

**ESKİŞEHİR İLİNDE BİR YAĞIŞ HAVZASINDA FARKLI ARAZİ
KULLANIMLARININ SU KALİTE PARAMETRELERİNE ETKİSİ**

NIHAT ARSLAN
YÜKSEK LİSANS TEZİ
ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN
DOÇ. DR. MEHMET ÖZCAN

DÜZCE, 2024

T.C.
DÜZCE ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

ESKİŞEHİR İLİNDE BİR YAĞIŞ HAVZASINDA FARKLI ARAZİ
KULLANIMLARININ SU KALİTE PARAMETRELERİNE ETKİSİ

Nihat ARSLAN tarafından hazırlanan tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından Düzce Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Tez Danışmanı

Doç. Dr. Mehmet ÖZCAN

Düzce Üniversitesi

Jüri Üyeleri

Doç. Dr. Mehmet ÖZCAN

Düzce Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Tarık ÇİTGEZ

Düzce Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Hüseyin ŞENSOY

Bartın Üniversitesi

Tez Savunma Tarihi: 16/01/2024

BEYAN

Bu tez çalışmasının kendi çalışmam olduğunu, tezin planlanmasından yazımına kadar bütün aşamalarda etik dışı davranışımın olmadığını, bu tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve bu kaynakları da kaynaklar listesine aldığımı, yine bu tezin çalışılması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını beyan ederim.

16 Ocak 2024

Nihat ARSLAN

TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans öğrenimimde ve bu tezin hazırlanmasında gösterdiği her türlü destek ve yardımdan dolayı çok değerli hocam Doç. Dr. Mehmet ÖZCAN' a en içten dileklerle teşekkür ederim.

Tez çalışmam boyunca değerli katkılarını esirgemeyen sayın Prof. Dr. Refik KARAGÜL' e ve Doktor Öğretim Üyesi Tarık ÇİTGEZ' e de şükranlarımı sunarım.

Arazi ve büro çalışmalarında yardımlarını esirgemeyen çalışma arkadaşlarım Orm. Yük. Müh. Uğur ŞAHİN, Orm.Yük.Müh. Furkan ATALAR, Orm.Yük.Müh. Abdullah SARİMEHMETOĞLU ve Orm.Yük.Müh. Eren KARBUZ ile Eskişehir Orman Toprak ve Ekoloji Enstitüsü Müdürlüğü Laboratuvarındaki bütün çalışma arkadaşlarımıza samimi hislerimle teşekkürlerimi sunarım.

Bu çalışma boyunca desteklerini esirgemeyen evladım Ömer ARSLAN' a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

16 Ocak 2024

Nihat ARSLAN

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ŞEKİL LİSTESİ.....	vii
ÇİZELGE LİSTESİ.....	viii
KISALTMALAR.....	ix
SİMGELER	x
ÖZET	xi
ABSTRACT	xii
1. GİRİŞ.....	1
1.1. LİTERATÜR BİLGİSİ	3
1.1.1. Arazi Kullanımının Su Kalitesine Etkisinin Araştırıldığı Çalışmalar	3
2. MATERYAL VE YÖNTEM	6
2.1. ARAŞTIRMA ALANININ TANITIMI	6
2.1.1. Konum.....	6
2.1.2. İklim	6
2.1.3. Arazi Kullanımı ve Bitki Örtüsü	8
2.1.4. Jeolojik Yapısı	9
2.1.5. Havzanın Topoğrafik Özellikleri.....	11
2.1.6. Sosyo-Ekonomik Durumu	13
2.2. ARAZİDE UYGULANAN YÖNTEMLER	13
2.2.1. Havzada Yağış Ölçümleri.....	13
2.2.2. Su Örneklerinin Alınması ve Saklanması.....	15
2.2.3. Toprak Örneklerinin Alınması	16
2.3. LABORATUVARDA UYGULANAN YÖNTEMLER	17
2.3.1. Su Analizleri	18
2.3.1.1. pH	18
2.3.1.2. Elektriksel İletkenlik (EC).....	18
2.3.1.3. Sodyum Absorbsiyon Oranı (SAR).....	18
2.3.1.4. Anyonlar (Cl^- , SO_4^{2-}) ve Katyonlar (Na^+ , K^+ , Ca^{+2} , Mg^{+2}).....	19
2.3.2. Toprak Analizleri.....	19
2.3.3. İstatistiksel Analizler	20
3. Bulgular ve Tartışma.....	21
3.1. ARAZİ KULLANIMININ SU KALİTESİ PARAMETRELERİNE ETKİSİ.....	21
3.1.1. pH Değerleri	21
3.1.2. SAR (Sodyum Absorbsiyon Oranı) Değerleri	22
3.1.3. Klorür (Cl^-) Değerleri	23
3.1.4. Sülfat (SO_4^{2-}) Değerleri.....	24
3.1.5. Sodyum (Na^+) Değerleri.....	25
3.1.6. Potasyum (K^+) Değerleri.....	27
3.1.7. Magnezyum (Mg^{+2}) Değerleri	28
3.1.8. Kalsiyum (Ca^{+2}) Değerleri.....	30
3.1.9. Elektriksel İletkenliği (EI) Değerleri.....	31

3.2. ARAZİNİN TOPRAK YAPISI.....	32
4. Sonuç ve öneriler	36
5. KAYNAKLAR.....	38
ÖZGEÇMİŞ.....	43



ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 2.1. Çöppınarı deresi havzasının konumu ve uydu görüntüsü.....	6
Şekil 2.2. Thornthwaite İklim Sınıflandırmasına göre Türkiye İklimi.	7
Şekil 2.3. Havzanın arazi kullanım durumu haritası.....	8
Şekil 2.4. Eskişehir İli jeoloji haritası (MTA).	9
Şekil 2.5. Havzanın yükselti haritası.	11
Şekil 2.6. Havzanın eğim sınıfları haritası.....	12
Şekil 2.7. Havzada yağış ölçerler ile yağış ölçülmesi.....	14
Şekil 2.8. Yağış ölçerlerin ve profil noktalarının araştırma alanındaki konumları.....	15
Şekil 2.9. Su örneklerinin buzdolabında muhafazası.....	16
Şekil 3.1. Arazi kullanımına göre Çöppınarı dere suyunun pH değerleri.....	21
Şekil 3.2. Çöppınarı deresinde pH değerlerinin mevsimlere göre değişimi.	22
Şekil 3.3. Arazi kullanımına göre Çöppınarı deresi SAR değerleri.....	23
Şekil 3.4. Çöppınarı deresinde SAR değerlerinin mevsimlere göre değişimi.	23
Şekil 3.5. Arazi kullanımına göre Çöppınarı dere suyunun klorür miktarları.	24
Şekil 3.6. Arazi kullanımına göre Çöppınarı dere suyunun sülfat miktarları.	25
Şekil 3.7. Arazi kullanımına göre Çöppınarı dere suyunun sodyum miktarları.	26
Şekil 3.8. Çöppınarı deresinde sodyum miktarlarının mevsimlere göre değişimi.....	26
Şekil 3.9. Arazi kullanımına göre Çöppınarı deresi potasyum miktarları.	27
Şekil 3.10. Çöppınarı deresinde potasyum miktarlarının mevsimlere göre değişimi.	28
Şekil 3.11. Arazi kullanımına göre Çöppınarı deresi magnezyum miktarları.	29
Şekil 3.12. Arazi kullanımına göre Çöppınarı dere havzası kalsiyum miktarları.	30
Şekil 3.13. Arazi kullanımına göre Çöppınarı deresi havzası Eİ değerleri.....	32

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa No

Çizelge 2.1. DMİ uzun yıllar sıcaklık ve yağış verileri ile araştırma yılında (2021) havzada ölçülen yağış verileri.	7
Çizelge 2.2. Yükselti kademelerinin havzadaki alansal oranları.	11
Çizelge 2.3. Eğim sınıflarının havzadaki alansal oranları.	12
Çizelge 2.4. Havzanın bazı şekil ve drenaj özellikleri.	13
Çizelge 2.5. Su örnekleri ve yağış ölçerlere ait koordinat değerleri.	14
Çizelge 2.6. Yapılan analiz adı ve kullanım metodları.	18
Çizelge 2.7. Kullanılan analiz adı ve metodları.	20
Çizelge 3.1. Çöppınarı dere havzasında magnezyum değerlerinin arazi kullanımı-mevsim etkileşimine göre değişimi.	29
Çizelge 3.2. Sulardaki elektriksel iletkenlik değerlerinin arazi kullanımı-mevsim etkileşimine göre değişimi.	32
Çizelge 3.3. Havzanın orman, mesire alanı ve tarım topraklarında ölçülen parametrelerin derinliğe göre ortalama değerleri.	34
Çizelge 3.4. Havzanın orman, mesire alanı ve tarım topraklarında ölçülen parametrelerin derinliğe göre ortalama değerleri.	35

KISALTMALAR

ANOVA	Varyans analizi
Orm	Orman alanı ölçüm noktası
Msr	Mesire alanı ölçüm noktası
Trm	Tarım alanı ölçüm noktası
EMİ	Eskişehir Meteoroloji İstasyonu
EOTEM	Eskişehir Orman Toprak ve Ekoloji Araştırmaları Enstitüsü Müdürlüğü
Eİ	Elektriksel iletkenlik
MTA	Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü
OGM	Orman Genel Müdürlüğü
YSKY	Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği

SİMGELER

°C

Santigrad Derece



ÖZET

ESKİŞEHİR İLİNDE BİR YAĞIŞ HAVZASINDA FARKLI ARAZİ KULLANIMLARININ SU KALİTE PARAMETRELERİNE ETKİSİ

Nihat ARSLAN

Düzce Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi Tezi

Danışman: Doç. Dr. Mehmet ÖZCAN

Ocak 2024, 42 sayfa

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 ili sınırları içerisindeki Çöppınarı dere havzasında farklı arazi kullanımlarının (orman, mesire ve tarım) bazı su kalite parametreleri üzerine etkisi araştırılmıştır. Çalışmada tarımsal amaçlı arazi kullanımının orman ve mesire amaçlı kullanıma oranla suların kalsiyum (Ca^{+2}), magnezyum (Mg^{+2}), sodyum (Na^{+}), potasyum (K^{+}), klorür (Cl^{-}), sülfat (SO_4^{-2}) ve elektriksel iletkenlik (EC) değerlerinin önemli oranda artırdığı belirlenmiştir. Bu nedenle tarımsal amaçlı arazi kullanımında özellikle gübre kullanımında daha dikkatli olunmalıdır. Bu tür arazilerin yoğun olduğu akarsularda belirli dönemlerde su kalitesi ölçümleri yapılarak gerekli tedbirler alınmalıdır.

Anahtar Sözcükler: Arazi kullanımı, Orman, Rekreasyon, Su kalitesi, Tarım.

ABSTRACT

The Effect of Different Land Uses on Some Water Quality Parameters in the Çöppınarı Creek Watershed of Eskişehir Province

Nihat ARSLAN

Düzce University

Graduate School, Department of Forest Engineering

Master Thesis

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Mehmet ÖZCAN

January 2024, 42 pages

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 in a Çöppınarı Creek watershed within the borders of Eskişehir province, which has semi-arid climate characteristics. In the study, it was determined that the land use for agricultural purpose 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: Agriculture, Forest, Land use, Recreation, Water quality.

1. GİRİŞ

Su yeryüzünde yaşayan tüm canlıların gereksinim duyduğu ve alternatifi olmayan en önemli doğal kaynaklardan biridir. Hayatımızda bu denli büyük bir öneme sahip olan suyun kalitesinde ve miktarında sanayileşme ve nüfus artışına paralel olarak bozulmalar 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, Rosa vd. 2020).

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 konsantrasyonları 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 faktörlerin su kalitesine etkileri sabit kalmakta toprak ise uygulanan işlemlere göre su kalitesi üzerinde olumlu veya olumsuz etkilere neden olabilmektedir (Özhan ve Gökbulak, 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 etkilediğı 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.

Çöppınarı dere havzası, Türkiye'nin İç Anadolu bölgesinde bulunmaktadır. Havzanın yaklaşık %91'i orman, %8'i tarım alanı ve %0,1'i ise mesire alanıdır. Havza içerisinde yerleşim yeri olarak Eskişehir iline bağlı Aşağı Ilıca ve Yukarı Ilıca mahalleleri bulunmaktadır. Hayvancılık ve tarım halkın ana geçim kaynağıdır. Tarım alanlarının genelinde buğday ve arpa yetiştirilmektedir. Havzada bu etmenleri göz önüne aldığımızda noktasal olmayan kaynak kirliliğı olarak zırai gübreleme en ciddi etmen olarak göze çarparken, kısmen hayvansal atıklarda etki etmektedir. Havza içerisinde endüstriyel tesis bulunmadığı için ve havzada bulunan yerleşim yerlerinin nüfus yoğunluğunun fazla olmaması nedeniyle evsel atıklardan kaynaklı noktasal kaynak kirliliğinin etkisinin çok düşük olacağı tahmin edilebilir.

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. Türkiye'de bu konuda yapılan çalışmalar sınırlı olduğu için çalışma aynı zamanda, Türkiye'deki havzalarda farklı arazi kullanımının su kalitesi üzerine etkisi konusunda yapılacak diğer çalışmalara katkı sağlayacaktır. Ayrıca bu çalışma neticesinde, noktasal olmayan kaynak kirliliğı ile su kalitesi açısından Eskişehir'e su sağlayan Ilıca havzasının sürdürülebilir yönetimine katkı sağlayabilecektir.

1.1. LİTERATÜR BİLGİSİ

1.1.1. Arazi Kullanımının Su Kalitesine Etkisinin Araştırıldığı Çalışmalar

Farklı arazi kullanımlarının su kalitesine etkisinin araştırıldığı gerek yurt içi gerekse yurt dışında yapılmış pek çok çalışma bulunmakta olup yarı kurak sahalarda yapılan çalışmalar ise sınırlı kalmaktadır.

