



Seyfe Gölü (Mucur-Kırşehir) Sulak Alan Havzasındaki Su Kaynaklarının Hidrojeolojik ve Hidrokimyasal Değerlendirmesi

Hydrogeological and Hydrochemical Evaluation of Water Resources in Seyfe Lake (Mucur-Kırşehir) Wetland Basin

Cansu Yurteri ^{1*}

¹ Hacettepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji (Hidrojeoloji) Mühendisliği Bölümü, Ankara, TÜRKİYE
Sorumlu Yazar / Corresponding Author *: cyrteri@hacettepe.edu.tr

Geliş Tarihi / Received: 15.11.2019

Kabul Tarihi / Accepted: 03.02.2020

Atf şekli/How to cite: YURTERİ, C.(2020). Seyfe Gölü (Mucur-Kırşehir) Sulak Alan Havzasındaki Su Kaynaklarının Hidrojeolojik ve Hidrokimyasal Değerlendirilmesi. DEUFMD, 22(65), 581-597.

Araştırma Makalesi/Research Article

DOI: 10.21205/deufmd.2020226524

Öz

Seyfe Gölü sulak alanı; 1487 km² lik drenaj alanına sahip Seyfe kapalı havzasının güneyinde yer almaktadır. Sulak alan ve çevresi Tabiatı Koruma Alanı, I. Derece Doğal Sit Alanı ve Ramsar Alanı statülerine sahiptir. Bu çalışmada Seyfe Gölü sulak alanı ve havzası jeolojik, hidrojeolojik ve hidrokimyasal yönden değerlendirilmiştir. Bu kapsamda havzadaki su kaynaklarının hidrokimyasal özellikleri, sulamada kullanılabilirlikleri ve kalitesi incelenmiştir. Çalışma alanında Paleozoyik yaşlı Kırşehir masifi metamorfik serileri, Senozoyik yaşlı örtü birimler ile Kuvaterner yaşlı alüvyon birimler yüzlek vermektedir. Eylül 2019 döneminde drenaj alanı içerisinde yerinde ölçümler ve örnekleme çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Yerinde ölçüm sonuçlarına göre; suların sıcaklıkları 14.5°C-21.2°C, pH değerleri ise 7.15-8.65 arasında değişmektedir. Sular nötr-bazik karakter göstermektedir. Çalışma alanındaki suların özgül elektriksel iletkenlik değerleri ise 370 µS/cm-30500 µS/cm arasında değişmektedir. Havzadaki su kaynakları Ca-HCO₃, Na-HCO₃ ve Na-SO₄ fasiyesindedir. Su kaynaklarının debileri 0.03 ile 2.5 l/s arasında değişmektedir. Çalışma alanındaki su kaynaklarının tarımsal sulamada kullanılabilirlikleri Wilcox ve ABD Tuzluluk diyagramları ile değerlendirilmiştir. Havzada örneklenen su kaynaklarının çoğunluğunun sulama amaçlı kullanıma uygun oldukları belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Hidrokimya, Hidrojeoloji, Kırşehir, Seyfe Gölü, Sulak Alan

Abstract

Seyfe Lake wetland, which has a catchment area of 1487 km², is located south of the Seyfe closed basin in Kırşehir province. The wetland and its surroundings have the status of Nature Reserve Area, First Degree Natural Protected Area and Ramsar Area. In this study; geological, hydrogeological and hydrochemical aspects of Seyfe Lake wetland and its basin were evaluated. In this scope, hydrochemical properties, irrigation usability and quality of the water resources in the basin were investigated. In the study area, metamorphic series of Paleozoic Kırşehir massif, Cenozoic cover units and Quaternary alluvial units are exposed. The field campaign was carried out in the drainage area in September 2019 and in-situ measurements and water sampling were carried out. According to the in-situ measurements; temperatures of the waters vary between 14.5°C-21.2°C and pH ranges between 7.15-8.65. Character of these waters are neutral to basic. Specific electrical conductivity values of the waters in the study area are between 370-30500 µS/cm. Water resources in the basin belong to Ca-HCO₃, Na-HCO₃ and Na-SO₄ facies. Discharge rate of the springs are measured between 0.03 and 2.5

l/s. In the study area, suitability of the water resources for irrigation is evaluated using Wilcox and US Salinity Laboratory classification. It is determined that majority of the sampled waters are suitable for irrigation.

Keywords: Hydrochemistry, Hydrogeology, Kirsehir, Seyfe Lake, Wetland

1. Giriş

Sulak alanlar doğal süreçler sonucu oluşmuş, zengin hayvan ve bitki çeşitleri ile önemli rezervuarlar olup, doğal hidrolojik süreçlerin, iklimsel değişimlerin, su seviye değişimlerinin ve yapay müdahalelerin etkilerinin dinamik bir şekilde görüldüğü hassas ekosistemlerdir [1]. Geçmişte sulak alanlar bir çok problemin kaynağı olarak görülen, önemsiz bataklık alanlar olarak değerlendirilmiştir. Bu nedenle bir çok sulak alan, sıtma ile mücadele, tarım alanı ve arazi kazanımı, ıslah projeleri, taşkın kontrolü vb. gibi çeşitli nedenlerle tahrip edilmiştir [2]. 1960'lı yıllardan sonra yapılan bilimsel çalışmalarla önemli fonksiyonları olduğu anlaşılan bu alanlar, su kaynaklarına olan ihtiyacın giderek artması nedeniyle yıllar içinde önem kazanmıştır.

Günümüzde su kaynaklarına duyulan ihtiyaç nedeniyle, sulak alanlar önemli su rezervleri olarak görülmektedir. Bu alanların gerek miktar ve kalite açısından verimli kullanımı, gerekse etkin korunması ve sürdürülebilir yönetimi oldukça önemlidir. Bu nedenle sulak alanların etkin korunması ve sürdürülebilir yönetimine temel oluşturacak ayrıntılı hidrojeolojik bilgilere ihtiyaç duyulması, kapsamlı hidrojeolojik tekniklerin kullanılmasını gerekli kılmıştır. Hidrokimya uygulamaları bu teknikler içerisinde önemli bir yere sahiptir.

Çalışma alanı olan Seyfe Gölü sulak alanı; Kirsehir ili sınırları içerisinde ve Kızılırmak Havzası'nın alt havzalarından biri olan Seyfe kapalı havzasında yer almaktadır. Çalışma alanı geçmiş yıllarda çeşitli araştırmacılar tarafından incelenmiştir [3-8].

Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü [3] tarafından Seyfe havzasında yer alan Seyfe kaynağının geliştirilmesine yönelik araştırmalar yapılmıştır. Mart 1969 - Nisan 1970 ayları arasında yapılan gözlemler sonucu; Seyfe kaynağının hacmi 26×10^6 m³/yıl olarak hesaplanmış ve kaynaktan 18×10^6 m³/yıl boşalma gerçekleşerek 8×10^6 m³/yıl suyun rezervde kaldığı belirtilmiştir.

Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü [4] tarafından gerçekleştirilen çalışmada Seyfe ovasının genel hidrolojik ve hidrojeolojik özellikleri incelenmiş, Seyfe ovasındaki akiferlerin beslenme-boşalım ilişkileri ile yeraltısuyunun miktar ve kalitesi ortaya konulmaya çalışılmıştır. Seyfe ovasındaki yıllık beslenme miktarı 11×10^6 m³/yıl olarak hesaplanmış, bu miktarın %70'i emniyetli verim alınarak, emniyetli verimin 8×10^6 m³/yıl olduğu belirtilmiştir.

Bölükbaşı [5] tarafından yapılan çalışmada Seyfe Gölü su ve sediment kalitesi ağır metal içerikleri yönünden incelenmiş ve Seyfe Gölü'nde bir yıllık dönemsel örneklemeler sonucunda göl suyu ve sedimentte ağır metal içerikleri belirlenmeye çalışılmıştır. Buna göre göl alanının metal kirliliği tehlikesi ile karşı karşıya kaldığı tespit edilmiştir.

Çiftçi [6] tarafından Türkiye'nin sulak alanlarından biri olan Seyfe Gölü ve çevresinin doğal ortam özellikleri ve hidrojeolojik özellikleri incelenerek havzada açılan kuyuların, yeraltısuyunun davranışını nasıl etkilediği incelenmiştir.

