

## Eskişehir ili Çöppınarı Deresi Havzasında farklı arazi kullanımlarının bazı su kalite parametrelerine etkisi

Nihat Arslan<sup>a</sup> , Mehmet Özcan<sup>b,\*</sup> 

**Özet:** Su yeryüzünde yaşayan tüm canlıların gereksinim duyduğu en önemli doğal kaynaklardan biridir. Bu kadar büyük bir öneme sahip olan suyun kalitesi sanayileşme ve nüfus artışına paralel olarak bozulabilmektedir. İklim ve arazi kullanımı su kalitesini etkileyen iki önemli faktördür. Özellikle kurak ve yarı kurak iklim özelliklerine sahip bölgelerde arazi kullanımı ve su kalitesinin kontrolü, diğer bölgelere nazaran daha da büyük önem arz etmektedir. Bu çalışmada yarı kurak iklim özellikleri gösteren Eskişehir ilinde bir yağış havzası boyunca farklı arazi kullanımlarının (orman, mesire ve tarım) bazı su kalite parametreleri üzerine etkisi araştırılmıştır. Çalışmada Çöppınarı havzası akarsularında tarımsal amaçlı arazi kullanımının orman ve mesire amaçlı kullanıma oranla kalsiyum ( $Ca^{+2}$ ), magnezyum ( $Mg^{+2}$ ), sodyum ( $Na^{+}$ ), potasyum ( $K^{+}$ ), klorür ( $Cl^{-}$ ), sülfat ( $SO_4^{-2}$ ), ve elektriksel iletkenlik (EC) değerlerini önemli oranda artırdığı belirlenmiştir. Bu nedenle tarımsal alanlarda gübre kullanımında daha dikkatli olunmalıdır. Bu tür arazilerin yoğun olduğu akarsularda belirli dönemlerde su kalitesi ölçümleri yapılarak gerekli tedbirler alınmalıdır.

**Anahtar kelimeler:** Arazi kullanımı, Orman, Tarım, Rekreasyon, Su kalitesi

## The effect of different land uses on some water quality parameters in the Çöppınarı Stream watershed in Eskişehir Province

**Abstract:** Water is one of the most important natural resources needed by all living things on earth. The quality of water, which is of such great importance, may deteriorate in parallel with industrialization and population growth. Climate and land use are two important factors affecting water quality. Especially in regions with arid and semi-arid climates, the control of land use and water quality is even more important than in other regions. In this study, the effects of different land uses (forest, recreation and agriculture) on some water quality parameters were investigated along a precipitation basin in Eskişehir, which has semi-arid climate characteristics. In the study, it was determined that the use of agriculture significantly increased the calcium ( $Ca^{+2}$ ), magnesium ( $Mg^{+2}$ ), sodium ( $Na^{+}$ ), potassium ( $K^{+}$ ), chloride ( $Cl^{-}$ ), sulphate ( $SO_4^{-2}$ ) and electrical conductivity (EC) values in the waters of the Çöppınarı watershed compared to the use for forest and recreation purposes. Therefore, more care should be taken in the use of fertilizers in agricultural areas. Necessary measures should be taken by making water quality measurements in certain periods in streams where such lands are dense.

**Keywords:** Land use, Forest, Agriculture, Recreation, Water quality

### 1. Giriş

Su yeryüzünde yaşayan tüm canlıların gereksinim duyduğu ve alternatifini olmayan en önemli doğal kaynaklardan biridir. Hayatımızda bu denli büyük bir öneme sahip olan suyun kalitesinde ve miktarında sanayileşme ve nüfus artışına paralel olarak azalmalar başlamıştır. Nitekim dünya genelinde 1960-1997 yılları arasında kişi başına düşen kullanılabilir tatlı su miktarı yaklaşık %60 oranında azalmıştır. Yapılan değerlendirmeler sonucunda 2025 yılına kadar kişi başına düşen su potansiyelinde de % 50 oranında bir azalma öngörülmektedir (Özdemir, 2010).

Günümüzde artan insan faaliyetleri arazilerin bozulmasına, orman, mera ve sulak alanların yok olmasına neden olmaktadır. Bunun bir sonucu olarak su havzalarında noktasal ve noktasal olmayan kaynak kirliliği yoluyla suların kalitesinde bozulmalar olabilmektedir (Wang, 2001; Elçi ve Selçuk, 2013). Akarsu ve su kütlelerinin beslenme alanlarının

kentsel yerleşime açılması sonucunda infiltrasyon ve akış süreçleri olumsuz etkilenmektedir. Bununla birlikte su havzalarının tarıma açılması, bu alanlarda kullanılan aşırı gübre ve kimyasal ilaçların sulara karışmasına neden olmaktadır. Akarsulardaki su miktarının azalması ile birlikte de bu kimyasalların sudaki derişimi artmakta; bu ise potansiyel içme ve kullanma suyu kalitesinin düşmesine yol açmaktadır (Yolcu, 2012). Dünyanın birçok bölgesinde yapılan çalışmaların sonuçlarına bakıldığında tarım, yerleşim ve sanayi gibi arazi kullanım şekillerinin artış oranları ile su kirleticilerinin konsantrasyonları arasında pozitif (Wang ve Yin, 1997; Coulter vd., 2004; Haidary vd., 2013); ormanların artış oranlarıyla ise negatif bir ilişki olduğu görülmektedir (Jung vd., 2008; Kibena vd., 2014).

Akarsulardaki suyun kalitesi üzerinde iklim, jeoloji, topoğrafya, toprak, arazi kullanımı ve sosyo-ekonomik yapı gibi birçok faktör etkili olabilmektedir. Ancak bunlardan jeoloji ve topoğrafya gibi faktörler değiştirilemediği için bu

✉ <sup>a</sup> Eskişehir Orman Toprak ve Ekoloji Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, 26160, Eskişehir, Türkiye

<sup>b</sup> Düzce Üniversitesi, Orman Fakültesi, Havza Yönetimi Anabilim Dalı, 81620, Düzce, Türkiye

✉ <sup>\*</sup> **Corresponding author** (İletişim yazarı): mehmetozcan@duzce.edu.tr

✓ **Received** (Geliş tarihi): 31.03.2023, **Accepted** (Kabul tarihi): 27.07.2023



**Citation** (Atf): Arslan, N., Özcan, M., 2023. Eskişehir ili Çöppınarı Deresi Havzasında farklı arazi kullanımlarının bazı su kalite parametrelerine etkisi. Turkish Journal of Forestry, 24(3): 178-187. DOI: [10.18182/tjf.1274415](https://doi.org/10.18182/tjf.1274415)

faktörlerin su kalitesine etkileri sabit kalmakta toprak ise uygulanan işlemlere göre su kalitesi üzerinde olumlu veya olumsuz etkilere neden olabilmektedir (Özhan ve Gökbülak, 2001). Zaman içerisinde değişen iklim olayları ve arazi kullanımı su kalitesini etkileyen iki önemli faktör olup bunlardaki değişimler su kaynakları üzerinde büyük baskı oluşturmaktadır (Babalık vd., 2018). Bunlardan özellikle arazi kullanımının su kalitesi üzerine etkilerini açıklayacak bulguların sağlanması ve bu bulgular ışığında arazi kullanımının ve su kaynaklarının planlanması son derece önemlidir. Nitekim su üretim havzalarında arazi kullanım faaliyetlerinin havzadaki bitki örtüsü türünü, toprağı ve suyun miktar ve kalitesini değiştirerek hidrolojik süreçleri etkilediği bilinmektedir (Johannsen ve Armitage, 2010; Wang vd., 2013).

