

ÇANKIRI KARATEKİN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TATLIÇAY DERESİ (ÇANKIRI) SU KALİTESİNİN MEVSİMSEL DEĞİŞİMİ

AMBASSA ALI AHMED

ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ÇANKIRI

2025

Her hakkı saklıdır

TEZ ONAYI

AMBASSA ALI AHMED tarafından hazırlanan “**Tathçay Deresi (Çankırı) Su Kalitesinin Mevsimsel Değişimi**” adlı tez çalışması 30/05/2025 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Çankırı Karatekin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim Dalında **Yüksek Lisans Tezi** olarak kabul edilmiştir.

Danışman : Prof. Dr. Ceyhun GÖL

Jüri Üyeleri :

Başkan : Prof. Dr. Ceyhun GÖL
Orman Mühendisliği Anabilim Dalı
Çankırı Karatekin Üniversitesi

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Said ÖZÇELİK
Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Semih EDİŞ
Orman Mühendisliği Anabilim Dalı
Çankırı Karatekin Üniversitesi

Yukarıdaki sonucu onaylarım

Prof. Dr. Ersoy YIMAZ
Enstitü Müdürü

ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ

Çankırı Karatekin Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğine göre hazırlamış olduğum “**Tatlıçay Deresi (Çankırı) Su Kalitesinin Mevsimsel Değişimi**” konulu tezin bana ait, özgün bir çalışma olduğunu; çalışmamın hazırlık, veri toplama, analiz ve bilgilerin sunumu olmak üzere tüm aşamalarında bilimsel etik ilke ve kurallara uygun davrandığımı, tezin içerdiği yenilik ve sonuçları başka bir yerden almadığımı, tezde kullandığım eserleri usulüne göre kaynak olarak gösterdiğimi, tezin Çankırı Karatekin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü’nden başka bir bilim kuruluna akademik amaç ve unvan almak amacıyla vermediğimi ve bu çalışmanın Çankırı Karatekin Üniversitesi tarafından kullanılan “Bilimsel İntihal Tespit Programı”yla tarandığını, “intihal içermediğini” beyan ederim. Çalışmamla ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması halinde ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçlara razı olduğumu bildiririm. Çankırı Karatekin Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca gereğinin yapılmasını arz ederim (30/05/2025).

Ambassa ALI AHMED

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

TATLIÇAY DERESİ (ÇANKIRI) SU KALİTESİNİN MEVSİMSEL DEĞİŞİMİ

Ambassa ALI AHMED

Çankırı Karatekin Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Orman Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Ceyhun GÖL

Bu araştırmanın amacı Tatlıçay deresi suyunun su kalitesi parametrelerinin mevsimsel değişiminin araştırılmasıdır. Böylece suyun kullanım amaçlarının uzun dönemli planlanmasında veri alt yapısı oluşturulacak, planlamacılara öneriler belirlenecektir. Tatlıçay, Çankırı ili merkezinden geçerek Acıçay deresine birleşmektedir. Tatlıçay sulama ve rekreasyon amaçlı olarak kullanılmaktadır. Akarsuyun havzasında yerleşim, tarımsal faaliyetler, sanayi tesisleri, ormanlık alanlar ile şiddetli erozyona uğramış bölgeler bulunmaktadır. Tüm bu havza karakteristiklerine bağlı olarak akarsuyun debisi mevsimsel olarak büyük değişiklikler gösterebilmektedir. Bu durum su kalitesi özelliklerini doğrudan etkilemektedir.

2025, 60 sayfa

ANAHTAR KELİMELE: Kuraklık, Su Kalitesi, Su Parametreleri, Çankırı

ABSTRACT

Master Thesis

SEASONAL VARIATION OF TATLIÇAY CREEK (ÇANKIRI) WATER QUALITY

Ambassa ALI AHMED

Çankırı Karatekin University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Forest Engineering

Advisor: Prof. Dr. Ceyhun GÖL

The aim of this research is to investigate the seasonal changes in water quality parameters of Tatlıçay stream water. Thus, a data infrastructure will be created for long-term planning of water usage purposes and recommendations will be determined for planners. Tatlıçay passes through the center of Çankırı province and joins the Acıçay stream. Sweet tea is used for irrigation and recreation purposes. There are settlements, agricultural activities, industrial facilities, forest areas and areas subject to severe erosion in the river basin. Depending on all these basin characteristics, the flow rate of the stream may vary greatly seasonally. This directly affects water quality characteristics.

2025 60 pages

Keywords : Drought, Water Quality, Water Parameters, Çankırı

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

"Tatlıçay Deresi (Çankırı) Su Kalitesinin Mevsimsel Değişimi" başlıklı bu çalışma, 2022–2025 yılları arasında hazırlanmış olup, Çankırı Karatekin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'ne “Yüksek Lisans Tezi” olarak sunulmuştur.

Bu araştırmanın amacı Tatlıçay deresi suyunun su kalitesi parametrelerinin mevsimsel değişiminin araştırılmasıdır.

Bu tez çalışmasının tamamlanmasının ardından, bu araştırmanın tamamlanmasında emeği geçen ve bu akademik yolculuk boyunca bana eşlik eden herkese en derin şükranlarımı sunarım.

Öncelikle tez direktörüm Prof. Dr. Ceyhun GÖL 'na değerli rehberliği, sarsılmaz desteği ve her zaman ulaşılabilirliği için içtenlikle teşekkür etmek isterim. Onun sağlam tavsiyeleri ve bilimsel titizliği bu çalışmanın başarılmasındaki temel unsurlardı. Onun bana meydan okuma ve beni yeni yollar keşfetmeye teşvik etme yeteneği, düşüncelerimi ve araştırmaya yaklaşımımı zenginleştirdi.

Ayrıca jüri üyem olan Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Said ÖZÇELİK'e zaman ayırdıkları, yapıcı eleştirileri ve bu taslağın kalitesini önemli ölçüde artırmayı mümkün kılan zenginleştirici önerileri için minnettarım.

Dr. Öğr. Üyesi Semih EDİŞ'e teknik destekleri ve Çankırı Karatekin Üniversitesi, Orman Fakültesi, Havza Yönetimi Anabilim Dalı laboratuvarındaki uzmanlıkları için özel olarak teşekkür ederim. Sizinle birlikte çalışmak hem zenginleştirici hem de ilham verici bir deneyim oldu.

Ayrıca duygusal destekleri, sabırları ve sürekli teşvikleri için aileme ve arkadaşlarıma da teşekkür ederim.

Ambassa ALI AHMED

Çankırı, Haziran 2025

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR	iii
İÇİNDEKİLER	iv
SİMGELER DİZİNİ.....	vi
KISALTMALAR DİZİNİ.....	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ	ix
1. GİRİŞ.....	1
2. MATERYAL VE YÖNTEM	3
2.1 Araştırma alanlarının genel tanıtımı	3
2.1.1 Coğrafi konum	3
2.1.2 İKLİM.....	9
2.1.3 Jeolojik ve jeomorfolojik yapı	11
2.1.4 Arazi kullanımı ve arazi örtüsü.....	17
2.2 Yöntem.....	22
2.2.1 Arazi çalışmaları	22
2.3 Yerinde Su Analiz Yöntemleri.....	23
2.3.1 pH ve Sıcaklık.....	23
2.3.2 Elektriksel İletkenlik (EC) ve Tuz (TDS).....	23
2.3.3 Çözünmüş Oksijen.....	23
2.3.4 Bulanıklık	23
2.4 Laboratuvar Su analiz yöntemleri	24
2.4.1 Alkalinite	24
2.4.2 Toplam Sertlik	24
2.4.3 Kalsiyum.....	24
2.4.4 Magnezyum	25
2.4.5 Klorür.....	25
2.4.6 Organik Madde (Permanganat İndeksi).....	25
2.4.7 Sodyum	25
2.4.8 Potasyum	26
2.4.9 Amonyum	26
2.4.10 Nitrat.....	26
2.4.11 Ortofosfat	26
3. BULGULAR ve TARTIŞMA	27
3.1 Havza Karakteristikleri	27
3.1.1 Topografik karakteristikler	27
3.1.1.1 Havza şekli	27
3.1.1.2 Form faktörü.....	29
3.1.1.3 Şekil faktörü	30
3.1.1.4 Dairesellik oranı	30
3.1.1.5 Uzama oranı	31
3.1.1.6 Ortalama eğim	31

3.1.1.7 Havzanın bakı durumu	33
3.1.1.8 Maksimum havza reliyefi	34
3.1.1.9 Reliyef oranı	34
3.1.1.10 Oransal reliyef	35
3.1.2 Akarsu ve drenaj ağı karakteristiği	35
3.1.2.1 Akarsu eğimi	35
3.1.2.2 Dere sırası	37
3.1.2.3 Drenaj yoğunluğu	39
3.1.2.4 Dere frekansı (sıklığı)	40
3.1.2.5 Çatallanma oranı	40
3.1.2.6 Drenaj dağılım tipi	41
3.2 Arazi Verileri ve Laboratuvar Ortamında Su Kalitesi Analizleri	42
3.2.1 Kullanılan Yöntem	45
4. Sonuç ve öneriler	56
KAYNAKLAR	58

SİMGELER DİZİNİ

'	: Dakika
"	: Saniye
%	: Yüzde
°C	: Santigrat derece
mg	: Miligram
μs	: Mikrosiemens
m	: Metre
km	: Kilometre
m ²	: Metrekare
km ²	: Kilometrekare
m ³	: Metreküp
ha	: Hektar
lt	: Litre
vd	: ve diğerleri

KISALTMALAR DİZİNİ

TÇK : toplam çözünmüş katılar

CBS : Coğrafi Bilgi Sistemleri

EC : Elektriksel iletkenlik

TDS : TUZ

Ns : nehir sırası



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2. 1 Tatlı çay havzasının Kızılırmak sınırları içindeki konumu dönüm noktası. (Göl vd., 2010)	4
Şekil 2. 2 Tatlıçay Havzası a-yükseklik ve b-eğim haritası (Anonim, 2010a, b)	6
Şekil 2. 3 Tatlıçay Havzası yükselti haritası	7
Şekil 2. 4 Tatlı çay havzası su örnekleme noktası	9
Şekil 2. 5 Tatlı çay Havzası iklim dağılım haritası (Göl vd., 2010)	10
Şekil 2. 6 Tatlı çay Havzası Jeolojik Yapısı (Doğan, 2002; Ketin, 1962; Yüksel ve diğerleri, 2001)	11
Şekil 2. 7 Çankırı havzasının jeoloji haritası (Ateş vd.2008'den basitleştirilmiştir)	13
Şekil 2. 8 Çankırı şehir merkezindeki İncik formasyonunun kumtaşı ve çamur taşı ara seviyeler içeren çakıl taşları (Uluslararası Üni-Dokap Sempozyumu 2021) .	14
Şekil 2. 9 İncik formasyonunun çakıl taşları (çt) içeren kumtaşı (kt) merccekleri. (Uluslararası Üni-Dokap Sempozyumu 2021)	14
Şekil 2. 10 Bayındır Formasyonu (Ba.f) ve Acı Çayın alüvyonları (alv) . (Uluslararası Üni-Dokap Sempozyumu 2021).....	15
Şekil 2. 11 Kayatuzu mağarasındaki ardalanmalı kayatuzu– kil seviyelerindeki kıvrımlı–kırıklı yapılar (Uluslararası Üni-Dokap Sempozyumu 2021) ..	15
Şekil 2. 12 Araştırma Havzası Jeoloji haritası	16
Şekil 2. 13 Tatlı çay havzasının arazi kullanım şekli ve arazi örtüsü haritası (Göl vd., 2009).....	18
Şekil 2. 14 Araştırma sahasının toprak ve arazi kullanım (CORINE) haritası	21
Şekil3. 1Tatlıçay havza şekli	28
Şekil3. 2 Tatlıçay havzası eğim sınıfları haritası	32
Şekil3. 3 Tatlıçay havzası bakı grupları haritası	34
Şekil3. 4 Tatlıçay havzasının drenaj deseni	37
Şekil3. 5 Tatlıçay havzasının dere sırası	38
Şekil3. 6 Şehir Öncesi ve Sonrası Su pH Değerinin Değişimi	48
Şekil3. 7 Şehir Öncesi ve Sonrası Organik Madde Değerinin Değişimi	49
Şekil3. 8 Şehir Öncesi ve Sonrası Klorür (Cl ⁻) Değerinin Değişimi	50
Şekil3. 9 Şehir Öncesi ve Sonrası Elektriksel İletkenlik (EC) Değerinin Değişimi	51
Şekil3. 10 Şehir Öncesi ve Sonrası Alkalinite Değerinin Değişimi	52
Şekil3. 11 Şehir Öncesi ve Sonrası Kalsiyum Sertliği (Ca Sertliği) Değerinin Değişimi	53
Şekil3. 12 Şehir Öncesi ve Sonrası Toplam Çözünmüş Madde (TDS) Değerinin Değişimi	54
Şekil3. 13 Şehir Öncesi ve Sonrası Toplam Sertlik Değerinin Değişimi	55

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3. 1 Şehir Öncesi ve Şehir Sonrası Veriler	44
Çizelge 3. 2 Su Kalitesinin Fizikokimyasal Parametrelerindeki İstatistiksel Analizi	46



1. GİRİŞ

Ekosistemi oluşturan temel ögeler; su, hava, toprak, besin maddeleri ve güneş enerjisidir. Bu doğal bileşenler, doğanın bütünlüğünü sağlayan vazgeçilmez bileşenlerdir. Bu unsurlar, sadece ekosistemin sağlıklı bir şekilde işleyebilmesi için değil, aynı zamanda insanların hayatta kalması ve yaşamlarını sürdürebilmeleri için de elzemdir. Su, bu doğal kaynaklar arasında özellikle önemli bir yere sahiptir ve tarih boyunca insan yerleşimlerinin ve medeniyetlerin gelişiminde kilit bir rol oynamıştır.

