

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**AMASYA İLİ YÜZEY VE YERALTISUYU KALİTE PARAMETRELERİNİN YAPAY SİNİR
AĞLARI YAKLAŞIMI İLE BELİRLENMESİ VE DEĞERLENDİRİLMESİ**

DOKTORA TEZİ

Mahamadou KONARE

**TEMMÜZ 2021
TRABZON**



KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

JEOLojİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**AMASYA İLİ YÜZEY VE YERALTISUYU KALİTE PARAMETRELERİNİN YAPAY
SİNİR AĞLARI YAKLAŞIMI İLE BELİRLENMESİ VE DEĞERLENDİRİLMESİ**

Mahamadou KONARE

Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde
DOKTOR (JEOLojİ MÜHENDİSLİĞİ)
Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 28 / 05 / 2021

Tezin Savunma Tarihi : 01 / 07 / 2021

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Fatma GÜLTEKİN

Trabzon 2021

ÖNSÖZ

“Amasya İli yüzey ve yeraltısuyu kalite parametrelerinin yapay sinir ağıları yaklaşımı ile belirlenmesi ve değerlendirilmesi” isimli bu çalışma, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Bölümü’ne Doktora Tezi olarak hazırlanmıştır. Çalışmada, İlin yüzey ve yeraltısuyunun nitrat konsantrasyonu modellenmesi amaçlanmıştır.

Bu araştırmanın hayata getirilmesinde, yürütülmesinde ve sonuçların değerlendirilmesinde baştan sonuna kadar yardımlarını hiç esirgemeyen, ders dönemlerinden bu yana bilgi, tecrübe ve deneyimleri ile yol gösteren, maddi ve manevi desteklerinden yararlandığım saygıdeğer danışman hocam Prof. Dr. Fatma GÜLTEKİN’e minnet ve sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

“Karadeniz Teknik Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi’ne 8190 No’lu proje ile bu çalışmayı desteklediğinden dolayı buradan teşekkür ederim. Doktora Tez İzleme Komitesi’nin değerli üyeleri Prof. Dr. Ömer YÜKSEK ve Doç. Dr. Arzu FIRAT ERSOY’a katkılarından dolayı teşekkür ederim. Yrd. Doç. Dr. Esra HATİPOĞLU TEMİZEL bilgi, görüş, maddi ve manevi desteklerinden dolayı teşekkür ederim.

Arazi çalışmaları ve veri paylaşımında yardımcı olan Amasya Belediyesi ve orada çalışan çevre mühendisi Ceyda KAZANCIOĞLU KAYNAR ve iş arkadaşlarına teşekkür ederim. Amasya İl Tarım ve Orman Müdürlüğü personellerinden Arazi Toplulaştırma ve Tarımsal Altyapı Şube Müdürü Halil TOPSAKAL ve harita mühendisi Serdar SÖZEN arazi çalışmalarında sundukları yardımlarından ve Samsun Halk Sağlık Laboratuvarı Klinik Dışı Numune Kabul Biriminin müdürü Adem Koçyiğit sağladığı kolaylıklarından dolayı en içten minnettamım.

Çalışmalarım boyunca yardım ve desteklerini hiç esirgemeyen yakın arkadaşlarım Abdoul Razakou MAMAN HASSAN, Boubacar Sidik TONDE, Melih ŞUBASI, Baransel BASANK, Yacine Omar BOULAMA’ya teşekkür ederim. Türkiye’de bana doktora tezi yapma imkanı sunan Yurtdışı Türkler ve Akraba Topluluklar Başkanlığı’na teşekkür ve saygılarımı sunarım.

Eğitim hayatım boyunca maddi ve manevi desteklerini hiç esirgemeyen aileme teşekkür ederim. Çalışmanın bilim açısından faydalı olmasını temenni ederim.

Mahamadou KONARE

Trabzon, 2021

TEZ ETİK BEYANNAMESİ

Doktora Tezi olarak sunduğum “Amasya İli yüzey ve yeraltısuyu kalite parametrelerinin yapay sinir ağları yaklaşımı ile belirlenmesi ve değerlendirilmesi” başlıklı bu çalışmayı baştan sona kadar danışmanım Prof. Dr. Fatma GÜLTEKİN’in sorumluluğunda tamamladığımı, verileri/örnekleri kendim topladığımı, deneyleri/analizleri ilgili laboratuarlarda yaptığımı/yaptırdığımı, başka kaynaklardan aldığım bilgileri metinde ve kaynakçada eksiksiz olarak gösterdiğimi, çalışma sürecinde bilimsel araştırma ve etik kurallara uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim. 31/05/2021

Mahamadou KONARE

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ	III
TEZ ETİK BEYANNAMESİ	IV
İÇİNDEKİLER	V
ÖZET	XI
SUMMARY	XII
ŞEKİLLER DİZİNİ	XIV
ÇİZELGELER DİZİNİ	XIX
SEMBOLLER VE KISALTMALAR DİZİNİ	XXII
1. GENEL BİLGİLER	1
1.1. Giriş	1
1.2. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı	3
1.3. İnceleme Alanının Genel Özellikleri	6
1.3.1. Coğrafi Konum	6
1.3.2 Nüfus	7
1.3.3. Morfoloji	7
1.3.4. İklim	9
1.3.4.1. Yağış ve Sıcaklık	9
1.3.4.2. Buharlaşma-Terleme Kayıpları	12
1.3.5. Yüzey Suları	17
1.3.5.1. Akarsular	17
1.3.5.2. Baraj ve Göletler	18
1.3.6. Bitki Örtüsü	19
1.3.7. Ekonomik Durum	19
1.3.8. Ulaşım	20
1.4. Önceki Çalışmalar	20
1.4.1. Jeoloji Çalışmalar	20
1.4.2. Hidrojeoloji ile İlgili Çalışmalar	24
1.4.3. Su Kalite Endeksleri ile İlgili Çalışmalar	25
1.4.4. Yapay Sinir Ağları ile İlgili Çalışmalar	26
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR VE KULLANILAN YÖNTEMLER	32

2.1.	Arazi Çalışmaları.....	32
2.2.	Laboratuvar Çalışmaları.....	34
2.3.	Büro Çalışmaları	35
2.3.1.	Haritalama İşlemleri.....	35
2.3.2.	Su Kaynaklarının Jeokimyasal İncelemesi	35
2.3.3.	Su Kalite Endeksleri.....	38
2.3.4.	Modelleme İşleminde Kullanılan Metot ve Koşulları	42
2.3.4.1.	Modellemede Kullanılan Bağımsız (veya Giriş) Parametrelerinin Seçimi.....	42
2.3.4.2.	Modellemede Kullanılacak Verilerin Ayırımı.....	42
2.3.4.3.	Çoklu Doğrusal Regresyon (ÇDR) Yöntemi.....	43
2.3.4.4.	Yapay Sinir Ağları	43
2.3.4.4.1.	Geri Yayılım Çok Katmanlı Algılayıcı (GYÇKA) Yapay Sinir Ağları	47
2.3.4.4.2.	Çok Katmanlı Algılayıcı Ağının Öğrenme Kuralı	48
2.3.4.4.3.	İleri Doğru Hesaplama.....	49
2.3.4.4.4.	Geriye Doğru Hesaplama	50
2.3.4.4.4.1.	Ara Katman ile Çıktı Katman Arasındaki Ağırlıkların Değiştirmesi	51
2.3.4.4.4.2.	Ara Katmanlar veya Ara ve Girdi Katmanlar Arasındaki Ağırlıkların Değiştirilmesi	52
2.3.5.	Modellerin Karşılaştırma Kriterleri.....	54
3.	BULGULAR.....	56
3.1.	Jeoloji.....	56
3.1.1.	Giriş.....	56
3.1.2.	Stratigrafi.....	56
3.1.2.1.	Tokat Metamorfizmaları	57
3.1.2.2.	Gelinsini Formasyonu	57
3.1.2.3.	Devecidağ Karışığı.....	58
3.1.2.4.	Keçikaya Formasyonu.....	59
3.1.2.5.	Hamurkesen Formasyonu.....	59
3.1.2.6.	Bilecik Kireçtaşı.....	62
3.1.2.7.	Sarılar Formasyonu	62
3.1.2.8.	Çalarasın Formasyonu.....	63
3.1.2.9.	Cankurtaran Formasyonu	64
3.1.2.10.	Artova Ofiyolitli Karışığı	65

3.1.2.11.	Akveren Formasyonu	65
3.1.2.12.	Arıkayası Formasyonu	66
3.1.2.13.	Tersakan Formasyonu	66
3.1.2.14.	Çatalçeşme Formasyonu	66
3.1.2.15.	Yoncalı Formasyonu	67
3.1.2.16.	Çekerek Formasyonu.....	67
3.1.2.17.	Meryemdere Formasyonu	68
3.1.2.18.	Yedikir Formasyonu.....	68
3.1.2.19.	Zöhrep Formasyonu	69
3.1.2.20.	Değim Formasyonu	69
3.1.2.22.	Alüvyon.....	70
3.2.	Yapısal Jeoloji	70
3.3.	Hidrojeoloji	71
3.4.	Yeraltı ve Yüzey Sularının Hidrojeokimyası	76
3.4.1.	Giriş.....	76
3.4.2.	İnceleme Alanındaki Yeraltısularının Hidrokimyasal Özellikleri	78
3.4.2.1.	Yeraltısularının Fiziksel Parametreleri.....	79
3.4.2.1.1.	Sıcaklık (°C).....	79
3.4.2.1.2.	pH.....	80
3.4.2.1.3.	Elektrisel İletkenlik (EC)	81
3.4.2.1.4.	Toplam Çözülmüş Madde Miktarı (TDS)	82
3.4.2.1.5.	Çözülmüş Oksijen (DO).....	82
3.4.2.1.6.	Sertlik.....	83
3.4.2.2.	Yeraltısularının Kimyasal Parametreleri	93
3.4.2.2.1.	Majör Anyon ve Katyonlar.....	102
3.4.2.2.1.1.	Kalsiyum (Ca^{2+})	102
3.4.2.2.1.2.	Magnezyum (Mg^{2+}).....	103
3.4.2.2.1.3.	Sodyum (Na^{+}).....	105
3.4.2.2.1.4.	Potasyum (K^{+})	107
3.4.2.2.1.5.	Alkalinite (HCO_3^{-} ve CO_3^{2-}).....	108
3.4.2.2.1.6.	Sülfat (SO_4^{2-}).....	111
3.4.2.2.1.7.	Klorür (Cl^{-}).....	113
3.4.2.2.2.	Kirlilik Parametreleri.....	114

3.4.2.2.2.1.	Nitrat (NO_3^-).....	114
3.4.2.2.2.2.	Nitrit (NO_2^-)	117
3.4.2.2.2.3.	Amonyum İyonu (NH_4^+)	118
3.4.2.2.2.4.	Toplam Fosfor (PO_4^{3-}).....	118
3.4.2.2.3.	İz Elementler	119
3.4.2.2.3.1.	Bakır (Cu^{2+}).....	119
3.4.2.2.3.2.	Demir (Fe).....	121
3.4.2.2.3.3.	Çinko (Zn)	122
3.4.2.2.3.4.	Bor (B)	122
3.4.2.2.3.5.	Alüminyum (Al).....	123
3.4.2.2.3.6.	Nikel (Ni)	123
3.4.2.2.3.7.	Mangan (Mn)	123
3.4.2.2.3.8.	Krom (Cr).....	124
3.4.2.2.3.9.	Selenyum (Se)	125
3.4.2.2.3.10.	Arsenik (As)	125
3.4.2.2.3.11.	Baryum (Ba).....	126
3.4.2.2.4.	Diğer Parametreler	127
3.4.2.3.	Organik Parametreler	128
3.4.2.3.1.	Yüzey Aktif Maddeler (YAM).....	129
3.4.2.3.2.	Kjedahl Azotu	130
3.4.2.3.3.	Fenolik Madde (Uçucu)	130
3.4.2.3.4.	Toplam Organik Karbon (TOC).....	131
3.4.2.3.5.	Yağ ve Gres.....	132
3.4.2.3.6.	Toplam Pestisit	133
3.4.2.4.	Yeraltısularının Bakteriyolojik Parametreleri	133
3.4.2.4.1.	Toplam Koliform Bakteri (kob/100 mL).....	134
3.4.2.4.2.	Fekal Koliform Bakteri (kob/100 mL)	135
3.4.2.4.3.	22 °C'de Toplam Jerm Sayımı (kob/mL).....	136
3.4.2.5.	Yeraltısularının Sınıflandırılması	137
3.4.2.5.1.	Piper Diyagramına Göre Yeraltısularının Sınıflandırılması	148
3.4.2.5.2.	Schoeller Diyagramına göre Yeraltısularının Değerlendirilmesi	150
3.4.2.5.3.	Yeraltısularının Sulama Suyu Bakımından Sınıflandırılması.....	157
3.4.2.5.3.1.	Sodyum Adsorpsiyon Oranı (SAR)	157

3.4.2.5.3.2.	Artıksal Sodyum Karbonat (RSC).....	160
3.4.2.5.3.3.	Magnezyum Tehlikesi (MT).....	161
3.4.2.5.3.4.	Sodyum Yüzdesi (%Na).....	162
3.4.3.	İnceleme Alanındaki Yüzey Sularının Kalite Parametreleri.....	165
3.4.3.1.	Yüzey Sularının Fiziksel ve İnorganik Kimyasal Parametreler.....	167
3.4.3.1.1.	Sıcaklık (°C).....	167
3.4.3.1.2.	pH.....	168
3.4.3.1.3.	Çözünmüş Oksijen (DO).....	169
3.4.3.1.4.	Elektrisel İletkenlik (EC)	171
3.4.3.1.5.	Klorür (Cl ⁻).....	171
3.4.3.1.6.	Potasyum (K ⁺)	172
3.4.3.1.7.	Sülfat (SO ₄ ²⁻).....	172
3.4.3.1.8.	Sülfat (SO ₄ ²⁻):	173
3.4.3.1.9.	Amonyak (NH ₃)	174
3.4.3.1.10.	Amonyum İyonu (NH ₄ ⁺)	175
3.4.3.1.11.	Nitrit (NO ₂ ⁻)	177
3.4.3.1.12.	Nitrat (NO ₃ ⁻).....	178
3.4.3.1.13.	Toplam Fosfor (PO ₄ ³⁻).....	180
3.4.3.1.14.	Toplam Çözünmüş Madde Miktarı (TDS)	183
3.4.3.1.15.	Askıda Katı Madde (AKM).....	183
3.4.3.1.16.	Sodyum (Na ⁺).....	184
3.4.3.2.	Organik Parametreler	184
3.4.3.2.1.	KOİ ve BOİ.....	184
3.4.3.2.2.	Toplam Organik Karbon (TOC).....	186
3.4.3.2.3.	Kjedahl Azotu	187
3.4.3.2.4.	Yağ ve Gres.....	187
3.4.3.2.5.	Yüzey Aktif Maddeler (YAM).....	187
3.4.3.2.6.	Fenolik Madde (Uçucu)	187
3.4.3.2.7.	Toplam Pestisid	188
3.4.3.3.	İnorganik Kirlenme Parametreleri.....	188
3.4.3.3.1.	Arsenik (As)	188
3.4.3.3.2.	Bakır (Cu ²⁺).....	189
3.4.3.3.3.	Nikel (Ni)	191

3.4.3.3.4.	Çinko (Zn)	191
3.4.3.3.5.	Flüor (F)	193
3.4.3.3.6.	Aktif Klor	193
3.4.3.3.7.	Demir (Fe).....	194
3.4.3.3.8.	Mangan (Mn)	196
3.4.3.3.9.	Bor (B)	196
3.4.3.3.10.	Baryum (Ba).....	196
3.4.3.3.11.	Alüminyum (Al).....	196
3.4.3.4.	Yüzey Sularının Bakteriyolojik Parametreleri.....	197
3.4.3.4.1.	Fekal Koliform Bakteri (kob/100 mL)	197
3.4.3.4.2.	Toplam Koliform Bakteri (kob/100 mL).....	197
3.4.3.4.3.	22 °C'de Toplam Jerm Sayımı (kob/mL).....	197
3.5.	Yüzey ve Yeraltısularının Su Kalite İndeksleri (WQI)	198
3.5.1.	Yüzey Sularının Su Kalite İndeksleri	199
3.5.2.	Yeraltısularının Su Kalite İndeksleri	209
3.6.	ÇDR ve YSA Modelleme Sonuçları	212
3.6.1.	Modelleme Çalışmalarında Kullanılan Giriş Parametreleri	214
3.6.1.1.	Yüzey Sularının Giriş Parametreleri	214
3.6.1.2.	Yeraltısularının Giriş Parametreleri	215
3.6.2.	Modelleme Sonuçları	216
3.6.2.1.	Yüzey Sularından Elde Edilen Sonuçlar.....	216
3.6.2.1.1.	ÇDR Yöntemi ile Yüzey Sularından Elde Edilen Sonuçlar	217
3.6.2.1.2.	YSA Yöntemi ile Yüzey Sularından Elde Edilen Sonuçlar.....	219
3.6.2.2.	Yeraltısularından Elde Edilen Sonuçlar	223
3.6.2.2.1.	ÇDR Yöntemi ile Yeraltısularından Elde Edilen Sonuçlar	223
3.6.2.2.2.	YSA Yöntemi ile Yeraltısularından Elde Edilen Sonuçlar.....	225
4.	TARTIŞMA	228
5.	SONUÇLAR	235
6.	ÖNERİLER	238
7.	KAYNAKLAR	239
8.	EKLER	255
ÖZGEÇMİŞ		

Doktora Tezi

ÖZET

AMASYA İLİ YÜZEY VE YERALTISUYU KALİTE PARAMETRELERİNİN YAPAY SİNİR
AĞLARI YAKLAŞIMI İLE BELİRLENMESİ VE DEĞERLENDİRİLMESİ

Mahamadou KONARE

Karadeniz Teknik Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı
Danışman: Prof. Dr. Fatma GÜLTEKİN
2021, 254 Sayfa ve 49 Ek Sayfa

İçme ve kullanma suyu olarak kullanılan su kaynaklarının kalitesinin doğru olarak belirlenmesi, insan sağlığı açısından son derece önemlidir. Bu çalışmada, Amasya İli yüzey ve yeraltısularının kalitesini ortaya koymak ve geçmiş yıllara (2003-2018) ait su kalite parametreleri ile nitrat konsantrasyonu arasındaki ilişkiyi Yapay Sinir Ağları (YSA) ve Çoklu Doğrusal Regresyon (ÇDR) yöntemleri yardımıyla modellemek amaçlanmıştır. Bu amaçla çalışma alanında belirlenen yüzey ve yeraltısularının analiz sonuçları kullanılarak yeraltısularının hidrokimyasal fasiyesleri, yüzey sularının ise kalite sınıfları belirlenmiştir. Yüzey ve yeraltısularının kalite indeksleri ise TS 266'da önerilen değerler baz alınarak ve Kanada Su Kalite İndeksi (CWQI) yöntemi yardımıyla hesaplanmıştır.

Yapılan değerlendirmeler sonucunda yeraltısularının çoğunlukla Ca-HCO_3 tipinde olduğu; SAR, MT, RSC ve %Na parametrelerine göre Merzifon ve Suluova yeraltısularının bir kısmının sulama suyu olarak kullanıma uygun olmadığı belirlenmiştir. SKKY'de verilen parametrelere göre Yeşilirmak ve kollarının farklı kalite sınıflarında olduğu belirlenmiştir. Su kalitesinde mevsimsel farklılıkların görüldüğü ancak hiçbir parametrede geçmişten günümüze artan veya azalan bir trend gözlemlenmemiştir. Yüzey ve yeraltısularına ait CWQI değerlerine göre genel olarak yeraltısularının iyi kalitede, yüzey sularının ise daha düşük kalitede olduğu belirlenmiştir. Su kalite parametreleri ile nitrat konsantrasyonu arasındaki ilişkinin modellenmesinde kullanılan YSA ve ÇDR yöntemleri arasındaki üstünlüğü belirlemek için determinasyon katsayısı (R^2), Hataların Ortalama Karesel Karekökü (HOKK) ve Ortalama Mutlak Hata (OMH) kriterleri kullanılmıştır. YSA yönteminin ÇDR yöntemine göre daha iyi sonuç verdiği belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Amasya İli, Nitrat konsantrasyonu, Kanada Su Kalite Endeksi, Yapay Sinir Ağları, Çoklu Doğrusal Regresyon

PhD. Thesis

SUMMARY

DETERMINATION AND EVALUATION OF SURFACE AND GROUNDWATER QUALITY PARAMETERS OF AMASYA PROVINCE WITH ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS APPROACH

Mahamadou KONARE

Karadeniz Technical University
The Graduate School of Natural and Applied Sciences
Geological Engineering Graduate Program
Supervisor: Prof. Fatma GÜLTEKİN
2021, 254 Pages and 49 Annex Pages

Correct determination of the quality of water resources used as drinking and potable water is extremely important for human health. In this study, it was aimed to reveal the quality of the surface and groundwater of Amasya Province and to model the relationship between water quality parameters and nitrate concentration by using data from previous years (2003-2018) with the help of Artificial Neural Networks (ANN) and Multiple Linear Regression (MLR) methods. Adding to this purpose, in the study area, by using the analysis results of the surface and groundwater, hydrochemical facies of groundwater and quality classes of surface waters were determined. The quality indices of surface and groundwater based on the values recommended by TS 266 were calculated by using the Canadian Water Quality Index (CWQI) method.

Following the evaluations carried out, it can be seen that the groundwater is mainly in the Ca-HCO₃ water type; According to the parameters SAR, MH, RSC and %Na, it was determined that some of the groundwater in Merzifon and Suluova are not suitable for irrigation water. Based on the parameters given by RWQC, Yeşilırmak Stream and its tributaries are in different quality classes. Seasonal differences in water quality are observed, but no upward or downward trend has been observed for any parameter from the past to the present. Based on CWQI values of surface and groundwater, it was determined that in general groundwater is in good quality and surface water is in lower quality. To determine the superiority between the ANN and MLR methods used to model the relationship between the water quality parameters and nitrate concentration determination coefficient (R^2), root mean squared error (RMSE) and mean absolute error (MAE) criteria were used. It emerges from this comparison that the ANN method gives better results than the MLR method.

Key Words: Amasya Province, Nitrate concentration, Canadian Water Quality Index, Artificial Neural Network, Multiple Linear Regression

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1.1.	Amasya İli coğrafi konumu 6
Şekil 1.2.	Amasya İli'nde 2007 ile 2018 yılları arasında nüfus değişimi 7
Şekil 1.3.	Amasya İli sayısal yükseklik modeli (DEM) ve yüzeysel su noktaları 8
Şekil 1.4.	Amasya İli ve yakın çevresinde yıllık ortalama yağış yükseklik haritası (2014-2018) 10
Şekil 1.5.	Amasya İli ve yakın çevresinde yıllık ortalama sıcaklık dağılım haritası (2014-2018) 11
Şekil 1.6.	Amasya İli'nde 2014 -2018 yılları arasında ortalama yağmur miktarı ve sıcaklık değişikliği 12
Şekil 1.7.	Amasya İli ve çevresinin yıllık ortalama ETP dağılım haritası (2014-2018) 15
Şekil 1.8.	Amasya İli ve çevresinin yıllık ortalama ETR dağılım haritası (2014-2018) 16
Şekil 2.1.	Arazide yerinde ölçüm çalışmaları (Kurtboğan (a) ve Yassıçal (b) 33
Şekil 2.2.	İnceleme alanındaki yüzey suyunun Tersakan-Yeşilırmak karışım sonrası nokta (a) ve Belediye kuyuları olan Kurtboğan (b), Ezinepazar (c) ve Taşova Obam Tesisi (d)'de örnek alımı 34
Şekil 2.3.	Diagrammes adlı programının menü görünümü 37
Şekil 2.4.	Easy-Quim programının menü görünümü “37
Şekil 2.5.	Yapay Sinir Ağlarının Temel Modeli 44
Şekil 2.6.	Modelleme Çalışmasında Kullanılan Aktivasyon Fonksiyonları 46
Şekil 2.7.	Geri Yayılım Çok Katmanlı Yapay Sinir Ağları Şekilsel Gösterimi 47
Şekil 3.1.	Amasya İli'nin Stratigrafik Kolon Kesiti (Ölçeksiz) 60
Şekil 3.2.	Amasya İli'nin Jeoloji Haritası 61
Şekil 3.3.	Amasya Merkezinde yüzeylenen Bilecik Kireçtaşlarından bir görünüm (Merkez İlçesi, Yeşilırmak yanı, kuzeye bakış) 63
Şekil 3.4.	Amasya İli'nde Yüzeylenen Jeolojik Birimlerinin Hidrojeolojik Özellikleri (Ölçeksiz) 73
Şekil 3.5.	Amasya İli'nin hidrojeoloji haritası 74
Şekil 3.6.	Amasya ilinde farklı akiferleri temsil eden yeraltısuyu örneklemesi için (2003-2018 yılları arasında DSİ tarafından örneklenen) yapılan kuyulardan bazıları 76

Şekil 3.7.	2019 yılındaki yeraltısuyu örneklerinin çözünmüş oksijen değerlerinin sınır değerine göre değerlendirilmesi	83
Şekil 3. 8.	2019 yılındaki yeraltısuyu örneklerinin kalsiyum değeri sınır değere göre değerlendirilmesi.....	103
Şekil 3.9.	2004-2018 yılları arasındaki yağışlı döneminin yeraltısuyu örneklerinin magnezyum değerinin sınır değerine göre değerlendirilmesi	104
Şekil 3.10.	2003-2018 yılları arasındaki kurak döneminin yeraltısuyu örneklerinin magnezyum değerinin sınır değerine göre değerlendirilmesi.....	105
Şekil 3.11.	2004-2018 yılları arasındaki yağışlı döneminin yeraltısuyu örneklerinin sodyum değeri sınır değerine göre değerlendirilmesi	106
Şekil 3.12.	2003-2018 yılları arasındaki kurak döneminin yeraltısuyu örneklerinin sodyum değeri sınır değerine göre değerlendirilmesi.....	107
Şekil 3.13.	2019 yılındaki yeraltısuyu örneklerinin alkalinite değeri sınır değerine göre değerlendirilmesi.....	109
Şekil 3.14.	2004-2018 yılları arasındaki yağışlı döneminin yeraltısuyu örneklerinin alkalinite değeri sınır değerine göre değerlendirilmesi.....	110
Şekil 3.15.	2003-2018 yılları arasındaki kurak döneminin yeraltısuyu örneklerinin alkalinite değeri sınır değerine göre değerlendirilmesi	110
Şekil 3.16.	2019 yılındaki yeraltısuyu örneklerinin sülfat değeri ve sınır değerine göre değerlendirilmesi.....	112
Şekil 3.17.	2004-2018 yılları arasındaki yağışlı döneminin yeraltısuyu örneklerinin sülfat değeri sınır değerine göre değerlendirilmesi.....	112
Şekil 3.18.	2003-2018 yılları arasındaki kurak döneminin yeraltısuyu örneklerinin sülfat değeri sınır değerine göre değerlendirilmesi	113
Şekil 3.19.	2003-2018 yılları arasındaki yağışlı döneminin yeraltısuyu örneklerinin nitrat değeri sınır değerine göre değerlendirilmesi	116
Şekil 3.20.	2003-2018 yılları arasındaki kurak dönemde yeraltısuyu örneklerinin nitrat değeri sınır değerine göre değerlendirilmesi.....	117
Şekil 3.21.	2019 yılındaki yeraltısuyu örneklerinin demir sınır değerine göre değerlendirilmesi.....	121
Şekil 3.22.	2019 yılında yeraltısuyu örneklerinin mangan değeri sınır değerine göre değerlendirilmesi.....	124
Şekil 3.23.	2019 yılındaki yeraltısuyu örneklerinin sülfid değeri sınır değerine göre değerlendirilmesi.....	126
Şekil 3.24.	2019 yılındaki yeraltısuyu örneklerinin YAM değeri sınır değerine göre değerlendirilmesi.....	129
Şekil 3.25.	2019 yılındaki yeraltısuyu örneklerinin kjedahl azotu değerinin sınır değerine göre değerlendirilmesi	130

Şekil 3.26.	2019 yılındaki yeraltısuyu örneklerinin fenolik madde sınır değerine göre değerlendirilmesi.....	131
Şekil 3.27.	2019 yılındaki yeraltısuyu örneklerinin yağ ve gres değeri sınır değerine göre değerlendirilmesi.....	132
Şekil 3.28.	2019 yılındaki yeraltısuyu örneklerinin koliform bakteri miktarı sınır değerine göre değerlendirilmesi.....	135
Şekil 3.29.	2019 yılındaki yeraltısuyu örneklerinin fekal koliform bakteri miktarı sınır değerine göre değerlendirilmesi.....	136
Şekil 3.30.	2019 yılındaki yeraltısuyu örneklerinin toplam jerm sayımı sınır değerine göre değerlendirilmesi.....	137
Şekil 3.31.	İnceleme alanındaki yeraltısularının Piper diyagramında değerlendirilmesi (a): 2019 yılı analiz sonuçları, (b): Gümüşhacıköy 2003-2018 yılları arası, (c): Merzifon 2004-2018 yılları arası, (d): Merkez 2006-2018 yılları arası, (e): Suluova 2005-2018 yılları arası, (f): Göynücek 2005-2018 yılları arası.....	149
Şekil 3.32.	İnceleme alanındaki 2019 yılı yeraltısuyuna ait Scholler Diyagramı.....	151
Şekil 3.33.	2003-2018 yılları arasındaki Gümüşhacıköy yeraltısuyuna ait Schoeller Diyagramı.....	152
Şekil 3.34.	2004-2018 yılları arasındaki Merzifon yeraltısuyuna ait Schoeller Diyagramı.....	153
Şekil 3.35.	2006-2018 yılları arasındaki Merkez yeraltısuyuna ait Schoeller Diyagramı.....	154
Şekil 3.36.	2005-2018 yılları arasındaki Suluova yeraltısuyuna ait Schoeller Diyagramı.....	155
Şekil 3.37.	2005-2018 yılları arasındaki Göynücek yeraltısuyuna ait Schoeller Diyagramı.....	156
Şekil 3.38.	İnceleme alanındaki yeraltısularının ABD tuzlulu diyagramında değerlendirilmesi (a): 2019 yılı analiz sonuçları, (b): Gümüşhacıköy 2003-2018 yılları arası, (c): Merzifon 2004-2018 yılları arası, (d): Merkez 2006-2018 yılları arası, (e): Suluova 2005-2018 yılları arası, (f): Göynücek 2005-2018 yılları arası.....	159
Şekil 3.39.	Çalışma alanındaki yeraltısularının Wilcox diyagramında değerlendirilmesi (a): 2019 yılı analiz sonuçları, (b): Gümüşhacıköy 2003-2018 yılları arası, (c): Merzifon 2004-2018 yılları arası, (d): Merkez 2006-2018 yılları arası, (e): Suluova 2005-2018 yılları arası, (f): Göynücek 2005-2018 yılları arası.....	164
Şekil 3.40.	Amasya İli Yeşilırmak Nehri'nin örnek noktalarına ait 2008-2015 yılları arasındaki yıllık CWQI değerleri yıllara göre değişimi.....	202
Şekil 3.41.	Amasya İli Çekerek Irmağı ve Çorum Çayı örnek noktalarına ait 2008-2015 yılları arasındaki yıllık CWQI değerleri yıllara göre değişimi.....	204

Şekil 3.42.	Amasya İli Tersakan Çayı ve Deresu örnek noktalarına ait 2008-2015 yılları arasındaki yıllık CWQI değerleri yıllara göre değişimi	206
Şekil 3.43.	Amasya İli yüzey suyu örnek noktalarına ait 2008-2015 yılları arasındaki CWQI değerleri dağılım haritası	208
Şekil 3.44.	Amasya İli yeraltısuyu örnek noktalarının CWQI değerleri dağılım	211
Ek Şekil 1.	YK1 yüzey suyu örnek üzerinde yapılmış ÇDR ve YSA modellerinden oluşan modellenmiş nitrat ile gerçek nitrat arasındaki ilişkileri	255
Ek Şekil 2.	YK2 yüzey suyu örnek üzerinde yapılmış ÇDR ve YSA modellerinden oluşan modellenmiş nitrat ile gerçek nitrat arasındaki ilişkileri	256
Ek Şekil 3.	YK3 yüzey suyu örnek üzerinde yapılmış ÇDR ve YSA modellerinden oluşan modellenmiş nitrat ile gerçek nitrat arasındaki ilişkileri	256
Ek Şekil 4.	YK4 yüzey suyu örnek üzerinde yapılmış ÇDR ve YSA modellerinden oluşan modellenmiş nitrat ile gerçek nitrat arasındaki ilişkileri	257
Ek Şekil 5.	YK5 yüzey suyu örnek üzerinde yapılmış ÇDR ve YSA modellerinden oluşan modellenmiş nitrat ile gerçek nitrat arasındaki ilişkileri	258
Ek Şekil 6.	YK6 yüzey suyu örnek üzerinde yapılmış ÇDR ve YSA modellerinden oluşan modellenmiş nitrat ile gerçek nitrat arasındaki ilişkileri	258
Ek Şekil 7.	YK7 yüzey suyu örnek üzerinde yapılmış ÇDR ve YSA modellerinden oluşan modellenmiş nitrat ile gerçek nitrat arasındaki ilişkileri	259
Ek Şekil 8.	YK8 yüzey suyu örnek üzerinde yapılmış ÇDR ve YSA modellerinden oluşan modellenmiş nitrat ile gerçek nitrat arasındaki ilişkileri	260
Ek Şekil 9.	YK9 yüzey suyu örnek üzerinde yapılmış ÇDR ve YSA modellerinden oluşan modellenmiş nitrat ile gerçek nitrat arasındaki ilişkileri	261
Ek Şekil 10.	YK10 yüzey suyu örnek üzerinde yapılmış ÇDR ve YSA modellerinden oluşan modellenmiş nitrat ile gerçek nitrat arasındaki ilişkileri	262
Ek Şekil 11.	YK11 yüzey suyu örnek üzerinde yapılmış ÇDR ve YSA modellerinden oluşan modellenmiş nitrat ile gerçek nitrat arasındaki ilişkileri	263
Ek Şekil 12.	Gümüşhacıköy ilçesinin yeraltısuyu üzerinde yapılmış ÇDR ve YSA modellerinden oluşan modellenmiş nitrat ile gerçek nitrat arasındaki ilişkileri	264
Ek Şekil 13.	Merzifon ilçesinin yeraltısuyu üzerinde yapılmış ÇDR ve YSA modellerinden oluşan modellenmiş nitrat ile gerçek nitrat arasındaki ilişkileri	265
Ek Şekil 14.	Merkez ilçesinin yeraltısuyu üzerinde yapılmış ÇDR ve YSA modellerinden oluşan modellenmiş nitrat ile gerçek nitrat arasındaki ilişkileri	266

Ek Şekil 15.	Suluova ilçesinin yeraltısuyu üzerinde yapılmış ÇDR ve YSA modellerinden oluşan modellenmiş nitrat ile gerçek nitrat arasındaki ilişkileri	267
Ek Şekil 16.	MN2 su kuyunun logu	268
Ek Şekil 17.	MN3 su kuyunun logu	269
Ek Şekil 18.	GH2 su kuyunun logu	270
Ek Şekil 19.	GH4 su kuyunun logu	271
Ek Şekil 20.	GH5 su kuyunun logu	272
Ek Şekil 21.	MZ2 su kuyunun logu	273
Ek Şekil 22.	MZ4 su kuyunun logu	274



ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa No

Çizelge 1.1.	Amasya İli genelindeki gözlem istasyon noktalarından aylık ve yıllık ortalama toplam yağış miktarı ve ortalama sıcaklık değerleri (2014-2018)	9
Çizelge 1 2.	Amasya İli ve yakın çevresindeki gözlem istasyonlarına ait Thornthwaite yöntemine göre hesaplanmış ETP ve ETR değerleri	14
Çizelge 3.1.	Çalışma alanında DSİ tarafından gözlenen kuyulara ait bilgiler.....	75
Çizelge 3.2.	İnceleme alanındaki 2019 yılında örneklenen yeraltısularının koodinat bilgileri	78
Çizelge 3.3.	2019 yılı kurak dönemde yeraltısularında ölçülen fiziksel parametreler	80
Çizelge 3.4.	Suların Fransız sertlik derecesine göre sınıflandırılması	84
Çizelge 3.5.	Yeraltısuyu 2003-2018 yılları arası yağışlı dönemdeki fiziksel parametreleri	85
Çizelge 3.6.	Yeraltısuyu 2003-2018 yılları arası kurak dönemdeki fiziksel parametreleri	89
Çizelge 3.7.	Amasya İli yeraltısularının 2019 yılı major iyonları (mg/L) ve %hata değerleri	93
Çizelge 3.8.	Amasya İli yeraltısuyu 2003-2018 yılları arasında yağışlı dönemdeki majör iyonlar (mg/L) ve %hata verileri	94
Çizelge 3.9.	Amasya İli yeraltısuyu 2003-2018 yılları arasında kurak dönemdeki majör iyonlar (mg/L) ve %hata verileri	98
Çizelge 3.10.	2019 yılında inceleme alanındaki yeraltısuyu örneklerine ait kirlilik parametrelerinin analiz sonuçları (mg/L)	115
Çizelge 3.11.	2019 yılında yeraltısuyu örneklerine ait iz elementler, aktif klor ve flüor analiz sonuçları (mg/L)	120
Çizelge 3.12.	2019 yılında yeraltısuyuna ait organik parametrelerinin analiz sonuçları (mg/L).....	128
Çizelge 3.13.	Yeraltısularında 2019 yılında bakteriyolojik parametreler	134
Çizelge 3.14.	İnceleme alanında yeraltısularındaki 2019 yılına ait tarımsal kalite parametreleri ve su tipleri	138
Çizelge 3.15.	İnceleme alanında yeraltısularındaki 2003-2018 yılları arasındaki tarımsal kalite parametreleri ve su tipleri	139
Çizelge 3.16.	Çalışma alanındaki örneklenen yüzeysel suların koodinat bilgileri	165
Çizelge 3.17.	Kitaıçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri.....	166

Çizelge 3.18.	2019 yılında yüzey sularında ölçülen fiziksel ve inorganik kimyasal parametreler	167
Çizelge 3.19.	2019 yılında yüzey suyuna ait organik parametrelerinin analiz sonuçları (mg/L).....	184
Çizelge 3.20.	2019 yılında yüzey suyu örneklerine ait inorganik kirlenme parametreleri	188
Çizelge 3.21.	2019 yılındaki yüzey suyunun bakteriyolojik parametrelerinin analiz sonuçları.....	197
Çizelge 3.22.	Kanada Su Kalite İndeksi Metoduna göre WQI değerlerine ait su kalite durumu	198
Çizelge 3.23.	2008-2015 yılları arasında Yeşilırmak su noktaları (YK1, YK8, YK9, YK10 ve YK11) için hesaplanan yıllık CWQI değerleri	200
Çizelge 3.24.	2008-2015 yılları arasında Çekerek Irmağı ve Çorum Çayı su noktaları (YK2, YK3 ve YK4) için hesaplanan yıllık CWQI değerleri	203
Çizelge 3.25.	2008-2015 yılları arasında Tersakan Çayı ve Deresu su noktaları (YK5, YK6 ve YK7) için hesaplanan yıllık CWQI değerleri.....	205
Çizelge 3.26.	Yeraltısuyu örneklerinin 2003 ve 2018 yılları arasındaki CWQI değerleri	209
Çizelge 3.27.	Yeraltısuyunda nitrat konsantrasyonun modellenmesinde kullanılacak verilerin özellikleri.....	212
Çizelge 3.28.	Yüzey suyunun nitrat konsantrasyonu modellenmesinde kullanılacak verilerin özellikleri.....	213
Çizelge 3.29.	Yüzey suyundan modellenecek nitrat iyonlarına ait giriş parametreleri	215
Çizelge 3.30.	Yeraltısuyundan modellenecek nitrat iyonlarına ait giriş parametreleri	216
Çizelge 3.31.	Yüzey sularının ÇDR yöntemi ile modellenmesi için belirlenen denklemler	217
Çizelge 3.32.	Yüzey sularında ÇDR yöntemi ile elde edilen sonuçlar.....	218
Çizelge 3.33.	Yüzey sularında YSA yöntemi ile en iyi sonuçlara ulaşılan koşulların detayları	220
Çizelge 3.34.	Yüzey sularında YSA yöntemi ile elde edilen sonuçlar.....	221
Çizelge 3.35.	Yeraltısularında ÇDR yöntemi ile modellenmesi için belirlenen denklemler	223
Çizelge 3.36.	Yeraltısularında ÇDR yöntemi ile elde edilen sonuçlar	224
Çizelge 3.37.	Yeraltısularında YSA yöntemi ile en iyi sonuçlara ulaşılan koşulların detayları	225
Çizelge 3.38.	Yeraltısularında YSA yöntemi ile elde edilen sonuçlar	226

Ek Çizelge 1.	2008-2015 yılları arasında inceleme alanının yüzey sularında birinci dönemine ait analiz sonuçları.....	275
Ek Çizelge 2.	2008-2015 yılları arasında inceleme alanının yüzeysel sularında ikinci dönemine ait analiz sonuçları.....	279
Ek Çizelge 3.	2008-2015 yılları arasında inceleme alanının yüzeysel sularında üçüncü dönemine ait analiz sonuçları	283
Ek Çizelge 4.	2008-2015 yılları arasında inceleme alanının yüzeysel sularında dördüncü dönemine ait analiz sonuçları.....	287
Ek Çizelge 5.	Yüzey suyu YK1 örnek noktasında 2008-2015 yıllarına ait parametrelerin arasındaki ilişkileri (R).....	291
Ek Çizelge 6.	Yüzey suyu YK2 örnek noktasında 2008-2015 yıllarına ait parametrelerin arasındaki ilişkileri (R).....	292
Ek Çizelge 7.	Yüzey suyu YK3 örnek noktasında 2008-2015 yıllarına ait parametrelerin arasındaki ilişkileri (R).....	293
Ek Çizelge 8.	Yüzey suyu YK4 örnek noktasında 2008-2015 yıllarına ait parametrelerin arasındaki ilişkileri (R).....	294
Ek Çizelge 9.	Yüzey suyu YK5 örnek noktasında 2008-2015 yıllarına ait parametrelerin arasındaki ilişkileri (R).....	295
Ek Çizelge 10.	Yüzey suyu YK6 örnek noktasında 2008-2015 yıllarına ait parametrelerin arasındaki ilişkileri (R)	296
Ek Çizelge 11.	Yüzey suyu YK7 örnek noktasında 2008-2015 yıllarına ait parametrelerin arasındaki ilişkileri (R).....	297
Ek Çizelge 12.	Yüzey suyu YK8 örnek noktasında 2008-2015 yıllarına ait parametrelerin arasındaki ilişkileri (R).....	298
Ek Çizelge 13.	Yüzey suyu YK9 örnek noktasında 2008-2015 yıllarına ait parametrelerin arasındaki ilişkileri (R).....	299
Ek Çizelge 14.	Yüzey suyu YK10 örnek noktasında 2008-2015 yıllarına ait parametrelerin arasındaki ilişkileri (R).....	300
Ek Çizelge 15.	Yüzey suyu YK11 örnek noktasında 2008-2015 yıllarına ait parametrelerin arasındaki ilişkileri (R).....	301
Ek Çizelge 16.	Gümüşhacıköy ilçesinin yeraltısularında 2003-2018 yıllarına ait parametrelerin arasındaki ilişkileri (R).....	302
Ek Çizelge 17.	Merzifon ilçesinin yeraltısularında 2004-2018 yıllarına ait parametrelerin arasındaki ilişkileri (R)	302
Ek Çizelge 18.	Merkez ilçesinin yeraltısularında 2006-2018 yıllarına ait parametrelerin arasındaki ilişkileri (R)	303
Ek Çizelge 19.	Suluova ilçesinin yeraltısularında 2005-2018 yıllarına ait parametrelerin arasındaki ilişkileri (R)	303

SEMBOLLER VE KISALTMALAR DİZİNİ

AB	: Avrupa Birliği
ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
AKM	: Askıda Katı Madde
ANN	: Artificial Neural Netwokrs
ANFIS	: Adaptive Neuro Fuzzy Inference System
BOİ	: Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı
CBS	: Coğrafi Bilgi Sistemleri
CWQI	: Kanada Su Kalite İndeksi
ÇDR	: Çoklu Doğrusal Regresyon
ÇKA	: Çok Katmanlı Algılayıcı
ÇOK	: Çözünmüş Organik Karbon
DO	: Çözünmüş Oksijen
DSİ	: Devlet Su İşleri
EC	: Elektriksel İletkenlik
ETP	: Potansiyel Buharlaşma-Terleme
ETR	: Gerçek Buharlaşma-Terleme
GYÇKAYSA	: Geri Yayılım Çok Katmanlı Algılayıcı Yapay Sinir Ağları
GYYSA	: Geri Yayılım Yapay Sinir Ağları
HOKK	: Hataların Ortalama Karesel Karekökü
IAH	: Uluslararası Hidrojeologlar Birliği
IQBP	: Bakteriyolojik ve Fiziko-Kimyasal Su Kalite İndeksi
KAF	: Kuzey Anadolu Fayı
KOİ	: Kimyasal Oksijen İhtiyacı
MAE	: Mean Absolute Error
Mezoter	: Mezotermal
MH	: Magnesium Hazard
MT	: Magnezyum Tehlikesi
MTA	: Maden Tetkik ve Arama
NİTBİS	: Nitrat Bilgi Sistem

NSFWQI	: National Sanitation Foundation Water Quality Index
OKH	: Ortalama Karesel Hata
OMH	: Ortalama Mutlak Hata
OMS	: Organisation Mondiale de la Santé
pH	: Hidrojen Potansiyeli
RA	: Regresyon Analizi
RMSE	: Root Mean Squared Error
RSC	: Artıksal Sodyum Karbonat/Residual Sodium Carbonate
RWQC	: Regulation of Water Quality Control
R ²	: Determinasyon katsayısı
SÇD	: Su Çerçeve Direktifi
SKKY	: Su Kalite Kontrolü Yönetmeliği
T	: Sıcaklık
TDS	: Toplam Çözünmüş Madde Miktarı
TH	: Toplam Hata
TKA	: Tek Katmanlı Algılayıcı
TKM	: Toplam Katı Madde
TSE	: Türk Standartları Enstitüsü /Turkish Institute of Standart
TS 266	: Türk Standart 266/Turkish Standart 266
USGS	: Amerika Birleşik Devletleri Jeoloji Araştırma Enstitüsü
WQI	: Su Kalite İndeksi
YAM	: Yüzey Aktif Maddeler
YSA	: Yapay Sinir Ağları
%Na	: Sodyum Oranı/Percentage of Sodium

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

Temel tüketim maddesi olan içme-kullanma suyunun bedendeki ve toplumdaki işlevlerini yerine getirebilmesi için kesinlikle temiz olması gerekir. İçme-kullanma suyunun temizliği ise biyolojik, fiziksel ve kimyasal açıdan temiz olmasını gerektirir. Biyolojik temizlik; içme-kullanma suyunda canlı (mikropların) ve canlı ürünlerinin bulunmaması ya da belli ölçülerin altında bulunmasıdır. Fiziksel olarak suyun temizliği; suyun renginin, bulanıklığının, sıcaklığının ve elektriksel iletkenliğinin belli ölçüler içinde olmasını ifade eder. Kimyasal olarak temizliği ise; suyun kimyasal maddelerle kirlenmemiş olması, belli sertlik derecesinde olması ve biyolojik oksijen ihtiyacının belli değerlerde olmasıdır. Ayrıca içme-kullanma suyunun miktar olarak da herhangi bir yerleşim biriminde insanların ev içi tüketimi, belediye tüketimi ve sanayi tüketimini karşılayacak miktarda olması da gerekmektedir.

Türkiye’de atık su deşarjı, evsel ve endüstriyel katı atıklar, tarımda kullanılan ilaçlama ve gübre kaynaklı maddeler su kirliliğine neden olmaktadır. Bu sebeple, su kalitesi yönetiminde, kaliteyi olumsuz yönde etkileyebilecek muhtemel kirletici parametrelerin belirlenmesi ve su kalitesi yönetimi esasları doğrultusunda gerekli önlemlerin alınması toplum sağlığı açısından önemlidir.

Avrupa Birliği (AB), "Su Çerçeve Direktifi (SÇD)"nde tüm su kaynaklarında, iyi su durumunu sağlamayı hedeflemiştir. İyi su durumunun sağlanabilmesi için su kalitesinin mevcut durumunun su kütlesi bazında ortaya konması ve havza bazında su kalitesi için gerekli tedbirlerin alınmasını gerektirir. Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği (SKKY)'nin amacı, Türkiye’nin kıta içi yeraltı ve yerüstü su kaynaklarının korunması ve su kirlenmesinin önlenmesi için hukuki ve teknik esasları belirlemektir. İlgili yönetmelikte, ülkenin su kaynaklarının kalitesinin geliştirilmesi amacıyla çeşitli düzenlemeler ortaya konulmuştur. Yine yönetmelikte, yüzey suları ve yeraltısuları için kalite sınıflandırmalarının nasıl gerçekleştirileceğinin yanı sıra, evsel ve endüstriyel atıksu deşarjları ve tarım arazilerinin korunmasına ilişkin hükümler belirtilmiştir. Yüzeysel Sular ve Yeraltı Sularının İzlenmesine Dair Yönetmelik (2014)’e göre Çözünmüş Oksijen, pH değeri, Elektriksel İletkenlik, Nitrat

ve Amonyum parametreleri yeraltısularında izlenmesi gereken asgari parametreler olarak belirtilmiştir.

Su kaynaklarındaki kalite değişimlerini incelemek için pek çok yöntem ve matematiksel model geliştirilmiştir. Bu yöntemlerde yağış, sıcaklık, debi, nitrat, çözünmüş oksijen ve toplam çözünmüş madde gibi su kalitesi parametreleri değişken olarak kullanılmaktadır. Uzun süre ölçülmüş kalite ve debi parametreleri uygun analiz ve modelleme yöntemiyle yorumlanarak su kaynaklarının planlanmasında ve yönetiminde kullanılmaktadır. Veri toplama ile ilgili olarak ileriye yönelik strateji geliştirebilmek, tahminler yapabilmek ve veri toplama işlemlerini en aza indirmek için modelleme çalışmaları yapılmaktadır (Özkan, 2005).

Son yıllarda giderek artan su kirliliğini önlemek ve suların sürdürülebilir kullanımını sağlamak için çeşitli çalışmalar yapılmaktadır. Geçmiş yıllarda su kalitesine ve kirliliğine yönelik çalışmalarda Çözünmüş Oksijen (DO), Toplam Çözünmüş Madde (TDS), Elektriksel İletkenlik (EC), Cl⁻ ve Sodyum Absorbsiyon Oranı (SAR) gibi parametreler kullanılmış ve Yapay Sinir Ağları (YSA), Bulanık Çıkarım Sistemi (ANFIS: Adaptive Neuro Fuzzy Inference System) gibi yaklaşımlarla modellenerek gelecekteki konsantrasyonlar tahmin edilmeye çalışılmıştır. YSA ile konu hakkında bilgiler alındıktan sonra örnekler üzerinde eğitimler gerçekleştirilerek ve genelleştirmeler yapılarak, daha sonraki olaylar ile ilgili çözümler üretilebilmektedir.

YSA ucuz bir yöntem olarak; finans, enerji, tıp ve ekoloji gibi disiplinlerde tahmin amaçlı güçlü bir araç olarak kullanılmıştır (Karayiannis ve Venetsanopoulos, 2013). Öğrenme kabiliyeti, sistem değişikliklerine karşı davranışını düzenlemesi, donanımın kolay kurulabilmesi gibi özellikleri, YSA ile elde edilen çözümleri çeşitlendirmektedir. Yapay sinir ağı, özellikle nehir sistemlerinin su kalitesini araştırmak, su kalitesi parametrelerini tahmin etmek amacıyla planlamak ve yönetmek (Zaher ve Bai 2003), mikrobiyolojik su kalitesi parametrelerine göre kirlilik kaynağını belirlemek için (Brion ve Lingireddy, 2003) kullanılmıştır. YSA kullanılarak, sularda tuzluluk tahmini (Maier ve Dandy, 1996), atık sularda günlük askıdaki sediment miktarı (Cıgızoğlu, 2004), atık kokusu ve biyolojik oksijen ihtiyacı arasındaki ilişki (Onkal-Engin vd., 2005), yeraltı ve yüzey sularında nitrat ve SAR tahmini (Yeşilnacar vd., 2008; Yeşilnacar ve Şahinkaya, 2012; Asadollahfardi vd., 2013), yeraltı su seviyesi tahmini (Adamowski vd., 2011) ve akarsularda su kalite parametrelerinin tahmini (Sengorur vd., 2015) gibi çalışmalar yapılmıştır. Türkiye’de içme ve kullanma sularındaki nitrat kirlilik düzeyinin belirlenmesi amacıyla, Durmaz vd. (2007) Şanlıurfa ve

yöresindeki kuyu sularında nitrat ve nitrit düzeylerini, Alemdar vd. (2009) Bitlis ilinde içme sularında nitrat ve nitrit düzeylerini, Bulut vd. (2012) Çivril Gölü'nde yüzey sularının kalitesini, Ertaş vd. (2013) Kayseri Bölgesinde kuyu sularındaki nitrat ve nitrit düzeylerini, Kır vd. (2015) Eğirdir Gölü'ndeki su ve sediment numunelerinde nitrat, nitrit, fosfat ve florür düzeylerini incelemişlerdir.

Son olarak Yeşilırmak Havzasında yüzey sularında DO verileri YSA ile değerlendirilmiş (Altuntaş vd, 2018) ancak verilerin güvenilirliği ve az olması nedeniyle anlamlı sonuçlar elde edilememiştir. Yeşilırmak Havzasında iklim değişikliğinin su kaynaklarına etkisi araştırılmış ancak kirlilik parametreleri ayrıca incelenmemiştir. Havza bazında yapılan çalışmalar büyük ölçekli olduğu için yorumlar bütün havzayı kapsamaktadır. Havza Koruma Eylem Planlarının Hazırlanması-Yeşilırmak Havzası Projesi (TÜBİTAK-MAM, 2012) kapsamında havzadaki yüzey sularının kalitesi değerlendirilmiş ve su kalite sınıfları (I, II, III, IV) belirlenmiştir. Yeraltısularında nitrat değerlerinin birçok alanda 25 mg/L'nin, bir alanda ise 50 mg/L'nin üzerinde olduğu belirtilmiştir. Amasya İli için su kalitesine yönelik ayrıntılı bir çalışma mevcut değildir.

1.2. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı

Türkiye'de su kirliliğinin başlıca nedenleri atık su deşarjı, evsel ve endüstriyel katı atıklar, tarımda kullanılan ilaçlama ve gübre kaynaklı maddeler olarak belirtilmiştir. Dolayısıyla, kaliteyi olumsuz yönde etkileyebilecek muhtemel kirletici parametrelerin belirlenmesi ve su kalitesi yönetimi esasları doğrultusunda gerekli önlemlerin alınması su kalitesi yönetiminde, toplum sağlığı açısından önemlidir.

Türkiye'de önemli yeri olan tarımsal faaliyetler kapsamında yapılan ilaçlamaların su kaynaklarına taşınması veya tarım ilaçları ya da pestisit üretimi yapan fabrikalardaki atıkların doğal su sistemlerine boşaltılması su kaynaklarının kirlenmesine neden olmaktadır. Ayrıca tarım faaliyetlerinde, kimyasal gübrelerin aşırı kullanımı ve ilaç kullanım bilinçsizliği de su kaynaklarının kirlenmesine sebep olmaktadır (Baykan 2004). Türkiye'deki içme ve kullanma sularının çoğunluğu yeraltı sularından temin edilmektedir. Söz konusu su kaynakları sanayi, tarım ve hayvancılık atıkları, depolama sahalarındaki sızıntılar ve çevrelerindeki aşırı yapılaşma sonucu kirlilik ile karşı karşıya kalmaktadır (Tuncay 1994).

Orta Karadeniz Bölümünün iç kısmında bulunan Amasya ilinin %86'sı Yeşilirmak Havzasında yer alır (Şekil 1). Karasal iklim ve Karadeniz iklimi arasında bir geçiş ikliminin hüküm sürdüğü ilin ekonomisinde tarım ilk sırada yer almaktadır. Yüzölçümünün % 44,7'si tarım alanı olan ilin tarım alanlarının % 63,8'i kuru tarım alanı, % 36,2'si sulu tarım alanıdır (Amasya Çevre Durum Rap., 2017).

Amasya İli Merkez İlçesi içme ve kullanma suyunu 60 km uzaklıktaki kaynaklardan sağlamaktadır. Ancak kışın kaynak debileri yetersiz olduğunda derin kuyuları da devreye sokmaktadır (İklim Değişikliğinin Su Kaynaklarına Etkisi Projesi, 2016). Coğrafi özellikleri itibariyle her türlü tarımsal faaliyetin yapıldığı ilde yeraltı suları aynı zamanda sulama amaçlı olarak da kullanılmaktadır. DSİ 73. Şube Müdürlüğü, 2016 yılı verilerine göre nitrat değerleri yüzey sularında 2.2-15.92 mg/L, yeraltı sularında 9.8 ile 53.5 mg/L, ve kaynak sularında 0.7 mg/L ile 39.5 mg/L arasındadır. Amasya İl Özel İdaresi, 2016 yılı verilerine göre merkez ilçede 11625 ha alanda sulu tarım yapılmaktadır. Sularda Tarımsal Faaliyetlerden Kaynaklanan Nitrat Kirliliğinin Önlenmesine Yönelik İyi Tarım Uygulamaları Kodu Tebliği gereği 2017 yılında il sınırları içerisinde yer alan yoğun tarım alanları ve mevcut su kaynakları dikkate alınarak 20 adet yer üstü (8 adet Göl, gölet, baraj ve 12 adet ırmak) ve 40 adet yeraltı olmak üzere toplam 60 adet istasyondan izlemeler yapılmaktadır. Analiz sonuçları Nitrat Bilgi Sistemine (NİTBİS) online olarak girişleri yapılarak izlenilmesi sağlanmaktadır (Amasya Çevre Durum Rap., 2017). Son yıllarda halk sağlığı tarafından yapılan analizlere göre ilin değişik mahallelerinde kullanılan suların elektriksel iletkenlik (EC) değerleri 670 μ S/cm ile 1250 μ S/cm arasında olup Su Kirliliği Kalite Kontrol Yönetmeliğine göre sular, II (iyi) kalite su sınıfındadır. Bilindiği gibi suların EC değeri ile TDS, SAR ve sertlik değerleri arasında doğrusal bir ilişki bulunmaktadır.

Büyük şehirlerde içme ve kullanma suyu kaynağı olarak kullanılan su havzalarında, sanayi ve tarım etkinlikleri, inşaat faaliyetleri kirlilik oranının yükselmesine sebep olmaktadır. Tarımsal faaliyetlerin yoğun olarak yapıldığı Amasya İli'nde yapay gübreler ve tarım ilaçlarının yüzey ve yeraltı sularına olan etkileri ile ilgili bir çalışma yapılmamıştır. Bu çalışmada Amasya İli yerüstü ve yeraltı suyu kaynaklarındaki kirlilik parametrelerinin belirlenmesi ve nitrat konsantrasyonunun Yapay Sinir Ağları ve Çoklu Doğrusal Regresyon yaklaşımı ile modellenmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda Amasya İli merkez içme ve kullanma suları ile tarımsal amaçlı kullanılan suların (yeraltı ve yerüstü suları) fiziko-kimyasal ve mikrobiyolojik analizleri yapılmıştır.

Yukarıda belirtilen amaca ulaşmak için aşağıdaki hedefler belirlenmiştir:

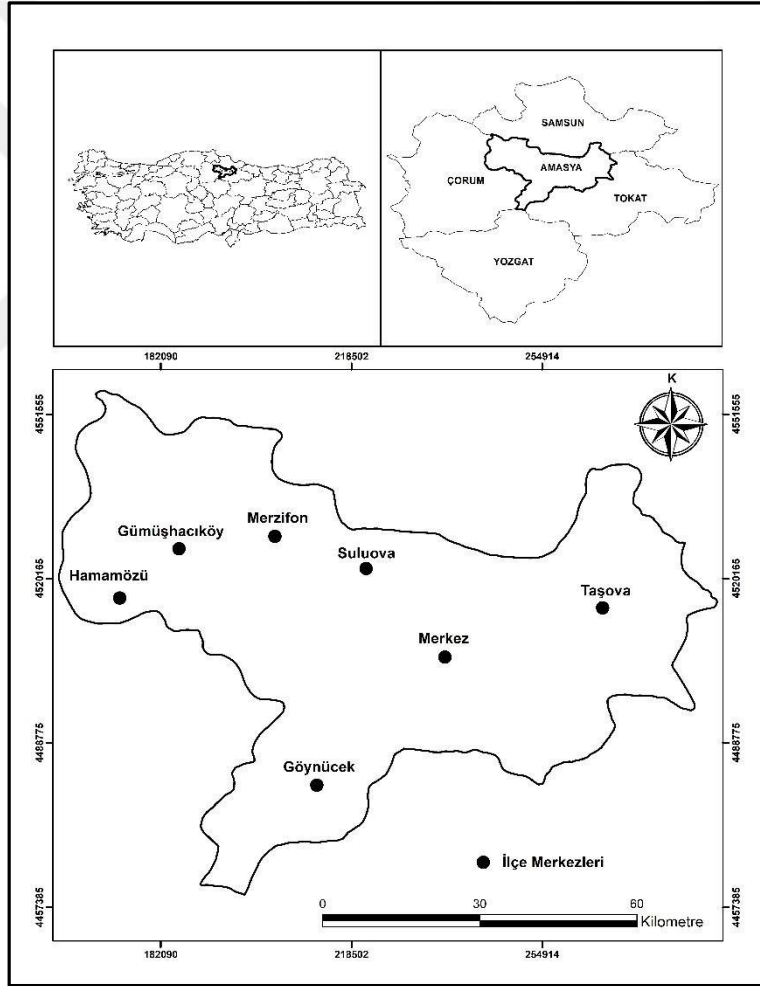
- Çoğunlukla tarımsal faaliyetlerin, kısmen sanayi tesislerinin yer aldığı alanlardaki yüzey ve yeraltısuyu kaynaklarında 2019 Kasım-Aralık ve daha önce yapılan analiz sonuçları, Türk Standartları Enstitüsü (TS 266), Dünya Sağlık Örgütü ve Su Kalite Kontrolü Yönetmeliği tarafından belirlenen su kalite parametreleri sınır değerlerine göre değerlendirilerek içme-kullanma suyu olarak kullanılabilirliğini belirlemek,
- İlin su kaynaklarının fiziko-kimyasal özelliklerini ve yeraltısularının tarımsal faaliyetlere uygun olup olmadığını belirlemek,
- Yeraltı ve yüzey sularının geçmiş yıllarda belirlenen verileri yardımıyla Kanada Su Kalite Endeksi (CWQI) kullanılarak ilin yeraltı ve yüzey sularının su kalite endekslerini belirlemek,
- YSA ve ÇDR Yöntemleri kullanarak Amasya İli yeraltı ve yüzey sularında geçmiş yıllardaki su kalite parametrelerinden elde edilen sonuçlara dayalı olarak hem yeraltı hem de yüzey suyu nitrat konsantrasyonu tahmin amacıyla bir modelin geliştirilip geliştirilemeyeceğini araştırmak.

Elde edilen modeller su kalitesi yönetiminde ve su kaynaklarının planlanmasında kullanılabilecektir. Havzada hem yüzey hem yeraltısularının ayrıntılı araştırıldığı ilk çalışma olacak olan bu çalışma giderek büyüyen Amasya İli'nin giderek artan su ihtiyacını kaliteli su kaynakları ile karşılayabilmesi açısından önemlidir.

1.3. İnceleme Alanının Genel Özellikleri

1.3.1. Coğrafi Konum

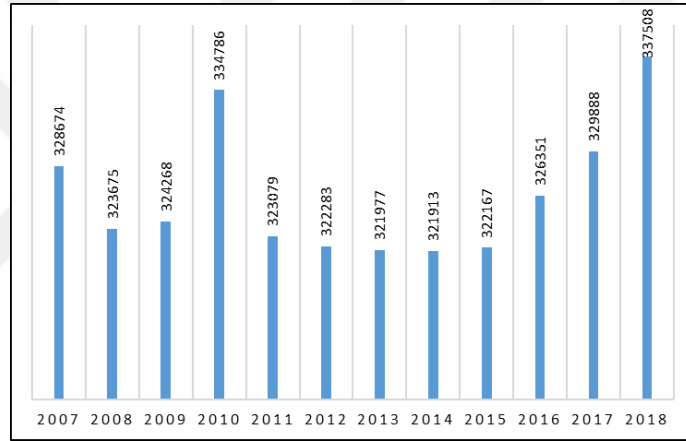
İnceleme alanı, Orta Karadeniz Bölümünün iç kısmında olup, $34^{\circ}57'06''$ - $36^{\circ}31'53''$ Doğu Meridyenleri ile $41^{\circ}04'54''$ - $40^{\circ}16'16''$ Kuzey Paralelleri arasında yer almaktadır. Doğudan Tokat, güneyden Tokat ve Yozgat, batıdan Çorum, kuzeyden Samsun illeri ile çevrili olan Amasya ilinin ilçeleri başta Merkez İlçesi olmak üzere Merzifon, Taşova, Suluova, Göynücek, Gümüşhacıköy ve Hamamözü'dür (Şekil 1.1).



Şekil 1. 1. Amasya İli coğrafi konumu

1.3.2 Nüfus

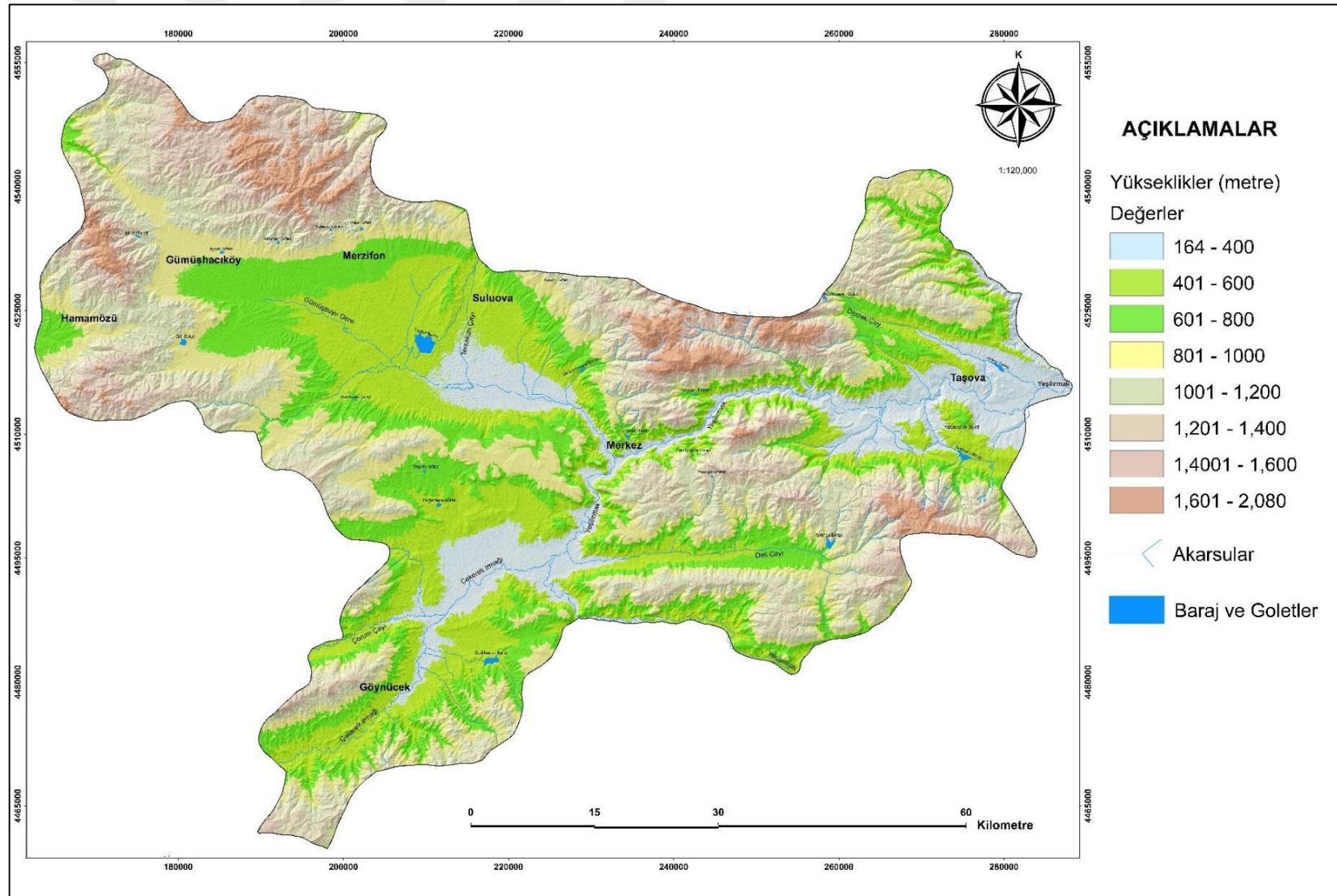
Yüzölçümü 5.702 km² olan Amasya İli'nin nüfusu 2018 yılın sonu verilerine göre 169.920 erkek ve 167.588 kadın olmak üzere toplam 337.508 kişiden oluşmakta ve yaklaşık kilometrekareye 59 kişi düşmektedir. Ayrıca nüfusunun %71'i kentte ve %29'u ise kırsal alanda yaşamaktadır. 2018 yıllı verilerine göre Amasya toplam nüfusu ülke nüfusunun %0,4'ünü oluşturmakta ve Türkiye illerinin toplam nüfus sayısına göre 57. sırada bulunmaktadır. 2007 ile 2018 yılları arasında ilin nüfusunda fazla değişiklik olmadığı görülmekle birlikte en yüksek nüfus sayıları 2010 ve 2018 yıllarında tespit edilmiştir (Şekil 1.2).



Şekil 1. 2. Amasya İli'nde 2007 ile 2018 yılları arasında nüfus değişimi

1.3.3. Morfoloji

Amasya İli'nde dağlık ve ovalık araziler bir arada bulunur. Engembeli araziye sahip olmasının yanında Yeşilırmak Nehri ili güneybatı- kuzeydoğu yönünde katetmektedir. Nehrin ana kolları ilin dört bir yanından çıkıp Yeşilırmak'a birleşmektedir. Amasya İli için İlin Sayısal Yükseklik Modeli (DEM) Acrgis 10.3 programında gerekli işlemlerden sonra oluşturulmuştur (Şekil 1.3). Yükseklikler ilin genelinde yaklaşık 164 ile 2.080 metre arasında değişmektedir. İlin ortalama yüksekliği 1.150 metre olup, en düşük yükseklik değerleri Yeşilırmak kenarlarında bulunur. Dağlar ise genellikle sınırlarda görülmektedir (Şekil 1.3).



Şekil 1. 3. Amasya İli sayısal yükseklik modeli (DEM) ve yüzeysel su noktaları

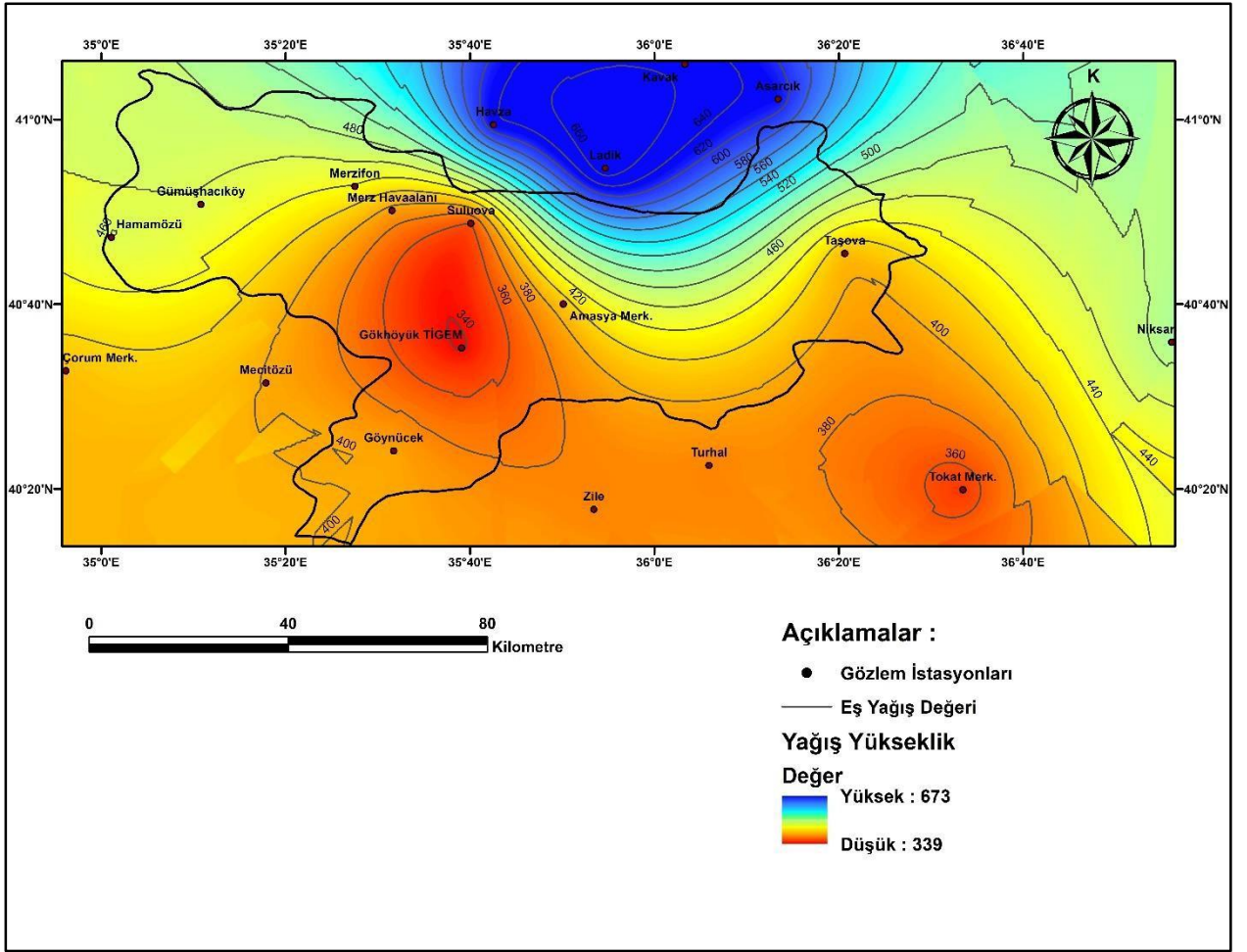
1.3.4. İklim

1.3.4.1. Yağış ve Sıcaklık

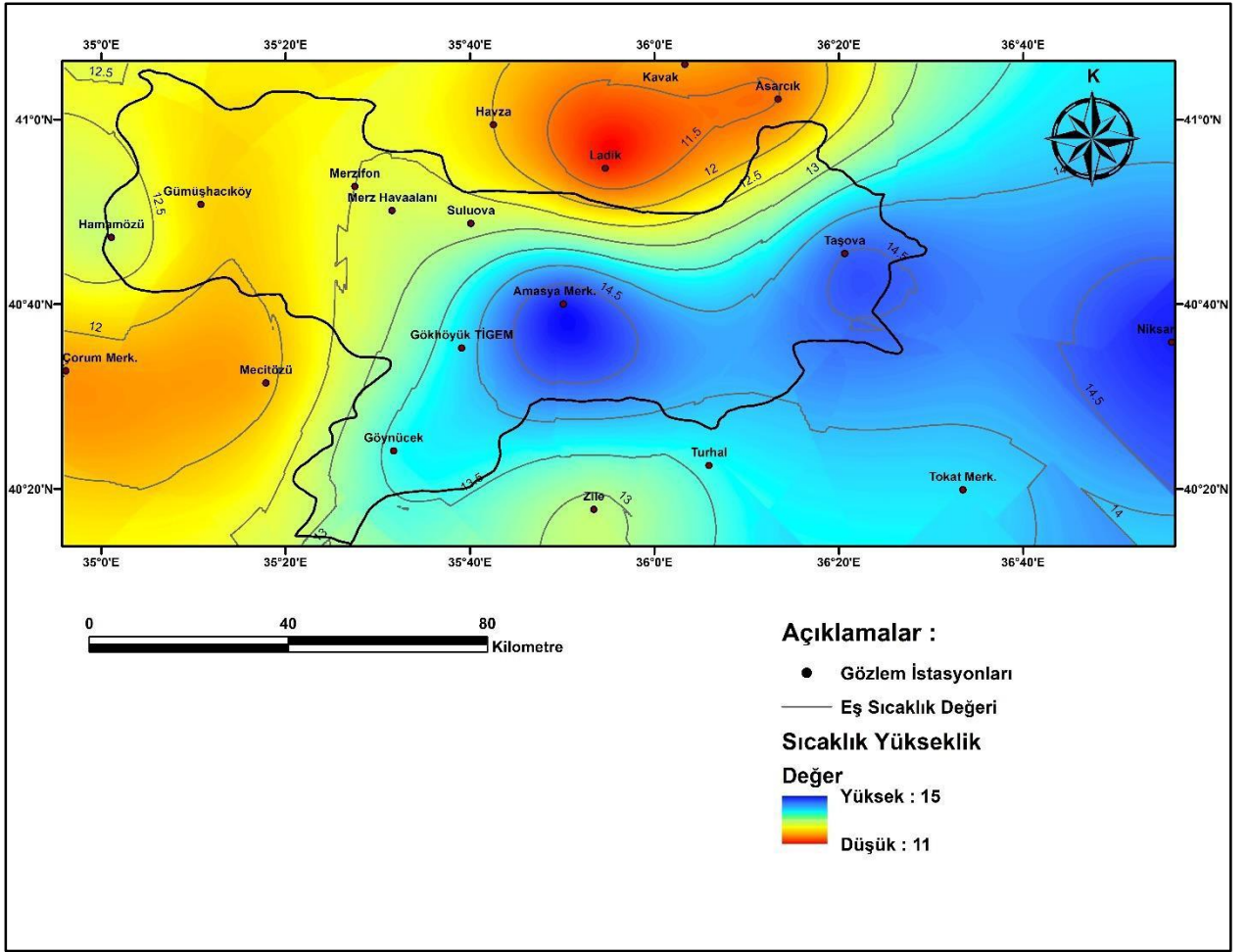
Amasya, kuzeyden Karadeniz iklimi, güneyden ise İç Anadolu iklimi ile etkilenen bir il olması sebebiyle geçiş ikliminin hüküm sürdüğü kabul edilmektedir (Özdemir, 1994). Bu durumu iyi anlayabilmek adına Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM)'ne ait toplam 19 gözlem istasyonunun (9'u il sınırları içerisinde, 10'u yakın çevresinde olmak üzere) 2014 ile 2018 yılları arasındaki aylık ortalama sıcaklık ve aylık toplam yağış miktarı verileri kullanılarak il içerisinde ve yakın çevresindeki yağış ve sıcaklık dağılımı haritaları hazırlanmıştır (Şekil 1.4 ve 1.5). İl içerisinde bulunan gözlem istasyon (9) noktalarından alınan 5 yıllık veriler ile Amasya İlinin ortalama yıllık sıcaklığı ve ortalama yıllık toplam yağış miktarı hesaplanmıştır (Tablo 1.1). Tabloya göre yıllık ortalama sıcaklık 13.3°C ve ortalama yıllık toplam yağış miktarı ise 408.1 mm'dir. En sıcak ay 24.2 °C ile Ağustos, en soğuk ay 2,4 °C ile Ocak, en fazla yağış alan ay ise 69,1 mm yağış yüksekliği ile Mayıs ayıdır. Ortalama yıllık yağış miktarı 408.1 mm, yıllık ortalama sıcaklık ise 13.3°C'dir.

Çizelge 1. 1. Amasya İli genelindeki gözlem istasyon noktalarından aylık ve yıllık ortalama toplam yağış miktarı ve ortalama sıcaklık değerleri (2014-2018)

Aylar	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Yıllık
Ortalama Aylık Toplam Yağış (mm)	37,8	15,3	56,5	26,8	69,1	61,4	11,2	8,8	21,5	30	25,5	43	408,1
Ortalama Aylık Sıcaklık (°C)	2,4	5,7	8,9	12,7	16,7	20,3	23,4	24,2	20,3	13,9	7,7	3,3	13,3



Şekil 1. 4. Amasya İli ve yakın çevresinde yıllık ortalama yağış yükseklik haritası (2014-2018)

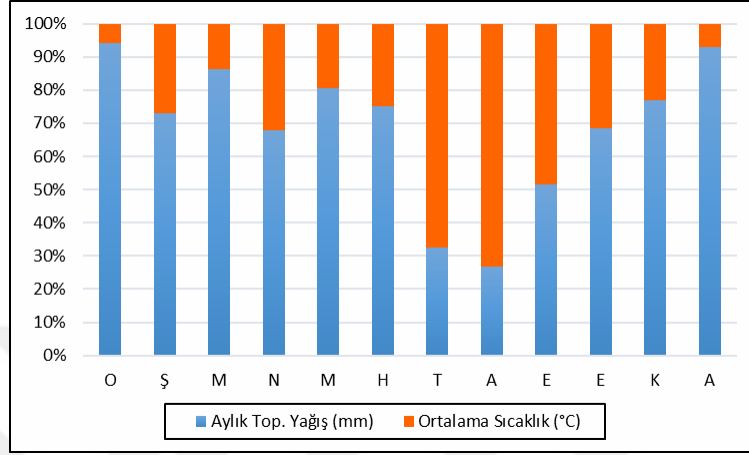


Şekil 1. 5. Amasya İli ve yakın çevresinde yıllık ortalama sıcaklık dağılım haritası (2014-2018)

Amasya İli'nde, kuzey ve kuzeydoğuda Karadeniz İklimi'ne ve güney ve güneybatıya doğru İç Anadolu İklimi'ne benzerlik gösteren bir iklim hüküm sürer. Bu iklim, iki coğrafik zon arasında bulunması sebebiyle İçgeçit İklimi olarak kabul edilmektedir (Özdemir, 1994). Amasya İli'nde genel olarak yazlar sıcak ve kurak (Temmuz, Ağustos ve Eylül en sıcak ve en düşük yağmur miktarı gözlemlenen aylardır), Ekim ayı itibaren yağış miktarı yükseltmeye, sıcaklık ise düşmeye başlamaktadır. Yağışın pikleri mayıs ve haziran aylarında ve sıcaklığın en düşük ise Kasım'dan şubat'a kadar gözlemlenmektedir.

İlin Gökioyuk TIGEM istasyon noktasından (339,10 mm) kuzeydoğusuna (673 mm) doğru ortalama yıllık toplam yağış miktarı artışlar gösterir (Şekil 1.4). Ortalama yıllık sıcaklık değerlerinin ise genel olarak az değiştiği (11-15°C) ve kuzeybatıdan güneydoğuya doğru arttığı görülmektedir (Şekil 1.5).

Ayrıca yağış miktarı ile sıcaklık ters orantılıdır (şekil 1.6). Yağışın yüksek olduğu kış ve bahar aylarındaki sıcaklıklar düşük, yaz aylarında sıcaklık en yüksek rakamlara kavuşurken yağış miktarı düşüktür.



Şekil 1. 6. Amasya İli'nde 2014 -2018 yılları arasında ortalama yağmur miktarı ve sıcaklık değişikliği

1.3.4.2. Buharlaşma-Terleme Kayıpları

Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden 9'u Amasya İli sınırları içerisinde, 10'u il sınırları dışında bulunan meteoroloji istasyonlarından alınan 2014 ile 2018 yılları arasındaki aylık ortalama sıcaklık ve yağış değerleri ile Thornthwaite yöntemi (1948) kullanılarak her bir istasyon noktası için aylık Potansiyel Buharlaşma-Terleme (ETP) değeri aşağıdaki eşitlikle hesaplanmıştır:

$$ETP = 1.6 \times G \times \left(\frac{10t}{T} \right)_a \quad (1)$$

Bu eşitlikte;

ETP: Aylık potansiyel buharlaşma-terleme miktarı (cm)

G: Aylık güneşleme faktörü (enlem değeri ve aylara göre belirlenmiş bir bir faktördür)

I: Yıllık sıcaklık indisi olup ve aşağıdaki formülle hesaplanır.

$$I = \sum(i) \quad (2)$$

i: Aylık sıcaklık indisi olup ve aşağıdaki formülle hesaplanır.

$$i = \left(\frac{t}{5} \right)^{1.514}$$

t: Aylık sıcaklık ortalaması (°C)

a: Yıllık sıcaklık indisine bağlı bir katsayı olup aşağıdaki formülle hesaplanır.

$$a = (6.75 \times 10^{-7} \times I^3) - (7.71 \times 10^{-5} \times I^2) + (1.79 \times 10^{-2} \times I) + 0.492 \quad (3)$$

Öncelikle her ay için aylık sıcaklık indisi ve yıllık sıcaklık indisi elde edilmiştir. Yıllık sıcaklık değeri kullanılarak (2) eşitliği ile a katsayısı, (1) eşitliği ile de aylık Etp değerleri belirlenmiştir.

Aylık ETP ve aylık toplam yağış değerleri kullanılarak, Gerçek Buharlaşma-Terleme (ETR) değeri aylık olarak hesaplanmıştır. Her bir istasyon için hesaplanan değerler çizelge 1.2'de verilmiştir.

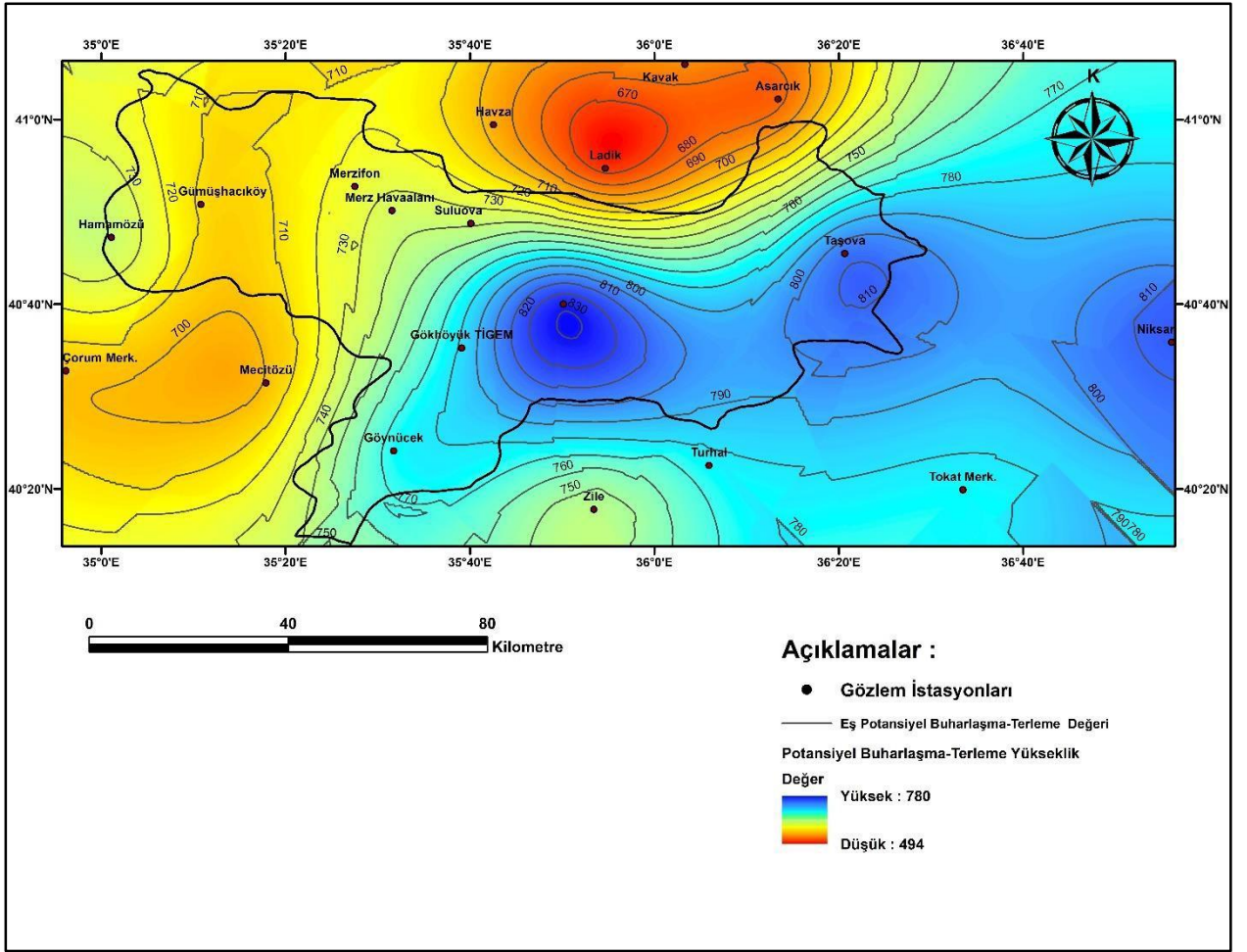
Çizelge 1. 2. Amasya İli ve yakın çevresindeki gözlem istasyonlarına ait Thornthwaite yöntemine göre hesaplanmış ETP ve ETR değerleri

İstasyon	Ortalama Yağış (mm)	Potansiel Buharlaşma-Terleme (mm)	Gerçek Buharlaşma-Terleme (mm)
Amasya Merkez	472,22	609,35	318,12
Merzifon	438,44	540,18	303,28
Merzifon Havaalanı	393,54	540,18	299,08
Gökhöyük T	339,10	780,00	272,40
Göynücek	396,24	569,33	279,04
Gümüşhacıköy	456,86	522,38	313,64
Hamamözü	459,98	544,32	338,28
Suluova	360,04	543,50	299,90
Taşova	406,14	595,58	298,60
Ladik	673,40	493,68	354,22
Havza	633,36	694,23	427,60
Kavak	663,24	687,08	448,42
Asarcık	630,48	675,67	426,94
Tokat Merkez	384,24	573,68	287,24
Niksar	488,58	603,50	348,13
Turhal	673,40	570,66	343,50
Zile	382,28	548,59	257,45
Çorum Merkez	408,42	514,14	300,12
Mecitözü	398,60	517,20	286,93

Çizelge 1.2’de verilen Amasya İli ve çevresinde Thornthwaite yöntemine göre hesaplanan parametreler aşağıda özetlenmiştir:

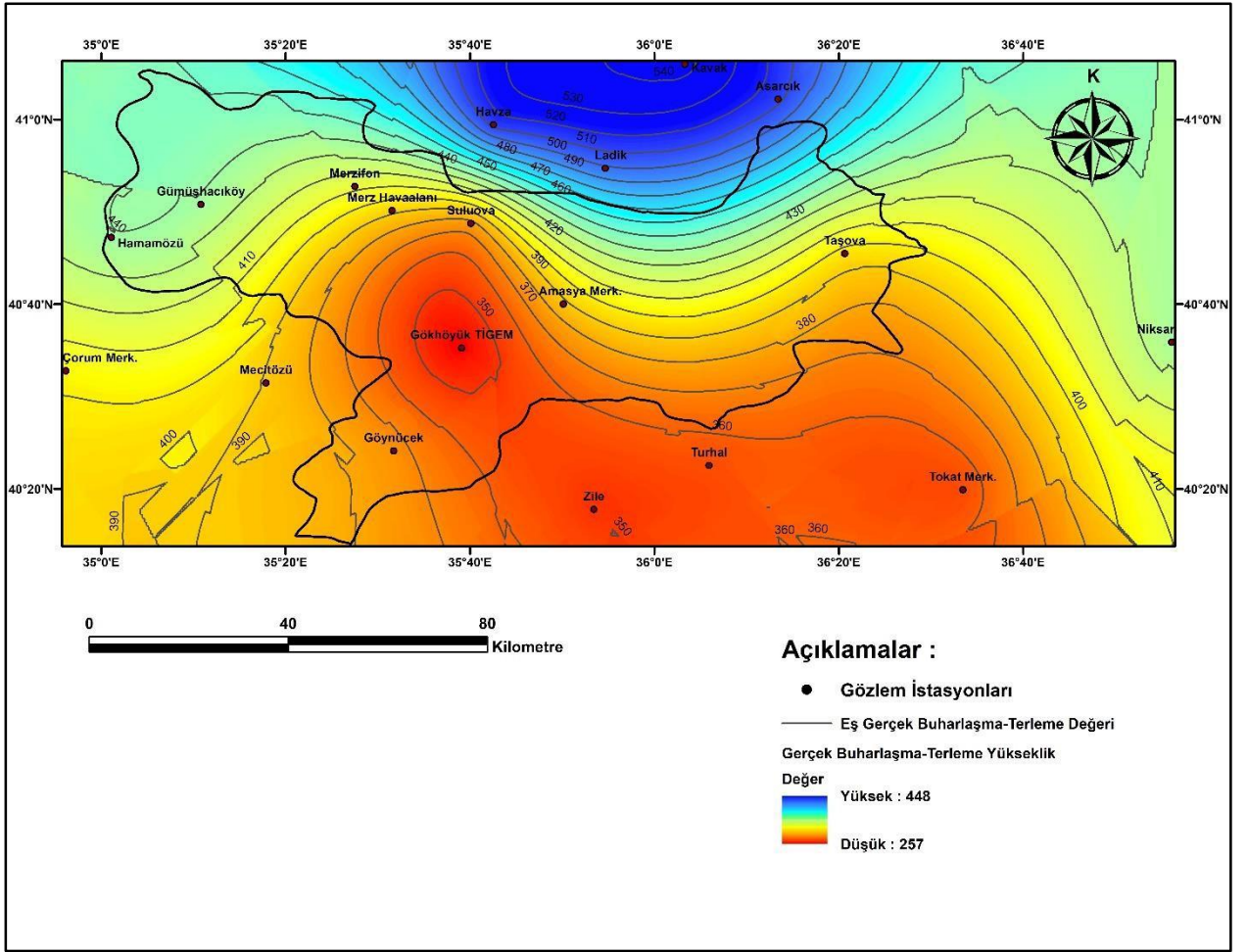
- Potansiyel Buharlaşma-Terleme 493,68-780 mm arasında değişmektedir. En düşük değeri Samsun İli’nde (Ladik istasyonu), en yüksek değeri ise Amasya İli’nde (Gökhöyük istasyonu) görülmektedir.
- Gerçek Buharlaşma-Terleme 257,45-448,42 mm arasında değişiklik göstermektedir. En düşük Gerçek Buharlaşma-Terleme değeri Tokat İli’nde (Zile istasyonu), en yüksek değeri ise yine Samsun İli’nde (Kavak istasyonu) gözlemlenmektedir.

Arcgis 10.3.1 programı kullanılarak çizelge 1.2'deki ETP, ETR ve istasyon koordinatları ile beraber Amasya ve çevresinde bu parametrelerin dağılım haritaları hazırlanmıştır (Şekil 1.8- 1.9).



Şekil 1. 7. Amasya İli ve çevresinin yıllık ortalama ETP dağılım haritası (2014-2018)

Şekil 1.8’de görülmek üzere Amasya İli ve çevresinin ETP dağılım haritası gösterilir. ETP haritasında değerler 494 ile 780 arasında değiştiği görülmektedir. Kuzeybatıdan ve güneyden ilin merkezine doğru artış söz konusudur.



Şekil 1. 8. Amasya İli ve çevresinin yıllık ortalama ETR dağılım haritası (2014-2018)

Şekil 1. 9’da Amasya ve çevresinin ortalama ETR dağılım haritası bulunmaktadır. ETR değerlerinin 257 ile 448 mm arasında değiştiği ve kuzeyden güneye doğru azalış gösterdiği görülmektedir.

1.3.5. Yüzey Suları

Çalışma alanı yüzeysel su bakımından çok zengindir. Amasya İli'nin dört bir yanında birçok akarsu, baraj ve göletler (Şekil 1.3) bulunmaktadır. Akarsuların başlıcaları Yeşilırmak ve onun kollarını oluşturan Çekerek Irmağı, Tersakan, Destek ve Deli çaylarıdır. Akarsuların debi ve su seviyeleri mevsimlere göre değişiklik göstermektedir. Bazı aylarda ve özellikle yaz aylarında düşen yağmur miktarının az (çizelge 1.1) olmasından dolayı akarsuların debileri oldukça azaltmakta, yağışlı dönemlerde düşen yağmur ve daha sonra kış mevsiminden dolayı yüksekliklerde depolanmış karların erimesi ile akarsuların hem seviyeleri hem de debilerinde artışlar görülmektedir. İl sınırları içerisinde akasular dışında bulunan baraj ve göletlerden önemli olanlarından bazıları ise Yedikir, Gediksaray, Uluköy barajları ve Çitli, Doğantepe, Paşa, İmirler ve Ortaköy göletleridir.

1.3.5.1. Akarsular

Yeşilırmak: Sivas İli Suşehri İlçesi'nin güney batısındaki Köse Dağları'ndan doğan nehir toplam 519 km uzunluğuna sahiptir. İl arazisinde kalan kısmı ise 140 km yaklaşık %27'sidir. Güneyden Amasya'ya giren nehir şehir merkezine geçmeden Çekerek Irmağı ile Deliçay, daha sonra Tersakan Çayı doğuya doğru giderken Destek Çayı ile birleşerek oradan Samsun İli'ne girip Çarşamba'dan Karadeniz'e dökülmektedir. Yeşilırmak nehrinin günümüze kadar ölçülen maksimum debisi $1.914 \text{ m}^3/\text{s}$, minimum debisi $1,83 \text{ m}^3/\text{s}$ ve ortalama debisi $121 \text{ m}^3/\text{s}$ dir. Yıllık toplam akım ise $5.707 \times 10^6 \text{ m}^3$ 'tür. Taşkınlar genellikle mart, nisan, mayıs aylarında gerçekleşir.

Çekerek Irmağı: Sivas İli'nin 50 km kuzeybatısındaki 2.500 m yükseklikteki Yıldız Dağları'ndan doğar, batıdan gelen Çorum Çayı ile birleşerek Amasya'nın 15 km güneyinde Yeşilırmak'a karışır. Çekerek Irmağı'nın uzunluğu 200 km, Amasya İl sınırları içinde kalan kısmı 45 km olup şimdiye kadar ölçülmüş maksimum debi $362 \text{ m}^3/\text{s}$, minimum debi $0,09 \text{ m}^3/\text{s}$, ortalama debi ise $20 \text{ m}^3/\text{s}$ 'dir. Yıllık toplam akım ise $842 \times 10^6 \text{ m}^3$ 'tür. Taşkınlar mart, nisan ve mayıs aylarında meydana gelmektedir. Önemli kolları Çorum ve Efennik Çaylarıdır.

Tersakan Çayı: 1.925 m yükseklikte Akdağ eteklerinden doğar, Ladik Gölü'nün fazla suyunu alarak Havza İlçesi'nden geçer, önce Gümüşsuyu Dere'si ile Amasya İli içerisinde de Yeşilırmak'la birleşir. Uzunluğu 100 km, Amasya İl sınırları içinde kalan kısmı 41 km

olup şimdiye kadar ölçülmüş maksimum debisi 317 m³/s, minimum debisi 0,021 m³/s, ortalama debisi ise 3,96 m³/s'dır. Yıllık toplam akım ise 125x106 m³'tür. Taşkınlar genellikle mart, nisan, mayıs ve yaz aylarında sağanaklar nedeniyle olur. Tersakan Çayı'nın Şeyhsuyu, Gümüşsuyu, Derinöz ve Salhan çayı önemli kollarıdır.

Destek Çayı: Karaömer Dağı ile Canik Dağları arasından akar Taşova'dan Yeşilırmak'a karışır. 35 kilometre uzunluğuna sahip olan Destek Çayı'nın minimum debisi 0,5 m³/sn, maksimum debisi ise 130 m³/sn'dır.

Deliçay: Sakarat Dağı Buğalı Yaylalarından doğar Yeşilırmak'a karışır. 48 kilometre uzunluğuna sahip olan çayın minimum debisi 0,5 m³/sn ve maksimum debisi ise 212 m³/sn.

1.3.5.2. Baraj ve Göletler

Yedikır Barajı (Yedi Kuğular Kuş Cenneti): Suluova İlçesine 10 km mesafededir. 1979 yılında inşaatına başlanmış, 1986 yılında işletmeye açılmıştır. Sulama amaçlı olup 1.400 ha sulama alanına sahiptir.

Gediksaray Barajı: Göynücek ilçesi Gediksaray-Ayvalıpınar Köyü'nde 1994 yılında işletmeye açılmıştır. Sulama amaçlı ve 1200 ha sulama alanına sahiptir.

Uluköy Barajı: Taşova İlçesi'nde 1984 yılında işletmeye açılmıştır. Sulama amaçlı ve 1.000 ha sulama alanı vardır.

Çitli Göleti: Gümüşhacıköy ilçesi Çitli Köyü'nde 1987 yılında inşaatına başlanmış ve 1992 yılında işletmeye açılmıştır. Sulama amaçlı ve 710 ha sulama alanı vardır.

Doğantepe Göleti: Merkez Doğantepe Köyü'nde 1990 yılında işletmeye açılmıştır. Sulama amaçlı olup 400 ha sulama alanına sahiptir.

Paşa Göleti: Merzifon İlçesi Hırka Köyü'nde 1994 yılında işletme açılmıştır. Sulama amaçlı ve 350 ha sulama alanı vardır.

İmirler Göleti: Gümüşhacıköy ilçesi İmirler Köyü'nde 1996 yılında işletmeye açılmıştır. Sulama amaçlı ve 300 ha sulama alanı vardır.

Ortaköy Göleti: Merkez Ortaköy Köyü'nde 1976 yılında işletmeye açılmıştır. Sulama amaçlı olup 200 ha sulama alanına sahiptir.

1.3.6. Bitki Örtüsü

Coğrafi konumu nedeniyle ilde hem Karadeniz Bölgesi'nde hem de İç Anadolu Bölgesi'nde bulunan bitki türlerine rastlanmaktadır. Merkez İlçesi'ndeki ormanlar büyük ölçüde Akdağ'ın yükseklerinde görülmektedir. Bitki türü olarak yüksek rakımlarda daha çok sarıçam, karaçam ve kayın, düşük rakımlarda kızılçam, ardıç, meşe, gürgen ve titrek kavak bulunmaktadır.

Amasya İli ormanlık alan yüzdesinde Taşova İlçesi birinci sırayı almaktadır. Taşova İlçesinde Yeşilırmak Vadisi'nden başlayıp dağlara doğru ayrıca gürgen, kayacık, üvez, kızılçık, akçaağaç, geyik diken, sandal ve fındık gibi ağaç ve ağaççıklar, böğürtlen, eğrelti, yabani gül, katran ardıcı, laden, ısırgan türleri bulunmaktadır. Merzifon İlçesi'nde dağlarda ormanlar olup münferit şekilde yabani kiraz, ayı fındığı, akçaağaç, ıhlamur, gürgen gibi yapraklı türler bulunmaktadır. Gümüşhacıköy İlçesi'nin Vezirköprü istikametindeki dağlık bölgelerinde sarıçam, karaçam, daha aşağılarda meşe türleri yayılım gösterir. Hamamözü'nde ise karaçamla birlikte meşe ormanları, yer yer de ardıç türlerine rastlanmaktadır. Amasya İli'nin güneyinde yer alan Göynücek İlçesi, İç Anadolu Bölgesi'ne geçiş zonunda bulunması nedeniyle step bitki örtüsüne sahip olmakla birlikte bu bölgede bulunan ormanların ağırlığını baltalık olarak işletilen meşe türleri ve kısmen de ardıç ağacı oluşturmaktadır.

1.3.7. Ekonomik Durum

Amasya İli'nde ekonomik bakımından tarım ve hayvancılık önemli rol oynamakta, sanayi ise pek gelişmemiştir. İlin ekonomisinde yüzölçümünün %44,7'sini tarım alanının oluşturmasının sonucu olarak tarımsal faaliyetleri ilk sırayı almaktadır. Akarsuların oluşturduğu alüvyonlu topraklar nedeniyle vadilerde tarım alanları bulunmaktadır. Tahıllardan en çok buğdayın ekildiği Amasya ilinin tütün kalitelidir. Elması meşhur Amasya İli'nde ayrıca mısır, fasulye, pamuk, nohut, arpa, haşhaş, kenevir ve patates çok iyi yetişen sebze türleridir.

İlde arazinin yarısından fazlası otlaktır. 550 bin baş hayvan bu meralarda otlar. Ayrıca, arıcılık ve ipekböcekçiliği de yapılır. 26.048 hektarlık bir sahada kurulan Gökhöyük Devlet Üretim Çiftliğinde meyvacılık ve hayvancılık yapılmaktadır.

Amasya, sanayi açısından pek gelişmemiş olmasına rağmen şeker, tuğla, kiremit, un, iplik, tekstil ve maya fabrikaları vardır. Ayrıca Amasya Motor Yenileme Sanayi de mevcuttur.

1.3.8. Ulaşım

Amasya, Samsun, Çorum ve Tokat gibi komşu illere Devlet yolu ile, Samsun ve Sivas'a kadar ise Demiryolu ile bağlanmaktadır. İl genelinde yolu bulunmayan yerleşim merkezi olmadığı gibi köy yollarının da %90'ı asfalttır. Yaz-kış ulaşım sorunu görülmemektedir. Ayrıca şehir merkezine 46 km mesafede Merzifon İlçesinde Amasya-Merzifon Havaalanı yer almaktadır.

1.4. . Önceki Çalışmalar

1.4.1. Jeoloji Çalışmalar

Karadeniz Bölgesi'nde bulunan Amasya İli ve çevresinde 1940 yıllarından bu yana değişik zamanlarda yapılmış jeoloji amaçlı çalışmalar bulunmaktadır. Bunlardan, 1943 yılında Blumenthal ve daha sonra 1972 yılında Alp tarafından yapılan bölgesel jeoloji ve bölgenin ayrıntılı jeoloji haritası çalışmaları alanda yapılmış en detaylı çalışmalardır. Sonraki çalışmalarda bu çalışmalar baz alınarak devam etmiştir. Ayrıca Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığının (TPAO) projeleri (Tüysüz, 1992; Yılmaz vd., 1997a ve 1997b), Maden Tetkik ve Arama (MTA) Genel Müdürlüğü projeleri (Genç vd., 1991) ile Rojay (1993) tarafından gerçekleştirilen doktora tezi bölgenin stratigrafisine büyük katkıda bulunmuşlardır. Bunun yanı sıra inceleme alanı içerisinde yer alan Neojen öncesi temel birimlere yönelik çalışmalar da gerçekleştirmiştir (Çapkinoğlu ve Bektaş, 1998). Çalışma alanı ve çevresinde yapılan jeolojik amaçlı çalışmaların bazıları aşağıda kısaca açıklanmıştır:

Öztürk, (1979) "Ladik-Destek yöresinin stratigrafisi" adlı çalışmasında Havza ve Suluova batısı, Destek ve Taşova doğusu, Kavak kuzeyi ve Amasya merkezi güneyinde bulunan alanının stratigrafisini çalışmıştır. Bu çalışmada, araştırmacı bölgede yüzeylenen kayalar, fliş, kireçtaşı, şist çeşitleri ve metamorfizmaya uğramış bazaltlar olmak üzere dört kayaç türü olarak sınıflandırmıştır. Ayrıca inceleme alanına ait formasyonların (Akdağ,

Yumaklı, Seyfe, Çevirme, Tersakan, Doğdu, Ladik ve Çerkeş) özelliklerini ortaya koymuştur.

Akyacı vd, (1992) “Zile (Tokat) yöresinin stratigrafisi” adlı çalışmasında daha önce yapılmış bölge ile ilgili 1/25000 ölçekli jeoloji haritasında bulunan birimler ile sahada yüzlek olarak görülen formasyonları karşılaştırmıştır. Sahada jeoloji problemlere ışık tutacak önemli yerlerden 7 adet ölçülü stratigrafi kesiti yapılarak ve 237 adet kayaç örnek alınıp inceleme alanının petrografi, sedimentolojisi ve özellikle stratigrafisi incelenmiştir. Üstelik çalışma sonucunda elde edilen sonuçlar ışığında bölgede bulunan kireçtaşlarının Hacılar Formasyonuna ait olduğu düşünülmüştür. İnceleme alanında bulunan formasyonları, yaşlıdan gence ve alttan üste, Turhal Metamorfikleri (Tokat Formasyonu ya da Turhal Grubu), Carcurum formasyonu, Hacılar Formasyonu, Çekerek Formasyonu ve Kemerkaş Formasyonu şeklinde sıralamışlar ve bulundukları yeri ve özelliklerini belirlemişlerdir.

Rojay (1993), “Tectonostratigraphy and neotectonic characteristics of the southern margin of Merzifon-Suluova basin (Central pontides, Amasya)” başlığı altında hazırlamış olduğu doktora tezi çalışmasında Kuzey Anadolu Ana Fayı’nın güneyi ile Ezinepazar Fayı’nın arasında yer alan Merzifon-Suluova Havzası’nın karmaşık jeolojisi ve neotektonik evrimini araştırmıştır.

Tüysüz, (1996) tarafından yapılan “Amasya ve Çevresinin Jeolojisi” başlıklı çalışmada Tokat Masifi’nin batısında yer alan Amasya İli ve çevresini çalışmış ve bölgenin stratigrafi ve tektoniğine katkıda bulunmuştur. Çalışmaya göre inceleme alanında bulunan kayaçların yaş aralığı Paleozoyik ile Kuvaterner olduğu belirlenmiştir. Kuvaterner birimleri dışındaki birimler, diskordans yoluyla beş birime (Liyas Öncesi, Liyas Alt-Kretase, Üst Kretase, Eosen ve Neojen) bölünerek zamana bağlı olarak içindeki formasyonların (Karasenir, Karakaya Kompleksi, Bayırköy, Mudurnu, Carcurum, Bilecik Kireçtaşı, Soğukçam, Amasya) özellikleri ortaya koyulmuştur.

Çapkinoğlu vd, (1997) “Karasenir Formasyonu’ndan (Amasya) Erken Devoniyen ve Permian yaşlı kireçtaşı olistolitleri” adlı çalışmada Amasya güneyinde yüzlek veren Karasenir Formasyonu üzerine odaklanmıştır. Çalışmanın amacı Karasenir Formasyonu’nda bulunan kireçtaşı türleri içinde rastlanan fosil ve algler vasıtasıyla formasyonun yaş ve stratigrafisi belirlemektir. Çalışmada Karasenir Formasyonu içinde bulunan kireçtaşı olistolitlerinde üste yakın noktalar ve alttan örnekler alınarak analiz edilmiştir. Üste yakın noktalardan alınmış örneklerden bazılarının içinde yer alan fosiller sayesinde Erken Devoniyen yaşı tayin edilmiş, bununla birlikte alttan alınmış bazı örneklerin içinde rastlanan

algler vasıtasıyla ise Pemiyeen yaşı belirlenmiştir. Karasenir formasyonunun üzerinde Liyas çökelleri (Kayabaşı Formasyonu) uyumsuz bir şekilde bulunması ve Permiyen'e kadar uzanan olistolitler de olması sebebiyle Karasenir Formasyonu'nun yaşını Triyas'a kadar sınırlandırmışlar. Sonuç olarak araştırmacılar tarafından, Karasenir Formasyonu Triyas yaşlı Karakaya Kompleksi'ne bağlı olduğu ve Amasya civarındaki birimlerin en üst kısmını oluşturduğunu vurgulanmışlardır.

Üstüntaş vd, (1999) "Zile (Tokat) batısında Uzunköy çevresinin stratigrafisi" adını taşıyan çalışmada Tokat batısından Göynücek (Amasya) doğusuna kadar kapsayan bir alanın stratigrafik özellikleri araştırılmıştır. Çalışma alanında görülen kayalardan örnekler alınarak jeolojik, mikroskopik ve kimyasal yöntemlerle yaş, litoloji ve kayaç oluşumları belirlenmeye çalışılmıştır. Alınmış örnekler içinde Tokat Masifi ve Kemerkaş Formasyonu (fosil bulunmadığı için yapılmış eski çalışmalardan bulunmuş yaşları baz alınmış) haricinde bulunan fosiller formasyonların yaş belirlemede önemli rol oynamışlardır. Elde edilen veriler vasıtasıyla yaş ve litolojilerine bağlı olarak çalışma alanındaki birimlerin stratigrafik özellikleri belirlenmiştir. Öyle ki çalışma sonucunda inceleme alanında yer alan birimler yaşıdan gence ve aynı anda alttan üste Tokat Masifi (Permo-Triyas), Amasya Grubu'na (Üst Jura-Alt Kretase) ait formasyonlar (Ferhatkaya ve Carcurum), Kozluca aglomera, Kuzalan ve Göynücek aglomeralarla oluşan Çekerek formasyonu (Orta Eosen) ve karasal çökellerden oluşan Kemerkaş Formasyonu (Miyo-Pliyosen) olarak sıralanmıştır.

Atalay, (2001), tarafından yapılan "Amasya Yöresindeki Linyitli Çeltek Formasyonu'nun Stratigrafisi, Fasiyes ve Çökelleme Ortamı Özellikleri" adlı çalışma Amasya kuzey ve kuzey-batısında Suluova, Hamamözü, Göynücek ve çevrelerini kapsamaktadır. Çalışma sonunda Çeltek Formasyonu yaşı Orta Eosen olarak kabul görmüş, yüzlek şekilde görülen istiflerin üzerinde yapılmış, birim 10 fasiyese ayrılarak tek tek özellikleri belirlenmiştir.

Koç vd, (2002) "Suluova (Amasya) kuzeyindeki kömürlü Eosen çökellerinin sedimantolojik özellikleri" adlı çalışmada Suluova İlçesi'nin kuzeyinde bulunan jeolojik formasyonlarının özellikleri belirlemesine odaklanmıştır. İnceleme alanındaki birimlerin yaş, stratigrafi ve oluşum koşulları ile ilgili katkıda bulunmuştur. Elde edilen veriler vasıtasıyla çalışma alanındaki kömürler ikiye ayrılmış: delta düzlüğündeki göl ve batıklıklardan oluşan Çeltek Formasyonu'na ve lagünden oluşmuş olanın Armutlu Formasyonu'na ait olduğunu belirtmişlerdir.

Yılmaz vd, (2004) tarafından yapılan “Tokat Masifi’nin Jeolojisi ve Yapısal Evrimi” çalışmada Amasya ve Reşadiye arasında geniş bir yayılım ile bulunan Liyas Öncesi yaşta olan kayaçların jeolojisi ve yapısal evrimi araştırılmıştır. Bu çalışmada, inceleme alanında bulunan birimler ikiye (Turhal Metamorfikleri ve Devecidağı Karışığı) ayrılarak tek tek ayrıntılı jeolojik ve yapısal özelliklerine katkıda bulunmuşlardır.

Bilgehan (2004), tarafından “Taşova Dolayındaki Heyelanların Mühendislik Jeolojisi İncelemesi” adlı doktora tez çalışmasında Taşova İli’nde bulunan heyelan alanındaki jeolojik formasyonların mühendislik özellikleri incelenmiştir.

Yolcubal vd (2014) tarafından “Turhal-Pazar-Zile (Tokat) Yöresinin Üst Mesozoyik Stratigrafisi” adı taşıyan çalışmada Zile, Turhal ve güneyindeki Pazar İlçesi kuzeyinde yer alan birimlerin jeolojik ve stratigrafi (kayaç türleri, yaşı, birimlerin kalınlık ve uyumluluğu) özellikleri incelenmiştir.

Yuva (2015), “Tokat Metamorfik Masifi içindeki Metagabroyik Kayaçların Petrolojisi ve Jeodinamik Ortamı” başlığı altında hazırlamış olduğu Yüksek Lisans Tezi çalışmasında Amasya İli’nin güneydoğusunda yer alan Aksular ve Kızılca köyleri ve çevrelerinde yüzeyleyen, Tokat Masifi’ne ait metagabroyik kayaçlarının petrografik ve jeodinamiğini incelemiştir.

Gürbüz vd (2015), tarafından yapılan “Strikke-slip faulting, topographic growth and block movements as deduced from drainage anomalies: The Yeşilırmak River basin, northern Turkey” isimli makalesinde Türkiye’de üçüncü en geniş havza olan Yeşilırmak Havzası’nda bulunan Kuzey Anadolu Fayı, Ezinepazar-Sungurlu Fayı ve diğer faylar tektonik açıdan incelenmiş, bu fayların depremler oluşturma olasılığı araştırılmıştır.

Erturaç vd (2017), tarafından yapılan “Yeşilırmak Taraçalarında (Orta Kuzey Anadolu) Geç Pleyistosen İklim Değişiklikleri Ve Düşey Yönlü Deformasyona Akarsu Cevabının Araştırılması” çalışmasında Yeşilırmak Nehri’nin Çekerek Irmağı ile birleştiği Geldingen Ovası’nın güney kesiminde, her bir iki akarsuyun yakın çevresi (+70 metre üst kotlara kadar) boyunca bulunan depolanmalı taraça sistemi iklim değişikliği verilerine bağlı olarak çalışılmıştır.

1.4.2. Hidrojeoloji ile İlgili Çalışmalar

Fırat Ersoy vd (2007) tarafından yapılan “Nitrat, nitrit and ammmonia concentration in groundwater: a case study from Gümüşhacıköy Plain, Turkey” adlı çalışmada Türkiye’nin kuzeyinde bulunan Amasya İli kuzey batısında yer alan Gümüşhacıköy Ovası’nın yeraltı suyu kalitesi nitrit ve nitrat açısından incelenmiştir. Temmuz 2003 ile Ağustos 2004 yılları arasında kuyulardan (ilk aşama 16 kuyu ve ikinci aşamada ise 49 kuyu) alınan su örneklerinde pH, Elektriksel İletkenlik, nitrat, nitrit, amonyak ve majör (katyon ve anyon) iyonları analiz edildikten sonra Coğrafik Bilgi Sistemi yardımıyla incelenmiştir. Çalışmanın sonucunda Gümüşhacıköy yeraltı suyu kalsiyum bikarbonatlı fasiyesi olduğu gösterilmiştir. Ayrıca nitrat konsantrasyonu yönünden Türk Standart’ına göre su kalitesi iyi olduğu ve nitrit ve amonyak konsantrasyonları ise limit aştıklarını belirtilmiştir. Son olarak nitrit, nitrat ve amonyak iyonları ile kuyuların derinliği arasındaki ilişkiyi incelenmiştir. Kuyu derinliği ile bu parametreler arasında çok zayıf ilişki olduğu belirtilmiştir.

Fırat Ersoy (2007) tarafından yapılan “Gümüşhacıköy (Amasya) Akiferi’nin yeraltısuyu akım modeli” başlığı altında hazırlanan doktora tezinde ArcGIS programı ortamında Merzifon-Gümüşhacıköy Havzası’nda bulunan akiferinin sınırı, topografik kontur, kuyu koordinatları, kuyu sayısı, gözlem kuyusu, akarsu, akifer taban kotu, hidrolik parametreler, beslenme, alt derinlik ve süzülme veri tabanları hazırlanmıştır. Elde edilen veri tabanları kullanılarak yeraltı suyu akım modeli oluşturulmuştur.

Fırat Ersoy ve Gültekin (2013) tarafından “DRASTIC-based methodology for assessing groundwater vulnerability in the Gümüşhacıköy and Merzifon basin (Amasya, Turkey)” adlı çalışmada Türkiye’nin kuzeyinde bulunan Amasya İli’nin kuzey batısında yer alan Gümüşhacıköy-Merzifon Ovası’nın Hassasiyet haritası Coğrafik Bilgi Sistem (ArcGIS) ile DRASTIC yöntemi kullanılarak belirlenmiştir. Hassasiyet haritası için yeraltı suyu derinliği, net beslenme, akifer ortamı, toprak bünyesi, eğim (yüzeysel), doymamış bölge ve hidrolik ilekenlik parametrelerinin etkilerini kullanılmıştır. Hazırlanan DRASTIC Hassasiyet haritasına göre yeraltı suyu açısından çalışma alanının ortasında %16’sı yüksek, batı ve güneydoğusunda %47’si düşük ve %37’si orta değer hassasiyetine sahip olduğu ortaya çıkarılmıştır.

Amasya Valiliği Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü tarafından 2013’ten 2017’ye kadar hazırlayan yılın “Amasya Çevre Durum Raporu” çalışmalarında Amasya İli yerüstü ve yeraltı su kaynaklarının kantitatif ve kalitatif açısından değerlendirmesi yapılmaktadır.

Raporların sonucunda, Amasya’da yeraltı su seviyesinin genel olarak azaldığını ve özellikle Gümüşhacıköy-Merzifon Ovası’nda bulunan akiferlerin aşırı tüketime maruz kaldığı belirtilmiştir. Ayrıca, evsel ve endüstriyel kaynaklı atıksuların arıtılmadan Yeşilirmak ve yan kollarına boşaltılmaları, tarımda kullanılan zirai ilaçlar, tarımsal gübreler, hayvansal atıklar ve erozyon kaynaklı yüzeysel akıntılar su kaynakları kirliliğine sebep olmaktadır.

1.4.3. Su Kalite Endeksleri ile İlgili Çalışmalar

Hassen vd (2005), “The Canadian water quality index: a tool for water resources management” çalışmasında Kanada Su Kalite Endeksi (CWQI) yöntemine göre su kaynaklarında hesaplanan Su Kalite Endekslerinin zamansal ve mekansal açısından değişmesini incelemişlerdir. CWQI hesaplamasında yer alan üç faktörün (F_1 , F_2 ve F_3) final değerine olan etkilerinden de bahsetmişlerdir.

Lumb vd (2011), “A comparative study of USA and Canadian water quality index models” adlı çalışmada ABD (OWQI: Oregon Su Kalite Endeksi, MWQI: Multiplicative Su Kalite Endeksi, AWQI: Additive Su Kalite Endeksi) ve Kanada (CWQI: Kanada Su Kalite Endeksi) tarafından geliştirilmiş Su Kalite Endeksleri (WQI) karşılaştırılmıştır. Çalışmada 2002-2006 yılları arasında Kanada’nın Ontario eyaletindeki 30 nehir sahasından alınan su kalitesi verileri (amonyak, klorür, nitrat, fosfat, krom, nikel, çinko, sertlik, sıcaklık ve pH) kullanılmıştır. Sonuç olarak araştırmacılar tarafından AWQI ve MWQI modellerinden elde edilen değerlerin CWQI endeksine göre daha yüksek değerler verdiği, aynı zamanda OWQI ve CWQI modellerinden çıkan endeks değerleri birbirine yakın olduğu belirlenmiştir.

