



Research Article (Araştırma Makalesi)

Ziyaret Gölet Havzası Akımlarında Tarımsal Uygulamalara Bağlı Olarak
Cu⁺⁺, Fe⁺⁺, Zn⁺⁺ ve Cl⁻ içeriklerinin Zamansal Değişiminin Araştırılması

İsa KAYA^{IDa} İrfan OĞUZ^{IDb*} Rasim KOÇYİĞİT^{IDb}

^aİl Gıda Kontrol Laboratuvar Müdürlüğü, Amasya, TÜRKİYE

^bToprak ve Bitki Besleme Bölümü, Ziraat Fakültesi, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, 60240, Tasliciftlik, Tokat, TÜRKİYE

(*): Sorumlu Yazar, irfan.oguz@gop.edu.tr; +90-532-3407061, Fax: +90-356-2521488

ÖZET

Tarımsal uygulamalar ve hızlı kentleşme, küçük kırsal havzaların su kalitesine yönelik ciddi tehditlere neden olmaktadır. Bu çalışmada, Ziyaret Göleti havzasında tarımsal uygulamalar ve bu uygulamaların su kalitesi üzerine etkisi araştırılmıştır. Bu amaçla, 2014 su yılı için havza akışlarının bazı kimyasal özellikleri (01 Ekim 2013 - 29 Eylül 2014) incelenmiştir. Havza akışlarının Cu⁺⁺, Fe⁺⁺, Zn⁺⁺ ve Cl⁻ içerikleri toplanan su numunelerinin analizi ile tanımlanmıştır. Havza akışları MIKE 11 NAM hidrolojik model yardımıyla tahmin edilmiştir. Analiz sonuçlarına göre, Cu 0.008-0.35 mg l⁻¹, Fe 0.051-0.096 mg l⁻¹, Zn 0.033-0.146 mg l⁻¹, Cl 0.053-0.186 mg l⁻¹ arasında değişmektedir. Havzadan günlük olarak taşınan kimyasalların miktarı havzanın günlük akışları dikkate alınarak hesaplanmıştır. Hesaplanan değerler Cu⁺ 20-25.41 kg gün⁻¹, Fe⁺ 20-21.01 kg gün⁻¹, Zn⁺⁺ 0-22.15 kg gün⁻¹ ve Cl⁻ 0-22.57 kg gün⁻¹. Sulama amacıyla yapılan Amasya Ziyaret Göleti'nin periyodik su kalitesi ile havzadaki tarımsal faaliyetler arasındaki ilişki araştırılmıştır.

ARAŞTIRMA MAKALESİ

Alınış tarihi: 29.06.2020
Kabul tarihi: 12.08.2020

Anahtar Kelimeler:

- Su kalitesi,
- Su kirliliği,
- Bakır,
- Demir,
- Çinko,
- Klor

Alıntı için: Kaya İ, Oğuz İ, Koçyiğit R (2020). Ziyaret Gölet Havzası Akımlarında Tarımsal Uygulamalara Bağlı Olarak Cu⁺⁺, Fe⁺⁺, Zn⁺⁺ ve Cl⁻ içeriklerinin Zamansal Değişiminin Araştırılması. Turkish Journal of Agricultural Engineering Research (TURKAGER), 1(2): 248-260. <https://doi.org/10.46592/turkager.2020.v01i02.003>

Investigation of Temporal Change of Cu⁺⁺, Fe⁺⁺, Zn⁺⁺ and Cl⁻ Contents Depending on Agricultural Practices in Ziyaret Pond Basin Flows

ABSTRACT

Agricultural practices and rapid urbanisation, represent serious threats to the water quality of small rural basins. This study aims to discover the relationship between agricultural practices and its impact on water quality in the Ziyaret Pond's basin. For this purpose, some chemical specifications of the basin flows for 2014 water year (from 01 October 2013 to 29 September 2014) were studied. Cu⁺⁺, Fe⁺⁺, Zn⁺⁺ ve Cl⁻ specifications of the basin flows were identified with the analysis of the collected water samples. Flows of the basin were estimated with the help of MIKE 11 NAM hydrological model. According to the results of the analysis, Cu ranged from 0.008-0.35 mg l⁻¹, Fe 0.051-0.096 mg l⁻¹, Zn 0.033-0.146 mg l⁻¹, Cl 0.053-0.186 mg l⁻¹. The amount of chemicals carried daily from the basin has been calculated taking into account the daily flows of the basin. Calculated values ranged from for Cu⁺⁺ 0-25.41 kg day⁻¹, Fe⁺⁺ 0-21.01 kg day⁻¹, Zn⁺⁺ 0-22.15 kg day⁻¹ and Cl⁻ 0-22.57 kg day⁻¹. The relationship between the periodic water quality of Amasya Ziyaret Pond, which was built for irrigation, and agricultural activities in the basin was investigated.

RESEARCH ARTICLE

Received: 29.06.2020

Accepted: 12.08.2020

Keywords:

- Water quality,
- Water pollution,
- Copper,
- Iron,
- Zinc,
- Chlorine

To cite: Kaya İ, Oğuz İ, Koçyiğit R (2020). Investigation of Temporal Change of Cu⁺⁺, Fe⁺⁺, Zn⁺⁺ and Cl⁻ Contents Depending on Agricultural Practices in Ziyaret Pond Basin Flows. Turkish Journal of Agricultural Engineering Research (TURKAGER), 1(2): 248-260. <https://doi.org/10.46592/turkager.2020.v01i02.003>

GİRİŞ

Su toplama havzalarında var olan arazi kullanım türlerinde radikal değişimler, kırsal alanların yerleşim yerlerine dönüşümü ve bu açılan yeni yerleşim yerlerinin alansal olarak yayılma eğilimi, arazi kullanımlarında dinamik ve hızlı değişimlere yol açmıştır. İnsanlar, bu durumun doğal kaynaklara, özellikle de su kaynaklarının niteliği ve niceliğine olan etkisine uzun yıllardır ilgi duymuşlardır (Szewran'ski ve ark., 2018; Dutta ve ark., 2018). Arazi kullanım değişikliği, toprak erozyonunu ve havzadaki kaynağı belirsiz noktasal olmayan kirliliği artırarak hidrolojik döngünün olumsuz etkilenmesine yol açmaktadır (Li, 1996).