Geçmişte ve günümüzde, insanların yoğun olarak yaşadığı bölgeler genellikle su kaynaklarına yakın alanlarda kurulmuştur. Ancak iklim değişiklikleri, kuraklık gibi faktörler nedeniyle bu su kaynakları zaman içinde azalabilir veya değişebilir. Bu durum, geçmiş medeniyetlerin yok olmasına veya yaşam alanlarını değiştirmelerine sebep olmuştur.

İklim koşullarındaki değişimler, su kaynaklarının sürdürülebilirliğini tehdit edebilir ve bu da hem ekosistem hem de insan yaşamı üzerinde olumsuz etkiler yaratabilir. Bu nedenle, su kaynaklarının korunması, sürdürülebilir kullanımı ve iklim değişikliği ile mücadele önemli bir halka oluşturur. Su yönetimi politikalarının ve sürdürülebilir tarım uygulamalarının benimsenmesi, ekosistem dengeyi korumanın ve toplumların su ihtiyaçlarını karşılamanın kritik unsurlarıdır.

Su ve toprak kaynaklarının yönetimi, teknik, sosyal, ekonomik ve hukuki zorlukları beraberinde getirmektedir. Katılımcı bir yönetim modeli, politika oluşturmada rol alan tüm paydaşları içermelidir. Bu süreçler, havzanın özelliklerini araştırma, proje tasarımı, uygulama, izleme ve değerlendirme aşamalarını içermelidir. Bu adımların titizlikle izlenmesi, etkili ve sürdürülebilir bir yönetimin temelini oluşturur. Her havzanın ekolojik, ekonomik ve sosyal güçlü ve zayıf yönleri belirlenmeli ve bu anlayışa dayalı olarak katılımcı bir yönetim benimsenmelidir (Göl et al., 2010; Nisanci ve diğerleri, 2015).

Tatlı ay, ekosistem dengesine önemli katkılarda bulunan, tarım faaliyetlerini destekleyen ve su kaynağı olarak hayati bir rol oynayan bir akarsudur. Bu alışma, Tatlı ay'ın su kalitesinin mevsimsel değişimini detaylı bir şekilde incelemeyi amaçlamaktadır, özellikle fiziksel, kimyasal ve biyolojik parametreler üzerinde durularak.

Bir su kaynağının kalitesi, mevsimsel değişen bir dizi faktörden etkilenebilir. İklım şartları, insan faaliyetleri ve doğal süreçler, su kalitesindeki dalgalanmalara katkıda bulunabilir. Bu nedenle, Tatlı ay'ın su kalitesindeki mevsimsel değişiklikleri anlamak, sürdürülebilir su kaynakları yönetimi açısından önemlidir.

Bu çalışmanın temel hedefi, Tatlı ay'ın su kalitesinin mevsimsel değişimini analiz etmektir. Bu kapsamda řu sorulara odaklanacağız;

Fiziksel parametreler, özellikle su sıcaklığı ve berraklık, mevsimden mevsime nasıl değişir?

Kimyasal bileşenler, pH seviyeleri, mineraller ve diğer kimyasal özelliklerdeki mevsimsel değişimler nelerdir?

Biyolojik eşitlilik, farklı organizma türlerinin ve miktarlarının mevsimlere göre nasıl değişir?

Meteorolojik faktörler, örneğın yağış miktarı, Tatlı ay'ın su kalitesini nasıl etkiler?

Bu hedeflere ulaşmak adına, Tatlı ay boyunca stratejik noktalardan su örnekleri alınacak ve bu örnekler laboratuvar ortamında detaylı bir analiz sürecinden geçirilecektir. Toplanan veriler, fiziksel, kimyasal ve biyolojik parametrelerdeki mevsimsel eğilimleri belirlemek amacıyla istatistiksel olarak analiz edilecektir.

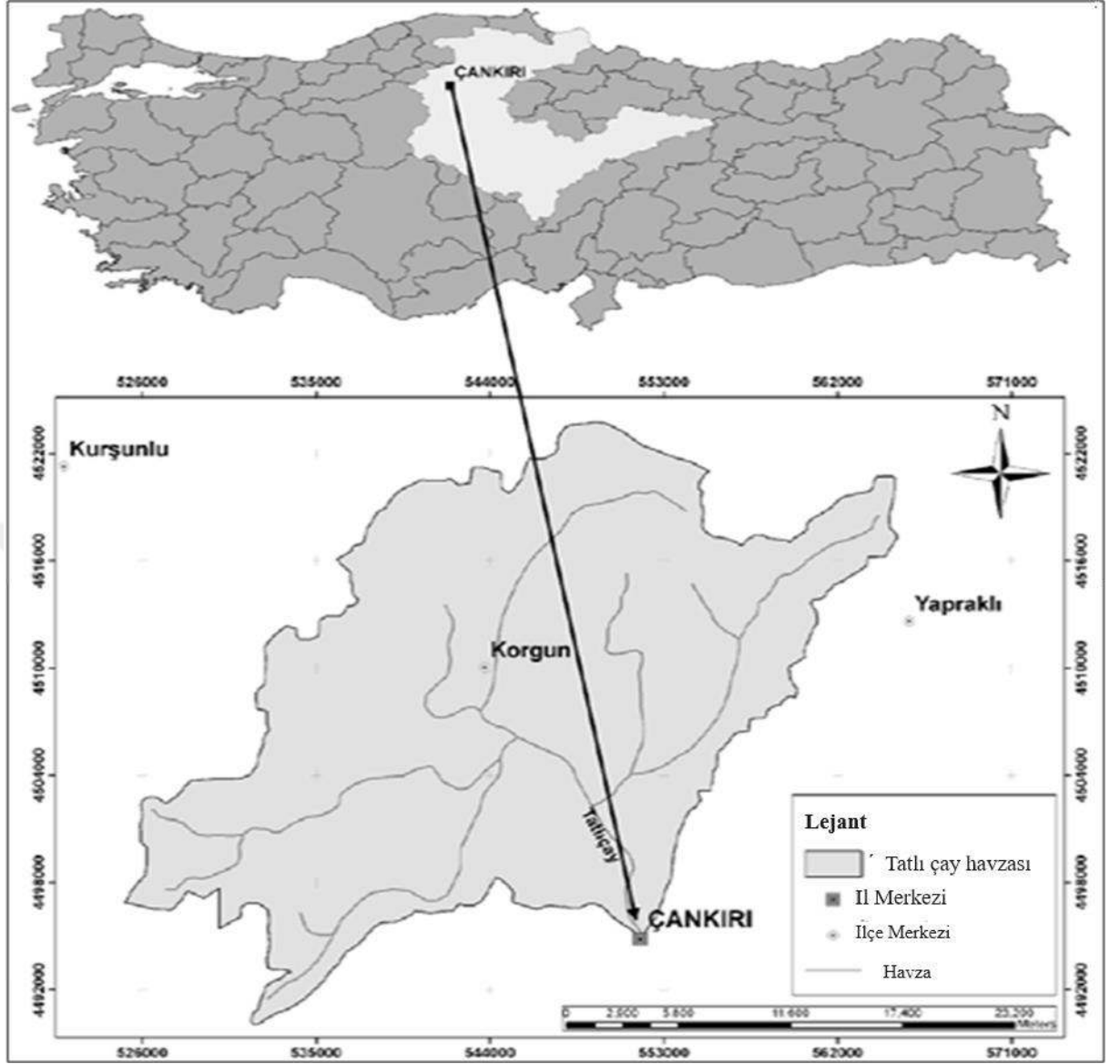
bu alışma, Tatlı ay'ın mevsimlere bağlı olarak su kalitesi üzerindeki etkilerini anlama konusunda kapsamlı bir bakış sunmayı amaçlamaktadır. Bu, su kaynaklarının etkili bir şekilde korunması ve yönetilmesi için bilinçli kararlar alınmasına katkı sağlayabilir.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1 Araştırma alanlarının genel tanıtımı

2.1.1 Coğrafi konum

Çankırı Merkez ilçesinin kuzeyinde Kızılırmak havzası içinde yer alan araştırma alanı merkez ilçe ile birlikte Yapraklı ve Korgun ilçe arazilerinin bir kısmını da içine almaktadır. Konum itibariyle, 40° 52' 11" - 40 32' 58" kuzey enlemleri ile 33° 18' 19" – 34° 3' 43" doğu boylamları arasında olan çalışma bölgesinin toplam alanı 136883 ha'dır. Çankırı'nın kuzeybatısından gelen Tatlıçay bir kavis çizerek kenti ikiye ayırmaktadır. Kuzeydoğusundan gelen Acıçay ile Tatlıçay birleşerek Acısu adını almakta ve Kızılırmak'a karışmaktadır. Handırı ve Korgunözü çaylarının Ayan köyü yakınında birleşmesiyle oluşan Tatlıçay'ın Çankırı'nın güneyinde Acıçay ile birleşim yerine kadar olan havza Tatlıçay havzasını oluşturmaktadır (Şekil 2.1).

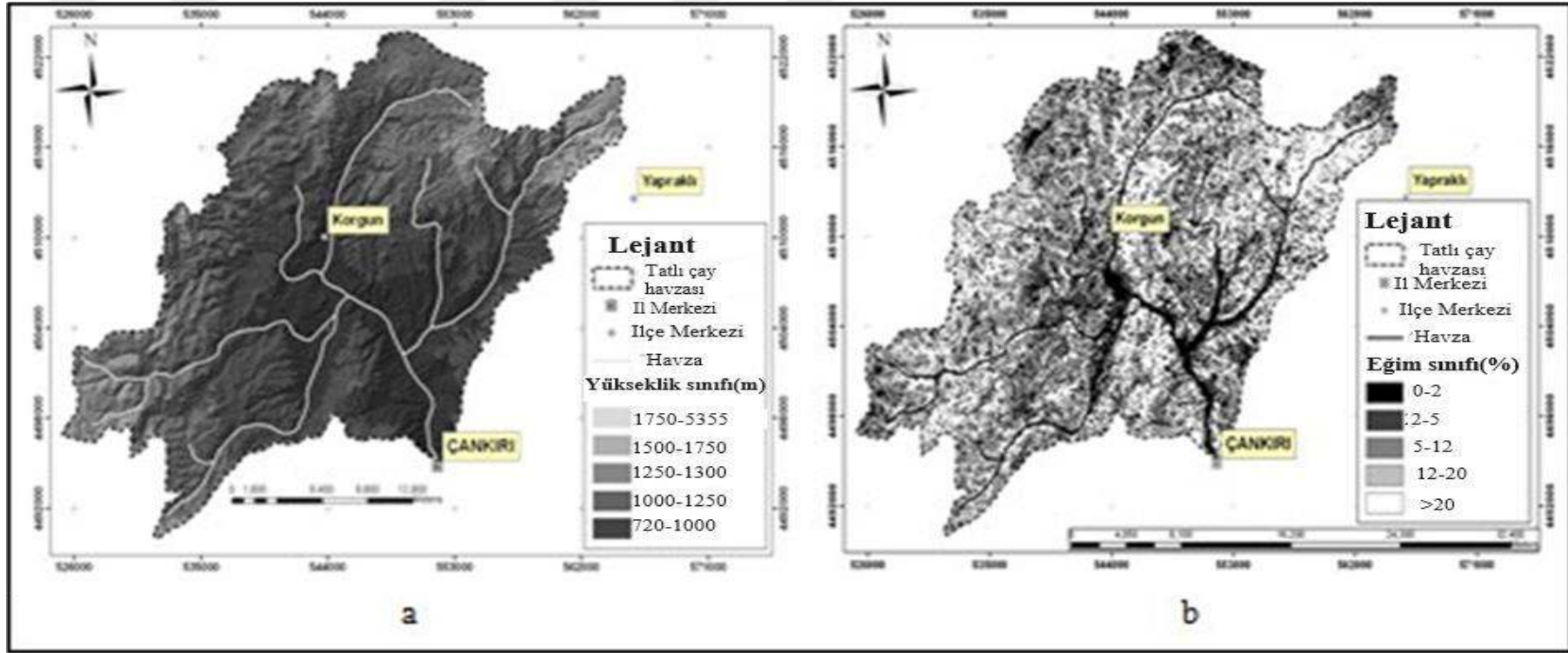


Şekil 2. 1 Tatlı çay havzasının Kızılırmak sınırları içindeki konumu dönüm noktası.
(Göl vd., 2010)