Almanya’ da bir havzada farklı arazi kullanımlarının su kalite parametrelerinden elektriksel iletkenlik (EC) değerlerinin değişimleriyle ilgili çalışma yapılmıştır. Yapılan çalışma sonucunda arazi kullanımının EC üzerinde etkisi olduğu ortaya konmuş ve akarsu kaynağından mansaba doğru antropojenik etkilerin artışıyla birlikte EC değerleri artış eğilimi göstermiştir (Schmalz ve Kruse 2019)

Çin’ de Dan nehir havzasında tarım, orman, mera ve kentsel arazi kullanımlarının mevsimsel su kalitesi üzerindeki etkileri incelenmiştir. Kentsel ve tarımsal arazi kullanımlarının su kalitesi üzerinde olumsuz, orman ve meraların ise olumlu etkileri olduğu çalışma sonunda ortaya konmuştur. Ayrıca, yağış ve dere akışının mevsimsel değişimlerinin, akarsu kirlilik konsantrasyonları üzerinde büyük etkilere sahip olduğu belirlenmiştir. $\text{NH}_4^+\text{-N}$, $\text{NO}_3^-\text{-N}$ ve TSS gibi bitki besin maddelerini konsantrasyonunun yağışlı mevsimde kuru mevsime göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir (Shi vd. 2017).

Çin’de Wei havzasında farklı arazi kullanımlarının (tarım, orman, mera, su kaynağı, kentsel arazi ve çorak arazi) akarsu kalitesine etkileri mevsimsel değişimlere göre incelemiştir. Su kalitesi değişkenleri ile farklı arazi kullanımları arasındaki ilişkiler yağışlı mevsimlerde kuru mevsimlere oranla daha zayıftır. Diğer arazi kullanımlarıyla karşılaştırıldığında, tarım ve kentsel arazilerin hem yağışlı hem de kurak mevsimlerde su kalitesi değişkenleriyle daha güçlü bir ilişkiye sahip olduğu belirlenmiştir (Yu vd. 2016).

Arazi kullanım yapısına göre kentleşme, sanayileşme ve tarımsal süreçlerdeki her etken su kalitesi üzerinde olumsuz etkiler yaratmaktadır. Konu ile ilgili önceki araştırmaların incelendiği bir derleme çalışmasında, araştırmaların %87’si su kirliliğinin ana kaynağı olarak kentsel kullanımı sorumlu göstermektedir. Araştırmaların %82’si tarımsal arazi, %77’si orman arazisi ve %44’ü diğer arazi kullanımlarının su kirliliğinin kaynağı olduğunu ortaya koymuştur. Bununla birlikte, tarım ve ormanla ilgili faaliyetlerin, su kalitesinin fiziksel ve kimyasal göstergeleri ile önemli pozitif korelasyonları gösterdiği saptanmıştır. Kentsel gelişim faaliyetlerinin hidrolojik süreçleri değiştirerek su kalitesi üzerinde daha büyük bir etkiye sahip olduğu belirtilmektedir (Camara vd. 2019).

Bir havzada arazi kullanımını ile su kalitesinin korunması arasındaki ilişkileri anlamak, sürdürülebilir kalkınmayı sağlamak için esastır. Nitekim Meneses vd. (2015) arazi kullanımını ve arazi örtüsü bakımından son yıllarda önemli değişiklikler yaşanan bir havzada yaptıkları çalışmada, tarım, sanayi ve kentsel yayılmadan kaynaklanan kanalizasyon deşarjlarının neden olduğu yüzey suyu bozulmalarının su kalitesi üzerinde etkili olduğunu ortaya koymuştur.

İstanbul'daki su havzaları üzerinde arazi kullanımlarından kaynaklanan kirlilik ve bu kirliliğin su kalitesi değerleri ile karşılaştırılması sonucunda aralarındaki ilişki belirlenmiştir. Kirlilik yüklerinin su kalitesi ölçümleriyle ilişkisi incelenmiş, birçok havzada içme sularını olumsuz etkilediği gözlemlenmiştir. Her havza için bu etkiler değişen oranlarda ortaya çıkmaktadır. Elde edilen sonuçlar sonrasında İstanbul içme suyu havzalarındaki kirliliğin sürekli artış gösterdiği tespit edilmiştir (Özdemir, 2010).

Avustralya'da arazi kullanımının su kalitesini nasıl etkilediğini belirlemek için yapılan bir çalışmada su kalitesi ile arazi kullanımı arasında güçlü bir ilişki olduğu belirlenmiştir. Nitekim arazi kullanımları arasında endüstriyel alanların su kalitesinin bozulmasına sebep olduğu tespit edilmiştir. Yerleşim alanlarındaki kıyılar boyunca dikilmiş, gelecek dönemde bu bölgede su kalitesinin daha yüksek olabileceği öngörülmüştür (Covarrubia vd. 2021).

Su kalitesi antropojenik ve doğal faktörler tarafından zaman ve mekâna göre değişim göstermektedir. Kahramanmaraş İli Başkanuş Yaylası'nda farklı arazi kullanımlarının su kalitesine etkilerinin belirlendiği ve içme-kullanma suyu normlarına en uygun su kalitesi parametrelerinin arazi kullanımına göre değişiminin izlendiği bir araştırmada; ormanlık alanlardan elde edilen suların içme kullanma su kalite standartlarına uygun olduğu, dere kıyısı orman kuşağı ve mera alanlarından elde edilen suların bazılarında değerlerin sınırı aştığı ve içme kullanma su kalite standartlarına uygun olmadığı belirlenmiştir. Su toplama havzasının çıkışında kurulan meydan göletinden alınan su örneklerinin ise su kalite standartlarını sağladığı tespit edilmiştir. Çalışmanın sonucunda karaçam, sedir ve göknar ormanlarının daha kaliteli su ürettiği sonucuna varılmıştır (Babur vd. 2019).

Düzce' ilinde yapılan bir çalışmada (Çitgez, 2017) orman, tarım ve yerleşim alanlarının su kalite parametrelerine etkisi araştırılmıştır. Bu çalışma sonucunda tarım alanlarında elektriksel iletkenlik (Eİ), bulanıklık, toplam askıda katı madde (TAKM), toplam azot (TN), klor, nitrat, sülfat, magnezyum ve kalsiyum gibi değerlerin ormanlık alana göre

artış gösterdiği belirlenmiştir. Yine Eİ, klor, fosfat, sodyum, potasyum, kalsiyum gibi bazı su kalite parametrelerinin yerleşim alanını geçtikten sonra yükseldiği tespit edilmiştir.



2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. ARAŞTIRMA ALANININ TANITIMI

2.1.1. Konum

Araştırma konusu havza; Türkiye'nin İç Anadolu bölgesinde, Eskişehir ili sınırları içinde, 39°28'- 39°33' kuzey enlemleri ile 30°24'- 30°28' doğu boylamları arasında bulunmaktadır (Şekil 2.1). Çalışma alanı Odunpazarı İlçesine bağlı Aşağı Ilıca ve Yukarı Ilıca mahalleleri sınırları içinde kalan havza, 3799 ha büyüklüğündeki Çöppınarı deresi havzasındadır. Araştırma havzası Eskişehir Orman İşletme Müdürlüğü Kirazlı Orman İşletme Şefliği sınırları içerisinde yer almaktadır. Araştırma havzası 930-1455 metre yükseltiler arasında yer almaktadır.



Şekil 2.1. Çöppınarı deresi havzasının konumu ve uydu görüntüsü.

2.1.2. İklim

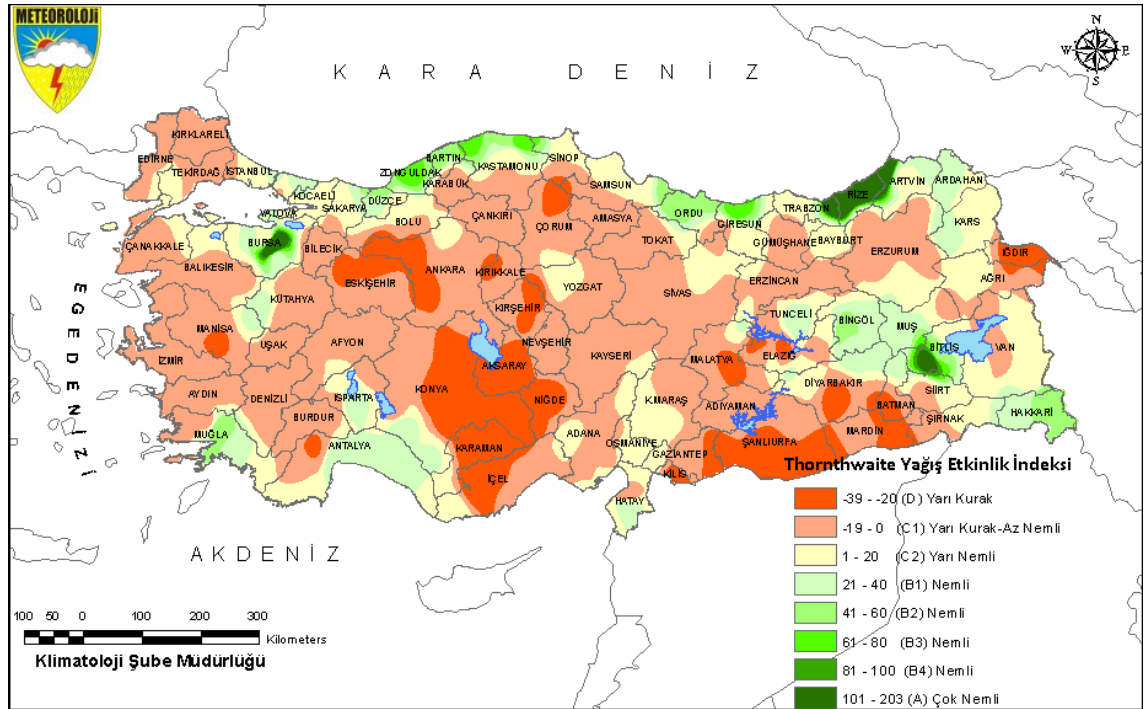
Araştırma havzasına en yakın meteoroloji istasyonu Seyitgazi Meteoroloji İstasyonudur (DMİ; 39°27' K- 30°42' D). İstasyon, 1000 metre rakımda ve havzanın 26 kilometre güneydoğusunda bulunmaktadır. Eskişehir ili, İç Anadolu, Batı Karadeniz ve Akdeniz bölgelerinin etkisi altında olması nedeniyle, kendine özgü bir iklime sahiptir. Araştırma

alanında sıcaklık ölçümleri yapılmadığından iklim değerlendirmesi için DMİ-uzun yıllar (1991-2020) ve 2021 yılı sıcaklık verileri ile bir yıl boyunca havzada ölçülen yağış verileri kullanılmıştır (Çizelge 2.1).

Çizelge 2.1. DMİ uzun yıllar sıcaklık ve yağış verileri ile araştırma yılında (2021) havzada ölçülen yağış verileri.

Meteorolojik elemanlar	Yıllar	Aylar												YILLIK
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Toplam Yağış (mm)	1991-2020	33,0	28,2	29,9	44,1	42,3	24,2	15,0	11,2	17,2	35,0	33,4	42,4	355,9
Havza Toplam Yağışı (mm)	2021	53,0	9,0	67,2	33,7	4,3	75,6	7,2	0,0	28,2	9,1	61,7	51,5	400,5
Ortalama Sıcaklık (°C)	1991-2020	-0,1	1,5	5,4	9,9	14,8	18,9	21,9	21,9	17,5	12,1	5,8	1,7	10,9
	2021	2,4	3,3	3,0	10,0	16,4	16,5	22,1	22,4	15,8	10,7	7,8	2,9	11,1

DMİ tarafından 1981-2010 iklim periyodu değerleri kullanılarak yapılan Thornthwaite iklim sınıflandırmasına göre Eskişehir ili iklim sınıfı D,B'1,s,b'3 sembolleri ile tanımlanan” yarı kurak, 1. derece mezotermal, su fazlası kış mevsiminde ve orta derecede, yaz buharlaşma oranı %54,9 olan iklim tipine sahiptir (Şekil 2.2).

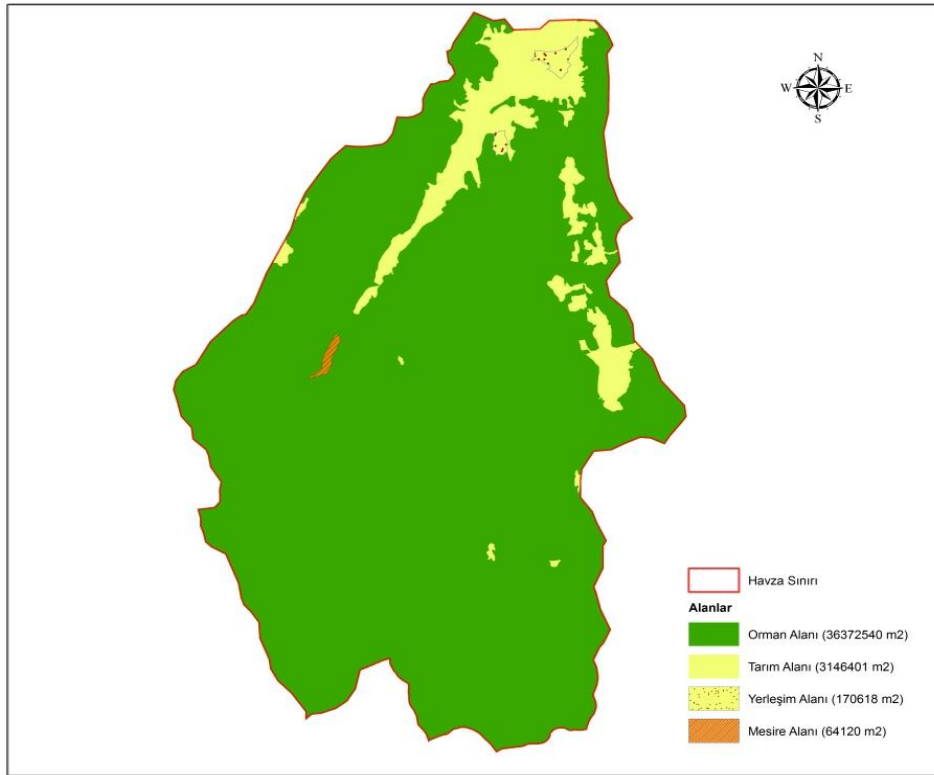


Şekil 2.2. Thornthwaite İklim Sınıflandırmasına göre Türkiye İklimi.

2.1.3. Arazi Kullanımı ve Bitki Örtüsü

Havza incelendiğinde, hakim ağaç türünün karaçam (*Pinus nigra*) ibrelili ormanları olduğu görülmektedir. Karaçam, meşe ve sarıçam ile bazı kesimlerde karışık meşçereler oluşturmaktadır. Tarım alanlarında ise buğday ve arpa yetiştirilmektedir.