Önalgil [7] tarafından Kızılırmak Formasyonu Pöhrenk Evaporit üyesine ait alt fasiyeslerden ve Seyfe Gölü çamur düzlüklerinden kayaç örnekleri seçilmiş ve bu kaya birimlerinde bulunan, farklı tipteki jips, anhidrit, kilaşı, çamurtaşı örnekleri üzerinde iz element çalışmaları yapılmıştır. Çalışma alanında bulunan evaporitik kayaçlar ile Seyfe Gölü havzasındaki yan kayaçlar arasındaki ilişki açıklanmıştır. Buna göre göl alanındaki suların kökenini, bu suların ne tür aktivitelerden etkilendiği belirlenmiştir. Ayrıca jeostatistiksel yöntemler kullanılarak, havzadaki evaporit oluşumlarının kökenleri ve oluşum şekilleri açıklanmıştır.

Kıymaz ve Karadavut [8] tarafından yapılan çalışmada Seyfe Göl alanından elde edilen veriler istatistiksel yöntemlerle değerlendirilmiştir. Örnekleme yapılan noktaların farklı fizikokimyasal özelliklere ve kirlilik seviyelerine sahip oldukları saptanmıştır.

Bu çalışma; 1487 km² lik Seyfe Gölü sulak alanı havzasındaki yerüstü ve yeraltı su kaynaklarının araştırılmasına yönelik jeolojik, hidrolojeolojik ve hidrokimyasal incelemeleri kapsamaktadır. Bu amaçla çalışma alanındaki yeraltı ve yüzey sularının kökenleri, birbirleriyle ilişkileri, hidrokimyasal özellikleri incelenmiştir. Ayrıca havza genelinde su kaynakları tarımsal sulamada kullanıldıkları için suların kalite ve kullanılabilirlikleri de değerlendirilmiştir.

2. Çalışma Alanı

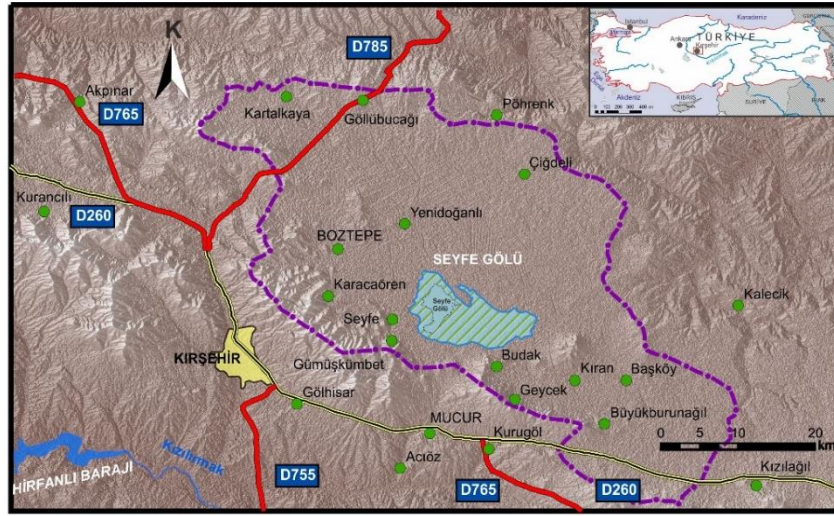
Seyfe Gölü, İç Anadolu'da Kızılırmak Havzası'nın alt havzalarından biri olan Seyfe Havzasında yer almaktadır. Seyfe Havzası 1487 km² lik yüzey drenaj alanına sahip kapalı bir havzadır. Seyfe Gölü denizden 1110 metre yüksekliktedir. Havzaya ismini veren Seyfe Gölü; Kırşehir ili sınırları içerisinde, Kırşehir'in doğusunda 39°11' - 39°14' Kuzey enlemleri ile 34° 22' - 34° 30' Doğu boylamları arasında yer almaktadır. Seyfe Gölü sulak alanı Kırşehir'e 35 km mesafede; Mucur ilçesinin ise 14 km kuzeyinde yer almaktadır ve ismini batısındaki Seyfe köyünden almaktadır. Çalışma alanı 1/100.000 ölçekli Kırşehir G-18, Yozgat G-19, Aksaray H-18 ve Kayseri H-19 paftalarını kapsamaktadır. Seyfe Gölü'nün uzanımı kuzeybatıdan güneydoğuya doğrudur.

Kuş göç anayolları üzerinde bulunan Seyfe Gölü ve çevresindeki alan 1989 yılında "1. Derece Doğal Sit Alanı", 1990 yılında "Tabiatı Koruma Alanı" ilan edilmiştir. 13.07.1994 tarihinde göl alanı ve çevresi Ramsar (Özellikle Su Kuşları Yaşama Ortamı Olarak Uluslararası Öneme Sahip Sulak Alanların Korunması) sözleşmesine dahil edilmiştir [9]. Seyfe Gölü 10.700 hektarlık alanı kapsamaktadır. Göl alanı ve çevresi uluslararası öneme sahip, az bulunan veya endemik bitki ve hayvan türlerine ev sahipliği yapan Türkiye'nin A Sınıfı Sulak Alanları arasında yer almaktadır [10]. İnceleme alanı içerisindeki en önemli yerleşim merkezleri Kırşehir'e bağlı Mucur ve Boztepe ilçeleridir (Şekil 1). Çalışma alanına en yakın il olan Kırşehir'de 2019 nüfus sayımına göre 243.407 kişi yaşamaktadır. Yüzölçümü 6.544 km² olan Kırşehir ilinde nüfus yoğunluğu km²'ye 37 kişidir. Kırşehir ilinin ekonomisi tarıma dayanır.

3. Materyal ve Metot

3.1. Metodoloji

Seyfe Gölü sulak alanı havzasında jeolojik, hidrojeolojik, hidrokimyasal incelemeler yürütülmüştür.



Açıklamalar

- Yerleşim
- Karayolu
- Göl Alanı
- Sulak Alan
- Yüze Drenaj Alanı Sınırı
- Akarsu

Şekil 1. Çalışma alanının yerbulduru haritası

Bu kapsamda ofis, arazi ve laboratuvar ile öncelikli olarak bölgede daha önce yapılmış çalışmalarını gerçekleştirilmiştir. Ofis çalışmaları ile öncelikli olarak bölgede daha önce yapılmış çalışmaların derlenmesi ve

incelenmiştir. Önceki çalışmalardan elde edilen 1/100.000 ölçekli jeolojik ve topografik haritalar ArcGIS programı aracılığıyla coğrafi bilgi sistemleri ortamında sayısallaştırılmış ve saha çalışmaları öncesinde ve sonrasında yapılacak değerlendirmelere altlık oluşturacak şekilde hazırlanmıştır.

Yapılan değerlendirmelerde jeoloji haritaları, saha gözlemleriyle değerlendirilerek çalışma alanı için stratigrafik istif, jeolojik enine kesitler ve blok diyagram oluşturulmuştur. 1/25.000 ölçekli jeoloji haritalarından havzanın yüzey drenaj alanı belirlenmiştir. Hazırlanmış jeoloji haritaları temel alınarak jeolojik birimlerin hidrojeolojik özellikleri önceki çalışmalardan ve saha gözlemleriyle belirlenmiştir. Buna göre jeolojik birimler geçirimli, geçirimsiz ve yarıgeçirimli birimler olarak belirlenmiş, sahanın 1/100.000 ölçekli hidrojeoloji haritası ve hidrojeolojik kesitleri oluşturulmuştur.

Çalışma alanında amaca yönelik olarak su örnekleme noktaları (çeşmeler, kaynaklar, kuyular, drenaj kanalları) belirlenip, bu lokasyonların fizikokimyasal özelliklerini belirlemeye yönelik yerinde örnekleme ve ölçüm (pH, özgül elektriksel iletkenlik, sıcaklık vb.) çalışmaları 2019 yılı Eylül ayında gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda yüzey drenaj alanında yer alan su noktalarından kimyasal analizler için örneklemeler gerçekleştirilmiştir. Kimyasal analiz sonuçlarına göre jeolojik birimlerin litolojik özellikleri ile alanın hidrojeolojisi arasındaki ilişkinin açıklanması ve karakterizasyonu için hidrokimyasal çalışmalarda kullanılan jeokimyasal programlar ve diyagramlar kullanılmıştır.