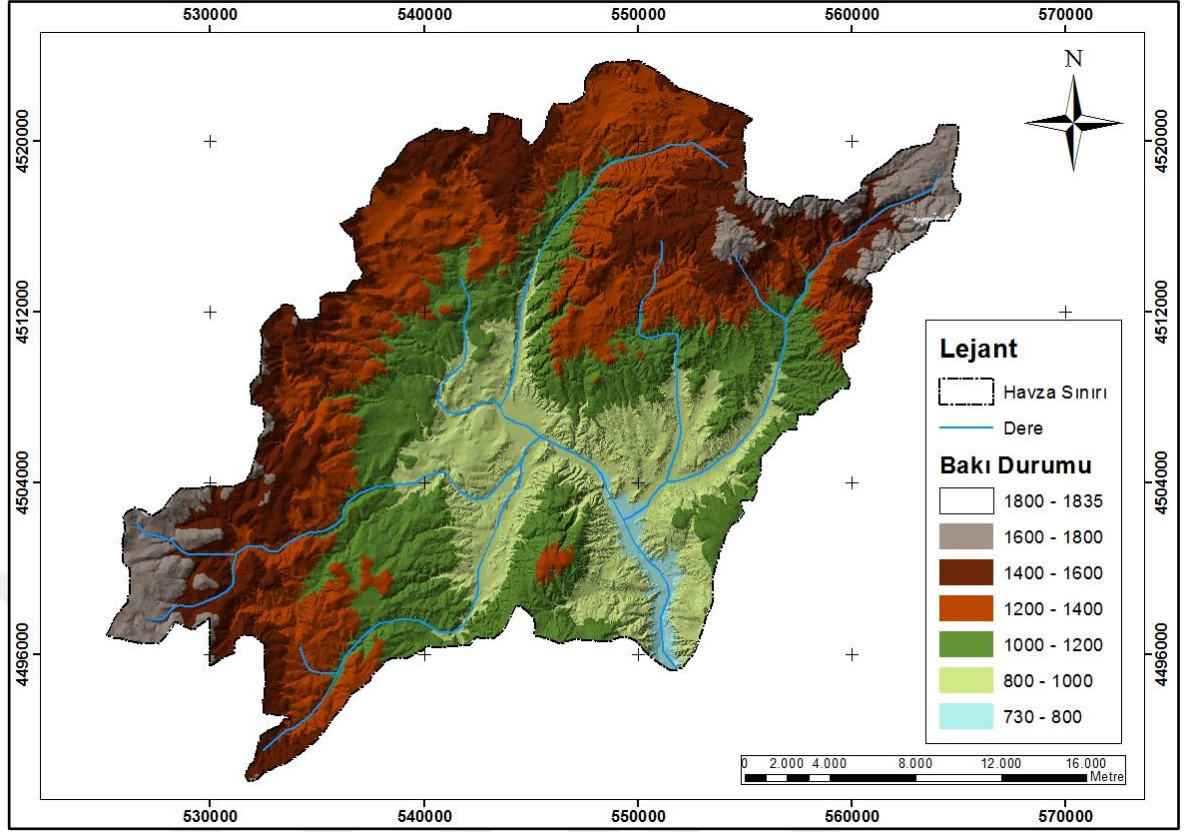
Toplam alan 65.468 hektardır. Topografik yapı değişkendir ve dinamik bir doğa sergiler. Hem topoğrafik yapı hem de yükseklik, havza içindeki çeşitli arazi kullanımını ve örtüyü etkileyen temel faktörler olarak hizmet etmektedir. Havzanın üst kesiminde arazi tipleri tarımsal üretime uygun değildir; arazi örtüsü bozulmuş ormanlarla karakterize olup, büyükbaş hayvancılık yaygın olarak uygulanmaktadır. Bunun tersine, havzanın alt kısmında kuru tarım, bozulmuş mera ve küçükbaş hayvancılık yaygındır (Şekil 2.1a).

Havza %50'si dik ve dikey arazilerden oluşan eğimli bir yapı sergilemektedir (şekil 2.2b). Bu husus arazi kullanım türlerini, arazi örtüsünü, erozyon şekillerini ve yerleşim alanlarının dağılımını önemli ölçüde etkilemektedir.





Şekil 2. 2 Tatlıçay Havzası a-yükseklik ve b-eğim haritası (Anonim, 2010a, b)



Şekil 2. 3 Tatlıçay Havzası yükselti haritası

Tatlıçay havzasının yükseklik haritası bize en yüksek dağların havzanın güney ve güneybatısında yer aldığını göstermektedir. En yüksek zirvesi 1835 metreye ulaşan bu dağlar, havzayı ülkenin geri kalanından ayıran doğal bir bariyer oluşturuyor. Havzanın merkezini deniz seviyesinden 730 ila 1000 metre yükseklikte yer alan bir ova kaplamaktadır. Bu ovanın içinden güneydeki dağlardan doğan ve kuzeyde Karadeniz'e dökülen Tatlıçay Nehri geçmektedir.

Harita efsanesi bize renklerin farklı yükseklik aralıklarına karşılık geldiğini söylüyor. Yeşil renk en alçak alanlara (0 ile 200 metre arası), kahverengi renk ise en yüksek alanlara (1600 ile 1800 metre arası) karşılık gelir. Diğer renkler orta yükseklik aralıklarına karşılık gelir.

Haritaya baktığımızda Tatlıçay havzasının dağlarla çevrili olduğunu görüyoruz. En yüksek dağlar havzanın güneyinde ve güneybatısındadır. Havzanın merkezini düzlük

kaplamaktadır. Tatlıçay Nehri havzayı güneyden kuzeye doğru geçmektedir. Havzada çok sayıda gölün varlığına da dikkat çekiyoruz.

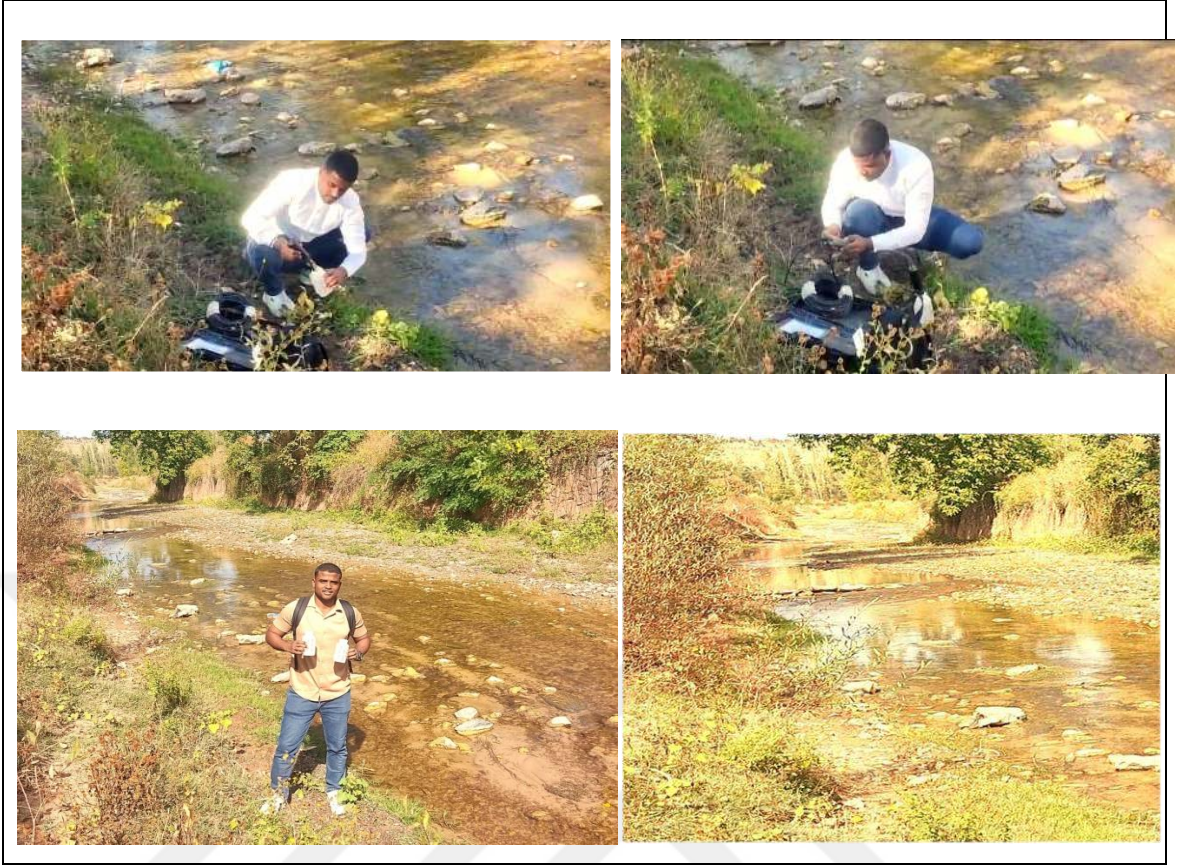
Tatlıçay Havzası yükseklik haritası bize bölgenin topoğrafyası hakkında genel bir bakış sunmaktadır. Bu harita, havzadaki nüfus dağılımını, ekonomik faaliyetleri ve doğal riskleri anlamak için değerli bir araçtır.

Topografik konfigürasyon belirgin bir çeşitlilik sunar ve sürekli gelişen bir özelliği yansıtır. Topografik yapı ve yükseklik, çeşitliliğin iki ana belirleyicisidir LUTLC havzada. Havzanın memba kısmındaki toprak tipleri tarımsal amaçlara uygun değildir. Yaygın bir sığır yetiştiriciliği uygulaması nedeniyle orman örtüsünde bir bozulma vardır. Havzanın mansap kısmında kuru tarım, bozulmuş meralar ve büyükbaş hayvancılık yaygındır.

Havzanın alçak yamaçları, dik ve dikey alanlarla karakterize edilen bölgenin %50'sini temsil etmektedir (bkz. Şekil 2.3). Bu özelliklerin arazi kullanımı, arazi örtüsü, erozyon ve yerleşim alanlarının dağılımı üzerinde önemli etkileri vardır.

Havza iki dahili ve beş harici hava durumu istasyonu ile donatılmıştır. Bu istasyonlar tarafından uzun vadede toplanan veriler, havzanın üç ana iklim bölgesine sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Bölgenin %84'üne yarı kurak iklim hakim olsa da geri kalan %16'sında yarı nemli iklimler hakimdir. Havzanın yıllık ortalama sıcaklığı 10,7 °C olup yıllık ortalama yağış miktarı 391 mm'ye ulaşmaktadır. Bu durum Tatlıçay havzasında genel olarak yarı kurak iklimin etkisine işaret etmektedir.

Ana kaya ve toprak özellikleri, havzadaki su kalitesini ve bitki örtüsü yapısını doğrudan etkilemede merkezi bir rol oynamaktadır. Doğan (2002)'in çalışmalarına göre havzada iki ayrı jeolojik formasyon (Oligolito-Miyosen jips, Miyosen serisi) bulunmaktadır. Havza yönetimi planlanırken jeolojik yapı dikkate alınmalıdır.



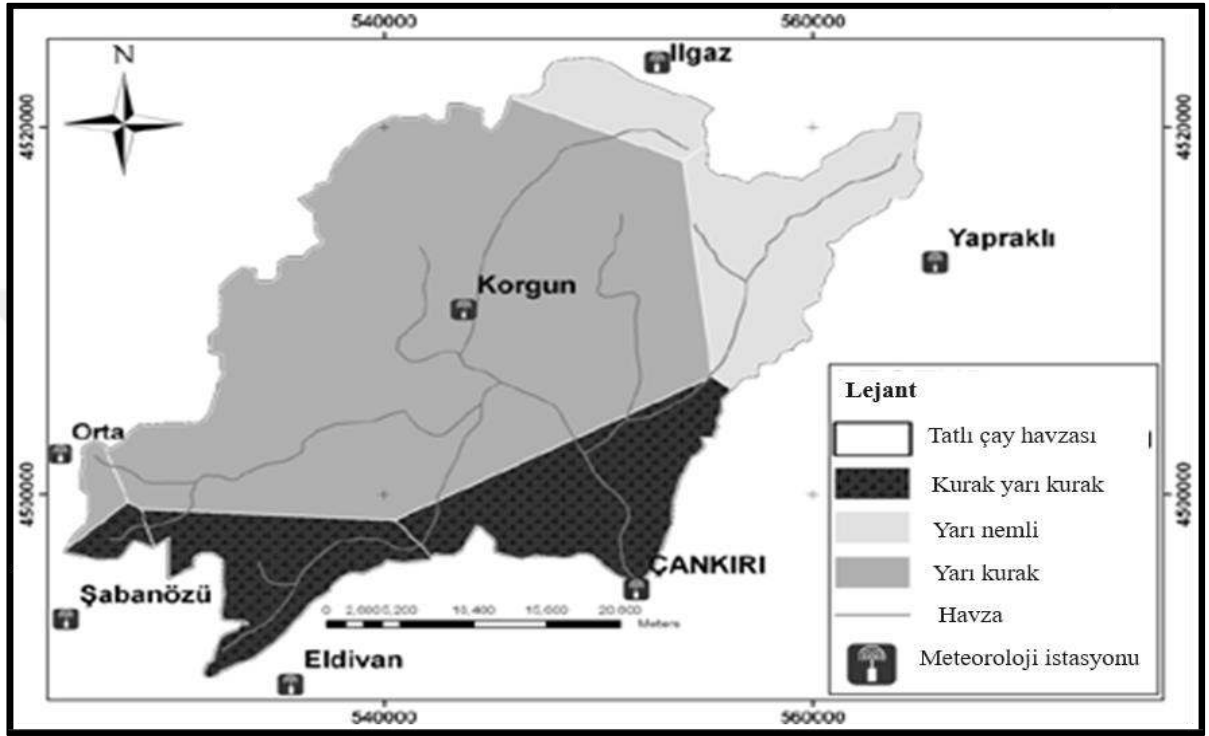
Şekil 2. 4 Tatlı çay havzası su örnekleme noktası

2.1.2 İKLİM

Havza içinde iki meteoroloji istasyonu ve havza dışında beş ilave istasyon bulunmaktadır. Bu istasyonlardan yapılan uzun süreli ölçümler, bu havzada üç ana iklim bölgesinin bulunduğunu göstermektedir. Bu havza, Karadeniz'in nemli ikliminden, Orta Anadolu'nun karasal iklimine geçiş bölgesinde yer almaktadır. Havzanın %21'inde yarı kurak iklim, geri kalan %16'sında yarı nemli iklim, %63'ünde ise karasal kurak yarı kurak iklim hakimdir (Şekil 2.5).