Su varlığı ve kalitesi bağlamında düşünüldüğünde ülkemiz 160 milyon kişinin ihtiyacını karşılayacak su varlığına sahiptir. Ancak miktar ve kalitesindeki hızlı düşüş 20 yıl sonra önemli su sorunları yaşanacağına işaret etmektedir (Özdemir, 2010). Bu durum ülkemizde özellikle su varlığı açısından daha az imkânlarla sahip yarı kurak bölgelerimizde önemli derecede hissedilebilecektir. Bu bağlamda kurak ve yarı kurak iklim özelliklerine sahip bölgelerimizde arazi kullanımı ve buna bağlı olarak su kullanımı ile su kalitesinin kontrolü, diğer bölgelerimize nazaran daha da büyük önem arz etmektedir.

Bu çalışmanın amacı yarı kurak iklim özellikleri gösteren bir yağış havzasında farklı arazi kullanımlarının (orman, mesire ve tarım) bazı su kalite parametreleri üzerine etkisinin araştırılmasıdır.

## 2. Materyal ve yöntem

### 2.1. Materyal

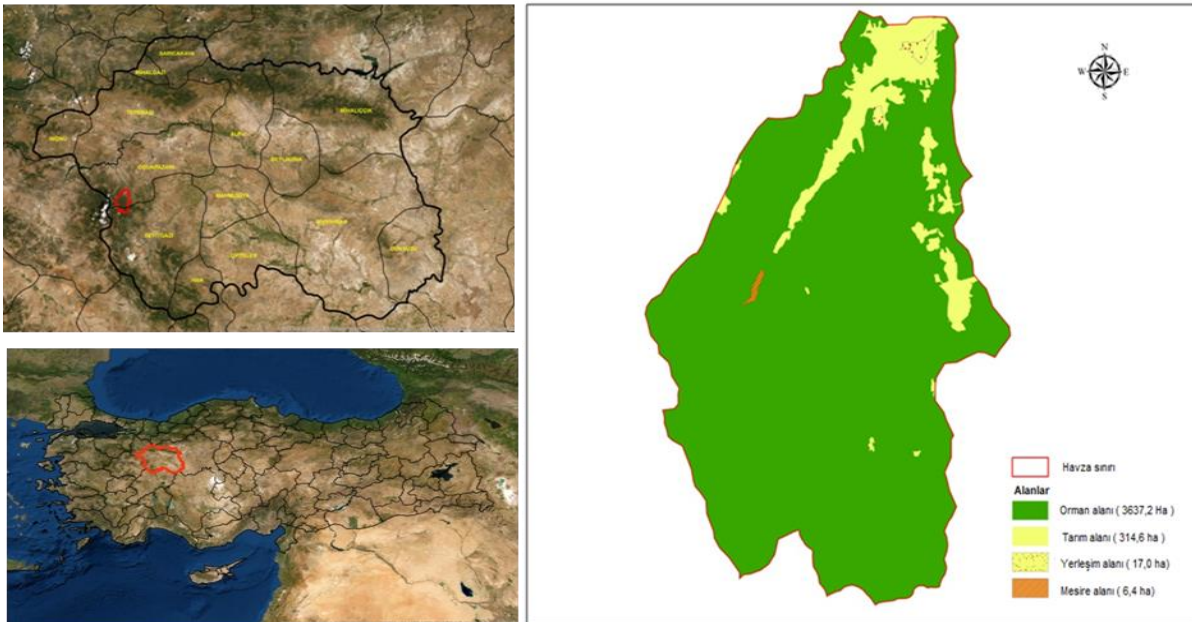
Çalışma Eskişehir İli, Odunpazarı İlçesine bağlı Aşağı Ilica ve Yukarı Ilica mahalleleri sınırları içinde kalan 3975 ha büyüklüğündeki Çöppınarı deresi havzasında

gerçekleştirilmiştir. Çöppınarı havzasının arazi kullanımının büyük kısmını (%91,4) orman oluştururken, havza içerisinde küçük bir alanda mesire yeri (%0,16) ve tarım alanları da (%7,9) yer almaktadır (Şekil 1).

Çöppınarı deresi Eskişehir iline 26 km mesafede olması nedeniyle meteorolojik veriler Eskişehir ili meteoroloji istasyonundan alınmıştır. Eskişehir ili, İç Anadolu, Batı Karadeniz ve Akdeniz bölgelerinin etkisi altında olması nedeniyle, kendine özgü bir iklime sahiptir. Yıllık sıcaklık ortalaması, 10,9°C dir. Eskişehir'de 1960-2012 yılları arasında ortalama yıllık yağış toplamı 363,3 mm dir. Temmuz ve Ağustos aylarında, Akdeniz yaz kuraklığı özelliklerini göstermektedir. Ancak çok hafif olarak, Karadeniz yaz yağmurlarını da alır. Uzun yıllar meteorolojik veri ortalamasının göre Eskişehir ilinde en çok yağış kış mevsiminde (127,1 mm) düşmekte, ilkbaharda da kış mevsimine yakın yağış (120,7 mm) olmaktadır. En az yağış ise yaz mevsiminde (54,2 mm) gerçekleşmektedir (Eskişehir İl Tarım ve Orman Müdürlüğü, 2023).

### 2.2. Yöntem

Çalışmada Çöppınarı deresi havzası arazi kullanımına göre orman, mesire ve tarım olmak üzere üç bölüme ayrılmıştır. Çalışmanın materyalini ise bu üç bölümün çıkış noktalarından 15'er günlük periyotlarla alınan su örnekleri oluşturmaktadır. Çalışma 12 ay süreyle yürütülmüş ve havzanın üç farklı arazi kullanımına sahip noktalarından 15'er günlük periyotlarla usulüne uygun su örnekleri alınmıştır. Alınan su örnekleri akredite olmuş Eskişehir Orman Toprak ve Ekoloji Enstitüsü laboratuvarına getirilmiş kalsiyum, magnezyum, sodyum, potasyum, klorür sülfat, pH, ve elektriksel iletkenlik analizleri gerçekleştirilmiştir (Eskişehir Orman Toprak Laboratuvar Müdürlüğü, 1994). Elde edilen bulgular SPSS paket programı ile çoklu varyans analiziyle değerlendirilmiş; ortalamalar arasındaki fark ise %95 güven düzeyinde Duncan testi yapılarak belirlenmiştir.



Şekil 1. Çöppınarı deresi havzasının konumu ve güncel arazi kullanım durumu

### 3. Bulgular ve Tartışma

#### 3.1. Çöppınarı deresinde Kalsiyum ( $Ca^{+2}$ ) değerleri

Kalsiyum yüzey sularda en sık rastlanan alkali metal olup sularda sertliği oluşturur ve bu nedenle önemli bir kalite özelliğidir. Bununla birlikte kalsiyum denizlerde ve tatlı sularda en bol bulunan alkali metaldir ve birçok canlı iskeletinin temelini oluşturduğu için biyolojik açıdan önemlidir. Doğal sularda 1-150 mg/L sınırları arasında bulunur (Taş, 2010). Kalsiyum genellikle yağış sularının yüzeyel akışı veya taban suyuna sızması esnasında; havzanın yapısında bulunan kalsiyum ve magnezyum içerikli kayaların yıkanması sonucunda yüzey sularına karışır (Kılıç, 2017). Bununla birlikte evsel ve atık su deşarjı ile de sulara karışma gerçekleşebilmektedir (Kaya, 2013). Arazi kullanımı açısından kalsiyum değerleri incelendiğinde en düşük değer (21,0 mg/l) orman alanında ölçülürken en yüksek değer (28,2 mg/l) tarım arazisinde ölçülmüştür (Şekil 2). Bu değerler ışığında farklı arazi kullanımlarında ve yağış suyunda ölçülen kalsiyum değerleri TSE 266 içme suyu standartlarına göre olması gereken (100 mg/l) değerinden oldukça altında belirlenmiştir. Yapılan istatistiksel değerlendirmede arazi kullanımları arasında %95 güven düzeyinde önemli farklılıklar belirlenmiştir. Bu çalışmada ormanlık alan ile mesire yeri sularında kalsiyum değerleri arasında istatistiksel bir fark bulunmazken, tarım arazisinde pozitif yönde farklılık belirlenmiştir. Nitekim Zhongwei vd. (2009)' nin yaptığı benzer bir çalışmada kentsel ve tarım arazileri ile suların kalsiyum değerleri arasında pozitif ilişki saptanırken ormanlık alanlarla negatif ilişki belirlenmiştir.