Damo ve Icka (2013), “Evaluation of water quality index for drinking water” çalışmasında Arnavutluk’un Pogradec şehrinde kaynak suyundan içme suyu olarak kullanılan sulardan 6 musluk noktasından 2011 yılında günlük olarak alınan su örneklerinde tad, koku, sıcaklık, pH, EC, bulanıklık, nitrat, nitrit, amonyak, klorür ve mikrobiyal yükü parametreleri sonuçlarıyla CWQI yöntemine göre su kalite endeksi belirlenmişlerdir. CWQI modelinden çıkan su kalite endeksi 87,81 olarak belirlenip suyun kalitesi iyi olduğu ve bulanıklık dışında diğer parametrelerde sorun olmadığı ileri sürmüşlerdir.

Paun vd (2016), “Water quality indices-methods for evaluating the quality of drinking water” çalışmasında OWQI, National Sanitation Foundation WQI (ABD Ulusal Sanitasyon Vakfı’nın Su Kalite Endeksi), Weight Arithmetic WQI (Ağırlık Aritmetiği Su Kalite

Endeksi) ve CWQI yöntemlerine yönelik bilgiler verdikten sonra her birinin avantaj ve dezavantajları hakkında tartışma yapmışlardır.

Maraşlıoğlu ve Öbekcan (2017), “Assessing the water quality and eutrophication of the Tersakan stream (Samsun-Amasya, Turkey) using water quality index (WQI) method” çalışmasında Tersakan Çayı üzerinde bulunan 4 örnek noktasında (ikisi Ladik ilçesinde Ladik gölü yanı ve Amasya’ya girmeden, birisi Suluova ilçesinde Yedikir Barajı yanı ve son olanı da Merkez ilçesinde Tersakan-Yeşilirmak karışım öncesi) 6 yıl (2003-2009) boyunca aylık olarak ölçülmüş EC, pH, sıcaklık, DO, amonyak, nitrit, nitrat, fosfat, BOİ ve KOİ parametreleriyle WQI endeksleri hesaplamışlardır. Elde edilen sonuçlar ışığında, Amasya dışında istasyonlardan (WQI= 87,1 ve 85,2; orta derecedeler) Amasya İli’ndeakilere doğru (WQI= 40,6 ve 54,3; çok kötü derecedeler) Tersakan Çayı’nın su kalitesinde düşüş olduğu görülmüştür. Bunun sebebinin Suluova ve Merkez ilçede bulunan fabrikalar ve ayrıca Suluova, Gümüşhacıköy ve Merzifon ilçelerinde yoğun bir şekilde yapılan hayvancılık ve tarım faaliyetlerinin olduğu ileri sürülmüştür.

Koç (2018), “Water quality index for measuring drinking water quality of Bodrum Peninsula-Turkey” çalışmasında Bodrum Yarımadası’nda bulunan Çamköy yeraltı suyundan oluşan Muncular ve Geyik barajlarından 1995 ve 2015 yılları arasında alınan örnekleri üzerinde ölçülmüş pH, renk, EC, Toplam Çözünmüş Katı Madde, klorür, magnezyum, kalsiyum, sülfat, sodyum, potasyum, bakır, nitrat, nitrit, amonyak, fosfat, organik madde, BOİ, KOİ, bulanıklık, DO ve toplam sertlik parametrelerinin sonuçlarıyla WAWQI (Ağırlık Aritmetiği Su Kalite Endeksi) yöntemi kullanılarak WQI hesaplamıştır. Araştırmacı, elde ettiği değerler (Muncular Barajı için WQI = 84,92 ve Geyik Barajı için ise WQI = 91,11) ışığında suların çok kötü kalitede olduğunu ve arıtmadan içme suyu olarak kullanılmaması gerektiğini belirtmiştir. Ayrıca kirliliğin BOİ, KOİ, bulanıklık, DO, ve toplam sertlik parametrelerinden geldiğini ileri sürmüştür.

1.4.4. Yapay Sinir Ağları ile İlgili Çalışmalar

Ramasamy vd (2003), “Modeling nitrate concentration in ground water using Regression and Neural Network” adlı çalışmasında Amerika Birleşik Devletleri’nin Delaware Eyaleti deniz kıyısındaki yeraltı suyunun demir konsantrasyonu, mevsim ve kuyuların kümes hayvanına olan mesafesini kullanarak, yeraltı suyunun nitrat konsantrasyonu modellemesi Çoklu Doğrusal Regresyon ve Geri Yayılım YSA yöntemleri

ile yapmışlardır. Çalışma sonucunda ölçülmüş nitrat verileriyle hesaplanan determinasyon katsayısı (R^2) hem eğitim seti hem de doğrulama setinde iki yöntem birbirine yakın sonuçlar (Regresyon eğitim seti 0,45, doğrulama seti 0,56 ve YSA eğitim seti: 0,45 ve doğrulama seti ise 0,55) verdiğini belirlemişlerdir. Fakat hesaplan Ortalama Mutlak Hata (OMH Regresyon eğitim seti 0,98, doğrulama seti: 1,11 ve OMH YSA eğitim seti: 0,35, doğrulama seti: 0,31) ve Ortalama Karesel Hata (OKH Regresyon eğitim seti 1,15, doğrulama seti: 1 ve OKH YSA eğitim seti: 0,22, doğrulama seti: 0,17) değerlerine göre YSA'nın Regresyon yönteminden daha iyi sonuçlar verdiği ortaya çıkmıştır.

Kuo vd (2004) tarafından yapılan "Evaluation of the ability of an artificial neural network model to assess the variation of groundwater quality in an area of blackfoot disease in Taiwan" adını taşıyan çalışmalarında Tayvan'ın Yun-Lin bölgesi'nde bulunan deniz kıyılarındaki yeraltı su kalitesinin 1992 ile 1998 yılları arasındaki ölçülmüş EC ve Cl^- , SO_4^{2-} , K^+ , Mg^{2+} konsantrasyonu, alkalinite ve toplam organik karbon (TOC) parametreleri ile sırayla tuzlanma ve arsenik iyonu konsantrasyonu değişiklikleri Yapay Sinir Ağları (YSA) geri beslenmeli tekniği kullanarak modellenmiştir. Modelleme sonucunda hem test hem de değerlendirme aşamasında en küçük OKHK (10^{-3})'ya sahip olan (C model) en iyi model olarak belirlenmiştir.

Yesilnacar vd (2007), "Neuron network prediction of nitrate in groundwater of Harran Plain, Turkey" adlı çalışmada Türkiye'nin Şanlıurfa ilçesinde yeralan Harran Ovası'nın yeraltısuyunun nitrat konsantrasyonu modellemesi YSA Geri Yayılım tekniği, ara katmanında tan-sigmoid ve çıkış katmanında ise doğrusal transfer fonksiyonları kullanarak yapmışlardır. Ayrıca, Geri Yayılım tahmin yöntemine ait 12 algoritmadan Levenberg-Marquardt algoritması, ara katmanındaki nöron sayısı (25) deneme yanılma tekniğiyle ve giriş parametrelerinin model oluşturken oynadığı rolü (sırayla en önemliden: EC, pH, yeraltı suyu seviyesi ve sıcaklık) ortaya koymuşlardır. Bu çalışmada, araştırmacılar giriş katmanına 24 kuyudan bir yıl boyunca aylık olarak ölçülmüş pH, EC, sıcaklık ve yeraltı suyu seviyesi sokarak tahmin edilen ile ölçülmüş nitrat konsantrasyonu (toplam verisi) arasındaki determinasyon katsayısı ile Ortalama Karesel Hata sonuçları sırayla 0,93 ve 0,0488 olarak bulmuşlardır.

Najah vd (2009) tarafından yapılan "Prediction of Johor River Water Quality Parameters Using Artificial Neural Network" adlı çalışmada Malezya'da, Johor Havzası'nda bulunan nehrin 1998 ile 2002 yılları arasında ölçülen TDS, Eİ ve bulanıklık parametreleri Yapay Sinir Ağları (YSA) kullanılarak değerlendirilmiş, her bir parametrenin

modellemesi yapmıştır. Johor Nehrin ana ve ikincil koluna ait TDS, Eİ ve bulanıklık parametreleri arasında ilişki olduğu (korelasyon katsayısı 0,76 ile 0,91) belirtilmiştir.

Bayram (2011), tarafından yapılan “Harşit Çayı su kalitesinin mevsimsel değişiminin incelenmesi ve askı madde konsantrasyonunun Yapay Sinir Ağları yöntemi ile tahmin edilmesi” adlı doktora tezinde Gümüşhane ilinde Doğu Karadeniz Havzası’nın Harşit Çayı’nın membasından mansabına doğru 10 gözlem istasyondan Mart 2009 ve şubat 2010’u kapsayan süreçte on beş (15) gün aralıklarla alınmış olduğu su örneklerin su kalitesi parametrelerini (Sıcaklık, pH, ÇO, Eİ, Bulanıklık, Askıda Katı Madde (AKM), Mangan, Aliminyum, Ortofosfat fosforu, krom, Amonyum azotu, Nitrit azotu, Nitrat azotu, Toplam azotu, Toplam demir, Toplam kjeldahl azotu, Toplam organik karbon, Toplam sertlik, Kimyasal oksijen ihtiyacı) değerlendirerek Harşit Çayı ana kolunun su kalitesini incelenmiştir. Bu çalışmada bulanıklık, toplam demir ve toplam krom parametreleri kullanarak farklı kombinasyonlar oluşturarak AKM konsantrasyonu YSA ve Regresyon Analizi teknikleri kullanarak modellenmiştir. Ölçülmüş AKM konsantrasyon değerleri ve oluşturmuş modellerden elde edilen AKM konsantrasyon hem YSA metodu hem de Regresyon Analizi metoduyla OKHK ve OMH hesaplanarak karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma sonucunda YSA her aşamasında en küçük OKHK (YSA deneme aşamasında 20.38, RA deneme aşamasında ise 29.43 ve YSA doğrulama aşamasında 13.05, RA doğrulama aşamasında ise 13.35) ve en küçük OMH (YSA deneme aşamasında 11.67, RA deneme aşamasında ise 21.56 ve YSA doğrulama aşamasında 10.29, RA doğrulama aşamasında ise 12.75) değerlerine sahip olduğuna göre üstün kılınmıştır.

Zare vd (2011), “Forecasting nitrate concentration in groundwater using artificial neural network and linear regression models” adlı çalışmada İran’ın Arak Akiferinde yeraltı suyunun nitrat konsantrasyonu modellemesi Na^+ , K^+ , Mg^{+} , Ca^{+} , HCO_3^{-} , Cl^{-} , SO_4^{-} , pH, EC, TDS ve Toplam Sertlik parametreleriyle Geri Yayılım YSA ve Doğrusal Regresyon yöntemleri kullanarak çalışılmıştır. Girişte kullanılan parametrelerinden birçok kombinasyon deneyerek en iyi modeli ve inşaat edilen modellerine karşı parametrelerin etkisi de belirlenmiştir. Çalışmanın sonunda Na^+ , Mg^{+} , Ca^{+} , HCO_3^{-} , Cl^{-} , pH, EC ve Toplam Sertlik YSA’ndan ve Na^+ , K^+ , Mg^{+} , Ca^{+} , HCO_3^{-} , Cl^{-} , SO_4^{-} , pH, EC, TDS ve Toplam Sertlik Doğrusal Regresyon yönteminden en iyi kombinasyonları olmuştur. Ayrıca toplam veriden hesaplanan determinasyon katsayısının karekökü R^2 , Ortalama Karesel Hata Karekökü ve Ortalama Mutlak Hata sonuçlarına göre YSA ($R=0,87$, OKHK=10,46 ve OMH=7,77)

Doğrusal Regresyon yönteminden ($R=0,73$, $OKHK=14,45$ ve $OMH=10,36$) en iyi olarak tespit edilmiştir.

Karaboran vd (2013), tarafından hazırlayan “Serbest akiferlerdeki yeraltı su seviyeleri ile meteorolojik veriler arasındaki ilişkinin Yapay Sinir Ağları ile belirlenmesi” adlı yüksek lisans çalışmasında Türkiye’nin İç Anadolu Bölgesi’nde bulunan Kayseri İli’nin güneybatısında yer alan Develi Yeşilhisar Alt Havzası’ndaki 2007 ve 2010 yılları arasında günlük meteorolojik veriler ve iki farklı kuyudan ölçülmüş yeraltı su seviyesi verileri Çok Katmanlı Yapay Sinir Ağları (ÇKYSA), Radyal Tabanlı Yapay Sinir Ağları (RTYSA) ve Çoklu Doğrusal Regresyon (ÇDR) teknikleri kullanılarak bir sonraki yeraltı su seviyesini tahmin etmeye çalışılmıştır. Bu çalışmada, Temel Bileşenler Analizi (Principal Component Analysis) kullanılarak yeraltı su seviyesi ile yüksek ilişkisi olan parametreler olarak ortalama sıcaklık, ortalama nispi nem, ortalama buhar basıncı ve referans evapotranspirasyon girdi olarak seçilmiştir. Yeraltı su seviyesi her bir kuyu için modellenmiştir. 2007-2008 yılları arasındaki veriler eğitim aşamasında ve 2009-2010 yılları arasındaki veriler ise test aşamasında kullanmış olup modellenen veriler ve ölçülmüş veriler arasındaki OKH, OMH ve determinasyon katsayısı hesaplanarak bu üç teknikten en iyisi ÇKYSA tekniği olduğunu belirlemiştir.

Lohani vd (2015) tarafından “Application of artificial neural network for groundwater level simulation in Amritsar and Gurdaspur districts of Punjab, India” adlı çalışmasında Hindistan’ın kuzeyinde bulunan Punjab bölgesi’nde yer alan Amritsar ve Gurdaspur ilçeleri’nde 2006 ile 2013 yılları arasındaki 60 m derinlikte olan kuyudan aylık yeraltı su seviyesi ve yağmur su miktarı (mm) verilerini değerlendirerek YSA kullanarak yeraltı su seviyesi tahmininde bulunmuşlardır. Matlab programı ile gerçekleştirilen çalışmada geri yayımlı algoritması ile tek gizli katmanlı tekniği kullanılmış, girişte yeraltı su seviyesi ile yağmur su miktarı verileri çıkışta ise yeraltı su seviyesi tahmin edilmiştir. Tahmin edilen yeraltı su seviyesi verileri ve ölçülmüş olan yeraltı su seviyesi veriler arasındaki determinasyon katsayısı (R^2) ile ortalama karesel hatanın karekökü (OKHK) hesaplanarak modelin başarılı olup olmadığını değerlendirmişlerdir. Böylece elde edilen determinasyon katsayısı eğitme aşamasında (2006-2010 yılları arasındaki verileri ile) 0.868 ile 0.991 arasında ve doğrulama aşamasında (2011-2013 yılları arasındaki verileri ile) ise 0.827 ile 0.932 değerleri arasında değişmektedir. Ortalama karesel hatanın karekökü (OKHK) ise eğitme aşamasında 0.20 ile 1.73 değerleri arasındayken, doğrulama aşamasındaki değerleri

ise 0.35 ile 2.26 arasında değişmektedir. YSA tekniğinin yeraltı su seviyesinin yüksek bir belirlilik ile hesaplanabileceği belirtilmiştir.

Djurovic vd (2015) tarafından yapılan “Comparison of Groundwater Level Models Based on Artificial Neural Networks and ANFIS” başlığı altında makele araştırmasında Sırbistan’ın kuzeyinde Vojvodina bölgesi’nde yer alan Danube Nehrinin sol sahilinde Haziran 1990 ile Mart 2010 yılları arasında üç farklı kuyuda ölçülmüş aylık yeraltı su seviyesi, Danube Nehrinin su seviyesi ve Danube Nehrine ait ikincil kolunun su seviyesi verilerini kullanarak yeraltı su seviyesi tahmini için ANFİS (Adaptive Neuro Fuzzy Inference System) ve YSA teknikleri ile modelleme yapmıştır. Modeller hem girişte hem de çıkışta bulunan üç kuyunun su seviyesi kullanarak bir ay sonraki yeraltı su seviyesi tahmini üzerine oluşturulmuştur. Elde edilen modellerin başarısını değerlendirmek için ölçülmüş yeraltı su seviyesi veriler ile modellenen yeraltı su seviyesi veriler arasındaki ilişki hesaplanmıştır. Böylece determinasyon katsayısı (R^2), verimlilik katsayısı ve ortalama karesel hatanın karekökü hem ANFİS hem de YSA metodundan oluşan verilerle hesaplanmıştır. Bulunan değerler ise Danube Nehrine en yakın kuyudan en uzak kuyuya sırayla ANFİS tekniğiyle elde edilen sonuçlardan determinasyon katsayısı R^2 0.9623, 0.9376 ve 0.9197’dir, verimlilik katsayısı 0.9258, 0.8789 ve 0.8458’dir ve ortalama karesel hatanın karekökü ise 0.1509, 0.1475 ve 0.1523’dir. YSA tekniğiyle elde edilmiş sonuçlar ise determinasyon katsayısı R^2 0.9615, 0.9431 ve 0.9236’dir, verimlilik katsayısı 0.9244, 0.8886 ve 0.8510’dir ve ortalama karesel hatanın karekökü ise 0.1524, 0.1415 ve 0.1502’dir. Sonuç olarak ANFİS ve YSA teknikleri ile başarılı bir şekilde yeraltı su seviyesini modellenebileceğini belirlemişlerdir.

Altuntaş (2018) tarafından yapılan “Yeşilirmak Havzası su kalitesi parametrelerinin yapay zeka teknikleriyle modellenmesi” başlığı altında hazırlamış olduğu yüksek lisans tez çalışmasında Türkiye’nin kuzeyinde bulunan Yeşilirmak Havzası’nda 20 adet akım gözlem istasyonlarından 1995 ve 2015 yılları arasındaki ölçülmüş yerüstü su kalitesinin parametrelerini (pH, Eİ, Th, T ve TDS) kullanarak ANFİS (Adaptive Neuro Fuzzy Inference System: Uyarlamalı Bulanık Yapay Sinir Ağı Çıkarım) metodu ve YSA metoduna ait Çok Katmanlı Yapay Sinir Ağları (ÇKYSA) teknikleriyle çözünmüş oksijen (ÇO) modellemesini yapmıştır. Matlab programı ile her iki teknikle bir giriş kombinezonla başlayarak beş giriş kombinezona kadar ölçülmüş verilerle beraber deneyerek oluşan modellerin verileriyle karşılaştırarak en iyi kombinezonlar ortaya koyulmuştur. Modellerin arasında kıyaslama işleminde ölçülmüş ÇO veriler ve modellenen ÇO veriler arasındaki OKHK, OMH ve R^2

değerlerini hesaplanarak en büyük determinasyon katsayısı ve en küçük OKHK ile OKH'ya sahip olanı en iyi model olduğunu belirlenmiştir. ÇKYSA ile elde edilen en iyi ÇO tahmini üç girişte olan T-Eİ-Aylar test aşamasında OKHK, OMH ve R^2 sırayla 1.39, 3.58 ve 0.49, eğitme aşamasında ise 1.72, 6.40 ve 0.48 bulunmuştur. ANFİS ile elde edilen en iyi ÇO tahmini dört girişte olan (T-Eİ-TH-Aylar) gözlemlenmiştir ve test aşamasında OKHK, OMH ve R^2 sırayla 1.35, 3.88, ve 0.45, eğitme aşamasında ise 1.53, 4.33 ve 0.64 bulunmuştur. Uyarlamalı Bulanık Yapay Sinir Ağı Çıkarım Sistemi (ANFİS) ve ÇKYSA teknikleriyle bulmuş olduğu OKHK, OMH ve R^2 değerleri birbirlerine çok yakın olduğundan dolayı bu yöntemlerin birbirlerine karşı bir üstünlük olmadığını belirlenmiştir.



2. YAPILAN ÇALIŞMALAR VE KULLANILAN YÖNTEMLER

Bu çalışmada Amasya İli yeraltı ve yerüstü sularının kalitesi belirlenmeye ve geçmişte yapılmış su analiz sonuçları da değerlendirilerek ilin yeraltı ve yüzey sularının nitrat konsantrasyonu YSA ve ÇDR teknikleri kullanılarak değerlendirilmiş, geleceğe yönelik su kalitesi tahmini yapılmaya çalışılmıştır. Bu nedenle ilgili birimlerden inceleme alanına ait geçmişe yönelik yeraltı ve yüzey suların analiz sonuçları elde edilmiş, güncel kalite durumları belirlemek için ise 2019 yılında örnekler alınarak laboratuvarlarda analiz yaptırılmıştır.

Çalışmalar arazi, laboratuvar ve büro çalışmaları olmak üzere üç aşamada gerçekleştirilmiştir:

2.1. Arazi Çalışmaları

Çalışma alanındaki yerüstü ve yeraltı sularının mevcut kalitesini belirlemek amacıyla 2019 yılı kasım ve aralık aylarında yeraltı ve yerüstü sularında yerinde ölçümler yapılmış ve kimyasal analizleri için örnekler alınmıştır.

Amasya İl ve ilçelerinde seçilen 15 yeraltısuyu ve 5 yüzeysel su noktalarında sıcaklık (T), EC, pH, TDS ve DO ölçümleri HACH-HQ40D model çoklu parametre ölçer ile yerinde yapılmıştır (Şekil 2.1).



Şekil 2. 1. Arazide yerinde ölçüm çalışmaları (Kurtboğan (a) ve Yassıçal (b))

Örnekleme işlemi, her noktada yerinde ölçümler bitirdikten sonra yapılmıştır. Majör anyon-kasyon, iz element, pestisit ve mikrobiyolojik analizler için farklı şişeler kullanılarak örnekleme yapılmıştır. Su örneği alınacak şişeler üç kere çalkalandıktan sonra tam doldurulmuş ve ağızları sıkıca kapatılmıştır. Mikrobiyolojik analizler için 0,5 mililitrelik steril şişeler ve diğer analizler için ise 0,50, 1 ve 2 mililitrelik polietilen şişeler kullanılmıştır (Şekil 2.2). Alınan örnekler aynı gün içerisinde Samsun Halk Sağlığı Laboratuvarı ve Amasya Belediye Laboratuvarı'na ulaştırılmıştır.



Şekil 2. 2. İnceleme alanındaki yüzey suyunun Tersakan-Yeşilırmak karışım sonrası nokta (a) ve Belediye kuyuları olan Kurtboğan (b), Ezinepazar (c) ve Taşova Obam Tesisi (d)'de örnek alımı

2.2. Laboratuvar Çalışmaları

Yerüstü sularını ve yeraltısularını temsil ettiği düşünülen noktalardan alınan tüm su (yüzeysel ve yeraltı) örneklerinde fiziksel, inorganik kimyasal, organik, inorganik kirlenme parametreleri; yeraltı su örneklerinde majör anyon-katyon ve yüzeysel su örneklerinde ise KOİ-BOİ analizleri yaptırılmıştır.

KOİ-BOİ analizleri Amasya Belediye Laboratuvarı'nda ve diğer analizler Samsun Halk Sağlık Laboratuvarı'nda yaptırılmıştır.

2.3. Büro Çalışmaları

Büro çalışmaları, çalışma konusunun belirlenmesi ile birlikte başlamış, öncelikle bölgede yapılmış olan önceki çalışmalar (tez, makale, rapor vs) derlenerek bunlardan çalışma konusu ile yakından ilgili olan araştırmalar dikkatle gözden geçirilmiştir.

2.3.1. Haritalama İşlemleri

Haritalama işlemleri Coğrafi Bilgi sistemleri (CBS) ortamında ARCGIS 10.3.1 versiyonu ile gerçekleştirilmiştir. Amerika Birleşik Devletleri Jeoloji Araştırma Enstitüsü (USGS) sitesinden alınan Amasya İli E00 formatında dosyaları ile birlikte ARCGIS 10.3.1 versiyonu üzerinde yükseklik modeli oluşturulmuştur (Şekil 1.3). Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden alınan yağış ve sıcaklık verileri ile Thorntwaite yöntemine göre potansiyel buharlaşma-terleme hesaplanmış, gerçek buharlaşma-terleme, su noksanı, su fazlası değerleri belirlenmiştir. Sıcaklık, yağış miktarı ve hesaplanmış diğer parametrelerin dağılım haritaları hazırlanmıştır (Şekil 1.4, 1.5 ve 1.8'den 1.11'e).

Amasya İli bütününe kapsayacak şekilde 1/25.000 ölçekli topoğrafik ve jeolojik haritalar sayısallaştırıldıktan sonra üzerinde bulunan yüzeysel sular (akarsular, baraj ve göletler) jeolojik formasyonlar, faylar vs çizilerek jeolojik ve hidrojeolojik haritaları oluşturulmuştur (Şekil 3.2 ve 3.7). Ayrıca yeraltı ve yüzey sularına ait örnek noktaları harita üzerinde gösterilecek şekilde hazırlanmıştır.

2.3.2. Su Kaynaklarının Jeokimyasal İncelemesi

İlgili kurumlardan (DSİ ve Amasya Belediyesi) geçmiş yıllara ait su kalite verileri ve 2019 yılı Kasım-Aralık aylarında yeraltı ve yüzey sularında yapılan örneklemelerden elde edilen analiz sonuçları birlikte değerlendirilmiştir. Değerlendirmede her su kalite parametresinin verdiği sonucu Türk Standardı (TS 266) ve/veya Dünya Sağlık Örgütü (World Health Organisation WHO) tarafından içme-kullanma suyu için belirlenen sınır değerlerine göre grafiklerde gösterilecek şekilde karşılaştırılmış, böylece her örnek noktası için uygun olmayan parametreler ve tespit edilmiş, uygun olmayan parametrelerin hangi tarihli analiz olduğu da belirlenmiştir.

Çalışılan yeraltısularında yapılan analiz sonuçlarının doğruluğunu denetlemek için kation-anyon dengesi veya yüzde hata değeri eşitlik (4) kullanılarak belirlenmiştir.

$$\%Hata = \frac{[(TK - TA) \times 100]}{(TK + TA)} \quad (4)$$

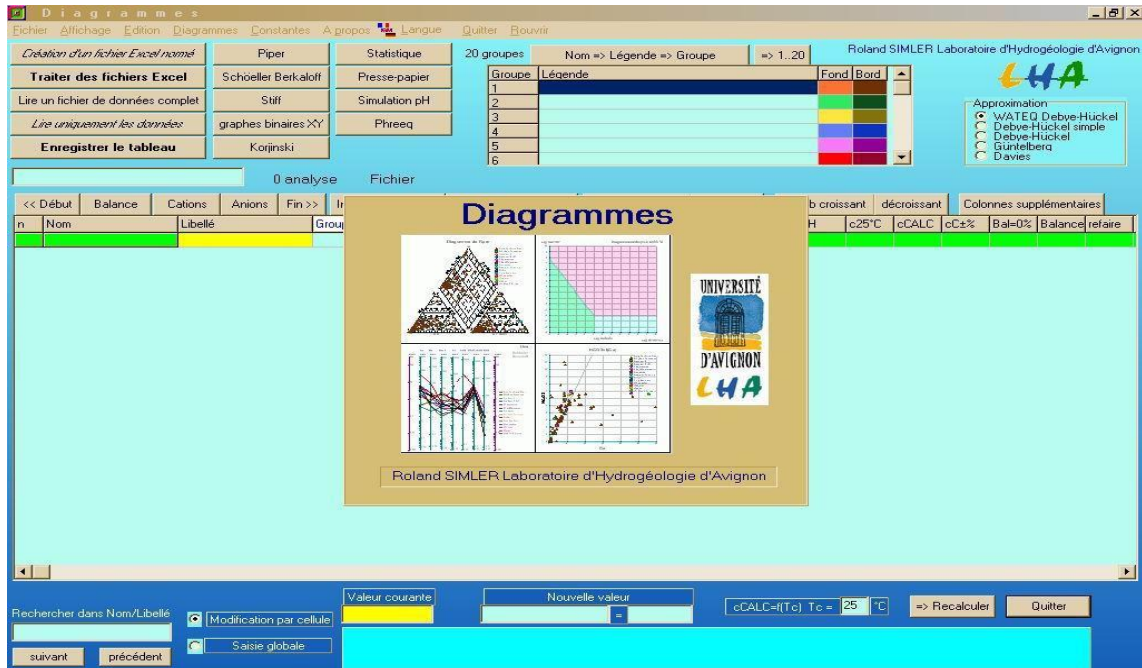
Burada TK toplam kation, TA toplam anyon ifade etmektedir. Formülde kation ve anyon olarak bulunan tüm parametreler için Mek/L birimi kullanılmıştır. Buna bağlı olarak analiz sonuçlarının sağlıklı bir şekilde değerlendirilebilmesi için hata oranlarının %5 veya altında olması istenmektedir.

Çalışmada yeraltı sularında toplam sertlik değeri eşitlik (5) kullanılarak Fransız sertlik derecesi cinsinden hesaplanmış ve sertlik açısından sınıflandırılmıştır.

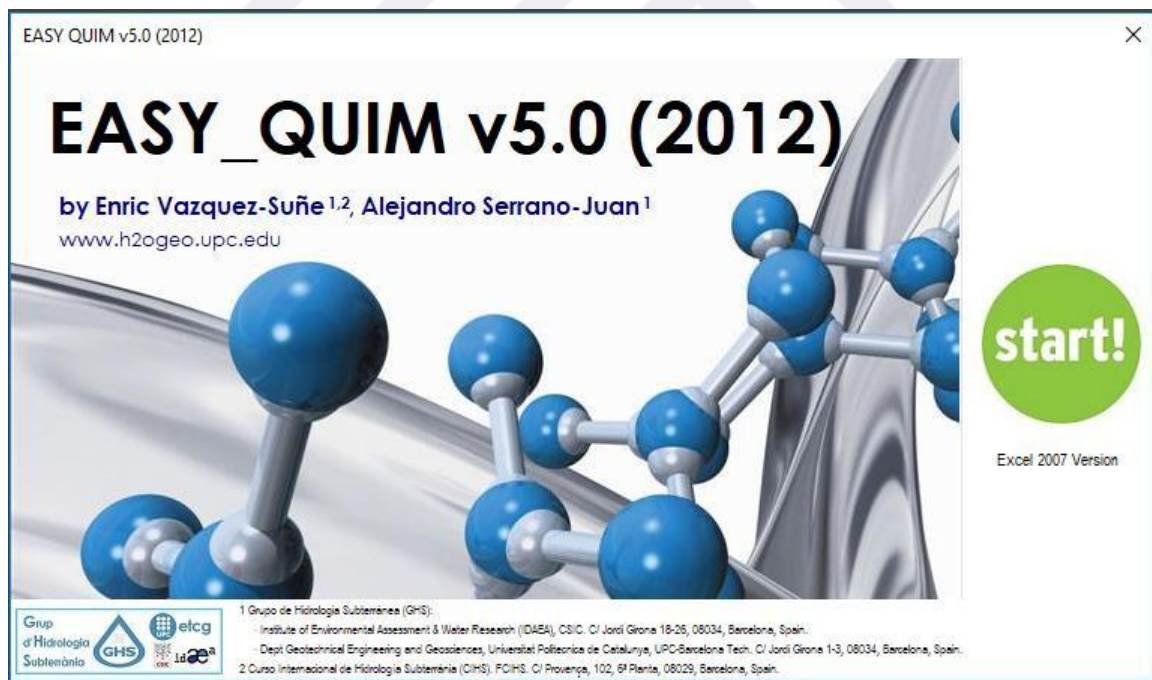
$$\text{Suyun Toplam Sertliği} = 0,2497.Ca^{2+} + 0,4115.Mg^{2+} + 0,1792.Fe + 0,1822.Mn + \dots \quad (5)$$

Burada Ca^{2+} , Mg^{2+} , Fe, Mn, ... türleri ppm veya mg/L cinsindendir.

Ayrıca, yeraltısuların jeokimyasal sürecini anlayabilmek için majör kation ve anyonları kullanarak diyagramlar yapılmıştır. Suların kation grubunda Alkali ($Na^+ + K^+$) veya Alkali Toprak ($Ca^{2+} + Mg^{2+}$) ve anyonlar grubunda ise Güçlü Asit Kökleri ($SO_4^{2-} + Cl^- + NO_3^-$) veya Zayıf Asit Kökleri ($HCO_3^- + CO_3^{2-}$) olarak ayrılması için kullanılan Piper diyagramı şekil 2.3'te verilen Diagrammes (6.61 versiyonu, 2020) adlı programı ile hazırlanmıştır. Suların kökeni ve beslenme alanları hakkında bilgi edinebilmesi için Schöeller-Berkalof diyagramı şekil 2.4'te görülen Easy-Quim (5.0 versiyonu, 2012) adlı programı ile yapılmıştır.



Şekil 2. 3. Diagrammes adlı programının menü görünümü



Şekil 2. 4. Easy-Quim programının menü görünümü

Son olarak, yeraltı suların Ca^{2+} , Mg^{2+} ve Na^+ , K^+ , HCO_3^- ve CO_3^{2-} parametreleri kullanılarak; Sodyum Adsorpsiyon Oranı (SAR), Artıksal Sodyum Karbonat (RSC),

Magnezyum Tehlikesi (MT) ve %Na gibi parametreler sırası ile 6, 7, 8 ve 9 eşitlikleri ile hesaplanmıştır.

$$SAR = \frac{Na^+}{\sqrt{\frac{(Ca^{2+} + Mg^{2+})}{2}}} \quad (6)$$

$$RSC = (CO_3^{2-} + HCO_3^{2-}) - (Ca^{2+} + Mg^{2+}) \quad (7)$$

$$\text{Magnezyum Tehlikesi} = \left[\frac{Mg^{2+}}{(Mg^{2+} + Ca^{2+})} \right] \times 100 \quad (8)$$

$$\%Na^+ = \left[\frac{(Na^+ + K^+)}{(Na^+ + K^+ + Ca^{2+} + Mg^{2+})} \right] \times 100 \quad (9)$$

Eşitliklerde bulunan tüm iyonik konsantrasyonlar Mek/L cinsindedir. Buna bağlı olarak elde edilen sonuçları tarımsal faaliyetlerine uygun olup olmadığı araştırılmış ve aşağıda şekil 2.3'de bulunan Diagrammes programı ile ABD tuzluluk ve Wilcox diyagramları çizilerek yeraltı suların sınıflaması yapılmıştır.

2.3.3. Su Kalite Endeksleri

Suyun kalite durumunu belirlerken birçok su kalite parametresinin belli zamanlarda ölçülmüş sonuçları değerlendirilir, tek su kalite parametresi sonuçları ile suyun kalite durumu yeterince anlatılmaz (Kachroud vd, 2019). Öte yandan bir noktaya ait su kalite parametrelerinin verdiği sonuçları tek tek değerlendirmek ve suyun kalitesi hakkında söz söylemek son derece zor ve karmaşıktır. Bu sebeple genel halk gibi çoğu paydaş, su kalitesi verileriyle doğrudan ilgilenmemekte ve su kalitesi ile ilgili özetlenmiş net bilginin üzerinde odaklanmaktadırlar (Hasseen vd, 2005). Bu nedenle 1965 yılından itibaren Horton (1965) tarafından ilk Su Kalite İndeksi (WQI) metodu ortaya çıkmıştır. Yıllar geçtikçe bu teknik,

yeni araştırmacılar tarafından geliştirilmeye ve yeni WQI yöntemler bulunmaya çalışılmıştır. Günümüzde çeşitli WQI metodu bulunmaktadır. Bunlardan Brown vd, (1970) tarafından Amerika Ulusal Sağlık Sistemi Vakfı (National Sanitation Foundation) desteği ile geliştirilmiş Su Kalite Endeksi NSFQWI (National Sanitation Foundation Water Quality Index), Kanada Çevre Bakanlığı'nın 2001 yılında ortaya koyduğu Kanada Su Kalite Endeksi (CWQI), Herbert (1997) tarafından geliştirilen Bakteriolojik ve Fiziko-Kimyasal Su Kalite Endeksi (IQBP) yaygın kullanılan endekslerdir.

Bu çalışmada yüzey ve yeraltı sularının kalite durumlarının belirlenmesinde hesaplanması oldukça kolay olan ve yaygın bir şekilde kullanılan CWQI endeksi kullanılmıştır. Dolayısıyla burada sadece CWQI ve kullanımı ile ilgili detaylı bilgi verilecektir.

CWQI yöntemine göre bir örnek noktasının WQI değerinin hesaplanabilmesi için en az dört kez o noktadan örnek alınması ve alınan örnekler üzerinde en az dört su kalite parametresi analiz edilmesi gerekir (Conseil Canadien des Ministres de l'environnement., 2001).

Oldukça pratik ve uygulaması basit olan CWQI yöntemi karmaşık verilerin sentezlenmesine yardımcı olmakla beraber birçok veriden tek bir endeks değeri oluşturmasından dolayı anlaşılır olmakta ve karar veren kurumlara ise son derece kolaylık sağlamaktadır (Conseil Canadien des Ministres de l'environnement., 2001). CWQI indeksi (10) nolu eşitlikle belirlenmektedir.

$$CWQI = 100 - \left[\frac{\sqrt{F_1^2 + F_2^2 + F_3^2}}{1,732} \right] \quad (10)$$

Bu eşitlikte yer alan 3 faktör (F_1 , F_2 ve F_3) aşağıdaki eşitliklerle hesaplanır. Kapsam olarak adlandırılan ve F_1 simgesi ile tanımlanan faktör çeşitli ülkeler (Türkiye, Kanada, ABD vs), ülkeler birliği (Avrupa Birliği) veya örgütler (Dünya Sağlık Örgütü) tarafından belirlenen su kalite parametreleri standartlarında verilen limit değerleri (veya hedef değerleri) aşan deneyi bulunan parametrelerin sayısının toplam parametre sayısına oranının yüzde olarak ifadesidir. F_1 değeri (11) nolu eşitlikle belirlenir.

$$F_1 = \left[\frac{(\text{Limit Değeri Aşan Deneyi Bulunan Parametre Sayısı})}{(\text{Toplam Parametre Sayısı})} \right] \times 100 \quad (11)$$

F₂ simgesi kullanılan ve frekans olarak adlandırılan ikinci faktör, standartlarda belirlenen limit değerleri aşan analiz sayısının toplam analiz sayısına göre yüzdesini ifade eder ve (12) nolu eşitlikle hesaplanır.

$$F_2 = \left[\frac{(\text{Limit Değeri Aşan Deney Sayısı})}{(\text{Toplam Deney Sayısı})} \right] \times 100 \quad (12)$$

Genişlik olarak adlandırılan ve F₃ simgesi ile tanımlanan 3. faktör üç aşamada tayin edilir. İlk aşamada elde edilen her parametrenin analiz sonuçları her parametreye göre belirlenen limit veya hedef (bu çalışmada TS 226 verdiği limit değerleri kullanılmıştır) değerine uygun olmayan (duruma göre hedef değerinden küçük veya büyük olması istenir) her analiz sonucu için bir sapma değeri hesaplanır. Sapma değeri hesaplamasında eğer deney değeri limit değerinden büyük olması istenmiyorsa o durumda kalite kriterine uygun olmayan deneyler limit değerinden büyük olur ve eşitlik (13) ile hesaplanır. Eğer deney değeri limit değerine göre büyük olması isteniyorsa o zaman kalite kriterine uygun olmayan deney değeri limit değerinden küçük olur ve eşitlik (14) ile belirlenir. Hedef veya limit değeri sıfır olduğu durumlarda eşitlik (15) kullanılmaktadır.

$$Sapma_i = \left[\frac{(\text{Limit Aşan Deney Değeri}_i)}{(\text{Limit Değeri})} \right] - 1 \quad (13)$$

$$Sapma_i = \left[\frac{(\text{Limit Değeri})}{(\text{Limit Aşan Deney Değeri}_i)} \right] - 1 \quad (14)$$

$$Sapma_i = \text{Limit Aşan Deney Değeri}_i \quad (15)$$

İkinci aşamada eşitlik (16) kullanılarak belirlenmiş bütün sapmaların toplamı, toplam deney sayısına bölünerek normalleştirilmiş sapmalar toplamı (nse) elde edilir.

$$nse = \left[\frac{\sum_{i=1}^n (\text{Sapma}_i)}{(\text{Toplam Deney Sayısı})} \right] \quad (16)$$

Son aşamada elde edilen nse ile eşitlik (17) kullanarak F_3 belirlenmektedir.

$$F_3 = \left[\frac{nse}{(0,01 \times nse) + 0,01} \right] \quad (17)$$

F_1 , F_2 ve F_3 değerleri kullanılarak eşitlik (9) ile CWQI değerleri hesaplanmaktadır.

Yukarda belirlenen kural, aşamalar ve verilen formüllere uyularak çalışma alanındaki yüzeysel ve yeraltı sularının CWQI endeksleri hesaplanmıştır.

Yüzey suyu kalite değerlendirmesi için Amasya Belediyesi'nden alınan 2008-2015 yılları arasındaki verileri kullanılmıştır. 11 noktada yılda dört dönemde ölçülmüş 15 parametre üzerinden yüzey suyu kalite verileri kullanılarak her bir nokta için yıllık CWQI değerleri hesaplanmıştır. Daha sonra yıllık CWQI'leri de yardımıyla her su noktanın 2008-2015 yılları arasındaki endeks ortalaması elde etmiştir.

Yeraltısuyu kalite değerlendirmesi için DSI'den alınan analiz sonuçları kullanılmıştır. Toplam 15 noktada ölçülmüş 10 parametre ile yeraltısuyu kalite değerlendirmesi yapılmıştır. Yeraltısuyu analizlerinin yılda iki (yağışlı ve kurak) dönemde olmak üzere iki adet olması ve ölçüm aralıklarının her bir su noktasında farklılıklar göstermesi nedeniyle yeraltı suları için yıllık WQI değeri hesaplanamamıştır.

2.3.4. Modelleme İşleminde Kullanılan Metot ve Koşulları

2.3.4.1. Modellemede Kullanılan Bağımsız (veya Giriş) Parametrelerinin Seçimi

Modelleme işlemi başlangıcında yeralan ve önemli bir role sahip olan giriş parametreleri seçimi, modellenecek nitrat konsantrasyonu ile diğer su kalite parametreleri arasındaki korelasyon katsayısı (R) değerine bağlı ve anlamlılık testine uygun ($p < 0,05$) olarak yapılmıştır. Bu bağlamda modellenecek parametre (nitrat) ile tüm su kalite parametreleri arasındaki korelasyon katsayısı $[-1; -0,50]$ veya $[0,50; 1]$ aralıklarda olduğu zaman giriş parametresi olarak kabul edilmiştir. Modelin başarılı olup olmayacağına büyük ölçüde bağımsız parametrelerin etkili olması (Hornik, 1991; Charulatha vd, 2017; Özçelik, 2015) nedeniyle genellikle giriş olarak kullanılacak parametrelerin modellenecek parametre ile arasındaki ilişkinin yüksek olması istenmektedir. Ayrıca iki parametre arasındaki ilişki korelasyon katsayısı değeri önemli bir yer almakta fakat tek başına ilişkinin anlamlı olup olmadığı ile ilgili bilgi verememektedir. Bunu öğrenebilmek için anlamlılık testi yapılması gerekir (Tüysüz ve Yaylalı Abanuz, 2012). Bu çalışmada, modellenecek parametre olan nitrat konsantrasyonu ile diğer parametrelerle korelasyon katsayıları ve anlamlılık testleri yapılabilmesi için SPSS 25 versyonu kullanılmıştır.

Çalışmada giriş parametreleri ile nitrat konsantrasyonu arasındaki korelasyonun $[-1; -0,50]$ veya $[0,50; 1]$ olarak dikkate alınmasının sebebi de verilerin gerçekliğine dayanmaktadır. Yani korelasyon katsayısının bulunduğu değer aralıklarından daha küçük alınırsa kurulmak istenen bazı modellere yeterli giriş parametresi olmayabilir, daha büyük alınırsa ise inşaa edilecek modellerin performansı düşük olabilir.

2.3.4.2. Modellemede Kullanılacak Verilerin Ayrımı

Çalışmanın amacı doğrultusunda, inceleme alanındaki yeraltı ve yüzey sularının geleceğe yönelik tahmin modellemesi yapılması planlanmasından dolayı kullanılacak verilerin eskisinden yenisine doğru %60'ı eğitim seti, %20 doğrulama seti ve son %20 ise test seti olarak ayrılarak Çoklu Doğrusal Regresyon ve Yapay Sinir Ağları yöntemlerinde kullanılmıştır.

2.3.4.3. Çoklu Doğrusal Regresyon (ÇDR) Yöntemi

Bir Y bağımlı değişkeninin birden fazla X ($X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$) bağımsız değişkenden yararlanarak tahmin edilmesine Çoklu Doğrusal Regresyon denir. Bu yöntemin asıl amacı, bağımlı değişkeni etkilediği kabul görmüş bağımsız değişkenleri tarafından modellenmesidir. Y modeli aşağıda verilen eşitliği (18) ile hesaplanmaktadır.

$$Y = a + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 + \dots + b_{n-1}X_{n-1} + b_nX_n \quad (18)$$

Bu denklemde a, $b_1, b_2, b_3, \dots, b_n$ değerleri regresyon katsayılarıdır. Y modellenmek istenen parametre ve $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$ değerleri ise modellemede kullanılacak bağımsız parametreleri temsil eder.

Bu çalışmada ÇDR modelleri kurulurken SPSS 25 programı kullanılmıştır. En iyi sonucu elde etmek için bağımsız parametreleri değiştirilerek tüm kombinasyonları denenmiştir.

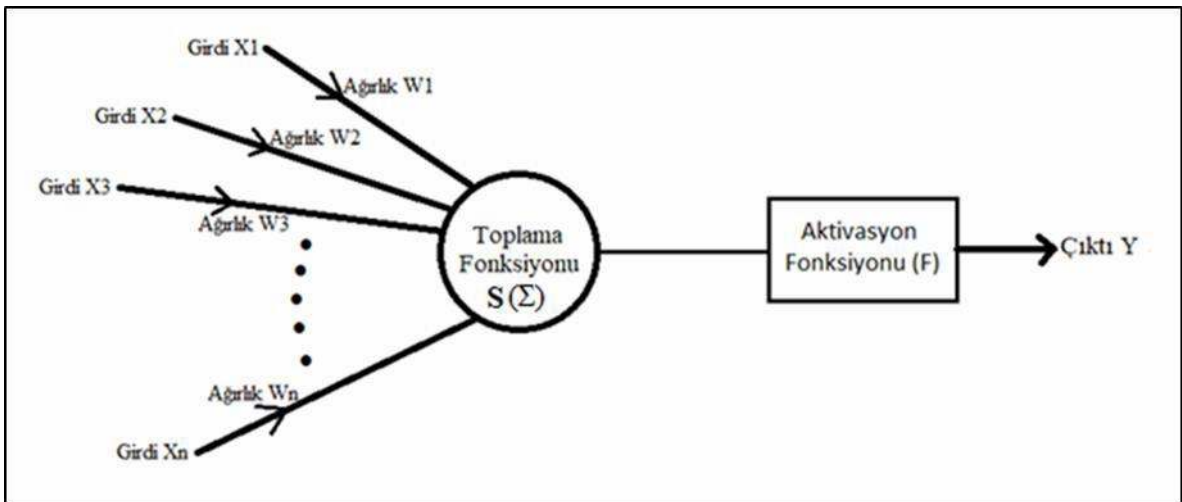
2.3.4.4. Yapay Sinir Ağları

İnsanoğlunun düşünme yapısını anlamak ve bunun benzerini ortaya çıkaracak bilgisayar işlemlerini geliştirmeye çalışmak olarak tanımlanan yapay zeka, aslında programlanmış bilgisayarlara düşünme kabiliyeti sağlama girişimidir. İnsan gibi düşünen ve davranan sistemlerin geliştirilmesine yönelik olarak 1950'li yıllardan beri süren yapay zeka çalışmaları, bir noktada insanı taklit etmeye yönelik olduğundan mühendislik, nöroloji ve psikoloji gibi alanlara da yayılmıştır. İnsan gibi düşünebilen ve davranabilen sistemlerin geliştirilmesi için yapılan çalışmalarda bugün gelinen nokta, henüz yapay zekanın geliştirilememiş olmasıdır (Yurtoğlu, 2005).

Yapay zeka tekniklerinden biri olan yapay sinir ağları (YSA) insan beyninin çalışma sisteminden esinlenerek ortaya çıkmıştır. YSA, insan beynindeki birçok nöronun, birbirlerine değişik etki seviyeleri ile bağlanması sonucu oluşan karmaşık bir sistem olarak düşünülebilir. Başlangıçta insan beynindeki nöronların matematiksel olarak modellenmesi amacıyla başlayan çalışmalar, günümüzde belirli bir disiplin haline gelmiş; ayrıca birçok

farklı bilimsel alanda araştırma konusu olmuştur. YSA genelde çok farklı yapıda ve formlarda bulunabilen enformasyon verilerinin çok hızlı bir şekilde tanımlanarak algılanması esasına dayanmaktadır. YSA, veriler arasındaki bilinmeyen ve fark edilmesi güç ilişkileri ortaya çıkartabilmektedir. Girdi ve çıktı değişkenleri arasındaki herhangi bir ön bilgiye ihtiyaç duymadan, herhangi bir varsayımda bulunmadan, doğrusal olmayan modellemeyi sağlayabilmektedir (Kaastra ve Boyd, 1996).

YSA'lar her biri büyük bir problemin bir parçası ile ilgilenen, çok sayıda basit işlem birimlerinden oluşmaktadır. En basit anlatımıyla, bir işlem elemanı, bir girdiye bir ağırlık değeri vererek ağırlıklandırır, doğrusal ve/veya doğrusal olmayan bir şekilde dönüşümünü sağlamış olur ve bir çıktı değeri oluşturmaları sağlar (Kubat, 2015). YSA'nın temel işlemci birimi yapay nöron olarak bilinmektedir. En basit yapay nöron olan Tek Katmanlı Algılayıcı (TKA)'da bulunan unsurlar ise girdiler (X_i), ağırlıklar (W_i) toplama fonksiyonu $S(\Sigma)$, aktivasyon fonksiyonu (F) ve çıktı değeri (Y)'dir (Şekil 2.5). YSA'nın öğrenme işlemi örnekler vasıtasıyla yapılmaktadır. Bu ağlar birbirine bağlı yapay sinir hücrelerinden oluşmakta ve her bağlantı bir ağırlık değerine sahiptir. Böylece sinir ağının sahip olduğu bilgi bu ağırlık değerlerinde gizli olup ağa yayılmaktadır (Öztemel, 2003).



Şekil 2. 5. Yapay Sinir Ağlarının Temel Modeli

Girdiler: Bir yapay sinir hücresine dış dünyadan giren bilgilerdir. Bunlar da ağın öğrenmesi istenen olayından örnekler vasıtasıyla belirlenir. Yapay sinir hücresine dış dünyadan olduğu gibi kendi kendisinden yahut başka hücrelerden de gelebilmektedir.

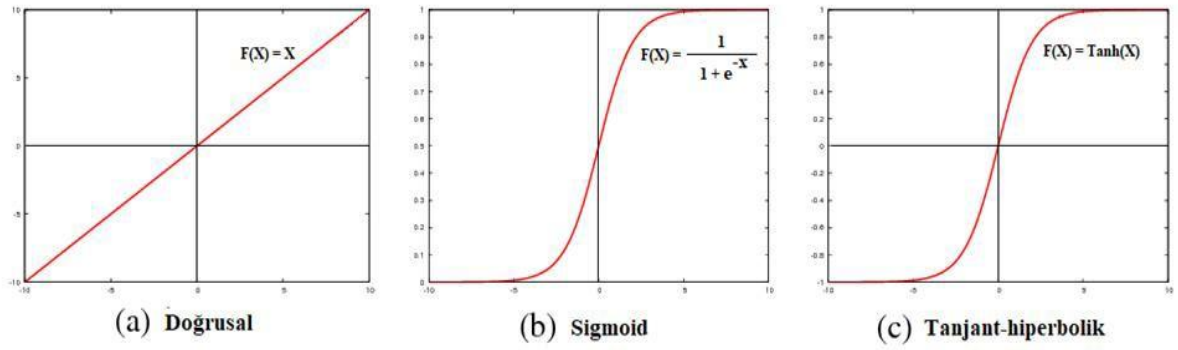
Ağırlıklar: Ağırlıkların adı olduğu gibi bir yapay nörona gelen bilginin ağırlığı veya önemini göstermektedir. Başka bir deyişle bir ağırlık hücreye gelen bilginin etkisini göstermektedir. Ağırlıkların küçük veya büyük olması önemli ya da önemsiz olduğu anlamına gelmez. Aslında açıklamak istenen probleme bağlı olarak ağırlıklara değer verilmektedir.

Toplama fonksiyonu F (S): Bu fonksiyon, bir nörona gelen net girdiyi hesaplamaktadır. Bir hücreye ne kadar girdi varsa her girdinin kendi ağırlığı ile çarpılarak toplanır. Aşağıdaki (19) eşitliği kullanılarak bir hücreye net girdiyi hesaplar.

$$NET = \sum_{i=1}^n (X_i \cdot W_i) \quad (19)$$

Burada X girdileri, W ağırlıkları i hücreye gelen i. girdi veya ağırlık ve n ise bir hücreye gelen toplam girdi sayısı ifade etmektedir.

Aktivasyon fonksiyonu: Bu fonksiyonun rolü, hücreye gelen net girdiyi işleyip böylece hücrenin bu girdiye karşılık üreteceği çıktı değeri belirlenmesidir. YSA’nda kullanılan aktivasyon fonksiyonu, çıktının istenilen aralıklarda olmasını sağlamaktadır. Günümüzde en yaygın olarak kullanılan ÇKA modelinde genel olarak aktivasyon fonksiyonu olarak sigmoid kullanılmaktadır (Öztemel, 2003). Ayrıca, doğrusal, sigmoid ve tanjant-hiperbolik fonksiyonları (Şekil 2.6’da sırayla a, b ve c) bu algılayıcı ile kullandıkları zaman iyi sonuçlar verdiği için sıklıkla tercih edilen aktivasyon fonksiyonlarından (Lüvy ve Saray, 2012). Son olarak, her katman için aynı veya farklı aktivasyon fonksiyonu seçilip işlem yapılabilmektedir. En uygun aktivasyon fonksiyonu bulmak için belli bir formül yok sadece yanılma-deneme yöntemi ile elde edebilmektedir.



Şekil 2. 6. Modelleme Çalışmasında Kullanılan Aktivasyon Fonksiyonları (Buyssens, 2011)

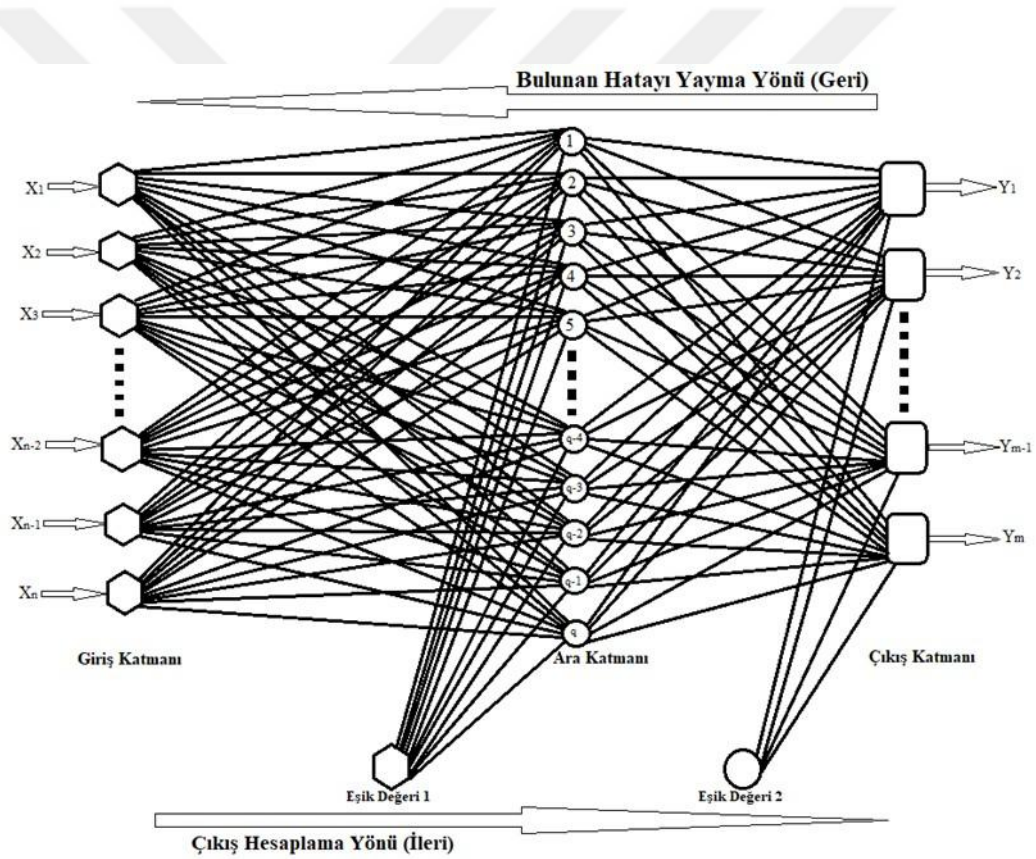
Doğrusal fonksiyonu, YSA modellemelerinde kullanılan aktivasyon fonksiyonlarından bir tanesidir. Bu fonksiyonun ürettiği çıktıları $-\infty$ ile $+\infty$ aralığında yer almakta fakat türevi sabit olduğu nedeniyle bulunduğu katmanlar arasında geri yayılım işlemi yapılamaz. Sigmoid fonksiyonu, en yaygın kullanılan aktivasyon fonksiyonlarından birisidir, üretilen çıktı 0-1 aralığında bulunmaktadır. Tanjant-hiperbolik fonksiyonu ise sigmoid fonksiyonuna benzer. Fakat bu fonksiyonun çıktıları ise -1-1 arasında bulunmaktadır. Bu çalışmada, aktivasyon fonksiyonu olarak yukarıda bahsedilen ve şekil 2.6'da görülen fonksiyonları hem yeraltı hem de yüzey sularının modelleme işlemlerinde denenmiştir.

Hücrenin çıktısı: Aktivasyon fonksiyonu tarafından belirlenen çıktı değeridir. Üretilen bu değeri dış dünyaya yahut başka bir hücreye gönderilmektedir. Aynı zamanda modelinin performansını görmek için YSA'ndan çıkan çıktılar ile gerçek çıktıları arasındaki ilişkiye bakılır.

Günümüzde YSA'na ilgi, tıptan mühendisliğe ve iktisattan sosyal bilimlere kadar her geçen gün artmaktadır. Bu çalışmada, şimdiye kadar yararlanan en yaygın, mühendislik problemlerinin %95'ine çözüm üretebilecek nitelikte (Öztemel, 2003) ve özellikle yeraltı ve yüzey sularının (seviyesi, ilişkisi, akım tahminleri, akış-yağmur ve kalite parametreleri) modellemesi çalışmalarında başarıyla uygulanmış Geri Yayılım Çok Katmanlı Algılayıcı Yapay Sinir Ağları (GYÇKAYSA) modeli kullanılmıştır. Bu sebeple sadece kullanılmak üzere bu modelinin işleyişi ile ilgili temel bilgiler sunulacaktır.

2.3.4.4.1. Geri Yayılım Çok Katmanlı Algılayıcı (GYÇKA) Yapay Sinir Ağları

YSA'nın ilk modeli olan TKA (Şekil 2.5) problemin girdi(ler) ve çıktı(lar) arasındaki ilişkisi doğrusal olduğu zaman çözebilme yeteneğine sahiptir. Oldukça çözülmesi zor, girdi(ler) ve çıktı(lar) arasındaki ilişki doğrusal olmadığı olaylarına ilişkin çözüm üretebilmesi için Rumelhart vd (1986) tarafından geliştirilen bu modele geriye yayılım modeli (back propagation model) veya hata yayma modeli de denmektedir. ÇKA adıyla belirtildiği gibi TKA ile arasındaki asıl ve en önemli farkı sahip olduğu üç katman sayısı ortaya çıkmaktadır. Şekil 2.7'de görüldüğü gib YSA'nın Geri Yayılım Çok Katmanlı Algılayıcı (GYÇKA) modelinde bulunan proses elemanları yer almaktadır.



Şekil 2. 7. Geri Yayılım Çok Katmanlı Yapay Sinir Ağları Şekilsel Gösterimi

Girdi katmanı: Bu katmanın rolü dış dünyadan gelen bilgileri yani girdileri (X_1 , X_2 , X_3 , ..., X_{n-1} , X_n) hiçbir işlemi görmeden ara katmanına göndermektir. Bu katmana gelen her bilgi geldiği gibi sonraki katmana gider. Girdi katmanındaki her girdisi sonraki katmanında yeralan bütün proses elemanlarına bağlıdır.

Ara katmanı: Bu katmanı gizli katmanı olarak da adlandırılmaktadır. Gizli katmanına gelen bilgileri işlendikten sonra eğer birçok ara katmanı söz konusu ise hemen sonrakine yoksa direkt çıkış katmanına gönderir. Bu katmanda yeralan proses elemanları (1, 2, 3, ..., q-1, q) sonraki katmandaki proses elemanlarının hepsine bağlıdır. Çoğu zaman tek gizli katmanı uygun olacağı belirtilmekle beraber (El-Din ve Smith, 2002), birden fazla gizli katman kullanılarak geniş çapta hedef fonksiyonu uyarlanabilmektedir (Toth vd., 2000). Ara katmanındaki nöron sayısının belirlenmesi için herkesin kabul görmüş bir formül mevcut değildir. Çoğu zaman problemin matematiksel doğasının karmaşıklığına bağlıdır ve modelleyici tarafından deneme-yanılma yoluyla belirlenir (Suen ve Eheart, 2003).

Çıkış katmanı: Ara katman(lar)ından gelen bilgilere karşılık olarak ağı oluşturduğu çıktıları ($Y_1, Y_2, \dots, Y_{m-1}, Y_m$) belirleyerek dış dünyaya gönderir. Bu katmanda şekilde 2.7'de belirtildiği gibi birden fazla proses elemanına sahip olabilmektedir. Genellikle çözmek istenen probleme bağlı olarak belirlenir.

Eşik değeri: Bu değeri, ağılardaki ilk ara katmanından itibaren çıktı katmanına kadar çıkan çıktıların değerlerinin belirlenmesine yardımcı olmaktadır. TKA ağılarda her zaman eşik değerinin girdisi 1 (çıkı değeri sıfır olmasını önlemek için) iken ÇKA ağılarda ise ilk olarak eşik değeri atanmakta ve daha sonra çözüm bulma yönüne bağlı olarak değiştirilerek herhangi bir değere sahip olabilmektedir (Öztemel, 2003).

2.3.4.4.2. Çok Katmanlı Algılayıcı Ağının Öğrenme Kuralı

Eğitim sırasında hem girdileri ve bunların karşılık olarak çıkması gereken (beklenen) çıktıları da göstererek gerçekleşen eğitim türüne öğretmenli öğrenme kuralına denmektedir. ÇKA ağıları eğitimlerinin genelleştirilmiş Delta (veya öğretmenli) kuralı yani en küçük kareler yöntemine göre çalışmaktadır. Ağı öğrenbilmesi için kullanılacak verilerin ilk olarak ikiye (eğitim seti ve test seti) veya üçe (eğitim seti, doğrulama seti ve test seti) bölündükten sonra eğitim setinden hem girdileri ve üretmesi gereken çıktılarına ihtiyaç vardır. Öğretmenli öğrenme kuralı iki aşamadan gerçekleşir (Şekil 2.7):

İlk aşama: Bu aşamaya ileri doğru hesaplama denir. Aşamanın amacı gerçek (beklenen) çıktılarına karşılık olarak ağı tarafından yeni çıktıları ortaya koymaktır.

İkinci aşama: Bu aşamaya geriye doğru hesaplama denir. Bunun amacı ise ilk aşamada ağ tarafından üretilen çıktıları ile gerçek çıktıları arasındaki farkı en aza indirmektir. Bir çıktı değerinin oluşmasına ağırlıkların payı olduğundan, dolaylı olarak geriye doğru ağırlıkları değiştirerek çıktıları değiştirmiş olmaktadır.

2.3.4.4.3. İleri Doğru Hesaplama

Şekil 2.7’de görüldüğü gibi bu hesaplama girdi katmanından ($X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$) ağa gösterilen girdileri ile başlayıp çıktı katmanına doğru devam eder; ayrıca ilk katmanında hiç bir işleme olmaz. Ara katmanına devam eden girdiler hiçbir değişiklik olmadan gönderilir. Aşağıdaki eşitlik (20) ile girdi katmanındaki k’inci Proses elemanının (G_k) çıktısı (Y_k^i) ifade etmek mümkündür:

$$Y_k^i = X_k \quad (20)$$

Ara katmanındaki her proses elemanı girdi katmanından gelen bilgileri (X_1 ’den X_n ’ye) ağırlıkları ($W_1, W_2, W_3, \dots, W_n$) ile beraber almaktadır. Böylece ara katmandaki proses elemanlarına gelen net girdi (NET_j^a) eşitlik (21) ile hesaplanmaktadır.

$$NET_j^w = \sum_{k=1}^n (W_{kj} \cdot Y_k^i) \quad (21)$$

Eşitlikte W_{kj} k. girdi katmanını j. ara katman elemanına bağlayan bağlantının ağırlığını gösterir. j. ara katman elemanın çıktısı ise yukarıda hesaplanan net girdinin aktivasyon fonksiyonundan (sigmoid, tanjant-hiperbolik, doğrusal, vd) geçirilmesi ile hesaplanmaktadır. İleriye doğru yolunda yapılan çıktı hesaplamaları bu aktivasyon fonksiyonlarının asılı kullanılır, geriye doğru hesaplamalarda ise türevlerini dikkate alınarak hesaplanmaktadır. Çıktı değeri kullanılan aktivasyon fonksiyonu ile aşağıda verilen (22) eşitliğinden elde edilmektedir.

$$Y_j^w = F(NET_j^w + \beta_j^w) \quad (22)$$

Burada β_j ara katmanında yeralan j . elemanına bağlayan eşit değer elemanının ağırlığını gösterir. Eşit değerinin çıktısı 1'e eşit, ağırlığı ise eğitim esnasında ağ tarafından belirlenmektedir.

Ara ve çıkış katmanlarına ait çıktıları aynı şekilde kendilerine gelen net girdinin hesaplanması ardından aktivasyon fonksiyonundan (F) geçirilerek belirlenirler. Çıktı katmanından çıktıları ($Y_1, Y_2, \dots, Y_m$) elde edilince ağırlık ileri doğru hesaplama işlemi bitmiş olur.

2.3.4.4. Geriye Doğru Hesaplama

Ağa sulunan girdilere karşılık olarak ağırlık ürettiği çıktıları ($Y_1, Y_2, \dots, Y_m$) ve gerçek (beklenen) çıktıları ($Z_1, Z_2, \dots, Z_m$) ile karşılaştırılır. Aralarındaki farkı hata olarak kabul edilir ve bu hatayı en aza indirmek amacıyla geriye doğru hesaplama işlemi devreye girmektedir. Tespit edilen hata geriye doğru hesaplama yöntemi ile ağırlık değerlerine yayılarak bir sonraki yineleme yani iterasyonda hatanın azaltılması sağlanmaktadır. Çıktı katmanındaki i . proses elemanı için oluşan hata (E_i) aşağıda verilen (23) eşitliği ile hesaplanır.

$$E_i = Z_i - Y_i \quad (23)$$

Elde edilen hata değeri bir proses elemanına ait, tüm proses elemanlarına ait hata değerini (TH: Toplam Hata) hesaplamak için eşitlik (24) kullanılır.

$$TH = 0,5 \left[\sum_{i=1}^m (E_i^2) \right] \quad (24)$$

Toplam hatayı en aza indirmek için ağ bu hatanın kendisine neden olan proses elemanlarına dağıtılması gerekmektedir. Söz konusu toplam hata, geride bulunan proses elemanlarının ağırlıklarına yayılarak gerçekleştirilir. Ağırlık değerlerini değiştirmek konusunda iki durum söz konusudur (Öztemel, 2003).

2.3.4.4.1. Ara Katman ile Çıktı Katman Arasındaki Ağırlıkların Değiştirilmesi

Bunun için ara katmandaki j. proses elemanını çıktı katmandaki i. Proses elemanına bağlayan bağlantının ağırlığındaki değişim miktarına ΔW_{ij}^w kabul edilirse; herhangi bir t zamanda (t. iterasyonda) ağırlığın değişim miktarı aşağıdaki eşitlik (25) ile hesaplanmaktadır.

$$\Delta W_{ij}^w = \lambda \delta_i Y_j^w + \alpha \Delta W_{ij}^w(t-1) \quad (26)$$

$\delta_i = F'(NET)E_i$

Burada λ öğrenme katsayısı ve α momentum katsayısını gösterirler. Eşitliklerdeki δ_i ise i. çıktı ünitesine ait hatayı göstermektedir ve eşitlik (26) ile hesaplanır. $F'(NET)$ te aktivasyon fonksiyonunun türevidir.

Öğrenme katsayısı 0 ile 1 arasında değişir ve ağırlıkların değişim miktarını sağlamaktadır (Öztemel, 2003). λ değeri ağırlık performansı üzerinde önemli bir rol oynar; λ değeri yüksek ve küçük tutulduğunda eğitim işlemi sırayla kısa ve uzun zamanda gerçekleşmektedir. Momentum katsayısı ağırlık performansı üzerinde önemli yer alır (Güvenç vd, 2007), ÇKA ağırlığının öğrenmesi esnasında yerel bir optimum noktaya takılıp kalmaması için ağırlık değişim değerinin belirli bir oranda bir sonraki değişime eklenmesini sağlamaktadır. α değeri de 0 ile 1 arasında değişmektedir.

Değişim miktarı elde edildikten sonra ağırlıkların t. iterasyondaki yeni değerleri eşitlik (27) ile bulunur.

$$W_{ij}^w = W_{ij}^w(t-1) + \Delta W_{ij}^w(t) \quad (27)$$

Aynı şekilde eşit değerinin ağırlıklarını değiştirmek anlamına gelmektedir. Bu bağlamda yukarıdaki gibi öncelikle değişim miktarını hesaplamak ve daha sonra t. iterasyondaki yeni ağırlıklarını belirlemek gerekir. Çıktı katmanda yeralan eşit değerinin

ağırlıkları β^Y ile gösterilirse; bu ünitenin çıktısının sabit ve 1 olması nedeniyle değişim miktarı eşitlik (28) ile belirlenir.

$$\Delta\beta_i^Y = \lambda\delta_i + \alpha\Delta\beta_i^Y(t-1) \quad (28)$$

Eşik değerin t. yinelemedeki ağırlığının yeni değeri ise aşağıda verilen eşitlik (29) kullanarak hesaplanır.

$$\beta_i^Y = \beta_i^Y(t-1) + \Delta\beta_i^Y(t) \quad (29)$$

2.3.4.4.2. Ara Katmanlar veya Ara ve Girdi Katmanlar Arasındaki Ağırlıkların Değiştirilmesi

Katmanlar proses elemanları vasıtasıyla birbirlerine bağlı oldukları nedeniyle ara katman ve girdi katman arasındaki (eğer varsa ara katmanlar arasındaki) ağırlıkların değişimi çıktı katman ile ara katman (eğer birden fazla ara katman varsa en son ara katman ile çıktı katmandaki) ağırlıklarını değiştirmesine neden olur, böylece sonunda elde edilecek çıktıları da değişmiş olacaktır. Bu ağırlıklarındaki değişimi (tek ara katman bir YSA mimari için) ΔW^i ile gösterilirse aşağıda verilen eşitlik (30) ile hesaplanır.

$$\Delta W_{kj}^P(t) = \lambda\delta_j^W Y_k^P(t-1) + \alpha\Delta W_{kj}^P(t-1) \quad (30)$$

Buradaki hata terimi aşağıdaki eşitlik (31) ile hesaplanmaktadır.

$$\delta_j^W = F'(\text{NET}_j) \left[\sum_{i=1}^m \left(\delta W_{ji}^W \right) \right] \quad (31)$$

F' aktivasyon fonksiyonunun türevidir. Ağırlıkların yeni değerleri ise eşitlik (32) ile hesaplanır.

$$W_{kj}^P(t) = W_{kj}^P(t-1) + \Delta W_{kj}^P(t) \quad (32)$$

Aynı şekilde yukarıda belirtildiği gibi eşik değerinin ağırlıklarının (β^w) değişim miktarı ve ağırlıkların yeni değerleri aşağıda sırayla verilen (33) ve (34) eşitlikleri ile hesaplanmak mümkündür.

$$\Delta\beta_j^w = \lambda\delta_j^w + \alpha\Delta\beta_j^w(t-1) \quad (33)$$

$$\beta_j^w = \beta_j^w(t-1) + \Delta\beta_j^w(t) \quad (34)$$

Böylece ağırlıklar değiştirilmiş olmaktadır. Yukarıda belirtildiği gibi bu ağırlıklarının değiştirilmesinin ana sebebi olan gerçek çıktıları ile hesaplanan çıktıları arasındaki hatayı indirmiş olacaktır. Bu yöntemde de ileri beslenim geri yayılım denmektedir (Öztemel, 2003).

Bu çalışmada tasarlanacak yeraltı ve yerüstü sularının nitrat konsantrasyonu modelleri için yukarıda belirtildiği gibi YSA tekniklerinden biri olan Geri Yayılım Çok Katmanlı Yapay Sinir Ağları kullanılmıştır. Bu çalışma, Matlab programı üzerinde Geri yayılım algoritmalarından biri olan Levenberg Marquardt algoritması ile gerçekleştirilmiştir. Modelleme çalışmalarında YSA kullanılırken girdi ve/veya çıktı katmanlarında yer alan parametreler çoğu zaman aynı ölçekte olmamaktadırlar. Ayrıca parametreler birbirinden farklı olmaları nedeniyle birimleri de bazen farklı olmaktadır. Bunun sonucu olarak modelleme işleminde hem öğrenme hızını yavaşlaştırır hem de sonunda çıkacak modelin performansı azaltır. Girdi ve çıktı katmanlarında bulunan bütün parametre değerlerinin belirli ölçek aralığına alınması, bilgilerin aynı ölçekte değerlendirilmesi aynı zamanda yanlış girilen çok büyük veya çok küçük değerlerin etkisinin ortadan kalkmasına neden olmaktadır (Öztemel, 2003). Bu nedenle çalışmada ilk olarak Matlab'da girdi ve çıktı katmanlarında kullanılacak veriler 0,1 ile 0,9 arasında normalize edilmiştir. Normalize işlemi eşitlik (35) ile gerçekleştirilmiştir.

$$X_{ni} = \frac{0,8(X_i - X_{\min})}{(X_{\max} - X_{\min})} + 0,2 \quad (35)$$

Burada X_{ni} , i numaralı olan veri normalize halı, $X_{\min}$ ve $X_{\max}$ sırayla veri setindeki maksimum ve minimum değerleridir. Modelleme sonucunda elde edilen sonuçları gerçek değerlerle karşılaştırabilmesi için normalize işlemi tersine çevirilmiştir.

Bu çalışmada, girdi katmanında seçilen parametreler arasında en iyi modeli bulabilmek için tüm konbinezonlar denenmiştir. Ara katmanı sayısı bir olarak alınmış içindeki nöron sayısı ise belli bir formül olmadığı nedeniyle giriş katmanının nöron sayısı itibaren artırarak deneme-yanılma yöntemi ışığında aranmıştır. Toplama fonksiyonu olarak sigmoid, tanjant-hiperbolik ve doğrusal fonksiyonları girdi ve çıktı katmanlarında tüm konbinezonları yine deneme-yanılma ile her model için en iyi kombinezonu bulmaya çalışılmıştır. Modelin inşa çalışmalarında ve özellikle eğitimi sırasında kullanılması gereken tüm parametreler değişken olarak kullanılacak ise kombinezon sayısı yükselecek ve harcanacak zamanın artmasına neden olacaktır. Ayrıca bir YSA model çalışmasında her zaman en iyi model elde edilmeye çalışılır fakat elde edilen bir sonuç hiç bir zaman en iyi olarak nitelendirilemez. Çünkü her an daha iyi bir sonuca elde edebilmektedir (Öztemel, 2003). Bu durumlar göz önüne alınarak modellerin oluşturulmasında bazı parametreler sabit alınmıştır. Bunlardan öğrenme katsayısı (λ), momentum katsayısı (α), maksimum iterasyon sayısı ve çıktı katmanındaki parametre sayısıdır. Kurulan tüm modeller için öğrenme katsayısı, momentum katsayısı, maksimum iterasyon sayısı ve çıktı katmandaki nöron sayısı sıra ile 0,50; 0,50; 10000 ve 1 (nitrat konsantrasyonu) olarak alınmıştır. Yukarıda belirlenen koşullara göre modelleme çalışmaları gerçekleştirilmiştir.

2.3.5. Modellerin Karşılaştırma Kriterleri

ÇDR ve YSA ile yapılacak modelleme çalışmalarında her bir teknik için en iyi konbinezona ulaşmaya çalışılmıştır. Her bir yöntem ile elde edilen en iyi konbinezon diğer yöntemle de uygulanmıştır. Böylece ÇDR ve YSA yöntemleri arasında tarafsız bir şekilde karşılaştırma fırsatımız olmuştur. Aynı tekniğin içinde farklı konbinezonlar arasında ve iki teknik arasında kurulan modellerin karşılaştırması için veya en iyinin seçebilmesi için korelasyon katsayısının karesi (R^2), Hataların Ortalama Karesel Kökü (HOKK) ve Ortalama Mutlak Hatası (OMH) kriterleri kullanılmıştır. Bahsedilen karşılaştırma kriterleri gerçek çıktıları (Z_i) ile modeller (ÇDR, YSA) tarafından üretilen çıktıları (Y_i) arasındaki benzerlik

derecesi ve hata oranlarını ifade etmektedirler. Aşağıda verilen (36), (37) ve (38) eşitlikleriyle bu karşılaştırma kriterleri hesaplanmaktadır.

$$R^2 = \frac{\left[\sum_{i=1}^n (Z_i - Z_{\text{Ortalaması}})(Y_i - Y_{\text{Ortalaması}}) \right]^2}{\left[\sum_{i=1}^n (Z_i - Z_{\text{Ortalaması}})^2 \right] \left[\sum_{i=1}^n (Y_i - Y_{\text{Ortalaması}})^2 \right]} \quad (36)$$

$$HOKK = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (Z_i - Y_i)^2} \quad (37)$$

$$OMH = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |Z_i - Y_i| \quad (38)$$

Burada Z_i i numaralı gerçek veya ölçülmüş çıktıyı, Y_i i numaralı model tarafından üretilen çıktıyı, $Z_{\text{Ortalaması}}$ gerçek (ölçülmüş) çıktıların ortalaması, $Y_{\text{Ortalaması}}$ modelden çıkan çıktıların ortalamasını ve n ise toplam veri sayısını ifade eder.

Korelasyon (determinasyon) katsayısının karesi (R^2) gerçek (ölçülmüş) çıktıları ve model tarafından üretilen çıktıları arasındaki ilişkinin bir ifadesidir. R^2 0-1 arasında değişir ve 1'e yakın olduğu zaman ilişkileri yüksek 0'a ise ilişkileri düşük olduğu anlamına gelir. HOKK ve OMH değerleri ise modelin çıktıları gerçek çıktıları ile ne kadar mesafe veya hata olduğu ifade eder. Buradan anlaşılır ki bu hata değerleri 0'a ne kadar yakınsa kurulmuş model de o derecede yüksek performansa sahiptir. Model kurulurken R^2 yüksek ve hata değerleri (HOKK, OMH) düşük olması istenmektedir. Bahsedilen bu karşılaştırma kriterleri üretilen çıktıları elde edildikten sonra yukarıda belirtilen formüllerle Excell programı ile hesaplanmıştır.

3. BULGULAR

3.1. Jeoloji

3.1.1. Giriş

Bu çalışmada Amasya ili jeolojisi Sevin ve Uğuz'un 2014 tarihinde MTA adına hazırladıkları 1:100 000 ölçekli Türkiye Jeolojisi Haritaları, Çorum-H 35 paftası 2014 tarih ve 207 nolu rapordan, Aktimur vd (1992), Tüysüz (1996), Çapkınoğlu vd (1997), Koç (2002), Yuva (2015) ve diğer araştırmacıların çalışmalarından derlenerek hazırlanmıştır. Amasya İli çok farklı jeolojik dönemlerde ve çok farklı ortamlarda oluşmuş kaya toplulukları ile oldukça karmaşık bir jeolojik yapıya sahiptir (Şekil 3.2). Bölgede gözlenen kaya birimleri yaklaşık olarak Karbonifer döneminde oluşmuş ve başkalaşmaya uğramış kayalardan günümüzdeki ovalarda çökelen alüvyon formasyonlara kadar uzanmaktadır.

İl sınırları içerisinde yüzeylenen çok sayıdaki jeolojik birimlerin en yaşlısı Karbonifer-Permien yaşlı Tokat Metamorfikleri en genci ise Kuvaterner yaşlı alüvyonlardır.

3.1.2. Stratigrafi

Amasya İli'nde bulunan jeolojik formasyonların temelini oluşturan Tokat Metamorfikleri'nin üzerinde Permien yaşlı Gelinsini Formasyonu yer almaktadır. Triyas yaşlı Devecidağ Karışığı ve Keçikaya formasyonları Gelinsini Formasyonu üzerine gelmektedir. Jura yaşlı Hamurkesen ve Bilecik Kireçtaşı, Kretase yaşlı formasyonları Çalarasın, Cankurtaran, Artova Ofiyolitli Karışığı, Akveren, Arıkayısı, Tersakan ve Çatalçeşme, Eosen yaşlı formasyonları Yoncalı, Çekerek ve Meryemdere, Miyosen yaşlı formasyonları Yedikir, Pliyosen yaşlı formasyonları ise Zöhrep ve Değim formasyonları oluşturur. Bu birimler üzerine Holosen-Pleyistosen yaşlı Yamaç Molozu ve Alüvyonlar uyumsuz olarak gelmektedir (Şekil 3.1).

3.1.2.1. Tokat Metamorfitleeri

Metamorfik kayalardan oluşan birim zcan ve Aksay (1996) tarafından isimlendirilmiştir. Killi, kumlu, karbonatlı ve volkanik kayalar geçirmiş oldukları bölgesel metamorfizma sonucunda Tokat Metamorfitleeri oluşmuştur. Birimin alt kesiminde sarı, boz, kahverenkli, sık kıvrımlı, yapraklanmış, tabakalamaya paralel şistoziteli, serisit-klorit-kuarsşist, muskovit-kuarsşist, serisit-kloritşist, fillit, kalkşist, mermer ve metavolkanit kayalarla temsil edilmektedir. İçinde az miktarda dilimler şeklinde metaçört, metagabro ve serpantinitleeren birim, genelde yeşilşist fasiyesinde metamorfizma geçirmiş olup, kimi bölgelerde albit-epidot-amfibol şist ve eklojit fasiyesi görülmektedir. Birimin, Amasya İli'nin güneydoğusu ve doğusunda büyük yayılımı bulunmaktadır (şekil 3.2).

Çalışma alanının temelini oluşturan birimin yaşı ile ilgili yapılan alışmalar (Okay vd 1990, Yılmaz 1972, Akdeniz 1988, Turhan vd 2004, ztrk 1979) Tokat Metamorfitleerinin yaşının Permo-Karbonifer ncesi olarak kabul etmektedir. Birimin hemen üstünde Gelinsini Formasyonu yer almaktadır. Tokat Metamorfitleeri, Nilüfer Birimi (Okay vd, 1991), Alt Karakaya Kompleksi (Okay ve Göncüoğlu, 2004), Tepeköy Metamorfitleeri (Göncüoğlu vd, 2000), Emir Formasyonu (Akyürek vd, 1982, 1984), Metamorfik Bloku Seri (Norman, 1973), Kuduz Metamorfitleeri (Yılmaz ve Tüysüz, 1984), Tokat Grubu, Turhal Metamorfitleeri (Yılmaz ve Yılmaz, 2004, Turhal Grubu (zcan vd, 1980) ve Hassa Grubu (Okay, 1996) ile denestirilebilmektedir.

3.1.2.2. Gelinsini Formasyonu

Genç vd (1991) tarafından adlandırılan birim kırıntılı ve karbonatlardan oluşmaktadır. Birim, alışma alanında daha çok beyaz, gri, pembesi beyaz renkli, orta katmanlı, ara sıra masif görünümlü, sert, kırıklı-çatlaklı olup ve çatlaklarında kalsit ile dolgulu olan Karlık yesi ile temsil edilmektedir. Gelinsini Formasyonu, alt düzeylerinde çakıltaşlarıyla başlamakta, üste doğru gidildikçe kumtaşı-kıltaşı aralanmalı devam etmekte ve zirvesinde ise kristalize kireçtaşı ve resifal kireçtaşları ile temsil edilmektedir (Sevin ve Uğuz, 2014). Çakıltaşları; kirli beyaz, sarımsı boz renkli, orta-kalın tabakalı ve iyi boyplanmalıdır. İyi yuvarlanmış çakılların durumu ise çoğunlukla kuvarsitik kayalardan, az miktarda da şist ve mermerlerden türemiş. Kumtaşları; sarı boz renkli, ince-orta-kalın katmanlı, sert iyi

boylanmalı olmaktadır. Kireçtaşları açık gri renkli ve algli resifal kireçtaşlarıyla temsil edilmektedir.

Genç vd (1991) birimden yaklaşık 300 metre kalınlık ölçülmüşlerdir. Aynı araştırmacılar birimden almış oldukları kumtaşı ve kireçtaşlarından; *Neoschwagerina* sp., *Pachyphloia* sp., *Sumatrina* sp., *Pseudovermiporella* sp., *Yangchienia* sp., *Parafusillina* sp., *Tetraxis* sp., *Mizzia* sp., *Ungdarella* sp., *Paleotextulariidae* fosilleri aracılığıyla birime Erken-Geç Permiyen yaşı vermişlerdir.

3.1.2.3. Devecidağ Karışığı

Birim, Yılmaz ve Yılmaz (2004) tarafından yapılan çalışmada Devecidağ karışığı olarak tanımlanmıştır. Birim, kırıntılı-karbonat blokları içeren arkozit kumtaşı, çakıtaşı, kumtaşı, çamurtaşı, kumlu kireçtaşı, kireçtaşı ve volkanik kayalarla temsil edilmektedir. Birim; sarı, boz, kahve, gri renkli, ince-orta tabakalı ve sık kıvrımlıdır. Alt düzeyinde birim kırıntılarla başlar, karbonat miktarı yükselmesiyle beraber üste doğru gidildikçe kumlu kireçtaşı ve kireçtaşı litolojisine rastlanmaktadır. Amasya ortasında bulunan köyleri ve çevreleri ve güneye doğru birimin yayılımı görülmektedir (Şekil 3.2).

Birimin alt kesiminde bulunan *Meandrosira pusilla* (Ho), *Cyclogyra* cf. *Mahajeri* Brönnimann Zaninetti ve *Bozorgnia*, *Earlandia tintinniformis* (Misik), *Glomospira* sp., *Glomospirella* sp., *Ammodiscus* sp. fosiller aracılığıyla yaşı Erken Triyas, orta kesiminde ise *Meandrosira dinarica* Kochansky-Devide ve Pantic, *Glomospira densa* (Pantic), *Ammoboculites* sp., *Trochomina* sp., *Endothiranella* sp., *Endothyra* sp. Fosillerinden Anisiyen, Üst kesimlerinden alınan *Involutina gaschei* (Koehn-Zaninetti ve Brönnimann), *Trochomina almfalensis* Koehn-Zaninetti, *Involutina eomesozoica* (Oberhauser), *Glomospirella* sp., *Ammoboculites* sp., *Ophthalmidium* sp., *Endothyra* sp. fosillerden ise birime Geç Triyas yaşı verilmiştir (Sevin ve Uğuz, 2014).

Birim, Soğukkuyu Metamorfikleri (Göncüoğlu vd, 2000), Üst Karakaya Kompleksi (Okay ve Göncüoğlu, 2004) ve Üst Yeşilirmak Grubu ile deneştirilebilmektedir.

3.1.2.4. Keçikaya Formasyonu

Akyürek vd (1982, 1984) tarafından tanımlanan birim karbonat kayaçlardan oluşmaktadır. Birim, Amaysa İli güneyinde Ardışlar köyü çevresinde yüzeilenmektedir (Şekil 3.2). Keçikaya Formasyonu kireçtaşı ve kumlu kireçtaşları ile tarif edilmektedir. Birim gri, beyaz renkli, ara sıra kristalize ve dolomitik özellikte, orta-kalın tabakalı, bol kırıklı ve çatlaklıdır. Çatlaklar arası kalsit dolgulu olup ve gri düzeyleri ise bol miktarda fosil içermektedir.

Akyürek vd (1982, 1984) tarafından yapılan çalışmada tespit edilen *Involutina eomesozoica* (Oberhauser), *Glomospirella* sp., *Trocholina* sp., *Involutina gaschei* (Koehn-Zaninetti ve Brönnimann) fosilleri aracılığıyla Keçikaya Formasyonu'na Orta-Geç Triyas yaşını vermişlerdir. Birim; Yeniçöte Formasyonu (Akyürek vd, 1979b, 1980), Kapaklı Formasyonu (Keskin vd, 1975), Kırkağaç Formasyonu (Akyürek ve Sosyal, 1978, 1983) ve Kızılcan Kireçtaşı Üyesi'nin bir bölümü (Öczan vd, 1980) ile deneştirilebilmektedir.

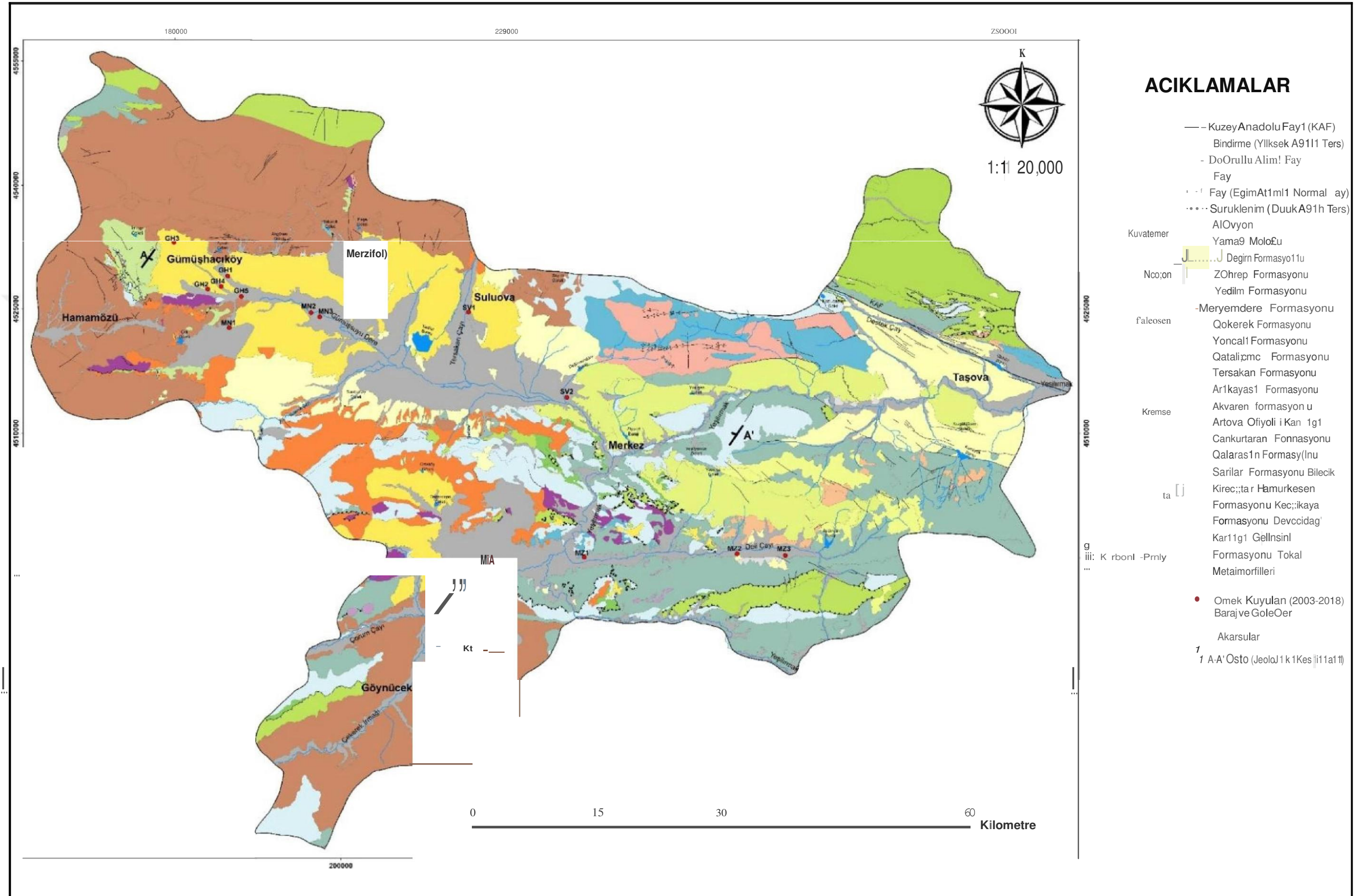
3.1.2.5. Hamurkesen Formasyonu

Ağar (1977) tarafından isimlendirilen birim başlıca konglomera, kumtaşı, silttaşı, çamurtaşı, yer yer marn, kireçtaşı ve volkanit (aglomera, tuf, bazalt, andezit, dasit,-riyolit) merceklerinden oluşmaktadır. Çalışma alanının kuzeydoğusunda Aktaş köyü ve çevresi, Durucasu-Ağıllıbucak-Aşağı yaylalarında ve dolaylarında yayılımı göstermektedir (Şekil 3.2).

Birimin yaşı Alt-Orta Jurasik olarak kabul edilmektedir. Hamurkesen Formasyonu, Zimonköy Formasyonu (Eren, 1983) ile deneştirilebilmektedir.

ÜST SİSTEM	SİSTEM	SERİ	FORMASYON	LİTOLOJİ	AÇIKLAMALAR
S E N O Z O Y İ K	K u	Holosen	Alüvyon		Kil, Silt, Kum ve Çakıl
		Pleyistosen	Yamaç Molozu		Tutturulmamış Blok ve Çakıllar
	e o j e	Pliyosen	Değim		Konglomera ve Çamurtaşı ve az Miktarda Kumtaşı
			Zöhrep		Konglomera, Kumtaşı, Kilitaşı ve Çamurtaşı Ardalanması (Zayıf Çimentolu)
	P a l e o s e	E o s e n	Yedikir		Konglomera, Kumtaşı, Kilitaşı ve Marn Ardalanması
			Meryemdere		Konglomera, Kumtaşı, Silttaşı, Marn, Çamurtaşı Ardalanması ile Kireçtaşları Bazalt, Andezit, Tüf, Aglomera ve Volcano-Tortul Ara Düzeyleri (Beynamaz Volkanit Üyesi)
			Çekerek		Konglomera, Kumtaşı, Marn, Kumlu Kireçtaşı (Ara Düzeyler Halinde Aglomera, Andezit ve Tüfler)
			Yoncalı		Marn, Silttaşı Ardalanması (Kumtaşı Ara Katmanlı)
M E S O Z O Y İ K	K r e t a s e	Ü s t	Çatalçeşme		Kireçtaşı, Kumlu Kireçtaşı
			Tersakan		Kumtaşı, Konglomera, Tüf-Tüfit, Killi Kireçtaşı ile Trakit-Andezit Ardalanması
			Arıkayaşı		Kireçtaşı
			Akveren		Kireçtaşı, Kumlu Kireçtaşı, Marn, Kumtaşı, Silttaşı, Kilitaşı, Çamurtaşı Tüfit ve Dasit
			Artova Ofiyolitli Karışığı		Ofiyolitik Karmaşık (Serpantin ve yer yer Kumtaşı, Aglomera ve Tüften Oluşan Matriks içinde Tortul Kaya, Magmatik, Volkanit ve Metamorfik Blokları)
			Cankurtaran		Kumtaşı-Şeyl Ardalanması (Tüf, Tüfit, Kumlu Kireçtaşı ve Marn Seviyeleri de Gözlenir)
			Çalarasın		Kumtaşı, Silttaşı, Konglomera, Mikritik Kireçtaşı, Volkanit, Çamurtaşı Ardalanması (Bol Kireçtaşı Blokları (Olistolitleri) Kapsar)
	J u r a	Orta-Üst	Sarılar		Killi Kireçtaşı ve Marn Ardalanması
		Üst	Bilecik Kireçtaşı		Kireçtaşı (karstik, Şelf Karakterli, Tabanda Konglomera ve Kumtaşı, yer yer Silis, Çört Yumrulu, Marn, Kilitaşı, Kumtaşı Ara Katkıları) ve Melanj içinde Kireçtaşı Blokları
		Erken-Orta	Hamurkesen		Konglomera, Kumtaşı, Silttaşı, Çamurtaşı, yer yer Marn, Kireçtaşı ve Volkanit (Aglomera, Tüf, Bazalt, Andezit, Dasit-Riyolit) Mercek, Seviye ve Ara Katkıları
		Orta-Üst	Keçikaya		Kireçtaşı ve Kumlu Kireçtaşı
		Erken	Devecidağ Karışığı		Grovak ve Grovak-Sleyt, yer yer Kireçtaşı Blokları, Diyabaz, Spilit, Spilitik Diyabaz, Tüf ve Aglomera
L E O Z O Y	Karbonifer Permien		Gelinsini		Kireçtaşı Orta-Kalın Katmanlı, yer yer Masif Görünümlü, Sert, Kırıklı-Çatlaklı (Karlık Üyesi) Altta Konglomera, Üstte doğru Kumtaşı- Kilitaşı ardalanmalı, en Üstte de Kristalize Kireçtaşı ve Resifal Kireçtaşları
			Tokat Metamorfikleri		Kalkışist, Yeşilışist, Fillit, Mermer, Rekristalize Kireçtaşı, Metatüf, Metaaglomera, Grafitışist Metadiyabaz ve Diyabaz

Şekil 3. 1. Amasya İli'nin Stratigrafik Kolon Kesiti (Ölçeksiz)



Sekil 3. 2. Amasya ili'nin Jeoloji Haritası (MTA, 1:125 000 ölçekli haritalarından derlenmiştir)

3.1.2.6. Bilecik Kireçtaşı

Şelf karakterli kireçtaşlarından oluşan birime Altınlı (1973) Bilecik Kireçtaşı adını vermiştir. Beyaz, bez ve pembe renkli olan birim, orta-kalın tabakalı, ara sıra masif görünümlü olup, alt düzeylerinde kumlu kireçtaşı, orta kesimlerinde mercan ve alglerin yoğun olduğu resifal karakterlidir ve daha üstte ise ince taneli mikritik kireçtaşlarından oluşmaktadır (Şekil 3.2). Bilecik Kireçtaşı Amasya İli'nin ortasında, kuzey ve güney sınırlarında yüzeylenme verir (Şekil 3.3).

Birimde tespit edilen *Paleomiliolina strumosum* (Gumbel), *Ophalmidium* sp., *Globigerina* gr. *Oxfordiana* (Grigecis) *Globochaete alpina* Lombard, *Protopeneroplis striata* Weynschenk, *Protopeneroplis trochoangulata* Septfontaine *Pseudocyclammina lituus* Yokoyama, *Trocholina elangata* (Leopold), *Trocholina alpina* (Leopold), *Conicospirillina basilensis* Mohler, *Layrenthina mirabilis* Weynschenk *Actiniporella podolica* (Alth), *Salpingoporella annulata* Corozzi *Meandrospina favrei* (Charollais, Brönnimann ve Zaninetti), *Haplophragmoides joulowsky* Charollais, Brönnimann ve Zaninetti, *Sowerbyceras tortisulcatum* (d'Orbigny), *Tubiphytes morronensis* Crescenti (Altner vd, 1991) fosillerine göre yaşı Kalloviyen-Hotriviyen olarak belirtmişlerdir. Birim farklı çalışmalarda, Ferhatkaya Formasyonu (Özcan vd, 1980) ve Ağılönü Formasyonu (Genç vd, 1991) ile deneştirilebilir.

3.1.2.7. Sarılar Formasyonu

Alp (1972) tarafından adlandırılan birim başlıca killi kireçtaşı-marn ardalanması ile tarif edilmektedir. Birim; gri, koyu gri, sarımsı renkte, ince-orta tabakalı, radyolarit, çamurtaşı ara tabakalı, killi kireçtaşı-marn ardalanmasındandır. Formasyonun bazı bölgerinin tabanına yakın düzeylerde çakıltası, kumtaşı litolojileri de içine alır. Sarılar Formasyonu Amasya Merkezi yakın çevresi ile güneyinde yayılım göstermektedir.

Birimin alt düzeylerinden alınan örneklerde tespit edilen *Ticinella* spp. (bol), *Globotruncana*? sp., *Nezzazata* sp. fosillerine göre Apsiyen-Albiyen, *Rotalipora evoluta* Sigal, *Rotalipora* sp., *Praeglobotruncana* sp., *Globigerinidae*, radyolarya fosillerine göre Geç Senomaniyen, üst düzeylerden alınan; *Praeglobotruncana stephani* (Gandolfi), *P. Detrioensis* (Plummer), *Globotruncana inflata* Bolli, *G. Linneiana* (d'Orbigny), *G.*

tricarinata Quereau, Rotalipora cushmani (Morrow), R. cf. turonica Brotzen, R. cf. globotruncanoides Sigal fosillerine göre ise yaşı Erken Turoniyen'dir. Birim, Damlaağaçderesi Formasyonu (Koçyiğit, 1987), Elmalidere Formasyonu (Bilgin vd, 2009) ile deneştirilebilir.



Şekil 3. 3. Amasya Merkezinde yüzeylenen Bilecik Kireçtaşlarından bir görünüm (Merkez İlçesi, Yeşilırmak yanı, kuzeye bakış)

3.1.2.8. Çalarasın Formasyonu

Yılmaz ve Tüysüz (1984) tarafında adlandırılan formasyonun içine alan başlıca kayalar kumtaşı, silttaşı, çakıltası, mikritik kireçtaşı, volkanit, çamurtaşı ve kireçtaşı olistolitleridir. Silttaşları; grimsi renkte ve ince katmanlıdır. Şeyller; gri, kahve, kırmızı renkli olup, laminalıdır. Kırmızı çamurtaşı düzeyleri, istif içinde yaygınca rastlanmaktadır. Mikritik kireçtaşları; kırmızı, krem, gri renkli, ince-orta tabakalı ve globotruncana içerir. Volkanitler; gri, siyah renkli, kalın veya masif görünümlü lav, tüf, aglomeradan oluşmakta ve andezitik-bazaltik karakterdedir. Birimin üst seviyeleri metamorfik, ofiyolitik ve karbonatlı kayalardan türemiş bloklar içerir ve olistotromal çökel özelliklerini ortaya koyar.

Çalarasın Formasyonu Amasya güneydoğusu Vermiş-Saraycık köyleri arası, Amasya kuzeyi Boğazköy, Ormanözü-Yıkılğan köyleri arasında geniş bir yayılımı vardır (Şekil 3.2).

Yiğitbaş vd (1990) birimin karbonatlı kesiminden elde edilen; *Globotruncana bulloides* Vogler, *Globotruncana stuarti* (de Lapparent). *Globotruncana falsostuarti* Sigal, *Globotruncana* sp., *Rugoglobigerina* sp. fosilleri ile birimin yaşı Kampaniyen-Maastrichtiyen olarak belirtilmişlerdir. Daha sonra yapılmış çalışmalardan (Sarıfakıoğlu vd, 2011) ise birimin yaşı Geç Santoniyen-Maastrichtiyen bulunmuştur. Birim, Kırzbaşı Karmaşığı'nın kırıntılı bölümü (Yiğitbaş vd, 1990), Gökpınar, Hırsızkaya, Ağıl ve Teknekaya formasyonları (Genç vd, 1991), Kadrak, Karatepe, Eçerkaya formasyonları (Özcan vd, 1980) ile deneştirilebilir.

3.1.2.9. Cankurtaran Formasyonu

Badgley (1959) tarafından isimlendirilen birim kireçtaşı blokları ve volkanik ara düzeyler içine alan kumtaşı, silttaşı, kiltası, kumlu kireçtaşı, çakıltası ardalanması ile tanımlanmıştır. Birim, başlıca ince, ince-orta tabakalı, düzenli, tabakalanmalı, sarımsı-boz, yeşilimsi kül renkli kumtaşı, silttaşı, kiltası, killi kireçtaşı ardalanmasından oluşur. Formasyonun alt seviyelerinde bazaltik-andezitik lav, tuf ve aglomeralardan oluşan volkanitli ve ara düzeyler ile bol ve irili ufaklı kireçtaşı olistolitli olistostromal düzeyler de yaygınca gözlenir. Birim Amasya İli kuzeydoğusunda Kavaloğlu, Alan, Tekke köyleri çevreleri, Çakırismetioğlu köyü güneyinde büyük yayılımı vardır.

Deveciler vd (1989) tarafından birimin çökellerinden alınan *Globotruncana arca* (Cushman), *Globotruncana ventricosa* White, *Globotruncana fornicata* (Plummer), *Pithonella* sp., *Stomiosphaera* sp., *Marsonella* sp., *Lagena* sp., fosilleri aracılığıyla birime Kampaniyen-Maastrichtiyen yaşını vermişlerdir. Ketin ve Gümüş (1963) buldukları *Globigerina* sp., *Orbitoides* sp., ve *Globotruncana* sp. fosillerine dayanılarak birime Senoniyen ve daha sonra yaşını daraltılarak Santoniyen-Kampaniyen olarak kabul etmişlerdir. Gedik ve Korkmaz (1984)'a göre ise birimin yaşı *Globotruncana lapparenti* Brotzen, *Globotruncana arca* (Cushman), *Globotruncana ventricosa* White, *Globotruncana linneiana* (d'Orbigny), *Globotruncana conica* (White), *Globotruncana tricarinata* (Quereau) fosil bulgularına göre Geç Kampaniyen-Erken Maastrichtiyen'dir. Birim Yılmaz ve Tüysüz

(1984) tarafından ayırtlanan ve Gökçeada Formasyonu'nun içinde incelen "Fliş Üyesi" ile de deneştirilebilir.

3.1.2.10. Artova Ofiyolitli Karışığı

Bu birim, ilk kez Özcan vd (1980) tarafından tanımlanmış. Birim, siyahımsı yeşil, kahvemsı yeşil, fümre renkli ve eklemli serpantinit, peridotit, piroksenit, dünit gibi ultramafik kayalar şekilde tarif edilmektedir. Bu tür kayalarda bir araya gelen serpantinleşmiş ortopiroksen, hornblend, olivin, klinopiroksen, örgü tekstürlü serpantin, seyrek olarak muskovit, zeolit, ilmenit ve opak mineraller de bulunmaktadır. Artova Ofiyolitli Karışığı çalışma alanında güneybatısı ve doğusunda sırayla Gökçeli, Şeyhsadi ve çevrelerinde; ayrıca kuzeybatısında da büyük yayılımları vardır.

Birim yaşı Üst Kretase (Alt Kampaniyen-Alt Mestrihtiyen) olarak kabul edilmektedir (Özcan vd, 1980).

3.1.2.11. Akveren Formasyonu

Birim ilk olarak Samsun ve çevresinde Ketin ve Gümüş (1963) tarafından yapılan çalışmada görülüp isimlendirilmiştir. Birim gri-yeşil-mavi-krem renkli, ince tabakalı, pelajik marn gri-mor-yeşil renkli, ince-orta tabakalı, laminalı andezitik ve trakiandezitik tüf, kuvars ve mafik elemanlı, karbonat çimentolu kumtaşı, biyometrik-killi ve mikrit kireçtaşı aralanmalarından oluşmaktadır. Birim, çalışma alanının kuzeydoğusunda Kozluca köyü kuzeyinde Kuzey Anadolu Fayı (KAF) yönünde yayılım göstermektedir.

Birimin yaşı Mestrihtiyen-Paleosen olarak kabul edilmektedir (Aktimur vd, 1992).

3.1.2.12. Arıkayası Formasyonu

Ateş vd (2010) tarafından isimlendirilen birim rudistli kireçtaşları ile tarif edilmektedir. Birim; altta kızıl, alacalı renkte, gevşek tutturulmuş çakıltaşları ile başlayıp üste doğru kumtaşı-marn düzeylerinden sonra, gri krem renkli, orta-kalın tabakalı rudistli kireçtaşları ile devam etmektedir. Formasyonun Amasya kuzeybatısında Gümüş köyü yakınında küçük yayılımı görülmektedir (Şekil 3.2).

Arıkaya Formasyonu'nda bulunan *Vaccinites ultimus* Milovanovic, *V. sulcatus* Defrance, *V. aff. ultimus* Milovanovic, *V. sp.*, *Yvaniella alpani* Karacabey, *Hippuritella colliciatu* Woodward fosillerine göre formasyonun yaşı Maastrichtiyen'dir. Birim, Çankırı havzasında Malboğazı Formasyonu (Birgili vd, 1975) ile denestirilebilir.

3.1.2.13. Tersakan Formasyonu

Birim, Öztürk (1979) tarafından ilk kez tanımlanmıştır. Birimin rengi sarımsı gri, şekli orta tabakalı, sert yapılı, iyice tutturulmuş volkanik elemanlı kumtaşı; sarı, yer yer kireç ve kil çimentolu, kalın tabakalı konglomera, gri, kalın tabakalı aglomera; ince-orta tabakalı killi kireçtaşı ardalanmalarından oluşmaktadır. Buna dahil de trakit ve andezit lav düzeyleri de katılmıştır. Tersakan Formasyonu, çalışma alanının ortasında Aydınlık, Ziyaret ve Erkonas köyleri ve çevrelerinde ve ortadoğusuna doğru büyük yayılımı bulunmaktadır (Şekil 3.2).

Maastrichtiyen yaşlı olan Tersakan Formasyonu, Fatsa Formasyonu (Terlemez ve Yılmaz, 1980), Karatepe Formasyonu (Özcan vd, 1980) ve Kırandağ Formasyonu (Seymen, 1974) ile denestirilebilir.

3.1.2.14. Çatalçeşme Formasyonu

Birim, Aktimur vd (1989, 1990a) tarafından isimlendirilmiştir. Formasyonun rengi sarımsı-gri-pembe, şekli ince-orta tabakalı ve kavkılı kumlu kireçtaşı ile temsil edilmektedir. Amasya İli doğusunda bulunan Fındıklı köyü ve çevresinde yayılımı vardır.

Çatalçeşme Formasyonu'nun yaşı Üst Kretase-Paleosen olarak kabul edilmektedir. Ayrıca, formasyonu Aktimur vd (1990c) Tecer Kireçtaşı ve İnan (1990) Tecer Formasyonu ile denestirilebilir.

3.1.2.15. Yoncalı Formasyonu

Birgili vd (1975) tarafından adlandırılan birim kumtaşı ara katmanlı marn, silttaşı ardışımından oluşmaktadır. Marn ve silttaşları; grimsi, yeşilimsi renkli, ince-orta katmanlı, yer yer paralel laminalı, midye kabuğu kırılmalı ve canlı eşeleme izlidir. Kumtaşları; sarımsı gri renkli, ince tabakalı, ince-orta taneli, sıkı çimentolu, derecelenmeli, paralel ve çapraz laminalıdır. Tabanda fosilli olan birim, üste doğru gidildikçe fosil yönünden fakirleşir. Yoncalı Formasyonu Anasya İli'nin ortası ve hemen onun batısında Terzioğlu, korkut, Çitli, Köşeler ve Ovabaşı köyleri ve çevrelerinde yayılımı bulunmaktadır (Şekil 3.2).

Birgili vd (1975) birimin yaşı alınan; *Nummulites globulus* Leymerie, *Nummulites burdigalensis* de la Harpe, *Nummulites aquitanicus* Benoist, *Nummulites fossulata* de Cizancourt, *Asilina mamillata* d'Archiac, *Assilina exponens* Sowerty fosillerine göre İspresiyen olarak değerlendirilmişlerdir. Hakyemez vd (1986) de birimden aldıkları çok geniş fosil faunasına göre formasyon Geç Paleosen-Erken Lütasiyen yaşlı olacağını belirtmişlerdir. Yoncalı Formasyonu; Bulanıkdere Formasyonu (Norman, 1972), Tatar İlyas Formasyonu'nun orta kesimi (Çapan ve Buket, 1975), Eskipolatlı Formasyonu (Ünalın vd, 1976) ve Karagedik Üyesi (Akyürek vd, 1982, 1984) ile deneştirilebilir.

3.1.2.16. Çekerek Formasyonu

Özcan vd (1980) tarafından ilk kez tanımlanan birim konglomera, volkanik elemanlı, kumtaşı, aglomera, marn, andezit ve tuf ardışımından oluşmaktadır. Alt düzeyinde sarı ve orta-kalın tabakalı konglomera ve orta tabakalı bez, volkanik elemanlı ve kumtaşı ile başlar; ara tabakada mor-krem-mavi-yeşil rengi ve ince tabakalı marn ile devam eder ve üstte kumtaşı, aglomera, andezit, bazalt ve tuf aralanmaları ile sonu vermiştir. Birim Amasya'nın güneydoğusunda Beldağı ve Yuvaköy köyleri ve çevrelerinde ve Sarımeşe-Tatar-Eskikızılca köylerin arasında yayılımı göstermektedir.

Birime ait kireçtaşları içerisinde, yalnızca çok bol olmayan *Globigerinella* sp. ve *Globigerinoides* sp. gibi planktonik foraminiferler saptanabilmiştir. Ayrıca Özcan vd. (1980)

yörede yaptıkları çalışmada Lütésiyeñ yaşı fosiller saptanmışlardır. Bu verilerin ışığında birim yaşı Lütésiyeñ olarak saptanmıştır.

3.1.2.17. Meryemdere Formasyonu

İlk defa Serdar ve Biçer (1981) tarafından Meryemdere Formasyonu adı verilmiştir. Birim başlıca çakıltaşı, kumtaşı, silttaşı, marn, çamurtaşı arıalanması ve kireçtaşlarından oluşmaktadır. Daha sonra Yılmaz ve Tüysüz (1984) tarafından tarif edilen andezit, tuf, aglomera ve volkano-tortul ara düzeylerden oluşan birimin Beynamaz Volkanit Üyesi ise çalışma alanında en çok görüldür. Formasyon kırmızımsı sarı ve alaca renkli çakıltaşı-kumtaşı arıalanmasıyla başlar. Çakıltaşları kalın-çok kalın tabakalı, kötü boylanmalı, az yuvarlak ve kötü tutturulmuştur. Meryemdere Formasyonu karasal ortam koşullarını belirleyen çökellerle başlayıp, üst düzeylerine doğru sığ denizel çökellerle devam eder. Volkanik faaliyetleri bu sığ çökellerinde görülmektedir. Birimin Beynamaz Üyesi ile Amasya kuzeybatısında Merzifon, Gümüşhacıköy ve Hamamözü ilçelerinde ve güneyinde göynücek ilçesinde büyük yayılımı görülmektedir (Şekil 3.2).

Atakay (2009) tarafından volkanitlerden radyometrik olarak Orta-Geç Eosen yaşı elde edilmiştir. Birim; Mecitözü Formasyonu (Genç vd, 1991), Örencik Formasyonu (Yılmaz ve Tüysüz, 1984) ile deneştirilebilir.

3.1.2.18. Yedikir Formasyonu

Birim, Gümüşsu (1980) tarafından başlıca kumtaşı, silttaşı ve marnlardan oluşmuştur. Birimin adı Suluova İlçesi'ne 4 km uzaklıkta ve güneydoğusunda olan Yedikir köyüsünden almıştır. Kirli beyaz, krem, sarımsı boz renkli, düzensiz katmanlanmalı, kötü tutturulmuş çakıltaşı, kumtaşı, kıltaşı, çamurtaşı, marn arıalanmasından oluşan birimin kıltaşı-marn düzeyleri beyaz, yeşilimsi beyaz, bez renk, ince tabakalı ve laminealıdır. Kıltaşı-Marn tabakalarında yer yer gastrop kalıntıları da rastlanmaktadır. Yedikir Formasyonu Amasya batısında bulunan Merzifon İlçesi'nin güneyinde ve Sıracevizler köyü güneybatısında yayılımı vardır (Şekil 3.2).

Genç vd (1991) birimden Geç Miyosen-Pliyosen yaşını veren *Dreissensia cf. polymorpha* Pallas, *Theodoxus cf. semiplicatus* Neumayr, *Pyrgula cf. prisca* Neumayr, *Pseudamnicola* (Barassia) sp., *Radix cf. obtusissima* Deshayes gibi tatlı su makro fosilleri elde etmişlerdir. Böylece birimin yaşı stratigrafik konumu göz önüne alınarak Geç Miyosen-Pliyosen olarak değerlendirilmiştir.

3.1.2.19. Zöhrep Formasyonu

Aktimur (1986) tarafından tanımlanan birim, gri-boz renkli, yer yer kil ve karbonat ara katkılı tutturulmuş konglomera ve kumtaşı ile temsil edilmektedir. Zöhrep Formasyonu çalışma alanının doğusunda Yeşilirmak Nehri kenarına yakın mesafede ve özellikle Kızöldüren, Devre, Hacıbey, Şahinler ve Karaağaç köyleri ve çevrelerinde büyük yayılımı göstermektedir.

Formasyonun yaşı Pliyosen olarak kabul edilmiştir (Aktimur, 1988 a ve b).

3.1.2.20. Değim Formasyonu

Birgili vd (1975) tarafından adı verilen birim çakıltaşları ve çamurtaşları ile temsil edilmektedir. Birim; bordo, kahverengi, sarımsı renkli çakıltaşı, çamurtaşı ve az miktarda da kumtaşlarından oluşmaktadır. Çakıltaşları, kalın tabakalı, kötü boylanmalı, matriks destekli, gevşek tutturulmuştur. Kumtaşları; ince-orta tabakalı, gevşek tutturulmuş, orta-kötü boylanmalı, kaba taneli, çoğunlukla kalın ve paralel laminalıdır. Birimin Suluova doğusu Salucu, Dereköy, Yolpınar, Çaydibi ve Çaybaşı köyleri dolayında yayılımı vardır (Şekil 3.2).

Formasyon içinde, fosil bulgusu bulunmamaktadır. Fakat stratigrafik konumuna göre birimin yaşı Geç pliyosen-Pleyistosen olarak kabul edilmiştir (Karadenizli vd, 2004). Değim Formasyonu, Sürgütepe Formasyonu (Yoldaş, 1982) ile deneştirilebilir.

3.1.2.21. Yamaç Molozu

Birim, yüksek engebelerin eteklerinde dolgulanmış ve malzemesi bu topoğrafyayı oluşturan kayalardan türemiş, iyi tutturulmamış köşeli, tane destekli çakıl ve bloklardan oluşmaktadır. Çalışma alanında küçük yayılım gösteren birim Çetmi, Karamağara, Gümüştepe ve Ezinepazar köyleri ve dolaylarında vardır.

3.1.2.22. Alüvyon

Menderesli, örgülü akarsu ve taşkın ovası çökelleri ile temsil edilmekte ve iyi tutturulmamış çakıl, kum, silt, çamur birikintilerinden oluşan birimin güneyde Yeşilırmak, Çekerek Irmağı ve diğer akarsuların yataklarında bulunmaktadır.

3.2. Yapısal Jeoloji

Amasya İli tektonik yapısı güneydeki Mesozoyik okyanusunun yitim sürecinde kazanmıştır. Yaklaşık Kuzey-Güney yönlü sıkışma etkisinde kalan inceleme alanında Doğu-Batı, Kuzeybatı-Güneydoğu ve Kuzeydoğu-Güneybatı doğrultu yapılar ortaya çıkmıştır; bu yapılar ise faylar ve bindirmeler biçiminde gözlenmektedirler (Sevin ve Uğuz, 2014). İl genelinde bulunan jeolojik yapılar hem sayı hem de türü açısından oldukça önemlidir (Şekil 3.2). Bunlardan bölgenin en önemlisi ise kuskusuz çalışma alanının kuzeydoğusundak sağ yanal atımlı Kuzey Anadolu Fayı (KAF)'dır.

KAF'ın önemi, Anadolu'yu Doğu-Batı gidişi ile Kuzeyi boyunca kat etmesinden ve aralıklarla çoğu yıkıcı olan depremler üretmesinden gelmektedir. Birçok araştırmacılar tarafından KAF'ı incelenmiştir. Bunlardan Nowak (1928) "Paflagonya Yarığı", Salomon ve Salvi (1940) "Tonate Hattı" adını vermişler ve KAF adı ise ilk defa Pamir (1944) tarafından kullanmıştır. Son olarak Herece ve Akay (2003) tarafından Kuzey Anadolu Fayı'nın tamamı 1/100.000 ölçekli ayrıntılı olarak haritalanmıştır.

3.3. . Hidrojeoloji

Bu bölümde elde edilen jeolojik bilgiler ışığında çalışma alanında bulunan jeolojik birimler su bulundurabilme ve geçirimsizlik özelliklerine göre sınıflandırılmaya çalışılmıştır. Böylece inceleme alanında yer alan jeolojik birimler geçirimsiz, yarı geçirimsiz ve geçirimsiz olmak üzere üçe ayrılmış ve bölgenin hidrojeoloji haritası hazırlanmıştır (Şekil 3.4).