Yüzey ve yeraltısularının iyon özelliklerinin tanımlanmasında Piper [11] ve Schoeller [12] diyagramlarından yararlanılmıştır. Suların tarımsal sulamada kullanılabilirliğinin değerlendirilmesi için Wilcox [13] ve ABD Tuzluluk Laboratuvarı diyagramları kullanılmıştır. Çalışma alanındaki su noktalarından alınan su örneklerinin fiziksel parametreleri ADWA-AD12 ve ADWA-AD32 ölçüm cihazları ile yerinde ölçülmüş, laboratuvarında ise kimyasal analizler gerçekleştirilmiştir. Arazi çalışmaları sırasında su örnekleri, polietilen şişelere alınmış, majör iyon analizleri için ilgili laboratuvara gönderilmek üzere saklanmıştır. Araziden alınan su örneklerinin major iyon analizleri Maden Tetkik Arama ve Genel Müdürlüğü Maden

Analizleri ve Teknoloji Dairesi-Analitik Kimya-Su Analizleri Laboratuvarı'nda iyon kromatografi yöntemi ile gerçekleştirilmiştir. Alkalinite analizi ise titrimetrik yöntemle gerçekleştirilmiştir.

4. Bulgular

4.1. Çalışma alanının jeolojisi

Çalışma alanının 1/100.000 ölçekli jeoloji haritası literatür ve arazi gözlemleri (Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Jeoloji Etüdlere Dairesi ve Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü tarafından hazırlanan jeoloji haritaları) sonucunda hazırlanmıştır [14]. Hazırlanan jeoloji haritası için literatürde kullanılan isimlendirmeler gözönünde bulundurularak benzer kayaç grupları ve yaş türleri eşleştirilmiştir.

Çalışma alanında Kırşehir Masifi'nin metamorfik serileri ile örtü birimlerine ait kayaçlar yüzeylenmektedir. Havzada temeli oluşturan Kırşehir Masifi metamorfik serileri; Paleozoyik yaşlı Kalkanlıdağ, Kervansaraydağ ve Bozçaldağ formasyonları ile temsil edilmektedir. Genellikle kuvarsit, gnays, az miktarda şistler ve amfibolitten oluşan Kalkanlıdağ formasyonu çalışma alanının temelinin oluşturmaktadır [14].

Kırşehir masifinin alt seviyelerini oluşturan birim; Hamurlubeşler, Tosunburnu, Taşlitepe, Çimeli ve Göllü köylerinin kuzeyinde yüzeylenmektedir. Mermer mercer ve bantları ile muskovit-biyotit şist, kalkşist, kuvarsit şist, kalksilikatik şist, ambifol şist, piroksen şist ve az miktarda gnays içeren Kervansaraydağ formasyonu; düşey yönde Kalkanlıdağ formasyonu ile geçişlidir [15].

Yapraklanma ve kıvrımlanmanın iyi geliştiği birim üste doğru Bozçaldağ formasyonu ile yanal-düşey yönde geçişlidir [15]. Genellikle beyaz renkli, açık gri, iri kristalli, şeker dokusuna sahip, kırık ve çatlaklı, yer yer silisleşmiş ve orta-kalın katmanlı mermerler Bozçaldağ formasyonu olarak adlandırılmıştır [15]. Mermer seviyeler alanının batısında, güneybatısında ve kuzeyinde, Çimeli, Taşlitepe, Kervansaraydağ, Uzunpınar ve Göllü köylerinde yüzlekler vermektedir. Bozçaldağ formasyonu, Kervansaraydağ formasyonu ile yanal-düşey yönde geçişlidir. Bu birimlerin üzerine uyumsuzlukla Tersiyer yaşlı örtü birimler gelmektedir.

Alt-Orta Eosen yaşlı Baraklı formasyonu kahve, kırmızı ve gri renkli, kalın katmanlı, bazı

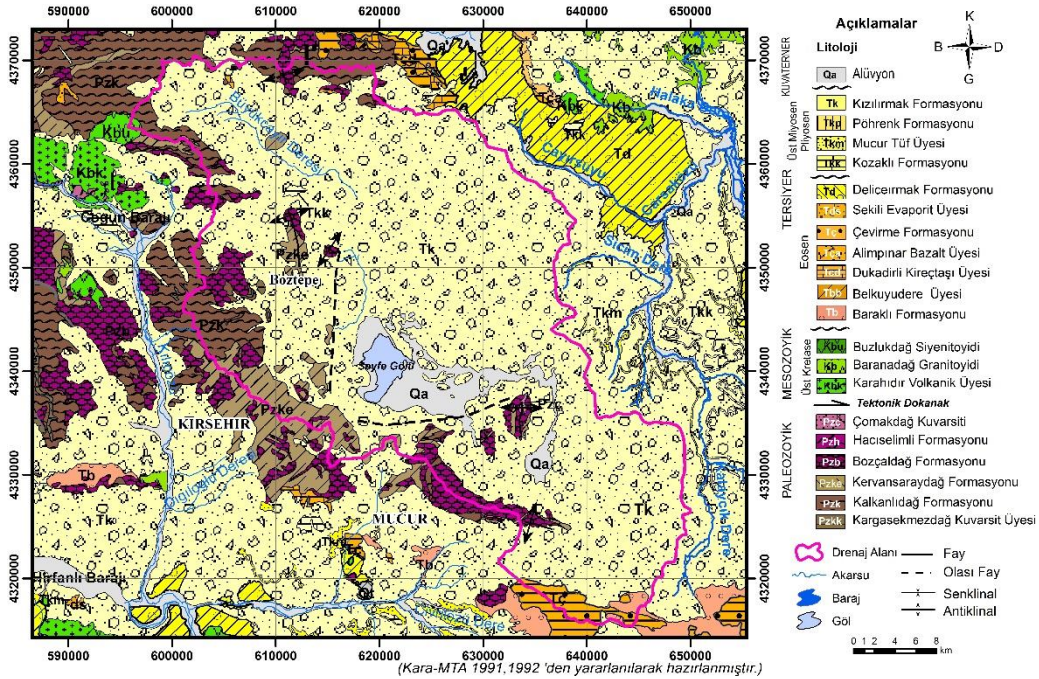
yerlerde çapraz katmanlı, metamorfik-magmatik tanelere sahip, pekişmemiş veya tutturulmuş kumtaşı çakıltaşı ve çamurtaşları içermektedir. Baraklı formasyonu, Çevirme formasyonu ile uyumlu ve geçişlidir.

Masif kireçtaşı, aratabakalı kumtaşı, silttaşı ve çamurtaşı tabakalarından oluşan Çevirme formasyonu Alt-Orta Eosen yaşlıdır [14]. Bu birim çalışma alanının büyük kısmında yüzeyleyen Üst Miyosen-Pliyosen yaşlı; kahve-kırmızı renkli bloklu, kumlu, çakıllı, katmansız, pekişmemiş karasal çamurtaşlarından oluşan Kızılırmak formasyonu tarafından aşıl uyumsuzlukla üzerlenmektedir [14]. En üstte ise kum, çakıl ve killerden oluşan en fazla Seyfe Gölü çevresinde ve havzanın orta kesimlerinde yüzlek veren Kuvaterner yaşlı alüvyon birimler görülmektedir ve tüm birimleri uyumsuzlukla örtmektedir (Şekil 2).

Çalışma alanında yer alan birimlerin, hidrojeolojik özellikleri ile jeolojik haritalar ve literatürdeki çalışmalar birlikte değerlendirilerek, alanın hidrojeoloji haritası hazırlanmıştır. Alanda yüzlek veren litolojik birimler; suyu taşıma ve iletme özelliklerine göre geçirimli, geçirimsiz ve yarıgeçirimli birimler olarak ayırtlanmış ve haritalanmıştır.

Buna göre çalışma alanındaki Paleozoyik yaşlı Kırşehir masifi metamorfik serilerine ait şist, kuvarsit, gnays ve amfibol gibi birimler ile alanın kuzeydoğusunda çok sınırlı bir alanda yüzlek veren bazalt ve diyabaz gibi Üst Kretase yaşlı volkanik kayalar yeraltısuyu taşımaması ve iletmemesi nedeniyle hidrojeolojik açıdan geçirimsiz (akifüj) özelliktedir. Kırşehir Masifi serileri içerisinde yer alan Paleozoyik yaşlı mermer seviyeleri hidrojeolojik açıdan geçirimlidir.

