suyun temas ettiği zeminin yapısı ile doğrudan ilişkilidir. Dolayısıyla Magnezyum için elde edilen grafik kalsiyum için elde edilen grafik ile benzerlik göstermektedir. Şekil 5.11'e göre, en yüksek Mg^{+2} değeri F2 istasyonunda ortalama 28,1338 mg/L değeriyle yaz mevsiminde gözlemlenmiştir. En düşük Mg^{+2} değeri ise F2 istasyonunda sonbahar mevsiminde ortalama 14,645 mg/L değerini almıştır (Şekil 5.11).

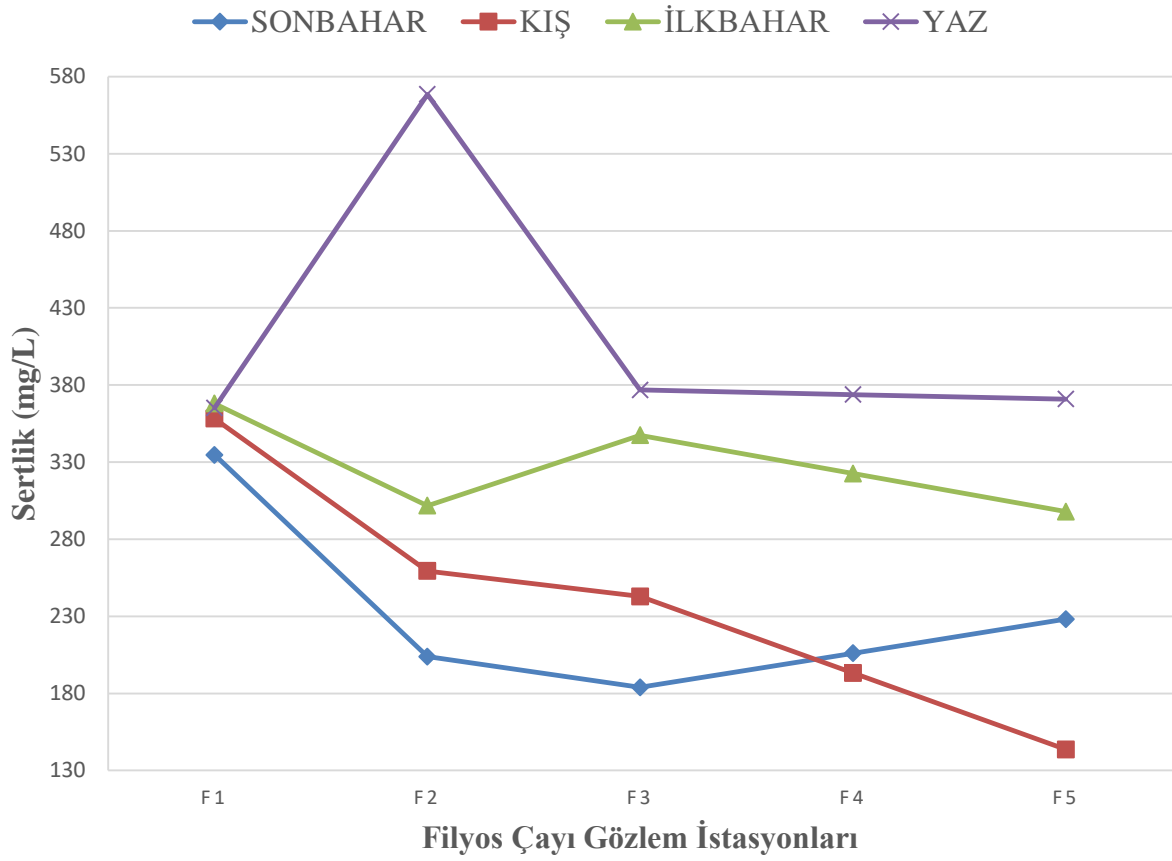
TSE'ye göre, müsaade edilen Mg^{+2} değeri 30-50 mg/L aralığındadır. Filyos Çayı ortalama değerleri, bu aralığın altında kalmaktadır.



Şekil 5.11 Magnezyum'un (Mg^{+2}) mevsimsel değişimi

5.1.1.12 Sertliğin Filyos Çayı boyunca Mevsimsel Değişimi

Suyun sertliği su içerisinde çözülmüş $+2$ değerlikli iyonların varlığı ile ilişkilidir. Doğal sularda Ca^{+2} ve Mg^{+2} iyonlarının konsantrasyonlarının toplamı suyun sertliği olarak ifade edilir. Dolayısıyla bu iki iyonun mevsimsel değişim grafiği suyun sertliğinin mevsimsel değişim grafiğini oluşturur. Elde edilen sonuçlara göre oluşturulan Şekil 5.12'de, en düşük sertlik değerleri ortalama genel olarak sonbahar ve kış mevsiminde, en yüksek ise yaz mevsiminde meydana gelmiştir. En yüksek değer yaz mevsiminde F2 istasyonunda ortalama 568,5572 mg/L, en düşük değer ise kış mevsiminde F5 istasyonunda ortalama 143,69 mg/L olarak gözlemlenmiştir (Şekil 5.12). SKKY'ye göre bir değerlendirme yapılmamıştır.



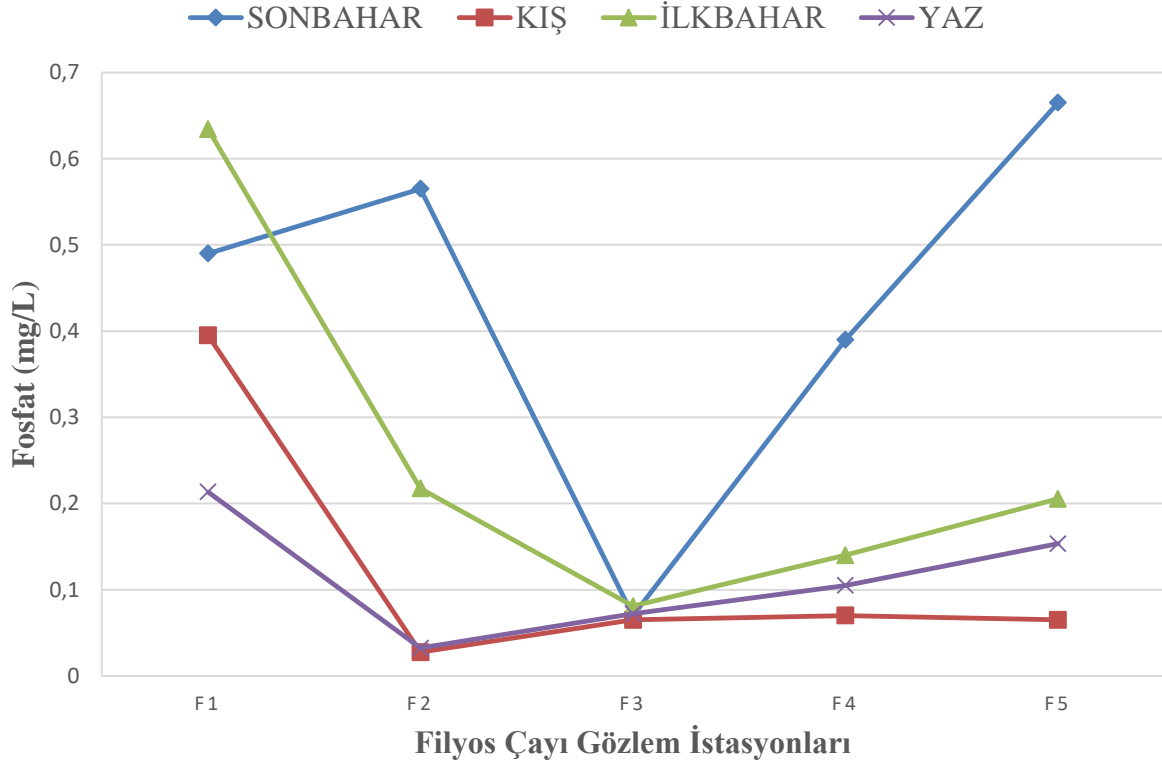
Şekil 5.12 Sertliğin mevsimsel değişimi

5.1.1.13 Fosfat'ın (PO_4^{3-}) Filyos Çayı boyunca Mevsimsel Değişimi

Fosfat doğal sulara hayvansal gübre veya evsel kimyasal temizlik maddeleri ile karışabilir. Ayrıca organik atıkların parçalanması ile de su döngüsüne katılabilir. Genellikle kentsel yerleşim alanlarına yakın bölgelerde kanalizasyon sistemleri vasıtasıyla veya endüstri merkezlerinde atık suların çevreye deşarjı ile doğal kaynaklara katılır. Dolayısıyla yerleşim merkezlerinde veya endüstri alanlarına yakın nehirlerde yapılan ölçümlerde fosfat oranı diğer bölgeler göre yüksek çıkabilir. F5 istasyonun hemen yanında bulunan yerleşim merkezi bu noktadaki fosfat değerinin yüksek çıkmasına neden olmuştur.

Şekil 5.13'de mevsimsel olarak en yüksek PO_4^{3-} değerleri, sonbahar mevsiminde F5 istasyonunda iken, en düşük PO_4^{3-} değeri, yaz ve kış mevsimlerinde F2 istasyonunda, sonbahar mevsiminde gözlemlenmiştir. Ayrıca F3 istasyonunda fosfat oranında mevsimsel değişim gözlemlenmemiştir.

İstasyon bazında değerlendirme yapılacak olursa, en düşük PO_4^{-3} değeri kış mevsiminde F2 istasyonunda ortalama 0,0275 mg/L değerini alırken, en yüksek PO_4^{-3} değeri sonbahar mevsiminde F5 istasyonunda ortalama 0,665 mg/L değerini almıştır.



Şekil 5.13 Fosfat'ın (PO_4^{-3}) mevsimsel değişimi

SKKY'de PO_4^{-3} için bir değerlendirme yapılmamıştır. Bununla birlikte ilgili yönetmelikte verilen toplam PO_4^{-3} değerine göre istasyon bazında mevsimsel değişim Çizelge 5.15'te verilmiştir.

Çizelge 5.15 Fosfat (PO_4^{-3}) değerlerinin Çizelge 2.4'e göre mevsimsel değerlendirilmesi

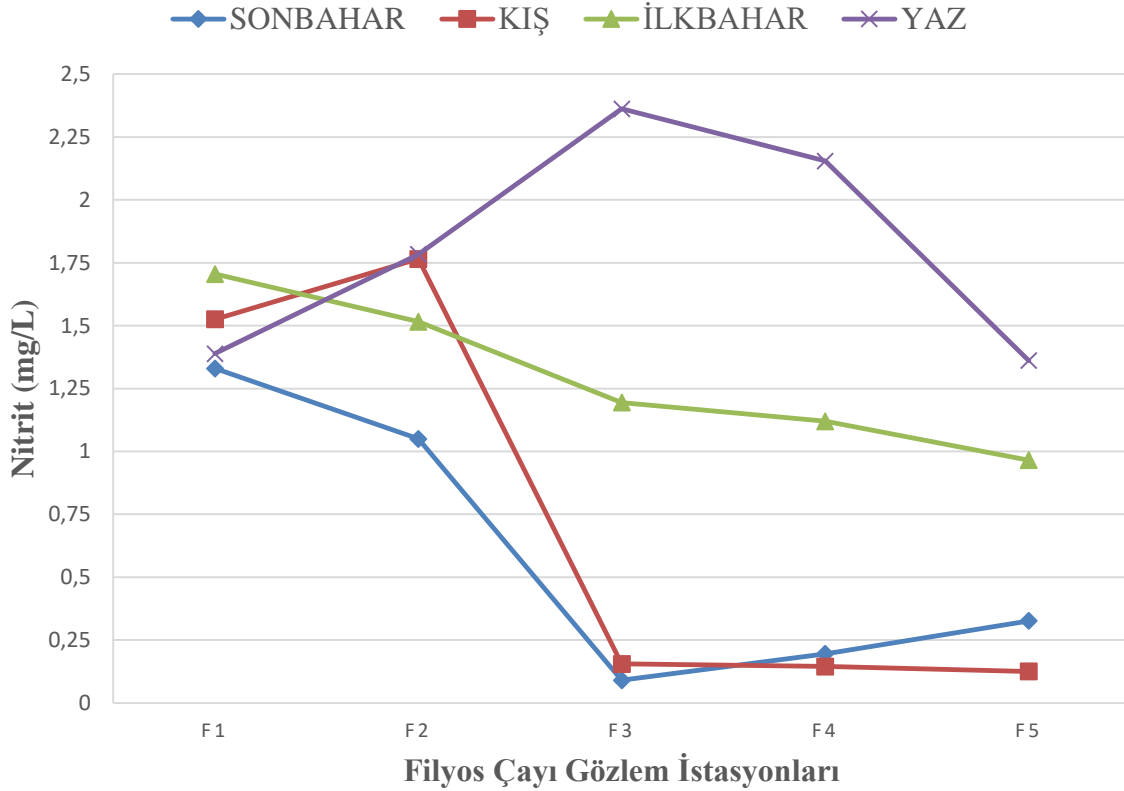
İstasyonlar	Sonbahar	Kış	İlkbahar	Yaz
F1	***	***	***	***
F2	***	**	***	**
F3	**	**	**	**
F4	***	**	**	**
F5	****	**	***	**

5.1.1.14 Nitrit'in (NO₂⁻) Filyos Çayı Boyunca Mevsimsel Değişimi

Doğal sudaki nitrit oluşumu suda mikrobiyolojik aktivite olduğunun göstergesidir. Beş gözlem istasyonunda da ölçülen nitrit değerleri mevsimsel olarak değişim gösterse de, ölçülen nitrit değerleri standartlara göre belli bir sınıf aralığında kalmıştır. Şekil 5.14'e göre, en düşük NO₂⁻ değeri sonbahar mevsiminde F3 istasyonunda ortalama 0,09 mg/L, en yüksek NO₂⁻ değeri ise yaz mevsiminde yine F3 istasyonunda ortalama 2,362 mg/L olarak gözlemlenmiştir. Grafikten elde edilen veriye göre, mevsimsel bazda yüksek NO₂⁻ değerleri yaz mevsiminde, düşük NO₂⁻ değerleri ise sonbahar mevsiminde gözlemlenmiştir.

SKKY'de, Filyos Çayı'nın IV. Sınıf su kalitesinde olduğu görülmektedir. İstasyon bazında bakıldığında tüm değerler IV. Sınıf için verilen 0,05 mg/L'den büyüktür.

F3, F4 ve F5 istasyonlarında, sonbahar ve kış mevsimi değerleri, TS 266'da Sınıf 1 ve Sınıf 2 Tip 1 için önerilen 0,10 mg/L değerine uygunluk göstermektedir. Diğer değerler ise Sınıf 2 Tip 2 için önerilen 0,50 mg/L değerinin üzerinde yer almaktadır.



Şekil 5.14 Nitrit'in (NO₂⁻) mevsimsel değişimi

Çizelge 5.16’da NO_2^- değerlerinin istasyon bazında mevsimsel değişimleri verilmiştir.

Çizelge 5.16 Nitrit (NO_2^-) değerlerinin Çizelge 2.4’e göre mevsimsel değerlendirilmesi

İstasyonlar	Sonbahar	Kış	İlkbahar	Yaz
F1	* * * *	* * * *	* * * *	* * * *
F2	* * * *	* * * *	* * * *	* * * *
F3	* * * *	* * * *	* * * *	* * * *
F4	* * * *	* * * *	* * * *	* * * *
F5	* * * *	* * * *	* * * *	* * * *

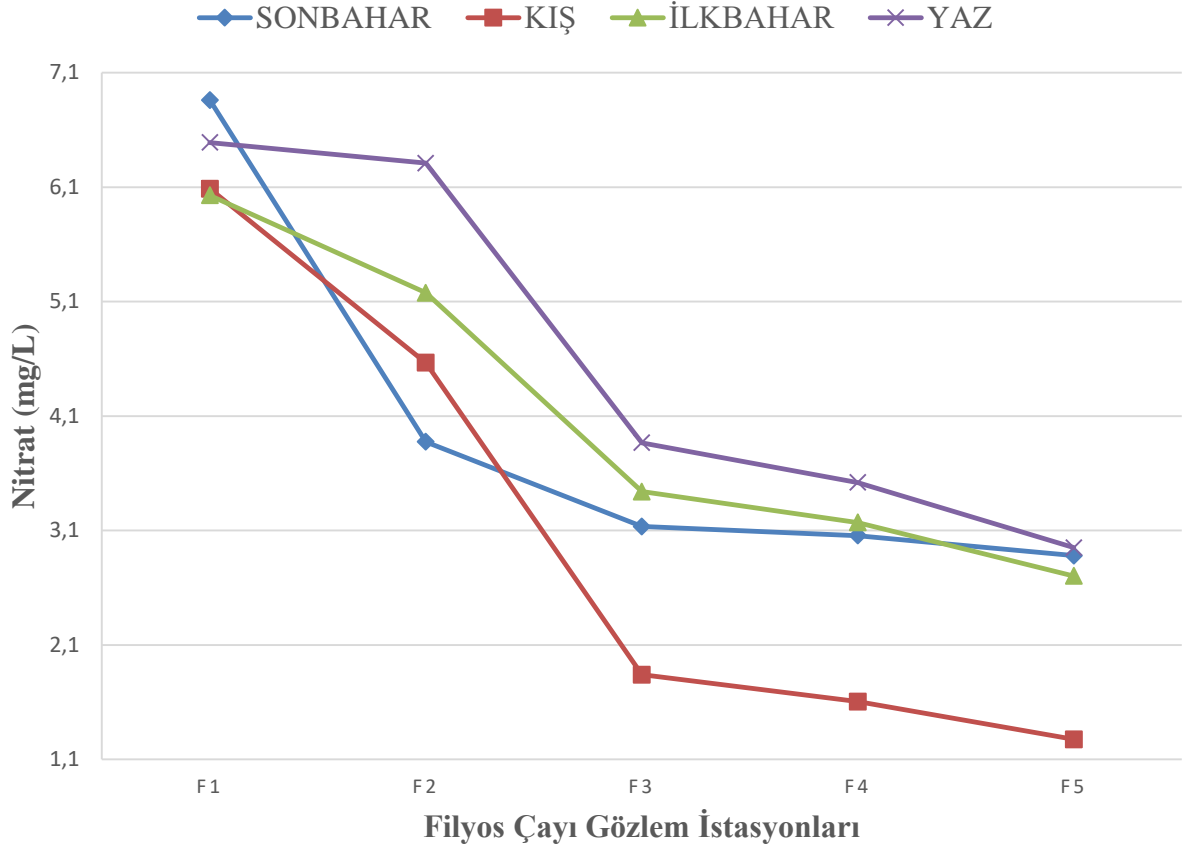
5.1.1.15 Nitrat’in (NO_3^-) Filyos Çayı Boyunca Mevsimsel Değişimi

Yerleşim merkezine yakın alanlarda oluşan insan ve hayvan atıklarının doğal kaynaklara sızmasıyla veya tarım alanlarında kullanılan gübrenin yağış nedeniyle nehirlere ulaşmasıyla ortamda nitrat oranı artar. Şekil 5.15’te F1 istasyonunda ölçülen değerlerin diğer istasyonlara göre daha yüksek çıkması, o noktada hayvancılığın yaygın olarak görülmesinden kaynaklı olduğu düşünülmektedir.

Filyos Çayı’nda elde edilen en düşük NO_3^- değerleri F5 istasyonunda, en yüksek NO_3^- değerleri ise F1 istasyonunda gözlemlenmiştir. NO_3^- konsantrasyonunun mevsimsel değişimi F3, F4 ve F5 istasyonlarında yaz > ilkbahar > sonbahar > kış şeklinde gerçekleşmiştir.

En düşük NO_3^- değeri kış mevsiminde F5 istasyonunda ortalama 1,275 mg/L, en yüksek NO_3^- değeri sonbahar mevsiminde F1 istasyonunda ortalama 6,86 mg/L olarak gözlemlenmiştir.

SKKY’ye göre, Filyos Çayı, I. Sınıf için müsaade edilen 5 mg/L değerinin altında kalmıştır. İstasyon bazında mevsimsel değişim Çizelge 5.17’de verilmiştir. TS 266’ya göre değerlendirildiğinde, Sınıf 1 ve Sınıf 2 Tip 1 için verilen 25 mg/L’lik değer oldukça altında kalmaktadır.



Şekil 5.15 Nitrat'ın (NO_3^-) mevsimsel değişimi

Çizelge 5.17 Nitrat (NO_3^-) değerlerinin Çizelge 2.4'e göre mevsimsel değerlendirilmesi

İstasyonlar	Sonbahar	Kış	İlkbahar	Yaz
F1	**	**	**	**
F2	*	*	**	**
F3	*	*	*	*
F4	*	*	*	*
F5	*	*	*	*

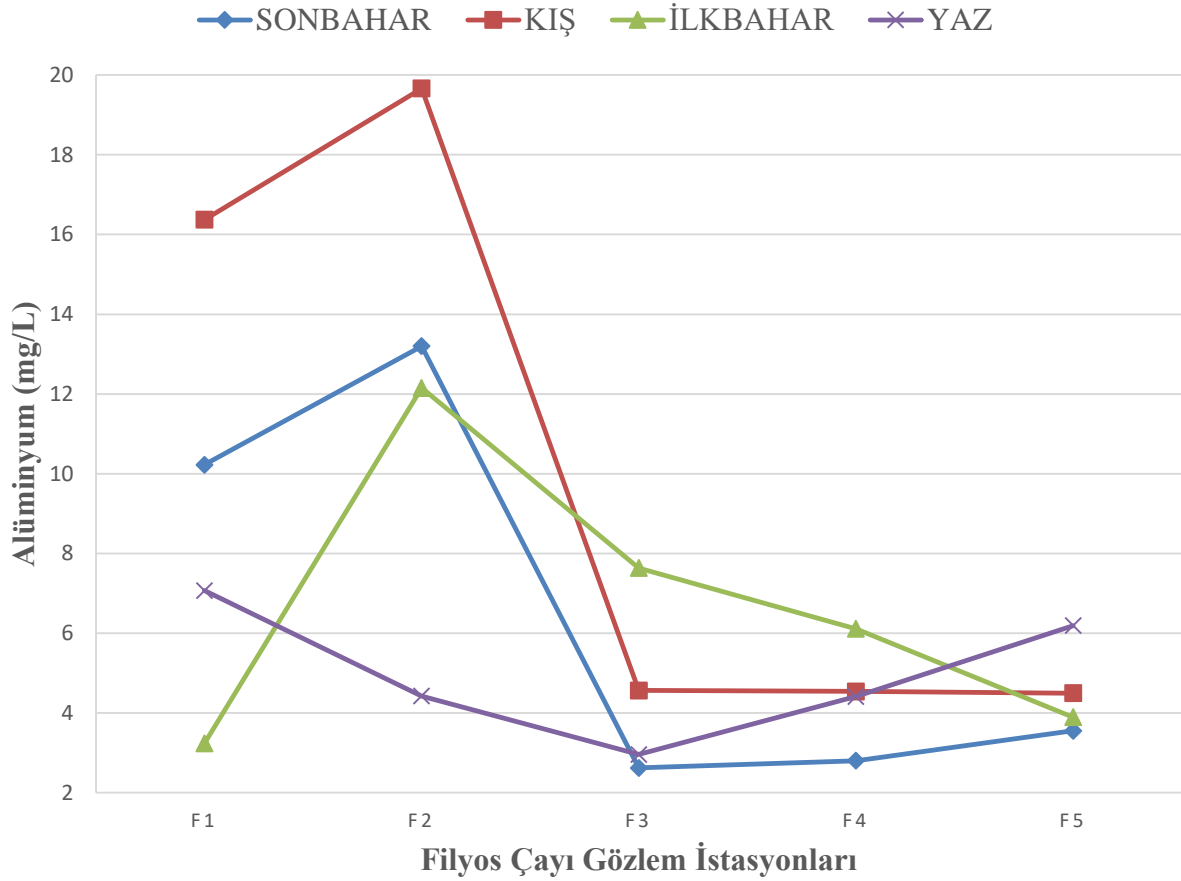
5.1.1.16 Alüminyum'un (Al^{+3}) Filyos Çayı Boyunca Mevsimsel Değişimi

Ağır metal olarak kabul edilen alüminyum bulunduğu doğal suda renk değişikliğine veya bulanıklılığa yol açar. F1 ve F2 istasyonlarında alüminyum değerlerinin mevsimsel olarak değişim aralıkları diğer istasyonlara göre daha büyüktür. Nehrin akış yönü düşünüldüğünde (F5 istasyonundan F1 istasyonuna doğru); nehrin denize karıştığı F1 istasyonunda nehir ile birlikte taşınan ağır metaller, bu noktada farklı yoğunluk nedeniyle birikerek, F1 istasyonunda ve bu

noktaya yakın F2 istasyonunda ölçülen değerlerin artmasına sebep olmakta, su debisinin artış gösterdiği mevsimlerde (sonbahar, ilkbahar ve kış) ağır metal oranı da yüksek çıkmaktadır.

Şekil 5.16’da, Filyos Çayı ortalama değerlerine göre en yüksek Al^{+3} değeri F2 istasyonunda kış mevsiminde görülmüştür. İstasyon bazında değerlendirme yapıldığında, en düşük Al^{+3} değeri ortalama 2,621 mg/L ile F3 istasyonunda sonbahar mevsiminde, en yüksek Al^{+3} değeri ise ortalama 19,665 mg/L değeri ile F2 istasyonunda kış mevsiminde gözlenmiştir.

SKKY’ye göre bir değerlendirme yapıldığında, Filyos Çayı’nın IV. Sınıf su kalitesine sahip olduğu, su kalitesinde istasyon bazında bir değişiklik olmadığı gözlenmiştir.



Şekil 5.16 Alüminyum’un (Al^{+3}) mevsimsel değişimi

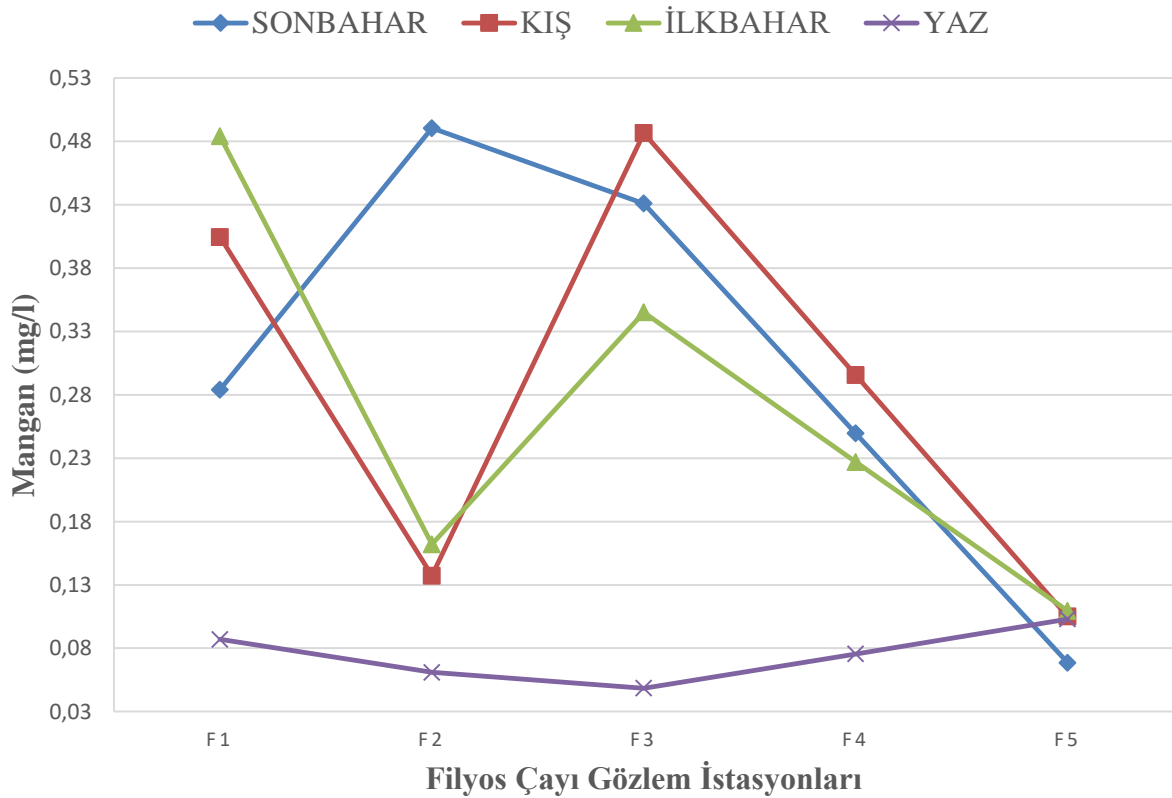
Çizelge 5.18’de istasyon bazında Al^{+3} konsantrasyonunun mevsimsel değişimi verilmiştir. TS 266’da Sınıf 2 Tip 2 için verilen 0,200 mg/L’lik Al^{+3} konsantrasyonu için uyumludur.

Çizelge 5.18 Alüminyum'un (Al^{+3}) değerlerinin Çizelge 2.4'e göre mevsimsel değerlendirilmesi

İstasyonlar	Sonbahar	Kış	İlkbahar	Yaz
F1	* * * *	* * * *	* * * *	* * * *
F2	* * * *	* * * *	* * * *	* * * *
F3	* * * *	* * * *	* * * *	* * * *
F4	* * * *	* * * *	* * * *	* * * *
F5	* * * *	* * * *	* * * *	* * * *

5.1.1.17 Mangan'ın (Mn^{+2}) Filyos Çayı Boyunca Mevsimsel Değişimi

Mangan da alüminyum ve demir gibi sulara ölçümü yapılabilen ağır metallere aittir. Yüzeysel ve yeraltı sularında bulunabilir. Demir oranı fazla olan sulara rastlanır ve bulanıklığa sebep olur. Çevresel etkilerle (yağış, kar erimesi, erozyon v.b.) ağır metal olan mangan oranının ölçüm yapılan bölgede artmakta olduğu gözlenmiştir. Bir başka çıkarım da yağışın az olduğu yaz mevsiminde mangan oranındaki değişim çok küçük değerlerdedir.



Şekil 5.17 Mangan'ın (Mn^{+2}) mevsimsel değişimi

Şekil 5.17'ye göre, en düşük Mn^{+2} değerlerine yaz mevsimi boyunca rastlanmıştır. İstasyon bazında en yüksek değer sonbahar mevsiminde ortalama 0,4905 mg/L değeri ile F2 istasyonunda gözlenmiştir. En düşük değer ise F3 istasyonunda yaz mevsiminde ortalama 0,0485 mg/L değerini almıştır.

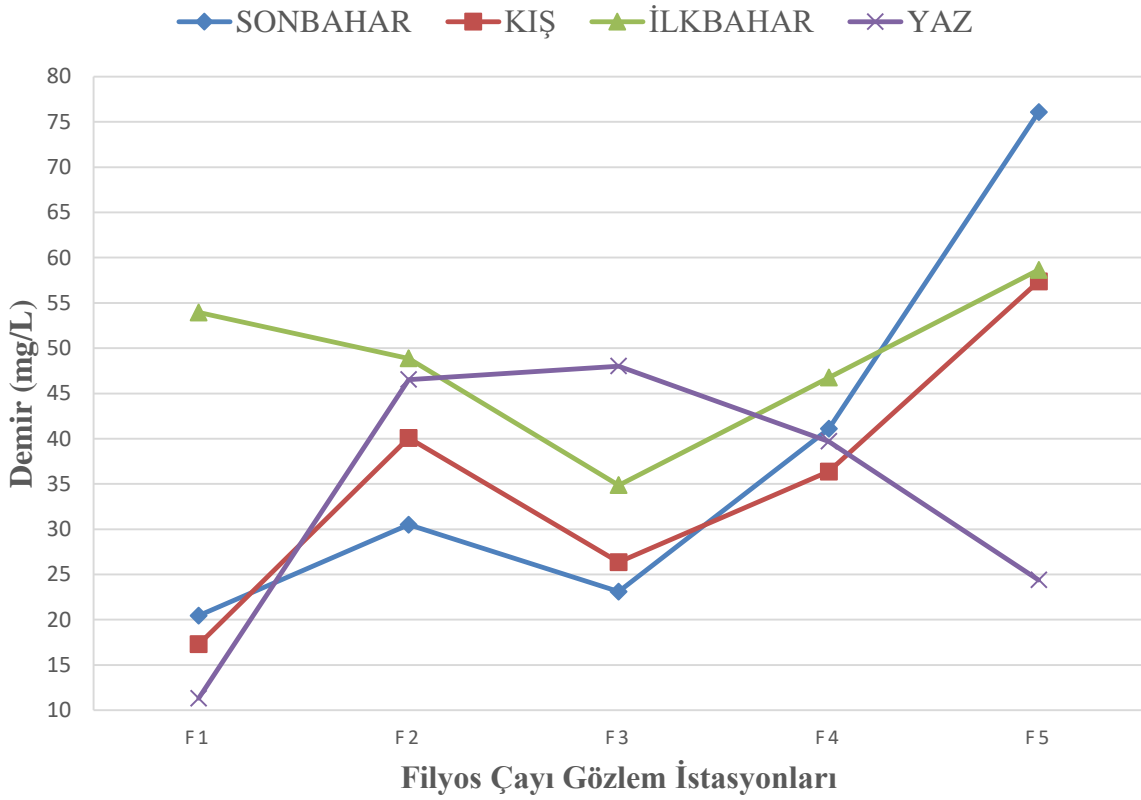
SKKY'ye göre, Filyos Çayı su kalite sınıfında (yaz mevsimi hariç) bir değişiklik söz konusu değildir. II. Sınıf su kalitesine sahiptir. Çizelge 5.19'da istasyon bazında su kalitesinin mevsimsel değişimleri verilmiştir. TS 266'ya göre, Filyos Çayı, Sınıf 2 Tip 2 için müsaade edilen 0,050 mg/L'lik su kalite sınıfına girmektedir.

Çizelge 5.19 Mangân'ın (Mn^{+2}) değerlerinin Çizelge 2.4'e göre mevsimsel değerlendirilmesi

İstasyonlar	Sonbahar	Kış	İlkbahar	Yaz
F1	* *	* *	* *	*
F2	* *	* *	* *	*
F3	* *	* *	* *	*
F4	* *	* *	* *	*
F5	*	*	*	*

5.1.1.18 Demir (Fe^{+3}) Filyos Çayı Boyunca Mevsimsel Değişimi

Doğal sular da 0.5-50 mg/L arasında bulunur. Oksijen ile bileşik oluşturarak su da pas halinde bulanıklığa neden olur. Su seviyesinin arttığı mevsimlerde sudaki oranı azalmış, su seviyesinin azaldığı mevsimlerde ise arttığı gözlenmiştir. Şekil 5.18'e göre, istasyon bazında, Fe^{+3} konsantrasyonunun mevsimsel değişimi, en yüksek değer ile sonbahar mevsiminde F5 istasyonunda ortalama 76,08 mg/L, en düşük değer ile F1 istasyonunda 11,3185 mg/L olarak yaz mevsiminde belirlenmiştir. SKKY'ye göre sınıflandırma yapılacak olursa, Filyos Çayı, genel olarak IV. sınıf için müsaade edilen > 5 mg/L'dir.



Şekil 5.18 Demir'in (Fe³⁺) mevsimsel değişimi

Çizelge 5.20'de istasyon bazında Fe³⁺ değerlerinin mevsimsel değişimi verilmektedir.

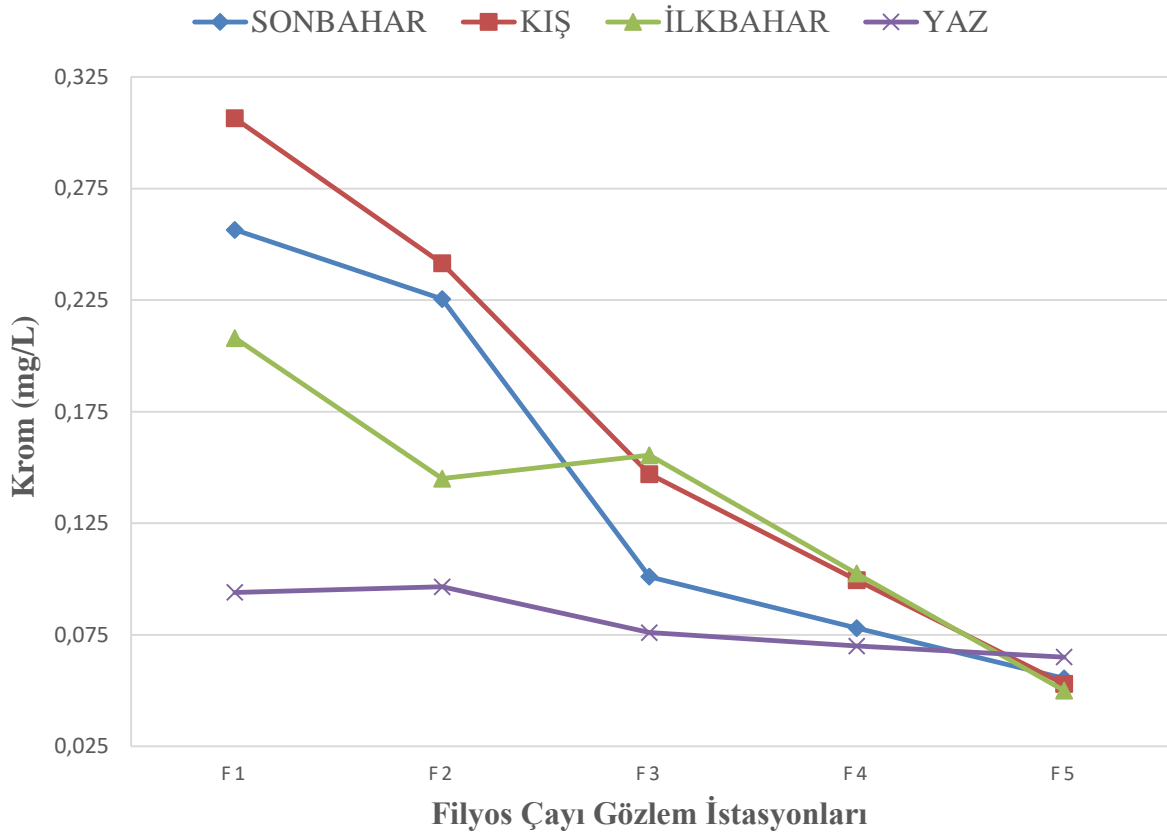
Çizelge 5.20 Demir'in (Fe³⁺) değerlerinin Çizelge 2.4'e göre mevsimsel değerlendirilmesi

İstasyonlar	Sonbahar	Kış	İlkbahar	Yaz
F1	* * * *	* * * *	* * * *	* * * *
F2	* * * *	* * * *	* * * *	* * * *
F3	* * * *	* * * *	* * * *	* * * *
F4	* * * *	* * * *	* * * *	* * * *
F5	* * * *	* * * *	* * * *	* * * *

5.1.1.19 Krom (Cr³⁺) Filyos Çayı Boyunca Mevsimsel Değişimi

Krom doğal sularda endüstrinin bulunduğu yerlerde veya doğal bitkilerin erozyonu ile akarsulara karışır. Çalışma bölgesinde de F2 ve F3 istasyonları arasında kağıt fabrikası bulunmaktadır. Bu fabrikadan deşarj olan atık sulardan Filyos Çayı'na krom ağır metali karışmaktadır. Dolayısıyla, F2 ve F3 istasyonlarında göreceli olarak bu oranlar yüksek

çıkılmaktadır. Nehrin denize karıştığı F1 istasyonunda ise oluşan birikme nedeniyle bu değerler en yüksek düzeye ulaşmıştır. Şekil 5.19'a göre, Cr⁺³ konsantrasyon değerlerinin mevsimsel değişimi, yaz mevsiminde en düşük, kış mevsiminde ise en yüksek değeri aldığı gözlenmiştir. F1 ve F2 istasyonları için Cr⁺³ konsantrasyonu yaz < ilkbahar < sonbahar < kış şeklinde iken, F3, F4 ve F5 istasyonlarında bu sıralama, yaz < sonbahar < kış < ilkbahar şeklindedir. Mevsim bazında, en düşük değerler F5 istasyonunda ilkbahar mevsiminde ortalama 0,05 mg/L, kış mevsiminde ortalama 0,053 mg/L, sonbahar mevsiminde ortalama 0,0555 mg/L ve yaz mevsiminde ortalama 0,065 mg/L değerlerini alırken, en yüksek değerler ise F1 istasyonunda kış mevsiminde ortalama 0,3065 mg/L, sonbahar mevsiminde ortalama 0,2565 mg/L, ilkbahar mevsiminde 0,208 mg/L ve yaz mevsiminde 0,094 mg/L değerlerini almıştır.



Şekil 5.19 Krom (Cr⁺³) mevsimsel değişimi

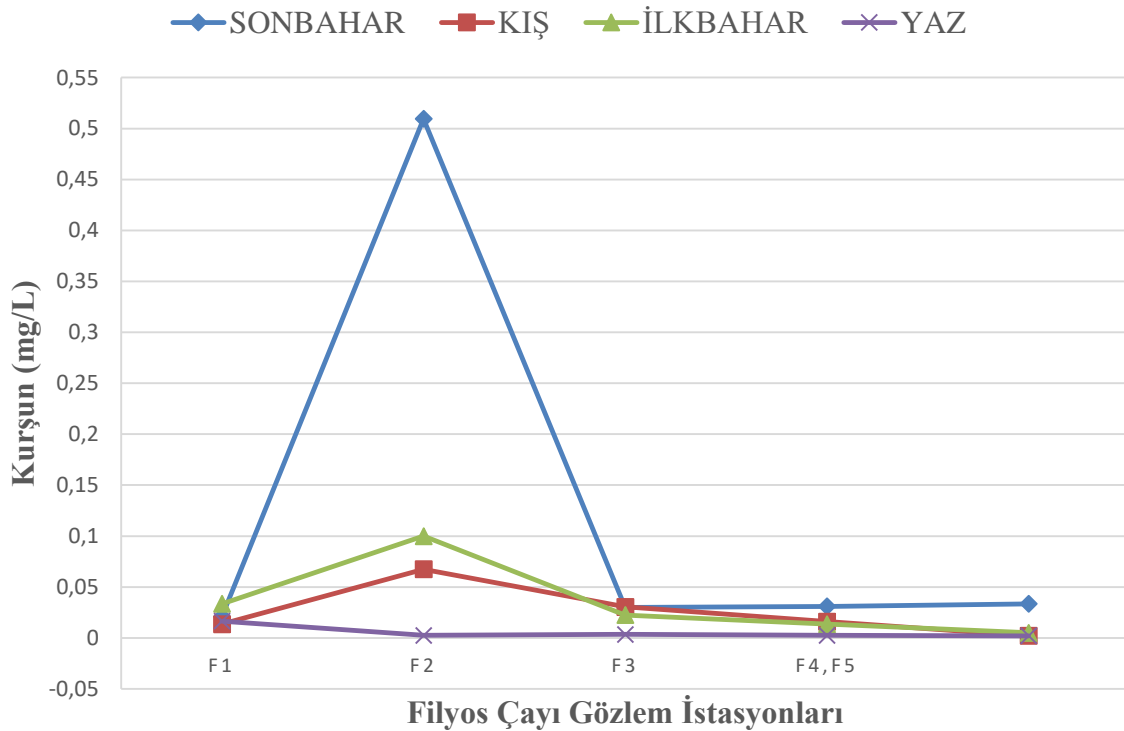
SKKY'ye göre değerlendirme yapıldığında, genel olarak Filyos Çayı ortalama değerleri yönetmelikte verilen III. Sınıf kalite kriterinin altında kaldığı gözlemlenmiştir. Çizelge 5.21'de istasyonların mevsimsel değişimleri verilmiştir.

Çizelge 5.21 Krom (Cr^{+3}) değerlerinin Çizelge 2.4'e göre mevsimsel değişimi

İstasyonlar	Sonbahar	Kış	İlkbahar	Yaz
F1	* * * *	* * * *	* * *	* * *
F2	* * * *	* * * *	* * *	* * *
F3	* * *	* * *	* * *	* * *
F4	* * *	* * *	* * *	* * *
F5	* * *	* * *	* * *	* * *

5.1.1.20 Kurşun (Pb^{+4}) Filyos Çayı Boyunca Mevsimsel Değişimi

Ağır metallere olan kurşun, endüstriyel atıklarla doğal sulara karışır. Suda oksijen ve nitrat miktarı fazla ise kurşunun miktarı da artar. Yeraltı ve yerüstü sularda ortalama 0,01 mg/L oranında bulunabilir. Elde edilen grafiğe göre, ölçüm yapılan istasyonlarda kurşun oranının çevresel etkilerle arttığı gözlenmiştir. Özellikle F2 ve F3 istasyonları arasındaki sanayi tesislerinden toprağa karışan kurşun, yağışın etkili olduğu mevsimlerde nehre karışmakta ve gözlenen su kalitesini değiştirmektedir.



Şekil 5.20 Kurşun (Pb^{+4}) mevsimsel değişimi

Şekil 5.20'ye göre, Pb^{+4} ölçüm değerlerinin mevsimsel değişimi, yaz mevsiminde en düşük, sonbahar mevsiminde ise en yüksek değeri aldığı gözlenmiştir. İstasyon bazında en yüksek ve

en düşük değer sırasıyla sonbahar mevsiminde ortalama 0,5095 mg/L, yaz mevsiminde ortalama 0,0025 mg/L ile F2 istasyonuna aittir.

SKKY'ye göre değerlendirme yapıldığında, Filyos ayı II. Sınıf su kalite sınıfına uygun olduğu gözlenmiştir. Çizelge 5.22'de istasyonların mevsimsel değişimleri verilmiştir.

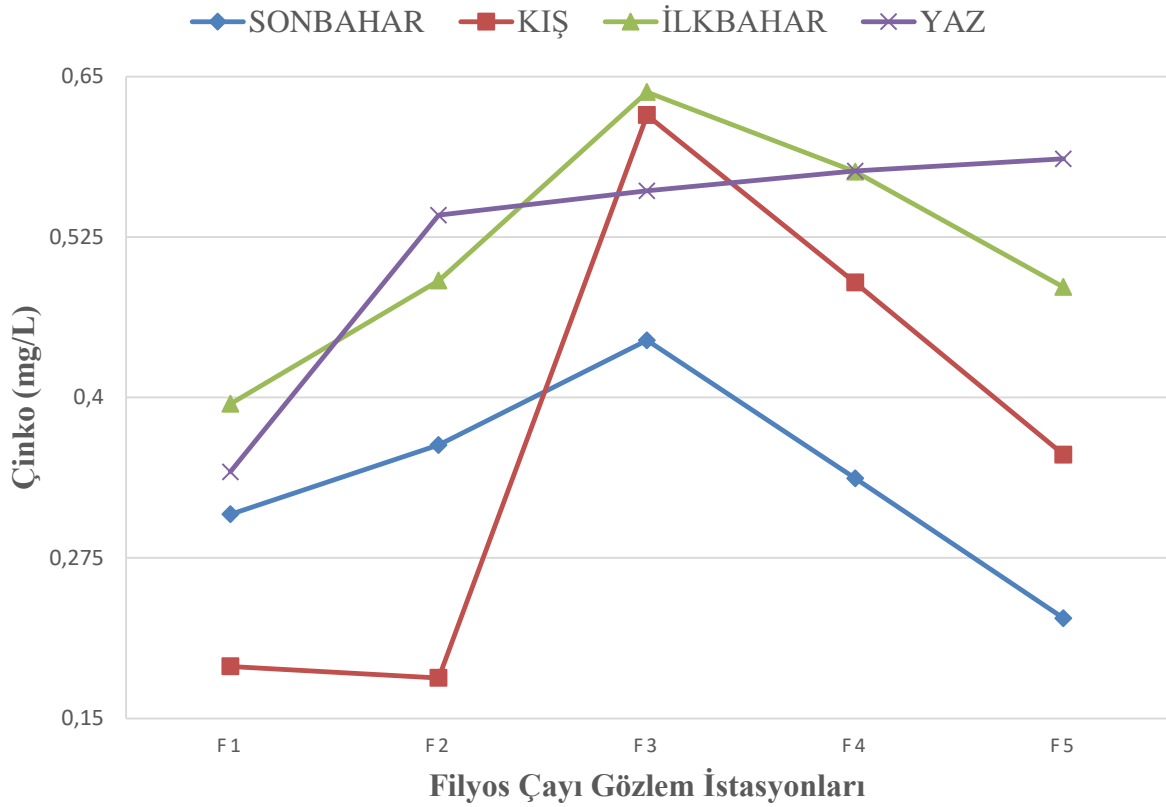
Çizelge 5.22 Kurşun (Pb^{+4}) değerlerinin izelge 2.4'e göre mevsimsel değişimi

İstasyonlar	Sonbahar	Kış	İlkbahar	Yaz
F1	**	**	***	**
F2	***	****	****	*
F3	***	**	**	*
F4	***	**	**	*
F5	**	*	*	*

5.1.1.21 Çinko (Zn^{+2}) Filyos ayı Boyunca Mevsimsel Değişimi

Elde edilen sonuçlarla oluşan grafiğe göre Filyos ayı'nda çinko oranı değişimi çevresel etkilerle ve lokasyonla çok fazla değişim göstermemiştir (şekil 5.21). Çevresel etkiler ile değişmemesinin en büyük göstergesi sonbaharda yağışın artmasına ragmen su kalitesinin ölçülen hiçbir istasyonda değişim göstermemesidir.

şekil 5.21'e göre, en düşük Zn^{+2} değeri kış mevsiminde F2 istasyonunda ortalama 0,1815 mg/L iken, en yüksek değer ilkbahar mevsiminde F3 istasyonunda 0,638 mg/L olarak gözlenmiştir.