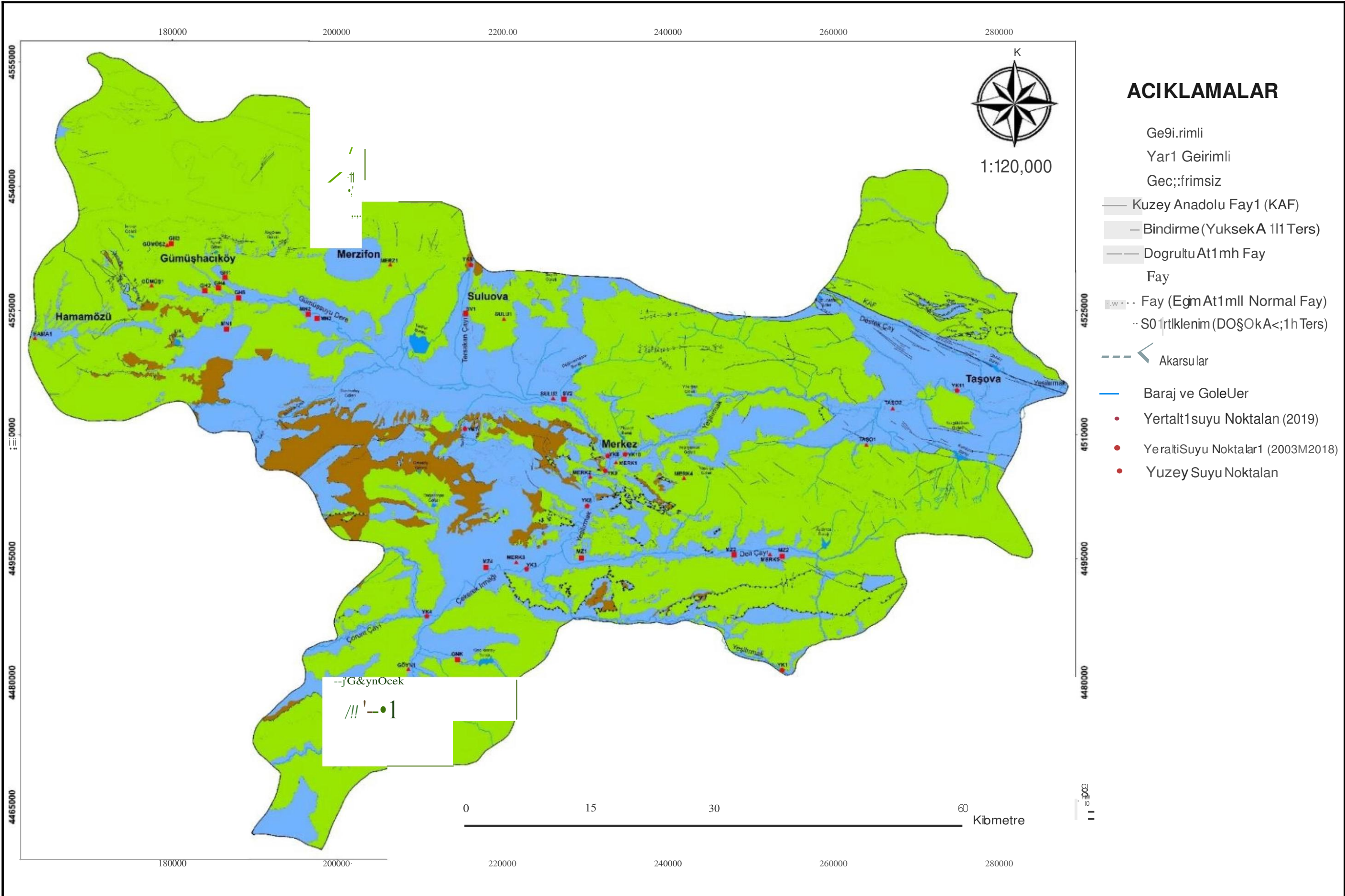
Geçirimsiz formasyonlar olarak iyi tutturulmamış olan çakıl, kum, silt ve çamur ile temsil edilen alüvyonlar, iyi tutturulmamış köşeli ve tane destekli ile bloklardan oluşan yamaç molozu, çakıltası ve çamurtaşlarından oluşan Değim Formasyonu, yer yer kil ve karbonat ara katkılı tutturulmuş konglomera ve kumtaşından oluşan Zöhrep Formasyonu, kireçtaşlarından oluşan Bilecik Kireçtaşı ve çatlaklı karbonat kayalardan oluşan Keçikaya Formasyonu kabul edilmiştir. Yarı geçirimsiz özelliğe sahip birimler olarak kumtaşı, silttaşı ve marn aralanmasından oluşan Yedikir Formasyonu, çakıltası, kumtaşı, silttaşı, marn, çamurtaşı aralanması ve kireçtaşlarından oluşan Meryemdere Formasyonu, andezit, tuf, aglomera ve volkano-tortul ara düzeyleri, konglomera, volkanik elemanlı, kumtaşı, aglomera, marn, andezit ve tuf ardışımı ile temsil edilen Çekerek Formasyonu, kumlu kireçtaşından oluşan Çatalçeşme Formasyonu, iyice tutturulmuş volkanik elemanlı kumtaşı, yer yer kireç ve kil çimentolu, kalın tabakalı konglomera ve aglomera; ince-orta tabakalı killi kireçtaşı aralanmalarıyla temsil edilen Tersakan Formasyonu, kireçtaşı, çakıltası ve kumtaşı-marn ile oluşan Arıkayası Formasyonu, marn, andezitik ve trakiandezitik tuf, kuvars ve mafik elemanlı, karbonat çimentolu kumtaşı, biyomikritik-killi ve mikritik kireçtaşı aralanmalarından oluşan Akveren Formasyonu, serpantin, peridotit, piroksenit, dünit gibi ultramafik kayalar ile tarif edilen Artova Ofiyolitli Karışığı, kireçtaşı blokları, volkanik ara düzeyler, kumtaşı, silttaşı, kiltası, kumlu kireçtaşı, çakıltası aralanması ile tanımlanan Cankurtaran Formasyonu, kumtaşı, silttaşı, çakıltası, mikritik kireçtaşı, volkanit, çamurtaşı ve kireçtaşından oluşan Çalarasın Formasyonu, konglomera, kumtaşı, silttaşı, çamurtaşı, yer yer marn, kireçtaşı ve volkanitlerle temsil edilen Hamurkesen Formasyonu, kırıntılı-karbonat blokları içeren arkozik kumtaşı, çakıltası, kumtaşı, çamurtaşı, kumlu kireçtaşı, kireçtaşı ve volkanik kayalarla temsil edilen Devecidağ Karışığı, kırıntılı ve karbonatlardan oluşan Gelinsini Formasyonu ve killi, kumlu, karbonatlı ve volkanik kayalardan metamorfizmaya maruz kalmış Tokat Metamorfikleri tanımlanmıştır. Geçirimsiz özelliğine sahip olan birimler ise kumtaşı ara katmanlı marn, silttaşı ardışımından oluşan Yoncalı

Formasyonu ve başlıca killi kireçtaşı-marn ardalanmasından oluşan Sarılar Formasyonu ile temsil edilmektedir (Şekil 3.4 ve 3.5).



ÜST SİSTEM	SİSTEM	SERİ	FORMASYON	LİTOLOJİ	AÇIKLAMALAR	FORMASYONLARIN HİDROJEOLÖJİK ÖZELLİKLERİ
S E N O Z O Y İ K	K u v	Holosen Pleyistosen	Alüvyon		Kil, Silt, Kum ve Çakıl	Geçirimli
			Yamaç Molozu		Tutturulmamış Blok ve Çakıllar	Geçirimli
	N e o j e n	Pliyosen	Değim		Konglomera ve Çamurtaşı ve az Miktarda Kumtaşı	Geçirimli
			Zöhrep		Konglomera, Kumtaşı, Kilitaşı ve Çamurtaşı Ardananması (Zayıf Çimentolu)	Geçirimli
		Miyosen	Yedikir		Konglomera, Kumtaşı, Kilitaşı ve Marn Ardananması	Yarı geçirimli
	P a l e o s s e n	E o s s e n	Meryemdere		Konglomera, Kumtaşı, Silttaşı, Marn, Çamurtaşı Ardananması ile Kireçtaşları Bazalt, Andezit, Tuf, Aglomera ve Volcano-Tortul Ara Düzeyleri (Beynamaz Volkanit Üyesi)	Yarı geçirimli
			Çekerek		Konglomera, Kumtaşı, Marn, Kumlu Kireçtaşı (Ara Düzeyler Halinde Aglomera, Andezit ve Tüfler)	Yarı geçirimli
			Yoncalı		Marn, Silttaşı Ardananması (Kumtaşı Ara Katmanlı)	Geçirimsiz
	M E S O Z O Y İ K	K r e t a s e	Çatalçeşme		Kireçtaşı, Kumlu Kireçtaşı	Yarı geçirimli
			Tersakan		Kumtaşı, Konglomera, Tuf-Tüfit, Killi Kireçtaşı ile Trakit-Andezit Ardananması	Yarı Geçirimli
			Arıkayası		Kireçtaşı	Yarı Geçirimli
			Akveren		Kireçtaşı, Kumlu Kireçtaşı, Marn, Kumtaşı, Silttaşı, Kilitaşı, Çamurtaşı Tüfit ve Dasit	Yarı Geçirimli
			Artova Ofiyolitli Karışığı		Ofiyolitik Karmaşık (Serpantinit ve yer yer Kumtaşı, Aglomera ve Tüften Oluşan Matriks içinde Tortul Kaya, Magmatik, Volkanit ve Metamorfik Blokları	Yarı geçirimli
			Cankurtaran		Kumtaşı-Şeyl Ardananması (Tuf, Tüfit, Kumlu Kireçtaşı ve Marn Seviyeleri de Gözlenir	Yarı Geçirimli
			Çalarasın		Kumtaşı, Silttaşı, Konglomera, Mikritik Kireçtaşı, Volkanit, Çamurtaşı Ardananması (Bol Kireçtaşı Blokları (Olistolitleri) Kapsar)	Yarı geçirimli
		Orta-Üst	Sarılar		Killi Kireçtaşı ve Marn Ardananması	Geçirimsiz
		J u r a	Üst		Kireçtaşı (karstik, Şelf Karakterli, Tabanda Konglomera ve Kumtaşı, yer yer Silis, Çört Yumrulu, Marn, Kilitaşı, Kumtaşı Ara Katkıları) ve Melanj içinde Kireçtaşı Blokları	Geçirimli
			Erken-Orta		Konglomera, Kumtaşı, Silttaşı, Çamurtaşı, yer yer Marn, Kireçtaşı ve Volkanit (Aglomera, Tuf, Bazalt, Andezit, Dasit-Riyolit) Mercek, Seviye ve Ara Katkıları	Yarı Geçirimli
	T r i y a s	Orta-Üst	Keçikaya		Kireçtaşı ve Kumlu Kireçtaşı	Geçirimli
		Erken	Devecidağ Karışığı		Grovak ve Grovak-Sleyt, yer yer Kireçtaşı Blokları, Diyabaz, Spilit, Spilitik Diyabaz, Tuf ve Aglomera	Yarı Geçirimli
P A L E O Z O Y İ K	Karbonifer Permiyen		Gelinsini		Kireçtaşı Orta-Kalın Katmanlı, yer yer Masif Görünümlü, Sert, Kırıklı-Çatlaklı (Karlık Üyesi) Altta Konglomera, Üstte doğru Kumtaşı- Kilitaşı ardananmalı, en Üstte de Kristalize Kireçtaşı ve Resifal Kireçtaşları	Yarı geçirimli
			Tokat Metamorfikleri		Kalkışit, Yeşilışit, Fillit, Mermer, Rekristalize Kireçtaşı, Metatuf, Metaaglomera, Grafitışit Metadiyabaz ve Diyabaz	Yarı Geçirimli

Şekil 3. 4. Amasya İli'nde Yüzeyleyen Jeolojik Birimlerinin Hidrojeolojik Özellikleri (Ölçeksiz)



Sekil 3. 5. Amasya ili'nin hidrojeoloji haritası

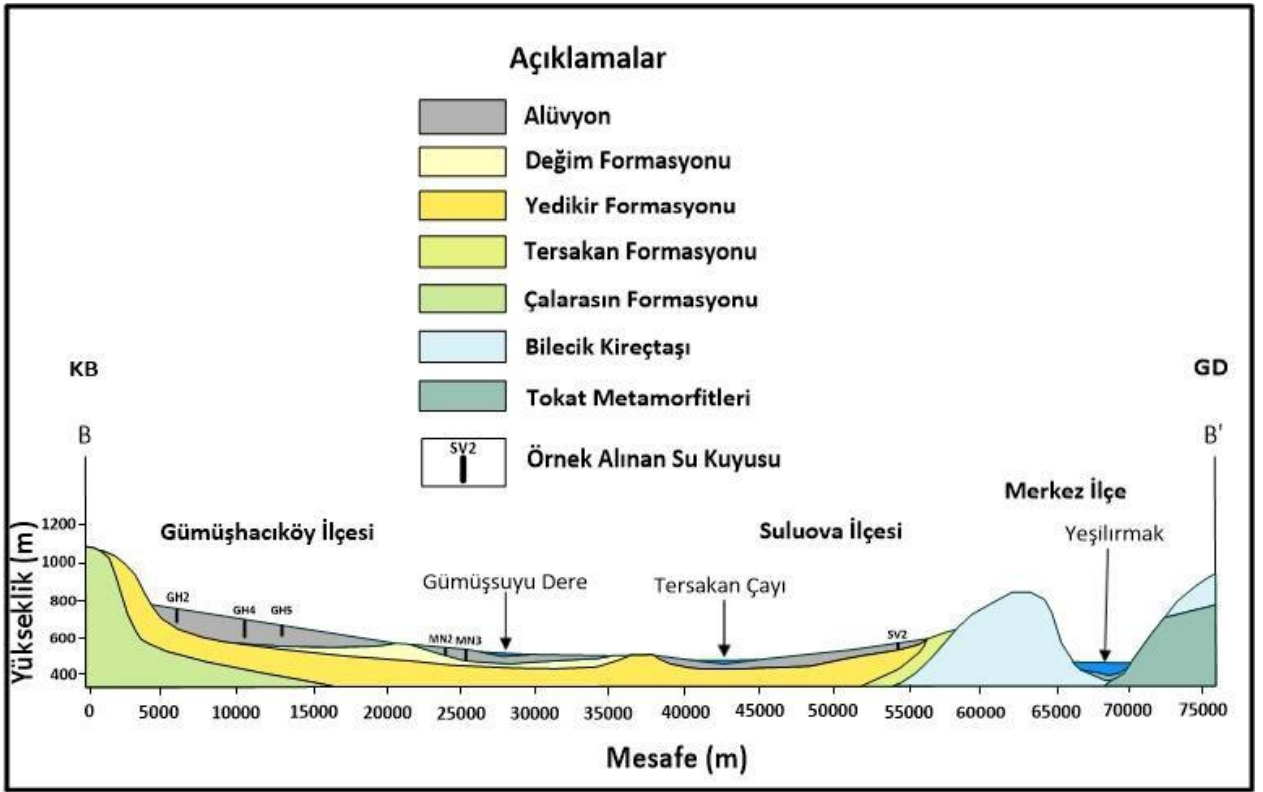
Çalışma alanında yer alan akarsuların çevresinde yüzeylenen alüvyonlar alandaki yeraltısuyu taşıyan en önemli birimleri oluşturmaktadır (Şekil 3.5). Farklı alanlarda yüzeylenen bu alüvyon akiferler Gümüşhacıköy, Merzifon, Suluova, Göynücek ve Merkez ilçe sınırları içerisinde yer alırlar. DSİ 7. Bölge Müdürlüğünden elde edilen bilgilere göre kalınlıkları 200 m'ye varan alüvyonlarda açılan kuyuların derinlikleri 28- 153 m arasında değişir (Çizelge 3.1).

Çizelge 3. 1. Çalışma alanında DSİ tarafından gözlenen kuyulara ait bilgiler

İlçe	Kuyu/Mah	Kod	DOĞU ED50	KUZAY ED50	Kuyu Derinliği (m)	Debisi (l/s)	Statik Su Seviyesi (m)	Dinamik Su Seviyesi. (m)
Gümüşhacıköy	Güblüce	GH1	692182	4524809	-	-	-	-
Gümüşhacıköy	Keçiköy	GH2	689877	4523071	138	40	2,93	-
Gümüşhacıköy	Merkez	GH3	685425	4528419	90	20	6	19
Gümüşhacıköy	Eslemes	GH4	691475	4523509	153	15	Artezyen	52,50
Gümüşhacıköy	Çavuş	GH5	693984	4522463	104	45	Artezyen	36,46
Merzifon	Bulak	MN1	692786	4518598	-	-	-	-
Merzifon	Yakup	MN2	702517	4521079	117	35	Artezyen	45,10
Merzifon	Hayrettin	MN3	703602	4520653	150	12	1.90	-
Merkez	İlyasköy	MZ1	737461	4493940	28	6	8	28
Merkez	Uygur	MZ2	755844	4495611	82	40	3.10	-
Merkez	Ezinepazar	MZ3	761669	4495812	-	-	-	-
Merkez	Gözelek	MZ4	726028	4492036	101	15,56	1,56	-
Suluova	Merkez	SV1	721483	4522449	74	0,7	8	28
Suluova	Boğazköy	SV2	734047	4512988	40	5	10	15
Göynücek	Gediksaray	GNK	723342	4480666	64	37	1,8	20,7

Kuyu logları incelendiğinde Merzifon akiferinin üst kısımlarının çakıllı killerden, orta seviyelerinde daha çok kumlu çakıllı seviyelerin, alt kısımlarında ise killerin olduğu görülmektedir (Ek şekil 16 ve 17). Gümüşhacıköy akiferinin batı kısımlarında üstte kumlu seviyelerin altta kumlu çakıllı seviyeler ile kil bantlarının ardalandığı görülür. Doğu kısmında ise üstte killi seviyeler altta bloklu çakıllı seviyeler görülür (Ek şekil 18'den 20'e). Merkezde yüzeylenen alüvyonların ise üstte çakıllı ve kumlu olduğu altlarda yer yer kil bantları içeren kumlu çakıllı düzeylerin olduğu görülmektedir (Ek şekil 21 ve 22).

İnceleme alanında alüvyon akiferlerde içme-kullanma ve sulama suyu amaçlı bulunan kuyular şekil 3.6'da görülmektedir.



Şekil 3. 6. Amasya ilinde farklı akiferleri temsil eden yeraltısuyu örnekleme için (2003-2018 yılları arasında DSİ tarafından örneklenen) yapılan kuyulardan bazıları

3.4. Yeraltı ve Yüzey Sularının Hidrojeokimyası

3.4.1. Giriş

Doğal suyun zamansal ve mekansal açıdan bileşiminin incelenmesi ve aynı zamanda kimyasının değişimi ve nedenlerinin araştırılmasına hidrojeokimya denir. Yeraltı ve yerüstü suları genel olarak yağış sularından beslenir ve bu ikisi karşılıklı bir şekilde zamana bağlı olarak birbirlerini beslenmektedirler. Su, yağış yahut kar şeklinde yeryüzüne dönerken havada bulunan birtakım gazlar, inorganik maddeler ve radyoaktif elementleri içerisine alır. Ayrıca yere ulaşan yağmur suyunun bir kısmı doğal kanallar ile yerüstü sularına (göl, nehir veya deniz) ulaşır, diğer kısmı da bulunduğu toprak ve kayaların özelliğine bağlı olarak gözenek ve çatlaklar vasıtasıyla süzülerek yeraltına ulaşarak burada yeraltısuyu oluşturmaktadır. Böylece yağmur suları yeraltı ve yerüstü su kaynaklarına varıncaya kadar kat ettiği yol boyunca endüstriyel ve evsel atıklar, böcek ve tarım ilaçları, gübre ve pestisitlerin kalıntıları ile temas eder ve bünyesine bir takım organik ve inorganik maddeleri

alır. Bu sürecin sonucu olarak suların bileşimine birçok kimyasal maddeler yerleşir veya bulunan miktarlarında artışlar olur. Suyun yeni bileşiminde insan, hayvan veya bitkilerin sağlığı ve gelişimi için kesinlikle gerekli olan maddeler bulunurken, tehlikeli olan veya fazla bulunduğu takdirde tehlikeli olabilen maddeler de yerlabilmektedir. Bunun için yeraltı ve yerüstü sularının jeokimyasal araştırmalarında mümkün olduğunca fiziksel, kimyasal ve bakteriyolojik parametrelerinin analiz edilmesi ve elde edilen sonuçların da su kaynaklarının kalitesine yönelik değerlendirmelerde bulunulması son derece önemlidir.

Bu nedenle çalışma alanının mevcut su kalitesi durumunu ortaya koyabilmek için çalışma alanını temsil eden noktalardan yerinde ölçümler yapılmış analizler için örnekler alınmıştır. Yeraltısularının örnekleme akiferleri temsil eden seçilmiş sondaj kuyularından (Şekil 3.6), yüzey sularının örnekleme ise karışım noktaları dikkate alınarak seçilen akarsulardan yapılmıştır. Yüzey sularının mevcut durumunu ortaya koyabilmek için örnekleme Kasım-Aralık 2019 yılında gerçekleştirilmiştir. Alınan yeraltı ve yerüstü su örneklerinin konum bilgileri şekil 3.5 ve çizelge 3.2’de yer almaktadır. Alınan su örneklerinin fiziksel, kimyasal (majör iyonları, kirlilik ve organik parametreleri ve iz elementler) ve bakteriyolojik parametreleri için Samsun Halk Sağlık Laboratuvarı’nda ve yüzey sularının KOİ-BOİ-AKM parametreleri için Amasya Belediye Laboratuvarı’nda analiz edilmiştir. Bir havzanın hidrojeokimyasal değerlendirmelerde bulunabilmesi için bir hidrolojik yılda kurak ve yağışlı dönemde olmak üzere iki kez analiz yapılması önerilmektedir (Mazor, 1991). Bunun için DSİ tarafından toplam 15 sondaj kuyusunda 2003-2018 yılları arasında yağışlı (Nisan-Mayıs-Haziran) ve kurak (Eylül-Ekim-Kasım-Aralık) dönem olmak üzere yapılan majör iyonları, nitrat iyonu, pH ve elektriksel iletkenlik analiz verileri elde edilmiştir. Çizelge 3.1 ve şekil 3.5’de söz konusu kuyuların özellikleri yer almaktadır. Ayrıca Amasya Belediyesi tarafından 11 yüzey suyu noktasında 2008-2015 yılları arasında her yıl üçer aylık dört dönem (Ocak-Şubat-Mayıs, Nisan-Mayıs-Haziran, Temmuz-Ağustos-Eylül, Ekim-Kasım-Aralık) olmak üzere yapılan sıcaklık, pH, DO, K, Zn, Fe, Cu, K, SO₄, SO₃, NH₄, NH₃, NO₃, NO₂, PO₄ ve KOİ ölçüm sonuçları alınmıştır. Bu yüzey sularının örnek noktalarına ait detaylar ise şekil 3.5’te bulunmaktadır. Yeraltı suyu majör iyon konsantrasyonları kullanılarak Piper ve Schoeller diyagramları hazırlanmış; Sodyum Adsorpsiyon Oranı (SAR), sertlik, Artıksal Sodyum Karbonat (RSC), %Na ve Magnezyum Tehlikesi (MT) parametreleri belirlenmiş ve Amasya İli yeraltı ve yerüstü sularının kalitesi ve kullanım koşullarına açıklık getirilmeye çalışılmıştır. Değerlendirme

sırasında kullanıldığı parametreler hakkında bilgi verildikten sonra analiz sonuçları Türk Standart (TS 266), Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği (SKKY) veya Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) tarafından içme ve kullanma suyu için verilen sınır değerlerine göre karşılaştırılmıştır.

Çizelge 3. 2. İnceleme alanındaki 2019 yılında örneklenen yeraltısularının koodinat bilgileri

Örnek Adı	Koordinatlar		İlçe	İstasyon Adı	Kullanım Amacı
	Doğu/36	Kuzey/36			
MERK1	740832	4505778	Merkez	Bel. İçme Suyu Kuyusu	İçme Suyu
MERK2	737836	4503871	Merkez	Bel. İçme Suyu Kuyusu	İçme Suyu
MERK3	729621	4492928	Merkez	Ayten Çiftliği Kuyusu	Sulama Suyu
MERK4	749161	4504466	Merkez	Y. Sulama Suyu Kuyusu	Sulama Suyu
MERK5	760169	4495969	Merkez	Ezinepazar İçme Kuyusu	İçme Suyu
GÖYN1	717520	4479152	Göynücek	Köy Sondaj Kuyusu	İçme Suyu
GÖYN2	714055	4473251	Göynücek	Köy Çeşmesi	İçme Suyu
TAŞO1	770881	4509967	Taşova	Belevi Sondaj Kuyusu	Sulama Suyu
TAŞO2	773740	4514576	Taşova	Obam Tesisi Çeşmesi	İçme Suyu
HAMA1	669798	4515971	Hamamözü	Hurmaoğlu Kuyusu	Sulama Suyu
MERZ1	712002	4527751	Merzifon	Koç Petrol Of Çeşmesi	İçme Suyu
SULU1	726129	4522126	Suluova	Mustafa Yılmaz Kuyusu	Sulama Suyu
SULU2	732711	4513006	Suluova	Yeşilvadi Çiftliği Kuyusu	Sulama Suyu
GÜMÜŞ1	683390	4523272	Gümüşhacıköy	Bel. İçme Suyu Kuyusu	İçme Suyu
GÜMÜŞ2	684923	4528241	Gümüşhacıköy	Bel. İçme Suyu Kuyusu	İçme Suyu

3.4.2. İnceleme Alanındaki Yeraltısularının Hidrokimyasal Özellikleri

İnceleme alanında yeraltısularının genel olarak hidrokimyasal özelliklerini belirlemek ve TS 266 açısından kullanılabilirlik durumunu tespit etmek amacıyla geçmiş yıllarda yapılmış analiz sonuçları ve mevcut durumlarını ortaya koymak amacıyla da 2019 yılı Kasım-Aralık aylarında (kurak dönemi) yapılan analiz sonuçları değerlendirilmiştir. Geçmiş yılların (2003-2018) yağışlı dönem (Nisan-Mayıs-Aralık) ve kurak dönem (Eylül, Ekim-Kasım-Aralık)'e ait veriler DSİ 7. Bölge Müdürlüğünden elde edilmiştir. Çalışma alanını temsil etmesi açısından geçmiş yıllara ait kuyu verileri her ilçeden seçilmeye çalışılmıştır. Amasya merkezden 4; Gümüşhacıköy'den 5; Merzifon'dan 3; Suluova'dan 2 ve Göynücek'den 1 olmak üzere toplam 15 yeraltısuyu noktasına ait analiz sonuçları elde edilmiştir.

2019 yılında ise Amasya ili ve ilçelerinde içme suyu kuyusu olarak kullanılan 15 adet noktadan örnekleme yapılmıştır.

3.4.2.1. Yeraltısularının Fiziksel Parametreleri

İnceleme alanındaki yeraltısularında 2019 ve 2003-2018 yılları arasında analizleri yapılmış fiziksel parametreler bu bölümde değerlendirilmiştir.

3.4.2.1.1. Sıcaklık (°C)

Sıcaklık, yeraltı ve yüzey sularında gerçekleşen bütün fiziksel, kimyasal ve biyolojik süreçlerde pH ile birlikte en önemli rol oynayan parametrelerdendir. Yeraltında bulunan suyun sıcaklığı genel olarak su seviyesinin derinliği, coğrafik enlemi ve volkanik hareketler gibi parametrelere bağlı olarak değişiklik göstermektedir (Şahinci, 1991).

İnceleme alanının yeraltısularında 2019 yılında ölçülen sıcaklık değerleri 7,60-19,40 °C arasında olup ortalama 12,30 °C'dır. Maksimum sıcaklık değeri Merkez ilçesinin MERK1 kuyusunda ve minimum değeri ise MERK3 kuyusunda gözlenmiştir (Çizelge 3.3). TS 266 sınır değerlerine göre içme-kullanma sularında sıcaklık değerleri 25 °C aşmaması istenmektedir. İnceleme alanında yeraltısularında 2019 yılında Kasım -Aralık aylarında yapılan sıcaklık ölçümlerine göre TS 266 tarafından belirlenen sınır değerleri aşmadığı görülmektedir.

Çizelge 3. 3. 2019 yılı kurak dönemde yeraltısularında ölçülen fiziksel parametreler

Numara	Sıcaklık (°C)	pH	EC (µS/cm)	TDS (mg/L)	DO (mg/L)	Sertlik (Fr°)
MERK1	19,40	6,78	765	422,00	6,85	35,38
MERK2	17,40	6,37	754	440,00	5,75	38,20
MERK3	7,60	7,20	1371	822,50	5,69	68,13
MERK4	11,60	7,05	341	222,00	9,16	25,60
MERK5	9,90	7,09	768	450,00	9,93	45,07
GÖYN1	8,60	7,05	580	414,00	6,54	40,68
GÖYN2	11,90	7,02	703	469,00	8,96	33,08
TAŞO1	10,70	7,01	403	270,00	9,51	27,28
TAŞO2	14,50	7,16	732	444,00	5,30	39,50
HAMA1	13,00	7,19	1266	759,00	7,45	74,54
MERZ1	12,60	7,27	470	305,00	9,43	23,16
SULU1	11,00	7,50	846	575,00	5,28	37,48
SULU2	12,70	7,30	779	502,00	5,47	48,54
GÜMÜŞ1	12,90	7,27	360	236,00	9,20	24,98
GÜMÜŞ2	10,70	7,13	808	350,00	9,88	36,68
Maksimum	19,40	7,50	1371	822,50	9,93	74,54
Minimum	7,60	6,37	341	222,00	5,28	23,16
TS 266 maksimum değeri	25,00	6,50-9,50	2500	1000,00*	8,00	-

*: Dünya Sağlık Örgütü tarafından belirlenen sınır değeridir.

3.4.2.1.2. pH

Bir suyun pH'ı, hidrojen iyon aktivitesi 10 tabanına göre negatif logaritması olarak ifade edilmektedir. Bu formüle göre elde edilen değerinden baz alarak söz konusu olan suyun durumu bazik, nötr veya asidik olarak belli olmaktadır. Şimdiye kadar pH için sağlık argümanlarına dayalı kılavuz bir değer önerilmemektedir. Genellikle tüketiciler üzerinde doğrudan bir etkiye sahip olmamasına rağmen, pH su kalitesinin en önemli operasyonel parametrelerinden biridir (OMS, 2017). Saf veya nötr suyun pH'ı 7'dir ki H⁺ ve OH⁻ iyon aktiviteleri denge durumundadır. Herhangi bir suyun pH değeri 7'yi geçince suyun durumuna bazik ve 7'ye ulaşmayan duruma ise asidik su denilmektedir.

İnceleme alanında 2019 yılında yapılan analiz sonuçlarına göre yeraltısularında pH değerler 6,37-7,50 arasında değişmektedir (Çizelge 3.3). Maksimum değeri Suluova ilçesine

ait SULU1 örnek kuyusunda ve minimum değeri ise Merkez ilçesine ait MERK2 kuyusunda gözlenmiştir.

2003-2018 yılları arasında yeraltı sularında yapılan pH ölçümleri yağışlı dönemde 6,80-10 arasında değişim göstermekte ve 7,74 ortalama değerine sahiptir; kurak dönemde elde edilen değerler ise 6,48-9,90 arasında değişmekte ve 7,62 ortalama değerine sahip olmaktadır (Çizelge 3.5 ve 3.6). Yağışlı dönemde maksimum değeri Merzifon ilçesinde 2005 yılında MN1 örnek kuyusunda ve kurak dönemde de aynı örnek kuyusunda 2004 yılında görülmektedir. Yağışlı dönemde minimum değeri Göynücek ilçesinde 2005 yılında GNK örnek kuyusunda ve kurak dönemde ise Gümüşhacıköy ilçesinde GH2 örnek kuyusunda gözlenmiştir. Bu iki dönemin sonuçlarına göre kurak dönemde pH değeri yağışlı dönemine göre daha düşüktür.

İçme ve kullanma sularında pH değerleri 6,50-9,50 (TS 266) arasında bulunması istenmektedir. İnceleme alanında yeraltısularında 2019 yılında yapılan pH ölçümlerine göre TS 266 tarafından belirlenen sınır değerleri aşmadığı görülmektedir.

Yeraltı sularında 2003-2018 yılları arasında yapılan pH ölçümlerine göre MN1 örnek kuyusunda yağışlı dönemde 2005, 2016 ve 2017 yıllarında ve kurak dönemde ise 2004 yılında sınır değeri aştığı görülmektedir.

3.4.2.1.3. Elektrisel İletkenlik (EC)

Suyun özgül elektriksel iletkenliği, elektriği iletebilme kapasitesinin sayısal olarak bir ifadesidir ve 1 cm^3 suyun 25°C sıcaklıktaki iletkenlik değerine denir. EC birimi, yaygın olarak $\mu\text{mho/cm}$ veya $\mu\text{S/cm}$ cinsinden ifade edilmektedir. Suyun iletkenlik özelliği bazı parametrelere bağlı olarak değişiklikler gösterebilir, bunlardan suyun içerdiği iyonların türü, toplam konsantrasyonu, hareketliliği ve sıcaklığıdır. Bu sebeplerden dolayı yeraltı, yerüstü ve deniz suları EC değeri bakımından çok farklılık göstermektedirler (Elçin, 2016). Bir suyun hem çeşidi hem de miktarı açısından iyonlarca zengin ise mutlaka EC açısından da yüksek bir değere sahip olduğu anlamına gelmektedir.

İnceleme alanındaki yeraltı sularının 2019 yılında yapılan EC ölçümleri 341-1371 $\mu\text{S/cm}$ arasında değişim göstermektedir. Maksimum ve minimum değerleri Merkez ilçesinde sırayla MERK3 ve MERK4 örnek kuyularında gözlenmiştir (Çizelge 3.3).

İnceleme alanında 2003-2018 yılları arasında yeraltı sularının yağışlı dönemi için elde edilen EC değerleri 400-2160 $\mu\text{S/cm}$ arasında ve 806,48 $\mu\text{S/cm}$ ortalama değerine sahipken, kurak döneminde ise 297-2251 $\mu\text{S/cm}$ arasında yer almakta ve 813,17 $\mu\text{S/cm}$ ortalama değerine sahiptir (Çizelge 3.5 ve 3.6).

2003-2018 yılları arasında yağışlı ve kurak dönemlerinde ve 2019 yılında yeraltısularında yapılan EC ölçümleri TS 266 tarafından belirlenen sınır değeri (2500 $\mu\text{S/cm}$) altında olduğu görülmektedir.

3.4.2.1.4. Toplam Çözünmüş Madde Miktarı (TDS)

Toplam çözünmüş madde miktarı (TDS), sudaki çözünmüş iyon miktarlarını göstermektedir. TDS ile EC arasında doğru bir orantı söz konusudur ki birisi artıyorsa diğeri de artmaktadır. Sularda yüksek TDS değeri ishal gibi birçok hastalığa yol açabilirken düşük değeri de agresif ve korozyif özelliğin oluşmasına sebep olur (Erguvanlı ve Yüzer, 1973).

İnceleme alanındaki yeraltı sularında 2019 yılında yapılan TDS ölçümleri 222-822,50 mg/L arasında belirlenmiştir (Çizelge 3.3). Yeraltısularında TDS maksimum değeri Merkez ilçesinde MERK3 örnekte ve minimum değeri de aynı ilçede MERK4 örnek kuyusunda ölçülmüştür.

2019 yılında yeraltısularında yapılan TDS ölçümleri DSÖ tarafından belirlenen sınır değeri (1000 mg/L) altında olduğu görülmektedir.

3.4.2.1.5. Çözünmüş Oksijen (DO)

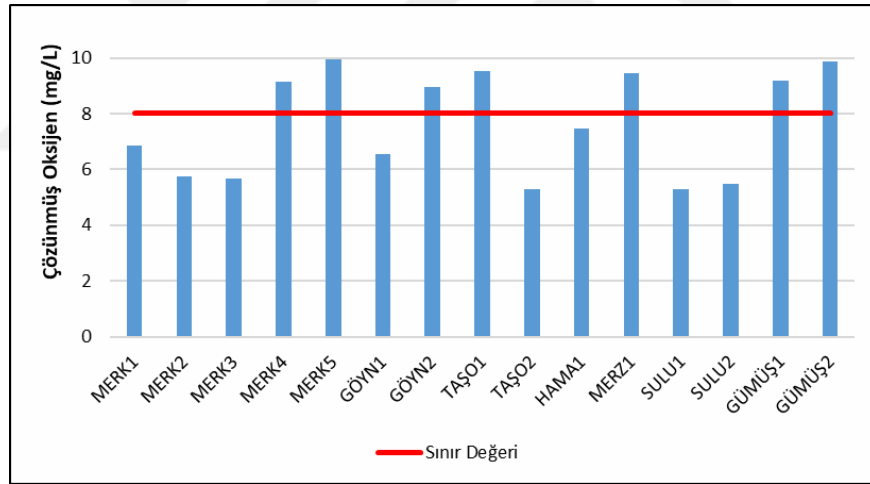
Sudaki çözünmüş oksijen (DO) miktarı, suyun mevcut litresi başına miligram cinsinden oksijen miktarının bir ölçüsü olarak ifade edilmektedir. Çözünmüş oksijen, su içinde yaşayan bütün aerobik canlılar için son derece önemlidir. Sudaki DO konsantrasyonu ortam sıcaklığı, atmosfer basıncı ve elektriksel iletkenlik gibi faktörlere bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Suda EC ve sıcaklık ne kadar düşük ve atmosferik basıncı ne kadar yüksek ise, o suya o derecede oksijen çözünebilir (Lewis, 2006).

Kanalizasyon atığı, çürüyen sucul bitki örtüsü, kirlenmiş yağmur suyu deşarjları ve insan faaliyetlerinden kaynaklanan atık sular, nehir suyunda bulunan mikroorganizmalar

tarafından ayrıştırıldıkları sırasında DO düzeylerini düşürmektedir. Yeterli DO seviyesine sahip nehir suyunda genellikle çeşitli su toplulukları (suyun içinde yaşayan canlı hayvan ve bitkiler) hayatını sürdürebilir. Genel olarak 3 mg/L DO seviyesinde olan yüzey suyu çoğu su organizmaları için streslidir. 0.5-2 mg/L'den düşük çözünmüş oksijene sahip olan sular hipoksik, 0.5 mg/L'den az DO içeren sular ise anoksik kabul edilmektedir (Sahoo, 2014).

İnceleme alanındaki yeraltı sularında 2019 yılında ölçülen DO değerleri 5,28-9,93 mg/L arasında değişir ve 7,63 mg/L ortalama değerine sahiptir. Maksimum değeri Merkez ilçesinde MERK5 örnek kuyusunda ve minimum değeri ise Suluova ilçesinde SULU1 örnek kuyusunda gözlenmiştir (Çizelge 3.3).

TSE 266 tarafından içme ve kullanma suları için DO sınır değeri 8 mg/L olarak belirlenmiş ve bu değerin üzeri istenmektedir. İnceleme alanında 2019 yılında elde edilen verilere göre MERK1, MERK2, MERK3, GÖYN1, TAŞO2, HAMA1, SULU1 ve SULU2 örneklerinin DO içeriği istenilen değerin altında kalmıştır (Şekil 3.7).



Şekil 3. 7. 2019 yılındaki yeraltısuyu örneklerinin çözünmüş oksijen değerlerinin sınır değerine göre değerlendirilmesi

3.4.2.1.6. Sertlik

Suyun sertliği içinde bulunan başlıca çözünmüş kalsiyum (Ca^{2+}), magnezyum (Mg^{2+}) iyonları ve +2 veya daha fazla değerliğe sahip metal katyonlarına (Sr^{2+} , Mn^{2+} , Fe^{2+} , Al^{2+} , ...) bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Genel olarak kalsiyum ve magnezyum iyonları diğer katyonlarına göre büyük olduğu için diğer katyonlar dikkate alınmamaktadır. Sulardaki

toplam sertlik geçici ve kalıcı olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Ca^{2+} ve Mg^{2+} HCO_3^- ’lerden ileri gelen sertlik geçicidir ve suyun kaynatılması ile bu iyonların çöktürülerek giderilmesi mümkündür. Kalıcı sertlik ise diğer tuzlara aittir ve kaynatılarak giderilmesi mümkün değildir (Şahinci, 1991).

Bu çalışmada hesaplanan yeraltı sularının toplam sertliği çizelge 3.4’te bulunan Fransız sertlik derecesine göre sınıflandırılmaya göre değerlendirilmiştir.

Çizelge 3. 4. Suların Fransız sertlik derecesine göre sınıflandırılması (Şahinci, 1991)

Fransız Sertliği (Fr°)	0-7,2	7,2-14,5	14,5-21,5	21,5-32,5	32,5-54	54’ten fazla
Suyun Sınıfı	Çok yumuşak	Yumuşak	Az sert	Oldukça sert	Sert	Çok sert

İnceleme alanında yeraltısularında 2019 yılında yapılan analiz sonuçlarına göre hesaplanan toplam sertlik değerleri çizelge 3.3’te verilmiştir; değerler 23,16-74,54 Fr° arasında yer alır. Maksimum ve minimum değerleri sırayla HAMA1 ve MERZ1 örneklerinde gözlenmiştir. Çizelge 3.4’te verilen değer aralıkları ile karşılaştırıldığında kuyu sularının sertliği “oldukça sert” ve “çok sert” sınıflarında yer almaktadırlar.

Ayrıca inceleme alanında yeraltısularında 2003-2018 yıllarına ait toplam sertlik değerleri hesaplanmıştır. Yağışlı dönemdeki verilere göre toplam sertlik değerleri 0,45-110,72 Fr° arasında değişir ve 34,26 Fr° ortalama değerine sahiptir. Başka bir deyişle bu sular çok yumuşak ile çok sert arasında yer almaktadır. En yüksek değeri 2013 yılında MZ3 örnek kuyusunda ve en düşük ise 2015 yılında MN1 örnek kuyusunda gözlenmiştir (Çizelge 3.5). Kurak dönemde ise bu değerler 0,75-129,94 Fr° arasında bulunur ve 35,66 Fr° ortalama değerine sahiptir. Bu dönemdeki sular çok yumuşak ve çok sert arasında yer almaktadır. En yüksek ve en düşük değerleri sırayla 2018 yılında MZ1 kuyusunda ve 2012 yılında MN1 kuyusunda görülmüştür (Çizelge 3.6).

Çizelge 3. 5. Yeraltısuyu 2003-2018 yılları arası yağışlı dönemdeki fiziksel parametreleri

Numara	Tarih	pH	EC (µS/cm)	Sertlik (Fr°)
GH1	28/06/2009	7,50	773	26,28
	14/05/2010	7,51	907	34,68
	27/04/2011	7,47	1009	39,77
	26/04/2012	7,39	869	36,18
	30/04/2013	7,29	792	33,42
	08/05/2014	7,37	790	28,90
	21/04/2015	7,46	770	36,97
	28/04/2016	7,51	761	35,13
	19/04/2017	7,84	738	39,37
	24/04/2018	7,31	722	30,73
GH2	28/06/2009	7,64	474	15,64
	13/05/2010	7,61	503	19,18
	27/04/2011	7,62	511	21,73
	27/04/2012	7,55	505	21,83
	29/04/2013	7,21	510	18,50
	05/05/2014	7,52	510	25,13
	21/04/2015	7,66	508	26,38
	13/04/2017	7,99	500	24,43
	25/04/2018	7,24	492	22,93
GH3	24/04/2008	7,50	649	32,48
	28/06/2009	7,60	588	22,63
	10/05/2010	7,50	815	34,63
	27/04/2011	7,54	578	17,74
	27/04/2012	7,45	685	33,67
	29/04/2013	7,12	712	41,61
	05/05/2014	7,42	760	37,00
	21/04/2015	7,52	867	50,92
	14/04/2016	7,50	896	48,07
	20/04/2017	8,92	784	49,86
	25/04/2018	7,02	702	37,02
GH4	14/05/2010	7,78	423	16,19
	27/04/2011	7,81	421	17,29
	26/04/2012	7,68	418	16,99
	30/04/2013	7,52	420	18,18
	12/05/2014	7,82	420	14,48
	21/04/2015	7,74	425	22,98
	28/04/2016	7,84	415	18,68

Çizelge 3.5'in devamı

Numara	Tarih	pH	EC (µS/cm)	Sertlik (Fr°)
GH4	04/05/2017	7,80	422	18,53
	25/04/2018	7,60	404	15,54
GH5	25/04/2005	7,70	400	16,22
	24/04/2008	7,60	601	30,48
	14/05/2010	7,84	422	14,09
	27/04/2011	7,80	423	15,69
	26/04/2012	7,72	429	15,39
	30/04/2013	7,48	429	16,66
	08/5/2014	7,72	440	18,05
	21/04/2015	7,77	445	18,78
	28/04/2016	7,86	421	16,49
	04/05/2017	7,65	446	15,14
MN1	19/04/2005	10,00	432	1,24
	28/06/2009	9,36	507	3,25
	05/05/2010	9,37	815	0,95
	27/04/2011	9,44	535	5,30
	25/04/2012	9,35	528	0,65
	03/05/2013	9,50	533	1,22
	07/05/2014	9,35	530	0,50
	21/04/2015	9,50	539	0,45
	13/04/2016	9,55	516	0,70
	17/04/2017	9,94	551	1,05
	25/04/2018	8,93	498	1,45
MN2	28/06/2009	7,63	575	20,58
	07/05/2010	7,80	693	27,83
	27/04/2011	7,63	647	27,13
	25/04/2012	7,58	606	28,33
	06/05/2013	7,13	815	35,38
	05/05/2014	7,45	770	32,55
	21/04/2015	7,83	600	33,32
	20/04/2016	7,71	740	35,42
	08/05/2017	7,50	608	33,27
	25/04/2018	7,30	665	29,33
MN3	26/03/2004	8,70	508	4,00
	25/04/2012	9,13	414	0,75
	03/05/2013	9,17	418	1,69
	12/05/2014	8,90	400	1,29

Çizelge 3.5'in devamı

Numara	Tarih	pH	EC (µS/cm)	Sertlik (Fr°)
MZ1	10/06/2010	7,34	1129	50,82
	06/05/2011	7,38	1407	60,72
	08/05/2012	7,23	1348	58,92
	22/05/2013	7,24	1124	54,17
MZ1	26/05/2014	7,64	560	42,53
	21/04/2015	7,18	1830	107,20
	04/05/2016	7,24	1776	97,71
	25/05/2017	7,48	1250	76,31
	17/05/2018	6,83	1805	80,46
MZ2	03/05/2007	7,80	731	41,48
	29/06/2009	7,55	721	28,23
	21/05/2010	7,64	755	33,73
	06/05/2011	7,55	757	35,18
	08/05/2012	7,38	774	38,18
	22/05/2013	7,48	771	42,86
	22/05/2014	7,46	746	36,80
	21/04/2015	7,52	762	46,17
	12/04/2016	7,63	734	43,97
	10/04/2017	7,82	723	48,22
	17/05/2018	7,04	761	43,43
MZ3	03/05/2007	7,90	561	29,98
	24/04/2008	8,00	1115	60,47
	20/05/2008	7,80	566	33,98
	29/06/2009	7,44	1333	55,18
	21/05/2010	7,42	1888	86,67
	06/05/2011	7,43	1094	50,18
	08/05/2012	7,27	2160	98,01
	22/05/2013	7,31	1907	110,72
	26/05/2014	7,71	1160	60,71
	21/04/2015	7,47	1637	106,26
	04/05/2016	7,45	1000	65,62
	25/05/2017	7,49	1115	77,47
	17/05/2018	7,14	1574	80,32
MZ4	10/04/2010	7,58	823	33,18
	03/05/2011	7,66	828	32,98
	30/04/2012	7,62	850	35,83
	17/05/2013	7,71	885	39,68

Çizelge 3.5'in devamı

Numara	Tarih	pH	EC (µS/cm)	Sertlik (Fr°)
MZ4	28/05/2014	7,65	920	39,48
	21/04/2015	7,74	914	46,67
	16/05/2016	7,88	982	51,72
	22/05/2017	7,27	1038	58,26
	09/05/2018	7,24	975	49,02
SV1	29/06/2009	7,37	1322	30,02
	10/5/2010	7,22	1118	40,72
	05/04/2011	7,70	1643	31,08
	08/05/2012	7,81	1341	18,48
	09/05/2013	7,26	1197	36,62
	23/05/2014	7,39	1230	35,49
	21/04/2015	7,76	1410	31,42
	12/04/2016	8,17	1592	21,23
	11/05/2017	7,56	1495	23,98
	23/05/2018	6,86	1301	46,21
SV2	29/04/2005	8,00	618	29,96
	20/05/2008	7,80	678	30,98
	29/06/2009	7,76	647	23,34
	10/04/2010	7,82	659	28,98
	04/05/2011	7,72	678	29,88
	08/05/2012	7,69	754	34,43
	09/05/2013	7,77	758	37,97
	23/05/2014	7,56	760	34,96
	21/04/2015	7,54	773	43,53
	12/04/2016	7,70	760	41,63
	10/04/2017	7,84	717	45,47
	23/05/2018	7,20	765	39,23
	09/05/2005	6,80	883	39,93
GNK	20/05/2008	7,70	896	36,48
	10/04/2010	7,42	828	36,13
	03/05/2011	7,68	841	33,58
	03/05/2012	7,52	803	35,38
	07/05/2013	7,18	791	37,65
	05/06/2014	7,54	760	33,86
	21/04/2015	7,63	801	35,83
	09/05/2017	7,69	752	39,57
	07/05/2018	7,60	652	30,32
	07/05/2018	7,60	652	30,32
Minimum		6,80	400	0,45
Maksimum		10,00	2160	110,72
Ortalama		7,74	806,48	34,26
TS 266 maksimum değeri		6,50-9,50	2500	-

Çizelge 3. 6. Yeraltısuyu 2003-2018 yılları arası kurak dönemdeki fiziksel parametreleri

Numara	Tarih	pH	EC (µS/cm)	Sertlik (Fr°)
GH1	23/12/2009	7,54	747	28,38
	10/12/2010	7,53	837	32,93
	06/10/2011	7,51	851	35,38
	02/10/2012	7,28	825	34,58
	30/09/2013	7,32	798	33,48
	23/10/2014	7,42	780	31,05
	14/10/2015	7,37	755	37,92
	04/10/2016	7,55	767	35,28
	17/10/2017	6,78	770	41,91
	07/11/2018	7,26	798	34,43
GH2	25/09/2003	7,60	509	22,47
	30/12/2008	7,60	482	21,49
	22/12/2009	7,56	490	19,28
	10/12/2010	7,72	496	20,88
	04/10/2011	7,67	504	23,08
	01/10/2012	7,55	475	17,44
	07/10/2013	7,39	717	37,67
	21/10/2014	7,54	505	20,16
	21/10/2015	7,67	483	23,38
	05/10/2016	7,63	504	21,73
	09/10/2017	6,48	498	22,43
	06/11/2018	7,22	522	22,28
GH3	08/10/2004	7,10	683	36,91
	19/11/2007	7,60	660	41,97
	30/12/2008	7,50	640	29,98
	22/12/2009	7,46	680	29,83
	10/12/2010	7,50	703	33,62
	03/10/2011	7,52	693	32,38
	03/10/2012	7,40	673	34,17
	07/10/2013	7,39	717	37,67
	20/10/2014	7,43	732	36,39
	13/10/2015	7,37	802	46,87
	10/10/2016	7,45	748	42,87
	14/09/2017	6,70	697	44,37
	06/11/2018	7,18	764	39,92
GH4	10/12/2010	7,70	420	16,94
	04/10/2011	7,87	396	16,99

Çizelge 3.6'nın devamı

Numara	Tarih	pH	EC (µS/cm)	Sertlik (Fr°)
GH4	26/09/2012	7,71	404	16,69
	30/09/2013	7,69	418	17,78
	21/10/2014	7,74	419	15,04
	19/10/2015	7,60	594	29,33
	04/10/2016	7,81	433	18,18
	17/10/2017	7,04	414	17,59
	07/11/2018	7,07	428	17,73
GH5	25/10/2005	7,40	558	24,94
	12/12/2006	7,50	440	16,49
	11/09/2010	7,96	421	16,24
	23/10/2014	7,73	435	14,08
	19/10/2015	7,75	594	17,33
	04/10/2016	7,75	419	15,89
	07/11/2018	7,53	446	16,59
MN1	08/10/2004	9,90	551	2,48
	18/10/2005	9,50	698	12,51
	12/12/2006	9,00	571	6,00
	19/11/2007	9,30	518	2,50
	30/12/2008	9,40	544	3,20
	22/12/2009	9,38	533	5,95
	10/11/2010	9,39	533	1,95
	04/10/2011	7,57	477	2,45
	25/09/2012	9,28	514	0,75
	23/09/2013	9,30	529	0,85
	17/10/2014	9,23	527	4,01
	06/10/2015	9,37	622	0,95
	11/11/2016	9,10	564	1,20
	30/10/2018	9,19	565	1,50
MN2	22/12/2009	7,58	653	26,48
	10/12/2010	7,23	625	27,68
	05/10/2011	7,48	642	29,18
	01/10/2012	7,43	634	27,08
	08/10/2013	7,51	600	28,58
	16/10/2014	7,51	612	26,49
	05/10/2016	7,51	707	36,57
	16/10/2017	6,98	631	33,03
	25/10/2018	7,53	719	30,93

Çizelge 3.6'nın devamı

Numara	Tarih	pH	EC (µS/cm)	Sertlik (Fr°)
MN3	25/09/2012	9,02	401	0,95
	16/10/2014	8,87	422	2,96
MZ1	11/10/2011	7,37	1332	60,72
	03/10/2012	7,26	1092	48,57
	22/10/2013	7,26	1111	53,52
	30/10/2014	7,22	1871	79,78
	22/10/2015	7,26	1963	108,15
	12/10/2016	7,16	1744	110,95
	02/10/2017	7,00	1800	123,10
	08/10/2018	6,94	1969	129,94
MZ2	12/12/2006	7,30	767	38,23
	13/12/2007	7,50	669	37,98
	30/12/2008	7,50	738	33,98
	23/12/2009	7,49	746	33,18
	10/12/2010	7,64	773	35,93
	10/10/2011	7,55	752	36,63
	03/10/2012	7,43	728	36,03
	22/10/2013	7,48	738	38,68
	31/10/2014	7,70	752	37,44
	22/10/2015	7,63	716	40,53
	12/10/2016	7,65	739	43,72
	02/10/2017	7,49	743	45,07
	08/10/2018	7,24	752	44,62
MZ3	13/12/2007	7,50	639	30,98
	23/11/2008	7,40	1553	67,47
	30/12/2008	7,70	631	28,98
	23/12/2009	7,32	1373	59,28
	10/12/2010	7,24	1315	59,23
	10/10/2011	7,94	2251	102,47
	03/10/2012	7,23	1990	88,67
	23/10/2013	7,47	999	51,18
	30/10/2014	7,48	1181	56,72
	22/10/2015	7,42	1186	68,82
	12/10/2016	7,34	1665	109,61
	02/10/2017	7,00	1533	68,32
	08/10/2018	7,14	1534	102,56
MZ4	10/12/2010	7,65	537	19,99

Çizelge 3.6'nın devamı

Numara	Tarih	pH	EC (µS/cm)	Sertlik (Fr°)
MZ4	12/10/2011	7,33	1006	42,71
	07/11/2012	7,49	848	35,73
	10/10/2013	7,45	980	41,56
	03/11/2014	7,75	949	40,71
	02/11/2015	7,32	903	50,47
	23/09/2016	7,43	935	47,52
	24/10/2017	7,26	995	51,02
	01/10/2018	7,09	1048	53,97
SV1	22/12/2009	7,65	1290	16,33
	12/10/2011	7,94	297	15,83
	03/10/2012	7,25	1221	39,47
	21/10/2013	7,13	1222	46,96
	30/10/2014	8,13	1585	16,96
	12/10/2015	7,50	1193	32,97
	13/10/2016	7,26	1763	40,41
	23/10/2017	6,66	1375	63,24
	01/10/2018	6,79	1443	66,04
SV2	23/11/2005	7,50	662	32,70
	30/12/2008	7,70	683	28,99
	22/12/2009	7,66	686	27,74
	29/10/2010	7,69	693	27,79
	14/10/2011	7,61	745	33,38
	03/10/2012	7,67	751	32,78
	21/10/2013	7,44	754	37,13
	27/10/2014	7,44	758	33,01
	12/10/2015	7,47	751	46,87
	11/10/2016	7,30	758	40,38
	23/10/2017	7,12	756	41,88
	01/10/2018	7,40	766	40,98
GNK	28/10/2010	7,46	965	38,77
	18/10/2011	7,30	1006	39,32
	11/10/2012	7,50	788	34,48
	09/10/2013	7,56	796	36,97
	26/10/2015	7,38	763	37,82
	26/10/2017	7,13	803	45,16
	02/10/2018	7,13	781	44,96
Minimum		6,48	297	0,75
Maksimum		9,90	2251	129,94
Ortalama		7,62	813,17	35,66
TS 266 maksimum değeri		6,50-9,50	2500	-

3.4.2.2. Yeraltısularının Kimyasal Parametreleri

Çalışmanın bu bölümünde yeraltısularında 2019 yılında ve daha önce 2003-2018 yılları arasında yapılan kimyasal analiz sonuçları değerlendirilmiştir. Kimyasal analizlerin doğruluğu majör katyon ve anyonları kullanarak yük-denge hatası (%hata) ile denetlenmiştir. 2019 ve daha önce 2003-2018 yılları arasında elde edilen analiz sonuçlarında hesaplanan %hata değerlerinin %5 geçmediği (Çizelge 3.7, 3.8 ve 3.9) ve dolayısıyla çalışmada kullanılan verilerin memnun edici ve sağlıklı olduğu söylenebilir. Hata yüzdesi ile ilgili çizelgelerde bulunan verilerin pozitif olması katyonların anyonlardan fazla olduğunu ve negatif olması ise tersini göstermektedir.

Ayrıca kimyasal parametreler grubunda (majör iyonlar, iz elementler ve organik parametreler) yeralan tüm parametreler TS 266 tarafından her birisine ait içme ve kullanma suyu için belirlenen sınır değerleri ile karşılaştırılarak suların hem geçmiş hem de güncel durumu belirlenmiştir.

Çizelge 3. 7. Amasya İli yeraltısularının 2019 yılı major iyonları (mg/L) ve %hata değerleri

Numara	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	HCO ₃ ⁻ + CO ₃ ²⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	%Hata
MERK1	74	40,50	43,30	8,97	345,00	73,90	31,10	5,00
MERK2	90,3	37,50	44,00	2,57	371,50	87,30	23,20	5,00
MERK3	120	86,70	80,30	3,90	450,00	286,00	52,30	5,00
MERK4	69,9	19,50	36,90	3,18	303,50	36,50	9,36	4,99
MERK5	76,6	62,20	17,10	1,96	370,00	114,00	11,00	4,98
GÖYN1	73,4	53,60	40,70	4,57	430,00	77,10	12,30	4,99
GÖYN2	65,5	40,10	89,90	3,99	510,00	68,90	20,60	0,57
TAŞO1	89,8	11,60	6,72	1,35	296,00	10,10	3,48	5,00
TAŞO2	94,5	38,10	46,20	2,70	450,00	89,40	28,60	-0,74
HAMA1	220	46,90	44,70	1,92	450,00	372,00	31,80	2,24
MERZ1	69,8	13,70	7,45	2,50	315,00	10,70	2,03	-4,83
SULU1	85,6	38,60	40,40	5,79	350,00	42,30	83,60	1,91
SULU2	123	42,70	43,90	0,00	475,00	118,00	19,00	1,69
GÜMÜŞ1	90,7	5,54	2,64	0,00	270,00	5,20	1,49	4,87
GÜMÜŞ2	84	35,40	23,90	1,22	342,00	73,00	6,58	4,97
Maksimum	220	86,70	89,90	8,97	510,00	372,00	83,60	5,00
Minimum	65,5	5,54	2,64	0,00	270,00	5,20	1,49	-4,83
TS 266 maksimum değeri	200	150,00	200,00	3000,00	500,00	250,00	250,00	-

Çizelge 3. 8. Amasya İli yeraltısuyu 2003-2018 yılları arasında yağışlı dönemdeki majör iyonlar (mg/L) ve %hata verileri

Numara	Tarih	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	HCO ₃ ⁻ +CO ₃ ²⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	%Hata
GH1	28/06/2009	61,20	26,73	43,01	20,67	353,80	66,24	17,40	0,00	-0,07
	14/05/2010	79,80	35,84	49,22	1,95	292,80	145,44	45,44	38,61	-3,19
	27/04/2011	83,40	46,05	61,18	4,29	213,50	199,68	101,53	48,82	-2,62
	26/04/2012	79,40	39,73	52,44	3,51	410,53	85,44	23,43	27,28	0,00
	30/04/2013	75,15	35,62	47,25	2,39	326,90	66,24	25,56	33,60	4,78
	08/05/2014	64,45	31,12	46,92	2,13	307,48	70,56	25,21	40,52	0,03
	21/04/2015	81,20	40,58	57,27	3,12	457,50	59,52	21,66	38,05	0,03
	28/04/2016	76,80	38,76	60,26	2,73	472,58	65,28	24,85	0,22	-1,34
	19/04/2017	88,00	42,28	54,28	3,12	401,44	62,88	29,11	39,00	4,98
	24/04/2018	67,20	33,90	49,68	1,95	400,77	58,08	21,66	31,00	-3,07
GH2	28/06/2009	48,60	8,51	26,22	19,89	240,95	32,16	6,39	0,00	-0,21
	13/05/2010	53,80	13,97	26,68	1,17	204,35	55,68	17,04	19,96	-2,73
	27/04/2011	55,00	19,44	25,53	1,95	157,38	65,28	60,00	29,46	-5,12
	27/04/2012	61,20	15,92	21,16	1,17	248,27	34,08	8,52	18,60	0,00
	29/04/2013	51,37	13,79	16,73	0,83	148,81	45,12	9,59	23,66	4,96
	05/05/2014	69,57	18,86	23,00	1,04	268,21	45,60	10,65	25,74	-0,04
	21/04/2015	73,00	19,80	21,85	1,17	292,80	39,84	9,59	23,01	-0,09
	13/04/2017	68,80	17,62	21,85	1,17	231,80	38,88	12,43	22,00	4,96
	25/04/2018	63,20	17,37	20,70	0,78	273,71	36,00	8,88	23,00	-3,06
GH3	24/04/2008	60,00	42,53	20,93	1,17	341,60	74,88	9,94	5,64	-0,61
	28/06/2009	62,40	17,13	20,01	20,28	305,00	34,08	7,10	0,00	0,08
	10/05/2010	75,40	38,39	26,91	2,34	362,95	72,96	22,72	28,42	-2,44
	27/04/2011	42,00	17,62	63,25	2,34	242,17	51,84	46,86	22,18	-2,81
	27/04/2012	81,60	32,32	17,71	1,95	344,04	52,80	16,33	22,94	-0,07
	29/04/2013	109,58	34,62	16,67	3,33	495,16	54,24	15,27	26,34	-5,01
	05/05/2014	86,40	37,48	18,86	0,00	331,84	79,20	19,17	37,18	-0,03
	21/04/2015	108,40	57,96	29,90	2,73	514,84	93,12	20,24	37,54	0,02
	14/04/2016	103,00	54,31	31,05	2,73	456,13	99,84	21,66	0,22	3,35
	20/04/2017	122,60	46,78	53,13	1,56	471,53	102,24	24,85	37,50	4,96
GH4	25/04/2018	88,00	36,57	16,79	1,17	384,91	65,76	16,33	29,00	-2,61
	14/05/2010	46,20	11,30	22,54	1,17	158,60	56,16	17,04	18,24	-3,35
	27/04/2011	43,00	15,92	25,76	2,34	134,20	53,28	46,86	24,30	-3,95
	26/04/2012	48,40	11,91	21,39	1,17	198,86	33,60	7,46	12,40	-0,11
	30/04/2013	51,36	13,00	22,78	1,45	182,09	39,36	7,10	13,67	4,95
	12/05/2014	40,82	10,42	17,25	0,74	150,33	35,52	7,81	14,62	0,10
	21/04/2015	66,20	15,67	27,37	9,36	227,76	52,80	20,24	0,40	4,99
	28/04/2016	52,00	13,85	20,93	0,78	245,73	37,92	8,17	0,25	-4,93

Çizelge 3.8'in devamı

Numara	Tarih	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	HCO ₃ ⁻ +CO ₃ ²⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	%Hata
GH4	4/5/2017	53,80	12,39	6,21	0,00	186,05	37,92	11,01	15,40	-4,99
	25/04/2018	41,00	12,88	20,93	0,78	189,10	36,48	7,46	14,00	-3,07
GH5	25/04/2005	41,92	13,99	28,10	0,92	187,88	51,36	12,11	2,55	-0,44
	24/04/2008	72,00	30,38	17,94	1,17	274,50	83,04	24,14	5,69	-0,66
	14/05/2010	40,20	9,84	30,13	1,56	158,60	39,36	27,69	17,63	-3,63
	27/04/2011	38,80	14,58	30,59	2,34	122,61	50,88	49,70	24,10	-3,50
	26/04/2012	44,40	10,45	28,29	1,56	197,03	31,20	10,30	11,16	0,00
	30/04/2013	47,29	11,79	31,16	2,21	219,60	38,40	12,07	12,54	-2,02
	8/5/2014	51,18	12,81	31,74	1,35	209,78	44,16	13,85	17,31	0,00
	21/04/2015	53,20	13,37	30,82	2,73	225,09	39,84	14,2	15,58	-0,01
	28/04/2016	47,40	11,30	29,44	1,95	232,93	37,92	13,85	0,24	-4,77
	4/5/2017	41,80	11,42	40,71	1,17	179,34	38,88	15,62	14,00	4,48
MN1	19/04/2005	2,00	1,80	109,90	0,39	264,74	11,99	15,62	0,03	0,06
	28/06/2009	12,20	0,49	89,93	19,5	211,60	32,16	10,30	0,00	-0,59
	5/5/2010	3,00	0,49	181,70	3,51	314,14	65,28	34,44	0,00	0,43
	27/04/2011	9,00	7,41	101,20	2,34	131,20	56,16	51,83	15,81	-4,04
	25/04/2012	2,20	0,24	119,37	0,39	223,82	31,68	11,36	0,00	0,09
	3/5/2013	3,21	1,03	154,49	0,55	302,32	43,20	13,85	4,13	4,99
	7/5/2014	1,61	0,24	100,05	0,00	160,75	38,88	13,49	6,40	0,04
	21/04/2015	1,40	0,24	126,5	1,95	262,30	43,20	15,27	0,15	0,07
	13/04/2016	2,20	0,36	120,06	0,39	212,46	41,28	13,85	0,24	4,95
	17/04/2017	3,20	0,61	145,82	1,56	264,15	42,24	17,04	0,23	4,82
	25/04/2018	3,60	1,34	141,91	0,39	293,45	41,76	13,14	5,40	-1,87
MN2	28/06/2009	58,00	14,82	25,30	20,28	277,55	46,08	6,75	0,00	0,35
	7/5/2010	70,80	24,66	28,52	4,29	305,00	60,00	22,72	27,26	-2,87
	27/04/2011	66,00	25,88	27,60	3,12	201,30	83,52	55,03	31,05	-2,76
	25/04/2012	74,40	23,69	22,08	1,95	321,47	47,52	7,46	12,40	0,07
	6/5/2013	82,44	35,95	37,25	8,02	292,43	87,84	21,66	50,70	5,04
	5/5/2014	77,08	32,32	33,58	6,42	302,80	84,96	22,01	48,91	-0,03
	21/04/2015	87,60	27,82	22,54	2,34	364,78	58,56	8,52	16,87	-0,01
	20/04/2016	86,00	33,90	34,73	5,85	363,45	76,32	20,59	0,24	2,98
	8/5/2017	88,60	27,09	47,38	2,73	331,23	70,08	22,37	26,50	5,03
	25/04/2018	70,80	28,31	27,14	2,73	341,60	60,96	16,69	32,60	-4,98
MN3	26/03/2004	5,00	6,68	92,00	0,39	191,85	55,68	7,10	2,00	-0,33
	25/04/2012	3,00	0,00	91,31	0,78	165,12	32,16	9,94	0,00	-0,24
	3/5/2013	4,00	1,69	92,00	0,92	165,92	41,28	10,65	4,16	5,00
	12/5/2014	3,52	1,01	70,84	0,00	129,22	37,44	10,30	8,54	0,13
MZ1	10/6/2010	90,20	68,77	51,75	3,12	478,85	145,92	50,41	31,32	-1,25

Çizelge 3.8'in devamı

Numara	Tarih	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	HCO ₃ ⁻ + CO ₃ ²⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	%Hata
MZ1	6/5/2011	83,40	96,96	59,80	1,95	364,78	334,08	61,77	74,51	-3,53
	8/5/2012	86,60	90,64	56,81	1,17	366,00	287,04	39,41	74,41	0,00
	22/05/2013	95,94	73,43	49,69	0,00	511,07	143,52	33,73	42,76	-0,03
	26/05/2014	54,95	70,00	14,49	1,44	504,07	26,88	8,17	7,72	-0,01
	21/04/2015	141,6	174,60	97,75	0,00	649,65	533,76	74,20	114,03	0,00
	4/5/2016	121,00	164,03	99,36	0,78	803,50	335,52	53,25	0,24	4,47
	25/05/2017	137,60	101,94	57,50	4,68	456,89	262,08	50,77	121,00	4,55
	17/05/2018	108,20	129,88	75,90	1,17	552,66	373,44	65,68	90,40	-1,81
MZ2	3/5/2007	72,00	57,11	17,94	2,34	384,30	117,12	14,20	0,15	-0,01
	29/06/2009	55,60	34,87	23,23	21,06	328,18	75,84	11,36	16,39	-2,34
	21/05/2010	61,60	44,59	18,40	1,56	317,81	81,12	23,43	22,71	-2,17
	6/5/2011	64,00	46,66	23,69	3,12	256,20	114,24	57,51	28,19	-3,00
	8/5/2012	75,40	47,02	20,47	3,12	313,54	97,92	37,28	23,56	0,00
	22/05/2013	83,97	53,19	20,96	2,20	403,13	97,44	18,46	23,74	0,01
	22/05/2014	67,11	48,70	16,56	2,87	298,96	102,24	23,79	28,24	0,00
	21/04/2015	84,20	61,11	19,78	2,73	434,93	99,36	18,46	27,80	0,01
	12/4/2016	79,00	58,93	19,78	2,34	398,16	96,48	20,59	0,40	2,23
	10/4/2017	84,00	66,22	18,63	3,51	423,34	96,48	25,92	25,0	2,26
	17/05/2018	77,60	58,44	19,32	2,34	376,98	88,32	18,82	26,20	3,33
MZ3	3/5/2007	60,00	36,45	12,88	2,34	323,30	49,92	9,94	0,09	-0,01
	24/04/2008	80,00	98,42	34,04	3,90	579,50	171,84	21,30	0,00	0,00
	20/05/2008	54,00	49,82	19,09	2,34	341,60	88,8	8,52	2,88	-0,30
	29/06/2009	70,60	91,25	38,18	21,06	533,75	198,24	24,14	30,76	-2,99
	21/05/2010	83,60	159,89	41,86	1,95	460,55	416,16	100,11	78,78	-2,78
	6/5/2011	69,00	80,07	32,66	4,68	381,25	177,12	56,80	34,48	-2,18
	8/5/2012	117,80	166,70	96,14	2,73	521,55	582,24	71,00	72,55	0,02
	22/05/2013	98,21	209,47	80,00	0,00	764,78	489,12	71,00	55,33	0,02
	26/05/2014	79,86	99,07	33,35	3,48	524,23	174,72	30,18	36,49	0,05
	21/04/2015	103,00	195,74	64,63	0,00	965,63	326,4	51,12	50,82	-1,67
	4/5/2016	93,00	103,03	32,66	5,85	653,133	149,28	1,07	1,20	2,26
	25/05/2017	106,80	123,44	99,36	3,90	761,89	217,92	24,50	32,00	4,41
	17/05/2018	82,20	145,31	46,92	2,34	747,86	239,52	42,25	45,00	-2,67
MZ4	10/4/2010	64,20	41,67	45,08	3,51	326,96	114,72	30,89	13,16	-0,81
	3/5/2011	62,80	42,04	47,15	3,51	294,02	115,68	47,57	4,95	0,52
	30/04/2012	70,00	44,59	47,84	3,90	332,45	131,04	31,60	0,27	1,50
	17/05/2013	77,03	49,70	48,93	2,73	334,21	157,92	35,50	18,83	0,33
	28/05/2014	79,78	47,52	48,76	3,16	297,64	176,16	41,18	24,89	-0,05
	21/04/2015	89,80	58,93	53,36	4,68	413,58	169,44	38,70	23,09	0,03

Çizelge 3.8'in devamı

Numara	Tarih	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	HCO ₃ ⁻ + CO ₃ ²⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	%Hata
MZ4	16/05/2016	99,80	65,12	59,57	3,90	425,00	172,80	36,92	0,90	5,02
	22/05/2017	116,40	70,96	40,25	4,29	355,02	234,24	41,18	23,3	4,99
	9/5/2018	92,80	62,82	53,82	3,12	413,58	228,00	42,25	23,44	-3,43
SV1	29/06/2009	83,20	22,48	142,83	40,56	599,02	49,44	80,23	27,51	-1,10
	10/5/2010	113,40	30,13	93,38	4,68	521,55	95,52	53,25	31,34	-0,87
	5/4/2011	78,00	28,19	244,72	5,07	536,8	121,92	204,48	48,52	-2,56
	8/5/2012	51,60	13,61	249,78	3,90	672,83	70,08	67,10	16,74	0,03
	9/5/2013	103,47	26,21	144,32	15,60	637,93	68,64	57,51	30,44	0,02
	23/05/2014	100,00	25,57	130,18	2,98	517,26	82,08	70,65	41,67	-0,04
	21/04/2015	85,80	24,3	270,71	4,29	822,89	79,68	89,82	29,41	0,04
	12/4/2016	55,40	17,98	405,95	3,51	812,52	115,20	128,51	34,30	5,01
	11/5/2017	66,20	18,1	232,76	3,12	689,91	90,24	106,15	25,00	-5,01
	23/05/2018	129,80	33,53	147,20	3,12	649,65	77,28	60,71	40,00	3,67
SV2	29/04/2005	59,88	36,47	23,90	2,33	335,50	55,15	14,22	0,20	0,30
	20/05/2008	54,00	42,53	31,97	2,73	353,80	73,92	11,36	0,00	0,00
	29/06/2009	45,20	29,28	28,52	21,06	309,88	53,76	10,65	0,00	-0,39
	10/4/2010	49,80	40,22	28,98	2,73	272,06	66,72	21,30	13,00	1,21
	4/5/2011	50,80	41,8	33,58	3,12	259,86	84,96	50,06	23,50	-1,95
	8/5/2012	62,40	45,81	31,05	3,90	362,34	78,72	17,04	17,00	0,03
	9/5/2013	66,84	51,71	30,54	3,62	344,71	82,08	16,69	20,00	5,03
	23/05/2014	60,63	48,16	29,21	2,49	345,93	84,96	18,11	23,00	0,04
	21/04/2015	75,20	60,14	35,65	3,51	477,63	79,68	17,75	22,00	0,02
	12/4/2016	71,40	57,83	37,03	3,12	416,63	90,24	20,24	22,00	0,43
	10/4/2017	80,00	61,97	39,10	4,29	390,40	92,64	42,60	22,00	4,93
	23/05/2018	67,40	54,43	34,96	3,12	392,23	87,84	18,82	22,00	1,64
GNK	9/5/2005	84,83	45,56	46,90	3,11	349,53	171,26	28,43	2,60	-0,15
	20/05/2008	76,00	42,53	43,93	3,12	463,60	35,04	34,08	0,82	-0,07
	10/4/2010	78,20	40,34	40,25	3,12	444,08	50,88	22,37	20,16	-1,28
	3/5/2011	71,00	38,52	40,48	3,51	366,00	54,72	52,19	42,15	-4,03
	3/5/2012	79,40	37,79	40,48	3,51	431,27	39,36	18,82	31,63	0,00
	7/5/2013	69,11	49,55	39,93	3,08	395,28	50,40	17,75	26,40	5,02
	5/6/2014	73,04	37,95	37,49	2,45	374,67	63,36	20,24	26,64	0,04
	21/04/2015	75,40	41,31	41,40	3,51	416,63	57,12	20,95	27,30	0,05
	9/5/2017	87,60	43,01	56,81	2,34	422,12	65,76	27,34	25,00	4,96
	7/5/2018	86,20	21,38	18,17	0,78	350,14	34,08	18,82	20,00	-2,98
Minimum		1,40	0,00	6,21	0,00	122,61	11,99	1,07	0,00	-5,12
Maksimum		141,60	209,47	405,95	40,56	965,63	582,24	204,48	121,0	5,04
Ortalama		67,22	42,46	55,93	3,79	363,54	100,50	30,28	22,58	0,04
TS 266 maksimum değeri		200,00	150,00	200	3000,00	500,00	250,00	250,00	50,00	-

Çizelge 3. 9. Amasya İli yeraltısuyu 2003-2018 yılları arasında kurak dönemdeki majör iyonlar (mg/L) ve %hata verileri

Numara	Tarih	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	HCO ₃ ⁻ +CO ₃ ²⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	%Hata
GH1	23/12/2009	65,40	29,28	40,02	1,17	350,75	46,08	25,56	10,78	-1,02
	10/12/2010	73,00	35,72	51,98	3,12	409,31	67,20	25,21	16,48	-0,87
	6/10/2011	78,80	38,15	52,9	2,34	387,96	99,36	22,37	23,4	0,01
	2/10/2012	77,40	37,06	48,99	1,56	393,45	72,96	24,85	26,04	0,00
	30/09/2013	76,80	34,75	52,21	2,73	402,60	64,32	21,3	31,01	0,00
	23/10/2014	67,99	34,19	51,88	2,09	368,99	63,57	1,00	39,43	2,93
	14/10/2015	87,80	38,88	66,24	0,78	444,08	70,56	26,27	0,64	4,95
	4/10/2016	77,60	38,64	57,96	2,34	403,82	91,20	17,04	25,00	1,24
	17/10/2017	115,60	31,71	28,98	1,56	378,81	61,44	26,98	42,00	4,10
	7/11/2018	75,60	37,79	55,43	2,34	438,59	59,04	22,01	32,00	-1,04
GH2	25/09/2003	62,97	16,39	23	1,17	268,40	38,87	11,41	5,17	-0,78
	30/12/2008	46,00	24,30	16,1	0,78	245,22	36,48	8,52	5,81	-0,92
	22/12/2009	58,00	11,66	22,31	1,17	234,85	31,68	13,85	6,77	-1,51
	10/12/2010	57,20	16,04	23	1,56	223,26	46,56	16,33	13,31	-0,81
	4/10/2011	64,60	16,89	21,85	1,17	289,50	25,44	8,17	17,54	-3,8
	1/10/2012	49,00	12,64	18,4	0,78	222,04	16,80	7,10	7,44	0,00
	7/10/2013	93,60	34,75	17,94	1,17	371,49	64,32	15,27	30,38	0,00
	21/10/2014	56,43	14,75	18,88	1,13	216,06	37,57	1,00	21,71	1,90
	21/10/2015	66,40	16,52	22,54	2,73	253,15	46,56	16,33	0,44	1,26
	5/10/2016	60,20	16,28	20,24	0,78	254,98	37,44	8,17	21,00	-2,59
	9/10/2017	61,80	17,01	21,39	0,78	274,50	38,88	10,30	21,00	-4,38
	6/11/2018	61,60	16,77	20,93	0,78	266,57	37,92	8,88	22,00	-3,36
GH3	8/10/2004	91,82	33,97	16,1	1,17	389,59	71,44	8,51	5,50	-0,53
	19/11/2007	98,00	42,53	20,93	1,56	390,40	122,40	14,20	0,18	-0,02
	30/12/2008	56,00	38,88	13,11	0,78	393,45	6,72	9,94	6,17	-2,8
	22/12/2009	72,60	28,43	17,25	1,95	330,62	42,24	17,04	8,65	-1,09
	10/12/2010	81,20	32,44	20,47	1,95	344,65	60,48	21,30	17,04	-0,74
	3/10/2011	71,20	35,48	20,7	5,85	321,47	53,28	27,34	23,52	0,00
	3/10/2012	84,60	31,71	14,95	1,17	334,28	52,80	18,82	25,42	0,00
	7/10/2013	93,60	34,75	17,94	1,17	371,49	64,32	15,27	30,38	0,00
	20/10/2014	88,28	34,87	17,02	1,49	342,38	72,48	1,00	35,77	2,12
	13/10/2015	110,60	46,78	25,07	8,19	411,75	84,48	20,59	35,50	5,00
	10/10/2016	103,00	41,67	20,01	1,95	412,97	77,76	16,33	35,00	0,45
	14/09/2017	106,20	43,38	20,47	1,56	393,45	74,88	15,98	33,00	4,35
	6/11/2018	95,00	39,37	18,86	1,17	391,01	72,48	16,33	31,00	-0,23
GH4	10/12/2010	46,60	12,88	22,08	1,56	179,34	44,16	15,27	11,67	-0,99
	4/10/2011	48,20	12,03	21,16	1,17	189,71	35,52	10,65	12,37	0,01

Çizelge 3.9'un devamı

Numara	Tarih	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	HCO ₃ ⁻ +CO ₃ ²⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	%Hata
GH4	30/09/2013	51,00	12,27	27,6	1,56	214,72	40,80	6,75	14,26	0,10
	21/10/2014	42,53	10,74	17,52	0,79	161,75	35,13	1,00	15,48	1,76
	19/10/2015	72,2,00	27,46	27,6	5,85	320,79	62,40	17,04	0,41	0,72
	4/10/2016	52,40	12,39	20,01	1,17	223,76	36,96	7,10	15,00	-4,94
	17/10/2017	49,00	13,00	21,16	0,78	191,54	36,48	7,10	15,00	1,34
	7/11/2018	49,60	13,00	20,7	0,78	208,01	36,48	7,46	15,45	-1,75
GH5	25/10/2005	58,88	24,88	25,99	1,56	138,47	172,16	10,71	3,70	-0,45
	12/12/2006	40,00	15,8	29,9	1,56	219,60	32,64	12,78	0,08	-0,01
	11/9/2010	44,80	12,27	30,59	2,34	64,05	138,24	21,66	14,03	-1,34
	23/10/2014	40,24	9,8	25,5	1,05	160,86	36,49	1,00	15,48	3,66
	19/10/2015	51,00	11,18	32,2	3,12	213,50	47,52	19,53	0,36	-0,96
	4/10/2016	45,80	10,81	25,76	1,17	217,16	34,56	9,59	14,5	-4,98
	7/11/2018	46,80	11,91	28,98	1,17	215,33	39,36	12,78	15,00	-3,58
MN1	8/10/2004	3,99	3,6	106,03	0,78	261,69	14,89	18,52	0,00	0,04
	18/10/2005	4,99	27,38	109,9	0,39	274,50	112,71	15,62	0,10	0,01
	12/12/2006	10,00	8,51	123,97	3,12	237,90	108,00	18,46	0,00	0,00
	19/11/2007	2,00	4,86	114,08	4,29	161,30	92,64	22,72	0,01	0,00
	30/12/2008	8,80	2,43	102,58	1,95	283,50	20,64	15,98	0,89	-5,02
	22/12/2009	3,80	12,15	92,92	3,90	234,15	29,28	15,98	0,00	0,28
	10/11/2010	4,00	2,31	119,14	1,17	201,36	46,08	20,24	0,00	1,91
	4/10/2011	8,80	0,61	109,02	0,78	253,15	36,00	12,07	0,59	0,01
	25/09/2012	2,60	0,24	110,86	0,00	194,40	36,00	13,14	0,00	4,96
	23/09/2013	2,80	0,36	123,28	0,78	219,26	41,76	13,14	4,34	-0,09
	17/10/2014	10,94	3,11	115,4	4,74	251,48	54,09	1,00	6,20	4,98
	6/10/2015	3,40	0,24	128,11	7,41	251,74	41,28	19,53	0,10	1,87
	11/11/2016	4,00	0,49	141,22	0,39	197,58	51,84	71,00	13,00	-1,54
	30/10/2018	4,20	1,09	124,66	0,39	267,74	44,16	14,91	5,40	-1,18
MN2	22/12/2009	62,40	26,49	25,53	3,12	311,71	42,24	17,04	8,45	-0,89
	10/12/2010	66,60	26,85	26,68	3,12	277,55	65,28	25,21	14,95	-0,59
	5/10/2011	70,60	28,07	26,22	3,51	300,12	62,88	15,27	24,77	0,07
	1/10/2012	65,00	26,37	23,46	3,12	280,60	55,68	17,04	17,36	0,00
	8/10/2013	71,80	25,88	25,07	3,90	317,20	60,00	7,46	16,12	-0,07
	16/10/2014	64,53	25,22	23,48	3,76	261,65	65,77	1,00	28,02	2,23
	5/10/2016	87,40	35,84	35,42	4,29	355,63	72,96	16,69	39,00	2,99
	16/10/2017	79,00	32,32	30,13	3,51	351,36	66,72	14,91	26,00	0,13
	25/10/2018	75,40	29,40	26,68	2,73	332,45	62,40	14,91	30,30	-1,58
MN3	25/09/2012	3,20	0,36	83,95	0,00	190,82	33,60	10,65	0,00	-4,95
	16/10/2014	10,47	0,83	77,93	0,78	169,43	38,56	1,00	8,20	1,42

Çizelge 3.9'un devamı

Numara	Tarih	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	HCO ₃ ⁻ +CO ₃ ²⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	%Hata
MZ1	11/10/2011	80,60	98,66	56,12	0,78	405,65	287,04	35,50	60,91	-0,01
	3/10/2012	86,00	65,85	43,47	1,17	424,56	140,64	38,70	41,55	-0,04
	22/10/2013	96,80	71,32	49,45	1,56	545,34	120,96	29,82	37,21	0,00
	30/10/2014	128,16	116,11	96,89	0,00	195,35	612,91	1,00	141,30	4,94
	22/10/2015	149,00	172,41	100,74	2,34	524,60	636,48	60,71	1,49	5,00
	12/10/2016	151,80	177,51	102,81	1,17	570,35	548,16	82,72	107,00	3,64
	2/10/2017	167,40	197,56	115,00	0,78	533,14	664,80	83,07	117,00	5,02
	8/10/2018	176,20	208,86	123,05	1,17	514,84	757,44	87,69	120,00	4,59
MZ2	12/12/2006	64,00	54,07	17,94	2,34	317,20	136,80	15,62	0,10	-0,01
	13/12/2007	72,00	48,60	17,94	2,34	353,80	111,36	11,36	0,17	-0,02
	30/12/2008	68,00	41,31	13,11	1,56	375,76	42,72	12,78	5,56	-0,60
	23/12/2009	47,40	51,88	17,02	2,34	329,40	63,36	25,92	7,74	-0,90
	10/12/2010	67,00	46,66	19,09	2,34	303,78	107,04	23,79	16,89	-0,45
	10/10/2011	67,20	48,24	16,79	2,34	345,26	80,16	16,69	19,12	0,07
	3/10/2012	67,20	46,78	16,10	1,95	322,08	84,48	21,30	19,84	0,00
	22/10/2013	73,20	49,57	17,02	1,95	381,86	72,96	15,62	19,84	-0,06
	31/10/2014	65,71	51,11	16,32	2,79	346,47	87,32	1,00	28,73	1,74
	22/10/2015	76,00	52,37	18,86	3,90	389,18	80,64	17,75	0,40	2,63
	12/10/2016	79,20	58,20	18,63	2,34	358,46	91,20	17,04	25,40	2,23
	2/10/2017	80,60	60,63	20,24	2,34	396,50	91,68	17,75	26,00	3,27
	8/10/2018	80,00	59,90	19,78	1,95	377,59	84,96	19,17	25,00	5,00
MZ3	13/12/2007	68,00	34,02	17,94	2,34	341,60	55,68	9,94	0,04	0,00
	23/11/2008	90,00	109,35	42,09	0,78	720,41	121,92	35,50	9,91	-0,52
	30/12/2008	60,00	34,02	13,11	1,56	391,62	13,92	9,94	3,10	-4,68
	23/12/2009	74,20	99,02	40,02	2,73	592,31	134,40	41,18	15,23	-0,89
	10/12/2010	69,20	101,94	38,87	16,77	497,76	196,80	50,41	28,47	-0,60
	10/10/2011	89,40	194,76	66,01	4,29	503,86	557,76	77,75	87,63	-0,01
	3/10/2012	92,40	159,41	72,45	1,17	346,48	577,44	73,84	70,07	0,00
	23/10/2013	74,40	79,22	29,21	4,29	313,54	175,68	86,62	23,56	0,00
	30/10/2014	85,74	85,81	33,56	4,45	505,52	160,23	1,00	38,89	2,55
	22/10/2015	77,80	120,04	43,24	3,90	613,66	168,00	25,92	0,45	4,84
	12/10/2016	107,20	201,33	76,13	1,56	761,89	388,32	51,83	53,00	4,95
	2/10/2017	100,80	104,85	34,96	5,07	522,16	163,20	42,6	44,21	4,96
	8/10/2018	106,40	184,68	66,70	1,56	730,78	332,64	51,12	53,00	5,05
MZ4	10/12/2010	38,40	25,27	30,13	2,34	132,37	109,92	33,37	18,54	-2,97
	12/10/2011	123,60	28,80	52,90	4,68	343,43	177,12	36,57	38,21	0,02
	7/11/2012	74,60	41,55	47,38	2,73	289,14	155,04	36,92	16,74	0,00
	10/10/2013	121,80	27,09	50,60	4,29	341,60	166,08	37,28	32,24	0,00

Çizelge 3.9'un devamı

Numara	Tarih	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	HCO ₃ ⁻ +CO ₃ ²⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	%Hata
MZ4	3/11/2014	78,50	51,29	49,94	4,72	336,41	168,71	1,00	25,85	4,84
	2/11/2015	97,60	63,42	61,87	5,07	393,45	194,40	41,89	0,00	5,04
	23/09/2016	91,40	60,02	56,12	3,90	384,91	204,48	40,12	22,60	-0,06
	24/10/2017	96,80	65,25	60,03	3,12	348,92	214,08	40,83	23,10	4,87
	1/10/2018	102,20	69,13	59,57	3,12	366,61	232,32	42,60	23,44	4,02
SV1	22/12/2009	57,80	4,62	218,50	3,90	610,00	61,44	56,80	11,81	-0,77
	12/10/2011	60,00	2,07	1,38	0,78	183,00	4,80	2,84	4,76	-0,10
	3/10/2012	110,60	28,80	130,41	2,73	524,60	77,28	96,92	43,41	0,00
	21/10/2013	136,20	31,47	101,66	3,12	599,02	75,84	64,61	41,54	0,04
	30/10/2014	42,03	15,72	299,73	0,00	729,20	107,05	1,00	42,18	4,90
	12/10/2015	93,20	23,57	242,88	5,07	680,76	129,12	63,19	0,52	5,02
	13/10/2016	114,80	28,55	350,52	4,68	904,63	105,60	119,64	51,50	4,97
	23/10/2017	180,20	44,35	119,37	3,90	727,12	78,24	63,55	56,50	4,97
	1/10/2018	189,60	45,44	106,95	4,29	705,16	84,48	104,37	0,00	5,02
SV2	23/11/2005	55,89	45,56	26,91	2,33	353,80	71,94	9,91	3,00	0,96
	30/12/2008	46,00	42,53	23,92	1,56	353,80	34,56	12,78	4,00	-0,47
	22/12/2009	44,40	40,46	28,98	1,56	323,30	49,44	18,46	7,00	-0,82
	29/10/2010	46,80	39,12	29,21	2,34	298,29	63,84	23,08	13,00	-1,36
	14/10/2011	58,20	45,81	28,75	3,12	350,75	66,72	22,72	14,00	0,03
	3/10/2012	50,20	49,21	30,82	2,73	330,01	83,04	19,88	17,00	-0,03
	21/10/2013	67,00	49,57	30,59	2,73	414,19	65,76	14,56	17,00	-0,08
	27/10/2014	65,48	40,49	31,00	2,66	342,53	78,18	1,00	25,00	2,21
	12/10/2015	82,80	63,67	40,25	5,07	465,43	96,96	18,82	0,40	5,01
	11/10/2016	69,40	56,01	33,81	3,12	411,75	82,08	17,04	22,00	1,77
	23/10/2017	71,40	58,44	36,11	3,12	392,84	85,92	18,11	22,00	4,89
	1/10/2018	70,40	56,86	34,50	2,73	375,76	86,88	18,82	22,00	4,91
GNK	28/10/2010	86,80	41,55	40,48	2,73	423,95	68,16	43,67	41,61	-3,43
	18/10/2011	85,60	43,62	43,24	2,73	477,63	34,08	25,56	34,52	0,02
	11/10/2012	78,00	36,45	38,64	2,34	400,77	44,64	22,37	32,25	-0,06
	9/10/2013	82,40	39,85	39,10	2,73	458,11	39,84	15,62	23,56	0,05
	26/10/2015	82,40	41,92	40,94	3,90	472,14	48,00	18,82	0,46	0,92
	26/10/2017	136,60	26,85	25,30	0,78	462,99	29,76	19,17	35,00	4,34
	2/10/2018	134,60	27,58	22,54	0,78	448,35	31,68	22,01	37,00	4,02
Minimum		2,00	0,24	1,38	0,00	64,05	4,80	1,00	0,00	-5,02
Maksimum		189,60	208,86	350,52	16,77	904,63	757,44	119,64	141,3	5,05
Ortalama		71,19	43,47	51,52	2,41	357,50	106,70	24,22	21,75	0,75
TS 266 maksimum değeri		200,00	150,00	200,00	3000,0	500,00	250,00	250,00	50,00	-

3.4.2.2.1. Majör Anyon ve Katyonlar

3.4.2.2.1.1. Kalsiyum (Ca^{2+})

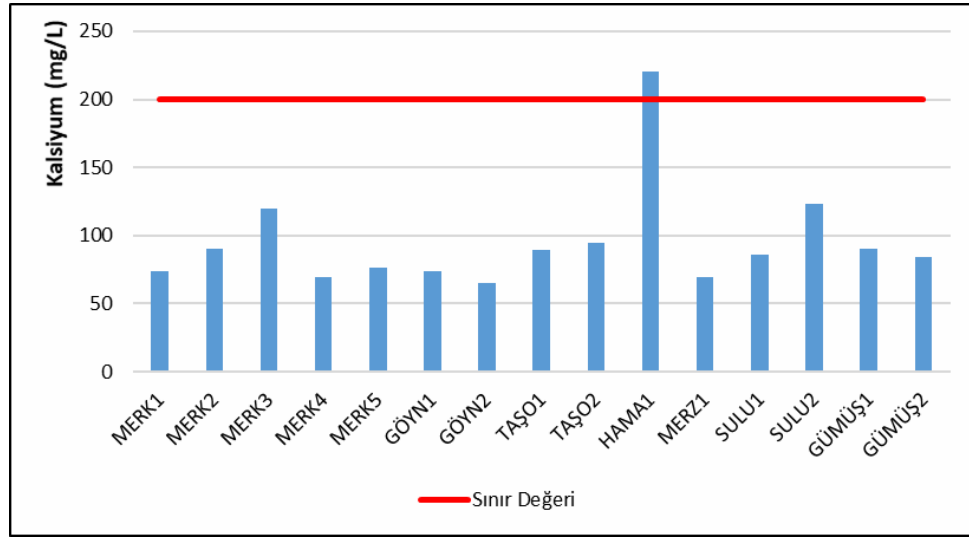
Suya sertlik özelliğini kazandırmakta en önemli rol oynayan kalsiyum yer kabuğunda ağırlık bakımından oksijen, silisyum, alüminyum ve demirden sonra beşinci sırada bulunur. Toprak alkali grubu elementlerinden olan kalsiyum genel olarak karbonat, sülfat, silikat ve fosfat bileşiklerinde yer almaktadır. Yeraltı suyunda bulunan kalsiyumun kaynakları ise dolomit, kalsit, mermer, aragonit, anhidrit, jips, flüorit ve apatit mineralleridir (Erguvan ve Yüzer, 1987).

Çalışma alanındaki yeraltı sularının Ca^{2+} konsantrasyonu 2019 yılında yapılan analiz sonuçlarına göre 65,5-220 mg/L arasında değişmektedir. Minimum değeri, Göynücek ilçesinde GÖYN2 numaralı sondaj kuyusunda ve maksimum değeri ise Hamamözü ilçesinde HAMA1 numaralı örnek kuyusunda ölçülmüştür (Çizelge 3.7).

Ayrıca 2003-2018 yılları arasında yağışlı dönemde yapılan Ca^{2+} analiz sonuçları 1,40-141,60 mg/L değerleri arasında değişirken kurak dönemde ise 2-189,60 mg/L arasındadır; ortalama değerleri sırayla 67,19 mg/L ve 71,13 mg/L olarak hesaplanmıştır. Yağışlı dönemin en yüksek Ca^{2+} değeri Merkez ilçesindeki MZ1 numaralı örnek kuyusunda 2016 yılında ve en düşük değeri ise Merzifon ilçesinde MN1 numaralı örnek kuyusunda 2015 yılında ölçülmüştür (Çizelge 3.8). Kurak dönem için en yüksek Ca^{2+} değeri Suluova ilçesinde 2018 yılında SV1 örnek kuyusunda ve en düşük Ca^{2+} değeri ise Merzifon ilçesinde MN1 numaralı örnek kuyusunda 2007 yılında kaydedilmiştir (Çizelge 3.9).

İnceleme alanındaki yeraltı sularının Ca^{2+} iyon konsantrasyonlarının içme suyu standartları (TSE-266, DSÖ) tarafından 200 mg/L olarak belirlenen sınır değeri sadece 2019 yılında Hamamözü ilçesinde bulunan HAMA1 numaralı sondaj kuyusunda 220 mg/L değeri ile aşmıştır (Şekil 3.8).

2003-2018 yılları arasında yağışlı ve kurak dönemlerinde kalsiyum konsantrasyonu TS 266 sınır değerinin altında olduğu gözlenmiştir.



Şekil 3. 8. 2019 yılındaki yeraltısuyu örneklerinin kalsiyum değeri sınır değere göre değerlendirilmesi

3.4.2.2.1.2. Magnezyum (Mg^{2+})

Magnezyum iyonu kalsiyum iyonu ile beraber suyun sertliğini ortaya koyan iyonlardır. Yeraltı suyu hareket halinde veya bulunduğu ortamın kayaçlarındaki magnezyum suya geçmesine karbondioksit, karbonatlı ve silikatlı mineralleri önemli rol oynamaktadır (Çağlayan ve Zakır, 1997). Çoğunlukla magnezyumlu kalker ve dolomitin karbonat tarafından eritilmesi sonucunda Mg^{2+} suya geçmektedir (Varol vd, 2008).

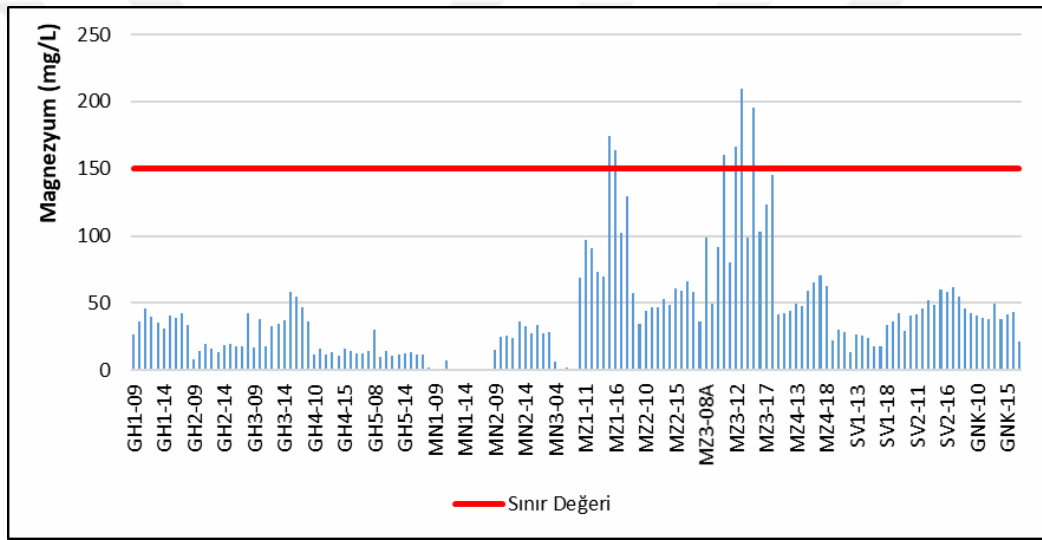
İnceleme alanında 2019 yılında alınan örneklerin analiz sonuçlarına göre Mg^{2+} konsantrasyonu 5,5-86,7 mg/L değerleri arasında değişiklik göstermektedir. Magnezyum iyonu minimum değeri Gümüşhacıköy ilçesinde GÜMÜŞ1 numaralı sondaj kuyusunda ve maksimum değeri ise Merkez ilçesinde MERK3 numaralı örnek kuyusunda ölçülmüştür (Çizelge 3.7).

Ayrıca 2003-2018 yılları arasında yağışlı dönemde yapılan Mg^{2+} analiz sonuçları 0-209,47 mg/L değerleri arasında yer almakta ve 42,46 mg/L ortalama değerine sahiptir. Bu dönemin en yüksek değeri Merkez ilçesinde MZ3 numaralı örnek kuyusunda 2013 yılında ve en düşük değeri ise Merzifon ilçesinde MN3 numaralı örnek kuyusunda 2012 yılında gözlenmiştir (Çizelge 3.8). Aynı yıllar arasında kurak dönemde yapılan analiz sonuçlarına göre Mg^{2+} konsantrasyonları 0,24-208,86 mg/L arasında değişir ve ortalama değeri ise 43,47 mg/L olarak hesaplanmıştır. Kurak dönemin en yüksek Mg^{2+} değeri yine Merkez ilçesinde

fakat bu sefer MZ1 numaralı örnek kuyusunda 2018 yılında ve en düşük değeri ise yine Merzifon ilçesinde MN1 numaralı örnek kuyusunda 2012 yılında ölçülmüştür (Çizelge 3.9).

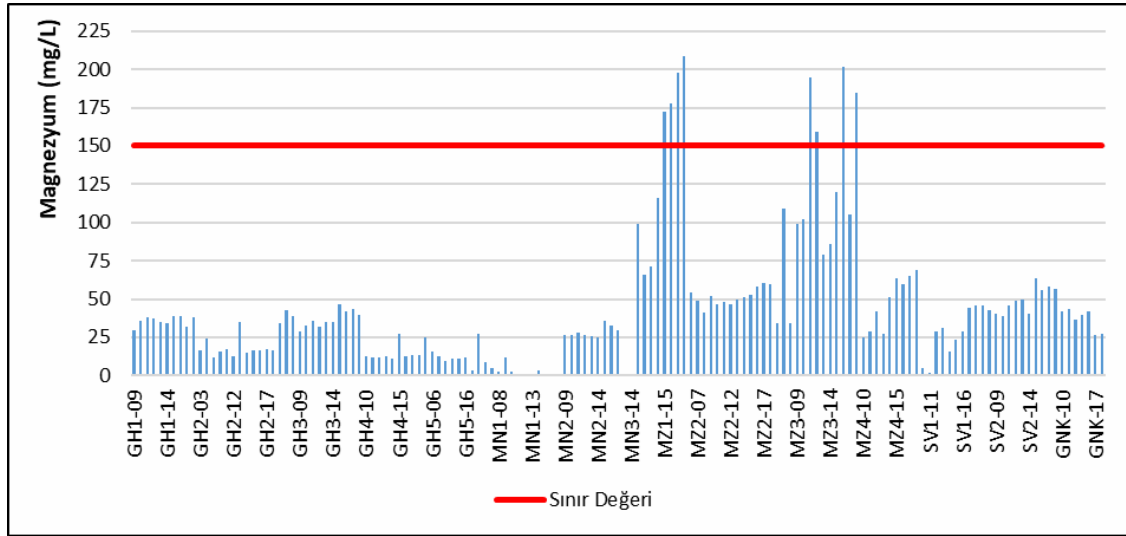
Çalışma alanındaki yeraltı sularında 2019 yılında elde edilen Mg^{2+} iyon verileri içme suyu standartlarına (TS-266, DSÖ) göre belirlenen 150 mg/L sınır değerinin altında olduğu gözlenmiştir.

2003-2018 yılları arasında yağışlı dönemde yapılmış analizlere bakıldığında içme ve kullanma suyu için belirlenen sınır değeri Mekez ilçesinde bulunan MZ1 numaralı sondaj kuyusunda 2015 ve 2016 yıllarında ve MZ3 numaralı örnek kuyusunda 2010, 2012, 2013 ve 2015 yıllarında aştığı görülmektedir (Şekil 3.9).



Şekil 3. 9. 2004-2018 yılları arasındaki yağışlı dönemin yeraltısuyu örneklerinin magnezyum değerinin sınır değerine göre değerlendirilmesi

Aynı zaman diliminde kurak dönemde yapılmış analiz sonuçları yağışlı dönemde gibi aynı kuyularda magnezyum sınırı aştığı görülüp ayrıca artışlar kaydedilmiştir. Sınır değerine göre yüksek çıkan Mg^{2+} konsantrasyonu MZ1 numaralı örnek kuyusunda 2015, 2016, 2017, 2018 yıllarında ve MZ3 numaralı örnek kuyusunda ise 2011, 2012, 2016 ve 2018 yıllarında gözlenmiştir (Şekil 3.10).



Şekil 3. 10. 2003-2018 yılları arasındaki kurak döneminin yeraltısuyu örneklerinin magnezyum değerinin sınır değerine göre değerlendirilmesi

3.4.2.2.1.3. Sodyum (Na^+)

Yerkabuğunda bulunuş miktarı açısından ilk sırada bulunan alkali metal grubundan olan Na^+ iyonu yüksek çözünürlüğü kayaç ortamının mineral içeriklerine bağlı olarak yeraltısularında az veya çok miktarda bulunur. Sodyumun doğal kaynakları kil, feldspat ve feldspatoid mineralleri, magmatik ve evaporit kayaçları ile deniz suyu girişimidir (Elçin, 2016). Antropojenik kaynakları ise evsel ve endüstriyel atıklarından oluşmaktadır. Ayrıca tarımsal faaliyetlerinde kullanılan sularda dikkat edilmesi gereken bir parametredir; Na^+ iyonu, Ca^{2+} ve Mg^{2+} iyonlarına göre bulundukları suyun sulama suyu olarak uygun olup olmadığını göstermektedir.

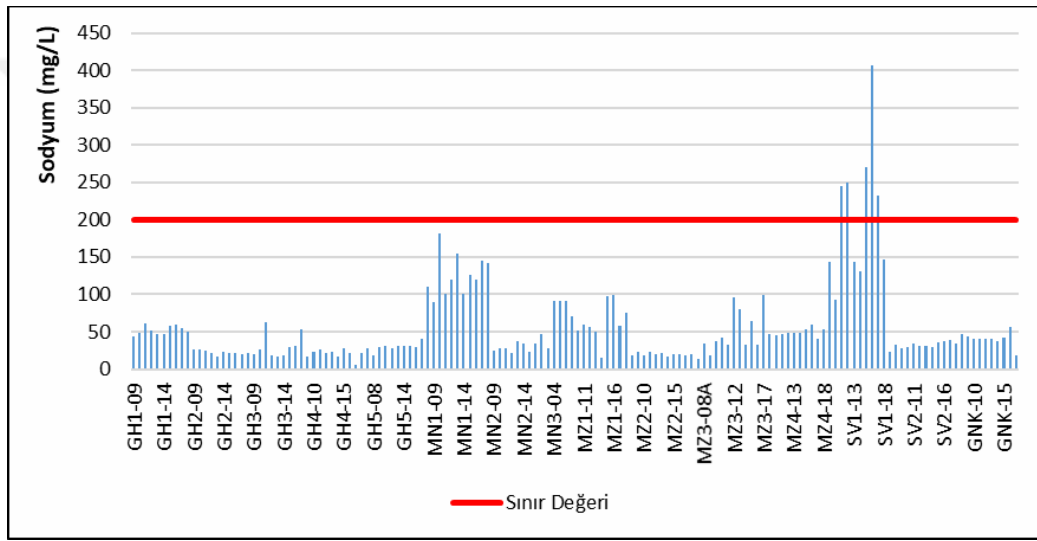
Amasya İli'ndeki yeraltısularının örnek kuyularında 2019 yılında yapılan analiz sonuçlarına göre Na^+ iyon konsantrasyonu 2,64-89.9 mg/L arasında değişmektedir. Minimum değeri Gümüşhacıköy ilçesinde GÜMÜŞ1 numaralı örnekte ve maksimum değeri ise Göynücek ilçesinde GÖYN2 numaralı örnekte gözlenmiştir (Çizelge 3.7).

Ayrıca 2003-2018 yılları arasında yapılan analiz sonuçlarına bakıldığında yağışlı dönemde Na^+ iyon içeriği 6,21-405,95 mg/L değerleri arasında değişmekle birlikte 55,93 mg/L ortalama değerine sahip iken; kurak dönemde 1,38-350,52 mg/L arasında ve ortalama 51,52 mg/L'dir. Yağışlı dönemde en düşük değeri Gümüşhacıköy ilçesinde 2017 yılında GH4 numaralı örnekte, en yüksek değeri ise Suluova ilçesinde 2016'da SV1 numaralı

örnekte ortaya çıkmışlardır. Kurak döneminin en düşük değeri ise Suluova ilçesinde 2011 yılında SV1 numaralı örneğe ait olup, en yüksek Na^+ değeri de aynı örnek noktasında 2016 yılında görülmüştür (Çizelge 3.8 ve 3.9).

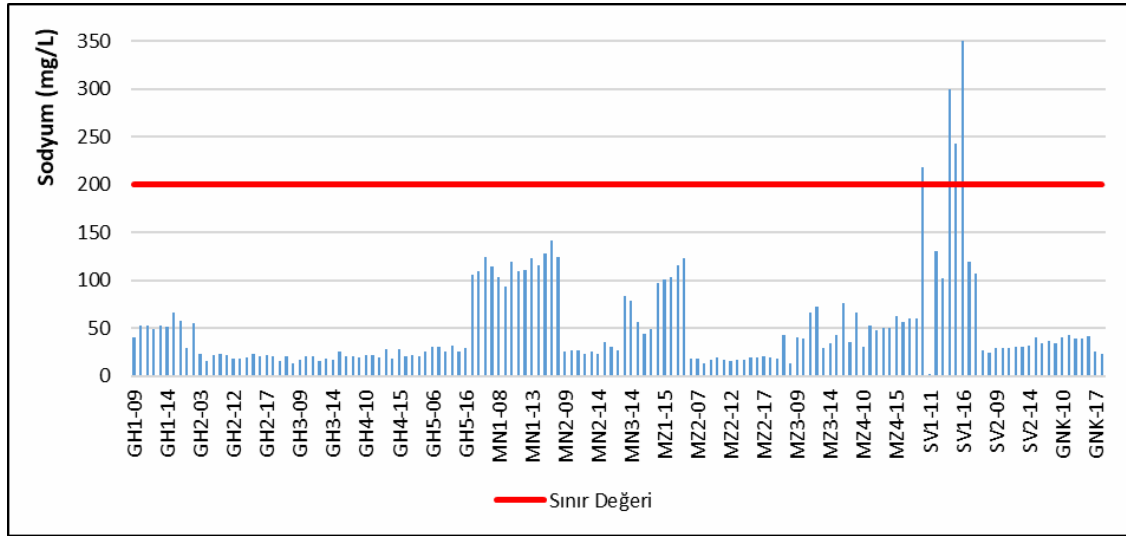
2019 yılında yeraltısularından elde edilen analiz Na^+ iyon konsantrasyonu analiz sonuçları içme-kullanma suyu standartları (TSE-266, DSÖ) tarafından belirlenen sınır değerinin altında olduğu görülmektedir.

2003-2018 yılları arasında yağışlı dönemde SV1 numaralı örnek kuyusunda 2011, 2014, 2015, 2016 ve 2017 yıllarında belirlenen sınır değeri aşmıştır (Şekil 3.11).



Şekil 3. 11. 2004-2018 yılları arasındaki yağışlı dönemin yeraltısuyu örneklerinin sodyum değeri sınır değerine göre değerlendirilmesi

Aynı zamanın kurak döneminde elde edilen sodyum analiz sonuçlarına baktığımızda yağışlı dönemdeki gibi aynı örnek kuyusunda 2009, 2014, 2015, 2016 yıllarında sınır değeri aştığı görülmüştür Şekil (3.12).



Şekil 3. 12. 2003-2018 yılları arasındaki kurak dönemin yeraltısuyu örneklerinin sodyum değeri sınır değerine göre değerlendirilmesi

3.4.2.2.1.4. Potasyum (K^+)

Na^+ iyon gibi potasyum da alkali grubunda yer almaktadır. Silikatlı minerallerinde zengince bulunan potasyum iyonu, sularda çözünürlüğün düşük olması sebebiyle Na^+ iyonuna göre çok az miktarda bulunur. Çözünen K^+ iyonu Na^+ iyonuna göre bitkiler ve kil mineraller tarafından çok fazla soğurulur (Şahinci, 1991). Ayrıca yeraltı sularının bulunduğu kayaç ortamına bağlı olarak K^+ iyonu miktarı değişiklik göstermektedir (Elçin, 2016).

İnceleme alanında 2019 yılında alınan örnekler üzerinde yapılan analiz sonuçlarına göre K^+ konsantrasyonu 0-8,97 mg/L değerleri arasında değişiklik göstermektedir. Potasyum iyonu minimum değeri Gümüşhacıköy ilçesinde GÜMÜŞ1 ve Suluova ilçesinde SULU2 numaralı sondaj kuyularında ve maksimum değeri ise Merkez ilçesinde MERK1 numaralı örnek kuyusunda ölçülmüştür (Çizelge 3.7).

Ayrıca 2003-2018 yılları arasında yağışlı dönemde yapılan K^+ analiz sonuçları 0-40,56 mg/L değerleri arasında yer almakta ve 3,79 mg/L ortalama değerine sahiptir. Bu dönemin en yüksek değeri Suluova ilçesinde 2009 yılında SV1 numaralı örnek kuyusunda ve en düşük değeri ise Gümüşhacıköy ilçesinde 2014 yılında GH3 numaralı örnek kuyusunda, 2017 yılında GH4 numaralı örnek kuyusunda, Merzifon ilçesinde 2014 yılında MN1 numaralı örnek kuyusunda, 2013 yılında MN3 numaralı örnek kuyusunda ve Merkez ilçesinde ise 2013 ve 2015 yıllarında MZ1 ve MZ3 numaralı örnek kuyularında gözlenmiştir (Çizelge

3.8). Aynı yıllar arasında kurak dönemde yapılmış analiz sonuçlarına göre K^+ konsantrasyonu 0-16,77 mg/L arasında değişir ve ortalama değeri 2,41 mg/L olarak hesaplanmıştır. Kurak döneminin en yüksek K^+ değeri ise Merkez ilçesinde MZ3 numaralı örnek kuyusunda 2010 yılında ve en düşük değeri Merzifon ilçesinde 2012 yılında MN1 ve MN3 numaralı örnek kuyularında, Merkez ve Suluova ilçelerinde ise 2014 yılında sıra ile MZ1 ve SV1 numaralı örnek kuyularında ölçülmüştür (Çizelge 3.9).

Çalışma alanındaki yeraltı sularının K^+ iyon konsantrasyonu içme suyu standartlarına (TS-266, DSÖ) göre belirlenen 3000 mg/L sınır değeri 2019 yılında ve daha önce 2003-2018 yılları arasında (yağışlı ve kurak dönemlerinde) aşmadıkları görülmüştür.

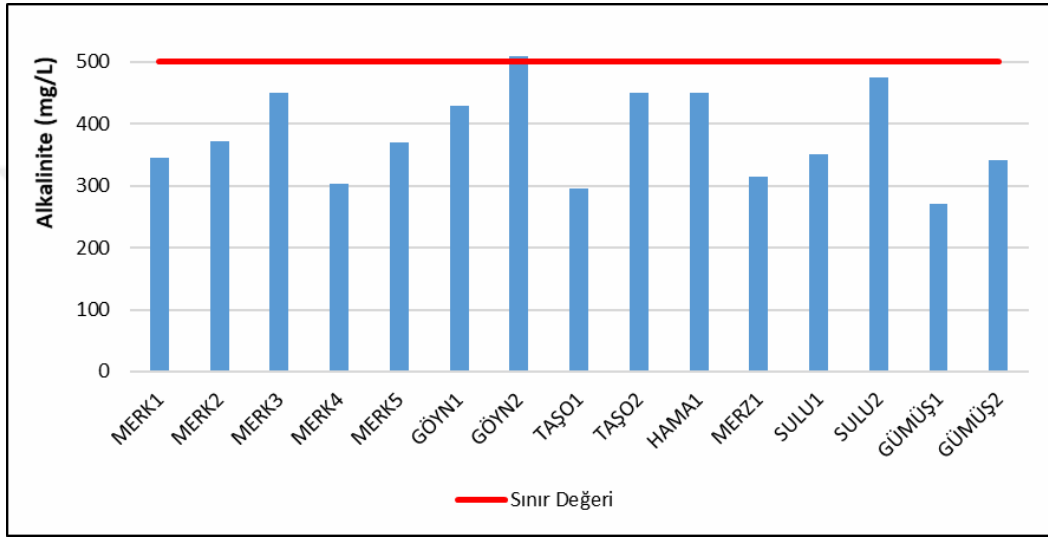
3.4.2.2.1.5. Alkalinite (HCO_3^- ve CO_3^{2-})

Bir suyun alkalinite özelliğini taşıyan iki önemli iyon karbonat ve bikarbonattır. Yeraltısularında bulunan CO_3^{2-} ve HCO_3^- iyonları genelde toprak ve atmosferdeki CO_2 'ten ve karbonatlı kayaçların çözünmesinden gelmektedirler (Varol vd, 2008). Sıcaklık sabit olduğu zaman Çözünmüş Organik Karbon (ÇOK) içeriği pH değerine bağlı olarak değişmektedir. pH değeri yaklaşık 6,5-10,5 arasında çözültide bikarbonat baskındır; daha küçük pH değerlerinde karbonik asit egemen olarak bulunur ve pH değeri 10,5-14 arasında ise karbonat baskın iyondur (Freeze ve Cherry, 1979).

Amasya İli'ndeki yeraltı sularının örnek kuyularında Kasım-Aralık 2019 yılında yapılan analiz sonuçlarına göre alkalinite 270-510 mg/L değerleri arasında değişmektedir. Minimum değeri Gümüşhacıköy ilçesinde GÜMÜŞ1 numaralı örnekte ve maksimum değeri ise Göynücek ilçesinde GÖYN2 numaralı örnekte gözlenmiştir (Çizelge 3.7).

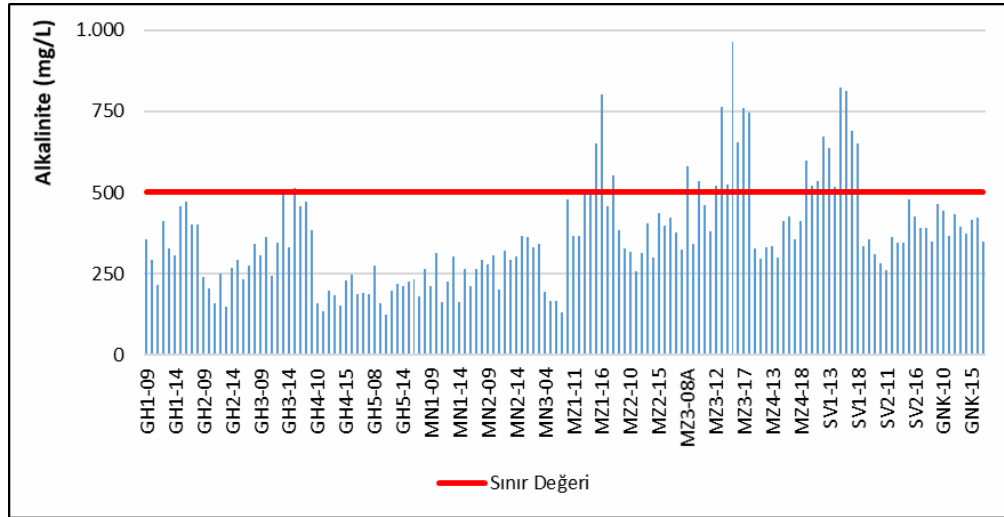
Ayrıca 2003-2018 yılları arasında yapılan analiz sonuçlarına bakıldığında yağışlı dönemde alkalinite içeriği 122,61-965,63 mg/L arasında değişmekle birlikte 363,54 mg/L ortalama değerine sahiptir. Kurak dönemde ise bu değerler 64,05-904,63 mg/L arasında değişir ve ortalama 375,50 mg/L'dir. Yağışlı dönemde en düşük değeri Gümüşhacıköy ilçesinde 2011 yılında GH5 numaralı örnekte, en yüksek değeri ise Merkez ilçesinde 2015 yılında MZ3 numaralı örnekte belirlenmiştir. Kurak dönemin en düşük değeri yine Gümüşhacıköy ilçesinde 2010 yılında GH5 numaralı örneğe ait olup, en yüksek alkalinite Suluova ilçesinde 2016 yılında SV1 numaralı örnek kuyusunda kaydedilmiştir (Çizelge 3.8 ve 3.9).

İçme ve kullanma sularında alkalinite yani HCO_3^- ve CO_3^{2-} iyonların toplamı 500 mg/L'yi geçmemesi gerekirken sulama sularında ise bu iyonların egemen olması sodyum tehlikesinin azalma nedeni olmaktadır (Şahinci, 1991). Burada anlaşılıyor ki içme ve kullanma suyu olarak kullanılması uygun olmayan bir suyun tarımsal faaliyetleri için uygun olabilir veya aksine. 2019 yılında yapılan analizlerden alkalinite değeri sadece GÖYN2 numaralı örnekte TS 266 tarafından belirlenen sınır değeri aşmış durumdadır (Şekil 3.13).