Tarım alanlarında çiftçiler tarafından tarımsal üretim için uygulanan gübreleme, sulama ve ilaçlama gibi insan faaliyetleri ve bu faaliyetlerin havza çıkışı su kalitesine olası etkilerinin araştırılması sürdürülebilir havza yönetimi bakımından büyük önem taşımaktadır. Su toplama havzalarında yürütülmüş birçok çalışma, havzada mevcut arazi kullanım türü ile havza çıkışı su kalitesi arasındaki doğrudan ilişki olduğunu göstermiştir (Batbayar ve ark., 2019). Genel olarak, havza çıkış suyunda bulunan azot, fosfor ve diğer kirleticiler tarım arazileri kaynaklı, organik ve ağır metal kirliliği ise esas olarak sanayi ve kentsel arazi kullanımından etkilendiği bildirilmektedir (Batbayar ve ark., 2019; Hu ve ark., 2011). Böyle bir genellemeye rağmen her havza kendi özel koşullarına sahiptir. Örneğin düşük rakımlı havzalarda yavaş akış görülen nehirler, havzada oransal olarak daha fazla kaldıkları için yoğun arazi kullanımının

etkilerine daha fazla maruz kalırlar ve daha fazla risk taşırlar (Stoate ve ark., 2001). Aynı şekilde büyük su toplama alanlarına sahip küçük akış hacimli akarsular ise küçük akış hacimleri nedeniyle mevcut kirleticileri etkili bir şekilde seyreltecek kapasitede değildirler (Borics ve ark., 2016). Bazı meyvecilik tarımı yapılan kırsal havzalarda ise göztaşı, demir preparatlarla gübreleme gibi uygulamalar havza akımlarında yer alan demir, çinko, klor gibi maddelerde anlık değişimlere neden olabilmektedir. Bu nedenlerden dolayı, her havzada farklı özellikler araştırmacılar tarafından dikkate alınır ve etkili çözümler üretilmeye çalışılır.

İnsan faaliyetlerinin su kalitesine olan etkisine yönelik olarak Alvarez-Rogel ve ark. (2006) tarafından İspanya'da Mar Menor Lagünü'nde yapılan çalışmada, lagün suyunda EC, pH, sülfat, klorür, nitrat, amonyum ve çözülmüş fosfor konsantrasyonlarını araştırmışlardır. Çalışma sonucunda, civardaki tarımsal alanların etkisiyle nitrat konsantrasyonu, turizm aktivitelerinin etkisiyle de amonyum ve fosfor değerlerinin yüksek seviyede olduğunu belirtmişlerdir.

Oğuz ve ark., 2019 tarafından araştırmada Amasya Ziyaret gölet havzasında yapmış oldukları çalışmalarında sulama amaçlı gölette fosfor, nitrat, nitritin neden olduğu ötrofikasyon riski belirlenmiştir.

Amasya Ziyaret Göleti Havzası'nda 2013-2014 yıllarında gerçekleştirilen bu araştırmada, havza sularının bazı kimyasal özelliklerinin zamansal değişimi izlenmiştir. Ziyaret Göleti Havzası akımlarının çeşitli özellikleri anlık olarak alınmış bulunan su örneklerinde yapılan analizlerle bakır, demir, çinko ve klor içerikleri belirlenmiştir. Bilindiği gibi bir havzadan çıkan yüzey, yüzey altı ve taban akışı suyun geldiği bölgedeki tarımsal faaliyetlerin, mevcut havzanın bitki örtüsünün ve havza topraklarının yapısının bir yansımasıdır. Araştırma havzasında anlık akım değerleri belirlenmiş parametrelerde değişimler ve bu değişimlere havzada yapılan gübreleme ve ilaçlama gibi temel amenajman uygulamalarının etkisi belirlenmiştir. Çalışma sonucunda, sulama amacıyla inşa edilmiş bulunan Amasya Ziyaret Göleti dönemsel su kalitesi, su kirliliği kontrol yönetmeliğine göre belirlenmeye çalışılmış ve kirlilik unsurlarının sulama sahasına olası olumsuz etkileri araştırılmıştır.

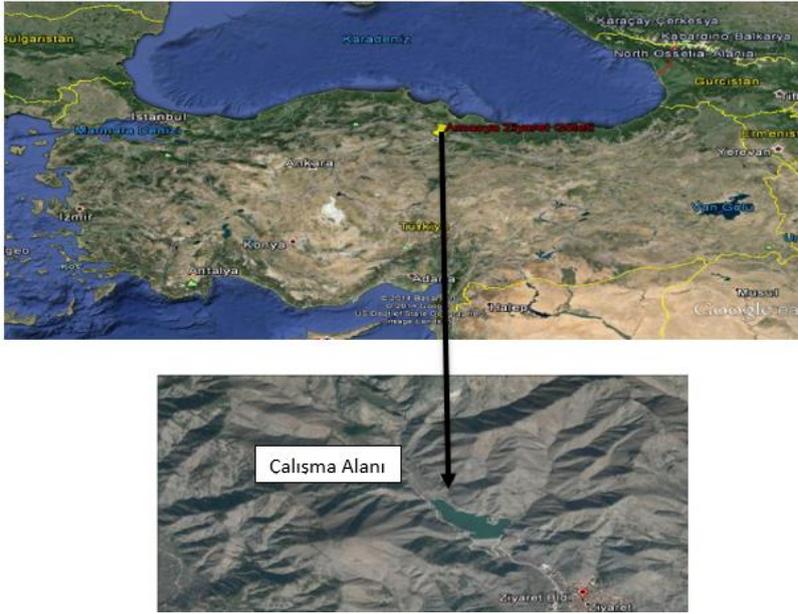
MATERYAL ve YÖNTEM

Araştırma, 1996-2005 yılları arasında Amasya DSİ Müdürlüğü tarafından sulama amaçlı olarak inşa edilen Ziyaret Göleti Havzasında yürütülmüştür. Ziyaret Göleti Amasya il merkezine 4 km mesafede olup havza alanı 28 km²'dir. Gölet su toplama havzası tarım, mera ve orman arazilerinden oluşmaktadır (Şekil 1).

Havzada kestane rengi topraklar hakimdir. Havza toprağı organik madde içeriğı orta ve pH nötr veya hafif alkalidir. Toprak orta derecede kireç içerir ve CaCO₃ içeriğı alt toprak yüzeylerine doğru artar (KHGM 1991).

Ziyaret Gölet Havzasında tarım, mera ve orman arazi kullanım türleri bulunmaktadır. Tarım arazilerinde meyve bahçeleri yaygın olup, yem ve tarla bitkileri yetiştiriciliğı yapılmaktadır.

Yöre çiftçileri ile yüz yüze yapılan görüşmeler sonucunda, tarla bitkilerinin bulunduğu arazilere, sonbaharda ekim öncesinde amonyum fosfat ve çiftlik gübresi uygulanırken, ekimden sonra ise azotlu gübre uygulaması yapıldığı anlaşılmıştır. İlkbahar aylarında ise daha çok azotlu gübre kullanıldığı belirtilmiştir.