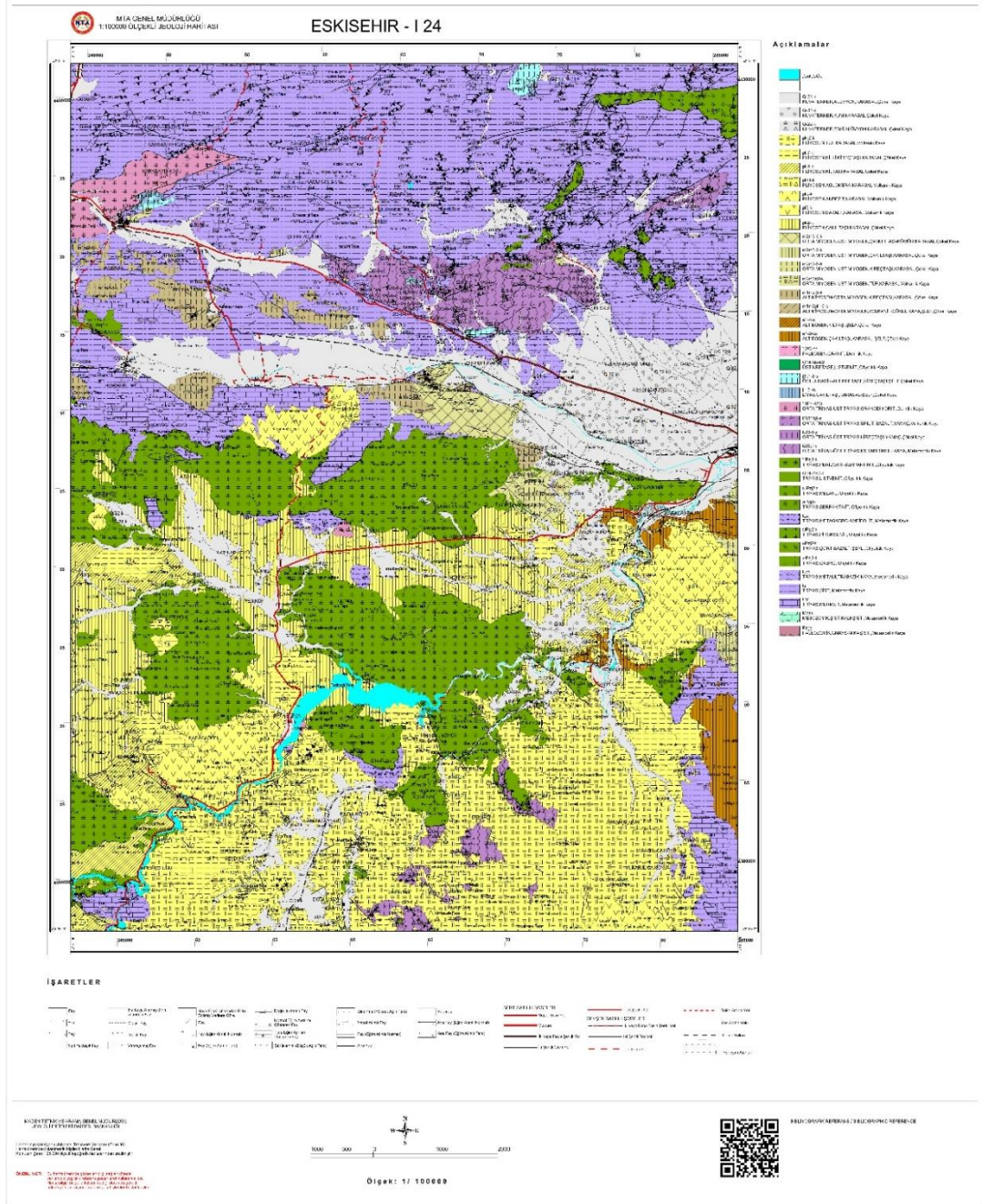
Havzanın güncel arazi kullanım durumu, Orman Genel Müdürlüğü (OGM) Eskişehir Orman İşletme Müdürlüğü Kirazlı Orman İşletme Şefliği orman amenajman planı meşçere haritası kullanılarak belirlenmiştir (Şekil 2.3). Çöppınarı dere havzasının toplam alanı 3975 ha olup bu alanın %91,5'ünü orman (3637,2 ha), %7,92'sini ziraat (314,6 ha), %0,43'ünü yerleşim (17,0 ha) alanı ve %0,16'lık (6,4 ha) kısmını ise mesire (rekreasyon) alanı oluşturmaktadır. Havzadaki orman alanlarının büyük kısmını Çkc3 meşçeresi oluşturmaktadır. Diğer orman alanlarına bakıldığında ise ÇkÇsc3 karışık meşçereleri ile BÇk, BM ve Ma meşçereleri oluşturmaktadır.



Şekil 2.3. Havzanın arazi kullanım durumu haritası.

2.1.4. Jeolojik Yapısı

Araştırma havzasının yer aldığı Eskişehir ve çevresi genel anlamıyla beş formasyondan oluşmakta olup bölgenin jeoloji haritası şekil 2.4'te verilmiştir.



Şekil 2.4. Eskişehir İli jeoloji haritası (MTA).

Karkın Formasyonu (Ofiyolitler)

Bu formasyon yapısında gri, açık gri, siyah yeşil, haki yeşil renklerine sahip, metakonglomera, meta kumtaşı ve filitlerden oluşan Alt karbonifer-Üst Permiyen yaşlı

kireçtaşı blokları oluşur. Bu formasyonun Eskişehir istifinde kalınlığı yaklaşık 100-150 metreye kadardır. Özellikle tektonik zonlarda yığın olarak serpantinleşmelerle karşılaşmaktadır.

Mamuca Formasyonu

Bu formasyon yapısında mor, kırmızı, şarabi, gri ve boz renklerde konglomera ve kumtaşlarıyla başlayan birim üzerinde yeşil renkli killere karşılaşmaktadır. Üst seviyelere doğru sarımsı boz renklerde zengin bir bentonik foraminifer topluluğuna sahip kil, arakatkılı, killi, kumlu kireçtaşları ile bitmektedir.

Porsuk Formasyonu

Porsuk Formasyonu, konglomera, kumtaşı, bazalt akıntıları, tüf, tüfit, marn, kil, jipsli marn ve kil, jips ve kireçtaşlarından oluşmuş olup; çoğunlukla doğu- batı doğrultulu uzanır. Genel olarak Porsuk Nehri boyunca yayılım gösterir. Birimler genel olarak koyu kırmızı, kahverengi, boz, sarımsı boz, gri, yeşilimsi gri renklidir. Genelde konglomera ve kumtaşlarının üzerinde, kireçtaşlarının alt kesimlerinde nispeten ince ara tabakalı yeşil, sarı, boz gibi renkler gösteren marn- kiltası gözlenir. Marn ve kiltaları arasında da yer yer çok ince bantlar halinde kireçtaşları ve alttaki konglomera ve kumtaşlarıyla düşey ve yanal geçişli olarak bulunan birimin aralarında bazalt akıntıları görülür.

Ilıca Formasyonu

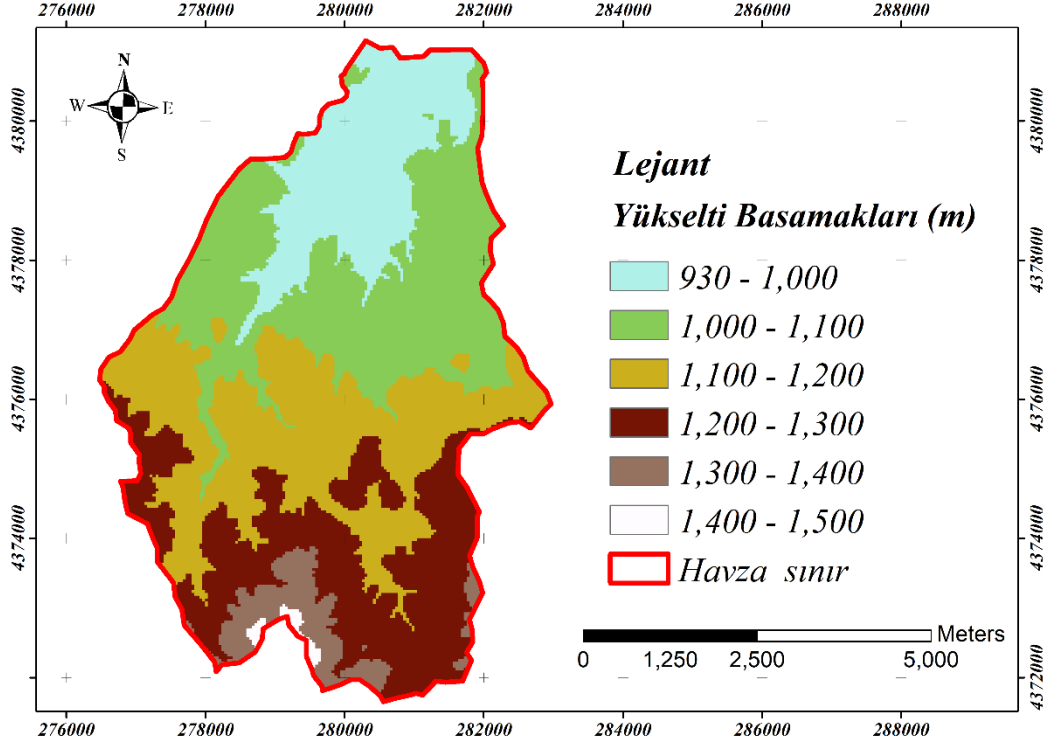
Yeşil, gri, alacalı, kırmızımsı kiremit renginde karasal ve gölsel konglomera ve kumtaşı ile başlayan birimi; siyah, koyu gri, yeşilimsi renklerde iri ve orta boyda volkanik kayalık parçası ve piroklastiklerden oluşan konglomera takip eder. Genel olarak formasyon tabanında 1-10 m arasında değişen kalınlıkta Porsuk formasyonuna ait konglomera ve kumtaşları görülür.

Akçay Formasyonu

Bu formasyon yapısında daha yaşlı formasyonlara ait kil, silt, kum ve çakıllar gevşek haldedir. Akçay Formasyonu genel olarak eski alüvyon haldedir. Kuvaterner öncesi tüm litolojilerin değişik blok, çakıl ve kumlarıyla çamur ve şistler oluşmakta ve renkleri buna bağlı olarak değişmektedir (Akdeniz, 2012).

2.1.5. Havzanın Topoğrafik Özellikleri

İlica havzasının yükseltisi, kuzeyde 930 metreden güneyde 1455 metreye kadar değişmekte olup; ortalama yükseltisi 1190 metredir (Şekil 2.5).

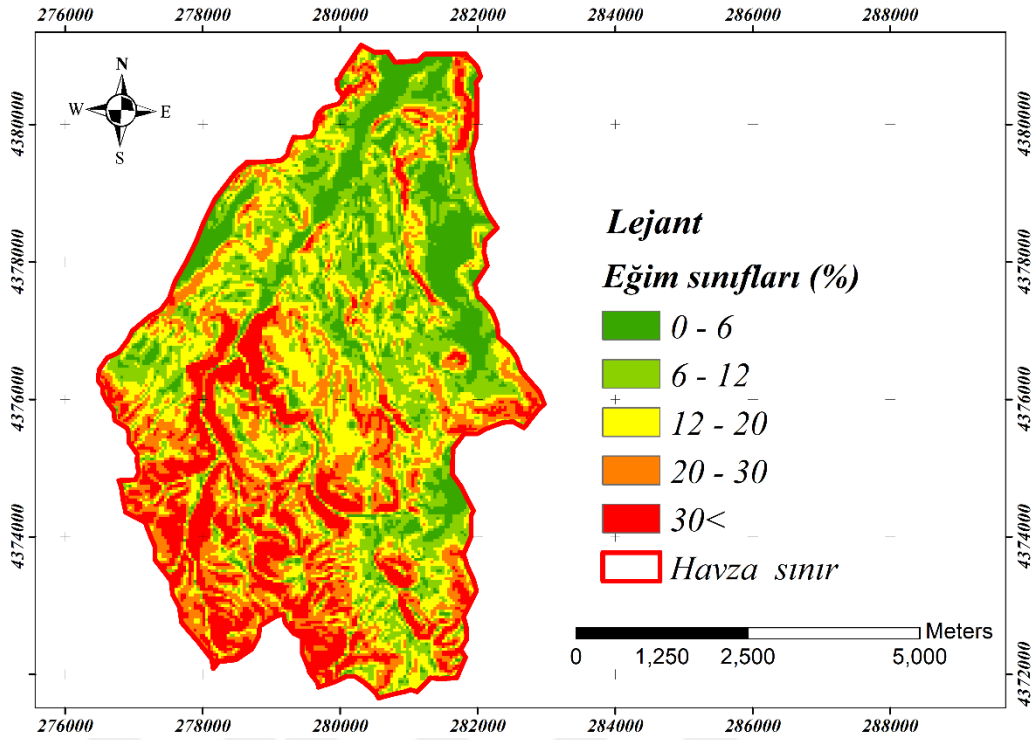


Şekil 2.5. Havzanın yükselti haritası.

Çizelge 2.2. Yükselti kademelerinin havzadaki alansal oranları.

Yükselti kademeleri (m)	Çöppınardere Alan	
	(ha)	(%)
930-1000	644,9	16,2
1000-1100	1123,1	28,3
1100-1200	1090,0	27,4
1200-1300	894,7	22,5
1300-1400	200,0	5,0
1400-1500	22,5	0,6

Çöppınar dere havzasındaki alanların eğim sınıfları haritası Şekil 2.6'da verilmektedir.



Şekil 2.6. Havzanın eğim sınıfları haritası.

Çöppınarı dere havzasında en düşük eğim sınıfında (%0-6) bulunan alan, toplam havzanın %15,1'lik kısmını oluştururken; en yüksek eğim sınıfında (>%30) bulunan alan, toplam havza alanının % 16,9'unu oluşturmaktadır (Çizelge 2.2).

Çizelge 2.3. Eğim sınıflarının havzadaki alansal oranları.

