

AKÜ FEMÜBİD 23 (2023) 045801 (1029-1044)

AKU J. Sci. Eng. 23 (2023) 045801 (1029-1044)

DOI: 10.35414/ akufemubid.1233689

Araştırma Makalesi / Research Article

Salda Gölü Hidroloji Parametrelerinin Değerlendirilmesi

Ayşen DAVRAZ¹, Fatma AKSEVER¹¹Süleyman Demirel Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Isparta.

*Sorumlu yazar e-posta: aysendavraz@sdu.edu.tr

ORCHID ID: <https://orcid.org/0000-0003-2442-103X>

e-posta: fatmaaksever@sdu.edu.tr

ORCHID ID: <https://orcid.org/0000-0002-9907-8451>

Geliş Tarihi: 13.01.2023

Kabul Tarihi: 19.07.2023

Öz

Salda Gölü doğal güzelliği ve stramatolit oluşumları ile dünyadaki ender alkali göllerden birisidir. Salda Gölü'nün beslenimi göl yüzeyine ve alt havza geneline düşen yağışlar, mevsimlik ve sürekli akan dereler ile yeraltısuyu akımı ile sağlanmaktadır. Salda Gölü için yağıştan beslenme miktarı $21.95 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$ 'dır. Gölün boşalımı ise sadece buharlaşma ile gerçekleşmekte olup göl alanından buharlaşma miktarı $51.96 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$ olarak hesaplanmıştır. Salda Gölü su seviyesinin Eylül-2015'den itibaren sürekli düştüğü ve Ocak-2022'ye kadar düşüm miktarının 3.17 m olduğu belirlenmiştir. Salda Gölü çevresinde gölü besleyen çok sayıda su kaynağı bulunmaktadır. Bu kaynaklarda Mayıs 2021-2022 arasında yapılan debi ölçümlerine göre, göle ortalama $0.286 \text{ m}^3/\text{s}$ beslenme olacağı öngörülmektedir. Salda Gölü havzasında en önemli akifer alüvyon olup bu birimde açılmış çok sayıda sondaj kuyusu bulunmaktadır. Şubat-2021 ve Ekim-2022 tarihleri arasında kuyulardan seviye ölçümleri yapılmıştır. Havzada statik seviye Salda köyü çevresinde 0.5-4.85 m ve Yeşilova'da 13.27-21.15 m olarak tespit edilmiştir. Havzada yeraltısuyu akım yönü Salda Gölü'ne doğrudur. Salda Gölü çevresinde geniş alanlarda yüzeyleyen Marmaris peridotiti birimlerinden de yüzeyaltı akışı ile göle yeraltısuyu beslenimi gerçekleşmektedir. Bu beslenme Salda Gölü suyunun hidrojeokimyasal özelliklerini denetleyen en önemli unsurdur. Bu çalışmada, göl seviye değişimini denetleyen hidrolojik parametreler ve bunların etkileri irdelenmiştir. Salda Gölü çevresinde bulunan meteoroloji istasyonlarından alınan yıllık yağış verileri ile göl seviyesindeki dalgalanmalar incelendiğinde yağış miktarının Salda Gölü seviye değişimini denetleyen en önemli parametre olduğunu görülmektedir. Buharlaşma etkisi ise daha azdır.

Anahtar kelimeler

Salda Gölü, Hidroloji,
Göl Su Seviyesi,
Kavramsal Model.

Evaluation of Salda Lake Hydrology Parameters

Abstract

Salda Lake is one of the rare alkaline lakes in the world with its natural beauty and stramatolite formations. The recharge of Salda Lake is provided by precipitation falling on the lake surface and in the lower basin, seasonal and continuously flowing streams and groundwater flow. The amount of rainfall recharge for the Salda Lake is $21.95 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{year}$. The discharge of the lake takes place only by evaporation and the amount of evaporation from the lake area was calculated as $51.96 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{year}$. It has been determined that the water level of the Salda Lake has decreased continuously since September-2015 and the decrease amount was 3.17 m until January-2022. There are many water springs feeding the lake around Salda Lake. According to the flow measurements made between May 2021 and 2022 in these springs, it is predicted that there will be an average of $0.286 \text{ m}^3/\text{s}$ recharge to the lake. The most important aquifer in the Salda Lake basin is alluvial and there are many boreholes drilled in this unit. Level measurements were made from the wells between February-2021 and October-2022. The static level in the basin was determined as 0.5-4.85 m around Salda village and 13.27-21.15 m in Yeşilova. Groundwater flow direction in the basin is towards the Salda Lake. Groundwater is recharged to the lake by subsurface flow from Marmaris peridotite units, which crop out in large areas around the Salda Lake. This recharge is the most important factor controlling the hydrogeochemical properties of the Salda Lake water. In this study, the hydrological parameters controlling the lake level change and their effects were examined. When the annual precipitation data from the meteorology stations around the Salda Lake and the fluctuations in the lake level are examined, it is seen that the precipitation amount is the most important parameter controlling the level change in the Salda Lake. Evaporation effect is less.

Keywords

Salda Lake, Hydrology,
Lake Water Level,
Conceptual Model

1. Giriş

Özellikle son yıllarda etkilerini artırarak varlığını hissettiren Küresel İklim Değişikliği su potansiyelini doğrudan etkileyen en önemli faktördür. İklim değişikliğinden en çok etkilenecek bölgelerin başında Akdeniz çevresindeki ülkeler gelmektedir. Günümüzde havzalarda karşılaşılan mevcut duruma bakıldığında iklim değişikliği ile genel olarak yeraltı suyu ve yüzeysel su potansiyellerinde bir azalma ve buna bağlı olarak da kalitede olumsuzluklar gözlenmektedir.

Göller küresel su döngüsünün bir parçası olduğundan yağış, buharlaşma, yeraltı suyu veya yüzeysel su akışlarından etkilenirler. Göl seviyeleri iklimsel ve hidrolojik faktörlere tepki olarak doğal dalgalanmalar gösterebilir. Ancak, bu doğal sürecin dengesi iklim anomalileri veya antropojenik faktörler gibi dış kuvvetler nedeniyle bozulabilmektedir. Bir göl, havzasının yansımasıdır. Havza, belirli bir su yoluna veya göle doğru akan tüm kara ve su alanlarıdır. Göl havzası "sistemi", etkileşim halindeki biyo-fiziksel, kimyasal ve antropojenik bileşenlere sahip işleyen bir birimdir. Her göl ve havzası benzersiz bir sistemdir. Maalesef ülkemizde ve dünyada göl seviyelerinde ve su miktarında azalma ile kalite bozulmalarının yaşandığı çok sayıda göl bulunmaktadır (Davraz et al. 2019a, Dursun 2010, Çalışkan 2008, Han et al. 2022, Desta et al. 2015, Wei et al. 2020, Dehghanipour et al. 2020). Ülkemizde yüzeysel sularının kalite ve miktar açısından sürdürülebilirliğinin sağlanması ve korunabilmesi için tüm yüzeysel sularına ait iyi bir koruma-kullanım planına gereksinim duyulmaktadır. Su kaynaklarının kullanımını doğrudan etkileyen en önemli parametre kullanılabilir su bütçesindeki değişimlerdir. Göllerin sürdürülebilir yönetiminin sağlanması gölü etkileyen hidroloji parametrelerinin ve hidrolojik süreçlerin doğru bir şekilde tanımlanması ile mümkündür.

Salda Gölü temiz ve derin suları, göl kıyısında ve içinde gözlenen stromatolit oluşumları ile dünyanın sayılı özel göllerinden biridir. Son yıllarda gölün

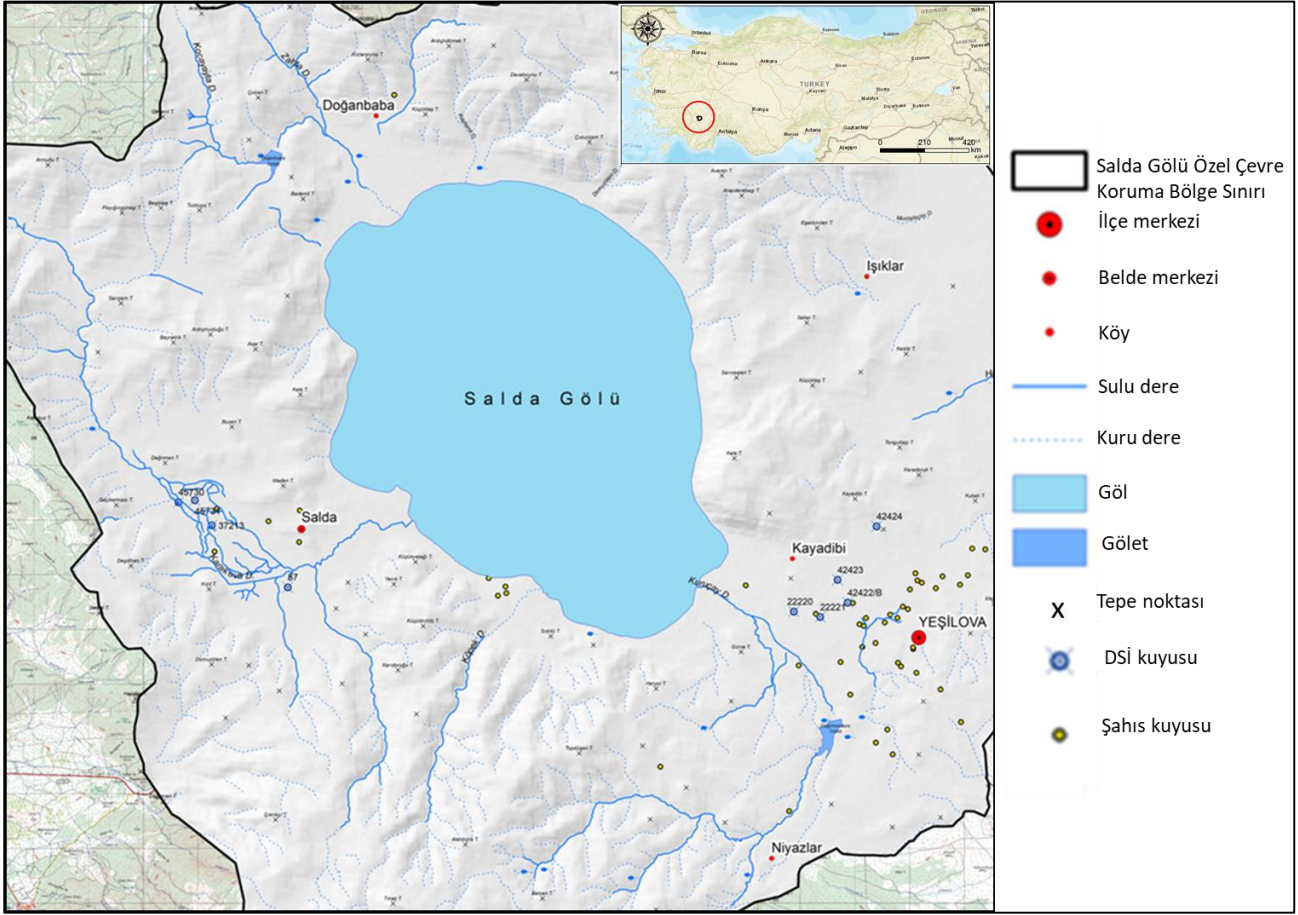
turizm kapasitesinin artırılmasına yönelik havza ve göl kıyısında yapılan düzenlemeler ile tanıtım faaliyetleri gölün popülerliğini artırmıştır. Gölün seviye değişimini denetleyen hidroloji parametrelerinin miktar ve etkisinin bilinmesi gölün sürdürülebilir kullanımı, göl ekosisteminin sürdürülebilirliği ve su yönetimi açısından gerekli ve önemlidir. Bu çalışmada, Salda Gölü hidroloji parametreleri irdelenerek göl seviyesi üzerindeki etkileri tartışılmıştır. Ayrıca, Salda Gölü havzası hidrojeolojik özellikleri ve hidroloji parametreleri ile birlikte değerlendirilerek gölün kavramsal modeli tanımlanmıştır.