Şekil 1. Çalışma alanı
Figure 1. Study area

Havzada yer alan meyve ağaçlarına sonbahar aylarında azot, fosfor, potasyum içerikli kompoze gübreler ve çiftlik gübresi uygulanırken, kış aylarından ilkbahar aylarına geçiş döneminde, ağaçlar çiçek açmadan bakır içerikli ilaçlar uygulanmakta olduğu bildirilmiştir. Meyve bahçelerinde ilkbahar aylarında daha çok azotlu gübreler uygulanırken sülfat içerikli gübreler de bazı çiftçiler tarafından kullanılmaktadır. Meyve bahçelerinde yaz aylarında potasyum-nitrat ve kalsiyum nitrat gübreleri uygulanmaktadır. Mera ve orman arazilerinde gübreleme uygulaması yapılmamaktadır.

Havza, Orta Karadeniz bölgesinin iç kesiminde bulunduğu için, kıyı kesiminin ılıman ikliminden iç kesimin sert iklimine geçiş karakteri hâkimdir. Bu nedenle yazları kurak, kışları ise soğuk geçen bir karasal iklim hâkimdir. Çalışma alanına en yakın meteoroloji istasyonu olan Amasya Meteoroloji İstasyonu'na ait uzun yıllar yağış ortalaması 413 mm'dir (DMİ, 2016).

Çalışmada havza akımlarıyla gölet içerisine taşınan toplam Cu^{+2} , Fe^{+2} , Zn^{+2} ve Cl^- miktarını belirleyebilmek için düzenli su örnekleri alınmıştır. Bu amaçla havza akımlarını toplayarak gölet içerisine ulaştıran Değirmendere deresi üzerinde oluşturulan sabit bir noktadan 2014 su yılı içinde, 250 mL steril plastik kaplara 12 adet su örneği alınmıştır.

Su örnekleri soğuk zincir ile kısa sürede laboratuvara ulaştırılarak alındıktan azami 3 saat içinde analiz edilmiş ve Cu^{+2} , Fe^{+2} , Zn^{+2} ve Cl^- içerikleri belirlenmiştir. Bakır analizi 'bathocuproine disülfonik asit' metodu ile LCK 329 kiti (tri-Sodyum sitratdihidrat, askorbik asit, sitrik asit monohidrat) kullanılarak; demir analizi '1,10 fenantrolin' metodu ile LCK 321 kiti (askorbik asit, polividon 25, D-manitol, 1,10-Phenanthrolinechlorid Monohidrat) ile; çinko analizi 4-(2-Pyridylazo) resorcin (PAR) metodu ile LCK 360 kiti (potasyum siyanid) ile; klor analizi diethyl-p-phenyldiamine (DPD) metodu ile LCK 310 kiti (N, N-Dietil-1, 4-fenilendiamonyum sülfat, disodyum hidrojenfosfat, potasyum hidrojen fosfat) ile tümü spektrofotometrik olarak ölçülmüştür. Spektrometrik okumalar DR5000 tezgahüstü spektrometre (Hach-Lange Almanya) kullanılarak uygun yöntemler ve test kitleri ile belirlenmiştir (APHA, 1998).

Çalışmada anlık olarak ölçülen parametrelerin günlük toplam taşınan miktarının belirlenmesi için havzanın günlük akım miktarlarının bilinmesi gerekmektedir. Ancak Ziyaret Göleti Havzası'nda akım ölçümleri yapılmadığı için günlük akım değerlerinin modellenmesinde Mike 11 NAM hidrolojik simülasyon modeli kullanılmıştır. Mike 11 NAM modeli Danimarka Hidrolik Enstitüsü tarafından geliştirilmiştir. Tüm dünyada toprak kaynakları, su kalitesi planlanması ve havza planlaması çalışmalarında 1972 yılından beri yaygın olarak kullanılmaktadır. Kullanım amacına göre çok sayıda modülü vardır (Oğuz ve ark., 2010). Çalışmada, modelin yağış-akış modülü kullanılmıştır. Mike 11 NAM veri girişleri kurulum parametreleri (havza alanı ve toprak özelliklerine bağlı parametreler), model parametreleri (zaman sabitleri ve yüzey akış için öteleme, yüzey altı akış ve taban akış için eşik değerleri) ve meteorolojik veriler (günlük yağış ve günlük potansiyel buharlaşma) olmak üzere üç aşamada tamamlanmıştır. Modelin gereksinim duyduğu kurulum ve model parametreleri toprak ve topografik haritalardan ve arazi çalışmaları sonucunda elde edilmiştir. Yağış ve buharlaşma verileri ise Amasya meteoroloji istasyonu verilerinden elde edilmiştir.

Değerlendirilen parametreler Çizelge 1 dikkate alınarak su kalite sınıfları, su kirliliği kontrolü yönetmeliğine (SKKY, 2008) göre değerlendirilmiştir (SKKY, 2008).

Çizelge 1. Kıta içi su kaynaklarının sınıflarına göre kalite kriterleri (SKKY, 2008)

Table 1. Quality criteries according to the classes of continental water resources (SKKY, 2008)

Su Kalite Parametreleri	Su Kalite Sınıfları			
	I	II	III	IV
Klorür iyonu (mg Cl L ⁻¹)	25	200	400	> 400
Bakır (µg Cu L ⁻¹)	20	50	200	> 200
Çinko (µg Zn L ⁻¹)	200	500	2000	> 2000
Demir (µg Fe L ⁻¹)	300	1000	5000	> 5000

BULGULAR ve TARTIŞMA

Havzanın yıllık toplam akımlarının mike 11 nam modeli ile simülasyonu

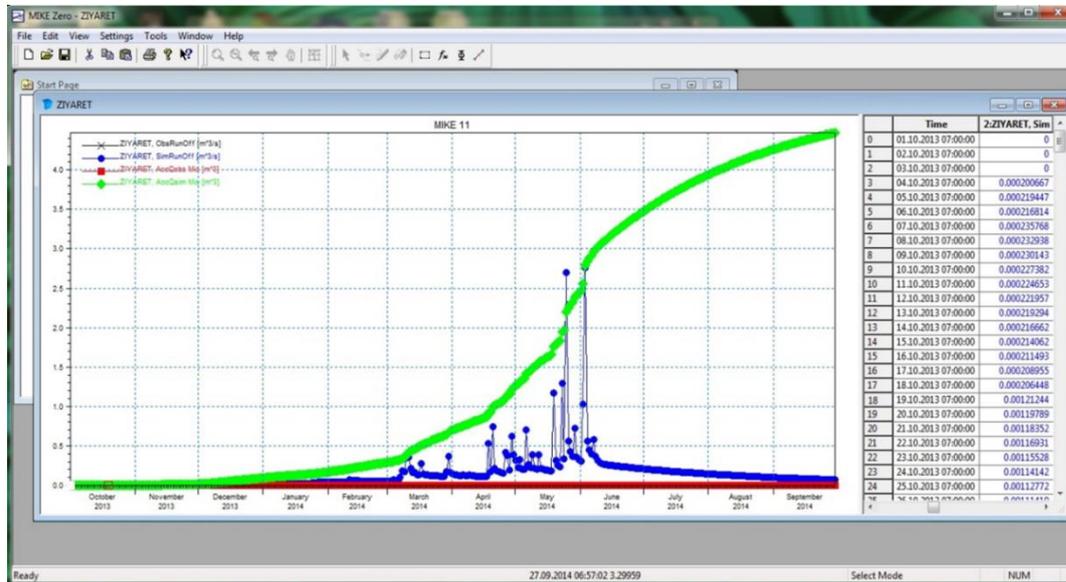
Havzadaki toplam kimyasal taşınmanın belirlenebilmesi için gerekli günlük akım değerleri Mike 11 Nam modeli ile tahmin edilmiştir. Ziyaret havzası için akım hesaplamalarında kullanılan Mike 11 Nam model girdi parametreleri Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2. Ziyaret Göleti Havzası akım modellemesinde kullanılan Mike 11 Nam model parametreleri