4.2. Çalışma alanının hidrojeolojisi



Şekil 2. Seyfe Gölü (Mucur-Kırşehir) sulak alanı ve havzasının jeoloji haritası

Metamorfizma sonucu oluşan kristalen mermer seviyeleri alandaki yoğun tektonik hareketler etkisi ile kırıklı-çatlaklı bir yapı kazanmıştır. Dolayısıyla Paleozoyik yaşlı mermer seviyelerinin kırıklı çatlaklı, faylı zonları

yeraltısuyunu taşıması ve iletmesi nedeniyle hidrojeolojik açıdan akifer özelliği göstermektedir. Mermerler havzanın kuzeyinde, batısında, güney batısında irili ufaklı parçalar halinde Göllü, Boztepe, Eskidoğanlı, Yenidoğanlı,

Tablo 1. Çalışma alanında örnekleme yapılan su noktalarına ait bilgiler

Örnek No	Lokasyon	X (Boylam)	Y (Enlem)	Kot (m)	Türü	Örnekleme Tarihi
P1	Boztepe	605156	4340698	1370	Çesme	13.9.2019
P2	Çimeli	603666	4349747	1240	Çesme	13.9.2019
P3	Çimeli	605284	4351136	1220	Çesme	13.9.2019
P5	Hamurlu Besler	597851	4364038	1328	Çesme	13.9.2019
E1	Boztepe-Külhüyük arası	609035	4349498	1155	Çesme	14.9.2019
E2	Harmanaltı	609110	4361089	1144	Çesme	14.9.2019
E5	Yukarı Hamurlu	598819	4368745	1265	Çesme	14.9.2019
M1	Göllü	611807	4367723	1285	Çesme	14.9.2019
E8	Eskidoğanlı	615409	4344250	1120	Çesme	14.9.2019
M3	Yazıkınık	621810	4334070	1127	Çesme	14.9.2019
E10	Budak	625560	4333087	1200	Çesme	16.9.2019
S1	Büyükburunagıl	636184	4327195	1142	Çesme	16.9.2019
E11	İlice	641503	4319309	1187	Çesme	16.9.2019
E12	Avuç	643866	4317658	1228	Çesme	16.9.2019
E15	Seyfe	615029	4339571	1131	Kuyu	16.9.2019
E16	Gümüşkümbet	615133	4336386	1188	Çesme	16.9.2019
E18	Dalakçı	612891	4336936	1238	Çesme	16.9.2019
E19	Dalakçı-Karacaören arası	610775	4338976	1216	Çesme	16.9.2019
MT-1	Boztepe Malya	615820	4350596	1133	Kuyu	16.9.2019
MT-4	Boztepe Malya	615869	4350611	1116	Kuyu	16.9.2019
E24	Üçkuyu	621376	4362765	1176	Çesme	17.9.2019
DK	Karaarkaç Drenaj Kanalı	633231	4340043	1108	Drenaj Kanalı	17.9.2019

Çalışma alanındaki su kaynaklarının pH değerleri 7,15-8,65 arasında değişmektedir. pH, sudaki hidrojen iyonu derişiminin bir ölçüsü olup, sudaki asit ve bazlar arasındaki dengeyi gösterir [16]. Su kaynaklarının çoğunluğunun pH '17 den büyük olduğu (E24 hariç) için sular bazik karakter sergilemektedir. pH değeri 7'den biraz yüksek olan E24 su noktası nötr karakter göstermektedir. Su kaynaklarının yerinde örnekleme sırasında ölçülen sıcaklık değerleri ise 14.5°C ile 21.2°C arasında değişmektedir. Yüksek kotlara çıkıldıkça su kaynaklarında sıcaklık düşüşü gözlenmektedir. En düşük sıcaklık alanın kuzeyindeki E12 su noktasında 14.5°C, en yüksek sıcaklık ise havzanın güneydoğusunda yer alan S1 su noktasında 21.2°C olarak ölçülmüştür. Örnekleme çalışmaları sırasında su kaynaklarının debileri ölçülmüştür. Havzada örnekleme yapılan su noktalarının debileri 0,03 l/s ile 2.5 l/s arasında değişmektedir.

Çalışma alanındaki su kaynaklarının özgül elektriksel iletkenlik değerleri ölçülmüştür. Elektriksel iletkenlik, suyun elektrik akımını iletebilme özelliğinin sayısal ifadesidir [17]. Havzada örnekleme yapılan su kaynaklarının özgül elektriksel iletkenlik değerleri 370-30500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ arasında değişmektedir. Suların yüzeye çıkışlarına kadar dolaştıkları yol, dolaşım süresi, etkileşimde oldukları kayaların çözünürlükleri ve kaya türleri elektriksel iletkenliklerini değiştirmektedir [17]. En yüksek elektriksel iletkenlik değeri, sulak alanın doğusundaki Karaarkaç yerleşim yeri yakınında yer alan drenaj kanalında ölçülmüştür. 1960 yılında Devlet Su İşleri tarafından taşkınların önlenmesi amacıyla oluşturulan kanallara, 1980'li yılların başında açılan birçok drenaj kanalı bağlanmıştır [18]. Oluşturulan bu drenaj sistemi ile sulak alan havza dışına drene edilmektedir (Şekil 4). 2019 Eylül döneminde gerçekleşen arazi çalışmalarında; DK su noktasında özgül elektriksel iletkenlik değeri 30500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ olarak ölçülmüştür. Bu su noktası gölün kuzeyindeki ana drenaj kanalının doğuya doğru devam eden bölümüdür. Ayrıca havza genelinde yüzeyde suyun gözlenebildiği tek drenaj kanaludur.

Çalışma alanındaki su kaynaklarının sertlikleri ise 16.6 ile 98.4 Fr° arasında değişmektedir. Su kaynaklarının sertlik derecesini belirleyen içerdiği çok değerlikli (+2 ve üzeri) kation miktarıdır. 1 Fransız sertliği 1000 ml suda 10 mg CaCO_3 eşdeğerdir [18]. Su noktaları, Fransız

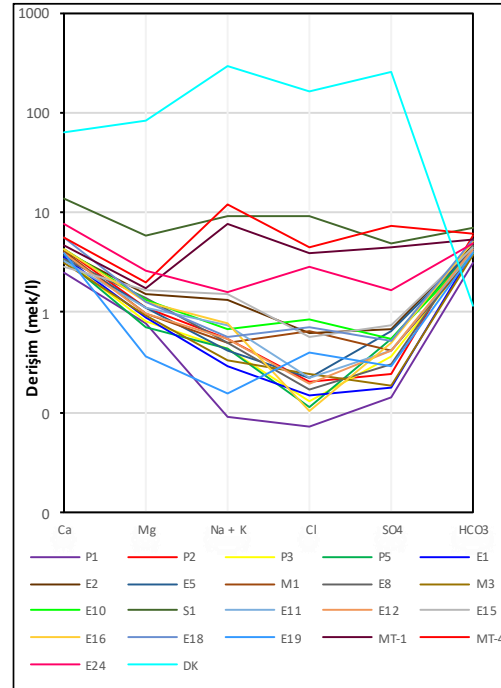
sertliklerine göre değerlendirildiğinde; P1, P3, P5, M3, E19 su noktaları az sert; P2, E1, E2, E5, E8, E10, E11, E12, E15, E16, M1 oldukça sert; E18, E24, MT-1, MT-4 sert; S1 su noktası ise çok sert sular sınıfına girmektedir (Tablo 2, 3).

Tablo 2. Fransız Sertliği Sınıflaması[19]

Su Sınıflaması	Fransız Sertliği (Fr°)
Çok Yumuşak	0.0-7.2
Yumuşak	7.2-14.5
Az Sert	14.5-21.5
Oldukça Sert	21-32.5
Sert	32.5- 54.0
Çok Sert	>54.0

Çalışma alanındaki su kaynaklarının iyon konsantrasyonlarının mek/l içeriğine göre hakim iyon sıralamaları ve bu sıralama temel alınarak belirlenmiş su tipleri Tablo 4'te gösterilmiştir.

Örnekleme yapılan su noktalarının birbirleriyle olan kökensel benzerliklerinin veya farklılıklarının belirlenmesi amacıyla yarı logaritmik Schoeller diyagramı oluşturulmuştur (Şekil 5).