Şekil 5.21 Çinko (Zn^{+2}) mevsimsel değişimi

SKKY'ye göre, Filyos Çayı değerleri, yönetmelikte verilen II. Sınıf su kalite kriterine uygunluk göstermektedir. Çizelge 5.23'de istasyon bazında mevsimsel değişimler verilmiştir.

Çizelge 5.23 Çinko (Zn^{+2}) değerlerinin Çizelge 2.4'e göre mevsimsel değişimi

İstasyonlar	Sonbahar	Kış	İlkbahar	Yaz
F1	**	*	**	**
F2	**	*	***	***
F3	**	***	***	***
F4	**	**	**	***
F5	**	**	**	***

5.2 YAPAY SINIR AĞI MODEL SONUÇLARI

Sudaki bulanıklık parametresinin tahmini için kullanılan YSA analiz yöntemi ÇKA modelinde; girdi katmanı, ara katmanlar ve çıktı katmanı mevcuttur. Analizlerde ilk aşamada, krom, KOİ, demir, alüminyum, askıda katı madde, mangan, çinko, kurşun ve kalsiyum parametreleri girdi,

bulanıklık ise çıktı parametresi olarak kullanılmıştır (Çizelge 5.24). Modeller iki senaryo şekilde oluşturulmuştur. Birinci senaryo, analizi gerçekleştirilen seçilmiş parametreler sisteme tek tek girdi halinde sunulmuş, bulanıklık parametresini en iyi tahmin eden parametre belirlenmiştir. Daha sonra bu parametreye her defasında en iyi diğer parametre ilave edilerek oluşturulan modeller ile havza bazında bulanıklık parametresine en çok etkileyen model belirlenmiştir (Çizelge 5.34). İkinci senaryo, analizi gerçekleştirilen seçilmiş parametreler her bir istasyon için sisteme tek tek girdi halinde sunulurken bulanıklık parametresini en iyi tahmin eden parametre belirlenmiştir. Daha sonra bu parametreye her defasında en iyi diğer parametre ilave edilerek oluşturulan modeller ile bulanıklık parametresine en çok etkileyen model belirlenmiştir. İki senaryo için de model sonuçları, ayrı ayrı tablolaştırılıp, en iyi test performansına sahip topoloji grafikleştirilmiştir.

Çizelge 5.24 Farklı girdi katmanları için oluşturulan modeller

Model No	Giriş Katmanı Değişkenleri	Çıktı Katmanı
1	Cr	Bulanıklık
2	KOI	Bulanıklık
3	Fe	Bulanıklık
4	Al	Bulanıklık
5	AKM	Bulanıklık
6	Mn	Bulanıklık
7	Zn	Bulanıklık
8	Pb	Bulanıklık
9	Ca	Bulanıklık

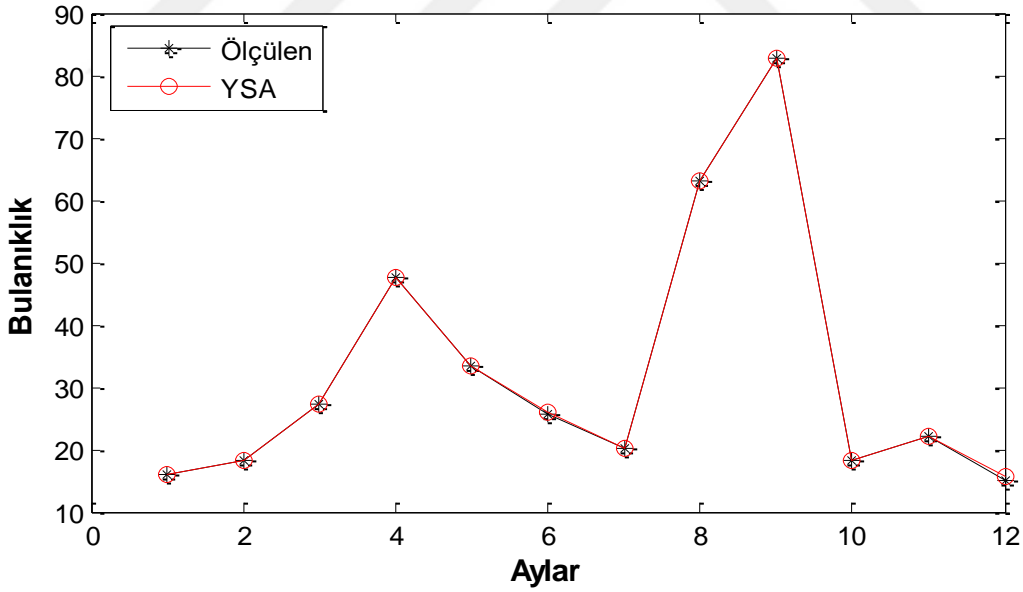
5.2.1 Filyos Nehri'nde Havza Bazında Elde Edilen YSA Sonuçları

Filyos nehrinde ölçülen Cr parametresinin yıl boyunca bulanıklık parametresinin tahminine etkisi analiz edilmiştir. İlk aşamada YSA gizli katman nöron sayısını belirlemek için YSA topoloji analizi gerçekleştirilmiştir. En iyi YSA performansını elde etmek için farklı gizli katman nöron sayıları kullanılarak MSE (Mean Square Error)(ortalama karesel hata) ve R^2 değerleri analiz edilmiştir. Elde edilen bulgulara göre 8 gizli katman nöron sayısına sahip YSA topolojisinin en iyi test performansına sahip olduğu gözlemlenmiştir (Çizelge 5.25).

Çizelge 5.25 Filyos Nehri Cr parametresi için topoloji analizi

No	Gizli Katman Nöron Sayısı	R ²	MSE
1	3	0.9675	0,0018
2	4	0.9663	0,0021
3	6	0.9764	0,0014
4	8	0.9999	6,6612.10 ⁻⁶
5	10	0.9420	0,0024

1 giriş, 8 gizli katman nöronlu ve 1 çıkış nöronuna sahip YSA topolojisinin (1-8-1) bulanıklık tahmini için gerçek değer performansı test edilmiş ve elde edilen 12 aylık tahmin sonuçları Şekil 5.22’de sunulmuştur. Tasarlanan YSA modeli, %99.99 başarı oranı ile yüksek bir performans sergilemiş ve yüksek korelasyon değeri ile doğru bir şekilde bulanıklığı tespit etmiştir (Şekil 5.22). Elde edilen sonuçlara göre; ölçülen ve tahmin edilen değerler arasında uyum söz konusudur.



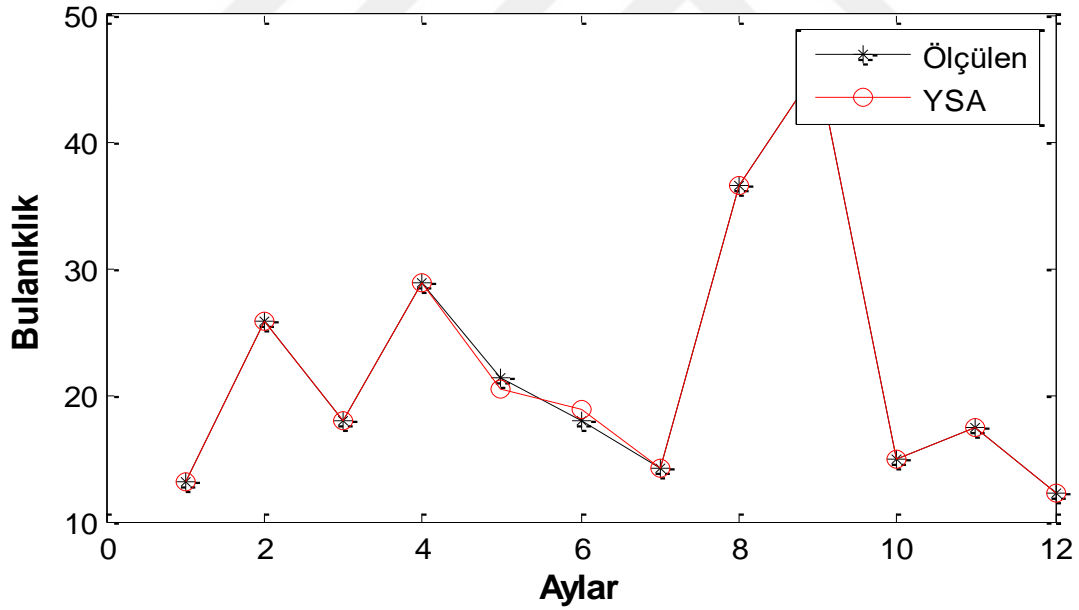
Şekil 5.22 Filyos Nehri Cr parametresi için YSA performansı

Filyos nehrinde ölçülen KOİ parametresinin yıl boyunca bulanıklık parametresinin tahminine etkisi analiz edilmiştir. Elde edilen bulgulara göre 10 gizli katman nöron sayısına sahip YSA topolojisinin en iyi test performansı; MSE=0.000584 ve R²=0.9987 değerlerde elde edilmiştir (Çizelge 5.26).

Çizelge 5.26 Filyos Nehri KOİ parametresi için topoloji analizi

No	Gizli Katman Nöron Sayısı	R ²	MSE
1	3	0.9593	0.0019
2	4	0.9234	0.0036
3	6	0.9694	0.0014
4	8	0.9789	0.000985
5	10	0.9987	0.000584

1 giriş, 10 gizli katman nöronlu ve 1 çıkış nöronuna sahip YSA topolojisinin (1-10-1) bulanıklık tahmini için gerçek değer performansı test edilmiş ve elde edilen 12 aylık tahmin sonuçları Şekil 5.23'te sunulmuştur. Tasarlanan YSA modeli, %97.29 başarı oranı ile yüksek bir performans sergilemiş ve yüksek korelasyon değer ile doğru bir şekilde bulanıklığı tespit etmiştir (Şekil 5.23). Elde edilen sonuçlara göre; ölçülen ve tahmin edilen değerler arasında uyum söz konusudur.



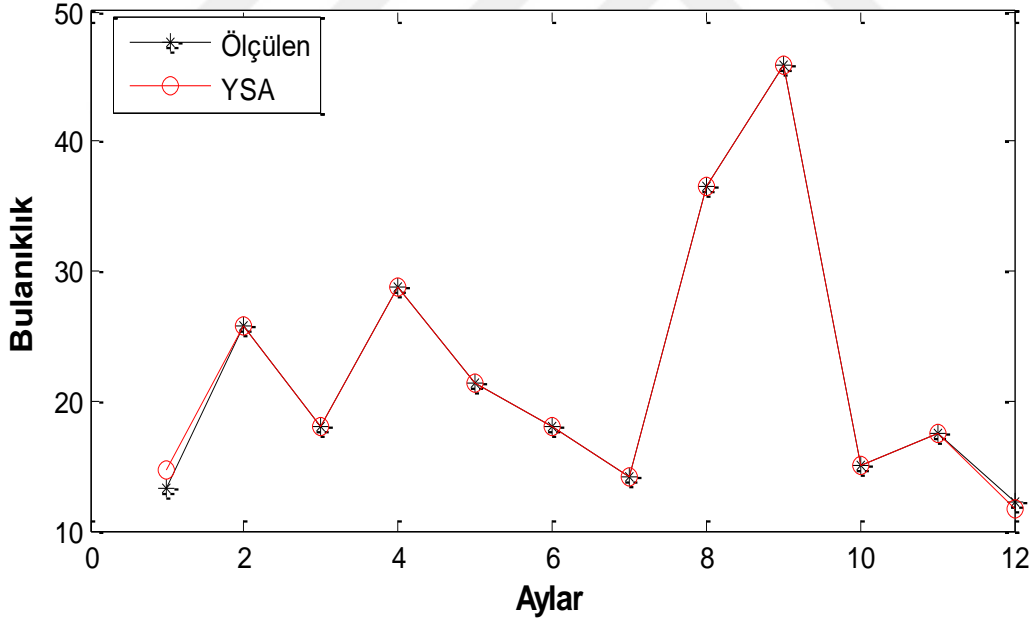
Şekil 5.23 Filyos Nehri KOİ parametresi için YSA performansı

Filyos nehrinde ölçülen Fe parametresinin yıl boyunca bulanıklık parametresinin tahminine etkisi analiz edilmiştir. Elde edilen bulgulara göre 8 gizli katman nöron sayısına sahip YSA topolojisinin en iyi test performansı; MSE=0.00093 ve R²=0.9980 değerlerde elde edilmiştir (Çizelge 5.27).

Çizelge 5.27 Filyos Nehri Fe parametresi için topoloji analizi

No	Gizli Katman Nöron Sayısı	R ²	MSE
1	3	0.9509	0.0024
2	4	0.9514	0.0023
3	6	0.9791	0.00098
4	8	0.9980	0.00093
5	10	0.9260	0.0042

1 giriş, 8 gizli katman nöronlu ve 1 çıkış nöronuna sahip YSA topolojisinin (1-8-1) bulanıklık tahmini için gerçek değer performansı test edilmiş ve elde edilen 12 aylık tahmin sonuçları Şekil 5.24'te sunulmuştur. Tasarlanan YSA modeli, %99.80 başarı oranı ile yüksek bir performans sergilemiş ve yüksek korelasyon değeri ile doğru bir şekilde bulanıklığı tespit etmiştir (Şekil 5.24). Elde edilen sonuçlara göre; ölçülen ve tahmin edilen değerler arasında uyum söz konusudur.



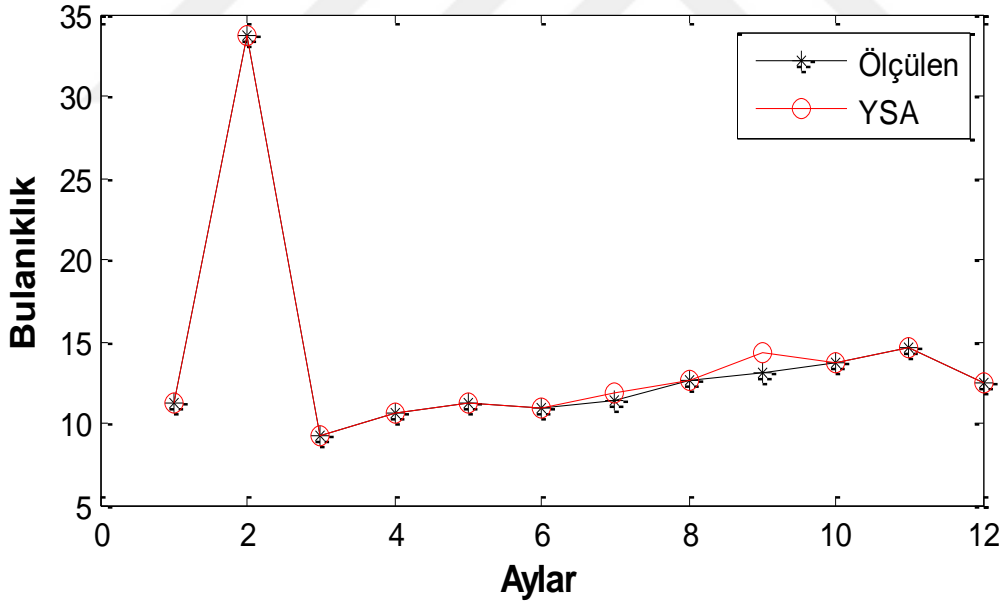
Şekil 5.24 Filyos Nehri Fe parametresi için YSA performansı

Filyos nehrinde ölçülen Al parametresinin yıl boyunca bulanıklık parametresinin tahminine etkisi analiz edilmiştir. Elde edilen bulgulara göre 6 gizli katman nöron sayısına sahip YSA topolojisinin en iyi test performansı; MSE=0.0001 ve R²=0.9963 değerlerinde elde edilmiştir (Çizelge 5.28).

Çizelge 5.28 Filyos Nehri Al parametresi için topoloji analizi

No	Gizli Katman Nöron Sayısı	R ²	MSE
1	3	0.9794	0.0007
2	4	0.9473	0.0018
3	6	0.9963	0.0001
4	8	0.9642	0.0012
5	10	0.9642	0.0012

1 giriş, 6 gizli katman nöronlu ve 1 çıkış nöronuna sahip YSA topolojisinin (1-6-1) bulanıklık tahmini için gerçek değer performansı test edilmiş ve elde edilen 12 aylık tahmin sonuçları Şekil 5.25'te sunulmuştur. Tasarlanan YSA modeli, %96.63 başarı oranı ile yüksek bir performans sergilemiş ve yüksek korelasyon değeri ile doğru bir şekilde bulanıklığı tespit etmiştir (Şekil 5.25). Elde edilen sonuçlara göre; ölçülen ve tahmin edilen değerlerin uyumlu olduğu gözlemlenmiştir.



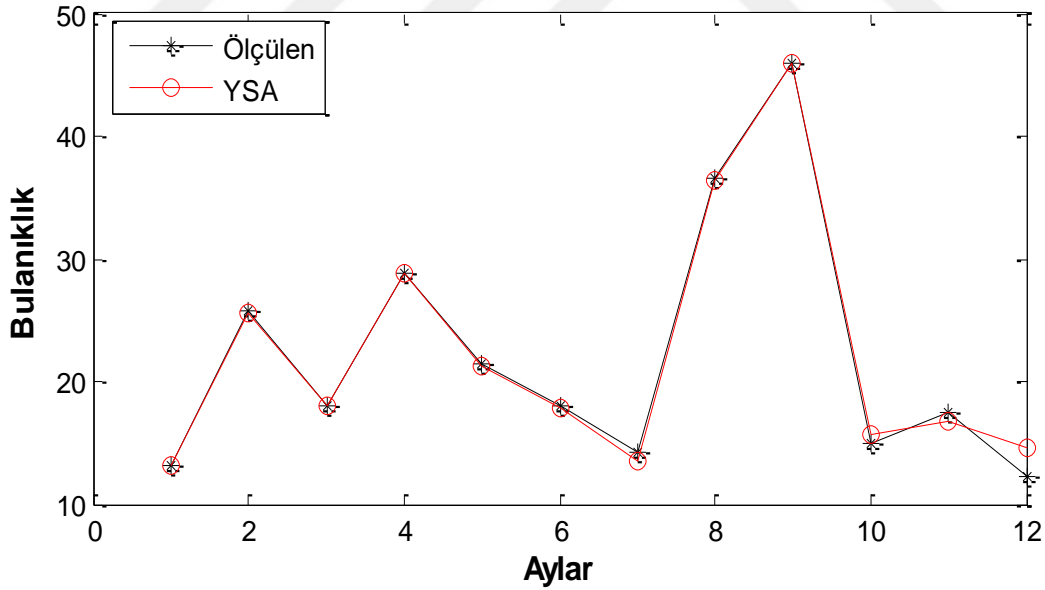
Şekil 5.25 Filyos Nehri Al parametresi için YSA performansı

Filyos nehrinde ölçülen AKM parametresinin yıl boyunca bulanıklık parametresinin tahminine etkisi analiz edilmiştir. Elde edilen bulgulara göre 10 gizli katman nöron sayısına sahip YSA topolojisinin en iyi test performansı; MSE=0.00026 ve R²=0.9944 değerlerde elde edilmiştir (Çizelge 5.29).

Çizelge 5.29 Filyos Nehri AKM parametresi için topoloji analizi

No	Gizli Katman Nöron Sayısı	R ²	MSE
1	3	0.9663	0.0016
2	4	0.9508	0.0023
3	6	0.9345	0.0031
4	8	0.9517	0.0021
5	10	0.9944	0.00026

1 giriş, 10 gizli katman nöronlu ve 1 çıkış nöronuna sahip YSA topolojisinin (1-10-1) bulanıklık tahmini için gerçek değer performansı test edilmiş ve elde edilen 12 aylık tahmin sonuçları Şekil 5.26'da sunulmuştur. Tasarlanan YSA modeli, %99.44 başarı oranı ile yüksek bir performans sergilemiş ve yüksek korelasyon değer ile doğru bir şekilde bulanıklığı tespit etmiştir (Şekil 5.26). Elde edilen sonuçlara göre; ölçülen ve tahmin edilen değerler arasında uyum söz konusudur.



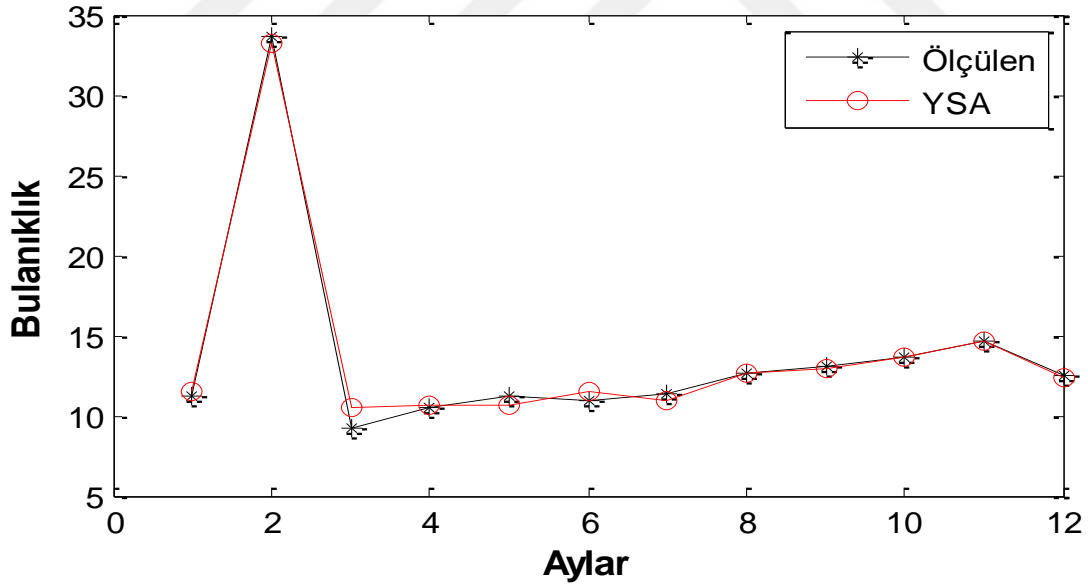
Şekil 5.26 Filyos Nehri AKM parametresi için YSA performansı

Filyos nehrinde ölçülen Mn parametresinin yıl boyunca bulanıklık parametresinin tahminine etkisi analiz edilmiştir. Elde edilen bulgulara göre 3 gizli katman nöron sayısına sahip YSA topolojisinin en iyi test performansı; MSE=0.0002 ve R²=0.9938 değerlerde elde edilmiştir (Çizelge 5.30).

Çizelge 5.30 Filyos Nehri Mn parametresi için topoloji analizi

No	Gizli Katman Nöron Sayısı	R ²	MSE
1	3	0.9938	0.0002
2	4	0.9486	0.0017
3	6	0.9765	0.00079
4	8	0.9600	0.0013
5	10	0.9832	0.00057

1 giriş, 3 gizli katman nöronlu ve 1 çıkış nöronuna sahip YSA topolojisinin (1-3-1) bulanıklık tahmini için gerçek değer performansı test edilmiş ve elde edilen 12 aylık tahmin sonuçları Şekil 5.27’de sunulmuştur. Tasarlanan YSA modeli, %99.38 başarı oranı ile yüksek bir performans sergilemiş ve yüksek korelasyon değeri ile doğru bir şekilde bulanıklığı tespit etmiştir (Şekil 5.27). Elde edilen sonuçlara göre; ölçülen ve tahmin edilen değerlerin uyumlu olduğu gözlemlenmiştir.



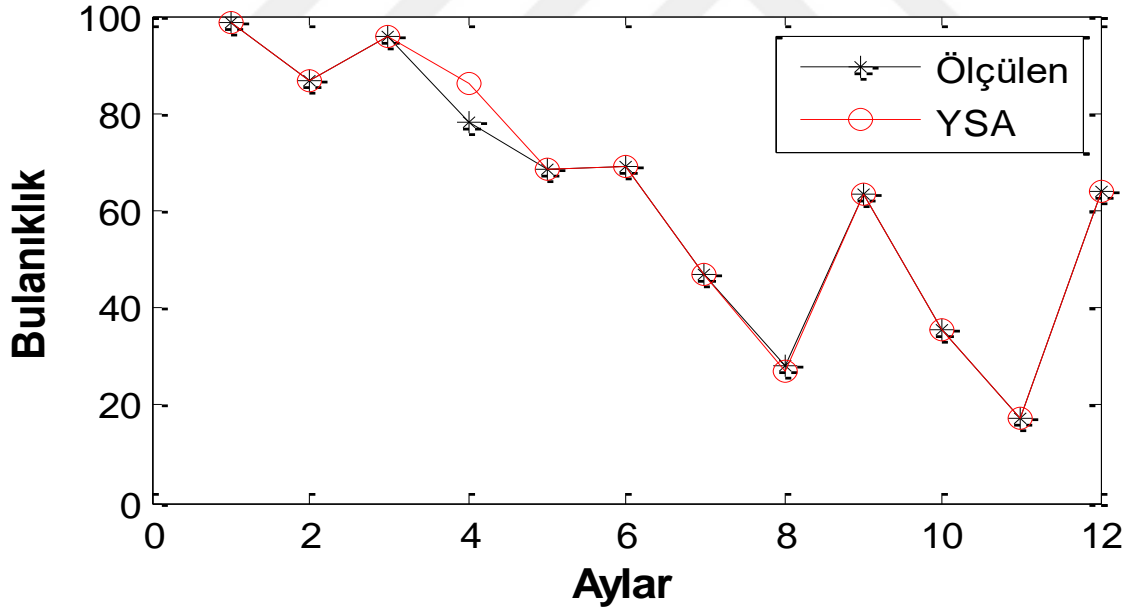
Şekil 5.27 Filyos Nehri Mn parametresi için YSA performansı

Filyos nehrinde ölçülen Zn parametresinin yıl boyunca bulanıklık parametresinin tahminine etkisi analiz edilmiştir. Elde edilen bulgulara göre 6 gizli katman nöron sayısına sahip YSA topolojisinin en iyi test performansı; MSE=0.0006 ve R²=0,9900 değerlerde elde edilmiştir (Çizelge 5.31).

Çizelge 5.31 Filyos Nehri Zn parametresi için topoloji analizi

No	Gizli Katman Nöron Sayısı	R ²	MSE
1	3	0.9667	0.0021
2	4	0.9264	0.0047
3	6	0.9900	0.0006
4	8	0.9030	0.0062
5	10	0.9921	0.0005

1 giriş, 6 gizli katman nöronlu ve 1 çıkış nöronuna sahip YSA topolojisinin (1-6-1) bulanıklık tahmini için gerçek değer performansı test edilmiş ve elde edilen 12 aylık tahmin sonuçları Şekil 5.28’de sunulmuştur. Tasarlanan YSA modeli, %99 başarı oranı ile yüksek bir performans sergilemiş ve yüksek korelasyon değer ile doğru bir şekilde bulanıklığı tespit etmiştir (Şekil 5.28). Elde edilen sonuçlara göre; ölçülen ve tahmin edilen değerler arasında uyum söz konusudur.



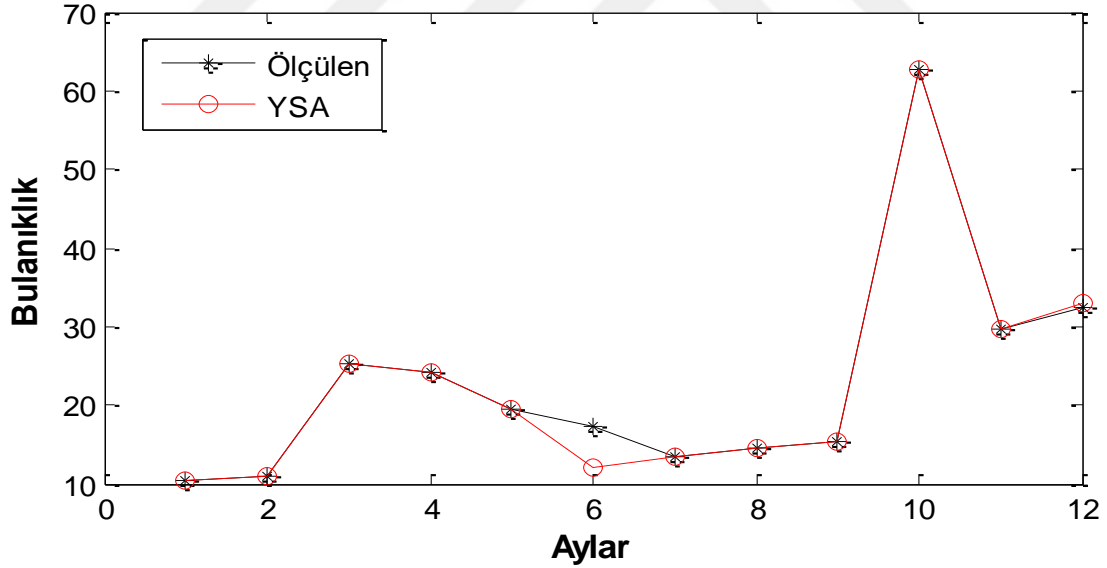
Şekil 5.28 Filyos Nehri Zn parametresi için YSA performansı

Filyos nehrinde ölçülen Pb parametresinin yıl boyunca bulanıklık parametresinin tahminine etkisi analiz edilmiştir. Elde edilen bulgulara göre 6 gizli katman nöron sayısına sahip YSA topolojisinin en iyi test performansı; MSE=0.00059 ve R²=0.9878 değerlerde elde edilmiştir (Çizelge 5.32).

Çizelge 5.32 Filyos Nehri Pb parametresi için topoloji analizi

No	Gizli Katman Nöron Sayısı	R ²	MSE
1	3	0.9427	0,0028
2	4	0.9562	0,0017
3	6	0.9878	0,00059
4	8	0.9068	0,0045
5	10	0.9535	0,0022

1 giriş, 6 gizli katman nöronlu ve 1 çıkış nöronuna sahip YSA topolojisinin (1-6-1) bulanıklık tahmini için gerçek değer performansı test edilmiş ve elde edilen 12 aylık tahmin sonuçları Şekil 5.29’da sunulmuştur. Tasarlanan YSA modeli, %98.78 başarı oranı ile yüksek bir performans sergilemiş ve yüksek korelasyon değeri ile doğru bir şekilde bulanıklığı tespit etmiştir (Şekil 5.29). Elde edilen sonuçlara göre; ölçülen ve tahmin edilen değerler arasında uyum söz konusudur.



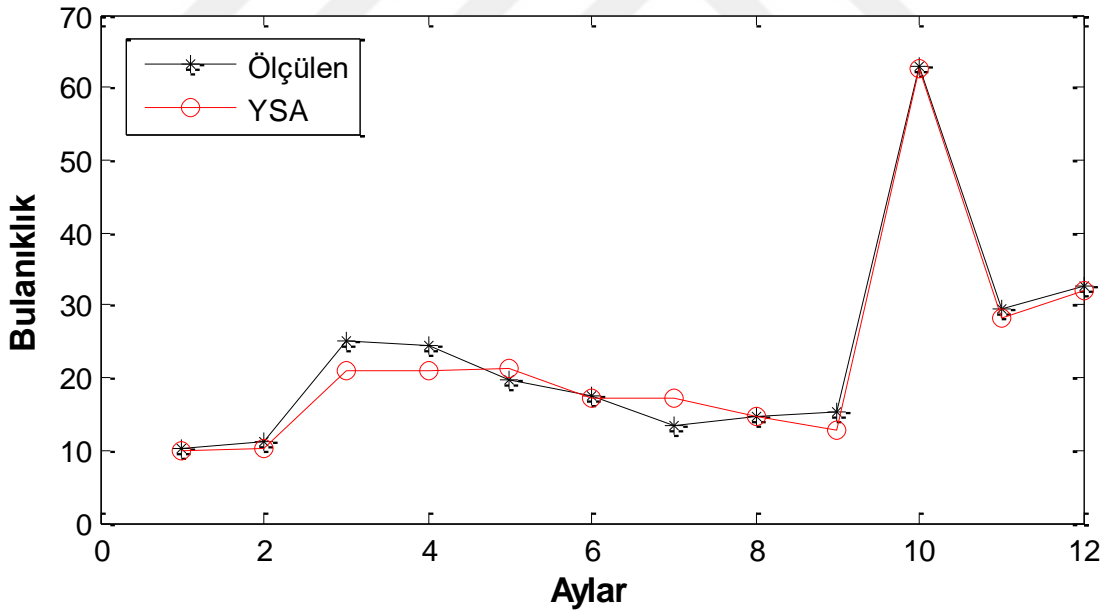
Şekil 5.29 Filyos Nehri Pb parametresi için YSA performansı

Filyos nehrinde ölçülen Ca parametresinin yıl boyunca bulanıklık parametresinin tahminine etkisi analiz edilmiştir. Elde edilen bulgulara göre 8 gizli katman nöron sayısına sahip YSA topolojisinin en iyi test performansı; MSE=0.0011 ve R²=0.9764 değerlerde elde edilmiştir (Çizelge 5.33).

Çizelge 5.33 Filyos Nehri Ca parametresi için topoloji analizi

No	Gizli Katman Nöron Sayısı	R ²	MSE
1	3	0.9588	0.0020
2	4	0.9659	0.0016
3	6	0.9473	0.0021
4	8	0.9764	0.0011
5	10	0.9624	0.0018

1 giriş, 8 gizli katman nöronlu ve 1 çıkış nöronuna sahip YSA topolojisinin (1-8-1) bulanıklık tahmini için gerçek değer performansı test edilmiş ve elde edilen 12 aylık tahmin sonuçları Şekil 5.30'da sunulmuştur. Tasarlanan YSA modeli, %97.64 başarı oranı ile yüksek bir performans sergilemiş ve yüksek korelasyon değeri ile doğru bir şekilde bulanıklığı tespit etmiştir (Şekil 5.30). Elde edilen sonuçlara göre; ölçülen ve tahmin edilen değerler arasında uyum söz konusudur.



Şekil 5.30 Filyos Nehri Ca parametresi için YSA performansı

Yukarıda yapılan analizler sonucunda krom parametresinin bulanıklığı en iyi tahmin eden parametre olduğu belirlenmiştir. Bu aşamada, her bir adımda krom parametresinin yanına bir sonraki en iyi parametre ilave edilerek yeni modeller oluşturulmuştur (Çizelge 5.34). Model sonuçları ayrı ayrı tablolaştırılıp, en iyi test performansına sahip topolojiler grafikleştirilmiştir.

Çizelge 5.34 Farklı girdi katmanları için oluşturulan modeller

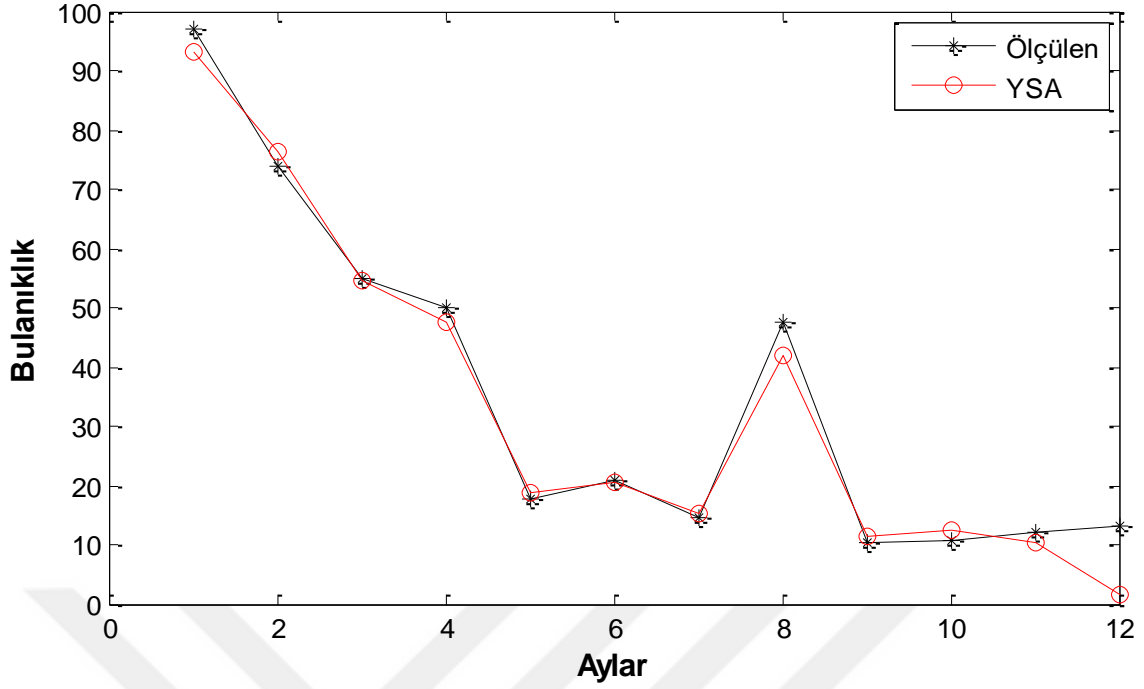
Model No	Giriş Katmanı Değişkenleri	Çıktı Katmanı
1	Cr, KOİ	Bulanıklık
2	Cr, KOİ, Fe	Bulanıklık
3	Cr, KOİ, Fe, Al	Bulanıklık
4	Cr, KOİ, Fe, Al, AKM	Bulanıklık
5	Cr, KOİ, Fe, Al, AKM, Mn	Bulanıklık
6	Cr, KOİ, Fe, Al, AKM, Mn, Zn	Bulanıklık
7	Cr, KOİ, Fe, Al, AKM, Mn, Zn, Pb	Bulanıklık
8	Cr, KOİ, Fe, Al, AKM, Mn, Zn, Pb, Ca	Bulanıklık

Cr ve KOİ parametrelerinin yıl boyunca bulanıklık parametresinin tahminine etkisi analiz edilmiştir. Elde edilen bulgulara göre 8 gizli katman nöron sayısına sahip YSA topolojisinin en iyi test performansı; MSE=0.0002 ve $R^2=0.9938$ değerlerde elde edilmiştir (Çizelge 5.35).

Çizelge 5.35 Cr ve KOİ parametreleri için topoloji analizi

No	Gizli Katman Nöron Sayısı	R^2	MSE
1	3	0.7928	0.0119
2	4	0.8346	0.0095
3	6	0.9475	0.0030
4	8	0.9624	0.0022
5	10	0.9321	0.0039

2 giriş, 8 gizli katman nöronlu ve 1 çıkış nöronuna sahip YSA topolojisinin (2-8-1) bulanıklık tahmini için gerçek değer performansı test edilmiş ve elde edilen 12 aylık tahmin sonuçları Şekil 5.31’de sunulmuştur. Tasarlanan YSA modeli, yüksek bir performans sergilemiştir (Şekil 5.31). Elde edilen sonuçlara göre; ölçülen ve tahmin edilen değerlerin uyumlu olduğu gözlemlenmiştir.



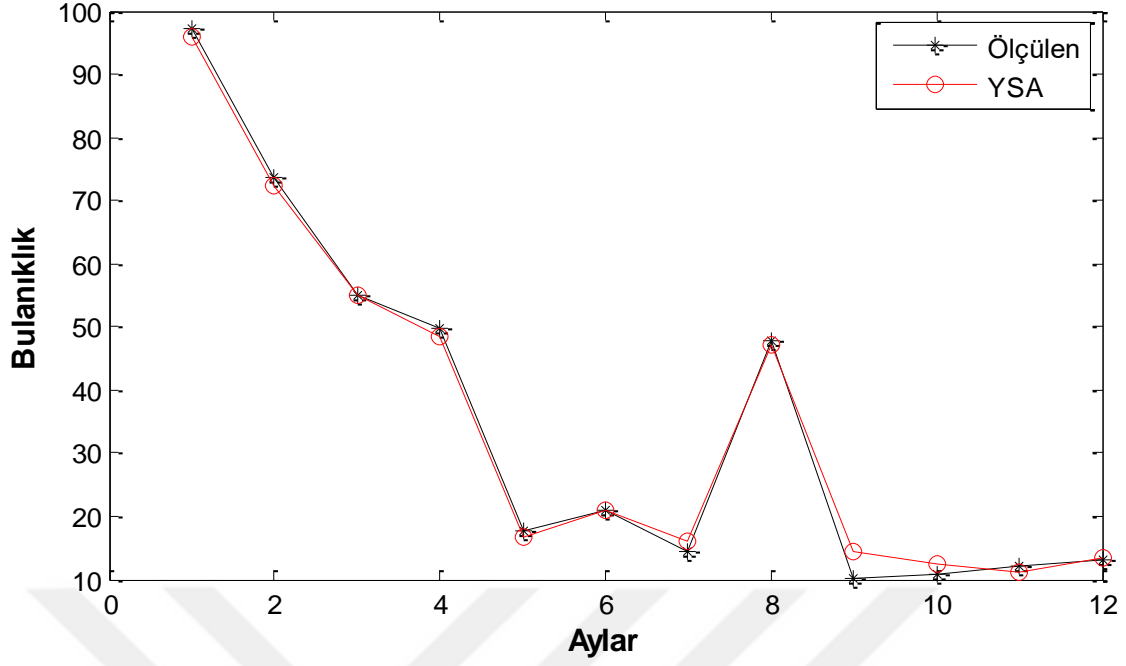
Şekil 5.31 Cr ve KOİ parametreleri için YSA performansı

Cr, KOİ ve Fe parametrelerinin yıl boyunca bulanıklık parametresinin tahminine etkisi analiz edilmiştir. Elde edilen bulgulara göre 4 gizli katman nöron sayısına sahip YSA topolojisinin en iyi test performansı; $MSE=0.0012$ ve $R^2=0.9795$ değerlerde elde edilmiştir (Çizelge 5.36).

Çizelge 5.36 Cr, KOİ ve Fe parametreleri için topoloji analizi

No	Gizli Katman Nöron Sayısı	R^2	MSE
1	3	0.9286	0.0041
2	4	0.9795	0.0012
3	6	0.9710	0.0026
4	8	0.9547	0.0026
5	10	0.9672	0.0019

3 giriş, 4 gizli katman nöronlu ve 1 çıkış nöronuna sahip YSA topolojisinin (3-4-1) bulanıklık tahmini için gerçek değer performansı test edilmiş ve elde edilen 12 aylık tahmin sonuçları Şekil 5.32’de sunulmuştur. Tasarlanan YSA modeli, yüksek bir performans sergilemiştir (Şekil 5.32). Elde edilen sonuçlara göre; ölçülen ve tahmin edilen değerlerin uyumlu olduğu gözlemlenmiştir.



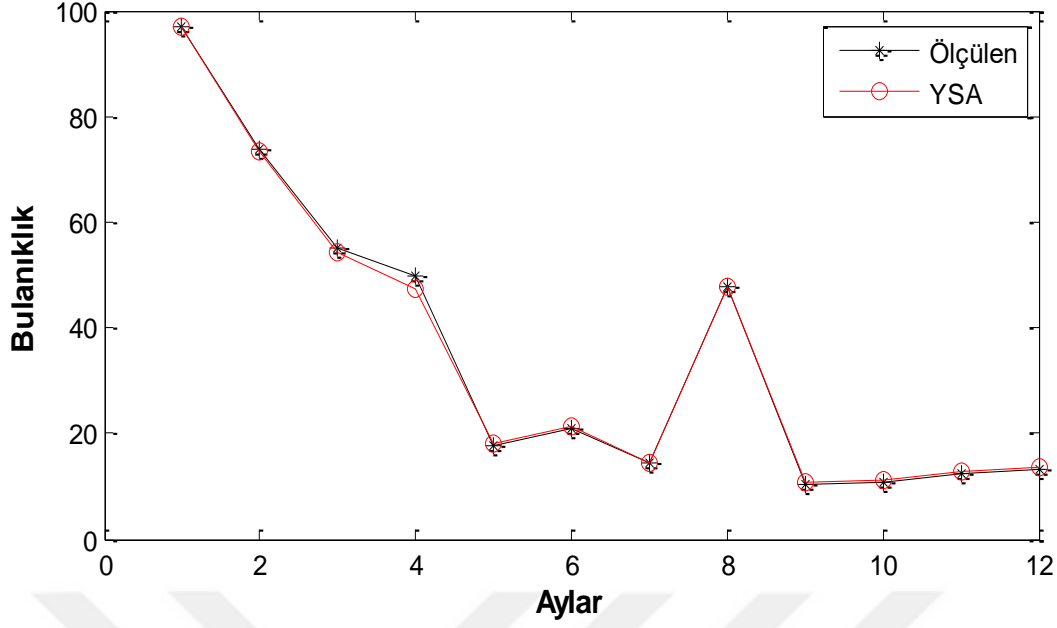
Şekil 5.32 Cr, KOİ ve Fe parametreleri için YSA performansı

Cr, KOİ, Fe ve Al parametrelerinin yıl boyunca bulanıklık parametresinin tahminine etkisi analiz edilmiştir. Elde edilen bulgulara göre 10 gizli katman nöron sayısına sahip YSA topolojisinin en iyi test performansı; MSE=0.000046 ve $R^2=0.9992$ değerlerde elde edilmiştir (Çizelge 5.37).

Çizelge 5.37 Cr, KOİ, Fe ve Al parametreleri için topoloji analizi

No	Gizli Katman Nöron Sayısı	R^2	MSE
1	3	0.9609	0.0022
2	4	0.9839	0.00092
3	6	0.9938	0.00035
4	8	0.9883	0.00067
5	10	0.9992	0.000046

4 giriş, 10 gizli katman nöronlu ve 1 çıkış nöronuna sahip YSA topolojisinin (4-10-1) bulanıklık tahmini için gerçek değer performansı test edilmiş ve elde edilen 12 aylık tahmin sonuçları Şekil 5.33'te sunulmuştur. Tasarlanan YSA modeli, yüksek bir performans sergilemiştir (Şekil 5.33). Elde edilen sonuçlara göre; ölçülen ve tahmin edilen değerlerin uyumlu olduğu gözlemlenmiştir.



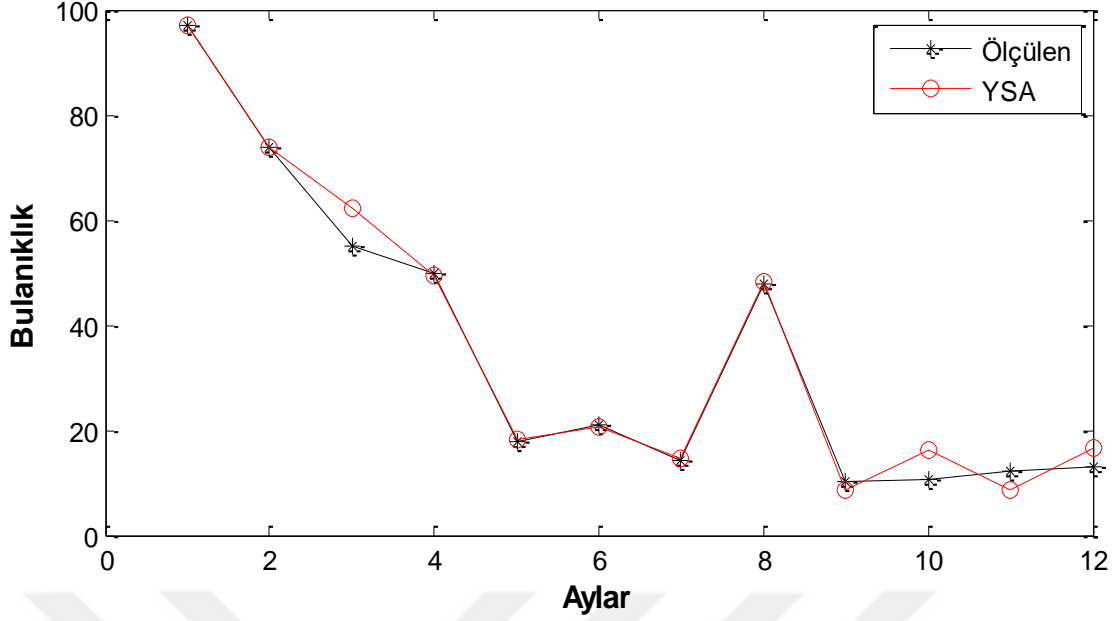
Şekil 5.33 Cr, KOİ, Fe ve Al parametreleri için YSA performansı

Cr, KOİ, Fe, Al ve AKM parametrelerinin yıl boyunca bulanıklık parametresinin tahminine etkisi analiz edilmiştir. Elde edilen bulgulara göre 6 gizli katman nöron sayısına sahip YSA topolojisinin en iyi test performansı; $MSE=0.000067$ ve $R^2=0.9884$ değerlerde elde edilmiştir (Çizelge 5.38).

Çizelge 5.38 Cr, KOİ, Fe, Al ve AKM parametreleri için topoloji analizi

No	Gizli Katman Nöron Sayısı	R^2	MSE
1	3	0.9711	0.0017
2	4	0.9811	0.0011
3	6	0.9884	0.000067
4	8	0.9854	0.00084
5	10	0.9829	0.00098

5 giriş, 6 gizli katman nöronlu ve 1 çıkış nöronuna sahip YSA topolojisinin (5-6-1) bulanıklık tahmini için gerçek değer performansı test edilmiş ve elde edilen 12 aylık tahmin sonuçları Şekil 5.34'te sunulmuştur. Tasarlanan YSA modeli, yüksek bir performans sergilemiştir (Şekil 5.34). Elde edilen sonuçlara göre; ölçülen ve tahmin edilen değerlerin uyumlu olduğu gözlemlenmiştir.