Table 2. Mike 11 Nam model parameters used in Ziyaret Pond Basin flow modeling

NAM parametresi	
Havza alanı, km ²	28
Yüzeyde depolanan maksimum su içeriği (U _{max}), mm	10
Kök bölgesinde depolanan maksimum su içeriği (L _{max}), mm	100
Yüzey akış katsayısı (CQOF), birimsiz	0.5
Yüzey altı akış için zaman sabiti (CKIF), saat	1000
(CK1;2), saat	10
Yüzey akışı başlatan kök bölgesi nem içeriği (TOF), birimsiz	0.5
Yüzey altı akışı başlatan kök bölgesi nem içeriği (TIF), birimsiz	0.5
Taban akımı başlatan kök bölgesi nem içeriği (TG), birimsiz	0
Taban akım çekilme süresi (CKBF), saat	2000
Yüzey depolamasıyla ilişkili su içeriği (U U _{max} ⁻¹), birimsiz	0
Kök bölgesi depolaması ile ilişkili su içeriği (L L _{max} ⁻¹), birimsiz	0
Yüzey akış (QOF), birimsiz	0
Yüzey altı akış (QIF), birimsiz	0
Taban akım (BF), birimsiz	0

Model ekran çıktısı olarak havza 2014 su yılı günlük akım bileşenleri Şekil 2'de, Aylık toplam yağış ve ortalama akım değerleri ise Çizelge 3'de verilmiştir.



Şekil 2. Ziyaret Göleti Havzası 2014 su yılı akım hidrografi
Figure 2. Ziyaret Pond basin 2014 water year hydrograph

Çizelge 3. Ziyaret Havzası 2014 su yılı aylık toplam yağış ve ortalama akımları

Table 3. Monthly total precipitation and average flows of 2014 water year in Ziyaret Basin

Aylar	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Yağış, mm	20.3	25.7	15.4	15.3	7.7	44	37	75.1	65.7	31.6	1.2	30.6
Ort. akım, l s ⁻¹	0.58	5.21	28.48	28.36	49.85	149.39	213.54	447.33	394.09	175.08	120.92	83.65

Taşınmalar, model yardımı ile hesaplanan günlük akım değerleri ve aylık örnekleme dönemlerinde yapılmış olan laboratuvar analiz sonuçları dikkate alınarak her bir parametre için ayrı ayrı hesaplanmıştır. İki örnekleme arası günler için taşınma miktarları, laboratuvar koşullarında belirlenmiş analiz sonucunun hesaplanmayan günler için de aynı olduğu varsayılarak belirlenmiştir. Mike 11 Nam modeli ile havza için belirlenen günlük akımların laboratuvar analiz sonuçlarıyla bir araya getirilmesi suretiyle toplam bakır, demir, çinko ve klor değerleri günlük, aylık ve çalışma yılı için belirlenmiştir.

Amasya Devlet Meteoroloji İstasyonu verileri ve model simülasyon sonucuna göre, havzaya düşen aylık toplam en yüksek yağış 75.1 mm ile Mayıs ayında, en düşük yağış 1.2 mm ile Ağustos ayında meydana gelmiştir. Havza yağışları kış aylarında Aralık (15.4 mm) ve Ocak (15.3 mm) ayında birbirine yakın iken Şubat ayında (7.7 mm) yağış miktarında azalma olmuştur. Daha sonra ilkbahar ayları ile birlikte artış başlamış ve en yüksek seviyelere çıkmıştır. Yağışlar yaz aylarından itibaren azalmaya başlamış ve havzaya düşen toplam yağışın en düşük olduğu seviyeye inmiştir. Ağustos ayından itibaren havzaya düşen toplam yağış miktarında artış başlamış ve sonbahar aylarında birbirine yakın değerlerde seyretmiş ve kış aylarında Aralık ayından itibaren düşüş olduğu gözlemlenmiştir. 2014 su yılında havzaya toplam 369.6 mm yağış düşmüştür (Çizelge 3).

Havzanın aylık ortalama akımlarının en düşük olduğu ay 0.58 l s^{-1} ile Ekim ayı olmasına karşın, en yüksek aylık ortalama akım 447.33 l s^{-1} ile Mayıs ayında meydana gelmiştir. Havzanın aylık ortalama akımlarının Ekim ayı ile birlikte artmaya başlamış ve bu artış Mayıs ayına kadar devam etmiş, Mayıs ayından itibaren Ekim ayına kadar havza aylık ortalama akımları düşmüştür. Havzanın aylık ortalama akımlarının en yüksek olduğu mevsimin ilkbahar mevsimi olmasına karşın en düşük olduğu mevsim ise sonbahar mevsimidir. Havzanın aylık ortalama akımlarının ikinci en yüksek olduğu mevsim yaz mevsimi iken üçüncü en yüksek aylık ortalama akım sırasını da kış mevsimi almaktadır (Çizelge 3).

Havzanın aylık toplam yağışlarının en yüksek olduğu ilkbahar aylarında havzanın aylık ortalama akımlarının da en yüksek olduğu görülmektedir. Yaz aylarında da havzanın aylık toplam yağışları ve aylık ortalama akımları birbirine paralel olarak ikinci en yüksek değerleri almıştır. Havzanın aylık toplam yağış ve aylık ortalama akımları arasındaki paralellik sonbahar ve kış aylarında bozulmuştur. Aylık toplam yağışları sırasıyla yüksekten düşüğe doğru kış ve sonbahar aylarında görülmesine karşın aylık ortalama akımlarda da tam tersi bir durum oluşmuştur ve yüksekten düşüğe doğru sırası ile sonbahar ve kış ayları olarak gerçekleşmiştir. Bu durum kış aylarında sonbahar aylarına göre buharlaşmada görülen azalmaya ve yağışın türüne bağlanabilir. Ayrıca kış yağışlarının kar şeklinde olması ve karın toprakta tutulmasına bağlı olarak akımda bir azalmaya yol açması söz konusudur. Nitekim kış yağışlarından sonra ilkbaharda kar erimelerinin de etkisiyle havza akımları artmıştır.