Havzanın kuzey kısmı (yukarı) Karadeniz ikliminden etkilenir ve günlük ortalama 9,1°C sıcaklık ve yıllık ortalama 9,1°C yağışla yarı nemli bir iklimin özelliklerini yansıtır. 530,8 mm (Anonim, 2005; 2007).

Havzanın en iyi orman ve çayırları kışın fazla suyun görüldüğü kesimlerde bulunmaktadır. Bu bölümde orman köyleri ve sulu tarım yapılan köyler yer almaktadır (Göl vd., 2010).

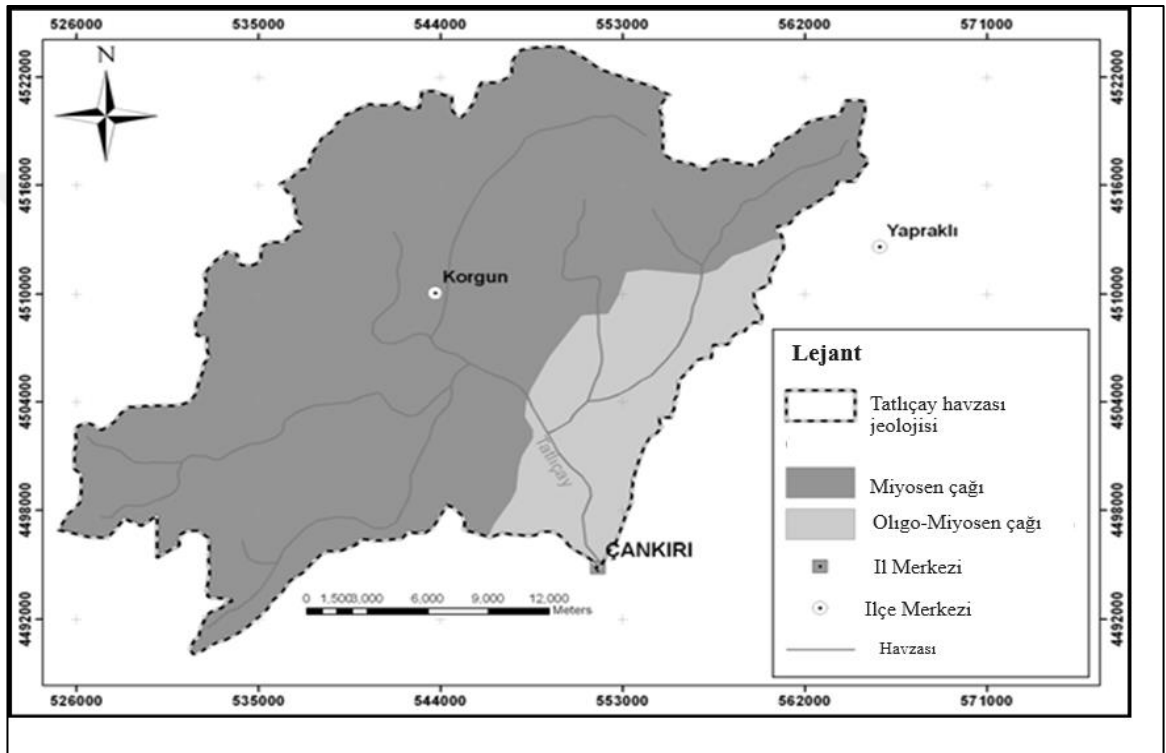


Şekil 2. 5 Tatlı çay Havzası iklim dağılım haritası (Göl vd., 2010)

Yarı kurak iklime sahip havzanın ortasında günlük ortalama sıcaklık 10,7 °C, yıllık ortalama yağış ise 500 mm'dir (Anonim, 2010a). Kurak-yarı kurak iklime sahip mansapta ortalama günlük sıcaklık 11,1 °C ve yıllık ortalama yağış miktarı 417 mm'dir (Anonim, 2010b). Havzanın yıllık ortalama yağış miktarının 391 mm olması, Tatlıçay'ın genel olarak yarı kurak ve kurak bir iklimin etkisi altında olduğunu göstermektedir.

2.1.3 Jeolojik ve jeomorfolojik yapı

Ana kaya ve toprak özellikleri havzadaki su kalitesini ve bitki örtüsü yapısını doğrudan etkileyen ana faktörlerdir. Havza iki farklı jeolojik formasyon sunmaktadır (Oligo-Miyosen jipsi, Miyosen serisi) (Doğan, 2002; Ketin, 1962; Yüksel ve diğerleri, 2001) (Şek2. 6). Havza yönetim planlamasında jeolojik yapı dikkate alınmalı.



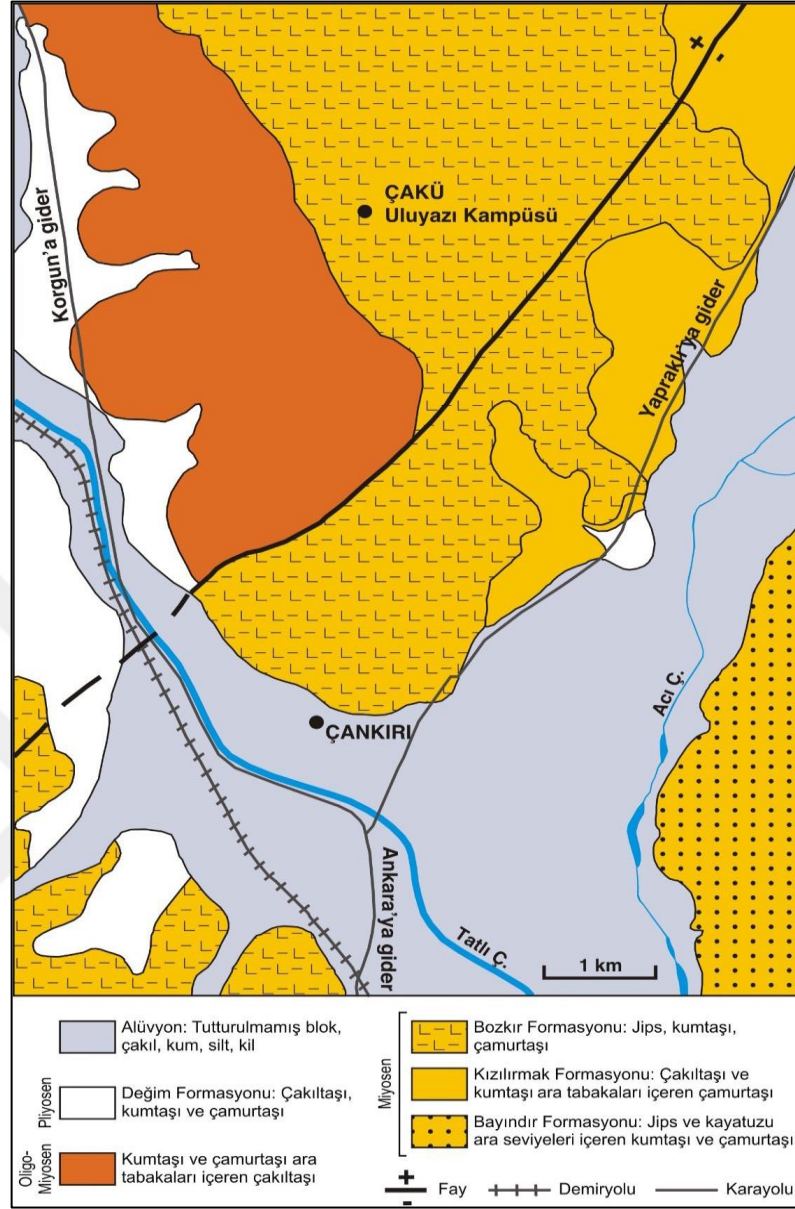
Şekil 2. 6 Tatlı çay Havzası Jeolojik Yapısı (Doğan, 2002; Ketin, 1962; Yüksel ve diğerleri, 2001)

Çankırı Havzası'nda, kara akarsu ortamını temsil eden Oligo-Miyosen yaşlı İncik formasyonu gözlemlenirken, göl ortamının Orta Miyosen yaşlı Bayındır formasyonu ile kırıntılı kayaçlarını ve gölsel evaporatik ortamın çökel kayalarını temsil eden Üst Miyosen yaşlı Bozkır formasyonu bulunmaktadır. İncik formasyonunun temel litolojisi çakıl taşıdır ve içerisinde bazalt, serpantin it, radyolar it, silis çakılları bulunmaktadır (Şekil 2.7 ,2.8). Yapraklı bölgesinde, formasyonun kalınlığı 1500 m'ye kadar ulaşmaktadır. Bayındır formasyonunun kalınlığı yaklaşık olarak 500 m'dir ve içerisinde jips veya Kaya tuzu seviyeleri bulunan kumtaşları ve çamur taşları içermektedir.

Yapraklı çevresinde, İncik formasyonunun kalınlığı 1500 m'ye ulaşmaktadır. Bayındır formasyonu ise yaklaşık 500 m kalınlığındadır ve içinde jips veya Kaya tuzu seviyelerini içeren kumtaşları ve çamurtaşları bulunmaktadır. Çankırı ili, Balı bağı tuz sahası, Bayındır formasyonunun Kaya tuzu seviyeleri ile bağlantılıdır. Kaya tuzu (Halit) seviyeleri ile kil seviyeleri arasında bir ardalanma mevcuttur. Bu litolojik seviyeler, kıvrımlı ve kırıklı bir yapı göstermektedir (Şekil 2.8).

Tuz kalınlığının 300 m.-34 5m. olduğu belirtilmiştir . Kalınlığı 300m-700m arasında değişen Bozkır formasyonunda, başlıca litolojik birimler olarak jipsler gözlenir. Beyaz, sarımsı beyaz renkli olup, laminalanmalıdır (Şekil 2.9) Kumtaşları sarımsı-boz renkte ve ince katmanlıdır. Çamur taşları gri-yeşilimsi gri renkte ve lam İnal bir yapıya sahiptir.

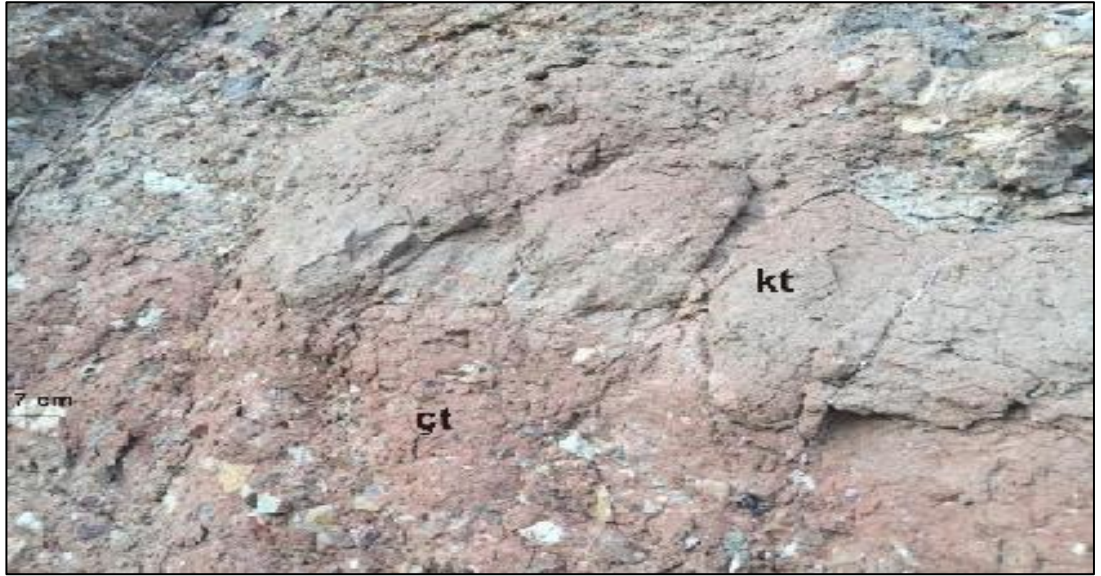
Bozkır formasyonunda, Kaya tuzu seviyeleri de gözlemlenir . Hem jips tabakalarındaki kıvrımlı ve kırıklı yapılar (jips tektoniği olarak da bilinir), hem de Kaya tuzu tabakalarındaki benzer yapılar, Miyosen sonrası sıkışmalı bir rejimin etkisini gösterir (Şekil 2.10,2.11).