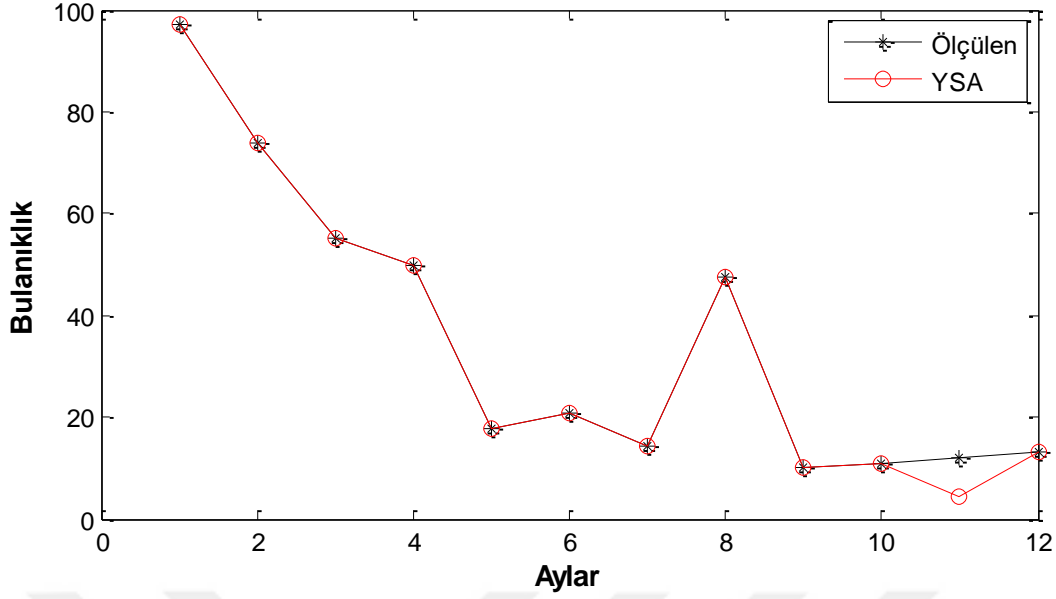
Şekil 5.34 Cr, KOİ, Fe, Al ve AKM parametreleri için YSA performansı

Cr, KOİ, Fe, Al, AKM ve Mn parametrelerinin yıl boyunca bulanıklık parametresinin tahminine etkisi analiz edilmiştir. Elde edilen bulgulara göre 10 gizli katman nöron sayısına sahip YSA topolojisinin en iyi test performansı; MSE=0.000034 ve $R^2=0.9941$ değerlerde elde edilmiştir (Çizelge 5.39).

Çizelge 5.39 Cr, KOİ, Fe, Al, AKM ve Mn parametreleri için topoloji analizi

No	Gizli Katman Nöron Sayısı	R^2	MSE
1	3	0.9758	0.0014
2	4	0.9421	0.0033
3	6	0.9914	0.00049
4	8	0.9362	0.0037
5	10	0.9941	0.00034

6 giriş, 10 gizli katman nöronlu ve 1 çıkış nöronuna sahip YSA topolojisinin (6-10-1) bulanıklık tahmini için gerçek değer performansı test edilmiş ve elde edilen 12 aylık tahmin sonuçları Şekil 5.35'te sunulmuştur. Tasarlanan YSA modeli, yüksek bir performans sergilemiştir (Şekil 5.35). Elde edilen sonuçlara göre; ölçülen ve tahmin edilen değerlerin uyumlu olduğu gözlemlenmiştir.



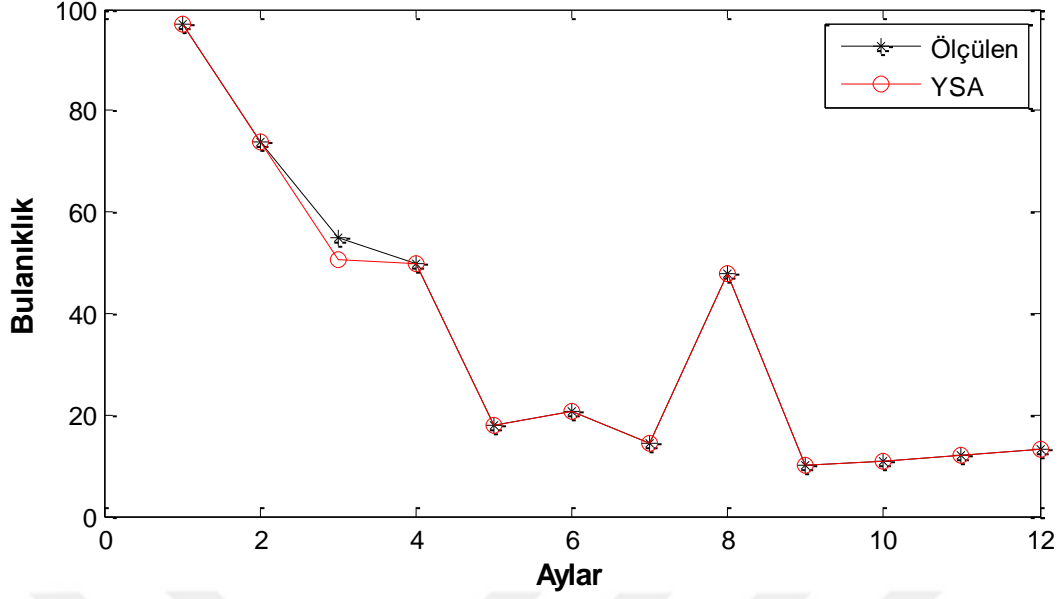
Şekil 5.35 Cr, KOİ, Fe, Al, AKM ve Mn parametreleri için YSA performansı

Cr, KOİ, Fe, Al, AKM, Mn ve Zn parametrelerinin yıl boyunca bulanıklık parametresinin tahminine etkisi analiz edilmiştir. Elde edilen bulgulara göre 10 gizli katman nöron sayısına sahip YSA topolojisinin en iyi test performansı; MSE=0.000099 ve $R^2=0.9983$ değerlerde elde edilmiştir (Çizelge 5.40).

Çizelge 5.40 Cr, KOİ, Fe, Al, AKM, Mn ve Zn parametreleri için topoloji analizi

No	Gizli Katman Nöron Sayısı	R^2	MSE
1	3	0.9514	0.0028
2	4	0.9894	0.00061
3	6	0.9701	0.0017
4	8	0.9875	0.00072
5	10	0.9983	0.000099

7 giriş, 10 gizli katman nöronlu ve 1 çıkış nöronuna sahip YSA topolojisinin (7-10-1) bulanıklık tahmini için gerçek değer performansı test edilmiş ve elde edilen 12 aylık tahmin sonuçları Şekil 5.36'da sunulmuştur. Tasarlanan YSA modeli, yüksek bir performans sergilemiştir (Şekil 5.36). Elde edilen sonuçlara göre; ölçülen ve tahmin edilen değerlerin uyumlu olduğu gözlemlenmiştir.



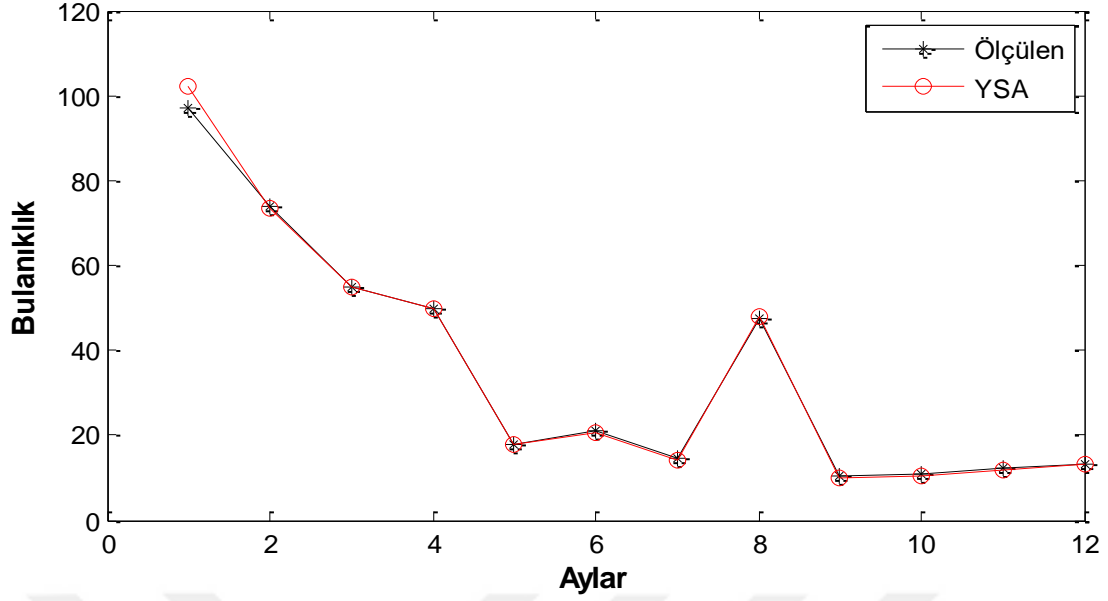
Şekil 5.36 Cr, KOİ, Fe, Al, AKM, Mn ve Zn parametreleri için YSA performansı

Cr, KOİ, Fe, Al, AKM, Mn, Zn ve Pb parametrelerinin yıl boyunca bulanıklık parametresinin tahminine etkisi analiz edilmiştir. Elde edilen bulgulara göre 6 gizli katman nöron sayısına sahip YSA topolojisinin en iyi test performansı; MSE=0.00013 ve $R^2=0.9978$ değerlerde elde edilmiştir (Çizelge 5.41).

Çizelge 5.41 Cr, KOİ, Fe, Al, AKM, Mn, Zn ve Pb parametreleri için topoloji analizi

No	Gizli Katman Nöron Sayısı	R^2	MSE
1	3	0.9803	0.0011
2	4	0.9802	0.0011
3	6	0.9978	0.00013
4	8	0.9882	0.00068
5	10	0.9955	0.00026

8 giriş, 6 gizli katman nöronlu ve 1 çıkış nöronuna sahip YSA topolojisinin (8-6-1) bulanıklık tahmini için gerçek değer performansı test edilmiş ve elde edilen 12 aylık tahmin sonuçları Şekil 5.37’de sunulmuştur. Tasarlanan YSA modeli, yüksek bir performans sergilemiştir (Şekil 5.37).



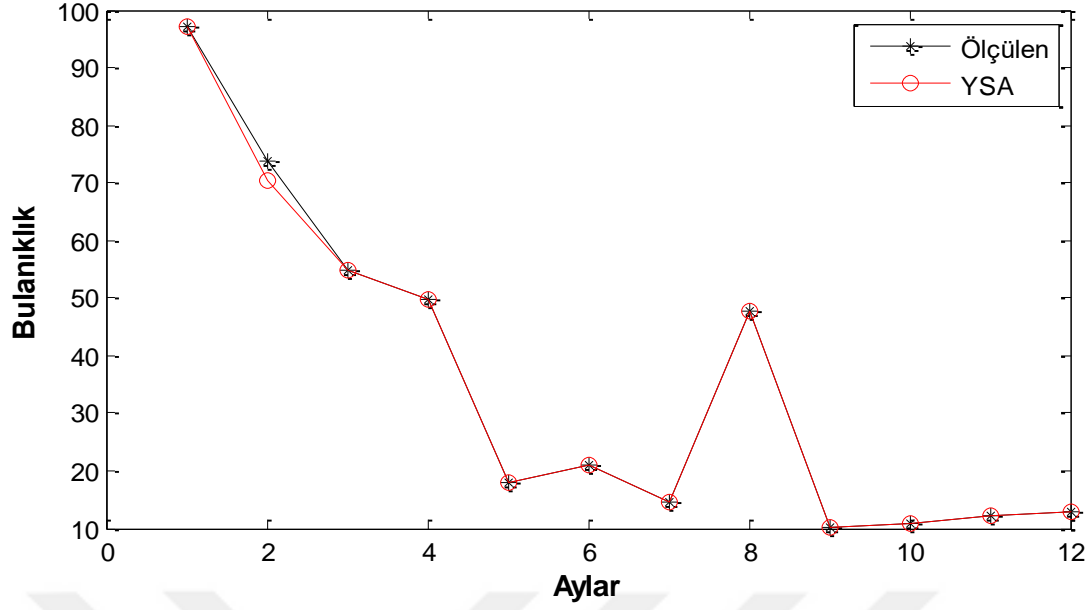
Şekil 5.37 Cr, KOİ, Fe, Al, AKM, Mn, Zn ve Pb parametreleri için YSA performansı

Cr, KOİ, Fe, Al, AKM, Mn, Zn, Pb ve Ca parametrelerinin yıl boyunca bulanıklık parametresinin tahminine etkisi analiz edilmiştir. Elde edilen bulgulara göre 10 gizli katman nöron sayısına sahip YSA topolojisinin en iyi test performansı; $MSE=0.00016$ ve $R^2=0.9972$ değerlerde elde edilmiştir (Çizelge 5.42).

Çizelge 5.42 Cr, KOİ, Fe, Al, AKM, Mn, Zn, Pb ve Ca parametreleri için topoloji analizi

No	Gizli Katman Nöron Sayısı	R^2	MSE
1	3	0.9862	0.00079
2	4	0.9932	0.00039
3	6	0.9964	0.00021
4	8	0.9952	0.00028
5	10	0.9972	0.00016

9 giriş, 10 gizli katman nöronlu ve 1 çıkış nöronuna sahip YSA topolojisinin (9-10-1) bulanıklık tahmini için gerçek değer performansı test edilmiş ve elde edilen 12 aylık tahmin sonuçları Şekil 5.38’de sunulmuştur. Tasarlanan YSA modeli, yüksek bir performans sergilemiştir (Şekil 5.37).



Şekil 5.38 Cr, KOİ, Fe, Al, AKM, Mn, Zn, Pb ve Ca parametreleri için YSA performansı

En iyi toplu analizini veren parametreler ve bu parametreler ile oluşturulan modeller sonucunda en iyi test performansını veren model Çizelge 5.43'te verilmiştir.

Çizelge 5.43 En iyi test performansını veren parametreler ve model

No	Parametre	Gizli Katman Nöron		R ²	MSE
		Sayısı			
1	Cr	8		0.9999	6,6612.10 ⁻⁶
2	KOİ	10		0.9987	0.000584
3	Fe	8		0.9980	0.00093
4	Al	6		0.9963	0.0001
5	AKM	10		0.9944	0.00026
6	Mn	3		0.9938	0.0002
7	Zn	6		0.9900	0.0006
8	Pb	6		0.9878	0,00059
9	Ca	8		0.9764	0.0011
10	Cr-KOİ-Fe-Al	10		0.9992	0.000046

5.2.2 Filyos Nehri'nde İstasyon Bazında Elde Edilen YSA Sonuçları

İkinci senaryo olarak tanımladığımız bu bölümde, analizi gerçekleştirilmiş seçili parametreler her bir istasyon için tek tek girdi parametresi olarak kullanılmış ve bulanıklık tahmin edilmiştir ve tahmin sonuçları ek açıklamalar kısmında verilmiştir. Elde edilen tahmin sonuçları, iyiden kötüye sıralanmış, Daha sonra her bir adımda en iyi parametrenin yanına bir sonraki en iyi parametre ilave edilerek yeni modeller oluşturulmuştur. Model sonuçları, her bir istasyon için ayrı ayrı tablolastırılıp, en iyi test performansına sahip topoloji grafikleştirilmiştir.

5.2.2.1 F1 İstasyonu

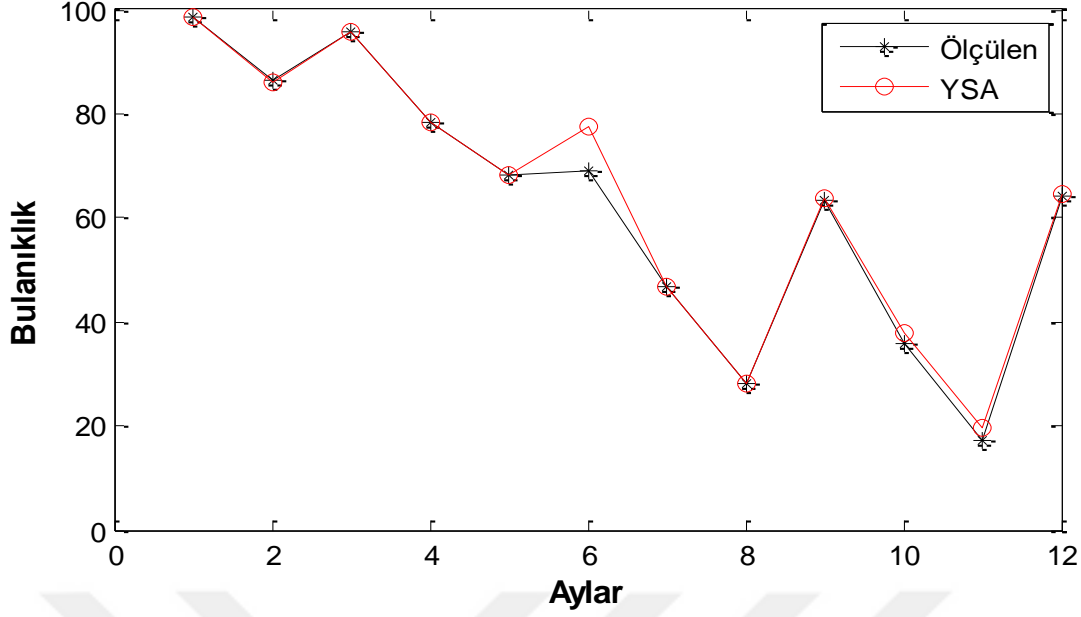
F1 istasyonu için yapılan analizler sonucunda Zn parametresinin en iyi test performansına sahip olduğu gözlemlenmiştir. Bunu Cr, Ca, Al, Mn, Pb, Fe, KOİ ve AKM parametreleri takip etmiştir. Oluşturulan modeller ve test performans sonuçları aşağıda verilmiştir.

Zn ve Cr parametrelerinin yıl boyunca bulanıklık parametresinin tahminine etkisi analiz edilmiştir. Elde edilen bulgulara göre 10 gizli katman nöron sayısına sahip YSA topolojisinin en iyi test performansı; $MSE=0.0007303$ ve $R^2=0.9887$ değerlerde elde edilmiştir (Çizelge 5.44).

Çizelge 5.44 Zn ve Cr parametreleri için topoloji analizi

No	Gizli Katman Nöron Sayısı	R^2	MSE
1	3	0.9466	0.0034
2	4	0.9868	0.0008521
3	6	0.9579	0.0027
4	8	0.9804	0.0013
5	10	0.9887	0.0007303

2 giriş, 10 gizli katman nöronlu ve 1 çıkış nöronuna sahip YSA topolojisinin (2-10-1) bulanıklık tahmini için gerçek değer performansı test edilmiş ve elde edilen 12 aylık tahmin sonuçları Şekil 5.39'da sunulmuştur. Tasarlanan YSA modeli, yüksek bir performans sergilemiştir (Şekil 5.39).



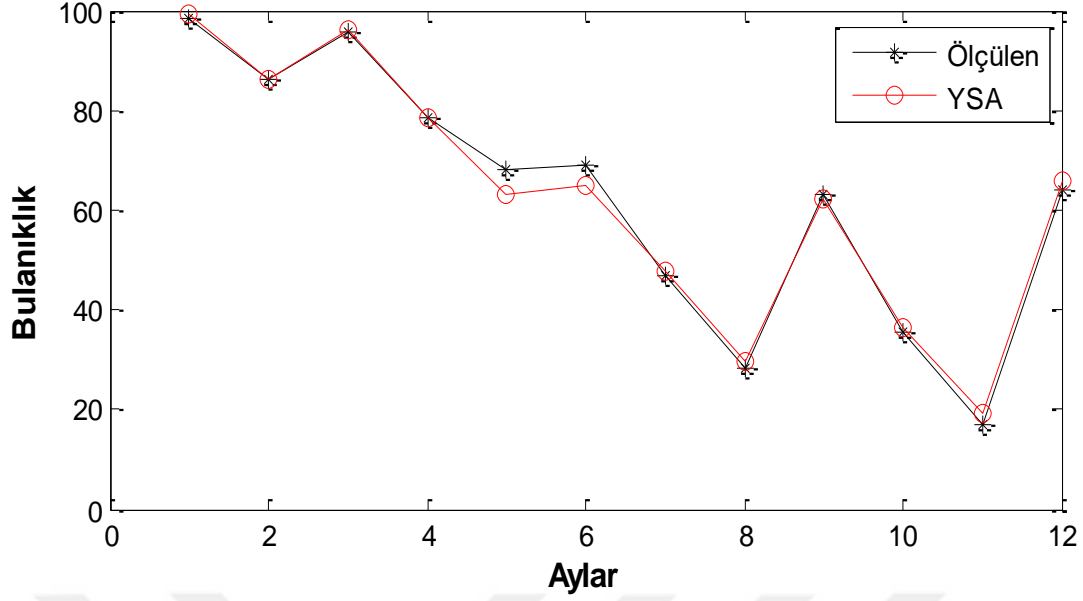
Şekil 5.39 Zn ve Cr parametreleri için YSA performansı

Zn, Cr ve Ca parametrelerinin yıl boyunca bulanıklık parametresinin tahminine etkisi analiz edilmiştir. Elde edilen bulgulara göre 6 gizli katman nöron sayısına sahip YSA topolojisinin en iyi test performansı; $MSE=0.0004716$ ve $R^2=0.9927$ değerlerde elde edilmiştir (Çizelge 5.45).

Çizelge 5.45 Zn, Cr ve Ca parametreleri için topoloji analizi

No	Gizli Katman Nöron Sayısı	R^2	MSE
1	3	0.9750	0.0016
2	4	0.9595	0.0026
3	6	0.9927	0.0004716
4	8	0.9920	0.0005182
5	10	0.9765	0.0015

3 giriş, 6 gizli katman nöronlu ve 1 çıkış nöronuna sahip YSA topolojisinin (3-6-1) bulanıklık tahmini için gerçek değer performansı test edilmiş ve elde edilen 12 aylık tahmin sonuçları Şekil 5.40'da sunulmuştur. Tasarlanan YSA modeli, yüksek bir performans sergilemiştir (Şekil 5.40).



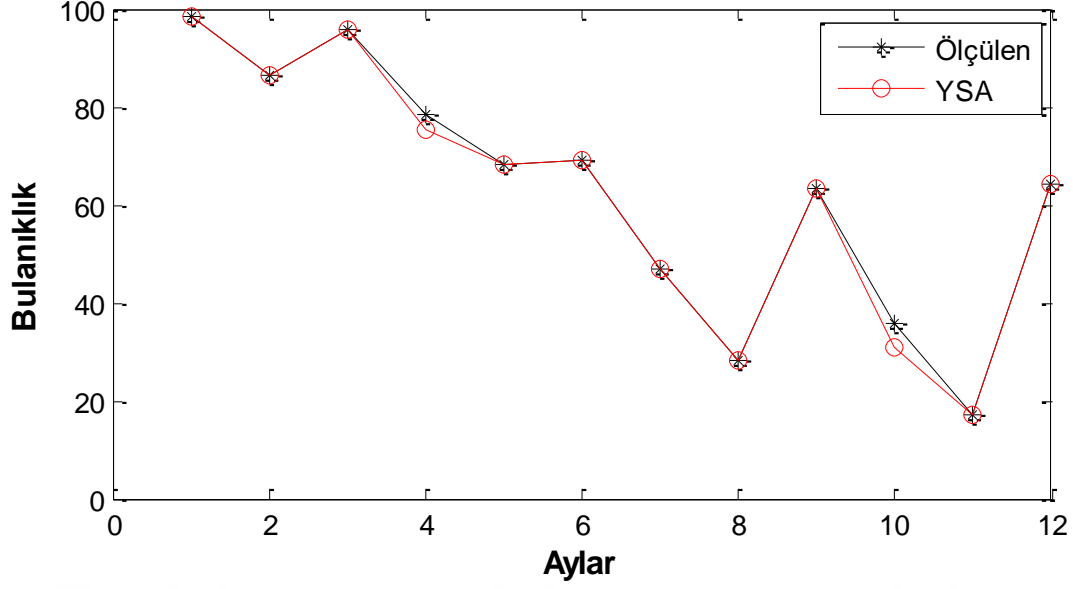
Şekil 5.40 Zn, Cr ve Ca parametreleri için YSA performansı

Zn, Cr, Ca ve Al parametrelerinin yıl boyunca bulanıklık parametresinin tahminine etkisi analiz edilmiştir. Elde edilen bulgulara göre 10 gizli katman nöron sayısına sahip YSA topolojisinin en iyi test performansı; $MSE=0.0002959$ ve $R^2=0.9954$ değerlerde elde edilmiştir (Çizelge 5.46).

Çizelge 5.46 Zn, Cr, Ca ve Al parametreleri için topoloji analizi

No	Gizli Katman Nöron Sayısı	R^2	MSE
1	3	0.9671	0.0021
2	4	0.9508	0.0032
3	6	0.9847	0.0009837
4	8	0.9852	0.0009524
5	10	0.9954	0.0002959

4 giriş, 10 gizli katman nöronlu ve 1 çıkış nöronuna sahip YSA topolojisinin (4-10-1) bulanıklık tahmini için gerçek değer performansı test edilmiş ve elde edilen 12 aylık tahmin sonuçları Şekil 5.41’de sunulmuştur. Tasarlanan YSA modeli, yüksek bir performans sergilemiştir (Şekil 5.41).



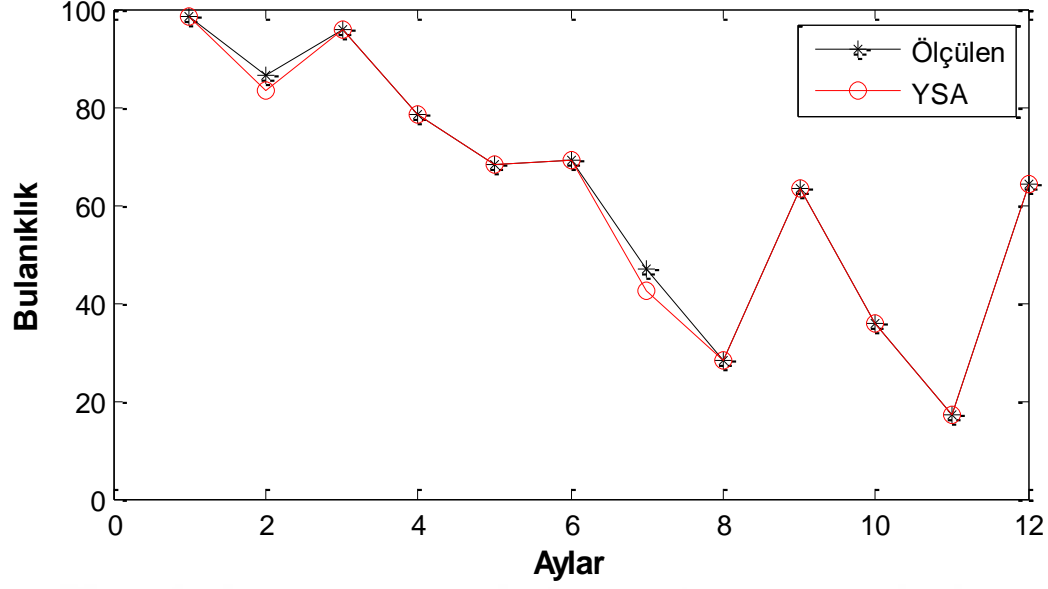
Şekil 5.41 Zn, Cr, Ca ve Al parametreleri için YSA performansı

Zn, Cr, Ca, Al ve Mn parametrelerinin yıl boyunca bulanıklık parametresinin tahminine etkisi analiz edilmiştir. Elde edilen bulgulara göre 4 gizli katman nöron sayısına sahip YSA topolojisinin en iyi test performansı; MSE=0.0002395 ve $R^2=0.9963$ değerlerde elde edilmiştir (Çizelge 5.47).

Çizelge 5.47 Zn, Cr, Ca, Al ve Mn parametreleri için topoloji analizi

No	Gizli Katman Nöron Sayısı	R^2	MSE
1	3	0.9556	0.0029
2	4	0.9963	0.0002395
3	6	0.9925	0.0004825
4	8	0.9945	0.0003574
5	10	0.9574	0.0027

5 giriş, 4 gizli katman nöronlu ve 1 çıkış nöronuna sahip YSA topolojisinin (5-4-1) bulanıklık tahmini için gerçek değer performansı test edilmiş ve elde edilen 12 aylık tahmin sonuçları Şekil 5.42’de sunulmuştur. Tasarlanan YSA modeli, yüksek bir performans sergilemiştir (Şekil 5.42).



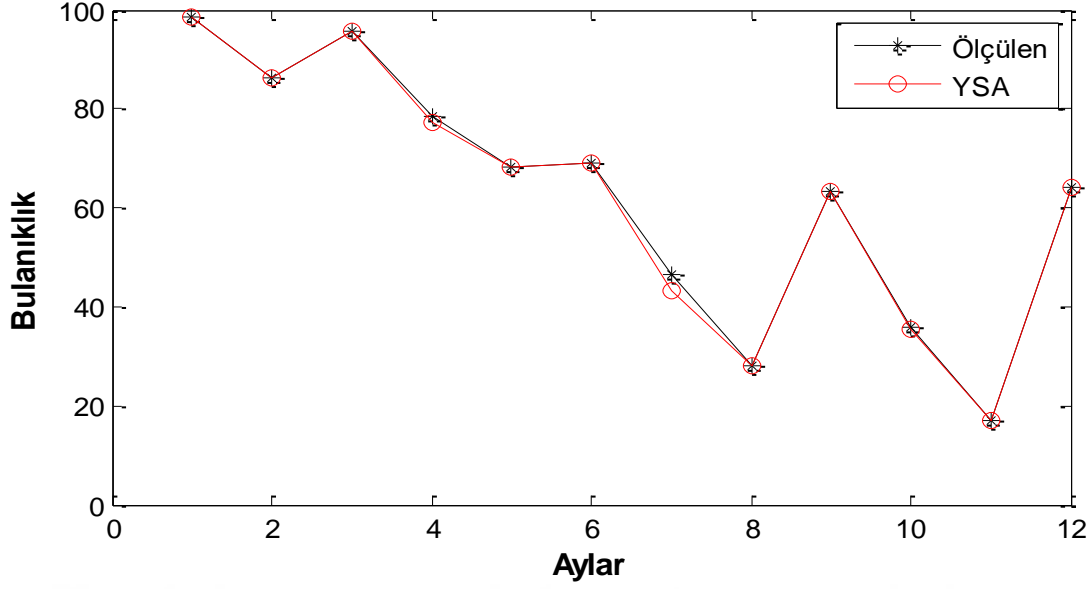
Şekil 5.42 Zn, Cr, Ca, Al ve Mn parametreleri için YSA performansı

Zn, Cr, Ca, Al, Mn ve Pb parametrelerinin yıl boyunca bulanıklık parametresinin tahminine etkisi analiz edilmiştir. Elde edilen bulgulara göre 8 gizli katman nöron sayısına sahip YSA topolojisinin en iyi test performansı; MSE=0.0001113 ve $R^2=0.9983$ değerlerde elde edilmiştir (Çizelge 5.48).

Çizelge 5.48 Zn, Cr, Ca, Al, Mn ve Pb parametreleri için topoloji analizi

No	Gizli Katman Nöron Sayısı	R^2	MSE
1	3	0.9649	0.0023
2	4	0.9547	0.0029
3	6	0.9883	0.007525
4	8	0.9983	0.0001113
5	10	0.9860	0.0009008

6 giriş, 8 gizli katman nöronlu ve 1 çıkış nöronuna sahip YSA topolojisinin (6-8-1) bulanıklık tahmini için gerçek değer performansı test edilmiş ve elde edilen 12 aylık tahmin sonuçları Şekil 5.43'te sunulmuştur. Tasarlanan YSA modeli, yüksek bir performans sergilemiştir (Şekil 5.43).



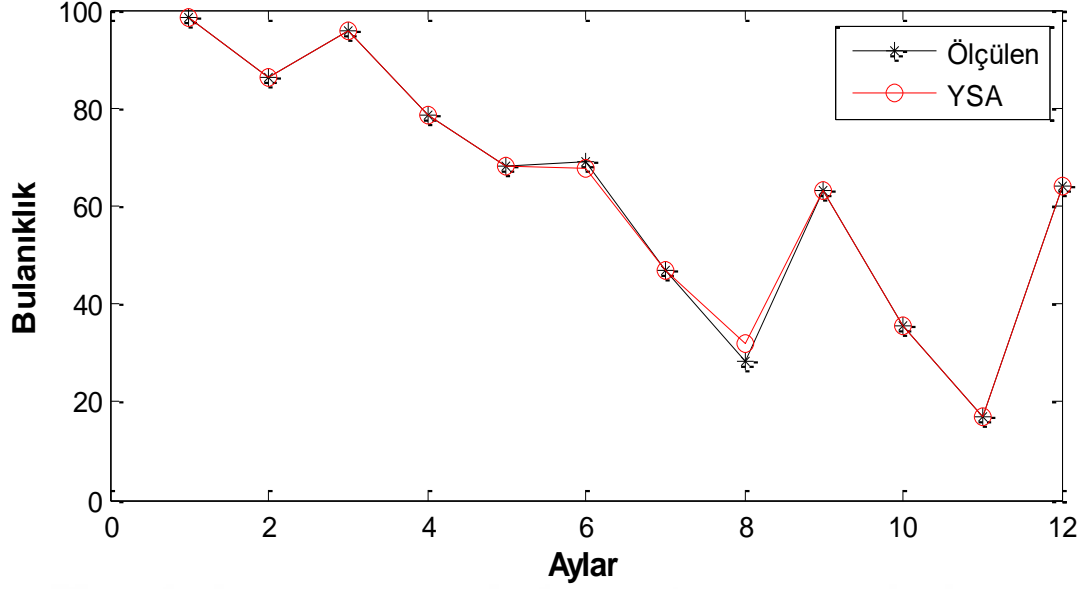
Şekil 5.43 Zn, Cr, Ca, Al, Mn ve Pb parametreleri için YSA performansı

Zn, Cr, Ca, Al, Mn, Pb ve Fe parametrelerinin yıl boyunca bulanıklık parametresinin tahminine etkisi analiz edilmiştir. Elde edilen bulgulara göre 10 gizli katman nöron sayısına sahip YSA topolojisinin en iyi test performansı; MSE=0.0001383 ve $R^2=0.9979$ değerlerde elde edilmiştir (Çizelge 5.49).

Çizelge 5.49 Zn, Cr, Ca, Al, Mn, Pb ve Fe parametreleri için topoloji analizi

No	Gizli Katman Nöron Sayısı	R^2	MSE
1	3	0.9504	0.0032
2	4	0.9788	0.0014
3	6	0.9811	0.0012
4	8	0.9691	0.0020
5	10	0.9979	0.0001383

7 giriş, 10 gizli katman nöronlu ve 1 çıkış nöronuna sahip YSA topolojisinin (7-10-1) bulanıklık tahmini için gerçek değer performansı test edilmiş ve elde edilen 12 aylık tahmin sonuçları Şekil 5.44'te sunulmuştur. Tasarlanan YSA modeli, yüksek bir performans sergilemiştir (Şekil 5.44).



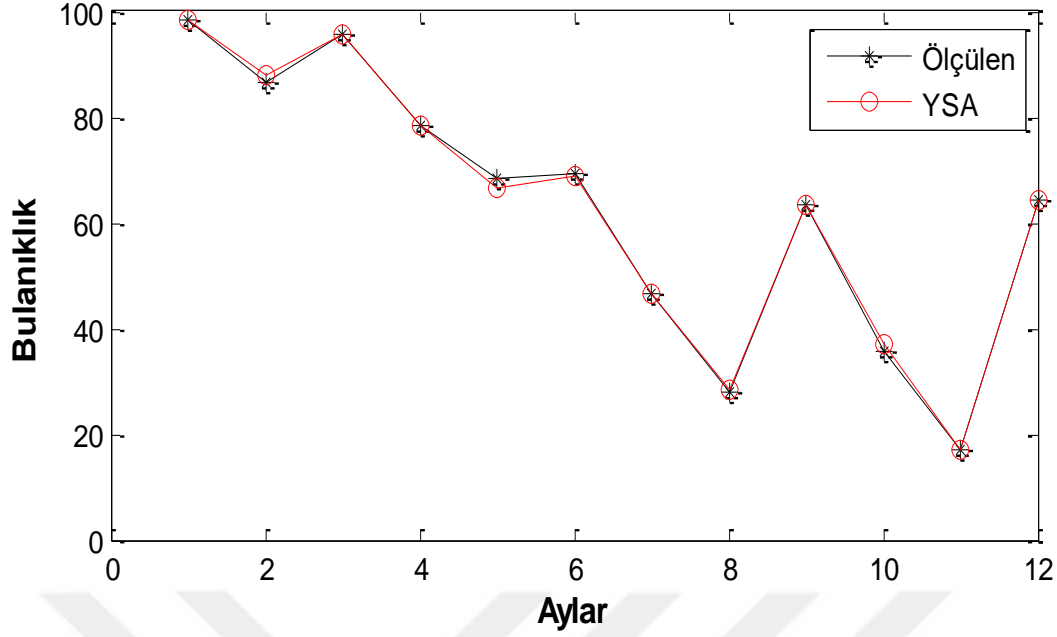
Şekil 5.44 Zn, Cr, Ca, Al, Mn, Pb ve Fe parametreleri için YSA performansı

Zn, Cr, Ca, Al, Mn, Pb, Fe ve KOİ parametrelerinin yıl boyunca bulanıklık parametresinin tahminine etkisi analiz edilmiştir. Elde edilen bulgulara göre 4 gizli katman nöron sayısına sahip YSA topolojisinin en iyi test performansı; MSE=0.00006031 ve $R^2=0.9991$ değerlerde elde edilmiştir (Çizelge 5.50).

Çizelge 5.50 Zn, Cr, Ca, Al, Mn, Pb, Fe ve KOİ parametreleri için topoloji analizi

No	Gizli Katman Nöron Sayısı	R^2	MSE
1	3	0.9647	0.0023
2	4	0.9991	0.00006031
3	6	0.9893	0.0006873
4	8	0.9762	0.0015
5	10	0.9922	0.0005003

8 giriş, 4 gizli katman nöronlu ve 1 çıkış nöronuna sahip YSA topolojisinin (8-4-1) bulanıklık tahmini için gerçek değer performansı test edilmiş ve elde edilen 12 aylık tahmin sonuçları Şekil 5.45’de sunulmuştur. Tasarlanan YSA modeli, yüksek bir performans sergilemiştir (Şekil 5.45).



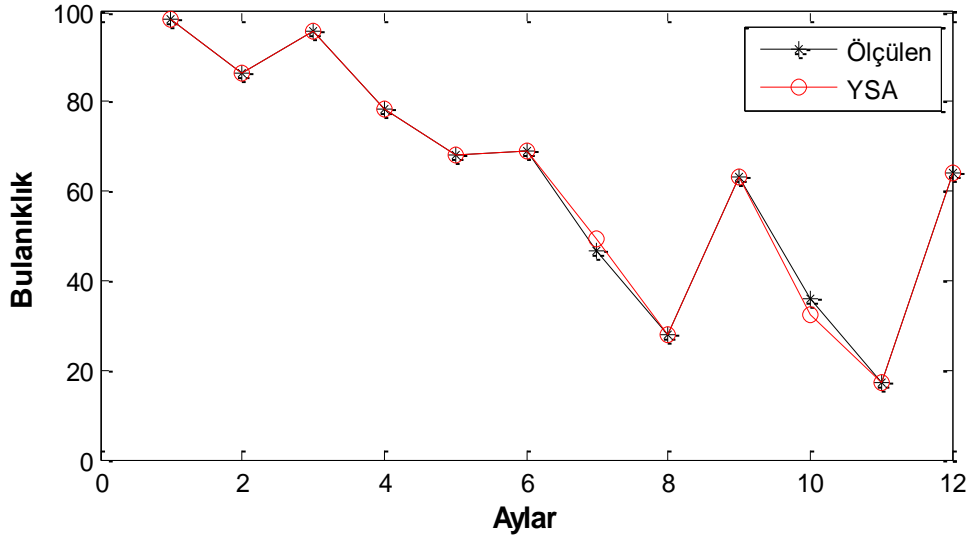
Şekil 5.45 Zn, Cr, Ca, Al, Mn, Pb, Fe ve KOİ parametreleri için YSA performansı

Zn, Cr, Ca, Al, Mn, Pb, Fe, KOİ ve AKM parametrelerinin yıl boyunca bulanıklık parametresinin tahminine etkisi analiz edilmiştir. Elde edilen bulgulara göre 10 gizli katman nöron sayısına sahip YSA topolojisinin en iyi test performansı; $MSE=0.0001622$ ve $R^2=0.9975$ değerlerde elde edilmiştir (Çizelge 5.51).

Çizelge 5.51 Zn, Cr, Ca, Al, Mn, Pb, Fe, KOİ ve AKM parametreleri için topoloji analizi

No	Gizli Katman Nöron Sayısı	R^2	MSE
1	3	0.9657	0.0022
2	4	0.9932	0.0004362
3	6	0.9612	0.0025
4	8	0.9534	0.0030
5	10	0.9975	0.0001622

9 giriş, 10 gizli katman nöronlu ve 1 çıkış nöronuna sahip YSA topolojisinin (9-10-1) bulanıklık tahmini için gerçek değer performansı test edilmiş ve elde edilen 12 aylık tahmin sonuçları Şekil 5.46'da sunulmuştur. Tasarlanan YSA modeli, yüksek bir performans sergilemiştir (Şekil 5.46).



Şekil 5.46 Zn, Cr, Ca, Al, Mn, Pb, Fe, KOİ ve AKM parametreleri için YSA performansı

5.2.2.2 F2 İstasyonu

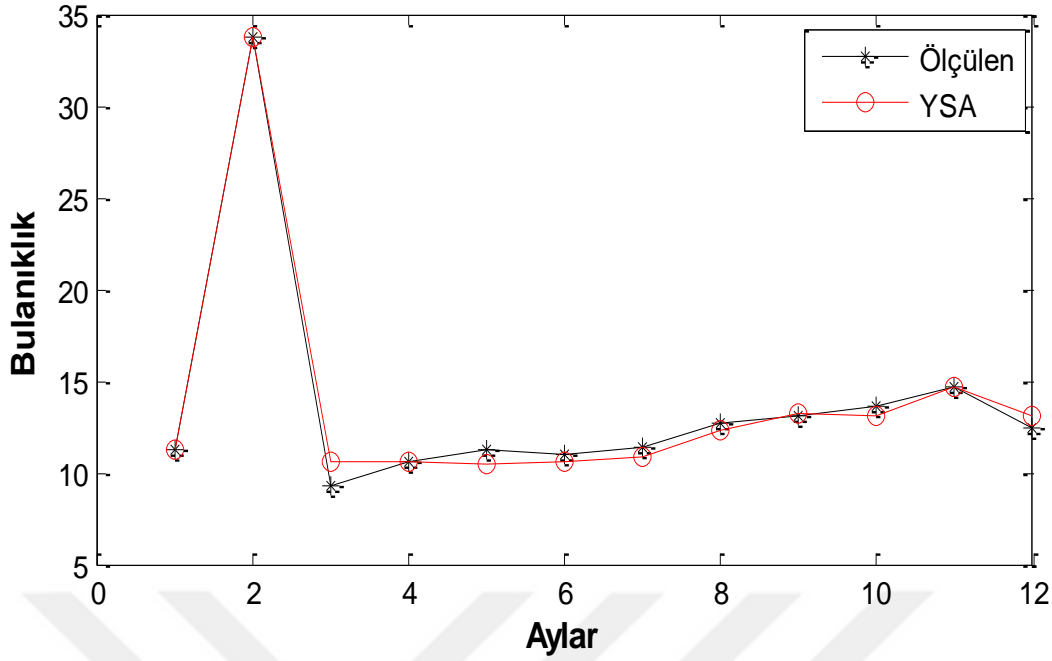
F2 istasyonu için yapılan analizler sonucunda Zn parametresinin en iyi test performansına sahip olduğu gözlemlenmiştir. Bunu Pb, Cr, Al, AKM, KOİ, Ca, Al ve Mn parametreleri takip etmiştir. Oluşturulan modeller ve test performans sonuçları aşağıda verilmiştir.

Zn ve Fe parametrelerinin yıl boyunca bulanıklık parametresinin tahminine etkisi analiz edilmiştir. Elde edilen bulgulara göre 3 gizli katman nöron sayısına sahip YSA topolojisinin en iyi test performansı; $MSE=0.0002809$ ve $R^2=0.9917$ değerlerde elde edilmiştir (Çizelge 5.52).

Çizelge 5.52 Zn ve Fe parametreleri için topoloji analizi

No	Gizli Katman Nöron Sayısı	R^2	MSE
1	3	0.9917	0.0002809
2	4	0.9685	0.0011
3	6	0.9882	0.0003961
4	8	0.9738	0.0008827
5	10	0.9847	0.0005172

1 giriş, 3 gizli katman nöronlu ve 1 çıkış nöronuna sahip YSA topolojisinin (1-3-1) bulanıklık tahmini için gerçek değer performansı test edilmiş ve elde edilen 12 aylık tahmin sonuçları Şekil 5.47'de sunulmuştur. Tasarlanan YSA modeli, yüksek bir performans sergilemiştir (Şekil 5.47).



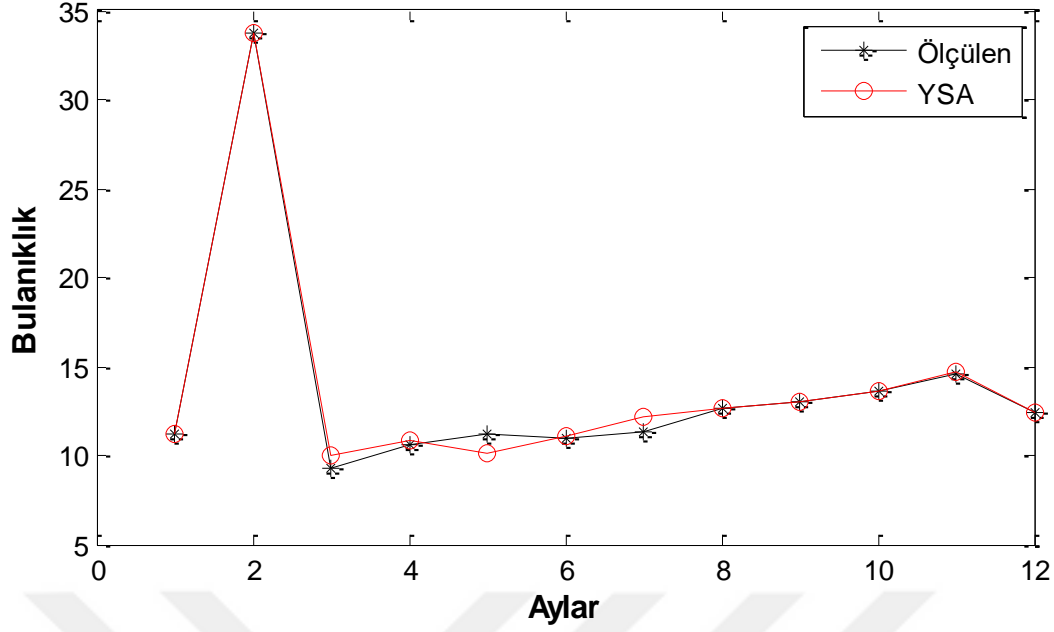
Şekil 5.47 Zn ve Fe parametreleri için YSA performansı

Zn, Fe ve Pb parametrelerinin yıl boyunca bulanıklık parametresinin tahminine etkisi analiz edilmiştir. Elde edilen bulgulara göre 4 gizli katman nöron sayısına sahip YSA topolojisinin en iyi test performansı; $MSE=0.0001833$ ve $R^2=0.9946$ değerlerde elde edilmiştir (Çizelge 5.53).

Çizelge 5.53 Zn, Fe ve Pb parametreleri için topoloji analizi

No	Gizli Katman Nöron Sayısı	R^2	MSE
1	3	0.9815	0.0006231
2	4	0.9946	0.0001833
3	6	0.9856	0.0004863
4	8	0.9700	0.0010
5	10	0.9739	0.0008805

3 giriş, 4 gizli katman nöronlu ve 1 çıkış nöronuna sahip YSA topolojisinin (3-4-1) bulanıklık tahmini için gerçek değer performansı test edilmiş ve elde edilen 12 aylık tahmin sonuçları Şekil 5.48’de sunulmuştur. Tasarlanan YSA modeli, yüksek bir performans sergilemiştir (Şekil 5.48).



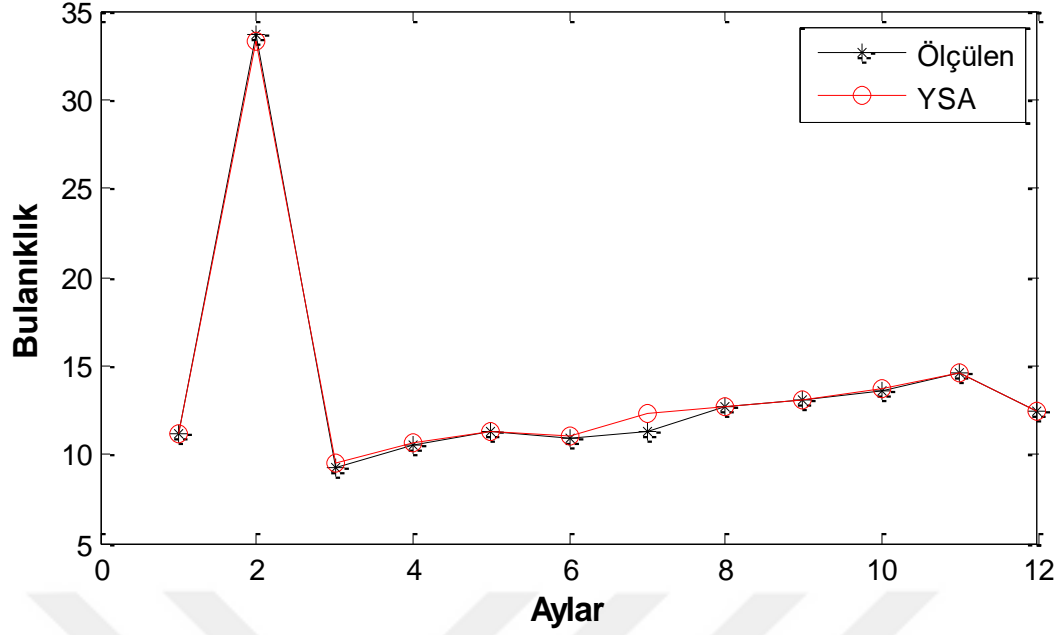
Şekil 5.48 Zn, Fe ve Pb parametreleri için YSA performansı

Zn, Fe, Pb ve Cr parametrelerinin yıl boyunca bulanıklık parametresinin tahminine etkisi analiz edilmiştir. Elde edilen bulgulara göre 8 gizli katman nöron sayısına sahip YSA topolojisinin en iyi test performansı; $MSE=0.0009160$ ve $R^2=0.9973$ değerlerde elde edilmiştir (Çizelge 5.54).