Eğim sınıfları (%)	Alan	
	(ha)	(%)
0-6	599,5	15,1
6-12	877,3	22,1
12-20	1004,4	25,2
20-30	823,5	20,7
30<	670,3	16,9

Havzanın bazı hidro- fiziksel karakteristikleri Çizelge 2.4'da verilmiştir.

Çizelge 2.4. Havzanın bazı şekil ve drenaj özellikleri.

Hidro-Fiziksel Havza Karakteristikleri	Değer
Havza alanı (km ²)	39,75
Havza uzunluğu (km)	9,48
Toplam dere uzunluğu(km)	15,77
Drenaj yoğunluğu (km/km ²)	0,39
Form faktörü	0,68

2.1.6. Sosyo-Ekonomik Durumu

Türkiye İstatistik Kurumu 2022 yılı adrese dayalı nüfus verilerine göre, Aşağı Ilıca mahallesinin nüfusu 146, Yukarı Ilıca mahallesinin nüfusu ise 111 kişiden oluşmaktadır. Halkın geçim kaynağı tarım ve büyükbaş hayvancılık olup tarım ürünleri içerisinde arpa ve buğday en önemli gelir kaynağıdır. Bunun yanında hayvan yemi olarak kullanılmak üzere fiğ ve yonca da yetiştirilmektedir. Yine kendi ihtiyaçlarını karşılamak amacı ile sebze ve meyve de yetiştirilmektedir.

Tarımda ağırlıklı olarak azot ve fosfor içerikli gübreler kullanılmaktadır. Azot için CAN gübresi (kalsiyum amonyum nitrat) ve yine azot ve fosfor için 20.20 kompoze gübre ekim ve mart aylarında atılırken, sebze ekim alanları için ise mayıs ve haziran ayında 15.15.15 NPK gübresi kullanılmaktadır.

2.2. ARAZİDE UYGULANAN YÖNTEMLER

2.2.1. Havzada Yağış Ölçümleri

Havzanın yağış kimyasal özelliklerini tespit etmek amacı ile bir yıl boyunca 15 gün aralıklarla yağış ölçümleri b ve yağış suyu örnekleme yapılmıştır. (**Error! Reference source not found.**).

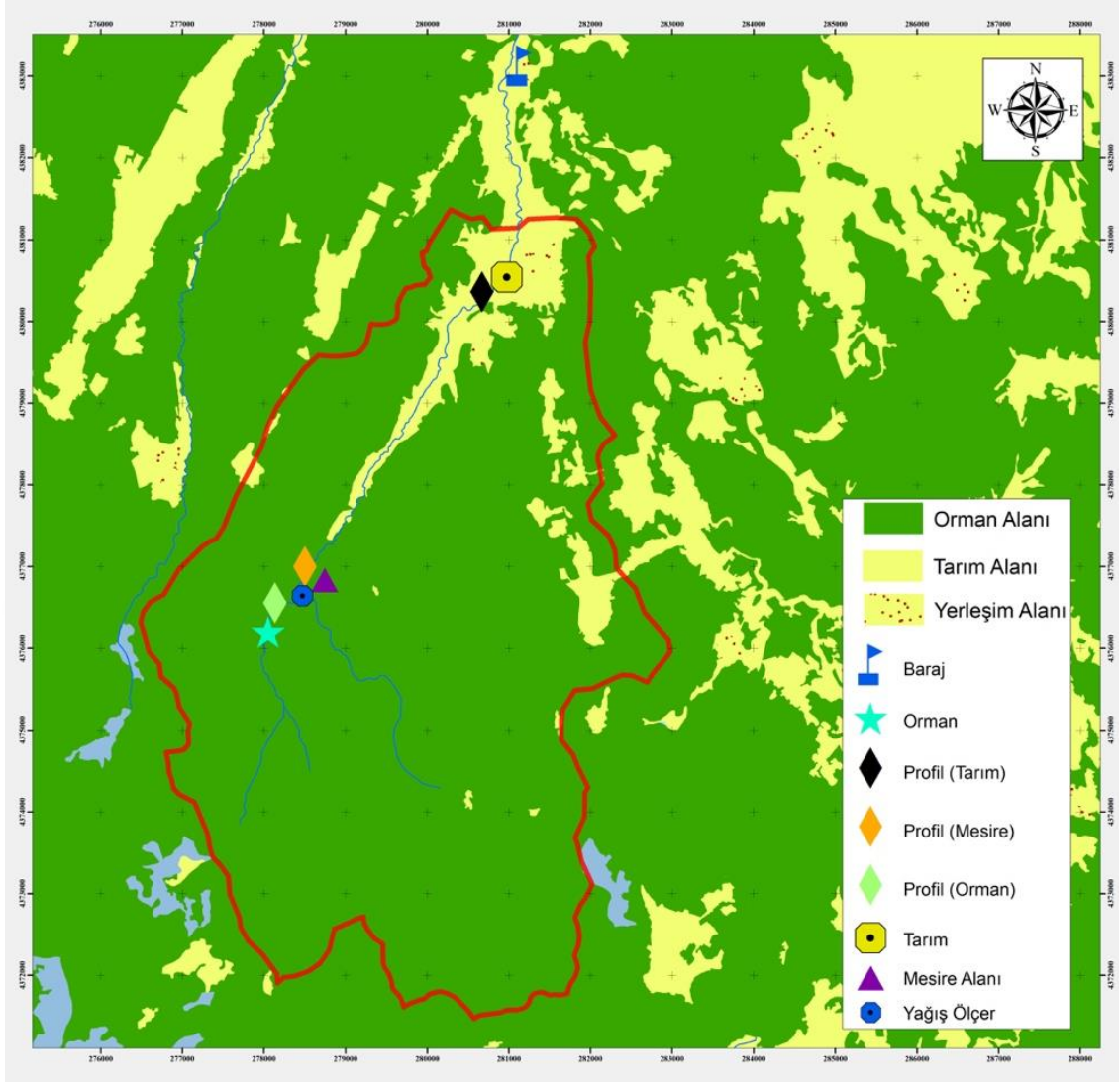


Şekil 2.7. Havzada yağış ölçerler ile yağış ölçülmesi.

Yağış ölçerlerin kurulduğu noktalar Şekil.2.8’de gösterilmiştir.

Çizelge 2.5. Su örnekleri ve yağış ölçerlere ait koordinat değerleri.

Koordinat Adı	Koordinat Değerleri	
	Enlem	Boylam
Tarım alanı su örneği alım noktası	281008	4380720
Mesire alanı su örneği alım noktası	278560	4377001
Orman alanı su örneği alım noktası	278088	4376378
Yağış ölçerler	278542	4376984



Şekil 2.8. Yağış ölçerlerin ve profil noktalarının araştırma alanındaki konumları.

2.2.2. Su Örneklerinin Alınması ve Saklanması

Arazi kullanımının su kalitesine etkisini araştırmak amacıyla havzada üç farklı noktadan örnek alınmıştır. Her arazi kullanımından iki adet, böylelikle tüm arazi kullanımlarından 6 adet örnek alınmıştır. Yağmur suyundan da iki adet örnek alınmış ve toplamda alandan 8 su örneği alınmıştır. Örnek alınırken 500 ml kapasiteli plastik şişeler kullanılmıştır. Alınan bu su örneklerinde yapılan ölçümlerle, tarım, orman ve mesire alanlarının su kalitesine etkisi araştırılmıştır.

Analizler için 500 ml'lik poliüretan kaplarla alınan su numuneleri içerisinde buz kalıbı bulunan termoslara konarak muhafaza edilmiştir. Numunelerin tamamı analizlerin yapılması için Eskişehir Orman Toprak ve Ekoloji Araştırmaları Enstitüsü Müdürlüğü (EOTEM) laboratuvarına getirilmiş ve analiz yapıncaya kadar buzdolabında +4 °C sıcaklıkta saklanmıştır (Şekil 2.9).



Şekil 2.9. Su örneklerinin buzdolabında muhafazası.

2.2.3. Toprak Örneklerinin Alınması

Çalışma yapılan havzanın toprak özelliklerinin belirlenmesi amacıyla havzada her farklı arazi kullanım alanını temsil edecek şekilde, her alandan 1'er adet toprak profili açılmıştır. Açılan profillerin 0-30 cm, 30-60 cm ve 60-90 cm derinlik kademelerinden, hem silindir örnekleri hem de torba örneği alınmıştır. Böylelikle havzadan toplam 9 adet silindir ve torba örneği alınmış ve analizleri yapılmıştır (Şekil 2.4).



Şekil 2.4. Havzanın mesire ve orman alanında açılan toprak profili ve örnek alımı.

2.3. LABORATUVARDA UYGULANAN YÖNTEMLER

Çalışmada tarım, orman ve mesire alanlarının su kalitesi parametrelerine etkisini belirlemek amacıyla, Beşikdere ve Çöppınar derelerinin orman, mesire alanı ve tarım alanlarından 12 ay boyunca toplam 24 adet su örneği alınmıştır. Su örneklerinde pH, Eİ, SAR (sodyum absorpsiyon oranı), klorür (Cl^-), sülfat(SO_4^{-2}), sodyum(Na^+), potasyum(K^+), magnezyum(Mg^{+2}), kalsiyum(Ca^{+2}) analizleri gerçekleştirilmiştir. Her dönemde noktaların hepsinde örnek alınmış, alınan örnekler üzerinde analizler gerçekleştirilmiştir. İstatistiksel analizler sonucunda, ölçülen su kalitesi parametreleri açısından örnekleme noktaları arasındaki farklar, ölçüm periyodu süresi esas alınarak

verilmiştir.

2.3.1. Su Analizleri

Su örneklerinde pH, Eİ ölçümü, sodyum absorpsiyon oranı (SAR), anyon (Cl^- , SO_4^{2-}) ve katyon (Na^+ , K^+ , Ca^{+2} , Mg^{+2}) analizleri (Çizelge 2.5) Eskişehir Orman Toprak ve Ekoloji Araştırmaları Enstitüsü Müdürlüğü (EOTEM) laboratuvarında yapılmıştır.

Çizelge 2.6.Yapılan analiz adı ve kullanım metodları.

Kısaltma	Analiz Adı	Analiz Metodu
Ca	Kalsiyum Analizi	Tüzüner, A. 1990. Toprak ve Su Analiz Laboratuvarları El Kitabı. 375 s.
Mg	Magnezyum Analizi	
Eİ	Elektriksel İletkenlik	
Na	Sodyum Analizi	
K	Potasyum Analizi	
Cl	Mohr Yöntemi ile Klor Analizi	
SO4	Sülfat Analizi	
SAR	Sodyum Absorpsiyon Oranı	
pH	Su kalitesi ve kullanım uygunluğu	

2.3.1.1. pH

pH analizi, beherglassa buffer çözeltisi konularak gerekli sıcaklık ve pH ayarı yapılarak pH metre elektrodlarının örneğe daldırılarak okunması ile tespit edilmiştir (Tüzüner,1990).

2.3.1.2. Elektriksel İletkenlik (EC)

Elektriksel iletkenlik ölçümleri alınan su örneklerinin içerisine elektriksel iletkenlik elektrodunun daldırılarak okunması ile tespit edilmiştir. İletkenlik suda çözünen tuzların toplam konsantrasyonu olarak ifade edilmektedir. Tuzlar suda elektrik iletkenliğine sahip yüklü iyonlar halinde çözünmektedirler (Yıldız, 2013). Yer üstü su kalite yönetmeliğine göre sulardaki elektriksel iletkenlik değeri maksimum 1000 $\mu S/cm$ olabilmektedir (Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği, 2012).

2.3.1.3. Sodyum Absorpsiyon Oranı (SAR)

Analiz sonucu elde edilen sodyum değerlerinin, kalsiyum ve magnezyum değerlerinin toplamının yarısının kareköküne oranı ile bulunan değerdir (Tüzüner,1990).

2.3.1.4. Anyonlar (Cl^- , SO_4^{2-}) ve Katyonlar (Na^+ , K^+ , Ca^{+2} , Mg^{+2})

Anyonlara ait analizler;

Klor (klorür) analizi, indikatör (belirteç) olarak potasyum kromat kullanarak gümüş nitrat ($AgNO_3$) ile titrasyonu suretiyle bulunan değerdir (Tüzüner,1990).

Sülfat analizi ise, katyon ve anyon analizleri sonucunda bulunan katyon değerleri toplamının anyon değerleri toplamından farkı alınarak hesap edilmektedir (Tüzüner,1990).

Katyonlara ait analizler;

Sodyum analizi, fleymfotometre cihazı ile gerçekleştirilmiştir. Sodyum tayini su örneklerinin aleve püskürtülmesi ile alevin aldığı sarı rengin dalga boyunun (589 m μ) sodyum filtresinde izole edildikten sonra elde edilen ışık şiddetinin bir fotosel yardımı ile elektrik enerjisine çevrilerek okunması ile belirtilmiştir (Tüzüner,1990).

Potasyum analizi, fleymfotometri cihazı ile sodyum tayinine benzer şekilde aleve püskürtülen su numunesinin aleve menekşe rengini verdiği dalga boyunun (767 m μ) potasyum filtresi ile izole edilen şiddetinin elektrik enerjisine dönüştürülerek galvanometrede ölçülmesi ile bulunan değerdir (Tüzüner,1990).

Kalsiyum ve magnezyum analizi ise, su örneklerinin indikatör vasıtası ile EDTA çözeltisi ile titrasyonu sonucu bulunan değer esasına dayanır (Tüzüner,1990).

2.3.2. Toprak Analizleri

Toprak örneklerine ait analizler Eskişehir Orman Toprak ve Ekoloji Araştırmaları Enstitüsü Müdürlüğü (EOTEM) laboratuvarında yapılmıştır.

Toprak örnekleri öncelikle hava kurusu hale getirilmiş sonrasında havanda öğütülerek 2 mm' lik elekten geçirilmiş ve analize hazır hale getirilmiştir (Tüzüner,1990).

Tekstür analizi Bouyoucos hidrometre yöntemi ile alınan örneklerin kum, toz ve kil yüzdeleri bulunarak uluslararası tekstür üçgenine yerleştiği noktada yazılı toprak türü olarak tespit edilmiştir (Tüzüner,1990).

Çizelge 2.7.Kullanılan analiz adı ve metodları.