Şekil 5. Çalışma alanındaki su noktalarının Schoeller Diyagramı (Eylül 2019)

Tablo 3. Çalışma alanında örnekleme yapılan su noktalarına ait fizikokimyasal ölçümler

Örnek No	EC ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	T ($^{\circ}\text{C}$)	pH	Debi (l/s)	Sertlik (Fr°)	%Na	SAR	TDS (ppm)
P1	410	15.7	8.02	0.18	16.63	2.67	0.07	205
P2	710	17.6	7.32	0.04	27.61	7.53	0.27	355
P3	370	15.8	7.84	0.25	20.97	8.37	0.27	185
P5	550	15.9	7.39	0.17	20.73	8.91	0.28	275
E1	460	19.4	7.86	*	22.52	5.99	0.19	230
E2	910	18.2	7.51	0.62	28.27	18.68	0.78	455
E5	720	16.4	7.73	2.5	24.57	7.88	0.27	360
M1	640	14.5	7.79	0.3	25.31	7.81	0.27	320
E8	640	20.3	7.74	0.1	24.36	7.52	0.26	320
M3	550	16.3	7.78	0.23	20.35	7.69	0.24	275
E10	780	17.6	7.77	0.025	28.31	9.66	0.36	390
S1	3400	21.2	7.2	0.6	98.45	21.48	1.98	1700
E11	660	16.3	7.93	0.43	21.79	14.58	0.5	330
E12	690	14.5	7.73	1	24.16	10.19	0.35	345
E15	740	16.2	8.25	*	22.78	24.21	0.98	370
E16	750	18	7.78	0.03	27.77	4.4	0.17	375
E18	870	17.6	7.48	0.13	34.03	6.49	0.26	435
E19	510	18.4	7.74	0.06	21.02	3.49	0.11	255
MT-1	1730	15.9	7.62	*	32.63	53.87	4.29	865
MT-4	2340	15.8	7.52	*	37.65	60.60	6.10	1170
E24	1460	16.3	7.15	0.3	52.01	12.52	0.66	730
DK	30500	19.7	8.65	*	739.06	66.24	34.2	15250

Tablo 4. Çalışma alanında örnekleme yapılan su noktalarına ait kimyasal analiz sonuçları

Örnek No	K ⁺ (ppm)	Na ⁺ (ppm)	Ca ⁺² (ppm)	Mg ⁺² (ppm)	Cl ⁻ (ppm)	SO ₄ ⁻² (ppm)	HCO ₃ ⁻ (ppm)	CO ₃ ⁻² (ppm)	Katyon Tipi	Anyon Tipi	Su Tipi
P1	<1	2.1	51	9.5	2.51	6.77	193	<10	Ca>Mg>Na+K	HCO ₃ >SO ₄ >Cl	Ca-HCO ₃
P2	3.41	10.5	87.9	13.8	7.18	11.6	364	<10	Ca>Mg>Na+K	HCO ₃ >SO ₄ >Cl	Ca-HCO ₃
P3	1.6	8.9	67.9	9.8	4.6	17.3	244	<10	Ca>Mg>Na+K	HCO ₃ >SO ₄ >Cl	Ca-HCO ₃
P5	1.3	9.4	68.9	8.6	3.93	26.3	259	<10	Ca>Mg>Na+K	HCO ₃ >SO ₄ >Cl	Ca-HCO ₃
E1	<1	6.6	72.6	10.7	5.21	8.67	249	<10	Ca>Mg>Na+K	HCO ₃ >SO ₄ >Cl	Ca-HCO ₃
E2	1	30	82.3	18.8	22	32.6	287	<10	Ca>Mg>Na+K	HCO ₃ >SO ₄ >Cl	Ca-HCO ₃
E5	<1	9.66	75.7	13.8	8	31.1	264	<10	Ca>Mg>Na+K	HCO ₃ >SO ₄ >Cl	Ca-HCO ₃
M1	2.8	10	81.5	12.1	22.7	20.1	229	<10	Ca>Mg>Na+K	HCO ₃ >Cl>SO ₄	Ca-HCO ₃
E8	4	9.3	69.1	17.3	6.01	14.3	283	<10	Ca>Mg>Na+K	HCO ₃ >SO ₄ >Cl	Ca-HCO ₃
M3	<1	7.8	62.6	11.5	8.74	8.74	224	<10	Ca>Mg>Na+K	HCO ₃ >Cl>SO ₄	Ca-HCO ₃
E10	2.8	14.1	86.4	16.4	29.7	25.8	241	<10	Ca>Mg>Na+K	HCO ₃ >Cl>SO ₄	Ca-HCO ₃
S1	119	143	275	72.5	322	239	436	<10	Ca>Na+K>Mg	HCO ₃ >Cl>SO ₄	Ca-HCO ₃
E11	<1	17.1	64.9	13.6	7.79	19.7	247	<10	Ca>Mg>Na+K	HCO ₃ >SO ₄ >Cl	Ca-HCO ₃
E12	<1	12.6	77.2	11.9	6.8	20.3	263	<10	Ca>Mg>Na+K	HCO ₃ >SO ₄ >Cl	Ca-HCO ₃
E15	2.3	33.9	58	20.2	20	35.2	280	<10	Ca>Mg>Na+K	HCO ₃ >SO ₄ >Cl	Ca-HCO ₃
E16	19.6	6.4	85.4	15.7	3.71	23.6	318	<10	Ca>Mg>Na+K	HCO ₃ >SO ₄ >Cl	Ca-HCO ₃
E18	3.5	11	111	15.4	25.3	25.5	332	<10	Ca>Mg>Na+K	HCO ₃ >Cl>SO ₄	Ca-HCO ₃
E19	<1	3.5	77	4.4	14	14	239	<10	Ca>Mg>Na+K	HCO ₃ >Cl>SO ₄	Ca-HCO ₃
MT-1	4.1	178	95	21.7	139	211	328	<10	Na+K>Ca>Mg	HCO ₃ >SO ₄ >Cl	NaHCO ₃
MT-4	6.3	272	111	24.2	161	355	367	<10	Na+K>Ca>Mg	HCO ₃ >SO ₄ >Cl	NaHCO ₃
E24	3.4	34.5	156	31.8	103	81.7	303	<10	Ca>Mg>Na+K	HCO ₃ >Cl>SO ₄	Ca-HCO ₃
DK	80	6760	1280	1020	5720	12320	71.1	<10	Na+K>Mg>Ca	SO ₄ >Cl>HCO ₃	Na-SO ₄

Schoeller diyagramına göre su noktalarının birbirlerine paralellik göstermesi aynı akiferi temsil eden, beslenme alanları aynı olan su kaynaklarını göstermektedir. Yüksek iyon derişimi nispeten daha derin dolaşımı göstermektedir.

Havzadaki su kaynaklarının çoğunluğunun Ca-HCO₃+CO₃ tipli sular olması; su kaynaklarının akifer kayacının kireçtaşı, dolomit, mermer gibi karbonat içeren kayalar olduğu ve bu kayalar ile etkileşimde olduğunu göstermektedir (Şekil 5).

Schoeller [12] suları sülfatlı, klorürlü ve karbonat+bikarbonat derişimlerine (mek/l) göre sınıflandırmıştır. Bu sınıflamaya göre Seyfe Gölü sulak alan ve havzasında örnekleme yapılan su noktalarının sülfat içerikleri incelendiğinde "olağan sülfatlı sular", karbonat+bikarbonat derişimlerine göre ise "olağan karbonatlı sular" sınıflarında yer aldıkları görülmektedir. Su noktaları klorür içeriklerine göre incelendiğinde ise; DK örnekleme noktası hariç "olağan klorürlü sular" sınıfında olduğu belirlenmiştir (Tablo 5).

Piper [11] diyagramı su noktalarının major iyon derişimlerine göre (mek/l) suların hidrokimyasal fasiyeslerinin belirlenmesinde kullanılmaktadır. Çalışma alanındaki su kaynaklarının çoğunluğunun; zayıf asit köklerin toplamının (HCO₃+CO₃), güçlü asit köklerin toplamından büyük olduğu, karbonat sertliğinin ise %50'den fazla olan bölgeye düştüğü görülmektedir. Ayrıca su kaynaklarının; toprak alkali elementlerinin (Mg+Ca) toplamının, alkali elementlerin (K+Na) toplamından büyük olan bölgede kümelenildiği görülmektedir [11]. Dolayısıyla Piper diyagramına göre örnekleme yapılan su noktaları Ca-HCO₃, Na-HCO₃ ve Na-SO₄ sular fasiyesindedir (Şekil 6).