Çizelge 5.54 Zn, Fe, Pb ve Cr parametreleri için topoloji analizi

No	Gizli Katman Nöron Sayısı	R^2	MSE
1	3	0.9807	0.0006517
2	4	0.9899	0.0003397
3	6	0.9835	0.0002204
4	8	0.9973	0.0009160
5	10	0.9941	0.0001971

4 giriş, 8 gizli katman nöronlu ve 1 çıkış nöronuna sahip YSA topolojisinin (4-8-1) bulanıklık tahmini için gerçek değer performansı test edilmiş ve elde edilen 12 aylık tahmin sonuçları Şekil 5.49’da sunulmuştur. Tasarlanan YSA modeli, yüksek bir performans sergilemiştir (Şekil 5.49).



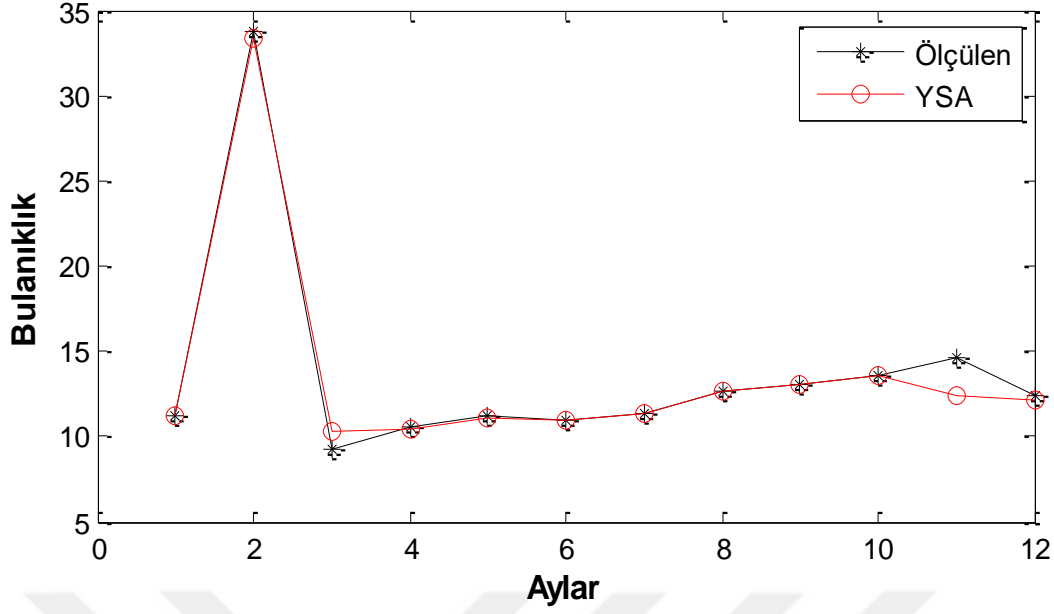
Şekil 5.49 Zn, Fe, Pb ve Cr parametreleri için YSA performansı

Zn, Fe, Pb, Cr ve Al parametrelerinin yıl boyunca bulanıklık parametresinin tahminine etkisi analiz edilmiştir. Elde edilen bulgulara göre 6 gizli katman nöron sayısına sahip YSA topolojisinin en iyi test performansı; MSE=0.0004685 ve $R^2=0.9973$ değerlerde elde edilmiştir (Çizelge 5.55).

Çizelge 5.55 Zn, Fe, Pb, Cr ve Al parametreleri için topoloji analizi

No	Gizli Katman Nöron Sayısı	R^2	MSE
1	3	0.9727	0.0009186
2	4	0.9830	0.0005738
3	6	0.9861	0.0004685
4	8	0.9725	0.0009251
5	10	0.9808	0.0006452

5 giriş, 6 gizli katman nöronlu ve 1 çıkış nöronuna sahip YSA topolojisinin (4-6-1) bulanıklık tahmini için gerçek değer performansı test edilmiş ve elde edilen 12 aylık tahmin sonuçları Şekil 5.50’de sunulmuştur. Tasarlanan YSA modeli, yüksek bir performans sergilemiştir (Şekil 5.50).



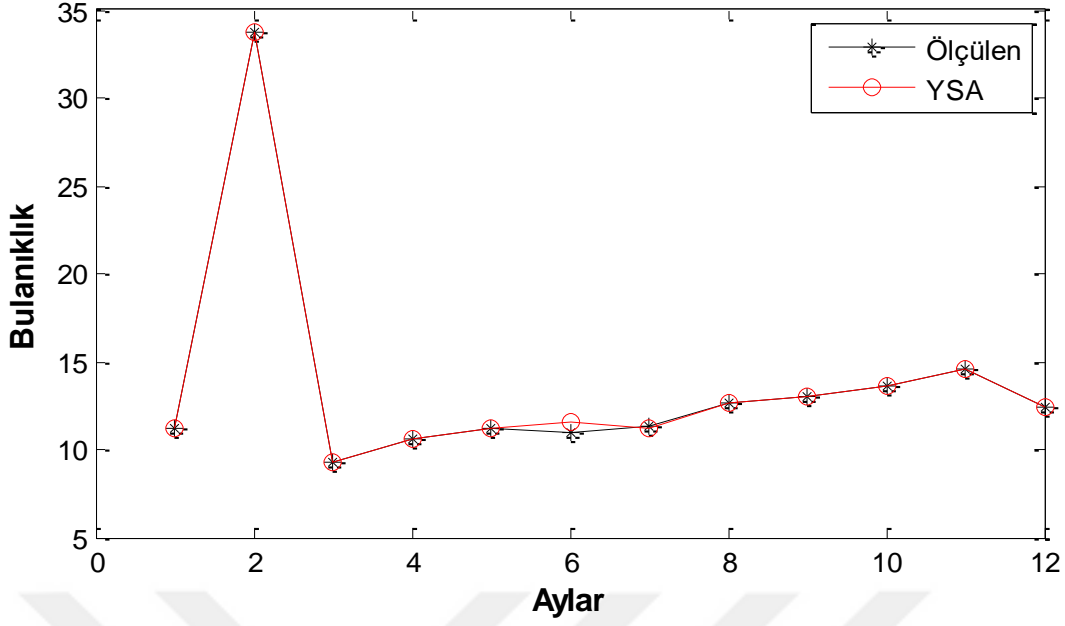
Şekil 5.50 Zn, Fe, Pb, Cr ve Al parametreleri için YSA performansı

Zn, Fe, Pb, Cr, Al ve AKM parametrelerinin yıl boyunca bulanıklık parametresinin tahminine etkisi analiz edilmiştir. Elde edilen bulgulara göre 8 gizli katman nöron sayısına sahip YSA topolojisinin en iyi test performansı; MSE=0.00003311 ve $R^2=0.9990$ değerlerde elde edilmiştir (Çizelge 5.56).

Çizelge 5.56 Zn, Fe, Pb, Cr, Al ve AKM parametreleri için topoloji analizi

No	Gizli Katman Nöron Sayısı	R^2	MSE
1	3	0.9960	0.0001344
2	4	0.9861	0.0004674
3	6	0.9688	0.0011
4	8	0.9990	0.00003311
5	10	0.9943	0.0001911

6 giriş, 8 gizli katman nöronlu ve 1 çıkış nöronuna sahip YSA topolojisinin (6-8-1) bulanıklık tahmini için gerçek değer performansı test edilmiş ve elde edilen 12 aylık tahmin sonuçları Şekil 5.51’de sunulmuştur. Tasarlanan YSA modeli, yüksek bir performans sergilemiştir (Şekil 5.51).



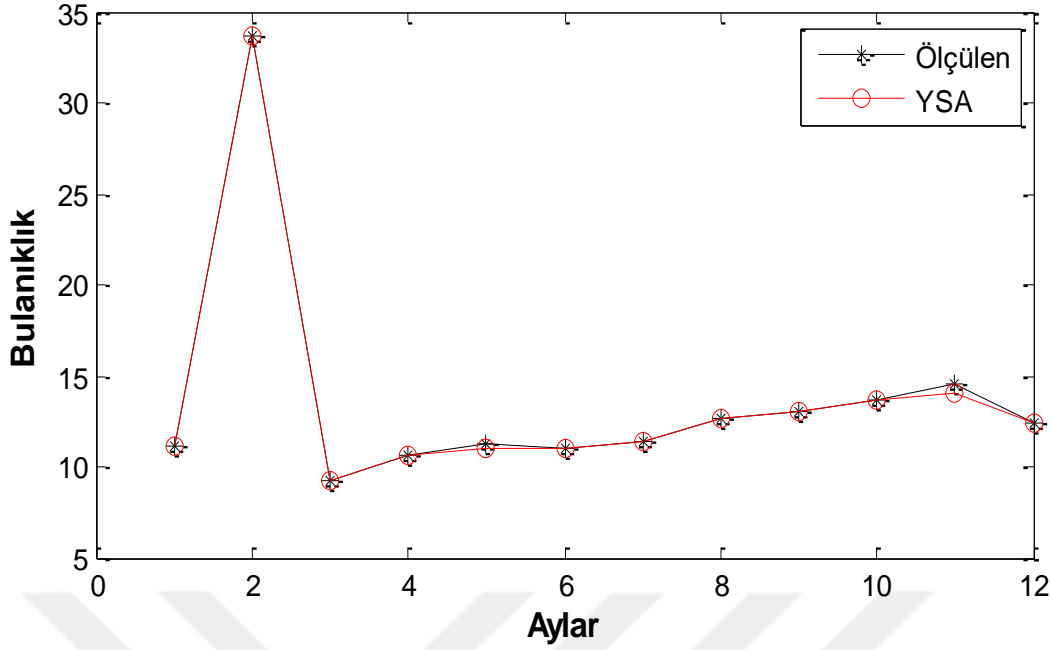
Şekil 5.51 Zn, Fe, Pb, Cr, Al ve AKM parametreleri için YSA performansı

Zn, Fe, Pb, Cr, Al, AKM ve KOİ parametrelerinin yıl boyunca bulanıklık parametresinin tahminine etkisi analiz edilmiştir. Elde edilen bulgulara göre 10 gizli katman nöron sayısına sahip YSA topolojisinin en iyi test performansı; $MSE=0.00003241$ ve $R^2=0.9990$ değerlerde elde edilmiştir (Çizelge 5.57).

Çizelge 5.57 Zn, Fe, Pb, Cr, Al, AKM ve KOİ parametreleri için topoloji analizi

No	Gizli Katman Nöron Sayısı	R^2	MSE
1	3	0.9959	0.0001366
2	4	0.9862	0.0004639
3	6	0.9963	0.0001258
4	8	0.9854	0.0004921
5	10	0.9990	0.00003241

7 giriş, 10 gizli katman nöronlu ve 1 çıkış nöronuna sahip YSA topolojisinin (7-10-1) bulanıklık tahmini için gerçek değer performansı test edilmiş ve elde edilen 12 aylık tahmin sonuçları Şekil 5.52’de sunulmuştur. Tasarlanan YSA modeli, yüksek bir performans sergilemiştir (Şekil 5.52).



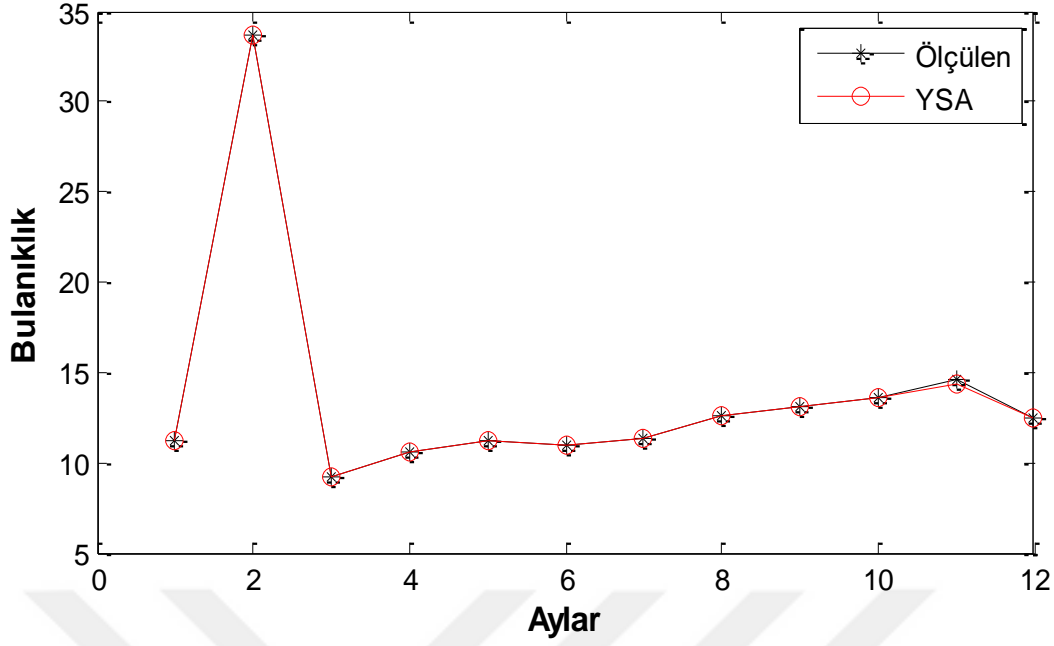
Şekil 5.52 Zn, Fe, Pb, Cr, Al ve AKM parametreleri için YSA performansı

Zn, Fe, Pb, Cr, Al, AKM, KOİ ve Ca parametrelerinin yıl boyunca bulanıklık parametresinin tahminine etkisi analiz edilmiştir. Elde edilen bulgulara göre 6 gizli katman nöron sayısına sahip YSA topolojisinin en iyi test performansı; MSE=0.000004493 ve $R^2=0.9999$ değerlerde elde edilmiştir (Çizelge 5.58).

Çizelge 5.58 Zn, Fe, Pb, Cr, Al, AKM, KOİ ve Ca parametreleri için topoloji analizi

No	Gizli Katman Nöron Sayısı	R^2	MSE
1	3	0.9861	0.0004685
2	4	0.9896	0.0003509
3	6	0.9999	0.000004493
4	8	0.9936	0.0002166
5	10	0.9808	0.0006460

8 giriş, 6 gizli katman nöronlu ve 1 çıkış nöronuna sahip YSA topolojisinin (8-6-1) bulanıklık tahmini için gerçek değer performansı test edilmiş ve elde edilen 12 aylık tahmin sonuçları Şekil 5.53'te sunulmuştur. Tasarlanan YSA modeli, yüksek bir performans sergilemiştir (Şekil 5.53).



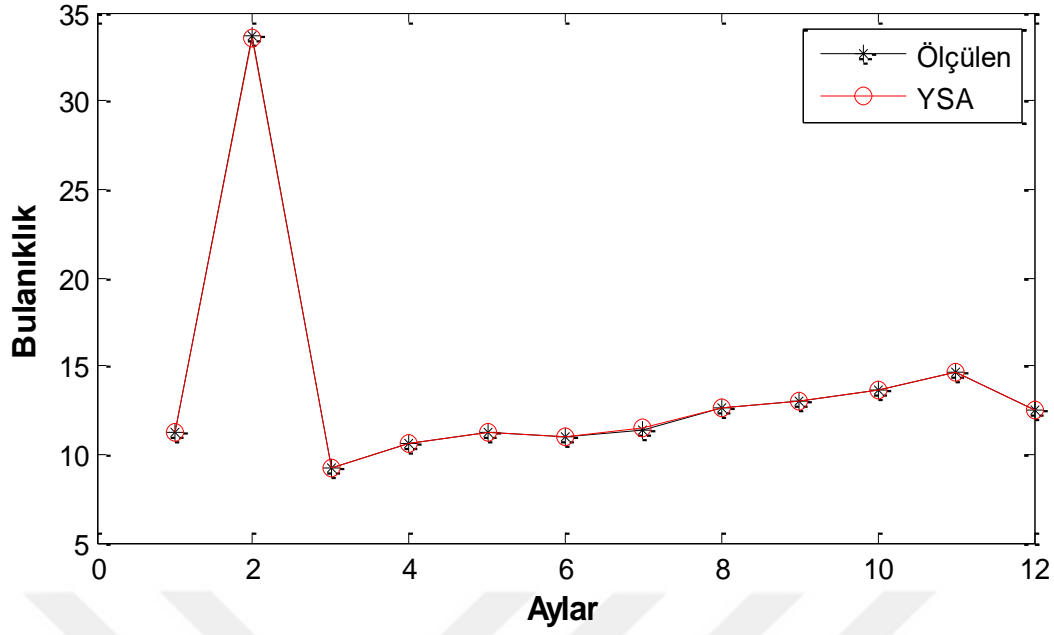
Şekil 5.53 Zn, Fe, Pb, Cr, Al, AKM, KOİ ve Ca parametreleri için YSA performansı

Zn, Fe, Pb, Cr, Al, AKM, KOİ, Ca ve Mn parametrelerinin yıl boyunca bulanıklık parametresinin tahminine etkisi analiz edilmiştir. Elde edilen bulgulara göre 10 gizli katman nöron sayısına sahip YSA topolojisinin en iyi test performansı; $MSE=0.000005581$ ve $R^2=0.9998$ değerlerde elde edilmiştir (Çizelge 5.59).

Çizelge 5.59 Zn, Fe, Pb, Cr, Al, AKM, KOİ, Ca ve Mn parametreleri için topoloji analizi

No	Gizli Katman Nöron Sayısı	R^2	MSE
1	3	0.9942	0.0001947
2	4	0.9963	0.0001233
3	6	0.9860	0.0004722
4	8	0.9721	0.0009397
5	10	0.9998	0.000005581

9 giriş, 10 gizli katman nöronlu ve 1 çıkış nöronuna sahip YSA topolojisinin (9-10-1) bulanıklık tahmini için gerçek değer performansı test edilmiş ve elde edilen 12 aylık tahmin sonuçları Şekil 5.54'te sunulmuştur. Tasarlanan YSA modeli, yüksek bir performans sergilemiştir (Şekil 5.54).



Şekil 5.54 Zn, Fe, Pb, Cr, Al, AKM, KOİ, Ca ve Mn parametreleri için YSA performansı

5.2.2.3 F3 İstasyonu

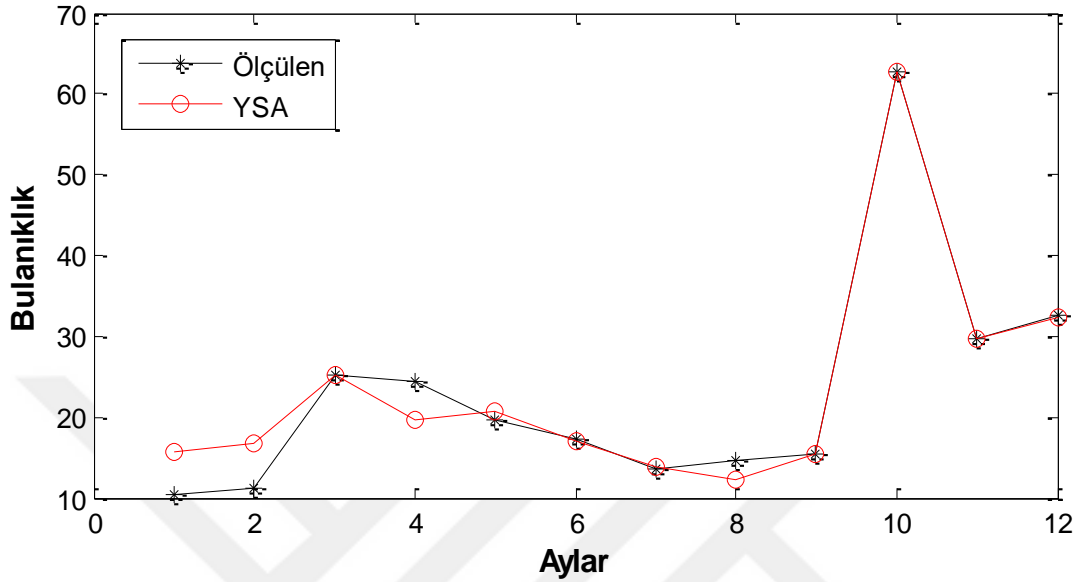
F3 istasyonu için yapılan analizler sonucunda Pb parametresinin en iyi test performansına sahip olduğu gözlemlenmiştir. Bunu Ca, Al, KOİ, Mn, AKM, Fe, Cr ve Zn parametreleri takip etmiştir. Oluşturulan modeller ve test performans sonuçları aşağıda verilmiştir.

Pb ve Ca parametrelerinin yıl boyunca bulanıklık parametresinin tahminine etkisi analiz edilmiştir. Elde edilen bulgulara göre 10 gizli katman nöron sayısına sahip YSA topolojisinin en iyi test performansı; MSE=0.0019 ve $R^2=0.9602$ değerlerde elde edilmiştir (Çizelge 5.60).

Çizelge 5.60 Pb ve Ca parametreleri için topoloji analizi

No	Gizli Katman Nöron Sayısı	R^2	MSE
1	3	0.9415	0.0028
2	4	0.9520	0.0023
3	6	0.9502	0.0024
4	8	0.9554	0.0022
5	10	0.9602	0.0019

2 giriş, 10 gizli katman nöronlu ve 1 çıkış nöronuna sahip YSA topolojisinin (2-10-1) bulanıklık tahmini için gerçek değer performansı test edilmiş ve elde edilen 12 aylık tahmin sonuçları Şekil 5.55'te sunulmuştur. Tasarlanan YSA modeli, yüksek bir performans sergilemiştir (Şekil 5.55).



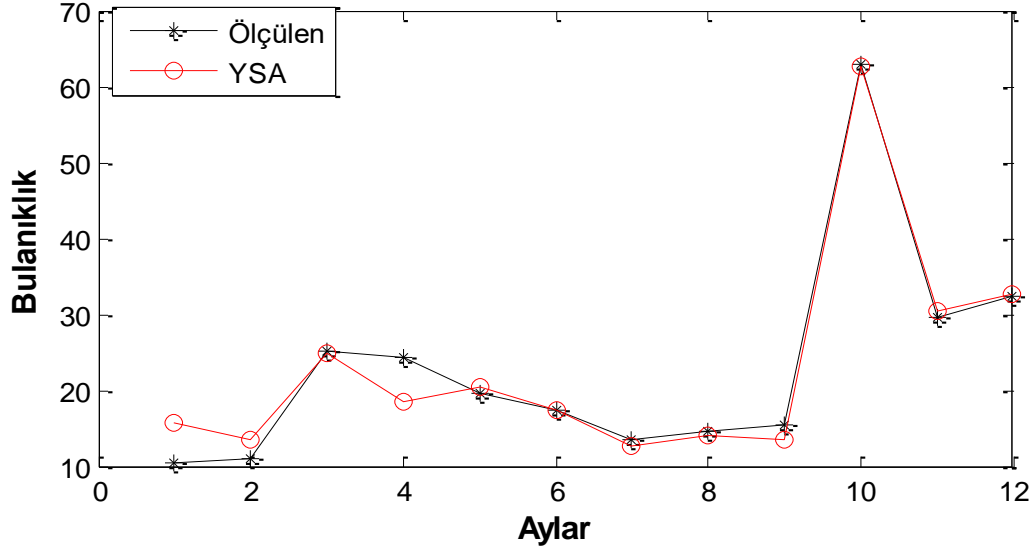
Şekil 5.55 Pb ve Ca parametreleri için YSA performansı

Pb, Ca ve Al parametrelerinin yıl boyunca bulanıklık parametresinin tahminine etkisi analiz edilmiştir. Elde edilen bulgulara göre 8 gizli katman nöron sayısına sahip YSA topolojisinin en iyi test performansı; $MSE=0.0015$ ve $R^2=0.9686$ değerlerde elde edilmiştir (Çizelge 5.61).

Çizelge 5.61 Pb, Ca ve Al parametreleri için topoloji analizi

No	Gizli Katman Nöron Sayısı	R^2	MSE
1	3	0.9503	0.0024
2	4	0.9614	0.0019
3	6	0.9644	0.0017
4	8	0.9686	0.0015
5	10	0.9577	0.0020

3 giriş 8 gizli katman nöronlu ve 1 çıkış nöronuna sahip YSA topolojisinin (3-8-1) bulanıklık tahmini için gerçek değer performansı test edilmiş ve elde edilen 12 aylık tahmin sonuçları Şekil 5.56'da sunulmuştur. Tasarlanan YSA modeli, yüksek bir performans sergilemiştir (Şekil 5.56).



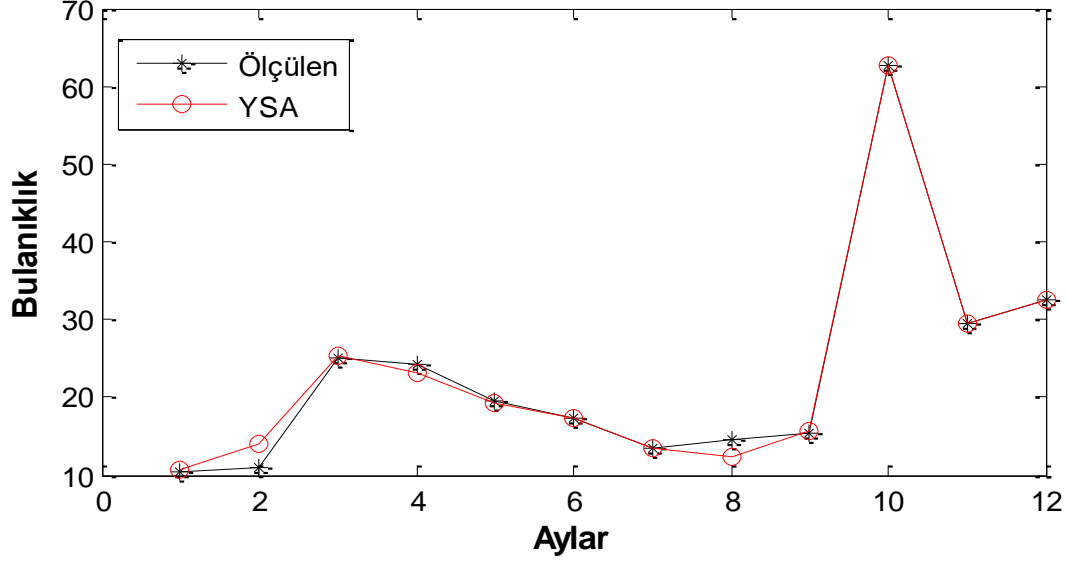
Şekil 5.56 Pb, Ca ve Al parametreleri için YSA performansı

Pb, Ca, Al ve KOİ parametrelerinin yıl boyunca bulanıklık parametresinin tahminine etkisi analiz edilmiştir. Elde edilen bulgulara göre 8 gizli katman nöron sayısına sahip YSA topolojisinin en iyi test performansı; MSE=0.0003133 ve $R^2=0.9935$ değerlerde elde edilmiştir (Çizelge 5.62).

Çizelge 5.62 Pb, Ca, Al ve KOİ parametreleri için topoloji analizi

No	Gizli Katman Nöron Sayısı	R^2	MSE
1	3	0.9790	0.0010
2	4	0.9659	0.0016
3	6	0.9935	0.0003133
4	8	0.9715	0.0014
5	10	0.9797	0.0009816

4 giriş, 6 gizli katman nöronlu ve 1 çıkış nöronuna sahip YSA topolojisinin (4-6-1) bulanıklık tahmini için gerçek değer performansı test edilmiş ve elde edilen 12 aylık tahmin sonuçları Şekil 5.57’de sunulmuştur. Tasarlanan YSA modeli, yüksek bir performans sergilemiştir (Şekil 5.57).



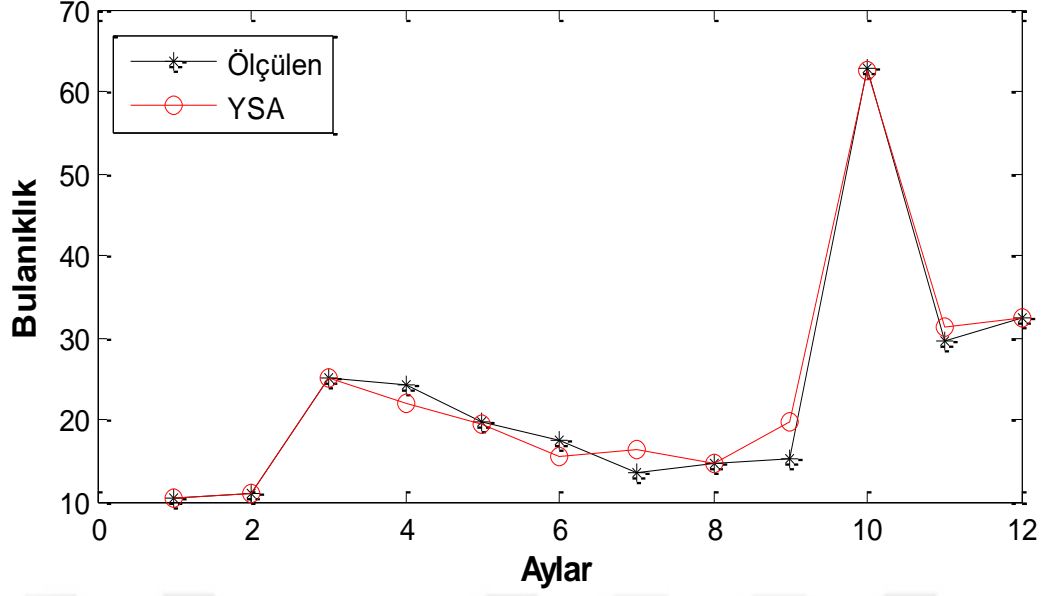
Şekil 5.57 Pb, Ca, Al ve KOİ parametreleri için YSA performansı

Pb, Ca, Al, KOİ ve Mn parametrelerinin yıl boyunca bulanıklık parametresinin tahminine etkisi analiz edilmiştir. Elde edilen bulgulara göre 3 gizli katman nöron sayısına sahip YSA topolojisinin en iyi test performansı; MSE=0.0007848 ve $R^2=0.9838$ değerlerde elde edilmiştir (Çizelge 5.63).

Çizelge 5.63 Pb, Ca, Al, KOİ ve Mn parametreleri için topoloji analizi

No	Gizli Katman Nöron Sayısı	R^2	MSE
1	3	0.9838	0.0007848
2	4	0.9538	0.0022
3	6	0.9771	0.0011
4	8	0.9720	0.0014
5	10	0.9670	0.0016

5 giriş, 3 gizli katman nöronlu ve 1 çıkış nöronuna sahip YSA topolojisinin (5-3-1) bulanıklık tahmini için gerçek değer performansı test edilmiş ve elde edilen 12 aylık tahmin sonuçları Şekil 5.58’de sunulmuştur. Tasarlanan YSA modeli, yüksek bir performans sergilemiştir (Şekil 5.58).



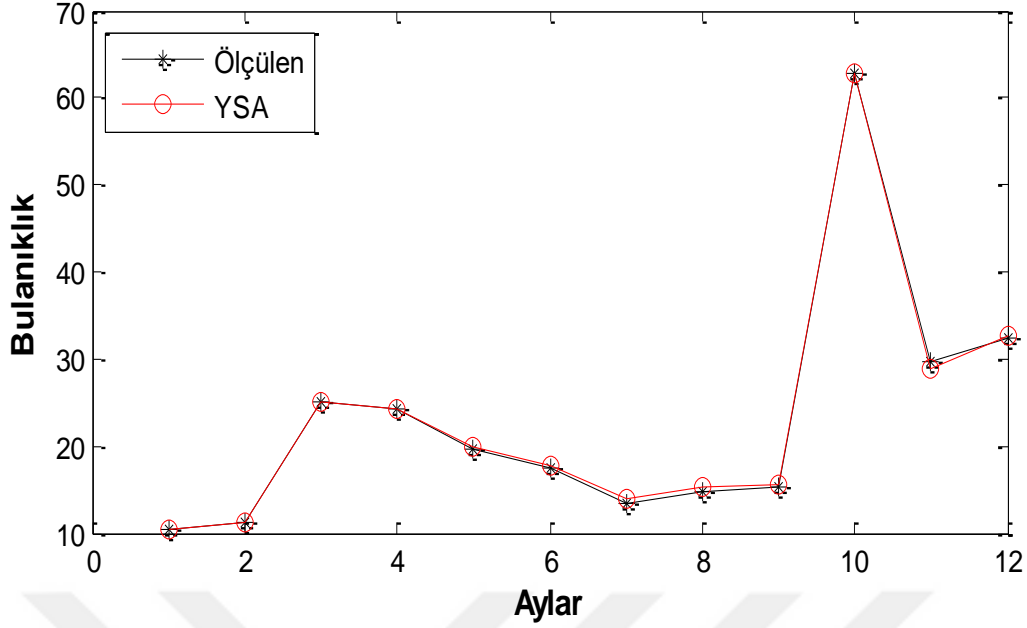
Şekil 5.58 Pb, Ca, Al, KOİ ve Mn parametreleri için YSA performansı

Pb, Ca, Al, KOİ, Mn ve AKM parametrelerinin yıl boyunca bulanıklık parametresinin tahminine etkisi analiz edilmiştir. Elde edilen bulgulara göre 3 gizli katman nöron sayısına sahip YSA topolojisinin en iyi test performansı; MSE=0.00003324 ve $R^2=0.9993$ değerlerde elde edilmiştir (Çizelge 5.64).

Çizelge 5.64 Pb, Ca, Al, KOİ, Mn ve AKM parametreleri için topoloji analizi

No	Gizli Katman Nöron Sayısı	R^2	MSE
1	3	0.9713	0.0014
2	4	0.9993	0.0003324
3	6	0.9675	0.0016
4	8	0.9922	0.0003779
5	10	0.9768	0.0011

6 giriş, 3 gizli katman nöronlu ve 1 çıkış nöronuna sahip YSA topolojisinin (6-3-1) bulanıklık tahmini için gerçek değer performansı test edilmiş ve elde edilen 12 aylık tahmin sonuçları Şekil 5.59'da sunulmuştur. Tasarlanan YSA modeli, yüksek bir performans sergilemiştir (Şekil 5.59).



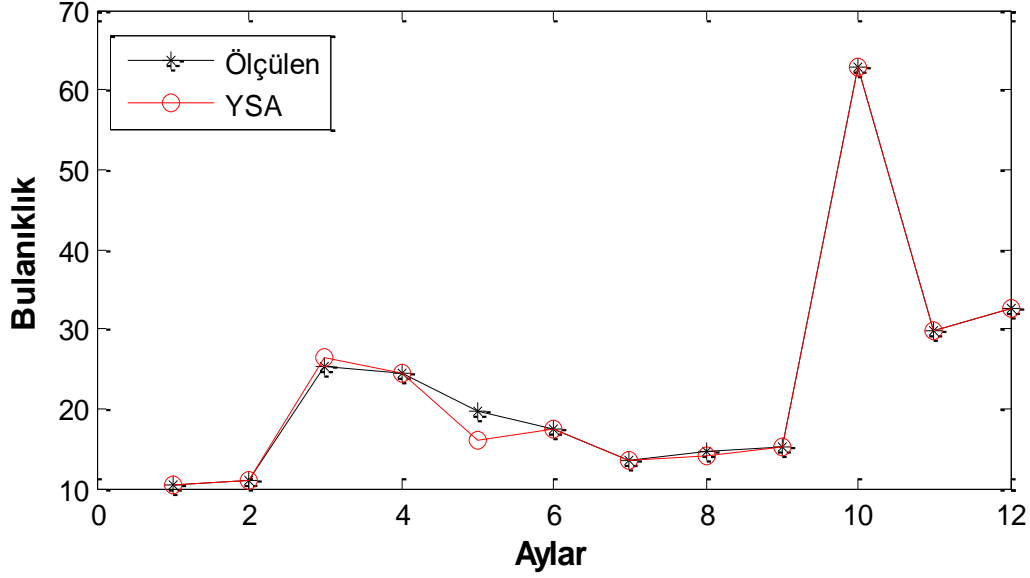
Şekil 5.59 Pb, Ca, Al, KOİ, Mn ve AKM parametreleri için YSA performansı

Pb, Ca, Al, KOİ, Mn, AKM ve Fe parametrelerinin yıl boyunca bulanıklık parametresinin tahminine etkisi analiz edilmiştir. Elde edilen bulgulara göre 4 gizli katman nöron sayısına sahip YSA topolojisinin en iyi test performansı; MSE=0.0003131 ve $R^2=0.9935$ değerlerde elde edilmiştir (Çizelge 5.65).

Çizelge 5.65 Pb, Ca, Al, KOİ, Mn, AKM ve Fe parametreleri için topoloji analizi

No	Gizli Katman Nöron Sayısı	R^2	MSE
1	3	0.9835	0.0007977
2	4	0.9935	0.0003131
3	6	0.9846	0.0007462
4	8	0.9843	0.0007598
5	10	0.9659	0.0016

7 giriş, 4 gizli katman nöronlu ve 1 çıkış nöronuna sahip YSA topolojisinin (7-4-1) bulanıklık tahmini için gerçek değer performansı test edilmiş ve elde edilen 12 aylık tahmin sonuçları Şekil 5.60'da sunulmuştur. Tasarlanan YSA modeli, yüksek bir performans sergilemiştir (Şekil 5.60).



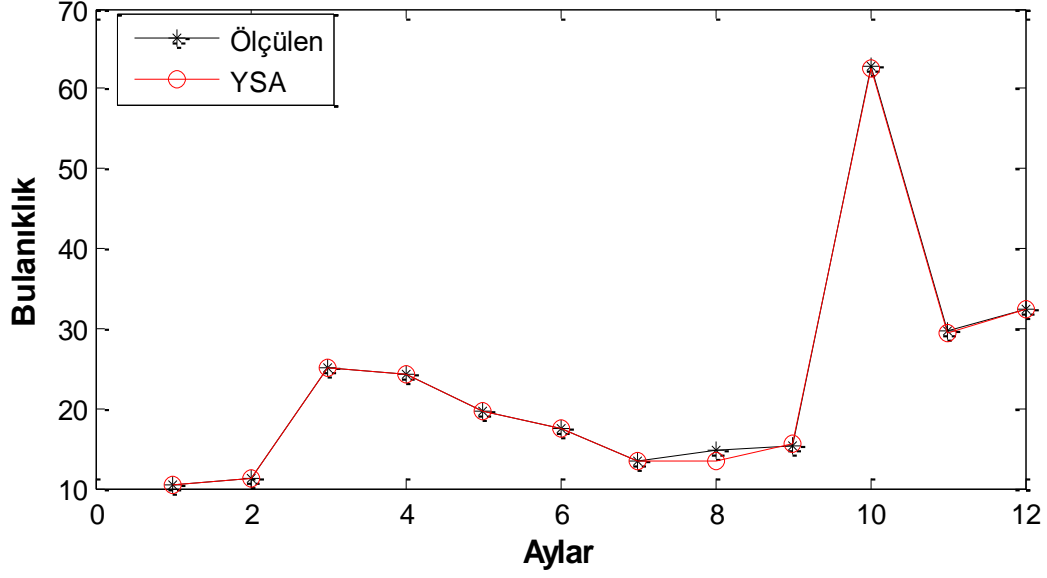
Şekil 5.60 Pb, Ca, Al, KOİ, Mn, AKM ve Fe parametreleri için YSA performansı

Pb, Ca, Al, KOİ, Mn, AKM, Fe ve Cr parametrelerinin yıl boyunca bulanıklık parametresinin tahminine etkisi analiz edilmiştir. Elde edilen bulgulara göre 10 gizli katman nöron sayısına sahip YSA topolojisinin en iyi test performansı; MSE=0.00003678 ve $R^2=0.9992$ değerlerde elde edilmiştir (Çizelge 5.66).

Çizelge 5.66 Pb, Ca, Al, KOİ, Mn, AKM, Fe ve Cr parametreleri için topoloji analizi

No	Gizli Katman Nöron Sayısı	R^2	MSE
1	3	0.9988	0.00005840
2	4	0.9734	0.0013
3	6	0.9983	0.00008363
4	8	0.9733	0.0013
5	10	0.9992	0.00003678

8 giriş, 10 gizli katman nöronlu ve 1 çıkış nöronuna sahip YSA topolojisinin (8-10-1) bulanıklık tahmini için gerçek değer performansı test edilmiş ve elde edilen 12 aylık tahmin sonuçları Şekil 5.61’de sunulmuştur. Tasarlanan YSA modeli, yüksek bir performans sergilemiştir (Şekil 5.61).



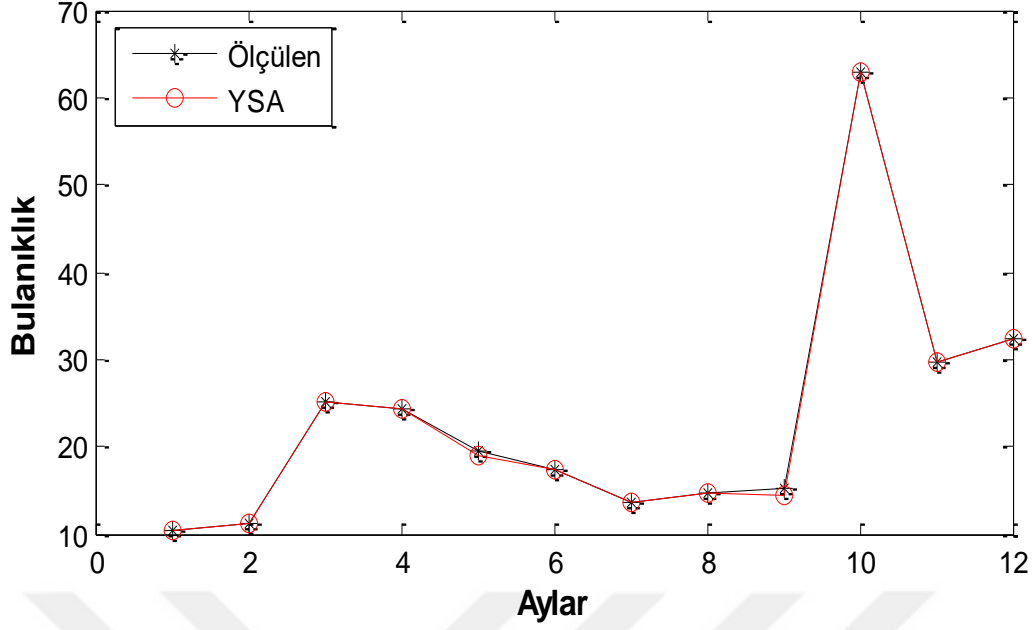
Şekil 5.61 Pb, Ca, Al, KOİ, Mn, AKM, Fe ve Cr parametreleri için YSA performansı

Pb, Ca, Al, KOİ, Mn, AKM, Fe, Cr ve Zn parametrelerinin yıl boyunca bulanıklık parametresinin tahminine etkisi analiz edilmiştir. Elde edilen bulgulara göre 4 gizli katman nöron sayısına sahip YSA topolojisinin en iyi test performansı; MSE=0.00002132 ve $R^2=0.9996$ değerlerde elde edilmiştir (Çizelge 5.67).

Çizelge 5.67 Pb, Ca, Al, KOİ, Mn, AKM, Fe, Cr ve Zn parametreleri için topoloji analizi

No	Gizli Katman Nöron Sayısı	R^2	MSE
1	3	0.9689	0.0015
2	4	0.9996	0.00002132
3	6	0.9549	0.0022
4	8	0.9755	0.0012
5	10	0.9684	0.0015

9 giriş, 4 gizli katman nöronlu ve 1 çıkış nöronuna sahip YSA topolojisinin (9-4-1) bulanıklık tahmini için gerçek değer performansı test edilmiş ve elde edilen 12 aylık tahmin sonuçları Şekil 5.62’de sunulmuştur. Tasarlanan YSA modeli, yüksek bir performans sergilemiştir (Şekil 5.62).



Şekil 5.62 Pb, Ca, Al, KOİ, Mn, AKM, Fe, Cr ve Zn parametreleri için YSA performansı

5.2.2.4 F4 İstasyonu

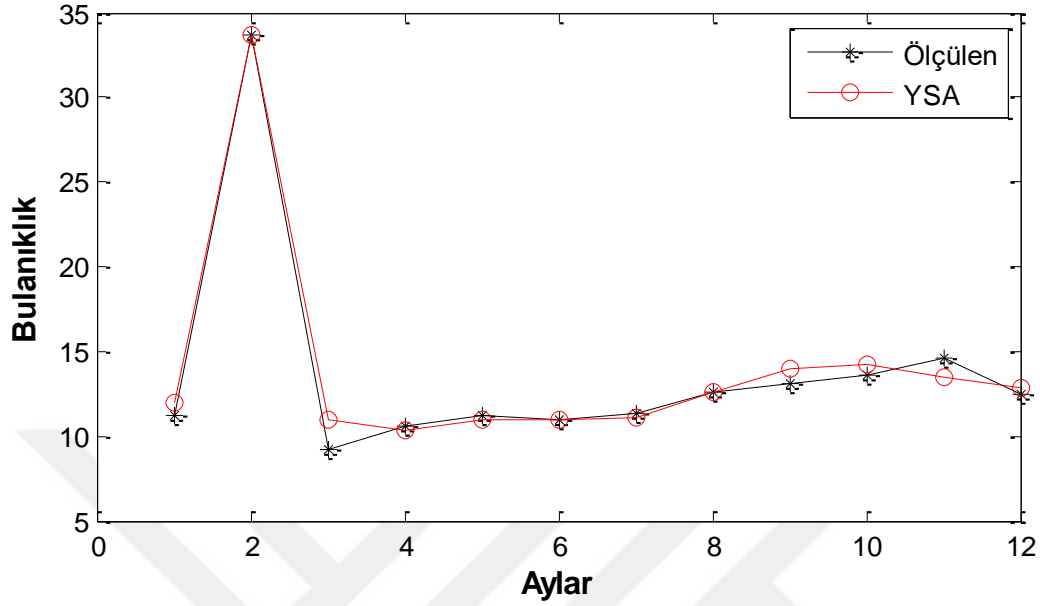
F4 istasyonu için yapılan analizler sonucunda KOİ parametresinin en iyi test performansına sahip olduğu gözlemlenmiştir. Bunu Fe, AKM, Pb, Mn, Cr, Al, Zn ve Ca parametreleri takip etmiştir. Oluşturulan modeller ve test performans sonuçları aşağıda verilmiştir.

KOİ ve Fe parametrelerinin yıl boyunca bulanıklık parametresinin tahminine etkisi analiz edilmiştir. Elde edilen bulgulara göre 10 gizli katman nöron sayısına sahip YSA topolojisinin en iyi test performansı; MSE= 0.0004581 ve $R^2=0.9864$ değerlerde elde edilmiştir (Çizelge 5.68).

Çizelge 5.68 KOİ ve Fe parametreleri için topoloji analizi

No	Gizli Katman Nöron Sayısı	R^2	MSE
1	3	0.9775	0.0007581
2	4	0.9088	0.0031
3	6	0.9068	0.0031
4	8	0.9864	0.0004581
5	10	0.9664	0.0011

2 giriş, 8 gizli katman nöronlu ve 1 çıkış nöronuna sahip YSA topolojisinin (2-8-1) bulanıklık tahmini için gerçek değer performansı test edilmiş ve elde edilen 12 aylık tahmin sonuçları Şekil 5.63'te sunulmuştur. Tasarlanan YSA modeli, yüksek bir performans sergilemiştir (Şekil 5.63).



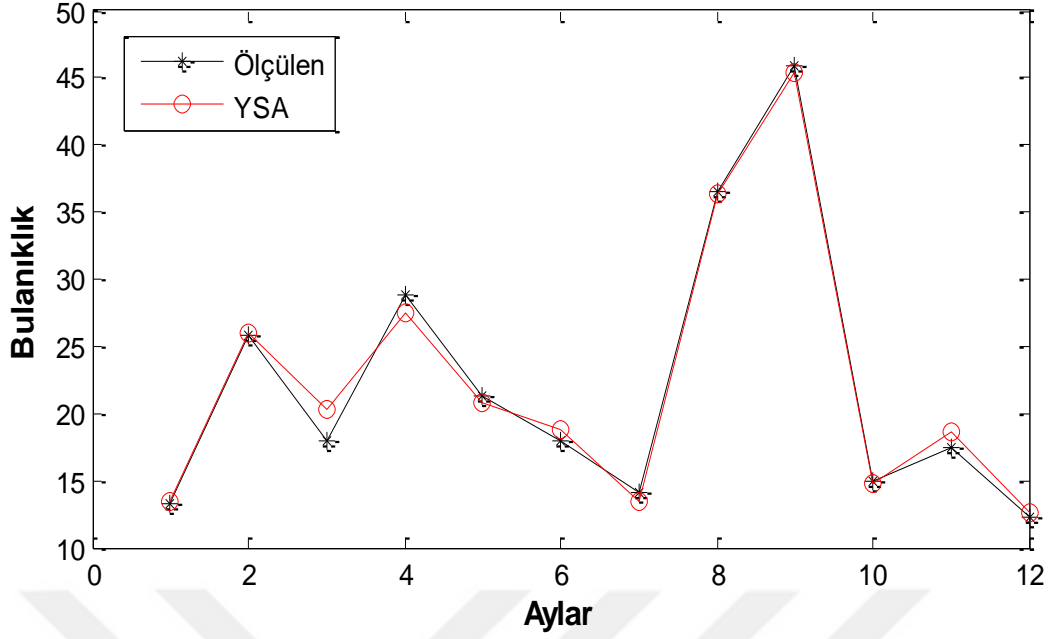
Şekil 5.63 KOİ ve Fe parametreleri için YSA performansı

KOİ, Fe ve AKM parametrelerinin yıl boyunca bulanıklık parametresinin tahminine etkisi analiz edilmiştir. Elde edilen bulgulara göre 6 gizli katman nöron sayısına sahip YSA topolojisinin en iyi test performansı; $MSE=0.0004180$ ve $R^2=0.9910$ değerlerde elde edilmiştir (Çizelge 5.69).