2. Materyal ve Metot

2.1 Çalışma Alanı

Burdur Gölü kapalı havzası içerisinde bulunan Salda Gölü Türkiye'nin uluslararası öneme sahip sulak alanlarından birisidir (Şekil 1). Salda Gölü 1139 m kotunda, yaklaşık olarak 9.186 km uzunluğunda, 6.8 km genişliğinde ve 184 m'lik maksimum derinliği ile Türkiye'nin en derin göllerinden birisidir. İlk olarak 1989 yılında "I. Derece Doğal Sit Alanı" olarak ilan edilen Salda Gölü 2019 yılında "Özel Çevre Koruma Bölgesi" ilan edilmiştir. Göl için belirlenen "1. Derece Doğal Sit Alanı" 1992 yılında 12 hektar iken bu alan 2019 yılında 570 dekara genişletilmiştir.

Gölün doğal güzelliği ve temiz suyunun yanı sıra ön plana çıkmasını sağlayan en önemli unsur, göl çevresinde gözlenen stromatolit oluşumlarıdır. Salda Gölü stromatolitlerinin oluşumuna yönelik modeller önerilmiştir (Braithwaite and Zedef 1996; Russell et al. 1999, Shirokova et al. 2013). Bu modellerde ortak görüş stromatolitlerin oluşumunda siyanobakterilerin etkin olduğudur. Stromatolitlerin gelişiminde gölün kimyasal yapısını denetleyen su-kayaç etkileşimi ile iklimsel koşulların ana denetleyici kontrol mekanizması oldukları da belirtilmiştir.



Şekil 1. Salda Gölü yer bulduru ve hidroloji haritası (Ekoiz, 2022)

Modeller, genellikle yağış ve yeraltı sularının ofiyolitik kayalar ve ultramafik kökenli kayaların kırıntılarında oluşan alüvyal ortamdan süzülerek Mg'un yıkanması ve yüksek pH değerlerine sahip Mg⁺² ve HCO₃⁻ca zengin suların göle ulaşması sonrasında biyolojik faaliyetler ile stromatolit oluşumunun gerçekleşmesini tanımlamaktadır (Balcı vd. 2018). Salda Gölü içinde oluşan hidromanyezit stromatolitlerinin çapları 10-30 cm arasında değişmekte olup yükseklikleri ise birkaç metre olarak kaydedilmiştir (Braithwaite and Zedef 1996).

2.2 Araştırma yöntemi ve arazi çalışmaları

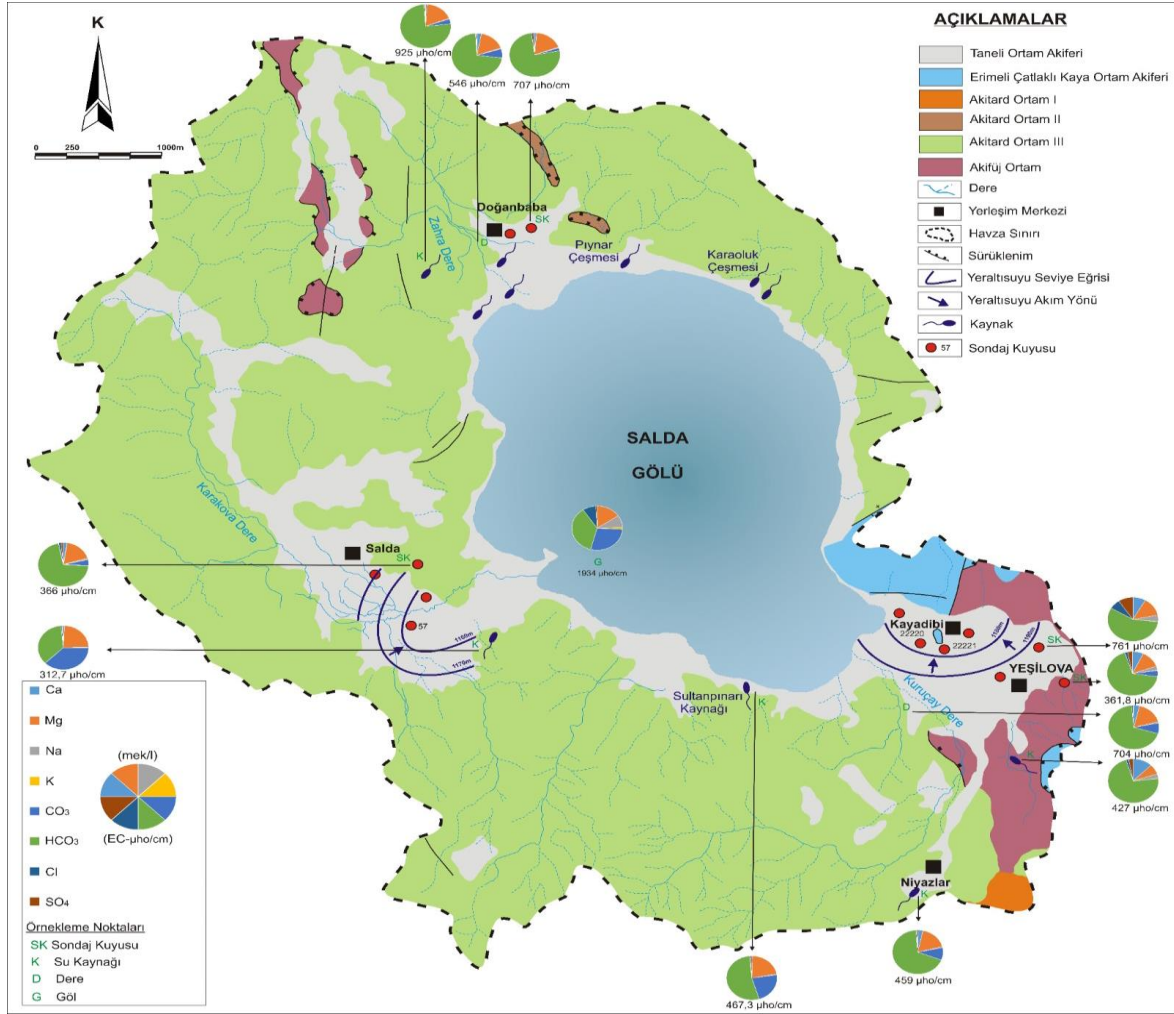
Salda Gölü hidroloji parametrelerinin değerlendirme ve yorumlanmasında, Salda Gölü havzası içerisinde ve çevresinde bulunan Denizli, Burdur, Acıpayam ve Tefenni Devlet Meteoroloji istasyonlarında ölçülen yağış, sıcaklık ve buharlaşma verileri kullanılmıştır. Bu istasyonlarda 1990-2020

yılları arasında ölçülmüş yıllık toplam yağış verileri ile ortalama yağış değerleri hesaplanmış ve bölgede iklim değişim eğiliminin tespitine yönelik değerlendirmeler için eklenik sapma grafikleri hazırlanmıştır. Yağış ve buharlaşma verileri 1998-2022 yılları arasında yapılan Salda Gölü su seviye ölçümleri karşılaştırılarak su seviyesi üzerindeki etkileri yorumlanmıştır. Salda Gölü çevresinde gölü besleyen 7 adet kaynak tespit edilerek Mayıs-2021 ve Ekim-2022 arasında 8 dönem periyodik debi ölçümleri yapılmıştır. Ayrıca, Salda Gölü havzası akifer birimleri ve bu akifer birimlerin göle etkilerini irdelemek için havzada bulunan jeolojik birimlerin hidrojeolojik özellikleri belirlenmiştir. Havzada yeraltısuyu dinamiğini açıklamak amacıyla Şubat-2021 ve Ekim-2022 tarih aralığında ölçüm yapılabilen 7 adet kuyuda yeraltısuyu seviye ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Elde edilen veriler daha önceki araştırmalar ile birleştirilerek kavramsal model üzerinde değerlendirmeler yapılmıştır.

2.3 Salda Gölü Havzası Hidrojeolojisi

Tutturulmamış çakıl, kum, kil ve silt düzeylerinden oluşan alüvyon, havzada Yeşilova ilçesi ile Doğanbaba ve Salda Köyleri civarlarında geniş alanlarda ve dere yataklarında yüzelemektedir (Şekil 2). Birim içerisindeki çakıl ve kum seviyeleri gözenekli yapıları nedeniyle iyi bir akiferdir. Yeşilova içerisinde açılan kuyularda akifer kalınlığının 100 m'ye ulaştığı tespit edilmiştir. Havzada geniş alanlarda yüzeleyen Kuvaterner alüvyon ve yamaç molozu "Taneli ortam akiferi" olarak tanımlanmıştır. Bölgede karstik akifer özelliği taşıyabilecek olan Dutdere kireçtaşı Kayadibi Köyü civarında Kale Tepe

(1472 m)'de ve Yeşilova İlçesi güneyinde küçük alanlarda yüzelemektedir. Dutdere kireçtaşı birimi "Erimeli çatlaklı kaya ortam akiferini" temsil etmektedir. Havzanın güneyinde küçük bir alanda gözlemlenen çakıltaşı, kumtaşı, kiltası, killi kireçtaşı, marn, konglomera vb., kaya türlerinden oluşan Çameli formasyonu ise "Akitard ortam 1" olarak ayrılmıştır. Doğanbaba köyü kuzeydoğusunda oldukça küçük bir alanda yüzeleyen bazik volkanit, radyolarit, çört, şeyl ara düzeyli çörtlü mikrit ve dolomitik kireçtaşlarından oluşan Orhaniye formasyonu "Akitard ortam-2" olarak sınıflandırılmıştır.