Kısaltma	Analiz Adı	Analiz Metodu
TT	Toprak Türü	Hidrometre Metodu (MT06)
OM	Organik Madde	Walkey Black Islak Yakma Metodu TS8336
OC	Organik Karbon	Walkey Black Islak Yakma Metodu TS8336
Eİ	Elektriksel İletkenlik	1/5 (M/V) Toprak Su Karışımı TS ISO 11265
	Toplam Kireç	Kalsimetre Metodu TS 8335 ISO 10693
pH		1/5 Toprak Su Karışımı (V/V) ISO 10390
N	Toplam Azot Tayini	Kjeldahl Metodu
P	Fosfor	Olsen ve Ark. Yöntemi ve Bray Kurtz Metodu
K⁺	Potasyum	Flame Fotometrik Metod
Na⁺	Sodyum	Flame Fotometrik Metod
	Özgül Ağırlık	Piknometre Metodu
Ca⁺²	Kalsiyum	AAS Metodu
Mg⁺²	Magnezyum	AAS Metodu
Fe	Demir	DTPA Metodu
Zn	Çinko	DTPA Metodu
Cu	Bakır	DTPA Metodu
Mn	Mangan	DTPA Metodu

2.3.3. İstatistiksel Analizler

Çalışma alanında farklı arazi kullanımlarından elde edilen verilerin istatistik analizinde tek yönlü varyans analizi (ANOVA) kullanılmıştır.

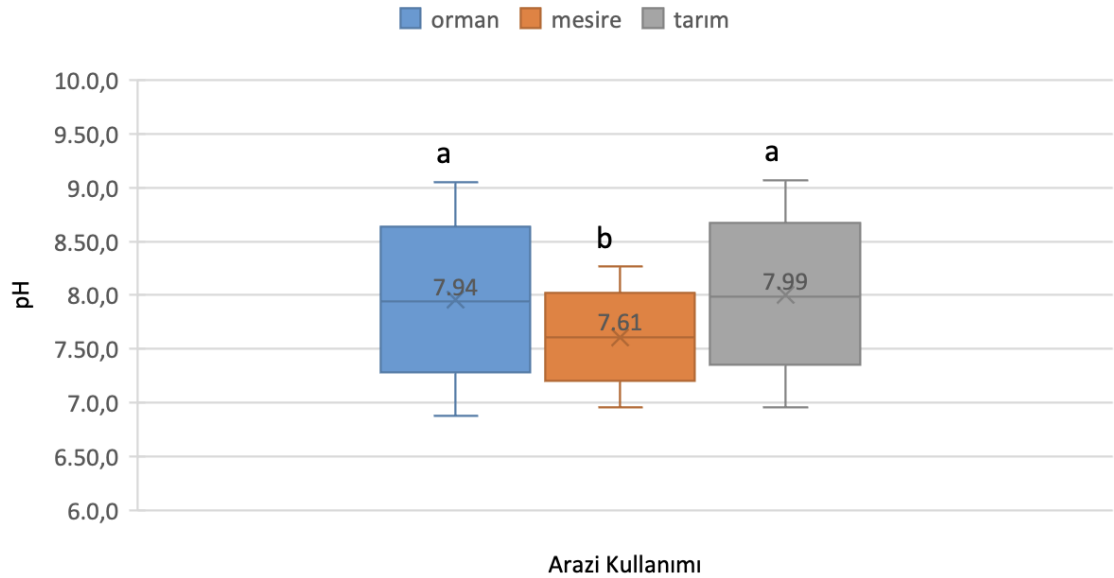
Analizler öncesinde tüm değişkenlere ait verilerin normal dağılım gösterip göstermediği ve ayrıca varyansların homojen olup olmadığı kontrol edilmiştir. Varyansların homojenlik kontrolü “Levene’s testi” ile yapılmıştır. Varyans analiz sonuçlarının önemli ($p<0,05$) bulunması halinde, değişkenlere ait ortalamaların karşılaştırılmasında Duncan testi kullanılmıştır ($p<0,05$). Verilerin değerlendirilmesi için yapılan tüm analizlerde SPSS paket istatistik programı kullanılmıştır.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1. ARAZİ KULLANIMININ SU KALİTESİ PARAMETRELERİNE ETKİSİ

3.1.1. pH Değerleri

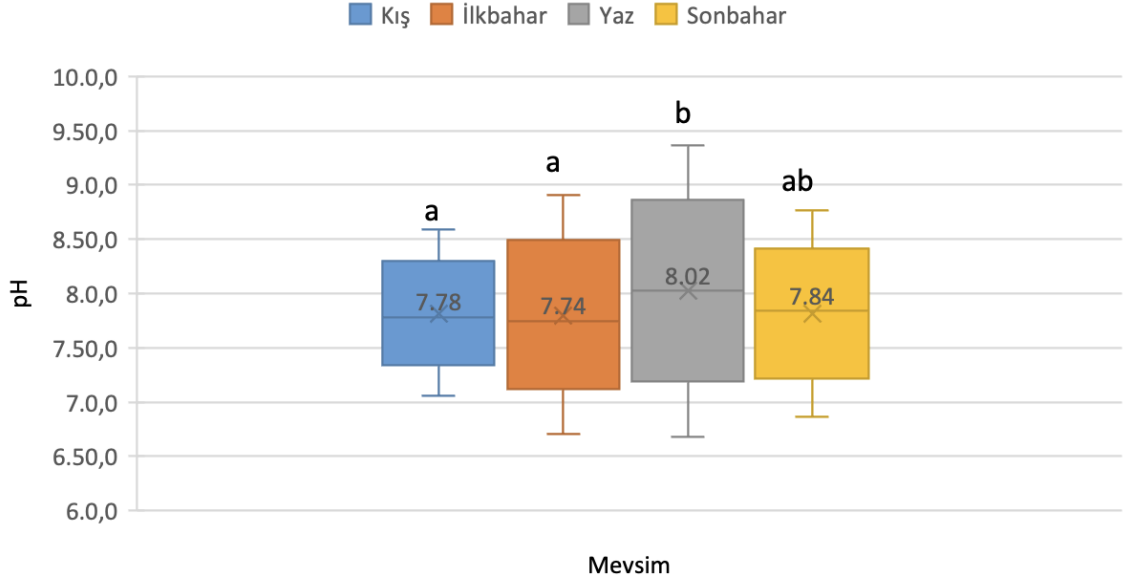
Yüzeysel sularda pH su kalitesini ve çeşitli amaçlar için kullanım uygunluğunu belirlemede kullanılan birincil parametredir (Kaya, 2013). pH değeri 0-14 arasında değişmekte olup bu değer doğal sularda 4-9 arasında seyrederek. Genellikle akarsular yüksek, durgun sular ise düşük pH değerine sahiptir. Su kirliliği kontrol yönetmenliğinde ise sularda pH değerinin 6,0-9,0 arasında olması gerekliliği belirtilmekte olup I. sınıf suların pH değerinin ise 6,5-8,5 olması gerektiği vurgulanmaktadır. Çalışma kapsamında arazi kullanımının pH değerlerini etkilediği görülmüş ve en düşük pH değeri mesire alanında, en yüksek değer tarım alanında ölçülmüştür (Şekil 3.1). Mesire alanında pH değerinin 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 foseptik çukurlarından meydana gelebilecek sızıntı suları da bu sonucun oluşmasında etkili olabilir. Çalışma periyodu boyunca yağış suyunun pH değeri ortalama 6,91 ölçülmüştür.



Şekil 3.1. Arazi kullanımına göre Çöppınarı dere suyunun pH değerleri.

Çöppınarı deresinde pH değerindeki mevsimsel değişim çalışma kapsamında belirlenmiştir. En düşük değer 7,74 ile ilk bahar mevsiminde en yüksek değer 8,02 ile yaz mevsiminde ölçülmüştür. Bu sonuçlar Kasımoğlu ve Yılmaz (2014) tarafından Muğla

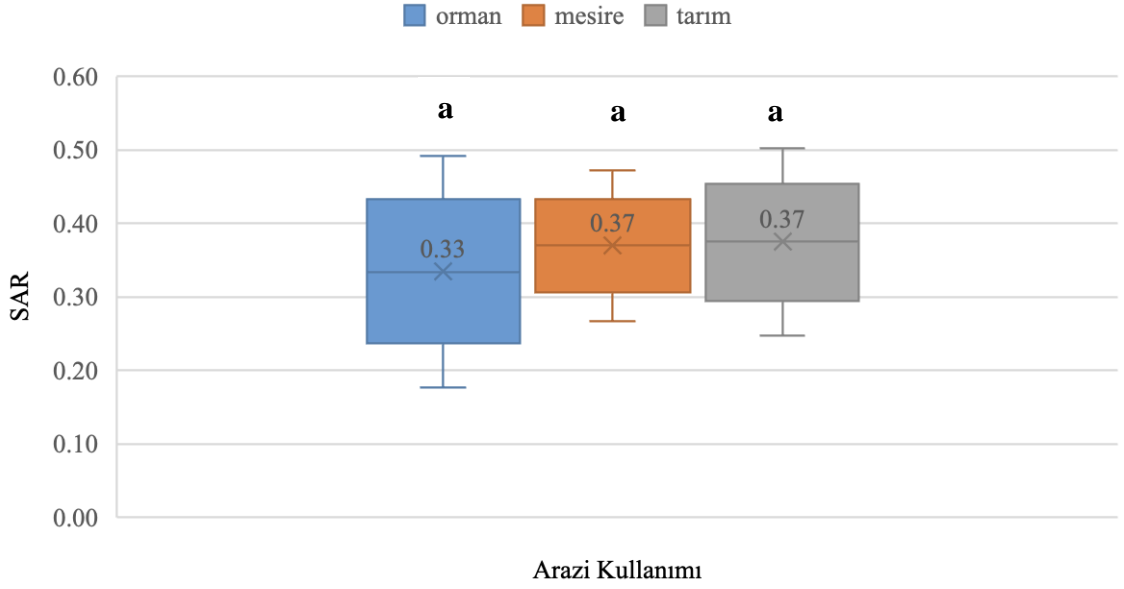
Tersakan çayında yapılan çalışma ile benzerlik göstermektedir. Yine Tepe ve ark. (2006) tarafından Hasan çayında yapılan bir çalışmada pH'nın kış aylarında düştüğü yaz aylarında ise yükseldiği belirlenmiştir. Bunun nedenini ise yazın su bitkileri tarafından fotosentezle CO₂'in tüketilmesi sonucunda pH'nın artması; kış aylarında ise yağmur sularının taşıdığı maddelerin pH değerlerinin düşük olması şeklinde açıklamışlardır.



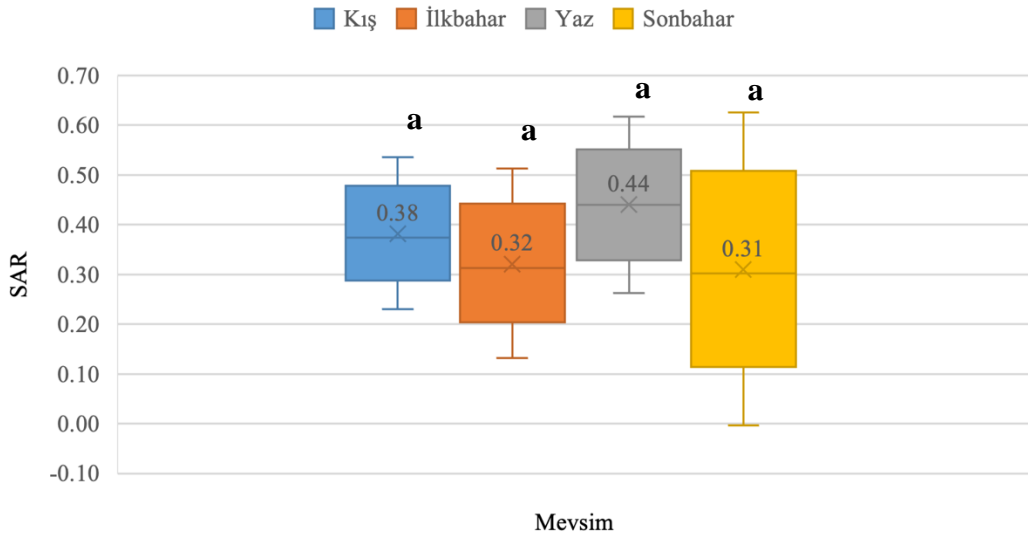
Şekil 3.2. Çöppınarı deresinde pH değerlerinin mevsimlere göre değişimi.

3.1.2. SAR (Sodyum Adsorbsiyon Oranı) Değerleri

Sulama sularında meydana gelebilecek sodyum zararını belirlemede sodyum adsorbsiyon oranı (SAR) kullanılmaktadır. Toprakta absorbe edilen SAR oranı %10-15'i geçtiğinde, kil kompleksleri disperse olur ve toprak işleme zorlaşır. Toprağın geçirgenliği azalır, çimlenme zayıflar (Temizel ve Tok 2019). Çalışma kapsamında farklı arazi kullanımlarının yer aldığı akarsularda ölçülen SAR değerleri hem arazi kullanımı hem de zaman değişim bazında istatistiksel farklılık göstermemiştir ($p > 0,05$) (Şekil 3.3) (Şekil 3.4). Havzada SAR değerleri hem arazi kullanımı hem mevsimsel olarak < 10 olduğu için sulama suyu açısından herhangi bir risk taşımamaktadır (Temizel ve Tok, 2019). Çalışma periyodunca ölçülen yağış suyu SAR değeri ise ortalama % 0,03 bulunmuştur.



Şekil 3.3. Arazi kullanımına göre Çöppınarı deresi SAR değerleri.