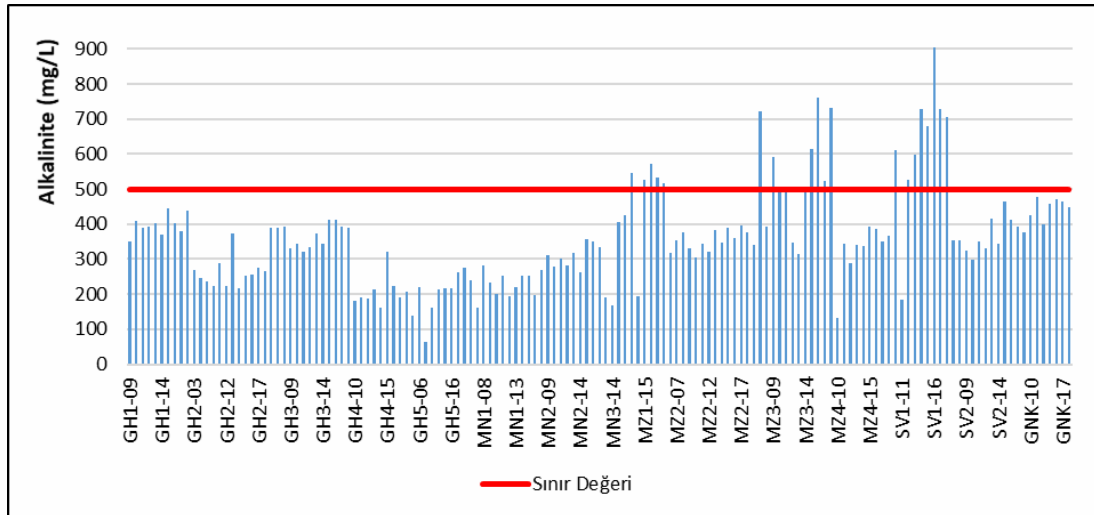
Şekil 3. 13. 2019 yılındaki yeraltısuyu örneklerinin alkalinite değeri sınır değerine göre değerlendirilmesi

2003-2018 yılları arasında yağışlı dönemde GH3 örnek kuyusunda 2015 yılında, MZ1 örnek kuyusunda 2013, 2014, 2015, 2016 ve 2018 yıllarında, MZ3 örnek kuyusunda 2008, 2009, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017 ve 2018 yıllarında ve SV1 örnek kuyusunda 2009-2018 yılları arasında sınır değeri aşmaktadırlar (Şekil 3.14).



Şekil 3. 14. 2004-2018 yılları arasındaki yağışlı döneminin yeraltısuyu örneklerinin alkalinite değeri sınır değerine göre değerlendirilmesi

Kurak dönemde ise MZ1 örnek kuyusunda 2013, 2015, 2016, 2017 ve 2018 yıllarında, MZ3 örnek kuyusunda 2008, 2009, 2011, 2014, 2015, 2016, 2017 ve 2018 yıllarında ve SV1 örnek kuyusunda ise 2009, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017 ve 2018 yıllarında sınır değeri aşmaktadırlar (şekil 3.15).



Şekil 3. 15. 2003-2018 yılları arasındaki kurak döneminin yeraltısuyu örneklerinin alkalinite değeri sınır değerine göre değerlendirilmesi

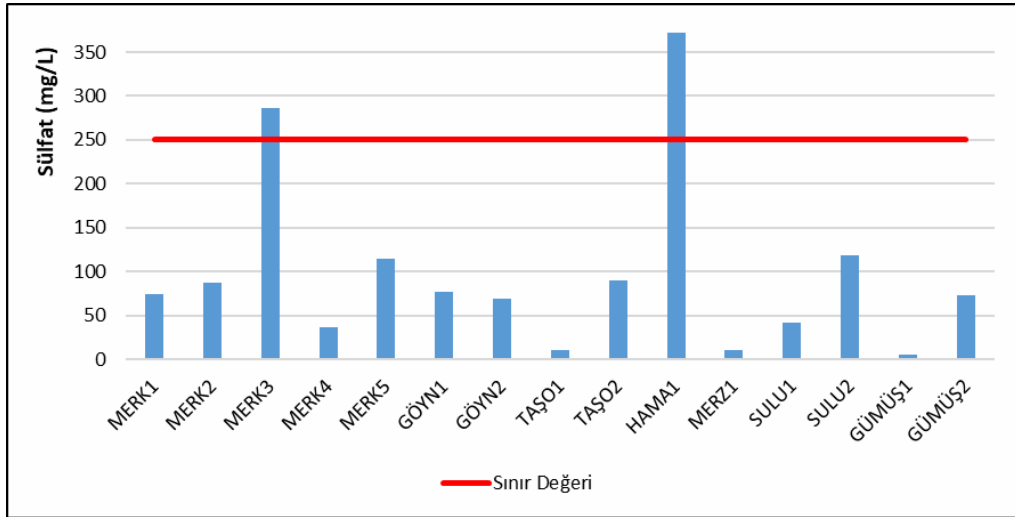
3.4.2.2.1.6. Sülfat (SO_4^{2-})

Doğada bulunan ağır metal sülfürlerinin atmosferik olayların etkisi ile kısmen oksitlenerek suda çözünmeleri ile sülfatlar oluşmaktadırlar (Güler ve Çobanoğlu, 1997). Yeraltısularında bulunan sülfatın en önemli kaynağı anhidrit ve jipslerin çözünmesi, piritin oksitlenmesi ve volkanlardır (Karaman, 2010). Ayrıca, bunların dışında tarımsal faaliyetlerde kullanılan gübreler, evsel ve endüstriyel atıklar SO_4^{2-} 'ın diğer kaynaklarıdır.

2019 yılında inceleme alanındaki yeraltı sularından alınan örnekler üzerinde yapılan analiz sonuçlarına göre SO_4^{2-} konsantrasyonu 5,20-372 mg/L değerleri arasında değişim göstermektedir. SO_4^{2-} iyonu minimum değeri Gümüşhacıköy ilçesinde GÜMÜŞ1 numaralı sondaj kuyusunda ve maksimum değeri ise Hamamözü ilçesinde HAMA1 numaralı örnek kuyusunda görülmüştür (Çizelge 3.7).

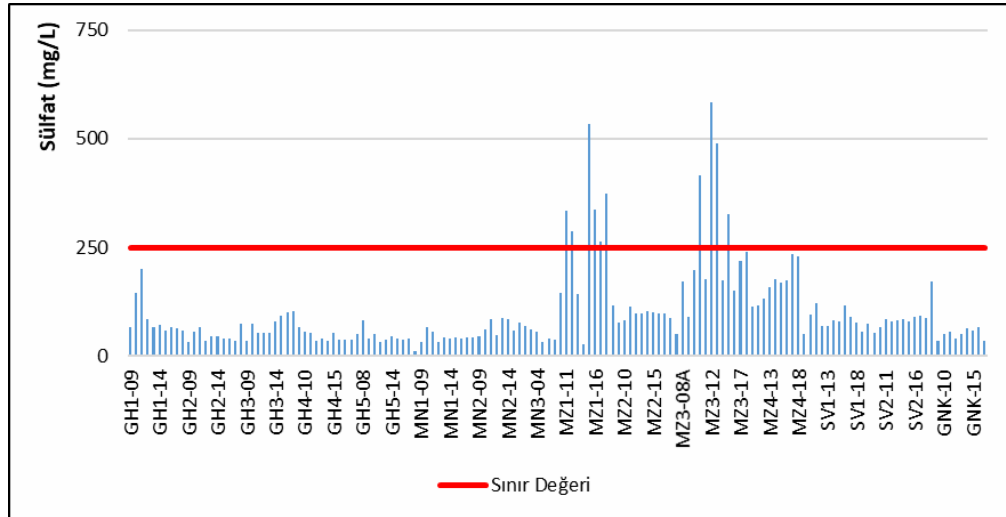
2003-2018 yılları arasında yağışlı dönemde yapılan SO_4^{2-} analiz sonuçları 11,99-582,24 mg/L değerleri arasında yer alır ve 100,50 mg/L ortalama değerine sahiptir. Bu dönemin en yüksek değeri Merkez ilçesinde 2012 yılında MZ3 numaralı örnek kuyusunda ve en düşük değeri ise Merzifon ilçesinde 2005 yılında mfn1 numaralı örnek kuyusunda gözlenmiştir (Çizelge 3.8). Aynı yıllar arasında kurak dönemde yapılmış analiz sonuçlarına göre SO_4^{2-} konsantrasyonları 4,80-757,44 mg/L arasında değişim gösterir ve ortalama değeri ise 106,70 mg/L olarak hesaplanmıştır. Kurak döneminin en yüksek SO_4^{2-} değeri ise Merkez ilçesinde MZ1 numaralı örnek kuyusunda 2018 yılında ve en düşük değeri Suluova ilçesinde 2011 yılında SV1 numaralı örnek kuyusunda görülmektedirler (Çizelge 3.9).

Sulardaki SO_4^{2-} iyon konsantrasyonunun TSE 266 ve DSÖ tarafından içme ve kullanma sularında kabul edilen maksimum miktarı 250 mg/L olarak belirlenmiş. Sülfat toprağın tuzunu artırmanın dışında ekstra bir zararı söz konusu olmayıp 250 mg/L değerine kadar ulaşan SO_4^{2-} miktarları bitkilerin beslenmesine yardımcı olmaktadır (Erguvanlı ve Yüzer, 1987). Çalışma alanında 2019 yılında yeraltı ve yerüstü suyu örneklerin SO_4^{2-} analiz sonuçları sınır değeri yeraltı sularındaki Merkez ilçesinde MERK3 ve Hamamözü ilçesinde HAMA1 örnek kuyuları dışında aşmadığı görülmektedir (Şekil 3.16).



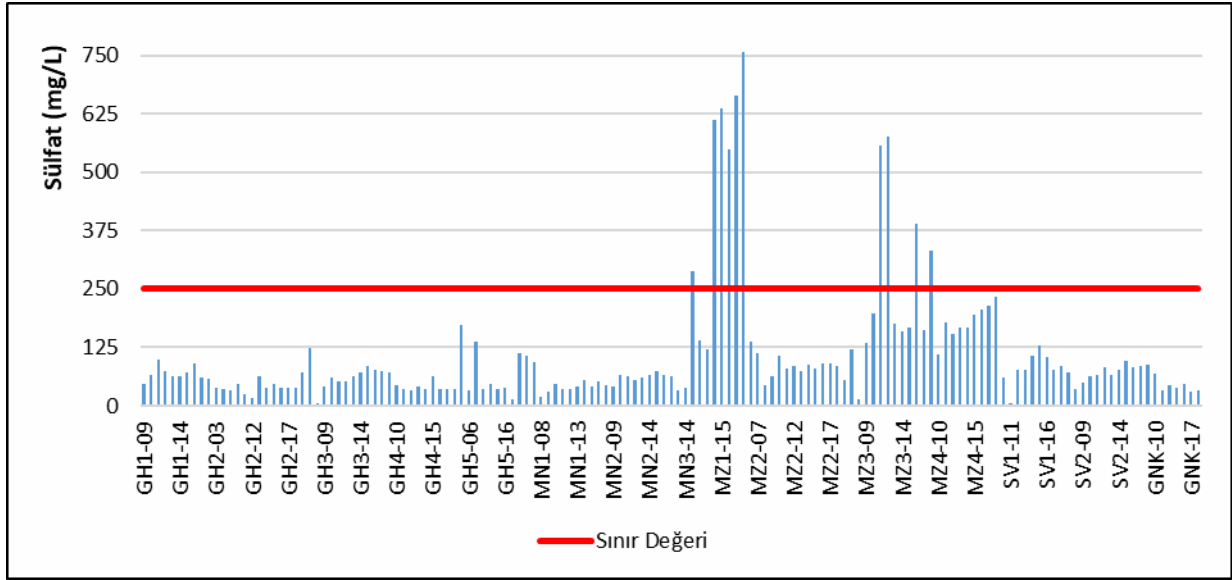
Şekil 3. 16. 2019 yılındaki yeraltısuyu örneklerinin sülfat değeri ve sınır değerine göre değerlendirilmesi

2003-2018 yılları arasındaki SO_4^{2-} verilerine göre yağışlı dönemde Merkez ilçesinde bulunan MZ1 numaralı örnek kuyusunda 2011, 2012, 2015, 2016, 2017 ve 2018 yıllarında ve MZ3 örnek kuyusunda da 2010, 2012, 2013 ve 2015 yıllarında sınır değeri aştığı görülmektedir (Şekil 3.17).



Şekil 3. 17. 2004-2018 yılları arasındaki yağışlı döneminin yeraltısuyu örneklerinin sülfat değeri sınır değerine göre değerlendirilmesi

Kurak dönemde de aynı örnek kuyularında sınır değeri aşmış durumu gözlenmiştir; MZ1 örnek kuyusunda 2011, 2014, 2015, 2016, 2017 ve 2018 yıllarında MZ3 örnek kuyusu için ise 2011, 2012, 2016 ve 2018 yıllarındadır (Şekil 3.18).



Şekil 3. 18. 2003-2018 yılları arasındaki kurak dönemin yeraltısuyu örneklerinin sülfat değeri sınır değerine göre değerlendirilmesi

3.4.2.2.1.7. Klorür (Cl⁻)

Halojen grubunda olan klorür elementi büyük yarıçapa sahip olduğundan tüm tuz bileşikler pH değerine hiçbir önem vermeden kolayca çözünürler (Karaman, 2010) ve doğada halojen gruptaki diğer elementlere göre daha fazla Cl⁻ bulunmaktadır (Elçin, 2016). Yeraltısularında klorürün en önemli kaynağı sedimanter kayaç olan evaporitlerdir (Varol vd, 2008).

İnceleme alanında 2019 yılı Kasım-Aralık aylarında yeraltı sularından alınan örneklerin analiz sonuçlarına göre Cl⁻ konsantrasyonu 1,49-83,60 mg/L değerleri arasında değişim göstermektedir. Klorür iyonu minimum değeri Gümüşhacıköy ilçesinde GÜMÜŞ1 sondaj kuyusunda ve maksimum değeri ise Suluova ilçesinde SULU1 numaralı örnek kuyusunda ölçülmüştür (Çizelge 3.7).

2003-2018 yılları arasında yağışlı dönemde yeraltı sularına ait Cl⁻ iyon konsantrasyonları 1,07-204,48 mg/L değerleri arasında değişim gösterir ve 30,28 mg/L

ortalama değerine sahiptir. Bu dönemin en yüksek değeri Suluova ilçesinde 2011 yılında SV1 numaralı örnek kuyusunda ve en düşük değeri ise Merkez ilçesinde 2016 yılında MZ3 numaralı örnek kuyusunda gözlenmiştir (Çizelge 3.8). Aynı yıllar arasında kurak dönemdeki Cl⁻ konsantrasyonları 1-119,64 mg/L arasında değişir ve ortalama değeri ise 24,22 mg/L olarak hesaplanmıştır. Kurak döneminin en yüksek Cl⁻ değeri ise Suluova ilçesinde SV1 numaralı örnek kuyusunda 2016 yılında ve en düşük değeri 2014 yılında Göynücek ilçesindeki GNK numaralı örnek kuyusu hariç kalan örneklerde görülmüştür (Çizelge 3.9).

İnceleme alanındaki yeraltı sularında 2019 yılında ve 2003-2018 yılları arasında elde edilen Cl⁻ iyon konsantrasyonu verileri TSE 266 ve DSÖ tarafından içme ve kullanma suları için kabul edilen maksimum miktarını (250 mg/L) aşmadığı görülmektedir.

3.4.2.2.2. Kirlilik Parametreleri

3.4.2.2.2.1. Nitrat (NO₃⁻)

Gübre yapımında yaygın bir şekilde yeralan NO₃⁻ elementi doğal olarak tarımsal faaliyetlerde kullanılmaktadır. Böylece yeraltısularındaki çözünmüş azot türlerinden olan NO₃⁻ iyonu en önemli kirleticisi olarak bilinmektedir. Tarımsal faaliyetlerinde kullanılan nitratlı gübreler yanı sıra ayrışmış bitki, hayvan artıklarının ve evsel atıklarının yeraltına süzülmesi ile yeraltısularındaki başlıca nitratin diğer kaynakları oluşmaktadır (Aksever, 2011). Ayrıca, doğal olarak oluşan azot döngüsü sürecinde nitrit ile beraber ana elementlerdendir. Yerüstü sularına geçen nitrat genel olarak yağmur suları ile gerçekleşmektedir (OMS, 2017).

Yeraltı sularında Kasım-Aralık 2019 yılındaki nitrat konsantrasyonu 0,25-24,70 mg/L arasında değişim göstermektedir. NO₃⁻ iyonu minimum değeri Göynücek ilçesinde GÖYN1 numaralı sondaj kuyusunda ve maksimum değeri ise Suluova ilçesinde SULU2 numaralı örnek kuyusunda görülmüştür (Çizelge 3.10).

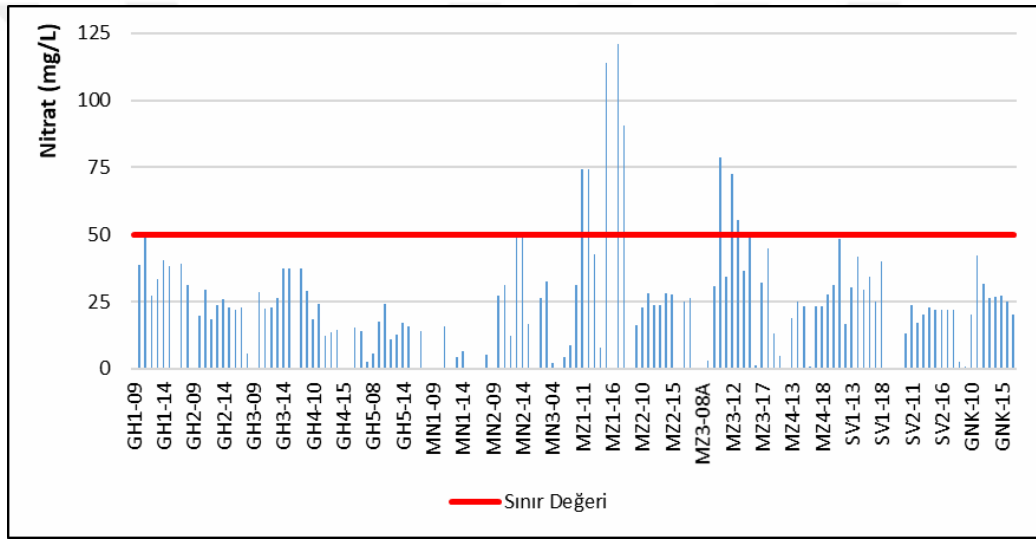
Çizelge 3. 10. 2019 yılında inceleme alanındaki yeraltısuyu örneklerine ait kirlilik parametrelerinin analiz sonuçları (mg/L)

Numara	NO ₃ ⁻	NO ₂ ⁻	NH ₄ ⁺	PO ₄ ³⁻
MERK1	11,60	0,017	0,006	0,03
MERK2	5,06	0,017	0,008	0,06
MERK3	19,00	0,02	0,001	0,03
MERK4	7,86	0,016	0,003	0,13
MERK5	3,67	0,015	0,000	0,02
GÖYN1	0,25	0,017	0,022	0,17
GÖYN2	4,54	0,000	0,000	0,09
TAŞO1	2,99	0,019	0,009	0,04
TAŞO2	2,04	0,000	0,000	0,06
HAMA1	4,94	0,016	0,000	0,21
MERZ1	3,61	0,017	0,001	0,09
SULU1	1,83	0,017	0,007	0,09
SULU2	24,7	0,030	0,009	0,04
GÜMÜŞ1	3,12	0,018	0,000	0,05
GÜMÜŞ2	5,56	0,016	0,000	0,06
Maksimum	24,7	0,030	0,022	0,21
Minimum	0,25	0,00	0,000	0,02
TS 266 maksimum Değeri	50,00	0.500	0.500	0.40

2003-2018 yılları arasında yağışlı dönemdeki NO₃⁻ verileri 0-121 mg/L arasında yer alır ve 22,58 mg/L ortalama değerine sahiptir. Bu dönemin en yüksek değeri Merkez ilçesinde 2017 yılında MZ1 numaralı örnek kuyusunda ve en düşük değeri ise Suluova ilçesinde 2008 ve 2009 yıllarında SV2 numaralı örnek kuyusunda, Merkez ilçesinde 2008 yılında MZ3 örnek kuyusunda, Merzifon ilçesinde 2009, 2010 ve 2012 yıllarında MN1 örnek kuyusunda, 2009 yılında MN2 örnek kuyusunda, 2012 yılında MN3 örnek kuyusunda ve Gümüşhacıköy ilçesinde 2009 yılında GH1, GH2 ve GH3 örnek kuyularında gözlenmiştir (Çizelge 3.8). Aynı yıllar arasında kurak dönemdeki NO₃⁻ konsantrasyonları 0-141,30 mg/L arasında değişim gösterir ve ortalama değeri 21,75 mg/L olarak hesaplanmıştır. Kurak dönemin en yüksek NO₃⁻ değeri ise Merkez ilçesinde 2018 yılında MZ1 numaralı örnek kuyusunda ve en düşük değeri ise Suluova ilçesinde 2018 yılında SV1 numaralı örnek kuyusunda, Merkez ilçesinde 2015 yılında MZ4 numaralı örnek kuyusunda, Merzifon ilçesinde 2004, 2006, 2009, 2010 ve 2012 yıllarında MN1 örnek kuyusunda ve 2012 yılında MN3 örnek kuyusunda görülmektedir (Çizelge 3.9).

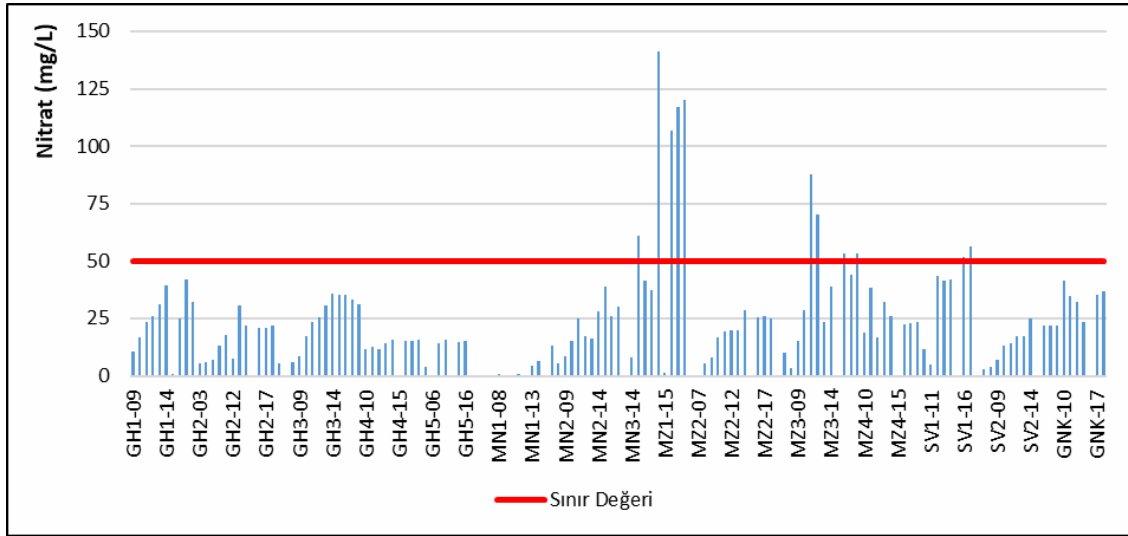
Sulardaki NO_3^- iyon konsantrasyonunun TSE 266 tarafından içme ve kullanma sularında kabul edilen maksimum miktarı 50 mg/L olarak belirlenmiş, 2019 yılında yeraltı sularındaki nitrat konsantrasyonu sınır değerinin altında olduğu ortaya çıkmıştır.

Son olarak 2003-2018 yılları arasında yeraltı sularındaki NO_3^- verileri ise belirli nokta ve yıllarda sınır değerden büyük değerler elde edildiği görülmektedir. Yağışlı dönemde 2003-2018 yılları arasında Merkez ilçesinde 2011, 2012, 2015, 2017 ve 2018 yıllarında MZ1 örnek kuyusunda, 2010, 2012, 2013 ve 2015 yıllarında MZ3 numaralı örnek kuyusunda ve Merzifon ilçesinde ise 2013 yılında MN2 örnek kuyusunda sınır değeri aştığı görülmektedir (Şekil 3.19).



Şekil 3. 19. 2003-2018 yılları arasındaki yağışlı döneminin yeraltısuyu örneklerinin nitrat değeri sınır değerine göre değerlendirilmesi

2003-2018 yılları arasındaki kurak dönemde ise Merkez ilçesinde 2011, 2014, 2016, 2017 ve 2018 yıllarında MZ1 numaralı örnek kuyusunda, 2011, 2012, 2016 ve 2018 yıllarında MZ3 numaralı örnek kuyusunda ve Suluova ilçesinde de 2016 ve 2017 yıllarında SV1 kuyusunda sınır değeri aştığı görülmüştür (Şekil 3.20).



Şekil 3. 20. 2003-2018 yılları arasındaki kurak dönemde yeraltısuyu örneklerinin nitrat değeri sınır değerine göre değerlendirilmesi

3.4.2.2.2. Nitrit (NO_2^-)

Nitrit iyonu, sularda sıkça görülür fakat nitrat iyonuna göre çok düşük miktarda bulunmaktadır (Corriveau, 2009). Ayrıca, nitrifikasyon (amonyak nitrate dönüşümü) ve denitrifikasyon (nitrat azotoksit dönüşümü) süreçleri gerçekleştirildiği zaman geçiş formu olarak rol oynayan nitrit insan ve hayvanların beslenmesinde nitritin oynadığı zehirleyici rol nitrattan daha fazladır (Şahinci, 1991; OMS, 2017). Böylece suların kirli olup olmadığının öğrenilmesi için nitrit, nitrat ve amonyum gibi iyonların konsantrasyonu önemlidir.

2019 yılında yeraltı ve yüzey sularında yapılan NO_2^- analiz sonuçları sırayla 0-0,03 mg/L arasında bulunmaktadır. Yeraltı sularında maksimum değeri Suluova ilçesinde SULU1 örnekte ve minimum değeri ise Göynücek ilçesinde GÖYN2, Taşova ilçesinde TAŞO2 örneklerde görülmektedir (Çizelge 3.10).

Suların NO_2^- iyon konsantrasyonu TSE 266 tarafından içme ve kullanma suyu için kabul edilen maksimum miktarı 0,50 mg/L olarak belirlenmiştir. 2019 yılında yeraltı sularında yapılan analiz sonuçlarına göre belirlenen sınır değerinin altında olduğu ortaya çıkmıştır.

3.4.2.2.2.3. Amonyum İyonu (NH_4^+)

Azot bileşiklerinden bir tanesi olan NH_4^+ doğada oldukça fazla bulunur. Su içinde ise genellikle serbest veya tuz halinde amonyak olarak yer almaktadır. Yeraltı sularında bulunan amonyumun ana kaynağı nitrat gibi başlıca tarımsal faaliyetlerinde kullanılan gübreler, bozunmuş bitkiler ve evsel atıkları olarak bilinmektedir (Elçin, 2016). Amonyumun insan sağlığına bulaşıcı hastalık sebep olan parametrelerin arasında yer aldığı nedeniyle yeraltı ve yerüstü suları kirli olup olmadığı araştırmalarında sık sık analiz edilen parametrelerden yer almaktadır.

İnceleme alanında Kasım-Aralık 2019 yılında yapılan NH_4^+ analiz sonuçları yeraltı suları için 0-0,022 mg/L arasında değişiklik göstermektedir. Yeraltı sularına ait maksimum değeri Göynücek ilçesinde GÖYN1 örnek kuyusunda ve minimum değeri ise Merkez ilçesinde MERK5 örnek kuyusunda, Göynücek ilçesinde GÖYN2 örnek kuyusunda, Taşova ilçesinde TAŞO2 örnek kuyusunda, Hamamözü ilçesinde HAMA1 örnek kuyusunda ve Gümüşhacıköy ilçesinde bulunan GÜMÜŞ1 ve GÜMÜŞ2 örnek kuyularında görülmüştür (Çizelge 3.10).

Suların NH_4^+ iyon konsantrasyonu TSE 266 tarafından içme ve kullanma için kabul edilen maksimum miktarı 0,50 mg/L olarak belirlenmiştir. 2019 yılında yeraltı sularında yapılan analiz sonuçlarına göre belirlenen sınır değerinin altında olduğu ortaya çıkmıştır.

3.4.2.2.2.4. Toplam Fosfor (PO_4^{3-})

Doğal sularda organik ve inorganik şekillerde bulunur. Fosfatlar doğal kaynaklı yani canlı maddelerinin ayrışması yahut kaya ve fosfor içeren minerallerin yıkanmasından elde edilmektedir. Ancak günümüzde, sudaki varlıkları esas olarak antropojenik (gübreler, hayvanların dışkıları, arıtma istasyonları, deterjan polifosfatları, fosfatlarla işlenmiş su, kimya endüstri) katkılardan oluşmaktadır (Chery ve Bourbier, 2000). 25 °C sıcaklık ve 1 atmosfer basınç altında, pH değeri (0-14) yükseldikçe fosforik asiti (H_3PO_4)'nin yapısında var olan hidrojen iyonundan terk edilerek ortofosfatı (PO_4^{3-}) bulana kadar bu süreci devam etmektedir (Hem, 1985; Freeze ve Cherry, 1979). Ayrıca hayvan ve bitkilerin gelişiminde gerekli olan fosfatın su depolarındaki varlığı ise alglerin çoğalmasını neden olmak ile

beraber içme sularında tat ve koku problem sorunları oluşmaktadır (Güler ve Çobanoğlu, 1997).

İnceleme alanındaki yeraltı sularında 2019 yılında yapılan analiz sonuçlarına göre PO_4^{3-} konsantrasyonu 0,02-0,21 mg/L arasında yer almaktadır. Maksimum değeri Hamamözü ilçesinde HAMA1 örnek kuyusunda ve minimum değeri ise Merkez ilçesinde MERK5 örnek kuyusunda izlenmiştir (Çizelge 3.10).

2019 yılında yeraltı sularında yapılan analiz sonuçlarına göre TSE 266 tarafından içme ve kulanma suyu için 0,40 mg/L olarak belirlenen fosforun sınır değeri altında olduğu ortaya çıkmıştır.

3.4.2.2.3. İz Elementler

İz elementlerin grubunda yer alan ağır metaller kayalar ve maden yataklarının doğal bileşenleridir. Böylece, bu elementler normalde topraklarda, çökeltilerde, yüzey sularında ve canlı organizmalarda düşük seviyelerde (eser miktarlar, %0.1'den az) bulunur (Alloway ve Ayres, 1997; Callender, 2003). Çevrede ağır metallerin varlığı doğal nedenlerin yanı sıra insan faaliyetlerinden de kaynaklanabilir.

İnceleme alanında 2019 yılında bakır, demir, çinko gibi iz element analizleri yapılmıştır. Yapılan analizlere göre yeraltısularında kadmiyum, kobalt, kurşun ve civa tespit edilmemiştir (Çizelge 3.11).

3.4.2.2.3.1. Bakır (Cu^{2+})

Yer kabuğunda bakır %0,01 oranında bulunur. Kayaçların kalkopirit, malakit ve azürit mineralleri gibi sudaki bakırın en önemli kaynaklarıdır. Yeraltında su ile kayaç temas halinde bulunduğu sürece gerçekleşen jeokimyasal süreçleri nedeniyle kayaçlardan suya geçen bakır miktarı oldukça azdır (Elçin, 2016).

İnceleme alanında 2019 yılı analiz sonuçlarına göre bakır iyonu konsantrasyonu yeraltısularında 0-0,003 mg/L arasında değişmektedir. Yeraltısularında maksimum değeri GÖYN2 örneğindedir. Diğer örneklerde ise bakır tespit edilmemiştir (Çizelge 3.11).

2019 yılında yeraltısularında yapılan analiz sonuçlarına göre bakır konsantrasyonunun TSE 266 tarafından 2 mg/L olarak önerilen sınır değerinin altında olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 3. 11. 2019 yılında yeraltısuyu örneklerine ait iz elementler, aktif klor ve flor analiz sonuçları (mg/L)

Numara	Cu	Fe	Zn	B	Al	Ni	Mn	Cr	Se	As	Ba	Aktif klor	F
MERK1	0,000	0,008	0,005	0,212	0,000	0,000	0,000	0,003	0,000	0,002	0,12	0,019	0,200
MERK2	0,000	0,029	0,005	0,287	0,000	0,000	0,000	0,003	0,000	0,000	0,1	0,021	0,280
MERK3	0,000	0,000	0,000	0,34	0,000	0,005	0,379	0,000	0,002	0,000	0,12	0,081	0,056
MERK4	0,000	0,004	0,000	0,045	0,002	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,07	0,029	0,180
MERK5	0,000	0,008	0,000	0,093	0,005	0,000	0,000	0,010	0,000	0,000	0,07	0,043	0,150
GÖYN1	0,000	0,320	0,000	0,112	0,000	0,000	0,112	0,000	0,000	0,000	0,06	0,081	0,140
GÖYN2	0,003	0,000	0,005	0,272	0,000	0,000	0,000	0,009	0,000	0,010	0,08	0,051	0,260
TAŞO1	0,000	0,000	0,004	0,033	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,09	0,043	0,120
TAŞO2	0,000	0,000	0,010	0,152	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,11	0,041	0,140
HAMA1	0,000	0,013	0,000	0,166	0,015	0,000	0,000	0,004	0,000	0,000	0,04	0,053	0,070
MERZ1	0,000	0,003	0,000	0,053	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,009	0,16	0,064	0,160
SULU1	0,000	0,000	0,000	0,367	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,012	0,02	0,058	0,089
SULU2	0,000	0,000	0,008	0,116	0,007	0,000	0,029	0,000	0,000	0,000	0,02	0,032	0,150
GÜMÜŞ1	0,000	0,000	0,009	0,027	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,016	0,05	0,058	0,041
GÜMÜŞ2	0,000	0,000	0,000	0,067	0,000	0,000	0,000	0,005	0,000	0,000	0,11	0,081	0,094
Maksimum	0,003	0,320	0,009	0,367	0,015	0,005	0,379	0,010	0,002	0,0160	0,16	0,081	0,280
Minimum	0,000	0,000	0,000	0,027	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,02	0,010	0,041
TS 266 Maksimum Değeri	2,000	0,200	0,500	1,000	0,200	0,020	0,050	0,050	0,010	0,010	0,70*	0,500	1,500

İz elementlerden Cd, Co, Pb, Hg ve diğer parametrelerden CN ve SO₃²⁻ tüm örneklerinde tespit edilmemiştir.

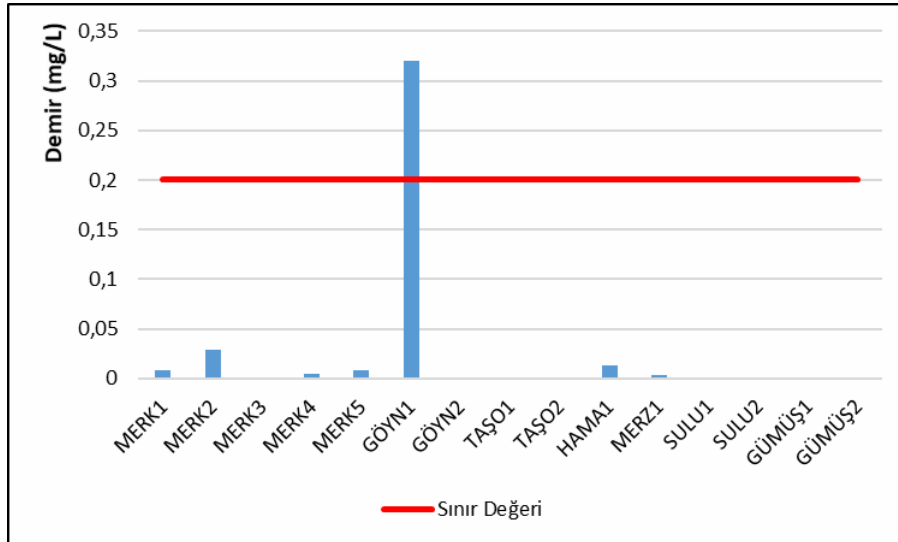
*: Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) tarafından belirlenen sınır değeri.

3.4.2.2.3.2. Demir (Fe)

Demir, dünyanın dış kabuğunda en bol bulunan ikinci metalik element olmasına rağmen, suda bulunan demir konsantrasyonu genellikle küçüktür (Hem, 1985; Güler ve Çobanoğlu, 1997). Demirin kimyasal davranışı ve suda çözünürlüğü, meydana geldiği sistem içindeki oksidasyon yoğunluğuna büyük ölçüde bağlıdır ve pH ta o konuda önemli bir rol oynamaktadır (Hem, 1985). Sularda demir 2 değerlikli (ferro) ve 3 değerlikli (ferri) halinde bulunur ve bunların toplamına toplam demir denir.

Çalışma alanında 2019 yılında yeraltısularında demir iyonu konsantrasyonu 0-0,320 mg/L arasında değişiklik göstermektedir. Maksimum değeri Göynücek ilçesinde GÖYN1 örneğinde tespit edilmiştir. Merkez ilçesinde MERK3, Göynücek ilçesinde GÖYN2, Taşova ilçesinde TAŞO1 ve TAŞO2, Suluova ilçesinde SULU1 ve SULU2 ve Gümüşhacıköy ilçesinde GÜMÜŞ1 ve GÜMÜŞ2 örneklerinde demir konsantrasyonu 0 mg/L'dir (Çizelge 3.11).

2019 yılında yeraltısularında yapılan analiz sonuçlarına göre Göynücek ilçesindeki GÖYN1 örneğinin demir konsantrasyonunun TSE 266 tarafından 0,20 mg/L olarak belirlenen sınır değeri aştığı görülmektedir (Şekil 3.21).



Şekil 3. 21. 2019 yılındaki yeraltısuyu örneklerinin demir sınır değerine göre değerlendirilmesi

3.4.2.2.3.3. Çinko (Zn)

Bol miktarda bulunan çinko yer kabuğunun %0,004'ünü oluşturmaktadır. Çinkonun en çok bulunan minerali sfalerit (ZnS)'tir. Bununla beraber sfalerit bileşiği kurşun, bakır, kadmium ve demir sülfürlerle beraber bulunur. Adsorpsiyon yoluyla elde edilen çözünmüş çinkonun miktarı düşüktür. Ayrıca doğal sularda çinko az bulunur ve musluk suyunda çinko miktarı genel olarak 0,01-1 mg/L arasında değişiklik gösterir (Güler ve Çobanoğlu, 1997).

Çalışma alanında 2019 yılında yapılan analizlere göre çinko konsantrasyonu yeraltısularında 0-0,01 mg/L arasında değişmektedir (Çizelge 3.11). Bu değer TSE 266 tarafından 0,50 mg/L olarak belirlenen çinkonun sınır değerinin altındadır

3.4.2.2.3.4. Bor (B)

Genel olarak sıcak su kaynaklarında ve volkanik arazilerden çıkan sularda oldukça yüksek konsantrasyonda bor bulunur. Bunun dışında deterjan olarak boratların kullanıldığı yerlerde sulardaki bor konsantrasyonu yüksek oluyor (Güler ve Çobanoğlu, 1997). Suda bulunan borun en büyük etkisi tarım üzerinde görülmektedir. Ayrıca içme ve kullanma suyunda, su ürünleri üzerinde ve hayvan sulamasında borun çeşitli zararları belirlenmiştir (Hornick vd, 1970).

İnceleme alanında yeraltısularında 2019 yılında bor konsantrasyonu 0,027-0,367 mg/L arasında bulunmaktadır. Yeraltısularında en yüksek bor değeri Suluova ilçesinde SULU1 ve en düşük bor değeri ise Gümüşhacıköy ilçesinde GÜMÜŞ1 örneklerinde gözlenmiştir (Çizelge 3.11).

TSE 266 tarafından içme ve kullanma suları için bor konsantrasyonunun 1 mg/L'den fazla olması istenmemektedir. Yapılan bor analiz sonuçlarına göre yeraltısularında belirlenen sınır değeri aşmadığı görülmektedir.

3.4.2.2.3.5. lüminyum (Al)

Amfoter özelliği taşıyan aliminyum elementi, yer kabuğunda en çok bulunan elementlerden üçüncü sıraya gelmesine rağmen suyun kapsamında az bulunmaktadır. Doğal sularda bulunan aliminyum toprak ve kayaların erimesinden oluşmaktadır. Sularda çok az bulunduğu zaman bile renk derişimine neden olabilir (Güler ve Çobanoğlu, 1997).

Çalışma alanında 2019 yılında yeraltısularında yapılan alüminyum konsantrasyonu 0-0,015 mg/L arasında değişmektedir. Maksimum değeri Hamamözü ilçesinde HAMA1, minimum değeri Merkez ilçesinde MERK1, MERK2 ve MERK3 örneklerinde görülmektedir (Çizelge 3.11).

Yeraltısularında belirlenen alüminyum değeri TSE 266 tarafından içme ve kullanma suyu için 0,20 mg/L olarak belirlenen sınır değerin altındadır.

3.4.2.2.3.6. kel (Ni)

Nikel her yerde bulunur esas olarak paslanmaz çelik ve nikel alaşımlarının üretiminde kullanılmaktadır. Ayrıca madenlerin işlemi sonucunda çevreye yayılma riski mevcuttur. Nikel toksik olmayan bir element olarak gıda ve sularda bulunan nikelin ciddi bir sağlık problemi yaratacağı düşünülemez. Hayvan beslenmesinde nikel esansiyel bir madde olduğuna göre muhtemelen insanlar içinde gerekli olan bir maddedir (Güler ve Çobanoğlu, 1997).

İnceleme alanında 2019 yılında yeraltısularında merkez ilçesinde bulunan MERK3 kuyusu dışındaki su noktalarında nikel tespit edilmemiştir (Çizelge 3.11). Bu değer TSE 266 tarafından nikel için önerilen 0,02 mg/L'lik sınır değerin altındadır.

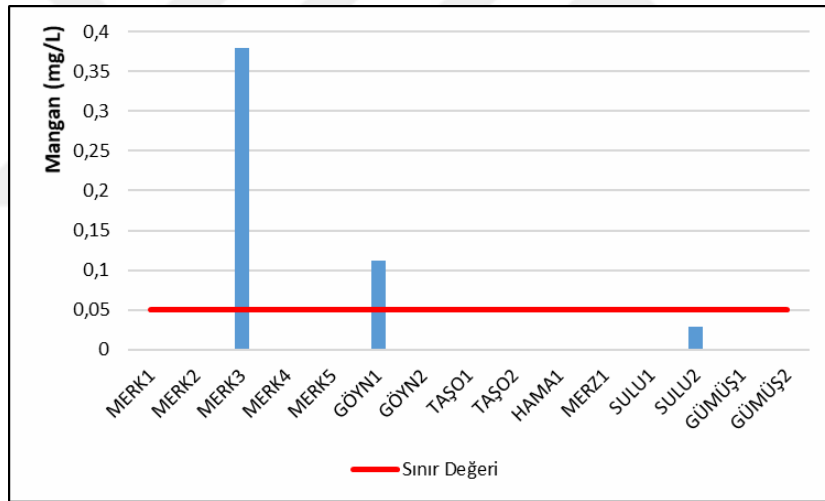
3.4.2.2.3.7. Mangan (Mn)

Toprak yahut tortul kütlelerdeki mangan atmosferik olayların etkisiyle çözünerek suya geçer. Yeraltı sularında bulunan mangan ortamda oksijenin olmadığı nedeniyle iki değerliklidir. Yerüstü sularında ise, özellikle göl ve barajların dip çökeltisi çamurları içerisinde bulunur ve indirgeyici ortamlarda çamurdan suya geçer. Sularda mangan

konsantrasyonu 0,5 mg/L'den büyük olduğu zaman suya kötü bir lezzet verir (Güler ve Çobanoğlu, 1997).

Çalışma alanında 2019 yılında yeraltısularında mangan değerleri 0-0,379 mg/L arasında olup, 0,035 mg/L ortalama değerine sahiptir. Yeraltısularında en yüksek mangan değeri Merkez ilçesinde MERK3 örneğinde gözlenmiştir. Merkez ilçesinde MERK1, MERK2, MERK4 ve MERK5, Göynücek ilçesinde GÖYN2, Taşova ilçesinde TAŞO1 ve TAŞO2, Hamamözü ilçesinde HAMA1, Merzifon ilçesinde MERK1, Suluova ilçesinde SULU1 ve Gümüşhacıköy ilçesinde GÜMÜŞ1 ve GÜMÜŞ2 örneklerinde mangan değerleri 0 mg/L'dir (Çizelge 3.11).

Yeraltısularına ait analiz sonuçlarına göre Merkez ilçesinde MERK3 örneği ve Göynücek ilçesinde GÖYN1 örneğinde mangan konsantrasyonu TSE 266 tarafından 0,05 mg/L olarak belirlenen sınır değerinin üzerindedir (Şekil 3.22).



Şekil 3. 22. 2019 yılında yeraltısuyu örneklerinin mangan değeri sınır değerine göre değerlendirilmesi

3.4.2.2.3.8. Krom (Cr)

Krom, -2'den +6'ye kadar değişik değerlikli türe sahip olmasına rağmen önem taşıyan +3 ile +6 formlarıdır. Suda bulunan krom hem jeolojik hem de antropojenik kökenli olabilmektedir (Ludwid, 1996). Yeraltı sularında genellikle krom miktarı düşüktür. Su

içinde bulunan Cr+3 ve Cr+6 farklı hallerde etkiler. +6 değerlikli kromu +3 değerlikli olanından daha tehlikeli ve kansorejendir (Elçin, 2016).

İnceleme alanında 2019 yılında yeraltısularında krom konsantrasyonları 0-0,01 mg/L arasındadır. Maksimum krom değeri Merkez ilçesinde MERK5 örneğinde gözlenirken Merkez ilçesinde MERK3 ve MERK4, Göynücek ilçesinde GÖYN1, Taşova ilçesinde TAŞO1 ve TAŞO2, Merzifon ilçesinde MERZ1, Suluova ilçesinde SULU1 ve SULU2 ve Gümüşhacıköy ilçesinde GÜMÜŞ1 örneklerine Cr konsantrasyonu 0 mg/L olarak belirlenmiştir (Çizelge 3.11).

Yeraltısularından tespit edilen krom konsantrasyonu TSE 266 tarafından 0,05 mg/L olarak belirlenen sınır değerinin altındadır.

3.4.2.2.3.9. selenyum (Se)

Doğada nadiren bulunan elementlerden bir tanesidir. Doğal sularda genellikle bulunmaz veya çok az konsantrasyonda bulunur. Selenyum sularda genellikle selenit ve selenat şeklinde bulunur. Bu bulunuş suyun pH'sı ve demir gibi bazı metal tuzlarının varlığı etkisindedir. Selenyum insan ve hayvanların vücudunda biriktirerek zehir etkisi gösterir. (Güler ve Çobanoğlu, 1997).

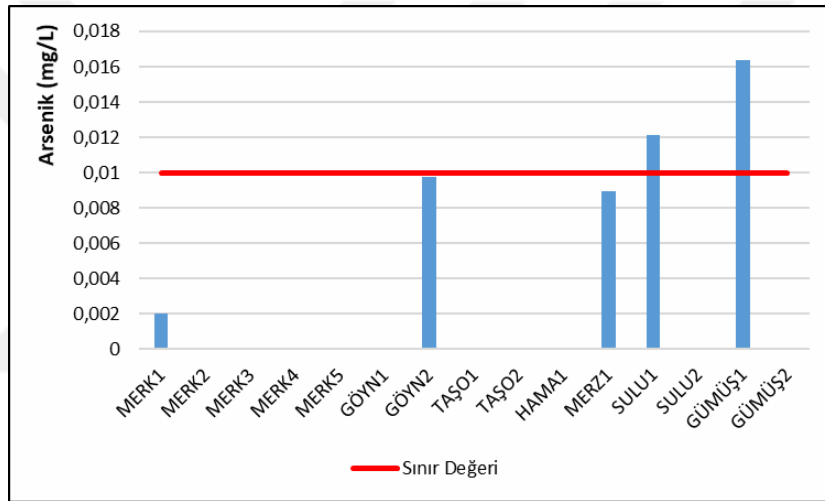
İnceleme alanında 2019 yılında yapılan analizlere göre yeraltısularında selenyum merkez ilçesinde MERK3 örneğinde 0,002 mg/L olarak belirlenmiş diğer örneklerde tespit edilmemiştir (Çizelge 3.11). Bu değer TSE 266 tarafından selenyum için önerilen 0,01 mg/L'nin altındadır.

3.4.2.2.3.10. arsenik (As)

Arsenik elementi doğada sülfür ve oksit halinde bulunur. Doğal sularda ender olarak bulunan arsenik, genellikle minerallerin çözümü, sanayiden çıkan atık suları, tarımda kullanılan pestisitlerin yolları ile kirlilik olarak suya karışabilmektedir (Güler ve Çobanoğlu, 1997). Yüksek konsantrasyonlarda içme suyunda bulunursa cilt, akciğer, böbrek ve karaciğer kanserlerine ve başka hastalıklara sebep olmaktadır (Akgiray, 2003).

İnceleme alanında yeraltısularında 2019 yılındaki analiz sonuçlarına göre As konsantrasyonu 0-0,016 mg/L arasında değişmektedir (Çizelge 3.11). Maksimum değeri Gümüşhacıköy ilçesinde GÜMÜŞ örneğinde tespit edilmiştir. Merkez ilçesinde MERK2, MERK3, MERK4 ve MERK5, Göynücek ilçesinde GÖYN1, Taşova ilçesinde TAŞO1 ve TAŞO2, Hamamözü ilçesinde HAMA1, Suluova ilçesinde SULU2 ve Gümüşhacıköy ilçesinde GÜMÜŞ2 örneklerinde As tespit edilmemiştir (Çizelge 3.11).

2019 yılında analizlere göre SULU1 ve GÜMÜŞ1 örneklerinde ölçülen As konsantrasyonu TSE 266 tarafından belirlenen 0,01 mg/L sınır değerini aşmaktadır (Şekil 3.23).



Şekil 3. 23. 2019 yılındaki yeraltısuyu örneklerinin sülfit değeri sınır değerine göre değerlendirilmesi

3.4.2.2.3.11. Baryum (Ba)

Baryum doğada barit (BaSO_4) ve witherit (BaCO_3) mineralleri şeklinde bulunur. Baryum tuzları boya sanayi, dericilik ve patlayıcı madde üretiminde kullanılır (Güler ve Çobanoğlu, 1997). Doğal sularındaki baryum konsantrasyonu barit mineralinin çözünürlüğüne bağlıdır (Hem, 1985).

İnceleme alanında 2019 yılında yapılan analizlere göre yeraltısularında baryum konsantrasyonu 0,02-0,16 mg/L arasında değişmektedir. En yüksek değeri Merzifon

ilçesindeki MERZ1 kuyusunda ve en düşük değer ise Suluova ilçesindeki SULU2 kuyusunda gözlenmiştir (Çizelge 3.11).

Suların baryum iyon konsantrasyonunun Dünya Sağlık Örgütü tarafından içme ve kullanma suyu için kabul edilen maksimum miktarı 0,70 mg/L olarak belirlenmiştir. 2019 yılında yeraltısularındaki baryum konsantrasyonu belirlenen sınır değerinin altındadır.

3.4.2.2.4. Diğer Parametreler

Aktif Klor büyük miktarlarda üretilir ve hem endüstride hem de evde dezenfektan ve ağartma maddesi olarak tercih edilmektedir. Ayrıca yüzme havuzlarının dezenfeksiyonunda ve içme suyu tedavisinde dezenfektan olarak ta oldukça kullanılmaktadır. Bununla birlikte suda bulunan serbest klor amonyak ile reaksiyona girerek miktarı azalmış olur ve böylece hipokloritlerin oluşmasına neden olmaktadır (OMS, 2017). İnceleme alanında yeraltısularında aktif klor 0,019-0,081 mg/L arasında değişmektedir. En yüksek değeri Göynücek ilçesinde GÖYN1 kuyusunda, en düşük değeri ise Merkez ilçesinde MERK1 kuyusunda görülmüştür (Çizelge 3.11). TSE 266 tarafından İçme ve kullanma suyunda aktif klor için 0,5 mg/L sınır değeri belirlenmiştir. İncelenen yeraltısularından elde edilen aktif klor değerleri önerilen sınır değerinin altındadır.

Suya florür veren başlıca mineral volkanik kayaların bileşiminde bulunan kalsiyum florür ve florit mineralleridir. Florit oldukça düşük bir çözünürlüğe sahiptir ve hem magmatik hem de tortul kayalarda görülür. Ayrıca apatit florür içerir, hornblend ve bazı mikalar gibi amfiboller, hidroksidin bir kısmının yerine florür içerebilir (Hem, 1985). Derinlerden alınan sularda ve özellikle petrol kuyularındaki tuzlu sularda florür görülür. Yerüstü sularında ise genellikle flor iyonu konsantrasyonu 1 ppm geçmez (Güler ve Çobanoğlu, 1997). Çalışma alanında 2019 yılında yeraltısularında yapılan florür analiz sonuçları 0,041-0,280 mg/L arasında değişiklik göstermektedir. Yeraltısularına ait maksimum F değeri Merkez ilçesinde MERK2 örneğinde, minimum F değeri ise Gümüşhacıköy ilçesinde GÜMÜŞ1 örneğinde görülmüştür (Çizelge 3.11). Yeraltısularında tespit edilen florür değerleri TSE 266 tarafından önerilen 1,5 mg/L sınır değerinin altındadır.

Siyanürler bazı gıdalarda, özellikle bazı gelişmekte olan ülkelerde bulunabilir ve ayrıca, içme suyunda, ancak genellikle çok düşük konsantrasyonlarda bulunurlar. Bununla birlikte, bazı durumlarda, endüstriyel faaliyetlerden kaynaklanan büyük miktarda siyanür

dökülmesi, içme suyunda, özellikle yüzey sularından geldiğinde çok yüksek konsantrasyonlar ortaya çıkabilir (OMS, 2017). İnceleme alanında 2019 yılındaki analizlere göre yeraltısularında siyanür tespit edilmemiştir (Çizelge 3.11).

Sülfid (SO_3^{2-}), sanayi atıklarında ve pis sularında doğal olarak sülfid bulunmasının yanında bulunduğu ortamındaki DO'ı minimum seviyeye indirmektedir (Güler ve Çobanoğlu, 1997). Sülfidler içecek ve yiyeceklerin bozulmasını önlemek yahut ilaçların içinde koruyucu olarak kullanılmaktadır. İnceleme alanında 2019 yılında yapılan analizlere göre yeraltısularında sülfid tespit edilmemiştir (Çizelge 3.11).

3.4.2.3. Organik Parametreler

İnceleme alanında 2019 yılında yeraltısularında analiz edilen organik parametreler (toplam pestisit, yüzey aktif maddeler, kjedahl azotu, fenolik madde (uçucu), toplam organik karbon, yağ ve gres ve toplam pestisit) sonuçları çizelge 3.12'de verilmiştir.

Çizelge 3. 12. 2019 yılında yeraltısuyuna ait organik parametrelerinin analiz sonuçları (mg/L)

Numara	YAM	Kjedahl Azotu	Fenolik Madde	TOC	Yağ ve Gres
MERK1	0,31	1,300	0,06000	0,00	22,60
MERK2	0,22	0,760	0,06000	0,00	23,20
MERK3	0,28	0,580	0,32000	1,62	39,20
MERK4	0,79	0,534	0,02000	0,02	16,00
MERK5	0,24	0,875	0,02000	0,25	2,00
GÖYN1	0,25	1,064	0,03000	1,93	0,00
GÖYN2	0,33	2,700	0,01000	0,48	2,40
TAŞO1	0,25	5,161	0,12000	0,41	0,00
TAŞO2	0,27	3,190	0,02000	0,33	3,20
HAMA1	2,86	0,394	2,86000	0,43	0,20
MERZ1	0,33	0,033	0,04000	0,47	7,60
SULU1	0,71	0,213	0,03000	0,19	17,66
SULU2	0,35	0,070	0,01000	0,40	1,20
GÜMÜŞ1	0,94	1,562	0,04000	0,05	22,20
GÜMÜŞ2	0,77	1,544	0,02000	0,39	6,40
Maksimum	2,86	5,161	2,86000	1,93	39,20
Minimum	0,22	0,033	0,01000	0,00	0,00
TS 266 maksimum değeri	0,20	1,000	0,00005	5,00*	0,50*

Toplam pestisit elementi yeraltı suyu örneklerinde tespit edilmemiştir.

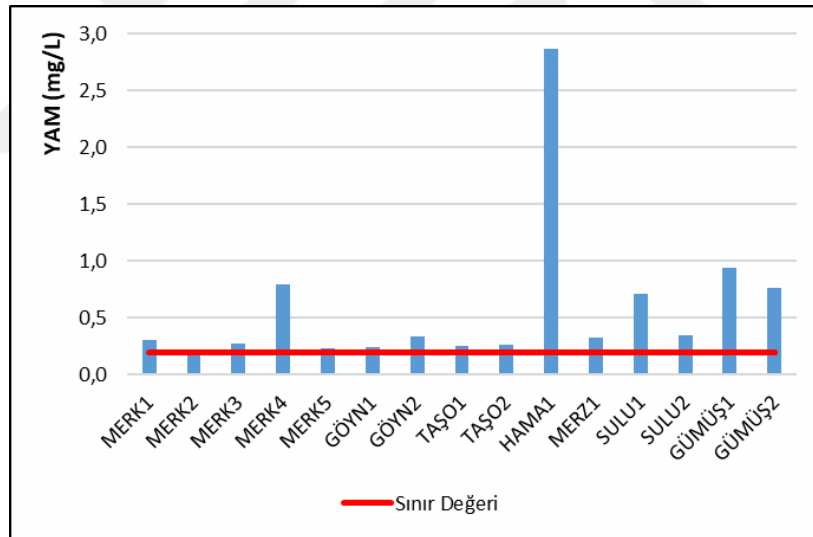
*: Su Kalite Kontrolü Yönetmeliği tarafından belirlenen 1. su kalite sınıfı.

3.4.2.3.1. Yüzey Aktif Maddeler (YAM)

YAM, suda, sulu bir çözeltide veya susuz ortamda çözündüklerinde sıvı yüzeyini küçülten, yani yüzey gerilimini azaltan maddeler olup ticari ve endüstriyel uygulamaların birçoğunda (tekstil, kumaş, besin, kozmetik, ilaç, kağıt) yaygın olarak kullanılan çok yönlü bileşiklerdir (Atıcı, 2006).

İnceleme alanında 2019 yılında yeraltısularında yapılan sürfektanlar metilen mavisi ile reaksiyon veren YAM analiz sonuçları 0,22-2,86 mg/L arasında değişmekte olup, 0,59 mg/L ortalama değerine sahiptir. En yüksek değeri Hamamözü ilçesinde HAMA1 örneğinde, en düşük değeri ise Merkez ilçesinde MERK2 örneğinde gözlenmiştir (Çizelge 3.12).

Suların YAM değeri TSE 266 tarafından içme ve kullanma suyu için maksimum miktarı 0,2 mg/L olarak belirlenmiştir. 2019 yılında yapılan analiz sonuçlarına göre yeraltısularında YAM değeri tüm örneklerde önerilen sınır değeri aşmaktadır (Şekil 3.24).

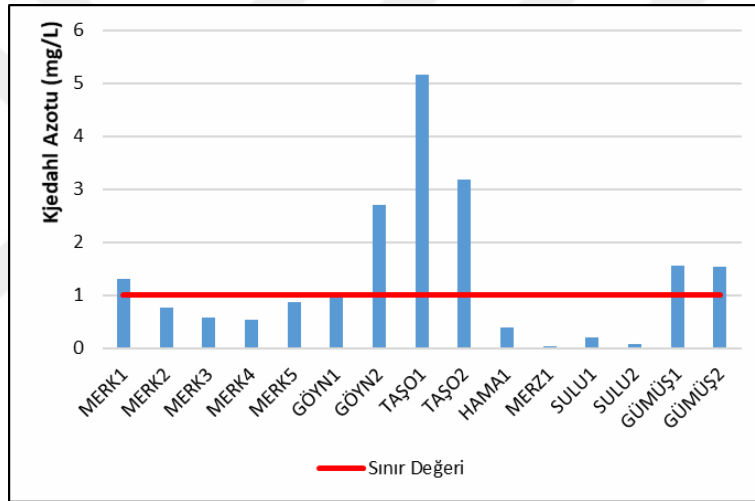


Şekil 3. 24. 2019 yılındaki yeraltısuyu örneklerinin YAM değeri sınır değerine göre değerlendirilmesi

3.4.2.3.2. Kjeldahl Azotu

Çalışma alanında 2019 yılında yeraltısularında yapılan analiz sonuçlarına göre kjeldahl azotu 0,033-5,161 mg/L arasındadır ve 1,33 mg/L ortalama değerine sahiptir. Maksimum değeri Taşova ilçesinde TAŞO1 örneğinde ve minimum değeri ise Merzifon ilçesinde MERZ1 örneğinde gözlenmiştir (Çizelge 3.12).

Suların Kjeldahl azotu değeri TSE 266 tarafından içme ve kullanma suyu için maksimum miktarı 1 mg/L olarak belirlenmiştir. 2019 yılında yeraltısularında kjeldahl azotu değerleri MERK1, GÖYN1, GÖYN2, TAŞO1, TAŞO2, GÜMÜŞ1 ve GÜMÜŞ2 örneklerinde sınır değeri aşmaktadır (Şekil 3.25).

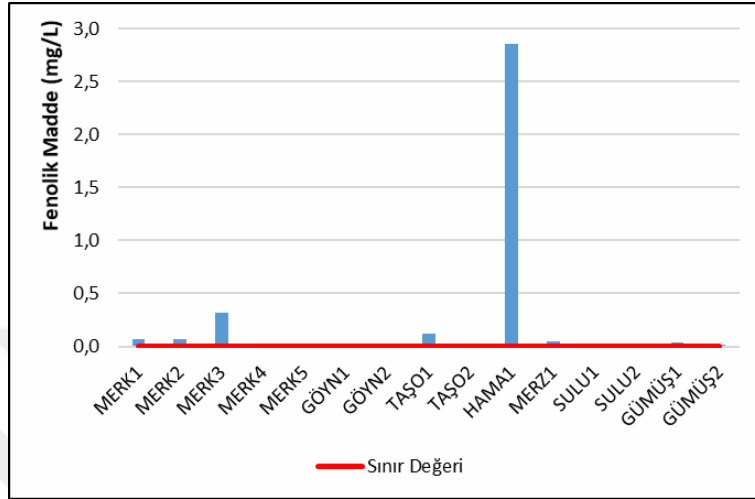


Şekil 3. 25. 2019 yılındaki yeraltısuyu örneklerinin kjeldahl azotu değerinin sınır değerine göre değerlendirilmesi

3.4.2.3.3. Fenolik Madde (Uçucu)

2019 yılında inceleme alanında yapılan analiz sonuçlarına göre yeraltısularında fenolik maddeler 0,01-2,86 mg/L arasında değişmekte olup, 0,24 mg/L ortalama değerine sahiptir. Maksimum değeri Hamamözü ilçesinde HAMA1 örneğinde ve minimum değeri ise Göynücek ilçesinde GÖYN2 ve Suluova ilçesinde SULLU2 örneklerinde görülmüştür (Çizelge 3.12).

Suların fenolik madde değeri TSE 266 tarafından içme ve kullanma suyu için kabul edilen maksimum miktarı 0,00005 mg/L olarak belirlenmiştir. 2019 yılında yeraltısularındaki fenolik madde değerlerine göre tüm örneklerin sınır değeri aştığı görülmektedir (Şekil 3.26).



Şekil 3. 26. 2019 yılındaki yeraltısuyu örneklerinin fenolik madde sınır değerine göre değerlendirilmesi

3.4.2.3.4. Toplam Organik Karbon (TOC)

TOC temiz, atık veya katı suların içinde bulunan toplam ve çözünmüş karbon miktarını belirlemek için kullanılmaktadır. Sularda bulunan organik maddeler, tabii olan organik malzemeleri (bitki, yosun, mikroorganizmalar) parçalayıp çözünmesi sonucu olarak suya eklenenler, ev ve ticari faaliyetlerden oluşan sentetik maddeler ve son olarak arıtma işlemleri sırasında suya giren maddeler ya da suda gerçekleştirilen reaksiyonlardan oluşan ürünlerden kaynaklanabilmektedir. Hümk asit gibi bazı tabii organik maddelerin suda bulunması renk, istemeyen tad ve kokular oluşmasının dışında zararlı olmamasıdır (Akgiray, 2003).

Çalışma alanında 2019 yılında yeraltısularında TOC değerleri 0-1,93 mg/L arasında olup, 0,465 mg/L ortalama değerine sahiptir. Yeraltısularına ait en yüksek TOC değerine Göynücek ilçesinde GÖYN1 kuyusunda, en düşük değerine ise Merkez ilçesinde MERK1 ve MERK2 kuyularında rastlanmıştır (Çizelge 3.12).

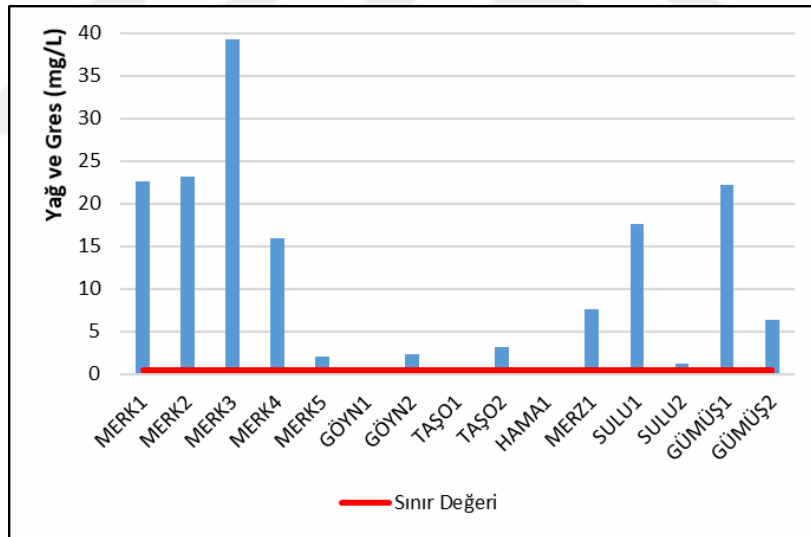
Kıtaıçi Su Kalite Kontrolü Yönetmeliği tarafından 1. su kalite sınıfı belirlenen sınır değerine (5 mg/L) tüm örnekler uyduğu görülmektedir.

3.4.2.3.5. Yağ ve Gres

Yağ ve gres lipidin ailesinde bulundukları için genellikle birlikte ele alınmaktadır. Bu tür maddeler çoğu zaman evsel veya endüstriyel atıklarından kaynaklanmaktadır.

2019 yılında inceleme alanında yeraltısularında yapılan yağ ve gres analiz sonuçları 0-39,20 mg/L arasında değişmekte olup, 10,92 mg/L ortalama değerine sahiptir. Maksimum değeri Merkez ilçesinde MERK3 örneğinde ve minimum değeri ise Göynücek ilçesinde GÖYN1 ve Taşova ilçesinde TAŞO1 örneklerinde görülmüştür (Çizelge 3.12).

SKKY (Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği) 1. sınıfına göre yağ ve gres kıta içi sularında maksimum değeri 0,5 mg/L olarak belirlenmiştir. Belirlenen bu değere göre 2019 yılında yeraltısularının GÖYN1 hariç tüm örnekleri 1. sınıfı dışında olduğu görülmektedir (Şekil 3.27).



Şekil 3. 27. 2019 yılındaki yeraltısuyu örneklerinin yağ ve gres değeri sınır değerine göre değerlendirilmesi

3.4.2.3.6. Toplam Pestisit

Su kaynaklarının kirlenmesinde çok önemli rol oynayan faktörlerden birisi de tarımda kullanılan pestisitlerdir. Tarımsal faaliyetlerde pestisit olarak kullanılan maddelerden olan ot ilaçları (herbisitler) ve solucan ilaçları (nematisitler) direk toprağa uygulandıkları için yeraltısuyu kaynaklarını kirleten en önemli pestisitler olarak kabul edilmektedir (Ali ve Jain, 1998). Pestisit kirliliğinin ortaya çıkmasında toprağa uygulanan pestisit miktarı, sıklığı ve kullanılan uygulama tekniği oldukça önemlidir. Yüksek miktarda pestisitlerin kullanıldığı alanlarda yeraltısuyu kaynaklarının kirlenme olasılığı oldukça artmaktadır. Ayrıca yağış miktarı, sulama suyu ve böylece oluşan yeraltı akımları pestisitlerin hareketlerinde önemli rol oynamaktadır (Varol, 2011). TS 266'ya göre sudaki toplam pestisit miktarının 0,5 µg/L'yi geçmemesi gerekmektedir. Amasaya İli gibi yoğun bir şekilde yapılan tarımsal faaliyetleri pestisit açısından su kaynaklarını değerlendirmek son derece önemlidir.

Çalışma alanında pestisit kirliliğinin tespit edilmesi amacıyla yeraltısularından alınan su örneklerinde toplam pestisit tespit edilmemiştir (Çizelge 3.12). Örneklemler tarımsal faaliyetlerin yoğun olmadığı bir zamanda (Kasım-Aralık) yapıldığı için bu sonuçlar sadece örnek dönemini temsil etmektedir. Pestisit analizlerinin anlamlı olması için uzun süreli örnekleme ve ölçümlerin yapılması gerekmektedir (Varol, 2011; Aksever, 2011). Bu yüzden yapılan analizlere ilerde ek analizler yapılması gerekmektedir.

3.4.2.4. Yeraltısularının Bakteriyolojik Parametreleri

Suların mikrobiyolojik özelliği özellikle sağlık açısından önemlidir. Suların bakteriyolojik standardını korumadan toplum bireylerinin sağlığını güvenceye alabilmesi mümkün değildir. Dünyanın birçok ülkesinde bakteriyolojik kirlilik nedeni hastalık salgınları önemli hastalıklara ve can kayıplarına neden olmayı sürdürmektedir. Bebek ölüm nedenleri arasında su ile bulaşan hastalıklar önemli bir yer tutmaktadır. Sulara insan ve hayvan dışkı ve idrarı karışmamalıdır. Ayrıca suların içerisinde insanda hastalık yapıcı hiçbir bakterinin bulunmaması gerekmektedir (Çobanoğlu, 1995).

Suyun kalitesinde mikrobiyolojik parametreler oynadığı önemli rol nedeniyle analiz edilmiştir. Bu bağlamda inceleme alanında 2019 yılında yeraltısularından alınan toplam 15

su örneğinde bakteriyolojik analizler kapsamında sularda koliform, fekal koliform ve toplam jerm sayımı değerleri belirlenmiştir (Çizelge 3.13).

Çizelge 3. 13. Yeraltısularında 2019 yılında bakteriyolojik parametreler

Numara	Koliform Bakteri (kob/100 mL)	Fekal Koliform Bakteri (kob/100mL)	22 °C'de Toplam Jerm Sayımı (kob/mL)
MERK1	0	0	65
MERK2	0	0	6
MERK3	0	0	57
MERK4	32	0	31
MERK5	25	14	16
GÖYN1	0	0	30
GÖYN2	0	0	43
TAŞO1	0	0	15950
TAŞO2	70	0	49
HAMA1	68	52	182
MERZ1	0	0	19
SULU1	77	29	39
SULU2	0	0	23
GÜMÜŞ1	0	0	7
GÜMÜŞ2	0	0	1
Maksimum	77	52	15950
Minimum	0	0	1
TS 266 maksimum değeri	0	0	20

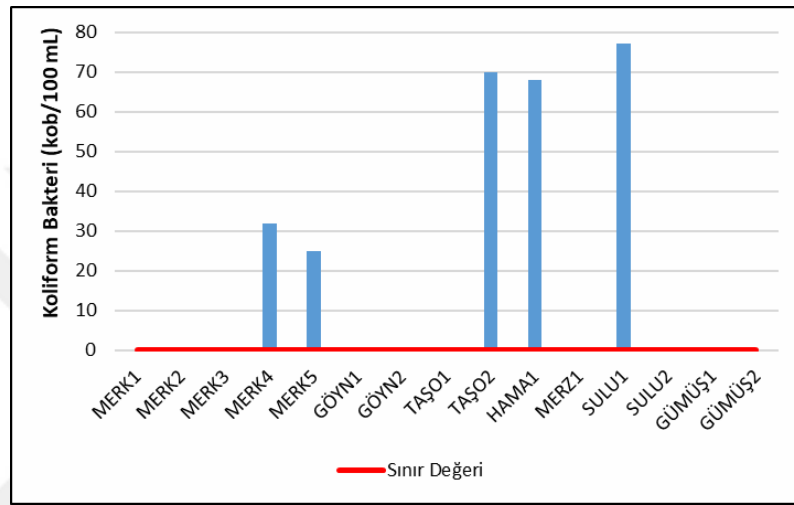
3.4.2.4.1. Toplam Koliform Bakteri (kob/100 mL)

Sıcak kanlı hayvanların bağırsaklarında ve genel olarak toprak, bitki örtüsü ve su gibi ortamlarında yaşayan bakteri türlerine toplam koliform bakteri denir (CEAQ, 2015a). Sularda koliform bakteri analizin sonucu genellikle 100 mililitre’de koloni oluşturan birim (kob/100 mL) şeklinde sunulmaktadır. Genel olarak, içme suyunda toplam koliformların varlığı, suyun kalitesinin oldukça spesifik olmayan bir risk altında demektir. Yeraltısularında koliform bakterilerin tespiti, kuyu ve toplama ekipmanlarının yerüstü sularının girişine karşı savunmasız olduğunu gösterebilir. Herhangi bir kaynak suyunun koliform bakteri analiz sonucu 10’dan fazla ise suyun mikrobiyolojik kontaminasyona karşı yüksek duyarlılığa sahip olduğu anlamına gelmektedir (Groupe Scientifique sur l’eau, 2017).

İnceleme alanında 2019 yılında yeraltısularında yapılan toplam koliform bakteri analizi sonuçları 0-77 kob/100 mL arasında olup, ortalama 18 kob/100 mL’dir. SULU1

örneğinde maksimum değeri gözlenmiş olan toplam koliform bakteri örnek noktalarının çoğunda gözlenmemiştir (Çizelge 3.13).

Suların toplam koliform bakteri değeri içme ve kullanma suyu için TSE 266, Dünya Sağlık Örgütü ve Avrupa Birliği tarafından maksimum 0 kob/100 mL olarak kabul edilmiştir. 2019 yılında yeraltısularındaki analiz sonuçlarına göre belirlenen limit değeri MERK4, MERK5, TAŞO2, HAMA1 ve SULU1 örneklerinin aştığı görülmektedir (Şekil 3.28).



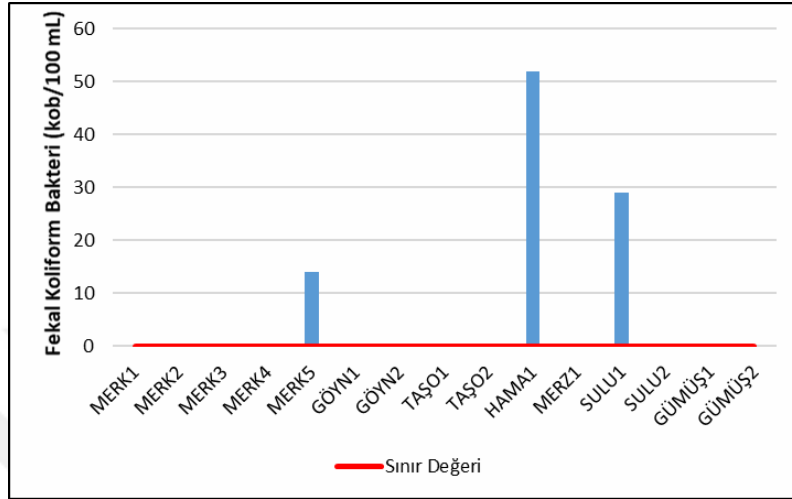
Şekil 3. 28. 2019 yılındaki yeraltısuyu örneklerinin koliform bakteri miktarı sınır değerine göre değerlendirilmesi

3.4.2.4.2. Fekal Koliform Bakteri (kob/100 mL)

Fekal koliform bakteriler veya termotolerant koliformları, laktozu 44,5 °C sıcaklıkta fermente edebilen toplam koliformların bir alt grubudur. Bu bakteri grubuyla en sık ilişkili türler Escherichia coli (E. coli) ve daha az ölçüde Citrobacter, Enterobacter ve Klebsiella cinsinin bazı türleridir (Edberg vd, 2000). Sularda fekal koliform bakteri analizin sonucu 100 mililitre’de koloni oluşturan birim (kob/100 mL) şeklinde verilmektedir. Genel olarak, içme suyunda fekal koliformların varlığı ise insan veya hayvan dışkısı ile kirlendiğini göstermektedir.

2019 yılında yeraltısularında yapılan fekal koliform bakteri analizleri değerlendirildiğinde üç su noktasında (MERK5, HAMA1 ve SULU1) tespit edildiği görülmektedir (Çizelge 3.13).

İçme ve kullanma suyu için fekal koliform bakteri TSE 266 tarafından maksimum 0 kob/100 mL olarak belirlenmiştir. 2019 yılında yeraltısularından MERK5, HAMA1 ve SULU1 örneklerinde belirlenen limit değerin aşıldığı görülmektedir (Şekil 3.29).



Şekil 3. 29. 2019 yılındaki yeraltısuyu örneklerinin fekal koliform bakteri miktarı sınır değerine göre değerlendirilmesi

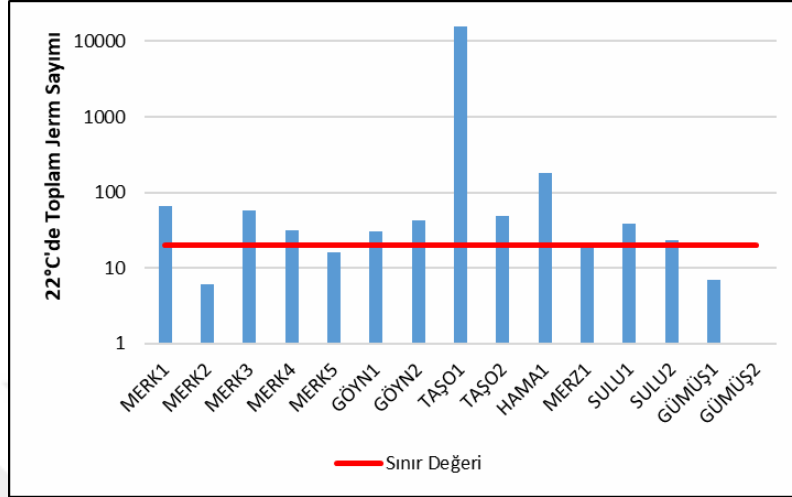
3.4.2.4.3. 22 °C'de Toplam Jerm Sayımı (kob/mL)

Bu jerm türlerine canlandırılabilir aerobik mikroplar adı verilmektedir. Kalıntı (çevresel) kökenli bakteri grubundan 72 saatlik bir inkübasyon süresi boyunca 22 °C sıcaklıkta bulunan bakteri sayısına toplam jerm sayımı denir (Berné, 1991). Sularda toplam jerm sayımı analizin sonucu 1 mililitre'de koloni oluşturan birim (kob/mL) şeklinde sunulmaktadır. Bu tür bakteriler sağlık üzerinde doğrudan etkileri yoktur, ancak belirli koşullar altında diyaliz sistemlerinde problem oluşturabilirler. Sularda jerm varlığı, sülfito azaltıcı bakteri ve koliformların olası varlığı bir sinyal anlamına gelir.

Yeraltısularında 2019 yılında yapılan toplam jerm sayımı değerleri 1-15950 kob/100 mL arasında değişmektedir. Maksimum değeri TAŞO1, minimum değeri ise GÜMÜŞ2 örneklerinde görülmüştür (Çizelge 3.13).

İçme ve kullanma suyu için toplam jerm sayımı TSE 266 tarafından maksimum 20 kob/100 mL olarak belirlenmiştir. 2019 yılında yeraltısularından toplam jerm sayımı değeri

MERK1, MERK3, MERK4, GÖYN1, GÖYN2, TAŞO1, TAŞO2, HAMA1, SULU1 ve SULU2 örneklerinde önerilen maksimum değeri aşmaktadır (Şekil 3.30).



Şekil 3. 30. 2019 yılındaki yeraltısuyu örneklerinin toplam jerm sayımı sınır değerine göre değerlendirilmesi

3.4.2.5. Yeraltısularının Sınıflandırılması

Bu bölümde yeraltısularının analiz sonuçları kullanılarak sular jeokimyasal ve tarımsal kullanımları açısından sınıflandırılmıştır. Hidrojeokimyasal değerlendirmede majör iyon konsantrasyonları kullanılarak Uluslararası Hidrojeologlar Birliği (IAH, 1979) sınıflaması kullanılmış ve belirlenen su sınıfları çizelge 3.14 ve 3.15’lerde verilmiştir. Sınıflandırmada majör katyon ve anyonlar dikkate alınarak iyonlarından mek/L cinsinden %50’yi aşan katyon ile anyon birlikte suyun tipini belirlemektedir. Eğer katyon grubundan ve/veya anyon grubundan hiçbir iyon %50’yi geçmiyorsa böyle sulara karışık su tipi denilmektedir. IAH, (1979) karışık suların adlandırılmasında katyon grubu ve anyon grubundan %20’den fazla iyonların (önce katyonlar sonra anyonlar sıralanmak suretiyle) birlikte su tipini oluşturduğu ve su tipini ikiden fazla iyonun oluşturduğunu belirtmiştir.

Ayrıca kimyasal analiz sonuçları Piper ve Schoeller diyagramları kullanılarak değerlendirilmiştir. Tarımsal amaçlı kullanımlar için ise önce SAR, RSC, MT ve %Na parametreleri yapılan çalışmalar bölümünde belirlenen formüllerle hesaplanmış (çizelge 3.14 ve 3.15) ve bu değerler dikkate alınarak sınıflamalar yapılmıştır. Ayrıca SAR, %Na ve

EC verileri kullanılarak hazırlanan ABD Tuzluluk ve Wilcox diyagramları ile beraber inceleme alanındaki yeraltısularının tarımsal sulamada kullanılabilirlikleri değerlendirilmiştir.

Yapılan değerlendirmeler ve hazırlanan diyagramlar 2019 yılı için ayrı değerlendirilmiş, 2003-2018 yılları arasındaki veriler ise ilçe bazında ele alınmıştır.

Çizelge 3. 14. İnceleme alanında yeraltısularındaki 2019 yılına ait tarımsal kalite parametreleri ve su tipleri

Numara	%Na	SAR	RSC	MT	Su Sınıf	Su Tipi
MERK1	23,10	1,00	-1,38	47,39	C3-S1	Ca-Mg-Na-HCO ₃
MERK2	20,66	0,98	-1,51	40,60	C3-S1	Ca-Mg-Na-HCO ₃
MERK3	21,47	1,36	-5,76	54,32	C3-S1	Mg-Ca-Na-HCO ₃ -SO ₄
MERK4	24,84	1,00	-0,12	31,47	C2-S1	Ca-HCO ₃
MERK5	8,15	0,35	-2,88	57,20	C3-S1	Mg-HCO ₃
GÖYN1	18,93	0,88	-1,03	54,59	C2-S1	Mg-Ca-HCO ₃
GÖYN2	37,89	2,16	1,79	50,19	C2-S1	Na-Ca-Mg-HCO ₃
TAŞO1	5,66	0,18	-0,59	17,53	C2-S1	Ca-HCO ₃
TAŞO2	20,91	1,01	-0,48	39,89	C2-S1	Ca-Mg-Na-HCO ₃
HAMA1	11,82	0,71	-7,48	25,98	C3-S1	Ca-SO ₄ -HCO ₃
MERZ1	7,75	0,21	0,55	24,42	C2-S1	Ca-HCO ₃
SULU1	20,35	0,91	-1,72	42,60	C3-S1	Ca-Mg-HCO ₃
SULU2	16,49	0,87	-1,88	36,36	C3-S1	Ca-HCO ₃
GÜMÜŞ1	2,25	0,07	-0,56	9,14	C2-S1	Ca-HCO ₃
GÜMÜŞ2	13,08	0,55	-1,51	40,96	C3-S1	Ca-HCO ₃

Çizelge 3. 15. İnceleme alanında yeraltısularındaki 2003-2018 yılları arasındaki tarımsal kalite parametreleri ve su tipleri

Numara	Tarih	%Na	SAR	EC	RSC	MT	Su Sınıf	Su Tipi
GH1	28/06/2009	31,33	1,15	773	0,54	41,83	C3S1	Ca-Mg-Na-HCO3
	23/12/2009	23,76	1,03	747	0,07	42,43	C2S1	Ca-Mg-Na-HCO3
	14/05/2010	23,99	1,15	907	-2,14	42,51	C3S1	Ca-Mg-Na-HCO3
	10/12/2010	26,20	1,25	837	0,12	44,61	C3S1	Ca-Mg-Na-HCO3
	27/04/2011	25,82	1,33	1009	-4,46	47,61	C3S1	Ca-Mg-Na-SO4-HCO3-Cl
	6/10/2011	25,00	1,22	851	-0,72	44,35	C3S1	Ca-Mg-Na-HCO3
	26/04/2012	24,66	1,20	869	-0,51	45,17	C3S1	Ca-Mg-Na-HCO3
	2/10/2012	23,87	1,15	825	-0,47	44,08	C3S1	Ca-Mg-Na-HCO3
	30/04/2013	24,03	1,12	792	-1,33	43,83	C3S1	Ca-Mg-Na-HCO3
	30/09/2013	25,88	1,24	798	-0,10	42,69	C3S1	Ca-Mg-Na-HCO3
	8/5/2014	26,59	1,20	790	-0,74	44,29	C3S1	Ca-Mg-Na-HCO3
	23/10/2014	27,09	1,28	780	-0,16	45,29	C3S1	Ca-Mg-Na-HCO3
	21/04/2015	25,78	1,29	770	0,10	45,14	C3S1	Ca-Mg-Na-HCO3
	14/10/2015	27,65	1,48	755	-0,31	42,16	C3S1	Ca-Mg-Na-HCO3
	28/04/2016	27,67	1,40	761	0,89	45,38	C3S1	Ca-Mg-Na-HCO3
	4/10/2016	26,76	1,34	767	-0,44	45,04	C3S1	Ca-Mg-Na-HCO3
	19/04/2017	23,64	1,19	738	-1,30	44,16	C2S1	Ca-Mg-Na-HCO3
	17/10/2017	13,42	0,62	770	-2,18	31,11	C3S1	Ca-HCO3
	24/04/2018	26,44	1,23	722	0,42	45,37	C2S1	Ca-Mg-Na-HCO3
	7/11/2018	26,39	1,30	798	0,30	45,14	C3S1	Ca-Mg-Na-HCO3
GH2	25/09/2003	18,63	0,67	509	-0,10	29,99	C2S1	Ca-HCO3
	30/12/2008	14,34	0,48	482	-0,28	46,51	C2S1	Ca-Mg-HCO3
	28/06/2009	34,52	0,91	474	0,82	22,36	C2S1	Ca-HCO3
	22/12/2009	20,58	0,70	490	-0,01	24,87	C2S1	Ca-HCO3
	13/05/2010	23,66	0,84	503	-0,49	29,95	C2S1	Ca-HCO3
	10/12/2010	19,92	0,69	496	-0,52	31,58	C2S1	Ca-HCO3
	27/04/2011	21,05	0,75	511	-1,77	36,78	C2S1	Ca-HCO3-Cl-SO4
	4/10/2011	17,50	0,63	504	0,38	30,09	C2S1	Ca-HCO3
	27/04/2012	17,86	0,62	505	-0,30	29,98	C2S1	Ca-HCO3
	1/10/2012	19,03	0,61	475	0,15	29,80	C2S1	Ca-HCO3
	29/04/2013	16,82	0,53	510	-1,26	30,65	C2S1	Ca-HCO3
	7/10/2013	9,70	0,40	717	-1,45	37,93	C2S1	Ca-HCO3
	5/5/2014	16,95	0,63	510	-0,63	30,86	C2S1	Ca-HCO3
	21/10/2014	17,40	0,58	505	-0,49	30,08	C2S1	Ca-HCO3

Çizelge 3.15'in devamı

Numara	Tarih	%Na	SAR	EC	RSC	MT	Su Sınıf	Su Tipi
GH2	21/04/2015	15,65	0,58	508	-0,48	30,87	C2S1	Ca-HCO3
	21/10/2015	18,32	0,64	483	-0,53	29,06	C2S1	Ca-HCO3
	5/10/2016	17,14	0,6	504	-0,17	30,8	C2S1	Ca-HCO3
	13/04/2017	16,7	0,61	500	-1,09	29,65	C2S1	Ca-HCO3
	9/10/2017	17,46	0,62	498	0,01	31,18	C2S1	Ca-HCO3
	25/04/2018	16,7	0,59	492	-0,1	31,15	C2S1	Ca-HCO3
	6/11/2018	17,25	0,61	522	-0,09	30,94	C2S1	Ca-HCO3
GH3	8/10/2004	8,99	0,36	683	-1,00	37,85	C2S1	Ca-HCO3
	19/11/2007	10,16	0,44	660	-2,00	41,67	C2S1	Ca-HCO3
	24/04/2008	12,63	0,5	649	-0,90	53,85	C2S1	Mg-Ca-HCO3
	30/12/2008	8,95	0,33	640	0,45	53,33	C2S1	Mg-Ca-HCO3
	28/06/2009	23,48	0,58	588	0,47	31,13	C2S1	Ca-HCO3
	22/12/2009	11,82	0,43	680	-0,55	39,20	C2S1	Ca-HCO3
	10/5/2010	15,07	0,63	815	-0,98	45,60	C3S1	Ca-Mg-HCO3
	10/12/2010	12,26	0,49	703	-1,08	39,67	C2S1	Ca-HCO3
	27/04/2011	44,18	2,06	578	0,42	40,85	C2S1	Na-Ca-Mg-HCO3
	3/10/2011	13,94	0,5	693	-1,21	45,06	C2S1	Ca-Mg-HCO3
	27/04/2012	10,85	0,42	685	-1,10	39,47	C2S1	Ca-HCO3
	3/10/2012	9,04	0,35	673	-1,36	38,16	C2S1	Ca-HCO3
	29/04/2013	8,87	0,36	712	-0,21	34,21	C2S1	Ca-HCO3
	7/10/2013	9,7	0,4	717	-1,45	37,93	C2S1	Ca-HCO3
	5/5/2014	9,97	0,43	760	-1,96	41,66	C3S1	Ca-HCO3
	20/10/2014	9,65	0,39	732	-1,67	39,40	C2S1	Ca-HCO3
	21/04/2015	11,85	0,58	867	-1,75	46,81	C3S1	Ca-Mg-HCO3
	13/10/2015	12,17	0,5	802	-2,63	41,04	C3S1	Ca-HCO3
	14/04/2016	12,86	0,62	896	-1,99	46,47	C3S1	Ca-Mg-HCO3
	10/10/2016	9,68	0,42	748	-1,81	39,98	C2S1	Ca-HCO3
	20/04/2017	19,06	1,03	784	-2,25	38,58	C3S1	Ca-HCO3
	14/09/2017	9,48	0,42	697	-2,43	40,20	C2S1	Ca-HCO3
	25/04/2018	9,3	0,38	702	-1,10	40,62	C2S1	Ca-HCO3
	6/11/2018	9,62	0,41	764	-1,58	40,55	C3S1	Ca-HCO3
GH4	14/05/2010	23,76	0,77	423	-0,64	28,70	C2S1	Ca-HCO3
	10/12/2010	22,78	0,74	420	-0,45	31,27	C2S1	Ca-HCO3
	27/04/2011	25,43	0,85	421	-1,26	37,86	C2S1	Na-Ca-Mg-HCO3-Cl-SO4

Çizelge 3.15'in devamı

Numara	Tarih	%Na	SAR	EC	RSC	MT	Su Sınıf	Su Tipi
GH4	4/10/2011	21,84	0,71	396	-0,29	29,12	C2S1	Ca-HCO ₃
	26/04/2012	22,02	0,71	418	-0,14	28,82	C2S1	Ca-HCO ₃
	26/09/2012	20,48	0,65	404	-0,25	29,64	C2S1	Ca-HCO ₃
	30/04/2013	22,02	0,73	420	-0,65	29,42	C2S1	Ca-HCO ₃
	30/09/2013	25,83	0,90	418	-0,04	28,37	C2S1	Ca-HCO ₃
	12/5/2014	20,97	0,62	420	-0,43	29,59	C2S1	Ca-HCO ₃
	21/10/2014	20,62	0,62	419	-0,36	29,36	C2S1	Ca-HCO ₃
	21/04/2015	23,71	0,78	425	-0,82	28,04	C2S1	Ca-HCO ₃
	19/10/2015	18,70	0,70	594	-0,54	38,50	C2S1	Ca-HCO ₃
	28/04/2016	19,91	0,67	415	0,39	30,48	C2S1	Ca-HCO ₃
	4/10/2016	19,82	0,64	433	0,16	28,02	C2S1	Ca-HCO ₃
	4/5/2017	6,78	0,20	422	-0,66	27,49	C2S1	Ca-HCO ₃
	17/10/2017	21,08	0,69	414	-0,38	30,40	C2S1	Ca-HCO ₃
	25/04/2018	23,02	0,73	404	-0,01	34,08	C2S1	Ca-HCO ₃
	7/11/2018	20,58	0,68	428	-0,14	30,14	C2S1	Ca-HCO ₃
GH5	25/04/2005	27,72	0,96	400	-0,17	35,46	C2S1	Ca-Na-Mg-HCO ₃
	25/10/2005	18,99	0,72	558	-2,72	41,02	C2S1	Ca-Mg-HCO ₃
	12/12/2006	28,88	1,01	440	0,3	39,39	C2S1	Ca-Mg-HCO ₃
	24/04/2008	11,72	0,45	601	-1,6	40,98	C2S1	Ca-HCO ₃
	14/05/2010	32,37	1,10	422	-0,22	28,72	C2S1	Ca-Na-HCO ₃
	11/9/2010	29,96	1,04	421	-2,2	31,08	C2S1	Ca-Na-Mg-HCO ₃
	27/04/2011	30,68	1,06	423	-1,13	38,22	C2S1	Ca-Na-Mg-HCO ₃
	26/04/2012	29,20	0,99	429	0,15	27,92	C2S1	Ca-HCO ₃
	30/04/2013	29,73	1,05	429	0,26	29,10	C2S1	Ca-HCO ₃
	8/5/2014	28,13	1,03	440	-0,17	29,18	C2S1	Ca-HCO ₃
	23/10/2014	28,72	0,93	435	-0,18	28,62	C2S1	Ca-HCO ₃
	21/04/2015	27,27	0,98	445	-0,07	29,26	C2S1	Ca-HCO ₃
	19/10/2015	29,90	1,06	594	0,03	26,51	C2S1	Ca-HCO ₃
	28/04/2016	28,73	1,00	421	0,61	28,18	C2S1	Ca-HCO ₃
	4/10/2016	26,56	0,89	419	0,38	27,99	C2S1	Ca-HCO ₃
	4/5/2017	37,27	1,44	446	-0,09	31,02	C2S1	Ca-Na-HCO ₃
	7/11/2018	27,98	0,98	446	0,21	29,52	C2S1	Ca-HCO ₃
MN1	8/10/2004	90,33	9,26	551	3,79	59,73	C2S2	Na-HCO ₃
	19/04/2005	95,08	13,57	432	4,09	59,73	C2S2	Na-HCO ₃
	18/10/2005	65,67	4,27	698	2,00	90,03	C2S1	Na-HCO ₃

Çizelge 3.15'in devamı

Numara	Tarih	%Na	SAR	EC	RSC	MT	Su Sınıf	Su Tipi
MN1	12/12/2006	82,01	6,96	571	2,70	58,33	C2S1	Na-HCO3
	19/11/2007	91,02	9,92	518	2,50	80,00	C2S2	Na-HCO3-SO4
	30/12/2008	87,57	7,88	544	4,16	31,25	C2S1	Na-HCO3
	28/06/2009	87,15	6,86	507	3,51	6,15	C2S1	Na-HCO3
	22/12/2009	77,67	5,24	533	3,05	84,03	C2S1	Na-HCO3
	5/5/2010	97,68	25,63	815	5,59	21,05	C3S4	Na-HCO3
	10/11/2010	93,04	11,73	533	3,47	48,72	C2S2	Na-HCO3
	27/04/2011	80,80	6,04	535	2,04	57,55	C2S1	Na-HCO3-Cl-SO4
	4/10/2011	90,67	9,58	477	3,66	10,20	C2S2	Na-HCO3
	25/04/2012	97,56	20,36	528	4,21	15,38	C2S4	Na-HCO3
	25/09/2012	96,98	17,60	514	3,23	13,33	C2S3	Na-HCO3
	3/5/2013	96,49	19,19	533	4,71	34,43	C2S3	Na-HCO3
	23/09/2013	96,94	18,38	529	4,08	17,65	C2S3	Na-HCO3
	7/5/2014	97,75	19,45	530	3,05	19,70	C2S3	Na-HCO3
	17/10/2014	86,49	7,92	527	3,32	31,86	C2S2	Na-HCO3
	21/04/2015	98,40	25,93	539	4,21	22,22	C2S4	Na-HCO3
	6/10/2015	96,81	18,07	622	4,13	10,53	C2S3	Na-HCO3
	13/04/2016	97,39	19,73	516	3,47	21,43	C2S4	Na-HCO3
	11/11/2016	96,24	17,72	564	3,06	16,67	C2S3	Na-HCO3
	17/04/2017	96,81	19,57	551	4,41	23,81	C2S4	Na-HCO3
MN2	25/04/2018	95,52	16,20	498	5,10	37,93	C2S3	Na-HCO3
	30/10/2018	94,76	13,99	565	4,14	30,00	C2S3	Na-HCO3
	28/06/2009	28,22	0,77	575	0,43	29,61	C2S1	Ca-HCO3
	22/12/2009	18,34	0,68	653	-0,19	41,13	C2S1	Ca-Mg-HCO3
	7/5/2010	19,51	0,74	693	-0,57	36,45	C2S1	Ca-HCO3
	10/12/2010	18,29	0,70	625	-0,99	39,89	C2S1	Ca-Mg-HCO3
	27/04/2011	19,08	0,73	647	-2,13	39,23	C2S1	Ca-Mg-HCO3
	5/10/2011	17,40	0,67	642	-0,92	39,55	C2S1	Ca-HCO3
	25/04/2012	15,12	0,57	606	-0,40	34,39	C2S1	Ca-HCO3
	1/10/2012	16,87	0,62	634	-0,82	40,04	C2S1	Ca-HCO3
	6/5/2013	20,49	0,86	815	-2,29	41,79	C3S1	Ca-Mg-HCO3
	8/10/2013	17,22	0,64	600	-0,52	37,24	C2S1	Ca-HCO3
	5/5/2014	19,96	0,81	770	-1,55	40,84	C3S1	Ca-Mg-HCO3
	16/10/2014	17,40	0,63	612	-1,01	39,15	C2S1	Ca-HCO3
	21/04/2015	13,49	0,54	600	-0,69	34,33	C2S1	Ca-HCO3

Çizelge 3.15'in devamı

Numara	Tarih	%Na	SAR	EC	RSC	MT	Su Sınıf	Su Tipi
MN2	20/04/2016	18,97	0,80	740	-1,02	39,35	C2S1	Ca-Mg-HCO3
	5/10/2016	18,39	0,80	707	-1,49	40,30	C2S1	Ca-Mg-HCO3
	8/5/2017	24,23	1,13	608	-1,23	33,48	C2S1	Ca-HCO3
	16/10/2017	17,48	0,72	631	-0,85	40,24	C2S1	Ca-Mg-HCO3
	25/04/2018	17,56	0,69	665	-0,27	39,69	C2S1	Ca-HCO3
	25/10/2018	16,58	0,66	719	-0,74	39,10	C2S1	Ca-HCO3
MN3	26/03/2004	83,37	6,32	508	2,65	68,75	C2S1	Na-HCO3
	25/04/2012	96,38	14,50	414	3,06	0,00	C2S3	Na-HCO3
	25/09/2012	95,05	11,84	401	3,05	15,79	C2S2	Na-HCO3
	3/5/2013	92,22	9,71	418	2,38	41,04	C2S2	Na-HCO3
	12/5/2014	92,24	8,56	400	1,86	32,06	C2S2	Na-HCO3
	16/10/2014	85,21	6,23	422	2,33	11,53	C2S1	Na-HCO3
MZ1	10/6/2010	18,64	1,00	1129	-2,32	55,65	C3S1	Mg-Ca-HCO3
	6/5/2011	17,91	1,05	1407	-6,17	65,68	C3S1	Mg-SO4-HCO3
	11/10/2011	16,84	0,99	1332	-5,50	66,83	C3S1	Mg-HCO3-SO4
	8/5/2012	17,49	1,02	1348	-5,79	63,27	C3S1	Mg-HCO3-SO4
	3/10/2012	16,49	0,86	1092	-2,76	55,76	C3S1	Mg-Ca-HCO3
	22/05/2013	16,62	0,93	1124	-2,46	55,75	C3S1	Mg-Ca-HCO3
	22/10/2013	16,98	0,93	1111	-1,77	54,81	C3S1	Mg-Ca-HCO3
	26/05/2014	7,27	0,31	560	-0,25	67,71	C2S1	Mg-HCO3
	30/10/2014	20,88	1,49	1871	-12,76	59,86	C3S1	Mg-Ca-SO4
	21/04/2015	16,54	1,30	1830	-10,80	66,99	C3S1	Mg-SO4-HCO3
	22/10/2015	17,02	1,33	1963	-13,04	65,57	C3S1	Mg-SO4
	4/5/2016	18,17	1,38	1776	-6,20	69,05	C3S1	Mg-HCO3
	12/10/2016	16,85	1,34	1744	-12,85	65,81	C3S1	Mg-SO4-HCO3
	25/05/2017	14,65	0,90	1250	-7,78	54,94	C3S1	Mg-Ca-HCO3
	2/10/2017	16,93	1,42	1800	-15,89	66,02	C3S1	Mg-SO4
	17/05/2018	17,14	1,16	1805	-7,04	66,40	C3S1	Mg-HCO3-SO4
	8/10/2018	17,14	1,48	1969	-17,56	66,12	C3S1	Mg-SO4
MZ2	12/12/2006	9,89	0,40	767	-2,45	58,17	C3S1	Mg-HCO3
	3/5/2007	9,19	0,38	731	-2,00	56,63	C2S1	Mg-HCO3
	13/12/2007	9,95	0,40	669	-1,80	52,63	C2S1	Mg-Ca-HCO3
	30/12/2008	8,23	0,31	738	-0,64	50,00	C2S1	Mg-Ca-HCO3
	29/06/2009	21,53	0,60	721	-0,27	50,80	C2S1	Mg-Ca-HCO3
	23/12/2009	10,75	0,41	746	-1,24	64,31	C2S1	Mg-HCO3

Çizelge 3.15'in devamı

Numara	Tarih	%Na	SAR	EC	RSC	MT	Su Sınıf	Su Tipi
MZ2	21/05/2010	11,07	0,44	755	-1,54	54,37	C3S1	Mg-Ca-HCO3
	10/12/2010	11,01	0,44	773	-2,21	53,41	C3S1	Mg-Ca-HCO3
	6/5/2011	13,62	0,55	757	-2,84	54,55	C3S1	Mg-Ca-HCO3
	10/10/2011	9,73	0,38	752	-1,67	54,16	C3S1	Mg-Ca-HCO3
	8/5/2012	11,27	0,46	774	-2,50	50,65	C3S1	Mg-Ca-HCO3
	3/10/2012	9,42	0,37	728	-1,93	53,40	C2S1	Mg-Ca-HCO3
	22/05/2013	10,14	0,44	771	-1,97	51,05	C3S1	Mg-Ca-HCO3
	22/10/2013	9,26	0,38	738	-1,48	52,71	C2S1	Mg-Ca-HCO3
	22/05/2014	9,73	0,38	746	-2,46	54,43	C2S1	Mg-Ca-HCO3
	31/10/2014	9,44	0,37	752	-1,81	56,15	C3S1	Mg-HCO3
	21/04/2015	9,14	0,40	762	-2,11	54,44	C3S1	Mg-Ca-HCO3
	22/10/2015	10,19	0,41	716	-1,73	53,14	C2S1	Mg-Ca-HCO3
	12/4/2016	9,47	0,41	734	-2,10	55,11	C2S1	Mg-HCO3
	12/10/2016	9,04	0,39	739	-2,34	54,74	C2S1	Mg-HCO3
	10/4/2017	8,53	0,37	723	-2,71	56,48	C2S1	Mg-HCO3
	2/10/2017	9,44	0,41	743	-2,52	55,32	C2S1	Mg-HCO3
	17/05/2018	9,38	0,40	761	-2,51	55,35	C3S1	Mg-Ca-HCO3
	8/10/2018	9,25	0,41	752	-2,74	55,21	C3S1	Mg-HCO3
MZ3	3/5/2007	9,37	0,32	561	-0,70	50,00	C2S1	Mg-Ca-HCO3
	13/12/2007	11,93	0,44	639	-0,60	45,16	C2S1	Ca-Mg-HCO3
	24/04/2008	11,55	0,60	1115	-2,60	66,94	C3S1	Mg-HCO3
	20/05/2008	11,57	0,45	566	-1,20	60,29	C2S1	Mg-HCO3
	23/11/2008	12,05	0,70	1553	-1,69	66,67	C3S1	Mg-HCO3
	30/12/2008	9,52	0,33	631	0,62	48,28	C2S1	Ca-Mg-HCO3
	29/06/2009	16,62	0,71	1333	-2,29	68,03	C3S1	Mg-HCO3
	23/12/2009	13,24	0,71	1373	-2,15	68,72	C3S1	Mg-HCO3
	21/05/2010	9,73	0,62	1888	-9,79	75,89	C3S1	Mg-SO4-HCO3
	10/12/2010	15,18	0,69	1315	-3,69	70,80	C3S1	Mg-HCO3
	6/5/2011	13,30	0,63	1094	-3,79	65,64	C3S1	Mg-HCO3
	10/10/2011	12,69	0,90	2251	-12,24	78,20	C4S1	Mg-SO4
	8/5/2012	17,81	1,33	2160	-11,06	69,96	C3S1	Mg-SO4
	3/10/2012	15,20	1,06	1990	-12,06	73,96	C3S1	Mg-SO4
	22/05/2013	13,57	1,05	1907	-9,61	77,83	C3S1	Mg-HCO3
	23/10/2013	11,88	0,56	999	-5,10	63,67	C3S1	Mg-HCO3-SO4
	26/05/2014	11,25	0,59	1160	-3,55	67,13	C3S1	Mg-HCO3

Çizelge 3.15'in devamı

Numara	Tarih	%Na	SAR	EC	RSC	MT	Su Sınıf	Su Tipi
MZ3	30/10/2014	12,17	0,61	1181	-3,06	62,23	C3S1	Mg-HCO3
	21/04/2015	11,67	0,86	1637	-5,43	75,78	C3S1	Mg-HCO3
	22/10/2015	12,57	0,72	1186	-3,71	71,75	C3S1	Mg-HCO3
	4/5/2016	10,68	0,55	1000	-2,24	64,58	C3S1	Mg-HCO3
	12/10/2016	13,25	1,00	1665	-9,44	75,56	C3S1	Mg-HCO3
	25/05/2017	22,19	1,55	1115	-3,01	65,55	C3S1	Mg-HCO3
	2/10/2017	10,77	0,58	1533	-5,11	63,13	C3S1	Mg-HCO3
	17/05/2018	11,56	0,72	1574	-3,81	74,42	C3S1	Mg-HCO3
	8/10/2018	12,53	0,91	1534	-8,54	74,07	C3S1	Mg-HCO3
MZ4	10/4/2010	23,59	1,08	823	-1,28	51,66	C3S1	Mg-Ca-Na-HCO3
	10/12/2010	25,51	0,93	537	-1,83	52,00	C2S1	Mg-Ca-Na-SO4-HCO3
	3/5/2011	24,49	1,13	828	-1,78	52,42	C3S1	Mg-Ca-Na-HCO3
	12/10/2011	22,06	1,11	1006	-2,92	27,72	C3S1	Ca-HCO3
	30/04/2012	23,32	1,10	850	-1,72	51,19	C3S1	Mg-Ca-Na-HCO3
	7/11/2012	22,95	1,09	848	-2,41	47,83	C3S1	Ca-Mg-HCO3
	17/05/2013	21,67	1,07	885	-2,46	51,50	C3S1	Mg-Ca-Na-HCO3
	10/10/2013	21,73	1,08	980	-2,72	26,80	C3S1	Ca-HCO3
	28/05/2014	21,79	1,07	920	-3,02	49,51	C3S1	Ca-Mg-Na-HCO3
	3/11/2014	21,96	1,08	949	-2,63	51,82	C3S1	Mg-Ca-HCO3
	21/04/2015	20,71	1,07	914	-2,56	51,93	C3S1	Mg-Ca-Na-HCO3
	2/11/2015	21,83	1,20	903	-3,65	51,68	C3S1	Mg-Ca-HCO3
	16/05/2016	20,63	1,14	982	-3,21	51,79	C3S1	Mg-Ca-Na-HCO3
	23/09/2016	21,08	1,12	935	-3,20	51,95	C3S1	Mg-Ca-HCO3
	22/05/2017	13,76	0,72	1038	-5,84	50,09	C3S1	Mg-Ca-HCO3-SO4
	24/10/2017	20,85	1,16	995	-4,49	52,60	C3S1	Mg-Ca-HCO3-SO4
	9/5/2018	19,79	1,06	975	-3,03	52,70	C3S1	Mg-Ca-HCO3
	1/10/2018	19,82	1,11	1048	-4,79	52,69	C3S1	Mg-Ca-HCO3
SV1	29/06/2009	54,68	3,58	1322	3,81	30,78	C3S1	Na-Ca-HCO3
	22/12/2009	74,59	7,43	1290	6,73	11,62	C3S2	Na-HCO3
	10/5/2010	33,90	2,01	1118	0,40	30,43	C3S1	Ca-Na-Mg-HCO3
	5/4/2011	63,39	6,03	1643	2,58	37,30	C3S2	Na-HCO3
	12/10/2011	2,46	0,05	297	-0,17	5,36	C2S1	Ca-HCO3
	8/5/2012	74,76	7,98	1341	7,33	30,27	C3S2	Na-HCO3
	3/10/2012	42,08	2,85	1221	0,70	30,00	C3S1	Na-Ca-HCO3
	9/5/2013	47,66	3,28	1197	3,13	29,43	C3S1	Na-Ca-HCO3

Çizelge 3.15'in devamı

Numara	Tarih	%Na	SAR	EC	RSC	MT	Su Sınıf	Su Tipi
SV1	21/10/2013	32,37	2,04	1222	0,42	27,55	C3S1	Ca-Na-HCO3
	23/05/2014	44,67	3,00	1230	1,38	29,62	C3S1	Na-Ca-HCO3
	30/10/2014	79,33	10,00	1585	8,56	38,10	C3S3	Na-HCO3
	21/04/2015	65,38	6,64	1410	7,20	31,80	C3S2	Na-HCO3
	12/10/2015	61,83	5,81	1193	4,56	29,39	C3S2	Na-HCO3
	12/4/2016	80,67	12,11	1592	9,07	34,82	C3S3	Na-HCO3
	13/10/2016	65,5	7,58	1763	6,74	29,05	C3S2	Na-HCO3
	11/5/2017	68,00	6,53	1495	6,51	31,04	C3S2	Na-HCO3
	23/10/2017	29,47	2,06	1375	-0,74	28,83	C3S1	Ca-HCO3
	23/05/2018	41,20	2,98	1301	1,40	29,84	C3S1	Ca-Na-HCO3
	1/10/2018	26,47	1,81	1443	-1,66	28,29	C3S1	Ca-HCO3
SV2	29/04/2005	15,49	0,60	618	-0,50	50,06	C2S1	Mg-Ca-HCO3
	23/11/2005	15,82	0,65	662	-0,74	57,30	C2S1	Mg-Ca-HCO3
	20/05/2008	19,06	0,79	678	-0,40	56,45	C2S1	Mg-Ca-HCO3
	30/12/2008	15,70	0,61	683	0,00	60,34	C2S1	Mg-HCO3
	29/06/2009	27,60	0,81	647	0,41	51,61	C2S1	Mg-Ca-HCO3
	22/12/2009	18,98	0,76	686	-0,25	60,00	C2S1	Mg-Ca-HCO3
	10/4/2010	18,65	0,74	659	-1,04	57,07	C2S1	Mg-Ca-HCO3
	29/10/2010	19,30	0,76	693	-0,67	57,91	C2S1	Mg-Ca-HCO3
	4/5/2011	20,48	0,84	678	-1,72	57,53	C2S1	Mg-Ca-HCO3
	14/10/2011	16,60	0,68	745	-0,93	56,44	C2S1	Mg-Ca-HCO3
	8/5/2012	17,39	0,73	754	-0,95	54,72	C3S1	Mg-Ca-HCO3
	3/10/2012	17,69	0,74	751	-1,15	61,74	C3S1	Mg-HCO3
	9/5/2013	15,75	0,68	758	-1,95	56,01	C3S1	Mg-Ca-HCO3
	21/10/2013	15,86	0,69	754	-0,64	54,91	C3S1	Mg-Ca-HCO3
	23/05/2014	16,01	0,68	760	-1,32	56,66	C3S1	Mg-Ca-HCO3
	27/10/2014	17,65	0,74	758	-0,99	50,44	C3S1	Mg-Ca-HCO3
	21/04/2015	15,85	0,74	773	-0,88	56,83	C3S1	Mg-Ca-HCO3
	12/10/2015	16,70	0,81	751	-1,75	55,86	C3S1	Mg-Ca-HCO3
	12/4/2016	16,87	0,79	760	-1,20	57,14	C3S1	Mg-Ca-HCO3
	11/10/2016	16,10	0,73	758	-1,33	57,05	C3S1	Mg-Ca-HCO3
	10/4/2017	16,59	0,80	717	-2,70	56,04	C2S1	Mg-Ca-HCO3
	23/10/2017	16,45	0,77	756	-1,94	57,40	C3S1	Mg-Ca-HCO3
	23/05/2018	16,93	0,77	765	-1,42	57,07	C3S1	Mg-Ca-HCO3
	1/10/2018	16,07	0,74	766	-2,04	57,07	C3S1	Mg-Ca-HCO3

Çizelge 3.15'in devamı

Numara	Tarih	%Na	SAR	EC	RSC	MT	Su Sınıf	Su Tipi
GNK	9/5/2005	20,96	1,02	883	-2,26	46,92	C3S1	Ca-Mg-Na-HCO ₃
	20/05/2008	21,42	1,00	896	0,30	47,95	C3S1	Ca-Mg-Na-HCO ₃
	10/4/2010	20,20	0,92	828	0,05	45,92	C3S1	Ca-Mg-HCO ₃
	28/10/2010	19,08	0,89	965	-0,81	44,07	C3S1	Ca-Mg-HCO ₃
	3/5/2011	21,59	0,96	841	-0,72	47,17	C3S1	Ca-Mg-Na-HCO ₃
	18/10/2011	19,86	0,95	1006	-0,04	45,62	C3S1	Ca-Mg-HCO ₃
	3/5/2012	20,72	0,94	803	-0,01	43,93	C3S1	Ca-Mg-Na-HCO ₃
	11/10/2012	20,14	0,90	788	-0,33	43,48	C3S1	Ca-Mg-HCO ₃
	7/5/2013	19,41	0,89	791	-1,05	54,14	C3S1	Mg-Ca-HCO ₃
	9/10/2013	19,30	0,88	796	0,11	44,32	C3S1	Ca-Mg-HCO ₃
	5/6/2014	19,99	0,89	760	-0,63	46,10	C3S1	Ca-Mg-HCO ₃
	21/04/2015	20,86	0,95	801	-0,34	47,42	C3S1	Ca-Mg-Na-HCO ₃
	26/10/2015	19,89	0,91	763	0,17	45,57	C3S1	Ca-Mg-HCO ₃
	9/5/2017	24,21	1,24	752	-1,00	44,70	C3S1	Ca-Mg-Na-HCO ₃
	26/10/2017	11,02	0,52	803	-1,45	24,45	C3S1	Ca-HCO ₃
	7/5/2018	11,77	0,45	652	-0,33	29,00	C2S1	Ca-HCO ₃
	2/10/2018	10,00	0,46	781	-1,65	25,22	C3S1	Ca-HCO ₃

2019 yılı verilerine göre MERK4, TAŞO1, MERZ1, SULU2, GÜMÜŞ1 ve GÜMÜŞ2 suları Ca-HCO₃ tipte, SULU1 suyu Ca-Mg-HCO₃ tipte, HAMA1 suyu Ca-SO₄-HCO₃ tipte, MERK1, MERK2 ve TAŞO2 suları Ca-Mg-Na-HCO₃ tipte, MERK5 suyu Mg-HCO₃ tipte, GÖYN1 suyu Mg-Ca-HCO₃ tipte, MERK3 suyu Mg-Ca-Na-HCO₃-SO₄ tipte ve GÖYN2 suyu ise Na-Ca-Mg-HCO₃ tiptedir (Çizelge 3.14).

İnceleme alanında 2003 ile 2018 yılları arasında yağışlı ve kurak dönem analiz sonuçları her ilçe (Gümüşhacıköy, Merzifon, Merkez, Suluova ve Göynücek) için ayrı değerlendirilmiştir.

Gümüşhacıköy İlçesi'nin yeraltısularının 2003-2018 yıllarına ait analiz sonuçlarına göre GH1 kuyu suyu genel olarak katyonları açısından Ca-Mg-Na'lu, anyonları açısından ise HCO₃'lu su sınıfındadır. GH2, GH3, GH4 ve GH5 su kuyuları ise hemen hemen benzerlik gösterip ve genel olarak Ca-HCO₃'lu su sınıfında yer almaktadırlar (Çizelge 3.15).

Merzifon İlçesi'nin yeraltısularının 2004-2018 yıllarına ait analiz sonuçlarına göre MN2 kuyu suyu genel olarak katyonları bakımından Ca-Mg'lu, anyonları bakımından ise HCO₃'lu su sınıfında bulunmaktadır. MN1 ve MN3 su kuyuları ise Na-HCO₃'lu su sınıfında yer almaktadır (Çizelge 3.15).

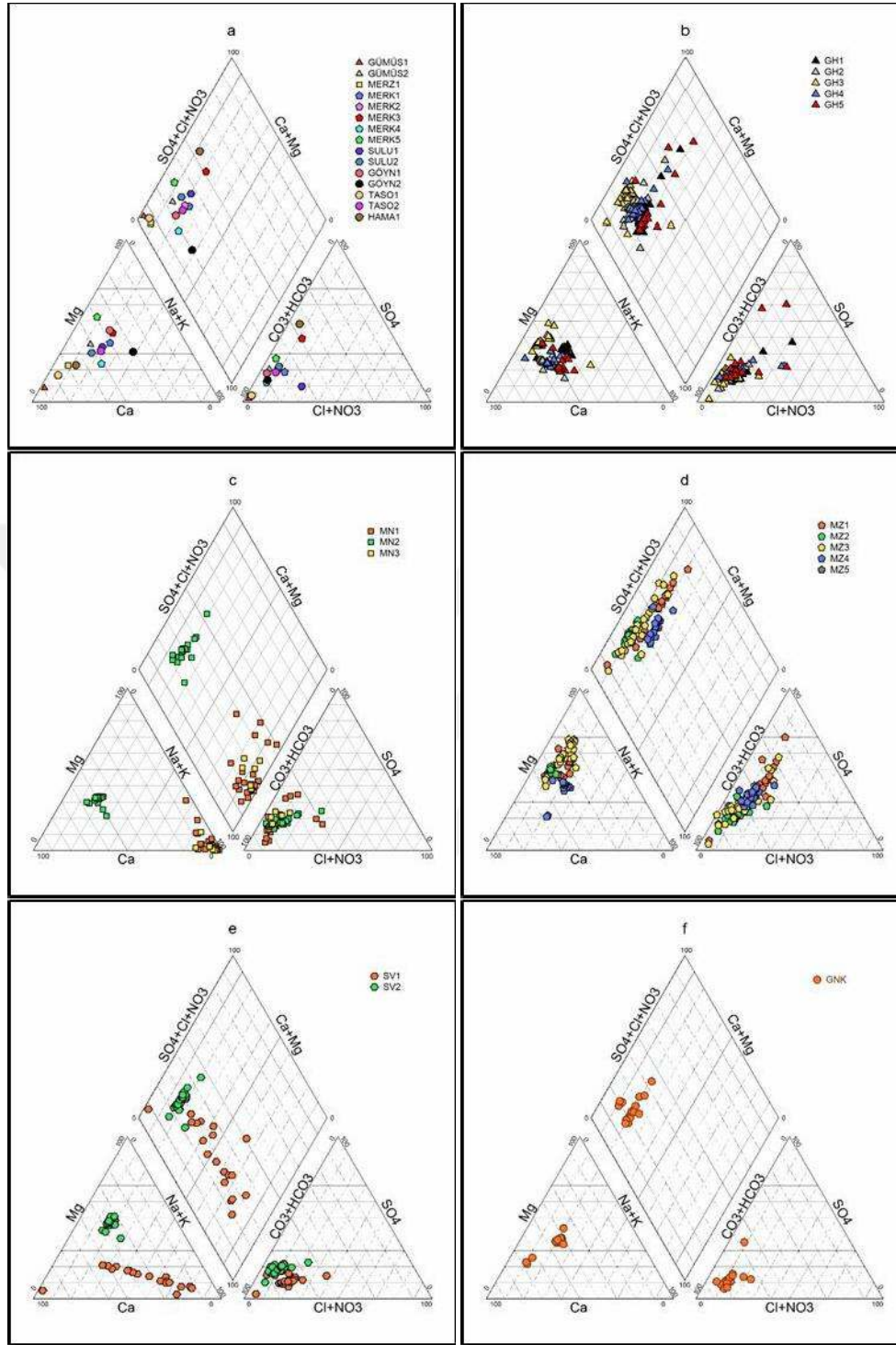
Merkez İlçesi'nin yeraltısularının 2006-2018 yıllarına ait analiz sonuçlarına göre MZ3 kuyu suyu genel olarak Mg-HCO₃'lü su sınıfında yer alır. MZ1, MZ2 ve MZ4 su kuyuları ise kimyasal açıdan benzerlik gösterirler. Bu sular katyonları bakımından karışık, anyonlar bakımından ise genel olarak HCO₃'lu sular sınıfındadır (Çizelge 3.15).

Suluova İlçesi'nin yeraltısularının 2005-2018 yıllarına ait analiz sonuçlarına göre SV1 kuyu suyu genel olarak katyonları açısından Na-Ca-Mg'lu, anyonları açısından ise HCO₃'lu su sınıfında yer alır. SV2 kuyu suyu ise katyonları bakımından Mg-Ca'lu ve anyonları bakımından ise HCO₃'lu su sınıfındadır (Çizelge 3.15).

Göynücek İlçesi'nin yeraltısularının 2006-2018 yıllarına ait analiz sonuçlarına göre GNK kuyu suyu genel olarak katyonları bakımından Ca-Mg-Na'lu anyonları bakımından ise HCO₃'lu su sınıfındadır (Çizelge 3.15).