Günlük en fazla yağış Haziran ayında 27.2 mm olurken havzanın tepkisi olarak günlük en fazla akım da 2763.34 l s^{-1} ile yine Haziran ayında oluşmuştur. Yağışların artmaya başladığı ilkbahar aylarında, akımlarda artmaya başlamış, yaz aylarında yağışların düşüş göstermeye başlaması ile akımlarda paralel olarak azalma görülmüştür. Bu azalma sonbahar aylarından Kasım ayına kadar devam etmiştir. Akımlar kış ayları ile birlikte artmaya başlamış ve bu artış yaz aylarından Haziran ayına kadar devam etmiştir ve daha sonra da düşüş başlamıştır. Günlük en düşük akım

(1.21 l s⁻¹) ve aylık ortalama en düşük akım (0.58 l s⁻¹) Ekim ayında meydana gelmiştir. Ekim ayının ilk 3 günü havzada hiç akım olmamıştır.

Havza Akımlarının Cu⁺⁺, Fe⁺⁺, Zn⁺⁺ ve Cl⁻ Değerlerinin Zamansal Değişimi

Ziyaret Göleti'nin ana su kaynağı olan Değirmen Deresi'nden aylık olarak alınan su örneklerinde çeşitli parametrik değerler mg l⁻¹ olarak belirlenmiştir. Ayrıca Mike 11 Nam modeli kullanılarak tahmin edilen günlük toplam akım miktarları dikkate alınarak anlık parametreler günlük toplam taşınım miktarlarına dönüştürülmüştür. Günlük taşınan miktarların aylık toplam değerleri ayrıca hesaplanmış ve ilgili ayın gün sayısına bölünerek ortalama değerler olarak belirlenmiştir.

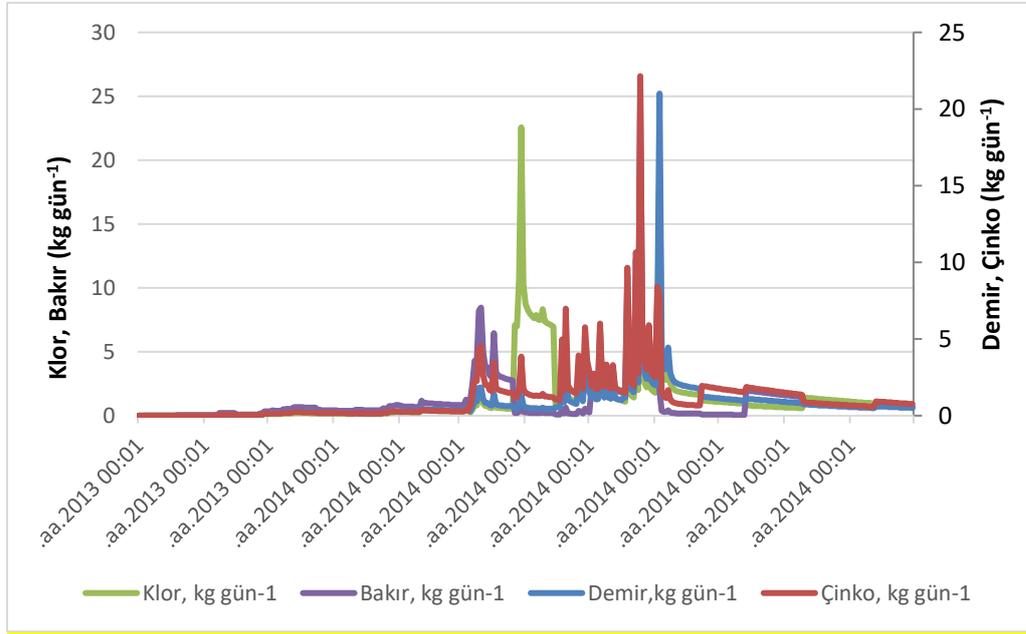
2014 su yılında havzadan taşınan günlük demir, çinko, klor ve bakır miktarları Çizelge 4 ve Şekil 3'de verilmiştir.

Çizelge 4. Anlık ölçüm, taşınan toplam ve ortalama değerler

Figure 4. Instant measurement, total and average values carried

Parametre	Aylar											
	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül
Ölçülen anlık Cu ⁺⁺ , mg L ⁻¹	0.33	0.35	0.22	0.19	0.20	0.27	0.02	0.11	0.01	0.07	0.09	0.12
Taşınan toplam Cu ⁺⁺ , kg	0.71	4.06	15.81	15.04	23.70	87.18	7.05	129.01	19.15	33.27	32.88	22.33
Taşınan ortalama Cu ⁺⁺ , kg	0.02	0.14	0.51	0.49	0.85	2.81	0.23	4.16	0.64	1.07	1.06	0.74
Ölçülen anlık Fe ⁺⁺ , mg L ⁻¹	0.08	0.09	0.10	0.07	0.08	0.06	0.05	0.07	0.09	0.07	0.07	0.08
Taşınan toplam Fe ⁺⁺ , kg	0.16	1.19	6.79	5.58	9.74	23.20	29.98	84.76	84.60	31.80	22.02	16.36
Taşınan ortalama Fe ⁺⁺ , kg	0.01	0.04	0.22	0.18	0.35	0.75	1.00	2.73	2.82	1.03	0.71	0.55
Ölçülen anlık Zn ⁺⁺ , mg L ⁻¹	0.12	0.13	0.08	0.07	0.07	0.15	0.11	0.10	0.03	0.11	0.08	0.13
Taşınan toplam Zn ⁺⁺ , kg	0.23	1.54	5.81	5.53	8.22	54.55	61.75	115.60	50.70	51.73	29.86	22.70
Taşınan ortalama Zn ⁺⁺ , kg	0.01	0.05	0.19	0.18	0.29	1.76	2.06	3.73	1.69	1.67	0.96	0.76
Ölçülen anlık Cl ⁻ , mg L ⁻¹	0.07	0.07	0.07	0.07	0.08	0.05	0.08	0.07	0.08	0.06	0.13	0.11
Taşınan toplam Cl ⁻ , kg	0.11	0.98	5.13	5.31	9.15	75.07	140.92	85.19	78.17	26.13	33.34	25.58
Taşınan ortalama Cl ⁻ , kg	0.00	0.03	0.17	0.17	0.33	2.42	4.70	2.75	2.61	0.84	1.08	0.85

*Anlık ölçüm değerleri gölet havzasından alınan örneklerde yapılan laboratuvar analiz sonuçlarını, aylık toplam ve ortalama değerler ise günlük akım miktarlarının dikkate alınmasıyla hesaplanan değerleri ifade etmektedir.