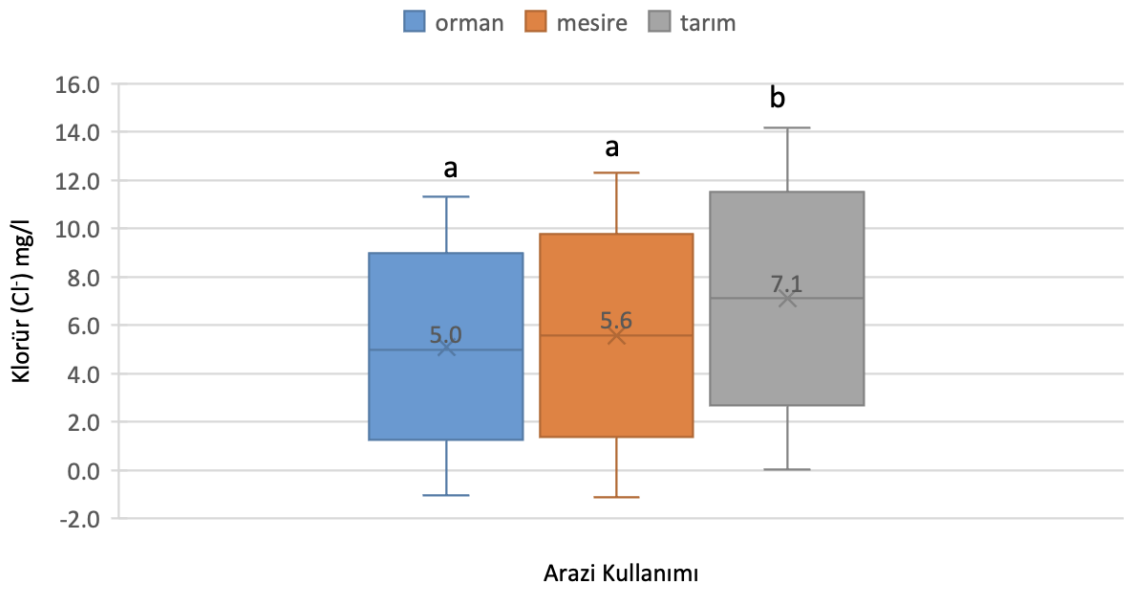


Şekil 3.4. Çöppınarı deresinde SAR değerlerinin mevsimlere göre değişimi.

3.1.3. Klorür (Cl⁻) Değerleri

Klor elementi tuz içeren tortul kayaların 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 sularda çok yaygın şekilde bulunan bir iyondur. Sularda NaCl şeklinde, ayrıca CaCl₂ ve MgCl₂ 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 şeklinde kullanılmasında sakıncalar oluşabilmektedir. Su kirliliği kontrol yönetmeliğinde ise I. sınıf sularda klorür iyonunun 25 mg/l geçmemesi gerekliliği belirtilmiştir. Çalışmada klorür miktarları su

kalite yönetmeliğinde belirtilen miktarın oldukça altında olmasına rağmen en yüksek değer 7,10 mg/l ile tarım arazisinde, en düşük değer 4,99 mg/l ile orman arazisinde ölçülmüştür (Şekil 3.5). Sulardaki klorür miktarlarının tarım alanlarında yüksek çıkması gübre kaynaklı veya tarım alanlarındaki oluşan sediment taşınımı sonucunda olabilir. Nitekim A.B.D. Wisconsin’de yapılan bir çalışmada yerleşim ve tarım arazilerinin artışı ile akarsulardaki klorür miktarı arasında pozitif bir ilişki, orman arazilerinin artışı ile akarsulardaki klorür miktarları arasında ise negatif bir ilişki saptanmıştır (Zhongwei ve diğ., 2009). Çalışmada havzaya düşen yağış suyunun klorür değeri 2,1 mg/l olarak belirlenmiştir.

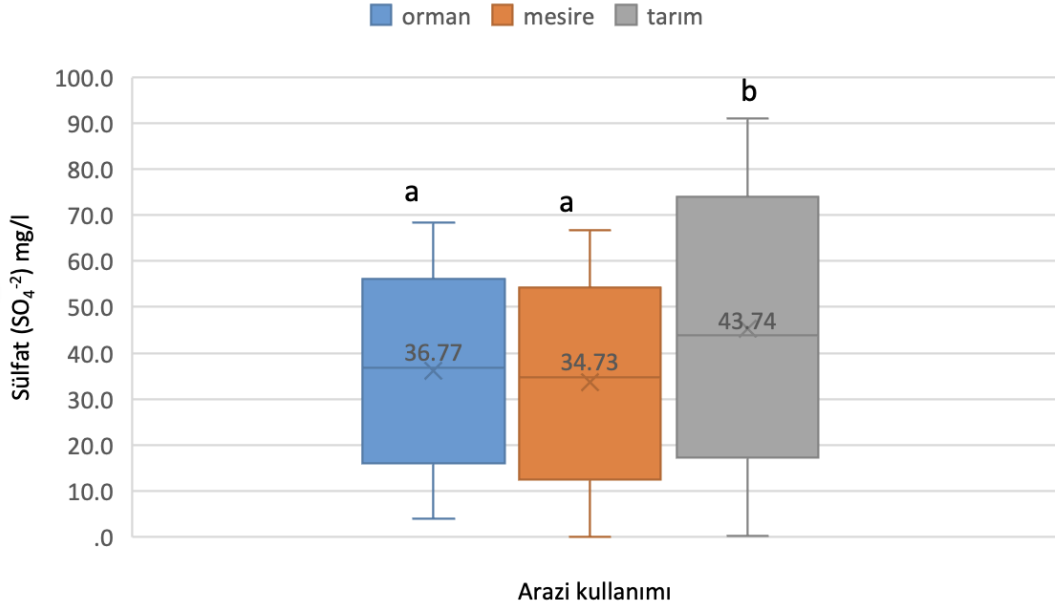


Şekil 3.5. Arazi kullanımına göre Çöppınarı dere suyunun klorür miktarları.

3.1.4. Sülfat (SO₄²⁻) Değerleri

Doğal sulardaki sülfatlar doğada bulunan ağır metal sülfürlerinin atmosferik olayların etkisiyle kısmen oksitlenerek suda çözünmesi sonucunda oluşmuşlardır. Büyük kısmı sedimentler kayalardan çözünse de doğada en yaygın olan minerali jipsdir (Güler ve Çobanoğlu, 1997). Doğal su kaynaklarında biyolojik verimin artması için ortamda sülfatın bulunması gerekir. Ancak sülfür döngüsü de azot döngüsü gibi biyolojik aktivitelerden çabuk etkilenir. Aerobik şartlarda sülfür, sülfata okside olur ve zararlı form olan hidrojen sülfite dönüşmez. 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 3.6). Nitekim bu çalışmada elde edilen sonuçlara benzer olarak Zhongwei ve Diğ., (2009) tarafından yapılan çalışmada tarım ve yerleşim alanları ile sulardaki sülfat değerleri

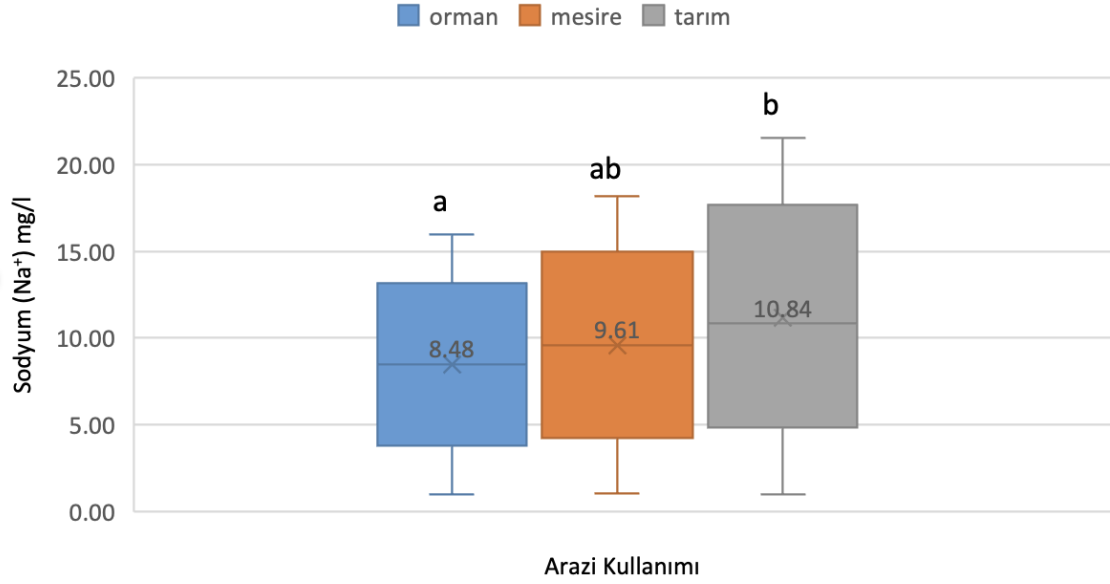
arasında pozitif bir korelasyon, orman alanları ile negatif bir korelasyon bulmuşlardır. Yine ülkemizde yapılan bir çalışmada da sulardaki sülfat değerleri ormanlık alanlarda tarımsal alanlara göre daha düşük bulunmuştur (Çitgez, 2017). Çalışmada yağış suyu sülfat değeri ise her üç arazi kullanımına göre 8,17 mg /l ile oldukça düşük değerde ölçülmüştür.



Şekil 3.6. Arazi kullanımına göre Çöppınarı dere suyunun sülfat miktarları.

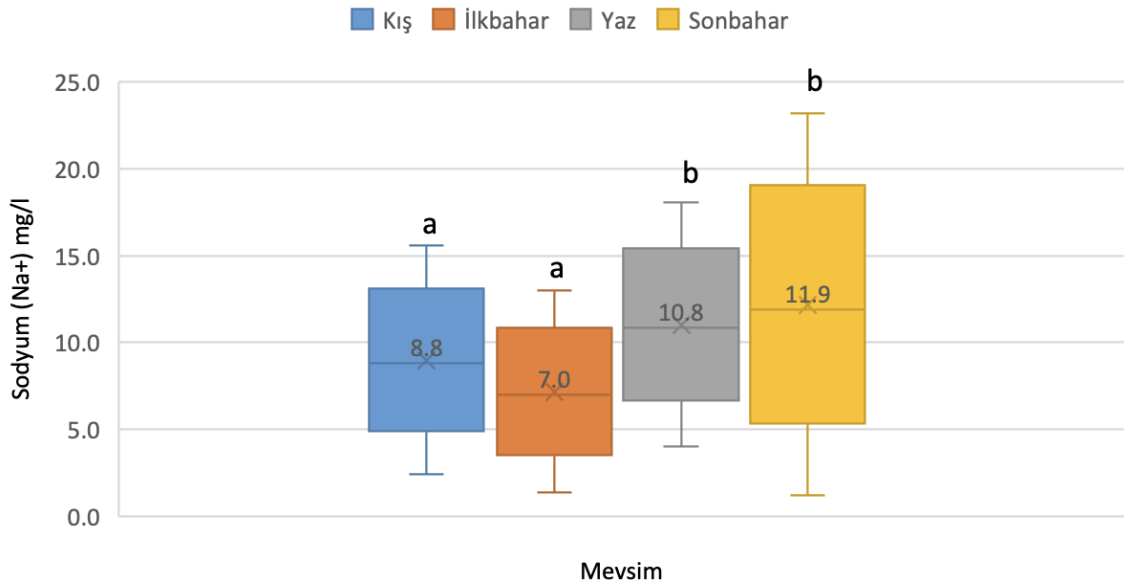
3.1.5. Sodyum (Na⁺) Değerleri

Sodyum yer kabuğunda en fazla bulunan elementlerden biridir. Doğal sulara genellikle sodyum içeren kayaçların 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 sulara sodyum oranı 2-100 mg/l arasında değişim göstermektedir (Tepe ve ark., 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. Çalışmada havzaya düşen yağış suyunun sodyum değeri ise 0,56 mg/l ölçülmüştür. Bu değerler TSE içme suyu standartlarına göre tavsiye edilen değer (20 mg/l) oldukça altında kalmaktadır (TSE 266, 2022). Yapılan istatistiksel değerlendirmede arazi kullanımının suların sodyum değerleri üzerinde önemli etkiye sahip olduğu belirlenmiştir (Şekil 3.7). Nitekim Yıldırım ve ark. (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.



Şekil 3.7. Arazi kullanımına göre Çöppınarı dere suyunun sodyum miktarları.

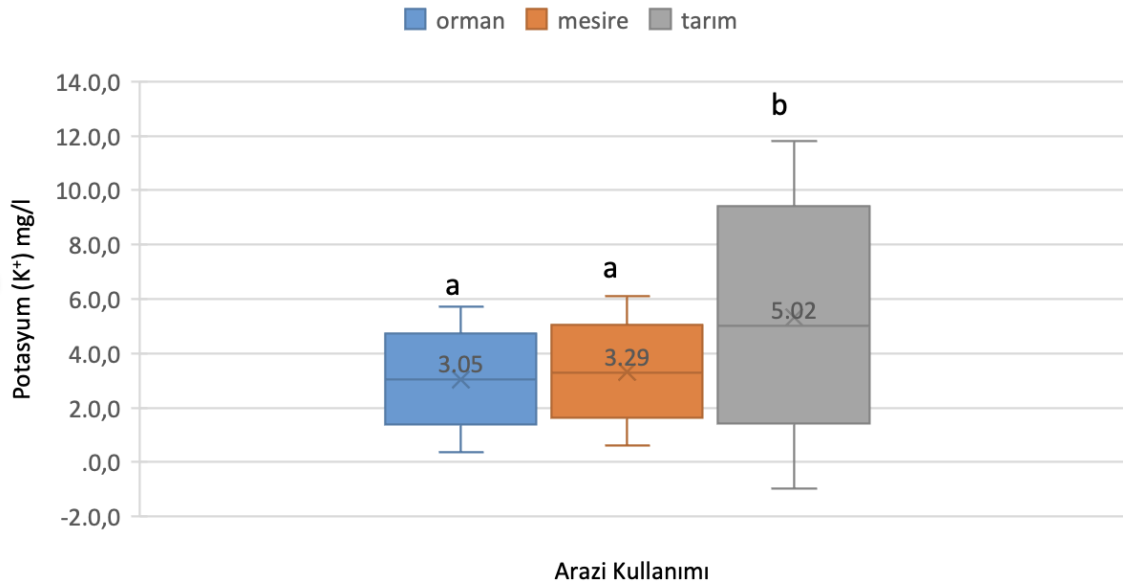
Çöppınarı dere havzasında sodyum değerleri üzerinde mevsimin de önemli bir etkisi olduğu belirlenmiştir (Şekil 3.8). Havzada sodyum değeri yaz ve sonbahar aylarında kış ve ilkbahar aylarına göre daha yüksek belirlenmiştir. Çiftçi (2015) tarafından Seydişehir (Eskişehir) havzasında su kalitesinin belirlenmesine yönelik çalışmada da 2 nolu istasyonda en yüksek sodyum seviyesi yaz ayında ölçülmüştür. Yine Tokat ve Düzce illerinde yapılan çalışmalarda da Çöppınarı havzasından elde edilen sonuçlara benzer sonuçlara ulaşılmıştır (Çitgez, 2017; Gökbulut, 2019).