Şekil 2. 7 Çankırı havzasının jeoloji haritası (Ateş vd.2008'den basitleştirilmiştir)



Şekil 2. 8 Çankırı şehir merkezindeki İncik formasyonunun kumtaşı ve çamur taşı ara seviyeler içeren çakıl taşları (Uluslararası Üni-Dokap Sempozyumu 2021)



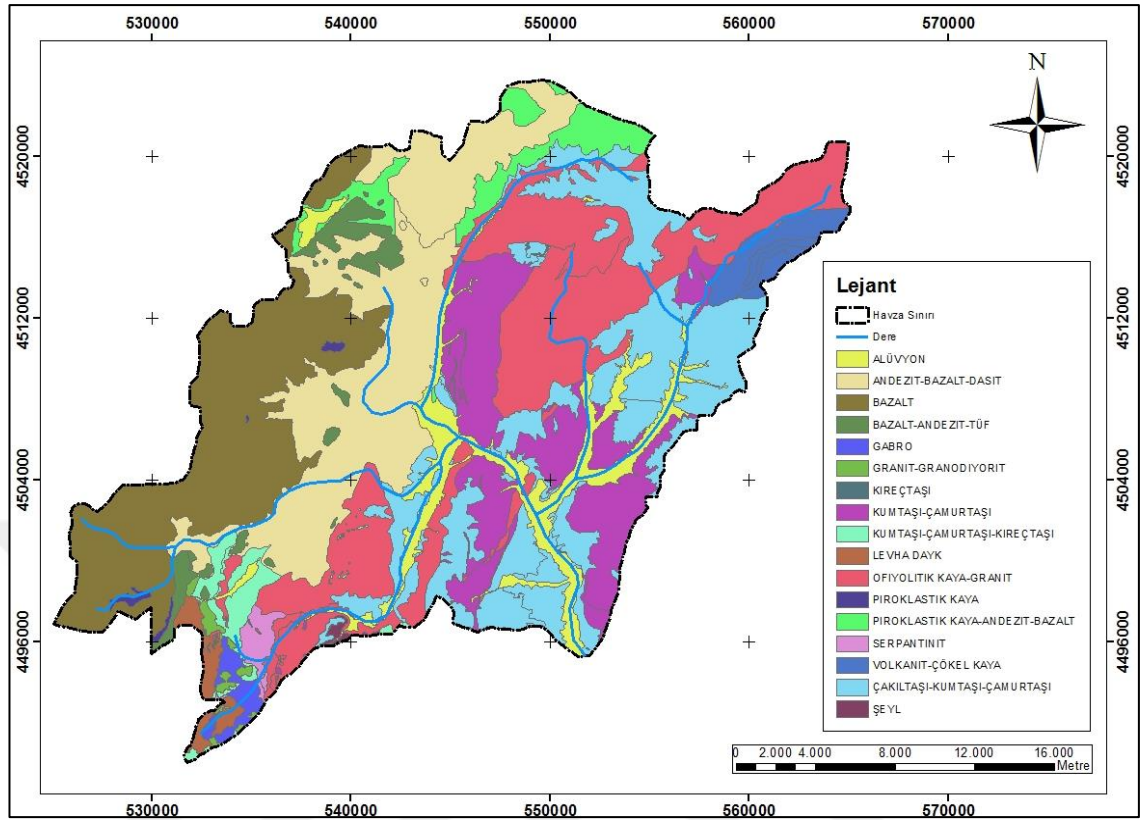
Şekil 2. 9 İncik formasyonunun çakıl taşları (çt) içer- isindeki kumtaşı (kt) mercekleri. (Uluslararası Üni-Dokap Sempozyumu 2021)



Şekil 2. 10 Bayındır Formasyonu (Ba.f) ve Acı Çayın alüvyonları (alv) . (Uluslararası Üni-Dokap Sempozyumu 2021)



Şekil 2. 11 Kayatuzu mağarasındaki ardalanmalı kayatuzu– kil seviyelerindeki kıvrımlı– kırıklı yapılar (Uluslararası Üni-Dokap Sempozyumu 2021)



Şekil 2. 12 Araştırma Havzası Jeoloji haritası

Araştırma havzasının jeoloji haritası bize bölgenin birçok farklı jeolojik oluşumdan oluştuğunu göstermektedir. Sarı renkli alüvyon oluşumları çoğunlukla ova ve vadilerde bulunur. Turuncu renkli volkanik oluşumlar çoğunlukla dağlarda bulunur. Kayanın yüksek basınç ve sıcaklıklara maruz kaldığı bölgelerde kahverengi renkli metamorfik oluşumlar bulunur. Kayaçların tortulardan oluştuğu bölgelerde yeşil renkli tortul oluşumlara rastlanır.

Araştırma havzasının jeolojik haritası, bölgeyi daha iyi anlamamıza, kaynaklarını sürdürülebilir bir şekilde kullanmamıza ve bölge sakinlerini doğal risklerden korumamıza olanak tanıyan değerli bir araçtır.

2.1.4 Arazi kullanımı ve arazi örtüsü

Havzanın nemli Karadeniz ikliminden kurak İç Anadolu iklimine geçiş bölgesinde yer alması güneye doğru arazi örtüsü kalitesinin düşmesine neden olmaktadır. İklim, toprak ve topoğrafya, havza içindeki arazi kullanım türlerini doğrudan etkileyen başlıca ekolojik faktörlerdir. Mansap bölgelerdeki arazi kullanım türleri ağırlıklı olarak kuru tarımı ve bozulmuş otlakları içermektedir. Bu bölgelerdeki topraklar tuzluluk, kuraklık, jips içeriği gibi özellikler göstermektedir. Eğimli ve kurak alanlar öncelikle bozulmuş otlaklara sahip kuru tarıma uygundur. Buna karşılık eğimli ve yarı kurak alanlar çalılık ve mera olarak kullanıma çok uygundur (Şekil 2.11).

Tatlı çay Havzası, orman arazileri, meralar/otlaklar, kuru tarım arazileri, kayalık alanlar, tuzluluk ve jips içeriğine sahip topraklar gibi çeşitli bozulmuş arazi türlerini kapsamaktadır. Ormanlık alanların çoğunluğu, Şekil 2.11'ye gösterildiği gibi, havzanın kuzey ve kuzeydoğusunda (yukarı akış yukarısında) yer almaktadır. Bu bölgelerde ormanların yaygınlığı, nemli Karadeniz ikliminin güçlü etkisine bağlanmaktadır. Nehrin yukarı kesimlerinde ormanlar ve yemyeşil dağ meraları bulunmaktadır (Anonim, 2009). Bu bölgedeki topraklar tuzlu ve jips içermeyen topraklar olarak nitelendirilmektedir (Anonim, 1995a, 1995b). Mansapta kurakçıl bitkiler, bozulmuş ormanlar, çalılar ve otsu bitki örtüsü hakimdir. Mansap alanlarında insan faaliyetleri ve aşırı otlatma nedeniyle aşırı toprak erozyonu yaşanmaktadır.

Çalışma alanı, Dölarıslan ve Göl tarafından 2008 yılında belirlenen İran-Turan floristik bölgesi içerisinde yer almaktadır. Havzadaki hakim bitki örtüsünü step formasyonu ve kserofitik bitkiler oluşturmaktadır. Ne yazık ki Göl ve ark.'nın bildirdiği gibi aşırı otlatma bölgedeki arazi örtüsünde ciddi hasara yol açmıştır. 2009 yılında.

Uzun süreli kuraklıklar çeşitli üretim faaliyetlerini ve genel yaşam kalitesini olumsuz yönde etkilemektedir. Karar verme sürecinde, yukarı ve aşağı havzada yaşayanların kendine özgü sosyal yapılarının dikkate alınması büyük önem taşımaktadır. Ek bir endişe, yerel olmayan toplulukların havza karar alma süreçlerine dahil edilmesiyle ilgilidir. Karar alma süreçlerini birleştirmek ve katılımı potansiyel olarak etkilenen tüm toplulukları kapsayacak şekilde genişletmek, güçlü, yerleşik olmayan paydaşların çıkarlarının genellikle küçük ölçekli yerel kullanıcıların çıkarlarından öncelikli olduğu durumlara yol açabilir (Young, 2002).

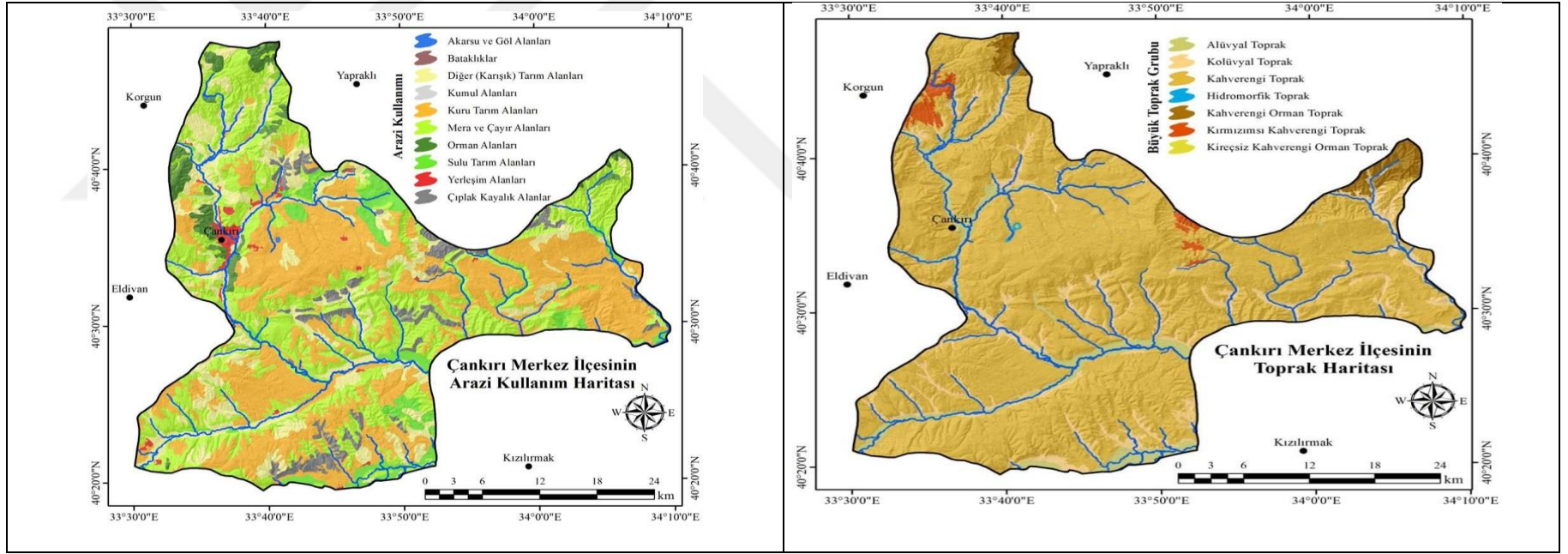
Toprak özellikleri, taşkın duyarlılık analizinde önemli bir faktördür çünkü geçirgenlik özelliği ve yüzey drenajını etkileyebilir. Yağmur suları, toprağın geçirgenlik özelliğine bağlı olarak ya yüzeyel akışa geçip taşkın duyarlılığını artırabilir ya da toprağa sızarak taşkın duyarlılığını azaltabilir.

Araştırma sahasındaki toprakların alan bazlı dağılımına göre, Kahverengi Topraklar en büyük alanı (%81,4; 1173,4 km²) kaplamaktadır. Bu toprak türünü eğimli yamaçlarda gelişen Kolüvyal Topraklar (%7,5; 107,6 km²) ve akarsu yataklarındaki Alüvyal Topraklar (%7,5; 107,8 km²) izlemektedir. En az alanı kaplayan toprak sınıfları ise Kahverengi Orman Toprakları (%2,2; 31,2 km²); Kırmızımsı Kahverengi Topraklar (%1,2; 17,1 km²); Hidromorfik Topraklar ile Kireçsiz Kahverengi Orman Topraklarıdır (%0,1; 1,1 km²).

Arazi kullanımı, insan ve doğa arasındaki etkileşime dayalı olarak dünya yüzeyinin doğal örtüsünün sömürülmesini ifade etmektedir. Artan antropojenik etkilerle birlikte arazi doğal kullanımından sapmış, bu da uygunsuz arazi kullanım faaliyetlerine yol açmıştır. Özellikle ormanlık alanların veya meraların tarım veya yerleşim alanlarına dönüştürülmesi ve nehir kenarlarında yerleşimlerin kurulması, antropojenik etkilerle bağlantılı yanlış arazi kullanımına örnektir. Nehirler, ormanlar veya tarım alanları boyunca yer alan insan yerleşimleri, yağmur suyunun anında yüzey akışına izin veren geçirimsiz yüzeyler oluşturur. Ayrıca su yolları boyunca inşa edilen yapılar nehir yatağının dengesini bozarak su baskınlarına karşı duyarlılığın artmasına katkıda bulunuyor. Araştırma sahasındaki arazi kullanım durumu CORINE (2018) verilerine

göre incelendiğinde sahanın %38,5 (553,5 km²)'i kuru tarım alanlarını; %32,9 (474 km²)'u mera ve çayır alanlarını; %14,6 (210 km²)'sı diğer tarım alanlarını; %5,4 (77,7 km²)'ü sulu tarım alanlarını; %3,9 (56 km²)'u çıplak kayalık alanları; %2,8 (41,2 km²)'i orman alanlarını; %1,2 (17,1 km²)'si yerleşim alanlarını; %0,5 (6,5 km²)'i kumul alanları; % 0,2 (2,6 km²)'si akarsu ve göl alanlarını; %0,04 (0,7 km²)'ü ise bataklık alanlarını oluşturmaktadır (Şekil 2.14).