Şekil 3. Demir, çinko, klor ve bakır günlük taşınımı

Figure 3. Daily transport of iron, zinc, chlorine and copper

Cu^{+2}

Yıl içerisinde aylık olarak ölçülen Değirmendere Cu^{+2} konsantrasyonunun en yüksek değeri 0.35 mg L^{-1} ile Kasım ayında, en düşük toplam bakır konsantrasyonu ise 0.008 mg l^{-1} ile Haziran ayında belirlenmiştir. Bakır konsantrasyonu yaz aylarında en düşük, kış sonu ile ilkbahar başlangıcı arasındaki dönemde yüksek, sonbahar ve kış aylarında en yüksek seviyelerde olmuştur.

Meyve bahçelerine uygulanan bakır içerikli ilaçların artıklarının gölete ulaşması, bu sonuçta etkili olmuştur. Göztaşı gibi bakırlı ilaçlar uygulandıktan sonra, ilkbahar yağışlarının başlaması ile göleti besleyen suya karışması sonucunda sudaki bakır konsantrasyonunun yükseldiği değerlendirilmiştir. Mutlu ve ark. (2013), Horohon Deresinde yapmış oldukları su kalitesi araştırmasında kış aylarında bakır değeri tespit edilmemesine karşın, Cu^{+2} içeriğinin ilkbahar aylarında birden yükseldiği ve Mayıs ayında 0.036 mg l^{-1} ile en yüksek değerine ulaştığını rapor etmişlerdir. Araştırmacılar ilkbahar aylarında bakır miktarının artış nedeni olarak derenin çevresinde bulunan meyve bahçelerinde yapılan bakım ve budama işlemlerinin ilkbahar aylarında gerçekleşmesiyle budama işleminden sonra bakır içerikli zirai ilaçların yoğun şekilde yapılması ve yağmur sularıyla bu zirai ilaç kalıntılarının suya karışmasından kaynaklandığını ileri sürmüşlerdir. Mutlu ve ark. tarafından bulunan bulgular Ziyaret Göleti Havzası'nda yapılan araştırmayı benzer gerekçelerle desteklemektedir.

Ziyaret Göleti Havzası'nda yapılan çalışmada elde edilen bakır değerleri ortalaması (0.15 mg l^{-1}), SKKY (2008) ile karşılaştırıldığında, III. sınıf su kalitesi kapsamında yer aldığı gözlenmektedir (Çizelge 1).

Havzada meydana gelen günlük Cu^{+2} taşınım değerleri belirlenmiş ve Çizelge 4' te verilmiştir. Havzadan toplam taşınan Cu^{+2} miktarının ilkbahar aylarından Mayıs ayında 129.01 kg ile en yüksek seviyede olduğu ve sonbahar aylarından Ekim ayında ise 0.71 kg ile en düşük seviye de olduğu görülmektedir. Ortalama Cu^{+2} taşınımı 0.02 kg ile 4.16 kg arasında değişmiştir. Havzada akımların olduğu dönemlerde en fazla

günlük taşınım, Mayıs ayında 25.41 kg ve minimum günlük taşınım değeri ise Ekim ayında 0 (sıfır) belirlenmiştir.

Fe⁺²

Değirmendere'de yapılan analizlere göre en yüksek demir konsantrasyonu Aralık ayında 0.096 mg l⁻¹, en düşük demir konsantrasyonu Nisan ayında 0.051 mg l⁻¹ olarak gözlemlenmiştir. Çalışma takvimi süresince Ziyaret Göleti'ni besleyen su içerisindeki demir konsantrasyonunda belirgin farklılıkların olmadığı söylenebilir.

Ziyaret Göleti Havzası'nda yapılan çalışmada elde edilen demir konsantrasyonu ortalaması SKKY (2008)'e göre II. sınıf su kalitesi kapsamındadır. Mert ve ark. (2010), Ürgüp ilçesi Damsa Baraj Gölü'nde yaptıkları araştırmada demir konsantrasyonunun SKKY (2008) göre I. sınıf su kalitesi kapsamında olduğunu bildirmişlerdir. Değirmendere demir konsantrasyonunun Damsa Baraj Gölü demir iyonu konsantrasyonundan daha düşük olduğu gözlenmiştir.

Ziyaret Göleti Havzası'ndan taşınan toplam Fe⁺² miktarı en yüksek Mayıs ayında (84.76 kg), en düşük Ekim ayında (0.16 kg) olmuştur. Taşınan toplam Fe⁺² miktarı ilkbahar ayları ile birlikte artmış ve bu artış yaz aylarından Haziran ayına kadar devam etmiştir. Haziran ayından sonra ise düşüş başlamış ve bu düşüş sonbahar aylarından Kasım ayına kadar devam etmiştir (Çizelge 4).

Havzada taşınan günlük ortalama Fe⁺² miktarı 0.01 kg ile 2.82 kg arasında değişmiştir. Akımların olduğu dönemlerde Fe⁺² miktarının günlük minimum taşınım seviyesi Ekim ayında 0 (sıfır) olmasına karşın, günlük en fazla taşınım seviyesi ise Haziran ayında 21.01 kg olmuştur. Taşınan toplam Fe⁺² konsantrasyonunda ilkbahar aylarından Nisan ayından sonra akımların artması sonucunda ciddi bir yükseliş olduğu Çizelge 4.'de görülmektedir.

Zn⁺²

Analiz sonuçlarına göre aylık çinko değerleri Şekil 4' te verilmiştir. Değirmendere'de yapılan aylık analizler neticesinde sudaki en yüksek çinko değeri Mart ayında 0.146 mg l⁻¹, en düşük çinko değeri ise 0.033 mg l⁻¹ ile Haziran ayında gözlemlenmiştir. Ziyaret Göleti'ni besleyen suyun çinko konsantrasyonunda çalışma takvimi süresince belirgin farklılıkların olmadığı söylenebilir.

Yapılan çalışmadaki çinko değeri ortalamalarının SKKY (2008) göre I. sınıf su kalitesi kapsamında olduğu belirlenmiştir.

Havzada meydana gelen Zn⁺² taşınması en yüksek Mayıs ayında 115.60 kg ve en düşük Ekim ayında 0.23 kg olmuştur. Taşınan toplam Zn⁺² miktarının kış aylarında birbirine yakın değerlerde olmasına karşın, ilkbahar aylarında akımların artmasıyla birlikte ciddi yükselmeler olduğu, yaz aylarında ilkbahar aylarına göre akımlar azaldığı için düşüş başladığı Çizelge 4' te görülmektedir. Taşınan günlük Zn⁺² miktarı ortalama 0.01 kg ile 3.73 kg arasında değişmiştir. Günlük maksimum taşınım seviyesi 22.15 kg olmuştur (Çizelge 4).

Cl⁻

Analiz sonuçlarına göre belirlenen klor değerleri Çizelge 4 ve Şekil 2' de verilmiştir. Ziyaret Göleti'ni besleyen suyun klor konsantrasyonu Ağustos ayında 0.128 mg l⁻¹ ile en yüksek seviyede olurken, Mart ayında 0.053 mg l⁻¹ ile en düşük seviyede olmuştur.