Çalışmada arazi kullanımı mevsim etkileşimi de istatistiksel olarak incelenmiş ve %95 güven düzeyinde önemli etkileşim farklılıkları olduğu belirlenmiştir. Bu bağlamda en düşük değer 18,08 mg/l ile piknik alanında ilkbahar mevsiminde ve en yüksek değer 36,3 mg/l ile tarım alanında sonbahar mevsiminde ölçülmüştür (Çizelge 1). Orman ve mesire alanları sularında mevsimsel olarak bir değişim gözlenmezken tarım arazilerinde özellikle yaz ve sonbahar aylarında suların kalsiyum değerlerinin arttığı gözlenmiştir. Bunun nedeni ise yaz aylarında tarım arazilerinde gübre kullanımı ve bu gübrelerin yaz ve sonbahar aylarında yıkanarak dere sularına ulaşması olarak

gösterilebilir. Nitekim Muğla Tersakan çayında yapılan bir çalışmada da en yüksek kalsiyum değeri yaz ve sonbahar aylarında ölçülmüştür (Kasimoğlu ve Yılmaz, 2014). Diğer çalışmalarda da tarımsal alanlardan geçen sularda kalsiyum değerlerinin kış mevsimine oranla özellikle yaz ve sonbahar aylarında yükseldiği belirlenmiştir (Çitgez, 2017; Ediş, 2018).

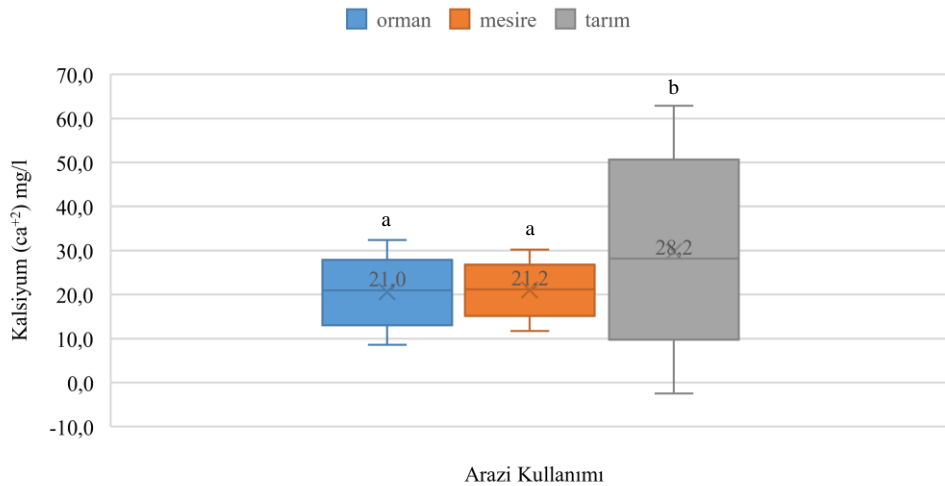
#### 3.2. Çöppınarı deresinde magnezyum ( $Mg^{+2}$ ) değerleri

Magnezyum da tıpkı kalsiyum gibi yüzey sularda en sık rastlanan alkali metal olup yüzey sularında sertliği oluşturur ve önemli bir kalite özelliğidir. Genellikle yağış sularının yüzeyel akışı veya taban suyuna sızması esnasında havzanın yapısında bulunan magnezyum içerikli kayaların yıkanması sonucunda yüzey sularına karışır (Kılıç, 2017). Çalışma kapsamında en düşük değer 11,09 mg/l ile piknik alanında en yüksek değer 12,77 mg/l ile tarım arazisinde ölçülmüştür (Şekil 3). Ölçülen magnezyum değerleri doğal sularda bulunması gereken sınırlar içerisinde (1-100 mg/l) kalmaktadır. Ayrıca her üç arazi kullanımında ölçülen magnezyum değerleri TSE içme suyu standartlarının da (30 mg/l) oldukça altında kalmaktadır. İstatistiksel açıdan tarım alanı ile diğer kullanım alanları arasındaki farklılık önemli bulunmuştur ( $\alpha < 0,05$ ). Havzada tarım arazilerinin yoğun olduğu alandan alınan su örneklerindeki magnezyum değeri diğer iki arazi kullanımına göre daha yüksektir. Bu durum tarım arazilerinde kullanılan gübre veya bu alanlardan akarsulara taşınan sediment materyallerinden kaynaklı olabilmektedir. Nitekim 4 yıl süreli yapılan bir çalışmada sulardaki magnezyum konsantrasyonunun tarım yoğun havzadan orman yoğun havzaya doğru azaldığı belirlenmiştir (Chow vd., 2011).

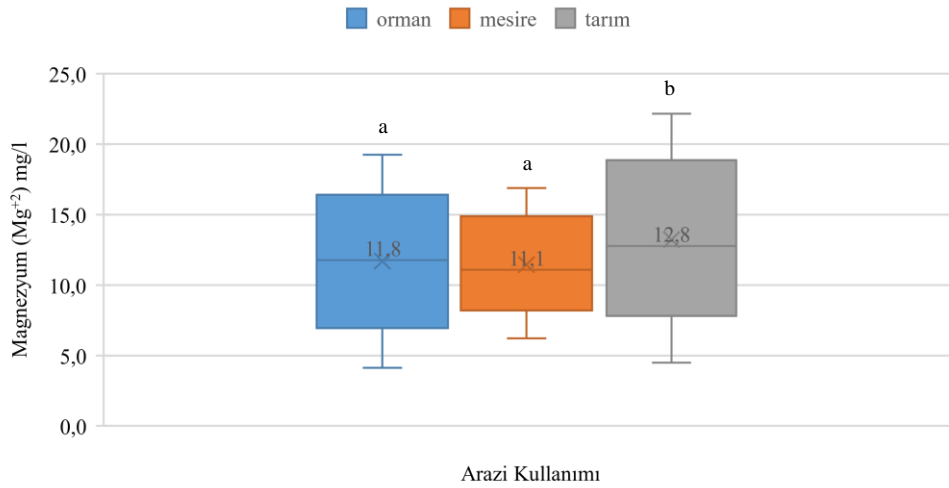
Çizelge 1. Çöppınarı deresinde kalsiyum değerlerinin arazi kullanımı-mevsim etkileşimine göre değişimi

Arazi kullanımı/mevsim*	Kış (1)	İlkbahar (2)	Yaz (3)	Sonbahar (4)
Orman (2)	22,0 a	20,48 a	22,73 a	18,65 a
Mesire (3)	21,37 a	18,08 a	23,76 a	21,40 a
Tarım (4)	22,84 a	19,33 a	34,18 b	36,30 b

\*: Farklı harfler satırlar ve sütunlar arası farklılığı göstermektedir. ( $P < 0,05$ )



Şekil 2. Arazi kullanımına göre Çöppınarı dere suyunun kalsiyum miktarları



Şekil 3. Arazi kullanımına göre Çöppınarı dere suyunun magnezyum miktarları

Çalışmada arazi kullanımı mevsim etkileşimi de istatistiksel olarak önemli bulunmuş olup en düşük değer 9,98 mg/l ile orman alanında sonbahar mevsiminde ve en yüksek değer 15,13 mg/l ile tarım alanında yine sonbahar mevsiminde ölçülmüştür (Çizelge 2). Magnezyum değerleri de tıpkı kalsiyum değerleri gibi tarım alanlarında farklılık göstermiş olup en yüksek değerler yaz ve sonbahar aylarında ölçülmüştür. Konu ile ilgili yapılan önceki araştırmalarda da benzer sonuçlara ulaşılmıştır (Kasımoğlu ve Yılmaz, 2014; Çitgez, 2017; Kahriman, 2019).