3.4.2.5.1. Piper Diyagramına Göre Yeraltısularının Sınıflandırılması

Piper Diyagramı, suların katyon-anyon çiftini dikkate alarak su fasiyeslerinin belirlenmesinde kullanılmaktadır. Bu diyagram, bir tarafta katyonları diğer tarafta ise anyonları içeren iki üçgen ve bir eşkenar dörtgenden oluşur. Diyagramda katyonlar grubu, alkali elementler (Na⁺ + K⁺) ve toprak alkali elementler (Ca²⁺ + Mg²⁺) alt gruplarından; anyonlar grubu ise, güçlü asit kökleri (SO₄²⁻ + Cl⁻ + NO₃⁻) ve zayıf asit kökleri (HCO₃⁻ + CO₃²⁻) alt gruplarından oluşmaktadır.



Şekil 3. 31. İnceleme alanındaki yeraltısularının Piper diyagramında değerlendirilmesi (a): 2019 yılı analiz sonuçları, (b): Gümüşhacıköy 2003-2018 yılları arası, (c): Merzifon 2004-2018 yılları arası, (d): Merkez 2006-2018 yılları arası, (e): Suluova 2005-2018 yılları arası, (f): Göynücek 2005-2018 yılları arası

2019 yılı analiz sonuçlarının Piper Diyagramında (Şekil 3.31 a) değerlendirilmesinde toprak alkalilerin alkalilerden fazla ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} > \text{Na}^+ + \text{K}^+$), MERK3 ve HAMA1 örnek kuyuları hariç zayıf asit köklerinin güçlü asit köklerinden fazla ($\text{HCO}_3^- + \text{CO}_3^{2-} > \text{SO}_4^{2-} + \text{Cl}^-$) olduğu görülmüştür.

Gümüşhacıköy İlçesi'nde 2003-2018 yılları arasında örneklenen yeraltısularının genel olarak mevsimlere göre değişiklik gözetmeksizin katyonları bakımından karışık, anyonları bakımından HCO_3^- lı olduğu; zayıf asit köklerinin güçlü asit köklerinden baskın olduğu görülmektedir (Şekil 3.31 b).

Merzifon İlçesi'nde 2004-2018 yılları arasında örneklenen yeraltısularının MN1 ve MN3 su kuyuları katyonlardan alkali ve anyonlardan zayıf asit kökleri egemen olup MN2 kuyu suyu ise toprak alkali ve zayıf asit kökleri baskın olduğu görülmektedir (Şekil 3.31 c). Ayrıca yağışlı ve kurak dönemlerinde pek fark olmadığı gözlenmiştir. Çizelgede MN2 ile MN1-MN3 arasında oluşan farkın bu nokta diğerleri ile aynı beslenme alanı ve/veya akiferden olmadığını göstermektedir.

Merkez İlçesi'nde 2006-2018 yılları arasında örneklenen yeraltısularının kuyu suları genel olarak katyonları açısından toprak alkali ve anyonları açısından ise zayıf asit kökleri baskın olduğu görülmektedir (Şekil 3.31 d).

Suluova İlçesi'nde 2005-2018 yılları arasında örneklenen yeraltısularının SV1 kuyu suyu genel olarak katyonları bakımından alkali, anyonları bakımından ise zayıf asit kökleri egemendirler. SV2 kuyu suyu toprak alkali ve zayıf asit kökleri baskın olduğu görülmektedir. Buna bağlı olarak bu iki kuyu suyu farklı akiferden beslendiğinin bir göstergesidir (Şekil 3.31 e).

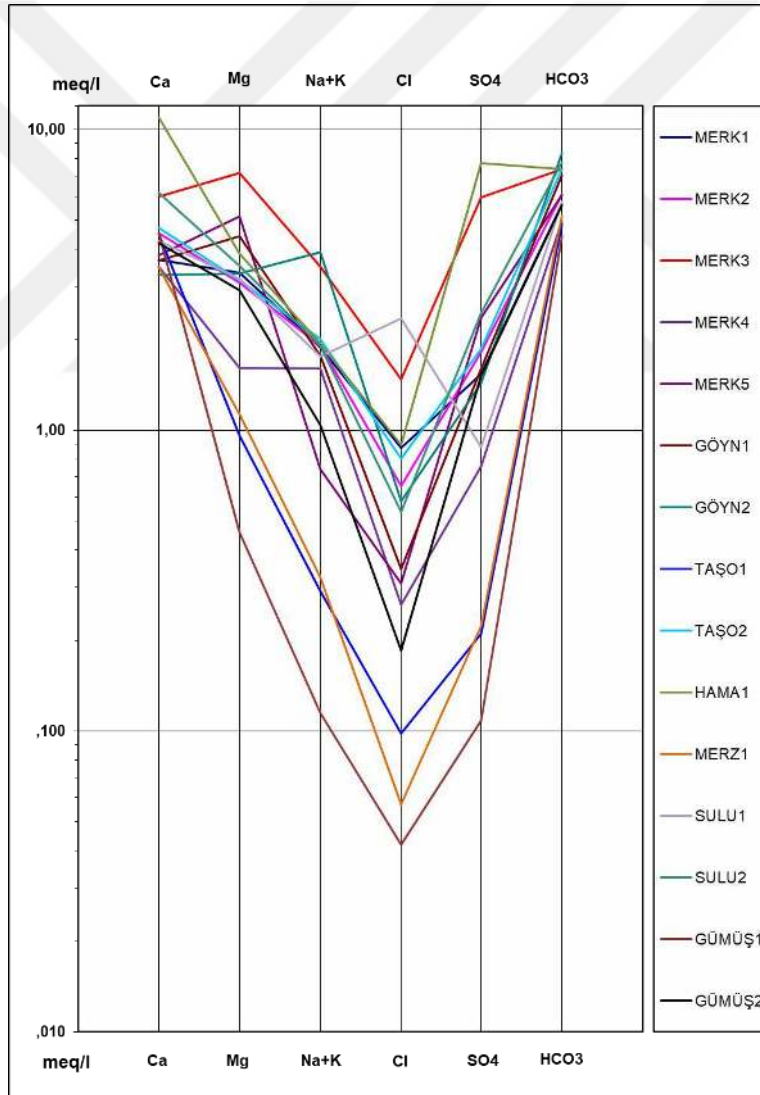
Göynücek İlçesi'nde 2005-2018 yılları arasında örneklenen yeraltısuyunun GNK kuyu suyunda katyon ve anyonları bakımından sırasıyla toprak alkali ve zayıf asit kökleri baskın olduğu görülmektedir (Şekil 3.31 f).

3.4.2.5.2. Schoeller Diyagramına göre Yeraltısularının Değerlendirilmesi

Schoeller veya yarı logaritmik ölçekli diyagramı olarak adlandırılmaktadır. Logaritmik ölçekte majör iyon (Ca^{2+} , Mg^{2+} , ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$), Cl^- , SO_4^{2-} ve HCO_3^-) konsantrasyonlarının birbirlerine göre göreceli durumlarını gösteren bu diyagram birden fazla analizin aynı diyagramda sunulmasını sağlamaktadır. Schoeller diyagramında benzer

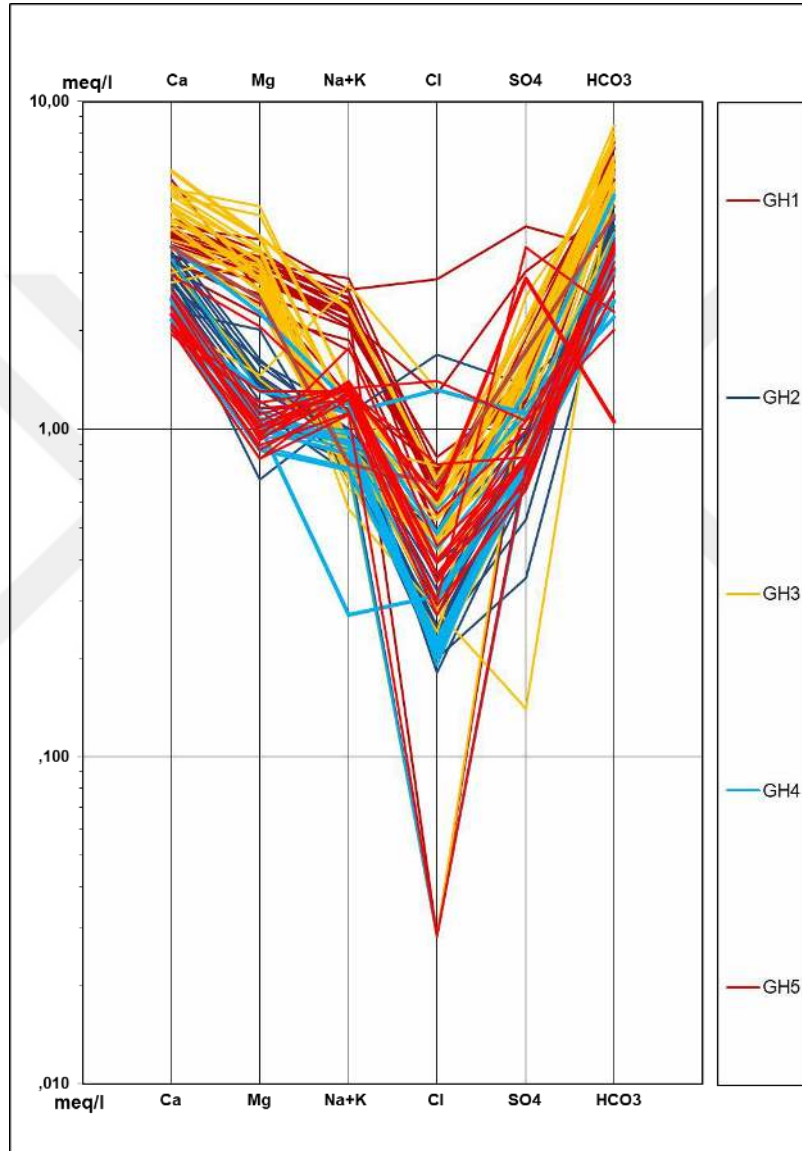
pik gösteren veya iyon konsantrasyonlarını birleştiren doğruları birbirine paralel olan su örneklerinin aynı kökenli veya ortak beslenme alanına sahip oldukları kabul edilmektedir. Bu nedenle aynı veya farklı kökenli suların karşılaştırmak veya aynı suların zamana bağlı olarak içerdikleri iyonların değişip değişmediklerini araştırmak için Schoeller diyagramı oldukça tercih edilmektedir.

2019 yılı analiz sonuçlarına göre yeraltısularında iyonları birleştiren doğruların birbirine paralellik gösterdiği aynı zamanda çoğunlukla katyonlarda ve anyonlarda sırasıyla Ca^{2+} ve HCO_3^- iyonlarının en yüksek değere sahip olduğu görülmektedir (Şekil 3.32).



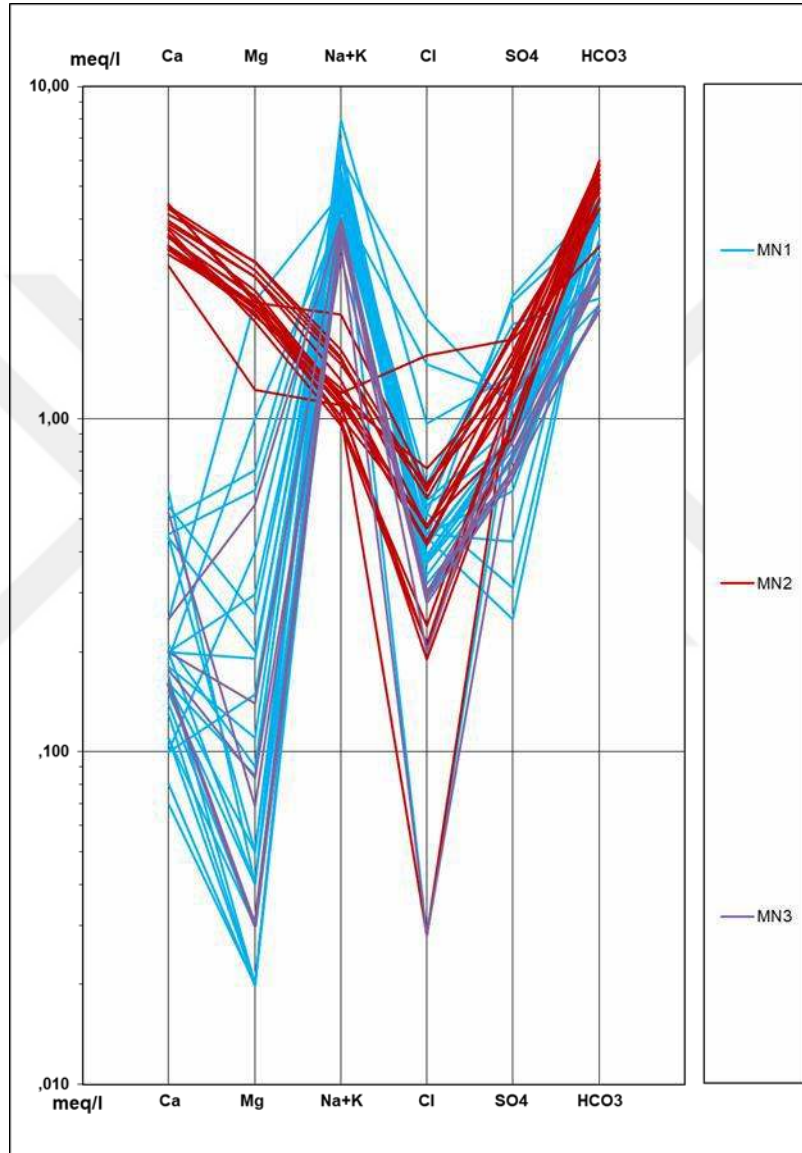
Şekil 3. 32. İnceleme alanındaki 2019 yılı yeraltısuyuna ait Scholler Diyagramı

Gümüşhacıköy İlçesi'nde 2003-2018 yılları arası yeraltısuları analiz sonuçlarının diyagramdaki konumları incelendiğinde (Şekil 3.33) majör iyon konsantrasyonlarını birleştiren doğruların birbirine paralel olduğu; pik değerlerin kalsiyum ve bikarbonat iyonlarında olduğu görülmektedir.



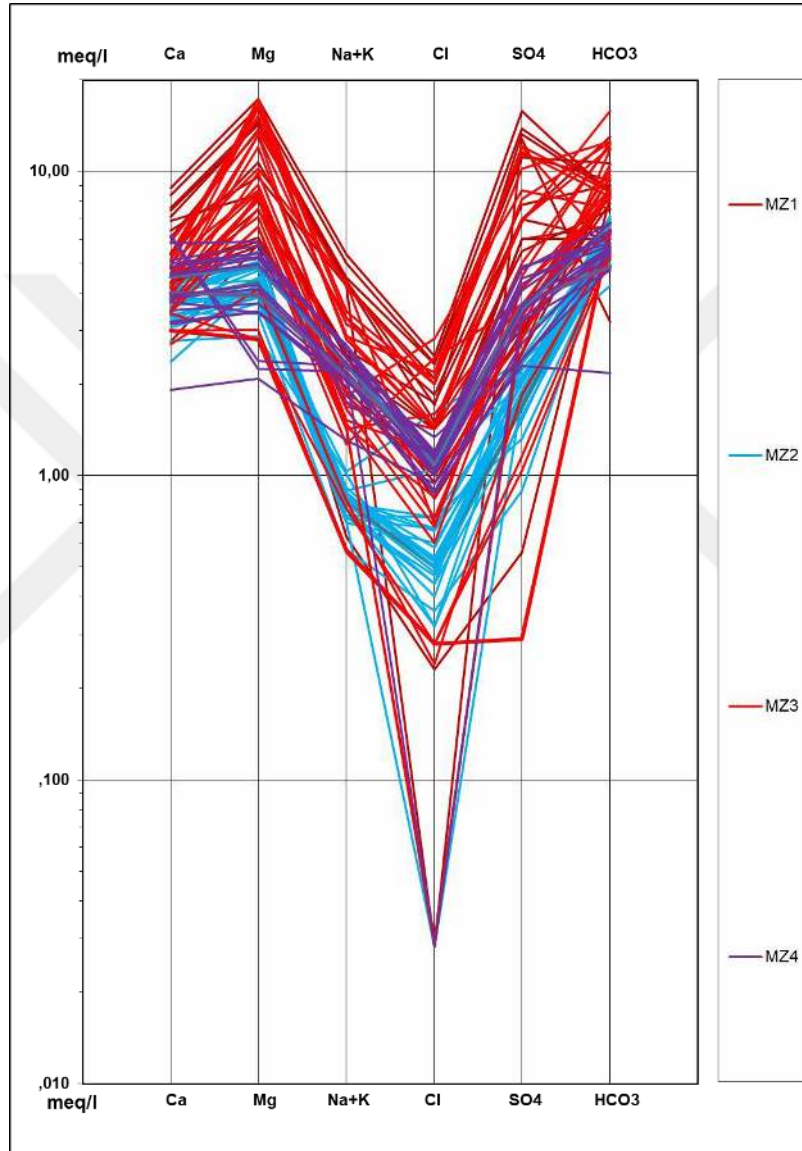
Şekil 3. 33. 2003-2018 yılları arasındaki Gümüşhacıköy yeraltısuyuna ait Schoeller Diyagramı

Merzifon İlçesi'nde 2004-2018 yılları arası yeraltısuları analiz sonuçlarının diyagramdaki konumları incelendiğinde MN2'nin MN1 ve MN3'ten farklı olduğu görülmektedir (Şekil 3.34). Bu su kuyusunun diğer su kuyularından farklı beslenme alanında yer alıyor olması kimyasal analiz sonuçlarına da yansımıştır.



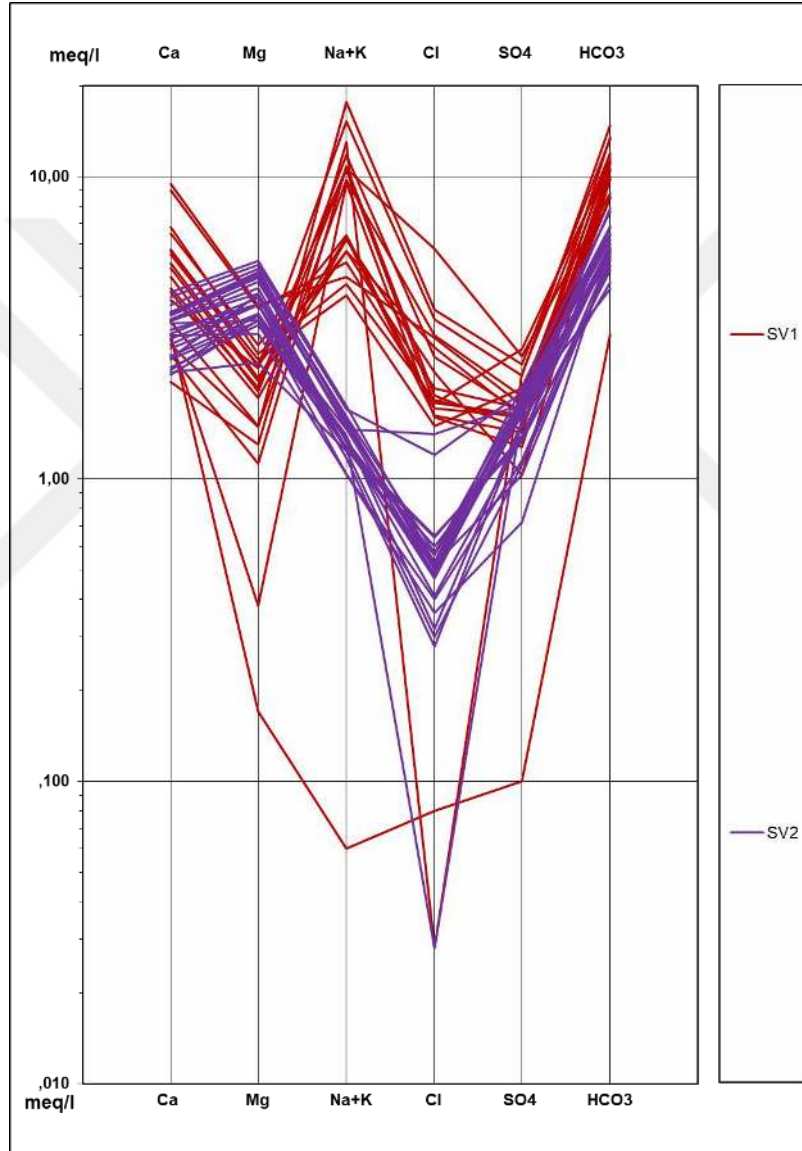
Şekil 3. 34. 2004-2018 yılları arasındaki Merzifon yeraltısuyuna ait Schoeller Diyagramı

Merkez İlçesi'nde 2006-2018 yılları arası yeraltısuları analiz sonuçlarının diyagramdaki konumları incelendiğinde (Şekil 3.35) majör iyon konsantrasyonlarını birleştiren doğruların birbirine paralel olduğu; pik değerlerin katyonlarda magnezyum, anyonlarda ise sülfat ve bikarbonat iyonlarının olduğu görülmektedir.



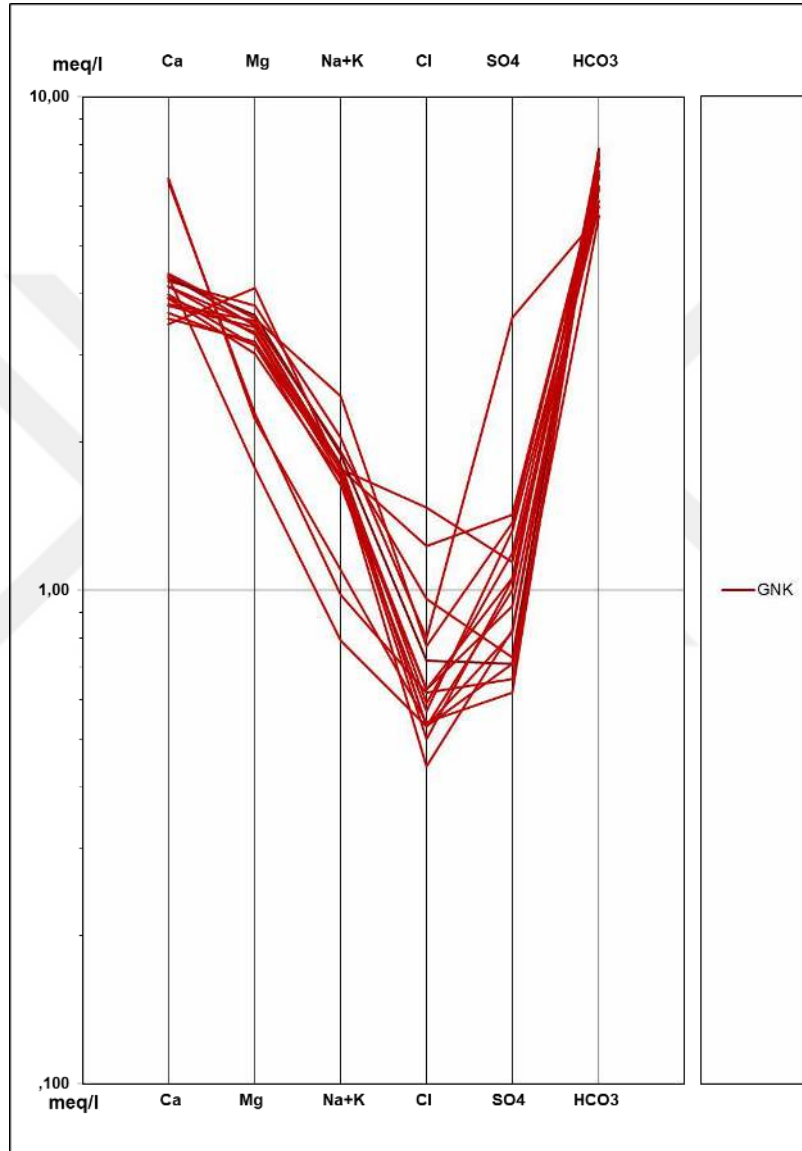
Şekil 3. 35. 2006-2018 yılları arasındaki Merkez yeraltısuyuna ait Schoeller Diyagramı

Suluova İlçesi'nde 2005-2018 yılları arası yeraltısuları analiz sonuçlarının diyagramdaki konumları incelendiğinde (Şekil 3.36) SV1 ve SV2 birbirinden farklı olduğu görülmektedir. SV1 kuyu suyu için pik değerlerin sodyum ve bikarbonat iyonlarında iken SV2 için ise magnezyum ve bikarbonat iyonlarında olduğu görülmektedir. Bu iki su kuyuları farklı beslenme alanında yer alıyor olması analiz sonuçlarına da yansımıştır.



Şekil 3. 36. 2005-2018 yılları arasındaki Suluova yeraltısuyuna ait Schoeller Diyagramı

Göynücek İlçesi'nde 2005-2018 yılları arası yeraltısuları analiz sonuçlarının diyagramdaki konumları incelendiğinde (Şekil 3.37) majör iyon konsantrasyonlarını birleştiren doğruların birbirine paralel olduğu, pik değerlerin kalsiyum ve bikarbonat iyonlarında olduğu görülmektedir.



Şekil 3. 37. 2005-2018 yılları arasındaki Göynücek yeraltısuyuna ait Schoeller Diyagramı

3.4.2.5.3. Yeraltısularının Sulama Suyu Bakımından Sınıflandırılması

Amasya İli'nde çok yoğun bir şekilde yapılan tarımsal faaliyetler nedeniyle yeraltısuları sulama suyu olarak önemli bir rol oynamaktadır. Sulama suyu olarak kullanılacak suyun özelliklerinin bilinmesi ve tarıma uygun olmasının üretime katkısı son derece önemlidir. Suların sulama suyu olarak kullanılabilmesinde sodyum, elektriksel iletkenlik ve magnezyum tehlikesi gibi parametreler önemlidir. Özellikle sodyum iyonu toprağın geçirimsizlik özelliğini azaltmakta ve bitkiler için zararlı bir ortam oluşturmaktadır. Bunun için sulama suyu olarak kullanılacak sulara sodyum istenmemektedir. 2019 yılında ve 2003-2018 yılları arasında 15'er kuyuda yapılan analiz sonuçları ile suların sulama suyu olarak uygun olup olmadığı SAR, %Na, RSC ve MT değerleri kullanılarak araştırılmıştır.

3.4.2.5.3.1. Sodyum Adsorpsiyon Oranı (SAR)

Topraklarda birikmiş sodyum toprağın geçirimsizliği azaltır ve aynı zamanda bulunan bitki köklerinin hava almasına engel olmaktadır. Bu nedenle Na^+ tarım arazilerde istenmeyen elementlerden biridir. Bir suyun sulama suyu olarak kullanılabilirliği SAR değeri hesaplanarak belirlenmektedir. Su örneklerinin SAR değeri 6 nolu eşitlikle hesaplanmıştır. SAR değerinin küçük değerleri suyun sulama suyu olarak uygunluğunu gösterir. Yeraltısularının sulama suyu olabilirliği açısından değerlendirmek için ABD Tuzluluk Laboratuvarı Diyagramı kullanılmıştır (Şekil 3.39).

İnceleme alanındaki yeraltısularının 2019 yılı analiz sonuçlarına göre EC ve hesaplanan SAR değerleri (çizelge 3.14) kullanılmış ve ABD tuzluluk diyagramı hazırlanmıştır (Şekil 3.38 a). Yeraltısularından MERK4, GÖYN1, GÖYN2, TAŞO1, TAŞO2, MERZ1 ve GÜMÜŞ1 kuyu suları orta tuzlu-düşük sodyumlu sınıfta (C2-S1); MERK1, MERK2, MERK3, MERK5, HAMA1, SULU1, SULU2 ve GÜMÜŞ2 kuyu suları ise yüksek tuzlu-düşük sodyumlu sınıfta (C3-S1) yer almaktadır. C2-S1 sınıfında bulunan kuyu suları tuzluluk orta derecede ve sodyum oranı düşük olduğuna göre tarımda olumsuz oluşturmayacağı için her türlü bitki için kullanılabilir. C3-S1 sınıfında bulunan sular ise yüksek EC değerine sahip olduklarına göre ancak tuza dayanıklılık yüksek bitkiler için kullanılabilir.

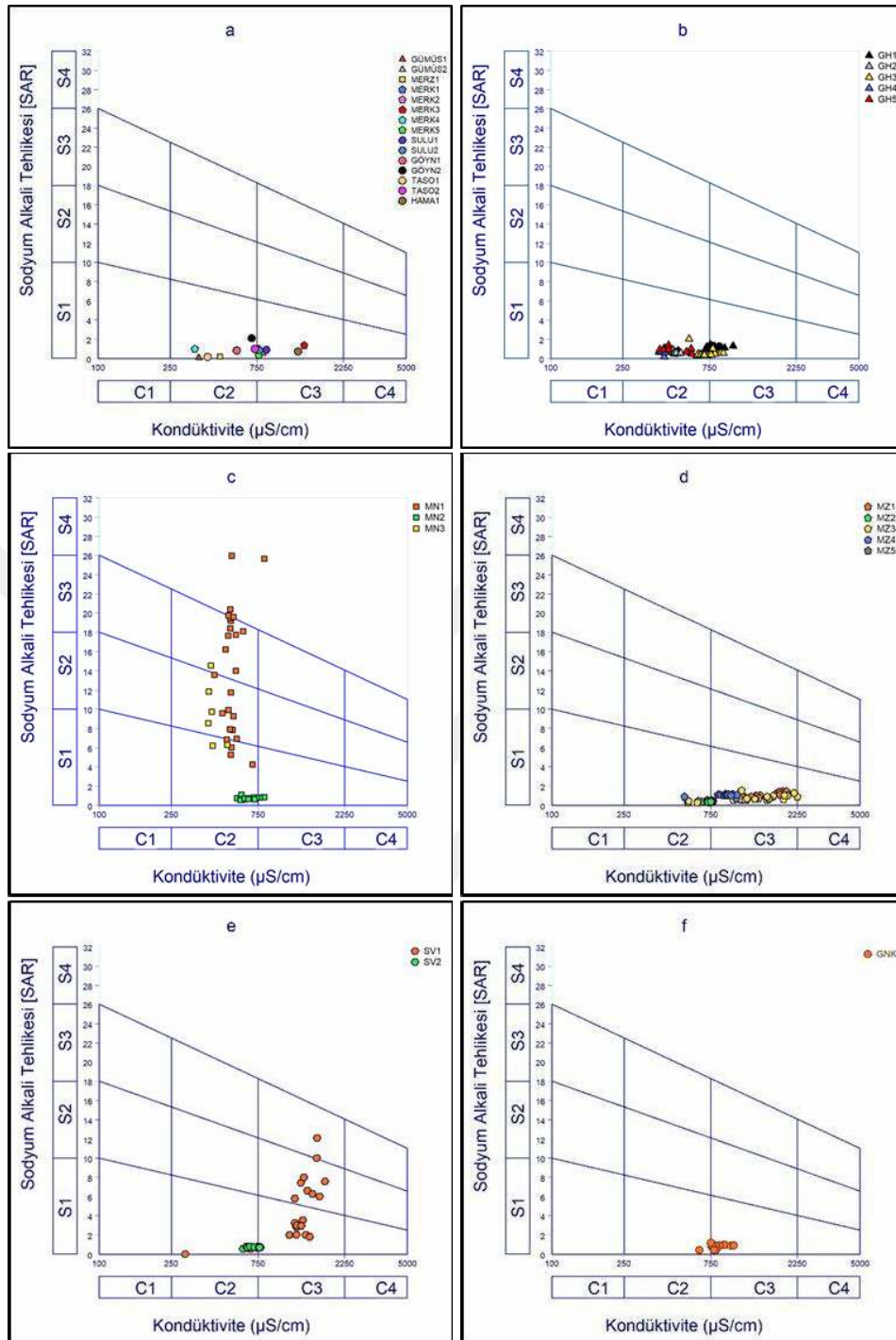
Gümüşhacıköy İlçesi'ndeki yeraltısularında 2003-2018 yılları arası için ölçülen EC ve hesaplanan SAR değerleri ile hazırlanan ABD tuzluluk diyagramına göre (Şekil 3.38 b) suların C2-S1 ve C3-S1 sınıflarında olduğu görülmektedir. Yeraltısuları sodyum bakımından tüm bitkiler için uygundur fakat tuzluluk açısından ise sadece tuza orta ve yüksek dayanıklılık gösteren bitkilerde kullanılabilir.

Merzifon İlçesi'ndeki yeraltısularında 2004-2018 yılları arası için ölçülen EC ve hesaplanan SAR değerleri ile hazırlanan ABD tuzluluk diyagramına göre (Şekil 3.38 c) MN2 kuyu suyu genel olarak orta tuzlu ve düşük sodyumlu (C2-S1) sınıfında olduğu; MN1 ve MN3 ise orta tuzlu ve düşük sodyumlu (C2-S1), orta tuzlu ve orta sodyumlu (C2-S2), orta tuzlu ve yüksek sodyumlu (C2-S3) ve orta tuzlu ve çok yüksek (C2-S1) sınıflarında olduğu görülmektedir. MN2 kuyu suyu sodyum bakımından tüm bitkiler için uygundur fakat tuzluluk açısından ise sadece tuza orta dayanıklılık gösteren bitkilerde kullanılabilir. MN1 ve MN3 kuyu suları ise gösterdikleri özelliklerine bağlı olarak tarımsal faaliyetlerinde tavsiye edilmemelidir.

Merkez İlçesi'ndeki yeraltısularında 2006-2018 yılları arası için ölçülen EC ve hesaplanan SAR değerleri ile hazırlanan ABD tuzluluk diyagramına göre (Şekil 3.38 d) suların orta tuzlu ve düşük sodyumlu (C2-S1) ve yüksek tuzlu ve düşük sodyumlu (C3-S1) sınıflarında olduğu görülmektedir. Yeraltısuları sodyum bakımından tüm bitkiler için uygundur fakat tuzluluk açısından ise sadece tuza orta ve yüksek dayanıklılık gösteren bitkilerde kullanılabilir.

Suluova İlçesi'ndeki yeraltısularında 2005-2018 yılları arası EC ve hesaplanan SAR değerleri ile hazırlanan ABD tuzluluk diyagramına göre (Şekil 3.38 e) SV1 kuyu suyu genel olarak yüksek tuzlu ve düşük sodyumlu (C3-S1), yüksek tuzlu ve orta sodyumlu (C3-S2) ve yüksek tuzlu ve yüksek sodyumlu (C3-S3) sınıflarında olduğu; SV2 kuyu suyu ise orta tuzlu ve düşük sodyumlu (C2-S1) sınıfında olduğu görülmektedir. Buna bağlı olarak SV1 kuyu suyu sulama için uygun değildir; SV2 kuyu suyu ise tüm bitkiler sodyum bakımından uygun fakat tuzluluk açısından sadece tuza orta dayanıklılık gösteren bitkilerde kullanılabilir.

Göynücek İlçesi'ndeki yeraltısularında 2005-2018 yılları arası EC ve hesaplanan SAR değerleri ile hazırlanan (Şekil 3.38 f) ABD tuzluluk diyagramına göre orta tuzlu ve düşük sodyumlu (C2-S1) ve yüksek tuzlu ve düşük sodyumlu (C3-S1) sınıflarında olduğu görülmektedir. Yeraltısuları sodyum bakımından tüm bitkiler için uygundur fakat tuzluluk açısından ise sadece tuza orta ve yüksek dayanıklılık gösteren bitkilerde kullanılabilir.



Şekil 3. 38. İnceleme alanındaki yeraltısularının ABD tuzlulu diyagramında değerlendirilmesi (a): 2019 yılı analiz sonuçları, (b): Gümüşhacıköy 2003-2018 yılları arası, (c): Merzifon 2004-2018 yılları arası, (d): Merkez 2006-2018 yılları arası, (e): Suluova 2005-2018 yılları arası, (f): Göynücek 2005-2018 yılları arası

3.4.2.5.3.2. Artıksal Sodyum Karbonat (RSC)

RSC suların sulama amaçlı kullanımlarında karbonat ve bikarbonat açısından tehlike var olup olmadığını araştırmak için kullanılmaktadır. Yüksek RSC değeri toprakta sodikleşmeye yol açmaktadır. Bu nedenle RSC değeri sulama suyunda çok yüksek olması istenmektedir (Çuhadar ve Tamgaç, 1994).

RSC değeri 2,50 mek/L'den büyük ise sular sulama için uygun değil, 1,25-2,50 mek/L arasında ise sulama için iyi ve 1,25 mek/L'den küçükse sulama için çok iyi olduğu kabul edilmektedir (Eaton, 1950; Arıkaya, 2007).

İnceleme alanında yeraltısularının 2019 yılı RSC değerleri -7,48 mek/L ile 1,79 mek/L arasındadır. Buna göre bu sular sulama suyu olarak iyi-çok iyi durumda olup ve kullanılabilirler (Çizelge 3.14).

Gümüşhacıköy İlçesi'nde 2003-2018 yılları arası için hesaplanan RSC değerleri çizelge 3.17'de görüldüğü gibi -4,46 mek/L ile 0,89 mek/L arasında değişmektedir. Buna göre ilçenin suları sulama suyu olarak çok iyi durumdadırlar (Çizelge 3.15).

Merzifon İlçesi'nde 2004-2018 yılları arasında hesaplanan RSC değerleri çizelge 3.16'da yeralmaktadır. RSC değerleri -2,29 mek/L ile 5,59 mek/L arasında ve 1,80 mek/L ortalama değerine sahiptir. Buna bağlı olarak sulama için MN2 kuyu suyu çok iyi, MN1 ve MN3 kuyu suları ise uygun değildir.

Merkez İlçesinde 2006-2018 arasında hesaplanan RSC değerleri çizelge 3.17'de görüldüğü gibi -17,56 ile 0,62 mek/L arasında değişmekte ve -4,21 mek/L ortalama değerine sahiptir. Buna göre ilçenin suları 1,25 mek/L'den küçük olduğu için sulama suyu olarak çok iyi durumdadırlar.

Suluova İlçesi'nde 2005-2018 yılları arasında hesaplanan RSC değerleri çizelge 3.16'da yeralmaktadır. RSC değerleri -2,70 mek/L ile 9,07 mek/L arasında ve 0,97 mek/L ortalama değerine sahiptir. Bu sonuçlara göre sulama için SV2 kuyu suyu çok iyi ve SV1 kuyu suyu ise uygun değildir.

Göynücek İlçesi'nde 2005-2018 yılları arasında hesaplanan RSC değerleri çizelge 3.16'da yeralmaktadır. RSC değerleri -2,26 ile 0,30 mek/L arasında yer alır ve -0,59 mek/L ortalama değerine sahiptir. Bu sonuçlara göre GNK kuyu suyu suları sulama için çok iyi sınıfındadır.

3.4.2.5.3.3. Magnezyum Tehlikesi (MT)

Sulama sularında kalsiyum ve magnezyum iyonları bulunması bitkilerin gelişimine katkı sağlamalarına rağmen çok fazla bulundukları zaman toprağın kümeleşmesi veya gevrekleşmesine neden olabilmektedir. Bu nedenle 10 mek/L veya 200 mg/L'den daha fazla kalsiyum ve magnezyum konsantrasyonuna sahip suları sulama için kullanılamaz (Khodapanah vd, 2009).

İnceleme alanının bütününde Kasım-Aralık 2019 yılında yapılan analiz sonunda hesaplanan MT değerleri %9,14-57,20 arasında değişir ve %38,18 ortalama değerine sahiptir. %50'yi aşan örnek kuyuları olan MERK3, MERK5, GÖYN1 ve GÖYN2 sulama suyu olarak kullanılması uygun değildir (Çizelge 3.14).

Gümüşhacıköy İlçesi'nde 2003-2018 yılları arasında yapılan analizlerin sonunda hesaplanan MT değerleri %22,36 ile %53,85 arasında değişir ve %36,12 ortalama değerine sahiptir. Bu sonuçlara göre genel olarak ilçenin kuyu suları sulama için uygundur (Çizelge 3.15).

Merzifon İlçesi'nde 2004-2018 yılları arası hesaplanan MT değerleri %0 ile %90,03 arasında değişir ve %35,93 ortalama değerine sahiptir. MN1 ve MN3 örneklerin saflarında %50'yi aşan analiz sayısı tüm örneklerle göre %16 olarak belirlenmiş böylece sulama suyu olarak kullanılabilen analiz sayısı çok yüksektir (Çizelge 3.15).

Merkez İlçesi'nde 2006-2018 yılları arasında yapılan analizlerin sonunda hesaplanan MT değerleri %26,80 ile %78,20 arasında değişir ve %58,77 ortalama değerine sahiptir. %50'yi aşan analiz sayısı tüm örneklerle göre %92 olarak belirlenmiş böylece sulama suyu olarak kullanılamaz analiz sayısı çok yüksektir (Çizelge 3.15).

Suluova İlçesi'nde 2005-2018 yılları arasında yapılan analizlerin sonunda hesaplanan MT değerleri %5,36 ile %61,74 arasında değişir ve %44,12 ortalama değerine sahiptir. Bu sonuçlara göre sulama için SV1 kuyu suyu uygun, SV2 kuyu suyu ise uygun değildir (Çizelge 3.15).

Göynücek İlçesi'nde 2005-2018 yılları arasında yapılan analizlerin sonunda hesaplanan MT değerleri %24,45 ile %54,14 arasında değişir ve %42,70 ortalama değerine sahiptir. Bu kuyu suyu sulama için uygundur (Çizelge 3.15).

3.4.2.5.3.4. Sodyum Yüzdesi (%Na)

Suların sodyum içeriği ve spesifik kondüktiviteleri tarım faaliyetlerinde özellikle kontrol eden önemli parametrelerdendir. Sodyum varlığı tarım alanındaki toprak permeabilitesini olumsuz yönde etkilediği için istenmektedir (Şahinci, 1991)

İnceleme alanındaki yeraltısuları sulama suyu amaçlı kullanabilmeleri araştırmak için sondaj kuyularına ait su örneklerinin sodyum yüzdesi (Çizelge 3.14 ve 3.15) ve EC ile beraber Wilcox Diyagramı hazırlanmaktadır. Söz konusu bu diyagramda %Na değerleri dikey ekseninde ve EC değerleri ise yatay ekseninde böylece sular sulama suyu olarak kullanım özellikleri 5 sınıfa ayrılmaktadır: Çok İyi, İyi, Kullanılabilir, Şüpheli ve Kullanılmaz (Şekil 3.39).

İnceleme alanı yeraltısularında 2019 yılına ait analiz sonuçları ile hesaplanan %Na değerleri ve EC ile hazırlanan Wilcox diyagramına göre (Şekil 3.39 a) yeraltısularının sulama suyu olarak çok iyi (MERK1, MERK2, MERK4, MERK5, GÖYN1, GÖYN2, TAŞO1, TAŞO2, MERZ1, SULU2 ve GÜMÜŞ1) ve iyi (MERK3, HAMA1, SULU1 ve GÜMÜŞ2) durumda olduğu görülmektedir.

Gümüşhacıköy İlçesi'ndeki yeraltısularında 2003-2018 yılları arası EC ve hesaplanan SAR değerleri (Çizelge 3.15) ile hazırlanan Wilcox diyagramına göre suların büyük kısmı (%90) sulama için çok iyi sınıfında ve geri kalan (%10) ise iyi sınıfında olduğu görülmektedir (Şekil 3.39 b).

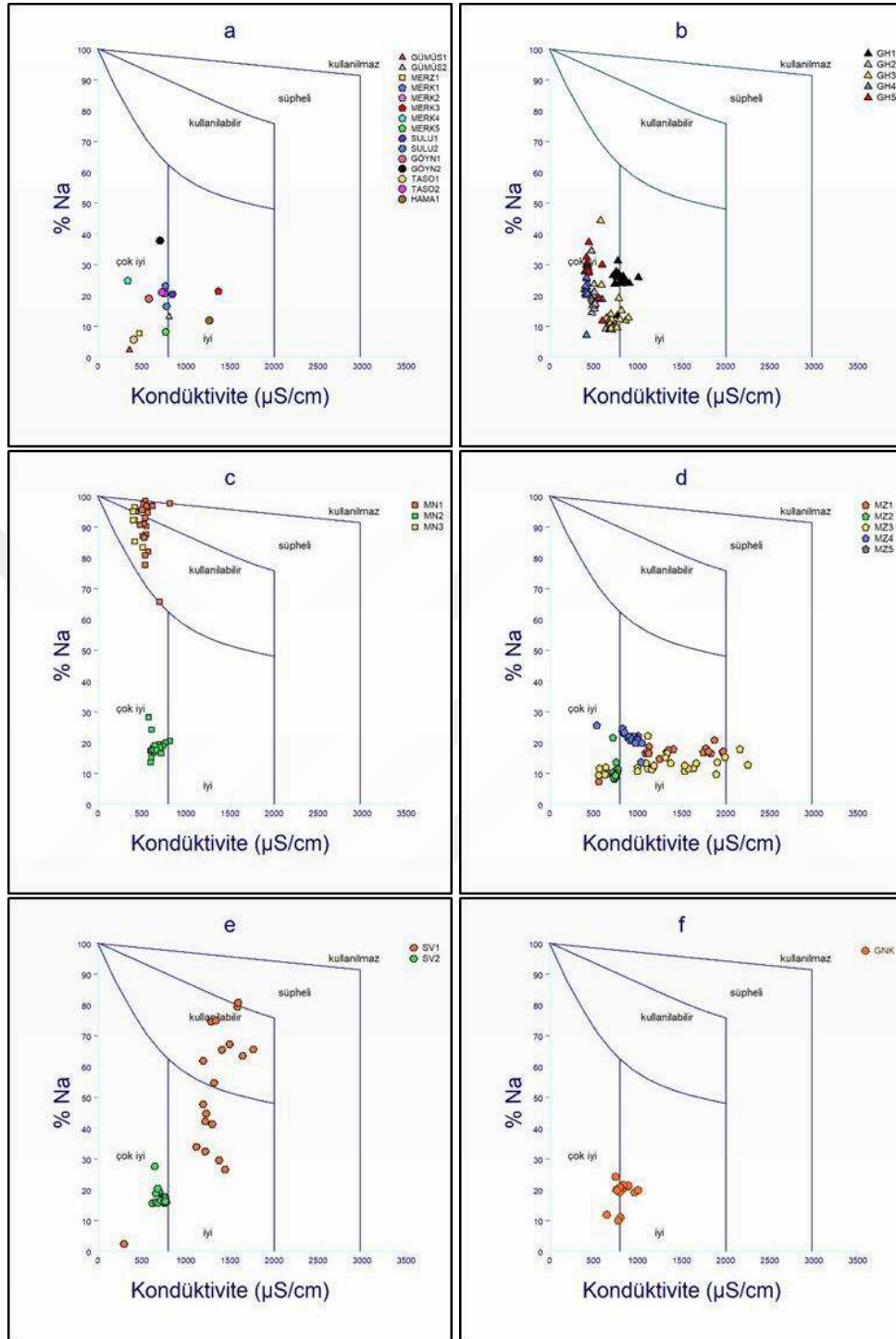
Merzifon İlçesi'ndeki yeraltısularında 2004-2018 yılları arası EC ve hesaplanan %Na değerleri ile hazırlanan Wilcox diyagramına göre sulama için MN2 kuyu suyu çok iyi sınıfında olduğu; MN1 ve MN3 kuyu suları ise kullanılabilir ve şüpheli sınıflarındadır (Şekil 3.39 d).

Merkez İlçesi'ndeki yeraltısularında 2006-2018 yılları arası EC ve hesaplanan %Na değerleri ile hazırlanan Wilcox diyagramına göre sulama için suların büyük bölümü iyi ve çok iyi sınıflarında olduğu görülmektedir.

Suluova İlçesi'ndeki yeraltısularında 2005-2018 yılları arası EC ve hesaplanan %Na değerleri ile hazırlanan Wilcox diyagramına (Şekil 3.39 e) göre sulama için SV2 kuyu suyu çok iyi sınıfında olduğu; SV1 ise iyi ve şüpheli sınıflarında olduğu görülmektedir (Şekil 3.39 e).

Göynücek İlçesi'ndeki yeraltısularında 2005-2018 yılları arası EC ve hesaplanan %Na değerleri ile hazırlanan Wilcox diyagramına (Şekil 3.39 f) göre sular iyi-çok iyi sınıflarındadır.





Şekil 3. 39. Çalışma alanındaki yeraltısularının Wilcox diyagramında değerlendirilmesi (a): 2019 yılı analiz sonuçları, (b): Gümüşhacıköy 2003-2018 yılları arası, (c): Merzifon 2004-2018 yılları arası, (d): Merkez 2006-2018 yılları arası, (e): Suluova 2005-2018 yılları arası, (f): Göynücek 2005-2018 yılları arası

3.4.3. İnceleme Alanındaki Yüzey Sularının Kalite Parametreleri

Çalışma alanında yüzey sularının genel olarak kalite özelliklerini ortaya koymak için Kıtaiçi Su Kaynaklarının Sınıflarına göre geçmiş yıllarda yapılmış analiz sonuçları ve mevcut durumlarını belirlemek için 2019 yılında yapılan analiz sonuçları değerlendirilmiştir. Geçmiş yıllara (2008-2015) ait veriler Amasya Belediyesi'nden elde edilmiştir. Amasya İli yüzey sularını temsil edecek şekilde toplam 11 nokta (Çizelge 3.16) üzerinde yılda 4 dönem olmak üzere analizler yapılmıştır. Bu yıllar arasında sıcaklık, pH, çözülmüş oksijen, klorür, sülfat, amonyak, amonyum, nitrit, nitrat, toplam fosfor, kimyasal oksijen ihtiyacı, bakır, çinko, demir, sülfat ve klor parametreleri analiz edilmiştir Ek çizelge 1, 2, 3 ve 4).

2019 yılında ise 5 adet noktadan (YK1, YK3, YK6, YK10 ve YK11) örnekleme yapılarak fiziksel ve inorganik kimyasal parametreler, organik parametreler, inorganik kirlenme parametreler ve bakteriyolojik parametreler analiz edilmiştir (Çizelge 3.18).

İnceleme alanındaki yüzey sularında önceki yıllar (2008-2015) ve 2019 yılında yapılan analiz sonuçları Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği (SKKY, 2004), Kıtaiçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri (Çizelge 3.17) dikkate alınarak değerlendirilmeye çalışılmıştır. Bu yönetmelği Kıtaiçi suları dört sınıfa (I, II, III ve IV) ayrılmıştır.

Çizelge 3. 16. Çalışma alanındaki örneklenen yüzeysel suların koodinat bilgileri

Örnek Adı	Koordinatlar		Su Kaynağı Adı	İstasyon Adı
	Doğu/36	Kuzey/36		
YK1	762610	4482110	Yeşilirmak	Yeşilirmak İl Girişi-Kuruçay Mevkii
YK8	737710	4500291	Yeşilirmak	Yeşilirmak Tugay Köprü
YK9	739606	4504686	Yeşilirmak	Yeşilirmak Merkez Emniyet Önü
YK10	741872	4506843	Yeşilirmak	Yeşilirmak Aynalı Mağara Önü
YK11	781367	4517272	Yeşilirmak	Yeşilirmak İl Çikişi-Taşova
YK2	713883	4473559	Çekerek Çayı	Çekerek Çayı İl Girişi-Hasanbey Köprüsü
YK3	730928	4492219	Çekerek Çayı	Çekerek Çayı İl Çikişi-Ovasaray Köprüsü
YK4	719289	4485683	Çorum Deresei	Çorum Deresi-Bekdemir Köprüsü
YK5	721708	4528382	Tersakan Deresi	Tersakan İl Girişi- Çelteç Kömür Fab
YK6	739779	4506517	Tersakan Deresi	Tersakan Yeşilirmak Karışım Öncesi
YK7	722336	4508588	Deresu	Yeşilirmak Yeni Köprü-Yenice

Çizelge 3. 17. Kitaçı Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri

SU KALİTE PARAMETRELERİ	I	II	III	IV
A) Fiziksel ve inorganik kimyasal parametreler				
1. Sıcaklık (°C)	25	25	30	> 30
2. pH	6.5-8.5	6.5-8.5	6.0-9.0	6.0-9.0 dışında
3. Çözünmüş oksijen (mg O ₂ /l) ^a	8	6	3	< 3
4. EC (µS/cm)	2500*	-	-	-
5. Klorür iyonu (mg Cl ⁻ /l)	25	200	400 ^b	> 400
6. Potasyum iyonu (mg K ⁺ /l)	3000**	-	-	-
7. Sülfat iyonu (mg SO ₄ ⁼ /l)	200	200	400	> 400
8. Sülfid iyonu (mg SO ₃ ⁼ /l)	0,50*	-	-	-
9. Amonyak (mg NH ₃ /l)	0,050*	-	-	-
10. Amonyum azotu (mg NH ₄ ⁺ -N/l)	0,2 ^c	1 ^c	2 ^c	> 2
11. Nitrit azotu (mg NO ₂ ⁻ -N/l)	0,002	0,01	0,05	> 0,05
12. Nitrat azotu (mg NO ₃ ⁻ -N/l)	5	10	20	> 20
13. Toplam fosfor (mg PO ₄ ⁼ -P/l)	0,02	0,16	0,65	> 0,65
14. Toplam çözünmüş madde (mg/l)	500	1500	5000	> 5000
15. Askıda Katı Madde (mg/l)	-	-	-	-
16. Sodyum (mg Na ⁺ /l)	125	125	250	> 250
B) Organik parametreler				
1. KOİ (mg/l)	25	50	70	> 70
2. BOİ (mg/l)	4	8	20	> 20
3. Organik karbon (mg/l)	5	8	12	> 12
4. Toplam Kjeldahl-azotu (mg/l)	0,5	1,5	5	> 5
5. Emülsifiye yağ ve gres (mg/l)	0,02	0,3	0,5	> 0,5
6. Metilen mavisi aktif maddeleri (MBAS) (mg/l)	0,05	0,2	1	> 1,5
7. Fenolik maddeler (uçucu) (mg/l)	0,002	0,01	0,1	> 0,1
9. Toplam pestisid (mg/l)	0,001	0,01	0,1	> 0,1
C) İnorganik kirlenme parametreleri ^d				
1. Civa (µg Hg/l)	0,1	0,5	2	> 2
2. Kadmiyum (µg Cd/l)	3	5	10	> 10
3. Kurşun (µg Pb/l)	10	20	50	> 50
4. Arsenik (µg As/l)	20	50	100	> 100
5. Bakır (µg Cu/l)	20	50	200	> 200
6. Krom (toplam) (µg Cr/l)	20	50	200	> 200
7. Krom (µg Cr ⁺⁶ /l)	Ölçülmeyecek kadar az	20	50	> 50
8. Kobalt (µg Co/l)	10	20	200	> 200
9. Nikel (µg Ni/l)	20	50	200	> 200
10. Çinko (µg Zn/l)	200	500	2000	> 2000
11. Siyanür (toplam) (µg CN/l)	10	50	100	> 100
12. Florür (µg F ⁻ /l)	1000	1500	2000	> 2000
13. Serbest klor (µg Cl ₂ /l)	10	10	50	> 50
15. Demir (µg Fe/l)	300	1000	5000	> 5000
16. Mangan (µg Mn/l)	100	500	3000	> 3000
17. Bor (µg B/l)	1000 ^e	1000 ^e	1000 ^e	> 1000
18. Selenyum (µg Se/l)	10	10	20	> 20
19. Baryum (µg Ba/l)	1000	2000	2000	> 2000
20. Alüminyum (mg Al/l)	0,3	0,3	1	> 1
D) Bakteriyolojik parametreler				
1. Fekal koliform (EMS/100 ml)	10	200	2000	> 2000
2. Toplam koliform (EMS/100 ml)	100	20000	100000	-
3. 22°C toplam jerm sayısı (EMS/ml)	20*	-	-	-

** : Dünya Sağlık Örgütü ve * : Türk Standart 266 sınır değerleri

3.4.3.1. zey Sularının Fiziksel ve İnorganik Kimyasal Parametreler

3.4.3.1.1. Sıcaklık (°C)

İnceleme alanının yüzey sularında 2019 yılında ölçülen sıcaklık değerleri 7,10-16,60 °C arasında değişir ve ortalama değeri 11,50 °C'dir (Çizelge 3.18). Maksimum değeri YK10 örnek noktasında, minimum değeri ise ilin çıkışında bulunan YK11 örnek noktasında ölçülmüştür. Yerüstü suların sıcaklığı SKKY (2004)'e göre çok iyi sınıfindadırlar.

Çalışma alanında 2008-2015 yılları arası yüzey sularında yapılan sıcaklık ölçümleri değerlendirildiğinde ilk dönemde (Ocak-Şubat-Mart) 3,20-20,60 °C arasında ve ortalama 10,97 °C'dir (Ek Çizelge 1). Bu sular SKKY (2004)'e göre 1. kalite su sınıfindadır.

İkinci dönemde (Nisan-Mayıs-Haziran) sıcaklıklar 3,20-29,80 °C ve ortalama 17,51 °C (Ek Çizelge 2). Bu dönemdeki sular SKKY (2004)'e göre 1. ve 2. kalite su sınıfları arasındadır.

Üçüncü dönemde (Temmuz-Ağustos-Eylül) sıcaklıklar 18-28 °C arasında ve ortalama 21,48 °C (Ek Çizelge 3). Bu sular SKKY (2004)'e göre 1. ve 2. kalite su sınıfları arasındadır.

Dördüncü dönemde (Ekim-Kasım-Aralık) sıcaklıklar 4,70-21,30 °C arasında ve ortalama 11,31 °C'dir (Ek Çizelge 4). Son dönemdeki sular ise SKKY (2004)'e göre 1. kalite su sınıfindadırlar.

Çizelge 3. 18. 2019 yılında yüzey sularında ölçülen fiziksel ve inorganik kimyasal parametreler

Numara	°C	pH	DO	EC	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	NH ₄ ⁺	NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻	PO ₅ ³⁻	TDS	AKM	Na ⁺
YK1	12,9	6,75	5,65	770	-	-	-	-	-	-	462	57	-
YK10	16,6	6,7	8,6	561	28	86	0,77	0,09	1,4	0,45	369	44	48,2
YK6	12	7,41	1,63	1553	-	-	-	-	-	-	1013	135	-
YK11	7,1	7,08	10,47	485	26,5	85,7	0,65	0,2	1,64	0,28	364	24	45,2
YK3	8,8	6,9	11,15	395	15,8	57,8	0,05	0,04	0,99	0,12	280	39	29
Minimum	7,1	6,7	1,63	395	28	86	0,77	0,2	1,64	0,45	280	24	48,2
Maksimum	16,6	7,41	11,15	1553	15,8	57,8	0,05	0,04	0,99	0,12	1013	135	29

* Analizlerde Sülfid tespit edilmemiştir.

3.4.3.1.2. pH

İnceleme alanında 2019 yılında yüzey sularında pH ölçümleri 6,70-7,40 arasında olup, 6,97 ortalama değerine sahiptir (Çizelge 3.18). Bu sular pH açısından SKKY (2004)'e göre 1. kaliteye sahiptirler

2008-2015 yılları arası ölçülen pH değerleri ilk dönemde 6,99-10,30 arasında ve 7,99 ortalama değerine sahiptir (Ek Çizelge 1). Bu dönemdeki sular SKKY (2004)'e göre pH bakımından Yeşilırmak'tan YK1-YK8-YK9-YK10-YK11 (2014), Çekerek Irmağı'ndan YK2 (2011 ve 2014) ve YK3 (2014), Çorum Çayı'ndan YK4 (2011 ve 2014), Tersakan Çayı'ndan YK5 (2008 ve 2014) ve YK6 (2014) ve Deresu'ndan YK7 (2014) dışında tüm sular 1. kalite su sınıfındadır.

İkinci dönemde 6,10-9,06 arasında değişir ve 7,98 ortalama değerine sahiptir (Ek Çizelge 2). Bu dönemdeki sular SKKY (2004)'e göre pH bakımından Yeşilırmak'tan YK8-YK11 (2013), Çekerek Irmağı'ndan YK2 (2013, 2014 ve 2015) ve YK3 (2015), Çorum Çayı'ndan YK4 (2013 ve 2014), Tersakan Çayı'ndan YK5 (2014) ve Deresu'ndan YK7 (2014) dışında tüm sular 1. kalite su sınıfındadır.

Üçüncü dönemde 7,30-9,59 arasında ve 8,22 ortalama değerine sahiptir (Ek Çizelge 3). Bu dönemdeki sular SKKY (2004)'e göre pH bakımından Yeşilırmak'tan YK8-YK10 (2011) ve YK1-YK11 (2013), Çekerek Irmağı'ndan YK2 (2014) ve YK3 (2011, 2013 ve 2014), Çorum Çayı'ndan YK4 (2011, 2013, 2014 ve 2015) ve Tersakan Çayı'ndan YK5 (2011, 2013, 2012 ve 2015) ve YK6 (2013) dışında tüm sular 1. kalite su sınıfındadır.

Dördüncü dönemde ise pH değeri 6,59-9,50 arasında değişiklik gösterir ve 7,90 ortalama değerine sahiptir (Ek Çizelge 4). Bu dönemdeki sular SKKY (2004)'e göre pH bakımından Yeşilırmak'tan YK1-YK8 (2013), Çekerek Irmağı'ndan YK3 (2011) ve YK3 (2013), Çorum Çayı'ndan YK4 (2011 ve 2013) ve Tersakan Çayı'ndan YK5 (2014) dışında tüm sular 1. kalite su sınıfındadır.

3.4.3.1.3. Çözünmüş Oksijen (DO)

İnceleme alanında 2019 yılında yüzey sularında ölçülen DO değerleri 1,63-11,15 mg/L arasında değişmekte olup ortalama 7,50 mg/L değerine sahiptir. Çözünmüş oksijenin en yüksek değeri YK3 (Çekerek Irmağı) örnek noktasında ve en düşük ise YK6 (Tersakan Çayı) örnek noktasında ölçülmüştür (Çizelge 3.18). DO açısından SKKY (2004)'e göre YK10-YK11 (Yeşilirmak) ve YK3 (Çekerek Irmağı) 1. kalite, YK1 (Yeşilirmak) 3. kalite, YK6 (Tersakan Çayı) ise 4. kalite su sınıflarında yer almaktadırlar.

2008-2015 yılları arası ilk dönemde ölçülen DO değerleri 2,80-12,92 mg/L arasında değişmekte ve ortalamada 9,25 mg/L'ye sahiptir (Ek Çizelge 1). Bu dönemdeki sular DO bakımından SKKY (2004)'e göre:

- Tersakan Çayı YK6 (2014) 4. kalite su sınıfında,
- Yeşilirmak'tan YK10 (2008) ve YK8 (2015), Tersakan Çayı'ndan YK5 (2008) ve YK6 (2012) ve Deresu'ndan YK7 (2012 ve 2014) 3. kalite su sınıfında,
- Yeşilirmak'tan YK1 (2013), YK8 (2008, 2009 ve 2012), YK9 (2012 ve 2013), YK10 (2010 ve 2013) ve YK11 (2012); Tersakan Çayı'ndan YK6-YK7 (2013) 2. kalite su sınıfında,
- ve geri kalan tüm sular ise 1. kalite su sınıfındadır.

İkinci dönemde 2,26-12,81 mg/L arasında ve 7,90 mg/L ortalama değerine sahiptir (Ek Çizelge 2). Bu dönemdeki sular DO bakımından SKKY (2004)'e göre:

- Deresu'ndan YK7 (2014) 4. kalite su sınıfında,
- Yeşilirmak'tan YK1 (2008 ve 2014), YK8 (2014), YK9 (2009 ve 2014) ve YK10-YK11 (2009), Çekerek Irmağı'ndan YK3 (2008), Tersakan Çayı'ndan YK6 (2013 ve 2014) ve Deresu'ndan YK7 (2008, 2013 ve 2015) 3. kalite su sınıfında,
- Yeşilirmak'tan YK1 (2009, 2011, 2012, 2013 ve 2015), YK8 (2010, 2011, 2012 ve 2015), YK9 (2008, 2009, 2011, 2012, 2013 ve 2015), YK10 (2011, 2012, 2013 ve 2015) ve YK11 (2013 ve 2015), Çekerek Irmağı'ndan YK2 (2009) ve YK3 (2012 ve 2013), Çorum Çayı'ndan (YK4: 2009, 2012, 2013 ve 2015), Tersakan Çayı'ndan YK5 (2013) ve YK6 (2011 ve 2015) ve Deresu'ndan YK7 (2011 ve 2012) 2. kalite su sınıfında,
- Ve geri kalanlar ise 1. kalite su sınıfındadır.

Üçüncü dönemde DO değerler 2,52-10,89 mg/L arasında değişir ve 6,50 mg/L ortalama değerine sahiptir (Ek Çizelge 3). Bu dönemdeki sular DO bakımından SKKY (2004)'e göre:

- Yeşilirmak'tan YK1-YK10 (2008), Çekerek Irmağı'ndan YK3 (2008), Çorum Çayı'ndan YK4 (2015) ve Tersakan Çayı'ndan YK5 (2008) ve YK6 (2015) 4. kalite su sınıfında,
- Yeşilirmak'tan YK1 (2014), YK8 (2008, 2009 ve 2014), YK9 (2008, 2009 ve 2014), YK10 (2009, 2013 ve 2014) ve YK11 (2008 ve 2009), Çekerek Irmağı'ndan YK2-YK3 (2008 ve 2009), Çorum Çayı'ndan YK4 (2008 ve 2009), Tersakan Çayı'ndan YK6 (2008, 2009, 2010, 2011, 2013 ve 2014) ve Deresu'ndan YK7 (2008, 2010, 2011, 2013 ve 2014) 3. kalite su sınıfında,
- Yeşilirmak'tan YK1 (2009, 2012 ve 2015), YK8 (2010, 2011, 2012, 2013 ve 2015), YK9 (2010, 2011, 2012, 2013 ve 2015), YK10 (2010, 2011, 2012 ve 2015) ve YK11 (2010, 2011, 2012, 2013 ve 2015), Çekerek Irmağı'ndan YK3 (2013 ve 2014), Çorum Çayı'ndan YK4 (2011, 2012, 2013, 2014 ve 2015), Tersakan Çayı'ndan YK5 (2009 ve 2013) ve YK6 (2012) ve Deresu'ndan YK7 (2009 ve 2012) 2. kalite su sınıfında
- ve geri kalanlar ise 1. kalite su sınıfındadır.

Dördüncü dönemde ise 0,89-12,41 mg/L arasında ve ortalama 8,00 mg/L'dir (Ek Çizelge 4). Bu dönemdeki sular DO bakımından SKKY (2004)'e göre:

- Çorum Çayı'ndan YK4 (2013), Tersakan Çayı'ndan YK6 (2012, 2013 ve 2015) ve Deresu'ndan YK7 (2012, 2013 ve 2014) 4. kalite su sınıfında,
- Yeşilirmak'tan YK1 (2013), YK10 (2012), Tersakan Çayı'ndan YK6 (2014) ve Deresu'ndan YK7 (2010, 2011 ve 2015) 3. kalite su sınıfında,
- Yeşilirmak'tan YK1 (2012, 2014 ve 2015), YK8 (2008 ve 2013), YK9 (2008 ve 2012), YK10 (2008, 2010, 2013, 2014 ve 2015) ve YK11 (2008, 2012, 2013 ve 2015), Tersakan Çayı'ndan YK6 (2008) ve Deresu'ndan YK7 (2008) 2. kalite su sınıfında,
- Ve geri kalan tüm sular 1. kalite su sınıfında yer almaktadırlar.

3.4.3.1.4. Elektrisel İletkenlik (EC)

İnceleme alanındaki yüzey sularında 2019 yılında yapılan EC ölçümleri 395-1553 $\mu\text{S/cm}$ arasında değişiklik göstermekte olup, 752,80 $\mu\text{S/cm}$ ortalama değerine sahiptir. Maksimum ve minimum değerleri sırayla YK6 ve YK3 örnek noktalarında ölçülmüşlerdir (Çizelge 3.18). EC değerlerine göre yüzey suları SKKY (2004)'e göre 1. kalite su sınıfındadır.

3.4.3.1.5. Klorür (Cl^-)

İnceleme alanında 2019 yılında yüzey sularından alınan örneklerin analiz sonuçlarına göre Cl^- konsantrasyonu 15,80-28 mg/L arasında değişmektedir. Maksimum değeri YK10 örnek noktasında ve minimum değeri ise YK3 örnek noktasında ölçülmüştür (Çizelge 3.18). Bu değerler Kıtaçi Su Kaynaklarının Sınıflarına göre YK3 birinci kalite ve YK10 ve YK11 ise ikinci kalite su sınıflarında yer almaktadır.

Ayrıca 2008-2015 yılları arasında yüzey sularına ait verilere göre ilk dönemde 0,04-1,37 mg/L arasında ve 0,19 mg/L ortalama değeri, ikinci dönemde 0,04-1,37 mg/L arasında ile 0,19 mg/L ortalama değeri, üçüncü dönemde 0,04-0,99 mg/L arasında ile 0,18 mg/L ortalama değeri ve son olarak dördüncü dönemde değerler 0,04-0,58 mg/L arasında ile 0,14 mg/L ortalama değerine sahip olmaktadır. Maksimum değeri birinci dönemde 2015 yılında YK7 örnekte, ikinci dönemde 2010 yılında YK2 örnekte, üçüncü dönemde 2010 yılında YK11 örnekte ve dördüncü dönemde ise 2009 yılında YK6 örnekte görülmüş; minimum değerleri ise birinci dönemde 2015 yılında YK3, YK7 ve YK11 örneklerde, ikinci dönemde 2011 yılında YK9 ve YK10 örneklerde ve 2012 yılında YK1 örnekte, üçüncü dönemde 2010 yılında YK1 örnekte ve 2014 yılında YK8 örnekte ve dördüncü dönemde 2010 yılında YK11 örnekte ve 2014 yılında YK1 örnekte görülmektedir (Ek Çizelge 1, 2, 3 ve 4).

2008-2015 yılları arası dört dönemde ölçülen klorür konsantrasyonu SKKY (2004)'e göre birinci su sınıfında yer almaktadır.

3.4.3.1.6. Potasyum (K⁺)

2008-2015 yılları arasındaki verileri ilk dönemde 0-38,50 mg/L arasında ve 4,05 mg/L ortalama değerine sahiptir (Ek Çizelge 1). İkinci dönemde değerler 0-76,6 mg/L arasında ve 4,87 mg/L ortalama değerine sahiptir (Ek Çizelge 2). Üçüncü dönemde potasyum konsantrasyonları 0-31,3 mg/L arasında ve 4,22 mg/L ortalama değerine sahiptir (Ek Çizelge 3). Dördüncü dönemde ise sonuçlar 0-79,8 mg/L arasında ve 7,37 mg/L ortalama değerine sahiptir (Ek Çizelge 4).

Potasyum bakımından TS 266 tarafından belirlenen sınır değeri (3000 mg/L) altındadırlar.

3.4.3.1.7. Sülfat (SO₄²⁻)

Kasım-Aralık 2019 yılında inceleme alanındaki yüzey sularında yapılan analiz sonuçları 57,80-86 mg/L arasında değişim gösterir ve 76,50 mg/L ortalama değerine sahiptir. Maksimum değeri YK10 örnek kuyusunda ve minimum değeri ise YK3 örnek kuyusunda görülmektedir (Çizelge 3.18).

2008-2015 yılları arasındaki verileri ilk dönemde 6,70-252 mg/L arasında ile 99,70 mg/L ortalama değerine sahiptir (Ek Çizelge 1). Bu dönemdeki sular sülfat bakımından SKKY (2004)'e göre Çorum Çayı'ndan YK4 (2010, 2011, 2012, 2013, 2014 ve 2015) ikinci kalite su sınıfında ve diğer tüm örnekler ise birinci su sınıfında yer almaktadırlar.

İkinci dönemde değerler 0,69-241 mg/L arasında ve 92,77 mg/L ortalama değerine sahiptir (Ek Çizelge 2). Bu dönemdeki sular sülfat bakımından SKKY (2004)'e göre Tersakan Çayı'ndan YK6 (2014 ve 2015), Çekerek Irmağı'ndan YK3 (2012) ve Çorum Çayı'ndan YK4 (2012 ve 2014) 2. kalite su sınıfında ve geri kalanlar ise 1. kalite su sınıfındadır.

Üçüncü dönemde sülfat konsantrasyonları 0-293 mg/L arasında ile 84,45 mg/L ortalama değerine sahiptir (Ek Çizelge 3). Bu dönemde sülfat konsantrasyonları SKKY (2004)'e göre Çorum Çayı'ndan YK4 (tüm yıllarda) 2. kalite su sınıfında ve diğer örnek noktalarına ait sonuçlar ise 1. kalite su sınıfındadır.

Dördüncü dönemde ise sonuçlar 1,93-274 mg/L arasında ve 119 mg/L ortalama değerine sahip olmaktadır (Ek Çizelge 4). Bu döneme ait analiz sonuçları sülfat bakımından

YK4 (tüm yıllarda) ve YK6 (2008, 2009, 2011, 2013 ve 2015) 2. kalite su sınıfında; diğer veriler ise 1. kalite su sınıfındadır.

3.4.3.1.8. Sülfid (SO_3^{2-}):

İnceleme alanında 2019 yılında yüzey sularında yapılan analizlerde sülfid iyonu tespit edilmemiştir. 2008-2015 yılları arasında yerüstü sularında yapılan sülfir analizi birinci dönemde sonuçlar 0-9 mg/L arasında, ikinci dönemde 0-7,46 mg/L arasında, üçüncü dönemde 0-7,40 mg/L arasında ve dördüncü dönemde ise 0-13 mg/L arasında değişiklik göstermektedirler (Sıra ile Ek Çizelge 1, 2, 3 ve 4).

2008-2015 yılları arasında yüzey sularındaki verilere göre birçoğunda TSE 266 tarafından içme kullanma suyu için 0,50 mg/L olarak belirlenen sülfid sınır değeri aştığı görülmektedir.

İlk dönemde Yeşilırmak'tan YK1 (2013 ve 2014), YK8 (2009, 2010, 2012, 2013 ve 2014), YK9 (2009, 2013, 2014 ve 2015), YK10 (2009, 2010, 2013 ve 2014) ve YK11 (2008, 2009, 2010, 2012, 2013 ve 2014), Çekerek Irmağı'ndan YK2 (2009, 2010, 2011 ve 2015) ve YK3 (2009, 2011, 2012, 2013 ve 2014), Çorum Çayı'ndan YK4 (2008, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014 ve 2015), Tersakan Çayı'ndan YK5 (2010, 2014 ve 2015) ve YK6 (2008, 2011, 2012, 2014 ve 2015) ve Deresu'ndan YK7 (2009, 2010, 2012, 2013 ve 2014) örneklerde sınır değeri aştığı görülmektedir.

İkinci dönemde Yeşilırmak'tan YK1 (2011 ve 2013), YK8 (2009, 2010, 2013 ve 2014), YK9 (2010, 2013, 2014 ve 2015), YK10 (2010 ve 2013) ve YK11 (2010 ve 2013), Çekerek Irmağı'ndan YK2 (2010 ve 2015) ve YK3 (2010, 2011 ve 2013) Deresu'ndan YK7 (2009 ve 2010) örneklerde sınır değeri aştığı görülmektedir.

Üçüncü dönemde Yeşilırmak'tan YK1 (2013), YK8 (2012, 2013 ve 2015), YK9 (2015), YK10 (2008, 2012, 2013 ve 2015), YK11 (2008, 2012 ve 2015), Çekerek Irmağı'ndan YK2 (2009 ve 2013) ve YK3 (2009, 2010, 2011), Çorum Çayı'ndan YK4 (2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013 ve 2015), Tersakan Çayı'ndan YK6 (2008, 2010, 2012, 2013 ve 2015) ve Deresu'ndan YK7 (2008 ve 2015) örneklerde sınır değeri aştığı görülmektedir.

Dördüncü dönemde ise Yeşilırmak'tan YK1 (2010), YK8 (2010, 2011 ve 2013), YK9 (2009, 2010 ve 2013), YK10 (2009, 2010, 2011, 2012, 2013 ve 2014) ve YK11 (2013),

Çekerek Irmağı'ndan YK3 (2013 ve 2015), Çorum Çayı'ndan YK4 (2008, 2009, 2010, 2012, 2013 ve 2015), Tersakan Çayı'ndan YK5 (2009, 2011, 2014 ve 2015) ve YK6 (2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013 ve 2014) ve Deresu'ndan YK7 (2009, 2010, 2012 ve 2013) örneklerde sınır değeri aştığı görülmektedir.

3.4.3.1.9. Amonyak (NH₃)

Amonyak, gübre olarak ve hayvan yemi üretiminde kullanılan bir maddedir. Amonyak ve amonyum tuzları temizlik maddelerinde ve gıda katkı maddesi olarak kullanılır. Amonyak doğal sularda genellikle amonyum azotu (NH₃) halinde bulunur. Buna, serbest veya tuz halindeki amonyak denir. Sularda amonyak, kimyasal ve fiziksel olaylar veya mikroorganizma faaliyetleri sonucunda oluşmaktadır. Kimyasal ve fiziksel olaylar sonucunda oluşan amonyağın sağlığa zararı yoktur; ancak mikroorganizma faaliyetleri sonucunda oluşan amonyak tehlikelidir (MEB, 2011).

2008-2015 yılları arasında yüzey sularındaki NH₃ verilerine göre birinci dönemde 0,01-4,86 mg/L arasında ile 1,05 ortalama değerine sahip, maksimum değeri 2008 yılında YK6 örnekte ve minimum ise 2015 yılında YK10 örnekte (Ek Çizelge 1). Bu dönemde yüzey suları TSE 266 sınır değeri (0,05 mg/L) Yeşilırmak'tan YK1 (2008, 2009, 2010, 2014 ve 2015), YK8 (2009, 2014 ve 2015), YK9 (2009, 2014 ve 2015), YK10 (2009, 2010 ve 2014) ve YK11 (2008, 2009, 2010, 2014 ve 2015), Çekerek Irmağı'ndan YK2 (2008, 2009, 2010 ve 2015) ve YK3 (2009), Çorum Çayı'ndan YK4 (2008, 2009, 2010 ve 2015), Tersakan Çayı'ndan YK5 (2008, 2009, 2010, 2014 ve 2015) ve YK6 (2008, 2009, 2010, 2014 ve 2015) ve Deresu'ndan YK7 (2009, 2010, 2014 ve 2015) örneklerde sınır değeri aştığı görülmektedir.

İkinci dönemde 0,01-3,98 mg/L arasında ile 0,71 ortalama değerine sahip, maksimum değeri 2014 yılında YK6 örnekte, minimum ise 2013, 2014 ve 2015 yıllarında YK2 örnekte ve 2008 yılında YK3 örnekte (Ek Çizelge 2). Bu dönemde Yeşilırmak'tan YK1 (2008, 2009, 2010, 2013 ve 2014), YK8 (2008, 2009, 2010, 2013 ve 2014), YK9 (2008, 2009, 2010, 2013, 2014 ve 2015), YK10 (2008, 2009, 2010, 2013, 2014 ve 2015) ve YK11 (2008, 2009, 2010, 2014 ve 2015), Çekerek Irmağı'ndan YK2 (2009 ve 2010) ve YK3 (2009, 2010, 2013 ve 2015), Çorum Çayı'ndan YK4 (2008, 2009, 2010, 2013, 2014 ve 2015), Tersakan Çayı'ndan YK5 (2008, 2009, 2010, 2013, 2014 ve 2015) ve YK6 (2008, 2009, 2010, 2013, 2014 ve

2015) ve Deresu'ndan YK7 (2008, 2009, 2010, 2013, 2014 ve 2015) örneklerde sınır değeri aştığı gözlenmiştir.

Üçüncü dönemde değerler 0-12,87 mg/L arasında ile 0,66 mg/L ortalama değerine sahip, en yüksek değeri 2015 yılında YK6 örnekte ve en düşük ise 2014 yılında YK2 örnekte (Ek Çizelge 3). Bu dönemde Yeşilirmak'tan YK1 (2008, 2009, 2014 ve 2015), YK8 (2008, 2009 ve 2014), YK9 (2008, 2009, 2013 ve 2014), YK10 (2008, 2009, 2013, 2014 ve 2015) ve YK11 (2008, 2009 ve 2014), Çekerek Çayı'ndan YK2 (2009) ve YK3 (2008, 2009 ve 2014), Çorum Çayı'ndan YK4 (2009), Tersakan Çayı'ndan YK5 (2008, 2009, 2014 ve 2015) ve YK6 (2008, 2009, 2013, 2014 ve 2015) ve Deresu'ndan YK7 (2008, 2009, 2013, 2014 ve 2015) örneklerde sınır değeri aştığı görülmektedir.

Dördüncü dönemde ise 0,01-9,51 mg/L arasında ve 0,62 mg/L ortalama değerine sahip olduğu gözlenmiştir (Ek Çizelge 4). Bu dönemde Yeşilirmak'tan YK1 (2008, 2009, 2013, 2014 ve 2015), YK8 (2008, 2009 ve 2013), YK9 (2008, 2009 ve 2013), YK10 (2008, 2009 ve 2014) ve YK11 (2008, 2013, 2014 ve 2015) örneklerde sınır değeri aştığı görülmektedir.

3.4.3.1.10. Amonyum İyonu (NH_4^+)

İnceleme alanında Kasım-Aralık 2019 yılında yüzey sularında yapılan NH_4^+ analiz sonuçlarına göre değerler 0,05-0,77 mg/L arasında ile 0,49 mg/L ortalama değerine sahiptir. Bu sularda maksimum değeri YK10 örnekte ve minimum değeri YK11 örnekte rastlanmıştır (Çizelge 3.18). Kıtaiçi Su Kaynaklarının Sınıflarına göre YK3 birinci kalite su sınıfında ve YK10-YK11 ise ikinci kalite su sınıfında yer almaktadır.

2008-2015 yılları arası çalışma alanında yüzey sularına ait amonyum verileri ilk dönemde 0-5,15 mg/L arasında ile 0,82 mg/L ortalama değerine sahiptir. Maksimum değeri 2008 yılında YK6 örnekte ve minimum değeri ise 2013 yılında YK2 örnekte (Ek Çizelge 1). Bu dönemde amonyum bakımından SKKY (2004)'e göre:

- Yeşilirmak'tan YK10 (2010), Çorum Çayı'ndan YK4 (2009 ve 2015), Tersakan Çayı'ndan YK6 (2008, 2009, 2014 ve 2015), ve Deresu'ndan YK7 (2014 ve 2015) dördüncü kalite su sınıfında,
- Yeşilirmak'tan YK1 (2015), YK10 (2009 ve 2014) ve YK11 (2010 ve 2015), Çekerek Irmağı'ndan YK3 (2009 ve 2011), Çorum Çayı'ndan YK4 (2010),

Tersakan Çayı'ndan YK6 (2012) ve Deresu'ndan (2009, 2010 ve 2012) üçüncü kalite su sınıfında,

- Yeşilirmak'tan YK1 (2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013 ve 2014), YK8 (2009, 2012, 2014 ve 2015), YK9 (2009, 2012, 2013 ve 2014), YK10 (2011, 2012 ve 2013) ve YK11 (2008, 2009, 2011, 2013 ve 2014), Çekerek Irmağı'ndan YK2 (2008, 2009 ve 2010), Çorum Çayı'ndan YK4 (2008, 2011 ve 2013), Tersakan Çayı'ndan YK5 (2008, 2009, 2011, 2012 ve 2013) ve YK6 (2010, 2011 ve 2013) ve Deresu'ndan YK7 (2011 ve 2013) ikinci kalite su sınıfında,
- Ve geri kalanlar ise birinci su kalite su sınıfında yer almaktadır.

İkinci dönemde 0,01-4,24 mg/L arasında ile 0,64 ortalama değeri. Burada en yüksek değeri 2014 yılında YK6 örnekte ve minimum değeri ise 2008 yılında YK3 örnekte (Ek Çizelge 2). Bu döneme ait veriler amonyum bakımından ve SKKY (2004)'e göre:

- Yeşilirmak'tan YK10 (2014), Çorum Çayı'ndan YK4 (2010), Tersakan Çayı'ndan YK6 (2008, 2010, 2014 ve 2015) ve Deresu'ndan YK7 (2014) dördüncü kalite su sınıfında,
- Yeşilirmak'tan YK9 (2013) ve YK10 (2010), Çekerek Irmağı'ndan YK3 (2010), Tersakan Çayı'ndan YK6 (2011 ve 2012) ve Deresu'ndan YK7 (2010, 2011, 2013 ve 2015) üçüncü kalite su sınıfında,
- Yeşilirmak'tan YK1 (2010, 2012, 2013 ve 2014), YK8 (2010, 2012 ve 2014), YK9 (2008, 2010, 2012 ve 2014), YK10 (2008, 2009, 2011, 2012 ve 2013) ve YK11 (2010 ve 2013) ikinci kalite su sınıfında,
- Ve geri kalan örnekler ise birinci su sınıfındadır.

Üçüncü dönemde 0-13,70 mg/L arasında ile 0,52 mg/L ortalama değerine sahiptir. Maksimum değeri 2015 yılında YK6 örnekte ve en düşük değeri ise 2014 yılında YK2 örnekte (Ek Çizelge 3). Bu döneme ait veriler amonyum bakımından ve SKKY (2004)'e göre:

- Çorum Çayı'ndan YK4 (2009) ve Tersakan Çayı'ndan YK6 (2010, 2012, 2013 ve 2015) dördüncü kalite su sınıfında,
- Yeşilirmak'tan YK9 (2013), YK10 (2012) ve YK11 (2010), Tersakan Çayı'ndan YK6 (2009) ve Deresu'ndan YK7 (2015) üçüncü kalite su sınıfında,
- Yeşilirmak'tan YK1 (2008, 2009 ve 2011), YK9 (2008, 2011 ve 2012) ve YK10 (2008, 2009, 2010 ve 2013), Çekerek Irmağı'ndan YK2 (2009 ve 2010) ve YK3

(2009), Tersakan Çayı'ndan YK5 (2012 ve 2015) ve YK6 (2008 ve 2011) ve Deresu'ndan YK7 (2009, 2010, 2011 ve 2013) ikinci kalite su sınıfında,

- Ve geri kalanlar ise birinci kalite su kalite sınıfındadır.

Dördüncü dönemde ise değerler 0,01-10,12 mg/L arasında değişmekte ve 0,65 mg/L ortalama değerine sahiptir. Bu dönemde en yüksek değeri 2015 yılında YK6 örnekte ve en düşük değeri ise 2011 ve 2012 yıllarında YK2 örnekte gözlenmiştir (Ek Çizelge 4). Bu döneme ait veriler amonyum bakımından ve SKKY (2004)'e göre:

- Yeşilirmak'tan YK10 (2011), Çorum Çayı'ndan YK4 (2010 ve 2011), Tersakan Çayı'ndan YK6 (2011 ve 2015) ve Deresu'ndan YK7 (2014) dördüncü kalite su sınıfında,
- Yeşilirmak'tan YK1 (2013) ve YK10 (2008), Çorum Çayı'ndan YK4 (2014), Tersakan Çayı'ndan YK6 (2009, 2010 ve 2014) ve Deresu'ndan YK7 (2008 ve 2015) üçüncü kalite su sınıfında,
- Yeşilirmak'tan YK1 (2008, 2009, 2010, 2011, 2012 ve 2014), YK8 (2008, 2010, 2011 ve 2013), YK9 (2008, 2009, 2010, 2011 ve 2013), YK10 (2009, 2010 ve 2014) ve YK11 (2010, 2011, 2013 ve 2014), Çekerek Irmağı'ndan YK3 (2010 ve 2011), Çorum Çayı'ndan YK4 (2009, 2012 ve 2013), Tersakan Çayı'ndan YK5 (tüm yıllarda) ve YK6 (2012) ve Deresu'ndan YK7 (2009, 2010, 2012 ve 2013) ikinci kalite su sınıfında,
- Ve geri kalan örnekler ise birinci kalite su sınıfında yer almaktadır.

3.4.3.1.11. Nitrit (NO₂⁻)

Kasım-Aralık 2019 yılında yüzey sularında yapılan NO₂⁻ analiz sonuçları 0,04-0,2 mg/L arasındadır. Maksimum değeri YK11 örnekte ve minimum değeri ise YK3 örnekte gözlenmiştir (Çizelge 3.18). Kıtaçi Su Kaynaklarının Sınıflarına göre YK3 üçüncü kalite su sınıfında ve YK10-YK11 ise dördüncü kalite su sınıfında yer almaktadır.

2008-2015 yılları arasında çalışma alanında yerüstü sularında yapılan nitrit analiz sonuçları ilk dönemde değerler 0,02-5,42 mg/L arasında değişiklik gösterir ve 0,61 mg/L ortalama değerine sahiptir; maksimum değeri 2015 yılında YK6 örnekte ve minimum değeri ise 2008 yılında YK2 örnekte (Ek Çizelge 1). Nitrit bakımından SKKY (2004)'e göre YK7-

YK8-YK9 (2008) üçüncü kalite su sınıfında ve kalan tüm örnekler ise dördüncü kalite su sınıfındadır.

İkinci dönemde 0,04-3,63 mg/L arasında değişir 0,61 mg/L ortalama değerine sahip; en yüksek değeri YK6 örnekte ve minimum değeri ise 2008 yılında YK2 örnekte (Ek Çizelge 2). SKKY (2004)'e göre YK8-YK9-YK10 (2008) üçüncü kalite su sınıfında ve kalan tüm örnekler ise dördüncü kalite su sınıfındadır.

Üçüncü dönemde 0-5,23 mg/L değerler arasında yer almakta. üçüncü dönemi 0,54 mg/L ortalama değerine sahip, maksimum değeri 2008 yılında YK6 örnekte ve en düşük değeri ise 2011 yılında YK5 örnekte (Ek Çizelge 3). SKKY (2004)'e göre YK5 (2011) birinci kalite su sınıfında, YK2-YK3 (2013 ve 2015) üçüncü kalite su sınıfında ve kalan tüm örnekler ise dördüncü kalite su sınıfındadır.

Dördüncü dönemde ise değerler 0-4,48 mg/L arasında ve 0,62 mg/L ortalama değerine sahiptir; en yüksek değeri 2013 yılında YK7 örnekte ve en düşük değeri ise 2009 yılında YK2 örnekte gözlenmiştir (Ek Çizelge 4). SKKY (2004)'e göre YK2 (2009) birinci kalite su sınıfında, YK3-YK5 (2009) ve YK4 (2013) üçüncü kalite su sınıfında ve kalan tüm örnekler ise dördüncü kalite su sınıfındadır.

3.4.3.1.12. Nitrat (NO₃⁻)

Yüzey sularında Kasım-Aralık 2019 yılındaki nitrat verileri 0,99-1,64 mg/L arasında ile 1,34 mg/L ortalama değerine sahip; en yüksek değeri YK11 örnekte ve en düşük ise YK3 örnekte gözlenmiştir (Çizelge 3.18). SKKY (2004)'e göre nitrat bakımından tüm sular birinci kalite su sınıfındadır.

2008-2015 yılları arasındaki analiz sonuçları birinci dönemde 2,07-33,70 mg/L arasında ve 11,48 mg/L ortalama değerine sahiptir; en yüksek değerleri ilk dönemde YK4 (2014) ve en düşük ise YK6 (2015) örneklerde görülmektedir (Ek Çizelge 1). Bu dönemdeki sular nitrat bakımından SKKY (2004)'e göre:

- Çorum Çayı'ndan YK4 (2008, 2011, 2012, 2014 ve 2015) 4. kalite su sınıfında,
- Yeşirmak'tan YK1 (2014), YK8 (2008, 2009, 2011, 2014 ve 2015), YK9 (2008, 2009, 2011, 2014 ve 2015), YK10 (2008, 2009, 2011, 2014 ve 2015) ve YK11 (2009, 2010, 2011, 2012, 2014 ve 2015), Çekerek Irmağı'ndan YK2-YK3 (tüm yıllarda), Çorum Çayı'ndan YK4 (2008, 2010 ve 2013), Tersakan Çayı'ndan YK5

(2009 ve 2011) ve YK6 (2010) ve Deresu'ndan YK7 (2008, 2009, 2010, 2011, 2013 ve 2014) 3. kalite su sınıfında,

- Yeşilirmak'tan YK1 (2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013 ve 2015), YK8 (2010, 2012 ve 2013), YK9 (2010 ve 2013), YK10 (2010, 2012 ve 2013) ve YK11 (2013), Çorum Çayı'ndan YK4 (2009), Tersakan Çayı'ndan YK5 (2008, 2010, 2013, 2014 ve 2015) ve YK6 (2008, 2009, 2011 ve 2013) ve Deresu'ndan YK7 (2012 ve 2015) 2. kalite su sınıfında,
- Ve geri kalan tüm sular ise 1. kalite su sınıfındadır.

İkinci dönemde 0,35-21,40 mg/L arasında ve 10,34 mg/L ortalama değerine sahiptir; en yüksek değeri YK4 (2012) ve en düşük değeri ise YK5 (2009) örneklerde gözlenmiştir (Ek Çizelge 2). Bu dönemdeki sular nitrat bakımından SKKY (2004)'e göre:

- Çorum Çayı'ndan YK4 (2012) 4. kalite su sınıfında,
- Yeşilirmak'tan YK1 (2015), YK8 (2008, 2009, 2010, 2014 ve 2015), YK9 (2008, 2009, 2010, 2011, 2014 ve 2015), YK10 (2008, 2009, 2010, 2011 ve 2015) ve YK11 (2008, 2009, 2010, 2012, 2013, 2014 ve 2015), Çekerek Irmağı'ndan YK2-YK3 (2014 hariç tüm yıllar), Çorum Çayı'ndan YK4 (2008, 2009, 2011, 2013, 2014 ve 2015), Tersakan Çayı'ndan YK5 (2010, 2013 ve 2015) ve YK6 (2013) ve Deresu'ndan YK7 (2008, 2009, 2010, 2012 ve 2013) 3. kalite su sınıfında,
- Yeşilirmak'tan YK1 (2008, 2009, 2011, 2012, 2013 ve 2014), YK8 (2011 ve 2012), YK9 (2012 ve 2013), YK10 (2012, 2013 ve 2014) ve YK11 (2011), Çekerek Irmağı'ndan YK2-YK3 (2014), Çorum Çayı'ndan YK4 (2010), Tersakan Çayı'ndan YK5 (2011) ve YK6 (2010, 2011 ve 2015) ve Deresu'ndan YK7 (2011 ve 2015) 2. kalite su sınıfında,
- Ve geri kalan tüm sular ise 1. kalite su sınıfındadır.

Üçüncü dönemde nitrat 0-24,90 mg/L arasında ve 9,27 mg/L ortalama değerine sahiptir; maksimum değeri YK4 (2014) ve minimum değeri ise YK6 (2012) örneklerde görülmüştür (Ek Çizelge 3). Bu dönemdeki sular nitrat bakımından SKKY (2004)'e göre:

- Çorum Çayı'ndan YK4 (2012 ve 2015) 4. kalite su sınıfında,
- Yeşilirmak'tan YK8 (2012), YK9 (2011, 2012 ve 2014), YK10 (2011 ve 2014) ve YK11 (2008, 2009, 2010, 2012, 2013, 2014 ve 2015), Çekerek Irmağı'ndan YK2 (2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013 ve 2014) ve YK3 (2009, 2010, 2012, 2013 ve

- 2014), Çorum Çayı'ndan YK4 (2009, 2010 ve 2011), Tersakan Çayı'ndan YK5 (2011 ve 2014) ve YK6 (2008) ve Deresu'ndan YK7 (2009) 3. kalite su sınıfında,
- Yeşilirmak'tan YK1 (2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013 ve 2014), YK8 (2008, 2010, 2011, 2013, 2014 ve 2015), YK9 (2008, 2009, 2010, 2013 ve 2015), YK10 (2008, 2009, 2010, 2012, 2013 ve 2015) ve YK11 (2010 ve 2011), Çekerek Irmağı'ndan YK2 (2015) ve YK3 (2008, 2011 ve 2015), Çorum Çayı'ndan YK4 (2013 ve 2014), Tersakan Çayı'ndan YK5 (2008) ve YK6 (2009, 2010 ve 2011) ve Deresu'ndan YK7 (2008, 2010, 2011, 2013 ve 2014) 2. kalite su sınıfında,
 - Ve geri kalan tüm sular ise 1. kalite su sınıfındadır.

Dördüncü dönemde ise 0,46-28,60 mg/L arasında ve 11,19 mg/L ortalama değerine sahiptir; maksimum değeri YK4 (2014) ve minimum değeri ise YK10 (2012) örneklerde görülmüştür (Ek Çizelge 4). Bu dönemdeki sular nitrat bakımından SKKY (2004)'e göre:

- Çorum Çayı'ndan YK4 (2008, 2012, 2014 ve 2015) 4. kalite su sınıfında,
- Yeşilirmak'tan YK1 (2008, 2009, 2010, 2011 ve 2014), YK8-YK9 (2008, 2009, 2010, 2011, 2012 ve 2014), YK10 (2008, 2009, 2010, 2011 ve 2014) ve YK11 (2008, 2011, 2012, 2014 ve 2015), Çekerek Irmağı'ndan YK2 (2008, 2009, 2010, 2011, 2012 ve 2014) ve YK3 (2010, 2011, 2012 ve 2014), Çorum Çayı'ndan YK4 (2010 ve 2011), Tersakan Çayı'ndan YK6 (2011) ve Deresu'ndan YK7 (2008, 2009, 2010, 2011, 2014) 3. kalite su sınıfında,
- Yeşilirmak'tan YK1 (2012 ve 2015), YK8-YK9-YK10 (2015) ve YK11 (2009 ve 2010), Çekerek Irmağı'ndan YK2 (2015) ve YK3 (2009 ve 2015) Tersakan Çayı'ndan YK5 (2008, 2009, 2010, 2011 ve 2014) ve YK6 (2014) ve Deresu'ndan YK7 (2012 ve 2015) 2. kalite su sınıfında,
- Ve geri kalan tüm sular ise 1. kalite su sınıfındadır.

3.4.3.1.13. Toplam Fosfor (PO_4^{3-})

İnceleme alanında Kasım-Aralık 2019 yılında yüzey sularında yapılan analiz sonuçlarına göre PO_4^{3-} konsantrasyonu 0,12-0,45 mg/L arasında yer alır (Çizelge 3.18). Kıtaiçi Su Kaynaklarının Sınıflarına göre fosfor bakımından YK3 ikinci kalite su sınıfında ve YK10-YK11 ise üçüncü kalite su sınıfında yer almaktadır.

İnceleme alanında 2008-2015 yılları arasında yüzey sularındaki toplam fosfor verileri ilk dönemde değerler 0,08-7,26 mg/L arasında ve 1,22 mg/L ortalama değerine sahiptir; Maksimum değeri YK6 (2014) ve minimum değeri ise YK3 (2009) noktalarda görülmüştür (Ek Çizelge 1). Bu dönemdeki sular fosfor bakımından SKKY (2004)'e göre:

- Yeşilırmak'tan YK1 (2008, 2009, 2010, 2014 ve 2015), YK8 (2008, 2009, 2012, 2014 ve 2015), YK9 (2008, 2009, 2012, 2014 ve 2015), YK10 (2008, 2009, 2010, 2012, 2014 ve 2015) ve YK11 (2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2014 ve 2015), Çekerek Irmağı'ndan YK2 (2008, 2009 ve 2015) ve YK3 (2011 ve 2014), Çorum Çayı'ndan YK4 (2008, 2010, 2011, 2012, 2014 ve 2015), Tersakan Çayı'ndan YK5 (2010, 2014 ve 2015) ve YK6 (2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013 ve 2014) ve Deresu'ndan YK7 (2008, 2009, 2010, 2012, 2014 ve 2015) 4. kalite su sınıfında,
- Yeşilırmak'tan YK1 (2011, 2012 ve 2013), YK8-YK9 (2010, 2011 ve 2013) ve YK10 (2011 ve 2013), Çekerek Irmağı'ndan YK2 (2010, 2011, 2013 ve 2014) ve YK3 (2008, 2010, 2012, 2013 ve 2015), Çorum Çayı'ndan YK4 (2009 ve 2013), Tersakan Çayı'ndan YK5 (2008, 2009, 2011, 2012 ve 2013) ve YK6 (2015) ve Deresu'ndan YK7 (2011 ve 2013) 3. kalite su sınıfında,
- Yeşilırmak'tan YK11 (2013) ve Çekerek Irmağı'ndan YK2 (2012) ve YK3 (2009) 2. kalite su sınıfındadır.

İkinci dönemde değerler 0,044-8,61 mg/L arasında ve 1,10 mg/L ortalama değerine sahiptir; Maksimum değeri YK6 (2014) ve minimum değeri ise YK2 (2015) noktalarda görülmüştür (Ek Çizelge 2). Bu dönemdeki sular fosfor bakımından SKKY (2004)'e göre:

- Yeşilırmak'tan YK1 (2008, 2013 ve 2014), YK8 (2008, 2010, 2012 ve 2014), YK9-YK10-YK11 (2008, 2010, 2012, 2013 ve 2014), Çekerek Irmağı'ndan YK2 (2010 ve 2013) ve YK3 (2009, 2012 ve 2013), Çorum Çayı'ndan YK4 (2008, 2009, 2011, 2012, 2013 ve 2014), Tersakan Çayı'ndan YK5 (2008, 2013 ve 2014) ve YK6 (2008, 2009, 2010, 2012, 2013, 2014 ve 2015) ve Deresu'ndan YK7 (2008, 2009, 2010, 2012, 2013 ve 2014) 4. kalite su sınıfında,
- Yeşilırmak'tan YK1 (2009, 2011, 2012 ve 2015), YK8 (2009, 2013 ve 2015), YK9-YK10-YK11 (2009 ve 2015), Çekerek Irmağı'ndan YK2 (2008, 2009 ve 2011) ve YK3 (2008, 2011, 2014 ve 2015), Çorum Çayı'ndan YK4 (2010 ve 2015), Tersakan Çayı'ndan YK5 (2009, 2010, 2011 ve 2012) ve YK6 (2011) ve Deresu'ndan YK7 (2015) 3. kalite su sınıfında,

- Yeşilirmak'tan YK8-YK9-YK10-YK11 (2011), Çekerek Irmağı'ndan YK2 (2012, 2014 ve 2015) ve YK3 (2010), Tersakan Çayı'ndan YK5 (2015) ve Deresu'ndan YK7 (2011) 2. kalite su sınıfındadır.

Üçüncü dönemde değerler 0,04-6,33 mg/L arasında ve 0,97 mg/L ortalama değerine sahiptir; Maksimum değeri YK6 (2012) ve minimum değeri ise YK2 (2015) noktalarda görülmüştür (Ek Çizelge 3). Bu dönemdeki sular fosfor bakımından SKKY (2004)'e göre:

- Yeşilirmak'tan YK1-YK9 (2008, 2009, 2013 ve 2014), YK8 (2008, 2010 ve 2013), YK10 (2008, 2009, 2010, 2012, 2013, 2014 ve 2015), YK11 (2008, 2009, 2010, 2012 ve 2013), Çekerek Irmağı'ndan YK2-YK3 (2009), Çorum Çayı'ndan YK4 (2008, 2009 ve 2012), Tersakan Çayı'ndan YK5 (2008, 2009 ve 2013) ve YK6 (2008, 2009, 2010, 2012, 2013, 2014 ve 2015) ve Deresu'ndan YK7 (2008, 2009, 2010, 2013 ve 2015) 4. kalite su sınıfında,
- Yeşilirmak'tan YK1 (2010, 2011, 2012 ve 2015), YK8 (2009, 2012, 2014 ve 2015), YK9 (2010, 2012 ve 2015) ve YK11 (2011, 2014 ve 2015), Çekerek Irmağı'ndan YK2 (2008, 2011 ve 2013) ve YK3 (2008, 2011, 2012 ve 2013), Çorum Çayı'ndan YK4 (2011, 2013, 2014 ve 2015), Tersakan Çayı'ndan YK5 (2010, 2011, 2012, 2014 ve 2015) ve Deresu'ndan YK7 (2011, 2012 ve 2014) 3. kalite su sınıfında,
- Yeşilirmak'tan YK8-YK9-YK10 (2011), Çekerek Irmağı'ndan YK2 (2010, 2012, 2014 ve 2015) ve YK3 (2010, 2014 ve 2015), Çorum Çayı'ndan YK4 (2010) ve Tersakan Çayı'ndan YK6 (2011) 2. kalite su sınıfındadır.

Dördüncü dönemde ise fosfor 0,06-8,69 mg/L ve 1,33 mg/L ortalama değerine sahiptir; Maksimum değeri YK9 (2012) ve minimum değeri ise YK2 (2011) noktalarda görülmektedir (Ek Çizelge 4). Bu dönemdeki sular fosfor bakımından SKKY (2004)'e göre:

- Yeşilirmak'tan YK1 (2008, 2009, 2010 ve 2011), YK8 (2008 ve 2014), YK9 (2008, 2009 ve 2012), YK10 (2008, 2009, 2010, 2012 ve 2015), YK11 (2008, 2010 ve 2014), Çekerek Irmağı'ndan YK2 (2008 ve 2010) ve YK3 (2008, 2010 ve 2014), Çorum Çayı'ndan YK4 (2008, 2010, 2011, 2012, 2014 ve 2015), Tersakan Çayı'ndan YK5 (2008, 2010 ve 2012) ve YK6 (2008, 2009, 2010, 2012, 2014 ve 2015) ve Deresu'ndan YK7 (2008, 2009, 2010 ve 2012) 4. kalite su sınıfında,
- Yeşilirmak'tan YK1 (2012, 2014 ve 2015), YK8 (2009, 2010, 2012 ve 2015), YK9 (2010 ve 2014), YK10 (2014), YK11 (2009, 2011 ve 2015), Çekerek Irmağı'ndan YK2 (2014) ve YK3 (2011, 2012 ve 2015), Çorum Çayı'ndan YK4 (2009),

Tersakan Çayı'ndan YK5 (2009, 2014 ve 2015) ve Deresu'ndan YK7 (2011, 2014 ve 2015) 3. kalite su sınıfında,

- Yeşilirmak'tan YK8-YK10 (2011), YK9 (2011 ve 2015) ve YK11 (2012), Çekerek Irmağı'ndan YK2 (2009, 2011, 2012 ve 2015) ve YK3 (2009) ve Tersakan Çayı'ndan YK6 (2011) 2. kalite su sınıfındadır.

3.4.3.1.14. Toplam Çözünmüş Madde Miktarı (TDS)

İnceleme alanında yüzey sularında 2019 yılında yapılan TDS ölçümleri 280-1013 mg/L arasında yer alır ve maksimum değeri YK6, minimum değeri ise YK3 örneklerde ölçülmüştür (Çizelge 3.18).

SKKY (2004)'e göre YK1, YK10, YK11 (Yeşilirmak) ve YK3 (Çekerek Irmağı) birinci kalite su sınıfında ve YK6 ise ikinci kalite su sınıfında bulunmaktadır.

3.4.3.1.15. Askıda Katı Madde (AKM)

Askıda katı madde, askıda (süspansiyonda) bulunan ve durgun şartlarda kendi ağırlıkları nedeni ile çökebilecek durumda olan katı maddeler için kullanılır. Yerçekimi etkisiyle sudan daha ağır olan katı maddeler çöker. Boyutları 10 nm ile 0,1 µm aralığında değişen katı maddelerin, 0,45 µm gözenek çapındaki filtreden geçemeyen kısmı askıda katı maddeleri oluşturmaktadır (Oğuz, 2015). Bir akarsudan alınan su örneğinde yüksek miktarda AKM'nin bulunması dibinde çamurların oluşmuş olması ve suyun içinde yeralan sucul yaşamının olumsuz yönde etkilendiğinin önemli bir işaretidir. Ayrıca AKM suda bulunan canlıların gelişmesine engel olmakla birlikte O₂ miktarını düşürmesi ve kötü kokuların oluşmasına neden olmaktadır (Özyurt vd, 2004).

İnceleme alanındaki yüzey sularında 2019 yılında alınan örneklerin AKM değerleri 24-135 mg/L arasında değişir; En yüksek ve en düşük değerleri sıra ile YK6 ve YK11 örneklerde ölçülmüştür (Çizelge 3.18).

3.4.3.1.16. Sodyum (Na⁺)

Amasya İli'ndeki yüzey sularında Kasım-Aralık 2019 yılında yapılan analiz sonuçlarına göre Na⁺ iyon konsantrasyonu 29-48,20 mg/L arasında değişim gösterir. Maksimum ve minimum değerleri sıra ile YK10 ve YK3 örneklerde ölçülmüştür (Çizelge 3.18).

SKKY (2004)'e göre sodyum bakımından tüm örnekler birinci kalite su sınıfında yer almaktadır.

3.4.3.2. Organik Parametreler

2019 yılında yüzey sularında organik parametreler grubunda yeralan toplam pestisit, yüzey aktif maddeler, kjedahl azotu, TOC (Toplam Organik Karbon), fenolik madde (uçucu), yağ ve gres analizleri ve KOİ-BOİ ölçümleri Çizelge 3.19'da verilmiştir.

Çizelge 3. 19. 2019 yılında yüzey suyuna ait organik parametrelerinin analiz sonuçları (mg/L)

Numara	KOİ	BOİ	TOC	Kjedahl Azotu	Yağ ve Gres	YAM	Fenolik Madde
YK1	1144	490	-	-	-	-	-
YK3	819	355	2,65	3,15	0,4	0,94	0,03
YK6	2420	975	-	-	-	-	-
YK10	850	395	0	1,23	3,6	0,29	0,24
YK11	764	330	3,83	4	19,2	1,41	0,1
Maksimum	2420	975	3,83	4	19,2	1,41	0,24
Minimum	764	330	0	1,23	0,4	0,29	0,03

*: Analizlerde Toplam pestisit tespit edilememiştir.

3.4.3.2.1. KOİ ve BOİ

Bu çalışma kapsamında 2019 yılında yüzey sularında yapılan KOİ-BOİ analiz sonuçları (Çizelge 3.19) ve 2008-2015 yılları arasında Amasya İli'nde gerçekleştirilmiş olan KOİ analiz sonuçları (Ek Çizelge 1, 2, 3 ve 4) değerlendirmeye çalışılmıştır.

2019 yılında KOİ analiz sonuçları 764-2420 mg/L arasında değişmektedir. En yüksek ve en düşük değerleri sıra ile YK6 ve YK11 örneklerde ölçülmüştür (Çizelge 3.19). Kıtaiçi Su Kaynaklarının Sınıflarına göre KOİ bakımından tüm sular 4. kalite su sınıfında yer almaktadır.

Aynı zamanda yapılan BOİ analizler ise 330-975 mg/L arasında değişir; en yüksek ve en düşük değerleri sıra ile yine YK6 ve YK11 örneklerde izlenmiştir (Çizelge 3.19). Kıtaiçi Su Kaynaklarının Sınıflarına göre BOİ bakımından da tüm sular 4. kalite su sınıfında yer almaktadır.

Ayrıca 2008-2015 yılları arası yapılan KOİ analizlere göre ilk dönemde değerler 0-127 mg/L arasında ve 17,92 mg/L ortalama değerine sahiptir. Bu dönemdeki sular fosfor bakımından SKKY (2004)'e göre:

- YK6 (2008) 4. kalite su sınıfında,
- YK6 (2015) 3. kalite su sınıfında, Yeşilirmak'tan YK10 (2010) ve YK11 (2008 ve 2015), Çekerek Irmağı'ndan YK2 (2009), Tersakan Çayı'ndan YK5 (2009) ve YK6 (2010) ve Deresu'ndan YK7 (2015) 2. kalite su sınıfında,
- Ve YK1 (2008, 2009, 2010, 2014 ve 2015), YK8-YK9-YK10 (2008, 2009, 2014 ve 2015) ve YK11 (2009, 2010 ve 2014), Çekerek Irmağı'ndan YK2 (2008, 2010, 2014 ve 2015) ve YK3 (2008, 2009, 2010, 2014 ve 2015), Çorum Çayı'ndan YK4 (2010, 2014 ve 2015), Tersakan Çayı'ndan YK5 (2008, 2010, 2014 ve 2015) ve YK6 (2009 ve 2014) ve Deresu'ndan YK7 (2008, 2009, 2010 ve 2014) 1. kalite su sınıfındadır.

İkinci dönemde KOİ değerler 0-131 mg/L arasında ve 17,41 mg/L ortalama değerine sahiptir. Bu dönemdeki sular fosfor bakımından SKKY (2004)'e göre:

- YK6-YK9 (2014) 4. kalite su sınıfında, YK8 (2014) 3. kalite su sınıfında, Yeşilirmak'tan YK1 (2014), Çekerek Irmağı'ndan YK2 (2010), Çorum Çayı'ndan YK4 (2010), Tersakan Çayı'ndan YK5 (2010) ve YK6 (2008 ve 2015) ve Deresu'ndan YK7 (2014) 2. kalite su sınıfında,
- Ve Yeşilirmak'tan YK1-YK8-YK9 (2008, 2009, 2010, 2013 ve 2015), YK10-YK11 (2008, 2009, 2010, 2013, 2014 ve 2015), Çekerek Irmağı'ndan YK2 (2008, 2009, 2013, 2014 ve 2015) ve YK3 (2008, 2009, 2010, 2013, 2014 ve 2015), Çorum Çayı'ndan YK4 (2008, 2009, 2013, 2014 ve 2015), Tersakan Çayı'ndan YK5

(2008, 2009, 2013, 2014 ve 2015) ve YK6 (2009, 2010 ve 2013) ve Deresu'ndan YK7 (2008, 2009, 2010, 2013 ve 2015) 1. kalite su sınıfındadır.

Üçüncü dönemde KOİ değerler 0,53-86,50 mg/L arasında ve 15,02 mg/L ortalama değerine sahiptir. Bu dönemdeki sular fosfor bakımından SKKY (2004)'e göre:

- YK6 (2015) 4. kalite su sınıfında, YK6 (2014) 3. kalite su sınıfında, Tersakan Çayı'ndan YK5 (2009) ve YK6 (2008, 2009 ve 2013) 2. kalite su sınıfında,
- Ve Yeşilırmak'tan YK1-YK8-YK9-YK10-YK11 (2008, 2009, 2013, 2014 ve 2015), Çekerek Irmağı'ndan YK2-YK3 (2008, 2009, 2013, 2014 ve 2015), Çorum Çayı'ndan YK4 (2008, 2009, 2013, 2014 ve 2015), Tersakan Çayı'ndan YK5 (2008, 2013, 2014 ve 2015) ve Deresu'ndan YK7 (2008, 2009, 2013, 2014 ve 2015) 1. kalite su sınıfındadır.

Dördüncü dönemde ise KOİ 1,21-900 mg/L ve 55,72 mg/L ortalama değerine sahiptir. Bu dönemdeki sular fosfor bakımından SKKY (2004)'e göre:

- YK4 (2013), YK6 (2008, 2009, 2013, 2014 ve 2015) ve YK8 (2014) 4. kalite su sınıfında, Yeşilırmak'tan YK1-YK11 (2015) ve YK10 (2009 ve 2013), Çorum Çayı'ndan YK4 (2009 ve 2014), Tersakan Çayı'ndan YK5 (2014) ve Deresu'ndan YK7 (2008 ve 2009) 2. kalite su sınıfında,
- Ve Yeşilırmak'tan YK1-YK11 (2008, 2009, 2013 ve 2014), YK8 (2008, 2009, 2013 ve 2015), YK9 (2008, 2009, 2013, 2014 ve 2015) ve YK10 (2008, 2014 ve 2015), Çekerek Irmağı'ndan YK2-YK3 (2008, 2009, 2013, 2014 ve 2015), Çorum Çayı'ndan YK4 (2008 ve 2015), Tersakan Çayı'ndan YK5 (2008, 2009, 2013 ve 2015) ve Deresu'ndan YK7 (2013, 2014 ve 2015) 1. kalite su sınıfındadır.

3.4.3.2.2. Toplam Organik Karbon (TOC)

Çalışma alanında Kasım-Aralık 2019 yılında yeralan yüzey sularında değerler 0-3,83 mg/L ve 2,16 mg/L ortalama değerine sahip olmaktadır. Maksimum değeri YK11 örnek noktasında ve minimum değeri ise YK10 örnek noktasında gözlenmişlerdir (Çizelge 3.19). SKKY (2004)'e göre TOC bakımından tüm sular 1. kalite su sınıfında yer almaktadır.

3.4.3.2.3. Kjedadhl Azotu

Çalışma alanında 2019 yılında yapılan kjedadhl azotu analiz sonuçları yüzey sularından elde edilen Kjedadhl analiz sonuçları 1,23-4,00 mg/L arasındadır ve 2,79 mg/L ortalama değerine sahiptir. En yüksek değeri YK11 örnekte ve en düşük ise YK11 örnekte görülmektedir (Çizelge 3.19). SKKY (2004)'e göre kjedadhl azotu bakımından YK3 ve YK11 sular 4. kalite su sınıfında ve YK10 ise 2. kalite su sınıfında yer almaktadır.

3.4.3.2.4. Yağ ve Gres

2019 yılında inceleme alanındaki yüzey sularında yapılan yağ ve gres analiz sonuçları 0,4-19,20 mg/L arasındadır, ortalama değeri ise 7,7 mg/L olarak hesaplanmıştır. En yüksek değeri YK11 örnekte ve en düşük ise YK3 örnekte gözlenmiştir (Çizelge 3.19). SKKY (2004)'e göre yağ ve gres bakımından YK11 4. kalite su sınıfında, YK10 3. kalite su sınıfında ve YK3 ise 1. kalite su sınıfında yer almaktadır.

3.4.3.2.5. Yüzey Aktif Maddeler (YAM)

İnceleme alanında 2019 yılında yüzey sularında yapılan sürfektanlar metilen mavisi ile reaksiyon veren YAM değerleri 0,29-1,41 mg/L arasında değişiklik gösterir ve 0,88 mg/L ortalama değerine sahiptir. Maksimum değeri YK11 örnekte ve minimum ise YK10 örnekte görülmektedir (Çizelge 3.19). SKKY (2004)'e göre YAM bakımından YK11 4. kalite su sınıfında ve YK3-YK10 sular ise 3. kalite su sınıfında yer almaktadır.

3.4.3.2.6. Fenolik Madde (Uçucu)

2019 yılında inceleme alanındaki yüzey sularında yapılan fenolik maddeler analiz sonuçları 0,03-0,24 mg/L arasındadır, ortalama değeri ise 0,13 mg/L olarak hesaplanmıştır. En yüksek değeri YK10 örnekte ve en düşük ise YK3 örnekte gözlenmiştir (Çizelge 3.19). SKKY (2004)'e göre kjedadhl azotu bakımından YK10 sular 4. kalite su sınıfında ve YK3-YK11 ise 3. kalite su sınıfında yer almaktadır.

3.4.3.2.7. Toplam Pestisid

2019 yılında inceleme alanındaki yüzey sularında yapılan analizlerde pestisid tespit edilmemiştir (Çizelge 3.19).

3.4.3.3. İnorganik Kirlenme Parametreleri

Bu bölümde yüzey sularında Kitaiçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri'nde verilen yeralan inorganik parametreleri analiz edilmiştir. Bu parametrelerden civa, kadmiyum, kurşun, krom, kobalt, siyanür ve selenyum parametreleri yüzey sularında tespit edilmemiştir. Analizlerde tespit edilen parameteler ise Çizelge 3.20'de verilmiştir.

Çizelge 3. 20. 2019 yılında yüzey suyu örneklerine ait inorganik kirlenme parametreleri

Numara	As	Cu	Ni	Zn	F	Aktif Klor	Fe	Mn	B	Ba	Al
YK10	0,011	0	0,003	0,002	0,2	0,119	0,068	0,028	0,204	0,063	0,05
YK11	0,008	0	0,003	0,003	0,17	0,103	0,245	0,053	0,184	0,065	0,147
YK3	0,004	0,002	0,003	0	0,18	0,081	0,163	0,027	0,124	0,05	0,115
Maksimum	0,011	0,002	0,003	0,003	0,2	0,119	0,245	0,053	0,204	0,065	0,147
Minimum	0,004	0	0,003	0	0,17	0,081	0,068	0,027	0,124	0,05	0,05

*: Hg, Cd, Pb, Cr, Co, SN ve Se parametreleri analizlerde tespit edilmemiştir.

3.4.3.3.1. Arsenik (As)

İnceleme alanında 2019 yılındaki verilere göre yüzey sularında As konsantrasyonu 0,004-0,011 mg/L arasında değişmektedir (Çizelge 3.20). SKKY (2004)'e göre arsenik bakımından tüm sular 1. kalite su sınıfında yer almaktadır.

3.4.3.3.2. Bakır (Cu^{2+})

İnceleme alanında 2019 Kasım-Aralık aylarında yapılan bakır iyonu yüzey sularında değerler 0-0,002 mg/L arasında değişmekte ve 0,001 mg/L ortalama değerine sahip olmaktadır. Yüzey sularında maksimum değeri YK3 örnekte; geri kalan örneklerde ise tespit edilmemiştir (Çizelge 3.20). Kıtaiçi Su Kaynaklarının Sınıflarına göre bakır bakımından tüm sular 1. kalite su sınıfında yer almaktadır.

Ayrıca 2008-2015 yılları arasında yüzey sularında yapılan bakır iyonu analiz sonuçlarına göre değerler birinci dönemde 0,02-2,52 mg/L arasında ve 0,28 mg/L ortalama değerine sahiptir (Ek Çizelge 1). Bu dönemdeki sular bakır bakımından SKKY (2004)'e göre:

- Yeşilirmak'tan YK1 (2011 ve 2014), YK8-YK10 (2009, 2010 ve 2011), YK9 (2009, 2010, 2011, 2012 ve 2013) ve YK11 (2008, 2009, 2010, 2011 ve 2013), Çekerek Irmağı'ndan YK2-YK3 (2009, 2010 ve 2011), Çorum Çayı'nda YK4 (2010), Tersakan Çayı'ndan YK5 (2010) ve YK6 (2008, 2009, 2011 ve 2012) ve Deresu'ndan YK7 (2009, 2011 ve 2013) 4. kalite su sınıfında,
- Ve Yeşilirmak'tan YK1 (2008, 2009, 2010, 2012, 2013 ve 2015), YK8 (2008, 2012, 2013, 2014 ve 2015), YK9 (2008, 2014 ve 2015), YK10 (2008, 2012, 2013, 2014 ve 2015) ve YK11 (2012, 2014 ve 2015), Çekerek Irmağı'ndan YK2 (2008, 2012, 2013, 2014 ve 2015) ve YK3 (2008, 2012, 2013, 2014 ve 2015), Çorum Çayı'ndan YK4 (2008, 2009, 2011, 2012, 2013, 2014 ve 2015), Tersakan Çayı'ndan YK5 (2008, 2009, 2011, 2012, 2013, 2014 ve 2015) ve YK6 (2010, 2013, 2014 ve 2015) ve Deresu'ndan YK7 (2008, 2010, 2012, 2014 ve 2015) 3. kalite su sınıfındadır.