Ziyaret Göleti'ni besleyen su içerisindeki klor konsantrasyonunda çalışma takvimi süresince belirgin farklılıkların olmadığı söylenebilir.

Ziyaret Göleti Havzası'nda yapılan çalışmada belirlenen klor değeri ortalamalarının SKKY (2008)'ne göre I. sınıf sular kapsamında olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4).

Toplam Cl⁻ taşınım değerinin en yüksek Nisan ayında 140.92 kg, en düşük 0.11 kg ile Ekim ayında olduğu görülmektedir. Havzada akımların olduğu günlerde, Cl⁻'ün ortalama günlük taşınım değerleri 0-4.70 kg arasında değişmiş ve günlük maksimum taşınım değeri 22.57 kg ve minimum taşınım değerinin 0 (sıfır) olmuştur (Çizelge 4).

Ziyaret Gölet Havzasından Mevsimsel Taşınımlar

Ziyaret Göleti Havzası'ndan taşınan bakır, demir, çinko ve klor miktarlarının aylık ve mevsimsel taşınım değerlerinin minimum, maksimum, ortalama ve toplam değerleri Çizelge 5' te verilmiştir.

Çizelge 5. Bakır, demir, çinko ve klor aylık ve mevsimsel taşınım değerleri (kg gün⁻¹)
Figure 5. Monthly and seasonal transport values of copper, iron, zinc and chlorine (kg gün⁻¹)

Parametre		Mevsimler											
		Sonbahar				Kış		İlkbahar				Yaz	
		Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos
Bakır (Cu ⁺²)	Min.	0.66	0.00	0.04	0.33	0.36	0.67	0.20	0.09	0.27	0.07	0.06	0.76
	Max.	0.85	0.05	0.34	0.69	0.83	1.15	8.44	0.65	25.41	9.65	1.98	1.61
	Ort.	0.74	0.02	0.14	0.51	0.49	0.85	2.81	0.23	4.16	0.64	1.07	1.06
	Toplam	22.33	0.71	4.06	15.81	15.04	23.70	87.18	7.05	129.01	19.15	33.27	32.88
Mevsim Toplamı		27.10				54.54		223.24				85.30	
Demir (Fe ⁺²)	Min.	0.49	0.00	0.01	0.13	0.14	0.28	0.28	0.43	1.02	1.15	0.91	0.57
	Max.	0.61	0.01	0.13	0.30	0.29	0.48	1.85	3.74	17.48	21.01	1.13	0.90
	Ort.	0.55	0.01	0.04	0.22	0.18	0.35	0.75	1.00	2.73	2.82	1.03	0.71
	Toplam	16.36	0.16	1.19	6.79	5.58	9.74	23.20	29.98	84.76	84.60	31.80	22.02
Mevsim Toplamı		17.70				22.11		137.95				138.42	
Çinko (Zn ⁺²)	Min.	0.58	0.00	0.01	0.13	0.14	0.23	0.28	1.02	1.50	0.66	1.52	0.68
	Max.	0.93	0.02	0.14	0.24	0.29	0.40	4.50	6.97	22.15	8.41	1.86	1.51
	Ort.	0.76	0.01	0.05	0.19	0.18	0.29	1.76	2.06	3.73	1.69	1.67	0.96
	Toplam	22.70	0.23	1.54	5.81	5.53	8.22	54.55	61.75	115.60	50.70	51.73	29.86
Mevsim Toplamı		24.47				19.56		231.90				132.29	
Klor (Cl ⁻)	Min.	0.66	0.00	0.01	0.11	0.14	0.26	0.24	0.79	1.09	1.09	0.66	0.59
	Max.	1.10	0.01	0.11	0.21	0.28	0.45	22.57	8.73	16.08	19.34	1.08	1.43
	Ort.	0.85	0.00	0.03	0.17	0.17	0.33	2.42	4.70	2.75	2.61	0.84	1.08
	Toplam	25.58	0.11	0.98	5.13	5.31	9.15	75.07	140.92	85.19	78.17	26.13	33.34
Mevsim Toplamı		26.67				19.59		301.18				137.64	

Bakırın gölete en fazla taşındığı mevsim 223.24 kg gün⁻¹ ile ilkbahar mevsimidir. En az taşındığı mevsim ise 27.10 kg gün⁻¹ ile sonbahar mevsimidir. Yaz mevsiminde gölete taşınan toplam bakır değeri 85.30 kg gün⁻¹ iken kış mevsiminde 54.54 kg gün⁻¹'dür. İlkbahar aylarında bakır miktarının artmasının nedeni olarak, derenin çevresinde bulunan meyve bahçelerinde yapılan bakım ve budama işlemlerinin ilkbahar aylarında gerçekleşmesiyle budama işleminden sonra bakır içerikli zirai ilaçların yoğun şekilde yapılması ve yağmur sularıyla bu zirai ilaç kalıntılarının suya karışmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Demirin gölete en fazla taşındığı mevsim 138.42 kg gün⁻¹ ile yaz mevsimidir, en az taşındığı mevsim ise 17.70 kg gün⁻¹ ile sonbahar mevsimidir. Kış mevsiminde demirin gölete taşınım değeri 22.10 kg gün⁻¹ iken, ilkbahar mevsiminde 137.95 kg gün⁻¹'dür (Çizelge 5). Her ne kadar ilkbahar aylarında suda belirlenen demir konsantrasyonu en yüksek düzeyde değilse de genel olarak konsantrasyonun ilkbahar ve yaz aylarında küçük farklarla birbirine yakın ve diğer mevsimlerden daha yüksek olduğu görülmektedir.

Çinkonun gölete en fazla taşındığı mevsim 231.90 kg gün⁻¹ ile ilkbahar mevsimidir. Çinkonun gölete en az taşındığı mevsim ise 19.56 kg gün⁻¹ ile kış mevsimidir. Yaz mevsiminde gölete taşınan toplam çinko değeri 132.29 kg gün⁻¹ iken sonbahar mevsiminde 24.47 kg gün⁻¹ dür. Göleti besleyen sudaki çinko konsantrasyonu ilkbahar aylarında taşınım miktarının yükselmesinin sebebi olarak yağışların artması ile artan akımlardan kaynaklandığı düşünülmektedir.

Klorun gölete en fazla taşındığı mevsim 301.18 kg gün⁻¹ ile ilkbahar mevsimidir. En az taşındığı mevsim ise 19.59 kg gün⁻¹ ile kış mevsimidir. Sonbahar mevsiminde klorun gölete taşınım değeri 26.67 kg gün⁻¹ iken, yaz mevsiminde 137.64 kg gün⁻¹ dür. Göleti besleyen sudaki taşınan klor konsantrasyonu yağışların artması ile akımların da artışı gösterdiği ilkbahar aylarından itibaren arttığı görülmektedir (Çizelge 5).