### 3.3. Çöppınarı deresinde sodyum ( $Na^+$ ) değerleri

Sodyum yer kabuğunda en fazla bulunan elementlerden biridir. Doğal sulara genellikle sodyum içeren kayaların aşınması ve taşınması yoluyla katılır. Bununla birlikte insan etkisi ile evsel ve endüstriyel atık su deşarjı, kış mevsiminde buzlanmaya karşı yapılan tuzlamalar ve denize yakın bölgelerde deniz suyunun su kütlesine karışması da sulardaki sodyum konsantrasyonunu artırmaktadır (Kaya, 2013). Doğal sularda sodyum oranı 2- 100 mg/L arasında değişim göstermektedir (Tepe vd., 2006). Çalışma kapsamında en düşük sodyum değeri 8,48 mg/l ile orman alanında, en yüksek değer ise 10,84 mg/l ile tarım arazisinde ölçülmüştür. Bu değerler TSE içme suyu standartlarına göre tavsiye edilen değerin (20 mg/l) oldukça altında kalmaktadır (TSE 266, 2005). Yapılan istatistiksel değerlendirmede arazi kullanımının suların sodyum değerleri üzerinde önemli etkiye sahip olduğu belirlenmiştir (Şekil 4). Nitekim Yıldırım vd. (2020) Deliçay deresi havzasında yaptıkları çalışmada havza çıkışındaki suların sodyum değerlerinin tarımda kullanılan gübreler ve evsel atıklardan kaynaklı olarak havzanın üst tarafındaki sulara göre daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir.

Çizelge 2. Çöppınarı deresinde magnezyum değerlerinin arazi kullanımı-mevsim etkileşimine göre değişimi

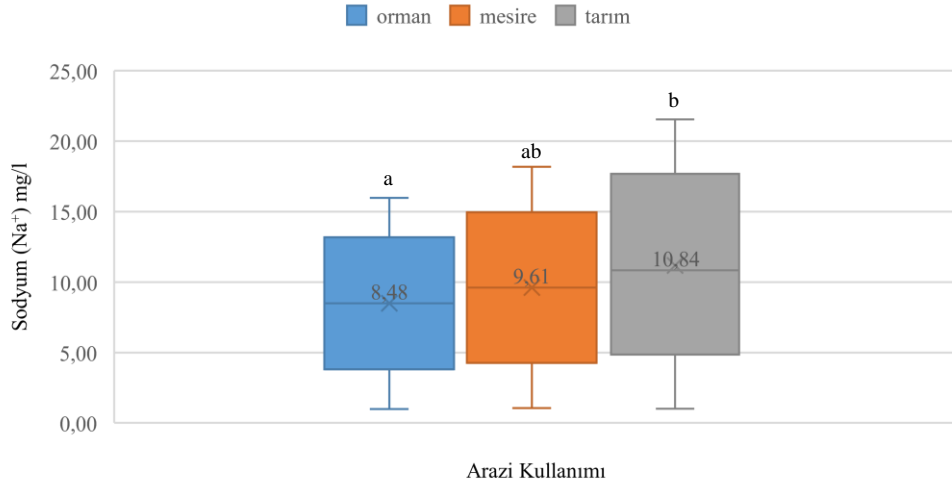
Arazi kullanımı/mevsim*	Kış (1)	İlkbahar (2)	Yaz (3)	Sonbahar (4)
Orman (2)	12,71 a	12,99 a	11,39 a	9,98 a
Mesire (3)	11,72 a	11,31 a	11,34 a	10,00 a
Tarım (4)	11,79 a	10,15a	14,03 b	15,13 b

\*: Farklı harfler satırlar sütunlar arası farklılığı göstermektedir. ( $P<0,05$ )

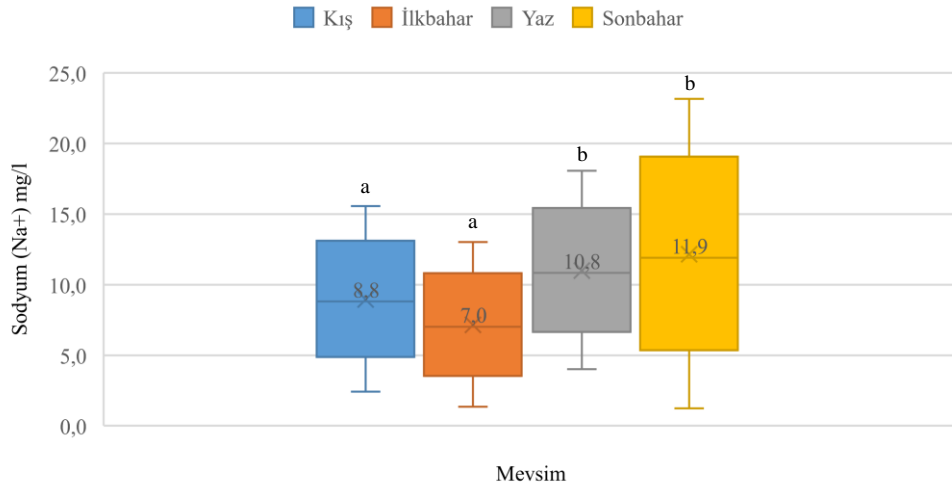
Havza sularında sodyum değerleri üzerinde mevsimin de önemli bir etkisi olduğu belirlenmiştir (Şekil 5). Bu bağlamda sodyum değeri yaz ve sonbahar aylarında kış ve ilkbahar aylarına göre daha yüksek belirlenmiştir. Tokat ve Düzce illerinde yapılan çalışmalarda da Çöppınarı havzasından elde edilen sonuçlara benzer sonuçlara ulaşılmıştır (Çitgez, 2017; Gökbulut, 2019).

### 3.4. Çöppınarı deresinde potasyum ( $K^+$ ) değerleri

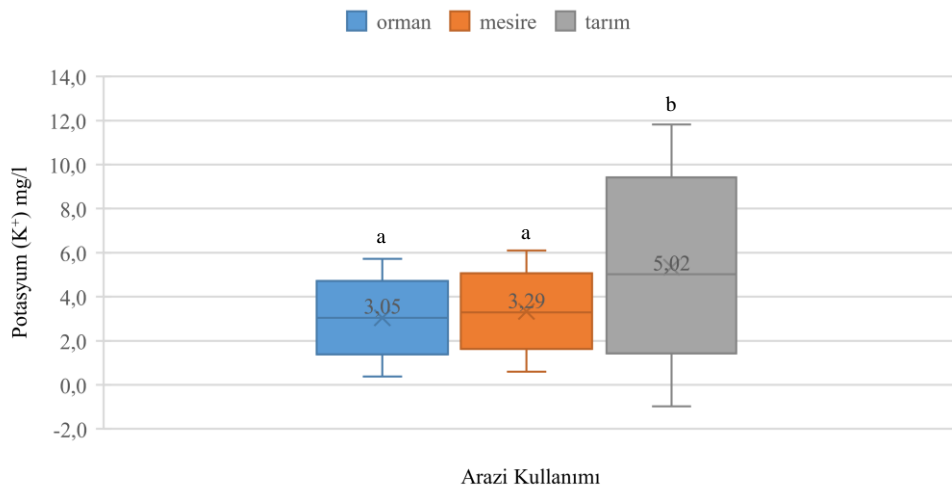
Yerkabuğunda en fazla bulunan elementlerden biri olan potasyum, doğal sularda ise çok az miktarda bulunur. Bunun nedeni ise potasyum içeren kayaların aşınmaya karşı diğer kayalara oranla daha dayanıklı olmasıdır. Nitekim doğal sulardaki potasyum konsantrasyonu 10 mg/L' yi geçmemelidir (Tepe vd., 2006). Doğal sulardaki potasyum konsantrasyonu, bu elementi içeren kayaların aşınması, potasyum tuzu kullanan endüstriyel atık su deşarjı, potasyum içerikli gübrelerin tarımda kullanılması ve yüzeysel akışla dere sularına ulaşması ile artmaktadır. Çalışmada da en yüksek potasyum konsantrasyonu 5,02 mg /l ile tarım alanında ölçülürken, en düşük değer 3,05 ile orman alanında ölçülmüştür (Şekil 6). Çalışmada mesire alanı ile orman alanındaki su örneklerindeki potasyum miktarlarının farklı olmaması mesire alanında gerçekleştirilen faaliyetlerin suyun kalitesinde olumsuz bir etki oluşturmadığını göstermektedir. Ancak tarım alanlarında potasyum miktarının yüksek çıkması bu alanlarda kullanılan tarımsal gübrelerden kaynaklanıyor olabilir. Nitekim Çitgez (2017), çalışmasında ormandan sonra tarım ve yerleşim alanlarından geçen suların potasyum değerlerinde artış olduğunu belirtmiştir.