Şekil 2. Salda Gölü havzası hidrojeoloji haritası, kaynak ve kuyu konumları, Ekim-2021 yeraltısuyu kotu ve Haziran-2015 kimyasal analiz sonuçları (mek/l) (Varol vd. 2017'den değiştirilerek)

Havzada çok geniş alanlara gözlenen peridotit ve dunit birimleri genel olarak geçirimsiz kabul edilse de kırık çatlak sıklığına bağlı olarak yeraltısuyu içerebilmektedirler. Salda Gölü havzasında

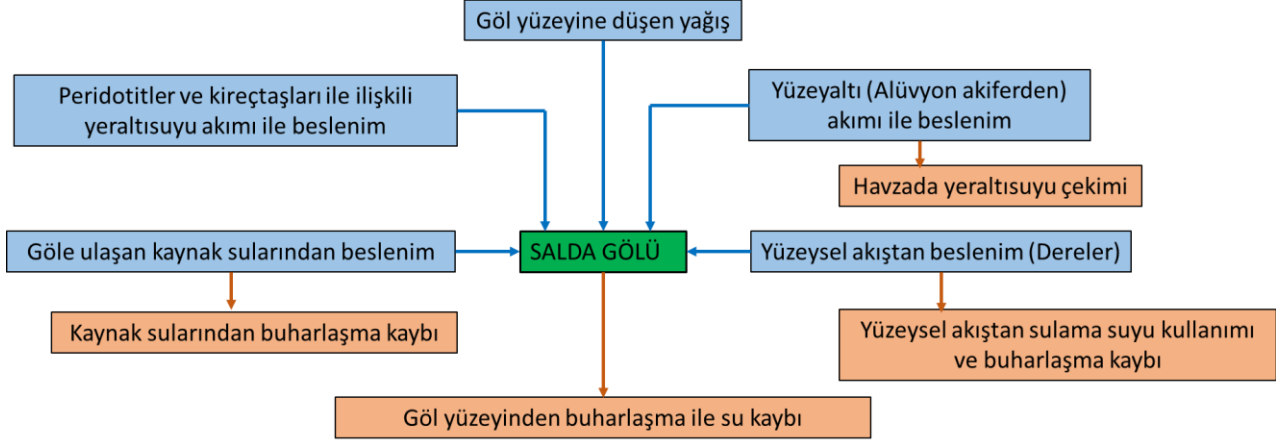
Marmaris peridotiti biriminin kırık ve çatlakları ile ilişkili kaynak boşalmaları tespit edilmiştir. Bu nedenle, Marmaris peridotiti ve dunit birimleri hidrojeolojik açıdan "Akitard ortam-3" olarak değerlendirilmiştir. Bölgede küçük alanlarda

yüzeyleyen Kızılıcaadağ ofiyolitli melanji ile içdir metamorfiteri geçirimsiz birimler olup "Akifüj ortam" olarak ayırtlanmıştır. (Varol vd. 2017).

3. Bulgular

3.1 Salda Gölü Hidroloji Parametreleri

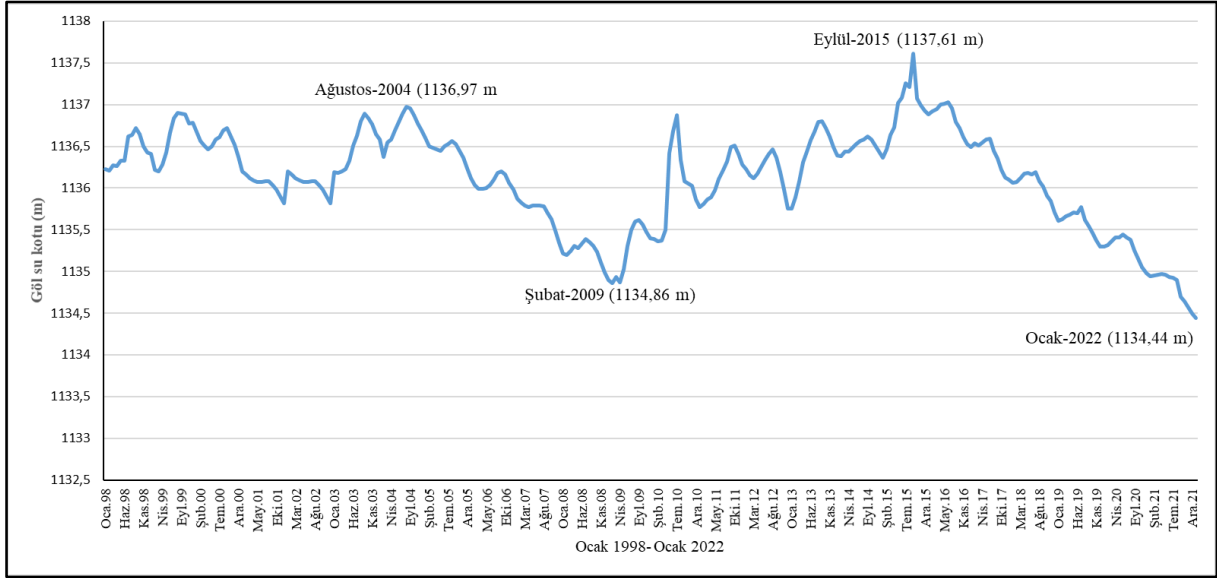
Salda Gölü havzasının hidrojeolojik özellikleri ve Salda Gölü'nün hidrolojik durumu değerlendirildiğinde, gölün besleniminin göl yüzeyine ve çevresine düşen yağışlar, sürekli ve mevsimlik akan dereler, kaynak suları ve yeraltısuyu akımı ile sağlandığı belirlenmiştir. Gölün boşalımı ise sadece buharlaşma ile gerçekleşmektedir (Şekil 3).



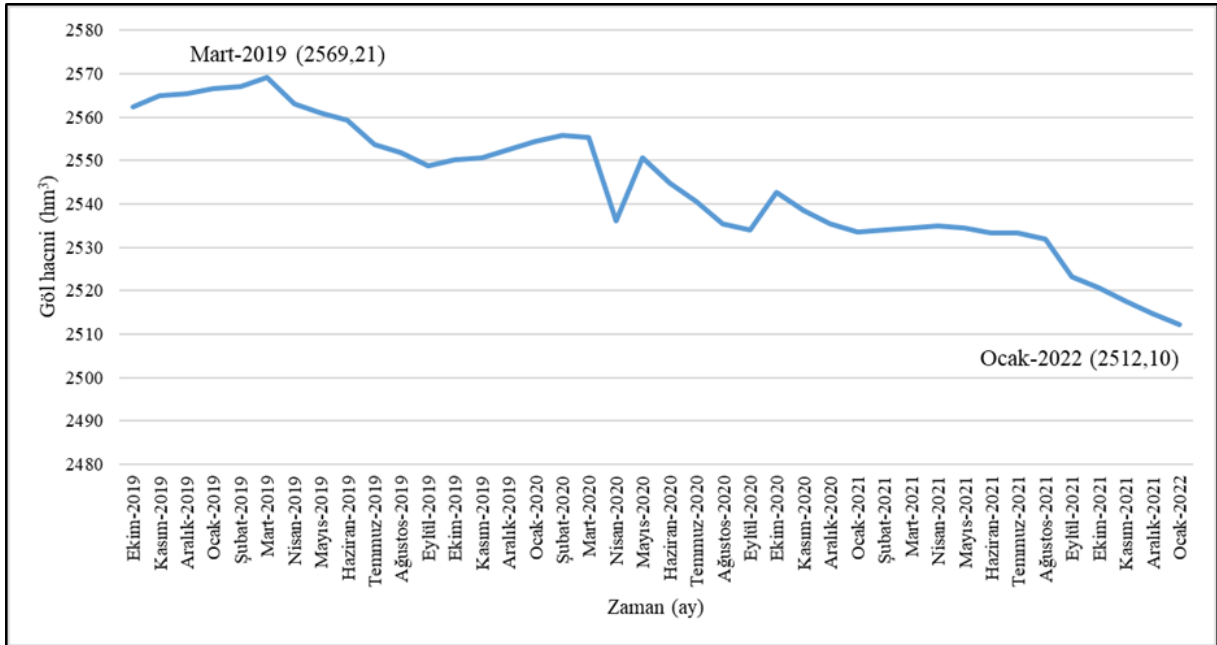
Şekil 3. Salda Gölü ilksel kavramsal modeli

Salda Gölü'nün beslenim-boşalım ilişkisine bağlı olarak Salda Gölü seviyesinde değişiklikler gözlenmektedir. DSİ XVIII. Bölge Müdürlüğü tarafından 1998-2022 yılları arasında yapılan göl seviye ölçümleri kullanılarak Salda Gölü seviye değişimleri irdelenmiştir (Şekil 4). Bu ölçüm aralığında en yüksek su seviyesi Eylül-2015'de 1137.61 m'dir. 2015 yılından önceki yüksek değer Ağustos-2004'de 1136.97 m olarak kaydedilmiştir. 2004 yılından 2009 yılına kadar Salda Gölü su kotunda düşüş meydana gelmiş ve Şubat-2009'da

1134.86 m olarak ölçülmüştür. 2009 yılından 2015 yılına kadar su kotunda yükselme gözlenmektedir. 2015 yılından itibaren de Salda Gölü su kotunda sürekli bir düşüm yaşanmaktadır. 2022 yılı Ocak ayında ölçülen su kotu 1134.44 m'dir. DSİ XVIII. Bölge Müdürlüğü tarafından bu kottaki göl alanı 43.03 km² ve hacmi 2512.10 hm³ olarak belirlenmiştir (Şekil 5).