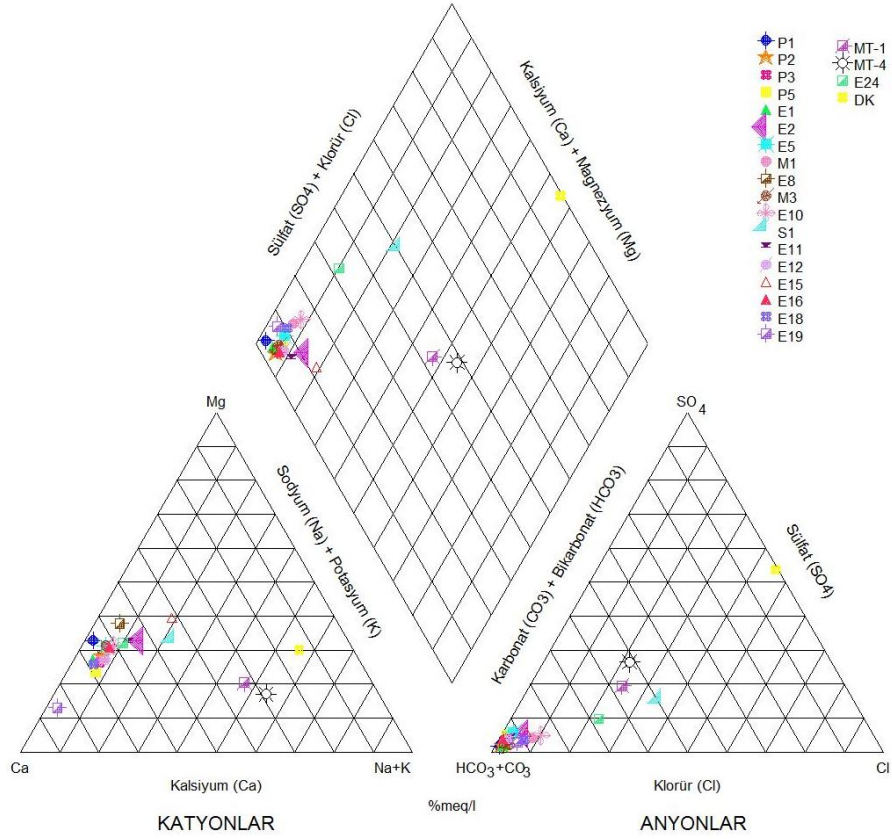
Diğer su kaynaklarının ise Na-HCO₃ ve Na-SO₄ tipli sular olduğu belirlenmiştir. Su örneklerinden DK, MT-1, MT-4 su noktaları diğer örneklerden farklı fasiyesler sunmaktadır. Boztepe Malya bölgesinde yer alan MT-1 ve MT-4 kuyuları Na-HCO₃ tipli sular olup; karışık bileşimli sular grubuna düşmektedir.

MT-1 ve MT-4 kuyularında Na⁺ iyonu hakim katyondur. Yeraltı sularında sodyumun kaynağı kil mineralleri, feldispatoidler, evaporitler ve magmatik kayalardır. Örnekleme noktası incelendiğinde MT-1, MT-4 kuyularının Kızılırmak Formasyonu'nun yüzeylediği alanda yer aldıkları görülmektedir. Bu sebeple; Na⁺

iyonun kaynağının Kızılırmak Formasyonu içerisindeki kil, kum, çakıl seviyelerinde yer alan kil mineralleri ve plajiyoklazlar olduğu görülmektedir.

Karaarkaç yerleşim yeri yakınında yer alan drenaj kanalından örnekleme temsil eden DK su noktası; Kızılırmak Formasyonu'nun yüzeylediği alanda yer almakta ve Na-SO₄ su tipindedir. Kanalın yer aldığı Seyfe Havzası buharlaşma tavaasına benzer yapıda kapalı bir havzadır. Havzaya tatlı su girişi sınırlıdır. Göl alanı ve çevresinde taşkın düzlükleri ve geçici göllenme alanları mevcuttur. Sürekli buharlaşma etkisi altında olan bu alanlarda yüzeyde tuzlu katmanlar gözlenmektedir. Dolayısıyla göl alanı ve çevresinde tuz konsantrasyonu oldukça yüksektir. Çalışma alanında Kızılırmak Formasyonu birimleri içerisinde açılmış olan drenaj kanalı, killi kireçtaşı, marn, jips ve anhidrit seviyeleri içerisinde yer almaktadır. Killi marnlı seviyelerin içerisinde de jips kristalleri bulunmaktadır. Kanal havza boyunca aynı formasyon birimin içerisinde devam etmektedir.

Literatürdeki çalışmalar incelendiğinde; kanaldaki sülfat iyonu derişiminin beton yapıları etkileyecek düzeyde olduğu belirtilmiştir [20]. Bununla birlikte göl alanı ve yakın çevresinde açılmış olan sondaj kuyularında özgül elektriksel iletkenlik değerleri 350 µS/cm ile 3900 µS/cm arasında ölçülmüştür [20]. Göl alanının farklı bölümlerinde ölçülmüş özgül elektriksel iletkenlik değerlerinin ise 36.000 µS/cm ile 74.000 µS/cm arasında değiştiği belirtilmektedir [20]. DK su noktasında ölçülen özgül elektriksel iletkenlik değeri ise 30500 µS/cm'dir. Bu durum, kanala yönelen suyun yeraltı suyundan çok, evaporit birimlerin ve jips içerikli killi seviyelerin üzerinde dolaşımında olan sular ile ilişkili olduğunu düşündürmektedir. Yine su noktasının yakınında açılmış kuyu verileri incelendiğinde; formasyonun 10-15 m derinliğine kadar olan kısmında, evaporit düzeylerin üzerinde suyun dolaşabildiği killi, çakıllı, marnlı seviyelerin olduğunu desteklemektedir [20]. Bu durum yüzeye yakın seviyelerde yüzey akışı veya yüzeyaltı akış ile bağlantılı ayrı bir dolaşım olduğunu da düşündürmektedir. Dolayısıyla DK su noktasında buharlaşmanın etkin olması, göl alanı ile kanalın bağlantılı olması, artan tuzluluk etkisi gibi faktörler nedeniyle Na⁺, SO₄²⁻ iyonlarınca zenginleşme görülmektedir.



Şekil 6. Çalışma alanındaki su noktalarının Piper Diyagramı üzerindeki konumları (Eylül 2019)

Tablo 5. Scholler [12]'e göre sülfat, karbonat+bikarbonat ve klorür sınıflaması.

Su Tipi	Sülfat Derişimi (mek/l)	Su Tipi	Karbonat Bikarbonat Derişimi (mek/l)	Su Tipi	Klorür Derişimi (mek/l)
Sülfatlı Sular		Karbonatlı Bikarbonatlı Sular		Klorürlü Sular	
Hiposülfatlı Sular	>58	Hiperkarbonatlı Sular	>7	Hiperklorürlü Sular	>700
Sülfatlı Sular	24-58	Olağankarbonatlı Sular	2-7	Klorotalastik Sular	420-700
Oligosülfatlı Sular	6-24	Hipokarbonatlı Sular	>2	Klorürce Zengin Sular	140-420
Olağan Sülfatlı Sular	<6			Orta Klorürlü Sular	40-140
				Olağan Klorürlü Sular	<15

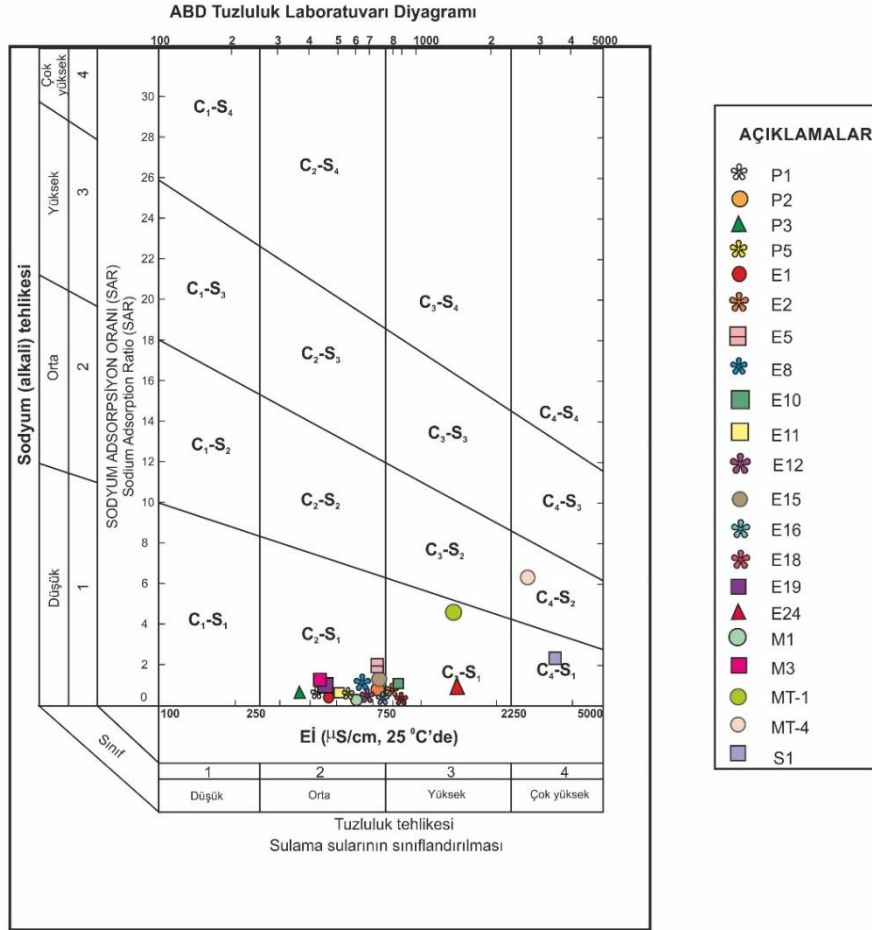
Çalışma alanında örneklenen su noktalarının Wilcox ve ABD Tuzluluk Laboratuvarı diyagramları ile tarımsal sulamaya uygunluğu yönünden kullanımı değerlendirilmiştir.