Şekil 4. Arazi kullanımına göre Çöppınarı dere suyunun sodyum miktarları



Şekil 5. Çöppınarı deresinde sodyum miktarlarının mevsimlere göre değişimi



Şekil 6. Arazi kullanımına göre Çöppınarı dere suyunun potasyum miktarları



Çalışma sonuçları değerlendirildiğinde, dere sularındaki potasyum konsantrasyonu üzerinde mevsimin de istatistiksel olarak önemli bir etkiye sahip olduğu belirlenmiş ve en yüksek değer 4,82 mg/l ile sonbahar mevsiminde, en düşük değer 2,95 mg/l ile ilkbahar mevsiminde ölçülmüştür (Şekil 7). Burada en yüksek değer yaz ve sonbahar aylarında ölçülmüş olması, bölgede tarımsal faaliyetlerin yaz aylarında artması ve sonbaharda da kullanılan gübrelerin yağışlarla birlikte dere sularına taşınması ile açıklanabilir (Yıldırım vd., 2020). Düzce yöresinde yapılan bir çalışmada da tarım alanlarından geçen derelerden alınan su örneklerinde en yüksek potasyum değerleri yaz ve sonbahar mevsimlerinde ölçülmüştür (Çitgez, 2017).

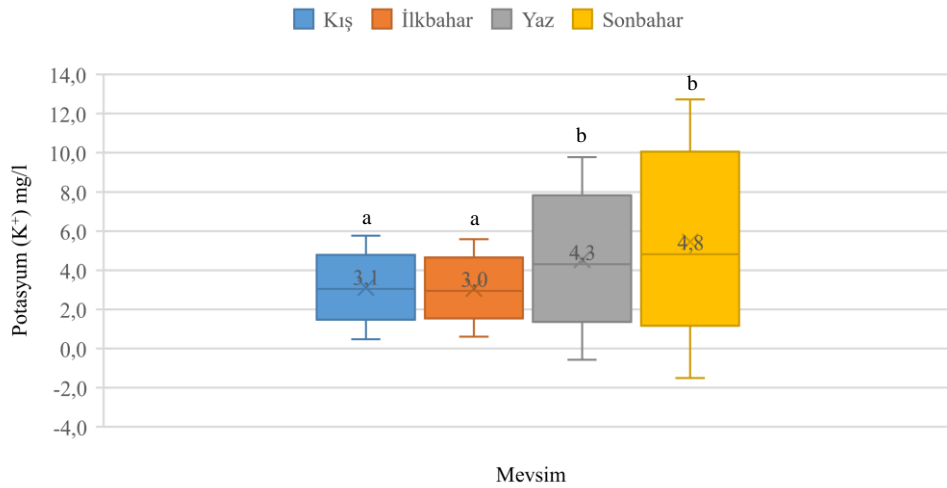
### 3.5. Çöppınarı deresinde klorür (Cl) değerleri

Klor elementi tuz içeren tortul kayaçların aşınması, evsel ve endüstriyel atık su deşarjı, tarım arazileri ve yollardan yüzeysel akış ile taşınarak doğal sulara karışmaktadır (Chapman, 1992). Klorür tüm tabii ve kullanılmış sulara çok yaygın şekilde bulunan bir iyondur. Sularda NaCl şeklinde, ayrıca CaCl<sub>2</sub> ve MgCl<sub>2</sub> olarak bileşikler halinde bulunur (Yıldız, 2013). Klorürün doğal sulardaki konsantrasyonu 30 mg/L ye kadar çıkabilmekte fakat klorürün fazla olması durumunda içme ve kullanma suyu olarak kullanılmasında sakıncalar oluşabilmektedir. Su kirliliği kontrol yönetmeliğinde ise I. sınıf sularda klorür iyonun 25 mg/L değerini geçmemesi gerektiği belirtilmiştir. Çalışmada klorür miktarları su kalite yönetmeliğinde belirtilen miktarın oldukça altında bulunmuştur. En yüksek değer 7,10 mg/l ile tarım arazisinde, en düşük değer 4,99 mg/l

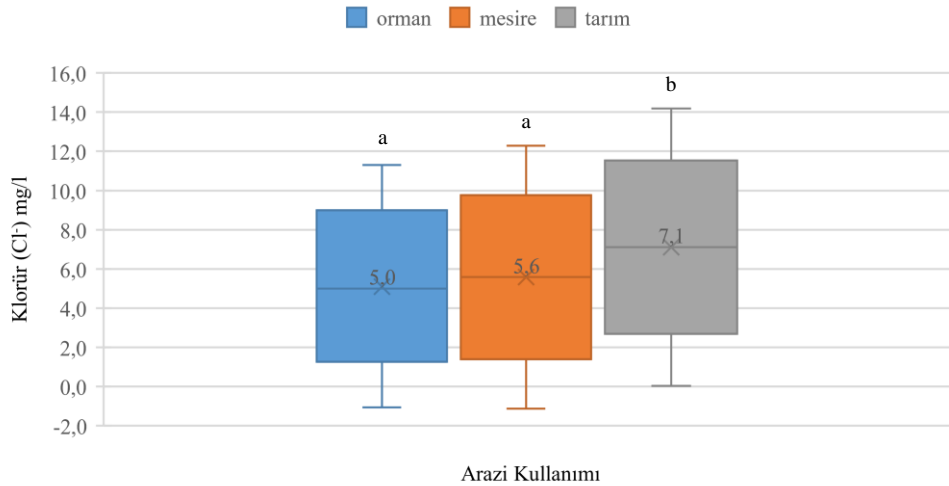
ile orman arazisinde ölçülmüştür (Şekil 8). Sulardaki klorür miktarlarının tarım alanlarında yüksek çıkması gübre kullanımı kaynaklı veya oluşan sediment taşınımı sonucunda olabilir. Nitekim A.B.D. Wisconsin’de yapılan bir çalışmada sulardaki klorür miktarı ile yerleşim ve tarım arazileri artışı arasında pozitif bir ilişki, orman arazileri artışı arasında ise negatif bir ilişki saptanmıştır (Zhongwei vd., 2009).