Şekil 4. Ocak 1998-2022 Salda Gölü su kotları grafiği (DSİ XVIII. Bölge Müdürlüğü verileri)

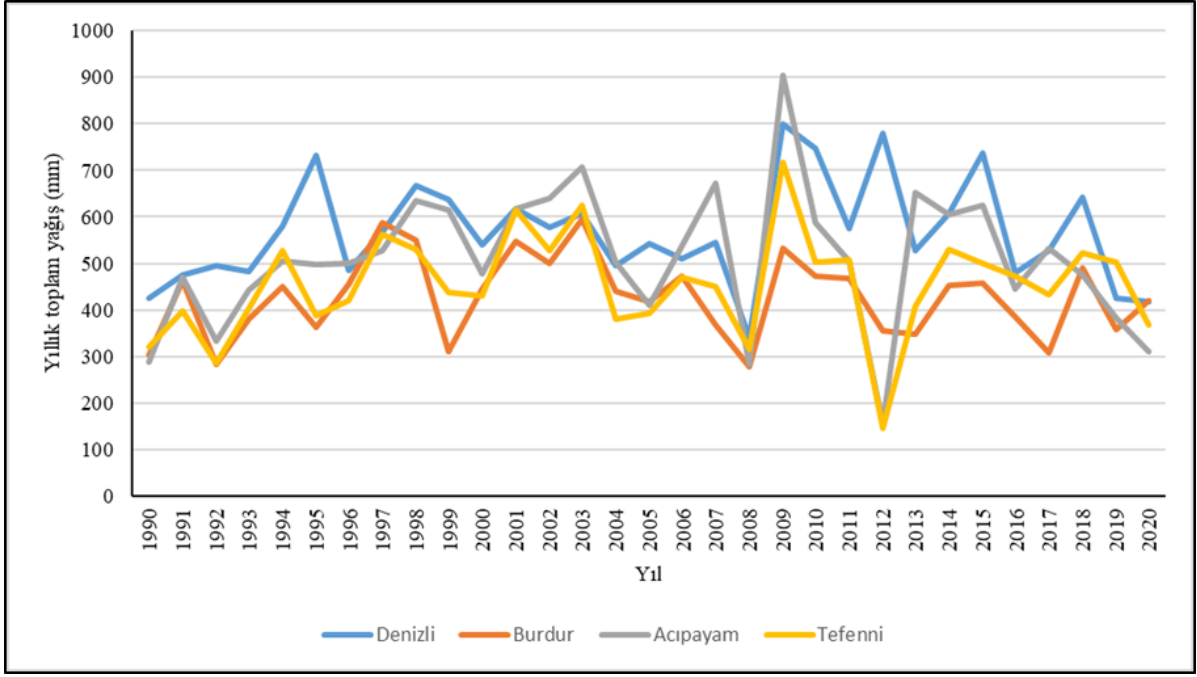


Şekil 5. Zamana bağlı göl hacim değişimleri (DSİ XVIII. Bölge Müdürlüğü verileri)

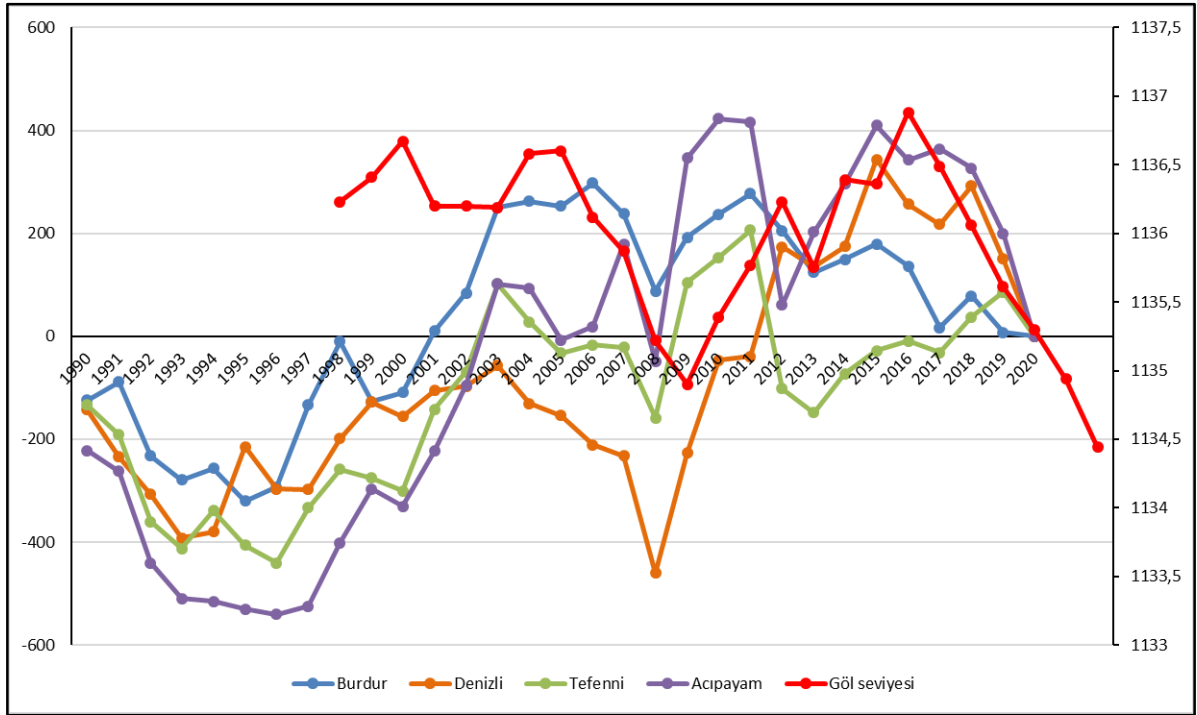
3.1.1. Yağış

Salda Gölü Havzası içerisinde ve çevresinde Denizli, Burdur, Acıpayam ve Tefenni Devlet Meteoroloji İstasyonları bulunmaktadır. Bu istasyonlarda 1990-2020 yılları arasında ölçülmüş yıllık toplam yağış verileri Şekil 6'da gösterilmiştir. Grafikte en yüksek yağış değerlerinin Denizli DMI'de ölçüldüğü görülmektedir. 1990-2020 yılları arasında ortalama yıllık yağış miktarı Denizli istasyonunda 567.25 mm, Burdur istasyonunda 427.54 mm, Acıpayam istasyonunda 511.10 mm ve Tefenni istasyonunda 554.51 mm olarak belirlenmiştir.

Gölün beslenimini sağlayan en önemli parametre olan yağış ile göl seviyesi arasındaki ilişkiyi inceleyebilmek için Salda Gölü havzasında bulunan meteoroloji istasyonlarında ölçülmüş yağış verileri irdelenmiştir. Salda Gölü'ne en yakın meteoroloji istasyonları olan Burdur, Denizli, Tefenni ve Acıpayam istasyonlarında yağışların uzun dönem trendlerinin yorumlanması için eklenik sapma grafikleri kullanılmıştır (Şekil 7).



Şekil 6. Denizli, Burdur, Acıpayam, Tefenni DMİ yıllık toplam yağış grafiği



Şekil 7. Yağış istasyonlarına ait eklenik sapma grafikleri ve Salda Gölü seviye değişimleri

Grafiklerde Denizli DMİ’de 2015, Burdur DMİ’de 2006, Acıpayam DMİ’de 2015 yıllarından sonra kurak dönem gözlenmiştir. Acıpayam DMİ’de ise 2008-2020 yılları arası kararlı dönem olduğu belirlenmiştir. Yapılan incelemelere göre, Salda Gölü havzası ve çevresinde bulunan yağış gözlem istasyonlarının benzer iklim özelliklerine sahip

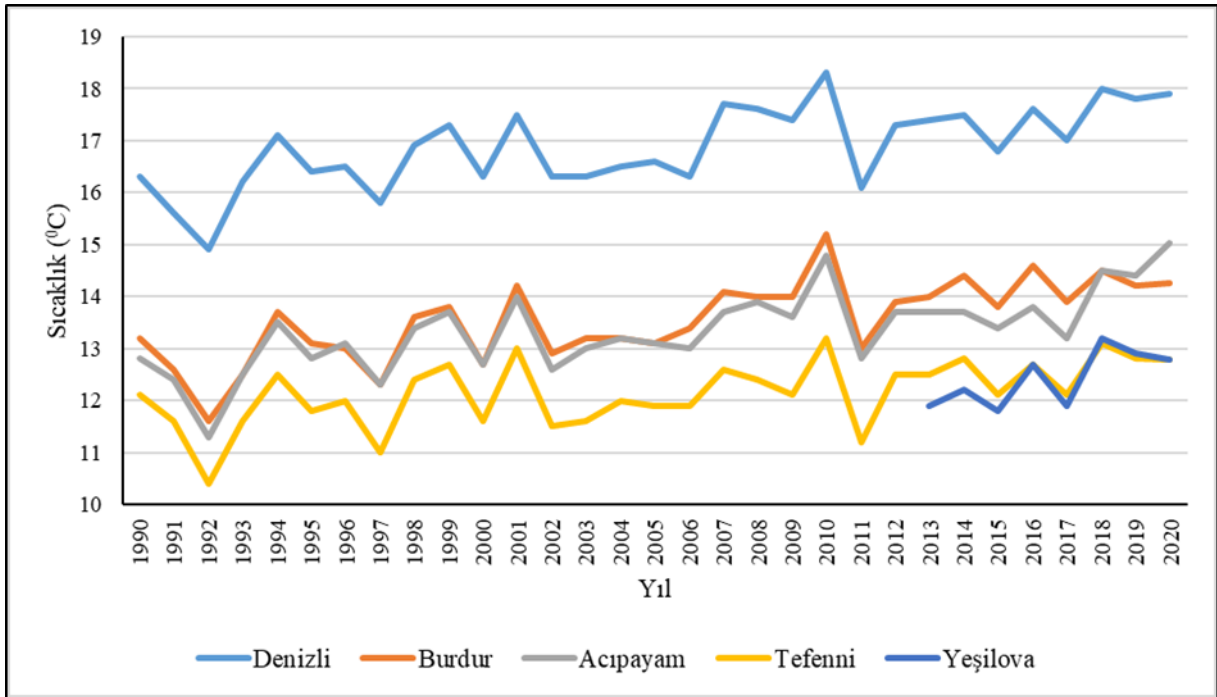
bölgelerde bulunması nedeniyle ölçüm yapılan yıllar için benzer yağış periyodları belirlenmiştir. Salda Gölü’nün en önemli beslenme elemanı yağıştır. Yağıştan beslenme hem göl yüzey alanına doğrudan beslenme hem de gölü besleyen yüzey sularında artış şeklinde gerçekleşmektedir. Yağış miktarının artışı bölgede yeraltısuyu seviyelerinde de artışa neden olmakta ve göle ulaşan yeraltısuyu akım miktarının

da artmasına fayda sağlamaktadır. Genel olarak Salda Gölü'nde en yüksek kotun ölçüldüğü 2015 yılından itibaren bölgeye düşen yağışlarda azalma olduğu tespit edilmiştir. Salda Gölü su kotunda 2015 yılından itibaren yaşanan düşüşün yağışın azalması ile doğrudan ilişkili olduğu görülmektedir (Şekil 6, 7). Bu değerlendirmeler yağış miktarının Salda Gölü seviye değişimini denetleyen en önemli parametre olduğunu göstermektedir.