Çizelge 5.69 KOİ, Fe ve AKM parametreleri için topoloji analizi

No	Gizli Katman Nöron Sayısı	R^2	MSE
1	3	0.9837	0.0007599
2	4	0.9844	0.0007280
3	6	0.9910	0.0004180
4	8	0.9887	0.0005251
5	10	0.9906	0.0004366

3 giriş, 6 gizli katman nöronlu ve 1 çıkış nöronuna sahip YSA topolojisinin (3-6-1) bulanıklık tahmini için gerçek değer performansı test edilmiş ve elde edilen 12 aylık tahmin sonuçları Şekil 5.64'te sunulmuştur. Tasarlanan YSA modeli, yüksek bir performans sergilemiştir (Şekil 5.64).



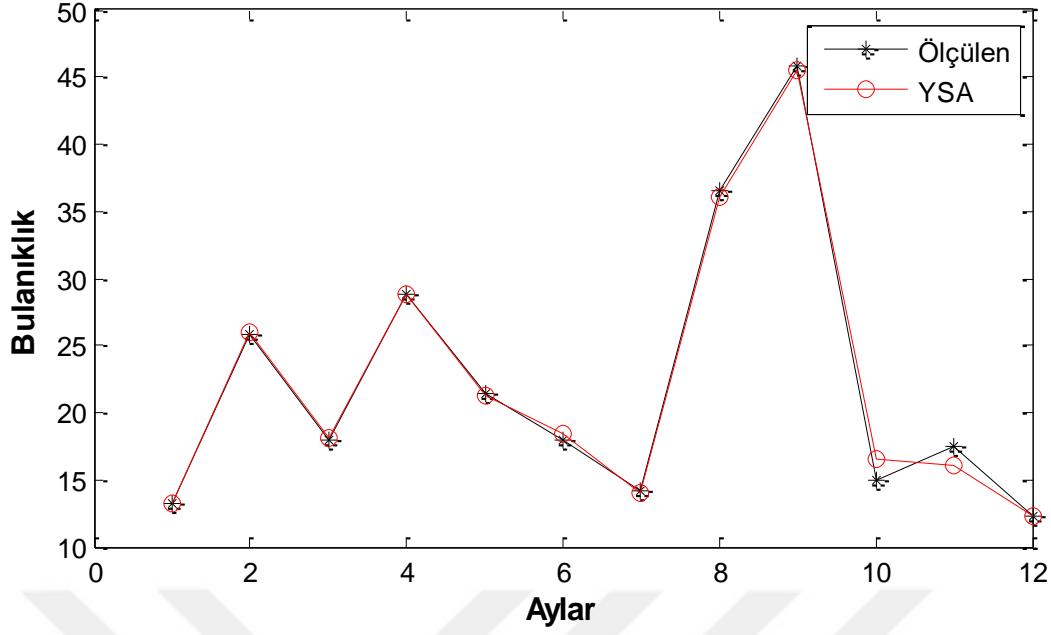
Şekil 5.64 KOİ, Fe ve AKM parametreleri için YSA performansı

KOİ, Fe, AKM ve Pb parametrelerinin yıl boyunca bulanıklık parametresinin tahminine etkisi analiz edilmiştir. Elde edilen bulgulara göre 4 gizli katman nöron sayısına sahip YSA topolojisinin en iyi test performansı; $MSE=0.0001907$ ve $R^2=0.9959$ değerlerde elde edilmiştir (Çizelge 5.70).

Çizelge 5.70 KOİ, Fe, AKM ve Pb parametreleri için topoloji analizi

No	Gizli Katman Nöron Sayısı	R^2	MSE
1	3	0.9839	0.0007503
2	4	0.9959	0.0001907
3	6	0.9805	0.0009009
4	8	0.9918	0.0003826
5	10	0.9806	0.0009041

4 giriş, 4 gizli katman nöronlu ve 1 çıkış nöronuna sahip YSA topolojisinin (4-4-1) bulanıklık tahmini için gerçek değer performansı test edilmiş ve elde edilen 12 aylık tahmin sonuçları Şekil 5.65'te sunulmuştur. Tasarlanan YSA modeli, yüksek bir performans sergilemiştir (Şekil 5.65).



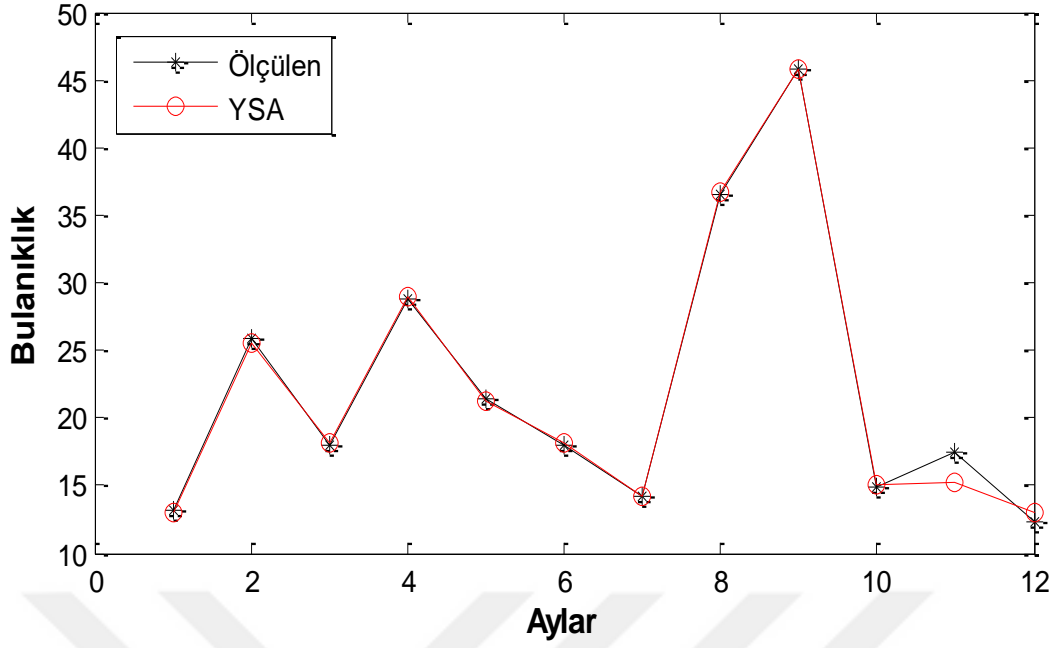
Şekil 5.65 KOİ, Fe, AKM ve Pb parametreleri için YSA performansı

KOİ, Fe, AKM, Pb ve Mn parametrelerinin yıl boyunca bulanıklık parametresinin tahminine etkisi analiz edilmiştir. Elde edilen bulgulara göre 10 gizli katman nöron sayısına sahip YSA topolojisinin en iyi test performansı; MSE=0.0002280 ve $R^2=0.9951$ değerlerde elde edilmiştir (Çizelge 5.71).

Çizelge 5.71 KOİ, Fe, AKM, Pb ve Mn parametreleri için topoloji analizi

No	Gizli Katman Nöron Sayısı	R^2	MSE
1	3	0.9888	0.0005243
2	4	0.9853	0.0006863
3	6	0.9906	0.0004372
4	8	0.9933	0.0003113
5	10	0.9951	0.0002280

5 giriş, 10 gizli katman nöronlu ve 1 çıkış nöronuna sahip YSA topolojisinin (5-10-1) bulanıklık tahmini için gerçek değer performansı test edilmiş ve elde edilen 12 aylık tahmin sonuçları Şekil 5.66'da sunulmuştur. Tasarlanan YSA modeli, yüksek bir performans sergilemiştir (Şekil 5.66).



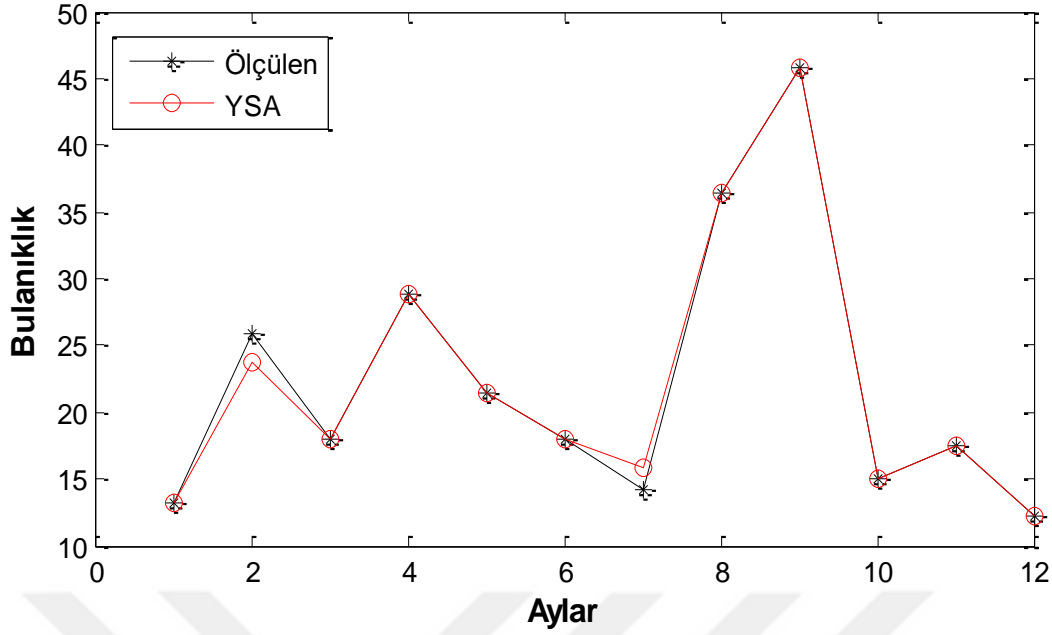
Şekil 5.66 KOİ, Fe, AKM, Pb ve Mn parametreleri için YSA performansı

KOİ, Fe, AKM, Pb, Mn ve Cr parametrelerinin yıl boyunca bulanıklık parametresinin tahminine etkisi analiz edilmiştir. Elde edilen bulgulara göre 10 gizli katman nöron sayısına sahip YSA topolojisinin en iyi test performansı; MSE=0.0002791 ve $R^2=0.9940$ değerlerde elde edilmiştir (Çizelge 5.72).

Çizelge 5.72 KOİ, Fe, AKM, Pb, Mn ve Cr parametreleri için topoloji analizi

No	Gizli Katman Nöron Sayısı	R^2	MSE
1	3	0.9811	0.0008832
2	4	0.9848	0.0007109
3	6	0.9921	0.0003702
4	8	0.9799	0.0009379
5	10	0.9940	0.0002791

6 giriş, 10 gizli katman nöronlu ve 1 çıkış nöronuna sahip YSA topolojisinin (6-10-1) bulanıklık tahmini için gerçek değer performansı test edilmiş ve elde edilen 12 aylık tahmin sonuçları Şekil 5.67’de sunulmuştur. Tasarlanan YSA modeli, yüksek bir performans sergilemiştir (Şekil 5.67).



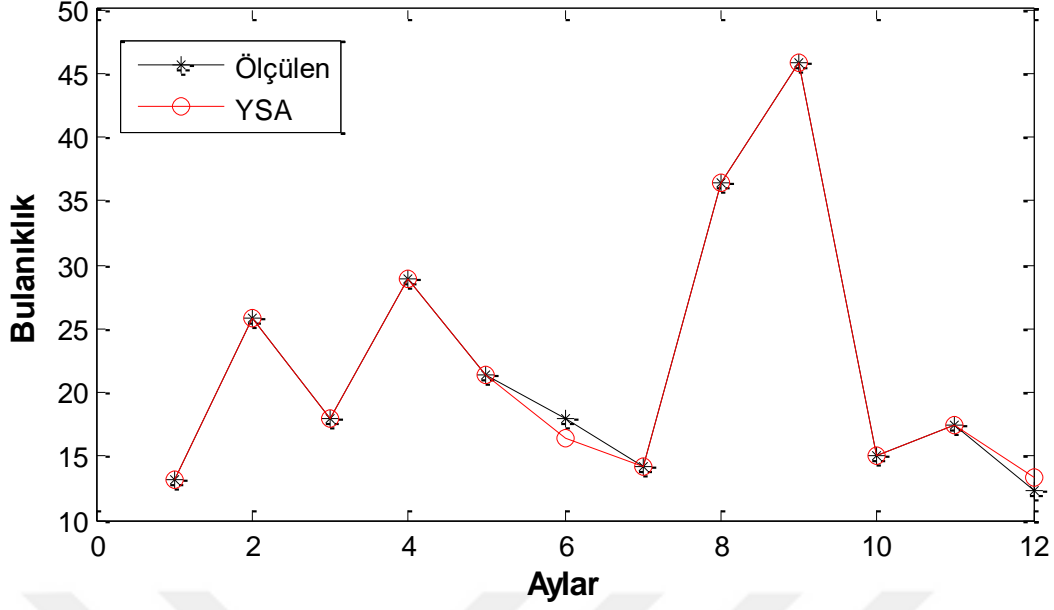
Şekil 5.67 KOİ, Fe, AKM, Pb, Mn ve Cr parametreleri için YSA performansı

KOİ, Fe, AKM, Pb, Mn, Cr ve Al parametrelerinin yıl boyunca bulanıklık parametresinin tahminine etkisi analiz edilmiştir. Elde edilen bulgulara göre 4 gizli katman nöron sayısına sahip YSA topolojisinin en iyi test performansı; MSE=0.0001281 ve $R^2=0.9973$ değerlerde elde edilmiştir (Çizelge 5.73).

Çizelge 5.73 KOİ, Fe, AKM, Pb, Mn, Cr ve Al parametreleri için topoloji analizi

No	Gizli Katman Nöron Sayısı	R^2	MSE
1	3	0.9953	0.0002173
2	4	0.9973	0.0001281
3	6	0.9972	0.0001325
4	8	0.9847	0.0007151
5	10	0.9921	0.0003678

7 giriş, 4 gizli katman nöronlu ve 1 çıkış nöronuna sahip YSA topolojisinin (7-4-1) bulanıklık tahmini için gerçek değer performansı test edilmiş ve elde edilen 12 aylık tahmin sonuçları Şekil 5.68’de sunulmuştur. Tasarlanan YSA modeli, yüksek bir performans sergilemiştir (Şekil 5.68).



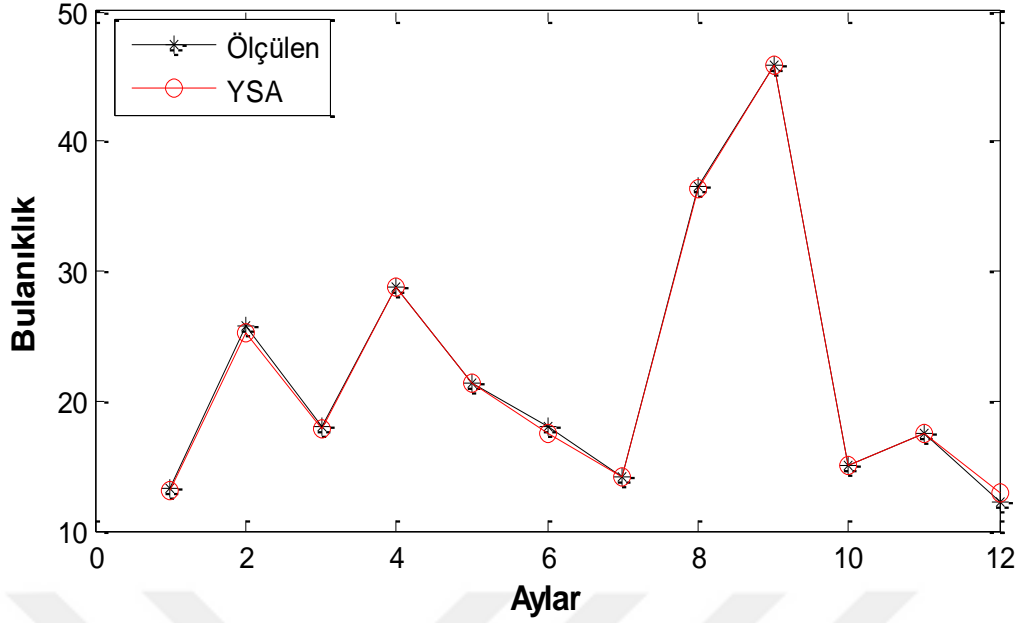
Şekil 5.68 KOİ, Fe, AKM, Pb, Mn, Cr ve Al parametreleri için YSA performansı

KOİ, Fe, AKM, Pb, Mn, Cr, Al ve Zn parametrelerinin yıl boyunca bulanıklık parametresinin tahminine etkisi analiz edilmiştir. Elde edilen bulgulara göre 6 gizli katman nöron sayısına sahip YSA topolojisinin en iyi test performansı; MSE=0.00003220 ve $R^2=0.9993$ değerlerde elde edilmiştir (Çizelge 5.74).

Çizelge 5.74 KOİ, Fe, AKM, Pb, Mn, Cr, Al ve Zn parametreleri için topoloji analizi

No	Gizli Katman Nöron Sayısı	R^2	MSE
1	3	0.9945	0.0002558
2	4	0.9928	0.0003308
3	6	0.9993	0.00003220
4	8	0.9935	0.0003047
5	10	0.9981	0.00008923

8 giriş, 6 gizli katman nöronlu ve 1 çıkış nöronuna sahip YSA topolojisinin (8-6-1) bulanıklık tahmini için gerçek değer performansı test edilmiş ve elde edilen 12 aylık tahmin sonuçları Şekil 5.69’da sunulmuştur. Tasarlanan YSA modeli, yüksek bir performans sergilemiştir (Şekil 5.69).



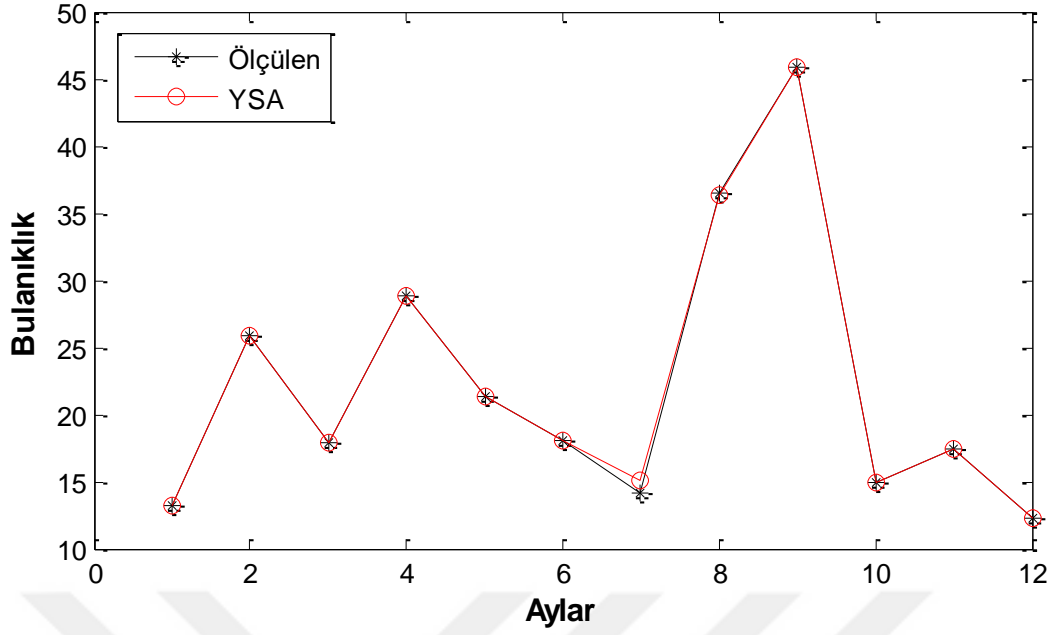
Şekil 5.69 KOİ, Fe, AKM, Pb, Mn, Cr, Al ve Zn parametreleri için YSA performansı

KOİ, Fe, AKM, Pb, Mn, Cr, Al, Zn ve Ca parametrelerinin yıl boyunca bulanıklık parametresinin tahminine etkisi analiz edilmiştir. Elde edilen bulgulara göre 6 gizli katman nöron sayısına sahip YSA topolojisinin en iyi test performansı; MSE=0.00003328 ve $R^2=0.9993$ değerlerde elde edilmiştir (Çizelge 5.75).

Çizelge 5.75 KOİ, Fe, AKM, Pb, Mn, Cr, Al, Zn ve Ca parametreleri için topoloji analizi

No	Gizli Katman Nöron Sayısı	R^2	MSE
1	3	0.9909	0.0004242
2	4	0.9797	0.0009493
3	6	0.9993	0.00003328
4	8	0.9975	0.0001150
5	10	0.9870	0.0006055

9 giriş, 6 gizli katman nöronlu ve 1 çıkış nöronuna sahip YSA topolojisinin (9-6-1) bulanıklık tahmini için gerçek değer performansı test edilmiş ve elde edilen 12 aylık tahmin sonuçları Şekil 5.70’de sunulmuştur. Tasarlanan YSA modeli, yüksek bir performans sergilemiştir (Şekil 5.70).



Şekil 5.70 KOİ, Fe, AKM, Pb, Mn, Cr, Al, Zn ve Ca parametreleri için YSA performansı

5.2.2.5 F5 İstasyonu

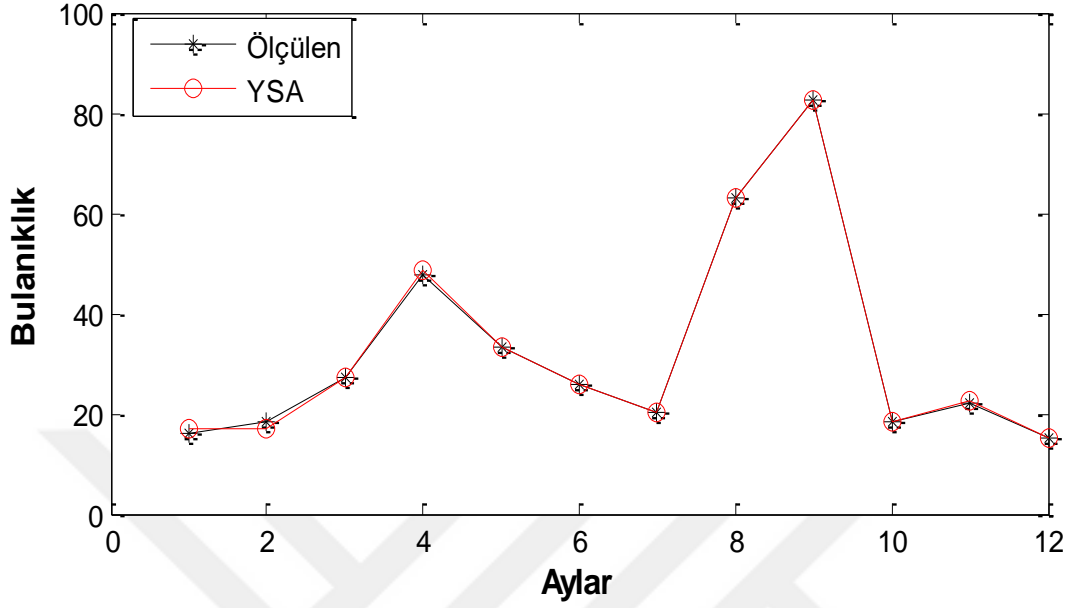
F5 istasyonu için yapılan analizler sonucunda Cr parametresinin en iyi test performansına sahip olduğu gözlemlenmiştir. Bunu Al, KOİ, Zn, Ca, Fe, Pb, Mn Ve AKM parametreleri takip etmiştir. Oluşturulan modeller ve test performans sonuçları aşağıda verilmiştir.

Cr ve Al parametrelerinin yıl boyunca bulanıklık parametresinin tahminine etkisi analiz edilmiştir. Elde edilen bulgulara göre 6 gizli katman nöron sayısına sahip YSA topolojisinin en iyi test performansı; MSE= 0.00004517 ve $R^2=0.9993$ değerlerde elde edilmiştir (Çizelge 5.76).

Çizelge 5.76 Cr ve Al parametreleri için topoloji analizi

No	Gizli Katman Nöron Sayısı	R^2	MSE
1	3	0.9867	0.0008057
2	4	0.9889	0.0006763
3	6	0.9993	0.00004571
4	8	0.9891	0.0006633
5	10	0.9980	0.0001209

2 giriş, 6 gizli katman nöronlu ve 1 çıkış nöronuna sahip YSA topolojisinin (2-6-1) bulanıklık tahmini için gerçek değer performansı test edilmiş ve elde edilen 12 aylık tahmin sonuçları Şekil 5.71’de sunulmuştur. Tasarlanan YSA modeli, yüksek bir performans sergilemiştir (Şekil 5.71).



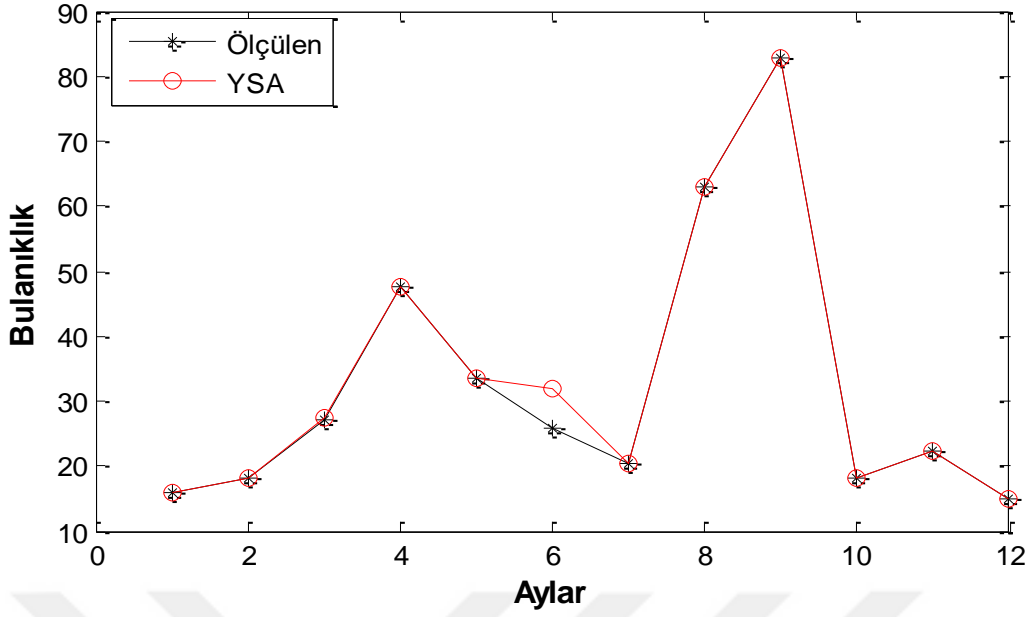
Şekil 5.71 Cr ve Al parametreleri için YSA performansı

Cr, Al ve KOİ parametrelerinin yıl boyunca bulanıklık parametresinin tahminine etkisi analiz edilmiştir. Elde edilen bulgulara göre 8 gizli katman nöron sayısına sahip YSA topolojisinin en iyi test performansı; $MSE= 0.0004416$ ve $R^2=0.9927$ değerlerde elde edilmiştir (Çizelge 5.77).

Çizelge 5.77 Cr, Al ve KOİ parametreleri için topoloji analizi

No	Gizli Katman Nöron Sayısı	R^2	MSE
1	3	0.9352	0.0039
2	4	0.9730	0.0016
3	6	0.9507	0.0030
4	8	0.9927	0.0004416
5	10	0.9685	0.0019

3 giriş, 8 gizli katman nöronlu ve 1 çıkış nöronuna sahip YSA topolojisinin (3-8-1) bulanıklık tahmini için gerçek değer performansı test edilmiş ve elde edilen 12 aylık tahmin sonuçları Şekil 5.72’de sunulmuştur. Tasarlanan YSA modeli, yüksek bir performans sergilemiştir (Şekil 5.72).



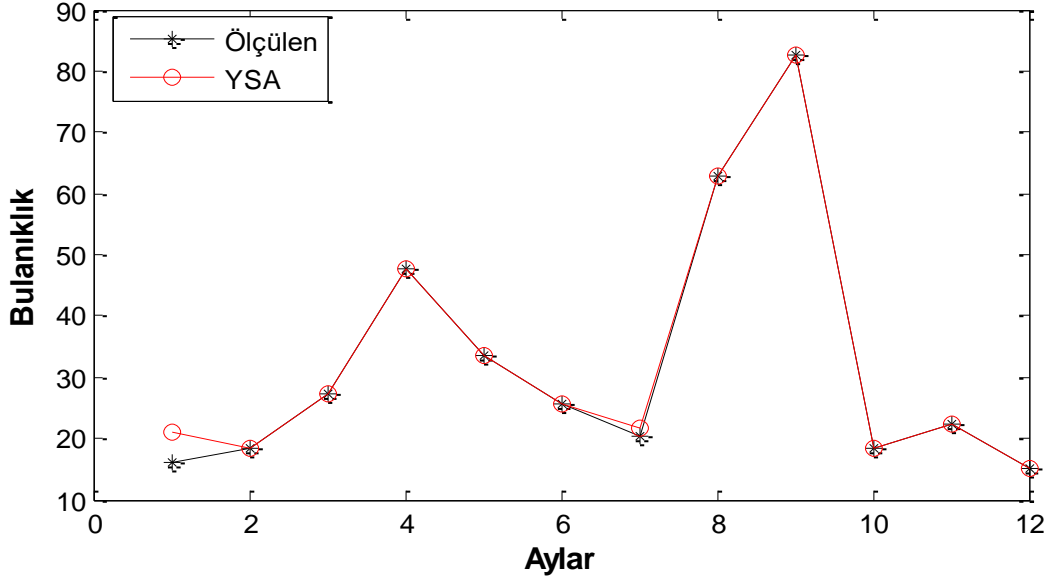
Şekil 5.72 Cr, Al ve KOİ parametreleri için YSA performansı

Cr, Al, KOİ ve Zn parametrelerinin yıl boyunca bulanıklık parametresinin tahminine etkisi analiz edilmiştir. Elde edilen bulgulara göre 4 gizli katman nöron sayısına sahip YSA topolojisinin en iyi test performansı; MSE= 0.0003107 ve $R^2=0.9949$ değerlerde elde edilmiştir (Çizelge 5.78).

Çizelge 5.78 Cr, Al, KOİ ve Zn parametreleri için topoloji analizi

No	Gizli Katman Nöron Sayısı	R^2	MSE
1	3	0.9206	0.0048
2	4	0.9949	0.0003107
3	6	0.9458	0.0033
4	8	0.9765	0.0014
5	10	0.9626	0.0023

4 giriş, 4 gizli katman nöronlu ve 1 çıkış nöronuna sahip YSA topolojisinin (4-4-1) bulanıklık tahmini için gerçek değer performansı test edilmiş ve elde edilen 12 aylık tahmin sonuçları Şekil 5.73'te sunulmuştur. Tasarlanan YSA modeli, yüksek bir performans sergilemiştir (Şekil 5.73).



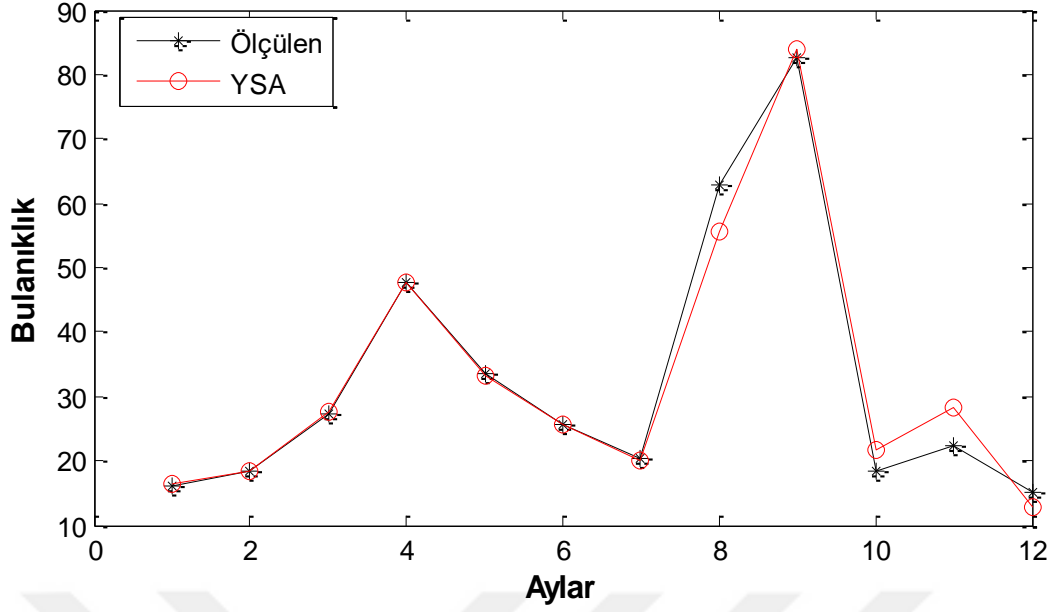
Şekil 5.73 Cr, Al, KOİ ve Zn parametreleri için YSA performansı

Cr, Al, KOİ, Zn ve Ca parametrelerinin yıl boyunca bulanıklık parametresinin tahminine etkisi analiz edilmiştir. Elde edilen bulgulara göre 10 gizli katman nöron sayısına sahip YSA topolojisinin en iyi test performansı; MSE= 0.0014 ve $R^2=0.9776$ değerlerde elde edilmiştir (Çizelge 5.79).

Çizelge 5.79 Cr, Al, KOİ, Zn ve Ca parametreleri için topoloji analizi

No	Gizli Katman Nöron Sayısı	R^2	MSE
1	3	0.9590	0.0025
2	4	0.9460	0.0033
3	6	0.9511	0.0030
4	8	0.9764	0.0014
5	10	0.9776	0.0014

5 giriş, 10 gizli katman nöronlu ve 1 çıkış nöronuna sahip YSA topolojisinin (5-10-1) bulanıklık tahmini için gerçek değer performansı test edilmiş ve elde edilen 12 aylık tahmin sonuçları Şekil 5.74'te sunulmuştur. Tasarlanan YSA modeli, yüksek bir performans sergilemiştir (Şekil 5.74).



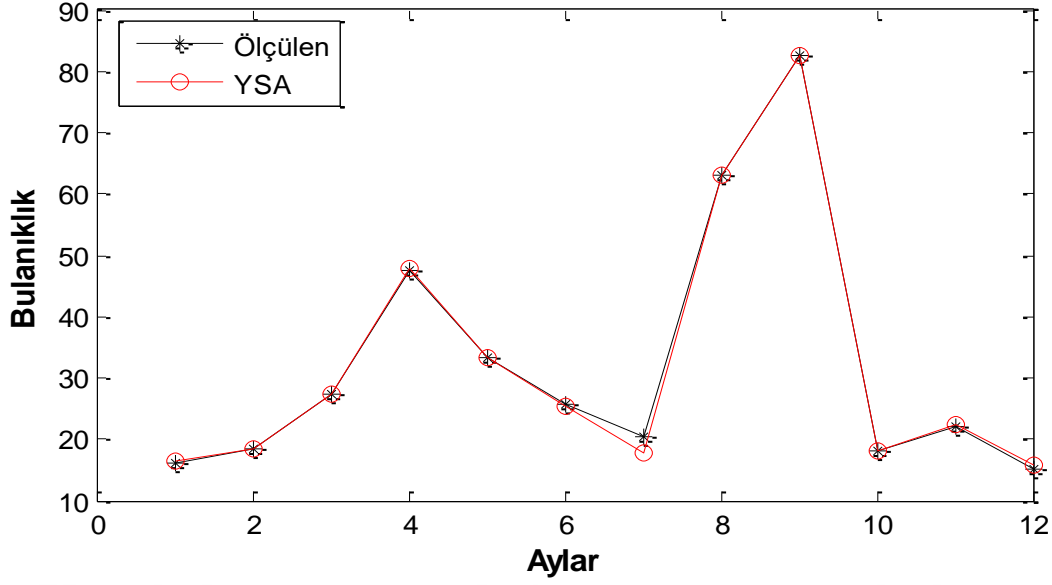
Şekil 5.74 Cr, Al, KOİ, Zn ve Ca parametreleri için YSA performansı

Cr, Al, KOİ, Zn, Ca ve Fe parametrelerinin yıl boyunca bulanıklık parametresinin tahminine etkisi analiz edilmiştir. Elde edilen bulgulara göre 4 gizli katman nöron sayısına sahip YSA topolojisinin en iyi test performansı; MSE= 0.0001031 ve $R^2=0.9983$ değerlerde elde edilmiştir (Çizelge 5.80).

Çizelge 5.80 Cr, Al, KOİ, Zn, Ca ve Fe parametreleri için topoloji analizi

No	Gizli Katman Nöron Sayısı	R^2	MSE
1	3	0.9919	0.0004916
2	4	0.9983	0.0001031
3	6	0.9947	0.0003250
4	8	0.9938	0.0003769
5	10	0.9961	0.0002341

6 giriş, 4 gizli katman nöronlu ve 1 çıkış nöronuna sahip YSA topolojisinin (6-4-1) bulanıklık tahmini için gerçek değer performansı test edilmiş ve elde edilen 12 aylık tahmin sonuçları Şekil 5.75'te sunulmuştur. Tasarlanan YSA modeli, yüksek bir performans sergilemiştir (Şekil 5.75).



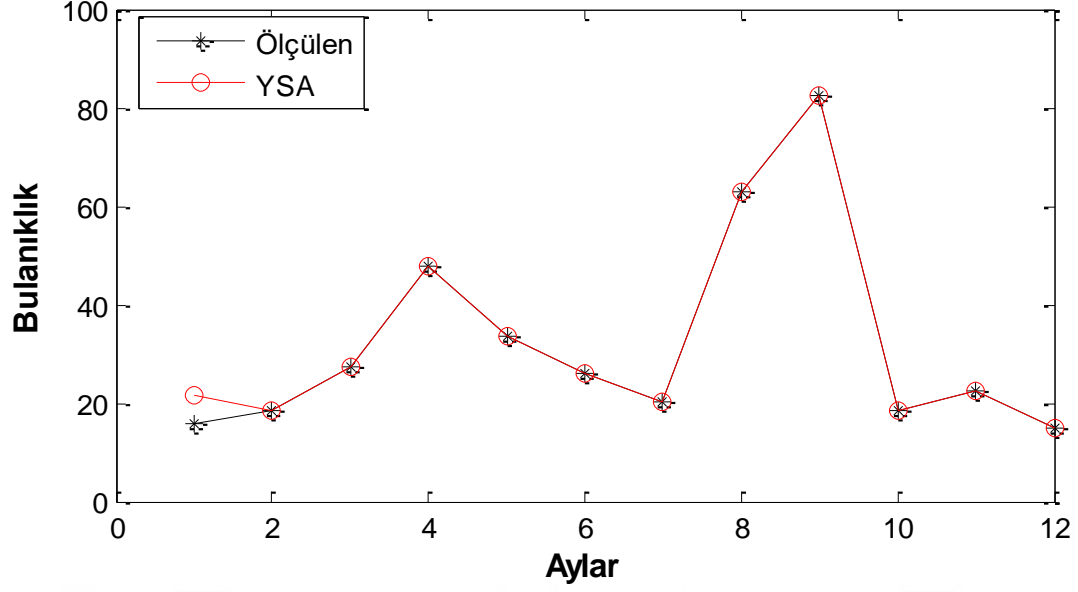
Şekil 5.75 Cr, Al, KOİ, Zn, Ca ve Fe parametreleri için YSA performansı

Cr, Al, KOİ, Zn, Ca, Fe ve Pb parametrelerinin yıl boyunca bulanıklık parametresinin tahminine etkisi analiz edilmiştir. Elde edilen bulgulara göre 3 gizli katman nöron sayısına sahip YSA topolojisinin en iyi test performansı; MSE= 0.0004027 ve $R^2=0.9934$ değerlerde elde edilmiştir (Çizelge 5.81).

Çizelge 5.81 Cr, Al, KOİ, Zn, Ca, Fe ve Pb parametreleri için topoloji analizi

No	Gizli Katman Nöron Sayısı	R^2	MSE
1	3	0.9934	0.0004027
2	4	0.9827	0.0011
3	6	0.9905	0.0005766
4	8	0.9827	0.0011
5	10	0.9890	0.0006680

7 giriş, 3 gizli katman nöronlu ve 1 çıkış nöronuna sahip YSA topolojisinin (7-3-1) bulanıklık tahmini için gerçek değer performansı test edilmiş ve elde edilen 12 aylık tahmin sonuçları Şekil 5.76'da sunulmuştur. Tasarlanan YSA modeli, yüksek bir performans sergilemiştir (Şekil 5.76).



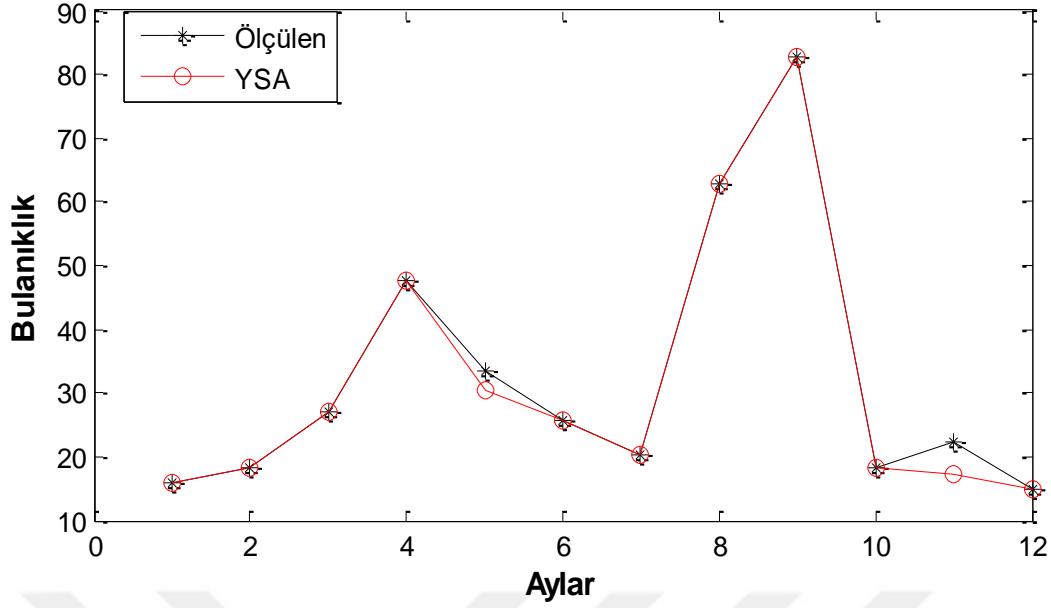
Şekil 5.76 Cr, Al, KOİ, Zn, Ca, Fe ve Pb parametreleri için YSA performansı

Cr, Al, KOİ, Zn, Ca, Fe, Pb ve Mn parametrelerinin yıl boyunca bulanıklık parametresinin tahminine etkisi analiz edilmiştir. Elde edilen bulgulara göre 10 gizli katman nöron sayısına sahip YSA topolojisinin en iyi test performansı; MSE= 0.0003873 ve $R^2=0.9936$ değerlerde elde edilmiştir (Çizelge 5.82).

Çizelge 5.82 Cr, Al, KOİ, Zn, Ca, Fe, Pb ve Mn parametreleri için topoloji analizi

No	Gizli Katman Nöron Sayısı	R^2	MSE
1	3	0.9911	0.0005425
2	4	0.9905	0.0005787
3	6	0.9890	0.0006712
4	8	0.9875	0.0007591
5	10	0.9936	0.0003830

8 giriş, 10 gizli katman nöronlu ve 1 çıkış nöronuna sahip YSA topolojisinin (8-10-1) bulanıklık tahmini için gerçek değer performansı test edilmiş ve elde edilen 12 aylık tahmin sonuçları Şekil 5.77’te sunulmuştur. Tasarlanan YSA modeli, yüksek bir performans sergilemiştir (Şekil 5.77).



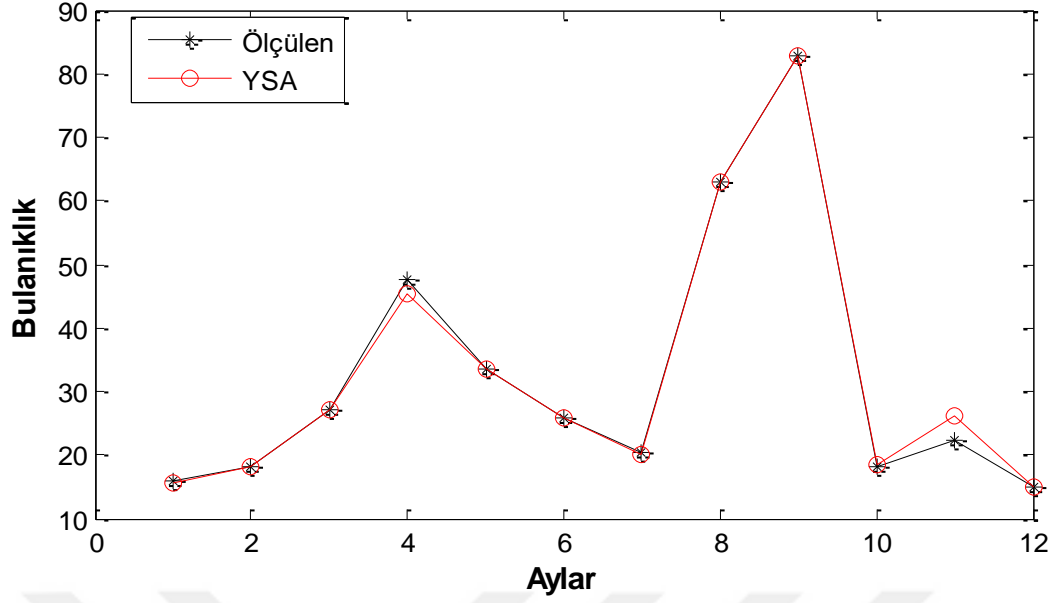
Şekil 5.77 Cr, Al, KOİ, Zn, Ca, Fe, Pb ve Mn parametreleri için YSA performansı

Cr, Al, KOİ, Zn, Ca, Fe, Pb, Mn ve AKM parametrelerinin yıl boyunca bulanıklık parametresinin tahminine etkisi analiz edilmiştir. Elde edilen bulgulara göre 6 gizli katman nöron sayısına sahip YSA topolojisinin en iyi test performansı; MSE=0.0002625 ve $R^2=0.9957$ değerlerde elde edilmiştir (Çizelge 5.83).

Çizelge 5.83 Cr, Al, KOİ, Zn, Ca, Fe, Pb, Mn ve AKM parametreleri için topoloji analizi

No	Gizli Katman Nöron Sayısı	R^2	MSE
1	3	0.9952	0.0002903
2	4	0.9875	0.0007609
3	6	0.9957	0.0002625
4	8	0.9858	0.0008612
5	10	0.9904	0.0005821

9 giriş, 6 gizli katman nöronlu ve 1 çıkış nöronuna sahip YSA topolojisinin (9-6-1) bulanıklık tahmini için gerçek değer performansı test edilmiş ve elde edilen 12 aylık tahmin sonuçları Şekil 5.70'de sunulmuştur. Tasarlanan YSA modeli, yüksek bir performans sergilemiştir (Şekil 5.70).



Şekil 5.78 Cr, Al, KOİ, Zn, Ca, Fe, Pb, Mn ve AKM parametreleri için YSA performansı

Çizelge 5.84 İstasyon bazında en iyi test performansını veren modeller

İstasyon No	Model	Gizli Katman Nöron Sayısı	R ²	MSE
F1	Zn	6	0.9900	0.0006431
F1	Zn, Cr, Ca, Al, Mn, Pb, Fe, KOİ	4	0.9991	0.00006031
F2	Zn	6	0.9979	0.000103
F2	Zn, Fe, Pb, Cr, Al, AKM, KOİ, Ca, Mn	10	0.9998	0.000005581
F3	Pb	6	1.0000	0.00000159
F3	Pb, Ca, Al, KOİ, Mn, AKM, Fe, Cr, Zn	4	0.9996	0.00002132
F4	KOİ	10	0.9987	0.00005841
F4	KOİ, Fe, AKM, Pb, Mn, Cr, Al, Zn	6	0.9993	0.00003220
F5	Cr	8	0.9999	0.000006661
F5	Cr, Al	6	0.9993	0.00004571



BÖLÜM 6

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

6.1 SONUÇLAR

Bu çalışmada, Filyos Çayı üzerinde belirlenen 5 gözlem istasyonunda, Eylül 2015- Ağustos 2016 tarihleri arasında otuz gün aralıklarla hem yerinde ölçümü gerçekleştirilen Eİ, t, pH ve ÇO hem de laboratuvar da ölçümü gerçekleştirilen AKM, KOİ, Bulanıklık, TOC, NH_4 , Ca^{+2} , Mg^{+2} , Sertlik, PO_4^{-3} , NO_2^- , NO_3^- , Al^{+3} , Mn^{+2} , Fe^{+3} , Cr^{+3} , Pb^{+4} ve Zn^{+2} parametrelerinin analizleri yapılmıştır.