### 3.6. Çöppınarı deresinde sülfat (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>) değerleri

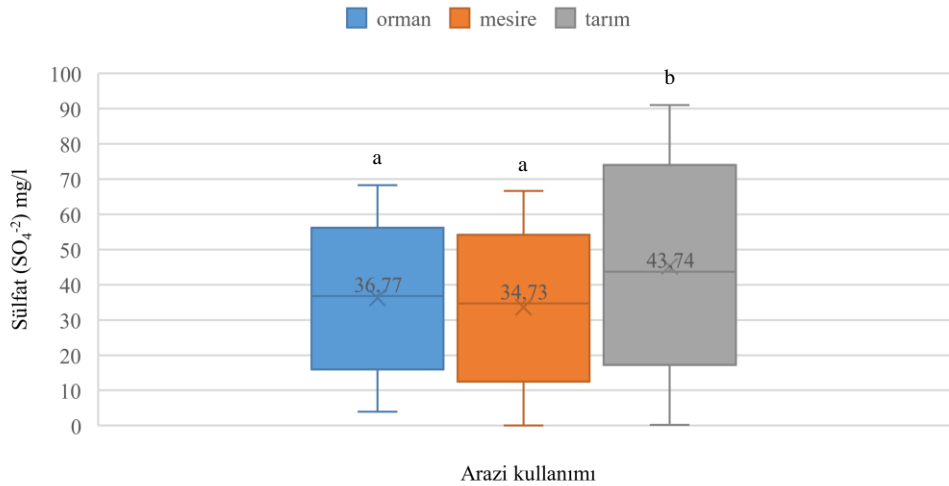
Doğal sulardaki sülfatlar ağır metal sülfürlerinin atmosferik etkiyle kısmen oksitlenerek suda çözünmesinden oluşmaktadır. Büyük kısmı sedimenter kayalardan çözünse de doğada en yaygın olan minerali jipsdir (Güler ve Çobanoğlu, 1997). Biyolojik verimin artması için doğal su kaynaklarında sülfatın olması gereklidir. Ancak sülfür döngüsü de azot döngüsü gibi biyolojik aktivitelerden çabuk etkilenir. Sülfür aerobik şartlarda, sülfata okside olur ve bu olay sülfürün zararlı bir form olan hidrojen sülfite dönüşmesini engeller. Doğal sularda sülfat değeri 5-100 mg/L arasında bulunmaktadır (Tepe, 2009). Çalışma kapsamında sülfat değerleri 34,7 mg/l ile en düşük mesire alanında, 43,7 mg /l ile en yüksek tarım alanında belirlenmiştir (Şekil 9). Nitekim bu çalışma sonuçlarına benzer olarak Zhongwei vd. (2009) tarım ve yerleşim alanları ile sulardaki sülfat değerleri arasında pozitif, orman alanlarıyla ise negatif bir korelasyon bulmuşlardır. Türkiye’de yapılan bir çalışmada da sulardaki sülfat değerleri ormanlık alanlarda tarımsal alanlara göre daha düşük bulunmuştur (Çitgez, 2017).



Şekil 7. Çöppınarı deresinde potasyum miktarlarının mevsimlere göre değişimi



Şekil 8. Arazi kullanımına göre Çöppınarı dere suyunun klorür miktarları



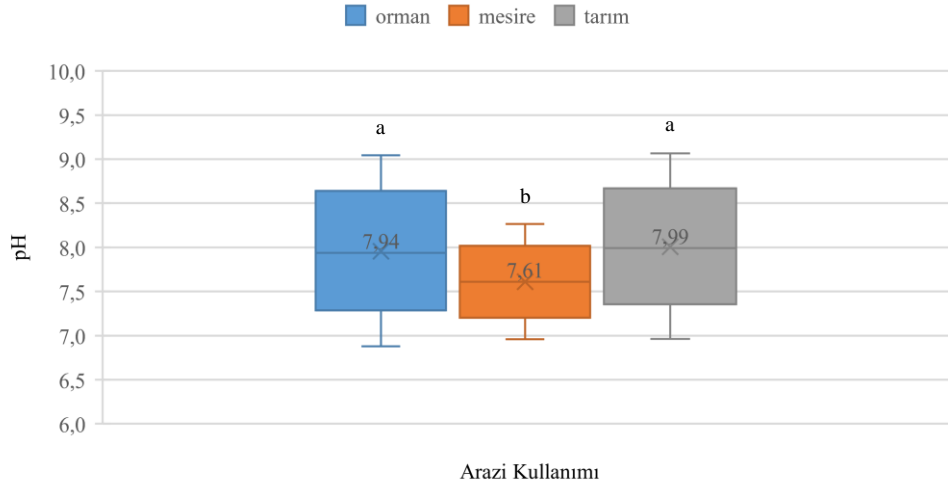
Şekil 9. Arazi kullanımına göre Çöppınarı dere suyunun sülfat miktarları

### 3.7. Çöppınarı deresinde pH değerleri

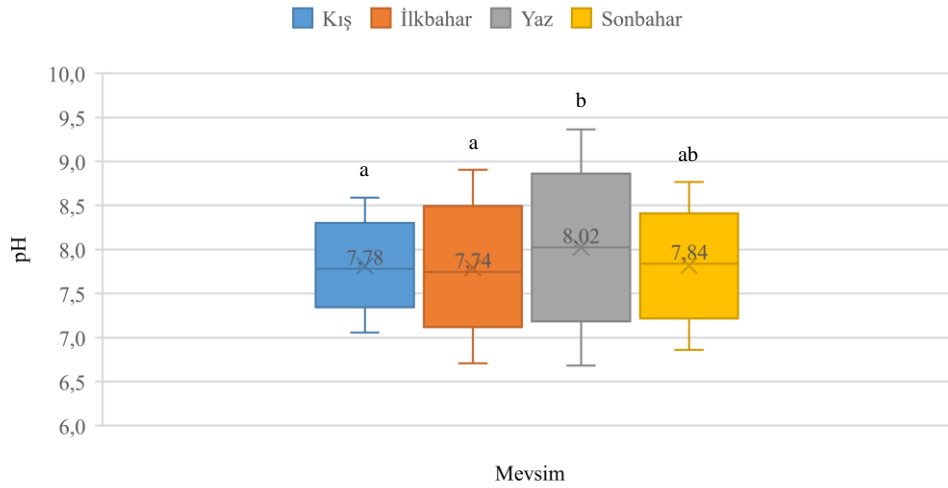
Yüzeysel sularda pH su kalitesini ve çeşitli amaçlar için kullanım uygunluğunu belirlemede kullanılan birincil parametredir (Kaya, 2013). pH değeri 0-14 arasında değişmekte olup bu değer doğal sularda 4-9 arasında seyredir. Genellikle akarsular yüksek, durgun sular ise düşük pH değerine sahiptir. Su kirliliği kontrol yönetmenliğinde suların pH değeri 6,5-8,5 arasında ise I. sınıf su olarak nitelendirilmekte olup, yüzeysel sularda pH değerinin 6,0-9,0 arasında olması gerekliliği ifade edilmektedir. Çalışma kapsamında arazi kullanımının pH değerlerini etkilediği görülmüş ve en düşük pH değeri mesire alanında, en yüksek değer tarım alanında ölçülmüştür (Şekil 10). pH değerinin tarım alanında en yüksek çıkmasının nedeni sularda kalsiyum ve magnezyum gibi alkali metallerin değerlerinin de yüksek çıkmasından kaynaklanmış olabilir (Yılmaz Öztürk ve Akköz, 2014). Nitekim çalışma bulgularında özellikle

kalsiyum miktarının tarım alanlarında en yüksek değerde olduğu görülmektedir. Mesire alanında pH'nın düşük çıkması bu alanda yürütülen faaliyetlerin toprağı sıkıştırması ve yüzeysel akışla sediment taşınımının fazla olmasından kaynaklı olabilir (Demir ve Demir, 2016). Yine bu alanda yer alan fosseptik çukurlarından meydana gelebilecek sızıntı suları da pH'nın düşmesinde etkili olmuş olabilir.