Şekil 3.8. Çöppınarı deresinde sodyum miktarlarının mevsimlere göre değişimi.

3.1.6. Potasyum (K⁺) Değerleri

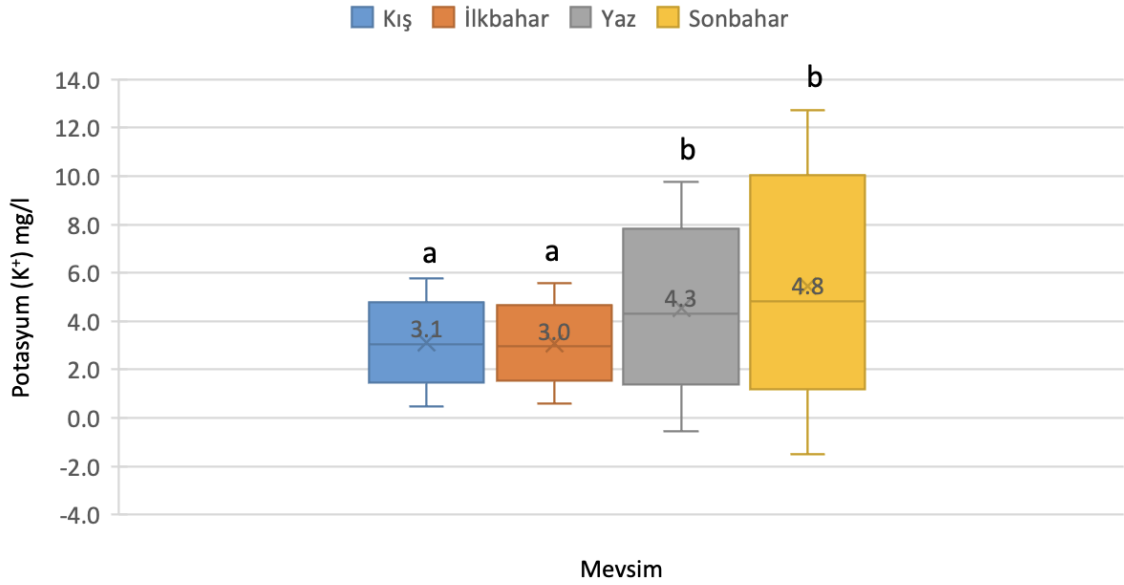
Potasyum yer kabuğunda en fazla bulunan elementlerden biri olmasına rağmen, doğal sularda çok az miktarda bulunur. Bunun nedeni ise potasyum içeren kayaların aşınmaya karşı diğer kayalara oranla daha dayanıklı olmasıdır. Nitekim doğal sulardaki potasyum konsantrasyonunun 10 mg/l yi geçmemesi sorun oluşturabilmektedir (Tepe ve ark., 2006). Doğal sulardaki potasyum konsantrasyonu, bu elementi içeren kayaların aşınması, potasyum tuzu kullanan endüstrilerden atık su deşarjı, potasyum içerikli gübrelerin tarımda kullanılması ve yüzeysel akışla dere sularına ulaşması ile artmaktadır. Çalışma kapsamında havzaya düşen yağışın potasyum konsantrasyonunun 0,59 mg/l ölçülmüştür. Çalışmada en yüksek potasyum konsantrasyonu 5,02 mg/l ile tarım alanında, en düşük 3,05 mg/l ile orman alanında ölçülmüştür (Şekil 3.9). Mesire ve orman alanındaki su örneklerinin potasyum konsantrasyonlarının çok farklı olmaması; mesire alanında gerçekleştirilen faaliyetlerin su kalitesinde olumsuz bir etki oluşturmadığı şeklinde yorumlanabilir. Ancak tarım alanlarında potasyum konsantrasyonunun yüksek çıkması bu alanlarda kullanılan tarımsal gübrelerden kaynaklanıyor olabilir. Nitekim Çitgez (2017) bir çalışmasında ormandan sonra tarım ve yerleşim alanlarından geçen suların potasyum değerlerinde artış olduğunu belirtmiştir.



Şekil 3.9. Arazi kullanımına göre Çöppınarı deresi potasyum miktarları.

Çalışma sonuçları değerlendirildiğinde, Çöppınarı havzasında potasyum konsantrasyonu üzerinde mevsimin de istatistiksel olarak önemli bir etkiye sahip olduğu belirlenmiş ve en yüksek değer 4,82 mg/l ile sonbahar, en düşük değer 2,95 mg/l ile ilkbahar mevsiminde belirlenmiştir (Şekil 3.10). 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 tarım alanlarından geçen derelerden alınan su örneklerinde en yüksek potasyum değerleri yaz ve sonbahar mevsimlerinde ölçülmüştür (Çitgez, 2017). Yine Eskişehir ili Seydişehir havzasında yapılan bir çalışmada da benzer sonuçlar bulunmuştur (Çiftçi, 2015).

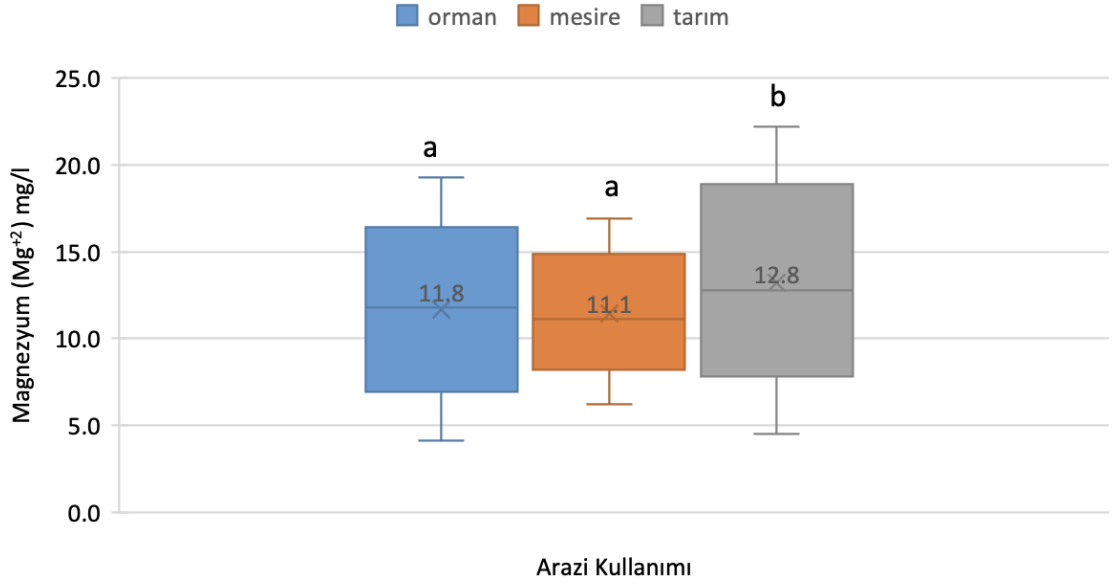


Şekil 3.10. Çöppınarı deresinde potasyum miktarlarının mevsimlere göre değişimi.

3.1.7. Magnezyum (Mg²⁺) Değerleri

Magnezyum da tıpkı kalsiyum gibi yüzey sularda en sık rastlanan alkali metal olup sertliği oluşturur ve önemli bir kalite özelliğidir. Genellikle yağış sularının yüzeysel akışta geçmesi veya taban suyuna sızması esnasında havzanın yapısında bulunan magnezyum içerikli kayaçların yıkanması sonucunda yüzey sularına karışırlar (Kılıç, 2017). Çalışma kapsamında en düşük Mg²⁺ değeri 11,09 mg/l ile mesire alanında; en yüksek değer 12,77 mg/l ile tarım arazisinde belirlenmiştir (Şekil 3.11). Havzaya düşen yağışın magnezyum değeri 1,3 mg/l ölçülmüştür. Ölçülen magnezyum değerleri doğal sularda bulunması gereken sınırlar içerisinde (1-100 mg/l) kalmaktadır. Ayrıca her üç arazi kullanımında belirlenen magnezyum değerleri TSE içme suyu standartlarının da (30 mg/l) oldukça altında kalmaktadır. Çöppınarı havzasında farklı arazi kullanımları karşılaştırıldığında, tarım alanı ile diğer kullanım alanları arasındaki farklılık önemli bulunmuştur (p<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 süren bir çalışmada magnezyum konsantrasyonunun tarım yoğun havzadan orman yoğun havzaya gidildikçe azaldığı belirlenmiştir (Chow vd., 2011).



Şekil 3.11. Arazi kullanımına göre Çöppınarı deresi 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 3.2). Magnezyum değerleri 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; Kahrıman, 2019).

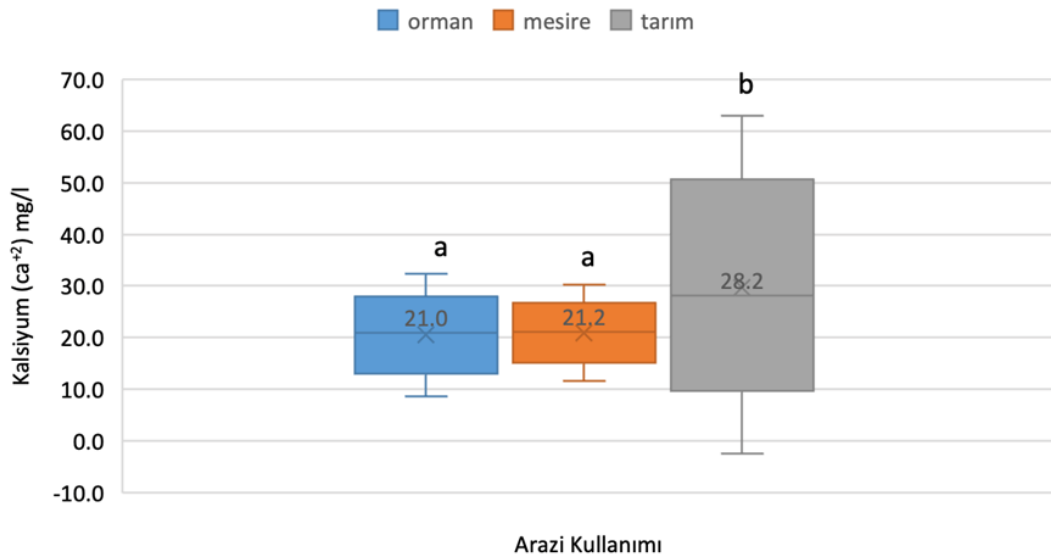
Çizelge 3.1. Çöppınarı dere havzasında magnezyum değerlerinin arazi kullanımı-mevsim etkileşimine göre değişimi.

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 ve sütunlar arası farklılığı göstermektedir. (P<0,05)

3.1.8. Kalsiyum (Ca²⁺) 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 yüzeysel akışı veya taban suyuna sızması esnasında; havzanın yapısında bulunan kalsiyum ve magnezyum içerikli kayaçların yıkanması sonucunda yüzey sularına karışır (Kılıç, 2017). Bununla birlikte evsel ve atık su deşarjı ile de karışma gerçekleşebilmektedir (Kaya, 2013). Çalışma kapsamında yağış suyu kalsiyum değeri ortalama 5,8 mg/l olarak ölçülmüştür. Arazi kullanımı açısından kalsiyum değerleri incelendiğinde ise en düşük değer (21,0 mg/l) orman alanında ölçülürken en yüksek değer (28,2 mg/l) tarım arazisinde ölçülmüştür (Şekil 3.12). Bu değerler ışığında farklı arazi kullanımları ve havzaya düşen yağış suyunda ölçülen kalsiyum değerleri TSE 266 içme suyu standartlarına göre olması gereken (100 mg/l) değerinin oldukça altında belirlenmiştir. Yapılan istatistiksel değerlendirmede arazi kullanımları arasında önemli farklılıklar belirlenmiştir (p<0.05). Bu çalışmada ormanlık alan ile mesire arasında sularında kalsiyum değerleri bakımından istatistiksel bir fark bulunmazken, tarım arazisinde pozitif yönde farklılık belirlenmiştir. Nitekim Zhongwei vd. (2009) kentsel alan ve tarım arazilerinde yüzeysel suların kalsiyum değerleri arasında pozitif bir ilişki saptanmış; bu araziler ile ormanlık alanlar arasında ise negatif bir ilişki olduğu belirlenmiştir.



Şekil 3.12. Arazi kullanımına göre Çöppınarı dere havzası kalsiyum miktarları.

Çalışmada arazi kullanımı mevsim etkileşimi de araştırılmış ve aralarında farklılık olduğu belirlenmiştir. Havzada en düşük Ca^{+2} değeri 18,08 mg/l ile mesire alanında ilkbahar mevsiminde; en yüksek değer Ca^{+2} değeri 36,3 mg/l ile tarım alanında sonbahar mevsiminde belirlenmiştir (Çizelge 1). Orman ve mesire alanlarının akarsularında mevsimsel bir değişim gözlenmezken tarım arazilerinde özellikle yaz ve sonbahar mevsimlerinde 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 (Kasımoğlu ve Yılmaz, 2014). Diğer çalışmalarda da tarımsal alanlardan geçen sularda kalsiyum değerlerinin kış mevsimine oranla özellikle yaz ve sonbahar mevsimlerinde yükseldiği belirlenmiştir (Çitgez, 2017; Ediş, 2018).

3.1.9. Elektriksel İletkenliği (EI) 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 $\mu S/cm$ olabilmektedir (Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği, 2012). Çalışma kapsamında ölçülen elektriksel iletkenlik değerleri bu standardın oldukça altında olup havzaya düşen yağış suyunda 26,50 $\mu S/cm$ değeri belirlenmiştir. Farklı arazi kullanımları arasında en yüksek değer 260,8 $\mu S/cm$ ile tarım alanında, en düşük değer ise 203,4 $\mu S/cm$ ile orman alanında ölçülmüştür (Şekil 3.13). Nitekim konu ile ilgili yapılan önceki benzer çalışmalar, bu sonuca paralel şekilde tarımsal faaliyetlerin akarsuların elektriksel iletkenlik değerlerini artırdığını ortaya koymuştur (Ahearn vd., 2005; Zhongwei vd., 2009; Chow vd., 2011; Çitgez, 2017). Bu durum tarımsal faaliyetlerde kullanılan gübrelerin akarsularına karışması ile açıklanabilir.