ABD Tuzluluk Laboratuvarı diyagramı üzerinde tuzluluk tehlikesi ve sodyum tehlikesinin belirlenmesi amacıyla Sodyum Adsorpsiyon Oranı (SAR) ve Özgül Elektriksel İletkenlik (ÖEi) değerleri işaretlenmiştir. SAR; iyon takası reaksiyonlarında, sodyum iyonunun aktifliğinin bir ifadesidir [21]. Suların sınıflamasında sodiklik tehlikesi yönünden kullanılan genel bir ölçüdür. Çalışma alanındaki örnekleme yapılan su noktalarının SAR değerleri 0.07 ile 6.10 arasında değişmektedir.

Havzada örnekleme yapılan su noktalarının çoğunluğu C₂S₁ (Orta derece tuzlulukta ve az sodyumlu sular) sınıfına düşmektedir. Diğer su

noktaları ise C₃S₁, C₄S₁, C₄S₂ sular sınıfında yer almaktadır. E24 ve MT-1 su noktaları yüksek tuzlu sular hattında kalmakta ve tuza dayanıklı bitkiler dışında sulamada kullanılmalarının uygun olmadığı görülmektedir. MT-4 ve S1 su noktaları ise çok yüksek tuzlu sular kısmında yer almaktadır ve sulamada kullanılması uygun olmayan sulardır (Şekil 7).

ABD Tuzluluk Laboratuvarı diyagramına göre; suların özgül elektriksel iletkenlik sınır değeri 5000 µS/cm; SAR sınır değeri ise 32 dir. Bu nedenle 5000 µS/cm'den yüksek özgül elektriksel iletkenlik değerine sahip olan DK su noktası (30500 µS/cm) diyagram üzerinde gösterilmemiştir. Ayrıca oldukça yüksek SAR değeri (34.20) ve çok yüksek tuzluluk göstermesi nedeniyle sulamada kullanılması uygun değildir.



Şekil 7. Örneklenen su kaynaklarının ABD Tuzluluk Laboratuvarındaki konumları (Eylül 2019)

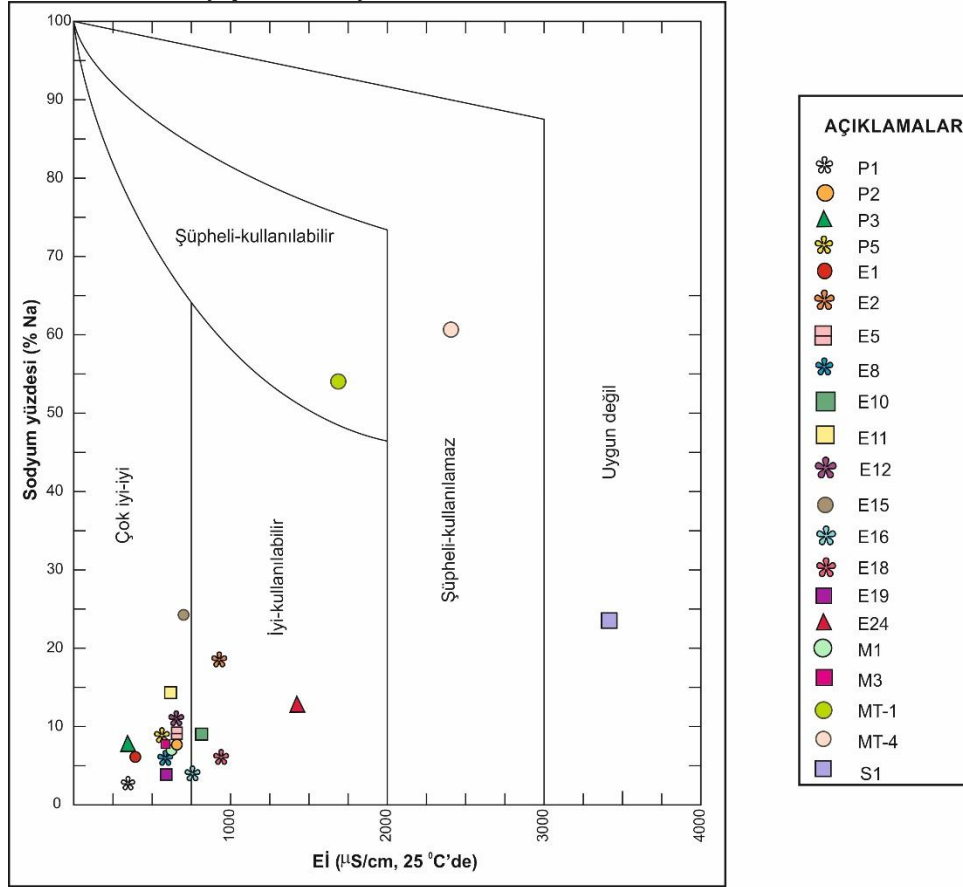
Wilcox diyagramı Şüpheli Kullanılamaz, Uygun Değil, Şüpheli Kullanılabilir, Çok İyi-İyi ve İyi Kullanılabilir gibi bölgeleri kapsamaktadır. Bu bölgelere düşen suların özgül elektriksel iletkenlik (ÖEİ) ve sodyum yüzdesi (%Na) değerlerine göre su kaynaklarının tarımsal sulamada kullanılabilirliği incelenmektedir.

Suyun toplam major katyonlar içerisindeki sodyum yüzde (% Na) değerini; sodyum yüzdesi gösterir. Sodyum yüzde değeri hesaplanırken major katyon derişimleri mek/l cinsindedir. Çalışma alanındaki örnekleme yapılan su noktalarının %Na değerleri 2.67 ile 60.60 arasında değişmektedir.

Su kaynakları sodyum yüzdesi ve özgül elektriksel iletkenlik değerlerine göre diyagram üzerine yerleştirilmiştir. Buna göre çalışma alanında örnekleme yapılan su kaynaklarının

büyük bir kısmı Çok iyi-iyi, iyi kullanılabilir sular hattında kümelenmektedirler. MT-1 kuyusu Şüpheli Kullanılabilir, MT-4 kuyusu Şüpheli kullanılamaz, alanın güneydoğusunda yer alan S1 su noktasının ise sulamaya uygun olmadıkları görülmektedir (Şekil 8).

Wilcox diyagramına göre; suların özgül elektriksel iletkenlik sınır değeri 4000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 'dir. Çalışma alanındaki DK su noktası, diğer su noktalarına göre oldukça yüksek özgül elektriksel iletkenlik değeri (30500 $\mu\text{S}/\text{cm}$) ve yüksek sodyum yüzdesine (%66.24) sahiptir. Bu nedenle DK su noktasının sulamada kullanımı uygun olmayıp, Eylül-2019 dönemi için yapılan değerlendirmelerde Wilcox diyagramı üzerinde gösterilmemiştir.



Şekil 8. Örneklenen su kaynaklarının Wilcox Diyagramı üzerindeki konumları (Eylül 2019)

5. Tartışma ve Sonuçlar

Çalışma alanı Kırşehir ili sınırları içerisinde yer alan Seyfe Gölü sulak alanı ve havzasını kapsamaktadır. Seyfe Gölü sulak alanı; Seyfe kapalı havzasının güneyinde yer almaktadır. Sulak alan ve çevresi I. Derece Doğal Sit Alanı, Tabiatı Koruma Alanı ve Ramsar Alanı statülerine sahiptir.