3.1.2. Sıcaklık

Denizli, Burdur, Acıpayam, Tefenni ve Yeşilova Devlet Meteoroloji İstasyonlarında ölçülen aylık ortalama sıcaklık değerleri grafik üzerinde

gösterilmiştir (Şekil 8). Grafikte en yüksek sıcaklık değerlerinin Denizli DMİ'de ölçüldüğü görülmektedir. 1990-2020 yılları arasında Denizli DMİ'de yıllık ortalama sıcaklık değeri 16.87 °C, Burdur DMİ'de 13.54 °C, Acıpayam DMİ'de 13.34 °C ve Tefenni DMİ'de 12.14 °C olarak ölçülmüştür. En düşük sıcaklık değeri Tefenni istasyonunda kaydedilmiştir. Yeşilova'da 2013-2020 yılları arasında ölçülen yıllık ortalama sıcaklık değeri ise 12.42 °C'dir. Burdur, Denizli ve Acıpayam istasyonlarında dalgalanmalar olsa da genel olarak 2007 yılından itibaren sıcaklık verilerinin arttığı görülmektedir.

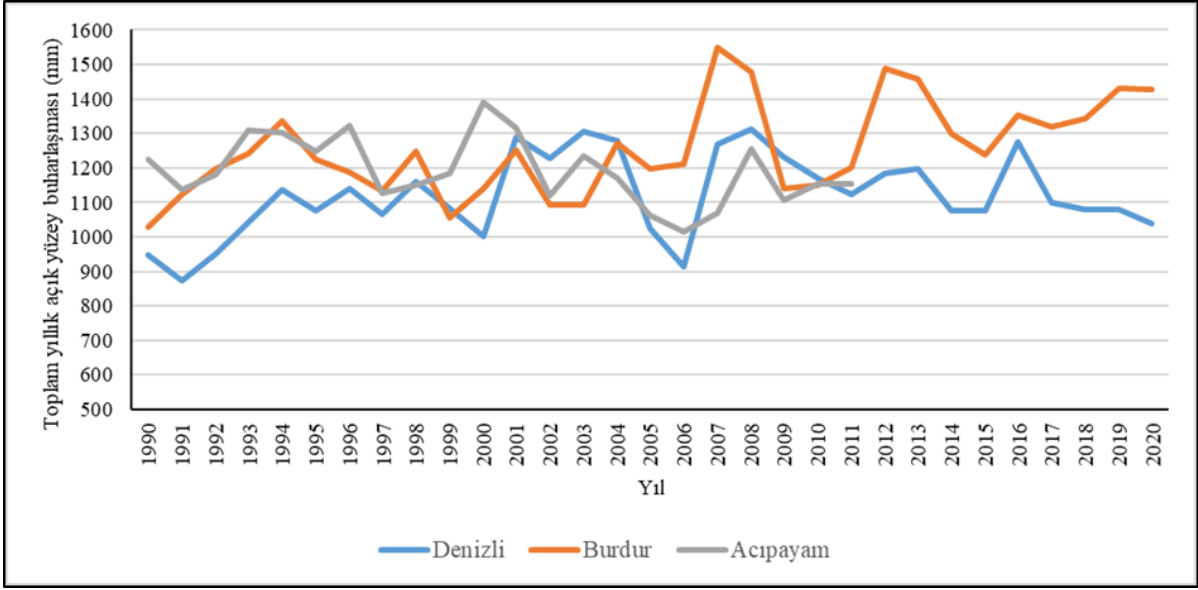


Şekil 8. Denizli, Burdur, Acıpayam, Tefenni, Yeşilova DMİ yıllık ortalama sıcaklık grafiği

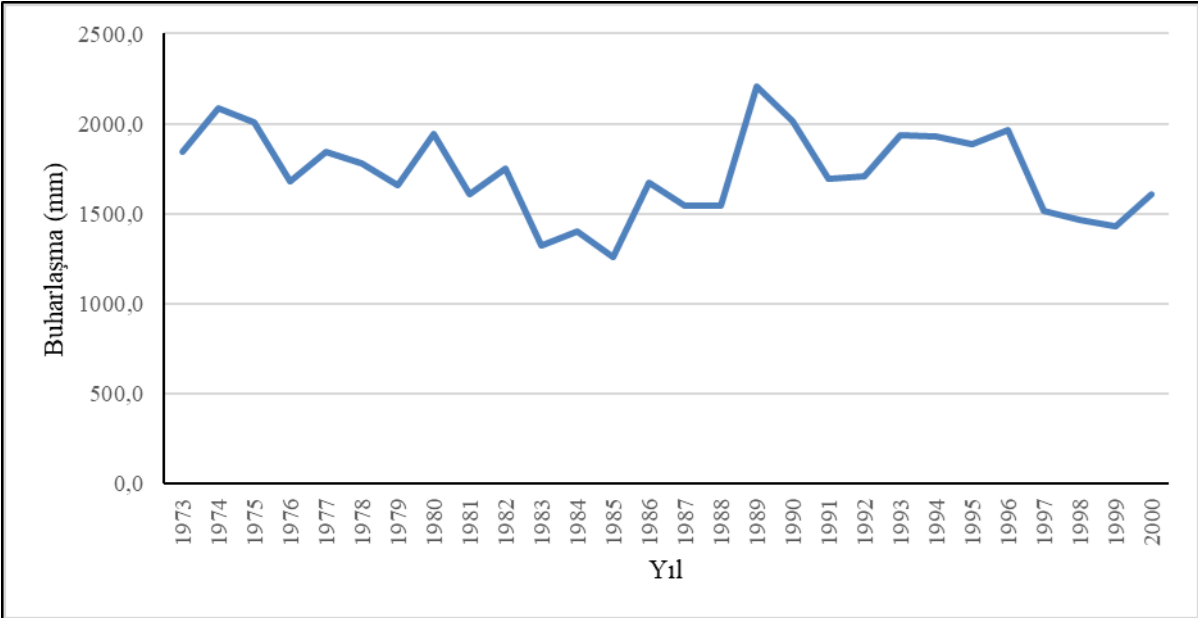
3.1.3. Buharlaşma

Denizli ve Burdur Devlet Meteoroloji İstasyonlarında 1990-2020 yılları arasında ve Acıpayam istasyonunda 1990-2011 yılları arasında Class A Pan tava ile tespit edilen yıllık toplam açık yüzey buharlaşma değerleri Şekil 9'da gösterilmiştir. Yıllık ortalama açık yüzey buharlaşma değeri Denizli DMİ'de 1120.34, Burdur DMİ'de 1255.12 ve Acıpayam DMİ'de 1192.64 mm olarak tespit edilmiştir. En yüksek buharlaşma Burdur DMİ'de kaydedilmiştir. Salda Gölü'nden en önemli su kaybı

buharlaşma yoluyla gerçekleşmektedir. Göl yüzeyinden buharlaşma miktarı 1973-2000 yılları arasında DSİ XVIII. Bölge Müdürlüğü tarafından Burdur-Yeşilova-Bedirli istasyonunda ölçülmüştür (Şekil 10). Acıpayam DMİ'de 2011 yılından sonra buharlaşma ölçümleri yapılmamıştır. Bu nedenle, buharlaşmaya yönelik değerlendirmeler Burdur DMİ ölçümleri ile yorumlanmıştır. Burdur DMİ'de ölçülen buharlaşma değerlerine bakıldığında dalgalanmalar olsa da 2007 yılından itibaren buharlaşma değerlerinde artış olduğu görülmektedir.



Şekil 9. Denizli, Burdur, Acıpayam DMİ toplam açık yüzey buharlaşma grafiği



Şekil 10. Yeşilova-Bedirli istasyonu buharlaşma değerleri açık yüzey buharlaşma grafiği

3.1.4. Yüzeysel akış

Salda Gölü'nü besleyen önemli yüzey suları Salda Deresi, Zahra Dere ve Değirmendere'dir. Zahra Dere menbasında 1997 yılında işletmeye açılan Doğanbaba Göleti, Değirmendere üzerinde ise 2006 yılında işletmeye açılan Yeşilova-Değirmendere Göleti bulunmaktadır. Göletler yapıldıktan sonra derelere bırakılan su miktarı ile ilişkili ölçüm bulunmamaktadır. Önceki yapılan çalışmalarda yağış miktarının arttığı yılların bazı aylarında bu derelere su bırakıldığı gözlenmiştir (Varol vd. 2017).

Ancak, Şubat 2021-Ekim 2022 yılları arasında yapılan arazi çalışmalarında Değirmendere ve Zahra Dere'de akışa rastlanmamıştır. Salda Dere'si Beyaz adalar civarında Salda Gölü'ne boşalmaktadır. Ancak, dere suları drenaj kanalları vasıtasıyla Salda Köyü ovalık alanın bir kısmına yayılmakta ve bölgede sulama suyu amaçlı olarak kullanılmaktadır. Salda Deresi'nin göle boşalım noktasında 10-1014 nolu Akım Gözlem İstasyonu (AGİ) istasyonunda sürekli ölçüm yapılmaktadır. Bu AGİ'de 2012-2019 yılları arasında ölçülen ortalama yıllık toplam akım değeri 10.53 m³/s'dir.

3.1.5. Kaynaklar

Salda Gölü çevresinde gölü besleyen çok sayıda su kaynağı bulunmaktadır. Kayadibi – Doğanbaba yolu üzeri, Niyazlar Köyü ve Yeşilova İlçesinde bulunan bazı kaynaklardan içme-kullanma suyu olarak da yararlanılmaktadır. Marmaris peridotiti ve dunit üyesinin kırık ve çatlaklarından boşalan bu kaynakların Mayıs-2021 ve Ekim-2022 arasında periyodik debi ölçümleri yapılmıştır. Yapılan izleme neticesinde göle ulaşabilen su kaynaklarının debilerinin Salda Köyü civarında 0.14-3.02 l/s ve Doğanbaba civarında 0.018-1.107 l/s olduğu tespit edilmiştir. Havzada Niyazlar civarında 0.03-0.087 l/s ve havzanın doğusunda Işıklar Köyü civarında 0.055-0.315 l/s olduğu belirlenmiştir.