İkinci dönemde değerler 0-2 mg/L arasında ve 0,19 mg/L ortalama değerine sahiptir (Ek Çizelge 2). Bu dönemdeki sular bakır bakımından SKKY (2004)'e göre:

- Yeşilirmak'tan YK8 (2009, 2010 ve 2011), YK9 (2010 ve 2012), YK10 (2010) ve YK11 (2010 ve 2011), Çekerek Irmağı'ndan YK2-YK3 (2010), Tersakan Çayı'ndan YK5 (2008 ve 2011) ve YK6 (2010, 2011 ve 2014) ve Deresu'ndan YK7 (2009, 2010 ve 2011) 4. kalite su sınıfında,
- Yeşilirmak'tan YK1 (2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013 ve 2015), YK8 (2008, 2011, 2012, 2013 ve 2015), YK9 (2008, 2009, 2011, 2013 ve 2015), YK10 (2008, 2009, 2011, 2012, 2013, 2014 ve 2015) ve YK11 (2008, 2009, 2012, 2013, 2014 ve 2015)

2015), Çekerek Irmağı'ndan YK2 (2008, 2009, 2011, 2012, 2013, 2014 ve 2015) ve YK3 (2008, 2009, 2011, 2012, 2013, ve 2015), Çorum Çayı'ndan YK4 (tüm yıllarda), Tersakan Çayı'ndan YK5 (2009, 2010, 2012, 2013, 2014 ve 2015) ve YK6 (2008, 2009, 2012, 2013 ve 2015) ve Deresu'ndan YK7 (2008, 2012, 2013, 2014 ve 2015) 3. kalite su sınıfında,

- Ve YK1-YK3-YK9 (2014) 1. kalite su sınıfındadır.

Üçüncü dönemde 0,02-6,26 mg/L arasında ve 0,37 mg/L ortalama değerine sahiptir (Ek Çizelge 3). Bu dönemdeki sular bakır bakımından SKKY (2004)'e göre:

- Yeşilirmak'tan YK1-YK8-YK10 (2014), YK9 (2009 ve 2014) ve YK11 (2010), Çekerek Irmağı'ndan YK2-YK3 (2009), Çorum Çayı'nda YK4 (2009), Tersakan Çayı'ndan YK5 (2009, 2011 ve 2014) ve YK6 (2010, 2012, 2014 ve 2015) ve Deresu'ndan YK7 (2011 ve 2014) 4. kalite su sınıfında,
- Ve Yeşilirmak'tan YK1-YK8-YK10 (2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013 ve 2015), YK9 (2008, 2010, 2011, 2012, 2013 ve 2015) ve YK11 (2008, 2009, 2011, 2012, 2013, 2014 ve 2015), Çekerek Irmağı'ndan YK2-YK3 (2008, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014 ve 2015), Çorum Çayı'ndan YK4 (2008, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014 ve 2015), Tersakan Çayı'ndan YK5 (2008, 2010, 2012, 2013 ve 2015) ve YK6 (2008, 2009, 2011 ve 2013) ve Deresu'ndan YK7 (2008, 2009, 2010, 2012, 2013 ve 2015) 3. kalite su sınıfındadır.

Dördüncü dönemde ise 0-1,67 mg/L arasında değişim gösterir ve 0,16 mg/L ortalama değerine sahiptir (Ek Çizelge 4). Bu dönemdeki sular bakır bakımından SKKY (2004)'e göre:

- Yeşilirmak'tan YK8 (2010), YK9 (2009 ve 2010) ve YK10 (2009, 2011 ve 2013), Tersakan Çayı'ndan YK6 (tüm yıllarda) ve Deresu'ndan YK7 (2009) 4. kalite su sınıfında,
- Yeşilirmak'tan YK1 (tüm yıllarda), YK8 (2008, 2009, 2011, 2012, 2013, 2014 ve 2015), YK9 (2008, 2011, 2012, 2013, 2014 ve 2015), YK10 (2008, 2010, 2012, 2014 ve 2015) ve YK11 (tüm yıllarda), Çekerek Irmağı'ndan YK2 (2008, 2009, 2010, 2012, 2013, 2014 ve 2015) ve YK3 (tüm yıllarda), Çorum Çayı'ndan YK4 (tüm yıllarda), Tersakan Çayı'ndan YK5 (tüm yıllarda) ve Deresu'ndan YK7 (2008, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014 ve 2015) 3. kalite su sınıfındadır,
- Ve YK2 (2011) 1. kalite su sınıfında yer almaktadır.

3.4.3.3.3. Nikel (Ni)

İnceleme alanında Kasım-Aralık 2019 yılında yüzey sularında yapılan nikel iyonu analiz sonuçları bütün noktalarda 0,003 mg/L bulunmuştur (Çizelge 3.20). Nikel bakımından SKKY (2004)'e göre tüm sular 2. kalite su sınıfında yer almaktadır.

3.4.3.3.4. Çinko (Zn)

Bol miktarda bulunan çinko yeryüzü kabuğunun %0,004'ünü oluşturmaktadır. Çinkonun en çok bulunan minerali sfalerit (ZnS)'tir. Bununla beraber sfalerit bileşiği kurşun, bakır, kadmiyum ve demir sülfürlerle beraber bulunur. Adsorpsiyon yoluyla elde edilen çözünmüş çinkonun miktarı düşüktür. Ayrıca doğal sularda çinko az bulunur ve musluk suyunda çinko miktarı genel olarak 0,01-1 mg/L arasında değişiklik gösterir (Güler ve Çobanoğlu, 1997).

Çalışma alanında Kasım-Aralık 2019 yılında yapılan çinko analizler yüzey sularında 0-0,003 mg/L arasında değişmektedir (Çizelge 3.20). SKKY (2004)'e göre çinko bakımından tüm sular 1. kalite su sınıfında yer almaktadır.

2008-2015 yılları arasında yüzey sularında yapılan analiz sonuçlarına göre birinci dönemde değerler 0-1,13 mg/L arasında (Ek çizelge 1). Bu dönemdeki sular bakır bakımından SKKY (2004)'e göre:

- Yeşilirmak'tan YK11 (2015) 3. kalite su sınıfında,
- Yeşilirmak'tan YK1 (2013), YK8 (2008), YK9-YK10-YK11 (2008 ve 2013), Çekerek Irmağı'ndan YK2 (2009, 2010 ve 2013) ve YK3 (2008, 2009, 2013 ve 2015), Çorum Çayı'ndan YK4 (2010), Tersakan Çayı'ndan YK6 (2008 ve 2015) ve Deresu'ndan YK7 (2008 ve 2014) 2. kalite su sınıfında,
- Yeşilirmak'tan YK1 (2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2014 ve 2015), YK8 (2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014 ve 2015), YK9-YK10 (2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014 ve 2015) YK11 (2009, 2010, 2011, 2012 ve 2014), Çekerek Irmağı'ndan YK2 (2008, 2011, 2012, 2014 ve 2015) ve YK3 (2010, 2011, 2012 ve 2014), Çorum Çayı'ndan YK4 (2008, 2009, 2011, 2012, 2013, 2014 ve 2015),

Tersakan Çayı'ndan YK5 (tüm yıllarda) ve YK6 (2009, 2010, 2011, 2012, 2013) ve Deresu'ndan YK7 (2008, 2010, 2011, 2012, 2013 ve 2015) 1. kalite su sınıfında yer almaktadır.

İkinci dönemde 0-0,76 mg/L arasında (Ek çizelge 2). Bu dönemdeki sular bakır bakımından SKKY (2004)'e göre:

- YK8 (2014 ve 2015) ve YK9 (2014) 3. kalite su sınıfında,
- Yeşilirmak'tan YK1-YK9-YK10-YK11 (2015) ve YK8 (2013), Çekerek Irmağı'ndan YK2 (2010, 2013 ve 2015) ve YK3 (2010), Çorum Çayı'ndan YK4 (2009, 2013 ve 2015), Tersakan Çayı'ndan YK5-YK6 (2015) ve Deresu'ndan YK7 (2015) 2. kalite su sınıfında,
- Yeşilirmak'tan YK1-YK10-YK11 (2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013 ve 2014), YK8 (2008, 2009, 2010, 2011 ve 2012) ve YK9 (2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013), Çekerek Irmağı'ndan YK2 (2008, 2009, 2011, 2012 ve 2014) ve YK3 (2008, 2009, 2011, 2012, 2013, 2014 ve 2015), Çorum Çayı'ndan YK4 (2008, 2010, 2011, 2012 ve 2014), Tersakan Çayı'ndan YK5-YK6 (2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013 ve 2014) ve Deresu'ndan YK7 (2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013 ve 2014) 1. kalite su sınıfında yer almaktadır.

Üçüncü dönemde 0-1,20 mg/L arasında (Ek çizelge 3). Bu dönemdeki sular bakır bakımından SKKY (2004)'e göre:

- YK6-YK8 (2014) 3. kalite su sınıfında, Yeşilirmak'tan YK1 (2015) ve YK11 (2009 ve 2015), Çekerek Irmağı'ndan YK2 (2009 ve 2015) ve YK3 (2009), Çorum Çayı'ndan YK4 (2015), Tersakan Çayı'ndan YK6 (2015) ve Deresu'ndan YK7 (2015) 2. kalite su sınıfında,
- Yeşilirmak'tan YK1 (2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013 ve 2014), YK8 (2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013 ve 2015), YK9-YK10 (tüm yıllarda) ve YK11 (2008, 2010, 2011, 2012, 2013 ve 2014), Çekerek Irmağı'ndan YK2 (2008, 2010, 2011, 2012, 2013 ve 2014) ve YK3 (2008, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014 ve 2015), Çorum Çayı'ndan YK4 (2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013 ve 2014), Tersakan Çayı'ndan YK5 (tüm yıllarda) ve YK6 (2008, 2009, 2010, 2011, 2012 ve 2013) ve Deresu'ndan YK7 (2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013 ve 2014) 1. kalite su sınıfında yer almaktadır.

Dördüncü dönemde ise değerler 0-082 mg/L arasında değişmektedir (Ek çizelge 4).

Bu dönemdeki sular bakır bakımından SKKY (2004)'e göre:

- YK6 (2014) 3. kalite su sınıfında, Yeşilırmak'tan YK1-YK9-YK10-YK11 (2015) ve YK8 (2013), Çekerek Irmağı'ndan YK3 (2014), Çorum Çayı'ndan YK4 (2015), Tersakan Çayı'ndan YK6 (2008, 2010, 2012 ve 2013) ve Deresu'ndan YK7 (2013, 2014 ve 2015) 2. kalite su sınıfında,
- Yeşilırmak'tan YK1-YK9-YK10-YK11 (2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013 ve 2014) ve YK8 (2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2014 ve 2015), Çekerek Irmağı'ndan YK2 (2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014 ve 2015) ve YK3 (2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013 ve 2015), Çorum Çayı'ndan YK4 (2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013 ve 2014), Tersakan Çayı'ndan YK5 (2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014 ve 2015) ve YK6 (2009, 2011 ve 2015) ve Deresu'ndan YK7 (2008, 2009, 2010, 2011 ve 2012) 1. kalite su sınıfında yer almaktadır.

3.4.3.3.5. Flüor (F)

Çalışma alanında Kasım-Aralık 2019 yılında yüzey sularında yapılan flüor analiz sonuçları 0,170-0,200 mg/L arasında değişir. Maksimum değeri YK10 örnek noktasında ve minimum değeri ise YK11 örnek noktasında gözlenmiştir (Çizelge 3.20). Flüor bakımından SKKY (2004)'e göre tüm sular 1. kalite su sınıfında yer almaktadır.

3.4.3.3.6. Aktif Klor

İnceleme alanında yüzey sularında aktif klor analizi yapılmıştır. Analizlere göre aktif klor 0,081-0,119 mg/L ve 0,101 mg/L ortalama değerine sahiptir; maksimum değeri YK10 örnekte ve minimum değeri ise YK3 örnekte görülmektedir (Çizelge 3.20). Aktif klor bakımından SKKY (2004)'e göre tüm sular 4. kalite su sınıfında yer almaktadır.

3.4.3.3.7. Demir (Fe)

Çalışma alanında Kasım-Aralık 2019 yılında yüzey sularından alınan örnekleri üzerinde demir iyonu analizi yapılmıştır. Sonuçlara göre demir 0,068-0,245 mg/L arasında değişmektedir; En yüksek değeri YK11 örnekte ve en düşük değeri ise YK10 örnekte gözlenmiştir (Çizelge 3.20).

Demir bakımından Kıtaici Su Kaynaklarının Sınıflarına göre tüm sular 1. kalite su sınıfında yer almaktadır.

2008-2015 yılları arasında yüzeysel sularında yapılan demir iyonu sonuçlarına göre birinci dönemde 0,06-3 mg/L arasında değişiklik gösterir ve 0,35 mg/L ortalama değerine sahiptir (Ek Çizelge 1). Bu dönemdeki sular bakır bakımından SKKY (2004)'e göre:

- YK2 (2009 ve 2010), YK3 (2009), YK6 (2008) ve YK11 (2008) 3. kalite su sınıfında, Yeşilirmak'tan YK1 (2013), YK8-YK10 (2009, 2010 ve 2011), YK9 (2008, 2009, 2010 ve 2013) ve YK11 (2009, 2010 ve 2013), Çekerek Irmağı'ndan YK2 (2011), Çorum Çayı'ndan YK4 (2010), Tersakan Çayı'ndan YK5 (2009 ve 2010) ve YK6 (2009, 2011, 2012 ve 2014) ve Deresu'ndan YK7 (2009 ve 2013) 2. kalite su sınıfında,
- Yeşilirmak'tan YK1 (2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2014 ve 2015), YK8 (2008, 2012, 2013, 2014 ve 2015), YK9-YK11 (2011, 2012, 2014 ve 2015) ve YK10 (2008, 2012, 2014 ve 2015), Çekerek Irmağı'ndan YK2 (2008, 2012, 2013, 2014 ve 2015) ve YK3 (2008, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014 ve 2015), Çorum Çayı'ndan YK4 (2008, 2009, 2011, 2012, 2013, 2014 ve 2015), Tersakan Çayı'ndan YK5 (2008, 2011, 2012, 2013, 2014 ve 2015) ve YK6 (2010, 2013 ve 2015) ve Deresu'ndan YK7 (2008, 2010, 2011, 2012, 2014 ve 2015) 1. kalite su sınıfında yer almaktadır.

İkinci dönemde 0,06-3,43 mg/L arasında değişir ve 0,3 mg/L ortalama değerine sahiptir (Ek Çizelge 2). Bu dönemdeki sular bakır bakımından SKKY (2004)'e göre:

- YK2-YK3 (2010) ve YK8 (2014) 3. kalite su sınıfında, Yeşilirmak'tan YK8 (2009, 2010 ve 2013), YK9 (2010, 2012 ve 2014) ve YK10-YK11 (2010), Çekerek Irmağı'ndan YK2 (2013), Çorum Çayı'ndan YK4 (2009), Tersakan Çayı'ndan YK5 (2008, 2009, 2010 ve 2012) ve YK6 (2008, 2009, 2010, 2012 ve 2014) ve Deresu'ndan YK7 (2009 ve 2010) 2. kalite su sınıfında,

- Yeşilirmak'tan YK1 (tüm yıllarda), YK8 (2008, 2011, 2012 ve 2015), YK9 (2008, 2009, 2011, 2013 ve 2015), YK10 (2008, 2009, 2011, 2012, 2013, 2014 ve 2015) ve YK11 (2008, 2009, 2011, 2012, 2013, 2014 ve 2015), Çekerek Irmağı'ndan YK2 (2008, 2009, 2011, 2012, 2014 ve 2015) ve YK3 (2008, 2009, 2011, 2012, 2013, 2014 ve 2015), Çorum Çayı'ndan YK4 (2008, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014 ve 2015), Tersakan Çayı'ndan YK5 (2011, 2013, 2014 ve 2015) ve YK6 (2011, 2013 ve 2015) ve Deresu'ndan YK7 (2008, 2011, 2012, 2013, 2014 ve 2015) 1. kalite su sınıfında yer almaktadır.

Üçüncü dönemde 0-1,27 mg/L arasında değişiklik gösterir ve 0,2 mg/L ortalama değerine sahiptir (Ek Çizelge 3). Bu dönemdeki sular bakır bakımından SKKY (2004)'e göre:

- YK2-YK3-YK4 (2009) ve YK8 (2014) 3. kalite su sınıfında, YK5 (2009), YK6 (2009, 2010, 2012, 2014 ve 2015), YK9 (2009) ve YK10 (2008) 2. kalite su sınıfında,
- Yeşilirmak'tan YK1-YK11 (tüm yıllarda), YK8 (2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013 ve 2015), YK9 (2008, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014 ve 2015) ve YK10 (2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014 ve 2015), Çekerek Irmağı'ndan YK2-YK3 (2008, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014 ve 2015), Çorum Çayı'ndan YK4 (2008, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014 ve 2015), Tersakan Çayı'ndan YK5 (2008, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014 ve 2015) ve YK6 (2008, 2011 ve 2013) ve Deresu'ndan YK7 (tüm yıllarda) 1. kalite su sınıfında yer almaktadır.

Dördüncü dönemde 0,04-2,07 mg/L arasında değişir ve 0,28 mg/L ortalama değerine sahiptir (Ek Çizelge 4). Bu dönemdeki sular bakır bakımından SKKY (2004)'e göre:

- YK6 (2008, 2009, 2010 ve 2014) 3. kalite su sınıfında, Yeşilirmak'tan YK1 (2009), YK8-YK9 (2009 ve 2010) ve YK10 (2009 ve 2011), Çekerek Irmağı'ndan YK3 (2008), Çorum Çayı'ndan YK4 (2013), Tersakan Çayı'ndan YK5 (2009) ve YK6 (2011, 2012, 2013 ve 2015) ve Deresu'ndan YK7 (2009) 2. kalite su sınıfında,
- Yeşilirmak'tan YK1 (2008, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014 ve 2015), YK8-YK9 (2008, 2011, 2012, 2013, 2014 ve 2015), YK10 (2008, 2010, 2012, 2013, 2014 ve 2015) ve YK11 (tüm yıllarda), Çekerek Irmağı'ndan YK2 (tüm yıllarda) ve YK3 (2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014 ve 2015), Çorum Çayı'ndan YK4 (2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2014 ve 2015), Tersakan Çayı'ndan YK5 (2008, 2010,

2011, 2012, 2013, ve 2015) ve Deresu'ndan YK7 (2008, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014 ve 2015) 1. kalite su sınıfında yer almaktadır.

3.4.3.3.8. Mangan (Mn)

Çalışma alanında 2019 yılındaki mangan analiz sonuçlarına göre yüzey sularında değerler 0,027-0,053 mg/L arasında değişir. Maksimum değeri YK11 örnekte ve minimum değeri YK3 örnekte gözlenmiştir (Çizelge 3.20). Mangan bakımından SKKY (2004)'e göre tüm sular 1. kalite su sınıfında yer almaktadır.

3.4.3.3.9. Bor (B)

İnceleme alanında yüzey sularında Kasım-Aralık 2019 yılında 0,124-0,204 mg/L arasında değişir; Maksimum değeri YK10 örnekte ve minimum değeri ise YK3 örnekte görülmüştür (Çizelge 3.20). Bor bakımından SKKY (2004)'e göre tüm sular 1. kalite su sınıfında yer almaktadır.

3.4.3.3.10. Baryum (Ba)

İnceleme alanında 2019 yılında yapılan analizlere göre yüzey sularında 0,050-0,065 mg/L arasında değişmektedir (Çizelge 3.20). Baryum bakımından SKKY (2004)'e göre tüm sular 1. kalite su sınıfında yer almaktadır.

3.4.3.3.11. Alüminyum (Al)

Çalışma alanında Kasım-Aralık 2019 yılında yüzey sularında elde edilen sonuçlar 0,050-0,147 mg/L arasında değişmektedir. En yüksek değeri YK11 örnekte ve en düşük değeri ise YK10 örnekte gözlenmiştir (Çizelge 3.20). Alüminyum bakımından SKKY (2004)'e göre tüm sular 1. kalite su sınıfında yer almaktadır.

3.4.3.4. Yüzey Sularının Bakteriyolojik Parametreleri

Yüzey sularında Fekal koliform baktesi ve koliform bakteri gibi bakteriyolojik parametreler analiz edilmiştir (Çizelge 3.21).

Çizelge 3. 21. 2019 yılındaki yüzey suyunun bakteriyolojik parametrelerinin analiz sonuçları

Numara	Fekal Koliform Bakteri (kob/100mL)	Koliform Bakteri (kob/100 mL)	22 °C'de Toplam Jerm Sayımı (kob/mL)
YK1	-	-	-
YK3	850	1700	4000
YK6	-	-	-
YK10	10000	14000	42000
YK11	9300	14800	3000
Maksimum	10000	14800	42000
Minimum	850	1700	3000

3.4.3.4.1. Fekal Koliform Bakteri (kob/100 mL)

2019 yılında yüzey sularında yapılan fekal koliform bakteri analizi değerler 850-10000 kob/100 mL arasındadır; maksimum değeri YK10 örnekte ve minimum ise YK3 örnekte görülmektedir (Çizelge 3.21). Alüminyum bakımından SKKY (2004)'e göre tüm sular 3. kalite su sınıfında yer almaktadır.

3.4.3.4.2. Toplam Koliform Bakteri (kob/100 mL)

İnceleme alanında 2019 yılında yapılan toplam koliform bakteri analizi yüzey sularında değerler 1700-14800 kob/100 mL arasındadır (Çizelge 3.21). Alüminyum bakımından SKKY (2004)'e göre tüm sular 2. kalite su sınıfında yer almaktadır.

3.4.3.4.3. 22 °C'de Toplam Jerm Sayımı (kob/mL)

2019 yılında yapılan toplam jerm sayımı analizi yüzey sularında değerler 3000-42000 kob/ML arasındadır (Çizelge 3.21). Suların toplam jerm sayımının TSE 266 tarafından içme

ve kullanma suyu için kabul edilen maksimum miktarı 20 kob/100 mL olarak belirlenmiş. 2019 yılında yüzey sularındaki sonuçlara göre tüm örneklerde limit değeri aşılmıştır.

3.5. Yüzey ve Yeraltısularının Su Kalite İndeksleri (WQI)

İnceleme alanındaki su kalite indeksleri Kanada Su Kalite Endeksi yöntemi ile hem yeraltı hem de yüzey suları için TS 266 standardı dikkate alınarak hesaplanmıştır. Bilindiği gibi yüzey suları sınıflamalarında ve kalite değerlendirmelerinde SKKY, Kıtaiçi Yüzeysel Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri'ne göre 4 farklı su sınıfı için kriterler verilmiştir. Bu kriterlere göre yüzey suları için su sınıfı belirlenebilmektedir. Ancak dört farklı su sınıfı için su kalite indeksi hesaplamak çok anlamlı olmayacaktır. Bu sebeptendir ki yüzey sularının kalitesinin belirlendiği birçok çalışmada da (Dede vd, 2013; Dede ve Sezer, 2017; Alver ve Baştürk, 2019) TS 266 içme suyu standardı kullanılmıştır. Bu çalışmada da su kalite indeksi hesaplamalarında yüzey suları kalite indeksi hesaplamalarında yeraltısuları için önerilen sınır değerler kriter olarak kullanılmıştır.

Hesaplanan CWQI'leri 0 ile 100 değerleri arasında değişmektedir. Çizelge 3.22'de CWQI değerlerine göre suların kalite durumu sunulmaktadır.

Çizelge 3. 22. Kanada Su Kalite İndeksi Metoduna göre WQI değerlerine ait su kalite durumu (Kanada Çevre Bakanlığı, 2001)

CWQI	Su Kalite Durumu
95-100	Mükemmel
80-94	İyi
65-79	Orta
45-64	Zayıf
0-44	Kötü

3.5.1. Yüzey Sularının Su Kalite İndeksleri

Çalışma alanında 2008 ile 2015 yılları arasında Yeşilırmak Nehri ve yan kollarında (Çekerek Irmağı, Çorum Çayı, Deresu Dere ve Tersakan Çayı) bulunan 11 ölçüm noktasından yılda 4 dönemde (1. Dönem: ocak-şubat-mart, 2. Dönem: nisan-mayıs-haziran, 3. Dönem: temmuz-ağustos-eylül ve 4. Dönem: ekim-kasım-aralık) ölçülmüş pH, çözünmüş oksijen (DO), amonyum (NH_4), amonyak (NH_3), nitrat (NO_3), nitrit (NO_2), toplam fosfor (PO_4), klor (Cl), çinko (Zn), demir (Fe), bakır (Cu), potasyum(K), sülfat (SO_4), sülfid (SO_3) ve kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) gibi fiziksel ve kimyasal parametreler kullanılarak su kalite indeksleri belirlenmeye çalışılmıştır. Bahsedilen 11 yüzey suyu örnek noktası için 2008-2015 yılları arasındaki ortalama, maksimum ve minimum değerleri ek çizelge 1, 2, 3 ve 4'te verilmiştir. Yeşilırmak üzerinde 5 örnek noktası (YK1: il girişi, YK8: Tugay köprüsü, YK9: Emniyet önü, YK10: Aynalı mağara önü ve YK11: il çıkışı), Çekerek Irmağı üzerinde 2 nokta (YK2: İl girişi Çeltekkömür fabrikası, YK3: Tersakan Yeşilırmak karışım öncesi), Çorum Çayı'nda bir nokta (YK7: Bekdemir köprüsü), Tersakan Çayı'ndan iki nokta (YK5: il girişi Hasanbey köprüsü, YK6: Çekerek Yeşilırmak karışım öncesi Ovasaray köprüsü) ve Deresu üzerinde ise bir nokta (YK4: Yenice yeni köprü) kullanılmıştır. Her bir nokta için 2008'den 2015'e kadar yıllık su kalite indeksi hesaplanmıştır. 2011 ve 2012 yıllarında amonyak ve kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) ölçülmemiş olduğu için bütün örnek noktaları için o yıllara ait su kalite indeksi hesaplamasında bu parametreler dikkate alınmamıştır (Çizelge 3.23, 3.24 ve 3.25).

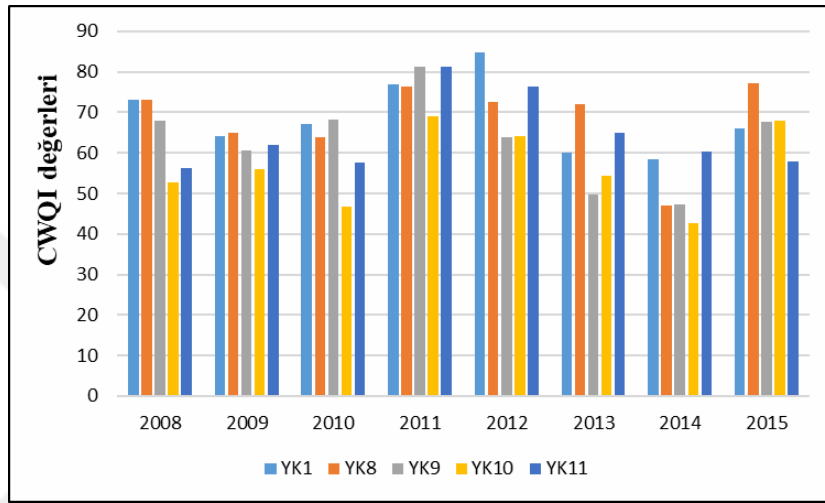
Çizelge 3. 23. 2008-2015 yılları arasında Yeşilirmak su noktaları (YK1, YK8, YK9, YK10 ve YK11) için hesaplanan yıllık CWQI değerleri

Numara	Yıl	F1	F2	F3	CWQI	Su Kalite
YK1	2008	26,7	20	32,6	73	Orta
	2009	40	26,7	38,7	64	Zayıf
	2010	40	19,6	35,5	67	Orta
	2011	38,5	12	5,5	77	Orta
	2012	23,1	11,5	4,8	85	İyi
	2013	46,7	25	44,8	60	Zayıf
	2014	53,3	28,3	39	58	Zayıf
	2015	40	23,3	36,1	66	Orta
YK8	2008	26,7	18,3	33,6	73	Orta
	2009	40	26,7	35,8	65	Orta
	2010	46,7	25,9	32,9	64	Zayıf
	2011	38,5	11,5	7,3	76	Orta
	2012	38,5	25	12,8	73	Orta
	2013	40	23,2	16,8	72	Orta
	2014	66,7	33,3	54,8	47	Zayıf
	2015	33,3	15	15,2	77	Orta
YK9	2008	38,3	21,7	38,9	68	Orta
	2009	46,7	30	39,6	61	Zayıf
	2010	40	24,4	31,7	68	Orta
	2011	30,8	9,6	1,4	81	İyi
	2012	46,2	21,2	36,9	64	Zayıf
	2013	53,3	33,9	60,1	50	Zayıf
	2014	66,7	33,3	52,5	47	Zayıf
	2015	40	18,3	34,6	68	Orta
YK10	2008	53,3	31,7	53,5	53	Zayıf
	2009	46,7	36,7	47,8	56	Zayıf
	2010	53,3	41,1	63,1	47	Zayıf
	2011	46,2	19,2	19	69	Orta
	2012	46,2	30,8	28,1	64	Zayıf
	2013	53,3	37,5	44,5	54	Zayıf
	2014	66,7	36,7	64,2	43	Kötü
	2015	40	23,3	31	68	Orta
YK11	2008	53,3	31,7	43,6	56	Zayıf
	2009	53,3	23,3	31	62	Zayıf
	2010	46,7	30,4	48,1	58	Zayıf
	2011	30,8	9,6	4,6	81	İyi
	2012	30,8	23,1	14,2	76	Orta
	2013	46,7	25	30	65	Orta
	2014	46,7	23,3	44,9	60	Zayıf
	2015	53,3	23,3	43,7	58	Zayıf

- YK1 örnek noktası için 2008-2015 yılları arasında hesaplanan yıllık CWQI değerleri 58 ile 85 arasında değişmekte, su kalite durumu ise zayıf ile iyi arasındadır. En yüksek CWQI değeri 85 olarak 2012 yılında meydana gelmiş ve en düşük değeri ise 56 olarak 2014 yılında bulunmuştur (Çizelge 3.23). 8 yılda %50'si orta, %37,5'si zayıf ve %12,5'si ise iyi CWQI düzeyindedir. Elde edilen bu yıllık CWQI sonuçlarının 2008-2015 yılları arasındaki Amasya İl girişi YK1 CWQI ortalaması 69 ve orta su kalite endeksine sahiptir.
- YK8 örnek noktası için 2008-2015 yılları arasında hesaplanan CWQI değerleri 47 ile 77 arasında değişmekte, su kalite durumuna bakıldığında kötü ile orta kalite arasındadır. En yüksek CWQI değeri 77 olarak 2015 yılında ve en düşük CWQI değeri ise 47 olarak 2014 yılında görülmüşlerdir (Çizelge 3.23). 8 yılda %62,5'si orta, %25'si zayıf ve %12,5'si ise kötü CWQI düzeyindedir. Yeşilirmak YK8 su noktası CWQI ortalaması 68 ile orta su kalite endeksine sahiptir.
- YK9 örnek noktası için 2008-2015 yılları arasında hesaplanan yıllık CWQI değerleri 47 ile 81 arasında ve su kalite durumu ise zayıf ile iyi arasında değişmektedir. En yüksek CWQI değeri 81 olarak 2012 yılında meydana gelmiş ve en düşük değeri ise 47 olarak 2014 yılında görülmüştür (Çizelge 3.23). 8 yılda %37,5'si orta, %37,5'si zayıf, %12,5'si kötü ve %12,5'si ise iyi CWQI düzeyindedir. Elde edilen bu yıllık CWQI sonuçlarının 2008-2015 yılları arasındaki Yeşilirmak YK9 CWQI ortalaması 63 olarak hesaplanmış ve zayıf su kalite endeksine sahiptir.
- YK10 örnek noktası için 2008-2015 yılları arasında bulunan yıllık CWQI değerleri 43 ile 69 arasında değişmekte, su kalite durumu açısından ise kötü ile orta arasındadır. En yüksek CWQI değeri 69 olarak 2011 yılında meydana gelmiş ve en düşük ise 2014 yılında 43 olarak bulunmuştur (Çizelge 3.23). 8 yılda %62,5'si zayıf, %25'si orta ve %12,5'si ise kötü CWQI düzeydedir. Elde edilen yıllık CWQI sonuçlarının 2008-2015 yılları arasındaki ortalaması 57 olan Yeşilirmak YK10 zayıf su kalite endeksine sahiptir.
- YK11 örnek noktası için 2008-2015 yılları arasında hesaplanan yıllık CWQI değerleri 56 ile 81 arasında değişmekte, su kalite durumu ise zayıf ile iyi arasındadır. En yüksek CWQI değeri 81 olarak 2012 yılında meydana gelmiş ve en düşük değeri ise 56 olarak 2011 yılında bulunmuştur (Çizelge 3.23). 8 yılda

%62,5'si zayıf, %25'si orta ve %12,5'si ise iyi CWQI düzeyindedir. Elde edilen bu yıllık CWQI değerlerinin 2008-2015 yılları arasındaki Yeşilirmak YK11 CWQI ortalaması 65 olarak hesaplanmış ve zayıf su kalite endeksine sahiptir.

Yeşilirmak Nehrin il girişindeki, içindeki ve çıkışındaki örnek noktalarının su kalite durumları 2008 ile 2015 yılları arasında zamana bağlı olarak değişiklik göstermektedir (Şekil 3.40).



Şekil 3. 40. Amasya İli Yeşilirmak Nehri'nin örnek noktalarına ait 2008-2015 yılları arasındaki yıllık CWQI değerleri yıllara göre değişimi

Yeşilirmak üzerindeki su noktaları değerlendirildiğinde nehrin su kalitesinin il girişi (CWQI 2008-2015 = 69, Orta) ile il çıkışı (CWQI 2008-2015 = 65, Orta) arasında kısmen kötüleştiği görülmektedir. 2008-2015 yılları arasında hesaplanan ortalama CWQI değerleri ile bu durum daha net görülmektedir (Şekil 3.43). Bunun sebebi Tersakan Çayı, Deresu ve Gümüşsuyu yüzey suların taşıdığı kirlilik (Maraşlıoğlu ve Öbekcan, 2017) olarak düşünülmektedir.

Çizelge 3. 24. 2008-2015 yılları arasında Çekerek Irmağı ve Çorum Çayı su noktaları (YK2, YK3 ve YK4) için hesaplanan yıllık CWQI değerleri

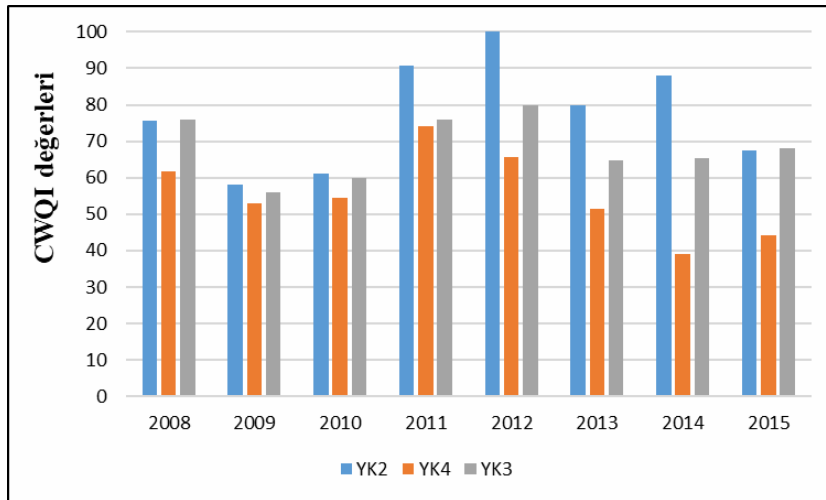
Numara	Yıl	F1	F2	F3	CWQI	Su Kalite
YK2	2008	33,3	11,7	23,5	76	Orta
	2009	46,7	26,7	48,6	58	Zayıf
	2010	40	21,4	49,7	61	Zayıf
	2011	15,4	3,8	1,3	91	İyi
	2012	0	0	0	100	Mükemmel
	2013	33,3	8,9	5,5	80	Orta
	2014	20	5	1,7	88	Zayıf
	2015	33,3	10	44,2	68	Orta
YK4	2008	40	25	46,3	62	Zayıf
	2009	46,7	38,3	54,9	53	Zayıf
	2010	46,7	33,9	53,7	54	Zayıf
	2011	38,5	19,2	13,3	74	Orta
	2012	46,2	30,8	21,6	66	Orta
	2013	53,3	33,9	55,4	51	Zayıf
	2014	60	38,3	77,6	39	Kötü
	2015	46,7	33,3	77,8	44	Kötü
YK3	2008	26,7	16,7	27,4	76	Orta
	2009	46,7	23,3	54,6	56	Zayıf
	2010	40	17,9	53,2	60	Zayıf
	2011	38,5	15,4	7,9	76	Orta
	2012	30,8	13,5	8,6	80	İyi
	2013	46,7	19,6	34,4	65	Orta
	2014	40	13,3	42,9	65	Orta
	2015	20	5	50,9	68	Orta

- YK2 örnek noktası için 2008-2015 yılları arasında hesaplanan yıllık CWQI değerleri 56 ile 100 arasında değişmekte, su kalite durumu ise zayıf ile mükemmel arasındadır. En yüksek CWQI değeri 100 olarak 2011 yılında, en düşük değeri ise 58 olarak 2009 yılında bulunmuştur (Çizelge 3.24). 8 yılda %37,5'si orta, %37,5'si zayıf, %12,5'si iyi ve %12,5'si ise mükemmel CWQI düzeyindedir. 2008-2015 yılları arasındaki CWQI ortalaması 78 olan Çekerek Irmağı (YK2) orta su kalite endeksine sahiptir. Amasya İli'ne giren yüzey suları arasında Çekerek Irmağına ait YK2 noktası en yüksek su kalite endeksine sahiptir.
- Çorum Çayı üzerindeki YK4 örnek noktası için 2008-2015 yılları arasında hesaplanan CWQI değerleri 39 ile 74 arasında değişmekte, su kalite durumu ise kötü ile zayıf arasındadır. En yüksek CWQI değeri 74 olarak 2011 yılında ve en düşük CWQI değeri ise 39 olarak 2014 yılında görülmüşlerdir (Çizelge 3.24). 8 yılda %62,5'si zayıf ve 37,5'si ise kötü CWQI düzeyindedir. Çorum Çayı YK4 için

2008-2015 yılları arasındaki ortalama CWQI değeri 55 olarak hesaplanmıştır ve zayıf su kalite düzeyine sahiptir.

- YK3 örnek noktası için 2008-2015 yılları arasında hesaplanan yıllık CWQI değerleri 56 ile 80 arasında değişmekte, su kalite durumu ise zayıf ile iyi arasındadır. En yüksek CWQI değeri 80 olarak 2012 yılında meydana gelmiş ve en düşük değeri ise 56 olarak 2014 yılında görülmüştür (Çizelge 3.24). 8 yılda %37,5'si iyi, %37,5'si orta ve %25'si ise zayıf CWQI düzeyindedir. Yıllık CWQI değerlerinin 2008-2015 yılları arasındaki ortalaması 68 olan Çekerek Irmağı YK3 orta su kalite indeksine sahiptir. Bu blok içinde yani YK2 (78), YK3 (68) ve YK4 (55) örnekler arasında Çorum Çayının YK4 örnek noktası 2008-2015 yılları arasında en düşük ortalama su kalite endeksine sahip olduğu görülmektedir. Yine bu ortalamalara dikkate alındığında bu noktanın su kalite durumunun (68) Çekerek il girişindeki YK2 (78)'ye göre kötüleştiği görülmektedir.

Çekerek Irmağı ve Çorum Çayı örnek noktalarının 2008-2015 yılları arasındaki CWQI değişimleri Şekil 3.41'de verilmiştir. Ortalama CWQI değeri düşük olan Çorum Çayı (2008-2015 Ortalama CWQI=55) Çekerek Irmağı'na karışarak su kalitesini düşürmüştür. Bu grup içindeki 3 örnek noktası birlikte değerlendirildiğinde Çorum Çayı'nın Çekerek Irmağını, Çekerek Irmağı'nın da Yeşilirmak'ı kirlettiği söylenebilir (Şekil 3.43).



Şekil 3. 41. Amasya İli Çekerek Irmağı ve Çorum Çayı örnek noktalarına ait 2008-2015 yılları arasındaki yıllık CWQI değerleri yıllara göre değişimi

Çizelge 3. 25. 2008-2015 yılları arasında Tersakan Çayı ve Deresu su noktaları (YK5, YK6 ve YK7) için hesaplanan yıllık CWQI değerleri

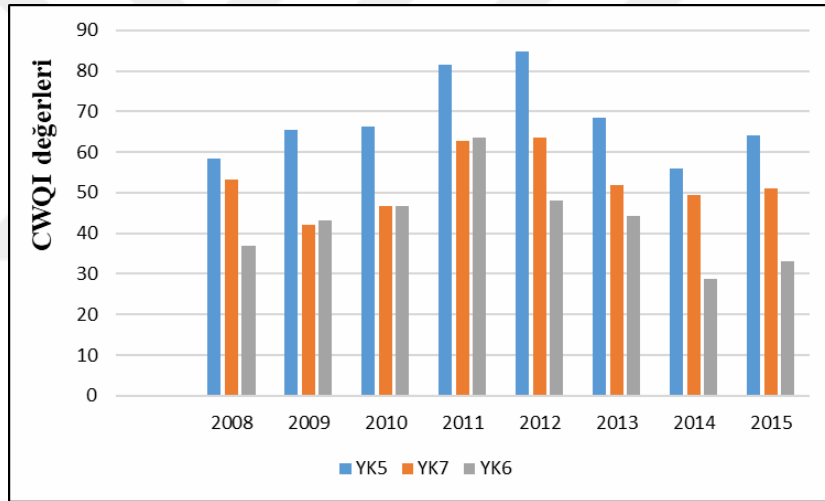
Numara	Yıl	F1	F2	F3	CWQI	Su Kalite
YK5	2008	53,3	30	37,8	58	Zayıf
	2009	46,7	25	27,5	66	Orta
	2010	46,7	19,6	29,5	66	Orta
	2011	30,8	7,7	2,4	82	İyi
	2012	23,1	11,5	4,4	85	İyi
	2013	46,7	19,6	20,1	69	Orta
	2014	60	28,3	37,6	56	Zayıf
	2015	40	25	40,4	64	Zayıf
YK7	2008	53,3	30	52,8	53	Zayıf
	2009	53,3	36,7	77	42	Zayıf
	2010	46,7	30,4	73,7	47	Zayıf
	2011	46,2	26,9	35,8	63	Orta
	2012	30,8	25	49,3	63	Orta
	2013	53,3	30,4	56,7	52	Zayıf
	2014	60	28,3	57,2	49	Kötü
	2015	53,3	30	59,7	51	Kötü
YK6	2008	53,3	46,7	83,4	37	Kötü
	2009	53,3	36,7	74	43	Kötü
	2010	53,3	33,9	67,3	47	Zayıf
	2011	46,2	25	35,1	64	Zayıf
	2012	46,2	38,5	68	48	Zayıf
	2013	53,3	37,5	71	44	Kötü
	2014	73,3	51,7	84,9	29	Kötü
	2015	53,3	45	92,3	33	Kötü

- YK5 örnek noktası için 2008-2015 yılları arasında hesaplanan CWQI değerleri 56 ile 85 arasında değişmekte, su kalite durumu ise zayıf ile iyi kalite arasındadırlar. En yüksek CWQI değeri 85 olarak 2012 yılında ve en düşük CWQI değeri ise 56 olarak 2014 yılında belirlenmiştir (Çizelge 3.25). 8 yılda %37,5'si zayıf, %37,5'si orta ve 25'si ise iyi CWQI düzeyindedir. Tersakan Çayı il girişi YK5 yıllık CWQI ortalaması 68 olarak bulunmuş ve su kalite durumu ise orta düzeydedir. Tersakan Çayı il girişi örnek noktasının 2008-2015 yılları arasındaki ortalama su kalite durumu Yeşilirmak il girişi (YK1 = 69) ve Çekerek Irmağı il girişine (YK2 = 78) göre en düşük değere sahiptir.
- YK7 örnek noktası için 2008-2015 yılları arasında hesaplanan CWQI değerleri 42 ile 63 arasında değişmekte, su kalite durumu ise kötü ile orta kalite arasındadır. En yüksek CWQI değeri 63 olarak 2011 ve 2012 yıllarında ve en düşük CWQI değeri ise 42 olarak 2009 yılında görülmüştür (Çizelge 3.25). 8 yılda %50'si zayıf, %25'i orta ve %25'i ise kötü CWQI düzeyindedir. Yıllık CWQI sonuçlarından hesaplanan

2008-2015 yılları arasındaki Deresu YK7 CWQI ortalaması 53'tür ve zayıf su kalite endeksine sahiptir.

-YK6 örnek noktası için 2008-2015 yılları arasında hesaplanan CWQI değerleri 33 ile 64 arasında değişmekte, su kalite durumu ise kötü ile zayıf kalite arasındadırlar. En yüksek CWQI değeri 64 olarak 2011 yılında ve en düşük CWQI değeri ise 33 olarak 2015 yılında görülmüşlerdir (Çizelge 3.25). 8 yılda %75'si kötü ve %25'si ise zayıf CWQI düzeyindedir. Tersakan Çayı YK6 yıllık CWQI ortalaması 2008-2015 yılları arasında 43 olarak hesaplanmış böylece kötü su kalite endeksine sahiptir. Tüm 11 örnek noktaları arasında YK6 en küçük ortalama CWQI değerine sahiptir.

Tersakan Çayı ve Deresu örnek noktalarının su kalite durumları 2008 ile 2015 yılları arasında zamana bağlı olarak değişiklik göstermektedir (Şekil 3.42).



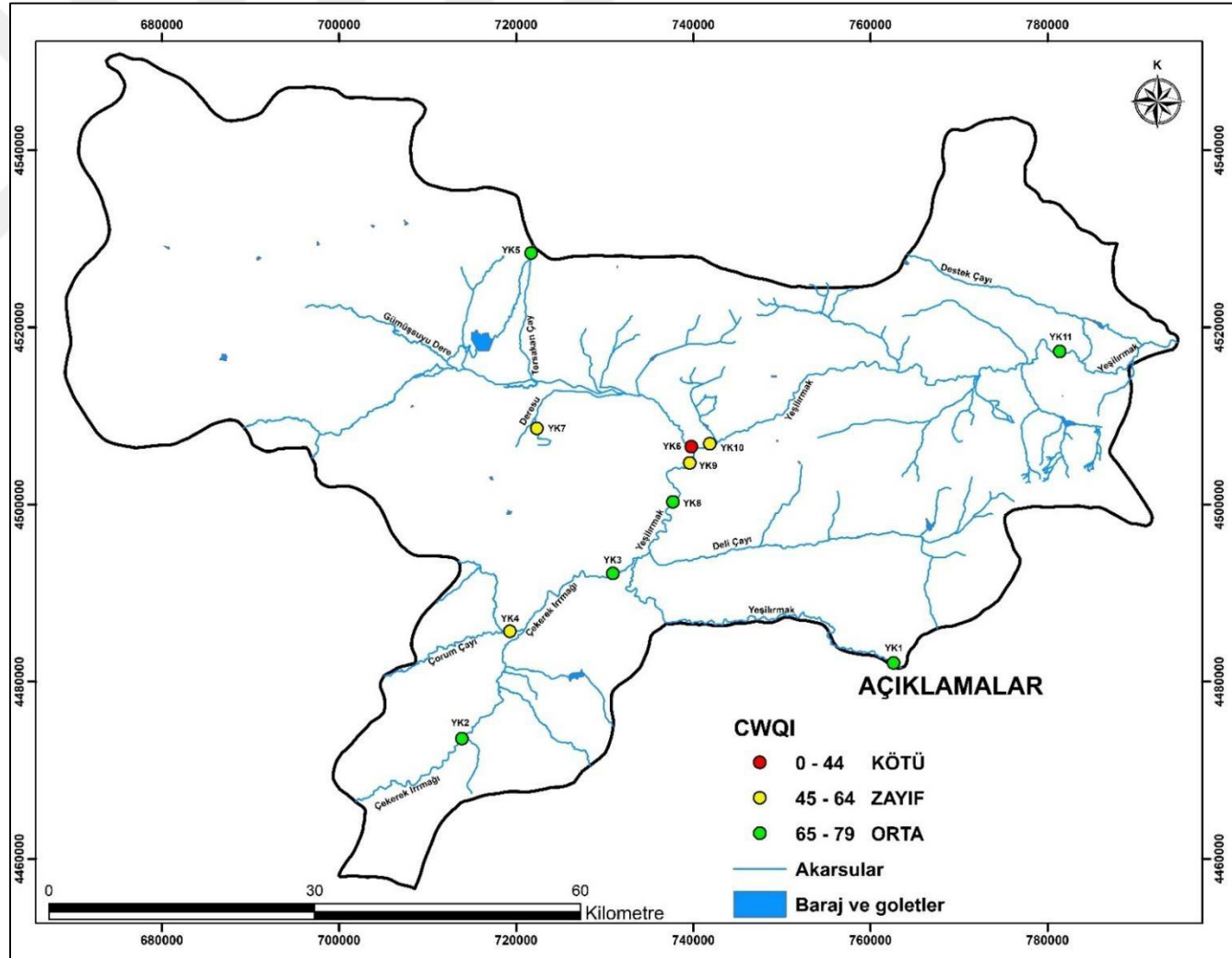
Şekil 3. 42. Amasya İli Tersakan Çayı ve Deresu örnek noktalarına ait 2008-2015 yılları arasındaki yıllık CWQI değerleri yıllara göre değişimi

Maraşlıoğlu ve Öbekcan (2017) Tersakan Çayının il girişi ve Yeşilırmak ile karışım öncesinde yer alan bölümde bulunan madencilik faaliyetleri atıklarının, hayvancılıktan kaynaklanan atıkların ve tarımsal faaliyetlerde kullanılan gübre ve ilaçlamaların hiçbir arıtmaya tabi tutulmadan çaya verilmesi nedeniyle WQI değerlerinin düştüğünü ileri sürmüşlerdir. Bu çalışmada elde edilen su kalite değerleri de bu durumun değişmediğini göstermektedir. Yıllık CWQI'leri (Şekil 3.43) incelendiğinde il girişindeki YK5 ve Yeşilırmak ile karışım öncesindeki Tersakan YK6 arasında gerçekten büyük bir fark olduğu

gözlenmektedir. Ayrıca Deresu'nun YK4 örnek noktasında kalite açısından iyi olmaması Yeşilırmak'ın kalitesini düşürmektedir.

Amasya İli yüzey sularının 2008-2015 ortalama CWQI'leri'nin dağılımları (Şekil 3.43) incelendiğinde Tersakan (Yeşilırmak karışım öncesi) (YK6), Yenice yeni köprüsünün (YK4) ve Çorum Çayı'nın Bekdemir (YK7) örnek noktalarının sırası ile ortalama CWQI değerleri 43, 53 ve 55 olarak görülmektedir. En yüksek CWQI endeksine sahip noktalar ise Amasya İli girişinde sırası ile YK2 (78), YK1 (69) ve YK5 (68) örnek noktalarıdır. Bu durum Yeşilırmak'ın il sınırları içerisinde kirlendiğini göstermektedir.





Şekil 3. 43. Amasya İli yüzey suyu örnek noktalarına ait 2008-2015 yılları arasındaki CWQI değerleri dağılım haritası

3.5.2. Yeraltısularının Su Kalite İndeksleri

Amasya İli'nin ilçelerinde farklı yeraltısuyu noktalarında farklı zamanlarda yapılan analiz sonuçları kullanılarak Kanada WQI yöntemi ile her nokta için analizin başlangıç ve bitiş zamanı dikkate alınarak su kalite endeksleri hesaplanmıştır. Toplam 15 adet yeraltısuyu noktasına (sondaj kuyusu) ait majör iyonlar (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ , CO_3^{2-} , HCO_3^- , Cl^- ve SO_4^{2-}), nitrat iyonu, pH ve EC değerleri kullanılarak TS 266 sınır değerlerine göre Kanada Su kalite Endeksleri (CWQI) belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar ve hangi zaman diliminde analizler yapıldığına dahil çizelge 3.26'da verilmiştir. Daha önce de belirtildiği gibi yeraltısularına ait bir yılda yeterince analiz (en az dört kez) olmadığı için yıllık CWQI yerine yeterince verinin bulunduğu ölçüm aralığı dikkate alınmıştır.

Hesaplanan CWQI değerleri 71 ile 100 arasında değişiklik göstermektedir (Çizelge 3.26). Bu değerlere göre su kalite durumları orta ile mükemmel arasında değişmektedir. En yüksek CWQI değeri yani mükemmel su kalite endeksine sahip olan yeraltısuları Gümüşhacıköy (GH1, GH2, GH4, GH5), Merzifon (MN3), Merkez (MZ2, MZ4), Suluova (SV2) ve Göynücek (GNK) örnek noktalarında gözlenmiştir. En düşük CWQI değerleri bir başka deyişle orta su kalite endeksine sahip yeraltısuları ise Merkez (MZ1 ve MZ3) su noktalarında hesaplanmıştır. Diğer yeraltısuları ise iyi su kalite endeksine sahiptir.

Çizelge 3. 26. Yeraltısuyu örneklerinin 2003 ve 2018 yılları arasındaki CWQI değerleri

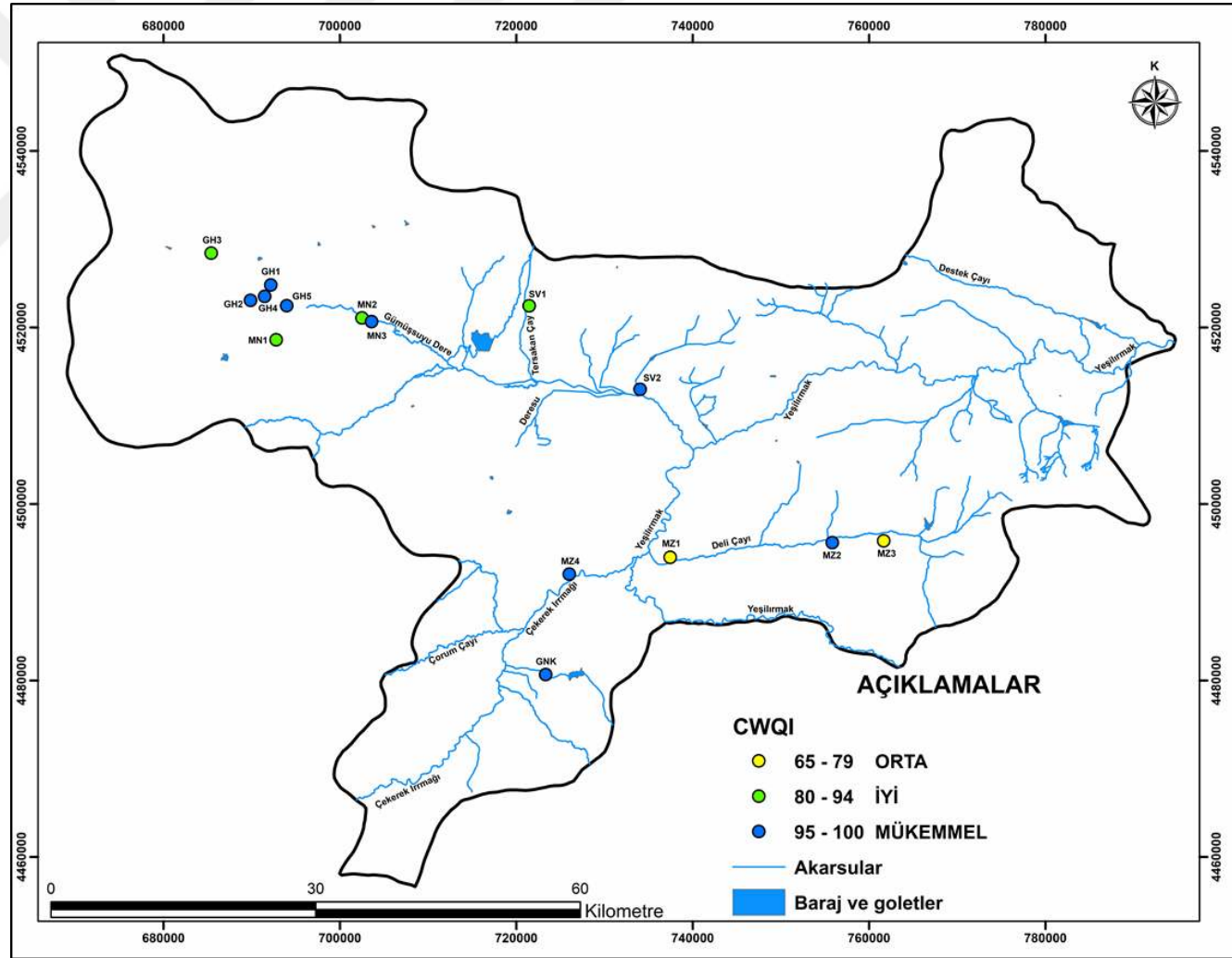
Örnek Noktası	Yıllar Arası	F1	F2	F3	CWQI	Su Kalite
GH1	2009-2018	0	0	0	100	Mükemmel
GH2	2003-2018	0	0	0	100	Mükemmel
GH3	2004-2018	10	0,42	0,01	94	İyi
GH4	2010-2018	0	0	0	100	Mükemmel
GH5	2005-2018	0	0	0	100	Mükemmel
MN1	2004-2018	10	1,6	0,06	94	İyi
MN2	2009-2018	10	0,53	0,01	94	İyi
MN3	2004-2014	0	0	0	100	Mükemmel
MZ1	2010-2018	40	22,35	12,22	77	Orta
MZ2	2006-2018	0	0	0	100	Mükemmel
MZ3	2007-2018	50	16,15	5,84	71	Orta
MZ4	2010-2018	0	0	0	100	Mükemmel
SV1	2009-2018	30	15,26	4,82	82	İyi
SV2	2005-2018	0	0	0	100	Mükemmel
GNK	2005-2018	0	0	0	100	Mükemmel

Yeraltısuları için hesaplanan CWQI'leri dağılımı şekil 3.44'te verilmiştir. İnceleme alanında Merkez ilçesindeki yeraltısuyu kalitesinin ilçelere göre daha düşük olduğu görülmektedir. İlçelerde ise farklı alanlarda bulunan yeraltısuları farklı kalite indeksine sahiptir.

İnceleme alanında gerçekleştirilen CWQI hesaplamalarında yüzey suları için 15, yeraltısuları için ise 10 parametre kullanılmıştır. Bu tür çalışmalarda parametre sayısı elde edilen sonuçların gerçeği yansıtmaması üzerinde önemli etkiye sahiptir. Dolayısıyla yüzey sularında hesaplanan su kalitesi indeksi değerlerinin yeraltısularına göre daha gerçekçi olduğu söylenebilir.

Ancak yüzey suları atmosfere ve özellikle insani faaliyetlere maruz kaldığı için çoğu zaman yüksek kalite indeksi gösteremezler. Çalışma alanında yüzey sularının kalite indekslerini düşüren parametreler ise bölüm 3.4'te belirtildiği gibi KOİ, nitrit, çözünmüş oksijen, toplam fosfat, sülfat, amonyum ve amonyak olarak sıralanabilir.

Yeraltısuları ise bulundukları ortam itibarı ile yüzeysel kirliliğe karşı daha korunaklıdır. Ancak beslenme alanlarındaki yüzeysel kirlilik belirli bir süre sonra yavaş yavaş yeraltısuyuna da etki etmektedir. Bazen bulunduğu jeolojik ortamlarda yeraltısuları için kirlilik kaynağı olabilir. İnceleme alanındaki yeraltısularında nitrat, alkalinite, sülfat ve magnezyum parametrelerinin su kalite indeksi üzerinde olumsuz etkisi olduğu görülmektedir. Bu parametreler çoğunlukla insani faaliyetlerden kaynaklanmaktadır. Özellikle tarımda kullanılan gübreler yeraltısularındaki kirliliğin önemli kaynaklarından birisidir.



Şekil 3. 44. Amasya İli yeraltısuyu örnek noktalarının CWQI değerleri dağılım

3.6. ÇDR ve YSA Modelleme Sonuçları

Bu bölümde yüzey ve yeraltısularının nitrat konsantrasyonu modellemesi ile ilgili kullanılan parametreler, yöntemlerine (ÇDR ve YSA) göre elde edilen sonuçlar ve bu sonuçlara dayanarak yöntemlerin karşılaştırılması gibi konular ele alınmıştır. Her iki yöntem için yüzey ve yeraltıları ayrı ayrı analiz edilip değerlendirilmeye çalışılmıştır.

Modellemek istenen nitrat konsantrasyonu eğitim, doğrulama ve test seti olmak üzere üçe ayrılmıştır. Birinci set olan eğitim seti için toplam verinin %60'ı, kalan her bir set için ise %20'şerlik pay verilmiştir. Bu kural hem yüzey hem de yeraltı verilerine uygulanmıştır. Yeraltı ve yüzey suları için modellenecek nitrat iyonu setlerine göre ortalama, maksimum, minimum ve varyans özellikleri sırası ile çizelge 3.27 ve 3.28'de bulunmaktadır. Yeraltısularının modelleri ilçe bazında ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Göynücek ilçesinde sadece bir nokta üzerinden veri toplandığı ve toplam verisi (17) az olduğu için dikkate alınmamıştır. Yüzey suları için ise nokta bazında modeller oluşturulmuştur.

Çizelge 3. 27. Yeraltısuyunda nitrat konsantrasyonun modellemesinde kullanılacak verilerin özellikleri

İlçe	Toplam Veri	Veri Seti	Veri Sayısı	Ortalama	Maksimum	Minimum	Varyans
Merkez	85	Eğitim	51	29,77	141,30	0,00	785,85
		Doğrulama	17	24,25	114,03	0,00	1274,27
		Test	17	51,24	121,00	23,10	1354,77
Gümüşhacıköy	100	Eğitim	60	17,71	48,82	0,00	132,52
		Doğrulama	20	14,06	38,05	0,22	213,97
		Test	20	25,04	42,00	14,00	90,31
Merzifon	50	Eğitim	30	7,84	50,70	0,00	194,63
		Doğrulama	10	12,36	48,91	0,10	299,55
		Test	10	17,87	39,00	0,23	222,66
Suluova	43	Eğitim	26	19,02	48,52	0,00	199,47
		Doğrulama	9	24,92	51,50	0,40	291,85
		Test	8	26,19	56,50	0,00	266,71

Çizelge 3. 28. Yüzey suyunun nitrat konsantrasyonu modellemesinde kullanılacak verilerin özellikleri

Örnek Nokta	Toplam Veri	Veri Seti	Veri Sayısı	Ortalama	Maksimum	Minimum	Varyans
Y1	30	Eğitim	18	8,73	14,70	4,61	8,01
		Doğrulama	6	8,44	12,20	5,68	5,77
		Test	6	9,37	14,60	4,81	18,84
Y2	30	Eğitim	18	12,31	18,20	1,96	12,10
		Doğrulama	6	13,84	20,00	7,85	17,75
		Test	6	12,66	19,50	7,05	22,55
Y3	30	Eğitim	18	12,93	16,50	10,10	3,79
		Doğrulama	6	12,39	16,50	8,26	7,85
		Test	6	11,60	19,10	6,22	23,64
Y4	30	Eğitim	18	15,36	28,40	3,62	47,04
		Doğrulama	6	20,13	33,70	7,56	72,31
		Test	6	19,40	28,60	6,10	73,58
Y5	30	Eğitim	18	6,28	10,60	0,35	9,52
		Doğrulama	6	6,06	11,60	2,84	11,06
		Test	6	7,19	11,60	3,75	11,19
Y6	30	Eğitim	18	5,90	14,20	0,00	15,96
		Doğrulama	6	5,21	10,60	2,36	11,68
		Test	6	4,06	9,80	0,28	17,38
Y7	30	Eğitim	18	10,96	17,60	2,39	11,86
		Doğrulama	6	9,39	15,60	3,37	15,81
		Test	6	7,43	10,09	3,56	6,09
Y8	30	Eğitim	18	10,96	16,10	1,90	10,51
		Doğrulama	6	10,93	17,50	3,63	25,36
		Test	6	10,64	13,70	7,91	5,13
Y9	30	Eğitim	18	11,22	17,90	5,00	10,56
		Doğrulama	6	11,28	19,20	7,56	17,03
		Test	6	11,70	18,60	8,05	14,58
Y10	30	Eğitim	18	10,33	15,60	7,00	5,05
		Doğrulama	6	8,26	15,10	0,46	22,59
		Test	6	11,30	16,00	6,05	13,32
Y11	30	Eğitim	18	11,25	15,60	2,72	8,30
		Doğrulama	6	11,90	16,90	9,97	6,45
		Test	6	11,32	12,80	10,10	1,39

3.6.1. Modelleme Çalışmalarında Kullanılan Giriş Parametreleri

Yukarıda yöntem kısmında (2.3.4.1 alt bölümü) belirtildiği gibi modelleme çalışmalarında hem yüzey hem de yeraltı suları için giriş parametresi olarak kullanılacak parametrelerin seçiminde şart olarak modellemek istenen nitrat iyonu ile bu parametreler arasındaki korelasyon katsayısı (R) ve anlamlılık testine uygunluk ($p < 0,005$) dikkate alınmıştır.

3.6.1.1. Yüzey Sularının Giriş Parametreleri

Yüzey suları için toplam 11 örnek noktası bulunmaktadır. Bu noktaların herbirinde eşzamanlı ölçülen parametreler dikkate alındığında her bir nokta için veri sayısı 30 olmaktadır. Her örnek noktasının nitrat konsantrasyonu ile diğer parametreleri arasındaki ilişki ve diğer örnek noktalarına ait nitrat dahil tüm parametreler arasındaki ilişkiler belirlenmiştir. Bu işlem SPSS 25 versiyonu üzerinde Pearson korelasyon yöntemi ile yapılmıştır; tüm sonuçlar ekte (Ek Çizelge 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14 ve 15) verilmiştir. Modelleme çalışmalarında her örnek noktası için giriş parametresi olarak uygun çıkan parametreler yani şartlara uyum sağlayan parametreler ise çizelge 3.31’de verilmiştir.

Çizelge 3.29’da görüldüğü gibi YK5 ve YK6 örnek noktalarının nitratı en düşük girdi parametresine sahiptir. Aynı zamanda YK9 örnek noktası 16 girdi parametresi ile en yüksek girdiye sahip nokta olarak ortaya çıkmıştır. Hazırlanan bu girdi ve çıktı tablosuna göre ÇDR ve YSA yöntemleri ile yüzey sularının nitrat modelleme çalışması yapılmıştır.

Çizelge 3. 29. Yüzey suyundan modelleneyecek nitrat iyonlarına ait giriş parametreleri

Modellenecek parametre	Giriş Olarak Kullanılan Parametreler ve R değeri
NO ₃ -YK1	K-YK4 (R = 0,60), SO ₃ -YK5 (R = 0,51), K-YK8 (R = 0,64), SO ₄ -YK8 (R = 0,55), NO ₃ -YK8 (R = 0,60), NO ₃ -YK9 (R = 0,75), NO ₃ -YK10 (R = 0,62)
NO ₃ -YK2	NO ₃ -YK3 (R = 0,58), SO ₄ -YK2 (R = 0,64)
NO ₃ -YK3	NO ₃ -YK2 (R = 0,58)
NO ₃ -YK4	K-YK1 (R = -0,52) DO-YK2 (R = 0,53) Zn-YK7 (R = 0,57) Cl-YK10 (R = -0,53)
NO ₃ -YK5	NO ₃ -YK6 (R = 0,50)
NO ₃ -YK6	NO ₃ -YK5 (R = 0,50)
NO ₃ -YK7	Yıl (R = -0,54), NO ₃ -YK9 (R = 0,50), T°C-YK11 (R = -0,52)
NO ₃ -YK8	NO ₃ -YK1 (R = 0,60), DO-YK4 (R = 0,54), T°C-YK5 (R = -0,53), T°C-YK6 (R = -0,53), NO ₃ -YK9 (R = 0,74), DO-YK10 (R = 0,54)
NO ₃ -YK9	NO ₃ -YK1 (R = 0,75), T°C-YK3 (R = -0,51), T°C-YK4 (R = -0,54) K-YK4 (R = 0,55), T°C-YK5 (R = -0,57) SO ₃ -YK5 (R = 0,59), T°C-YK6 (R = -0,54), Fe-YK6 (R = 0,50), NO ₃ -YK7 (R = 0,50) T°C-YK7 (R = -0,52), K-YK8 (R = 0,63), NO ₃ -YK8 (R = 0,74), T°C-YK9 (R = -0,50), NO ₃ -YK10 (R = 0,70), T°C-YK10 (R = -0,53), T°C-YK11 (R = -0,58)
NO ₃ -YK10	NO ₃ -YK1 (R = 0,62), K-YK4 (R = 0,50), K-YK8 (R = 0,68), NO ₃ -YK9 (R = 0,70)
NO ₃ -YK11	Fe-YK11 (R = -0,64), Cu-YK11 (R = -0,68), Cl-YK11 (R = -0,56)

3.6.1.2. Yeraltısularının Giriş Parametreleri

Yeraltısularının modelleme çalışmalarında Gümüşhacıköy, Merzifon, Merkez ve Suluova ilçelerinin nitrat konsantrasyonu sırasıyla 100, 50, 85 ve 43 toplam veri sayısı ile gerçekleştirilmiştir. Yüzey sularına uygulanan korelasyon katsayısı ve anlamlı testi kriterleri her bir ilçenin nitrat konsantrasyonu ile içinde bulunan diğer fiziko-kimyasal parametreleri arasında incelenmiş ve tüm sonuçlar ekte (Ek Çizelge 16, 17, 18 ve 19) verilmiştir. Belirlenen kriterlere uyum sağlayan parametreler ise çizelge 3.32’de verilmiştir

Çizelge 3.30’da görüldüğü gibi Gümüşhacıköy İlçesi’ne ait nitrat en düşük girdi parametreye sahip çıkmışken Merkez İlçesi 6 girdi parametresi ile en yüksek girdiye sahiptir. Hazırlanan bu girdi ve çıktı çizelgesine göre ÇDR ve YSA yöntemleri ile yeraltısularının nitrat modelleme çalışması yapılmıştır.

Çizelge 3. 30. Yeraltısuyundan modellenecek nitrat iyonlarına ait giriş parametreleri

Modellenecek parametre	Kullanılan Parametreler ve r değeri
NO ₃ -GH	EC (R = 0,52)
NO ₃ -MN	pH (R = 0,74), EC (R = 0,61), Na (R = -0,67), Ca (R = 0,77), Mg (R = 0,77)
NO ₃ -MZ	EC (R = 0,71), Na (R = 0,65) Ca (R = 0,66), Mg (R = 0,63), Cl (R = 0,57), SO ₄ (R = 0,77)
NO ₃ -SV	EC (R = 0,65) Na (R = -0,50) HCO ₃ (R = 0,54), Cl (R = 0,53)

3.6.2. Modelleme Sonuçları

Yüzey ve yeraltısuları için yukarıda belirlenen girdi parametreleri ile nitrat konsantrasyonu ÇDR ve YSA yöntemleriyle modeller oluşturmaya çalışılmıştır. Modellenecek her nokta (yüzey suları) veya her ilçenin (yeraltısuları) nitrat konsantrasyonu için ilk olarak verilen konbinezon ÇDR tekniği tarafından ortaya çıkan en iyi konbinezondur; ikincisi ise YSA yöntemine ait en iyi konbinezondur. Tek giriş parametresi olan modeller için veya her iki yöntem için aynı girişler verildiğinde tek konbinezonlu model en iyi konbinezon olarak ortaya çıkmaktadır.

ÇDR modellerinin denklemleri SPSS 25 versiyonu üzerinde elde edilerek eğitim, doğrulama ve test setlerine uygulanmıştır. YSA yöntemi Matlab 2016B versiyonu üzerinde uygulanarak tüm setlere ait sonuçları elde edilmiştir. Böylece her iki yöntem için kurulan modellerden bulunan yeni nitrat konsantrasyonu ile gerçek nitrat konsantrasyonu verileri ile R², HOKK ve OMH değerleri hesaplanmış ve bu ikisi arasındaki ilişki ekte grafiklerde verilmiştir.

3.6.2.1. Yüzey Sularından Elde Edilen Sonuçlar

Yüzey suları için nokta bazında ve toplam 11 örnek noktası üzerinde modelleme işlemi her iki yöntem için gerçekleştirilmiş. Model adlandırmalarında ÇDR için 1, YSA için ise 2 rakamı kullanılmıştır.

3.6.2.1.1. ÇDR Yöntemi ile Yüzey Sularından Elde Edilen Sonuçlar

ÇDR yöntemi ile yüzey sularında her model için ilk olarak denklemler oluşturmaya çalışılmıştır (çizelge 3.31).

Çizelge 3. 31. Yüzey sularının ÇDR yöntemi ile modellenmesi için belirlenen denklemler

Mevkii	Denklem	Modelin Adı
YK1	$NO_{3YK1} = 1,565 + 0,067(K_{YK4}) + 0,097(K_{YK8}) + 0,839(SO_{3YK5}) + 0,015(SO_{4YK8}) + 0,171(NO_{3YK8}) + 0,22(NO_{3YK9}) + 0,085(NO_{3YK10})$	A1
	$NO_{3YK1} = 1,416 + 0,08(K_{YK4}) + 0,085(K_{YK8}) + 0,015(SO_{4YK8}) + 0,142(NO_{3YK8}) + 0,28(NO_{3YK9}) + 0,088(NO_{3YK10})$	B1
YK2	$NO_{3YK2} = 3,475 + 0,347(NO_{3YK3}) + 0,05(SO_{4YK2})$	C1
YK3	$NO_{3YK3} = 2,915 + 0,778(NO_{3YK2})$	D1
YK4	$NO_{3YK4} = 3,374 - 0,621(K_{YK1}) + 1,6(DO_{YK2}) + 24,236(Zn_{YK7}) - 15,234(Cl_{YK10})$	E1
	$NO_{3YK4} = 16,418 + 37,905(Zn_{YK7}) - 26,746(Cl_{YK10})$	F1
YK5	$NO_{3YK5} = 4,242 + 0,404(NO_{3YK6})$	G1
YK6	$NO_{3YK6} = 1,364 + 0,628(NO_{3YK5})$	H1
YK7	$NO_{3YK7} = 1415,411 - 0,7(Y_{I1}) - 0,087(T^{\circ}C_{YK11}) + 0,393(NO_{3YK9})$	I1
	$NO_{3YK7} = 9,105 - 0,176(T^{\circ}C_{YK11}) + 0,317(NO_{3YK9})$	J1
YK8	$NO_{3YK8} = -2,508 + 0,536(DO_{YK4}) + 0,166(DO_{YK10}) + 0,146(T^{\circ}C_{YK5}) - 0,116(T^{\circ}C_{YK6}) + 0,101(NO_{3YK1}) + 0,572(NO_{3YK9})$	K1
	$NO_{3YK8} = -2,564 + 0,493(DO_{YK4}) + 0,217(DO_{YK10}) + 0,186(T^{\circ}C_{YK5}) - 0,149(T^{\circ}C_{YK6}) + 0,645(NO_{3YK9})$	L1
YK9	$NO_{3YK9} = -1,819 - 0,291(T^{\circ}C_{YK3}) + 0,057(T^{\circ}C_{YK4}) + 0,083(T^{\circ}C_{YK5}) + 0,285(T^{\circ}C_{YK6}) + 0,426(T^{\circ}C_{YK7}) + 0,176(T^{\circ}C_{YK9}) - 0,461(T^{\circ}C_{YK10}) - 0,184(T^{\circ}C_{YK11}) + 2,106(SO_{3YK5}) + 0,074(K_{YK4}) - 0,107(K_{YK8}) + 1,932(Fe_{YK6}) + 0,073(NO_{3YK1}) + 0,172(NO_{3YK7}) + 0,453(NO_{3YK8}) + 0,272(NO_{3YK10})$	M1
	$NO_{3YK9} = -0,137 - 0,134(T^{\circ}C_{YK3}) - 0,102(T^{\circ}C_{YK4}) - 0,076(T^{\circ}C_{YK5}) + 0,375(T^{\circ}C_{YK6}) + 0,448(T^{\circ}C_{YK7}) + 0,14(T^{\circ}C_{YK9}) - 0,427(T^{\circ}C_{YK10}) - 0,197(T^{\circ}C_{YK11}) + 1,685(SO_{3YK5}) + 0,204(NO_{3YK1}) + 0,462(NO_{3YK8}) + 0,352(NO_{3YK10})$	N1
YK10	$NO_{3YK10} = 4,326 - 0,054(K_{YK4}) + 0,301(K_{YK8}) + 0,088(NO_{3YK1}) + 0,385(NO_{3YK9})$	O1
	$NO_{3YK10} = 4,546 - 0,046(K_{YK4}) + 0,31(K_{YK8}) + 0,428(NO_{3YK9})$	P1
YK11	$NO_{3YK11} = 12,441 - 1,51(Fe_{YK11}) - 2,669(Cu_{YK11}) + 0,244(Cl_{YK11})$	Q1
	$NO_{3YK11} = 12,465 - 1,554(Fe_{YK11}) - 2,542(Cu_{YK11})$	R1

Elde edilen denklemler giriş parametrelerine uygulanarak modellenmiş nitrat konsantrasyonu eğitim, doğrulama ve test setleri için bulunmuştur. Böylece modellenen nitrat konsantrasyonu ile ölçülmüş (veya gerçek) nitrat konsantrasyonu arasında her set için HOKK, OMH ve R^2 değerleri hesaplanmış ve çizelge 3.32’te verilmiştir.

Çizelge 3. 32. Yüzey sularında ÇDR yöntemi ile elde edilen sonuçlar

Mevkii	Modelin Adı	Eğitim			Doğrulama			Test		
		HOKK	OMH	R2	HOKK	OMH	R2	HOKK	OMH	R2
YK1	A1	1,33	1,09	0,78	1,31	1,13	0,82	2,70	1,99	0,54
	B1	1,36	1,12	0,77	1,16	1,06	0,82	2,76	1,96	0,51
YK2	C1	1,32	1,10	0,61	2,05	1,87	0,45	2,27	2,11	0,77
YK3	D1	2,82	1,96	0,37	2,47	2,88	0,50	3,59	2,88	0,38
YK4	E1	2,85	2,41	0,82	4,59	3,80	0,74	4,37	3,89	0,76
	F1	4,78	3,65	0,55	5,30	4,48	0,87	5,94	4,69	0,52
YK5	G1	2,44	2,13	0,35	2,36	2,20	0,48	3,33	2,68	0,06
YK6	H1	3,20	2,58	0,35	2,27	2,00	0,48	4,22	3,47	0,06
YK7	I1	2,56	1,88	0,46	2,64	2,47	0,56	1,91	1,84	0,48
	J1	2,91	2,14	0,31	2,20	1,95	0,71	3,31	2,86	0,28
YK8	K1	1,92	1,45	0,63	2,92	2,19	0,62	0,84	0,62	0,98
	L1	1,94	1,48	0,62	2,88	2,17	0,63	0,91	0,77	0,87
YK9	M1	1,03	0,74	0,89	0,74	0,66	0,98	0,91	0,74	0,94
	N1	1,23	0,85	0,85	1,07	0,92	0,93	1,19	0,96	0,91
YK10	O1	1,10	0,86	0,79	3,65	2,23	0,46	1,74	1,25	0,75
	P1	1,04	0,82	0,82	3,70	2,26	0,44	1,79	1,31	0,73
YK11	Q1	1,75	1,20	0,62	2,23	1,62	0,09	1,37	1,21	0,27
	R1	1,75	1,20	0,62	2,23	1,62	0,08	1,37	1,20	0,23

Çizelge 3.32 ve 3.33'te görüldüğü gibi modeller A1'den R1'e kadar uzanmaktadır. Çoğu noktalar için iki model oluşturulurken YK3, YK5 ve YK6 örnekleri tek girişleri olduğu için tek modelleri (sıra ile D1, G1 ve H1) oluşturulmuştur. YK2 ise iki girişli olmasına rağmen ÇDR ve YSA yöntemleri en iyi konbinezonları aynı olduğu için o noktadan da yine tek bir model (C1) oluşturulmuştur.

Eğitim setinde HOKK değerleri 1,04-4,78, doğrulama setinde 0,74-5,30 ve test setinde ise 0,84-5,94 arasında değişiklik göstermektedir. OMH değerleri eğitim seti için 0,74-3,65, doğrulama seti için 0,66-4,48 ve test seti için ise 0,62-4,69 arasında değişmektedir. R^2 değerleri eğitim setinde 0,31-0,89, doğrulama setinde 0,08-0,98 ve test setinde ise 0,06-0,94 arasında değişiklik göstermektedir (Çizelge 3.32).

ÇDR yöntemi tarafından ortaya konulduğu en iyi konbinezonlar (A1, C1, D1, E1, G1, H1, I1, K1, M1, O1 ve Q1) incelendiğinde modellerde sunulan tüm girişleri içine alarak elde edilmiştir. Ayrıca ÇDR ve YSA yöntemleri verdiği aynı konbinezonlar haricinde (YK2,

YK3, YK5 ve YK6) kalan tüm konbinezonları ÇDR yöntemi ile uygulandığında kendisi tarafından belirlenen ve tüm girişlerin içine alınan konbinezonlarda eğitim, doğrulama ve test setlerinde en iyi sonuçları vermektedir.

Sonuç olarak ÇDR yöntemi ile inceleme alanındaki yüzey sularında yapılan modelleme çalışmalarında giriş olarak kullanılacak parametre sayısı ne kadar fazla ise neticede elde edilecek sonuçların da o kadar iyi olacağı ortaya çıkmıştır.

3.6.2.1.2. YSA Yöntemi ile Yüzey Sularından Elde Edilen Sonuçlar

YSA yöntemi yüzey sularına uygulanırken her nokta için en iyi konbinezona ulaşabilmek için giriş ve çıkış katmanındaki aktivasyon fonksiyonu ve ara katman sayısı değiştirilerek gerçekleştirilmiştir. Çizelge 3.33'te her nokta için ilk olarak ÇDR yönteminin belirlenen konbinezonu, ikincide YSA yöntemi ile en iyi konbinezona ulaşabilmek için deneme-yanılma yapıldıktan sonra bulunan en iyi konbinezonlarına ait aktivasyon fonksiyonları (giriş ve çıkış katmanları için), ara katman nöron sayısı ve iterasyon sayısının sonuçları yer almaktadır.

Yukarıda belirtildiği gibi tek girişli veya her iki yöntem için en iyi konbinezon olarak aynı konbinezonu bulmuşsa o noktalar için (YK2, YK3, YK5 ve YK6) sadece o konbinezonlar yer almaktadır.

Çizelge 3. 33. Yüzey sularında YSA yöntemi ile en iyi sonuçlara ulaşılan koşulların detayları

Mevkii	Giriş Parametreleri	Girişin Aktivasyon Fonksiyonu	Ara Katman Nöron Sayısı	Çıkışın Aktivasyon Fonksiyonu	İterasyon	Modelin Adı
YK1	$K_{YK4}, K_{YK8}, SO_{3YK5}, SO_{4YK8}, NO_{3YK8}, NO_{3YK9}, NO_{3YK10}$	Sigmoid	18	Doğrusal	17	A2
	$K_{YK4}, K_{YK8}, SO_{4YK8}, NO_{3YK8}, NO_{3YK9}, NO_{3YK10}$	Sigmoid	10	Tanjant Hiperbolik	35	B2
YK2	NO_{3YK3}, SO_{4YK2}	Sigmoid	3	Tanjant Hiperbolik	65	C2
YK3	NO_{3YK2}	Sigmoid	2	Doğrusal	73	D2
YK4	$K_{YK1}, DO_{YK2}, NO_{3YK4}, Zn_{YK7}, Cl_{YK10}$	Sigmoid	8	Doğrusal	42	E2
	$NO_{3YK4}, Zn_{YK7}, Cl_{YK10}$	Sigmoid	5	Doğrusal	58	F2
YK5	NO_{3YK6}	Sigmoid	3	Doğrusal	78	G2
YK6	NO_{3YK5}	Sigmoid	2	Doğrusal	101	H2
YK7	$Yıl, T^{\circ}C_{YK11}, NO_{3YK9}$	Sigmoid	7	Doğrusal	49	I2
	$T^{\circ}C_{YK11}, NO_{3YK9}$	Sigmoid	4	Doğrusal	55	J2
YK8	$DO_{YK4}, DO_{YK10}, T^{\circ}C_{YK5}, T^{\circ}C_{YK6}, NO_{3YK1}, NO_{3YK9}$	Sigmoid	12	Doğrusal	15	K2
	$DO_{YK4}, DO_{YK10}, T^{\circ}C_{YK5}, T^{\circ}C_{YK6}, NO_{3YK9}$	Sigmoid	11	Doğrusal	19	L2
YK9	$T^{\circ}C_{YK3}, T^{\circ}C_{YK4}, T^{\circ}C_{YK5}, T^{\circ}C_{YK6}, T^{\circ}C_{YK7}, T^{\circ}C_{YK9}, T^{\circ}C_{YK10}, T^{\circ}C_{YK11}, SO_{3YK5}, K_{YK4}, K_{YK8}, Fe_{YK6}, NO_{3YK1}, NO_{3YK7}, NO_{3YK8}, NO_{3YK10}$	Sigmoid	40	Doğrusal	23	M2
	$T^{\circ}C_{YK3}, T^{\circ}C_{YK4}, T^{\circ}C_{YK5}, T^{\circ}C_{YK6}, T^{\circ}C_{YK7}, T^{\circ}C_{YK9}, T^{\circ}C_{YK10}, T^{\circ}C_{YK11}, SO_{3YK5}, NO_{3YK1}, NO_{3YK8}, NO_{3YK10}$	Sigmoid	26	Doğrusal	31	N2
YK10	$K_{YK4}, K_{YK8}, NO_{3YK1}, NO_{3YK9}$	Sigmoid	10	Doğrusal	26	O2
	$K_{YK4}, K_{YK8}, NO_{3YK9}$	Sigmoid	7	Doğrusal	35	P2
YK11	$Fe_{YK11}, Cu_{YK11}, Cl_{YK11}$	Sigmoid	7	Doğrusal	51	Q2
	Fe_{YK11}, Cu_{YK11}	Sigmoid	5	Doğrusal	55	R2

Çizelge 3.33'te belirlenen koşullar doğrultusunda YSA yöntemi ile en iyi sonuçlara ulaşılmıştır. Böylece modellenmiş nitrat konsantrasyonu eğitim, doğrulama ve test setleri için bulunmuştur. Giriş katmanındaki aktivasyon fonksiyonu olarak oluşturulmuş tüm modeller için sigmoid fonksiyonu en iyi sonuçlar verilmiştir. Çıkış katmanındaki aktivasyon fonksiyonu ise model B2 ve C2 için tanjant hiperbolik ve diğer modeller için ise doğrusal aktivasyon fonksiyonu en iyi sonuçları vermiştir.

Modellenen nitrat konsantrasyonu ile ölçülmüş (veya gerçek) nitrat konsantrasyonu arasında her seti için HOKK, OMH ve R^2 değerleri hesaplanmıştır (Çizelge 3.34).

Çizelge 3. 34. Yüzey sularında YSA yöntemi ile elde edilen sonuçlar

Mevkii	Modelin Adı	Eğitim			Doğrulama			Test		
		HOKK	OMH	R^2	HOKK	OMH	R^2	HOKK	OMH	R^2
YK1	A2	0,74	0,64	0,98	0,98	0,87	0,89	2,20	2,10	0,70
	B2	0,11	0,24	0,99	0,94	0,60	0,97	1,73	1,47	0,89
YK2	C2	0,24	0,14	0,98	1,97	1,75	0,82	2,25	1,91	0,82
YK3	D2	1,80	1,36	0,72	2,03	1,89	0,79	3,11	2,74	0,52
YK4	E2	2,47	2,23	0,87	4,48	3,07	0,85	3,13	2,25	0,84
	F2	2,15	1,72	0,90	2,51	1,85	0,92	2,90	2,69	0,92
YK5	G2	2,00	1,74	0,55	2,36	2,15	0,51	2,27	2,06	0,50
YK6	H2	2,68	2,07	0,53	2,17	1,93	0,52	3,23	3,03	0,50
YK7	I2	2,26	1,76	0,75	2,15	1,50	0,77	1,84	1,69	0,52
	J2	1,84	1,45	0,77	1,86	1,32	0,83	1,82	1,63	0,65
YK8	K2	1,86	1,55	0,79	2,38	2,25	0,80	0,69	0,61	0,91
	L2	1,33	1,13	0,92	1,98	1,71	0,89	0,64	0,58	0,94
YK9	M2	1,01	0,73	0,92	0,63	0,55	0,98	0,90	0,80	0,94
	N2	0,97	0,85	0,94	0,61	0,50	0,98	0,88	0,65	0,95
YK10	O2	1,08	0,90	0,92	2,94	2,67	0,67	1,73	1,20	0,77
	P2	0,56	0,35	0,94	2,19	1,65	0,75	1,68	1,17	0,79
YK11	Q2	1,60	1,42	0,74	2,00	1,66	0,50	1,27	0,97	0,50
	R2	1,51	1,11	0,78	1,87	1,51	0,50	1,24	1,12	0,51

Çizelge 3.34 ve 3.34'da görüldüğü gibi modeller A2'den R2'ye kadar uzamaktadır. ÇDR ile YSA yöntemlerinde aynı konbinezonlar uygulanmıştır. Eğitim setinde HOKK değerleri 0,11-2,68, doğrulama setinde 0,61-4,48 ve test setinde ise 0,64-3,23 arasında değişiklik göstermektedir. OMH değerleri eğitim seti için 0,14-2,23, doğrulama seti için 0,50-3,07 ve test seti için ise 0,58-3,03 arasında değişmektedir. R^2 değerleri eğitim setinde 0,53-0,99, doğrulama setinde 0,50-0,98 ve test setinde ise 0,50-0,95 arasında değişiklik göstermektedir (Çizelge 3.34).

Çizelge 3.34'te görüldüğü gibi YSA yöntemi ile nokta bazında kurulan ikili modellerinde giriş parametresi sayısı azalınca ara katman sayısı da azalır ve iterasyon sayısı ise tam tersi bir şekilde artmaktadır.

YSA yöntemi ile ortaya çıkan en iyi konbinezonlar (B2, C2, D2, F2, G2, H2, J2, L2, N2, P2 ve R2) incelendiğinde çoğu zaman toplam giriş parametresi sayısından daha düşüktür. Sadece iki giriş parametresi olan C2 model ve tekli giriş modeller için toplam giriş parametresi sayısına eşittir. Buna bağlı olarak YSA ve ÇDR yöntemlerine ait en iyi konbinezonları ile YSA yönteminde uygulandığında çizelge 3.36'da görüldüğü gibi YSA'nın konbinezonlarının en iyi sonuçları verdiği görülmektedir.

Ayrıca ÇDR ve YSA yöntemleri kendileri tarafından belirlenen giriş konbinezonları her yöntem için uygulandığında elde edilen sonuçlar sırası ile çizelge 3.33 ve 3.35'da yer almaktadır. Bu sonuçlara göre YSA yöntemi ile belirlenen konbinezonlar hem de ÇDR tekniğinin ortaya koyduğu konbinezonlarla elde edilen HOKK, OMH ve R^2 değerleri dikkate alındığında ÇDR tekniğinden daha iyi sonuçlara ulaştığı görülmektedir. Başka bir değişle yüzey sularına uygulanan ÇDR ve YSA yöntemlerinden elde edilen sonuçlara bakıldığında YSA yöntemi eğitim, doğrulama ve test aşamalarında en düşük HOKK ve OMH ve en yüksek R^2 değerleri verdiği için ÇDR yönteminden daha üstündür.

Yüzey suları için ÇDR ve YSA yöntemlerinden elde edilen nitrat konsantrasyonu ile ölçülmüş nitrat konsantrasyonu arasındaki ilişki ekte (Ek Şekil 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 ve 11) verilmiştir.

Sonuç olarak ÇDR yöntemi en iyi modeli oluşturabilmesi için giriş parametresi olarak kullanılabilecek tüm verileri kullanmaya çalışırken YSA yöntemi mevcut olan tüm parametrelerden deneme-yanılma mekanizması ile en iyi konbinezonu bulmaya çalışmaktadır.

3.6.2.2. Yeraltısularından Elde Edilen Sonuçlar

Inceleme alanındaki yeraltısularına ilçe bazında ÇDR ve YSA yöntemleri uygulanmış elde edilen sonuçların detayları aşağıda verilmiştir.

3.6.2.2.1. ÇDR Yöntemi ile Yeraltısularından Elde Edilen Sonuçlar

ÇDR yöntemi ile yukarıda belirtildiği gibi ilk olarak modellerin denklemleri oluşturmaya çalışılmıştır (Çizelge 3.35).

Çizelge 3. 35. Yeraltısularında ÇDR yöntemi ile modellemesi için belirlenen denklemler

İlçe	Denklem	Modelin Adı
Gümüşhacıköy	$NO_3 = 5,161 + 0,04(EC)$	S1
Merzifon	$NO_3 = 26,961 - 3,971(pH) + 0,016(EC) + 0,023(Na) + 0,11(Ca) + 0,254(Mg)$	T1
	$NO_3 = 31,562 - 4,071(pH) + 0,061(Na) + 0,137(Ca) + 0,383(Mg)$	U1
Merkez	$NO_3 = 25,371 + 0,023(EC) - 0,401(Na) + 0,36(Ca) - 0,158(Mg) + 0,064(Cl) + 0,143(SO_4)$	V1
	$NO_3 = 24,968 + 0,025(EC) - 0,395(Na) + 0,356(Ca) - 0,157(Mg) + 0,146(SO_4)$	W1
Suluova	$NO_3 = -13,769 + 0,062(EC) - 0,053(Na) - 0,04(HCO_3) - 0,036(Cl)$	X1
	$NO_3 = -5,199 + 0,049(EC) - 0,026(HCO_3) + 0,111(Cl)$	Y1

Elde edilen denklemler giriş parametrelere uygulanarak HOKK, OMH ve R^2 değerleri belirlenmiştir (Çizelge 3.36).

Çizelge 3. 36. Yeraltısularında ÇDR yöntemi ile elde edilen sonuçlar

İlçe	Modelin Adı	Eğitim			Doğrulama			Test		
		HOKK	OMH	R ²	HOKK	OMH	R ²	HOKK	OMH	R ²
Gümüşhacıköy	S1	9,71	7,81	0,28	14,07	11,57	0,15	7,86	6,78	0,91
Merzifon	T1	7,44	5,55	0,64	8,46	6,18	0,78	10,20	6,80	0,48
	U1	7,44	5,45	0,63	8,76	6,25	0,76	10,15	6,68	0,49
Merkez	V1	13,58	10,21	0,77	31,33	22,49	0,32	20,99	14,99	0,72
	W1	13,31	10,13	0,77	32,01	22,70	0,31	20,58	14,25	0,71
Suluova	X1	7,95	6,73	0,68	10,38	9,50	0,67	17,32	13,82	0,02
	Y1	16,63	13,25	0,62	21,76	16,85	0,49	24,86	14,99	0,01

Çizelge 3.35 ve 3.36’da görüldüğü gibi modeller S1’den Y1’e kadar uzanmaktadır. Gümüşhacıköy ilçesinin modeli olan S1 (tek girişli) hariç tüm ilçeler için birden fazla toplam giriş parametresine sahip ve ilk konbinezonu ÇDR’dan, diğeri ise YSA’ndan olmak üzere iki model oluşturulmuştur.

Eğitim setinde HOKK değerleri 7,44-16,63, doğrulama setinde 8,46-32,01 ve test setinde ise 7,86-24,86 arasında değişiklik göstermektedir. OMH değerleri eğitim seti için 5,45-13,25 doğrulama seti için 6,18-22,70 ve test seti için ise 6,68-14,99 arasında değişmektedir. R² değerleri eğitim setinde 0,28-0,77, doğrulama setinde 0,15-0,78 ve test setinde ise 0,01-0,91 arasında değişiklik göstermektedir (Çizelge 3.36).

Yeraltısularında da ÇDR yöntemi tarafından ortaya konulan en iyi konbinezonlar (S1, T1, V1 ve X1) incelendiğinde modellerde sunulan tüm giriş parametreleri kullanılarak elde edilmiştir. Ayrıca Gümüşhacıköy ilçesine ait modelin konbinezonu hariç ÇDR ve YSA yöntemleri ile bulunan tüm konbinezonları ÇDR yöntemi ile uygulandığında kendisi tarafından belirlenen ve tüm giriş parametreleri kullanılarak oluşturulan konbinezonlarda eğitim, doğrulama ve test setlerinde en iyi sonuçları verilmektedir (Çizelge 3.36).

Sonuç olarak yüzey sularında olduğu gibi yeraltısularında da ÇDR yöntemi ile yapılan modelleme çalışmalarında giriş olarak kullanılacak parametre sayısı ne kadar fazla ise neticede elde edilecek sonuçların da o kadar iyi olacağını ortaya koymuştur.

3.6.2.2.2. YSA Yöntemi ile Yeraltısularından Elde Edilen Sonuçlar

YSA yöntemi yeraltısularında seçilmiş her ilçe için uygulanırken en iyi konbinezona ulaşabilmek için giriş ve çıkış katmanındaki aktivasyon fonksiyonu ve ara katman sayısı değiştirilerek denenmiştir. Her ilçedeki yeraltısuları için en iyi konbinezon ve kendisine ait değişken parametreler (aktivasyon fonksiyonu, ara katman nöron sayısı) ve iterasyon sayısı çizelge 3.37’de verilmiştir.

Çizelge 3. 37. Yeraltısularında YSA yöntemi ile en iyi sonuçlara ulaşılan koşulların detayları

İlçe	Giriş Parametreleri	Girişin Aktivasyon Fonksiyonu	Ara Katman Nöron Sayısı	Çıkışın Aktivasyon Fonksiyonu	İterasyon	Modelin Adı
Gümüşhacıköy	EC	Sigmoid	3	Doğrusal	55	S2
Merzifon	Ca, Mg, Na, EC, Ph	Sigmoid	11	Doğrusal	60	T2
	Ca, Mg, Na, Ph	Sigmoid	10	Doğrusal	85	U2
Merkez	Ca, Mg, Na, Cl, SO ₄ , EC	Sigmoid	13	Doğrusal	56	V2
	Ca, Mg, Na, SO ₄ , EC	Sigmoid	9	Doğrusal	64	W2
Suluova	Na, HCO ₃ , Cl, EC	Sigmoid	12	Doğrusal	69	X2
	HCO ₃ , Cl, EC	Sigmoid	8	Doğrusal	90	Y2

Çizelge 3.37’de belirlenen koşullar doğrultusunda YSA yöntemi ile en iyi sonuçlar elde edilmiştir. Oluşturulan tüm modeller için giriş katmanındaki aktivasyon fonksiyonu olarak sigmoid fonksiyonu en iyi sonuçlar verilmiştir. Çıkış katmanındaki aktivasyon fonksiyonu ise oluşturulmuş tüm modeller için doğrusal aktivasyon fonksiyonu en iyi sonuçlara ulaşılmıştır. Son olarak iterasyon sayısı 55-90 arasında değişiklik göstermektedir.

Böylece modellenmiş nitrat konsantrasyonu eğitim, doğrulama ve test setleri için bulunmuştur. Modellenen nitrat konsantrasyonu ile ölçülmüş (veya gerçek) nitrat konsantrasyonu arasında her set için HOKK, OMH ve R² değerleri hesaplanmıştır (Çizelge 3.38).

Çizelge 3. 38. Yeraltısularında YSA yöntemi ile elde edilen sonuçlar

İlçe	Modelin Adı	Eğitim			Doğrulama			Test		
		HOKK	OMH	R ²	HOKK	OMH	R ²	HOKK	OMH	R ²
Gümüşhacıköy	S2	8,18	6,82	0,51	10,48	8,82	0,50	5,59	5,14	0,92
Merzifon	T2	5,35	4,47	0,83	6,28	5,88	0,83	8,75	7,86	0,75
	U2	4,66	3,53	0,86	5,66	5,21	0,94	7,24	6,89	0,77
Merkez	V2	5,67	4,32	0,96	22,75	17,25	0,58	19,29	15,99	0,77
	W2	4,56	4,15	0,97	18,51	11,87	0,73	14,81	13,21	0,85
Suluova	X2	7,28	6,35	0,73	9,66	7,56	0,67	12,69	11,83	0,41
	Y2	4,14	3,10	0,91	8,19	7,39	0,81	12,10	10,17	0,51

Çizelge 3.37 ve 3.38’de görüldüğü gibi modeller S2’den Y2’ye kadar uzatmaktadır. ÇDR ile YSA yöntemlerinde aynı konbinezonlar uygulanmıştır. Eğitim setinde HOKK değerleri 4,14-8,18, doğrulama setinde 5,66-22,75 ve test setinde ise 5,59-19,29 arasında değişiklik göstermektedir. OMH değerleri eğitim seti için 3,10-6,82, doğrulama seti için 5,21-17,25 ve test seti için ise 5,14-15,99 arasında değişmektedir. R² değerleri eğitim setinde 0,51-0,97 doğrulama setinde 0,50-0,94 ve test setinde ise 0,41-0,92 arasında değişiklik göstermektedir (Çizelge 3.38).

Çizelge 3.38’de görüldüğü gibi YSA yöntemi ile yeraltı sularında ilçe bazında kurulan ikili modellerde giriş parametresi sayısı azalınca ara katman sayısı da azalır ve iterasyon sayısı ise tam tersi bir şekilde artmaktadır.

YSA yöntemi ile yeraltısularında oluşturulmuş en iyi konbinezonlar (U2, W2 ve Y2) incelendiğinde çoğu zaman toplam giriş parametresi sayısından daha düşüktür. Sadece Gümüşhacıköy ilçesi için tekli giriş modeli (S2) olduğu için toplam giriş parametresi sayısına eşittir. YSA ve ÇDR yöntemlerine ait en iyi konbinezonlar YSA yöntemi ile uygulandığında çizelge 3.41’de görüldüğü gibi YSA’nın konbinezonlarının daha iyi sonuçlar vermektedir.

Ayrıca ÇDR ve YSA yöntemleri kendileri tarafından belirlenen giriş konbinezonları her yöntem için yeraltısularına uygulandığında elde edilen sonuçlar sırasıyla çizelge 3.36 ve 3.38’de verilmiştir. Bu sonuçlara göre YSA yöntemi hem kendisinin belirlediği konbinezonlar hem de ÇDR tekniğinin ortaya koyduğu konbinezonlarla elde edilen HOKK, OMH ve R² değerlerine göre ÇDR tekniğinden daha iyi sonuçlara ulaşmaktadır.

Yeraltısularında da ÇDR ve YSA yöntemlerinden elde edilen sonuçlar incelendiğinde YSA yöntemi eğitim, doğrulama ve test aşamalarında en düşük HOKK ve OMH ve en yüksek R^2 değerleri verdiği için ÇDR yönteminden daha üstündür.

Ayrıca, yüzey sularında olduğu gibi yeraltı suları için de ÇDR ve YSA yöntemlerinden elde edilen nitrat konsantrasyonu ile ölçülmüş nitrat konsantrasyonu ilişkisi ve iki yöntem arasındaki üstünlüğü ekte (Ek Şekil 12, 13, 14 ve 15) verilmiştir.

Sonuç olarak yeraltısularında ÇDR yöntemi en iyi modeli ortaya koyabilmek için giriş parametresi olarak tüm parametreleri kullanmaya çalışırken, YSA yöntemi mevcut olan tüm parametrelerden deneme-yanılma mekanizması ile en iyi konbinezonu bulunmaya çalışmaktadır.



4. TARTIŞMA

Amasya İli yerüstü ve yeraltısularında kirlilik parametrelerinin belirlenmesi, kirlilik düzeylerinin Yapay Sinir Ağları ve Çoklu Doğrusal Regresyon yaklaşımı ile modellenmesinin amaçlandığı bu çalışmada; suların kalite parametreleri ilgili sınır değerlerine göre değerlendirilerek içme-kullanma ve tarımsal amaçlı olarak kullanılabilirliği belirlenmiş, yeraltı ve yüzey sularının Kanada Su Kalite Endeksi (CWQI) değerleri hesaplanmış, YSA ve ÇDR Yöntemleri kullanarak yeraltı ve yüzey sularında nitrat konsantrasyonu tahmin amacıyla bir modelin geliştirilip geliştirilemeyeceği araştırılmıştır.

Su kalitesi, bir su kütlesinin fiziksel, kimyasal, biyolojik ve hidromorfolojik özelliklerini ve farklı amaçlar için kullanıma uygunluğunu tanımlamaktadır. Su kalitesi standartları analiz sonuçlarına dayalı olarak suyun değişik amaçlı kullanımlara uygun olup olmadığını değerlendirmede kullanılan ölçütlerdir. Kullanım amacı belirlenen suyun o amaç için gerekli asgari şartları sağlayıp sağlamadığı kullanılacak ülkenin veya Dünya genelinde kullanılan bir standarda göre her bir parametre açısından değerlendirilir.

İnceleme alanında bulunan yeraltı ve yüzey sularının kalitesi ve yeraltı sularının hidrojeokimyasal özelliklerinin belirlenmesi amacıyla 2019 yılında 15 sondaj kuyusu ve 5 yüzey suyu noktasından örnekleme yapılarak fiziksel, kimyasal ve bakteriyolojik özellikleri belirlenmiştir. Geçmiş yıllardaki durumlarını inceleyebilmek için yeraltısularının 2003-2018 yılları arasında 15 sondaj kuyusunda yağışlı kurak olmak üzere iki dönem pH, EC, sodyum, potasyum, kalsiyum, magnezyum, karbonat, bikarbonat, sülfat, klorür ve nitrat parametreleri elde edilmiştir. Yüzey sularının ise 2008-2015 yılları arasında 11 örnek noktasından dört farklı dönemde belirlenen sıcaklık, DO, pH, amonyum, amonyak, nitrat, nitrit, fosfat, klorür, çinko, demir, bakır, potasyum, sülfat, sülfat ve kimyasal oksijen ihtiyacı parametreleri elde edilmiştir.

Yeraltısularının kullanıma uygunluklarının değerlendirilmesinde TS 266 ve DSÖ içme suyu standardı, yüzey sularının değerlendirilmesinde ise SKKY (2004) kullanılmıştır. Her bir su noktasının kullanım amacına uygunluğu o amaç için önerilen her parametrenin standartlarda verilen sınır değerler içerisinde kalması ile tespit edilmiştir. Suların kalite indekslerinin belirlenmesinde ise hem yeraltı hem de yüzey suları için TS 266 içme suyu standardı kullanılmıştır.

Yeraltısularının 2019 yılı analiz sonuçlarına göre analiz edilen parametrelerin bazılarının standartlarda önerilen sınır değerlere uygun olmadığı görülmektedir. DO değeri Merzifon ve Gümüşhacıköy dışındaki yeraltısularında önerilen sınır değeri karşılamamaktadır. Majör iyonlardan kalsiyum (HAMA1), alkalinite (GÖYN2) ve sülfat (MERK3 ve HAMA1), iz elementlerinden demir (GÖYN1), mangan (MERK3 ve GÖYN1) ve arsenik (SULU1 ve GÜMÜŞ1) değerleri de sınır değerlerin üzerindedir. Organik parametrelerden YAM ve fenolik maddeler tüm yeraltısularında; kjedahl azotu ve yağ ve gres yeraltısularının çoğunda; bakteriyolojik parametreler ise hemen hemen tüm örneklerde önerilen sınır değerin üzerindedir. Geçmiş yılların (2003-2018) analizleri değerlendirildiğinde majör iyonların bazı yeraltısularında sınır değeri aştığı, kirlilik parametrelerinden nitrat değerinin ise Merkez (MZ1, MZ3), Merzifon (MN2) ve Suluova (SV1) yeraltısularında yüksek olduğu belirlenmiştir.

İnceleme alanındaki yeraltısularında TS 266'ya göre sınır aşan parametreler antropojenik kökenlidir. Yüzey aktif maddelerin kirliliğe sebep olmasının en önemli nedeni evsel ve endüstriyel atıksuların arıtılması sonucu oluşan arıtma çamurları (Okuy Çeltikli, 2013), KOİ, BOİ, TKM, yağ ve greslerin ise genellikle mezbahalarda kesimhane ve et işleme prosesleri sırasında oluşan atıksulardır (Danış, 1996). Alandaki yaygın hayvancılık faaliyetlerinin olumsuz etkileri yeraltısularında görülmektedir. İçinde yüksek miktarda demir ve/veya mangan bulunan bütün yeraltısularında anaerobik (oksijensiz) ortam mevcuttur ve karbon dioksit konsantrasyonu yüksektir. Demir ve mangan bu tür su kaynaklarında indirgenmiş ve suda çözünürlüğü yüksek olan Fe^{2+} ve Mn^{2+} hallerinde bulunurlar. Karbon dioksitin yüksek miktarda olması bakteriyel faaliyetin yüksek olduğunu gösterir (Akgiray, 2003). Önemli miktarda demir ve manganezin suda çözünmesi için suda anaerobik ve indirgeyici bir ortamın oluşması gereklidir. Yüzey ve yeraltı sularındaki nitrat kirliliği, topraktaki organik maddelerin biyolojik olarak parçalanması ve gübre kullanımı olmak üzere başlıca iki nedenden meydana gelir. Toprakta oluşan nitratın bir kısmı bitkiler tarafından tüketilirken, kalan nitrat yağmur suları ile topraktan suya geçmekte hem yeraltısularını hem de yüzey sularını kirletmektedir. Gereğinden fazla gübre kullanımı da toprağa ve dolayısıyla suya nitrat geçmesine yol açmaktadır (Akkurt vd, 2002). İncelenen yeraltısularına nitrat tarımsal faaliyetler (gübreleme ve sulama), hayvancılık, septik tanklar, kanalizasyon ve endüstriyel faaliyetler nedeniyle karışmaktadır. Fosfat yeraltısularına yüzey suları ile geçer. Bir drenaj kanalından yüzey sularına verilen fosfor miktarının tarımsal

gübreleme yöntemi, gübreleme sıklığı, hayvancılık, bitki örtüsü ve toprak yapısına bağlıdır (Karaoğlu vd, 2008). Evsel atık sularındaki başlıca fosfor kaynağı insan atığı ve sentetik deterjanlar olup fosfor konsantrasyonu 10-30 mg/L arasında değişmektedir (Kargı, 1993).

Yeraltısularında 2019 ve daha önce 2003-2018 yılları arasında yapılan hidrojekimyasal analiz sonuçları Uluslararası Hidrojeologlar Birliğinin (IAH, 1979) sınıflama sistemi esas alınarak suların tipleri, Piper ve Schoeller diyagramları ile benzer ve farklı kökenli suların karşılaştırılması ve suların birbirleriyle olan ilişkileri belirlenmeye çalışılmıştır. Uzun vadeli (2003-2018) yeraltı sularında yapılan analizlerin sonuçlarını iyi değerlendirebilmesi için ilçe bazında ele alınmıştır.

2019 yılında Kasım - Aralık aylarında yapılan örnekleme sonuçlarına göre yeraltısularının anyonları bakımından hepsinin HCO_3 'lu, katyonları bakımından çoğunun Ca'lu, bazılarının ise karışık (Ca-Mg-Na) su tipinde olduğu belirlenmiştir. Yeraltısularında $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ derişimi, yeraltı sularının atmosferik veya biyogenik CO_2 'i bünyesine alması sonucunda karbonat minerallerinin çözünmesinden kaynaklanır. Dolayısıyla çalışma alanındaki yeraltısularının genellikle atmosferik CO_2 ile temas eden yeralan ve sığ derinliklerde hareket eden sular olduğu söylenebilir. Katyonları bakımından karışık olan yeraltısularında özellikle tarımsal alanlarda sulamadan dönen suların ve gübreleme faaliyetlerinin etkili olduğu görülmektedir.

Çalışma alanında yeraltısularının geçmiş yıllara ait kimyasal analiz sonuçları değerlendirildiğinde farklı akiferlerde bulunmaları sebebiyle bir miktar farklılıklar gösterdikleri belirlenmiştir. Genel olarak hepsinin anyonları bakımından HCO_3 'lu, olduğu katyonları bakımından farklılıklar gösterdiği görülmektedir. Merkez İlçesi yeraltısuları dört farklı noktadan değerlendirilmiştir. Hem katyonları hem de anyonları bakımından farklılık gösteren yeraltısularında hakim anyon çoğunlukla HCO_3 olmasına rağmen MZ1, MZ2 ve MZ4 kuyu sularında SO_4 iyonu zaman zaman HCO_3 'a eşlik etmektedir. MZ1 kuyu suyunda kurak dönemlerde SO_4 iyonu ilk sırayı almaktadır. Katyon sıralamasında da Mg iyonu Ca iyonundan önce gelmektedir.

Yağışlı ve kurak peryotlar dikkate alındığında Gümüşhacıköy İlçesi yeraltısularının genel olarak mevsimlere göre değişiklik göstermeksizin katyonları bakımından karışık, anyonları bakımından HCO_3 'lu olduğu; zayıf asit köklerinin güçlü asit köklerinden baskın olduğu belirlenmiştir.

Merzifon İlçesi yeraltısuları genel olarak katyonları bakımından farklılık gösterirken, anyonları bakımından HCO_3^- ’lu su sınıfındadır. MN2 kuyu suyu Ca-Mg’lu iken, MN1 ve MN3 kuyu sularında baskın katyonu Na oluşturmaktadır. Mevsimsel bir etkinin gözlenmediği yeraltısularındaki bu farklılık kuyuların farklı bir beslenme alanına sahip olmasından kaynaklanmaktadır. Suluova İlçesi yeraltısuları (SV1 ve SV2) farklı beslenme alanına sahiptirler. Her iki kuyuda da hakim anyon HCO_3^- iken hakim katyon SV1’de çoğunlukla Na, SV2’de ise Mg ve Ca’dur. Göynücek İlçesi yeraltısuları katyonları bakımından Ca-Mg-Na’lu anyonları bakımından ise HCO_3^- ’lu su sınıfındadır.

Yeraltısuyunun hidrokimyasını genel olarak yağış, jeolojik yapılar, kaya türü, yeraltısuyunun yeraltında kalma süresi ve akış yolları boyunca gerçekleştirilen süreçler belirlemektedir (Gastmans vd, 2010; Moral vd, 2008; Sahinci, 1991). Su analizlerinde saptanan iyonlar, suyun geldiği kaya hakkında bilgi verebilir. Bu bilgi de yeraltısuyunun beslenme alanının belirlenmesinde kullanılabilir. Ancak değişik kayaç gruplarında aynı elementler yer aldığı için bunu saptamak çok kolay değildir. Hem ultrabazik ve bazik kayalardan hem de dolomitlerden gelen sularda Mg^{2+} iyonu yüksek olabilir. Yine Ca feldispatlar, piroksenler ve amfiboller gibi minerallerden yeraltısularına karışabileceği gibi en önemli kaynağı kireçtaşlarıdır. Dolayısıyla elementlerin jeolojik kaynağı dışında suya geçişlerinde jeokimyasal süreçler de etkilidir. Bu doğal kaynakların yanısıra özellikle sığ derinlikler için antropojenik etkiler de önemlidir. EC , Na^+ , Cl^- , SO_4^{2-} ve HCO_3^- gibi kimyasal bileşenlerin yüksek miktarda bulunması mineral fazların çözünmesi yanısıra kanalizasyon, kentsel ve endüstriyel atıkları ile etkileşim, yoğun gübre kullanımı veya tarım uygulamaları gibi antropojenik faaliyetlerin etkisinden de kaynaklanabilir (Balaji vd, 2016). Killi ortamlarda Na^+ iyonu ile Mg^{2+} ve Ca^{2+} iyonları arasında iyon değişimi gelişir ve ortam Na^+ iyonlarınca zenginleşir (Şahinci, 1991). Bu çalışmada amaca uygun olarak su kalitesi ve kalite parametrelerinin modellenmesi üzerine yoğunlaşıldığı için yeraltısularındaki çözünmüş maddelerin kökenine yönelik araştırmalar yüzeysel değerlendirilmiştir. Bu doğrultuda irdelenirse Gümüşhacıköy yeraltısularının bikarbonat, kalsiyum ve magnezyum iyonlarınca zengin olduğu ve bu parametreler arasında yüksek korelasyonun bulunması ($R_{\text{Ca-HCO}_3} = 0,85$, $R_{\text{Mg-HCO}_3} = 0,87$ ve $R_{\text{Ca-Mg}} = 0,85$) kaynaklarının kalsit (CaCO_3) ve dolomit ($\text{Ca.Mg}(\text{CO}_3)_2$) gibi minerallerin olabileceğini göstermektedir. Merzifon yeraltı farklı akiferlerde yer aldığı; MN1 ve MN3 kuyularının yer aldığı yeraltısularının Ca^{2+} - Mg^{2+} iyonları ile Na^+ iyonu arasında iyon değişiminin gerçekleşmiş olabileceği düşünülmektedir. Sodyum-

kalsiyum ve sodyum- magnezyum arasında gözlenen negatif yöndeki yüksek korelasyon katsayısı ($R_{Ca-Na} = -0,89$ ve $R_{Mg-Na} = -0,84$) bunun göstergesi olabilir. Suluovadaki yeraltısularında gözlenen yüksek Na değerinin antropojenik olma olasılığı yüksektir.

Su kalite standartları (TS 266, DSÖ, SKKY gibi) tarafından belirlenen sınır değerleri ile ölçümlerden elde edilen sonuçlar karşılaştırılarak nokta ve parametre bazında yorum yapılması mümkündür. Nokta bazında ölçülmüş tüm parametreleri kapsayacak şekilde, belli bir zaman içinde suyun kalitesinin hangi durumda olduğunu ortaya koyabilmek için kalite indeksleri ortaya çıkmıştır. Çeşitli indeksler bulunmakla beraber bu çalışmada mevcut verilere uygun olması nedeniyle Kanada WQI kullanılmıştır. Bu bağlamda inceleme alanındaki yüzey sularının 11 örnek noktasından 2008-2015 yılları arasında yılda dört dönem olmak üzere belirlenmiş pH, çözünmüş oksijen, amonyum, amonyak, nitrat, nitrit, toplam fosfor, klor, çinko, demir, bakır, potasyum, sülfat, sülfid ve kimyasal oksijen ihtiyacı verileri kullanılarak su kalite indeksleri belirlenmiştir. Yeşilırmak ve kollarına ait WQI değerlerinin Amasya ili girişindeki örnek noktalarında (YK1, YK2, YK5) il içindeki (YK3, YK4, YK6, YK7, YK8, YK9, YK10) ve çıkışındaki örnek noktalarına (YK11) göre daha iyi durumda olduğu belirlenmiştir. En yüksek WQI değeri Çekerek Irmağı'nda (YK2; $WQI_{2008-2015} = 78$), en düşük WQI değeri ise Tersakan Çayı'nda (YK6; $WQI_{2008-2015} = 43$) belirlenmiştir. Su kalitesini olumsuz olarak etkileyen parametreler ise standartlarda önerilen sınır değeri aşan amonyak, toplam fosfor, sülfid, amonyum, nitrit, DO, demir ve KOİ parametrelerdir. Bu parametrelerin birçoğu organik kökenli, bir kısmı ise evsel atıklar kökenlidir. Son yıllarda inceleme alanında artış gösteren tarımsal ve hayvancılık faaliyetleri ve bunlardan kaynaklı atıklar yüzey sularının bozulmasının başlıca sebeplerindendir.

Yeraltısularının kalitesi 15 noktada 2003-2018 yılları arasında yılda iki dönem olmak üzere belirlenmiş pH, EC, kalsiyum, magnezyum, sodyum, potasyum, karbonat, bikarbonat, sülfat, klorür ve nitrat parametreleri kullanılarak belirlenmiştir. Elde edilen WQI değerlerine göre yeraltısularının çoğunlukla (GH1, GH2, GH4, GH5, MN3, MZ2, MZ4, SV2 ve GNK) mükemmel su kalitesine sahip, bir kısmının iyi su kalitesine (GH3, MN1, MN2 ve SV1) ve Merkez İlçe yeraltısularının orta su kalitesine (MZ1 ve MZ3) sahip olduğu belirlenmiştir. Yeraltısularının kalite indekslerini olumsuz etkileyen parametreler sülfat, nitrat, alkalinite, magnezyum ve sodyum parametreleridir.

Su kalite indeksi hesaplamalarında elde edilen sonuçların güvenilir olması veya gerçeği yansıtması analiz edilen parametrelerin sayısına ve sıklığına bağlıdır. Her bir kalite

indeksi yönteminde bu parametre ve analiz sayısı ile ilgili sınırlamalar bulunmaktadır. Daha gerçekçi sonuçlar elde edebilmek için tüm yöntemler analiz edilen parametre ve analiz sayısının yüksek olması gerekliliğini vurgulamaktadır. Ancak bu tür çalışmalar için gerekli veriler kısa sürede elde edilemeyen en az birkaç yılı kapsayan uzun süreli ölçümlere ve analizlere dayanmaktadır. Ayrıca elde edilen ölçüm veya analizlerin belirli zaman dilimi içerisinde kesintisiz olması da önemlidir. Bu kısıtlamalar su kalite indeksi değerlerinin gerçeği yansıtması açısından oldukça önemlidir. Bu çalışmada yüzey suları için CWQI hesaplamasında toplam 15, yeraltısuları için ise 10 parametre kullanılmıştır. Bu nedenle yüzey sularında elde edilen sonuçların yeraltısularına göre gerçeği daha çok yansıttığı söylenebilir.