Yapılan çalışmada dere sularının pH değerleri değişimi üzerinde mevsimin de önemli bir etkiye sahip olduğu belirlenmiş olup ortalama olarak en düşük pH değeri 7,74 ile ilkbahar mevsiminde, en yüksek pH değeri 8,02 ile yaz mevsiminde ölçülmüştür (Şekil 11). Suların pH değerleri kış ve ilkbahar aylarında daha düşük yaz ve sonbahar aylarında daha yüksek çıkmıştır. Bunun nedenini Taş vd. (2010) kış aylarında sularda fitoplankton miktarının azalması ve CO<sub>2</sub> miktarının artması ile açıklamaktadır. Nitekim yaptıkları çalışmada da bu çalışmaya paralel bir sonuç olarak kış aylarında düşük pH ölçmüşlerdir.



Şekil 10. Arazi kullanımına göre Çöppınarı dere suyunun pH değerleri



Şekil 11. Çöppınarı deresinde pH değerlerinin mevsimlere göre değişimi

### 3.8. Çöppınarı deresinde elektriksel iletkenlik (EC) değerleri

İletkenlik suda çözünen tuzların toplam konsantrasyonu olarak ifade edilmektedir. Tuzlar suda elektrik iletkenliğine sahip yüklü iyonlar halinde çözünmektedirler (Yıldız, 2013). Yer üstü su kalite yönetmenliğine göre sulardaki elektriksel iletkenlik değeri maksimum 1000  $\mu\text{S}/\text{cm}$  olabilmektedir (Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği, 2012). Çalışma kapsamında ölçülen elektriksel iletkenlik değerleri bu değerin oldukça altında olup en yüksek değer 260,8  $\mu\text{S}/\text{cm}$  ile tarım alanında belirlenmiş, en düşük değer ise 203,4  $\mu\text{S}/\text{cm}$  ile orman alanında ölçülmüştür (Şekil, 12). Nitelik konu ile ilgili yapılan önceki çalışmalar, benzer şekilde tarımsal faaliyetlerin suların elektriksel iletkenlik değerlerini artırdığını ortaya koymuştur (Ahearn vd., 2005; Zhongwei vd., 2009; Chow vd., 2011; Çitgez, 2017). Bu durum tarımsal faaliyetlerde kullanılan gübrelerin dere sularına karışması ile açıklanabilir.

Çalışma kapsamında suların elektriksel iletkenlik değerleri bakımından arazi kullanımı mevsim etkileşimi de istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. En düşük değer 182,8  $\mu\text{S}/\text{cm}$  ile mesire alanında ilkbahar mevsiminde en

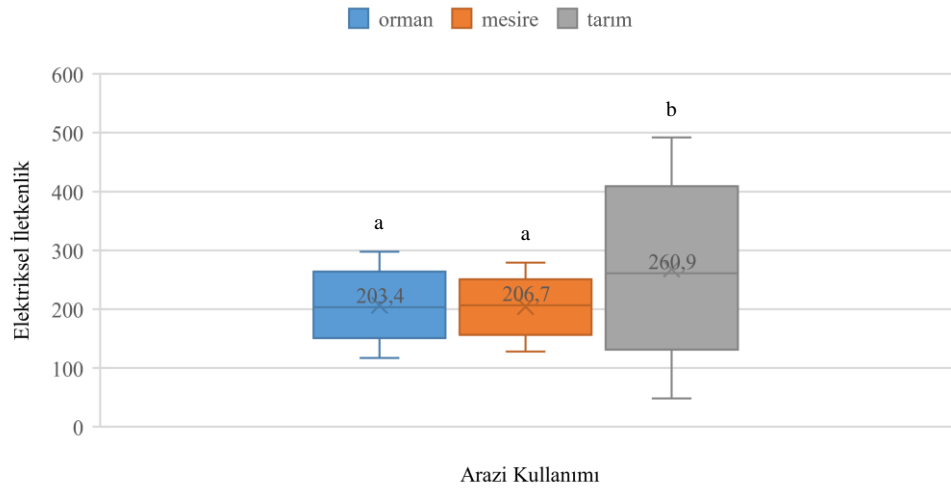
yüksek değer ise 329,5  $\mu\text{S}/\text{cm}$  olarak tarım alanında sonbahar mevsiminde ölçülmüştür (Çizelge 3). Bu durum özellikle bölgede yazın yoğunlaşan tarım faaliyetleri ve bu faaliyetlerden kaynaklı olabilir. Aynı zamanda yaz aylarında debinin düşmesi ile iyon konsantrasyonunda meydana gelen artış bu değerlerin artmasında etkili olabilir (Usta, 2011). Sonbaharda yağışlar ile tarım alanlarından oluşan yüzeysel akışlar da bu mevsimde elektriksel iletkenliğin artmasını etkilemiş olabilir.

Çizelge 3. Sulardaki elektriksel iletkenlik değerlerinin arazi kullanımı-mevsim etkileşimine göre değişimi

Arazi kullanımı/mevsim*	Kış (1)	İlkbahar (2)	Yaz (3)	Sonbahar (4)
Orman (2)	208,1 a	202,3 a	216,7 a	186,5 a
Mesire (3)	207,1 a	182,8 a	226,2 a	210,6 a
Tarım (4)	226,3 a	196,0 a	291,6 b	329,5 b

\*: Farklı harfler satırlar ve sütunlar arası farklılığı göstermektedir. (P<0,05)





Şekil 12. Arazi kullanımına göre Çöppınarı dere suyunun Eİ değerleri

#### 4. Sonuç ve öneriler

Hayatımızda büyük bir öneme sahip olan, yeryüzünde yaşayan bütün canlıların ihtiyaç duyduğu doğal bir kaynak olan suyun kalitesinde sanayileşme, nüfus artışı ve tarım gibi faaliyetler sonucunda bozulmalar olmaktadır. İçme ve kullanma sularının kalitesinin izlenmesi ve bozulmalara neden olan etmenlerin belirlenerek gerekli tedbirlerin alınması su kaynaklarının korunması açısından önem arz etmektedir. Bu bağlamda Türkiye'nin önemli büyükşehirlerinden biri olan Eskişehir ili sınırları içerisinde yer alan Çöppınarı deresi sularında arazi kullanımının su kalitesine etkisi belirlenmiştir. Aynı zamanda su kalitesinin mevsimsel değişimi de ortaya konulmuştur. Çalışma kapsamında incelenen parametreler hem arazi kullanımı hem de mevsim açısından TSE, Yer Üstü Su Kalite Yönetmeliği ve Dünya Sağlık Örgütü tarafından belirtilen standartlar içerisinde kalmakla birlikte tarım arazilerinde artış göstermiştir. Bu bağlamda su kalitesinin korunması amacıyla tarımsal faaliyetlerde daha dikkatli davranılmalı özellikle aşırı gübre kullanımından kaçınılmalıdır. Yapılan çalışmada mesire alanında ve ormanlık alanda ölçülen su kalite parametreleri arasında fark olmadığı, dolayısıyla mesire alanında yapılan rekreasyonel faaliyetlerin su kalitesini olumsuz yönde etkilemediği görülmüştür. Ancak bu tür alanların kullanımında alan kullanım yoğunluğunun iyi ayarlanması ve toprak sıkışmasına neden olunmaması önemlidir. Nitekim yoğun kullanım neticesinde oluşacak toprak sıkışması neticesinde yağışlardan sonra oluşacak yüzeysel akışlar su kalitesinde bozulmalara yol açabilecektir. Erişilebilir yeterli ve temiz suyun önemi gün geçtikçe arttığı için gerek tarımsal gerekse rekreasyonel kullanımlarda su kalitesinin korunmasına yönelik tedbirlerin alınması ve gerekirse belirli dönemlerde su kalitesi izlemeleri yapılması gereklilik arz etmektedir.

#### Açıklama

Bu makale, Düzce Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü'nde Nihat Arslan'ın yaptığı Yüksek Lisans tezi verilerinden yararlanılarak hazırlanmıştır.