Şekil 2. 14 Araştırma sahasının toprak ve arazi kullanım (CORINE) haritası

2.2 Yöntem

2.2.1 Arazi çalışmaları

Belirlenen havzalarda derinlemesine çalışmalar yapıldı. Bu çalışmalar haziran-eylül ayları arasında yürütülmüş olup, bu dönemde güneşin geliş açısı, nehir kıyısındaki bitki örtüsünün gölgesi gibi unsurların tüm örneklerle etkisi gibi faktörler dikkate alınarak her hafta su örnekleri alınmıştır. Numune tutarlılığını sağlamak için su numuneleri her hafta aynı gün ve saatte toplandı. Çalışma alanlarındaki su örneklerinin toplanması Haziran 2023'te başlamış ve Haziran 2024'te sona ermiştir. Su örnekleri, derelerden derinlik entegrasyon yöntemine göre alınmıştır. Bu yöntemde, su alma kabı sabit bir hızla yüzeyden tabana doğru indirilerek, tüm kesiti temsil eden ortalama bir konsantrasyonun elde edilmesi amaçlanmıştır (Teker, 1985). Suyu ait pH, sıcaklık, elektriksel iletkenlik (EC), tuzluluk, çözünmüş oksijen ve bulanıklık gibi parametreler ise portatif ölçüm cihazları kullanılarak arazide belirlenmiştir.

Su Numuneleri: Tatlı Çay'dan mevsimsel olarak su numuneleri belirlenen istasyonlarda ve belirli zaman aralıklarıyla alınacaktır.

İklimsel Veriler: Araştırmanın iklimsel bağlamını anlamak amacıyla yağış miktarı, sıcaklık ve rüzgar hızı gibi iklim verileri kaydedilecektir.

Laboratuvar Analizleri:

Fiziksel Parametreler: Su numuneleri, renk, koku, tat, sıcaklık ve bulanıklık gibi fiziksel parametreler açısından analiz edilecektir.

Kimyasal Parametreler: Su örnekleri, pH, elektriksel iletkenlik, toplam çözünmüş katılar (TÇK), amonyak, nitrat kimyasal parametreler açısından laboratuvar analizlerine tabi tutulacaktır.

Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) Analizi: Uzaktan algılama verileri, coğrafi bilgi sistemleri aracılığıyla su kalitesindeki mevsimsel değişimlerin mekânsal dağılımını incelemek için analiz edilecektir.

Sonuçların Değerlendirilmesi:

Araştırmanın sonuçları, Tatlı Çay su kaynağının mevsimsel değişimlerini anlamak, bu değişimlerin nedenlerini belirlemek ve bölgesel su kaynaklarının sürdürülebilir yönetimi için stratejiler geliştirmek amacıyla kapsamlı bir değerlendirmeyi içerecektir.

2.3 Yerinde Su Analiz Yöntemleri

2.3.1 pH ve Sıcaklık

Toplanan su örneklerinin pH analizi, su ve atıksu analizleri için standart yöntemler kitabındaki pH4500-H⁺ prosedürüne göre yapılmıştır. Sıcaklık ise aynı prob ile ölçülerek tespit edilmiştir (Clesceri vd. 1998).

2.3.2 Elektriksel İletkenlik (EC) ve Tuz (TDS)

Yöntem, elektriksel iletkenlik cihazı ile doğrudan ölçüme dayanmaktadır. Elektrik akımını ileten sulu çözeltilerin davranışları, iletkenlik olarak sayısal bir şekilde ifade edilir ve bu değer, ölçüm sıcaklığındaki iyonların mevcut olmasına, toplam konsantrasyonlarına, hareketliliğine ve değerliklerine bağlıdır. Bu çalışmada su örneklerinin analizi, su ve atıksu analizleri için standart yöntemler kitabındaki Conductivity 2510 prosedürüne göre yapılmıştır (Clesceri vd. 1998).

2.3.3 Çözünmüş Oksijen

Çözünmüş oksijen, çoklu ölçüm cihazına (Multimetre) bağlı çözünmüş oksijen probu ile, atıksu analizleri için standart yöntemler kitabındaki 4510-B iyodometrik yöntemine göre ölçülmüştür (Clesceri vd. 1998).

2.3.4 Bulanıklık

Araştırma alanına götürülmüş olan portatif cihaz kullanılarak, su ve atıksu analizleri için standart yöntemler kitabındaki Nefelometrik 2130-B yöntemine göre ölçüm yapılmıştır (Clesceri vd. 1998).

2.4 Laboratuvar Su analiz yöntemleri

Toplanan su örneklerinde alkalinite, toplam sertlik, kalsiyum, magnezyum, klorür, organik madde, ortofosfat, sodyum, potasyum, amonyum ve nitrat analizleri Çankırı Karatekin Üniversitesi, Orman Fakültesi, Havza Yönetimi Anabilim Dalı laboratuvarında gerçekleştirilmiştir.

2.4.1 Alkalinite

Su örneklerinin alkalinite analizi, fenolftalein ve metiloranj alkalinitesi olmak üzere iki ayrı şekilde gerçekleştirilmiştir. Her iki tayin, su ve atıksu analizleri için standart yöntemler kitabında yer alan 2320-B titrasyon yöntemine uygun olarak yapılmıştır. Analizler volümetrik yöntemle gerçekleştirilmiştir (Clesceri vd. 1998).

2.4.2 Toplam Sertlik

Toplam sertlik analizi, su ve atıksu analizleri için standart yöntemler kitabında yer alan 2340-C EDTA titrimetrik yöntemine uygun olarak gerçekleştirilmiştir (Clesceri vd. 1998).

2.4.3 Kalsiyum

Toplanan su örneklerinin kalsiyum analizleri, su ve atıksu analizleri için standart yöntemler kitabında yer alan 3500-Ca-B yöntemine uygun olarak gerçekleştirilmiştir. Analizler volümetrik yöntemle yapılmış ve kalsiyum tayini titrasyon tekniğiyle belirlenmiştir (Clesceri vd. 1998).

2.4.4 Magnezyum

Magnezyum analizi, su ve atıksu analizleri için standart yöntemler kitabında yer alan 3500-Mg-B yöntemine uygun olarak gerçekleştirilmiştir. Analizler volümetrik yöntemle yapılmış ve magnezyum tayini titrasyon tekniğiyle belirlenmiştir (Clesceri vd. 1998).

2.4.5 Klorür

Toplanan su örneklerinin klorür analizi, su ve atıksu analizleri için standart yöntemler kitabında yer alan 4500-Cl-B arjantometrik yöntemine uygun olarak gerçekleştirilmiştir. Analiz, volümetrik yöntemle yapılmıştır (Clesceri vd. 1998).

2.4.6 Organik Madde (Permanganat İndeksi)

Araştırmada, toplanan su örneklerinin permanganat indeksi analizi, su ve atıksu analizleri için standart yöntemler kitabında yer alan 4500-O D yöntemine uygun olarak gerçekleştirilmiştir. Bu yöntemin temeli, su örneğinin belirli koşullar altında permanganat (oksitleyici) ile etkileşimi sırasında harcanan permanganat iyonu miktarına karşılık gelen oksijen kütlesinin derişimidir. Analiz, volümetrik yöntemle yapılmış ve geri titrasyon işlemi ile organik madde miktarı belirlenmiştir (Clesceri vd. 1998).

2.4.7 Sodyum

Su örneklerinin sodyum içerikleri, su ve atıksu analizleri için standart yöntemler kitabında yer alan 3500-Na-B Flame Emisyon Fotometrik yöntemine uygun olarak BWB Flame Fotometresi ile belirlenmiştir (Clesceri vd. 1998).

2.4.8 Potasyum

Su örneklerinin potasyum içerikleri, su ve atıksu analizleri için standart yöntemler kitabında yer alan 3500-K-B Flame Fotometrik yöntemine uygun olarak BWB Flame Fotometresi ile belirlenmiştir (Clesceri vd. 1998).

2.4.9 Amonyum

Araştırmada, derelerden toplanan su örneklerinin amonyum analizi, su ve atıksu analizleri için standart yöntemler kitabında yer alan 4500-NH₄-D amonyum iyon selektif elektrot yöntemine uygun olarak gerçekleştirilmiştir. Analizde manyetik karıştırıcı, ORION 720A+ iyonmetre, amonyum elektrodu, referans elektrodu ve genel laboratuvar malzemeleri kullanılmıştır (Clesceri vd. 1998).

2.4.10 Nitrat

Su örneklerinin nitrat analizi, su ve atıksu analizleri için standart yöntemler kitabında yer alan 4500-NO₃-B yöntemine uygun olarak gerçekleştirilmiştir. Bu analizde, genel laboratuvar malzemeleri, manyetik karıştırıcı, ORION 720A+ iyonmetre ve nitrat elektrodu kullanılmıştır (Clesceri vd. 1998).

2.4.11 Ortofosfat

Araştırma alanlarından toplanan su örneklerinin ortofosfat analizi, su ve atıksu analizleri için standart yöntemler kitabında yer alan 4500-P-G yöntemine uygun olarak Dr 5000 Hach Lange Spektrofotometresi ile gerçekleştirilmiştir. Su örneklerine, powder pillow testine göre tampon çözeltisi eklendikten sonra 5 dakika beklenmiş ve ardından 880 nm dalga boyunda ölçüm yapılmıştır (Clesceri vd. 1998).

3. BULGULAR ve TARTIŞMA

Bu çalışmada bulgular, havza karakteristikleri, arazide toplanan veriler ve laboratuvar ortamında meydana gelen su kalitesi analizleri olarak üç bölümden oluşmaktadır.

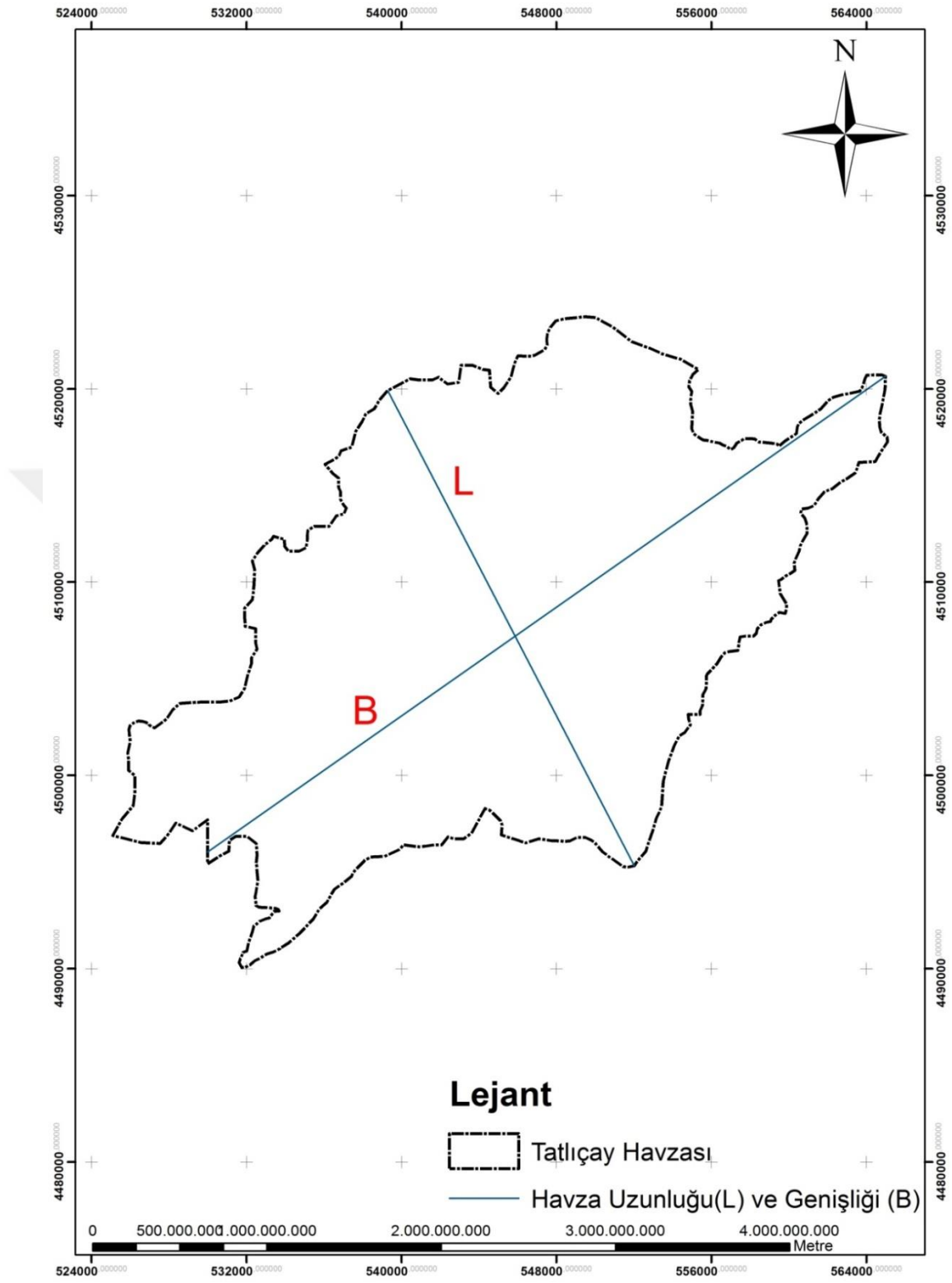
3.1 Havza Karakteristikleri

3.1.1 Topografik karakteristikler

Çankırı Tatlıçay Havzasının 65468,3 halık bir alanı vardır. Özhan (2004)'e göre Tatlıçay Havzası, 65.46 km²'lik bir alana sahip olması nedeniyle büyük havzalar kategorisinde yer almaktadır. Lee 1980), havza alanının ortalama sediment verimi ile ilişkili olduğunu göstermiştir.