Bu çalışmada Seyfe Gölü sulak alan ve havzasında 2019 yılı Eylül ayında örnekleme gerçekleştirilmiştir. Havzada yer alan su kaynakları hidrokimyasal, sulamada kullanım ve kalite yönünden incelenmiştir. Bu kapsamda Seyfe Gölü sulak alanı havzasının jeolojik ve hidrojeolojik özellikleri araştırılmıştır. 1487 km²'lik yüzey drenaj alanına sahip Seyfe Gölü sulak alan havzasında Paleozoyik yaşlı Kırşehir masifinin metamorfik serileri, Eosen yaşlı Çevirme, Baraklı formasyonları ve Üst Miyosen-Pliyosen yaşlı Kızılırmak formasyonunu temsil eden birimler yüzeylenmektedir. Bu serileri Kuvaterner yaşlı alüvyon birimler üzerlenmektedir.

Çalışma alanında yüzey drenaj alanı içerisinde Paleozoyik yaşlı Kırşehir masifinin Bozçaldağ formasyonunu temsil eden mermer ve kristalize kireçtaşı seviyelerinin kırıklı çatlaklı, faylı zonları yeraltısuyunu taşıması ve iletmesi nedeniyle hidrojeolojik açıdan akifer özelliği göstermektedir. Eosen ve Üst Miyosen-Pliyosen yaşlı birimlerin kireçtaşı seviyeleri yerel akifer oluşturabilme özelliğine sahiptir. Seyfe Gölü ve çevresinde yer alan alüvyon birimlerin kalınlığının görece fazla olduğu ve geçirimsizliği yüksek olan kesimleri akifer özelliğindedir.

Su noktalarının hidrokimyasal fasiyeslerini belirlemek için su noktalarına ait fizikokimyasal ölçümler ve kimyasal analiz sonuçları Schoeller

ve Piper diyagramları ile değerlendirilmiştir. Su noktalarının Ca-HCO₃, Na-HCO₃ ve Na-SO₄ sular fasiyesinde oldukları belirlenmiştir. Su kaynaklarının fasiyesleri incelendiğinde havzada yüzeyleyen jeolojik birimler ile uyumlu su tipleri olduğu görülmektedir. Çalışma alanındaki su kaynaklarının sertlikleri 16.63-98.45 Fr° arasında, pH değerleri 7.15-8.65, özgül elektriksel iletkenlik değerleri 370-30500 µS/cm, debileri ise 0.03 ile 2.5 l/s arasında değişmektedir.

Çalışma alanının batısında örneklenen su noktaları; doğusundaki su noktalarına göre daha düşük özgül elektriksel iletkenlik değerlerine sahiptir. Ayrıca yüksek kotlardaki su noktalarının özgül elektriksel iletkenlik değerlerinin düşük olması kaya-su etkileşiminin bu su noktalarında oldukça kısa süreli olduğunu göstermektedir.

Su noktalarının sodyum absorpsiyon oranı (SAR) değerleri 0,07 ile 6,10 arasında değişirken, sodyum yüzde değerleri (%Na) 2.67 ile 60.60 değerleri arasında değişmektedir. DK su noktasının SAR ve özgül elektriksel iletkenlik değerleri; diğer su noktalarına göre oldukça yüksek değerler gösterirken; sulama için uygun olmadığı belirlenmiştir.

Wilcox diyagramına göre çalışma alanında örnekleme yapılan su kaynaklarının büyük bir kısmı Çok İyi-İyi, İyi Kullanılabilir Sular sınıfına düşmektedir. ABD Tuzluluk Laboratuvarı Diyagramına göre su kaynaklarının geneli C₂S₁ (Orta derece tuzlulukta ve az sodyumlu sular) sınıfında kümelenmektedir. Wilcox ve ABD Tuzluluk Diyagramlarına göre MT-1, MT-4 ve S1 su kaynaklarının ise sulamada kullanılması uygun değildir.

Teşekkür

Çalışma yazarın doktora tez çalışmasının bir bölümünü oluşturmaktadır. Yazar su kimyası analizleri için Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Su Analizleri Laboratuvarı personeline, makale yazımı sırasında yön gösterici görüşleri için Dr. Öğr. Üyesi Türker Kurttaş'a, arazi çalışmalarındaki yardımlarından dolayı Deniz Özbek'e ve makalenin son halini almasında katkı koyan editör ve hakemlere teşekkür eder.

Kaynakça

- [1] Tiner, R.W. 2016. Wetland Indicators: A Guide To Wetland Identification, Deliniation, Classification, and Mapping. 2nd edition. CRC Press, Florida, 630s.

- [2] WWF, 2008. Türkiye'deki Ramsar Alanları Değerlendirme Raporu. Doğal Hayatı Koruma Vakfı, Türkiye, 129 s.
- [3] Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, DSİ, 1969. Seyfe Ovası Kristalize Kalker Sahasının Karst Etüdü ve Seyfe Kaynağının Geliştirilmesi Raporu. Ankara, Türkiye.
- [4] Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, DSİ, 1979. Kırşehir Seyfe Ovası Hidrojeolojik Etüt Raporu. Ankara, Türkiye.
- [5] Başaran, V. 2011. Seyfe Gölü su kalitesi ve dip çamuru ağır metal özelliklerinin belirlenmesi. Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 151s, Ankara.
- [6] Çiftçi, E. 2013. Seyfe Gölü Havzası'nda (Kırşehir) Doğal Ortam-Yeraltısuyu İlişkisi. Fırat Üniversitesi,

- Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 138 s, Elazığ.
- [7] Önalgil, N. 2013. Seyfe Gölü (Kırşehir) Güncel Çökellerinin Sedimantolojisi, Mineralojisi, Jeokimyası ve Oluşumu. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 95 s, Eskişehir.
- [8] Kıymaz, S., Karadavut, U., 2014. Türkiye'de Seyfe Gölü Yüzey Su Kalitesinin Değerlendirilmesinde Çok Değişkenli İstatistiksel Analizlerin Uygulanması: Journal of Agricultural Sciences. Cilt 20, s. 152-163.
- [9] Erdoğan, S. 2007. Ramsar Sözleşmesi ve Uluslararası Süreç. s99-107. Özbek, H. 2007. Sulak Alan Yönetim Planlaması Rehberi. Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü Kuş Araştırmaları Derneği, Türkiye, 176s.
- [10] Ramsar, 1992. Ramsar Sözleşmesi (Uluslararası Öneme Sahip Sulak Alanlar Hakkında Sözleşme), Ülke profili: Türkiye. <http://www.ramsar.org/wetland/turkey>. (Erişim Tarihi: 14.11.2019).
- [11] Piper, A.M. 1944. A Graphic Procedure in Geochemical Interpretation of Water Analyses. Eos, Transactions American Geophysical Union, Cilt. 25, s. 835-1060. DOI:10.1029TR025i006p00914
- [12] Schoeller H. 1955. Geochimie des Eaux Souterraines, France, Rev. Inst. Franc. Petrole, 10:3, s. 181-213.
- [13] Wilcox, L.V. 1955. Classification and use of irrigation water. USDA, Circular No: 969, Washington DC, 19s.
- [14] Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü MTA, 1991. 1/100000 Ölçekli Açınsama Nitelikli Türkiye Jeoloji Haritaları Serisi No: Kırşehir G-18 Paftası ve açıklaması. Ankara, Türkiye, 12s.
- [15] Seymen, İ. 1982. Kaman dolayında Kırşehir masifinin jeolojisi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Maden Fakültesi, Doçentlik Tezi, 164 s, İstanbul.
- [16] Hem, J.D. 1985. Study and Interpretation of the Chemical Characteristics of Natural Water. 3rd edition. USGS Water Supply Paper 2254, US Gov. Print. Office, Virginia, 263 s.
- [17] Mazor, E. 1991. Applied Chemical and Isotopic Groundwater Hydrology. 1st edition. Edmundsbury Press, Buckingham, 264 s.
- [18] Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, DSİ, 1990. Kırşehir Mucur Seyfe Havzası Ekoloji Koruma Projesi Fizibilite Raporu. Ankara, Türkiye.
- [19] Şahinci, A. 1991a. Doğal Suların Jeokimyası. Reform Matbaası, İzmir, 548 s.
- [20] Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, DSİ, 2004. Seyfe Ovası Hidrojeolojik Revize Etüt Raporu. Kayseri, Türkiye.
- [21] Doğan, L. 1981. Hidrojeolojide Su Kimyası. DSİ yayınları, 178s, Ankara.