#### Kaynaklar

- Ahearn, D.S., Sheibley, R.W., Dahlgren, R.A., Anderson, M., Johnson, J., Tate, K.W., 2005. Land use and land cover influence on water quality in the last free-flowing river draining the western Sierra Nevada, California. *Journal of Hydrology*, 313(3-4): 234-247.
- Babalık, A.A., Yazıcı, N., Dursun, İ., 2018. Farklı arazi kullanım durumlarının su kaynakları üzerine etkileri. *International Eurasian Conference on Biological and Chemical Sciences, Abstract Book*, 26-27 April 2018, Ankara, p. 1141.
- Chapman, D., 1992. *Water Quality Assessments: A guide to the Use of Biota, Sediments and Water in Environmental Monitoring*, Taylor&FrancisGroup, London and Newyork.
- Chow, L., Xing, Z., Benoy, G., Rees, Meng, F., Jiang Y., Daigle, J.L., 2011. Hydrology and water quality across gradients of agricultural intensity in the Little River watershed area, New Brunswick, Canada. *Journal of Soil Water Conservation*, 66(1): 71-84.
- Coulter, C. B., Kolka R.K., Thompson, J.A., 2004. Water quality in agricultural, urban, and mixed land use watersheds. *Journal of the American Water Resources Association*, 40(6): 1593-1601.
- Çitgez, T., 2017. Farklı arazi kullanım yoğunluğundaki iki havzanın su verimi ve kalitesinin araştırılması. *Doktora tezi*, Düzce Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Düzce.
- Demir, Y., Demir, A. D., 2016. Murat nehrinde debi ve sediment konsantrasyonunun bazı su kalite parametreleri üzerine etkisi. *Middle East Journal of Science*, 2(1): 50-57.
- Ediş, S., 2018. Yarı kurak havzalarda hidrolojik modelleme ile iklim parametrelerinin ve arazi kullanımındaki değişimlerin su kalitesi üzerine etkilerinin analizi (Terme Çayı havzası örneği). *Doktora tezi*, Çankırı Karatekin Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çankırı.
- Elçi, Ş., Selçuk, P., 2013. Effects of basin activities and land use on water quality trends in Tahtalı Basin, Turkey. *Environmental Earth Sciences*, 68(6): 1591-1598.
- Eskişehir İl Tarım ve Orman Müdürlüğü, 2023. Genel Bilgiler, Eskişehir, <https://eskisehir.tarimorman.gov.tr/Menu/34/Genel-Bilgiler>, Erişim: 18.02.2023.

- Eskişehir Orman Toprak Laboratuvar Müdürlüğü, 1994. Orman toprak laboratuvarlarının kuruluş esasları ve laboratuvar teknikleri semineri, 4-8 Nisan Eskişehir, s.158-180.
- Gökbulut, S., 2019. Kızık Göleti (Tokat)'nin bazı fiziko-kimyasal parametrelerinin araştırılması. Yüksek lisans tezi, Kastamonu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kastamonu.
- Güler, Ç., Çobanoğlu, Z., 1997. Su Kalitesi, Çevre Sağlığı Temel Kaynak Dizisi. No: 43, Ankara.
- Haidary, A., Amiri, B.J., Adamowski, J., Fohrer, N., Nakane, K., 2013. Assessing the impacts of four land use types on the water quality of wetlands in Japan. *Water Resources Management*, 27(7): 2217-2229.
- Johannsen S.S., Armitage, P., 2010. Agricultural practice and the effects of agricultural land-use on water quality. *Freshwater Forum*, 28: 45-59.
- Jung, K.W., Lee, S.W., Hwang, H.S., Jang, J.H., 2008. The effects of spatial variability of land use on stream water quality in a coastal watershed. *Paddy and Water Environment*, 6(3): 275-284.
- Kahriman, A., 2019. Bezirgan Hazım Kılıç Göleti (Daday-Kastamonu)'nin su kalitesinin değerlendirilmesi. Yüksek lisans tezi, Kastamonu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kastamonu.
- Kasimoğlu, C., Yılmaz, F., 2014. Tersakan Çayı' nın (Muğla, Türkiye) bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerinin araştırılması. *BAÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 16 (2): 51-67.
- Kaya, M., 2013. Küçük su kütlelerinde su kalitesinin havza bileşenleri ile etkileşimi. Yüksek lisans tezi, Anadolu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- Kılıç, E., 2017. Asi havzasındaki su kalitesinin çok değişkenli istatistiksel yöntemler kullanılarak değerlendirilmesi. Yüksek lisans tezi, İskenderun Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü, İskenderun.
- Kibena, J., Nhapi, I., Gumindoga, W., 2014. Assessing the relationship between water quality parameters and changes in landuse patterns in the Upper Manyame River, Zimbabwe. *Physics and Chemistry of the Earth*, 67-69:153-163.
- Özdemir, A. C., 2010. İstanbul içme suyu havzalarında arazi kullanımlarının su kalitesine olan etkisinin değerlendirilmesi. Yüksek lisans tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Özhan, S., Gökbulak, F., 2001. Bitki örtüsünün su üretim havzalarında su verimi üzerindeki etkileri. I. Türkiye Su Kongresi, 8-10 Ocak, İstanbul, Türkiye, s. 105-112.
- Taş, B., Candan, A.Y., Can Ö., Topkara, S., 2010. Ulugöl (Ordu)'ün bazı fiziko-kimyasal özellikleri. *Journal of Fisheries Sciences.com*, 4(3): 254-263.
- Tepe, Y., 2009. Reyhanlı Yenişehir Gölü (Hatay) Su Kalitesinin Belirlenmesi, *Ekoloji*, 70: 38-46.
- Tepe, Y., Ateş, A., Mutlu, E., Töre, Y., 2006. Hasan Çayı (Erzin-Hatay) su kalitesi özellikleri ve aylık değişimleri. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 53: 149-154.
- TS 266, 2005. İnsani tüketim amaçlı sular, içme suyu standartları. TSE, Ankara.
- Usta, A., 2011. Galyan-Atasu barajı havzasında arazi kullanımının su ve toprak özelliklerine etkilerinin araştırılması. Doktora tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Trabzon.
- Wang, R., Xu, T., Yu, L., Zhu, J., Li, X., 2013. Effects of land use types on surface water quality across an anthropogenic disturbance gradient in the upper reach of the Hun River, Northeast China. *Environmental Monitoring Assessment*, 185(5): 4141-4151.
- Wang, X., Yin, Z., 1997. Using GIS to assess the relationship between land use and water quality at a watershed level. *Environment International*, 23(1): 103-114.
- Wang, X., 2001. Integrating water-quality management and land-use planning in a watershed context. *Journal of Environmental Management*, 61(1): 25-36.
- Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği, 2012. <https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=16806&MevzuatTur=7&MevzuatTertip=5>, Erişim: 25.02.2023
- Yıldırım, Ü., Güler, C., Kurt, M.A., Güven, O., 2020. Kaynağından Akdeniz'e Deliçay'ın (Mersin) debisi ve su kalitesinin değerlendirilmesi. *Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 10(4): 1121-1135.
- Yıldız, İ., 2013. Gelevera deresi su kalitesi ve kirlilik düzeyinin belirlenmesi. Yüksek lisans tezi, Giresun Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Giresun.
- Yılmaz Öztürk, B., Akköz, C., 2014. Investigation of water quality of Apa dam lake (Çumra-Konya) and according to the evaluation of PCA. *Biological Diversity and Conservation*, 7(2):136-147.
- Yolcu, İ.D., 2012. Bursa Nilüfer Çayı su kalitesi parametrelerinin istatistiksel yöntemlerle değerlendirilmesi. Doktora tezi, Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa.
- Zhongwei, L., Yingru, L., Zhaohui, L., 2009. Surface water quality and land use in Wisconsin, USA- a GIS approach. *Journal of Integrative Environmental Sciences*, 6(1): 69-89.