3.1.1.1 Havza şekli

Havza alanı büyüdükçe şekil değişiklikleri gösterse de, küçük havzalarda genellikle armut şeklinde bir yapı gözlemlenir. Havzanın şekli, suyun havzayı terk etme süresi, drenaj sistemi ve hidrolojik özellikler üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. İnce uzun havzalarda suyun boşalma süresi uzar, bu da sel ve taşkın riskini azaltan bir faktördür. Bir havzanın uzunluğu (L) ve genişliği (B) şeklinin belirlenmesinde etkili olan faktörlerdir.



Şekil3. 1Tatlıçay havza şekli

3.1.1.2 Form faktörü

Form faktörü, yağış sularının dere yataklarına ulaşma süresi ve hızını etkileyen önemli bir havza özelliğidir. Bu parametre, havza alanının uzunluğun karesine bölünmesiyle hesaplanır (Özhan, 2004).

$$S = \frac{A}{L^2}$$

A= havzanın alanı (km²)

L= havza uzunluğu (km)

$$\frac{654,68}{870,25} = 0,75$$

Havzanın uzunluğu, çıkış noktası ile kaynak bölgesinde sırtlar üzerinde yer alan en uzak nokta arasındaki yatay mesafe olarak tanımlanır. Genellikle, herhangi bir havzanın biçim faktörü 1'den küçük çıkar. Ancak, havzanın yaklaşık genişliği uzunluğuna eşitse bu değer 1'e ulaşır. Genişliğin uzunluktan büyük olduğu durumlarda ise biçim faktörü 1'in üzerine çıkar. Örneğin, küçük biçim faktörüne sahip havzalarda, yoğun bir yağışın havzanın tüm uzun eksenini (L) boyunca etkili olma olasılığı; aynı yüzey alanına sahip, ancak daha büyük biçim faktörüne sahip bir havzaya göre daha düşüktür (Aydın, 2009). Havzanın büyüklüğü ile birlikte uzunluk ve genişlik gibi morfolometrik özellikler biçim faktörünü doğrudan etkilemektedir. Aynı zamanda, biçim faktörü havzada sel ve taşkın oluşma riskini de belirleyen önemli bir parametredir. Hem havza alanı hem de biçim faktörü küçüldükçe sel ve taşkın riski azalma eğilimindedir.

3.1.1.3 Şekil faktörü

Form faktörü, havza uzunluğunun karesinin havza alanına oranlanmasıyla elde edilir (Özhan, 2004).

$$S = \frac{L^2}{A}$$

Formülde; S: Şekil faktörü

A: Alan (km²)

L: Havza uzunluğu (km)'dur.

$$\frac{870,25}{654,68} = 1,32$$

Bu faktör, önemli bir parametre olarak kabul edilir. Form faktörüyle benzerlik gösterir ve havza alanı ile uzunluğu arasındaki ilişkiye dayanır. Havza alanı arttıkça şekil faktörü azalırken, havza uzunluğunun artmasıyla birlikte bu değer yükselme eğilimi gösterir.

3.1.1.4 Dairesellik oranı

Dairesellik oranı, havzanın geometrik şeklini belirlemede kullanılan bir parametredir. Bu oran, havza alanının, aynı çevre uzunluğuna sahip bir dairenin alanına bölünmesiyle hesaplanır (Özhan, 2004).

$$R_c = \frac{4\pi A}{p^2}$$

Formülde : R_c: Dairesellik oranı

A: Alan (km²)

P: Havza çevresi (km) olarak ifade edilmektedir.

$$\frac{4 * \pi * 654,68}{22868,07} = 0,4$$

Hızal (1984)'e göre, küçük havzalar jeolojik yapı açısından genellikle homojen bir özellik gösterir ve bu durumda dairesellik oranı 0,6 ile 0,7 arasında değişmektedir. Bu tür havzaların şekilleri de birbirine oldukça benzemektedir. Ancak, daha karmaşık jeolojik yapıya sahip havzalarda bu oran genellikle 0,4 ile 0,5 arasında olup, daha uzun bir havza formuna işaret eder (Aydın, 2009). Bir havzanın çevresi aynı olan dairesel şekle benzerlik derecesi dairesellik oranı olarak tanımlanır. Havzanın daireye ne kadar benzediğine bağlı olarak genişlik ve uzunluk değerleri birbirine yaklaşır.

3.1.1.5 Uzama oranı

Dairesellik oranı, havza alanına eşit bir dairenin çapının havza uzunluğuna oranı ile hesaplanır.

$$E = \frac{2\sqrt{A/\pi}}{L}$$

Formülde; E: Uzama oranı

A: Havza alanı (km²)

L: Havza uzunluğu (km) olarak ifade edilmektedir.

$$E = \frac{2\sqrt{654,68/3,14}}{29,49} = 0,9$$

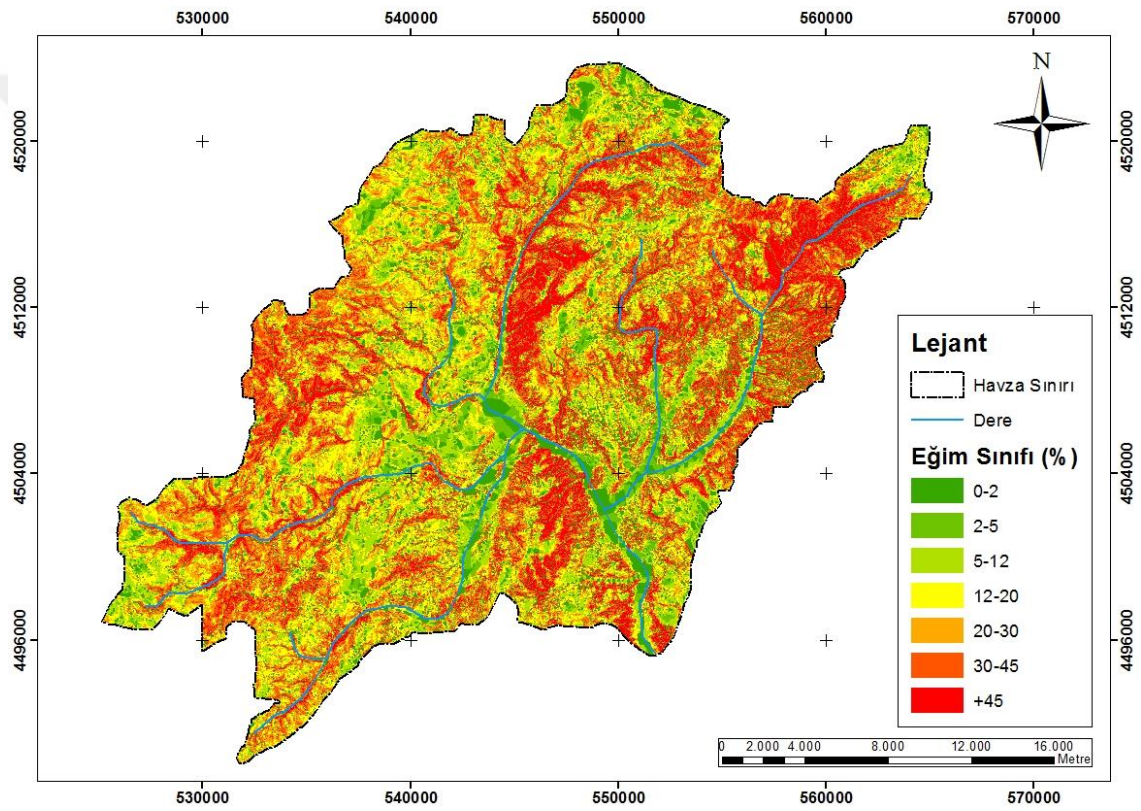
Hızal (1984)'e göre bu oran, havzanın dar veya geniş olduğunu gösteren bir parametredir (Aydın 2009). Hızal (1984)'e göre Tatlıçay Havzası geniş bir havzadır. Özhan (2004)'e göre ise bu değer bir'e eşit ya da birden küçük olup, dağlık havzalarda daha küçük değerler alır. Bu bağlamda, Tatlıçay Havzası da dağlık bir havzadır.

3.1.1.6 Ortalama eğim

Topografik özellikler arasında yer alan eğim, hidrolojik süreçlerin yanı sıra su erozyonu açısından da kritik bir öneme sahiptir. Havzanın eğimi, sathi akışın hızını ve yönünü etkileyerek, nehir akımının şekli ile pik akımların oluşumunda belirleyici bir rol oynar

(Aydın, 2009). Arazi eğimi, arazinin engebeli yapısını ifade eder ve bu, suyun hareketini, hızını ve etkilerini belirler.

Ortalama eğimi hesaplamak için, çalışma alanına ait sayısal yükseklik modeli (Grid dosyası) kullanılmıştır. Her bir hücrenin eğim değeri, kendisine komşu 3x3 boyutlu matris içerisindeki hücre değerleri dikkate alınarak hesaplanmıştır. Elde edilen grid hücre değerleri toplanarak toplam hücre sayısına bölünmüş ve yaklaşık havza eğimi bulunmuştur (Burrough, 1986).



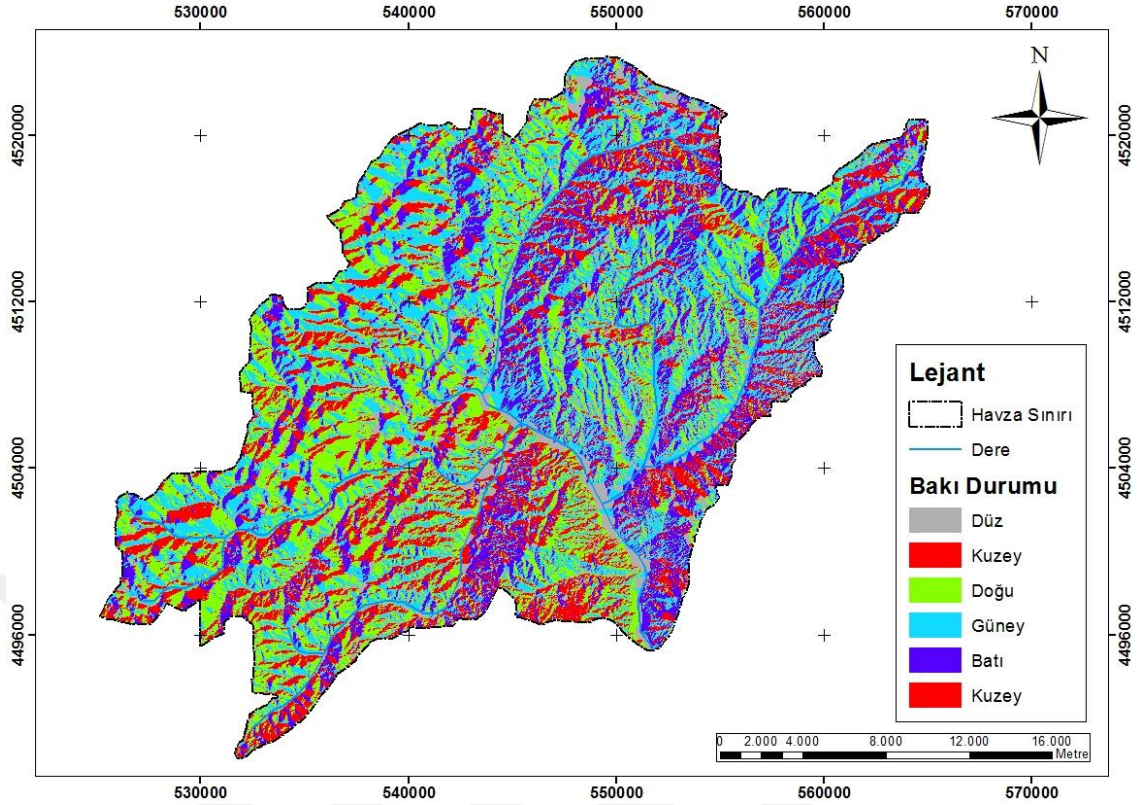
Şekil3. 2 Tatlıçay havzası eğim sınıfları haritası

Tatlıçay Havzası'nın yaklaşık eğimi %12-20 arasında olup, bu da havzanın oldukça eğimli bir yapıya sahip olduğunu göstermektedir. Arazi eğimi, erozyon, toprak derinliği, toprak tekstürü, yüzeysellik, arazi kullanım şekli ve bitki örtüsü gibi birçok çevresel faktörü etkilediği için bu özelliklerin tümü incelenmiştir. Ayrıca, arazi eğimi, arazilerin sınıflandırılmasında kullanılan temel bir veri kaynağıdır (Çepel 1995).