Çalışmanın ilk kısmında belirtildiği gibi çalışma alanında yüzey ve yeraltısularında artan nitrat konsantrasyonu olduğu belirtilmiş ve bununla ilgili çeşitli çalışmalar yürütülmektedir. Bu çalışmada da yüzey ve yeraltısularının nitrat konsantrasyonu ÇDR ve YSA yöntemleri kullanılarak modellenmiştir. ÇDR yöntemi ile nitrat konsantrasyonu modellemesi için giriş parametreleri değiştirilerek elde edilen denklemler eğitim, doğrulama ve test setlerine uygulanmıştır. Uygulamalar sonucunda bulunan nitrat konsantrasyonlarından ölçülmüş yani asıl nitrat konsantrasyonuna en yakın olanı en iyi model olarak seçilmiştir. YSA yöntemi ile nitratin modellenmesinde giriş parametrelerinde olduğu gibi en iyi sonuca ulaşabilmek için yöntemin kendi mekanizması ile gereken bazı parametreleri değiştirerek gerçekleştirilmiştir. Bu iki yöntem arasında üstünlüğün belirlenmesi için her iki yöntemde bulunan en iyi konbinezonu diğerine de uygulanarak elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır. Karşılaştırmanın kriterleri olarak modellenen ve ölçülmüş (gerçek) nitrat konsantrasyonları ile eğitim, doğrulama ve test setleri için hesaplanan HOKK, OMH ve R^2 değerleri kullanılmıştır.

Altuntaş (2018) ANFİS ve ÇKYSA metotlarıyla Yeşilırmak bütünü kapsayacak şekilde (Amasya dahil) kurulmaya çalıştığı DO (çözülmüş oksijen) modelinin başarısızlığı (R^2 değerleri 0,7'den küçük olması) yapılan ölçümlerde hata olabileceği veya akım gözlem istasyon sayısının fazla olması ve havza üzerinde dağınık bir şekilde bulunmaları nedenlerinden olduğunu ileri sürmüştür. Ayrıca elde edilen hata kriterlerine göre bu iki yapay zeka yöntemi arasında üstünlük olmadığı belirlenmiştir. Ramasamy vd (2003) yapmış olduğu YSA ile ÇDR yöntemleri ile nitrat konsantrasyonu modellemesi çalışması sonucunda elde edilen sonuçlar ışığında iki yöntem arasında determinasyon katsayısı bakımından

farklılık olmadığı, sadece hata kriterleri (OMH ve OKH) açısından YSA'nın üstünlük gösterdiğini belirtmişlerdir. Yeşilnacar vd (2007) Şanlıurfa Harran Ovası'nın yeraltısuyunun nitrat konsantrasyonu GYSA Levenberg-Marquardt algoritması, giriş katmanda tan-sigmoid transfer fonksiyonu, çıkış katmanda ise doğrusal transfer fonksiyonu ve 25 nöronlu tek ara katman ile oluşturulmuşlardır. Zara vd (2011) ise YSA ve ÇDR yöntemleriyle yapılan nitrat konsantrasyonu modellemesi sonucunda elde edilen en iyi konbinezonları ÇDR en fazla giriş parametresine sahip olduğuna dikkatler çekmişlerdir.

Bu çalışmada yüzey sularında yeralan 11 noktanın her birisi için ÇDR ve YSA yöntemleri ile modeller kurulmuştur. Yeraltısuları için ise 4 ilçe için her iki yöntem ile modeller oluşturulmuştur. Kurulan her modelin başarılı olup olmadığı ve ÇDR ile YSA yöntemleri arasında üstünlük olup olmadığını araştırmak için HOKK, OMH ve R^2 değerleri kullanılmıştır. Başarılı bir model olması için eğitim, doğrulama ve test setlerinde HOKK ve OMH sonuçları sıfıra yakın ve R^2 ise bire yakın olması istenmektedir. Bu çalışmanın 3.6 bölümünde görüldüğü gibi YSA ve ÇDR yöntemleri ile oluşturulan modeller arasında HOKK, OMH ve R^2 kriterleri doğrultusunda önemli bir fark vardır. Tüm konbinezonlarda YSA yöntemi, ÇDR yöntemine göre daha iyi sonuçlar elde etmiştir. Yüzey sularında kurulan modellerden elde edilen sonuçlara göre ÇDR yöntemi ile K1 ve L1 (YK8) kabul edilebilir düzeyinde; E1 (YK4) ve M1-N1 (YK9) çok iyi modeller olarak öne çıkmaktadır. YSA yöntemi ile J2 (YK7) ve O2 (YK10) kabul edilebilir düzeyinde; A2-B2 (YK1), C2 (YK2), E2-F2 (YK4), K2-L2 (YK8), M2-N2 (YK9) ve P2 (YK10) çok iyi modeller olarak ortaya çıkmaktadır. Yeraltısularında ÇDR yöntemi ile kurulan modellerde başarılı bir model yoktur; YSA yöntemi ile oluşturulan modellerden ise Merzifon ilçesine ait T2-U2 ve Merkez ilçeye ait W2 çok iyi modeller olarak öne çıkmaktadır.

ÇDR yönteminin en iyi konbinezona ulaşabilmesi için daha fazla giriş parametresine ihtiyaç duyarken YSA yöntemi var olan giriş parametresinden bilinmeyen bir formülü ile istediği parametreleri seçmektedir. ÇDR yönteminde birçok su kalite parametresine gerek duyulurken YSA yöntemi daha az sayıda parametre ile optimum sonuçlar elde edebilmektedir. Belli bir formülü olmamakla birlikte YSA ile ilgili model oluşturulurken girdi parametresi azaldıkça ara katmanındaki nöron sayısı istenen (iyi) performansa ulaşabilmek için düşmekte, aynı zamanda bu amaca ulaşmak için harcanan zaman yani iterasyon sayısı da artmaktadır.

5. SONUÇLAR

Amasya İli yerüstü ve yeraltısuyu kaynaklarındaki kirlilik parametrelerinin belirlenmesi, nitrat düzeylerinin YSA ve ÇDR yaklaşımı ile modellenmesinin amaçlandığı bu çalışmada aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir:

İnceleme alanında 2014-2018 yılları arasında ortalama olarak yılda aylık yağış miktarı 8,8-69,1 mm arasındayken aylık ortalama sıcaklık ise 2,4-24,2 °C arasında değişmektedir. Ayrıca bu yıllar arasında hesaplanan ortalama toplam yıllık yağış miktarı ve ortalama aylık sıcaklık sırayla 408,1 mm ve 13,30 °C'dir.

Önceki çalışmalar derlenerek Amasya İli'nin jeoloji haritası hazırlanmıştır. Alandaki en yaşlı birimi Karbonifer-Permiyen yaşlı Tokat Metamorfikleri oluştururken, en genç birim Kuvaterner yaşlı alüvyonlar oluşturur.

İnceleme alanında yüzeylenen jeolojik birimler hidrojeolojik özelliklerine göre geçirimli, yarı geçirimli ve geçirimsiz olmak üzere sınıflandırılmış ve alana ait hidrojeoloji haritası hazırlanmıştır. Geçirimli birimleri iyi tutturulmamış olan çakıl, kum, silt ve çamur ile temsil edilen alüvyonlar, iyi tutturulmamış köşeli ve tane destekli ile bloklardan oluşan yamaç molozu, çakıltası ve çamurtaşlarından oluşan tortul birimler, kumtaşları ve kireçtaşlarından oluşan birimler oluşturmaktadır. Yarı geçirimli özelliğe sahip birimler olarak kumtaşı, silttaşı ve marn aralanmasından oluşan Yedikir Formasyonu, çakıltası, kumtaşı, silttaşı, marn, çamurtaşı aralanması ve kireçtaşlarından oluşan Meryemdere Formasyonu, andezit, tuf, aglomera ve volkano-tortul ara düzeyleri, konglomera, volkanik elemanlı, kumtaşı, aglomera, marn, andezit ve tuf ardışımı ile temsil edilen Çekerek Formasyonu, kumlu kireçtaşından oluşan Çatalçeşme Formasyonu, iyice tutturulmuş volkanik elemanlı kumtaşı, yer yer kireç ve kil çimentolu, kalın tabakalı konglomera ve aglomera; ince-orta tabakalı killi kireçtaşı aralanmalarıyla temsil edilen Tersakan Formasyonu, kireçtaşı, çakıltası ve kumtaşı-marn ile oluşan Arıkayası Formasyonu, marn, andezitik ve trakiandezitik tuf, kuvars ve mafik elemanlı, karbonat çimentolu kumtaşı, biyomikritik-killi ve mikritik kireçtaşı aralanmalarından oluşan Akveren Formasyonu, serpantin, peridotit, piroksenit, dünit gibi ultramafik kayalar ile tarif edilen Artova Ofiyolitli Karışığı, kireçtaşı blokları, volkanik ara düzeyler, kumtaşı, silttaşı, kiltası, kumlu kireçtaşı, çakıltası aralanması ile tanımlanan Cankurtaran Formasyonu, kumtaşı, silttaşı,

çakıltası, mikritik kireçtaşı, volkanit, çamurtaşı ve kireçtaşından oluşan Çalarasın Formasyonu, konglomera, kumtaşı, silttaşı, çamurtaşı, yer yer marn, kireçtaşı ve volkanitlerle temsil edilen Hamurkesen Formasyonu, kırıntılı-karbonat blokları içeren arkozit kumtaşı, çakıltası, kumtaşı, çamurtaşı, kumlu kireçtaşı, kireçtaşı ve volkanik kayalarla temsil edilen Devecidağ Karışığı, kırıntılı ve karbonatlardan oluşan Gelinsini Formasyonu ve killi, kumlu, karbonatlı ve volkanik kayalardan metamorfizmaya maruz kalmış Tokat Metamorfikleri tanımlanmıştır. Geçirimsiz birimleri ise kumtaşı ara katmanlı marn, silttaşı ardışımından oluşan birimler ve başlıca killi kireçtaşı-marn ardalanmasından oluşan birimler oluşturmaktadır.

İnceleme alanındaki yüzey ve yeraltısularının mevcut ve geçmiş yıllara ait kalite durumları içme-kullanma suyu kalite standartları (TS 266, DSÖ ve SKKY) baz alınarak değerlendirilmiştir. DO, kalsiyum, alkalinite, sülfat, demir, mangan ve arsenik değerleri bazı yeraltısularında standartlarda önerilen sınır değerlerin üzerindedir. Organik parametrelerden YAM ve fenolik maddeler tüm yeraltısularında; kjedahl azotu ve yağ ve gres yeraltısularının çoğunda; bakteriyolojik parametreler ise hemen hemen tüm örneklerde önerilen sınır değerin üzerindedir.

Piper diyagramı değerlendirmelerinde yeraltısularının çoğunlukla Ca-HCO_3 , bir kısmının katyonları bakımından karışık, anyonları bakımından HCO_3 , bir kısmının da Na-HCO_3 tipinde olduğu belirlenmiştir. Yoğun tarımsal faaliyetlerin gerçekleştirildiği çalışma alanında yeraltısularının kalitesi SAR, MT, RSC ve %Na gibi parametreler ve ABD tuzluluk-Wilcox diyagramları yardımıyla değerlendirilmiştir. Merzifon ve Suluova ilçesindeki yeraltısularının bir kısmının sulama suyu olarak kullanıma uygun olmadığı belirlenmiştir.

Yüzey sularının 2019 yılı ve geçmiş yıllara ait analiz sonuçları SKKY (2004)'te verilen parametrelere göre değerlendirilmiş; Yeşilirmak ve kollarının parametrelere göre farklı kalite sınıflarında olduğu belirlenmiştir. Tersakan Çayı dışındaki yan kolların Yeşilirmak'a göre daha iyi kalite sınıfında olduğu belirlenmiştir. Geçmiş yıllara ait analizler değerlendirildiğinde, su kalitesinde mevsimsel farklılıkların görüldüğü ancak hiçbir parametrede geçmişten günümüze artan veya azalan bir trendin olmadığı belirlenmiştir.

Çalışma alanındaki yüzey ve yeraltısularının kalite indeksleri yüzey suları için 15, yeraltısuları için 10 parametre kullanılarak Kanada su kalite endeksi (CWQI) yöntemi ile belirlenmiştir. Yüzey suları için 2008-2015 yılları arası için hesaplanan ortalama CWQI

değerleri 43 (kötü kalite) ve 78 (orta kalite) arasında değişiklik gösterirken, yeraltı suları için 2003-2018 yılları arasındaki CWQI değerleri 71 (orta kalite) ve 100 (mükemmel kalite) arasında değişmektedir. Kullanılan parametreler doğrultusunda genel olarak yeraltı sularının iyi kalitede, yüzey sularının ise daha düşük kalitede olduğu belirlenmiştir.

Çalışma alanındaki yüzey ve yeraltı sularının nitrat konsantrasyonu ÇDR ve YSA yöntemleri ile modellenmiş ve aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır:

- Yüzey sularında hem ÇDR yöntemi hem de YSA yöntemi başarılı sonuçlar vermesine rağmen, YSA yöntemi ile oluşturulan modeller çok iyi modeller olarak öne çıkmaktadır. Yeraltı sularında ÇDR yöntemi ile kurulan modellerde başarılı bir model yoktur; YSA yöntemi ile oluşturulan modellerden ise Merzifon ve Merkez ilçesine ait modeller çok iyi modeller olarak öne çıkmaktadır.
- Performans açısından değerlendirildiğinde kurulan tüm modellerde YSA yönteminin ÇDR yönteminden daha üstün olduğu belirlenmiştir. ÇDR yönteminin başarılı bir model (düşük HOKK-OMH ve yüksek R^2) oluşturabilmesi için daha fazla giriş parametresine ihtiyaç duyar iken YSA yöntemi ise daha az giriş parametresi ile sonuca ulaşabilmektedir.
- İyi bir sonuç elde etmek ve modelleme araştırmalarını makul bir bütçe ile gerçekleştirmek için YSA yöntemi öne çıkmaktadır. Ancak YSA yönteminde de giriş parametresi sayısı çok az olunca kurulacak modellerin performansında önemli düşüş görülmektedir.
- YSA yöntemi ile oluşturulan tüm modeller için giriş katmanındaki aktivasyon fonksiyonu olarak sigmoid fonksiyonu en iyi sonuçlar verilmiştir. Çıkış katmanındaki aktivasyon fonksiyonu için ise çoğu defa doğrusal aktivasyon fonksiyonu ile en iyi sonuçlara ulaşılmıştır.
- YSA çalışma mekanizması ile ilgili model oluşturulurken belli bir formül olmaksızın girdi parametresi azaldıkça ara katmanındaki nöron sayısı istenen (iyi) performansa ulaşabilmek için düşürmekte, aynı zamanda bu amaca ulaşmak için harcanan zaman yani iterasyon sayısında artışa neden olmaktadır.

6. ÖNERİLER

Bu çalışmada yapılan değerlendirmeler sonucunda bu tür çalışmalardan daha verimli sonuçlar elde edilmesi için aşağıdaki öneriler sunulmuştur:

- Su kalitesi ile ilgili çalışmalarda uzun süreli olmak üzere çok sayıda parametreye ve çok sayıda analize gereksinim vardır. Ayrıca ölçüm ve analizlerin bu süre içerisinde kesintisiz olarak yapılmış olması gerekir. Veriler bu şartlara uygun olarak sağlandığı zaman elde edilecek sonuçlar daha güvenilir olacaktır.
- Bu çalışmada kullanılan analizlerin büyük bölümü kamu kurumlarından ücret karşılığı elde edilmiştir. Verilere ücretsiz ulaşımın olması ve daha fazla verinin değerlendirilmesi bu tür çalışmaların başarıya ulaşmasında önemlidir.
- Bu çalışmada yeraltısuyu ile ilgili modeller sayılarının az olması nedeniyle farklı akiferlerdeki analizler üzerinde gerçekleştirilmiştir. Aynı akiferde daha çok noktada yılda en az dört kez olmak üzere çok sayıda analiz kullanılarak kurulacak modellerin daha başarılı olacağı düşünülmektedir.
- Çalışma kapsamında ÇDR ve YSA yöntemleri kullanılarak nitrat konsantrasyonları modellenmiştir. Farklı yöntemler ve farklı parametreler kullanılarak daha uygun sonuçların uygulanabilirliği araştırılabilir.

7. KAYNAKLAR

- Adamowski, J. ve Chan, H., F., 2011. A wavelet neural network conjunction model for groundwater level forecasting, Journal of Hydrology, 407, 1-4, 28-40.
- Ağar, Ü., 1977. Demirözü ve Köse Bölgesinin Jeolojisi. Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 595.
- Ahmed, F., E., 2005. Artificial neural networks for diagnosis and survival prediction in colon cancer. Molecular cancer, 4, 1, 29.
- Akgiray, Ö., 2003. İçme suyu ve su arıtımı. Suyumuzun Geleceği ve Türkiye Su Politikaları, 22 Mart Dünya Su Günü paneli, Zekai Şen, Sevinç Sırdaş (Editör), Bildiriler, 62-75, İstanbul.
- Akgiray, Ö., 2003. İçme Sularında Demir ve Manganez Problemi, Tesisat Dergisi.
- Akdeniz, N., 1988. Permian and Carboniferous of Demirözü and their significance in the regional structure. Geological Bulletin of Turkey, 3, 71-80.
- Akkurt, F., Alıcılar, A., Şendil, O. 2002. Sularda Bulunan Nitratın Adsorpsiyon Yoluyla Uzaklaştırılması. Gazi Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi Cilt 17, 4.
- Aksever, F., 2011. Afyon-Sandıklı Havzası hidrojeolojisi incelemesi. Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Aktimur, T., H., Ateş, Ş., Yurdakul, E., M., Tekirli, M ve Keçer, M. 1992. Niksar-Erbaa ve Destek dolayının Jeolojisi. MTA Dergisi 114, 25-36.
- Aktimur, K., T. ve Tekirli, M., 1990a. 1:100 000 ölçekli açın-sama nitelikli Türkiye Jeoloji Haritaları Serisi Tokat D 22 paftası. MTA Yayınları, Ankara.
- Aktimur, K., T., Tekirli, M. ve Yurdakul, M., E., 1990c. Sivas-Erzincan Tersiyer havzasının jeolojisi. MTA Dergisi, 111, 25-36, Ankara.
- Aktimur, K., T., Tekirli, M., E., Yurdakul, M., E., Ateş, Ş., Ürgün, B., M., Teoman, M., Ş., Keçer, M., Turşucu, A. ve Genç, S., 1989. Niksar-Erbaa ve Destek Dolayının Jeolojisi. MTA Rapor No: 8894 (yayımlanmamış), Ankara.
- Aktimur, K., T., 1988a. 1:100 000 ölçekli açın-sama nitelikli Türkiye Jeoloji Haritaları Serisi, Sivas-F 24 paftası. MTA Yayınları, Ankara.

- Aktimur, K., T., 1988b. 1:100 000 ölçekli açınısma nitelikli Türkiye Jeoloji Haritaları Serisi, Divriği-F 26 paftası. MTA Yayınları, Ankara.
- Aktimur, K., T., 1986. Erzincan, Refahiye ve Kemah dolayının jeolojisi: MTA Rapor No: 7932, (yayınlanmamış), Ankara.
- Akyacı, M. ve Tunç, M., 1992. Zile (Tokat) yöresinin stratigrafisi. Geological Bulletin of Turkey, 35, 35-46.
- Akyürek, B., Bilginer, E., Akbaş, E., Hepşen, N., Pehlivan, Ş., Sunu, O., Sosyal, Y., Dağ, Z., Çatal, E., Sözeri, B., Yıldırım, H. ve Hakyemez. Y. 1984. Ankara-Elmadağ-Kalecik dolayının temel jeolojik özellikleri. Türkiye Jeoloji Kurumu, 20, 31-46.
- Akyürek, B., Bilginer, E., Akbaş, E., Hepşen, N., Pehlivan, Ş., Sunu, O., Sosyal, Y., Dağ, Z., Çatal, E., Sözeri, B., Yıldırım, H. ve Hakyemez. Y. 1982. Ankara-Elmadağ-Kalecik dolayının jeolojisi. Maden Tetkik Arama Enstitüsü Rapor No: 7298 (yayınlanmamış).
- Akyürek, B., Bilginer, E., Çatal, E., Dağ, Z., Sosyal, Y. ve Sunu, O., 1980. Eldivan-Şabanözü (Çankırı) ve Hasayaz-Çandır (Kalecik-Ankara) dolaylarının jeolojisi. Maden Tetkik Arama Enstitüsü Rapor No: 6741 (yayınlanmamış).
- Akyürek, B., Bilginer, E., Dağ, Z. ve Sunu, O., 1979b. Eldivan-Şabanözü (Çankırı) dolayında ofiyolit yerleşimine ilişkin bulgular. Türkiye Jeoloji Kurumu Yayını, Ankara.
- Akyürek, B. ve Sosyal, Y., 1983. Biga yarımadası güneyinin (Savaştepe-Kırklığaç-Bergama-Ayvalık) temel jeoloji özellikleri (Basic geological features of the region South of the Biga Peninsula, Savaştepe-Kırklığaç-Bergama-Ayvalık). Maden Tetkik ve Arama Dergisi, 95-96, 1-13 (in Turkish with English abstract).
- Akyürek, B. ve Sosyal, Y., 1978. Kırklığaç-Soma (Manisa)-Savaştepe-Korucu-Ayvalık (Balıkesir)-Bergama (İzmir) civarının jeolojisi. Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü Rapor No: 6432 (yayınlanmamış).
- Albaradeyia, I., Hani, A. ve Shahrour, I., 2011. WEPP and ANN models for simulating soil loss and runoff in a semi-arid Mediterranean region. Environmental monitoring and assessment, 180, 1-4, 537-556.
- Alemdar, S., Kahraman, T., Ağaoğlu, S. ve Alişarlı, M., 2009. Bitlis İli içme sularında florür düzeyleri.
- Ali, İ ve Jain, C., K., 1998. Groundwater contamination and health hazards by some of the most commonly used pesticides. Current Science, 75, 1011-1014.
- Allison, J., D., Brown, D., S. ve Novo-Gradac, K., J., 1991. MINTEQA2/PRODEFA2, A geochemical assessment model for environmental systems: Version 3.0 User's

Manual, Environmental Research Laboratory, Office of Research and Development, US Environmental Protection Agency.

- Alloway, B., J ve Ayres, D., C., 1997. Chemical Principles of Environmental Pollution. Blackie Academic and Profesional, an imprint of Chapman and Hall, London, 394.
- Alp, D., 1972. Amasya yöresinin jeolojisi (Geology of the Amasya Region). İstanbul Üniversitesi, Fen Fakültesi Monografileri, 22.
- Altıner, D., Koçyiğit, A., Farinacci, A., Nicosia U., Q. Ve Conti, M., A., 1991. Jurassic-Lower Cretaceous stratigraphy and paleogeographyc evolution of the southern part of North-Western Anatolia. *Geologica Romana*, 27, 13-80.
- Atıcı, O., G., 2006, Yüzey aktif maddeler, İTÜ Matbaası, İstanbul.
- Altınlı, İ., E., 1973. Bilecik Jurasığı. 50. Yıl Yerbilimleri Kongresi. Tebliğler Dergisi, Maden Tetkik ve Arama Yayını, 112-113.
- Altuntaş, M., 2018. Yeşilırmak Havzası su kalitesi parametrelerinin Yapay Zeka teknileriyle modellenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kayseri
- Alver, A ve Baştürk, E., 2019. Karasu Nehri Su Kalitesinin Farklı Su Kalitesi İndeksleri Açısından Değerlendirilmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 23, 2, 488-497.
- Amasya Varlılığı Çevre ve Sehircilik İl Müdürlüğü, 2017. Amasya İli 2016 yılı çevre durum raporu.
- Ardıç, C., 2013. İçme Suyundaki Nitrat Konsantrasyonunun İnsan Sağlığı Üzerine Oluşturduğu Risklerin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Ankara.
- Arıkayası, A., 2007. İkizce (Haymana-Ankara) ve çevresindeki yeraltı sularının kimyası ve bazı kirlilik parametrelerinin incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Asadollahfardi, G., Hemati, A., Moradinejad, S. ve Asadollahfardi, R., 2013. Sodium adsorption ratio (SAR) prediction of the Chalgazi river using artificial neural network (ANN) Iran, Current World Environment, 8, 2, 169-178.
- Atalay, Z., 2001. Amasya yöresindeki linyitli Çelttek Formasyonu'nun stratigrafisi, fasiyes ve çökelme ortamı özellikleri. Türkiye Jeoloji Bülteni, 44, 2, 1-22.
- Arkoç, O., Akıncı, T., Ç. ve Noğay, H., S., 2016. Yapay Sinir Ağları Yardımı ile Yeraltı Suyunda Sodyum Absorbsiyon Oranı (SAR) Tahmini: Ergene Havzası Doğu Akiferi Örneği. Jeoloji Mühendisliği Dergisi, 40, 2, 177-188.

- Atakay, E., 2009. Çorum güneybatısındaki volkanik kayaçların jeolojik ve petrolojik özellikleri ve Alacahöyük kazısında jeoarkeolojik çalışmalar. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Ateş, M., İmİK, M., Ulu, Ü., Arbas, A., Gök, L., Genç, Ş., Poyraz, N. Ve Ceher, F., 2010. Boğazkale-Osmancık (Çorum), Gümüşhacıköy (Amasya) dolayının jeolojisi. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Rapor No: 11246 (yayınlanmamış).
- Badgley, P., C., 1959. Stratigraphy and petroleum possibilities of the Sinop region. Tidewater Atlantic-Texaco Exploration group, Petrol Dairesi Başkanlığı Teknik Arşivi, Ankara.
- Bai, J. ve Perron, P., 2003. Computation and analysis of multiple structural change models. Journal of applied econometrics, 18, 1, 1-22.
- Balaji, E., Nagaraju, A., Sreedhar, Y., Thejaswi, A. ve Sharifi, Z., 2017. Hydrochemical characterization of groundwater in around Tirupati Area, Chittoor District, Andhra Pradesh, South India. Applied Water Science, 7, 3, 1203-1212.
- Ball, J., W. ve Nordstrom, D., K., 1991. User's manual for WATEQ4F, with revised thermodynamic data base and test cases for calculating speciation of major, trace, and redox elements in natural waters. 91-183.
- Baş, N., 2006. Yapay sinir ağları yaklaşımı ve bir uygulama. Yüksek Lisans Tezi, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Baykan, A., R., 2004. Türkiye çevre atlası. TC Çevre ve Orman Bakanlığı ÇED ve Planlama Genel Müdürlüğü Çevre Envanteri Dairesi Başkanlığı, Ankara.
- Bayram, A., 2011. Harşit Çayı Su Kalitesinin Mevsimsel Değişiminin İncelenmesi ve Askı Madde Konsantrasyonunun Yapay Sinir Ağları Yöntemi İle Tahmin Edilmesi. Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Trabzon, 163.
- Benzer, R., 2018. Yeraltısuyu ve Yüzey Sularının Nitrat Kirliliği Tahmini: Kütahya Örneği. Karaelmas Fen ve Mühendislik Dergisi, 8, 1, 279-287.
- Berné, F., 1991. Traitement des eaux. Editions OPHRYS.
- Bilgehan, R., P., 2004. Taşova (Amasya) dolayındaki heyelanların mühendislik jeolojisi incelemesi. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Bilgin, A., Z., Uğuz, M., F., Sevin, M., Parlak, O., Pekgöz, M., Elibol, H., Erdem, Y., Özden, U. ve A., 2009. Ayaş-Temelli-Polatlı (Ankara) dolayının jeolojisi (Ankara-İ28 Paftası). Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Rapor No: 11215, Ankara.

- Birgili, Ş., Yoldaş, R. ve Ünalın, G., 1975. Çankırı-Çorum havzasının jeolojisi ve petrol olanakları. Maden Tetkik ve Arama Genel Enstitüsü Rapor No: 5621, Ankara.
- Brion, G., M. ve Lingireddy, S., 2003. Artificial neural network modelling: a summary of successful applications relative to microbial water quality. Water Science and Technology, 47, 3, 235-240.
- Bulut, C., Atay, R., Uysal, K. ve Köse, E., 2012. Çivril Gölü yüzey suyu kalitesinin değerlendirilmesi, Anadolu University of Sciences and Technology-C: Life Sciences and Biotechnology, 2, 1.
- Callender, E., 2003. Heavy Metals in the Environment-Historical Trends. In: B.S. Lollar (Ed.), Environmental Geochemistry, Treatise on Geochemistry, Elsevier-Pergamon, Oxford, 67- 105.
- Calmbach, L., 1997. AquaChem Computer Code Version 3.7. 42, Waterloo, Ontario, Canada, N2L 3L3 Google Scholar.
- Cao, H., Xie, X., Wang, Y., Pi, K., Li, J., Zhan, H. ve Liu, P., 2018. Predicting the risk of groundwater arsenic contamination in drinking water wells, Journal of Hydrology, 560, 318-325.
- CEAEQ., 2015a. Recherche et dénombrement simultané des coliformes fécaux et d'Escherichia coli dans l'eau potable avec le milieu de culture MI ; méthode par filtration sur membrane. Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec.
- Chery, L ve Bourbier, J., 2000. Le phosphore dans les eaux souterraines de France. Etat des connaissances. Année 1. Rapport BRGM/RP 40857-FR.
- Charulatha, G., Srinivasalu, S., Maheswari, O., U., Venugopal, T. ve Giridharan, L., 2017. Evaluation of ground water quality contaminants using linear regression and artificial neural network models. Arabian Journal of Geosciences, 10, 6, 128.
- Cho, K., H., Sthiannopkao, S., Pachepsky, Y., A., Kim, K., W. ve Kim, J., H., 2011. Prediction of contamination potential of groundwater arsenic in Cambodia, Laos, and Thailand using artificial neural network. Water research, 45, 17, 5535-5544.
- Cigizoglu, H., K., 2004. Estimation and forecasting of daily suspended sediment data by multi-layer perceptrons. Advances in Water Resources, 27, 2, 185-195.
- Conseil canadien des ministres de l'environnement., 2001. Recommandations canadiennes pour la qualité des eaux : Indice de qualité des eaux du CCME 1.0: Manuel de l'utilisateur, dans Recommandations canadiennes pour la qualité de l'environnement, 1999, Winnipeg, le Conseil.

- Coppola, E., A., McLane, C., F., Poulton, M., M., Szidarovszky, F. ve Magelky, R., D., 2005. Predicting conductance due to upconing using neural networks, *Groundwater*, 43, 6, 827-836.
- Corriveau, J., 2009. Étude des concentrations toxiques de nitrite dans les cours d'eau d'un bassin versant agricole (Doctoral dissertation, Université du Québec, Institut national de la recherche scientifique).
- Çapan, U., Z. ve Buket, E., 1975. Aktepe-Gökdere bölgesinin jeolojisi ve ofiyolitli melanj. Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni, 18, 1, 11-16.
- Çapkinoğlu, Ş. ve Bektaş, O., 1997. Early devonian conodonts from limestone olistoliths within the Karasenir Formation of the Karakaya Complex, Maden Teknik ve Arama Dergisi, 120, 120, 96-96.
- Çobanoğlu, Z., 1995. Genel Çevre Sağlığı Bilgisi, ISBN 975-7572-72-6, Hatiboğlu Yayınları, Ankara.
- Çuhadar, G ve Tamgaç, S., 1994. Hidrojeolojik Etüdlerde Su Kimyası Verilerini Toplama ve Değerlendirme Yöntemleri. Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, DSİ Yayınları, Ankara.
- Damo, R. ve Icka, P., 2013. Evaluation of Water Quality Index for Drinking Water. Polish Journal of Environmental Studies, 22, 4.
- Danış, Ü., 1996. Et İşleme Tesisleri ve Yerleşim Yeri Atıklarının Karasu Nehrine Etkisi. Mühendislik Bilimleri Dergisi, 2, 1, 9-14.
- Dede, Ö., T. ve Sezer, M., 2017. Aksu çayı su kalitesinin belirlenmesinde Kanada su kalitesi indeks (CWQI) modelinin uygulanması. Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University, 32, 3.
- Dede, O., T., Telci, I., T. ve Aral, M., M., 2013. The use of water quality index models for the evaluation of surface water quality: a case study for Kirmir Basin, Ankara, Turkey. *Water Quality, Exposure and Health*, 5, 1, 41-56.
- Deveciler, E., Akat., U., Akçaören, F., Altun, İ., E., Keskin, H., Sevin, M., Acar, Ş., Armağan, F., Erdoğan, K. ve Şengün, M., 1989. Çatalzeytin (Kastamonu) dolayının jeolojisi. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Rapor No: 1448, Ankara (yayımlanmamış).
- Djurovic, N., Domazet, M., Stricevic, R., Pocuca, V., Spalevic, V., Pivic, R. ve Domazet, U., 2015. Comparison of groundwater level models based on artificial neural networks and ANFIS. The Scientific World Journal, 2015.

- Durmaz, H., Ardiç, M., Aygün, O. ve Genli, N., 2007. Şanlıurfa ve yöresindeki kuyu sularında nitrat ve nitrit düzeyleri, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 18, 1, 51-54.
- Edberg, S., C., Rice, E., W., Karlin, R., J., ve Allen, M., J., 2000. Escherichia coli: the best biological drinking water indicator for public health protection. Journal of Applied Microbiology, 88, 106S-116.
- Elçin, A., 2016. Seyhan ve Ceyhan havzalarının Çukurova bölgesinin hidrojeolojik incelenmesi, Doktora tezi, İstanbul Üniversitesi, İstanbul.
- El-Din, A., G. ve Smith, D., W., 2002. A neural network model to predict the wastewater inflow incorporating rainfall events, Water research, 36, 5, 1115-1126.
- Eren, M., 1983. Gümüşhane-Kale arasının Jeolojisi ve Mikrofasiesi incelemesi. MMLS Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri, Trabzon, 197s.
- Erguvanlı, K. ve Yüzer, E., 1987. Yeraltı suları jeolojisi, İstanbul Teknik Üniversitesi Yayınları, 234-268.
- Fırat Ersoy, A., 2007. Gümüşhacıköy (AMASYA) Akiferi'nin Yeraltısuyu Akım Modeli. Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 182s.
- Fırat Ersoy, A., Ersoy, H. ve Gültekin, F., 2007. Nitrate, nitrite and ammonia contamination in ground water: A Case Study from Gümüşhacıköy Plain, Turkey. Asian Journal of Water, Environment and Pollution, 4, 1, 107-118.
- Fırat Ersoy, A. ve Gültekin, F., 2013. DRASTIC-based methodology for assessing groundwater vulnerability in the Gümüşhacıköy and Merzifon basin (Amasya, Turkey). Earth sciences research journal, 17, 1, 33-40.
- Ertaş, N., Gönülalan, Z., Yıldırım, Y., Serhat, A., L. ve Karadal, F., 2013. Kayseri Bölgesi Kuyu Sularındaki Nitrat ve Nitrit Düzeyleri, Journal of Faculty of Veterinary Medicine, Erciyes University/Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 10, 1.
- Erturaç, K. ve Kıvak, N., G., 2017. Yeşilırmak Taraçalarında (Orta Kuzey Anadolu) Geç Pleyistosen İklim Değişiklikleri ve Düşey Yönlü Deformasyona Akarsu Cevabının Araştırılması, Türkiye Jeoloji Bülteni, 60, 4, 615-636.
- Freeze, R., A. ve Cherry, J., A., 1979. Groundwater, Prentice-Hall, USA, 604.
- Gastmans, D., Chang, H. K. ve Hutcheon, I., 2010. Groundwater geochemical evolution in the northern portion of the guarani aquifer system (Brazil) and its relationship to diagenetic features. Applied Geochemistry, 25, 1, 16-33.

- Genç, Ş., Kurt, Z., Küçümen, Ö., Cevher, F., Saraç, G., Acar, Ş., Bilgi, C., Şenay, M. ve Poyraz, N., 1991. Merzifon (Amasya) dolayının jeolojisi. Maden Tetkik Arama Genel Müdürlüğü Rapor No: 9529, Ankara.
- Göncüoğlu, M., C., Turhan, N., Şentürk, K., Özcan, A. ve Uysal, Ş., 2000. A geotraverse across NW Turkey: tectonic units of the central Sakarya region and their tectonic evolution. In: Bozkurt, E., Winchester, J., Piper, J., A., (ed). Tectonics and Magmatism in Turkey and the Surrounding Area. Geological Society, London, Special Publications, 173, 139-161.
- Gazete, R., 2004. Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği. TC Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Karar, 8289.
- Groupe scientifique sur l'eau., 2017. Coliformes totaux. Dans Fiches synthèses sur l'eau potable et la santé humaine. Institut national de santé publique du Québec.
- Gurney, K., 2014. An introduction to neural networks, CRC Press.
- Güler, Ç ve Çobanoğlu, Z., 1997. Su kimyası. Çevre Sağlığı Temel Kaynağı Dizisi, No 43.
- Gülmez, F. ve Genç, Ş., 2015. Amasya civarı geç kretase yaşlı ültrapotasik volkaniklerinde farklılaşma süreçleri. Maden Tetkik ve Arama Dergisi, 151.
- Gümüş, V., Soydan, N., G., Simsek, O., Aköz, M., S. ve Kırkgöz, M., S., 2013. Yağıs-Akış İlişkisinin Belirlenmesinde Farklı Yapay Sinir Ağı Yöntemlerinin Karşılaştırılması, Çukurova Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 28, 1, 37-50.
- Gümüşsuyu, M., 1980. Amasya ili Merzifon ve Suluova ilçeleri kömür jeolojisi. Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü Rapor No: 7063, Ankara.
- Gürbüz, E., Kazancı, N. ve Gürbüz, A., 2015. Strike-slip faulting, topographic growth and block movements as deduced from drainage anomalies: The Yeşilırmak River basin, northern Turkey, *Geomorphology*, 246, 634-648.
- Güvenç, U., Biroğul, S. ve Sönmez, Y., 2007. Yapay sinir ağları eğitim seti. In The Proceedings of 7th International Educational Tecnology Conference, North Cyprus.
- Hachay, O., A. ve Novgorodova, E., N., 1997. The experience of area induction research of sharp heterogeneous geoelectrical medium, *Fizika Zemli*, 1997, 15, 60 -64.
- Hakyemez, Y., Barkurt, M., Y., Bilginer, E., Pehlivan, Ş., Can, B., Dağar, Z. ve Sözeri, B., 1986. Yapraklı-Ilgaz-Çandır dolayının jeolojisi. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Rapor No: 7966, Ankara (yayınlanmamış).

- Haseen, K., Amir, A., K. ve Sarah, H., The Canadian water quality index: A tool for water resource management, Mterm International Conference, 06-10 June 2005, Thailand.
- Hebert, S., 1997. Développement d'un indice de qualité bactériologique et physico-chimique pour les rivières du Québec. Québec, ministère de l'Environnement et de la Faune, Direction des écosystèmes aquatiques, envirodoc No EN/970102, 20.
- Hem, J., D., 1985. Study and interpretation of the chemical characteristics of natural water. Department of the Interior, US Geological Survey, 2254.
- Hem, J., D., 1970. Chemical behavior of mercury in aqueous media, in the Mercury environment: US Geological Survey Professional Paper.
- Hornick, R., Greisman, S., E., Woodward, T., E., DuPont, H., L., Hawkins, A., T ve Snyder, M., J., 1970. Typhoid fever: pathogenesis and immunologic control. New England journal of medicine, 283, 14, 739-746.
- Hornik, K., 1991. Approximation capabilities of multilayer feedforward networks. Neural networks, 4, 2, 251-257.
- Horton, R., K., 1965. An index number system for rating water quality. Journal of Water Pollution Control Federation, 37, 3, 300-306.
- İnan, N. ve İnan, S., 1990. Gürlevik (Sivas) kireçtaşlarının özellikleri ve önerilen yeni isim: Tecer Formasyonu. Türkiye Jeoloji Bülteni, 33, 1, 51-56, Ankara.
- Kaastra, L. ve Boyd M., 1996. Designing a neural network for forecasting financial and economic time series, Neurocomputing 10, 3, 215-236.
- Karaboran, O., 2013. Serbest Akiferlerdeki Yeraltı Su Seviyeleri ile Meteorolojik Veriler Arasındaki İlişkinin Yapay Sinir Ağları ile Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kayseri.
- Karadavut, S., 2009. Aksaray bölgesi yerüstü ve yeraltı su kaynaklarının potansiyeli kalitesi ve etkin sulama açısından değerlendirilmesi. Doktora Tezi, Namik Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.
- Karadenizli, L., Saraç, G., Şen, Ş., Sehitoglu, G., Antoine, O., Kazancı, N., Varol, B., Alçiçek, C., Gül, A., Ertan, H., Esat, K., Özcan, F., Savaşçı, D., Antoine, A., Filoreau, X., Hervet, S., Bouvrain, G., De Bonis, L. ve Hakyemez, Y., 2004. Oligo-Miocene Mammalian biostratigraphy and depositional evolution of the western and southern parts of Çankırı-Çorum basin, Central Anatolia. TÜBİTAK Project No: 101Y108, Ankara, Turkey.
- Karaman, N., S., 2010. Gebze ve Dilovası'nın (Kocaeli) hidrojeolojik incelenmesi, Yüksek Lisans, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

- Karayiannis, N. ve Venetsanopoulos, A., N., 2013. Artificial neural networks: learning algorithms, performance evaluation, and applications, Springer Science and Business Media, 209.
- Kargı, F., 1993. Çevre mühendisliğinde biyoprosesler, Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Basım Ünitesi, İzmir.
- Keskin, B., Tatlı, S., Balkaş, E., Ünlü, M., R. ve Erişen, B., 1975. Ankara bölgesi Kızılcahamam-Mürtet-Melikşah alanları jeoloji haritası. Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü Genel Arşiv Ozalit No: 30918, Ankara (yayınlanmamış).
- Ketin, İ., ve Gümüş, Ö., 1963. Sinop-Ayancık arasında III. Bölgeye dahil sahaların jeolojisi. Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı Genel Müdürlüğü Rapor No: 288, Ankara (yayınlanmamış).
- Kır, İ., Erdoğan, M. ve Engin, M., S., 2015. Determination of Nitrite, Nitrate, Phosphate and Fluoride Quantities in Water and Sediment of Eğirdir Lake, Turkey. Journal of Natural and Applied Science, 19, 2, 129-132.
- Koç, C. ve Türkmen, İ., 2002. Suluova (Amasya) kuzeyindeki kömürlü Eosen çökellerinin sedimantolojik özellikleri. Yerbilimleri Dergisi, 23, 26, 101-118.
- Koçyiğit, A., 1987. Hasanoğlan (Ankara) yöresinin tektono-stratigrafisi: Karakaya orojenik kuşağının evrimi (Tectonostratigraphy of the Hasanoğlan (Ankara) region: evolution of the Karakaya orogenic belt). Yerbilimleri, 14, 269-294 (in Turkish with English abstract).
- Khodanah, L., Sulaiman, W., N., A., ve Khodapana, N., 2009. Groundwater Quality Assessment for Different Purposes in Eshtehard District, Tehran, İran. European Journal of Scientific Research.
- Koç, C., 2018. Water quality index for measuring drinking water quality of Bodrum Peninsula-Turkey. Ömer Halisdemir Üniversitesi, Mühendislik Bilimleri Dergisi, 7, 2, 694-702.
- Krishna, B., Satyaji, R. ve Vijaya, T., 2008. Modelling groundwater levels in an urban coastal aquifer using artificial neural networks, Hydrological Processes. An International Journal, 22, 8, 1180-1188.
- Kubat, U., 2015. Beşinci sınıf fen bilimleri öğretim programının içerik ve kazanım ilişkisinin öğretmen görüşlerine göre değerlendirilmesi, International Periodical for the Languages. Literature and History of Turkish or Turkic, 10, 11, 1061-1070.
- Kuo, Y., M., Liu, C., W. ve Lin, K., H., 2004. Evaluation of the ability of an artificial neural network model to assess the variation of groundwater quality in an area of blackfoot disease in Taiwan. Water research, 38, 1, 148-158.

- Lewis, M., E., 2006. Dissolved Oxygen: US Geological Survey Techniques of Water-Resources Investigations, book 9, chap. A6., section, 6.
- Liang, P. ve Pardee, A., B., 1992. Differential display of eukaryotic messenger RNA by means of the polymerase chain reaction. *Science* 257, 5072, 967-971.
- Lohani, A. ve Krishan, G., 2015. Application of artificial neural network for groundwater level simulation in Amritsar and Gurdaspur districts of Punjab, India. Journal of Earth Science and Climatic Change, 6, 4, 1.
- Ludwig, A., 1996, Chrom (III) und Chrom (VI) in einer mit Gerbereischlamm belasteten Ackerfläche bei Weinheim, Diplomarbeit, Anorganisch-Chemischen Institut der Universität Heidelberg.
- Lumb, A., Sharma, T., C., Bibeault, J., F. ve Klawunn, P., 2011. A comparative study of USA and Canadian water quality index models. *Water Quality, Exposure and Health*, 3, 3-4, 203-216.
- Lüy, M. ve Saray, U., 2012. Wind speed estimation for missing wind data with three different backpropagation algorithms, *Energ Edu. Sci. Tech. Part A*. 30, 1, 45-54.
- Maier, H., R. ve Dandy, G., C., 2000. Neural networks for the prediction and forecasting of water resources variables : a review of modelling issues and applications, *Environmental modeling and software*, 15, 1, 101-124.
- Maraşlıoğlu, F. ve Öbekcan, H., 2017. Assessing the water quality and eutrophication of the Tersakan stream (Samsun-Amasya, Turkey) using water quality index (WQI) method.
- MEB, 2011. Çevre sağlığı, Suların analiz parametreleri. 850CK0011, Ankara.
- Mohanty, S., Dja, M., K., Kumar, A. ve Sudheer, K., P., 2010. Artificial neural network modeling for groundwater level forecasting in a river island of eastern India, *Water resources management*, 24, 9, 1845-1865.
- Moral, F., Cruz-Sanjulián, J. J. ve Olías, M., 2008. Geochemical evolution of groundwater in the carbonate aquifers of Sierra de Segura (Betic Cordillera, southern Spain). Journal of hydrology, 360,1-4, 281-296.
- Najah, A., Elshafie, A., Karim, O., A. ve Jaffar, O., 2009. Prediction of Johor River water quality parameters using artificial neural networks, European Journal of Scientific Research, 28, 3, 422-435.
- Norman, T., Ankara melanjinin yapısı hakkında, Cumhuriyetin 50. yılı Yerbilimleri Kongresi, 1973, Tebliğler Dergisi, MTA yayınları, 77-94.

- Norman, T., 1972. Ankara-Yahşayan bölgesinde Üst kretase Alt Tersiyer istifinin stratigrafisi. Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni, 1972, XV, 2, 180-276.
- Nowack, E., 1928. Die Wichtigsten Ergebnisse Meiner Anatolischen. Z dt Geol. Ges., 80, B, 304-312.
- Oğuz, T., C., 2015. İçme suyu arıtımında yaygın olarak karşılaşılan su kalite problemleri ve arıtımı için çözüm önerileri. Uzmanlı Tezi, T. C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı.
- Okay, İ., A., 1996. Granulite facies gneisses from the Pulur region. Eastern Pontides. Turkish Journal of Earth Sciences, 5, 55-61.
- Okay, İ., A. ve Göncüoğlu, M., C., 2004. The Karakaya Complex; A review of Data and Concepts. Turkish journal of Earth Sciences, 13, 77-95.
- Okay, İ., A., Siyako, M. ve Bürkan K., A., 1990. Biga Yarımadası'nın jeolojisi ve tektonik evrimi. Türkiye Petrol Jeologları Derneği Bülteni, 2, 2, 83-121.
- Okay, İ., A., Siyako, M. ve Bürkan K., A., 1991. Geology and tectonic evolution of the Biga Peninsula, northwest Turkey. Bulletin of the Technical University of İstanbul, 44, 191-256.
- Okyay Çeltikli, D., 2013. Anyonik ve Katyonik Yüzey Aktif Maddelerin Toprak Ortamında Parçalanabilirliklerinin Tarla Koşullarında Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Namik Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.
- Onkal-Engin, G., Demir, I. ve Engin, S., N., 2005. Determination of the relationship between sewage odour and BOD by neural networks, *Environmental Modelling and Software*, 20, 7, 843-850.
- Orman ve Su İşleri Bakanlığı, 2012. Yeraltı sularının kirlenmeye ve bozulmaya karşı korunması hakkında yönetmelik, sayı 28257.
- Orman ve Su İşleri Bakanlığı, 2016. İklim değişikliğinin su kaynaklarına etkisi projesi.
- Orman ve Su İşleri Bakanlığı, 2015. Akarçay havzasında çözünmüş oksijen değerlerinin Yapay Sinir Ağları ile belirlenmesi.
- Orman ve Su İşleri Bakanlığı, 2015. Yeşilirmak Havzası taşkın yönetimi planı.
- Orman ve Su İşleri Bakanlığı, 2014. Yüzeysel sular ve yeraltı sularının izlenmesine dair yönetmelik. sayı 28910.
- Özcan, A., Erkan, A., Keskin, E., Oral, A., Özer, S., Sümengen., M. ve Tekeli, O., 1980. Kuzey Anadolu Fayı-Kırşehir Masifi arasının temel jeolojisi. Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü Rapor No: 6722 (yayımlanmamış).

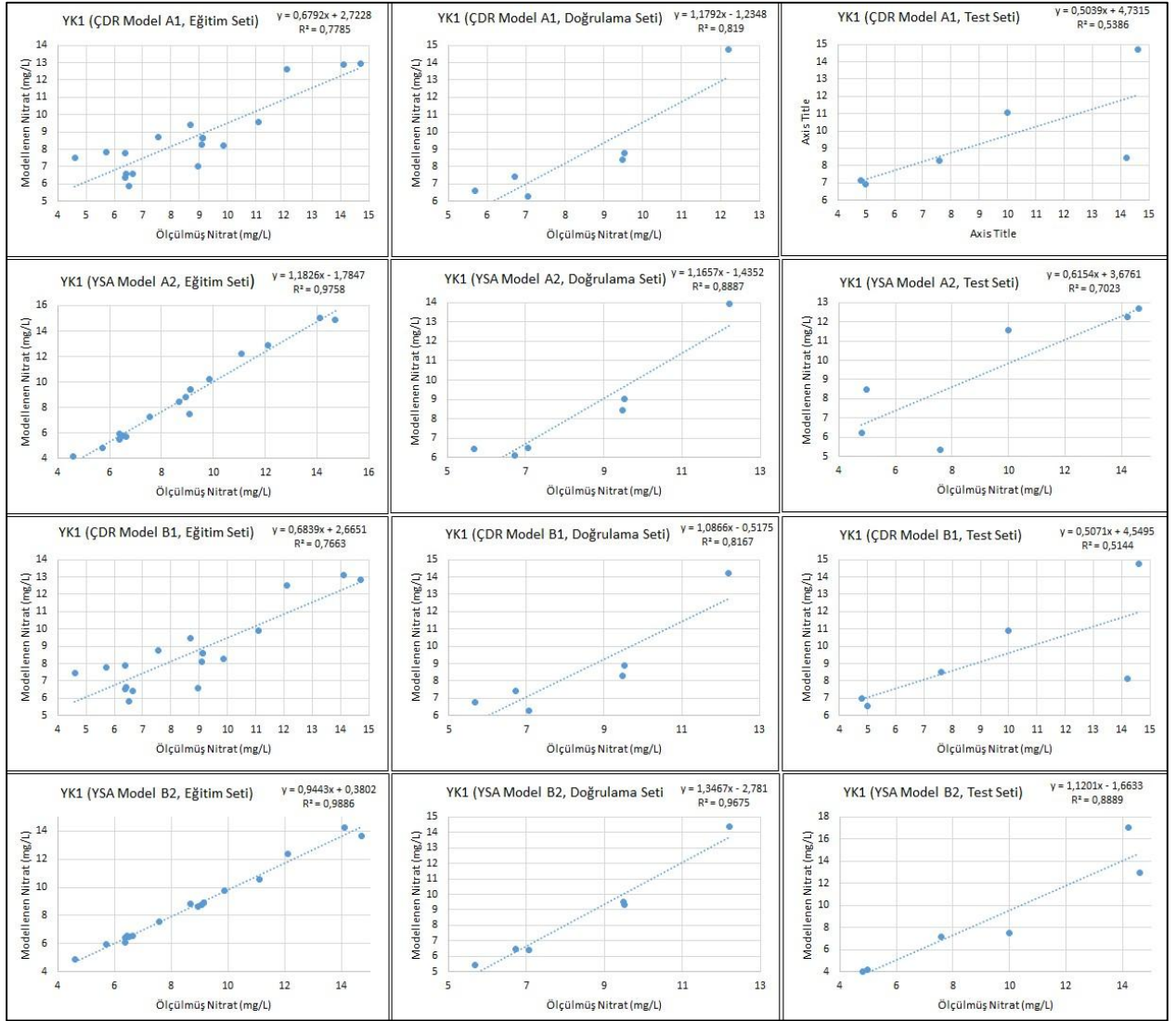
- Özcan, A. ve Aksay, A., 1996. Tokat-Turhal-Almus-Çamlıbel dolayının jeolojisi. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Rapor No: 9972, Ankara.
- Özçelik, O., 2015. Assessment and prediction of water quality parameters in Lake Köyceğiz using artificial neural network approach. Yüksek Lisans Tezi, Ortadoğu Teknik Üniversitesi, Ankara.
- Özkan, C., Zaim, S. ve Türkyılmaz, A., 2005. Küçük ve Orta Büyüklükteki İşletmelerde Toplam Kalite Uygulamalarının, Kurum Performansına Etkilerinin İncelenmesi.
- Özdemir, A., 1994. Amasya'nın İklim Analizi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü, Klimatoloji Bilim Dalı, İstanbul.
- Öztemel, E., 2003. Yapay Sinir Ağları, PapatyaYayincılık, İstanbul.
- Öztürk, A., 1979. Ladik-Destek yöresinin stratigrafisi. Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni, 22, 1.
- Özyurt, M., S., Dayıoğlu, H., Bingöl, N ve Yamık, A., 2004. Porsuk Baraj Havzası'nın Kütahya Kökenli Kirlilik Problemi. Dumlupınar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi. Sayı: 6, 43-52.
- Pamir, H., N., 1944. Kuzey Anadolu Fay Çizgisi. İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Yayını, A, IX, 3, İstanbul.
- Parkhurst, D., L. ve Appelo, C., A., J., 1999. User's guide to PHREEQC (Version 2): A computer program for speciation, batch-reaction, one-dimensional transport, and inverse geochemical calculations.
- Paun, I., Cruceru, L., Chiriac, F., L., Niculescu, M., Vasile, G. ve Marin, N., M., 2016. Water Quality Indices-methods for evaluating the quality of drinking water.
- Ramasamy, N., Krishnan, P., Ritter, W., F. ve Bernard, J., C., 2003. Modeling nitrate concentration in ground water using regression and neural networks. Department of Food and Resources Economics.
- Rahimi, D. ve Hasheminasab, S., 2017. Journal of Chemical and Pharmaceutical Research, 9, 3, 115-121.
- Rojay, B., 1993. Tectonostratigraphy and neotectonic characteristics of southern margin of Merzifon-Suluova basin (Central Pontides, Amasya), Geological Engineering, 216.
- Rumelhart, D., E., Hinton, G., E. ve Williams, R., J., 1986. Learning representations by back-propagating errors. nature, 323, 6088, 533-536.
- Sahoo, M., M., 2014. Analysis and modelling of surface water quality in river basins. PhD Thesis.

- Salomon-Calvi, W., 1940. Ankara civarında jeolojik geziler. Maden Tetkik ve Arama Dergisi, 20, 380-400, 21, 601-619.
- Sarıfakıoğlu, E., Sevin, M., Esirtgen., E., Duran, S., Parlak, O., Bilgiç, T., Dönmez, M. ve Dilek, Y., 2011. Çankırı-Çorum havzasını çevreleyen ofiyolitik kayaçların jeolojisi: Petrojenezi, tektonik ve cevher içerikleri. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Rapor No: 11449, Ankara.
- Serdar, H., S. ve Biçer, Z., 1981. Bafra-Vezirköprü-Havza-Kavak-Samsun sınırlı sahanın jeolojisi ve petrol olanakları. Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı Genel Müdürlüğü , Arama Grubu Dokümantasyon Merkezi, Rapor No: 1519, Ankara.
- Sevin, M. ve Uğuz, M., F., 2014. 1:100 000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları, Çorum-H 35 paftası. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etütleri Dairesi, Rapor No: 207, Ankara.
- Seymen, I., 1974. Kelkit vadisi kesiminde Kuzey Anadolu Fay zonunun tektonik özellikleri. Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri, Maden Fakültesi, İstanbul.
- Suen, J., P. ve Eheart, J., W., 2003. Evaluation of Neural Networks for Modeling Nitrate Concentrations in Rivers. Journal of water resources planning and management, 129, 6, 505-510.
- Sütçü, Y., F., Barkurt, M., Y., Bilginer, E., Kurt, Z. ve Pehlivan, Ş., 1994. Boyabat-Vezirköprü arasının jeolojisi. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Rapor No: 9884, Ankara (yayımlanmamış).
- Şahinci, A., 1991. Doğal suların jeokimyası. Reform Matbaası, İzmir, 548.
- Tamari, S., Wösten, J., H., M. ve Ruiz-Suarez, J., C., 1996. Testing an artificial neural network for predicting soil hydraulic conductivity. Soil Science Society of America Journal, 60, 6, 1732-1741.
- Terlemez, H., I., Ç. ve Yılmaz, A., 1980. Ünye, Ordu, Koyulhisar, Reşadiye arasında kalan yörenin stratigrafisi. Türkiye Jeoloji Bülteni, 23, 2, 179-193, Ankara.
- Toth, E., Brath, A. ve Montanari, A., 2000. Comparison of short-term rainfall prediction models for real-time flood forecasting. Journal of hydrology, 239, 1-4, 132-147.
- TSE, 2005. İnsani tüketim amaçlı sular, Türk İçme Suyu Standartları TS 266 sayılı standart. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Turhan, N., Okuyucu, C. ve Göncüoğlu, M., C., 2004. Autochthonous Upper Permian (Midian) carbonates in the western Sakarya Composite Terrane, Geyve area, Turkey: preliminary data. Turkish journal of Earth Sciences, 13, 215-229.

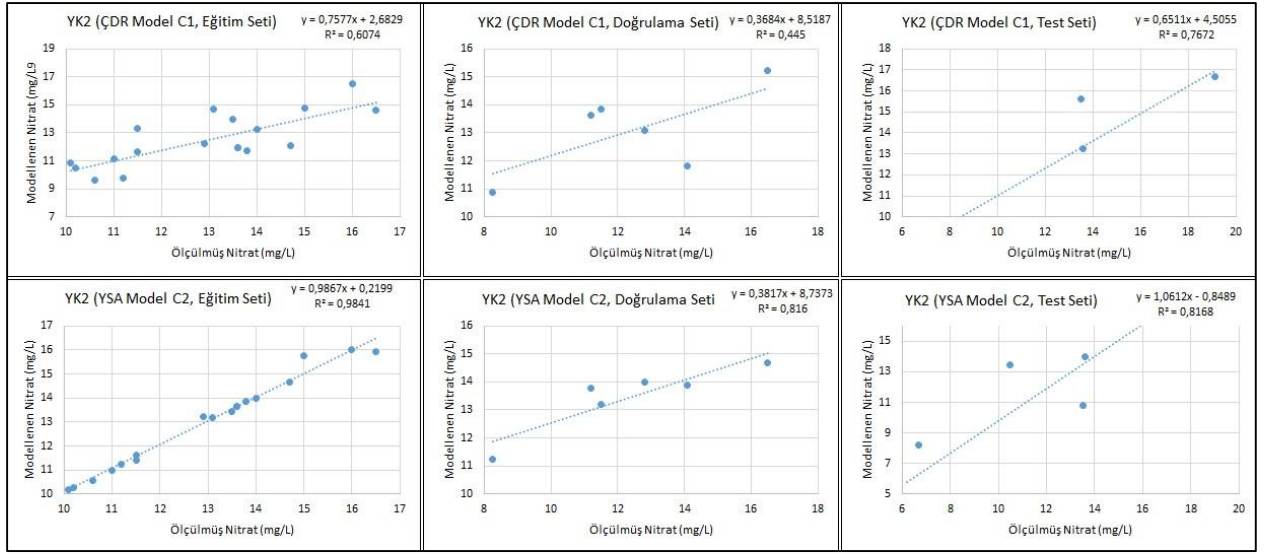
- TÜBİTAK MAM Çevre Enstitüsü, 2012. Havza Koruma Eylem Planlarının Hazırlanması-Yeşilirmak Havzası.
- Tüysüz, N. ve Yaylalı Abanuz, G., 2012. Jeostatistik Kavramlar ve Bilgisayarlı Uygulamalar. Karadeniz Teknik Üniversitesi Yayınları, 220, 2. Baskı, Trabzon.
- Tüysüz, O., 1996. Amasya ve çevresinin jeolojisi, Inc Prod. 11th Petroleum Congress Turkey. Turkish Petroleum Cooperation, Ankara 23-31.
- Ünalın, G., Yüksek, V., Tekeli, T., Gönenç, O., Sehirt, Z. ve Hüseyin, S., 1976. Haymana-Polatlı yöresinin (GB Ankara) Üst Kretase-Alt Tersiyer stratigrafisi ve paleocoğrafik evrimi. Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni, 19, 2, 159, 176, Ankara.
- Üstüntaş, A. ve İnceöz, M., 1999. Zile (Tokat) batısında Uzunköy çevresinin stratigrafisi.
- Varol, S., Davraz, A ve Varol, E., 2008. Yeraltı suyu kimyası ve sağlığa etkisinin tıbbi jeoloji açısından değerlendirilmesi. TAF Preventive Medicine Bulletin, 2008, 7, 4, 351-356.
- Varol, S., 2011. Tefenni (Burdur) Ovası hidrojeolojisi ve hidrojeokimyasal özelliklerinin tıbbi jeolojisi açısından değerlendirilmesi. Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Yaşar, M., 2004. Günlük akışlardaki boşlukların yapay sinir ağları kullanılarak tamamlanması. Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli.
- Yesilnacar, M., I. ve Sahinkaya, E., 2012. Artificial neural network prediction of sulfate and SAR in an unconfined aquifer in southeastern Turkey. Environmental Earth Sciences, 67, 4, 1111-1119.
- Yesilnacar, M., I., Sahinkaya, E., Naz, M. ve Ozkaya, B., 2008. Neural network prediction of nitrate in groundwater of Harran Plain, Turkey. Environmental Geology, 56, 1, 19-25.
- Yetiş, R., Atasoy, A., D., Yetiş, A., D. ve Yeşilnacar, M., İ., 2018. Balıklıgöl Havzası Su Kaynaklarının Nitrat ve Nitrit Seviyelerinin Belirlenmesi. Çukurova Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 33, 1, 47-54.
- Yılmaz, A. ve Yılmaz, H., 2004. Geology and structural evolution of the Tokat Massif (eastern Pontides, Turkey). Turkish Journal of Earth Sciences, 13, 2, 231-246.
- Yılmaz, Y., 1972. Structure and petrology of the Gümüşhane granite and surrounding rocks. Unpubl. Ph. D. Thesis, University Of London, 284.

- Yılmaz, Y. ve Tüysüz, O., 1984. Kastamonu-Boyabat-Vezirköprü-Tosya arasındaki bölgenin jeolojisi. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Rapor No: 7838, Ankara (yayımlanmamış).
- Yılmaz, A. ve Yılmaz, H., 2004. Geology and structural evolution of the Tokat Massif (Eastern Pontides, Turkey). Turkey journal of Earth Sciences, 13, 231-246.
- Yiğitbaş, E., Tüysüz, O. ve Serdar, H., S., 1990. Orta Pontidlerde Üst Kretase yaşlı aktif kıta kenarının jeolojik özellikleri. Türkiye 8. Petrol Kongresi, Bildiriler, Türkiye Petrol Jeologları Derneği/TMMOB Petrol Mühendisliği Odası, 141-151.
- Yolcubal, H., G., Akyacı, M., Sezen., T., F., Toprak., Ö., Canbolat, M., Y., Koçak, F. ve Özkan, A., 2014. Turhal-Zile (Tokat) Yöresinin Üst Mesozoyik Stratigrafisi. Türkiye Jeoloji Bülteni, 57, 1, 73-112.
- Yoldaş, R., 1982. Tosya (Kastamonu) ile Bayat (Çorum) arasındaki bölgenin jeolojisi. İstanbul Üniversitesi, Fen Fakültesi, Genel Jeoloji Kürsüsü, Doktora Tezi, 311s. (yayınlanmamış).
- Yuva, S., 2015. Tokat Metamorfik Masifi içindeki Metagabroyik Kayaçların Petrolojisi ve Jeodinamik Ortamı. Yüksek Lisans tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

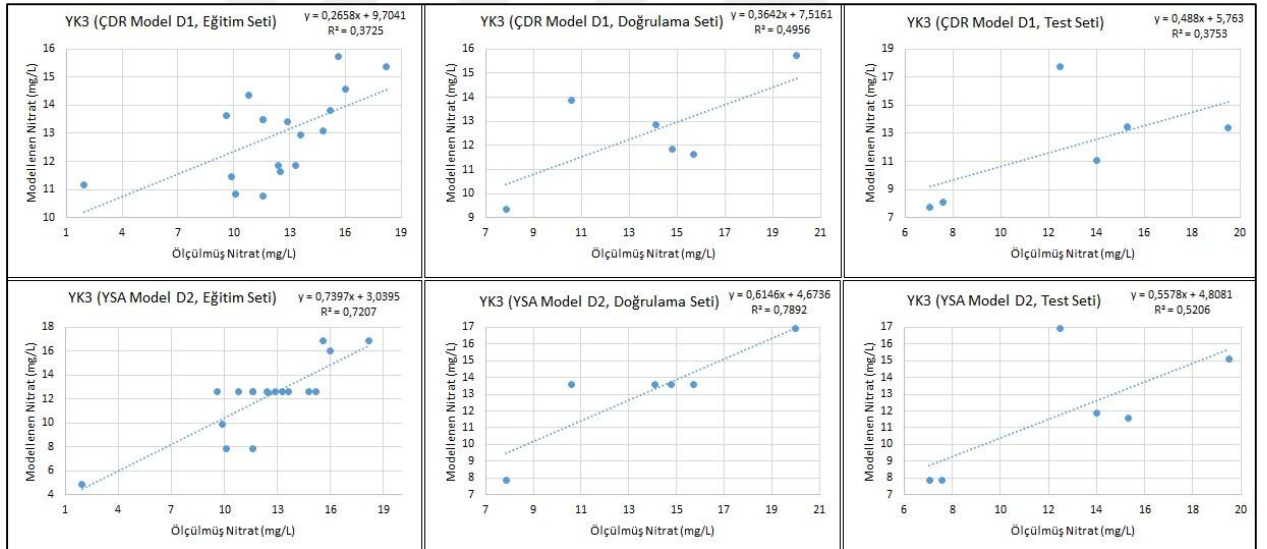
8. EKLER



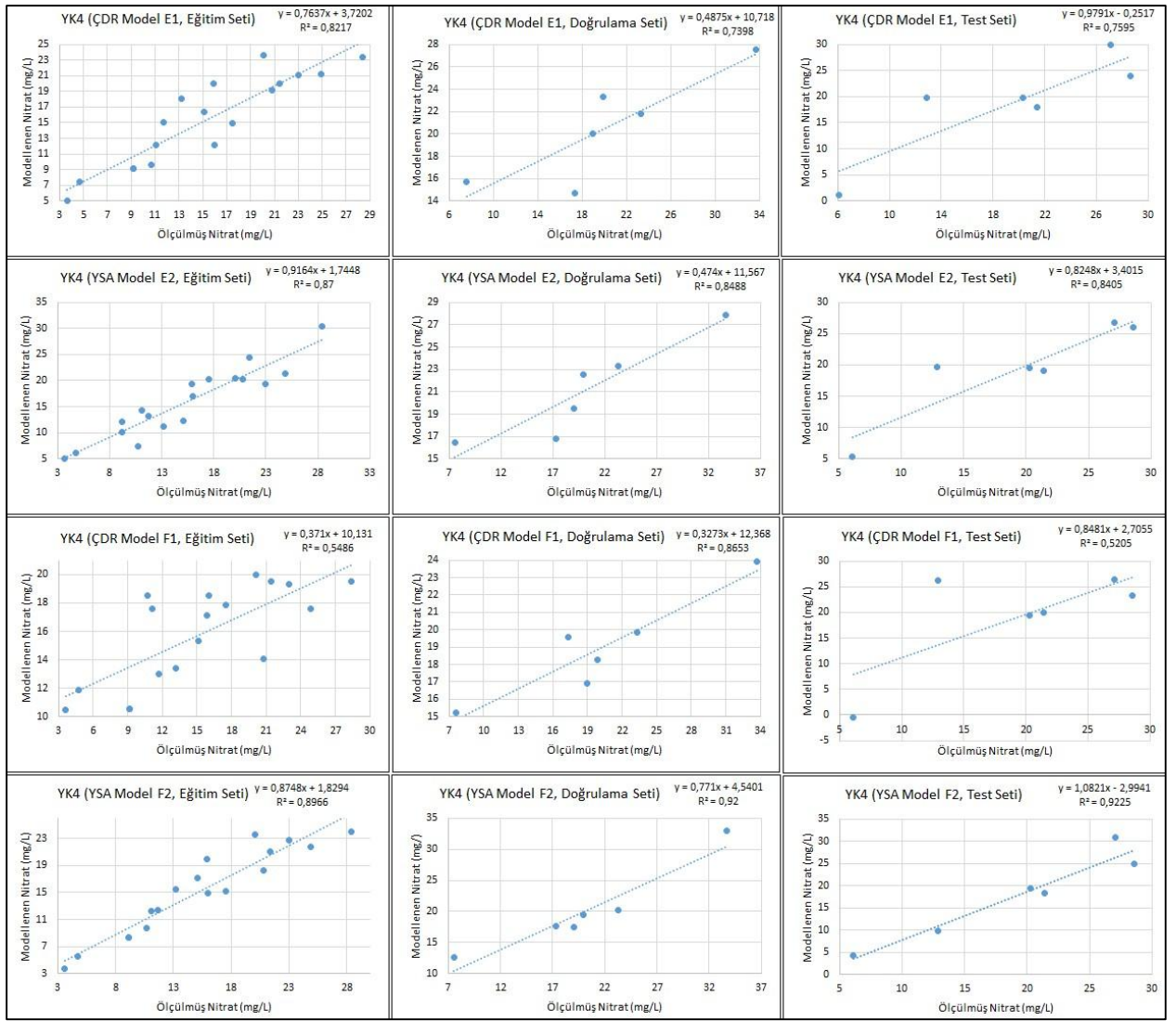
Ek Şekil 1. YK1 yüzey suyu örnek üzerinde yapılmış ÇDR ve YSA modellerinden oluşan modellenmiş nitrat ile gerçek nitrat arasındaki ilişkileri



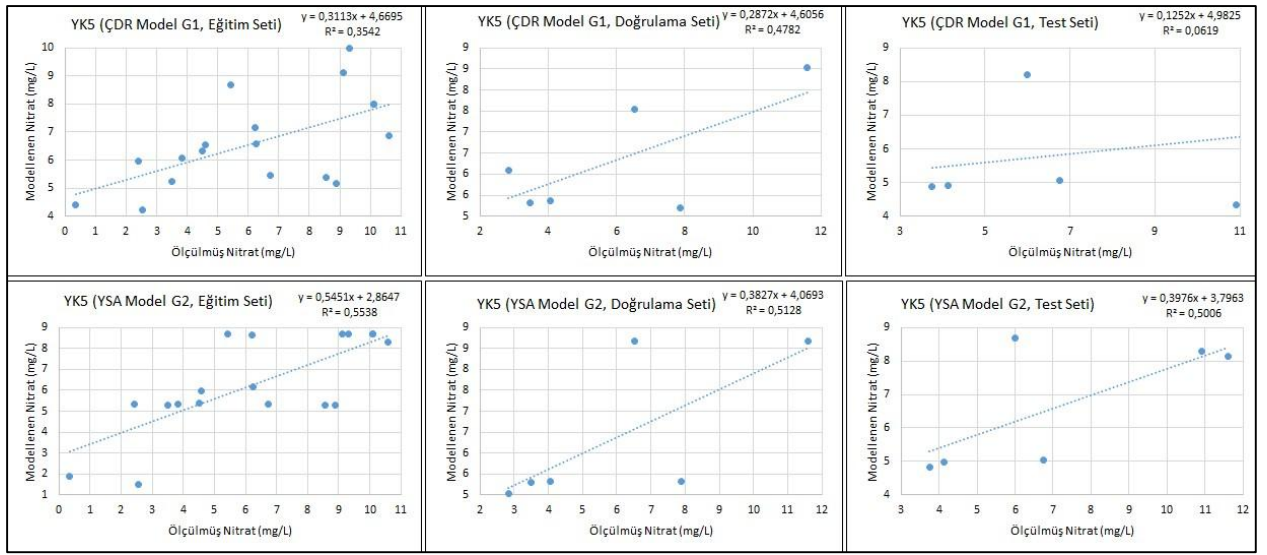
Ek Şekil 2. YK2 yüzey suyu örnek üzerinde yapılmış ÇDR ve YSA modellerinden oluşan modellenmiş nitrat ile gerçek nitrat arasındaki ilişkileri



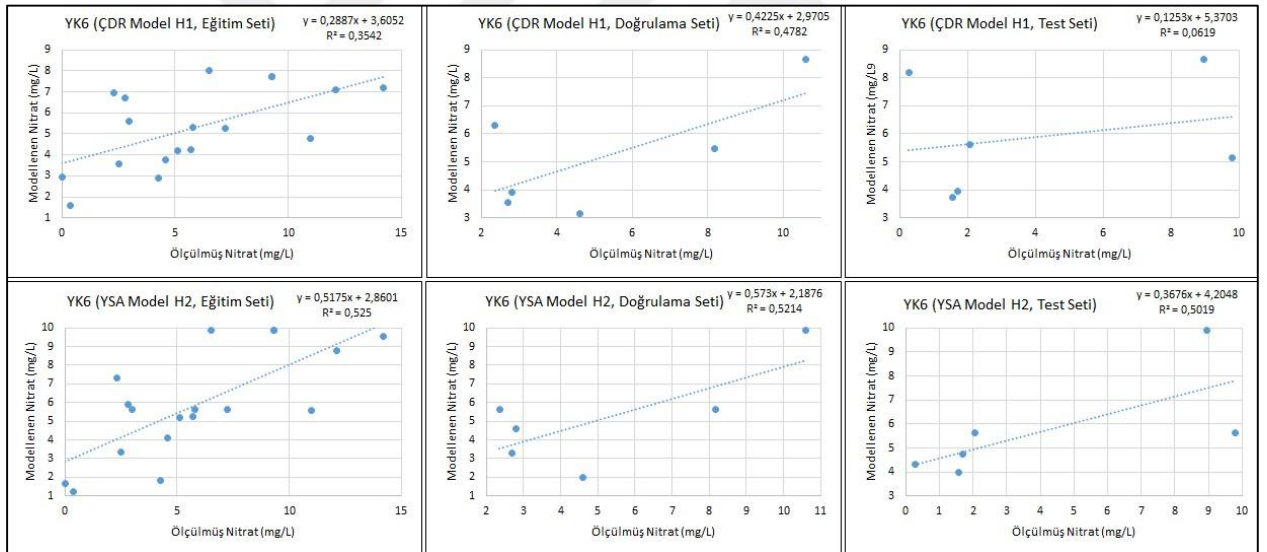
Ek Şekil 3. YK3 yüzey suyu örnek üzerinde yapılmış ÇDR ve YSA modellerinden oluşan modellenmiş nitrat ile gerçek nitrat arasındaki ilişkileri



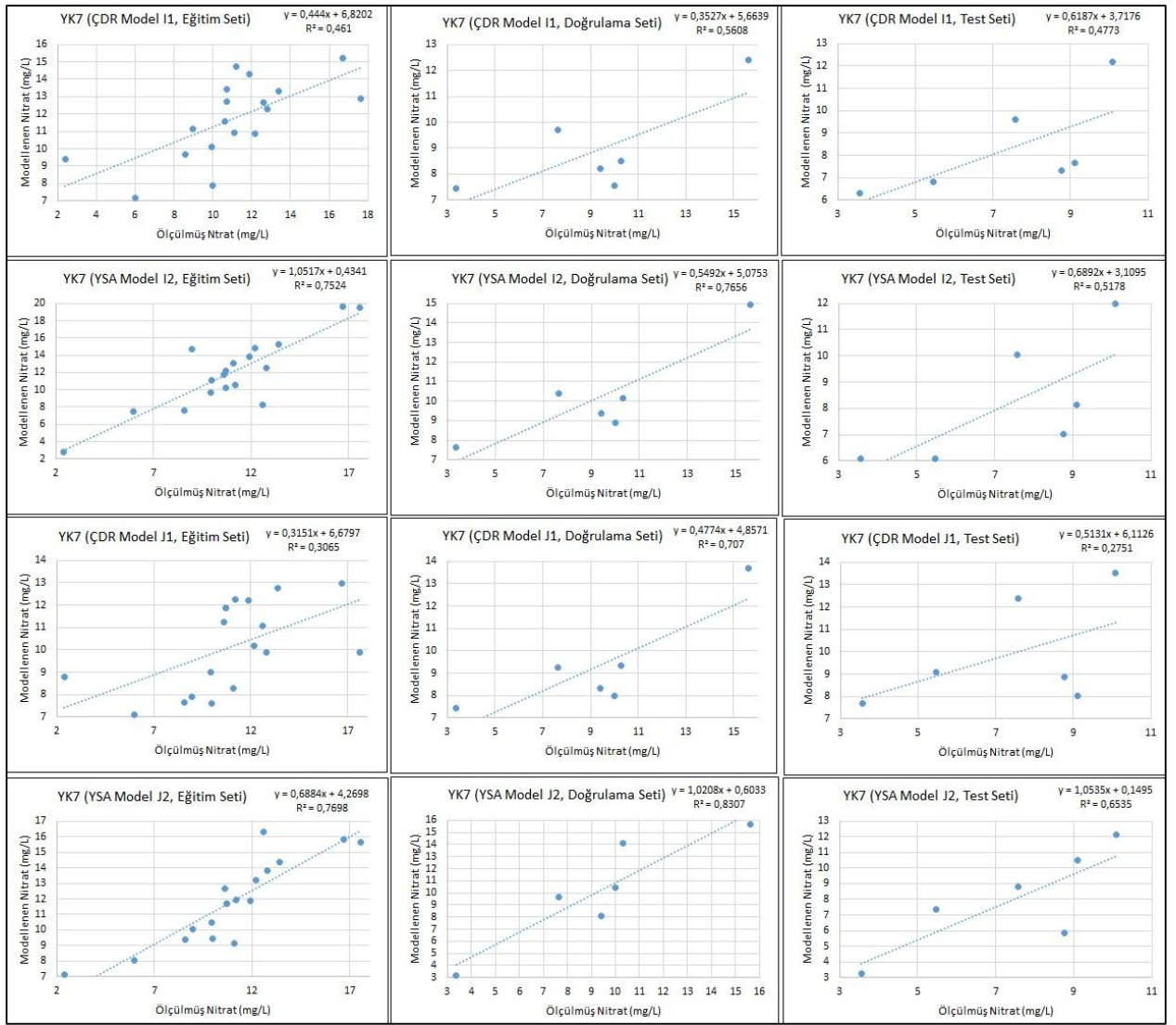
Ek Şekil 4. YK4 yüzey suyu örnek üzerinde yapılmış ÇDR ve YSA modellerinden oluşan modellenmiş nitrat ile gerçek nitrat arasındaki ilişkileri



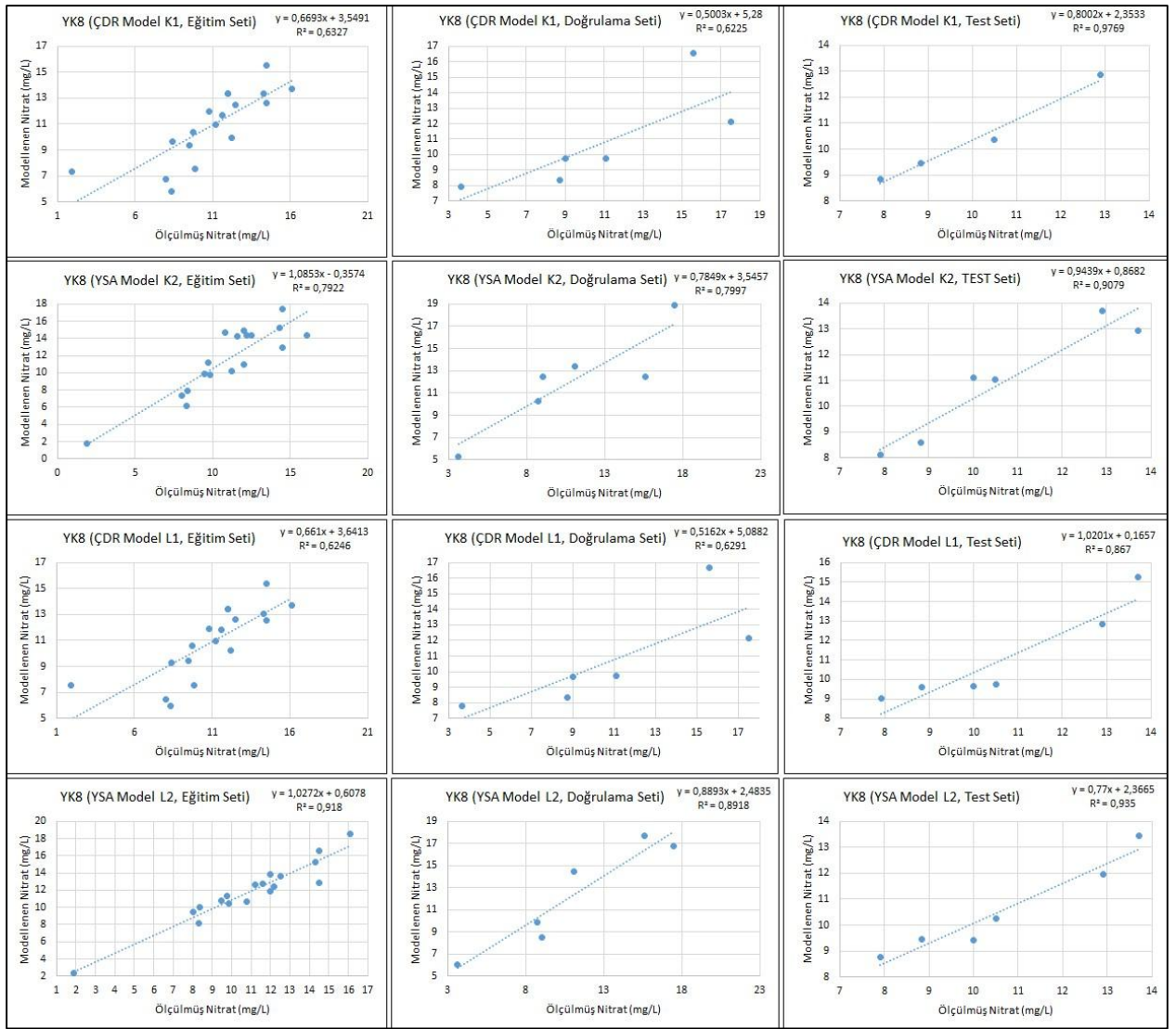
Ek Şekil 5. YK5 yüzey suyu örnek üzerinde yapılmış ÇDR ve YSA modellerinden oluşan modellenmiş nitrat ile gerçek nitrat arasındaki ilişkileri



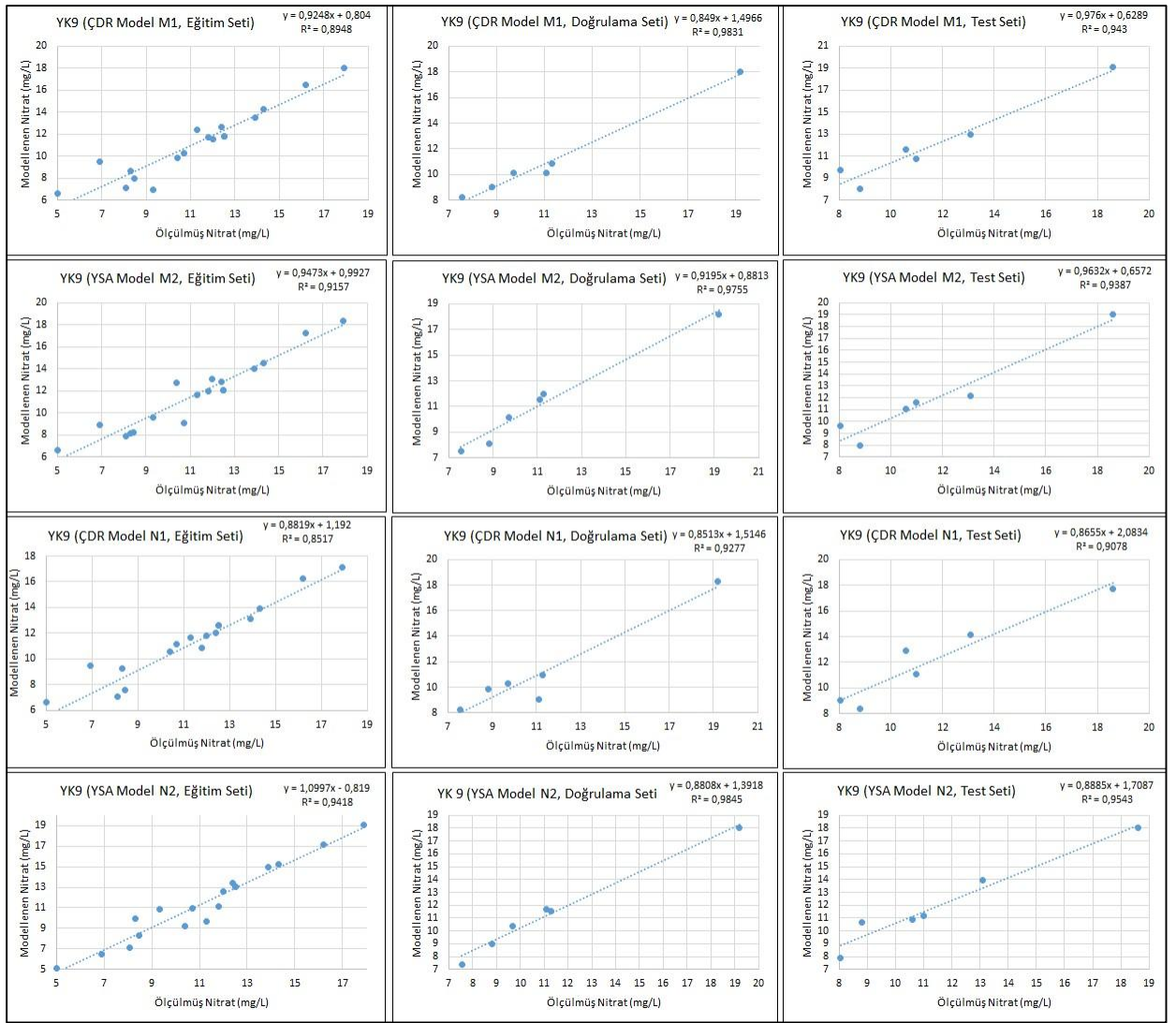
Ek Şekil 6. YK6 yüzey suyu örnek üzerinde yapılmış ÇDR ve YSA modellerinden oluşan modellenmiş nitrat ile gerçek nitrat arasındaki ilişkileri



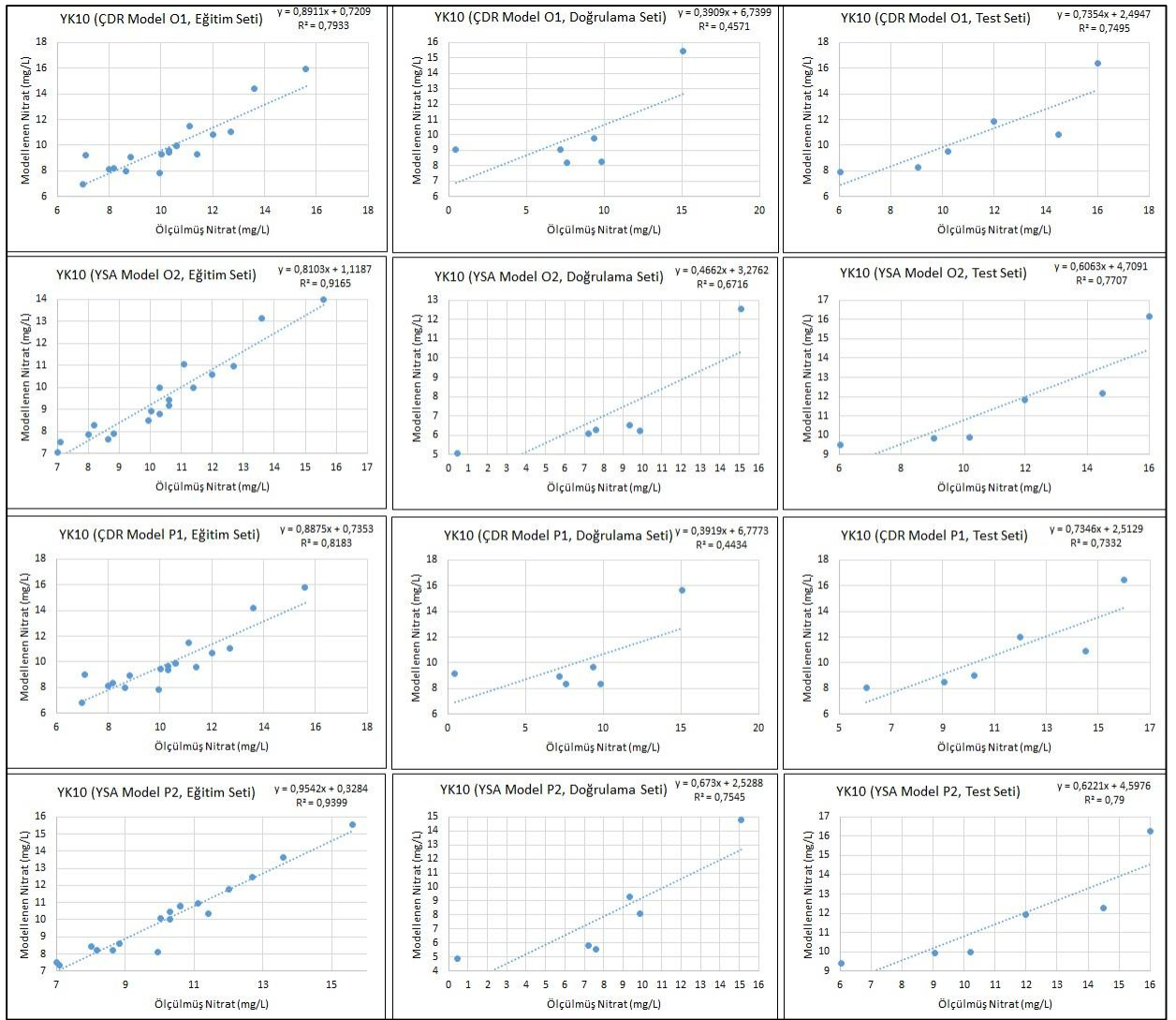
Ek Şekil 7. YK7 yüzey suyu örnek üzerinde yapılmış ÇDR ve YSA modellerinden oluşan modellenmiş nitrat ile gerçek nitrat arasındaki ilişkileri



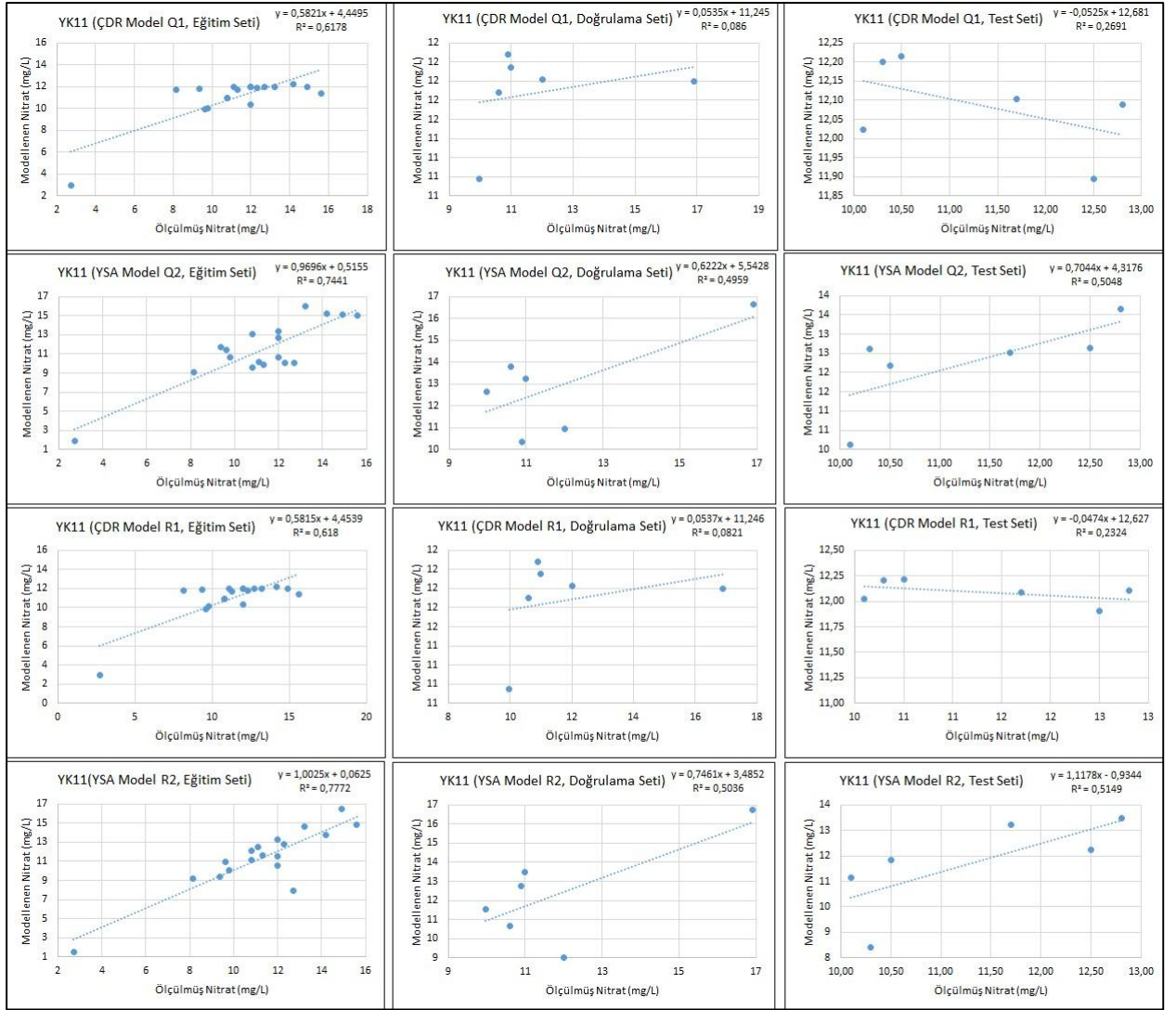
Ek Şekil 8. YK8 yüzey suyu örnek üzerinde yapılmış ÇDR ve YSA modellerinden oluşan modellenmiş nitrat ile gerçek nitrat arasındaki ilişkileri



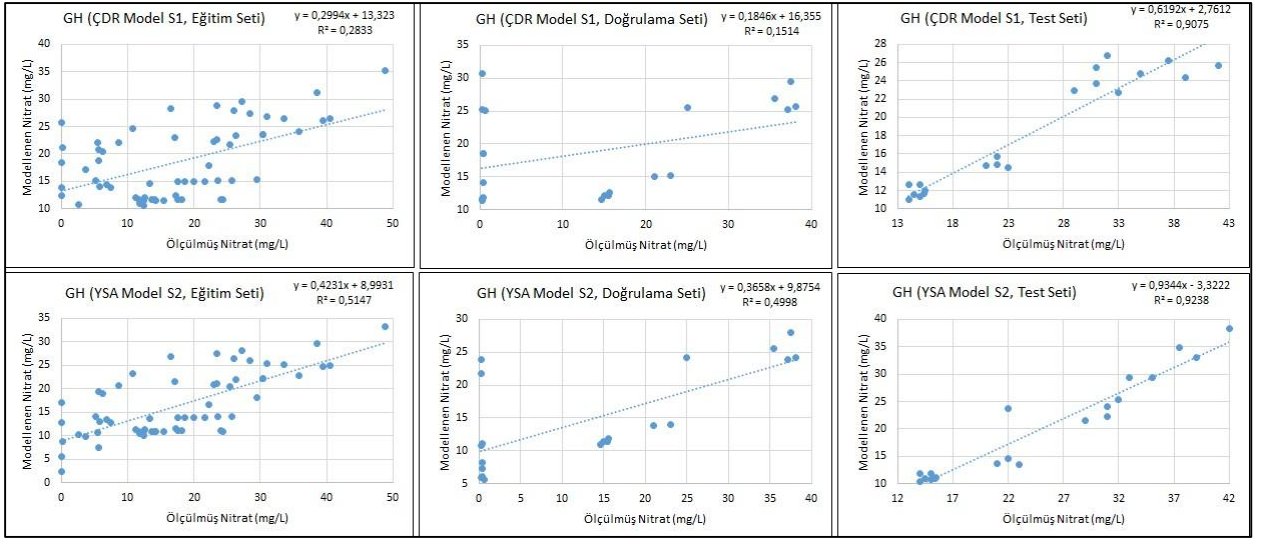
Ek Şekil 9. YK9 yüzey suyu örnek üzerinde yapılmış ÇDR ve YSA modellerinden oluşan modellenmiş nitrat ile gerçek nitrat arasındaki ilişkileri



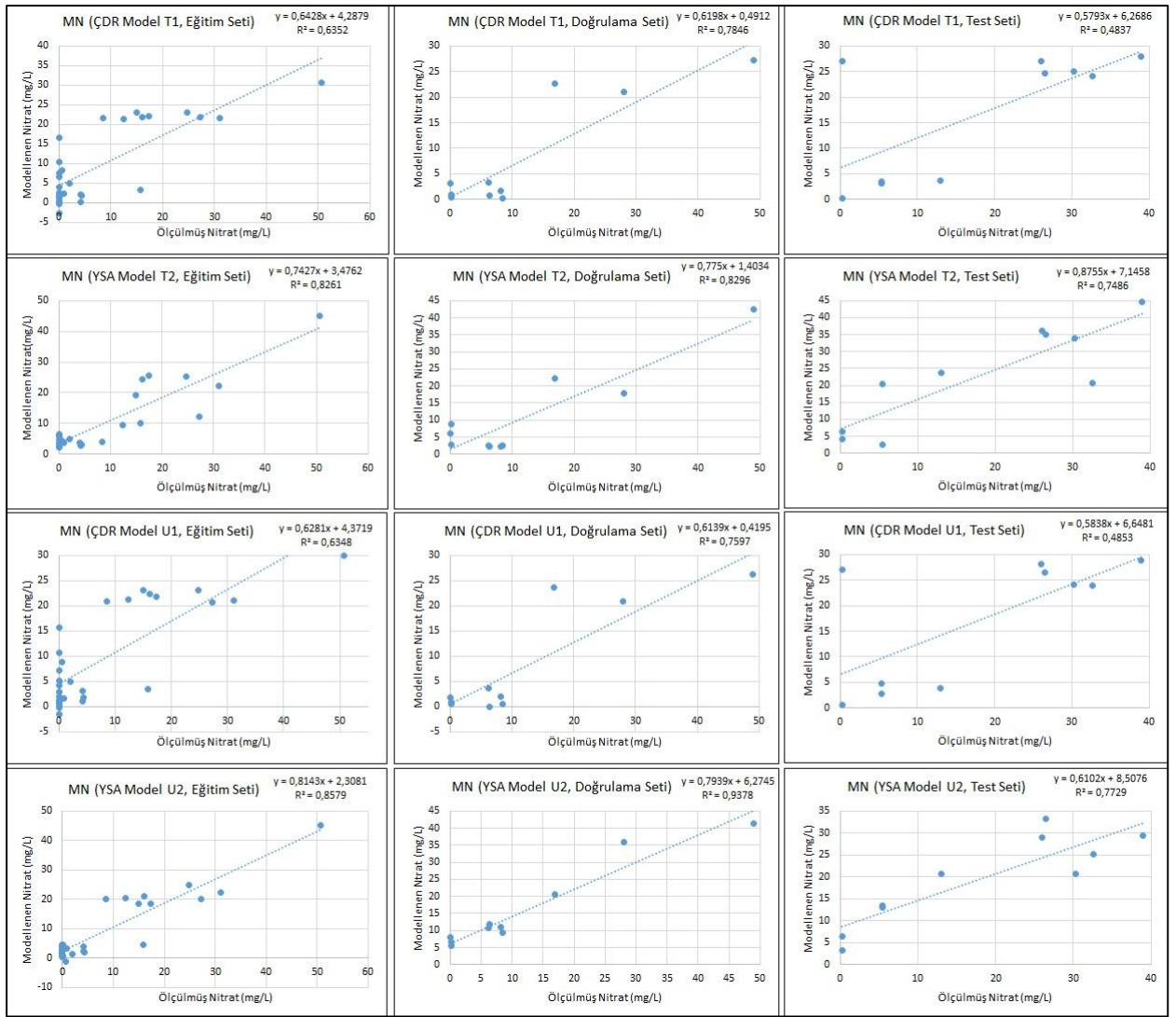
Ek Şekil 10. YK10 yüzey suyuörnek üzerinde yapılmış ÇDR ve YSA modellerinden oluşan modellenmiş nitrat ile gerçek nitrat arasındaki ilişkileri



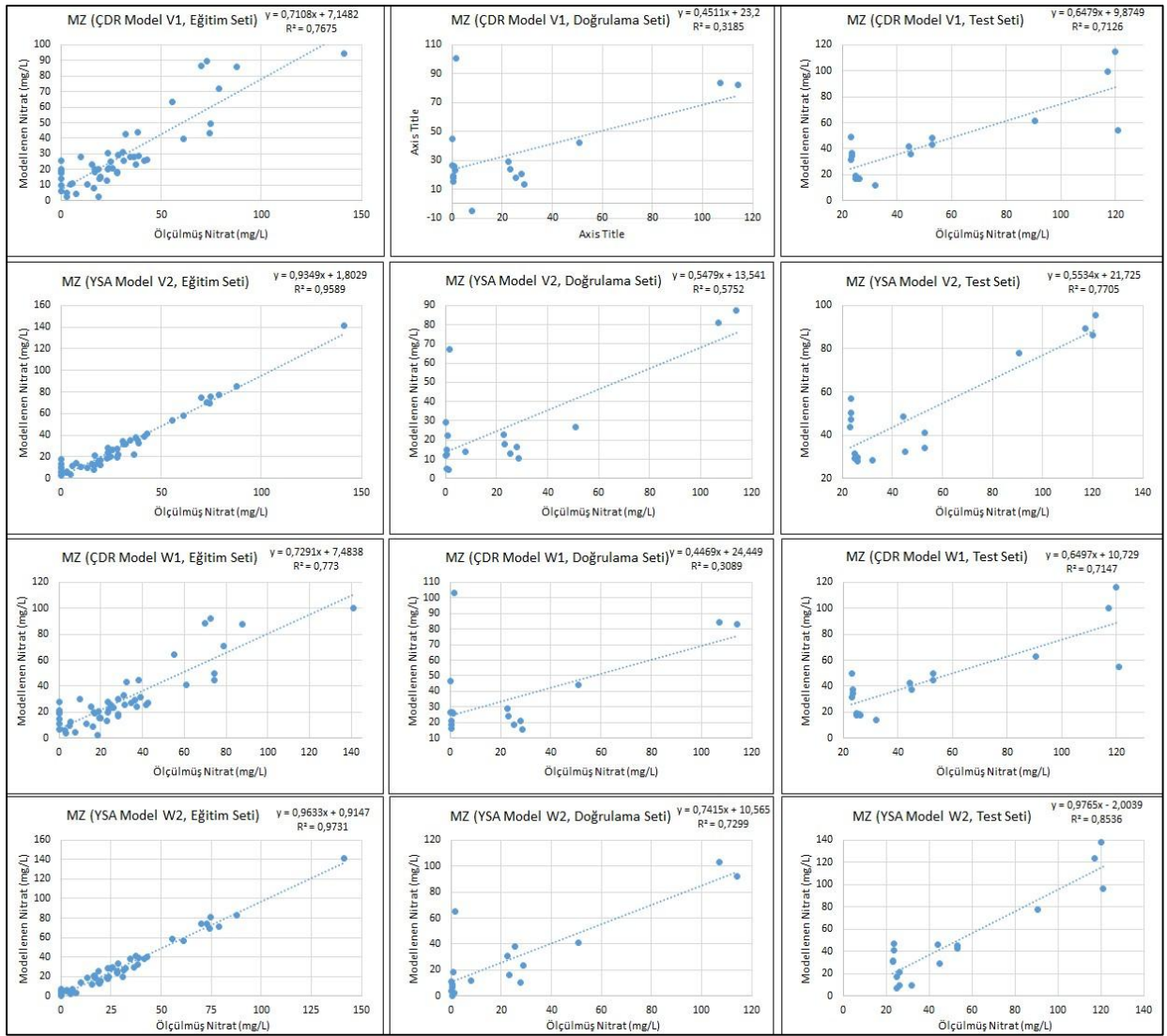
Ek Şekil 11. YK11 yüzey suyu örnek üzerinde yapılmış ÇDR ve YSA modellerinden oluşan modellenmiş nitrat ile gerçek nitrat arasındaki ilişkileri



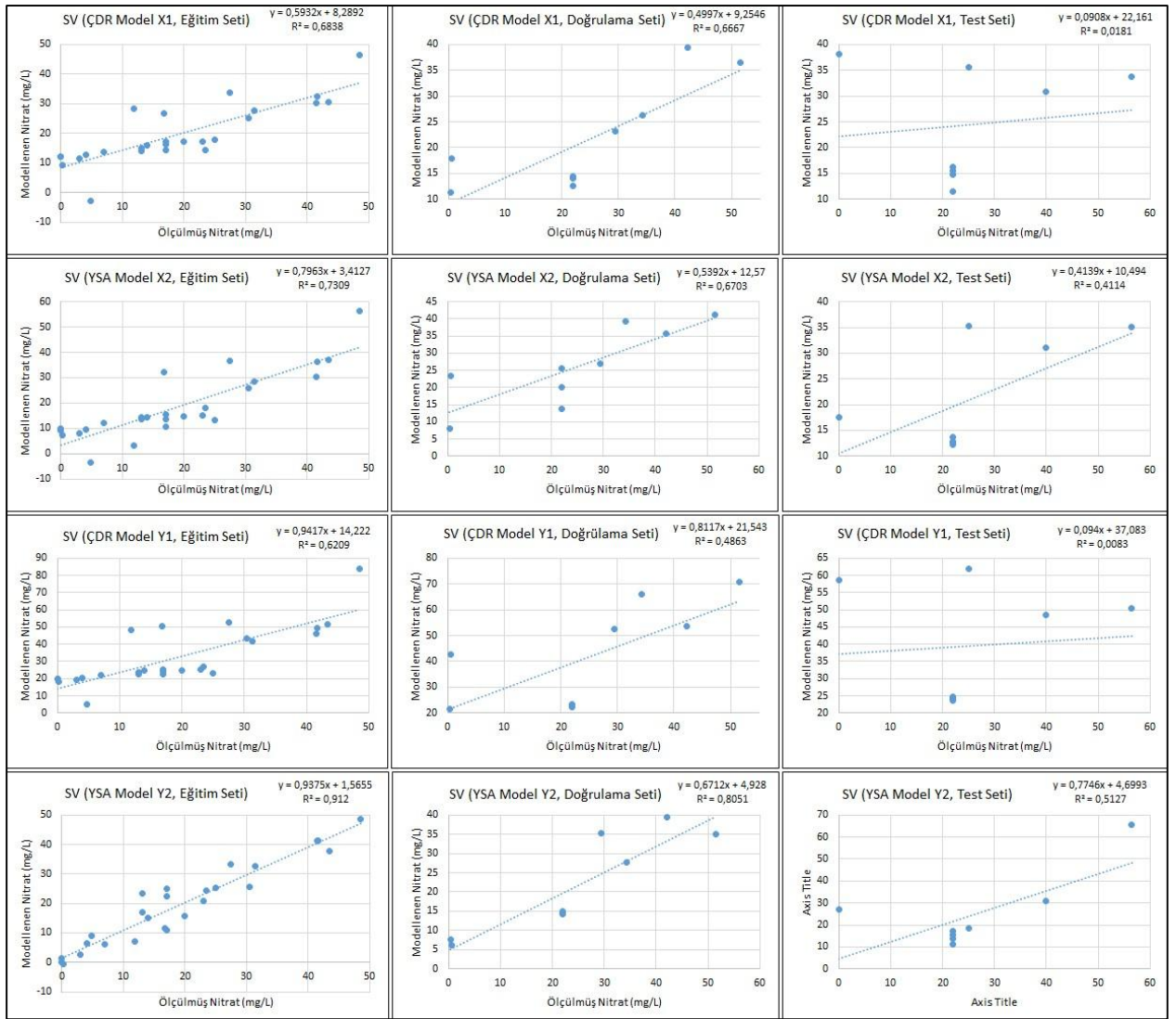
Ek Şekil 12. Gümüşhacıköy ilçesinin yeraltısuyu üzerinde yapılmış ÇDR ve YSA modellerinden oluşan modellenmiş nitrat ile gerçek nitrat arasındaki ilişkileri



Ek Şekil 13. Merzifon ilçesinin yeraltısuyu üzerinde yapılmış ÇDR ve YSA modellerinden oluşan modellenmiş nitrat ile gerçek nitrat arasındaki ilişkileri



Ek Şekil 14. Merkez ilçesinin yeraltısuyu üzerinde yapılmış ÇDR ve YSA modellerinden oluşan modellenmiş nitrat ile gerçek nitrat arasındaki ilişkileri



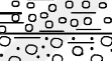
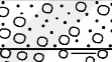
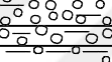
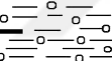
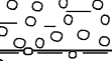
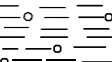
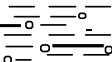
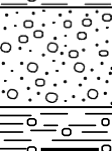
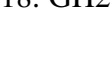
Ek Şekil 15. Suluova ilçesinin yeraltısuyu üzerinde yapılmış ÇDR ve YSA modellerinden oluşan modellenmiş nitrat ile gerçek nitrat arasındaki ilişkileri

Proje Adı :		
Eğim Yönü/Eğimi :		Kuyun Kodu: MN2
Koordinat	X : 702517	Kuyun Derinliği : 117 m
	Y : 4521079	Başlangıç Tarihi : 17/09/2003
	Z : 580 m	Bitiş Tarihi : 05/10/2003
DERİNLİK	Litoloji	
		0-2 m Nebati Toprak
		2-6 m Kil
10 m		9-15 m İnce Çakıl
20 m		15-26 m İri Çakıl
30 m		26-32 m Killi Çakıl
40 m		32-50 m Çakıllı Kil
50 m		50-100 m Az Çakıllı Gri Kil
60 m		
70 m		
80 m		
90 m		
100 m		100-117 m Çok Az Çakıllı Gri Kil
110 m		

Ek Şekil 16. MN2 su kuyunun logu

Proje Adı :		
Eğim Yönü/Eğimi :		Kuyun Kodu: MN3
Koordinat	X : 703602	Kuyun Derinliği : 150 m
	Y : 4520653	Başlangıç Tarihi : 23/08/1983
	Z : 578 m	Bitiş Tarihi : 23/09/1983
DERİNLİK	Litoloji	
0 m	0-2 m Nebatî Toprak	
10 m	2-9 m Çakıllı Kil (Kil Sarı Renkli)	
20 m	9-16 m Killi Çakıl (Kil Sarı Renkli)	
30 m	16-26 m Çok Az Çakıllı Mavi Kil	
40 m	26-34 m Mavi Kil	
50 m	34-42 m Mavi Killi Çakıl	
60 m	42-50 m İnce Çakıl Bantlı Mavi Kil	
70 m	50-61 m Mavi Killi Kum Çakıl	
80 m	61-68 m Çakıllı Mavi Kil	
90 m	68-72 m Az Killi Kum-Çakıl	
100 m	72-77 m Çakıllı Mavi Kil	
110 m	77-82 m Mavi Killi Çakıl	
120 m	82-100 m İnce Kum Çakıl Ara Bantlı	
130 m	100-103 m Killi Çakıl	
140 m	103-113 m Az Çakıllı Kil	
150 m	113-126 m Çakıllı Mavi Kil	
	126-139 m Killi, Siltli Kum Çakıl	
	139-150 m Mavi Kil	

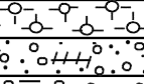
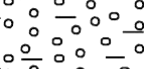
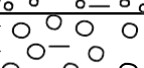
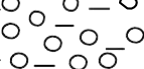
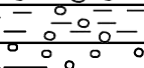
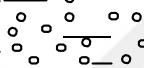
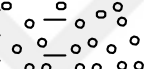
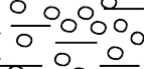
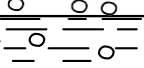
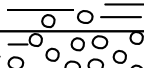
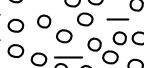
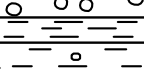
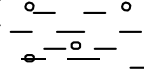
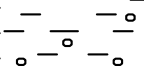
Ek Şekil 17. MN3 su kuyunun logu

Proje Adı :		
Eğim Yönü/Eğimi :		Kuyun Kodu: GH2
Koordinat	X : 689877	Kuyun Derinliği : 138 m
	Y : 4523071	Başlangıç Tarihi : 13/05/1976
	Z : 578 m	Bitiş Tarihi : 22/05/1976
DERİNLİK	Litoloji	
0-7 m		0-7 m Kum+Çakıl
7-11 m		7-11 m Siyah Bataklık Killi Kum Çakıl
11-18 m		11-18 m Killi Çakıl
18-38 m		18-38 m Sarı Renkli Kil, Çakıl Bantlı
38-42 m		38-42 m Çakıl, Kum, Az Killi
42-48 m		42-48 m Çakıllı Sarı Renkli Kil
48-53 m		48-53 m Çakıl, Kum, Az Killi
53-58 m		53-58 m Killi Çakıl
58-62 m		58-62 m Kum Çakıl
62-67 m		62-67 m Kil, Sarı Renkli Az çakıllı
67-69 m		67-69 m Killi Çakıl
69-77 m		69-77 m Siyah Renkli Kil, Yer Yer Çakıllı
77-83 m		77-83 m Killi Çakıl
83-101 m		83-101 m Sarı Renkli Kil, Kısmen Çakıl Bantlı
101-103 m		101-103 m Killi Çakıl
103-110 m		103-110 m Kil, Sarı Renkli Çakıl Bantlı
110-118 m		110-118 m Killi Çakıl
118-122 m		118-122 m Az Çakıllı Kil
122-132 m		122-132 m Çakıl Kum
132-138 m		132-138 m Az Çakıllı Kil

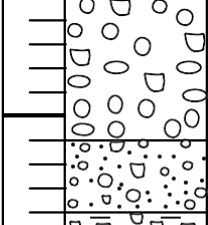
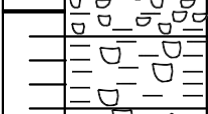
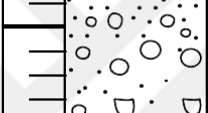
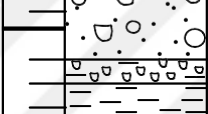
Ek Şekil 18. GH2 su kuyunun logu

Proje Adı :		
Eğim Yönü/Eğimi :		Kuyun Kodu: GH4
Koordinat	X : 691475	Kuyun Derinliği : 153 m
	Y : 4523509	Başlangıç Tarihi : 27/05/1996
	Z : 721	Bitiş Tarihi : 03/06/1996
DERİNLİK	Litoloji	
		0-2 m Nebati Toprak
		2-7 m Sarı Kil
10 m		7-29 m Çok Az Çakıllı Kahverengi Kil
20 m		
30 m		
40 m		29-39 m Yer Yer Çakıllı Arabantlı Kil
50 m		39-44 m Killi, Bloklü Çakıl
60 m		44-52 m Yer Yer Çakıl Arabantlı Kahverengi Kil
70 m		52-59 m Kil Arabantlı Bloklü Çakıl
80 m		59-72 m Yer Yer Çakıl Arabantlı Kahverengi Kil
90 m		72-74 m Bloklü Çakıl
100 m		74-80 m Çakıl Arabantlı Kil
110 m		80-90 m Kil Arabantlı Bloklü Çakıl
120 m		90-100 m Kil
130 m		100-106 m Kil Arabantlı Bloklü Çakıl
140 m		106-127 m Çok Az Çakıllı Kil
150 m		
		127-132 m Az Killi Çakıl
		132-136 m Killi Çakıl
		136-141 m Yer Yer Az Çakıllı Kil
		141-145 m Killi Çakıl
		145-153 m Çok Az Çakıllı Kil

Ek Şekil 19. GH4 su kuyunun logu

Proje Adı :		
Eğim Yönü/Eğimi :		Kuyun Kodu: GH5
Koordinat	X : 693984	Kuyun Derinliği : 104 m
	Y : 4522463	Başlangıç Tarihi : 23/08/2000
	Z : 668 m	Bitiş Tarihi : 23/09/2000
DERİNLİK	Litoloji	
10 m		0-3 m Nebati Toprak
		3-6 m Siltli Kumlu İnce Çakıl
		6-13 m Az Killi İnce Çakıl
20 m		13-23 m Az Killi İri Çakıl
		23-26 m Çakıllı Kil
30 m		26-42 m Killi İnce Çakıl
40 m		
50 m		42-44 m Az Çakıllı Kil
		44-59 m Az Killi İnce Çakıl
60 m		
70 m		59-66 m Killi Çakıl
		66-72 m Az Çakıllı Kil
80 m		72-82 m Az Killi İri Çakıl
		
90 m		82-84 m Kil
		84-98 m Killi İnce Çakıl
100 m		
		98-104 m Az Çakıllı Kil

Ek Şekil 20. GH5 su kuyunun logu

Proje Adı :		
Eğim Yönü/Eğimi :		Kuyun Kodu: MZ2
Koordinat	X : 755844	Kuyun Derinliği : 82 m
	Y : 4495611	Başlangıç Tarihi : 29/05/1978
	Z : 610	Bitiş Tarihi : 05/06/178
DERİNLİK	Litoloji	
10 m		0-12 m Şişt Kökenli Çakıl
20 m		12-18 m Çakıl Kum
30 m		18-22 m Killi Çakıl
40 m		22-28 m Mavi Renkli Kil, Şişt Bloklı
50 m		28-52 m Çakıl Kum
60 m		52-54 m Killi Çakıl
70 m		54-64 m Mavi Renkli Kil
80 m		64-78 m Çakıl, Kum
		78-82 m Killi Çakıl

Ek Şekil 21. MZ2 su kuyunun logu

Proje Adı : 21474		
Eğim Yönü/Eğimi :		Kuyun Kodu: MZ4
Koordinat	X : 726028	Kuyun Derinliği : 101 m
	Y : 4492036	Başlangıç Tarihi : 18/10/1976
	Z : 420 m	Bitiş Tarihi : 25/10/1976
DERİNLİK	Litoloji	
0-3 m	Sarı Renkli Kil	
3-6 m	Kum+Silt Karışık	
6-10 m	Sarı Renkli Kil	
10-18 m	Killi Çakıl	
18-31 m	Çakıllı Kum	
31-38 m	Kil Kum Çakıl	
38-93 m	Kum Çakıl İri Blok; Genellikle Volkanik Orijinli	
93-101 m	Çakıl, Kum, Az Sarı Kil	

Ek Şekil 22. MZ4 su kuyunun logu

Ek Çizelge 1. 2008-2015 yılları arasında inceleme alanının yüzey sularında birinci dönemine ait analiz sonuçları

İstasyon Adı	Yıl	T°C	pH	DO	Zn	Fe	Cu	K	SO4	SO3	NH4	NO2	NO3	PO4	Cl	NH3	KOİ
YK1	2008	17,6	7,87	12,92	0,12	0,12	0,1	0	67,5	0,37	0,28	0,5	8,68	0,96	0,11	0,26	12,1
YK1	2009	3,2	7,35	11,14	0,18	0,29	0,18	10	74,8	0,33	0,6	0,2	9,13	1,06	0,26	0,57	6,19
YK1	2010	9,1	7,98	8,7	0,11	0,18	0,15	0	74,3	0,09	0,8	0,25	8,95	0,81	0,16	0,76	4,84
YK1	2011	8,9	7,37	9,35	0,01	0,27	0,22	0	32	0,32	0,26	0,24	7,56	0,49	0,11	-	-
YK1	2012	13,95	7,48	8,28	0,06	0,08	0,13	0	23,65	0,19	0,23	0,32	6,64	0,39	0,07	-	-
YK1	2013	14	8,04	7,73	0,23	0,35	0,2	0	13,3	0,78	0,29	0,38	5,68	0,2	0,17	-	-
YK1	2014	14	9,94	9,41	0,02	0,09	0,24	2,19	43,4	2,96	0,36	0,36	12,2	0,98	0,08	0,34	5,75
YK1	2015	7,7	7,3	9,06	0,14	0,1	0,12	9,66	21,6	0,13	1,32	0,25	9,99	1,61	0,07	1,24	16
YK2	2008	18,4	8,18	11,06	0,13	0,1	0,09	0	122	0	0,63	0,13	13,1	0,78	0,09	0,6	10,7
YK2	2009	6,8	7,68	9,46	0,26	3	2	0,88	88,6	0,6	0,97	0,41	13,6	0,67	1,37	0,92	31,1
YK2	2010	8,9	7,19	10,1	0,21	1,15	0,88	0	67,9	1,48	0,23	0,28	10,1	0,53	0,57	0,21	8,27
YK2	2011	8,9	8,57	10,59	0,06	0,32	0,26	0	80,3	0,55	0,09	0,13	12,9	0,2	0,14	-	-
YK2	2012	19,7	7,9	9,9	0,1	0,08	0,1	0,34	115	0	0,02	0,11	15	0,09	0,05	-	-
YK2	2013	13,4	8,1	11,5	0,22	0,09	0,02	0	94	0,06	0	0,08	11,2	0,2	0,2	-	-
YK2	2014	14,7	9,94	12,8	0,08	0,08	0,09	7,03	96,4	0,02	0,02	0,13	16,5	0,17	0,08	0,02	6,92
YK2	2015	4,1	7,82	11,35	0,18	0,13	0,06	5,22	177	1,51	2,03	0,52	19,1	1,81	0,07	1,9	12,5
YK3	2008	18,4	8,1	6,41	0,22	0,3	0,18	0	101	0,41	0,03	0,12	14,8	0,65	0,19	0,03	4,75
YK3	2009	6,68	7,72	11,38	0,33	1,19	1,07	0,03	88,6	2,06	1,45	0,35	11,6	0,08	0,59	1,36	12,7
YK3	2010	8,8	7,16	9,9	0,1	0,29	0,22	0	113	0	0,12	0,43	11,6	0,2	0,15	1,3	9,63
YK3	2011	10,2	7,47	10,3	0,14	0,28	0,28	0	121	0,98	1,01	0,22	13,6	0,7	0,12	-	-
YK3	2012	20,6	8,07	9	0,11	0,09	0,09	0,9	176	0,7	0,05	0,38	16	0,53	0,07	-	-