Şekil 3.13. Arazi kullanımına göre Çöppınarı deresi havzası Eİ değerleri.

Çalışma kapsamında havzada arazi kullanımı ile mevsimler arasında Eİ değerleri farklılık göstermektedir ($p < 0.05$). En düşük Eİ değeri 182,8 $\mu\text{S/cm}$ ile mesire alanında ilkbahar mevsiminde en yüksek Eİ değeri ise 329,5 $\mu\text{S/cm}$ ile tarım alanında sonbahar mevsiminde belirlenmiştir (Çizelge 3.3). Bu durum özellikle bölgede yazın yoğunlaşan tarım faaliyetleri ve bu faaliyetlerden kaynaklı olabilir. Aynı zamanda yaz aylarında akarsularda 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 3.2. 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. ($p < 0,05$)

3.2. ARAZİNİN TOPRAK YAPISI

Havzada tarım, mesire alanı ve orman topraklarında ölçülen parametrelerin, derinlik

kademelerine göre ortalama değerleri izelge 3.4 ve izelge 3.5'te verilmiştir. Bu izelge incelendiğinde havza topraklarının pH değerlerinin 6,64 ile 7,10 arasında değiştiği ve nötr' yakın değerler aldığı görülmektedir. Havza topraklarının tekstürü incelendiğinde ise genellikle kum oranın yüksek olduğu ve özellikle st toprakların kumlu balçık ve kumlu killi balçık tekstüründe olduğu görülmektedir. Bu tekstüre bağlı olarak su tutma kapasitelerinin %26-%38 aralığında ve düşük olduğu tespit edilmiştir. Organik madde miktarları ise tarım ve mesire alanında oldukça düşük iken ormanlık alanda bu alanlara göre daha yüksektir.



Çizelge 3.3.Havzanın orman, mesire alanı ve tarım topraklarında ölçülen parametrelerin derinliğe göre ortalama değerleri.

Havza Adı	Arazi Kullanımı	Profil No	Derinlik (cm)	Kum (%)	Toz (%)	Kil (%)	Toprak Türü	Permeabilite (%)	Su Tutma Kapasitesi (%)	Hacim Ağırlığı (gr/cm ³)	Porozite (%)	Özgül Ağırlık (gr/cm ³)	Hava Kapasitesi	pH	Eİ (mS/cm)	Organik Madde (%)	Kireç (%)	Mutlak Kuruda Toplam Ağırlık (gr)	Mutlak Kuruda>2mm (Kaba Kısım)	Mutlak Kuruda<2mm (Kaba Kısım)
Çöppünlere	Tarım	1	0-30	70,68	14,21	15,11	Kumlu Balçık	38	30	1,33	48	2,57	18	6,64	0,05	1,32	0,09	1453	745	708
			30-60	52,37	30,48	17,15	Balçık	79	26	1,26	51	2,57	25	6,79	0,05	1,08	0,06	1456	801	655
			60-90	74,66	14,26	11,08	Kumlu Balçık	77	26	1,40	46	2,57	20	7,05	0,05	1,14	0,08	1465	860	605
	Mesire Alanı	2	0-30	56,04	24,61	19,36	Kumlu Balçık	12	35	1,21	53	2,57	18	7,10	0,04	1,60	0,12	1239	670	569
			30-60	49,96	32,76	17,28	Balçık	37	36	1,22	53	2,59	17	7,09	0,03	0,68	0,12	1303	726	577
			60-90	52,02	30,70	17,28	Balçık	44	38	1,12	57	2,58	19	6,97	0,03	0,56	0,10	1094	417	677
	Orman	3	0-30	57,27	20,91	21,83	Kumlu Killi Balçık	95	26	1,22	51	2,51	25	6,82	0,07	5,98	0,08	1195	792	403
			30-60	65,75	14,58	19,66	Kumlu Balçık	85	29	1,00	61	2,54	32	6,74	0,04	4,09	0,06	1101	758	343
			60-90	63,81	12,45	23,74	Kumlu Killi Balçık	78	34	1,05	59	2,57	25	6,76	0,03	2,21	0,05	985	556	429

Çizelge 3.4. Havzanın orman, mesire alanı ve tarım topraklarında ölçülen parametrelerin derinliğe göre ortalama değerleri.

Havza Adı	Arazi Kullanımı	Profil No	Derinlik (cm)	Kum %	Toz %	Kil %	Toprak Türü	N (%)	P (mg/kg)	Fe (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Zn (mg/kg)	Mn (mg/kg)	Mg ⁺² (mg/kg)	Ca ⁺² (mg/kg)	Na ⁺ (mg/kg)	K ⁺ (mg/kg)
Çüppardere	Tarım	1	0-30	70,68	14,21	15,11	Kumlu Balçık	0,11	30,48	27,51	0,83	1,52	2,10	321	1652	14	296
			30-60	52,37	30,48	17,15	Balçık	0,08	16,32	27,33	0,83	0,61	1,98	325	1918	14	268
			60-90	74,66	14,26	11,08	Kumlu Balçık	0,08	8,05	12,69	0,97	0,51	1,83	281	2116	14	268
	Mesire Alanı	2	0-30	56,04	24,61	19,36	Kumlu Balçık	0,10	9,12	27,21	0,98	1,30	1,05	627	2167	24	560
			30-60	49,96	32,76	17,28	Balçık	0,05	8,80	33,99	1,03	0,41	1,03	648	1618	33	359
			60-90	52,02	30,70	17,28	Balçık	0,05	9,01	35,51	1,62	0,44	1,04	715	1886	40	298
	Orman	3	0-30	57,27	20,91	21,83	Kumlu Killi Balçık	0,19	12,55	22,37	0,44	2,75	0,98	727	4584	14	335
			30-60	65,75	14,58	19,66	Kumlu Balçık	0,12	9,37	22,00	0,55	3,29	0,98	737	4332	16	238
			60-90	63,81	12,45	23,74	Kumlu Killi Balçık	0,08	4,25	14,63	0,42	0,89	0,95	707	4382	18	163

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışma Eskişehir ili Çöppınarı havzasında farklı arazi kullanımlarının su kalitesine etkisi ortaya koymaktadır. Çalışma sonuçları farklı arazi kullanımlarının akarsulardaki birçok kalite parametresini etkilediğini ortaya koymuştur. Tarım alanlarının orman ve mesire kullanımlarına göre akarsu kalitesini daha fazla etkilediği belirlenmiştir. Bunun yanında bu çalışmada mevsimlerin de akarsu kalitesi üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Çöppınarı havzasında yaz mevsiminin diğer mevsimlere göre akarsularda birçok kalite parametresine etki ettiği görülmüştür. Zamansal değişimin ve farklı arazi kullanımının havzada oluşturduğu etkilerin akarsu kalite parametreleri üzerinde neden olduğu değişimlerin iyi izlenmesi gerekmektedir.

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. Bu bağlamda içme ve kullanma sularının kalitesinin izlenmesi ve bozulmalara neden olan etmenlerin belirlenerek gerekli tedbirlerin alınması su kaynaklarının korunması açısından önem arz etmektedir. 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 alanı ve ormanlık alanda belirlenen su kalite parametreleri arasında dikkat çekici bir fark olmadığı ve 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. Çöppınarı havzasında elde edilen bu sonuç benzer çalışmalarda farklılık gösterebilir. 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 artmaktadır. Bu bağlamda gerek tarımsal kullanım gerekse rekreasyonel amaçlı kullanımlarda su kalitesinin bozulmamasına yönelik tedbirlerin alınması ve gerekirse belirli periyotlarla su kalitesi izlemeleri

yapılarak gerekli tedbirler alınmalıdır.



5. 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.
- Akdeniz, E. "Eskişehir Zeminini İçin Kayma Dalgası Hızı (Vs) ile Standart Penetrasyon (Spt) Sayısı Arasındaki İlişkinin Modellenmesi" Yüksek Lisans tezi, Anadolu Üniversitesi, 2012. Ss.187
- Babalık, A.A., Yazıcı, N. & Dursun, İ. (2018). Farklı arazi kullanım durumlarının su kaynakları üzerine etkileri. *International Eurasian Conference on Biological and Chemical Sciences* (ss 1141), Ankara, Türkiye.
- Babur, E., Uslu, Ö., Yılmaz, C. & Sümbül, M. (2019). Arazi Kullanımının Kimyasal Su Kalitesi Parametreleri Etkilerinin Araştırılması. *3rd. International Water and Health Congress*'de sunuldu, Antalya, Turkey.
- Camara, M., Jamil, N. R., & Abdullah, A. F. B. (2019). Impact of land uses on water quality in Malaysia: a review. *Ecological Processes*, 8(1), 1-10.
- Chapman, D. (1992). *Water Quality Assessments: a guide to the use of biota, sediments and water in environmental monitoring*, Printed in Great Britain at the University Press, Cambridge . ISBN 0 419 21590 5.
- Chapman, D. (1992). *Water Quality Assessments: A guide to the Use of Biota, Sediments and Water in Environmental Monitoring*. London and Newyork. America: Taylor&FrancisGroup.
- Chow, L., Xing, Z., Benoy, G., Rees, Meng, F., Jiang Y. & Daigle. (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.
- Çiftçi, M. (2015). “Seydisuyu (Eskişehir) Havzasında Su ve Sediment Kalitesinin Belirlenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir, Türkiye.
- Çitgez, T. (2017). “Farklı Arazi Kullanım Yoğunluğundaki İki Havzanın Su Verimi ve Kalitesinin Araştırılması”, Doktora tezi, Düzce Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Düzce, Türkiye.
- Demir, Y. & Demir, A. D. (2016). Murat nehrinde debi ve sediment konsantrasyonunun bazı su kalite parametreleri üzerine etkisi. *Middle East Journal of Science (MEJS)*, 2, 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, Türkiye.
- Elçi, Ş. & Selçuk, P. (2013). Effects of basin activities and land use on water quality trends in Tahtali Basin, Turkey. *Environmental Earth Sciences*, 68(6), 1591–1598.
- Eskişehir İl Tarım ve Orman Müdürlüğü. (18.02.2023). *Genel bilgiler*. [Online]. Erişim: [https://eskisehir.tarimorman.gov.tr/Menu/34/Genel- Bilgiler](https://eskisehir.tarimorman.gov.tr/Menu/34/Genel-Bilgiler).
- Anonim. (1994). Orman toprak laboratuvarlarının kuruluş esasları ve laboratuvar teknikleri. *Eskişehir Orman Toprak Laboratuvar Müdürlüğü semineri* (ss.158-180), Eskişehir, Türkiye.
- Gökbulut, S. (2019). “Kızık Göleti (Tokat)’nin bazı fiziko-kimyasal parametrelerinin araştırılması”, Yüksek Lisans Tezi, Kastamonu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kastamonu, Türkiye.
- Güler, Ç. & Çobanoğlu, Z. (1997). Su Kalitesi. *Çevre Sağlığı Temel Kaynak Dizisi*, 43.

- 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.
- Juan Carlos Covarrubia, Scott Rayburg, & Melissa Neave. (2021). The Influence Of Local Land Use On The Water Quality Of Urban Rivers. *International Journal Of Geomate*, 11(23), 2155-2161.
- 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 costal 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, Türkiye.
- Kasımoğlu, 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, Türkiye.
- 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, Türkiye.
- 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, 153-163.
- Meneses, B. M., Reis, R., Vale, M. J. & Saraiva, R. (2015). Land use and land cover changes in Zêzere watershed (Portugal)—Water quality implications. *Science of*

the Total Environment, 527, 439-447.

Özdemir, A. C. (2010). "İstanbul içme suyu havzalarında arazi kullanımlarının su kalitesine olan etkisinin değerlendirilmesi", Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye.

Özhan S. & Gökbulak F. (2001). Bitki örtüsünün su üretim havzalarında su verimi üzerindeki etkileri. *I. Türkiye Su Kongresi* (ss. 105–112), İstanbul, Türkiye.

Rosa, L., Chiarelli, D. D., Rulli, M. C., Dell'Angelo, J., & D'Odorico, P. (2020). Global agricultural economic water scarcity. *Science advances*, 6(18), eaaz6031. <https://doi.org/10.1126/sciadv.aaz6031>

Schmalz B. & Kruse M. (2019). Impact of land use on stream water quality in the German low mountain range Basin Gersprenz. *Landscape online*, 72-72.

Shi P., Zhang Y., Li Z., Li P., & Xu G. (2017). Influence of land use and land cover patterns on seasonal water quality at multi-spatial scales. *Catena*, 151, 182-190.

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.

Temizel K. E., & Tok, S. (2019). Farklı Sodyum Adsorbsiyon Oranı Değerlerine Sahip Sulama Sularının Bazı Toprak Özelliklerine Etkisi. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 9(3), 1729-1736. <https://doi.org/10.21597/jist.520475>

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.

İnsani tüketim amaçlı sular, içme suyu standartları, TS 266 (2005).

Tüzüner A. (1990). *Toprak ve Su Analiz Laboratuvarları El Kitabı*, Türkiye.

Usta A. (2011). "Galyan-Atasu Barajı Havzasında Arazi Kullanımının Su ve Toprak Özelliklerine Etkilerinin Araştırılması", Doktora tezi, Orman Mühendisliği

Bölümü, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon, Türkiye.

- 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. (2001). Integrating water-quality management and land-use planning in a watershed context. *Journal of Environmental Management*, 61(1), 25–36.
- 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.
- Yerüstü su kalitesi yönetmeliğinde değişiklik yapılmasına dair yönetmelik. (16 Haziran 2021). *T.C. Resmi Gazete*, Sayı: 31513.
- 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, Türkiye.
- 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, Türkiye.
- Yu S., Xu Z., Wu W., & Zuo D. (2016). Effect of land use types on stream water quality under seasonal variation and topographic characteristics in the Wei River basin, China. *Ecological Indicators*, 60, 202-212.
- 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.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Nihat ARSLAN

Yabancı Dili : İngilizce

ÖĞRENİM DURUMU

Derece	Alan	Okul/Üniversite	Mezuniyet Yılı
Y. Lisans	Orman Mühendisliği	Düzce Üniversitesi	2024
Lisans	Orman Mühendisliği	Karadeniz Teknik Üniversitesi	1993
Lise		Kırşehir Lisesi	1988

YAYINLAR

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. <https://doi.org/10.18182/tjf.1274415>.