Bu çalışma kapsamında izleme çalışması yapılan bazı kaynakların debilerinde, Salda Gölü havzasında

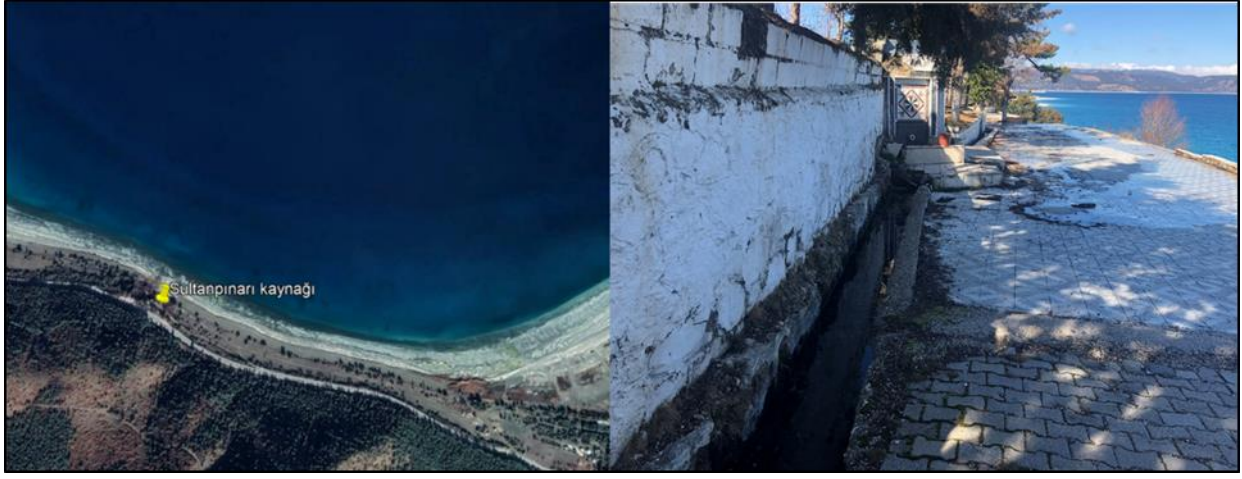
2015-2017 yılları arasında yaptığımız araştırma kapsamında gözlemlediğimiz debilere göre bariz düşümler olduğu görülmektedir. Bunlardan en belirgin olanı Salda Gölü kuzeyinde bulunan Pınar çeşmedir. Kaynağın Haziran-2015 yılındaki fotoğrafı ile Temmuz-2022’de çekilmiş fotoğrafı Şekil 11’de gösterilmiştir. Pınar çeşmenin debisi Haziran-2015’de yaklaşık olarak 0.65 l/s civarında iken bu çalışmada Ekim-2021 ve Temmuz-Ekim-2022 tarihlerinde kuru olduğu tespit edilmiştir. Bu kaynağın kullanımının olmaması ve debisini etkileyen hiçbir insan faktörü bulunmaması nedeniyle debi değerindeki düşümün tamamen yağış miktarı ile denetlendiği söylenebilir. 2015 yılında Salda Gölü’ne en yakın Tefenni DMİ’de ölçülen yıllık toplam yağış miktarı 499.1 mm’dir. Aynı istasyonda 2020 yılı yağış miktarı 368.8 mm olup günümüz ortalama yağış miktarı 377 mm olarak verilmiştir (İnt. Kyn.1).



Şekil 11. Pınar çeşme Haziran-2015 ve Temmuz-2022 görünümü

Salda Gölü çevresinde gölü doğrudan veya dolaylı olarak besleyen kaynaklar bulunmaktadır. Bu kaynaklardan yüksek debi ve doğrudan göle boşalımı olması nedeniyle en önemlisi Yeşilova-Salda karayolu üzerinde 738341/4154904 koordinatlarında bulunan Sultanpınarı Kaynağı’dır (Şekil 12). Söz konusu kaynak Marmaris peridotiti biriminden bir düzlem üzerinde yaklaşık 8-10 ayrı noktadan boşalımı olan bir kaynaktır. Kaynak Salda Gölü kenarında olup herhangi düzenli bir kullanımı

bulunmamaktadır. Yapılan arazi çalışmaları sırasında ortalama kaynak debisi yaklaşık 2.364 l/s olarak belirlenmiştir. Kaynak suları düzensiz ve yüksek kayıp oranı ile göle ulaşmaktadır. Sultanpınarı Kaynağı’nın kaptajının yeniden yapılarak boşalım düzlemi boyunca su kayıplarının en aza indirilmesi ve kaynaktan boşalan suların kontrol altına alınarak Salda Gölü’ne ulaşmasının sağlanması gölün beslenimi açısından büyük önem taşımaktadır.



Şekil 12. Sultanpınarı kaynağının uydu görüntüsü üzerindeki konumu ve kaynak çıkış lokasyonu

3.1.6. Yeraltısuyu beslenimi

Salda Gölü havzasında 16 adet resmi kurumlara ait ve 123 adet belgeli şahıs kuyusu bulunmaktadır. Bu kuyularda alüvyon akifer altında Kızılcaadağ ofiyoliti ve Marmaris peridotiti kesilmiştir. Kuyulardan alüvyon akiferden yeraltısuyu alınmaktadır. Resmi kuyuların debileri 0.5-38.35 l/s arasında ve statik seviyeleri 1.80-21.50 m arasında değişmektedir. Kuyu derinlikleri ise 66-123 m arasındadır. Alüvyon akiferi temsil edecek şekilde seçilen kuyularda Şubat-2021 ve Ekim-2022 tarih aralığında kurak ve yağışlı dönemlerde 8 ayrı kuyuda statik seviye ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Yeraltısuyu seviyesi Salda Köyü çevresinde 0.5-4.85 m ve Yeşilova'da 13.27-21.15 m olarak tespit edilmiştir. Havzada yeraltısuyu akım yönü Salda Gölü'ne doğrudur.

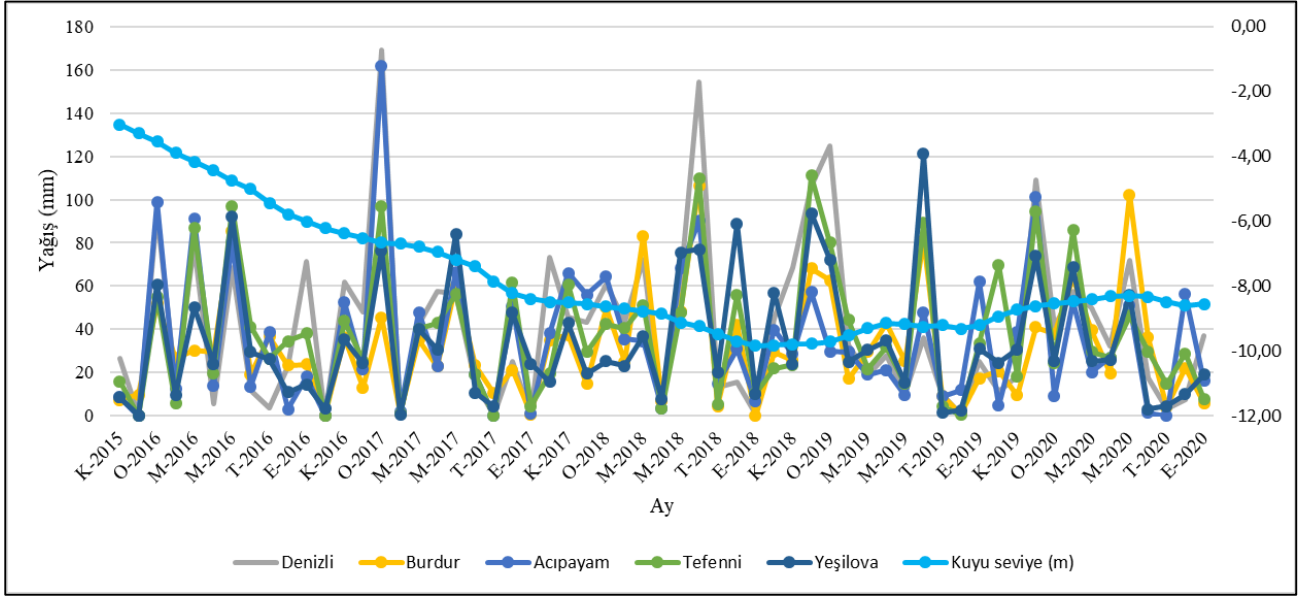
Ayrıca, Salda Gölü havzasında aylık rasat ölçümü DSI 18. Bölge Müdürlüğü tarafından Yeşilova-Kayadibi köyünde bulunan 42423 nolu kuyuda yapılmaktadır. Bu kuyuda 2016-2020 yılları arası Limnigraf (Manuel) ölçüm sonuçları değerlendirildiğinde 2016 yılında 3.5 m, 2017 yılında 1.89 m ve 2018 yılında 1.15 m seviye düşümleri tespit edilmiştir. Genel anlamda bakıldığında 2016-2018 yılları arasında YAS seviye düşümleri gözlenmiş olmasına rağmen düşüm oranının giderek azaldığı görülmektedir. 2018 yılı Aralık ayından itibaren YAS seviyesinde artış başlamıştır. 2019 yılı YAS seviye yükselimi 1.09 m'dir. 2019 yılında başlayan YAS seviye yükselimi 2020-Haziran ayına kadar devam etmiştir. 2020-

Temmuz ayından itibaren 0.22 m'lik düşüm gerçekleşmiştir. 42423 nolu rasat kuyusu verisi ile Kasım-2015 ve Aralık-2020 yağış değerleri aynı grafik üzerinde gösterilmiştir. Bu grafikte yağışa bağlı olarak YAS değerlerinde değişim gözlenmektedir (Şekil 13).

Salda Gölü kıyısında Doğanbaba-Kayadibi yolu boyunca ve Salda Deresi boşalım noktasının doğusunda pek çok alandan kireçtaşları ve peridotit birimleri içerisinde süzülen yağış suları yeraltısuyu beslenimleri şeklinde Salda Gölü'ne ulaşmaktadır (Şekil 14). Söz konusu yeraltısuyu çıkış alanları göl seviyesinin düşmesi ile görünür hale gelmiştir. Debileri mevsimsel olarak değişen yeraltısuyu çıkışlarının yağışlı dönem sonunda debilerinin arttığı ve yaz aylarında bazılarının kuruduğu görülmüştür.

3.2. Kavramsal model

Salda Gölü havzasında yapılan jeolojik, hidrojeolojik ve hidrolojik araştırmalar dikkate alınarak, havzada yeraltısuyu sisteminin aydınlatılması ve Salda Gölü'nün beslenme-boşalım süreçlerinin tanımlanması için havzayı temsil edecek şekilde jeoloji, hidrojeoloji ve hidrolojik özellikler değerlendirilerek kavramsal model oluşturulmuştur (Şekil 15).