Bulanıklık, akarsuyun eğimine, debisine, taşıdığı askı maddesi miktarına, bulunduğu yerin topografyasına ve mevsim değişikliğine bağlı olarak farklılık göstermektedir. Bununla birlikte akarsu üzerinde yapılan su yapıları, akarsu çevresindeki tarım arazileri ve yerleşim birimleri de bulanıklığı etkilemektedir. Dolayısıyla akarsuyun su kalitesi de buna bağlı olarak değişmektedir. Ancak bulanıklık miktarı, mevsim etkileriyle değişen çok sayıda parametreyle ilişkilendirildiğinden formüle edilmesi zordur.

İncelenen su kalite parametrelerinden, sıcaklık, pH, TOC, NO_2^- , Al^{+3} ve Fe^{+3} parametrelerinin mevsimsel değişiklikten etkilenmediği yani suyun kalitesine mevsim değişikliğinin bir etkisinin olmadığı görülmektedir. Sıcaklık, pH ve TOC parametrelerinin tüm yıl boyunca I. Sınıf kalitede, NO_2^- , Al^{+3} ve Fe^{+3} parametrelerinin ise IV. Sınıf kalitede olduğu saptanmıştır.

Sonbahar mevsiminde, F1 istasyonu, NO_3^- , Mn^{+2} , Pb^{+4} ve Zn^{+2} parametreleri için II. Sınıf; ÇO, PO_4^{-3} parametreleri için III. Sınıf iken; KOİ ve Cr^{+3} parametreleri için IV. Sınıf su kalitesindedir. F2 istasyonu, NO_3^- parametresi için I. Sınıf; Mn^{+2} ve Zn^{+2} parametreleri için II. Sınıf; ÇO, PO_4^{-3} ve Pb^{+4} parametreleri için III. Sınıf ve KOİ, Cr^{+3} parametreleri için IV. Sınıf su kalite sınıfına girmektedir. F3 istasyonu, NO_3^- parametresi için I. Sınıf; Mn^{+2} ve Zn^{+2} parametreleri için II. Sınıf; ÇO, KOİ, Cr^{+3} ve Pb^{+4} parametreleri için III. Sınıf ve PO_4^{-3}

parametreleri için IV. Sınıf su kalitesine tabidir. F4 istasyonu, NO_3^- parametresi için I. Sınıf, CO , Mn^{+2} ve Zn^{+2} parametreleri için II. Sınıf; PO_4^{-3} , Cr^{+3} ve Pb^{+4} parametreleri için IV. Sınıf su kalite sınıfındadır. F5 istasyonu, CO , NO_3^- , Mn^{+2} parametreleri için I. Sınıf; Pb^{+4} ve Zn^{+2} parametreleri için II. Sınıf; Cr^{+3} parametresi için III. Sınıf ve KOİ , PO_4^{-3} parametreleri için IV. Sınıf su kalite sınıfındadır.

Kış mevsiminde, CO parametresi için tüm istasyonlarda I. Sınıf su kalitesine sahiptir. F1 istasyonu, Zn^{+3} parametresi I. Sınıf; NO_3^- , Mn^{+2} , Pb^{+4} parametreleri için II. Sınıf; PO_4^{-3} parametresi için III. Sınıf ve KOİ , Cr^{+3} parametreleri için IV. Sınıf su kalite sınıfındadır. F2 istasyonu, NO_3^- ve Zn^{+3} parametreleri için I. Sınıf su kalitesine; PO_4^{-3} , Mn^{+2} parametreleri için II. Sınıf su kalitesine; KOİ , Cr^{+3} ve Pb^{+4} parametreleri için ise IV. Sınıf su kalitesine sahip olduğu saptanmıştır. F3 istasyonu, NO_3^- parametresi için I. Sınıf; PO_4^{-3} , Mn^{+2} parametreleri için II. Sınıf; KOİ , Cr^{+3} , Pb^{+4} ve Zn^{+2} parametreleri için III. Sınıf su kalite sınıfında oldukları gözlemlenmiştir. F4 istasyonu, NO_3^- parametresi için I. Sınıf; PO_4^{-3} , Mn^{+2} , Pb^{+4} ve Zn^{+2} parametreleri için I. Sınıf; Cr^{+3} parametresi için III. Sınıf; KOİ parametresi için ise IV. Sınıf su kalitesi sınıfında yer almaktadır. F5 istasyonu, NO_3^- , Mn^{+2} ve Pb^{+4} parametreleri için I. Sınıf; PO_4^{-3} ve Zn^{+2} parametreleri için II. Sınıf; Cr^{+3} parametresi için III. Sınıf; KOİ parametresi için IV. Sınıf su kalite sınıfına dahil olmaktadır.

İlkbahar mevsiminde, Cr^{+3} parametresi için tüm istasyonlarda su kalitesi III. Sınıf'tır. F1 istasyonu, CO , NO_3^- , Mn^{+2} , Pb^{+4} ve Zn^{+2} parametreleri için II. Sınıf; PO_4^{-3} parametresi için III. Sınıf; KOİ parametresi için ise IV. Sınıf su kalitesine sahiptir. F2 istasyonu, CO , NO_3^- , Mn^{+2} parametreleri için II. Sınıf; PO_4^{-3} parametresi için III. Sınıf; KOİ , Pb^{+4} parametreleri için IV. Sınıf su kalitesi içerisinde yer almaktadır. F3 istasyonu, CO , NO_3^- parametreleri için I. Sınıf; PO_4^{-3} , Mn^{+2} parametreleri için II. Sınıf; KOİ , Pb^{+4} , Zn^{+2} parametreleri için III. Sınıf su kalitesine sahiptir. F4 istasyonu, CO , NO_3^- parametreleri için I. Sınıf; PO_4^{-3} , Mn^{+2} , Pb^{+4} Zn^{+2} parametreleri için II. Sınıf; KOİ parametresi için III. Sınıf su kalitesine sahiptir. F5 istasyonu, CO , NO_3^- , Mn^{+2} , Pb^{+4} parametreleri için I. Sınıf; Zn^{+2} parametresi için II. Sınıf; PO_4^{-3} parametresi için III. Sınıf; KOİ parametresi için IV. Sınıf su kalitesine sahiptir.

Yaz mevsiminde, tüm istasyonlarda su kalitesi Mn^{+2} ve Cr^{+3} parametreleri için mevsim değişikliğinden etkilenmemiştir. Mn^{+2} parametresi için su kalite sınıfı I. Sınıf iken, Cr^{+3} parametresi için III. Sınıf'tır. F1 istasyonu, NO_3^- , Pb^{+4} , Zn^{+2} parametreleri için II. Sınıf; CO , KOİ , PO_4^{-3} parametreleri için III. Sınıf su kalitesindedir. F2 istasyonu, Pb^{+4} parametresi için I.

Sınıf; PO_4^{-3} , NO_3^- parametreleri için II. Sınıf; CO , Zn^{+2} parametreleri için III. Sınıf; $KOİ$ parametresi için IV. Sınıf su kalite sınıfındadır. F3 istasyonu, NO_3^- , Pb^{+4} parametreleri için I. Sınıf; CO , PO_4^{-3} parametreleri için II. Sınıf; Zn^{+2} parametresi için III. Sınıf; $KOİ$ parametresi için IV. Sınıf'tır. F4 istasyonu, NO_3^- , Pb^{+4} parametreleri için I. Sınıf, CO , PO_4^{-3} parametreleri için II. Sınıf; Zn^{+2} parametresi için III. Sınıf; $KOİ$ parametresi için IV. Sınıf su kalitesindedir. F5 istasyonu, NO_3^- , Pb^{+4} parametreleri için I. Sınıf, CO , PO_4^{-3} parametreleri için II. Sınıf; Zn^{+2} parametresi için III. Sınıf; $KOİ$ parametresi için IV. Sınıf su kalitesine sahiptir.

Bulanıklık parametresini belirlemek amacıyla Yapay Sinir Ağı (YSA) modeli hazırlandı. Model analizlerinde MATLAB tabanlı artificial neural network (ANN) toolbox kullanıldı (MATLAB 2010). Veriler gruplandırılıp normalize edilerek eğitim aşamasına geçilmiştir. Gizli katman nöron sayıları sırasıyla 3, 4, 6, 8 ve 10 alınarak oluşturulan YSA topolojileri eğitilip test edildi. Elde edilen performans değerleri bir önceki bölümde verilmiştir.

Çalışma da YSA modelleri iki farklı senaryo düşünülerek kurulmuştur. Birinci senaryo, sistem bir bütün olarak düşünülüp, havza bazında bulanıklığa etki eden parametrenin Cr parametresi olduğu belirlenmiştir.

Bunu sırasıyla $KOİ$, Fe, Al, AKM, Mn, Zn, Pb ve Ca parametreleri izlemiştir. Sonra her bir adımda Cr parametresinin yanına bir sonraki en iyi parametre ilave edilerek oluşturulan yeni modellerde, üç numaralı modeli oluşturan Cr, $KOİ$, Fe, Al parametrelerinin bulanıklık parametresini en iyi tahmin eden model olduğu saptanmıştır.

İkinci senaryo, her bir istasyon için analizler yapılmış, bulanıklığa en iyi etki eden parametre belirlenmiştir. F1 istasyonu için, Zn parametresi bulanıklığa etki eden en iyi paramtere olarak belirlenmiş, bunu sırasıyla Cr, Ca, Al, Mn, Pb, Fe, $KOİ$ ve AKM parametreleri izlemiştir. F2 istasyonu için, Pb parametresi bulanıklığa etki eden en iyi paramtere olarak belirlenmiş, bunu sırasıyla Ca, Al, $KOİ$, Mn, AKM, Fe, Cr ve Zn parametreleri izlemiştir. F3 istasyonu için, Zn parametresi bulanıklığa etki eden en iyi paramtere olarak belirlenmiş, bunu sırasıyla Fe, Pb, Cr, Al, AKM, $KOİ$, Ca ve Mn parametreleri izlemiştir. F4 istasyonu için, $KOİ$ parametresi bulanıklığa etki eden en iyi paramtere olarak belirlenmiş, bunu sırasıyla Fe, AKM, Pb, Mn, Cr, Al, Zn ve Ca parametreleri izlemiştir. F5 istasyonu için, Cr parametresi bulanıklığa etki eden en iyi paramtere olarak belirlenmiş, bunu sırasıyla Al, $KOİ$, Zn, Ca, Fe, Pb Mn ve AKM parametreleri izlemiştir. Daha sonra, her bir istasyon için, her adımda bulanıklık parametresini

en iyi tahmin eden yanına bir sonraki en iyi parametre ilave edilerek oluşturulan yeni modellerde; F1 istasyonu için en iyi model, Zn, Cr, Ca, Al, Mn, Pb, Fe ve KOİ modeli; F2 istasyonu için en iyi model, Pb, Ca, Al, KOİ, Mn ve AKM modeli; F3 istasyonu için en iyi model, Zn, Fe, Pb, Cr, Al, AKM, KOİ ve Ca modeli; F4 istasyonu için en iyi model, KOİ, Fe, AKM, Pb, Mn, Cr, Al ve Zn modeli; F5 istasyonu için en iyi model, Cr ve Al modeli olduğu saptanmıştır.

Grafiklerden de anlaşılacağı üzere YSA'dan elde edilen sonuçlar ile ölçülen değerler arasında çok büyük farkların olmadığı saptanmıştır. YSA'nın başarılı bir şekilde uygulanabileceği ve %95'in üzerinde güvenli tahminler ürettiği ortaya konmuştur.

6.2 ÖNERİLER

Bu çalışma kapsamında, gerek ekonomik gerekse laboratuvar imkanları dahilinde, portatif cihaz yardımıyla yerinde dört, laboratuvar imkanlarıyla da on yedi olmak üzere toplamda yirmi bir fiziko-kimyasal parametre incelenebilmiştir. Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'nde, "Kıtaiçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri" bahsinde toplamda kırk beş parametre değerlendirilmektedir. Bu durum göz önünde bulundurulduğunda, su kalitesini tam olarak nitelendirmek için bu sayı yeterli görülmemektedir. İleride yapılacak olan çalışmalarda incelenecek parametrelerin daha fazla tutulmasında yarar görülmektedir.

Yan kolların su kalitesi hakkında fikir edinilemediği için havzada gerçekleştirilebilecek olası çalışmalarda yan kollardan da su numuneleri alınarak ve ana kol üzerinde de seçilecek daha fazla noktada çalışma yapılarak, su kalitesine ve kirlilik yüklerine etkisi araştırılabilir.

Su kalitesi çalışmaları incelendiğinde, mevsimsel değişim için örnekleme sıklığının önemli olduğu gözlemlenmiştir. Bu durum göz önüne alınarak çalışmayı on beş günlük aralıklarla gerçekleştirmenin yararlı olacağı düşünülmüştür. Fakat bulanıklık takibinde özellikle karların erimeye başladığı ve yağış miktarının fazla olduğu dönemde örnekleme sıklığının günlük olarak alınması daha sağlıklı verilere ulaşmayı sağlayacaktır.

Çalışma kapsamında, bulanıklık tahmini için YSA modeli kullanılmıştır. Bulanıklık değerlerinin tahmini için başka analiz teknikleri ile değerlendirilerek, YSA analiz sonuçları ile kıyaslanması yararlı olacaktır.

KAYNAKLAR

- APHA** (1998) Standart Methods for the Examination of Water and Waste Water, 20th Ed., APHA, AWWA, WEF, Washington , D. C.
- Avcı S** (1998) Filyos Çayı Havzasında (Karabük-Filyos Arası) Coğrafi Etüt 1: Fiziki Şartlar, *Coğrafya Dergisi*, 6:217-274
- Ay M** (2014) Su Kalitesi Parametrelerinin Yapay Zeka Yöntemleri İle Değerlendirilmesi, *Doktora Tezi*, Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Kayseri, 117.
- Bakan G ve Şenel B** (2000) Samsun Mert Irmağı-Karadeniz Deşarjında Yüzeş Sediman (Dip Çamur) ve Su Kalitesi Araşırması. *Turkish Journal of Engineering and Environmental Science - TÜBİTAK*, 24: 135-141
- Bayram A** (2011) Harşit Çayı Su Kalitesinin Mevsimsel Değişiminin İncelenmesi Ve Askı Madde Konsantrasyonunun Yapay Sinir Ağları Yöntemi İle Tahmin Edilmesi, *Doktora*, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Trabzon, 163
- Bayram A ve Kenanoğlu M** (2017) Temporal Variation of Total Nitrogen and Total Phosphorus in Surface Waters from the Lower Çoruh River Basin, Turkey, *3rd International Conference on Computational and Experimental Science and Engineering*, 19-24 Ekim 2016, Antalya, Türkiye, 132(3): 712-716
- Çeliker M, Yıldız S ve Sönmezer Y B** (2014) Assessing the Water Quality Parameters of the Munzur Spring, *Ekoloji*, 23 (93): 43-49
- Dinçer S** (2014) Çanakçı Deresi Su Kalite Ve Kirlilik Düzeyinin Belirlenmesi, *Yüksek Lisans*, Giresun Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Giresun, 73
- Doğan E, Şengörür B ve Köklü R** (2009) Modeling Biological Oxygen Demand of the Melen River in Turkey Using An Artificial Neural Network Technique, *Journal of Environmental Management*, 90, (2): 1229-1235
- Elmas Ç** (2003) *Yapay Zeka Uygulamaları*, 3. Baskı, ISBN:9-7897-5023-6860, Seçkin Yayıncılık, Ankara, 448
- Ergezer H, Dikmen M ve Özdemir Erkan** (2003) Yapay Sinir Ağları ve Tanıma Sistemleri, Başkent Üniversitesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, 2(6): 14
- Erkek C, Ağralıoğlu N** (2010) *Su Kaynakları Mühendisliği*, 6. Baskı, ISBN: 978-605-377-229-3, Beta Yayıncılık, İstanbul, 395.

KAYNAKLAR (devam ediyor)

- Ewaid S H and Abed S A** (2017) Water quality index for Al-Gharraf River, southern Iraq, *Egyptian Journal of Aquatic Research*, 43: 117-122
- Gedik K, Verep B, Terzi E ve Fevzioğlu S** (2010) Fırtına Deresi (Rize)'nin Fiziko-Kimyasal Açıdan Su Kalitesinin Belirlenmesi. *Ekoloji*, 19: 25-35
- Gültekin F, Ersoy A F, Hatipoğlu E ve Celep S** (2012) Trabzon İli Akarsularının Yağışlı Dönem Su Kalitesi Parametrelerinin Belirlenmesi. *Ekoloji*, 21: 77-88
- Gündüz T** (2008) *Çevre Kimyası*, 1. Baskı, ISBN:6055804107, Gazi Kitapevi, Ankara, 939
- İçağa Y, Bostanoğlu Y ve Kahraman E** (2006) Akarçay Havzası Su Kalitesi İstatistikleri. *Yapı Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 2(1): 43-50
- Kajiya T, Schellenberger F, Papadopulos P, Vollmer D and Butt H J** (2016) 3D Imaging of Water-Drop Condensation on Hydrophobic and Hydrophilic Lubricant-Impregnated Surfaces. *Nature*, 6: 1-10
- Kişi Ö** (2010) River Suspended Sediment Concentration Modeling Using A Neural Differential Evolution Approach, *Journal of Hydrology*, 389, (1-2): 227-235
- Kurmaç Y** (2003) Aksaray-Ulurmak'ta Su Kalitesi Tespiti Ve İyileştirilmesine Yönelik Araştırmalar. *Yüksek Lisans Tezi*, Niğe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, Niğe, 97
- Minarecioğlu N** (2008) Doğal Akarsularda Taşınan Katı Madde Miktarının Yapay Zeka Yöntemleri Kullanılarak Tahmin Edilmesi, *Yüksek Lisans Tezi*, Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Kayseri, 68
- Muhammetoğlu A, Muhammetoğlu H ve Soyupak S** (2006) Rezervuarlarda Su Kalitesi Tahmininde Kullanılan Modeller. *I. Balıklandırma ve Rezervuar Yönetimi Sempozyumu*, 07-09 Şubat 2006, Antalya, Türkiye 169-178
- Mutlu E, Yanık T ve Demir T** (2013) Horohon Deresi (Hafik-Sivas) Su Kalitesi Özelliklerinin Aylık Değişimleri. *Alınteri Ziraat Bilimler Dergisi*, 25(B): 45-57
- Odabaşı S S** (2005) Çanakkale Bölgesi'ndeki Sarıçay Akarsuyu'nda Su Kalitesinin Araştırılması, *Yüksek Lisans*, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri, Su Ürünleri Temel Bilimler Anabilim Dalı, Çanakkale, 66
- Oğuz İ, Yüreklı K ve Öztürk F** (2010) Tokat Uğrak Havzası Günlük Akımlarının Modellenmesi. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, 3(1): 7-11
- Özbek A K** (2004) Fırat Havzası Su Kaynaklarının Su Kalitesi ve Sediment Konsantrasyonu Bakımından Değerlendirilmesi. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 35(1/2): 21-29

KAYNAKLAR (devam ediyor)

- Özçelik O** (2015) Assessment and Prediction of Water Quality Parameters in Lake Köyceğiz Using Artificial Neural Network Approach, *Master Of Science*, Middle East Technical University, Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Anabilim Dalı, Rize, 119
- Özkan O, Kınacı C ve Sağıroğlu Ş** (2006) Çözünmüş Oksijen Değişiminin Yapay Sinir Ağları İle Belirlenmesi: Kızılırmak Nehri Örneği. *İTÜ Dergisi/d Mühendislik*, 5(3): 30-38
- Özölçer** (2017) Sustainable Hydroelectric Energy Methods: A Proposal For The Western Black Sea Region, *Fresenius Environmental Bulletin*, 26(8), 5363-5371
- Öztemel E** (2016) *Yapay Sinir Ağları*, 3. Baskı, ISBN: 9756797396, Papatya Bilim, İstanbul, 232
- Serdar S** (2015) Doğu Karadeniz Havzası Akarsularının Fizikokimyasal Su Kalitesi Mevsimsel Değişimlerinin Belirlenmesi, *Yüksek Lisans*, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, The Graduate School of Natural and Applied Sciences, Environmental Engineering, Ankara, 148
- Sönmez A Y, Hisar O ve Yanık T** (2012) Karasu Irmağında Ağır Metal Kirliliğinin Tespiti ve Su Kalitesine Göre Sınıflandırılması. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 43(1): 69-77
- Süzal A ve Bizsel N** (2008) Gediz Nehri Su Kalitesi: Askıda Katı Madde Taşınımı. *Anadolu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 9(1): 57-63
- Şen** (2004) *Yapay Sinir Ağı İlkeleri*, 1. Baskı, ISBN: 975-6455-13-6. Su Vakfı Yayınları, İstanbul, 183
- Şen F ve Aksoy A** (2015) Chemical and Physical Quality Criteria of Bulakbaşı Stream in Turkey and Usage of Drinking, Fisheries and Irrigation, *Journal of Chemistry*, 1: 1-9
- Şengörür B ve İsa D** (2001) Sakarya Nehri'ne Ait Su Kalite Gözlemlerinin Faktör Analizi. *Turkish Journal of Engineering and Environmental Science - TÜBİTAK*, 25: 415-425
- Taşdemir M ve Göksu Z L** (2001) Asi Nehri'nin (Hatay, Türkiye) Bazı Su Kalite Özellikleri. *E.Ü. Su Ürünleri Dergisi*, 18(1/2): 55-64
- Tepe Y, Ateş A, Mutlu E ve Töre Y** (2006) Hasan Çayı (Erzin-Hatay) Su Kalitesi Özellikleri ve Aylık Değişimleri. *E.Ü. Su Ürünleri Dergisi*, 23(1/1): 149/154
- T.S.E.** (2005) *Sular-İnsani Tüketim Amaçlı Sular*, Ankara
- URL -1** <http://www.dsi.gov.tr/toprak-ve-su-kaynaklari> (Erişim tarihi 12.11.2017)
- URL-2** http://www.megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf (Erişim tarihi 12.11.2017)
- URL-3** <http://www.caycuma.bel.tr/index> (Erişim tarihi 12.11.2017)

KAYNAKLAR (devam ediyor)

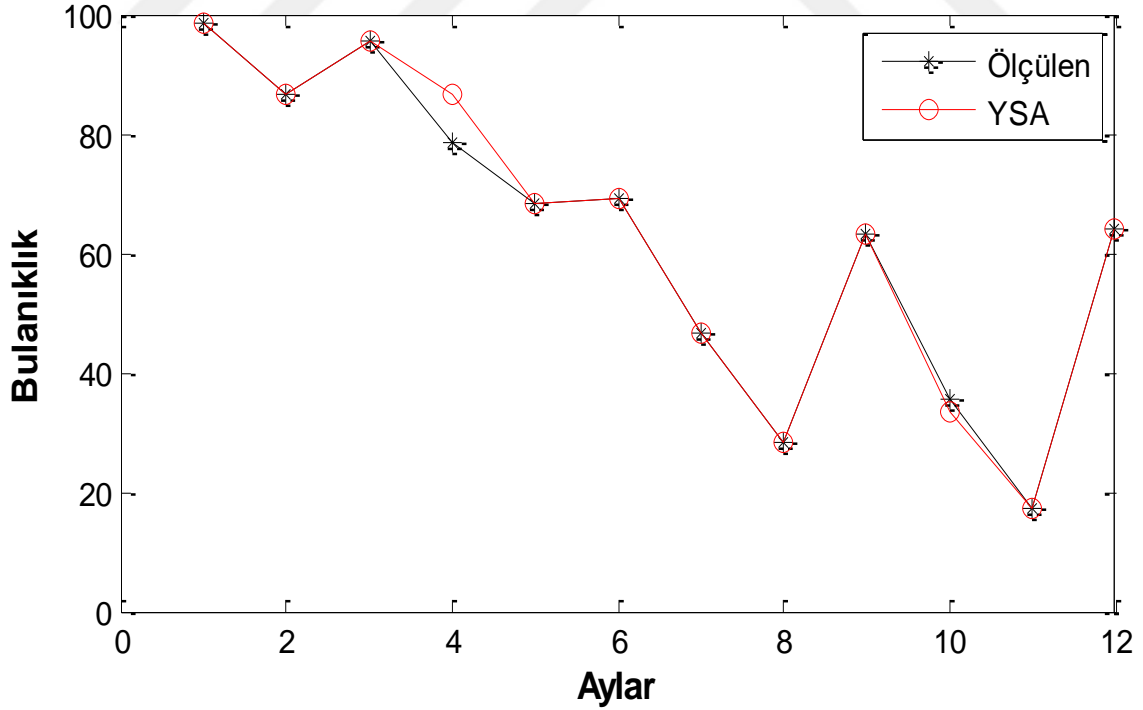
- URL-4** <http://www.derinogrenme.com> (Erişim tarihi 12.11.2017)
- URL-5** <http://www.tuik.gov.tr/UstMenu.do?metod=temelist> (Erişim tarihi: 25.04.2016)
- URL-6** <http://www.suyonetimi.ormansu.gov.tr/Anasayfa/eylemplanlari> (Erişim tarihi: 12. 11. 2017)
- URL-7** [http:// taskinyonetimi. suyonetimi.gov.tr /taskin /Files/ Taskin_ Riski_ Yonetim_ Plani_ Taslagı .pdf](http://taskinyonetimi.suyonetimi.gov.tr/taskin/Files/Taskin_Riski_Yonetim_Plani_Taslagi.pdf) (Erişim tarihi: 12.11.2017)
- Yeşilirmak E** (2011) Çine Çayı Su Kalitesi Eğilimleri. *ADÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 8(1): 47-55
- Yıldız İ** (2013) Gelevera Deresi Su Kalitesi Ve Kirlilik Düzeyinin Belirlenmesi, *Yüksek Lisans*, Giresun Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Giresun, 92.
- Yılmaz V ve Büyükyıldız M** (2009) Batı Karadeniz Suları Havzasındaki Yüzey Suyu Kalitesi Parametrelerindeki Değişimin İncelenmesi ve Cluster Analizi ile İstasyonların Sınıflandırılması. *5th International Advanced Technologies Symposium*, 13-15 Mayıs 2009, Karabük, Türkiye 1723-1728
- Zeybek M ve Kalyoncu H** (2016) Kargı Çayı (Antalya, Türkiye) Su Kalitesinin Fizikokimyasal Parametrelere Göre Belirlenmesi, *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 33(3): 223-231
- WHO** (2004) Guidelines for Drinking Water Quality, 3rd Edition, World Health Organization, Geneva, Switzerland

EK AÇIKLAMALAR

EK A: Filyos Nehri'nde İstasyon Bazında F1 İstasyonundan Elde Edilen YSA Sonuçları

Çizelge A.1 Zn parametresi için topoloji analizi

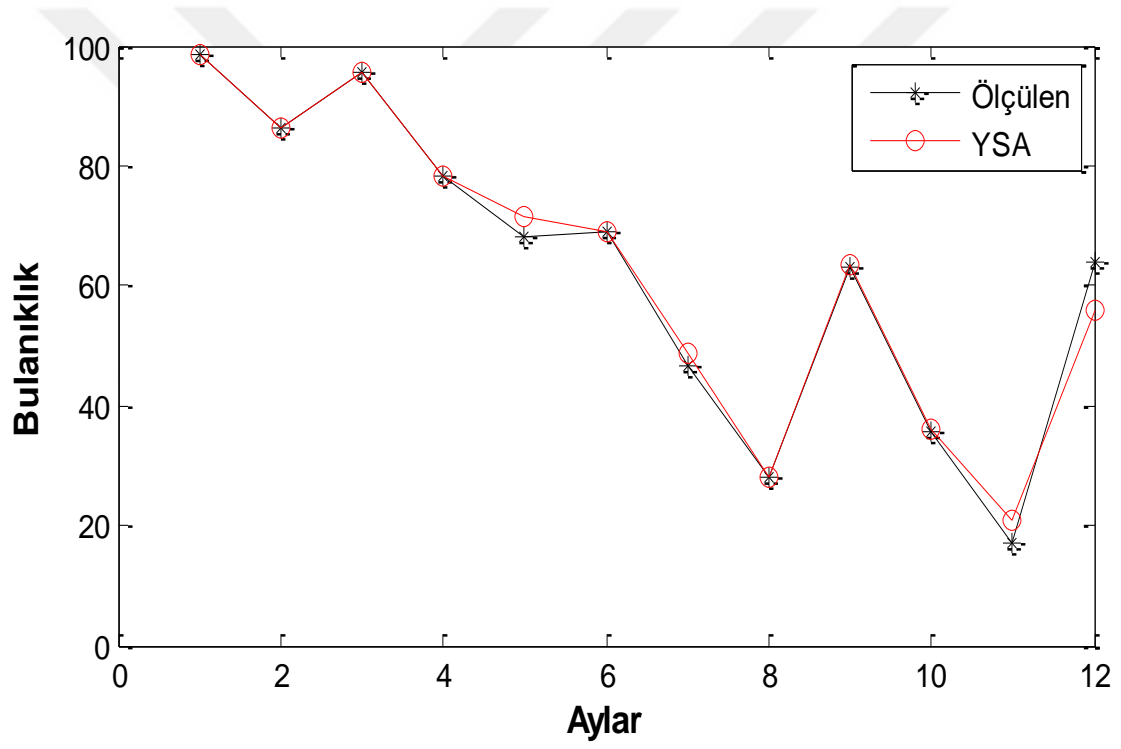
No	Gizli Katman Nöron Sayısı	R ²	MSE
1	3	0.9667	0.0021
2	4	0.9264	0.0047
3	6	0.9900	0.0006431
4	8	0.9030	0.0062
5	10	0.9821	0.0008031



Şekil A.1 Zn parametresi için YSA performansı

Çizelge A.2 Cr parametresi için topoloji analizi

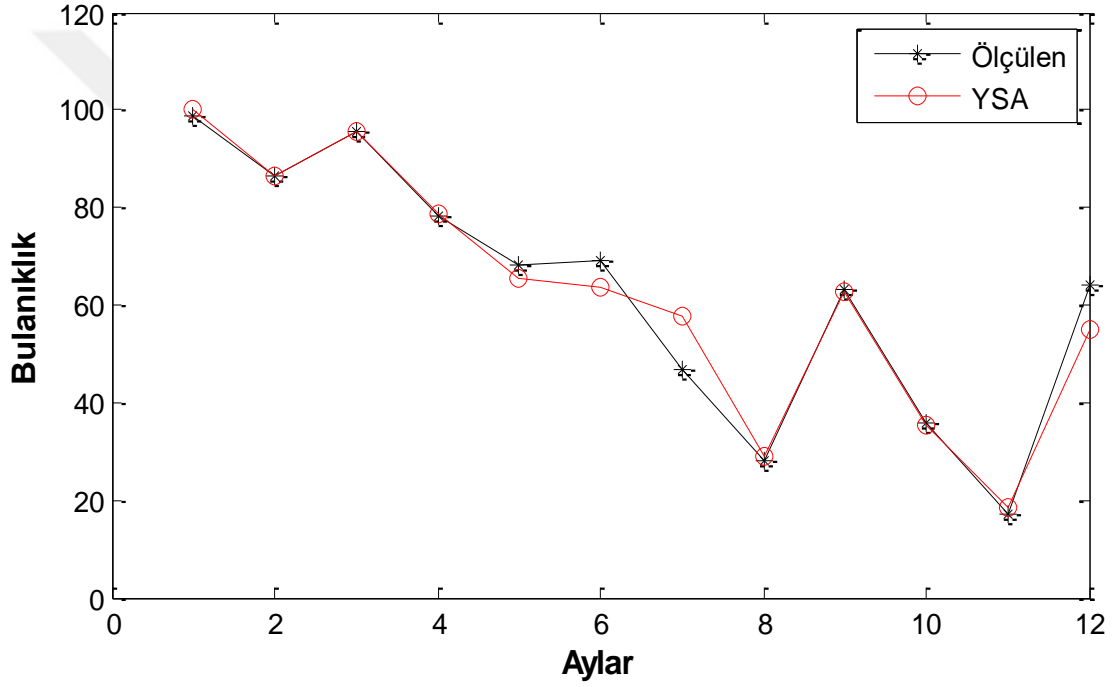
No	Gizli Katman Nöron Sayısı	R ²	MSE
1	3	0.9409	0.0038
2	4	0.9115	0.0057
3	6	0.9643	0.0023
4	8	0.9759	0.0016
5	10	0.9874	0.0008133



Şekil A.2 Cr parametresi için YSA performansı

Çizelge A.3 Ca parametresi için topoloji analizi

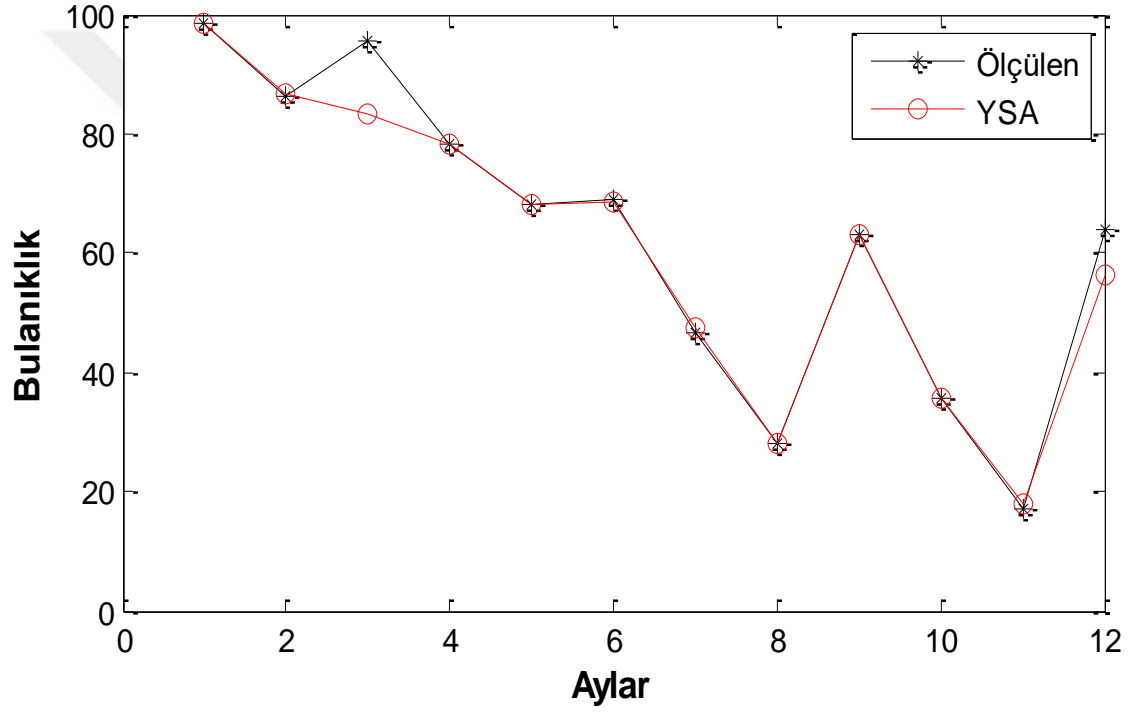
No	Gizli Katman Nöron Sayısı	R ²	MSE
1	3	0.9563	0.0028
2	4	0.8747	0.0081
3	6	0.9776	0.0021
4	8	0.9231	0.0052
5	10	0.9570	0.0028



Şekil A.3 Ca parametresi için YSA performansı

Çizelge A.4 Al parametresi için topoloji analizi

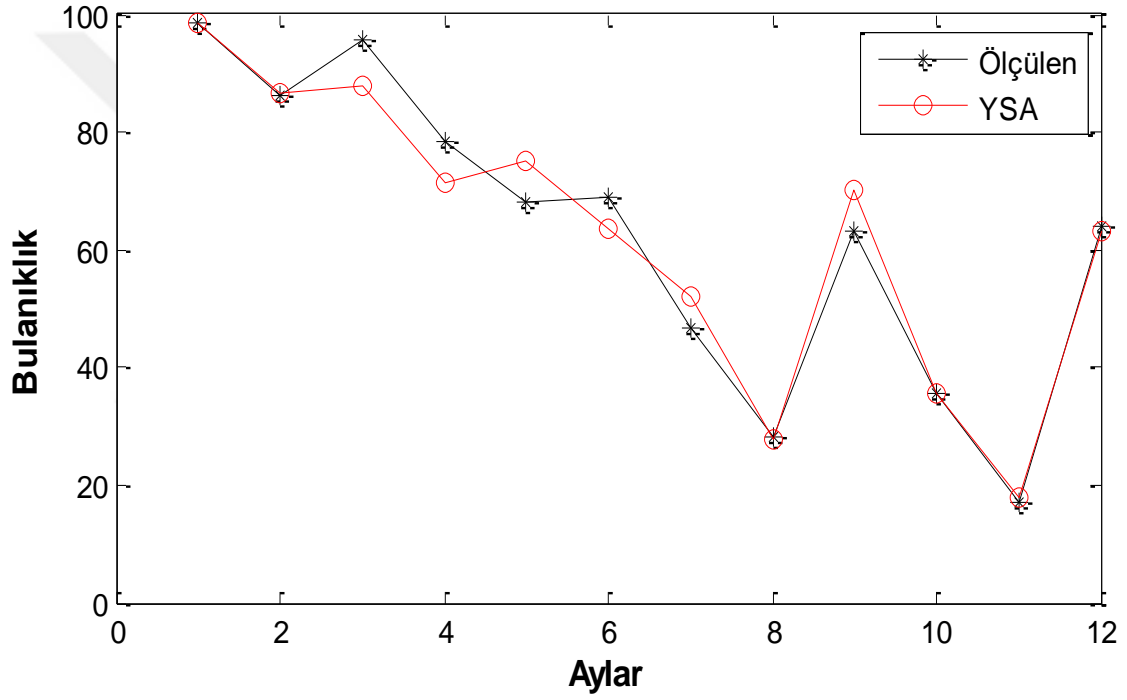
No	Gizli Katman Nöron Sayısı	R ²	MSE
1	3	0.9426	0.0037
2	4	0.8761	0.0080
3	6	0.9722	0.0018
4	8	0.9473	0.0034
5	10	0.9608	0.0025



Şekil A.4 Al parametresi için YSA performansı

Çizelge A.5 Mn parametresi için topoloji analizi

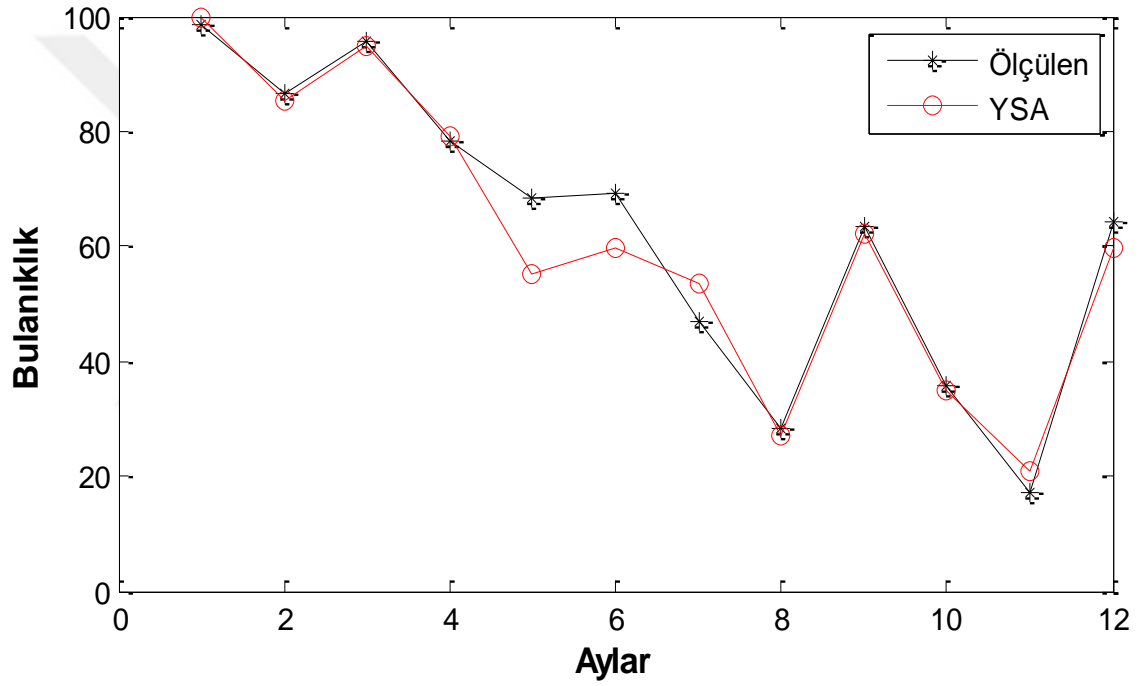
No	Gizli Katman Nöron Sayısı	R ²	MSE
1	3	0.9642	0.0061
2	4	0.9198	0.0052
3	6	0.8762	0.0080
4	8	0.9642	0.0023
5	10	0.9335	0.0043



Şekil A.5 Mn parametresi için YSA performansı

Çizelge A.6 Pb parametresi için topoloji analizi

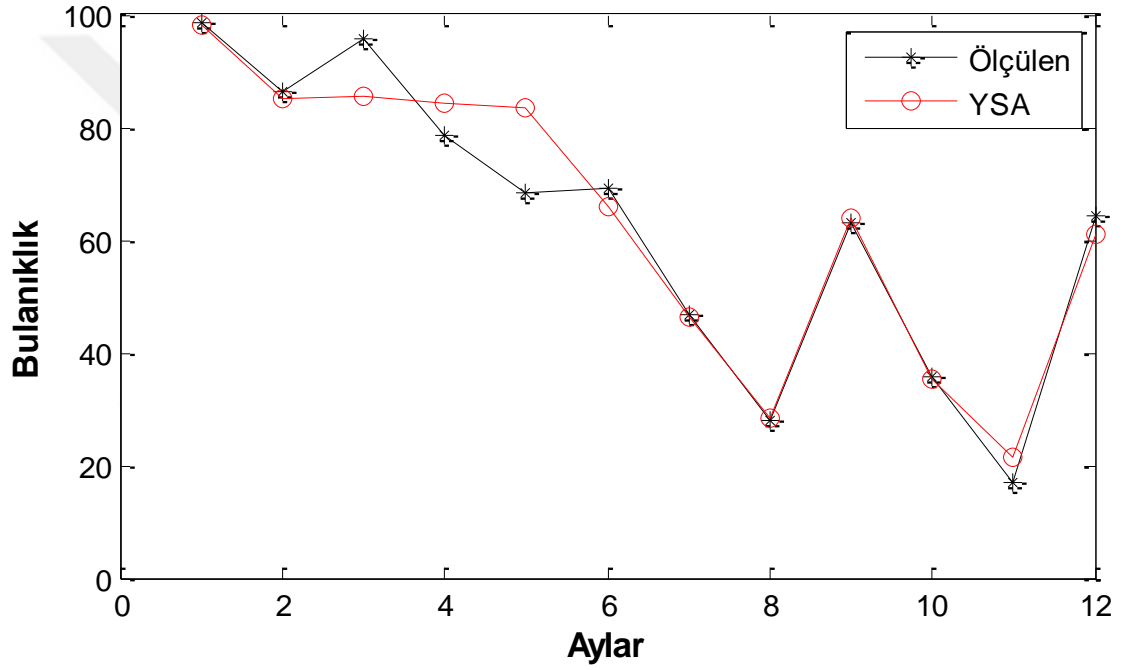
No	Gizli Katman Nöron Sayısı	R ²	MSE
1	3	0.9115	0.0057
2	4	0.8822	0.0076
3	6	0.9232	0.0049
4	8	0.9531	0.0030
5	10	0.9392	0.0039



Şekil A.6 Pb parametresi için YSA performansı

Çizelge A.7 Fe parametresi için topoloji analizi

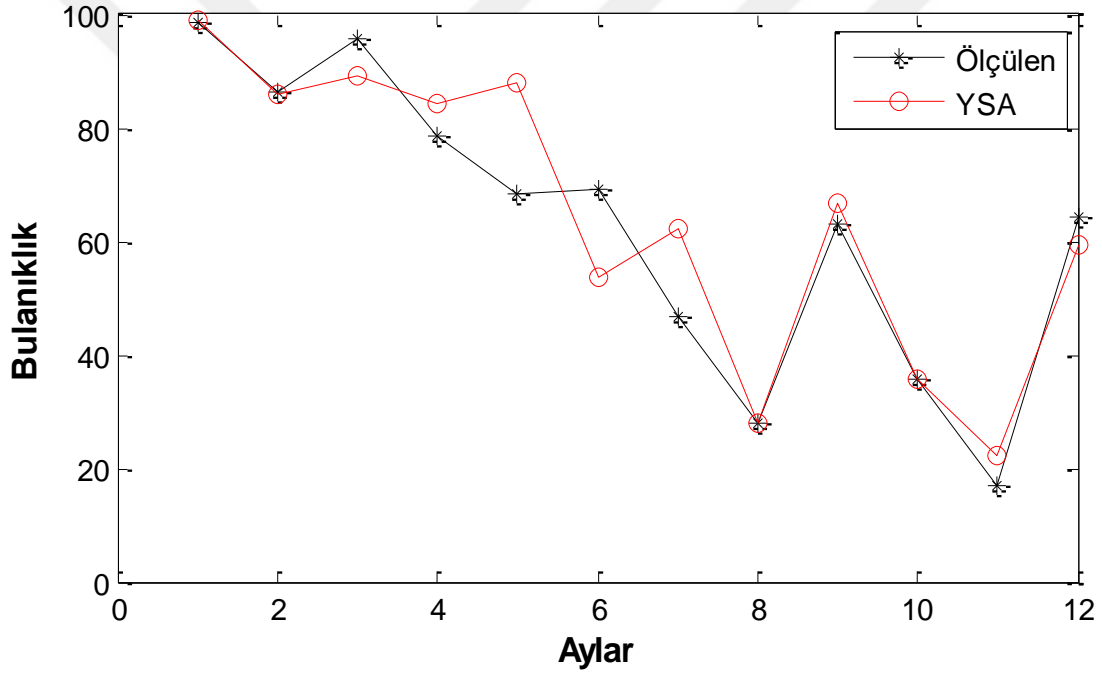
No	Gizli Katman Nöron Sayısı	R ²	MSE
1	3	0.8916	0.0070
2	4	0.9311	0.0044
3	6	0.9452	0.0035
4	8	0.9089	0.0059
5	10	0.9330	0.0043



Şekil A.7 Fe parametresi için YSA performansı

Çizelge A.8 KOİ parametresi için topoloji analizi

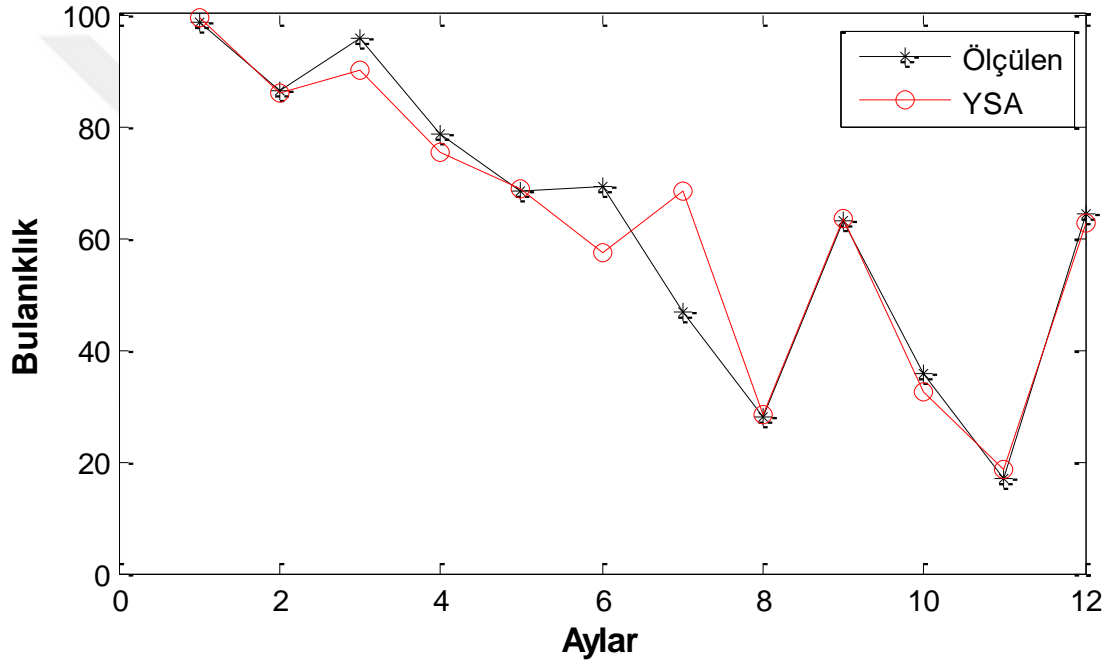
No	Gizli Katman Nöron Sayısı	R ²	MSE
1	3	0.7771	0.0144
2	4	0.7047	0.0190
3	6	0.8867	0.0073
4	8	0.8564	0.0092
5	10	0.9354	0.0056



Şekil A.8 KOİ parametresi için YSA performansı

Çizelge A.9 AKM parametresi için topoloji analizi

No	Gizli Katman Nöron Sayısı	R ²	MSE
1	3	0.8037	0.0126
2	4	0.8696	0.0084
3	6	0.8947	0.0068
4	8	0.9122	0.0057
5	10	0.9101	0.0058