Ziyaret Göleti Havzasında yapılan çalışmada ele alınan parametrelerin tanımlayıcı istatistik değerleri Çizelge 6' da verilmiştir.

Çizelge 6. Çalışmada ele alınan parametrelerin tanımlayıcı istatistikleri
Table 6. Descriptive statistics of the parameters discussed in the study

	Cu ⁺²	Fe ⁺²	Zn ⁺²	Cl ⁻
Toplam	390.19	316.17	408.22	485.08
Ortalama	1.07	0.87	1.12	1.33
En fazla	25.41	21.01	22.15	22.57
En az	0.00	0.00	0.00	0.00
Basıklık	67.97	82.43	61.27	26.53
Çarpıklık	6.77	8.01	6.25	4.48
Standart Sapma	1.98	1.69	1.75	2.48
DK	54.03	51.40	63.86	53.66

Ziyaret Göleti Havzasında yapılan çalışmada ele alınan parametrelerin tanımlayıcı istatistik değerleri incelendiğinde, havzaya taşınan kimyasalların yüksekten aza doğru Cl⁻ 485.08 kg, Zn⁺² 408.22 kg, Cu⁺² 390.16 kg ve 316,17 kg ile Fe⁺² olacak şekilde sıralanmıştır.

Havzaya taşınan kimyasalların değişim katsayıları incelendiğinde ele alınan parametrelerin tamamı %50'nin üzerinde değişkenlik göstermiştir. Havzaya taşınan kimyasalların standart sapma değerleri incelendiğinde standart sapma değerlerinin düşük olması yıllık değişimin az olduğunu göstermektedir. Havzaya taşınan kimyasalların basıklık değerleri 26.53 kg ile 82.43 kg arasında ve çarpıklık değerleri de 4.48 kg ile 8.01 kg arasında değişmiştir (Çizelge 6).

SONUÇ

Bu çalışma ile Amasya Ziyaret Göleti Havzası'nda su kalitesini etkileyen bakır, demir, çinko ve klor içeriklerini belirlemek için aylık periyotlar halinde alınan numunelerde analizler yapılmıştır.

Ziyaret Göleti Havzasından Cl⁻ 485.08 kg, Zn⁺² 408.22 kg, Cu⁺² 390.16 kg ve Fe⁺² 316.17 kg olarak yıllık taşınım değerleri tespit edilmiştir.

Havzadan Ziyaret Göleti'ne taşınan kimyasalların yıllık ortalama taşınım değerlerini su kirliliği kontrol yönetmeliğine göre değerlendirildiğinde; Cl⁻ ve Zn⁺² esas alındığında I. sınıf sulara, Fe⁺² II. sınıf sulara, Cu⁺², III. sınıf sular içerisine girmiştir. Bu araştırmanın sonucuna göre, Ziyaret Göleti Havzası'ndan taşınan Cl⁻, Zn, Fe ve Cu içerikleri sulama amaçlı kullanılan gölet için önemli bir kirlilik unsuru oluşturmamakla birlikte kontrol ve izleme çalışmalarının devam etmesi önerilir.

ÇIKAR ÇATIŞMASI

Biz yazarlar olarak aramızda bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederiz.

YAZAR KATKISI

Danışmanı olduğum yüksek lisans öğrencisi İsa Kaya'nın tez çalışmasından üretilmiş bu yayında,

İsa Kaya: Su örnek analizlerini,

İrfan Oğuz: Çalışmanın dizaynı, model kısmının hazırlanması ve sonuçların yorumlanmasında,

Rasim Koçyiğit: Yorumlarda katkı sağlamışlardır.

KAYNAKLAR

- Alvarez-Rogel J, Jimenez-Carceles FJ and Egea Nicolas C (2006). Phosphorus and nitrogen content in the water of a Coastal Wetland in the Mar Menor Lagoon (Se Spain): Relationships with effluents from urban and agricultural areas. *Water, Air, and Soil Pollution* 173: 21–38.
- APHA (1998). Standard methods for the examination of water and wastewater. 20th Edition, *American Public Health Association, Washington, DC*
- Batbayar G, Pfeiffer M, Kappas M and Karthe D (2019). Development and application of GIS-based assessment of land-use impacts on water quality: A case study of the Kharaa River Basin. *Ambio*, 10: 1154-1168.
- Borics G, Acs E, Boda P, Boros E, Erşos T, Grigorszky I, Kiss KT, Lengyel S, Resko NM, Somogyi B and Vo L (2016). Water bodies in Hungary—an overview of their management and present state. *Hungarian Journal of Hydrology* 96: 57-67.
- DMİ (2026). Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü yazılı görüşme kayıtları.
- Dutta S, Dwivedi A and Suresh KM (2018). Use of water quality index and multivariate statistical techniques for the assessment of spatial variations in water quality of a small river. *Environmental Monitoring and Assessment*, 190 (12), 718.
- Hu J, Liu M, Zhou W, Xu C, Yang XJ, Zhang SW and Wang L (2011). Correlations between water quality and land use pattern in Taihu Lake basin. *Chinese Journal of Ecology*, 30: 1190-1197.
- KHGM (1991). Amasya ili arazi varlığı. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Etüd ve Proje Daire Başkanlığı Yayınları, *İl Rapor No: 05, s. 16*.
- Li XA (1996). Review of international researches on land use/land cover change. *Acta Geographica Sinica*, 51: 553-558.
- Mert R, Bulut S, Yildirim G, Yılmaz M ve Gul A (2010). Damsa Baraj Gölü (Ürgüp) suyunun bazı fizikokimyasal parametrelerinin araştırılması. *Gazi Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi* 30 (2): 285-302.
- Mutlu E, Kutlu B and Demir T (2016). Assessment of Çınarlı stream (Hafik -Sivas)'s water quality via physicochemical methods. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology* 4 (4): 267-278.
- Oğuz İ, Yürekli K and Öztürk F (2010). Tokat Uğrak havzası günlük akımların modellenmesi, *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, 3 (1): 7-11.
- Oğuz İ, Kaya İ and Koçyiğit R (2029). Investigation of the temporal variation of water quality in Ziyaret pond basin, *Journal of Agricultural Sciences*, 25, 215-223.
- SKKY, 2008. Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği.
- Stoate CN, Boatman R, Borralho CR, Carvalho GDS and Eden P (2001). Ecological impacts of arable intensification in Europe. *Journal of Environmental Management* 63: 337–365.
- Szewran'ski S, Chrus'cin'ski J, Van Hoof, J and Kazak, JK, 'Swia'der, M. Tokarczyk-Dorociak, K. and 'Zmuda, RA (2018). Location intelligence system for the assessment of pluvial flooding risk and the identification of storm water pollutant sources from roads in suburbanized areas. *Water*, 10, 746.