Şekil 13. 42423 nolu rasat kuyu statik seviye değerleri (m) ve yağış miktarı (mm)



Şekil 14. Doğanbaba-Kayadibi yolu altı göle ulaşan yeraltı suyu çıkışları

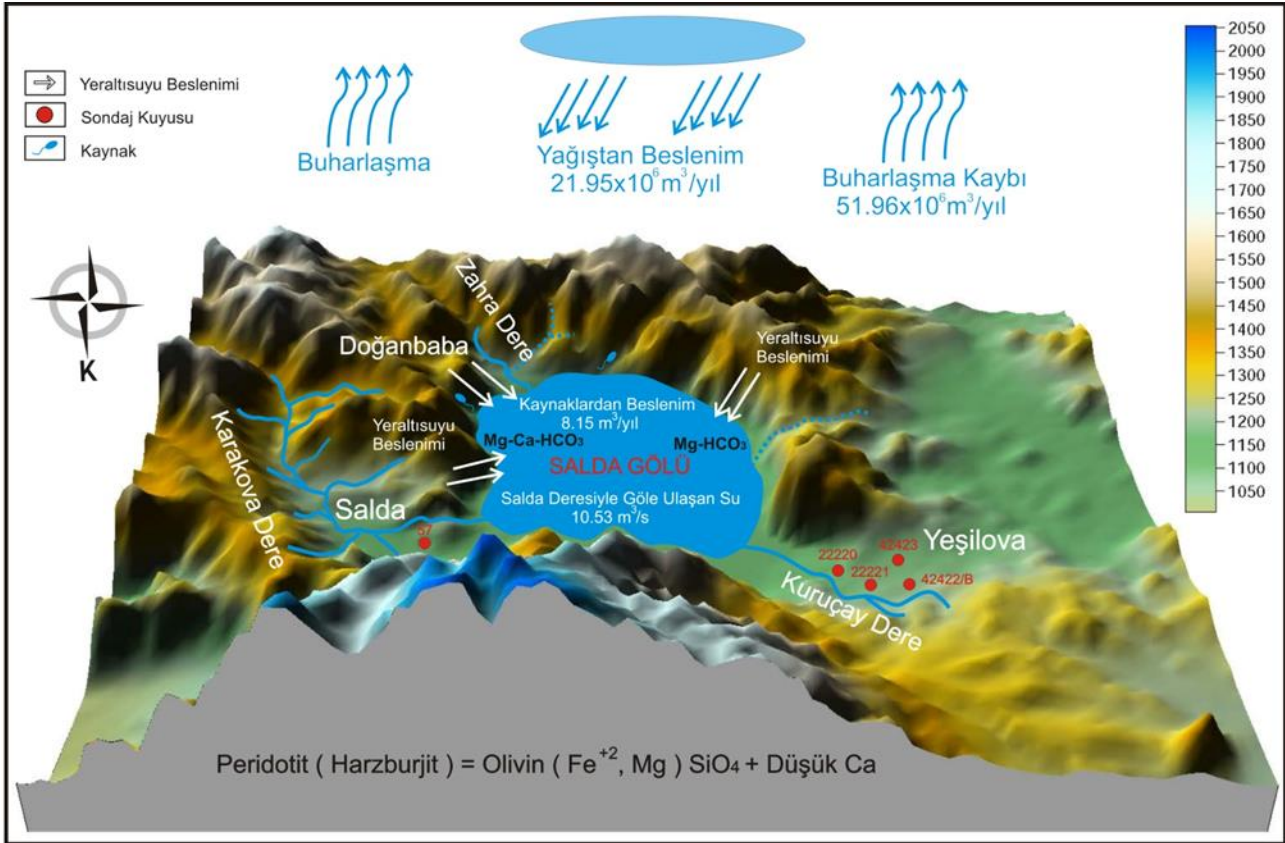
Havzanın büyük bir çoğunluğunda Marmaris peridotiti ve Dunit üyesi yüzeylemekte olup Kayadibi civarında Dutdere kireçtaşları, Yeşilova güneyinde ise Kızılcaadağ ofiyolit ve melanji ile ova alanlarında ve dere yataklarında alüvyon gözlenmektedir. Havzada alüvyon birim içerisinde açılmış yaklaşık 85 adet sondaj kuyusundan yeraltı suyu alınmakta ve sulama amaçlı kullanılmaktadır. Ayrıca, Kayadibi köyü civarında yüzeyleyen kireçtaşı birimi ile göl etrafında geniş alanlarda bulunan Marmaris peridotiti birimlerinden de yüzeyaltı akışı ile Salda Gölü'ne yeraltı suyu beslenimi söz konusudur.

Salda Gölü havzasında yüzey ve yeraltı suyu kaynaklarının hidrojeokimyasal yapısı daha önceki çalışmalar dikkate alınarak yorumlanmış ve kavramsal model üzerinde tanımlanmıştır.

Buna göre inceleme alanında yeraltı ve dere sularının IAH sınıflamasına göre Mg-HCO₃, Mg-Ca-HCO₃ ve Ca-Mg-HCO₃'lı sular sınıfında olduğu, göl sularında baskın su tipinin ise Mg-CO₃-HCO₃ olduğu belirlenmiştir (Varol vd. 2017, Davraz et al. 2019b). Salda Gölü havzasında geniş alanlarda yüzeyleyen

peridotit birimi, magnezyum ve demir açısından zengin olivin mineralini bulundurmaktadır. Ayrıca, Marmaris peridotiti birimi içerisinde yaygın olarak gözlenen harzburjit de çoğunlukla olivin ve düşük kalsiyumlu piroksenden (ortopiroksen) oluşan bir peridotit çeşididir (Bodinier and Godard 2014). Salda Gölü havzasında yapılan farklı bir çalışmada sismik araştırma sonuçlarına göre göl tabanında

olası peridotit çözünme bölgeleri tespit edilmiştir. Bu çalışmada birkaç noktada belirlenen peridotit çözünme noktalarından alınan su ve tortu analizlerinde yüksek Mg^{+2} ve Fe^{+2} içerikleri tespit edilmiştir (Çaldırak and Kurtuluş 2018). Salda Gölü sularındaki yüksek Mg^{+2} içeriği bazik ve ultrabazik kayaç toplulukları (harzburjit, peridotit) ile ilişkilidir.



Şekil 15. Salda Gölü kavramsal modeli

Ayrıca, daha önceki yapılan araştırmalarda havza genelindeki su kaynaklarında baskın anyonun HCO_3^- olduğu belirlenmiştir (Davraz et al. 2019b, Çaldırak and Kurtuluş 2018). Suyun pH'ı 8.2' nin üzerinde olduğunda CO_3^{2-} iyonları artmaktadır. pH değerinin düşüşüne bağlı olarak HCO_3^- iyonu egemen iyon olmaktadır (Şahinci 1991, Yüksel 2007). Salda Gölü havzasındaki yüzey ve yeraltısuyu örneklerinde de böyle bir ilişkinin varlığı dikkati çekmektedir (Varol vd. 2017).

Bu çalışma kapsamında yapılan arazi çalışmaları sırasında göl kıyısında çok sayıda yeraltısuyu beslenimi olduğu tespit edilmiştir. Bu lokasyonlar

göl seviyesinin düşmesi ile daha görünür hale gelmiştir. Çaldırak ve Kurtuluş (2018) tarafından yapılan çalışmada Salda Gölü'nde derinliğe bağlı olarak sıcaklık ve elektriksel iletkenlik değerleri irdelenmiş ve 15 m derinlikte özellikle Zehra Dere alüvyonlarından beslenme olduğu tespit edilmiştir.

Salda Gölü beslenimi yağış, yüzeysel akış, kaynak boşalimleri ve yeraltısuyu akımı ile gerçekleşmektedir. Salda Gölü Havzası için eş yağış (İzohyet) eğrileri yöntemi ile havzaya düşen ortalama yıllık yağış miktarı 510.14 mm olarak hesaplanmıştır. 2022 yılı Ocak ayında tespit edilen Salda Gölü alanı 43.03 km² olup, bu alan dikkate

alınarak Salda Gölü için yağıştan beslenme miktarı $21.95 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$ olarak hesaplanmıştır. Kapalı bir havza olan Salda Gölü havzasında bulunan sürekli ve mevsimsel dereler Salda gölüne boşalmaktadır. Sürekli derelerden sadece Salda Deresi'nde 2012-2019 yılları arasında ölçülen ortalama yıllık toplam akım değeri $10.53 \text{ m}^3/\text{s}$ 'dir.

Salda Gölü çevresinde göle önemli kayıplar ile ulaşan kaynak boşalımları bulunmaktadır. Göle ulaşan kaynaklarda Mayıs- 2021 ve Mayıs-2022 arasında yapılan debi ölçümlerine göre yaklaşık olarak ortalama $0.286 \text{ m}^3/\text{s}$ ($8.15 \text{ m}^3/\text{yıl}$) beslenme olacağı öngörülmektedir. Ancak, bu ölçülen debi miktarında akış yolu boyunca süzülme, su kullanımı vb. kayıplar hesaplanamamıştır. Salda Gölü etrafında bulunan yeraltı suyu beslenimleri ile ilgili ölçüm bulunmamaktadır. Gölün en önemli ve tek boşalım elemanı buharlaşmadır. Burdur-Yeşilova-Bedirli istasyonunda 1973-2000 yılları arasında ölçülen ortalama göl yüzeyinden buharlaşma miktarı 1725.3 mm 'dir. Bu değer 0.7 tava düzeltme katsayısı ile çarpıldıktan sonra göl alanından gerçekleşen buharlaşma miktarı $51.96 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$ olarak hesaplanmıştır.

4. Tartışma ve Sonuç

Salda Gölü havzasının jeolojik, hidrojeolojik ve hidrolojik koşulları dikkate alındığında gölün besleniminin göl aynasına ve alt havza geneline düşen yağışlar, sürekli ve mevsimlik akan dereler, kaynak suları ve yeraltı suyu akımı ile sağlandığı görülmektedir. Bu durumda havza genelinde yüzey ve yeraltı suları ile ilgili herhangi bir değişim Salda Gölü sularını hem miktar hem de kalite açısından doğrudan etkileyecektir. Gölün en önemli beslenme elemanı yağış olsa da göle ulaşan dere, kaynak ve yeraltı suyu akımı gölün su seviye değişimini denetleyen unsurlardır.

DSİ XVIII. Bölge Müdürlüğü tarafından 1998-2022 yılları arasında Salda Gölü su seviye ölçümleri yapılmaktadır. 2022 yılı ocak ayında ölçülen su kotu 1134.44 m 'dir. Bu kottaki göl alanı 43.03 km^2 ve hacmi 2512.10 hm^3 olarak belirlenmiştir. Salda Gölü

su seviye ölçümlerine göre 2015 yılından itibaren su kotunda sürekli bir düşüm yaşandığı görülmektedir.