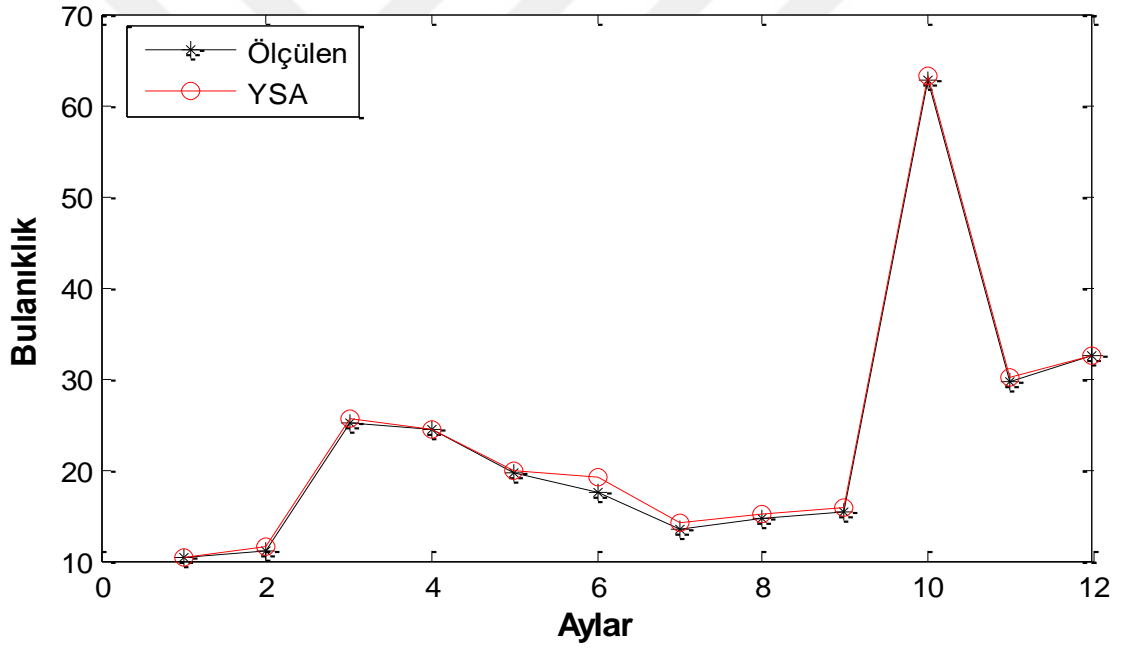
Şekil A.9 AKM parametresi için YSA performansı



EK B: Filyos Nehri'nde İstasyon Bazında F2 İstasyonundan Elde Edilen YSA Sonuçları

Çizelge B.1 Zn parametresi için topoloji analizi

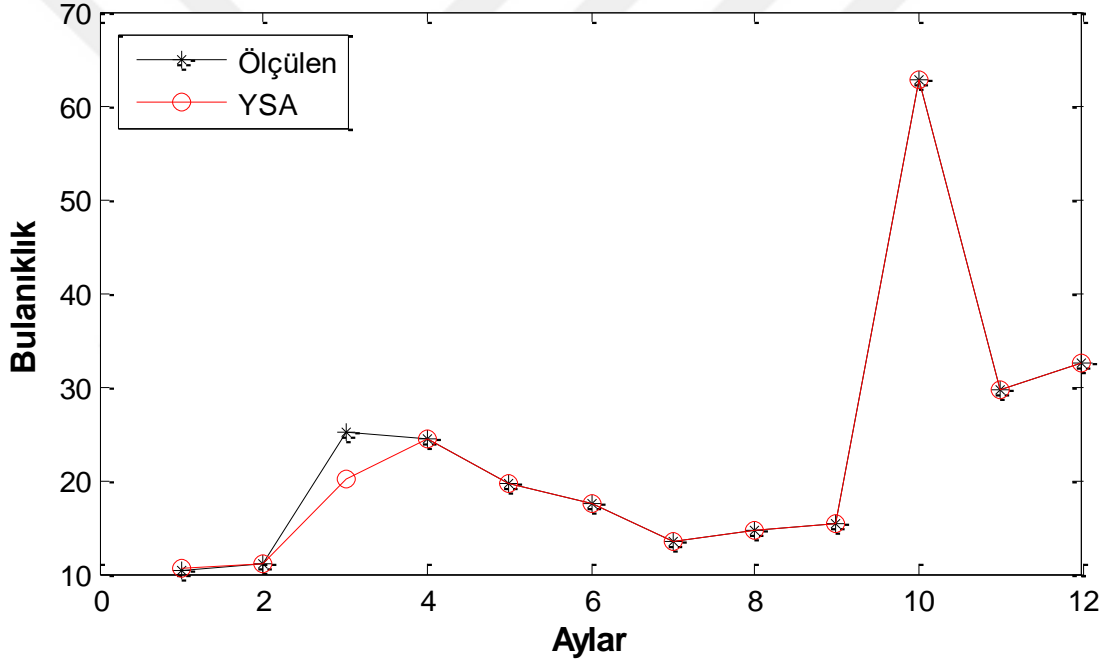
No	Gizli Katman Nöron Sayısı	R ²	MSE
1	3	0.8088	0.0092
2	4	0.8912	0.0053
3	6	0.9979	0.000103
4	8	0.9850	0.0007239
5	10	0.9780	0.0011



Şekil B.1 Zn parametresi için YSA performansı

Çizelge B.2 Fe parametresi için topoloji analizi

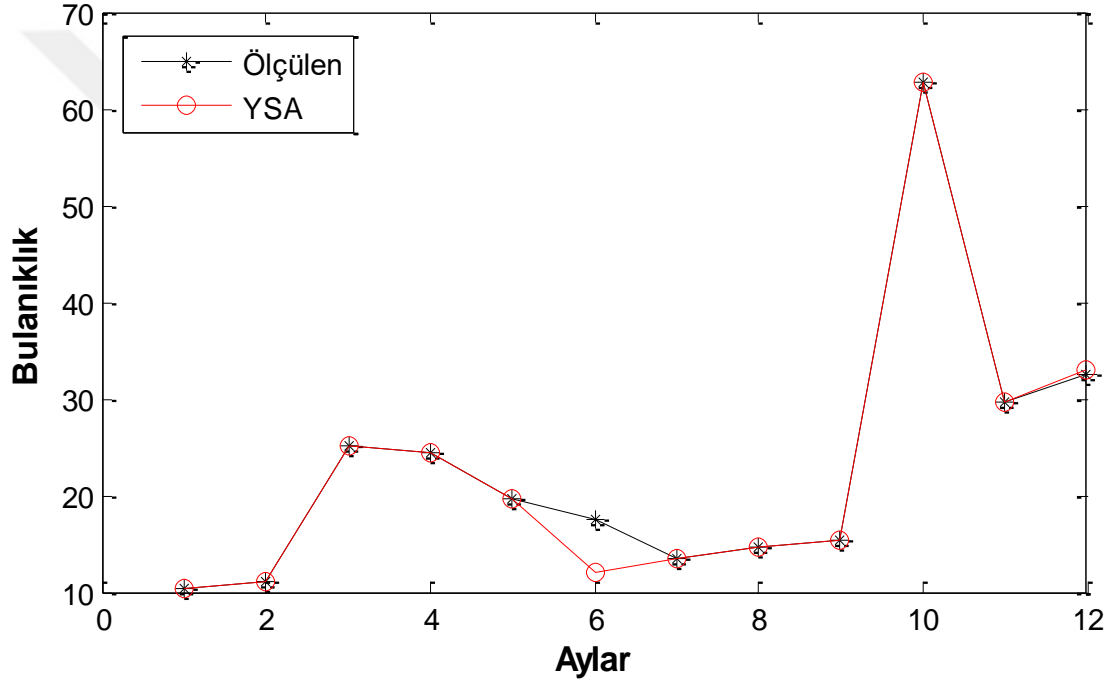
No	Gizli Katman Nöron Sayısı	R ²	MSE
1	3	0.9479	0.0025
2	4	0.8587	0.0068
3	6	0.8730	0.0061
4	8	0.9525	0.0023
5	10	0.9886	0.0005513



Şekil B.2 Fe parametresi için YSA performansı

Çizelge B.3 Pb parametresi için topoloji analizi

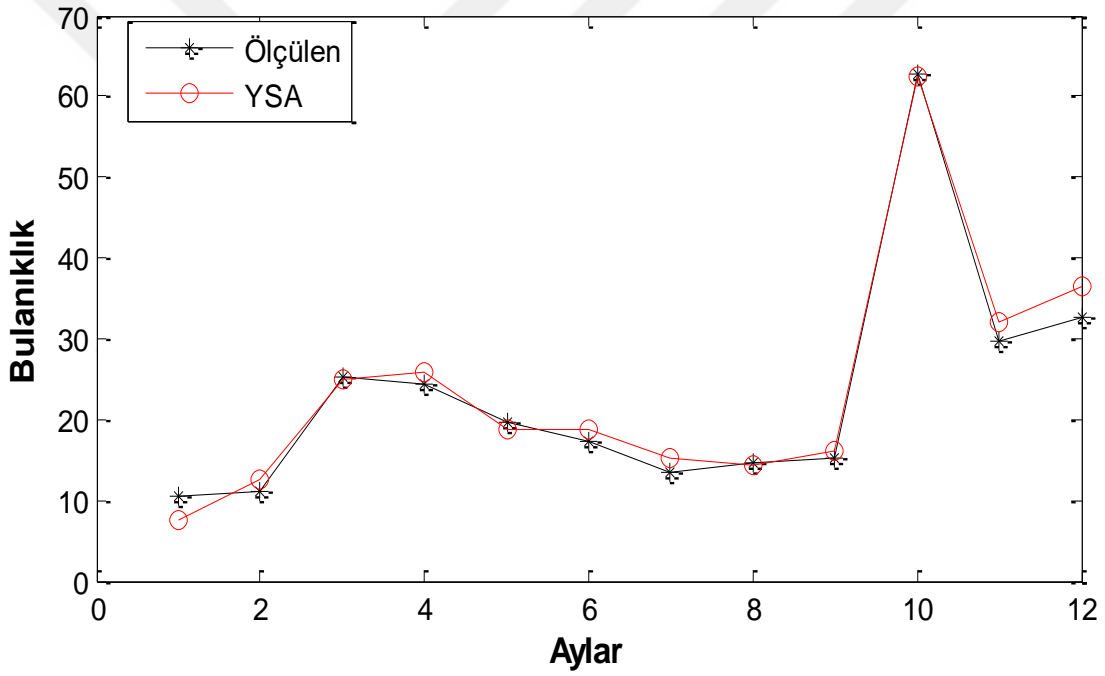
No	Gizli Katman Nöron Sayısı	R ²	MSE
1	3	0.9427	0.0028
2	4	0.9162	0.0040
3	6	0.9878	0.0005884
4	8	0.9068	0.0045
5	10	0.9535	0.0022



Şekil B.3 Pb parametresi için YSA performansı

Çizelge B.4 Cr parametresi için topoloji analizi

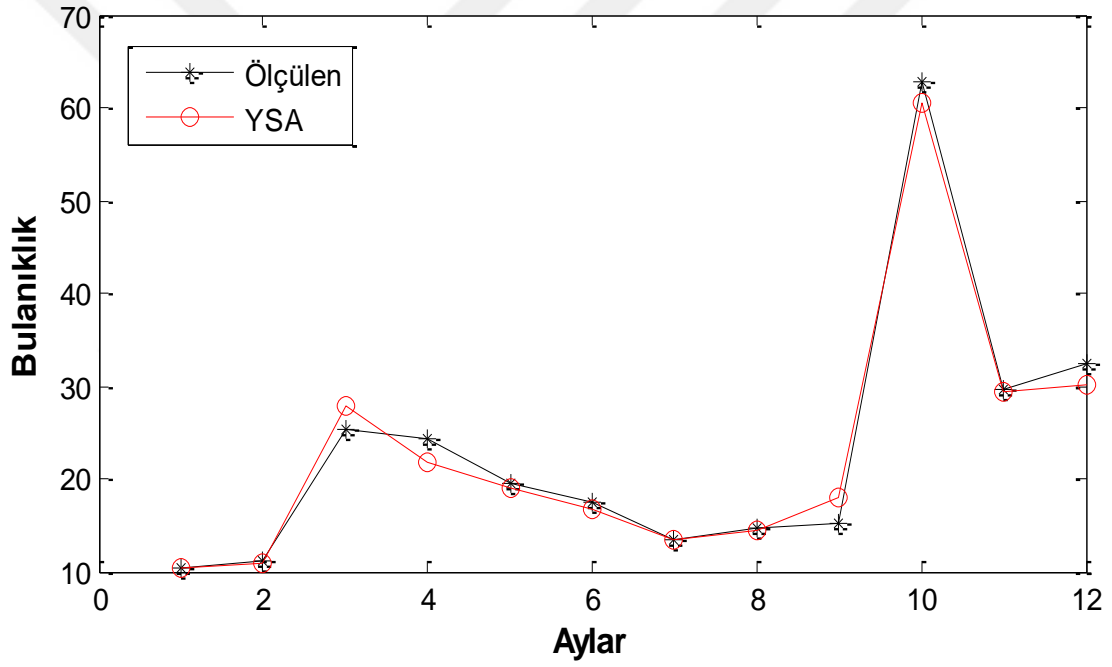
No	Gizli Katman Nöron Sayısı	R ²	MSE
1	3	0.9412	0.0028
2	4	0.9283	0.0035
3	6	0.9819	0.0008725
4	8	0.9488	0.0025
5	10	0.9874	1.3989



Şekil B.4 Cr parametresi için YSA performansı

Çizelge B.5 Al parametresi için topoloji analizi

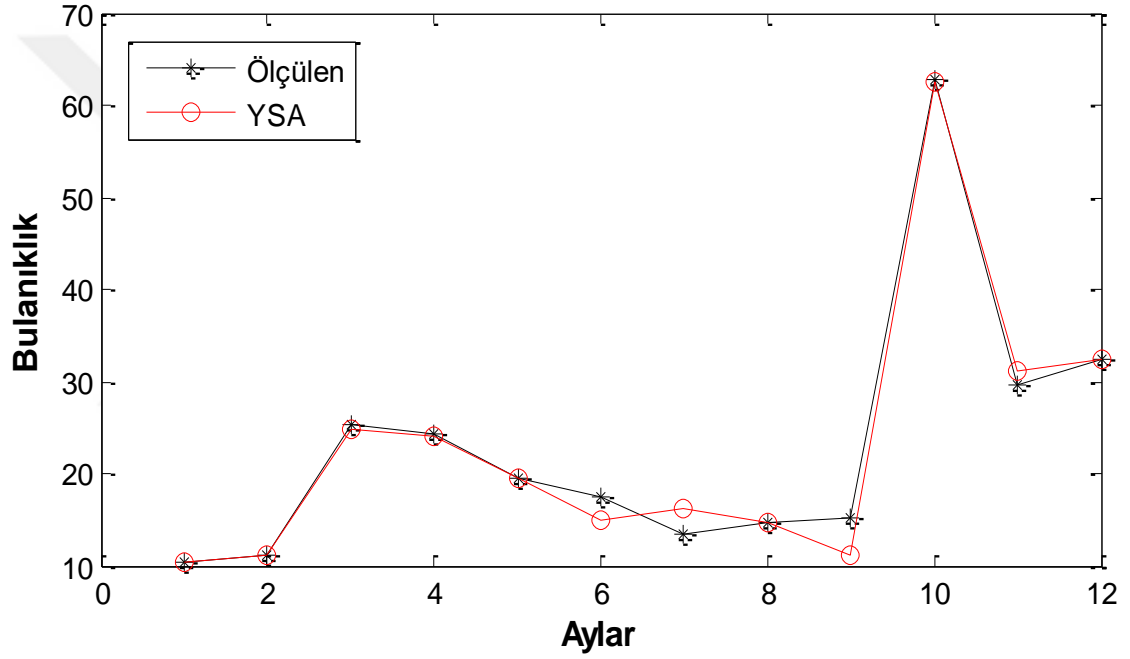
No	Gizli Katman Nöron Sayısı	R ²	MSE
1	3	0.9754	0.0013
2	4	0.9810	0.0009204
3	6	0.9394	0.0029
4	8	0.9763	0.0011
5	10	0.9859	0.0006795



Şekil B.5 Al parametresi için YSA performansı

Çizelge B.6 AKM parametresi için topoloji analizi

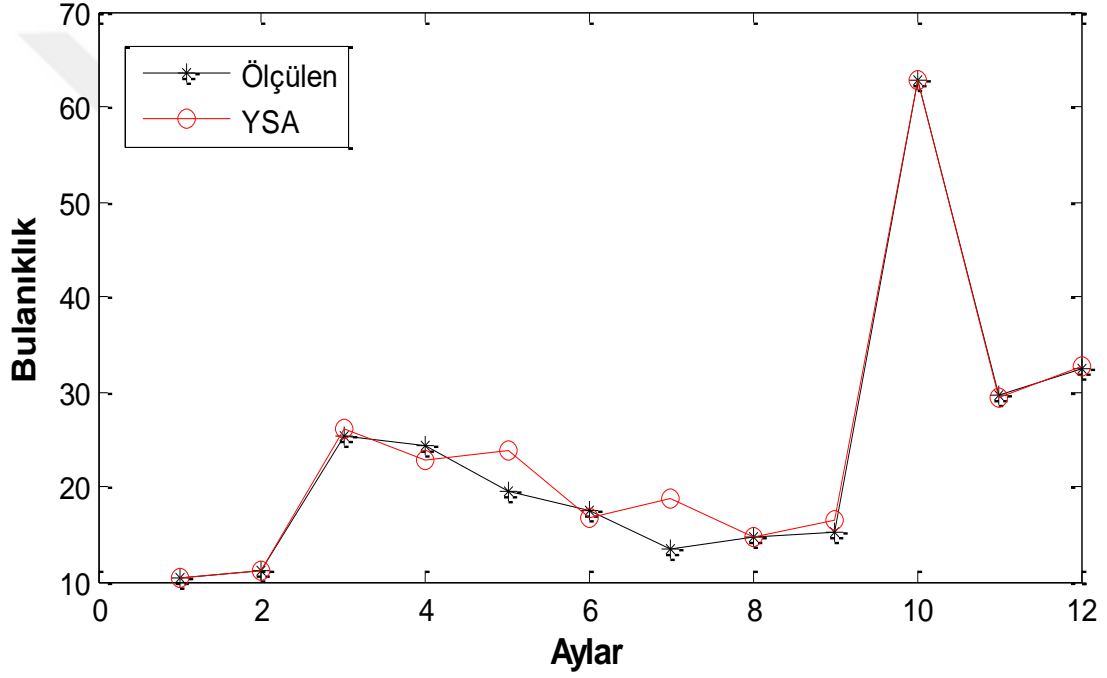
No	Gizli Katman Nöron Sayısı	R ²	MSE
1	3	0.9848	0.0007359
2	4	0.9199	0.0039
3	6	0.9854	0.0007074
4	8	0.9413	0.0028
5	10	0.9269	0.0035



Şekil B.6 AKM parametresi için YSA performansı

Çizelge B.7 KOİ parametresi için topoloji analizi

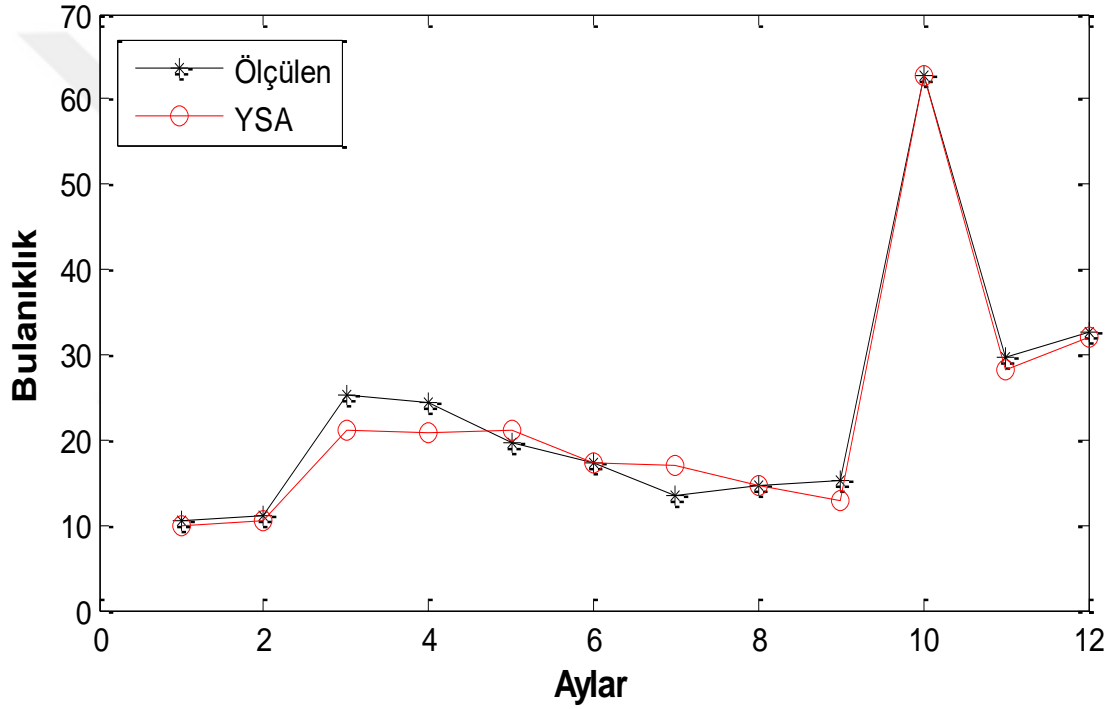
No	Gizli Katman Nöron Sayısı	R ²	MSE
1	3	0.9024	0.0038
2	4	0.9668	0.0016
3	6	0.9107	0.0043
4	8	0.9780	0.0011
5	10	0.9680	0.0015



Şekil B.7 KOİ parametresi için YSA performansı

Çizelge B.8 Ca parametresi için topoloji analizi

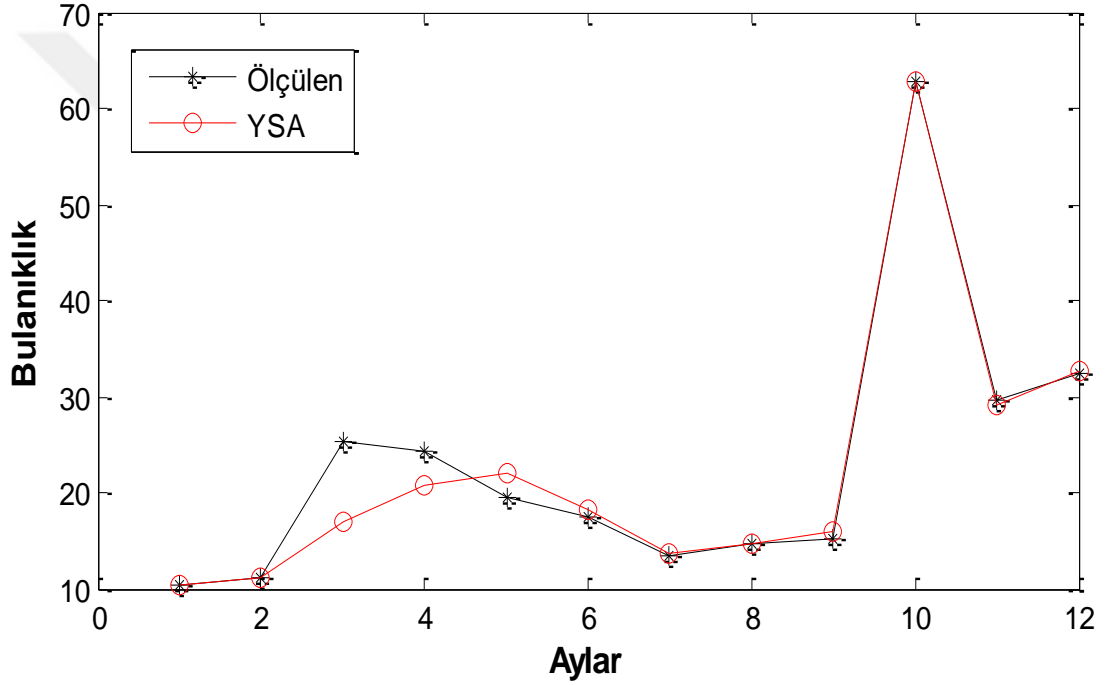
No	Gizli Katman Nöron Sayısı	R ²	MSE
1	3	0.9588	0.0020
2	4	0.9659	0.0016
3	6	0.9373	0.0030
4	8	0.9764	0.0011
5	10	0.9624	0.0018



Şekil B.8 Ca parametresi için YSA performansı

Çizelge B.9 Mn parametresi için topoloji analizi

No	Gizli Katman Nöron Sayısı	R ²	MSE
1	3	0.9463	0.0026
2	4	0.9501	0.0024
3	6	0.9385	0.0030
4	8	0.9621	0.0018
5	10	0.8901	0.0053



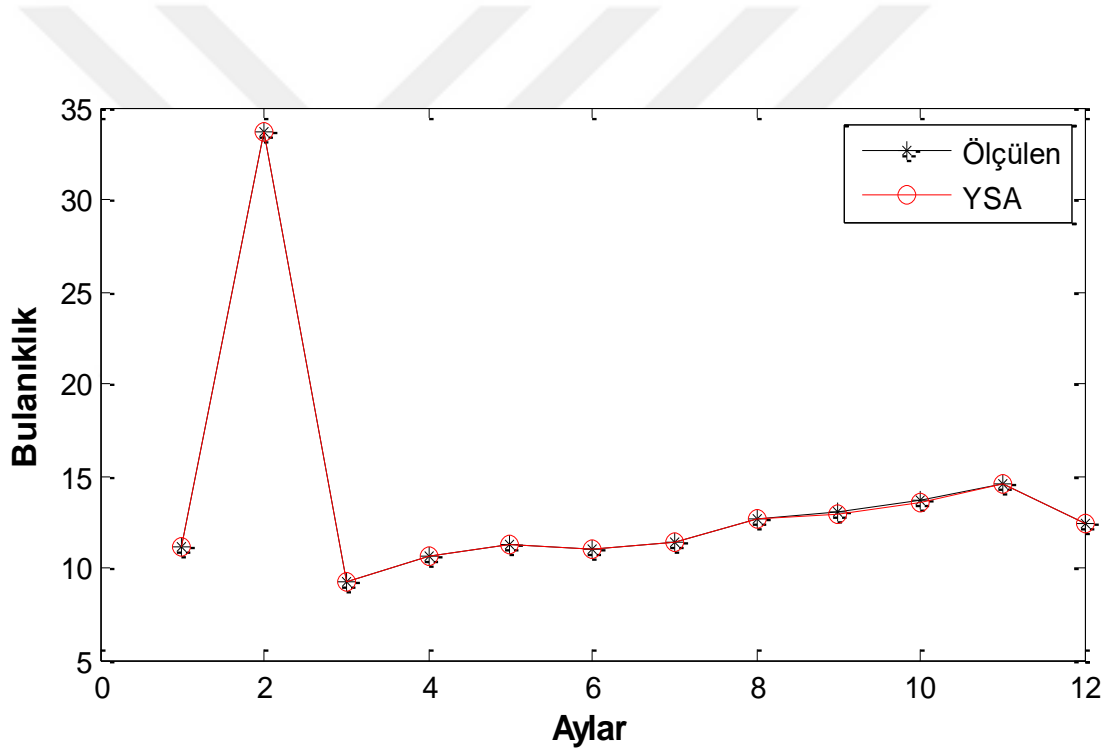
Şekil B.9 Mn parametresi için YSA performansı



EK C: Filyos Nehri'nde İstasyon Bazında F3 İstasyonundan Elde Edilen YSA Sonuçları

Çizelge C.1 Pb parametresi için topoloji analizi

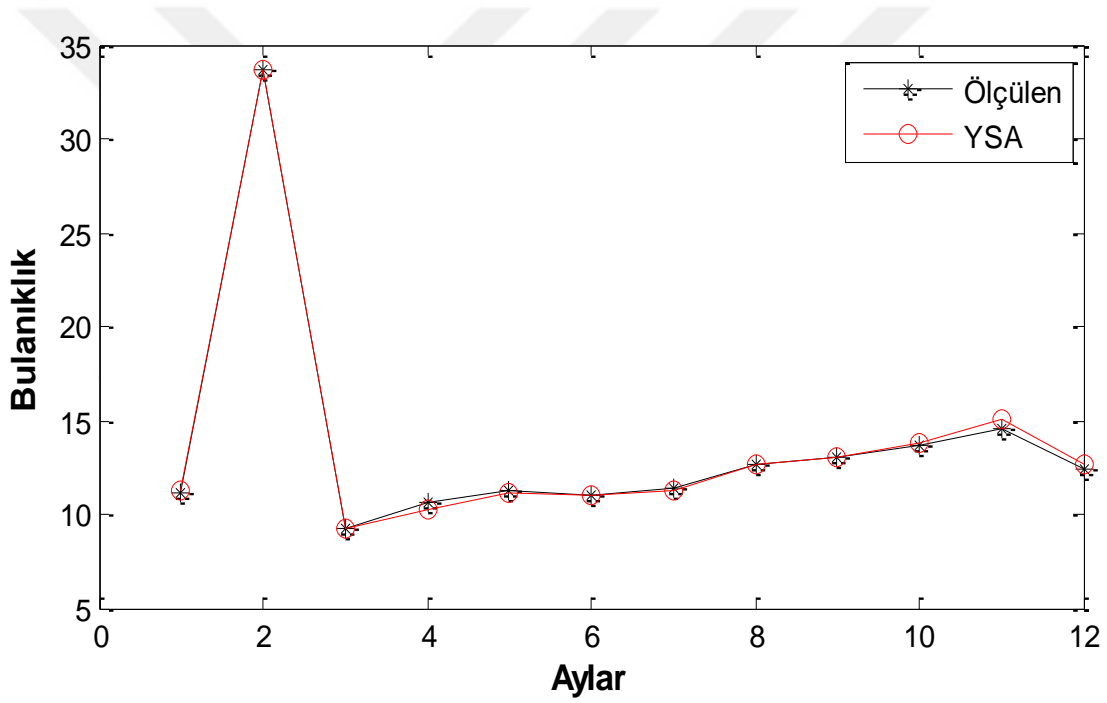
No	Gizli Katman Nöron Sayısı	R ²	MSE
1	3	0.9072	0.0031
2	4	0.9666	00011
3	6	1.0000	0.00000159
4	8	0.9846	0.0005186
5	10	0.9337	0.0022



Şekil C.1 Pb parametresi için YSA performansı

Çizelge C.2 Ca parametresi için topoloji analizi

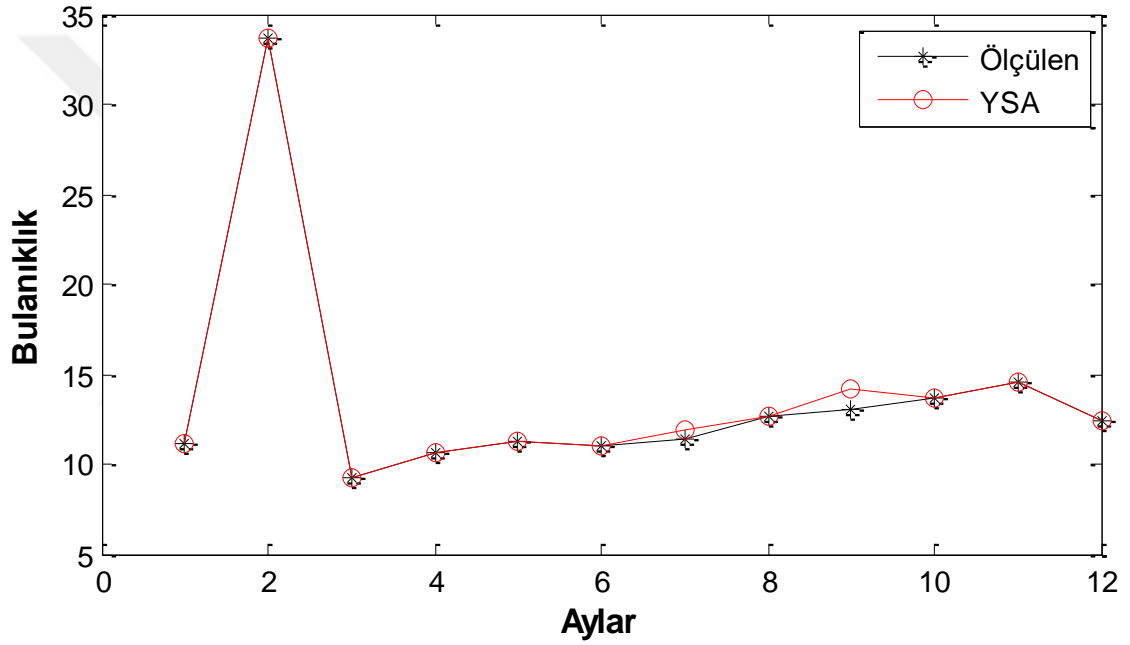
No	Gizli Katman Nöron Sayısı	R ²	MSE
1	3	0.9529	0.0016
2	4	0.9808	0.0006481
3	6	0.9548	0.0015
4	8	0.9945	0.0001858
5	10	0.9990	0.00003442



Şekil C.2 Ca parametresi için YSA performansı

Çizelge C.3 Al parametresi için topoloji analizi

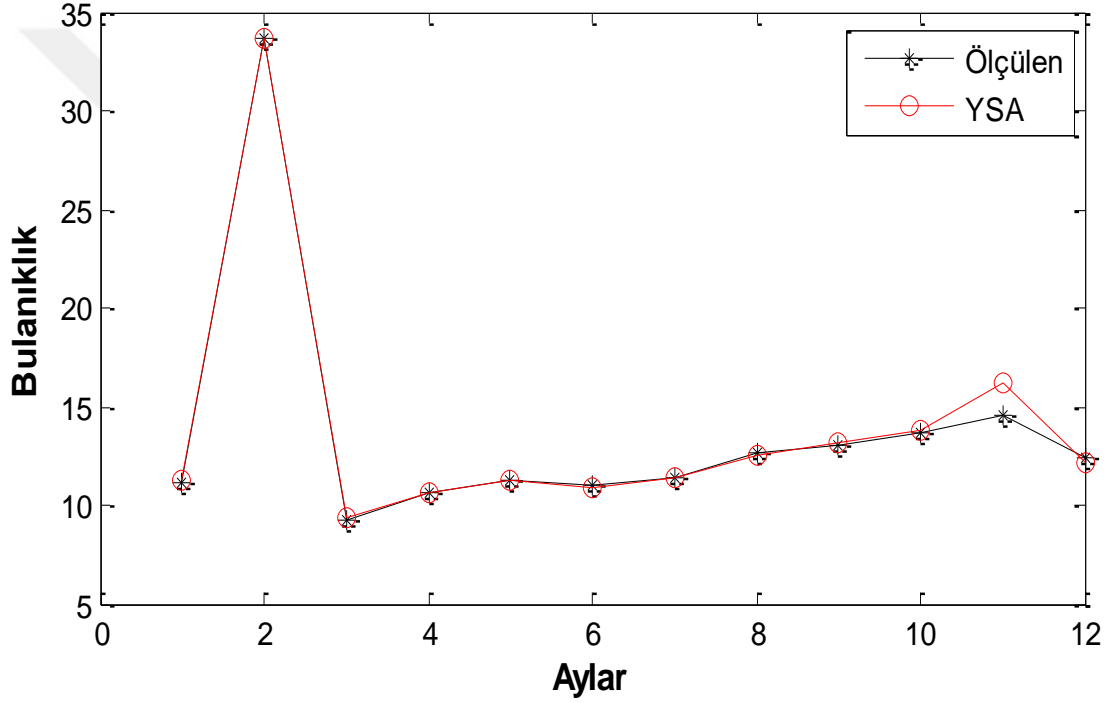
No	Gizli Katman Nöron Sayısı	R ²	MSE
1	3	0.9794	0.0006937
2	4	0.9473	0.0018
3	6	0.9963	0.0001252
4	8	0.9642	0.0012
5	10	0.9642	0.0012



Şekil C.3 Al parametresi için YSA performansı

Çizelge C.4 KOİ parametresi için topoloji analizi

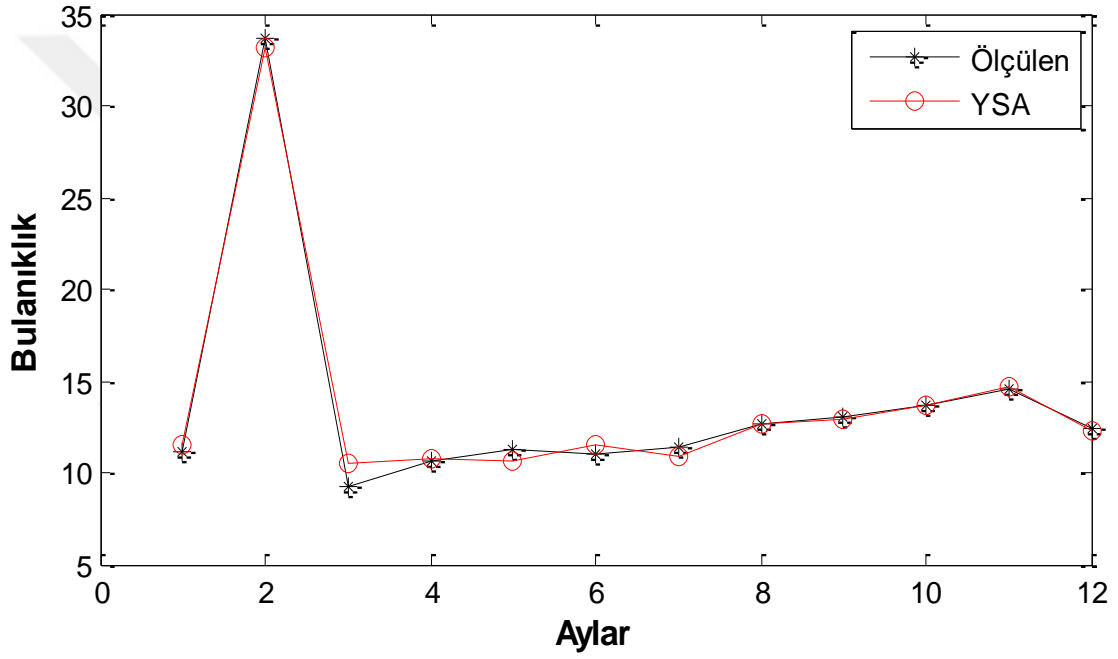
No	Gizli Katman Nöron Sayısı	R ²	MSE
1	3	0.9603	0.0013
2	4	0.9767	0.0007858
3	6	0.9583	0.0014
4	8	0.9947	0.0001796
5	10	0.9671	0.0011



Şekil C.4 KOİ parametresi için YSA performansı

Çizelge C.5 Mn parametresi için topoloji analizi

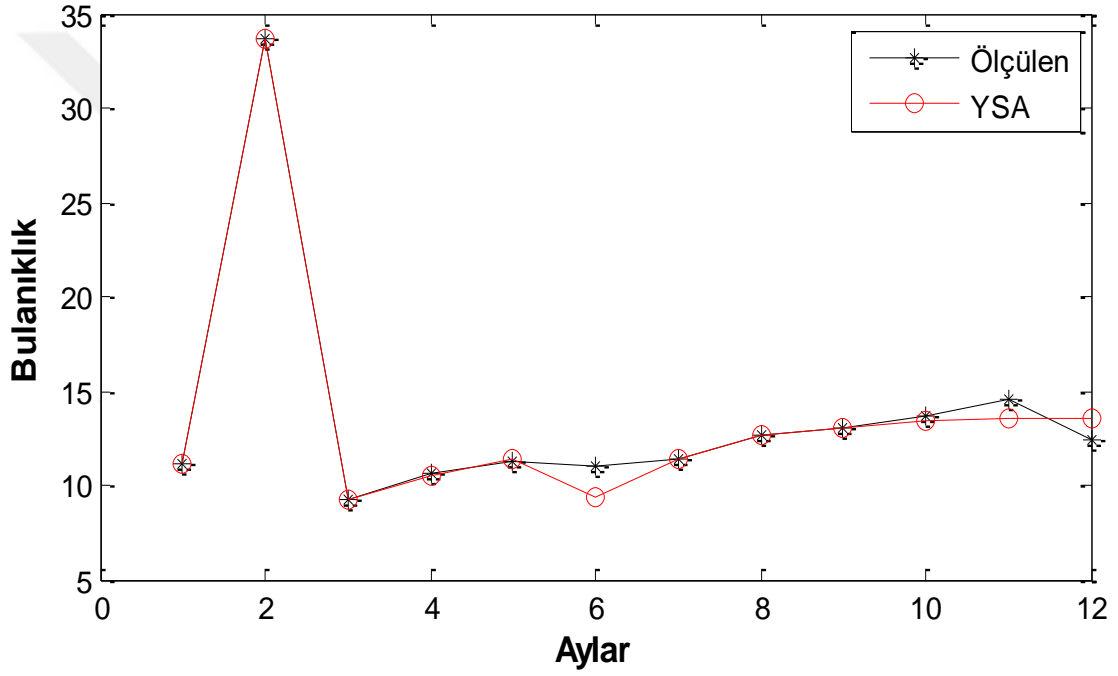
No	Gizli Katman Nöron Sayısı	R ²	MSE
1	3	0.9938	0.0002086
2	4	0.9486	0.0017
3	6	0.9765	0.0007912
4	8	0.9600	0.0013
5	10	0.9832	0.0005671



Şekil C.5 Mn parametresi için YSA performansı

Çizelge C.6 AKM parametresi için topoloji analizi

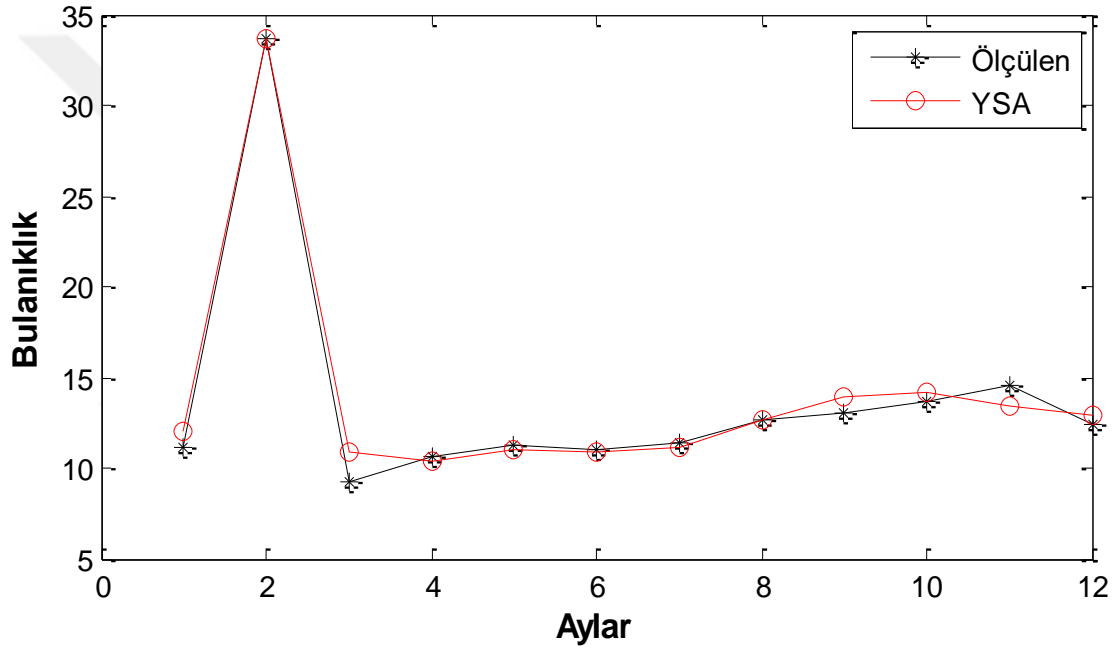
No	Gizli Katman Nöron Sayısı	R ²	MSE
1	3	0.9742	0.0008686
2	4	0.9501	0.0017
3	6	0.9893	0.0003595
4	8	0.9225	0.0026
5	10	0.9543	0.0015



Şekil C.6 AKM parametresi için YSA performansı

Çizelge C.7 Fe parametresi için topoloji analizi

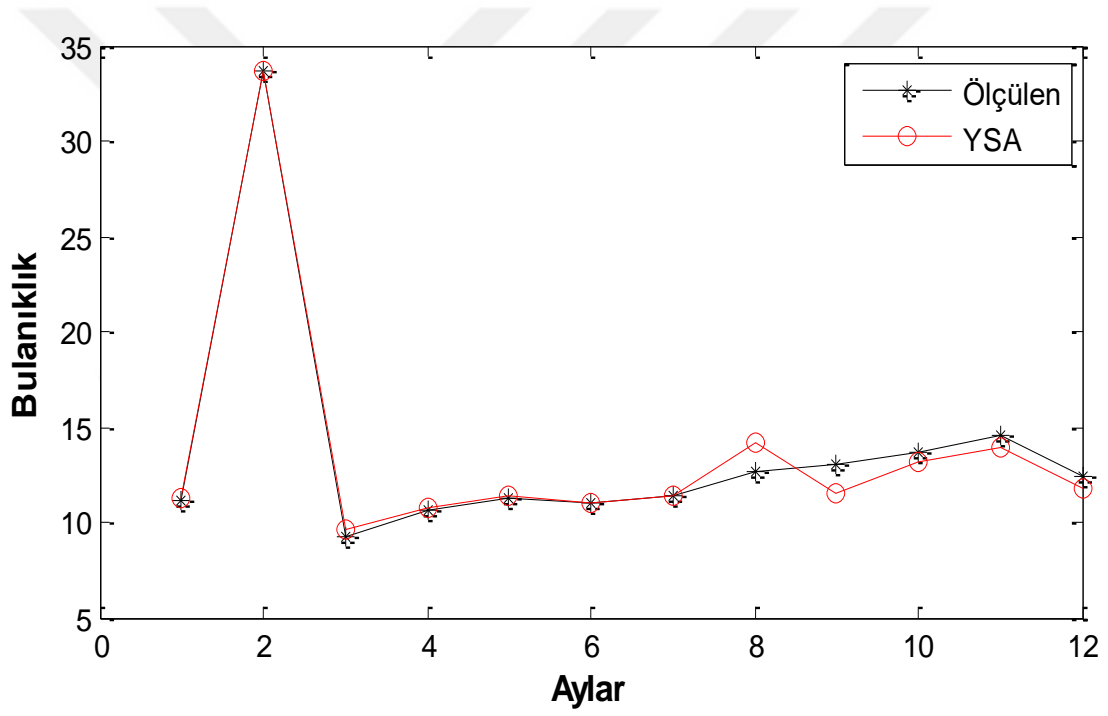
No	Gizli Katman Nöron Sayısı	R ²	MSE
1	3	0.9775	0.0007581
2	4	0.9088	0.0031
3	6	0.9068	0.0031
4	8	0.9864	0.0004581
5	10	0.9664	0.0011



Şekil C.7 Fe parametresi için YSA performansı

Çizelge C.8 Cr parametresi için topoloji analizi

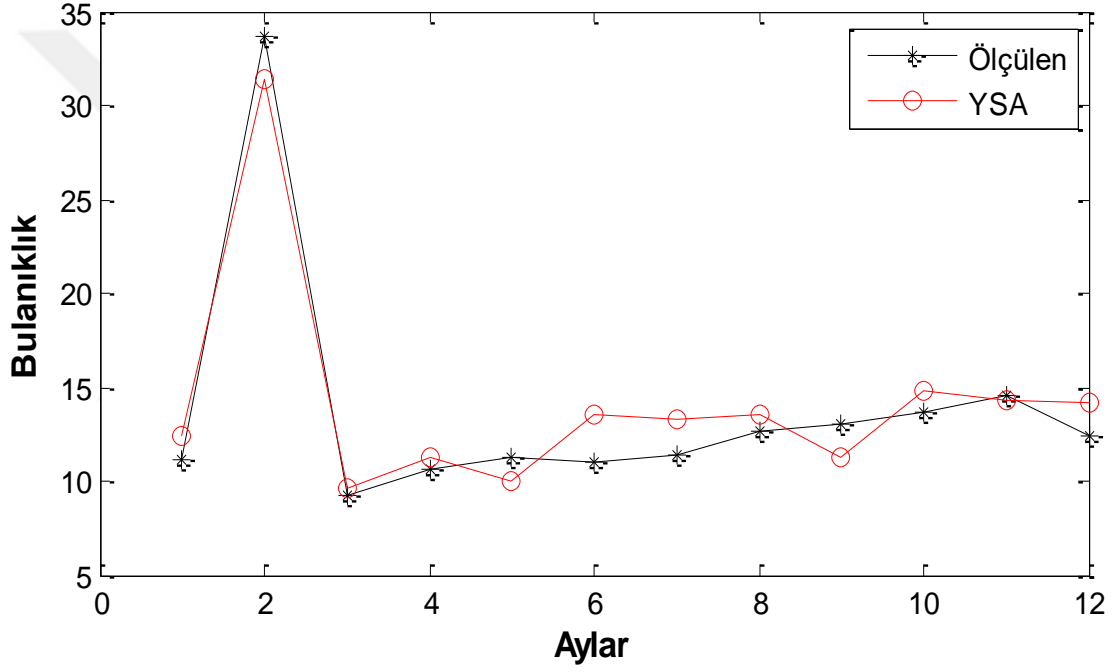
No	Gizli Katman Nöron Sayısı	R ²	MSE
1	3	0.9513	0.0016
2	4	0.9636	0.0012
3	6	0.9659	0.0011
4	8	0.9235	0.0026
5	10	0.9896	0.0004403



Şekil C.8 Cr parametresi için YSA performansı

Çizelge C.9 Zn parametresi için topoloji analizi

No	Gizli Katman Nöron Sayısı	R ²	MSE
1	3	0.8833	0.0039
2	4	0.9095	0.0030
3	6	0.9386	0.0021
4	8	0.9282	0.0024
5	10	0.9119	0.0030