Ek Çizelge 1'in devamı

İstasyon Adı	Yıl	T°C	pH	DO	Zn	Fe	Cu	K	SO4	SO3	NH4	NO2	NO3	PO4	Cl	NH3	KOİ
YK3	2013	13,7	7,55	8,75	0,22	0,13	0,06	0	137	1,33	0,06	0,48	15,7	0,21	0,12	-	-
YK3	2014	14	9,9	10,4	0,2	0,12	0,08	5,77	108	1,54	0,02	0,16	20	0,8	0,1	0,02	10,6
YK3	2015	4,8	7,88	12,35	0,21	0,07	0,07	2,17	96,9	0,06	0,01	0,07	12,5	0,28	0,04	0,01	5,99
YK4	2008	17,1	8,22	9,61	0,1	0,13	0,1	1,7	191	2,87	0,44	1,42	20,1	3,44	0,1	0,42	25,6
YK4	2009	7,2	7,79	10,79	0,2	0,28	0,16	0	167	0,42	3,38	0,22	9,15	0,48	0,21	3,19	31,2
YK4	2010	9,2	7,17	9,36	0,22	0,8	0,72	0	213	3,93	1,92	0,51	13,2	0,84	0,45	1,81	21,6
YK4	2011	9	8,67	9,52	0,08	0,22	0,16	0	220	2,54	0,56	1,06	20,8	0,93	0,1	-	-
YK4	2012	18,5	8	7,8	0,13	0,13	0,08	3,3	227	4,14	0,15	1,16	23	1,9	0,08	-	-
YK4	2013	13,1	7,74	7,74	0,14	0,17	0,07	0	201	3,89	0,25	1,33	19,9	0,21	0,13	-	-
YK4	2014	11,5	9,94	9,9	0,01	0,15	0,1	12,6	225	3,44	0,05	0,45	33,7	1,98	0,12	0,04	15,7
YK4	2015	5,4	7,96	9,78	0,15	0,17	0,09	13,1	252	1,85	3,9	0,99	21,4	4,62	0,1	2,5	24,6
YK5	2008	9,7	8,62	5,96	0,17	0,2	0,19	0	8,44	0,24	0,37	0,14	6,26	0,51	0,15	0,35	19,1
YK5	2009	6,2	7,62	10,78	0,1	0,34	0,2	0	8,04	0,42	0,58	0,17	10,1	0,22	0,25	0,54	29,8
YK5	2010	6,5	7,21	11,02	0	0,44	0,23	6,95	8,72	0,6	0,15	0,26	9,12	2,32	0,22	0,14	19,1
YK5	2011	6,4	8,4	11,44	0,09	0,22	0,18	0	24,9	0,28	0,28	0,14	10,6	0,54	0,13	-	-
YK5	2012	18,7	7,9	8,8	0,1	0,23	0,11	0,6	6,7	0,19	0,24	0,37	3,5	0,55	0,13	-	-
YK5	2013	12	8,3	12	0,13	0,13	0,13	0	17,6	0	0,29	0,41	6,53	0,36	0,06	-	-
YK5	2014	12	9,94	11,2	0,06	0,08	0,15	1,42	27,8	1,42	0,11	0,53	7,88	2,04	0,06	0,1	14,5
YK5	2015	6,9	7,51	10,29	0,03	0,06	0,16	9,12	24,8	0,74	0,16	1,05	6,75	5,45	0,07	0,15	16,5
YK6	2008	10,7	7,9	5,87	0,28	1,27	0,84	15,5	122	2,23	5,15	0,8	5,79	5,5	0,54	4,86	127
YK6	2009	6,7	7,19	11,43	0,01	0,31	1,21	0	207	0,49	2,19	0,19	9,3	1,27	0,21	2,06	3,62
YK6	2010	6,7	7,19	10,05	0	0,17	0,13	9,99	118	0,29	0,85	0,31	12,1	1,56	0,12	0,8	35,6
YK6	2011	9,9	7,51	9,46	0,13	0,82	0,56	26,8	75,2	1,14	0,71	0,36	6,51	2,51	0,36	-	-

Ek Çizelge 1'in devamı

İstasyon Adı	Yıl	T°C	pH	DO	Zn	Fe	Cu	K	SO4	SO3	NH4	NO2	NO3	PO4	Cl	NH3	KOI
YK6	2012	18,6	7,5	5,26	0,17	0,55	0,31	11,9	187	9	2	0,8	2,5	3,7	0,23	-	-
YK6	2013	16,5	8,5	7,71	0,1	0,12	0,1	0,01	108	0	0,53	1,69	8,18	1,05	0,06	-	-
YK6	2014	13,7	9,9	2,8	0,18	0,58	0,16	29,6	46,7	4,17	3,02	0,08	2,36	7,26	0,15	2,83	16
YK6	2015	6,9	7,8	8,2	0,28	0,25	0,04	38,5	233	1,98	4,6	1,38	2,07	0,44	0,17	4,32	56,9
YK7	2008	8,4	7,82	9,93	0,21	0,21	0,16	3,08	84,9	0	0,03	0,02	11,9	1,11	0,13	0,03	3,8
YK7	2009	8,1	7,72	12,17	0,08	0,5	0,38	0	39,4	1,78	1,12	0,12	10,7	1,33	0,46	1,06	7,41
YK7	2010	9,5	7,21	8,69	0,11	0,21	0,14	0,23	117	1,12	1,42	0,37	12,2	1,17	0,16	1,34	4,02
YK7	2011	11,4	7,64	9,72	0,06	0,25	0,3	0	98	0,39	0,23	0,33	10,6	0,42	0,15	-	-
YK7	2012	18	7,2	5,3	0,11	0,25	0,11	0,2	110	1,5	1,2	0,51	6	0,8	0,2	-	-
YK7	2013	15,4	8,27	6,71	0,18	0,67	0,81	0,7	82,6	1,71	0,41	0,52	10,3	0,19	0,29	-	-
YK7	2014	9,4	8,8	5,45	0,3	0,3	0,16	17,7	171	2,15	3,31	0,44	15,6	2,41	0,13	3,13	15,1
YK7	2015	6,6	7,5	8,61	0,15	0,12	0,08	9,74	107	0,15	4,04	3,36	7,58	1,91	0,04	3,79	41
YK8	2008	8,6	6,99	7,55	0,26	0,25	0,18	4,2	80,7	0,26	0,03	0,02	12,5	0,74	0,16	0,03	3,2
YK8	2009	6,4	7,9	7,76	0	0,57	0,41	0	70,7	1,39	0,88	0,13	12	1,14	0,28	0,83	9,79
YK8	2010	11,8	7,2	9,35	0,07	0,5	0,77	3	52,8	0,6	0,07	0,19	8,38	0,25	0,2	-	-
YK8	2011	5,6	7,75	11,12	0,09	0,4	0,21	0	94,6	0,4	0,13	0,15	11,6	0,42	0,16	-	-
YK8	2012	19	7,9	7,1	0,1	0,15	0,04	1	100	0,55	0,55	0,6	8	1,2	0,08	-	-
YK8	2013	14,4	7,98	8,22	0,16	0,25	0,16	0	64,4	0,6	0,05	0,31	8,74	0,2	0,15	-	-
YK8	2014	13,5	9,94	8,5	0,03	0,16	0,13	11,1	129	1,46	0,32	0,38	15,6	1,16	0,13	0,31	13,6
YK8	2015	6,5	7,67	4,65	0,2	0,13	0,08	4,32	85,1	0,2	0,43	0,27	12,9	1,06	0,08	0,41	10,5
YK9	2008	8,1	7,55	10,47	0,27	0,32	0,16	5,12	87,9	0,04	0,03	0,02	12,4	1,07	0,18	0,03	4,39
YK9	2009	6,6	7,81	12,8	0,06	0,61	0,45	0	70,5	1,42	0,89	0,13	12,5	1,13	0,33	0,84	3,55
YK9	2010	12	7,19	9,1	0	0,4	0,33	0	48,9	0,41	0,04	0,21	8,3	0,26	0,15	-	-

Ek Çizelge 1'in devamı

İstasyon Adı	Yıl	T°C	pH	DO	Zn	Fe	Cu	K	SO4	SO3	NH4	NO2	NO3	PO4	Cl	NH3	KOİ
YK9	2011	9,6	7,7	10,18	0	0,7	0,7	0	97,6	0,7	0,19	0,29	12	0,7	0,7	-	-
YK9	2012	18	7	7,8	0,7	0,7	0,7	4	115	0,7	0,6	1,2	5	0,9	0,7	-	-
YK9	2013	15,5	8,4	7,7	0,7	0,7	0,7	0	76	0,7	0,3	0,3	8,82	0,7	0,7	-	-
YK9	2014	8,9	9,7	8,7	0,7	0,2	0,7	3,7	139	3,7	0,88	0,38	19,2	0,7	0,7	0,83	8,62
YK9	2015	8,5	7,7	9,7	0,7	0,7	0,7	18	62,7	4,7	0,19	5,42	13,1	1,7	0,7	0,18	17,3
YK10	2008	7,8	7,7	10,44	0,7	0,7	0,7	3,7	80,2	0,7	0,03	0,03	12,7	0,7	0,7	0,03	7,39
YK10	2009	6,3	7,7	11,39	0,7	0,7	0,7	0	87,6	1,7	1,09	0,13	10,6	1,7	0,7	1,03	16,3
YK10	2010	9,1	7,7	7,7	0,7	0,7	0,7	0	113	4,7	2,29	0,56	7,09	3,7	0,7	2,16	39,6
YK10	2011	10,6	7,7	10,23	0,7	0,7	0,7	0	89,7	0,7	0,21	0,26	10,3	0,7	0,7	-	-
YK10	2012	20	7,7	5,9	0,7	0,7	0,7	0,5	95	0,3	0,53	0,54	7	1,5	0,7	-	-
YK10	2013	14,5	8,5	7,7	0,7	0,7	0,7	0	77,9	0,7	0,24	0,36	7,58	0,2	0,7	-	-
YK10	2014	9,2	9,7	8,7	0,7	0,7	0,7	8,7	160	1,8	1,57	0,47	15,1	1,7	0,7	1,48	21,5
YK10	2015	9,6	7,7	8,6	0,7	0,7	0,7	7,7	107	0,7	0,01	0,61	14,5	1,7	0,7	0,01	23,2
YK11	2008	4,6	7,7	11,4	0,7	1,7	2,7	3,7	38,7	2,7	0,44	0,35	2,72	3,7	0,7	0,38	40
YK11	2009	6,9	7,7	11,94	0,7	0,7	0,7	0	68,2	1,7	0,83	0,13	10,8	1,7	0,7	0,78	6,45
YK11	2010	8,9	7,8	9,7	0,7	0,7	0,7	0	91,4	1,7	1,1	0,39	12	0,7	0,7	1,03	12,9
YK11	2011	9,6	7,7	10,08	0,7	0,2	0,7	1,7	117	0,7	0,4	0,47	15,6	0,7	0,7	-	-
YK11	2012	20,5	7,8	7,7	0,7	0,7	0,1	3,5	103	0,5	0,16	1,03	12	0,7	0,7	-	-
YK11	2013	14,5	8,7	8,1	0,7	0,7	0,7	0,7	77,3	1,7	0,32	0,49	9,97	0,7	0,7	-	-
YK11	2014	8,5	10,3	8,4	0,7	0,7	0,7	8,7	150	1,7	0,81	0,48	16,9	1,7	0,7	0,76	0
YK11	2015	5,1	7,7	11,09	1,7	0,1	0,7	7,7	80	0,7	1,68	0,51	12,8	1,7	0,7	1,57	25,2
Minimum		3,2	6,7	2,8	0	0,7	0,7	0	6,7	0	0	0,02	2,07	0,7	0,7	0,01	
Maksimum		20,6	10,3	12,92	1,7	3	2,7	38,5	252	9	5,15	5,42	33,7	7,7	1,7	4,86	7
Ortalama		10,97	7,7	9,7	0,7	0,7	0,7	4,7	99,7	1,7	0,82	0,51	11,48	1,7	0,7	1,05	92

Ek Çizelge 2. 2008-2015 yılları arasında inceleme alanının yüzeysel sularında ikinci dönemine ait analiz sonuçları

İstasyon Adı	Yıl	T°C	pH	DO	Zn	Fe	Cu	K	SO4	SO3	NH4	NO2	NO3	PO4	Cl	NH3	KOİ
YK1	2008	21,4	8,1	4,3	0,04	0,11	0,03	0	15,8	0,05	0,09	1,84	9,09	1,34	0,13	0,08	13,3
YK1	2009	12,8	7,48	6,44	0,07	0,19	0,12	0	25,4	0,2	0,18	0,22	4,61	0,46	0,09	0,17	13,2
YK1	2010	3,2	7,35	11,14	0,18	0,29	0,18	10	74,8	0,33	0,6	0,2	9,13	1,06	0,26	0,57	6,19
YK1	2011	18,6	7,78	7,71	0	0,11	0,09	0	20,2	0,83	0,16	0,27	6,39	0,4	0,11	-	-
YK1	2012	19	7,59	7,2	0,11	0,11	0,04	0	15,3	0,06	0,21	0,4	5,72	0,29	0,04	-	-
YK1	2013	17,1	7,75	6,22	0,1	0,13	0,09	7,13	18,7	0,84	0,3	0,46	7,06	1,03	0,1	0,29	10,7
YK1	2014	24,4	8,23	4,74	0,03	0,08	0	0	16,1	0,29	0,24	2,17	9,52	0,71	0,17	0,22	29,3
YK1	2015	21,4	8,25	6,64	0,24	0,06	0,02	10,18	45,1	0,14	0,03	1,17	14,2	0,28	0,05	0,02	13,6
YK2	2008	18,4	8,2	9,96	0,18	0,18	0,14	0	77,1	0,19	0,05	0,04	11,5	0,22	0,13	0,05	7,91
YK2	2009	11,7	7,67	6,53	0,14	0,22	0,17	0	39	0	0,55	0,11	11,2	0,23	0,14	0,52	13,1
YK2	2010	6,8	7,68	9,46	0,26	3	2	0,88	88,6	0,7	0,97	0,41	13,6	0,67	1,37	0,92	31,1
YK2	2011	17,7	8,36	8,53	0,1	0,17	0,12	3,99	70,5	0,39	0,09	0,08	10,2	0,22	0,31	-	-
YK2	2012	20	7,7	9,09	0,07	0,08	0,03	1,03	135	0	0,02	0,16	16	0,09	0,05	-	-
YK2	2013	18,4	8,71	8,52	0,22	0,52	0,15	10,4	105	0,38	0,01	0,22	11,5	0,75	0,09	0,01	9,62
YK2	2014	24	8,87	10,01	0,01	0,07	0,01	0,9	93,6	0,04	0,01	0,08	8,26	0,13	0,05	0,01	0
YK2	2015	24,6	8,62	10,09	0,22	0,07	0,07	2,41	89,2	1,43	0,02	0,09	13,6	0,04	0,19	0,01	0,69
YK3	2008	20,7	8,05	3,41	0	0,09	0,01	0	137	0	0,01	0,06	12,4	0,48	0,11	0,01	7,16
YK3	2009	11,6	7,68	9,42	0,08	0,08	0,06	0	56	0	0,26	0,21	12,5	0,99	0,1	0,6	13
YK3	2010	6,68	7,72	11,38	0,33	1,19	1,07	0,03	88,6	2,06	1,45	0,35	11,6	0,08	0,59	1,36	12,7
YK3	2011	20,3	8,01	8,05	0	0,26	0,12	0	81,7	0,97	0,04	0,09	10,1	0,25	0,14	-	-
YK3	2012	20	7,5	7,25	0,15	0,1	0,04	2,4	221	0,21	0,05	0,46	18,2	0,94	0,06	-	-
YK3	2013	18,3	8,35	7,76	0,11	0,14	0,1	11,6	165	2,43	0,61	0,89	14,8	4,59	0,1	0,58	21,2
YK3	2014	21	9,06	10,1	0,03	0,08	0	0,08	132	0,04	0,03	0,06	7,85	0,19	0,09	0,03	6,31

Ek Çizelge 2'nin devamı

İstasyon Adı	Yıl	T°C	pH	DO	Zn	Fe	Cu	K	SO4	SO3	NH4	NO2	NO3	PO4	Cl	NH3	KOİ
YK3	2015	23	8,27	8,54	0,12	0,12	0,08	1,84	167	0,32	0,08	0,57	15,3	0,22	0,18	1,55	5,74
YK4	2008	17,7	8,35	9,86	0,14	0,21	0,07	0	177	4,73	0,05	0,39	15,9	3,42	0,16	0,44	16,8
YK4	2009	15,1	7,73	7,89	0,21	0,34	0,18	0	2,1	1,42	0,36	0,85	17,5	1,46	0,21	0,34	0
YK4	2010	7,2	7,79	10,79	0,2	0,28	0,16	0	167	0,42	3,38	0,22	9,15	0,48	0,21	3,19	31,2
YK4	2011	17,8	8,47	8,4	0,08	0,17	0,12	0,9	175	2,71	0,89	0,27	15,1	0,82	0,19	-	-
YK4	2012	18,4	7,5	7,25	0,13	0,17	0,07	3,09	236	0,5	0,03	0,71	21,4	2,16	0,07	-	-
YK4	2013	17,7	8,57	7,46	0,21	0,09	0,07	11,3	194	4,12	0,25	1,24	17,3	1,85	0,15	0,23	21,3
YK4	2014	19,4	9,06	9,46	0,04	0,13	0,02	9,01	216	7,46	0,64	1,08	19	1,87	0,1	0,6	11,7
YK4	2015	22	8,29	7,2	0,23	0,15	0,04	3,33	232	1,6	0,18	1,47	12,9	0,52	0,23	0,17	10,5
YK5	2008	17,3	8,15	9,77	0,12	0,42	0,98	0	2,96	0,5	0,16	0,23	2,41	3,89	0,21	0,15	14,1
YK5	2009	12,4	7,82	8,42	0,17	0,34	0,17	0	10,6	0,37	0,12	0,16	0,35	0,4	0,14	0,11	12,2
YK5	2010	6,2	7,62	10,78	0,1	0,34	0,2	0	8,04	0,42	0,58	0,17	10,1	0,22	0,25	0,54	29,8
YK5	2011	17,5	8,11	8,46	0,01	0,17	0,35	0	19,5	0,13	0,14	0,2	6,21	0,21	0,21	-	-
YK5	2012	18	7,68	8,14	0,11	0,31	0,14	0	7,28	0,08	0,06	0,21	3,82	0,55	0,14	-	-
YK5	2013	18,5	7,6	7,21	0,16	0,16	0,11	5,7	87,7	0,37	0,08	0,53	11,6	0,94	0,1	0,08	10
YK5	2014	15,2	9,05	8,87	0,04	0,1	0,01	7,87	29,5	0,08	0,29	0,38	3,48	0,76	0,1	0,27	19,8
YK5	2015	19,4	7,9	8,41	0,33	0,08	0,02	1,02	15,8	0,74	0,25	0,38	11,6	0,16	0,21	0,24	15,9
YK6	2008	18,7	8,4	10,4	0,16	0,43	0,17	10,4	191	0,53	3,79	0,68	4,28	3,89	0,27	3,58	39,2
YK6	2009	13,9	7,56	8,46	0,18	0,32	0,17	0	86,9	0,38	0,67	0,46	0,37	1,06	0,13	0,63	21,8
YK6	2010	6,7	7,19	11,43	0,01	0,31	1,21	0	207	0,49	2,19	0,19	9,3	1,27	0,21	2,06	3,62
YK6	2011	17,6	7,79	6,66	0,18	0,16	0,24	7,87	107	0,73	1,7	0,9	7,24	0,19	0,05	-	-
YK6	2012	17,9	7,1	8	0,1	0,35	0,16	6,72	159	0,09	1,72	1,55	4,58	2,9	0,2	-	-
YK6	2013	19,6	8,27	5,94	0,14	0,1	0,05	21,3	89,3	0,42	0,86	0,55	10,6	1,28	0,04	0,81	15,9

Ek Çizelge 2'nin devamı

İstasyon Adı	Yıl	T°C	pH	DO	Zn	Fe	Cu	K	SO4	SO3	NH4	NO2	NO3	PO4	Cl	NH3	KOİ
YK6	2014	15,5	8,3	4,4	0,11	0,7	0,25	76,6	241	5,17	4,24	0,07	2,7	8,61	0,19	3,98	131
YK6	2015	21,7	7,97	6,09	0,3	0,14	0,05	10	214	1,72	3,12	3,63	8,95	0,87	0,19	2,93	28,2
YK7	2008	20	7,85	5,83	0,11	0,15	0,05	0	86,5	0,14	0,66	0,45	17,6	1,27	0,14	0,62	15,7
YK7	2009	14	7,7	9,74	0,12	0,4	0,25	0	73	1	0,74	0,2	12,8	1,2	0,3	0,7	17
YK7	2010	8,1	7,72	12,17	0,08	0,5	0,38	0	39,4	1,78	1,12	0,12	10,7	1,33	0,46	1,06	7,41
YK7	2011	20,4	7,93	7,51	0	0,21	0,47	0	76,3	0,05	1,92	0,56	9,95	0,1	0,28	-	-
YK7	2012	21	7,6	6,28	0,14	0,27	0,12	0,31	117	0	0,21	0,53	10	0,94	0,08	-	-
YK7	2013	19,8	8,45	4,46	0,13	0,14	0,05	13	97,2	0,43	1,65	0,93	10	1,53	0,06	1,55	21,9
YK7	2014	22	8,6	2,26	0,12	0,17	0,08	68,2	188	0,09	2,75	1,79	3,37	2,55	0,17	2,58	28,1
YK7	2015	20,7	8,03	5,28	0,38	0,1	0,06	1,99	78,8	0,17	1,61	0,59	8,76	0,35	0,22	1,51	9,85
YK8	2008	21	7,95	8,95	0,09	0,14	0,04	0	71,9	0,09	0,1	0,17	10,8	0,73	0,12	0,1	6,22
YK8	2009	15,2	7,69	8,14	0,13	0,47	0,29	0	0,69	2,6	0,11	0,23	12,2	0,43	0,32	0,11	3,65
YK8	2010	6,4	7,9	7,76	0	0,57	0,41	0	70,7	1,39	0,88	0,13	12	1,14	0,28	0,83	9,79
YK8	2011	19,3	8,08	7,94	0,12	0,1	0,08	1,51	74,5	0	0,05	0,13	9,74	0,12	0,16	-	-
YK8	2012	19,6	7,68	6,09	0,1	0,09	0,04	1,64	120	0	0,57	0,74	9,84	1,11	0,06	-	-
YK8	2013	16,1	8,89	8,23	0,22	0,37	0,18	3,45	13	1,09	0,09	0,23	3,63	0,51	0,13	0,08	16,7
YK8	2014	25,8	7,9	5,27	0,76	3,43	0,5	0	32,1	2,9	0,65	0,9	17,5	2,7	1,31	0,6	67,1
YK8	2015	21,1	7,62	7,54	0,52	0,1	0,11	0,16	71,1	0,19	0,05	0,32	10,5	0,23	0,16	0,05	7,38
YK9	2008	22	8,15	7,51	0,14	0,13	0,04	0	66,6	0,12	0,26	0,26	11,3	1,78	0,11	0,25	12,2
YK9	2009	15,8	7,82	6,91	0,06	0,24	0,14	0	46,7	0,17	0,06	0,06	11,8	0,34	0,14	0,06	14,5
YK9	2010	6,6	7,81	12,8	0,06	0,61	0,45	0	70,5	1,42	0,89	0,13	12,5	1,13	0,33	0,84	3,55
YK9	2011	19	7,99	7,83	0	0,13	0,14	0,11	80,5	0,23	0,09	0,24	10,4	0,15	0,04	-	-
YK9	2012	18,3	6,1	7,6	0,1	0,5	0,22	3,84	146	0,02	0,95	1,48	6,91	1,01	0,16	-	-

Ek Çizelge 2'nin devamı

İstasyon Adı	Yıl	T°C	pH	DO	Zn	Fe	Cu	K	SO4	SO3	NH4	NO2	NO3	PO4	Cl	NH3	KOİ
YK9	2013	17	8,1	6,3	0,1	0,1	0,1	19,4	139	0,1	1,66	2,31	7,1	2,1	0,1	1,56	23,9
YK9	2014	25,3	7,1	3,2	0,1	0,1	0	0	10,1	3,4	0,57	2,49	11,3	1,1	0,9	0,5	72,2
YK9	2015	21,4	8,1	7,1	0,1	0,1	0,1	0,1	71,4	4,1	0,1	0,39	10,6	0,1	0,1	0,09	6,48
YK10	2008	22,3	8,1	8,1	0,1	0,1	0,1	0	85,2	0,1	0,59	0,36	10,3	1,8	0,1	0,55	12,6
YK10	2009	15,4	7,1	4,1	0,1	0,1	0,1	0	42,4	0,1	0,21	0,27	11,4	0,1	0,1	0,2	20,6
YK10	2010	6,3	7,1	11,39	0,1	0,1	0,1	0	87,6	1,1	1,09	0,13	10,6	1,1	0,1	1,03	16,3
YK10	2011	17,8	7,1	7,1	0,1	0,1	0,1	1,1	82	0,1	0,42	0,6	10,03	0,1	0,1	-	-
YK10	2012	19,5	7,1	6,1	0,1	0,1	0,1	0,1	115	0,1	0,32	0,62	9,1	2,1	0,1	-	-
YK10	2013	18,4	8,1	6	0,1	0,1	0,1	4,1	109	0,1	0,31	1,24	9,1	1,1	0,1	0,86	21,2
YK10	2014	21	8,1	10,31	0,1	0,1	0,1	57,5	181	0,1	2,08	1,12	7,1	1,1	0,1	1,95	23,9
YK10	2015	21,4	8,1	7,1	0,1	0,1	0,1	0,1	67,7	0,1	0,13	0,37	10,2	0,1	0,1	0,12	0,44
YK11	2008	16	7,1	12,81	0,1	0,1	0,1	0	83,6	0,1	0,2	0,68	12	0,1	0,1	0,19	11,7
YK11	2009	16,9	7,1	4,1	0,1	0,1	0,1	0	44	0,1	0,1	0,26	11,3	0,1	0,1	0,09	14,6
YK11	2010	6,9	7,1	11,94	0,1	0,1	0,1	0	68,2	1,1	0,83	0,13	10,8	1,1	0,1	0,78	6,45
YK11	2011	19,3	8,1	8	0	0,1	0,1	0	86,9	0,1	0,07	0,33	9,1	0,1	0,2	-	-
YK11	2012	21	7,6	7,1	0,1	0,1	0,1	0,1	111	0	0,15	0,76	11,1	0,1	0,1	-	-
YK11	2013	20	8,1	7,1	0,1	0,1	0,1	5,1	98	0,1	0,29	0,88	11	1,1	0,1	0,28	17,8
YK11	2014	29,8	8,4	8,1	0,1	0,1	0,1	2,1	125	0,1	0,18	2,78	10,9	1,1	0,1	0,17	8,33
YK11	2015	20,3	7,1	7,1	0,1	0,1	0,1	1,1	82,8	0,1	0,2	0,9	11,7	0,1	0,1	0,18	3,52
Minimum		3,2	6,1	2,1	0	0,1	0	0	0,69	0	0,01	0,04	0,1	0,1	0,1	0,01	
Maksimum		29,8	9,1	12,81	0,1	3,1	2	76,6	241	7,1	4,24	3,63	21,4	8,1	1,1	3,98	1
Ortalama		17,51	7,1	7,9	0,1	0,3	0,1	4,1	92,77	0,1	0,64	0,61	10,34	1,1	0,1	0,71	41

Ek Çizelge 3. 2008-2015 yılları arasında inceleme alanının yüzeysel sularında üçüncü dönemine ait analiz sonuçları

İstasyon Adı	Yıl	T°C	pH	DO	Zn	Fe	Cu	K	SO4	SO3	NH4	NO2	NO3	PO4	Cl	NH3	KOİ
YK1	2008	20,1	7,75	2,84	0,12	0,18	0,12	0	5,97	0,17	0,42	0,49	6,52	1,46	0,09	0,4	14,5
YK1	2009	21,1	7,62	6,49	0,06	0,25	0,14	0	43,4	0	0,29	0,56	6,39	0,7	0,14	0,27	7,04
YK1	2010	19,4	8,41	8,9	0,09	0,13	0,1	12,7	10,2	0,09	0,12	0,19	6,43	0,17	0,04	-	-
YK1	2011	-	-	-	0	0,13	0,17	0,7	26,2	0,21	0,3	0,32	6,3	0,35	0,12	-	-
YK1	2012	22	7,3	6,8	0,13	0,08	0,05	0	24,3	0,12	0,03	1,02	9,86	0,63	0,05	-	-
YK1	2013	22,2	8,58	8,29	0,14	0,11	0,08	3,48	30,83	0,86	0,04	0,32	9,48	0,96	0,1	0,04	7,96
YK1	2014	23,1	7,91	5,02	0,11	0,11	2,22	11,7	0	0,01	0,08	0,78	7,6	1,89	0,12	0,15	10,2
YK1	2015	20,2	8,41	6,5	0,24	0,08	0,04	0,28	12,6	0,41	0,08	0,87	4,81	0,24	0,06	0,08	2,54
YK2	2008	19,3	8,05	3,17	0,1	0,15	0,06	0	98,7	0,12	0,03	0,13	13,8	0,5	0,12	0,03	7,95
YK2	2009	21,3	7,95	4,41	0,28	1,17	0,91	0	90,7	1,06	0,3	0,29	14	0,95	0,65	0,28	10,3
YK2	2010	22,6	8,09	9,8	0,14	0,1	0,12	0	120	0	0,54	0,12	13,5	0,07	0,1	-	-
YK2	2011	19,7	8,5	9,38	0,11	0,07	0,08	0	90,6	0,15	0	0,12	10,1	0,2	0,08	-	-
YK2	2012	23,7	8,35	10,6	0,1	0,07	0,16	0	115	0,1	0,03	0,11	16,5	0,1	0,06	-	-
YK2	2013	19,4	8,38	9,48	0,12	0,07	0,04	3,49	93,4	0,77	0,01	0,02	14,1	0,24	0,1	0,01	4,18
YK2	2014	24,4	8,6	9,14	0,04	0,04	0,02	5,91	0	0,03	0,08	0,86	10,5	0,09	0,62	0	9,54
YK2	2015	18	8,38	8,94	0,26	0,07	0,03	0	64,8	0,05	0,01	0,04	6,68	0,04	0,09	0,01	8,16
YK3	2008	22,8	7,88	2,81	0,07	0,16	0,08	0	186	0	0,06	0,09	9,61	0,55	0,12	0,85	7,16
YK3	2009	20,7	7,91	4,82	0,27	1,27	1,15	0	141	0,6	0,59	0,63	15,2	0,75	0,79	0,85	11,6
YK3	2010	23,1	8,16	8,75	0,03	0,12	0,07	11,3	152	0,78	0,05	0,12	12,9	0,15	0,11	-	-
YK3	2011	19,2	9,59	9,71	0,04	0,04	0,08	2,61	198	0	0	0,12	8,92	0,21	0,07	-	-
YK3	2012	23	8,47	10,89	0,09	0,07	0,09	0,3	176	1,76	0,03	0,13	15,6	0,22	0,07	-	-
YK3	2013	21	8,59	7,71	0	0,1	0,07	2,99	107	0,16	0,03	0,04	10,6	0,34	0,1	0,03	5,72
YK3	2014	24,3	8,6	7,24	0,04	0,04	0,05	10,5	0	0,02	0,08	0,99	14	0,08	0,59	1,99	6,57

Ek Çizelge 3'ün devamı

İstasyon Adı	Yıl	T°C	pH	DO	Zn	Fe	Cu	K	SO4	SO3	NH4	NO2	NO3	PO4	Cl	NH3	KOİ
YK3	2015	19,4	8,43	8,1	0,07	0,07	0,05	1,16	85,4	0,09	0,04	0,05	7,59	0,06	0,09	0,03	8,81
YK4	2008	20,5	8,07	3,13	0,03	0,11	0,02	0	293	3,98	0,05	0,09	3,62	0,99	0,13	0,05	12,4
YK4	2009	20,5	7,99	4,69	0,19	1,22	0,85	4,58	231	2,9	4,02	1,57	16	3,31	0,67	3,8	16,8
YK4	2010	21,5	8,08	8,69	0,07	0,09	0,1	0,78	227	1,34	0,11	0,11	11,1	0,11	0,1	-	-
YK4	2011	18,2	8,54	7,57	0,1	0,07	0,1	1,21	192	4,09	0,01	0,11	14,5	0,65	0,11	-	-
YK4	2012	21,5	8,5	7,99	0,12	0,09	0,09	4,03	233	7,4	0,03	0,17	24,9	1,69	0,09	-	-
YK4	2013	20,2	8,81	7,38	0,16	0,07	0,06	5,82	227	3,29	0,02	0,1	7,56	0,4	0,11	0,01	9,5
YK4	2014	23,7	8,57	7,75	0,18	0,19	0,19	5,31	0	0,04	0,08	1,87	6,1	0,36	0,6	0,04	9,16
YK4	2015	18,8	8,65	7,95	0,28	0,09	0,09	1,83	203	2,5	0,03	0,08	20,3	0,47	0,13	0,03	13,9
YK5	2008	23,4	8,15	2,9	0,1	0,14	0,09	0	0,92	0,17	0,08	1,43	9,32	1,58	0,15	0,07	17,7
YK5	2009	20,1	7,85	6,57	0,13	0,43	0,27	0	0,37	0,29	0,07	0,2	4,58	0,81	0,29	0,07	31,1
YK5	2010	19,8	8,34	8,89	0,09	0,1	0,11	0	3,33	0,11	0,06	0,32	4,51	0,32	0,14	-	-
YK5	2011	18	9,46	9,48	0,06	0,13	0,25	12,6	0	0,32	0,05	0	10,02	0,22	0,2	-	-
YK5	2012	22	8,14	8,71	0,07	0,2	0,1	0,07	0	0,27	0,27	0,3	2,55	0,41	0,11	-	-
YK5	2013	22,1	8,64	7,02	0,06	0,28	0,19	4,72	5,66	0,42	0,09	0,45	2,84	0,81	0,11	0,08	18,8
YK5	2014	20,3	8,55	10,13	0	0	2,22	5,93	0	0,01	0,07	0,61	10,9	0,36	0,14	0,61	9,21
YK5	2015	19,48	8,51	9,54	0,13	0,09	0,06	0,88	2,13	0,45	0,6	0,8	4,14	0,24	0,12	0,6	16,7
YK6	2008	21,8	8,04	3,35	0,08	0,28	0,12	2,37	235	4,28	0,21	5,23	14,2	4,5	0,27	0,2	28,5
YK6	2009	19,9	7,55	4,53	0,1	0,35	0,16	2,07	113	0,35	1,03	1,4	5,7	2,28	0,25	0,97	39,9
YK6	2010	19,6	8,17	5,44	0,1	0,53	0,25	11,2	188	0,55	2,42	0,53	5,13	2,55	0,24	-	-
YK6	2011	18,7	8,85	4,55	0,05	0,1	0,19	6	167	0,12	0,24	0,45	7,32	0,12	0,12	-	-
YK6	2012	19	7,78	6,9	0,12	0,32	0,21	16,7	211	3,84	3,92	0,18	0	6,33	0,19	-	-
YK6	2013	20,4	8,16	4,98	0,03	0,19	0,17	17,1	189	0,88	2,13	1,61	4,61	3,7	0,12	2,01	37,8

Ek Çizelge 3'ün devamı

İstasyon Adı	Yıl	T°C	pH	DO	Zn	Fe	Cu	K	SO4	SO3	NH4	NO2	NO3	PO4	Cl	NH3	KOİ
YK6	2014	24	7,94	5,8	0,76	0,81	6,26	10,2	24,9	0,09	0,13	0,2	0,28	2,22	0,16	0,09	53,1
YK6	2015	20,2	8,1	2,52	0,21	0,62	0,24	31,3	196	5,87	13,7	0,09	1,7	2,57	0,32	12,87	86,5
YK7	2008	20,1	7,94	3,12	0	0,16	0,09	0	30,2	0,18	0,17	0,42	8,95	1,63	0,15	0,16	12,6
YK7	2009	20,8	7,78	6,26	0,2	0,22	0,12	0	76,6	0,52	0,3	0,39	11,1	0,92	0,19	0,29	17,4
YK7	2010	20	8,28	5,48	0,12	0,27	0,15	0,36	75,9	0	0,69	0,27	8,57	0,9	0,13	-	-
YK7	2011	21,5	7,45	5,79	0,09	0,08	0,24	0	105	0	0,43	1,66	9,4	0,21	0,13	-	-
YK7	2012	24,2	8,03	7,58	0,1	0,19	0,1	0	0	0,31	0,2	0,3	2,39	0,42	0,12	-	-
YK7	2013	21,7	8,27	4,3	0,02	0,14	0,12	11,4	124	0,34	0,58	0,72	9,43	1,63	0,08	0,55	19,2
YK7	2014	25	7,95	3,37	0,01	0,01	5,39	13,1	0	0,01	0,06	0,92	9,1	0,26	0,1	0,21	12,1
YK7	2015	27	7,86	2,97	0,21	0,13	0,04	1,65	94,1	0,98	1,88	0,13	3,56	6,05	0,17	1,76	14,7
YK8	2008	20,91	7,89	3,01	0,18	0,12	0,06	0	15,7	0,07	0,1	0,18	8,32	1,19	0,15	0,98	6,6
YK8	2009	20,4	7,56	4,75	0,1	0,2	0,12	0	78,7	0	0,08	0,19	1,9	0,64	0,2	0,08	10,7
YK8	2010	21,9	7,87	6,98	0,04	0,11	0,06	0	48,4	0,27	0,1	0,22	9,48	0,83	0,12	-	-
YK8	2011	18,5	9,4	7,46	0,03	0,05	0,06	0	36,4	0	0,01	0,39	9,12	0,13	0,1	-	-
YK8	2012	21	8,26	7,17	0,12	0,08	0,11	0	77,4	1,35	0,1	0,11	11,2	0,53	0,07	-	-
YK8	2013	20,7	8,43	7,01	0,12	0,1	0,05	4,01	83,9	0,57	0,02	0,13	9,01	0,75	0,1	0,02	6,9
YK8	2014	24,8	8,44	5,98	1,2	1,27	0,32	9,6	20,5	0,08	0,06	0,86	10	0,29	0,04	0,22	6,13
YK8	2015	19,2	8,47	7,77	0,18	0,07	0,04	0,88	62,9	0,97	0,06	0,15	7,91	0,2	0,08	0,05	6,58
YK9	2008	19,5	7,95	3,51	0,13	0,14	0,06	0	17,5	0,1	0,81	0,19	8,09	1,09	0,14	0,76	7,81
YK9	2009	21,6	7,81	4,73	0,19	0,44	0,32	0,2	71,3	0,66	0,13	0,08	9,32	0,92	0,29	0,14	0,53
YK9	2010	20,2	8,19	7,74	0,1	0,18	0,12	0	48,7	0	0,11	0,14	8,45	0,48	0,1	-	-
YK9	2011	22	8,1	7,91	0,11	0,06	0,12	17,5	80,9	0	0,25	0,49	10,2	0,15	0,08	-	-
YK9	2012	24	8,02	7,57	0,11	0,09	0,05	1,4	81,8	0,16	0,27	0,17	10,7	0,58	0,08	-	-

Ek Çizelge 3'ün devamı

İstasyon Adı	Yıl	T°C	pH	DO	Zn	Fe	Cu	K	SO4	SO3	NH4	NO2	NO3	PO4	Cl	NH3	KOİ
YK9	2013	22,5	8,2	6,26	0,0	0,0	0,0	20,3	87,7	0,0	1,42	0,29	9,7	1,0	0,0	1,34	19,1
YK9	2014	25,6	8,2	5,27	0,0	0,0	1,0	12,4	0	0,0	0,07	0,77	11	0,0	0,0	0,46	15,2
YK9	2015	20,9	8,2	7,34	0,0	0,0	0,0	0,0	56,9	0,0	0,05	0,14	8,82	0,0	0,0	0,04	9,0
YK10	2008	23,5	8,5	2,99	0,0	0,0	0,0	0	75,7	1,0	0,74	0,73	8,64	1,0	0,0	0,7	19,4
YK10	2009	20,6	7,0	4,61	0,0	0,0	0,0	0	81,9	0,4	0,35	0,46	8,18	0,0	0,0	0,33	16,5
YK10	2010	20,3	8,2	6,85	0,0	0,0	0,0	0,0	70,4	0,0	0,63	0,21	0	0,0	0,0	0	-
YK10	2011	19	9,0	7,99	0,0	0,0	0,0	0,0	100	0	0,12	1,12	10,52	0,0	0,0	0	-
YK10	2012	22,7	7,0	6,48	0,0	0,0	0,0	4,0	100	0,0	1,17	0,33	8,82	1,0	0,1	0	-
YK10	2013	21,8	8,5	5,83	0,0	0,0	0,0	4,0	139	0,0	0,77	0,77	9,34	1,0	0,0	0,73	18,6
YK10	2014	24,9	8,2	4,99	0,0	0,0	2,0	9,0	0	0,0	0,1	0,89	12	1,0	0,0	0,46	10,8
YK10	2015	28	7,0	6,28	0,0	0,1	0,0	0,0	86	1,0	0,06	2,55	9,06	0,0	0,0	0,05	13,74
YK11	2008	21,4	8,1	3,54	0,0	0,0	0,0	0	74,7	1,0	0,11	0,36	12,3	1,0	0,2	0,11	12,8
YK11	2009	21,4	7,0	5,05	0,0	0,0	0,0	0	72	0,0	0,07	0,26	12,7	0,0	0,0	0,07	11,3
YK11	2010	23,6	8,2	7,66	0,0	0,0	0,0	0	57,9	0,0	1,09	0,83	9,61	0,0	0,0	0	-
YK11	2011	21	7,0	7,37	0,0	0,0	0,0	24,2	95,9	0	0,08	0,96	9,2	0,0	0,0	0	-
YK11	2012	21	7,0	7,54	0,0	0,0	0,0	4,0	93	1,0	0,17	0,62	14,2	1,0	0,0	0	-
YK11	2013	22	8,6	6,8	0,0	0,0	0,0	4,0	118	0,0	0,02	0,39	12	1,0	0,0	0,02	13,4
YK11	2014	26	8,1	8,33	0,0	0,0	0,0	11,3	0	0,0	0,07	0,98	12,5	0,2	0,0	0,42	7,0
YK11	2015	23,9	8,2	7,3	0,0	0,0	0,0	0,0	78	1,0	0,02	0,21	10,3	0,0	0,1	0,02	13,7
Minimum		18	7,3	2,52	0	0	0,0	0	0	0	0	0	0	0,0	0,0	0	0,0
Maksimum		28	9,0	10,89	1,2	1,0	6,0	31,3	293	7,4	13,7	5,23	24,9	6,0	0,0	12,87	0,5
Ortalama		21,48	8,2	6,5	0,0	0,2	0,0	4,0	84,45	0,0	0,52	0,54	9,27	0,0	0,0	0,66	02

Ek Çizelge 4. 2008-2015 yılları arasında inceleme alanının yüzeysel sularında dördüncü dönemine ait analiz sonuçları

İstasyon Adı	Yıl	T°C	pH	DO	Zn	Fe	Cu	K	SO4	SO3	NH4	NO2	NO3	PO4	Cl	NH3	KOİ
YK1	2008	14,8	7,96	9,75	0,13	0,16	0,03	0	29,1	0,18	0,26	0,57	11,1	1,21	0,11	0,21	7,13
YK1	2009	13,1	7,59	10,02	0,05	0,34	0,15	15,3	37,4	0,28	0,8	0,24	14,7	0,93	0,22	0,76	13,7
YK1	2010	9,5	8,2	8,36	0,09	0,14	0,17	19,8	49,1	0,52	0,7	0,52	14,1	1,14	0,14	-	-
YK1	2011	10	6,59	8,17	0,1	0,12	0,03	0	40,8	0,11	0,79	0,39	12,1	0,83	0,07	-	-
YK1	2012	16,6	7,77	6,56	0,13	0,12	0,08	0	21,4	0,1	0,28	0,26	6,72	0,59	0,06	-	-
YK1	2013	13	8,8	5,5	0,11	0,19	0,11	8,71	46,9	1,97	1,44	0,57	-	-	0,15	1,52	12,4
YK1	2014	12,3	7,87	6,48	0,12	0,06	0,03	1,97	44,7	0,17	0,32	2,92	14,6	0,39	0,04	0,3	14
YK1	2015	13	7,65	7,55	0,29	0,06	0,02	0,11	1,93	0,15	0,08	0,57	4,99	0,45	0,06	0,07	39,2
YK2	2008	7,3	7,92	11,14	0,15	0,2	0,09	0	109	0,18	0,02	0,07	10,6	2,21	0,12	0,02	6
YK2	2009	10,4	8,12	9,99	0,05	0,21	0,18	0	84,5	0,29	0,04	0	11	0,1	0,13	0,04	1,21
YK2	2010	9,3	7,17	10,57	0,16	0,12	0,18	3,29	105	0,05	0,03	0,09	11,5	4,58	0,05	-	-
YK2	2011	9,1	7,33	8,37	0,1	0,09	0	0	97,6	0,02	0,01	0,08	14,7	0,06	0,06	-	-
YK2	2012	16,2	7,7	10,1	0,13	0,09	0,1	0	94,4	0,06	0,01	0,07	12,8	0,09	0,05	-	-
YK2	2013	13,5	8,91	10,06	0,16	0,04	0,09	32,6	93,5	0	0,05	0,21	-	-	0,09	0,05	17,7
YK2	2014	10,9	8,3	10,76	0,13	0,12	0,03	1,91	108	0,39	0,02	0,08	13,5	0,5	0,07	0,02	10,2
YK2	2015	9,7	8,03	12,41	0,09	0,1	0,02	0,06	63,9	0,31	0,02	0,06	6,22	0,13	0,09	0,01	6,82
YK3	2008	11,7	7,9	8,45	0,13	0,33	0,13	0	134	0,18	0,03	0,12	1,96	0,74	0,17	0,03	7,6
YK3	2009	10,4	8,07	8,66	0	0,21	0,16	0	128	0,41	0,05	0,02	9,89	0,14	0,14	0,05	9,51
YK3	2010	10,5	8,43	10,25	0,12	0,08	0,15	5,3	160	0,2	0,54	0,75	13,3	0,8	0,05	-	-
YK3	2011	7,4	9,5	8,5	0,12	0,1	0,01	3,03	150	0	0,48	0,33	10,8	0,41	0,06	-	-
YK3	2012	18,7	8,24	8,77	0,1	0,09	0,15	0,1	131	0,12	0,07	0,54	14,1	0,44	0,06	-	-
YK3	2013	7,8	7,1	11,3	0,13	0,06	0,08	2,39	161	1,46	0,06	0,28	-	-	0,07	0,06	8,36
YK3	2014	9	8,24	10,34	0,26	0,15	0,04	5,07	184	0,42	0,09	0,29	19,5	0,95	0,09	0,09	14,3

Ek Çizelge 4'ün devamı

İstasyon Adı	Yıl	T°C	pH	DO	Zn	Fe	Cu	K	SO4	SO3	NH4	NO2	NO3	PO4	Cl	NH3	KOİ
YK3	2015	9,3	7,3	10,53	0,07	0,12	0,06	0,81	83,9	0,52	0,04	0,12	7,05	0,28	0,09	1,65	7,18
YK4	2008	7	8,07	8,34	0,14	0,12	0,05	0	253	2,98	0,12	0,37	28,4	2,27	0,15	0,1	4,89
YK4	2009	10,3	8,02	8,69	0	0,28	0,15	5,47	207	5,38	0,37	0,06	4,71	0,33	0,15	0,35	29,4
YK4	2010	11,2	8,36	8,57	0,17	0,2	0,2	14,7	248	6,1	2,63	0,87	10,7	8,17	0,06	-	-
YK4	2011	7,43	9,2	8,11	0,09	0,14	0,02	13	246	0,26	2,61	0,99	11,7	1,6	0,08	-	-
YK4	2012	15,5	7,9	8,05	0,14	0,14	0,08	3,01	212	4,84	0,38	2,59	23,3	1,75	0,08	-	-
YK4	2013	11,3	9,4	1,08	0,18	0,55	0,17	15	249	1,4	0,91	0,04	-	-	0,12	0,86	299
YK4	2014	9,2	8	8,24	0,18	0,19	0,07	22,5	274	0,29	1,41	1,18	28,6	3,29	0,12	1,33	38,5
YK4	2015	9,6	7,92	9,51	0,25	0,2	0,08	1,31	244	1,41	0,04	0,86	27,1	1,95	0,12	0,03	17,2
YK5	2008	10	7,68	8,14	0,09	0,22	0,05	0	112	0,03	0,51	0,38	8,89	1,57	0,25	0,42	10,2
YK5	2009	8,9	7,99	9,44	0,01	0,37	0,2	0	10,8	0,71	0,25	0,05	6,73	0,51	0,15	0,24	2,65
YK5	2010	13	7,47	11,64	0,09	0,14	0,19	14,6	26,4	0,13	0,41	0,51	8,55	1,73	0,09	-	-
YK5	2011	5,6	7,19	11,01	0,1	0,12	0,07	0,44	15,8	0,77	0,63	0,12	5,42	0,25	0,08	-	-
YK5	2012	16	7,8	9,47	0,13	0,18	0,08	1,71	12,9	0,23	0,38	0,59	4,05	0,7	0,13	-	-
YK5	2013	12	8,4	8,4	0,04	0,14	0,14	5,03	45,6	0,21	0,51	0,29	-	-	0,09	0,53	7,67
YK5	2014	8	8,75	9,74	0,19	0,39	0,17	2,57	12,5	0,85	0,52	0,17	6	0,64	0,18	0,49	27
YK5	2015	12,6	7,65	10,19	0,12	0,09	0,03	0,79	14,4	0,58	0,48	0,33	3,75	0,51	0,1	0,45	12,7
YK6	2008	11,2	7,26	6,19	0,33	1,47	0,86	11,3	213	8,82	0,19	0,31	2,32	4,35	0,47	0,13	158
YK6	2009	10,4	7,67	11,5	0,17	1,67	1,13	35,9	200	4,85	1,82	0,12	2,99	7,92	0,58	1,71	164
YK6	2010	10,5	7,79	3,71	0,32	1,18	0,71	25,2	188	7,25	1,86	0,23	2,81	6,48	0,34	-	-
YK6	2011	7,2	7,3	8,6	0,14	0,51	0,23	10,8	206	4,46	2,33	0,67	11	0,12	0,28	-	-
YK6	2012	19	7,5	0,89	0,28	0,98	0,58	12,3	192	12	0,33	0,58	2,81	1,85	0,3	-	-

Ek Çizelge 4'ün devamı

İstasyon Adı	Yıl	T°C	pH	DO	Zn	Fe	Cu	K	SO4	SO3	NH4	NO2	NO3	PO4	Cl	NH3	KOI
YK6	2013	13	7,7	1,2	0,21	0,86	0,49	20,9	204	13	0,03	0,13	-	-	0,22	0,03	460
YK6	2014	9	7,7	3,37	0,82	2,07	0,34	3,8	199	2,11	1,62	0,4	9,8	1,67	0,25	1,53	900
YK6	2015	11,9	7,72	0,95	0,19	0,75	0,37	26,1	233	0,14	10,12	0,14	1,57	2,46	0,3	9,51	179
YK7	2008	7,2	8,02	6,66	0,17	0,17	0,08	0,14	99,2	0,19	1,43	0,49	11,2	1,64	0,1	1,2	25,2
YK7	2009	13,2	7,75	10,81	0,07	0,54	0,24	15,4	105	0,71	0,85	0,15	16,7	1,37	0,32	0,8	26,5
YK7	2010	10,8	7,85	4,94	0,16	0,17	0,12	3,97	115	0,79	0,63	0,95	12,6	1,05	0,11	-	-
YK7	2011	8,5	6,8	4,35	0,1	0,14	0,04	1,88	130	0,41	0,16	1,05	13,4	0,34	0,17	-	-
YK7	2012	21,3	7,35	1,99	0,14	0,1	0,09	0	96,1	0,61	0,78	1,05	7,64	1,24	0,09	-	-
YK7	2013	14	8,1	2,4	0,3	0,14	0,08	26,5	149	2,15	0,4	4,48	-	-	0,11	0,44	22,3
YK7	2014	13,6	7,91	2,22	0,22	0,07	0,02	20,1	160	0,18	2,5	2,85	10,09	0,53	0,07	2,35	17,1
YK7	2015	12,7	7,04	3,6	0,38	0,08	0,04	3,06	69,3	0,24	1,48	0,64	5,47	0,53	0,16	1,39	18,1
YK8	2008	7,4	7,94	7,19	0,1	0,15	0,06	0	90,4	0	0,21	0,36	14,5	1,42	0,11	0,18	9,64
YK8	2009	13,4	7,89	9,55	0,06	0,43	0,18	12,3	98,8	0,37	0,13	0,19	14,5	0,55	0,21	0,13	9,61
YK8	2010	7,2	8,27	10,25	0,11	0,35	0,26	14,2	146	0,75	0,44	0,52	14,3	0,51	0,16	-	-
YK8	2011	5,5	7,5	10,42	0,1	0,12	0,01	1,93	140	1,83	0,67	0,29	16,1	0,13	0,13	-	-
YK8	2012	17,5	8,28	8,05	0,09	0,11	0,06	0	71,5	0,1	0,08	0,31	11,1	0,49	0,06	-	-
YK8	2013	13	9,4	7,6	0,21	0,14	0,09	6,23	134	1,65	0,25	0,46	-	-	0,14	0,26	9,91
YK8	2014	9,3	8,48	9,07	0,12	0,15	0,05	16	107	0,16	0,02	0,23	13,7	1,24	0,13	0,01	124
YK8	2015	10,2	7,78	9,65	0,02	0,13	0,03	0,52	63,4	0,15	0,05	0,26	8,83	0,48	0,08	0,04	9,27
YK9	2008	7,6	7,9	7,53	0,15	0,17	0,07	0	86,8	0,1	0,53	0,48	14,3	1,48	0,09	0,44	12
YK9	2009	13	7,85	9,5	0,07	0,5	0,32	14,7	101	0,56	0,42	0,15	17,9	1,33	0,28	0,39	20,5
YK9	2010	6,7	8,4	10,31	0,14	0,37	0,29	1,34	144	0,78	0,36	0,49	13,9	0,43	0,17	-	-

Ek Çizelge 4'ün devamı

İstasyon Adı	Yıl	T°C	pH	DO	Zn	Fe	Cu	K	SO4	SO3	NH4	NO2	NO3	PO4	Cl	NH3	KOI
YK9	2011	4,7	7,5	10,7	0,0	0,0	0,0	79,8	119	0,0	0,65	0,3	16,2	0,0	0,0	-	-
YK9	2012	20,3	7,0	8,0	0,0	0,0	0,0	1,0	84,8	0,3	0,13	0,18	11,1	8,0	0,0	-	-
YK9	2013	11	8,3	7,6	0,0	0,0	0,0	4,1	116	3,0	0,34	0,43	-	-	0,0	0,34	8,16
YK9	2014	13,4	8,0	8,0	0,0	0,0	0,0	4,0	130	0,3	0,05	2,38	18,6	0,0	0,0	0,04	14,1
YK9	2015	11,5	7,0	9,3	0,0	0,0	0,0	0,0	52	0,0	0,04	0,35	8,05	0,4	0,0	0,04	6,92
YK10	2008	7,3	8,0	7,0	0,0	0,0	0,0	0	89,5	0,0	1,55	0,51	12	2,0	0,0	1,29	21,7
YK10	2009	13,1	7,0	9,0	0,0	0,0	0,0	6	106	0,0	0,59	0,14	15,6	0,0	0,0	0,56	30,4
YK10	2010	10,9	7,0	7,4	0,0	0,0	0,0	9,0	114	1,0	0,52	0,42	13,6	1,0	0,0	-	-
YK10	2011	4,8	7,3	8,6	0,0	0,0	0,0	16,4	197	2,6	2,25	0,66	11,1	0,0	0,0	-	-
YK10	2012	19,4	7,6	4,0	0,0	0,0	0,0	3	105	3,0	0,04	0,07	0,46	0,0	0,0	-	-
YK10	2013	11,3	7,0	6,2	0,0	0,0	1,0	2,0	121	1,8	0,02	1,18	-	-	0,0	0,02	44,7
YK10	2014	12,8	8,0	7,0	0,0	0,0	0,0	6,3	162	0,0	0,26	3,92	16	0,0	0,0	0,24	14,9
YK10	2015	11,04	7,0	7,0	0,0	0,0	0,0	2,0	77,5	0,0	0,05	0,54	6,05	1,0	0,0	0,05	20,7
YK11	2008	7,8	7,0	7,0	0,0	0,0	0,0	0	93	0,0	0,18	0,46	13,2	1,0	0,0	0,15	21,2
YK11	2009	10,3	7,8	10,51	0,0	0,0	0,0	0,0	81,1	0,0	0,04	1,52	8,13	0,0	0,0	0,03	24
YK11	2010	13,9	8,0	8,2	0,0	0,0	0,0	11,6	132	0,0	0,65	0,78	9,35	0,0	0,0	-	-
YK11	2011	8,5	7,0	9,0	0,0	0,0	0,0	2,1	97,3	0	0,21	0,83	14,9	0,0	0,1	-	-
YK11	2012	19,1	7,0	7,0	0,0	0,1	0,0	5,0	105	0,3	0,17	1,67	10,6	0,0	0,0	-	-
YK11	2013	13	8,2	7,6	0,0	0,1	0,0	7	139	1,0	0,45	0,78	-	-	0,0	0,47	12,1
YK11	2014	8,0	7,7	8,0	0,0	0,0	0,0	3,0	99,7	0,0	0,53	0,48	10,1	0,0	0,0	0,5	19,1
YK11	2015	14,7	8,1	7,0	0,0	0,0	0,0	1,0	89,2	0,0	0,15	0,21	10,5	0,0	0,0	0,14	37,2
Minimum		4,7	6,0	0,0	0	0,0	0	0	1,0	0	0,01	0	0,46	0,0	0,0	0,01	1
Maksimum		21,3	9,5	12,41	0,0	2,0	1,0	79,8	274	13	10,12	4,48	28,6	8,0	0,0	9,51	0
Ortalama		11,31	7,9	8	0,0	0,0	0,0	7,0	119	1,0	0,65	0,62	11,28	1,0	0,0	0,62	72

Ek Çizelge 5. Yüzey suyu YK1 örnek noktasında 2008-2015 yıllarına ait parametrelerin arasındaki ilişkileri (R)

Parametreler	Yıl	Dönem	T°C	pH	DO	Zn	Fe	Cu	K	SO4	SO3	Cl	PO4	NH4	NO2	NO3 _{YK1}
Yıl	1	-0,03	0,17	0,26	-0,23	.374*	-.501*	0,16	0,01	-0,35	0,23	-.402*	-0,23	-0,14	0,27	0,02
Dönem	-0,03	1	0,20	-0,1	-0,27	0,13	-0,18	0,02	0,16	-0,26	-0,29	-0,23	0,03	-0,11	0,21	0,25
T°C	0,17	0,20	1	0,35	-.614*	-0,12	-.462*	0,16	-0,26	-.586*	-0,05	-.422*	-0,09	-.686*	0,36	-0,21
pH	0,26	-0,11	0,35	1	-0,06	-0,07	-0,26	0,04	0,07	-0,07	.708*	-0,14	-0,03	-0,32	0,15	0,13
DO	-0,23	-0,27	-.614*	-0,06	1	0,07	0,34	-0,17	0,25	.660*	0,21	0,34	-0,04	.372*	-.473*	0,24
Zn	.374*	0,13	-0,12	-0,07	0,07	1	-0,04	-0,05	0,08	-0,01	-0,20	-0,05	-0,15	-0,08	-0,03	-0,12
Fe	-.501*	-0,18	-.462*	-0,26	0,34	-0,04	1	0,02	0,20	0,33	-0,04	.749*	0,06	0,33	-.423*	-0,06
Cu	0,16	0,02	0,16	0,04	-0,17	-0,05	0,02	1	0,30	-0,21	-0,04	0,13	.489*	-0,10	-0,05	-0,08
K	0,01	0,16	-0,26	0,07	0,25	0,08	0,20	0,30	1	0,20	-0,01	0,32	0,33	.368*	-0,16	.463*
SO4	-0,35	-0,26	-.586*	-0,1	.660*	-0,01	0,33	-0,21	0,20	1	0,10	.508*	0,07	.428*	-0,11	.468**
SO3	0,23	-0,29	-0,05	.708*	0,21	-0,20	-0,04	-0,04	-0,01	0,10	1	0,01	0,02	-0,03	-0,16	0,16
Cl	-.402*	-0,23	-.422*	-0,14	0,34	-0,05	.749*	0,13	0,32	.508*	0,01	1	0,33	.364*	-0,17	0,13
PO4	-0,23	0,03	-0,09	-0,03	-0,04	-0,15	0,06	.489*	0,33	0,07	0,02	0,33	1	.414*	-0,06	0,25
NH4	-0,14	-0,11	-.686*	-0,32	.372*	-0,08	0,33	-0,10	.368*	.428*	-0,03	.364*	.414*	1	-0,28	.380*
NO2	0,27	0,21	0,36	0,15	-.473*	-0,03	-.423*	-0,05	-0,16	-0,11	-0,16	-0,17	-0,06	-0,28	1	0,35
NO3 _{YK1}	0,02	0,25	-0,21	0,13	0,24	-0,12	-0,06	-0,08	.463*	.468*	0,16	0,13	0,25	.380*	0,35	1
NO3 _{YK2}	-0,04	-0,27	-0,17	-0,12	0,21	-0,21	-0,03	-0,09	0,09	0,22	0,14	-0,21	0,17	0,33	-0,18	0,26
NO3 _{YK3}	0,22	-0,34	0,01	0,16	-0,01	-0,18	-0,09	0,11	0,04	0,15	0,29	-0,24	-0,20	-0,06	0,12	0,11
NO3 _{YK4}	0,36	-0,10	-0,01	0,23	0,08	0,03	-.404*	-0,30	-.518*	-0,12	0,31	-.464*	-0,34	-0,20	0,26	-0,05
NO3 _{YK5}	0,00	-0,18	-0,34	0,03	0,22	0,11	0,29	0,33	.448*	0,35	0,14	0,34	.386*	0,29	-0,17	0,32
NO3 _{YK6}	-0,23	-0,16	-0,26	-0,20	0,00	0,07	0,29	-0,22	-0,05	.390*	-0,05	0,21	-0,01	0,25	0,00	0,11
NO3 _{YK7}	-.539*	-0,06	-0,30	0,12	0,25	-.390*	.410*	0,02	0,20	.382*	0,27	0,34	0,30	0,31	-0,16	.367*
NO3 _{YK8}	-0,01	0,11	-0,28	0,06	0,27	-0,20	-0,08	-0,06	0,16	0,21	0,17	0,11	0,16	0,31	0,24	.604*
NO3 _{YK9}	-0,06	0,25	-0,34	0,14	0,32	-0,25	0,10	0,01	0,25	.382*	0,35	0,16	0,26	.383*	0,24	.753*
NO3 _{YK10}	-0,06	-0,03	-0,263	0,11	0,31	-0,22	0,06	0,14	.412*	0,28	0,29	0,11	0,36	.363*	0,17	.617*
NO3 _{YK11}	0,22	-0,05	-0,06	0,05	-0,28	-0,21	-0,08	0,11	-0,21	-0,16	0,26	-0,20	0,14	0,03	-0,04	0,07

Ek Çizelge 6. Yüzey suyu YK2 örnek noktasında 2008-2015 yıllarına ait parametrelerin arasındaki ilişkileri (R)

Parametreler	Yıl	Dönem	T°C	pH	DO	Zn	Fe	Cu	K	SO4	SO3	Cl	PO4	NH4	NO2	NO3 _{YK2}
Yıl	1	-0,026	0,182	.444*	.409*	-0,117	-0,321	-0,354	.439*	0,005	0,143	-0,258	-0,238	-0,067	0,115	-0,044
Dönem	-0,026	1	0,005	-0,220	-0,140	-0,198	-0,262	-0,263	-0,166	-0,139	-0,272	-0,247	0,191	-.392*	-0,250	-0,270
T°C	0,182	0,005	1	.444*	-0,280	-0,211	-.388*	-.369*	0,090	-0,140	-0,238	-0,258	-.409*	-.434*	-0,050	-0,021
Ph	.444*	-0,220	.444*	1	0,227	-0,301	-0,291	-0,312	.482*	-0,115	-0,143	-0,225	-.382*	-0,259	-0,046	0,005
DO	.409*	-0,140	-0,280	0,227	1	-0,166	-0,146	-0,146	0,130	0,202	-0,023	-0,176	0,088	0,049	-0,097	-0,026
Zn	-0,117	-0,198	-0,211	-0,301	-0,166	1	.578*	.574*	-0,018	0,081	.481*	.507*	0,217	.362*	0,146	0,012
Fe	-0,321	-0,262	-.388*	-0,291	-0,146	.578*	1	.992*	-0,084	-0,075	0,355	.940*	0,071	.448*	.403*	0,067
Cu	-0,354	-0,263	-.369*	-0,312	-0,146	.574*	.992*	1	-0,136	-0,084	.369*	.939*	0,085	.442*	.393*	0,086
K	.439*	-0,166	0,090	.482*	0,130	-0,018	-0,084	-0,136	1	0,026	0,138	-0,042	0,175	0,084	.381*	0,176
SO4	0,005	-0,139	-0,140	-0,115	0,202	0,081	-0,075	-0,084	0,026	1	0,148	-0,285	0,297	.387*	-0,213	.641*
SO3	0,143	-0,272	-0,238	-0,143	-0,023	.481*	0,355	.369*	0,138	0,148	1	0,342	0,101	.453*	0,298	0,213
Cl	-0,258	-0,247	-0,258	-0,225	-0,176	.507*	.940*	.939*	-0,042	-0,285	0,342	1	0,001	.404*	.586*	0,002
PO4	-0,238	0,191	-.409*	-.382*	0,088	0,217	0,071	0,085	0,175	0,297	0,101	0,001	1	0,220	0,079	0,053
NH4	-0,067	-.392*	-.434*	-0,259	0,049	.362*	.448*	.442*	0,084	.387*	.453*	.404*	0,220	1	.514*	.416*
NO2	0,115	-0,250	-0,050	-0,046	-0,097	0,146	.403*	.393*	.381*	-0,213	0,298	.586*	0,079	.514*	1	0,194
NO3 _{YK2}	-0,044	-0,270	-0,021	0,005	-0,026	0,012	0,067	0,086	0,176	.641*	0,213	0,002	0,053	.416*	0,194	1
NO3 _{YK1}	0,017	0,248	-0,237	0,080	0,340	-0,113	-0,016	-0,004	0,161	0,229	0,218	-0,058	0,355	-0,031	-0,102	0,262
NO3 _{YK3}	0,221	-0,337	0,250	0,241	0,098	0,008	-0,066	-0,041	0,294	0,201	-0,004	-0,057	-0,153	-0,015	0,136	.578*
NO3 _{YK4}	0,359	-0,101	-0,097	0,329	.527*	-0,115	-0,307	-0,311	0,034	0,288	-0,175	-.401*	-0,036	-0,101	-0,280	0,072
NO3 _{YK5}	-0,003	-0,182	-0,232	0,113	0,043	0,214	.364*	0,331	.419*	-0,075	0,355	.412*	0,267	0,101	.452*	0,033
NO3 _{YK6}	-0,232	-0,163	-0,154	-0,195	-0,353	0,338	.380*	0,340	0,003	0,102	0,331	0,307	-0,077	-0,012	-0,014	0,100
NO3 _{YK7}	-.539*	-0,058	-0,361	-0,084	-0,024	0,056	0,134	0,142	0,079	-0,116	0,026	0,122	0,172	-0,002	-0,046	0,125
NO3 _{YK8}	-0,010	0,113	-0,353	0,058	.459*	-.475*	-0,105	-0,105	-0,106	0,125	-0,252	-0,138	0,173	0,096	-0,144	0,088
NO3 _{YK9}	-0,062	0,245	-.451*	0,189	0,312	-0,196	0,018	0,020	0,116	0,044	-0,050	-0,003	0,213	0,097	-0,052	0,183
NO3 _{YK10}	-0,060	-0,025	-0,327	0,196	0,167	-0,101	-0,016	-0,028	0,346	0,128	0,055	0,000	0,335	0,251	0,160	0,265
NO3 _{YK11}	0,222	-0,045	-0,074	0,251	-0,047	-0,120	-0,020	-0,016	0,181	-0,070	0,151	-0,014	-0,120	-0,121	0,136	0,324

Ek Çizelge 7. Yüzey suyu YK3 örnek noktasında 2008-2015 yıllarına ait parametrelerin arasındaki ilişkileri (R)

Parametreler	Yıl	Dönem	T°C	Ph	DO	Zn	Fe	Cu	K	SO4	SO3	Cl	PO4	NH4	NO2	NO3 _{YK3}
Yıl	1	-0,026	0,073	0,296	.414*	-0,058	-.406*	-.364*	0,306	-0,085	0,022	-0,250	0,025	-0,280	0,142	0,221
Dönem	-0,026	1	0,037	0,190	-0,137	-0,307	-0,152	-0,155	0,154	0,134	-0,338	-0,077	-0,045	-0,187	0,027	-0,337
T°C	0,073	0,037	1	0,221	-.611*	-.500*	-0,277	-0,267	0,211	0,184	-0,125	-0,009	0,044	-.464*	0,104	0,144
Ph	0,296	0,190	0,221	1	0,014	-0,159	-0,280	-0,270	.383*	0,015	-0,004	-0,148	0,065	-0,188	-0,004	0,164
DO	.414*	-0,137	-.611*	0,014	1	0,329	0,047	0,093	0,022	-0,192	0,335	-0,114	-0,139	0,288	-0,046	0,047
Zn	-0,058	-0,307	-.500*	-0,159	0,329	1	.676*	.675*	-0,138	0,059	.466*	.491*	0,051	.604*	0,228	0,361
Fe	-.406*	-0,152	-0,277	-0,280	0,047	.676*	1	.986*	-0,274	-0,148	.446*	.842*	-0,093	.755*	0,124	-0,047
Cu	-.364*	-0,155	-0,267	-0,270	0,093	.675*	.986*	1	-0,243	-0,158	.462*	.844*	-0,090	.788*	0,190	0,012
K	0,306	0,154	0,211	.383*	0,022	-0,138	-0,274	-0,243	1	-0,008	0,177	-0,014	.469*	-0,057	.477*	0,311
SO4	-0,085	0,134	0,184	0,015	-0,192	0,059	-0,148	-0,158	-0,008	1	0,042	-.388*	0,278	-0,133	0,015	0,309
SO3	0,022	-0,338	-0,125	-0,004	0,335	.466*	.446*	.462*	0,177	0,042	1	0,285	.377*	.569*	0,174	0,286
Cl	-0,250	-0,077	-0,009	-0,148	-0,114	.491*	.842*	.844*	-0,014	-.388*	0,285	1	-0,142	.576*	.377*	0,020
PO4	0,025	-0,045	0,044	0,065	-0,139	0,051	-0,093	-0,090	.469*	0,278	.377*	-0,142	1	0,129	.416*	0,226
NH4	-0,280	-0,187	-.464*	-0,188	0,288	.604*	.755*	.788*	-0,057	-0,133	.569*	.576*	0,129	1	0,271	0,006
NO2	0,142	0,027	0,104	-0,004	-0,046	0,228	0,124	0,190	.477*	0,015	0,174	.377*	.416*	0,271	1	.401*
NO3 _{YK3}	0,221	-0,337	0,144	0,164	0,047	0,361	-0,047	0,012	0,311	0,309	0,286	0,020	0,226	0,006	.401*	1
NO3 _{YK1}	0,017	0,248	-0,310	.423*	0,263	0,119	-0,044	-0,055	0,084	0,232	-0,054	-0,092	-0,076	0,023	-0,012	0,113
NO3 _{YK2}	-0,044	-0,270	-0,040	0,191	0,102	.394*	0,102	0,135	0,089	.376*	0,195	0,010	0,030	0,097	0,012	.578*
NO3 _{YK4}	0,359	-0,101	-0,116	0,097	0,316	0,225	-0,228	-0,245	-0,098	0,162	0,108	-0,359	0,160	-0,292	-0,178	0,226
NO3 _{YK5}	-0,003	-0,182	-0,221	-0,061	0,105	0,332	0,272	0,269	0,271	-0,080	0,343	0,334	0,228	.451*	.460*	0,016
NO3 _{YK6}	-0,232	-0,163	-0,167	-0,173	-0,218	0,308	0,310	0,253	-0,012	0,327	0,211	0,130	0,215	.364*	0,153	0,084
NO3 _{YK7}	-.539*	-0,058	-0,330	0,037	-0,261	0,083	0,157	0,121	0,022	-0,056	-0,040	0,117	0,126	0,164	0,050	0,149
NO3 _{YK8}	-0,010	0,113	-.404*	.422*	.437*	0,004	-0,228	-0,252	-0,134	-0,073	-0,201	-0,304	-0,346	-0,034	-.366*	-0,136
NO3 _{YK9}	-0,062	0,245	-.506*	.470*	0,308	0,233	0,040	0,015	0,019	-0,126	-0,011	-0,008	-0,114	0,100	-0,196	0,076
NO3 _{YK10}	-0,060	-0,025	-.371*	0,247	0,153	0,208	-0,004	-0,041	0,222	-0,090	0,032	0,032	0,085	0,065	-0,114	0,163
NO3 _{YK11}	0,222	-0,045	-0,074	0,295	0,142	-0,006	-0,036	-0,010	0,063	0,061	0,088	-0,003	0,014	0,109	0,045	0,071

Ek Çizelge 8. Yüzey suyu YK4 örnek noktasında 2008-2015 yıllarına ait parametrelerin arasındaki ilişkileri (R)

Parametreler	Yıl	Dönem	T°C	pH	DO	Zn	Fe	Cu	K	SO4	SO3	Cl	PO4	NH4	NO2	NO3 _{YK4}
Yıl	1	-0,026	0,107	0,318	0,083	0,263	-0,303	-0,280	.423*	0,073	-0,103	-0,112	-0,095	-0,163	0,280	0,359
Dönem	-0,026	1	0,022	0,051	-0,312	0,042	-0,077	-0,106	0,269	0,194	0,036	-0,040	0,153	-0,081	0,008	-0,101
T°C	0,107	0,022	1	0,159	-.552*	-0,043	-0,065	-0,029	-0,208	-0,203	0,232	0,215	-0,212	-.505*	0,127	-0,207
Ph	0,318	0,051	0,159	1	0,075	-.410*	-0,359	-0,342	.406*	0,058	0,192	-0,200	0,022	-0,209	-0,056	0,158
DO	0,083	-0,312	-.552*	0,075	1	0,036	-0,196	-0,148	0,026	-0,174	-0,086	-0,251	0,058	0,178	-0,136	0,232
Zn	0,263	0,042	-0,043	-.410*	0,036	1	0,246	0,271	-0,090	-0,235	-0,356	0,317	0,058	0,219	0,190	0,038
Fe	-0,303	-0,077	-0,065	-0,359	-0,196	0,246	1	.961*	-0,120	-0,068	-0,040	.770*	0,097	.540*	0,142	-0,122
Cu	-0,280	-0,106	-0,029	-0,342	-0,148	0,271	.961*	1	-0,128	-0,092	0,007	.782*	0,097	.498*	0,106	-0,149
K	.423*	0,269	-0,208	.406*	0,026	-0,090	-0,120	-0,128	1	0,280	0,019	-0,164	.522*	0,263	0,214	0,219
SO4	0,073	0,194	-0,203	0,058	-0,174	-0,235	-0,068	-0,092	0,280	1	0,254	-.441*	0,269	0,100	-0,178	0,248
SO3	-0,103	0,036	0,232	0,192	-0,086	-0,356	-0,040	0,007	0,019	0,254	1	-0,221	0,251	-0,243	-0,050	0,083
Cl	-0,112	-0,040	0,215	-0,200	-0,251	0,317	.770*	.782*	-0,164	-.441*	-0,221	1	-0,144	0,319	0,245	-0,303
PO4	-0,095	0,153	-0,212	0,022	0,058	0,058	0,097	0,097	.522*	0,269	0,251	-0,144	1	.362*	0,212	0,246
NH4	-0,163	-0,081	-.505*	-0,209	0,178	0,219	.540*	.498*	0,263	0,100	-0,243	0,319	.362*	1	0,046	-0,216
NO2	0,280	0,008	0,127	-0,056	-0,136	0,190	0,142	0,106	0,214	-0,178	-0,050	0,245	0,212	0,046	1	0,221
NO3 _{YK4}	0,359	-0,101	-0,207	0,158	0,232	0,038	-0,122	-0,149	0,219	0,248	0,083	-0,303	0,246	-0,216	0,221	1
NO3 _{YK1}	0,017	0,248	-0,342	0,279	0,226	-0,232	-0,099	-0,110	.598*	0,317	0,131	-0,141	0,321	0,218	-0,078	-0,055
NO3 _{YK2}	-0,044	-0,270	-0,059	0,064	-0,084	-0,304	-0,029	-0,049	0,285	0,258	-0,120	-0,142	0,182	0,301	0,021	0,072
NO3 _{YK3}	0,221	-0,337	0,194	0,051	-0,063	-0,067	0,084	0,092	.375*	-0,027	-0,095	0,042	0,160	0,020	.372*	0,226
NO3 _{YK5}	-0,003	-0,182	-0,254	0,022	0,056	0,044	0,006	0,077	0,053	0,034	-0,216	0,242	-0,090	0,218	0,080	-0,277
NO3 _{YK6}	-0,232	-0,163	-0,168	-0,186	-0,220	0,007	0,159	0,135	0,007	0,315	-0,236	0,064	-0,214	0,274	-0,082	-.369*
NO3 _{YK7}	-.539*	-0,058	-0,346	0,021	0,153	-0,247	0,242	0,194	0,058	-0,155	-0,140	0,132	0,157	0,149	-0,110	-0,221
NO3 _{YK8}	-0,010	0,113	-.455*	0,341	.522*	-.447*	-.417*	-.450*	0,333	0,035	0,076	-.452*	0,193	0,033	-0,118	0,144
NO3 _{YK9}	-0,062	0,245	-.536*	.392*	.362*	-0,344	-0,082	-0,136	.546*	0,043	-0,069	-0,132	0,234	0,235	-0,067	0,141
NO3 _{YK10}	-0,060	-0,025	-0,341	0,248	0,215	-0,199	-0,099	-0,114	.502*	-0,057	-0,232	-0,038	0,307	0,200	-0,293	-0,024
NO3 _{YK11}	0,222	-0,045	-0,121	.402*	-0,101	-0,098	0,081	0,066	0,128	0,093	-0,029	0,120	-0,121	0,055	-0,087	0,211

Ek Çizelge 9. Yüzey suyu YK5 örnek noktasında 2008-2015 yıllarına ait parametrelerin arasındaki ilişkileri (R)

Parametreler	Yıl	Dönem	T°C	pH	DO	Zn	Fe	Cu	K	SO4	SO3	Cl	PO4	NH4	NO2	NO3 _{YK5}
Yıl	1	-0,026	0,152	0,292	0,296	0,100	-.563*	0,011	0,291	-0,022	0,295	-.526*	-0,021	0,023	0,255	-0,003
Dönem	-0,026	1	0,177	-0,167	-0,119	0,008	-0,057	0,013	0,049	0,084	-0,056	0,005	-0,220	0,299	0,032	-0,182
T°C	0,152	0,177	1	0,234	-.586*	0,119	-0,244	0,194	-0,060	-0,191	-.366*	-0,053	-0,165	-.539*	.385*	-0,270
pH	0,292	-0,167	0,234	1	-0,070	-0,052	-0,256	0,142	-0,100	-0,126	0,213	-0,283	-0,093	-0,208	0,092	-0,119
DO	0,296	-0,119	-.586*	-0,070	1	-0,212	-0,060	0,115	0,235	-0,019	0,280	-0,215	0,087	.391*	-0,341	0,119
Zn	0,100	0,008	0,119	-0,052	-0,212	1	0,012	-0,306	-0,278	0,038	0,115	0,116	-0,247	0,192	-0,078	0,039
Fe	-.563*	-0,057	-0,244	-0,256	-0,060	0,012	1	-0,085	-0,237	-0,153	0,073	.628*	0,043	-0,009	-.523*	-0,185
Cu	0,011	0,013	0,194	0,142	0,115	-0,306	-0,085	1	0,145	-0,211	-0,185	0,125	0,092	-0,283	0,039	0,175
K	0,291	0,049	-0,060	-0,100	0,235	-0,278	-0,237	0,145	1	0,174	-0,018	-0,325	.428*	-0,100	0,316	0,201
SO4	-0,022	0,084	-0,191	-0,126	-0,019	0,038	-0,153	-0,211	0,174	1	-0,072	-0,006	0,147	0,114	0,039	.361*
SO3	0,295	-0,056	-.366*	0,213	0,280	0,115	0,073	-0,185	-0,018	-0,072	1	-0,141	0,288	0,119	-0,054	0,075
Cl	-.526*	0,005	-0,053	-0,283	-0,215	0,116	.628*	0,125	-0,325	-0,006	-0,141	1	-0,101	0,088	-0,325	0,224
PO4	-0,021	-0,220	-0,165	-0,093	0,087	-0,247	0,043	0,092	.428*	0,147	0,288	-0,101	1	-0,257	.419*	0,005
NH4	0,023	0,299	-.539*	-0,208	.391*	0,192	-0,009	-0,283	-0,100	0,114	0,119	0,088	-0,257	1	-0,218	0,084
NO2	0,255	0,032	.385*	0,092	-0,341	-0,078	-.523*	0,039	0,316	0,039	-0,054	-0,325	.419*	-0,218	1	0,177
NO3 _{YK5}	-0,003	-0,182	-0,270	-0,119	0,119	0,039	-0,185	0,175	0,201	.361*	0,075	0,224	0,005	0,084	0,177	1
NO3 _{YK1}	0,017	0,248	-0,358	0,073	0,238	0,063	0,076	-0,068	0,309	0,171	.507*	0,027	0,178	0,267	-0,172	0,320
NO3 _{YK2}	-0,044	-0,270	-0,034	0,000	-0,092	0,043	0,069	-0,123	-0,053	-0,139	0,263	-0,103	0,303	-0,253	0,106	0,033
NO3 _{YK3}	0,221	-0,337	0,083	0,280	0,119	0,277	0,102	0,098	-0,008	-0,334	0,269	-0,201	-0,030	-0,328	-0,134	0,016
NO3 _{YK4}	0,359	-0,101	-0,143	0,298	0,195	0,174	-0,107	-0,312	-0,133	0,332	0,244	-0,247	0,133	0,167	-0,089	-0,277
NO3 _{YK6}	-0,232	-0,163	-0,202	-0,255	-0,175	0,220	0,239	-0,217	-0,116	0,013	0,103	0,297	-0,087	0,075	0,036	.503*
NO3 _{YK7}	-.539*	-0,058	-.398*	-0,048	0,157	-0,031	.451*	0,191	-0,089	0,086	0,351	0,216	0,249	-0,126	-0,336	0,195
NO3 _{YK8}	-0,010	0,113	-.531*	0,227	.381*	-0,172	-0,155	-0,085	0,163	0,119	0,276	-0,254	0,112	.409*	-0,170	-0,026
NO3 _{YK9}	-0,062	0,245	-.572*	0,279	0,343	-0,080	0,070	0,003	0,067	0,154	.587*	-0,057	0,139	0,355	-0,225	0,155
NO3 _{YK10}	-0,060	-0,025	-.378*	0,211	0,126	-0,058	0,070	0,159	0,161	0,156	.436*	-0,037	0,246	0,046	-0,108	0,275
NO3 _{YK11}	0,222	-0,045	0,032	0,066	0,241	-0,183	-0,104	0,063	-0,021	0,139	0,318	-0,110	0,227	-0,146	0,169	0,096

Ek Çizelge 10. Yüzey suyu YK6 örnek noktasında 2008-2015 yıllarına ait parametrelerin arasındaki ilişkileri (R)

Parametreler	Yıl	Dönem	T°C	pH	DO	Zn	Fe	Cu	K	SO4	SO3	Cl	PO4	NH4	NO2	NO3 _{YK6}
Yıl	1	-0,026	0,204	0,341	-.438*	0,319	-0,113	0,052	.404*	0,009	-0,030	-.421*	-0,143	.420*	-0,058	-0,232
Dönem	-0,026	1	0,115	-0,199	-.402*	0,355	.514*	0,134	0,001	.384*	.375*	.379*	0,136	0,071	-0,066	-0,163
T°C	0,204	0,115	1	0,354	-.441*	0,077	-0,310	0,145	-0,083	-0,165	0,028	-0,287	0,061	0,003	.406*	-0,195
Ph	0,341	-0,199	0,354	1	-.372*	0,049	-0,109	-0,085	0,333	-0,290	-0,041	-0,245	.382*	0,175	0,064	-0,165
DO	-.438*	-.402*	-.441*	-.372*	1	-0,340	-0,210	0,070	-0,208	-0,072	-.415*	0,006	-0,184	-0,312	-0,130	0,249
Zn	0,319	0,355	0,077	0,049	-0,340	1	.625*	.549*	-0,029	-0,154	0,133	0,142	-0,052	-0,043	-0,120	-0,223
Fe	-0,113	.514*	-0,310	-0,109	-0,210	.625*	1	0,226	0,188	0,134	.435*	.727*	.402*	0,011	-0,351	-0,226
Cu	0,052	0,134	0,145	-0,085	0,070	.549*	0,226	1	-0,082	-.366*	-0,085	0,076	0,001	-0,177	-0,221	-0,248
K	.404*	0,001	-0,083	0,333	-0,208	-0,029	0,188	-0,082	1	0,213	0,274	0,173	.580*	.406*	-0,291	-.397*
SO4	0,009	.384*	-0,165	-0,290	-0,072	-0,154	0,134	-.366*	0,213	1	0,355	0,300	0,141	0,338	0,203	0,049
SO3	-0,030	.375*	0,028	-0,041	-.415*	0,133	.435*	-0,085	0,274	0,355	1	.435*	.396*	0,024	-0,085	-0,294
Cl	-.421*	.379*	-0,287	-0,245	0,006	0,142	.727*	0,076	0,173	0,300	.435*	1	.455*	0,189	-0,135	-0,191
PO4	-0,143	0,136	0,061	.382*	-0,184	-0,052	.402*	0,001	.580*	0,141	.396*	.455*	1	0,100	-0,155	-.397*
NH4	.420*	0,071	0,003	0,175	-0,312	-0,043	0,011	-0,177	.406*	0,338	0,024	0,189	0,100	1	-0,207	-0,327
NO2	-0,058	-0,066	.406*	0,064	-0,130	-0,120	-0,351	-0,221	-0,291	0,203	-0,085	-0,135	-0,155	-0,207	1	.476*
NO3 _{YK6}	-0,232	-0,163	-0,195	-0,165	0,249	-0,223	-0,226	-0,248	-.397*	0,049	-0,294	-0,191	-.397*	-0,327	.476*	1
NO3 _{YK1}	0,017	0,248	-.394*	0,083	0,153	0,324	.484*	0,014	0,205	0,260	0,226	0,315	0,341	-0,165	-0,060	0,107
NO3 _{YK2}	-0,044	-0,270	-0,087	0,019	0,200	-0,069	-0,181	-0,167	-0,227	0,028	-0,004	-0,127	-0,055	-.371*	0,278	0,100
NO3 _{YK3}	0,221	-0,337	0,136	0,272	-0,039	0,219	-0,062	-0,022	-0,261	-.429*	-0,204	-0,306	-0,065	-0,275	0,065	0,084
NO3 _{YK4}	0,359	-0,101	-0,117	0,231	-.400*	0,208	0,239	-0,323	0,181	-0,073	0,256	0,005	0,095	0,262	-0,326	-.369*
NO3 _{YK5}	-0,003	-0,182	-0,193	-0,028	0,207	0,153	0,010	0,349	-0,108	-0,222	-0,123	0,004	-0,165	-0,308	0,184	.503*
NO3 _{YK7}	-.539*	-0,058	-0,325	0,106	.462*	-0,023	0,175	0,031	-0,290	-0,347	-0,187	0,212	0,031	-.423*	-0,049	0,234
NO3 _{YK8}	-0,010	0,113	-.529*	0,070	0,149	0,207	.474*	0,066	.408*	0,258	0,335	0,339	.405*	-0,008	-0,295	-0,210
NO3 _{YK9}	-0,062	0,245	-.539*	0,184	0,131	.381*	.595*	0,101	0,169	-0,003	0,174	.362*	0,265	-0,107	-0,311	-0,060
NO3 _{YK10}	-0,060	-0,025	-.398*	0,174	0,303	.391*	.394*	0,172	0,071	-0,144	-0,197	0,225	0,195	-0,052	-0,120	-0,028
NO3 _{YK11}	0,222	-0,045	0,051	0,157	0,029	-0,104	-0,310	-0,031	0,025	-0,129	0,044	-0,352	-0,082	-0,192	0,031	-0,037

Ek Çizelge 11. Yüzey suyu YK7 örnek noktasında 2008-2015 yıllarına ait parametrelerin arasındaki ilişkileri (R)

Parametreler	Yıl	Dönem	T°C	pH	DO	Zn	Fe	Cu	K	SO4	SO3	Cl	PO4	NH4	NO2	NO3 _{YK7}
Yıl	1	-0,026	0,295	0,138	-.494*	.424*	-0,347	0,172	.374*	0,258	-0,018	-0,315	0,189	.533*	.502*	-.539*
Dönem	-0,026	1	0,194	-0,165	-.477*	0,031	-0,354	0,023	0,008	-0,034	-.387*	-0,247	-0,006	-0,213	0,107	-0,058
T°C	0,295	0,194	1	0,295	-.557*	-0,151	-0,324	0,246	0,131	-0,218	-0,348	-0,237	0,175	-0,218	-0,116	-.475*
pH	0,138	-0,165	0,295	1	-0,141	0,017	0,118	0,078	.463*	0,137	0,034	-0,091	0,236	0,240	-0,021	-0,006
DO	-.494*	-.477*	-.557*	-0,141	1	-0,206	.669*	-0,101	-0,333	-0,296	0,354	.630*	-0,179	-0,115	-.363*	.374*
Zn	.424*	0,031	-0,151	0,017	-0,206	1	-0,143	-0,297	0,018	0,270	0,092	-0,140	0,106	0,352	0,094	-0,092
Fe	-0,347	-0,354	-0,324	0,118	.669*	-0,143	1	-0,133	-0,142	-0,102	.651*	.753*	-0,083	-0,161	-.421*	0,326
Cu	0,172	0,023	0,246	0,078	-0,101	-0,297	-0,133	1	0,066	-.436*	-0,097	-0,020	-0,212	-0,229	0,004	-0,015
K	.374*	0,008	0,131	.463*	-0,333	0,018	-0,142	0,066	1	.551*	-0,139	-0,156	0,238	.473*	.463*	-0,208
SO4	0,258	-0,034	-0,218	0,137	-0,296	0,270	-0,102	-.436*	.551*	1	0,056	-0,313	0,254	.516*	.422*	0,179
SO3	-0,018	-.387*	-0,348	0,034	0,354	0,092	.651**	-0,097	-0,139	0,056	1	.583*	0,199	0,146	-0,306	0,198
Cl	-0,315	-0,247	-0,237	-0,091	.630*	-0,140	.753*	-0,020	-0,156	-0,313	.583*	1	-0,066	-0,121	-.47*	0,190
PO4	0,189	-0,006	0,175	0,236	-0,179	0,106	-0,083	-0,212	0,238	0,254	0,199	-0,066	1	.389*	-0,026	-0,221
NH4	.533*	-0,213	-0,218	0,240	-0,115	0,352	-0,161	-0,229	.473*	.516*	0,146	-0,121	.389*	1	.611*	-0,154
NO2	.502*	0,107	-0,116	-0,021	-.363*	0,094	-.421*	0,004	.463*	.422*	-0,306	-.465*	-0,026	.611*	1	-0,205
NO3 _{YK7}	-.539*	-0,058	-.475*	-0,006	.374*	-0,092	0,326	-0,015	-0,208	0,179	0,198	0,190	-0,221	-0,154	-0,205	1
NO3 _{YK1}	0,017	0,248	-.380*	0,123	0,052	0,167	-0,070	-0,114	0,272	0,354	-0,006	-0,051	-0,126	0,255	0,317	.367*
NO3 _{YK2}	-0,044	-0,270	-0,205	0,004	0,227	-0,106	0,067	-0,146	-0,198	-0,001	0,077	-0,151	-0,267	0,048	0,250	0,125
NO3 _{YK3}	0,221	-0,337	0,089	0,154	-0,018	0,181	0,079	0,078	-0,069	0,103	0,204	-0,146	-0,323	-0,022	0,140	0,149
NO3 _{YK4}	0,359	-0,101	-0,138	0,059	-0,198	.571*	-0,172	-0,298	0,088	.388*	0,085	-.375*	0,109	.439*	0,250	-0,221
NO3 _{YK5}	-0,003	-0,182	-0,317	0,142	0,204	-0,029	0,027	0,297	-0,073	-0,186	0,136	0,139	-0,133	0,072	-0,020	0,195
NO3 _{YK6}	-0,232	-0,163	-0,211	-0,083	0,084	-0,149	0,120	-0,217	-0,158	0,007	0,074	0,224	-0,217	-0,113	-0,025	0,234
NO3 _{YK8}	-0,010	0,113	-.466*	0,042	0,107	0,016	0,076	-0,056	.426*	.392*	0,033	0,063	0,022	0,275	0,274	0,198
NO3 _{YK9}	-0,062	0,245	-.521*	0,129	0,160	0,108	0,094	-0,025	0,253	0,345	0,128	0,063	0,002	0,300	0,283	.504*
NO3 _{YK10}	-0,060	-0,025	-.443*	0,228	0,314	0,027	0,097	0,106	0,127	0,177	0,007	0,008	0,019	0,272	0,243	.494*
NO3 _{YK11}	0,222	-0,045	0,005	0,012	-0,147	-0,060	-0,167	0,057	-0,016	0,065	0,183	-0,170	-0,022	0,168	0,106	-0,006

Ek Çizelge 12. Yüzey suyu YK8 örnek noktasında 2008-2015 yıllarına ait parametrelerin arasındaki ilişkileri (R)

Parametreler	Yıl	Dönem	T°C	pH	DO	Zn	Fe	Cu	K	SO4	SO3	Cl	PO4	NH4	NO2	NO3 _{YK8}
Yıl	1	-0,026	0,195	.416*	-0,019	.365*	0,153	-0,155	0,169	0,021	0,073	0,034	-0,017	-0,079	0,349	-0,010
Dönem	-0,026	1	0,044	0,103	0,113	-0,010	-0,115	-.369*	0,271	0,150	-0,168	-0,147	-0,102	-0,211	0,033	0,113
T°C	0,195	0,044	1	0,175	-.524*	.479*	0,272	-0,120	-0,217	-.459*	-0,037	0,200	0,087	-0,332	.363*	-.368*
pH	.416*	0,103	0,18	1	0,068	0,040	-0,031	-0,206	.425*	0,090	0,140	-0,118	0,087	-0,076	0,145	0,059
DO	-0,019	0,113	-.52*	0,068	1	-0,350	-0,213	0,086	0,273	.415*	0,105	-0,194	-.453*	-0,054	-0,246	0,273
Zn	.365*	-0,010	.479*	0,040	-0,350	1	.628*	0,236	0,126	-.405*	0,084	0,344	0,119	-0,094	.634*	0,082
Fe	0,153	-0,115	0,272	-0,031	-0,213	.628*	1	.579*	-0,010	-0,344	.554*	.909*	.592*	0,322	.596*	0,347
Cu	-0,155	-.369*	-0,12	-0,206	0,086	0,236	.579*	1	0,029	-0,318	.422*	.507*	0,148	0,267	0,141	0,121
K	0,169	0,271	-0,21	.425*	0,273	0,126	-0,010	0,029	1	.405*	-0,108	-0,138	-0,006	-0,093	0,173	0,340
SO4	0,021	0,150	-.459*	0,090	.415*	-.405*	-0,344	-0,318	.405*	1	-0,176	-0,271	-0,023	0,307	0,018	.396*
SO3	0,073	-0,168	-0,04	0,140	0,105	0,084	.554*	.422*	-0,108	-0,176	1	.643**	0,300	.470*	0,158	.407*
Cl	0,034	-0,147	0,200	-0,118	-0,194	0,344	.909*	.507*	-0,138	-0,271	.643*	1	.662**	0,359	.383*	.379*
PO4	-0,017	-0,102	0,087	0,087	-.453*	0,119	.592*	0,148	-0,006	-0,023	0,300	.662*	1	.491*	.416*	.387*
NH4	-0,079	-0,211	-0,33	-0,076	-0,054	-0,094	0,322	0,267	-0,093	0,307	.470**	0,359	.491*	1	0,315	.405*
NO2	0,349	0,033	.363*	0,145	-0,246	.634*	.596*	0,141	0,173	0,018	0,158	.383*	.416*	0,315	1	0,228
NO3 _{YK8}	-0,010	0,113	-.368*	0,059	0,273	0,082	0,347	0,121	0,340	.396*	.407*	.379*	.387*	.405*	0,228	1
NO3 _{YK1}	0,017	0,248	-0,33	0,148	0,296	0,029	0,038	0,058	.635*	.545*	0,036	0,073	0,148	0,159	0,012	.604*
NO3 _{YK2}	-0,044	-0,270	-0,13	0,060	-0,276	-0,219	-0,347	-0,255	0,080	.389*	-0,085	-0,294	0,132	0,288	-0,081	0,088
NO3 _{YK3}	0,221	-0,337	0,093	0,275	0,046	-0,010	-0,215	-0,088	0,345	0,248	-0,073	-0,253	-0,112	-0,038	0,096	-0,136
NO3 _{YK4}	0,359	-0,101	-0,17	0,295	0,153	-0,222	-0,124	-0,291	0,006	0,274	0,017	-0,061	0,203	-0,111	0,073	0,144
NO3 _{YK5}	-0,003	-0,182	-0,34	0,099	0,074	0,224	0,015	0,335	0,207	-0,031	-0,205	-0,113	-0,099	0,110	-0,017	-0,026
NO3 _{YK6}	-0,232	-0,163	-0,22	-0,223	0,032	-0,202	-0,137	0,198	-0,098	-0,070	-0,094	-0,017	-0,085	0,090	-0,347	-0,210
NO3 _{YK7}	-.539*	-0,058	-0,34	0,013	.393*	-0,266	-0,247	0,077	.361*	0,287	-0,104	-0,203	-0,198	0,003	-0,212	0,198
NO3 _{YK9}	-0,062	0,245	-.49*	0,289	.364*	-0,072	0,030	-0,005	.627*	.471*	0,191	0,067	0,119	0,135	-0,113	.738*
NO3 _{YK10}	-0,060	-0,025	-.40*	0,193	0,144	0,034	-0,082	-0,037	.684*	0,352	0,030	-0,096	0,075	0,102	-0,058	.440*
NO3 _{YK11}	0,222	-0,045	0,020	.382*	0,002	-0,021	-0,047	-0,072	-0,124	0,144	0,178	-0,086	0,030	0,153	0,154	0,050

Ek Çizelge 13. Yüzey suyu YK9 örnek noktasında 2008-2015 yıllarına ait parametrelerin arasındaki ilişkileri (R)

Parametreler	Yıl	Dönem	T°C	pH	DO	Zn	Fe	Cu	K	SO4	SO3	Cl	PO4	NH4	NO2	NO3 _{YK9}
Yıl	1	-0,026	0,252	0,188	-0,151	0,324	-0,347	-0,118	0,087	0,019	.490*	0,067	-0,024	-0,012	.478*	-0,062
Dönem	-0,026	1	0,097	0,050	-0,145	0,066	-0,262	-0,094	0,247	0,046	-0,356	-0,099	0,212	-0,102	-0,182	0,245
T°C	0,252	0,097	1	0,001	-.806*	0,173	-0,259	0,025	-0,268	-.424*	-0,071	0,247	0,164	-0,083	-0,039	-.503*
pH	0,188	0,050	0,001	1	-0,077	-0,009	-0,298	-0,028	-0,085	-0,004	0,292	-0,022	-0,162	0,059	-0,183	.418*
DO	-0,151	-0,145	-.806*	-0,077	1	-0,285	0,212	0,093	0,170	.405*	0,016	-0,299	-0,064	-0,044	-0,084	.392*
Zn	0,324	0,066	0,173	-0,009	-0,285	1	0,115	-.428*	-0,140	-0,189	.498**	0,350	0,072	-0,188	0,284	-0,034
Fe	-0,347	-0,262	-0,259	-0,298	0,212	0,115	1	0,220	-0,063	0,073	0,118	.551*	-0,092	0,306	-0,066	0,024
Cu	-0,118	-0,094	0,025	-0,028	0,093	-.428*	0,220	1	-0,069	-0,242	-0,196	.479*	-0,097	-0,028	-0,182	-0,039
K	0,087	0,247	-0,268	-0,085	0,170	-0,140	-0,063	-0,069	1	0,256	-0,041	-0,080	-0,050	0,278	0,143	0,285
SO4	0,019	0,046	-.424*	-0,004	.405*	-0,189	0,073	-0,242	0,256	1	-0,077	-.479*	0,065	.372*	0,072	0,302
SO3	.490**	-0,356	-0,071	0,292	0,016	.498*	0,118	-0,196	-0,041	-0,077	1	0,278	-0,045	0,056	.510*	0,242
Cl	0,067	-0,099	0,247	-0,022	-0,299	0,350	.551*	.479*	-0,080	-.479*	0,278	1	-0,043	0,050	0,102	0,045
PO4	-0,024	0,212	0,164	-0,162	-0,064	0,072	-0,092	-0,097	-0,050	0,065	-0,045	-0,043	1	0,138	0,035	-0,024
NH4	-0,012	-0,102	-0,083	0,059	-0,044	-0,188	0,306	-0,028	0,278	.372*	0,056	0,050	0,138	1	0,120	-0,069
NO2	.478*	-0,182	-0,039	-0,183	-0,084	0,284	-0,066	-0,182	0,143	0,072	.510*	0,102	0,035	0,120	1	0,065
NO3 _{YK9}	-0,062	0,245	-.503*	.418*	.392*	-0,034	0,024	-0,039	0,285	0,302	0,242	0,045	-0,024	-0,069	0,065	1
NO3 _{YK1}	0,017	0,248	-0,343	0,302	0,298	0,136	0,061	-0,076	0,272	.374*	.376*	0,047	-0,097	0,060	0,144	.753**
NO3 _{YK2}	-0,044	-0,270	-0,163	-0,077	0,197	-0,209	-0,050	-0,078	0,240	.382*	0,244	-0,271	0,072	0,269	0,313	0,183
NO3 _{YK3}	0,221	-0,337	0,086	0,077	0,071	-0,083	-0,034	0,118	-0,043	.464*	0,110	-0,125	0,031	0,031	0,130	0,076
NO3 _{YK4}	0,359	-0,101	-0,130	0,051	0,044	0,283	-0,255	-.456*	-0,206	0,355	0,126	-0,285	0,111	-0,173	0,250	0,141
NO3 _{YK5}	-0,003	-0,182	-0,358	0,224	0,236	-0,134	0,097	.412*	-0,006	0,048	0,272	0,146	-0,090	0,201	0,041	0,155
NO3 _{YK6}	-0,232	-0,163	-0,237	-0,073	0,121	-0,089	0,222	-0,070	0,209	0,078	-0,024	-0,116	-0,118	0,277	-0,082	-0,060
NO3 _{YK7}	-.539*	-0,058	-.432*	0,206	0,308	-0,358	0,192	0,167	0,201	0,336	-0,113	-0,131	-0,047	0,106	-0,254	.504*
NO3 _{YK8}	-0,010	0,113	-.419*	0,110	0,343	0,179	0,152	-0,145	0,227	0,097	0,290	0,248	-0,033	-0,077	0,134	.738*
NO3 _{YK10}	-0,060	-0,025	-.439*	0,340	0,291	-0,174	0,009	0,130	0,195	0,327	0,215	-0,016	-.491*	0,061	0,265	.700*
NO3 _{YK11}	0,222	-0,045	0,022	0,211	-0,137	-0,274	-0,229	-0,042	0,224	0,054	0,198	-0,069	-0,068	0,212	0,081	0,115

Ek Çizelge 14. Yüzey suyu YK10 örnek noktasında 2008-2015 yıllarına ait parametrelerin arasındaki ilişkileri (R)

Parametreler	Yıl	Dönem	T°C	pH	DO	Zn	Fe	Cu	K	SO4	SO3	Cl	PO4	NH4	NO2	NO3 _{YK10}
Yıl	1	-0,026	0,256	0,234	-0,076	0,106	-.521*	0,094	0,305	0,193	-0,077	-0,076	-0,109	-0,202	.451*	-0,060
Dönem	-0,026	1	0,138	-0,127	-0,352	0,040	-0,085	0,033	0,048	0,117	0,058	0,022	-0,178	-0,017	0,270	-0,025
T°C	0,256	0,138	1	0,255	-.646*	-0,107	-.521*	0,145	0,061	-0,303	-0,279	-0,071	0,008	-0,344	0,225	-.377*
pH	0,234	-0,127	0,255	1	-0,164	0,002	-0,268	0,047	0,075	0,043	-0,194	-0,021	-0,024	0,040	0,115	0,172
DO	-0,076	-0,352	-.646*	-0,164	1	0,011	.411*	-0,101	0,247	0,295	-0,013	0,135	-0,033	0,298	-0,160	0,322
Zn	0,106	0,040	-0,107	0,002	0,011	1	-0,158	-0,265	-0,137	-0,145	-0,041	-0,130	-0,248	-0,161	-0,085	-0,141
Fe	-.521*	-0,085	-.521*	-0,268	.411*	-0,158	1	-0,024	-0,166	0,145	.517*	0,333	0,057	.406*	-.396*	0,047
Cu	0,094	0,033	0,145	0,047	-0,101	-0,265	-0,024	1	0,051	-.472*	-0,057	.835*	0,030	-0,080	-0,041	0,125
K	0,305	0,048	0,061	0,075	0,247	-0,137	-0,166	0,051	1	.536*	-0,068	0,038	0,139	.448*	0,173	-0,025
SO4	0,193	0,117	-0,303	0,043	0,295	-0,145	0,145	-.472*	.536*	1	0,323	-.382*	0,138	.580*	0,307	0,131
SO3	-0,077	0,058	-0,279	-0,194	-0,013	-0,041	.517*	-0,057	-0,068	0,323	1	0,155	0,168	.457*	-0,041	-0,308
Cl	-0,076	0,022	-0,071	-0,021	0,135	-0,130	0,333	.835*	0,038	-.382*	0,155	1	0,033	0,141	-0,136	0,129
PO4	-0,109	-0,178	0,008	-0,024	-0,033	-0,248	0,057	0,030	0,139	0,138	0,168	0,033	1	.404*	-0,071	-0,031
NH4	-0,202	-0,017	-0,344	0,040	0,298	-0,161	.406*	-0,080	.448*	.580*	.457*	0,141	.404*	1	-0,097	0,004
NO2	.451*	0,270	0,225	0,115	-0,160	-0,085	-.396*	-0,041	0,173	0,307	-0,041	-0,136	-0,071	-0,097	1	0,243
NO3 _{YK10}	-0,060	-0,025	-.377*	0,172	0,322	-0,141	0,047	0,125	-0,025	0,131	-0,308	0,129	-0,031	0,004	0,243	1
NO3 _{YK1}	0,017	0,248	-.371*	0,094	0,357	0,016	0,182	-0,045	0,209	.473*	0,081	0,042	0,020	0,326	0,141	.617*
NO3 _{YK2}	-0,044	-0,270	-0,158	0,107	-0,027	-0,206	0,061	-0,126	-0,175	0,217	-0,028	-0,201	0,097	0,028	-0,199	0,265
NO3 _{YK3}	0,221	-0,337	0,073	0,245	-0,109	-0,026	-0,096	0,054	-0,153	0,084	-0,007	-0,125	-0,158	-0,264	0,102	0,163
NO3 _{YK4}	0,359	-0,101	-0,155	0,170	0,043	0,294	-.421*	-.373*	0,049	0,266	-0,082	-.530*	-0,008	-0,049	0,255	-0,024
NO3 _{YK5}	-0,003	-0,182	-0,317	0,103	0,225	-0,149	0,223	0,356	-0,141	-0,166	0,146	.459*	0,082	0,056	-0,050	0,275
NO3 _{YK6}	-0,232	-0,163	-0,239	-0,022	0,105	-0,041	.398*	-0,165	-0,149	0,202	.372*	0,081	-0,036	0,245	0,122	-0,028
NO3 _{YK7}	-.539*	-0,058	-.440*	0,099	0,214	-0,149	.478*	0,042	-0,284	0,055	0,146	0,145	-0,006	0,131	-0,256	.494*
NO3 _{YK8}	-0,010	0,113	-.474*	0,027	.535*	0,029	0,182	-0,012	.494*	.457*	0,053	0,042	-0,028	.419*	-0,019	.440*
NO3 _{YK9}	-0,062	0,245	-.534*	0,196	.411*	-0,101	0,224	0,023	0,180	.420*	0,117	0,105	-0,196	0,250	0,164	.700*
NO3 _{YK11}	0,222	-0,045	0,015	0,282	-0,172	-.368*	-0,088	0,067	0,052	0,222	0,172	0,052	0,187	.386*	-0,013	-0,010

Ek Çizelge 15. Yüzey suyu YK11 örnek noktasında 2008-2015 yıllarına ait parametrelerin arasındaki ilişkileri (R)

Parametreler	Yıl	Dönem	T°C	pH	DO	Zn	Fe	Cu	K	SO4	SO3	Cl	PO4	NH4	NO2	NO3 _{YK11}
Yıl	1	-0,026	0,281	0,307	-0,111	0,293	-.406*	-0,360	.404*	0,232	-0,126	-.373*	-0,299	0,037	0,202	0,222
Dönem	-0,026	1	0,184	-0,085	-0,309	-0,232	-.363*	-0,299	0,083	0,030	-.394*	-0,213	-0,351	-.393*	0,164	-0,045
T°C	0,281	0,184	1	0,229	-.608*	-0,339	-.470*	-0,261	0,027	-0,056	-0,290	-0,126	-0,284	-.530*	.427*	0,042
pH	0,307	-0,085	0,229	1	-0,251	-0,169	-0,230	-0,126	.393*	.380*	0,142	-0,072	0,108	-0,023	0,084	0,250
DO	-0,111	-0,309	-.608*	-0,251	1	0,188	0,344	0,299	0,041	-0,047	0,120	0,178	0,253	.469*	-0,001	-0,172
Zn	0,293	-0,232	-0,339	-0,169	0,188	1	0,161	0,113	0,184	-0,151	0,091	0,032	0,185	.531*	-0,168	-0,068
Fe	-.406*	-.363*	-.470*	-0,230	0,344	0,161	1	.869*	-0,121	-0,329	.678*	.672*	.645*	0,162	-0,247	-.642*
Cu	-0,360	-0,299	-0,261	-0,126	0,299	0,113	.869*	1	-0,075	-.390*	.472*	.853*	.519**	0,182	-0,170	-.677*
K	.404*	0,083	0,027	.393*	0,041	0,184	-0,121	-0,075	1	0,154	-0,081	-0,235	0,102	0,190	0,206	0,129
SO4	0,232	0,030	-0,056	.380*	-0,047	-0,151	-0,329	-.390*	0,154	1	-0,114	-.465*	0,053	0,038	0,249	.382*
SO3	-0,126	-.394*	-0,290	0,142	0,120	0,091	.678*	.472*	-0,081	-0,114	1	.401*	.531*	0,156	-.384*	-0,267
Cl	-.373*	-0,213	-0,126	-0,072	0,178	0,032	.672*	.853*	-0,235	-.465*	.401*	1	.396*	0,313	-0,165	-.557*
PO4	-0,299	-0,351	-0,284	0,108	0,253	0,185	.645*	.519*	0,102	0,053	.531*	.396*	1	0,283	-0,033	-0,264
NH4	0,037	-.393*	-.530*	-0,023	.469*	.531*	0,162	0,182	0,190	0,038	0,156	0,313	0,283	1	-0,194	0,046
NO2	0,202	0,164	.427*	0,084	-0,001	-0,168	-0,247	-0,170	0,206	0,249	-.384*	-0,165	-0,033	-0,194	1	-0,060
NO3 _{YK11}	0,222	-0,045	0,042	0,250	-0,172	-0,068	-.642*	-.677*	0,129	.382*	-0,267	-.557*	-0,264	0,046	-0,060	1
NO3 _{YK1}	0,017	0,248	-.416*	0,019	.377*	0,005	-0,025	-0,109	0,308	0,325	-0,137	-0,153	0,141	0,210	0,216	0,069
NO3 _{YK2}	-0,044	-0,270	-0,267	-0,002	0,111	0,355	0,004	0,005	0,241	0,154	-0,007	0,024	0,252	.409*	-0,131	0,324
NO3 _{YK3}	0,221	-0,337	-0,029	0,189	0,039	0,024	0,075	0,079	0,347	0,110	0,107	0,048	-0,012	0,174	-0,038	0,071
NO3 _{YK4}	0,359	-0,101	-0,186	0,277	-0,056	0,267	-0,024	-0,065	0,103	.407*	0,092	-0,188	0,070	0,054	-0,036	0,211
NO3 _{YK5}	-0,003	-0,182	-0,317	0,032	0,230	-0,025	0,119	0,038	0,198	-0,086	0,147	0,036	0,154	0,290	-0,136	0,096
NO3 _{YK6}	-0,232	-0,163	-0,244	-0,269	0,086	-0,149	0,242	0,115	-.369*	0,015	0,236	0,181	0,139	0,166	-0,229	-0,037
NO3 _{YK7}	-.539*	-0,058	-.521*	0,063	0,358	-0,188	0,218	0,132	-0,047	0,000	-0,040	0,080	0,035	0,106	-0,190	-0,006
NO3 _{YK8}	-0,010	0,113	-.394*	0,029	.410*	0,014	0,070	0,027	0,199	0,257	-0,095	-0,048	0,198	0,197	0,357	0,050
NO3 _{YK9}	-0,062	0,245	-.584*	0,163	.400*	0,042	0,048	-0,020	0,257	0,182	-0,028	-0,103	0,092	0,201	0,056	0,115
NO3 _{YK10}	-0,060	-0,025	-.495*	0,114	0,343	0,172	0,126	0,076	0,272	-0,039	0,001	-0,015	0,242	0,259	-0,226	-0,010

Ek Çizelge 16. Gümüşhacıköy ilçesinin yeraltısularında 2003-2018 yıllarına ait parametrelerin arasındaki ilişkileri (R)

Parametreler	pH	EC	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	NO ₃ ⁻
pH	1	-.318*	0,057	0,040	-.299*	-.278*	0,125	-.319*	0,032	-0,052	-.234*
EC	-.318*	1	.528*	0,143	.795*	.920*	-0,018	.829*	.429*	.617*	.521*
Na ⁺	0,057	.528*	1	0,125	0,173	.380*	0,030	.367*	.499*	.403*	.274*
K ⁺	0,040	0,143	0,125	1	0,045	0,033	-0,001	0,119	0,060	0,044	-.206*
Ca ²⁺	-.299*	.795*	0,173	0,045	1	.858*	0,024	.845*	.197*	.496*	.486*
Mg ²⁺	-.278*	.920*	.380*	0,033	.858*	1	0,017	.873*	.340*	.601*	.465*
CO ₃ ²⁻	0,125	-0,018	0,030	-0,001	0,024	0,017	1	0,084	-0,056	-0,059	-.258*
HCO ₃ ⁻	-.319*	.829*	.367*	0,119	.845*	.873*	0,084	1	0,066	.265*	.331*
Cl ⁻	0,032	.429*	.499*	0,060	.197*	.340*	-0,056	0,066	1	.562*	.383*
SO ₄ ²⁻	-0,052	.617*	.403*	0,044	.496*	.601*	-0,059	.265*	.562*	1	.337*
NO ₃ ⁻	-.234*	.521*	.274*	-.206*	.486*	.465*	-.258*	.331*	.383*	.337*	1

Ek Çizelge 17. Merzifon ilçesinin yeraltısularında 2004-2018 yıllarına ait parametrelerin arasındaki ilişkileri (R)

Parametreler	pH	EC	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	NO ₃ ⁻
pH	1	-.555*	.873*	-0,267	-.918*	-.853*	.505*	-.621*	0,025	-.447*	-.739*
EC	-.555*	1	-.398*	.281*	.667*	.742*	-0,236	.677*	.281*	.634*	.614*
Na ⁺	.873*	-.398*	1	-.306*	-.895*	-.847*	.516*	-.496*	0,134	-.298*	-.671*
K ⁺	-0,267	.281*	-.306*	1	.311*	0,232	0,030	0,166	-0,073	0,135	0,126
Ca ²⁺	-.918*	.667*	-.895*	.311*	1	.936*	-.511*	.743*	0,010	.465*	.774*
Mg ²⁺	-.853*	.742*	-.847*	0,232	.936*	1	-.517*	.722*	0,050	.619*	.765*
CO ₃ ²⁻	.505*	-0,236	.516*	0,030	-.511*	-.517*	1	-.567*	0,043	-0,276	-.415*
HCO ₃ ⁻	-.621*	.677*	-.496*	0,166	.743*	.722*	-.567*	1	-0,105	.307*	.471*
Cl ⁻	0,025	.281*	0,134	-0,073	0,010	0,050	0,043	-0,105	1	0,250	0,202
SO ₄ ²⁻	-.447*	.634*	-.298*	0,135	.465*	.619*	-0,276	.307*	0,250	1	.482*
NO ₃ ⁻	-.739*	.614*	-.671*	0,126	.774*	.765*	-.415*	.471*	0,202	.482*	1

Ek Çizelge 18. Merkez ilçesinin yeraltısularında 2006-2018 yıllarına ait parametrelerin arasındaki ilişkileri (R)

Parametreler	pH	EC	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	NO ₃ ⁻
pH	1	-.513*	-.505*	0,117	-.558*	-.449*	0,137	-.295*	-.441*	-.483*	-.487*
EC	-.513*	1	.808*	-0,121	.689*	.911*	-0,074	.587*	.722*	.900*	.706*
Na ⁺	-.505*	.808*	1	-0,171	.837*	.756*	-0,054	.463*	.656*	.880*	.645*
K ⁺	0,117	-0,121	-0,171	1	-0,212	-0,184	-0,022	-0,081	-0,135	-0,185	-0,180
Ca ²⁺	-.558*	.689*	.837*	-0,212	1	.662*	0,022	.427*	.548*	.783*	.656*
Mg ²⁺	-.449*	.911*	.756*	-0,184	.662*	1	-0,021	.747*	.672*	.853*	.630*
CO ₃ ²⁻	0,137	-0,074	-0,054	-0,022	0,022	-0,021	1	0,031	-0,124	-0,083	-0,144
HCO ₃ ⁻	-.295*	.587*	.463*	-0,081	.427*	.747*	0,031	1	.305*	.365*	0,201
Cl ⁻	-.441*	.722*	.656*	-0,135	.548*	.672*	-0,124	.305*	1	.720*	.569*
SO ₄ ²⁻	-.483*	.900*	.880*	-0,185	.783*	.853*	-0,083	.365*	.720*	1	.765*
NO ₃ ⁻	-.487*	.706*	.645*	-0,180	.656*	.630*	-0,144	0,201	.569*	.765*	1

Ek Çizelge 19. Suluova ilçesinin yeraltısularında 2005-2018 yıllarına ait parametrelerin arasındaki ilişkileri (R)

Parametreler	pH	EC	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	NO ₃ ⁻
pH	1	-0,243	0,084	-0,110	-.808*	-0,241	0,156	-0,277	-0,180	-0,098	-.334*
EC	-0,243	1	.904*	0,154	.493*	-.516*	-0,171	.934*	.812*	.526*	.649*
Na ⁺	0,084	.904*	1	0,075	0,199	-.643*	-0,149	.888*	.726*	.508*	.502*
K ⁺	-0,110	0,154	0,075	1	0,069	-0,183	-0,062	0,132	0,160	-0,182	0,010
Ca ²⁺	-.808*	.493*	0,199	0,069	1	0,014	-0,111	.539*	.442*	0,217	.432*
Mg ²⁺	-0,241	-.516*	-.643*	-0,183	0,014	1	0,163	-.441*	-.419*	0,159	-0,182
CO ₃ ²⁻	0,156	-0,171	-0,149	-0,062	-0,111	0,163	1	-0,177	-0,128	0,001	-0,060
HCO ₃ ⁻	-0,277	.934*	.888*	0,132	.539*	-.441*	-0,177	1	.674*	.488*	.540*
Cl ⁻	-0,180	.812*	.726*	0,160	.442*	-.419*	-0,128	.674*	1	.456*	.534*
SO ₄ ²⁻	-0,098	.526*	.508*	-0,182	0,217	0,159	0,001	.488*	.456*	1	.405*
NO ₃ ⁻	-.334*	.649*	.502*	0,010	.432*	-0,182	-0,060	.540*	.534*	.405*	1

*. p < 0,05 ve korelasyon (R) anlamlı olduğu kabul edilmektedir (2-tailed).

ÖZGEÇMİŞ

Mahamadou KONARE ilk, orta ve lise öğrenimini Bobo-Dioulasso'da tamamladı. 2008-2009 öğretim yılı bahar döneminde Nazi Boni Üniversitesi Doğa ve Yaşam Enstitüsü kazandı ve 2010 yılında Genel Üniversite Derecesi diploması ile mezun oldu. 2010-2014 yılları arasında Mali'nin Ulusal Mühendisler Yüksekokulu (ENI-ABT), Jeoloji Mühendisliği bölümü kazanarak yüksek lisansını tamamladı. 2015-2016 öğretim yılı bahar döneminde Karadeniz Teknik Üniversitesi'nde Türkçe hazırlık tamamlayıp ardından Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Uygulamalı Jeoloji Anabilim Dalı'nda Doktora öğrenimine başladı. Yazar evli olup, iyi derecede İngilizce ve Fransızca bilmektedir.