Salda Gölü Havzası içerisinde ve çevresinde bulunan Denizli, Burdur, Acıpayam ve Tefenni Devlet Meteoroloji İstasyonlarında kaydedilen yağış verileri irdelenmiştir. Salda Gölü için yağıştan beslenme miktarı $21.95 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$ olarak hesaplanmıştır. Genel olarak Salda Gölü'nde en yüksek kotun ölçüldüğü 2015 yılından itibaren bölgeye düşen yağışlarda azalma olduğu tespit edilmiştir. Salda Gölü su kotunda 2015 yılından itibaren yaşanan düşüşün yağışın azalması ile doğrudan ilişkili olduğu görülmektedir. Bu değerlendirmeler yağış miktarının Salda Gölü seviye değişimini denetleyen en önemli parametre olduğunu göstermektedir.

Burdur, Denizli ve Acıpayam istasyonlarında dalgalanmalar olsa da genel olarak 2007 yılından itibaren sıcaklık verilerinin arttığı görülmektedir. Salda Gölü'nden en önemli su kaybı buharlaşma yoluyla gerçekleşmektedir. Salda Gölü alanından gerçekleşen buharlaşma miktarı $51.96 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$ olarak hesaplanmıştır.

Salda Gölü'nü besleyen önemli derelerden ikisi olan Değirmendere üzerinde ve Zahra Dere üzerinde göletler bulunmaktadır. Günümüzde bu derelerden göle yılın bütün aylarında beslenme olmadığı görülmektedir. Bu dere sularının göle ulaşmaması Salda Gölü su miktarı için önemli bir kayıptır. Sadece Salda Deresi'nde 2012-2019 yılları arasında ölçülen ortalama yıllık toplam akım değeri $10.53 \text{ m}^3/\text{s}$ olarak hesaplanmıştır.

Salda Gölü su hacmindeki düşümün engellenebilmesi ve azaltılabilmesi için havzada gölün besleyen dereler üzerine mevcutlar dışında gölet yapımında izin verilmemesi ve bu göletlerden de mümkün olduğu kadar can suyunun dere yataklarına bırakılması gerekmektedir. 2018 yılında tamamlanan Kayadibi Göleti'ne su tutturulmamış olması ve Salda Göleti yapımının da durdurulmuş olması Salda Gölü için önemli kazanımlardır.

Salda Gölü çevresinde göle önemli kayıplar ile ulaşan kaynak boşalımları bulunmaktadır. Göle ulaşan

kaynaklarda Mayıs- 2021 ve Mayıs-2022 arasında yapılan debi ölçümlerine göre yaklaşık olarak ortalama 0.286 m³/s (8.15 m³/yıl) beslenim olacağı öngörülmektedir.

Salda Gölü havzasında yeraltısuyu bulunduran en önemli akifer birim alüvyondur. Alüvyon havzada Yeşilova, Doğanbaba ve Salda Köyü civarlarında geniş alanlarda, dere yataklarında ve Salda Gölü çevresinde ince bir şerit halinde yüzeylemektedir. Bölgede alüvyon akiferde açılmış çok sayıda sondaj kuyusu bulunmaktadır. Havzada yeraltısuyu akım yönü Salda Gölü'ne doğrudur. Bu kuyulardan su çekilmesi alüvyon akiferden Salda Gölü'ne ulaşan yeraltısuyu miktarını azaltacaktır. Bu nedenle havzada yeni sondaj kuyusu açılmasına izin verilmemeli ve kullanımları kontrol altına alınmalıdır. Çekilen su miktarının azaltılması için damlama sulama yöntemi gibi sulama suyu kayıplarını azaltan yöntemlerin kullanılması ve ekilen bitki deseninin az su kullanan türler olacak şekilde halkın bilinçlendirilmesi ve teşvik edilmesi gereklidir.

Salda Gölü havzasında yüzey ve yeraltı suları akım yönünün göle olması nedeniyle havzada bulunan kirleticilerin olumsuz etkisi göl kalitesini de etkileyecektir. Havzada gölü etkileyen en önemli kirletici parametre nüfusun geçim kaynağı olan tarımsal faaliyetler ile ilişkilidir. Bitkinin ihtiyacından fazla kullanılabilen tarım ilaçlarının yeraltısuyu ve yüzey sularına taşınımı ile kirlilik oluşmaktadır. Tarımsal faaliyetler sonucu yeraltısularında gözlemlenebilecek önemli kirletici maddeler azot türevleri ve pestisitlerdir.

Salda Gölü'nün beslenimine katkı sağlayan önemli unsurlardan biri de göle ulaşan kaynak sularıdır. Bu kaynaklardan en önemlisi olan Sultanpınarı Kaynağı suları düzensiz ve yüksek kayıp oranı ile göle ulaşmaktadır. Sultanpınarı Kaynağının kaptajının yeniden yapılarak boşalım düzlemi boyunca su kayıplarının en aza indirilmesi ve kaynaktan boşalan suların kontrol altına alınarak Salda Gölü'ne ulaşmasının sağlanması gölün beslenimi açısından büyük önem taşımaktadır.

Salda Gölü'nün son yıllarda turizm amaçlı tanıtımının yoğun şekilde yapılmasının hem avantaj hem de dezavantajı bulunmaktadır. Dezavantajı göle gelen ziyaretçi sayısının artışı ile gerekli koruma ve kontrol çalışmalarının zorlaşmasıdır. Avantajı ise koruma ve düzenleme çalışmalarının artırılarak devam etmesidir. Turizm amaçlı ziyaretçilerin artışı veya azalışı Salda Gölü sularının miktarı üzerinde önemli bir etki oluşturması olası görülmemektedir. Ancak, kurallara uyulmaması ve gerekli kontrollerin sağlanamaması durumunda ziyaretçi artışı su kalitesinde, ekolojik yapıda ve özellikle stromatolit oluşum sürecinin devamında önemli olumsuzluklara neden olacaktır.

Teşekkür

Bu çalışma, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Tabiat Varlıklarını Koruma Genel Müdürlüğü adına "Salda Gölü Özel Çevre Koruma Bölgesi Biyolojik Çeşitlilik Araştırma Projesi" kapsamında yapılmış olup yazarlar, projeyi finansal olarak destekleyen Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'na ve projeyi yürüten Ekoiz-Çevre firması yetkililerine teşekkür ederler.

5. Kaynaklar

- Balcı, N., Demirel, C., Kurt, M.A., 2018. Salda Gölünün Jeomikrobiyolojisi ve Güncel Stromatolit Oluşumunda Mikrobiyal Etkiler/Geomicrobiology of Lake Salda and Microbial Influences on Present-Day Stromatolite Formation. *Yerbilimleri*, **39**(1), 19-40.
- Bodinier, J.L., Godard, M. (2014). Reference module in earth systems and environmental science. *Treatise on Geochemistry*, **3**, 103–167.
- Braithwaite, C.J.R. and Zedef, V., 1996. Hydromagnesite stromatolites and sediments in an alkaline lake, Salda Gölü, Turkey. *Journal of Sedimentary Research*, **66**, 991-1002.
- Çaldırak, H., Kurtuluş, B. 2018. Evidence of Possible Recharge Zones for Lake Salda (Turkey). *Journal of the Indian Society of Remote Sensing*, **46**(9), 1353–1364.
- Çalışkan, V., 2008. Human-induced wetland degradation: a case study of Lake Amik (Southern Turkey). Balwois (Ohrid, Republic of Macedonia), **27**, 1-10.

- Davraz, A., Sener, E., Sener, S., 2019a. Evaluation of climate and human effects on the hydrology and water quality of Burdur Lake, Turkey. *Journal of African Earth Sciences*, **158**, 103569.
- Davraz, A., Varol, S., Şener, E., Şener, Ş., Aksever, F., Kirkan, B., Tokgözlü, A., 2019b. Assessment of Water Quality and Hydrogeochemical Processes of Salda Alkaline Lake (Burdur/Turkey). *Environmental Monitoring and Assessment*, **191**, 701.
- Dehghanipour, A.H., Moshir Panahi, D., Mousavi, H., Kalantari, Z., Tajrishy, M., 2020. Effects of water level decline in Lake Urmia, Iran, on local climate conditions. *Water*, **12**(8), 2153.
- Desta, H., Lemma, B., Albert, G., Stellmacher, T., 2015. Degradation of Lake Ziway, Ethiopia: A study of the environmental perceptions of school students. *Lakes & Reservoirs: Research & Management*, **20**(4), 243-255.
- Dursun, S., 2010. Effect of global climate change on water balance of Beyşehir Lake (Konya–Turkey). *Proceedings: BALWOIS*, 25-29.
- Ekoiz, 2022. Salda Gölü Özel Çevre Koruma Bölgesi Biyolojik Çeşitlilik Araştırma Projesi sonuç raporu. Çevre Ve Şehircilik Bakanlığı, Tabiat Varlıklarını Koruma Genel Müdürlüğü, Ankara
- Han, Q., Zhou, L., Sun, W., Wang, G., Shrestha, S., Xue, B., Li, Z., 2022. Assessing alterations of water level due to environmental water allocation at multiple temporal scales and its impact on water quality in Baiyangdian Lake, China. *Environmental Research*, **212**, 113366.
- Russell, M.J., Ingham, J.K., Zedef, V., Maktav, D., Sunar, F., Hall, A.J., and Fallick, A.E., 1999. Search for signs of ancient life on Mars: expectations from hydromagnesite microbialites, Salda Lake, Turkey. *Journal of the Geological Society*, **156**, 869-888.
- Shirokova, L.S., Mavromatis, V., Bundeleva, I.A., Pokrovsky, O.S., Bénézeth, P., Gérard, E., Pearce, C.R., and Oelkers, E.H., 2013. Using Mg Isotopes to Trace Cyanobacterially Mediated Magnesium Carbonate Precipitation in Alkaline Lakes. *Aquatic Geochemistry*, **19**, 1–24
- Şahinci, A., 1991. Doğal Suların Jeokimyası, Reform Matbaası, Bölüm 2., s. 33, İzmir.
- Varol, S., Davraz, A., Aksever, F., Şener, Ş., Şener, E., Kirkan, B., Tokgözlü, A., 2017. Salda Gölü Sulak Alanı Hidrojeolojisi, Hidrojeokimyasal Özelliklerinin İzlenmesi Ve Kirlilik Durumunun Tespiti, TÜBİTAK-ÇAYDAG-114Y084 raporu
- Wei, W., Gao, Y., Huang, J., Gao, J., 2020. Exploring the effect of basin land degradation on lake and reservoir water quality in China. *Journal of Cleaner Production*, **268**, 122249.
- Yüksel, A., 2007. Üçtepe yöresinin (İmamoğlu – Adana) hidrojeolojik incelemesi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 51 sayfa, Adana.

İnternet Kaynakları

1. <https://tr.climatedata.org/asya/tuerkiye/burdur/tefenni> (13.01.2023)