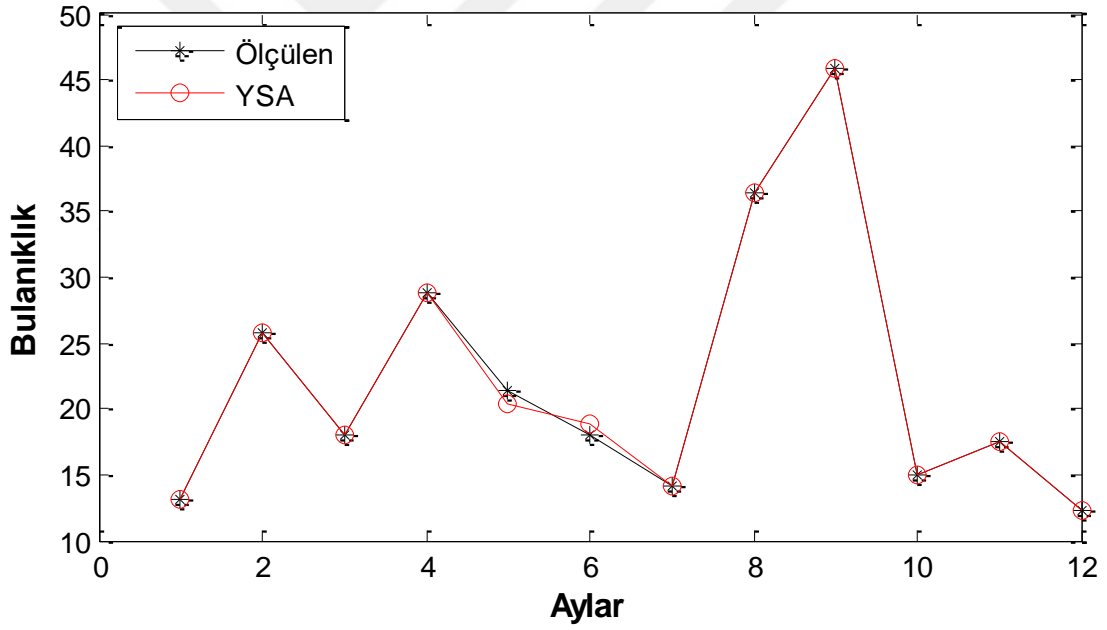
Şekil C.9 Zn parametresi için YSA performansı



EK D: Filyos Nehri'nde İstasyon Bazında F4 İstasyonundan Elde Edilen YSA Sonuçları

Çizelge D.1 KOİ parametresi için topoloji analizi

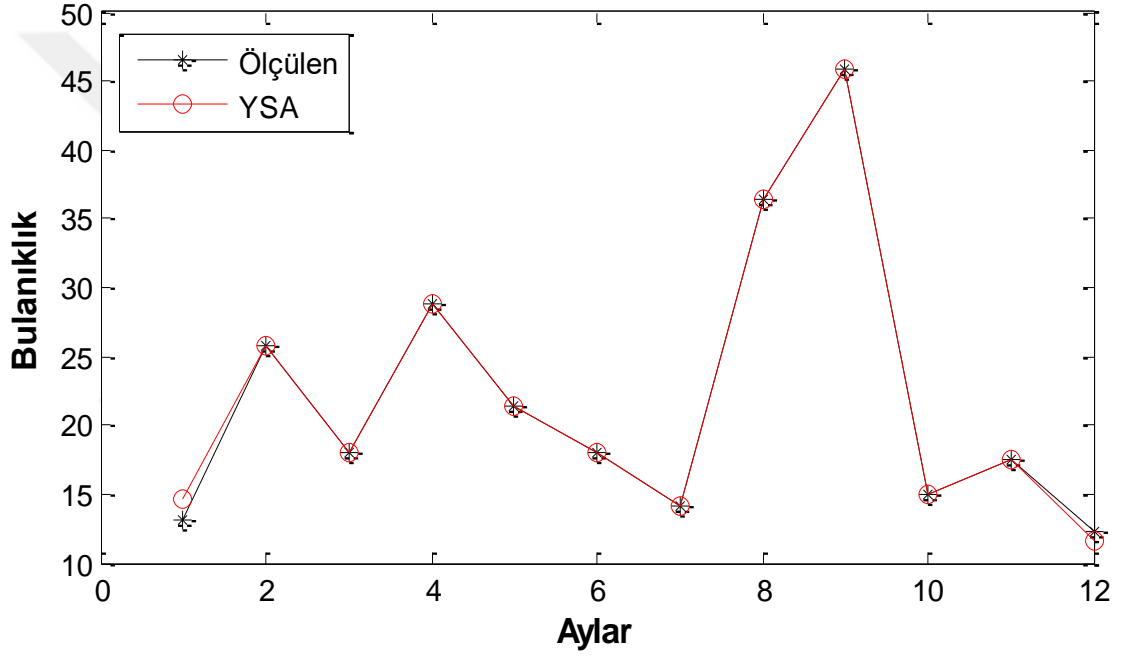
No	Gizli Katman Nöron Sayısı	R ²	MSE
1	3	0.9593	0.0019
2	4	0.9234	0.0036
3	6	0.9694	0.0014
4	8	0.9789	0.0009858
5	10	0.9987	0.00005841



Şekil D.1 KOİ parametresi için YSA performansı

Çizelge D.2 Fe parametresi için topoloji analizi

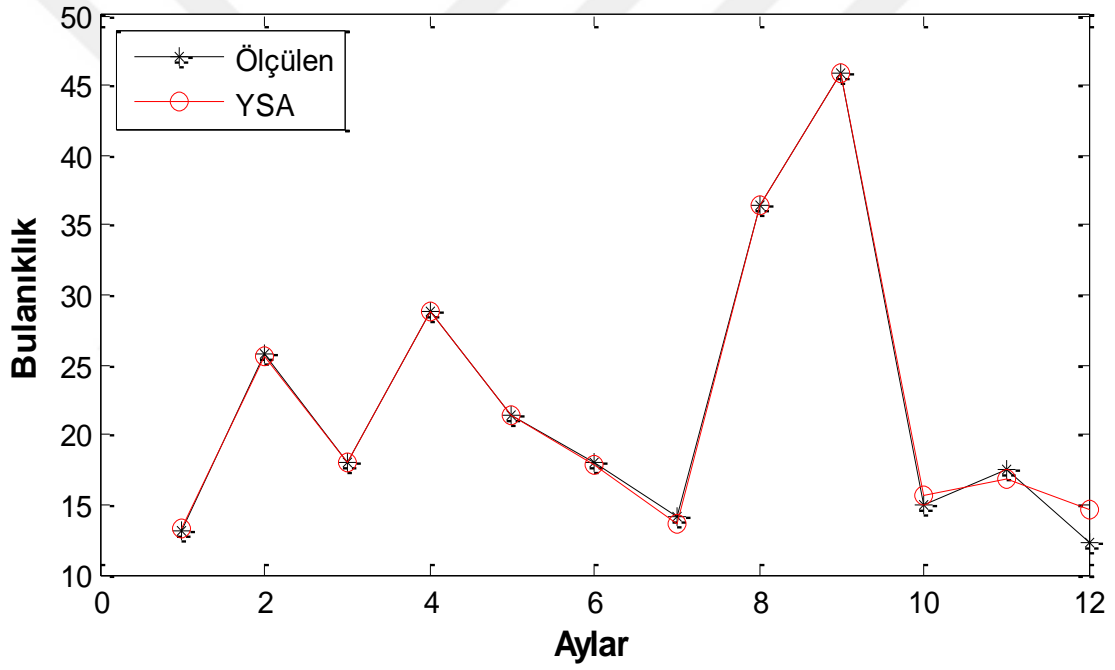
No	Gizli Katman Nöron Sayısı	R ²	MSE
1	3	0.9239	0.0036
2	4	0.9514	0.0023
3	6	0.9791	0.0009751
4	8	0.9980	0.00009297
5	10	0.7460	0.0119



Şekil D.2 Fe parametresi için YSA performansı

Çizelge D.3 AKM parametresi için topoloji analizi

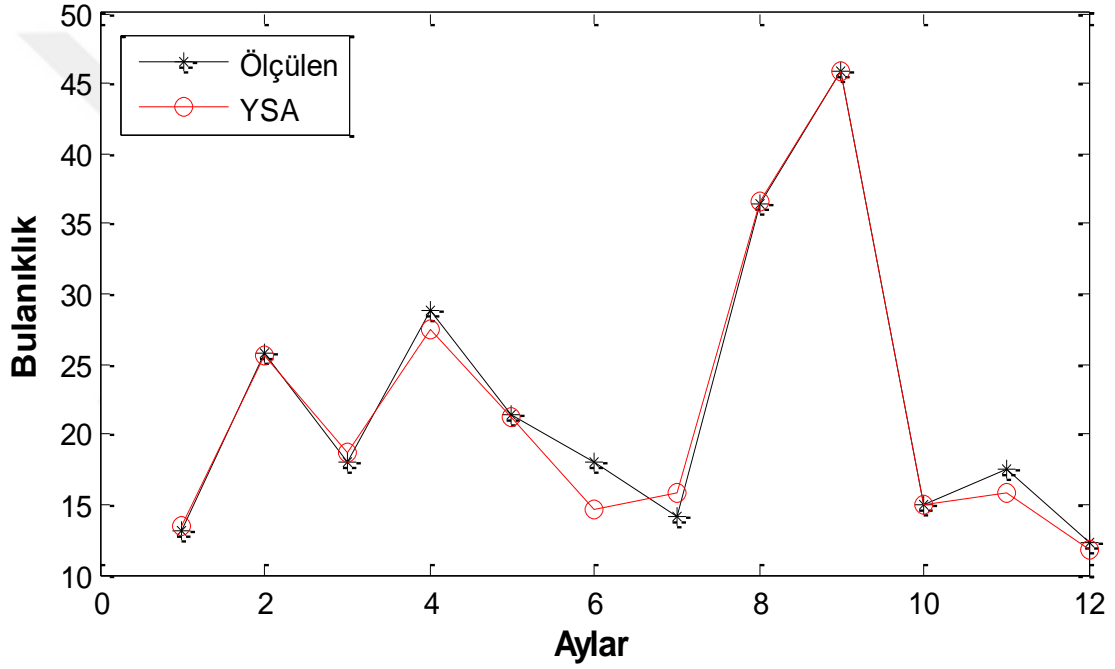
No	Gizli Katman Nöron Sayısı	R ²	MSE
1	3	0.9663	0.0016
2	4	0.9508	0.0023
3	6	0.9345	0.0031
4	8	0.8917	0.0051
5	10	0.9944	0.0003214



Şekil D.3 AKM parametresi için YSA performansı

Çizelge D.4 Pb parametresi için topoloji analizi

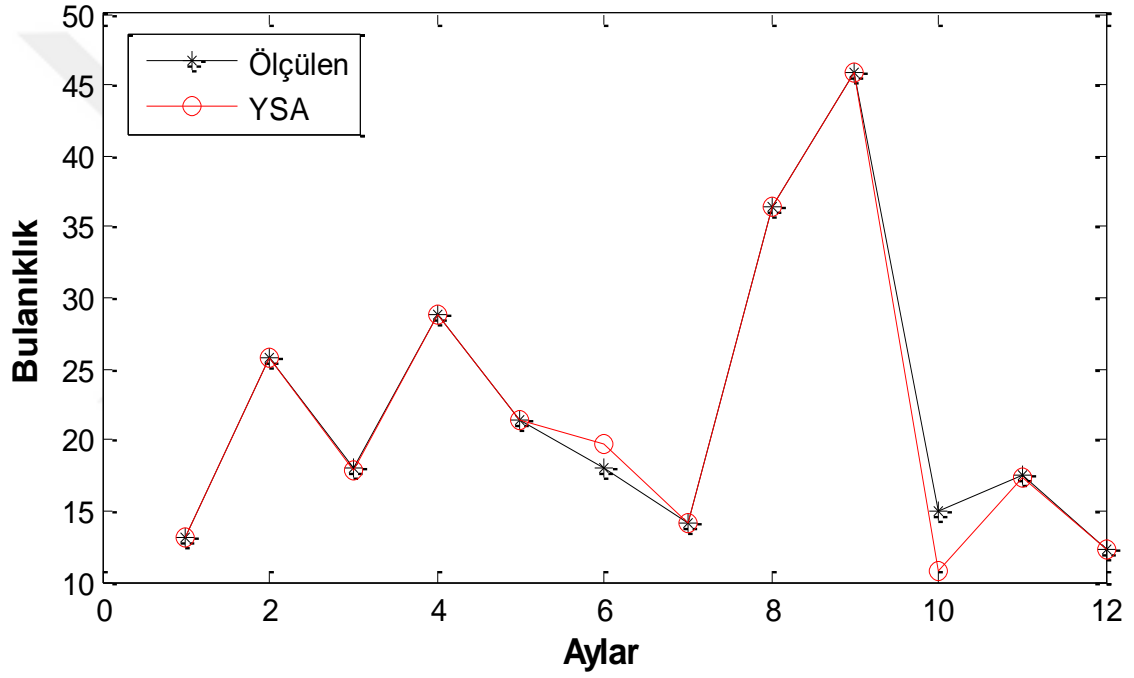
No	Gizli Katman Nöron Sayısı	R ²	MSE
1	3	0.9558	0.0021
2	4	0.9746	0.0012
3	6	0.9553	0.0021
4	8	0.9840	0.000745
5	10	0.9289	0.0033



Şekil D.4 Pb parametresi için YSA performansı

Çizelge D.5 Mn parametresi için topoloji analizi

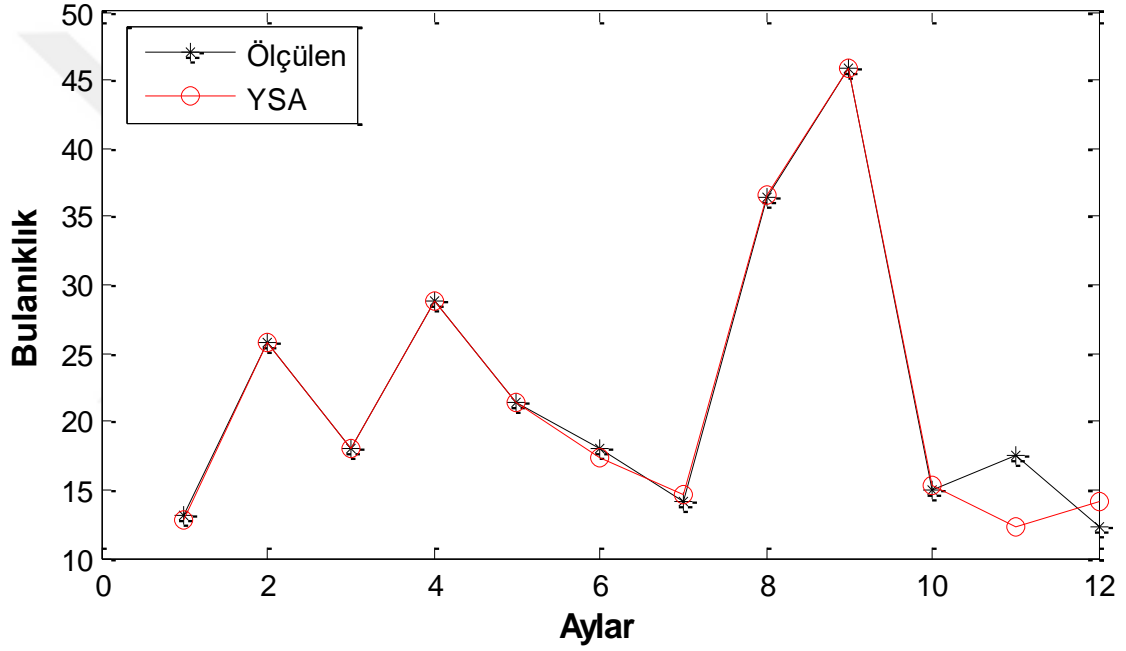
No	Gizli Katman Nöron Sayısı	R ²	MSE
1	3	0.9319	0.0032
2	4	0.9053	0.0044
3	6	0.9444	0.0026
4	8	0.9823	0.0008236
5	10	0.9701	0.0014



Şekil D.5 Mn parametresi için YSA performansı

Çizelge D.6 Cr parametresi için topoloji analizi

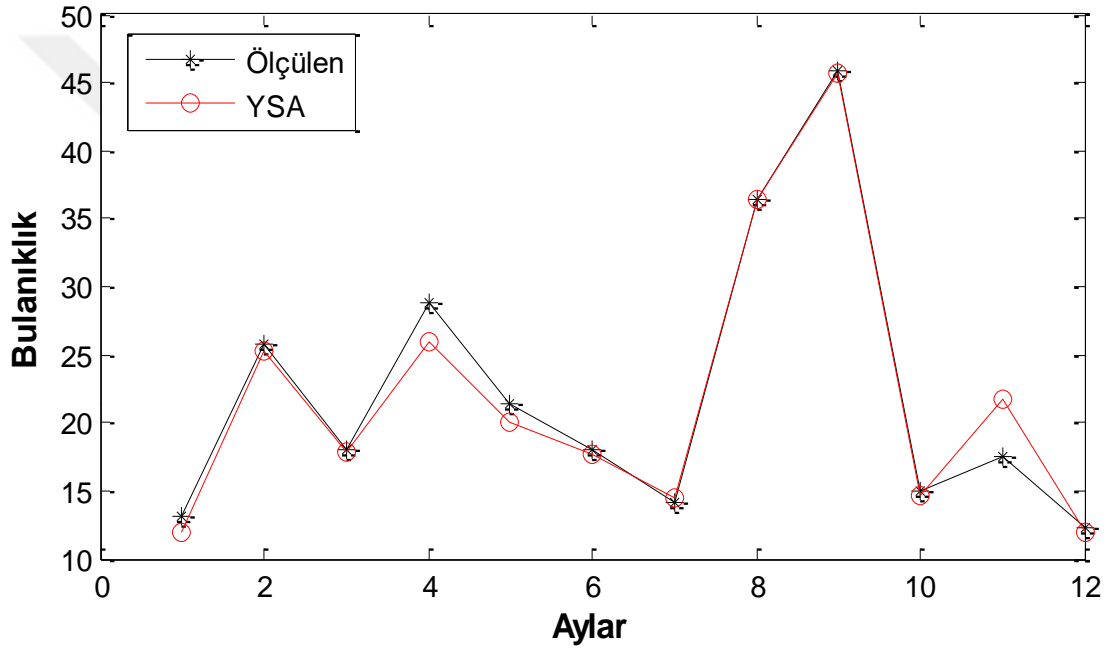
No	Gizli Katman Nöron Sayısı	R ²	MSE
1	3	0.9456	0.0025
2	4	0.9736	0.0012
3	6	0.9157	0.0039
4	8	0.9430	0.0027
5	10	0.9296	0.0033



Şekil D.6 Cr parametresi için YSA performansı

Çizelge D.7 Al parametresi için topoloji analizi

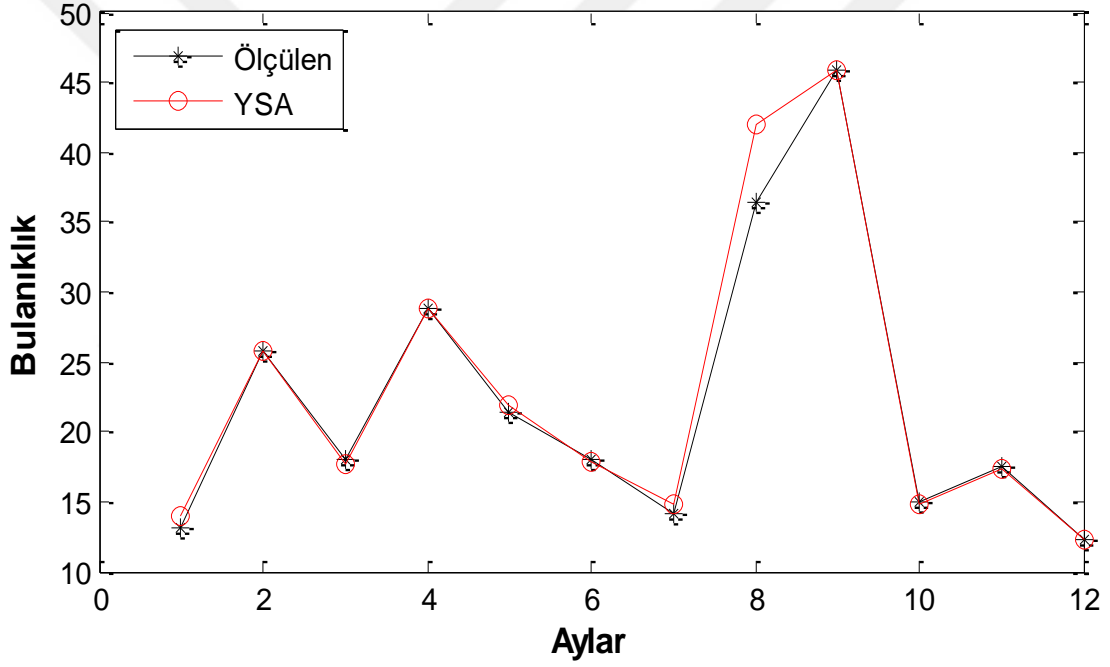
No	Gizli Katman Nöron Sayısı	R ²	MSE
1	3	0.9283	0.0033
2	4	0.9498	0.0023
3	6	0.9729	0.0013
4	8	0.8886	0.0052
5	10	0.9715	0.0013



Şekil D.7 Al parametresi için YSA performansı

Çizelge D.8 Zn parametresi için topoloji analizi

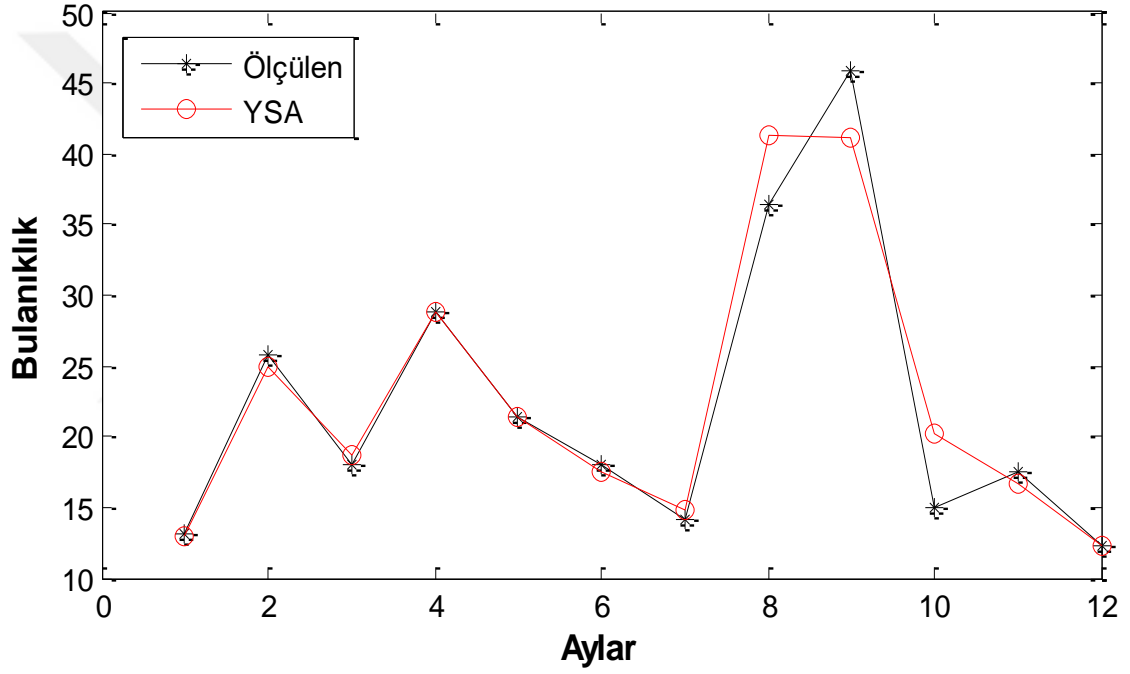
No	Gizli Katman Nöron Sayısı	R ²	MSE
1	3	0.9271	0.0034
2	4	0.9256	0.0035
3	6	0.9322	0.0032
4	8	0.9639	0.0017
5	10	0.9727	0.0013



Şekil D.8 Zn parametresi için YSA performansı

Çizelge D.9 Ca parametresi için topoloji analizi

No	Gizli Katman Nöron Sayısı	R ²	MSE
1	3	0.9368	0.0029
2	4	0.9360	0.0030
3	6	0.7923	0.0097
4	8	0.8810	0.0056
5	10	0.9144	0.0040



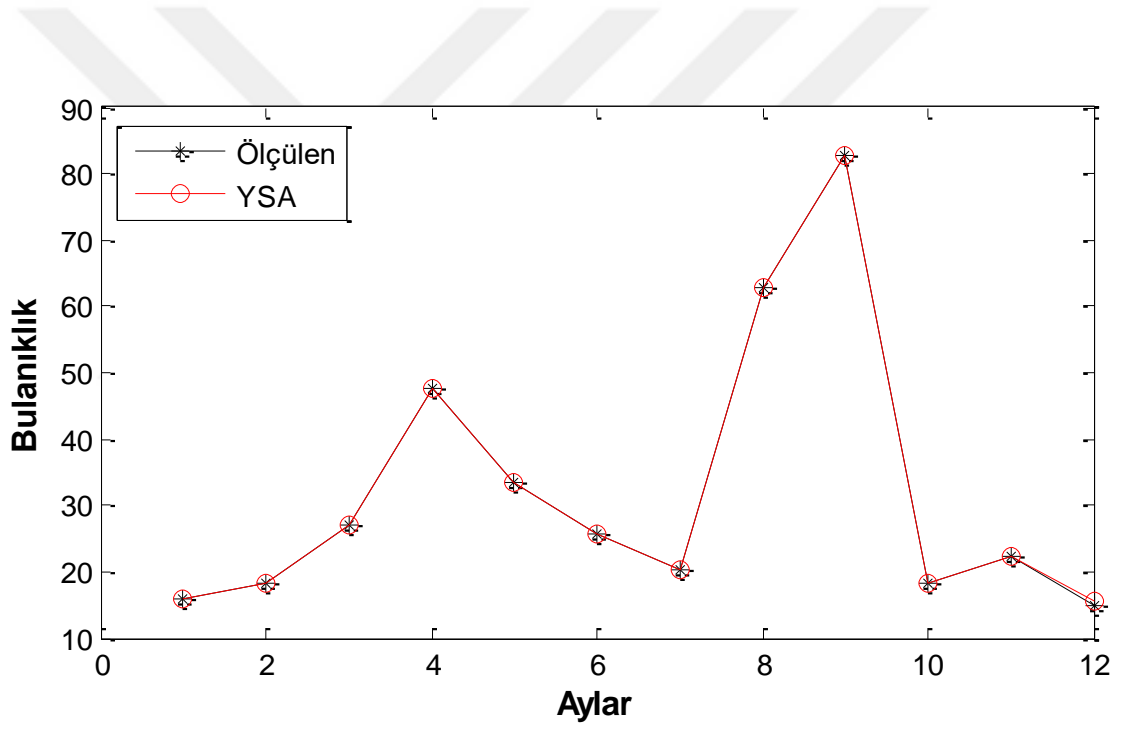
Şekil D.9 Ca parametresi için YSA performansı



EK E: Filyos Nehri'nde İstasyon Bazında F5 İstasyonundan Elde Edilen YSA Sonuçları

Çizelge E.1 Cr parametresi için topoloji analizi

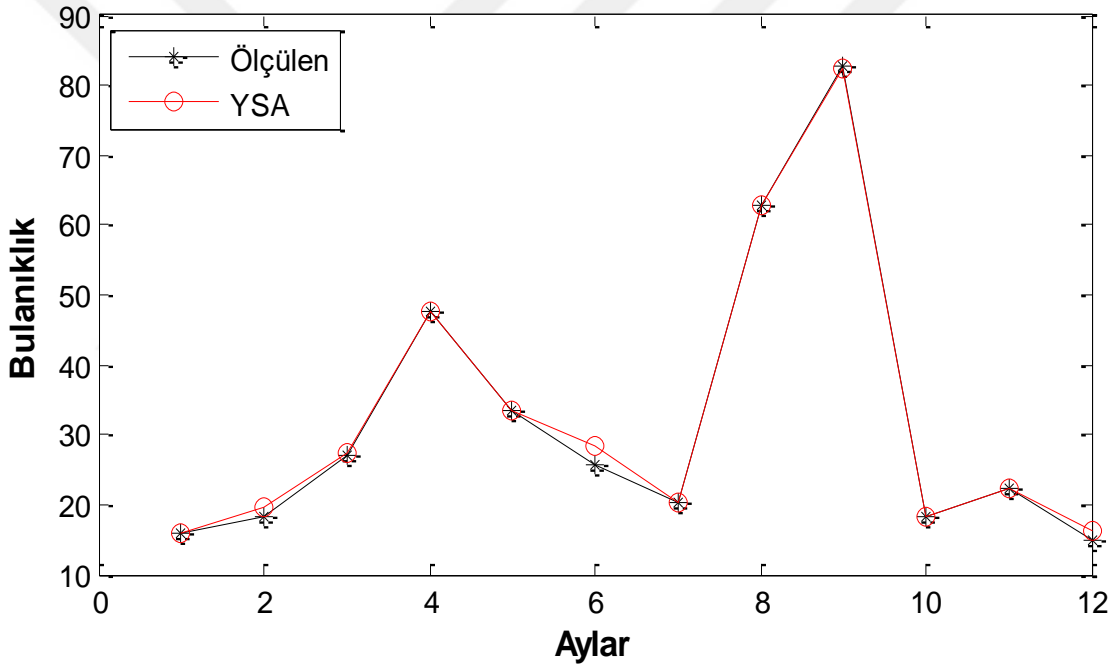
No	Gizli Katman Nöron Sayısı	R ²	MSE
1	3	0.9669	0.0020
2	4	0.9663	0.0021
3	6	0.9764	0.0014
4	8	0.9999	0.000006661
5	10	0.9120	0.0054



Şekil E.1 Cr parametresi için YSA performansı

Çizelge E.2 A1 parametresi için topoloji analizi

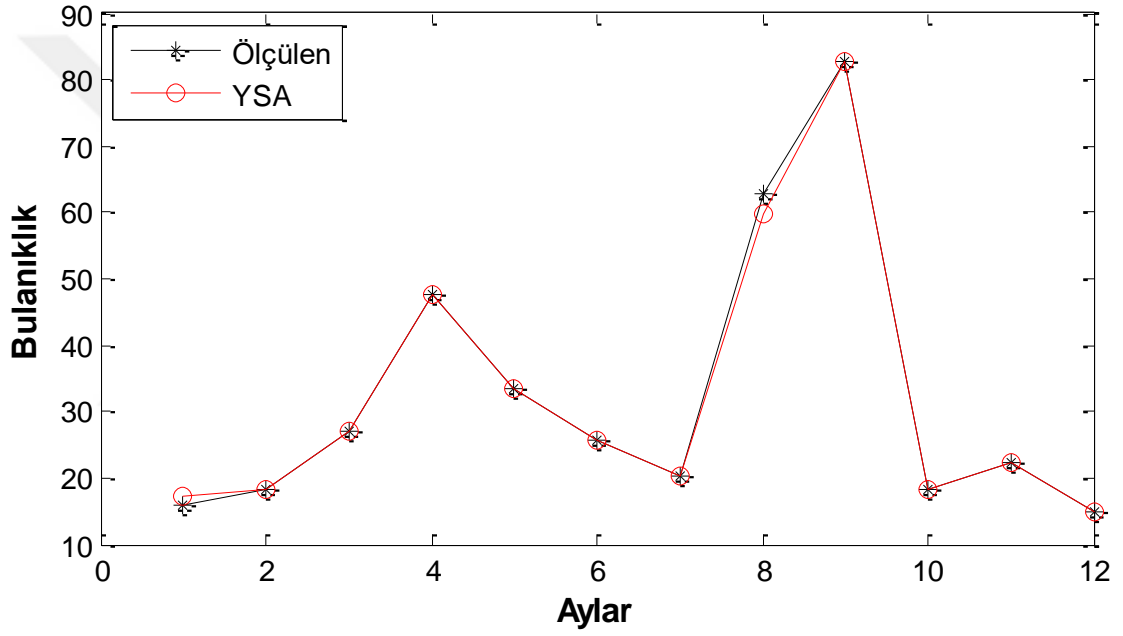
No	Gizli Katman Nöron Sayısı	R ²	MSE
1	3	0.9747	0.0015
2	4	0.9366	0.0039
3	6	0.9575	0.0026
4	8	0.9343	0.0040
5	10	0.9979	0.0001251



Şekil E.2 A1 parametresi için YSA performansı

Çizelge E.3 KOİ parametresi için topoloji analizi

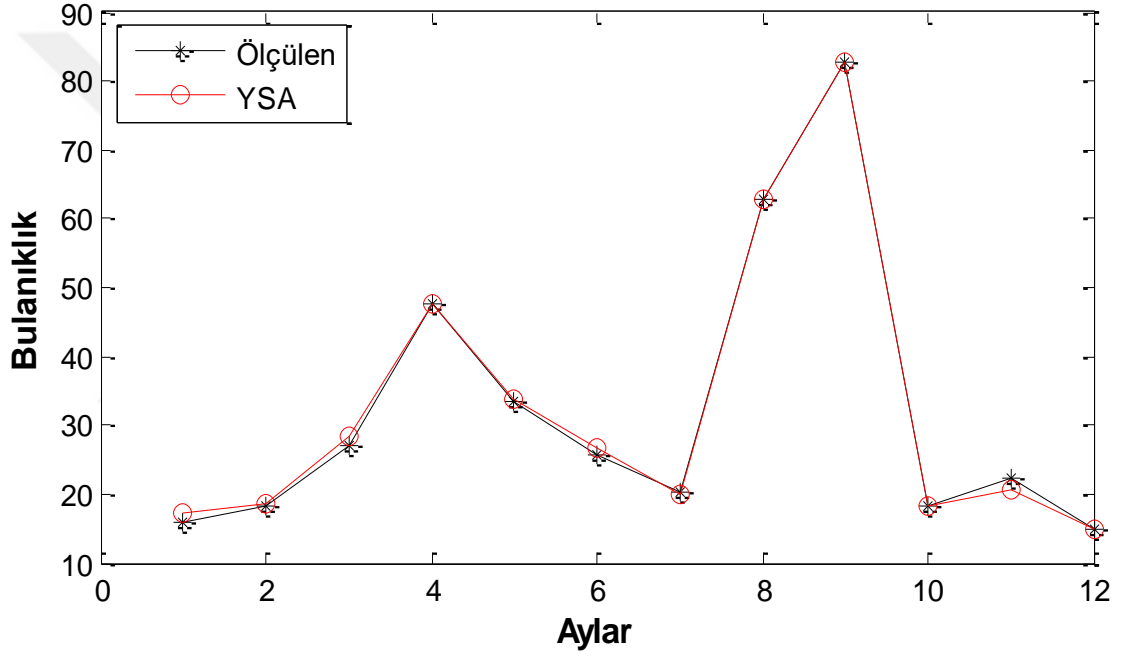
No	Gizli Katman Nöron Sayısı	R ²	MSE
1	3	0.9266	0.0045
2	4	0.9878	0.0007410
3	6	0.9977	0.0001399
4	8	0.9642	0.0022
5	10	0.9695	0.0019



Şekil E.3 KOİ parametresi için YSA performansı

Çizelge E.4 Zn parametresi için topoloji analizi

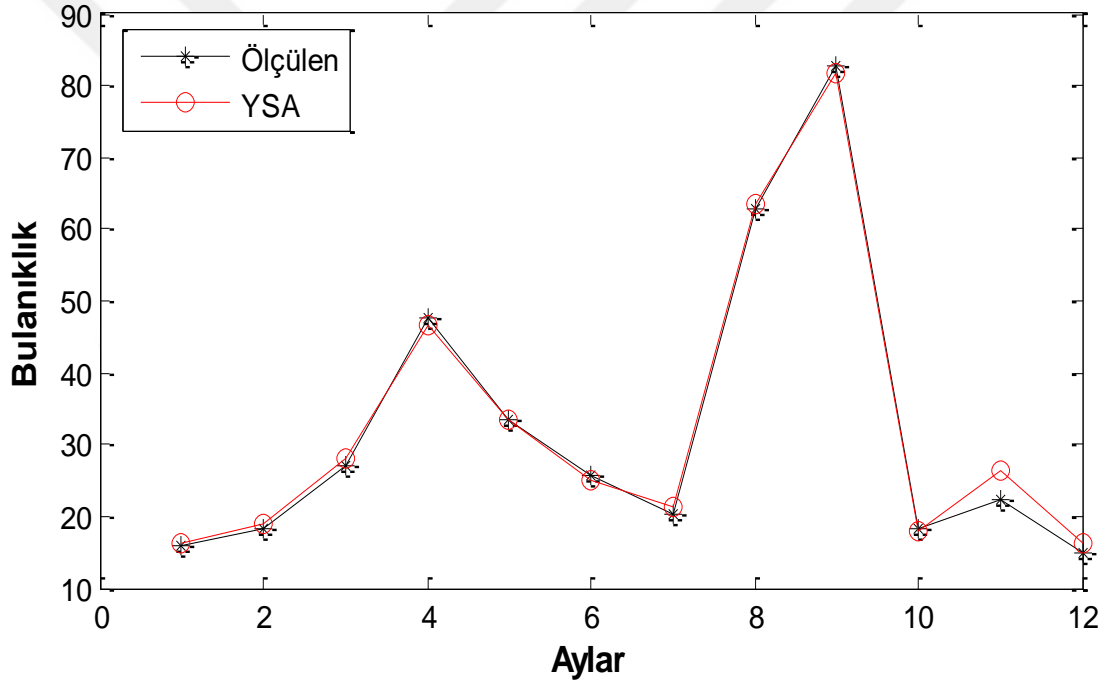
No	Gizli Katman Nöron Sayısı	R ²	MSE
1	3	0.8933	0.0065
2	4	0.9647	0.0021
3	6	0.9987	0.00008076
4	8	0.9799	0.0012
5	10	9956	0.0002699



Şekil E.4 Zn parametresi için YSA performansı

Çizelge E.5 Ca parametresi için topoloji analizi

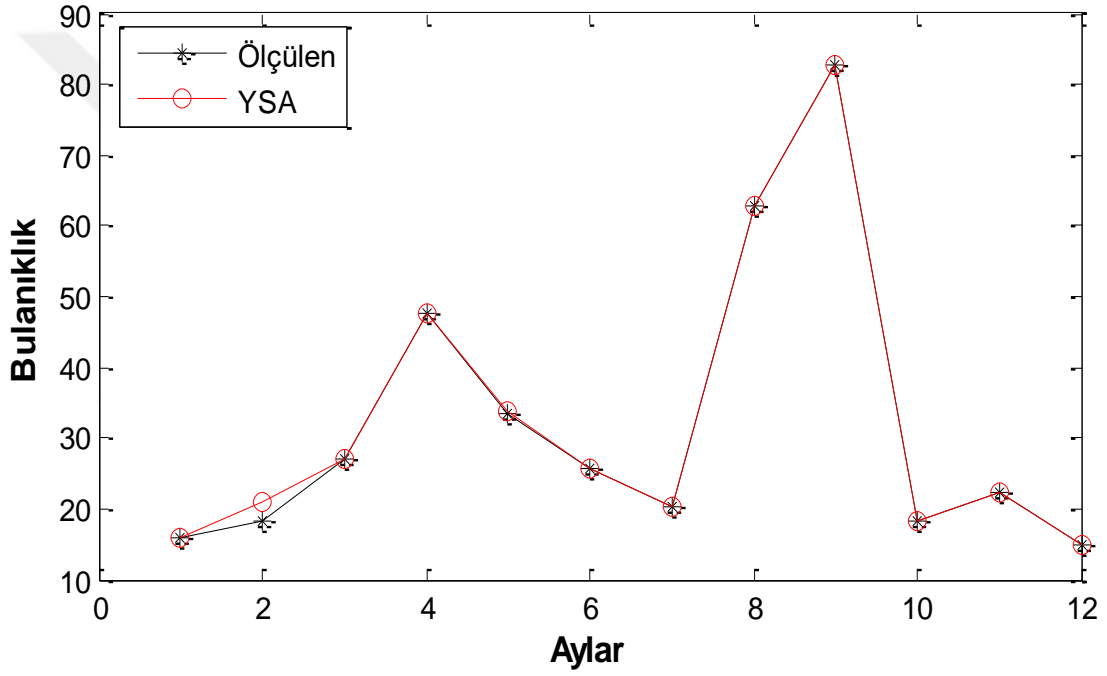
No	Gizli Katman Nöron Sayısı	R ²	MSE
1	3	0.9849	0.0009190
2	4	0.8984	0.0062
3	6	0.9326	0.0041
4	8	0.9947	0.0003227
5	10	0.9956	0.0002697



Şekil E.5 Ca parametresi için YSA performansı

Çizelge E.6 Fe parametresi için topoloji analizi

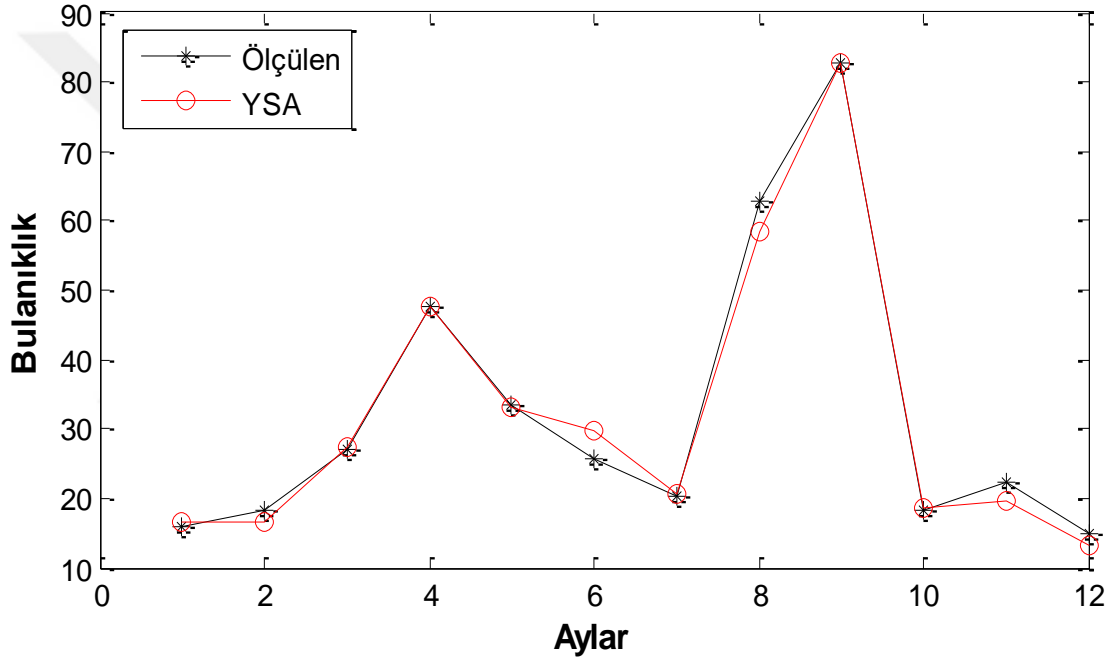
No	Gizli Katman Nöron Sayısı	R ²	MSE
1	3	0.9706	0.0018
2	4	0.9578	0.0026
3	6	0.9546	0.0028
4	8	0.9987	0.00008188
5	10	0.9922	0.0004756



Şekil E.6 Fe parametresi için YSA performansı

Çizelge E.7 Pb parametresi için topoloji analizi

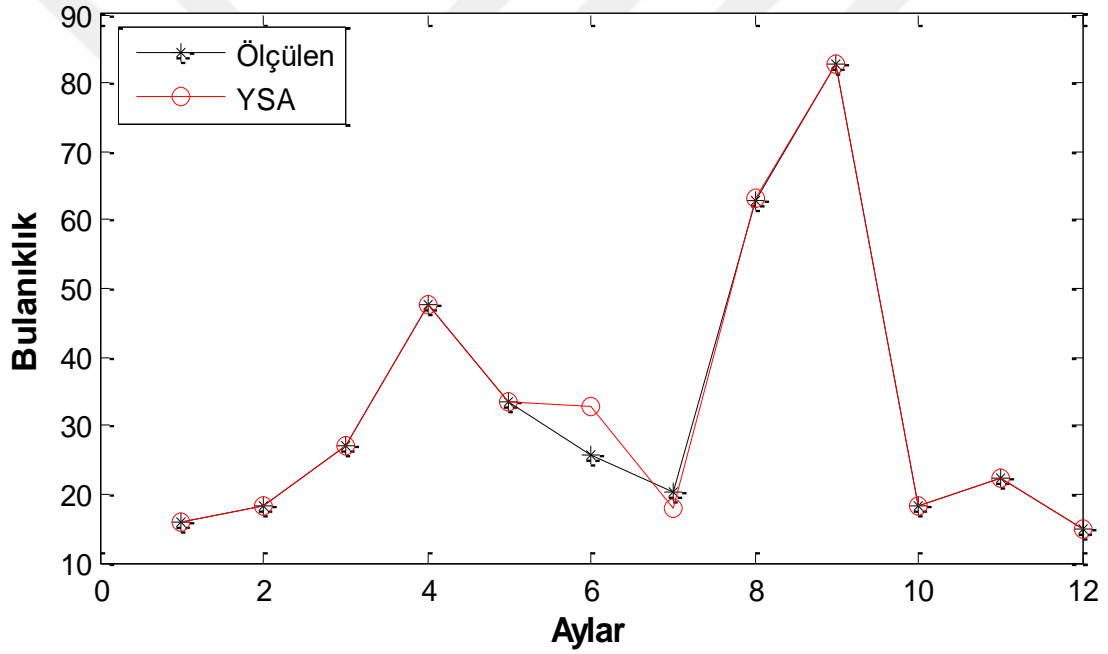
No	Gizli Katman Nöron Sayısı	R ²	MSE
1	3	0.9831	0.0010
2	4	0.9744	0.0016
3	6	0.9898	0.0006223
4	8	0.9324	0.0041
5	10	0.9502	0.0030



Şekil E.7 Pb parametresi için YSA performansı

Çizelge E.8 Mn parametresi için topoloji analizi

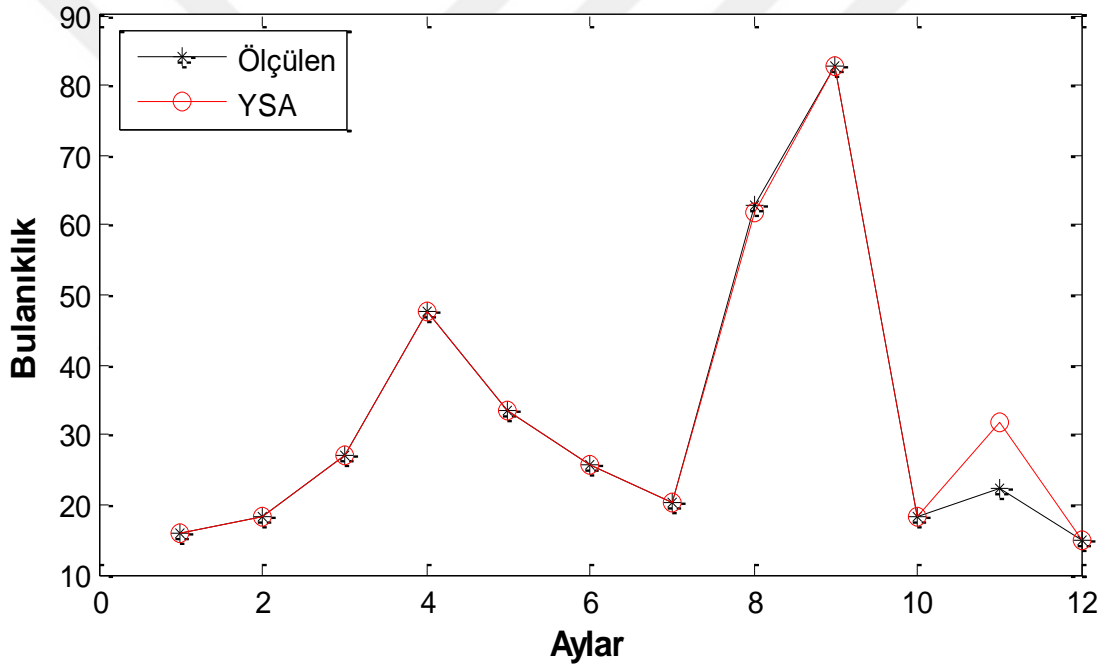
No	Gizli Katman Nöron Sayısı	R ²	MSE
1	3	0.9157	0.0051
2	4	0.9678	0.0020
3	6	0.9054	0.0058
4	8	0.9323	0.0041
5	10	0.9890	0.0006707



Şekil E.8 Mn parametresi için YSA performansı

Çizelge E.9 AKM parametresi için topoloji analizi

No	Gizli Katman Nöron Sayısı	R ²	MSE
1	3	0.9405	0.0036
2	4	0.8888	0.0068
3	6	0.9316	0.0042
4	8	0.9540	0.0028
5	10	0.9810	0.0012



Şekil E.9 AKM parametresi için YSA performansı



ÖZGEÇMİŞ

Berna AKSOY 1979 yılında Zonguldak'ta doğdu. İlköğretim ve Lise öğrenimini Zonguldak'ta tamamladı. 1998 yılında Zonguldak Karaelmas Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü'ne başladı ve 2004 yılında mezun oldu. 2004 yılı Şubat ayında Bülent Ecevit Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği ABD (Hidrolik) yüksek lisans eğitimine ardından 2012 yılı Eylül ayı'nda doktora eğitimine başladı. 2005 yılı Ocak ayı'nda Bülent Ecevit Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü'ne Araştırma Görevlisi olarak atandı ve halen çalışmaya devam etmektedir. Evli ve iki çocuk sahibidir.

ADRES BİLGİLERİ:

Adres : Kapuz Yeşil M. Turgut Reis S. Merkez/ZONGULDAK

Tel : (+90) 372 291 17 25

E-posta : berna.oaksoy@beun.edu.tr