3.1.1.7 Havzanın bakı durumu

Türkyılmaz (1996), dikdörtgen şekline yakın havzalarda yöneyin, maksimum yükseklikten minimum yüksekliğe olan yol olarak kabul edildiğini belirtmiştir. Eğer ana su yolunun çizdiği eğri, yöney ile 45°'den fazla açı yapıyorsa, bu durumda tek bir yöney yerine bileşen yönler verilmesi gerektiğini ifade etmiştir. CBS ile havza yöneyini belirlemek için yöney grid dosyası kullanıldı. Bu dosya, saat yönünde 0'dan 360'a kadar kuzeyden başlayarak pozitif açı değerlerini içerir. Elde edilen dosyada en fazla grid hücresinin bulunduğu yön veya yönler, havza yöneyini tanımlar (Aslan 2005).

Tatlıçay havzasının bakı haritası oluşturulurken, dört ana doğrultu olan kuzey, güney, doğu, batı yönleri ve düz alanlar göz önünde bulundurulmuştur (Şekil 3.3). Havza eğiminin yüksek olması ve arazi yapısının kırıklı olması nedeniyle ana yönler ve düz alanlar ayrıntılı bir şekilde incelenmiştir. Havza yönetimi çalışmalarında ve ekolojik açıdan, arazinin ana doğrultu durumu oldukça önemli bir faktördür ve bu durum, doğru bir yönetim ve ekolojik denge için gerekli bir bilgidir.



Şekil3. 3 Tatlıçay havzası bakı grupları haritası

3.1.1.8 Maksimum havza reliyefi

Havzanın en yüksek ve en alçak noktaları arasındaki yükseklik farkı, havzanın topografik özelliklerini belirlemede önemli bir parametredir ve bu fark "H" ile gösterilir (Özhan 2004). Tatlıçay havzasının en yüksek noktası 1830 m, en düşük noktası ise 720 m'dir. Bu durumda, Tatlıçay havzasının en yüksek havza reliyefi (H) 1110 m olarak hesaplanmaktadır. Havza reliyefi arttıkça, sathi suların havzayı terk etme süresi kısalmır. Bu da derelerde akan su hızını artırır, aynı zamanda sel, taşkın ve aşınma gibi doğal afet risklerini yükseltir.

3.1.1.9 Reliyef oranı

En yüksek ve en alçak iki nokta arasındaki yükseklik farkının (maksimum havza reliyefi) ana derenin yatay uzunluğuna oranı, havzanın topografik özelliklerini tanımlar ve suyun akış hızına etki eden önemli bir faktördür (Özhan 2004).

$$R_h = \frac{H}{L}$$

Formülde; R_h : Reliyef oranı

H: En yüksek ve en alçak nokta arasındaki yükseklik farkı (m)

L: Ana derenin yatay uzunluğu (m)

$$\frac{1110}{35641,09} = 0,03$$

3.1.1.10 Oransal reliyef

Oransal reliyef, havzanın maksimum reliyefinin (H) havza çevresine oranı ile hesaplanır (Özhan 2004).

$$R_{ho} = \frac{H}{p}$$

Formülde; R_{ho} : Oransal reliyef

H: En yüksek ve en alçak nokta arasındaki yükseklik farkı (m)

P: Havzanın çevresi (m)

$$\frac{1110}{302441,98} = 0,006$$

3.1.2 Akarsu ve drenaj ağı karakteristiği

3.1.2.1 Akarsu eğimi

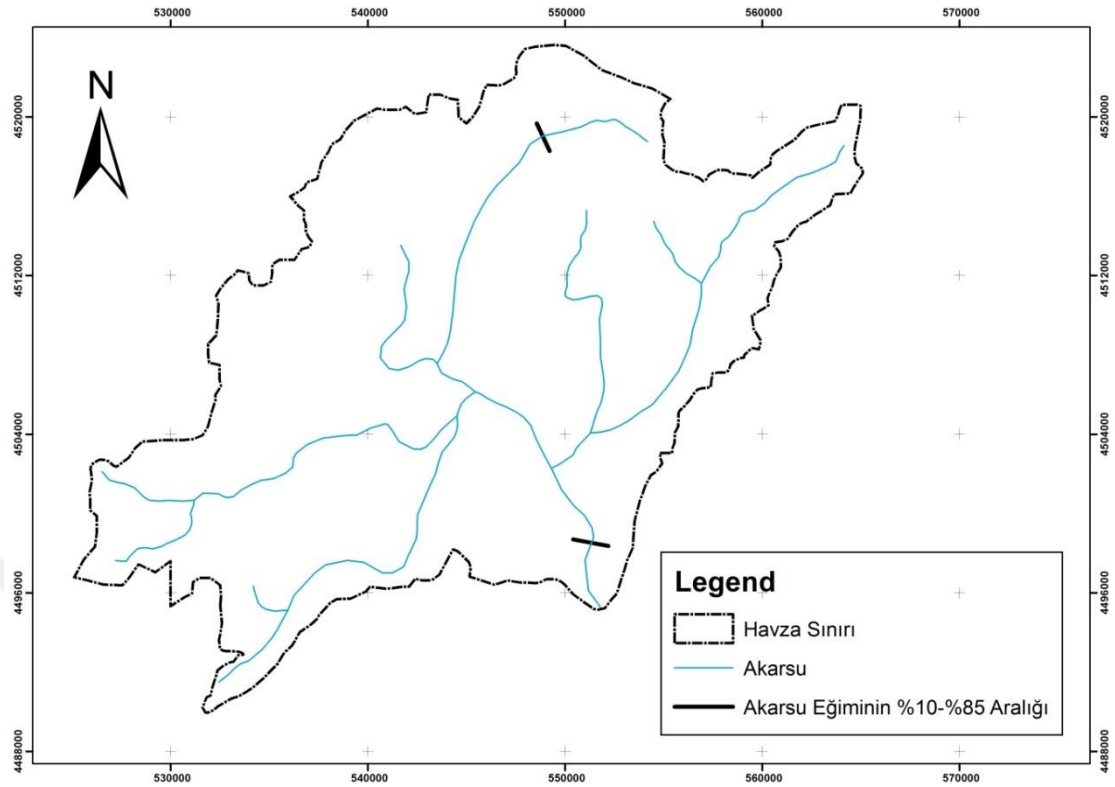
Taşkın hesaplamalarında dikkate alınan en önemli eğim, havzanın ana nehir eğimidir. Akarsuyun eğimi, nehir akış hızını doğrudan etkiler ve eğim arttıkça akış hızı da

hızlanır. Ayrıca, konsantrasyon tarihi ve pik akımlar, eğim tarafından etkilenir (Özhan 2004). Bu karakteristik, iki farklı şekilde belirlenebilir (Aslan 2005).

Birinci yöntemle elde edilen eğime "Harmonik Eğimi" denir. Harmonik eğimin hesaplanmasında, öncelikle ana nehir on eşit parçaya ayrılır. Ardından, surfaceprofile komutu kullanılarak havzanın ana nehir yatağı boyunca belirli aralıklarla kot değerleri elde edilir ve otomatik olarak bir bilgi dosyasına aktarılır. Kot farkı (H), yatay mesafe (L) ve Si değerleri, info tablosundaki başlangıç noktasına olan mesafe ve kot değerlerine dayanarak hesaplanır. Elde edilen bu verilerle, cetvel aracılığıyla ana derenin harmonik eğimi belirlenir (Cürebal, 2004).

Benson, dünya çapında yaygın olan ikinci yöntemi geliştirdi. Bu yöntem, havza çıkış noktasından kaynak yönündeki toplam ana dere uzunluğunu hesaplamak için Hammer ve Kichen (1981) tarafından önerilmiştir. Ana dere uzunluğunun %10'u ile %85'ini gösteren harita üzerindeki iki noktayı birleştiren doğrunun eğimi, ana dere eğimi olarak bilinir.

Tatlıçay havzasının ana nehir eğimi hesaplanırken, Benson'un geliştirdiği yöntem dikkate alınmıştır. Benson yöntemine göre, Tatlıçay havzasının ana nehir eğimi %1,4 olarak hesaplanmıştır.



Şekil3. 4 Tatlıçay havzasının drenaj deseni

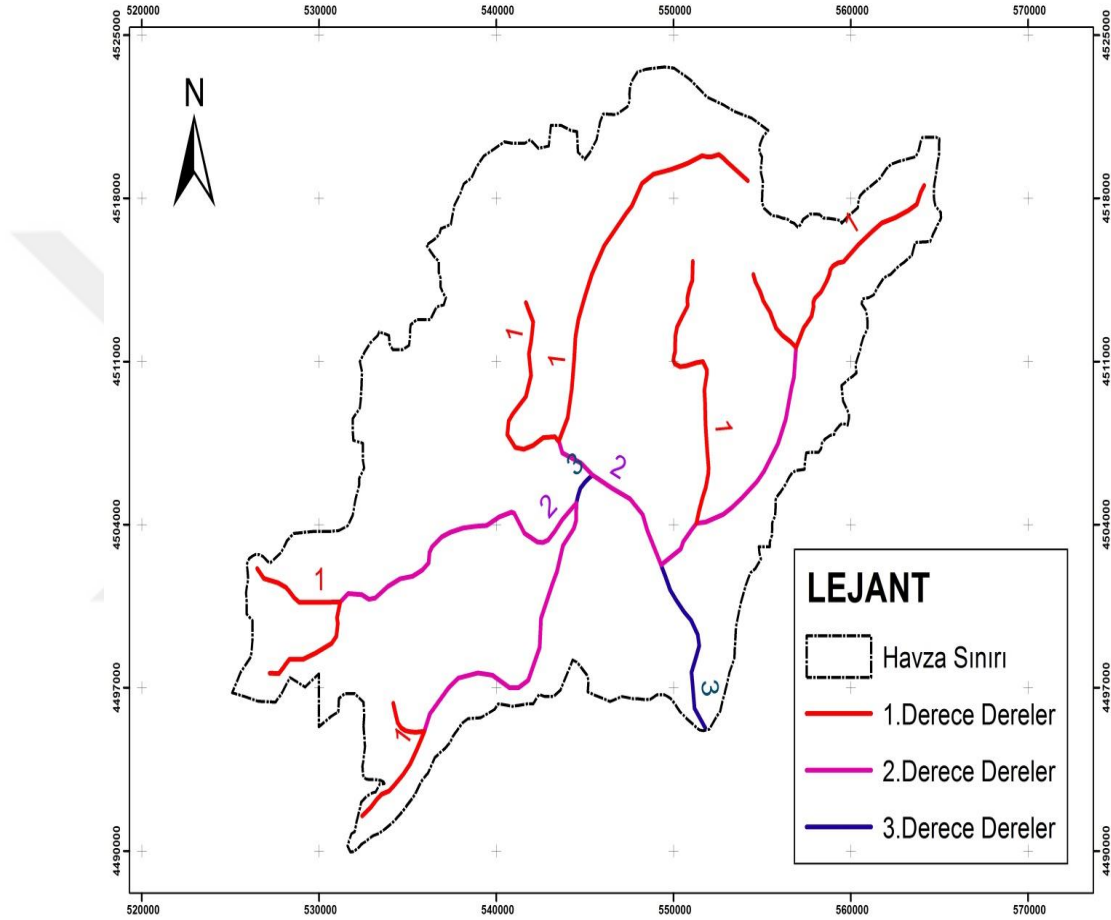
Tatlıçay havzasının yaklaşık eğimi oldukça düşüktür. Bu durum, mecr erozyonu açısından son derece olumlu bir sonuçtur. Ana nehir üzerinde, yalnızca mecr erozyonunun olduğu bölgelerde tedbirler olarak etkili aşınma testleri ve çalışmalar yapılabilir.

3.1.2.2 Dere sırası

Havza içindeki akarsu kolları, büyüklüklerine göre bir hiyerarşik düzene göre sıralanmaktadır. Bu sıralama ile 1'den itibaren süregelen nehir sırası (Ns) dizileri oluşturulmaktadır. Ancak bu nehir sırası, farklı araştırmacılar tarafından değişik şekillerde tanımlanmıştır. Gökdere havzasının nehir sırası yapılırken, Strahler tarafından belirlenen yöntem kullanılmıştır. Bu yöneme göre, yan kolu olmayan en küçük dereler birinci sıra (1), iki derenin birleşmesinden sonra ikinci sıra (2), ikinci sıra derelerinin birleşmesinden sonra üçüncü sıra (3), üçüncü sıra derelerinin birleşmesinden sonra

dördüncü sıra (4) olarak tanımlanmıştır. Bu sıralama daha ileri düzeylere kadar devam edebilir.

Akarsuyun ana kolu en yüksek sıra numarasını almaktadır (Özhan 2004). Tatlıçay havzasında, sürekli ve periyodik derelerin toplam sayısı 15 olarak hesaplanmıştır.



Şekil3. 5 Tatlıçay havzasının dere sırası

Dere sayısı, araştırma alanının jeolojik ve jeomorfolojik yapısı, toprak özellikleri, eğim durumu, çatallanma oranı ve drenaj durumu gibi faktörlerden etkilenir. Dere sayısı arttıkça, havzanın yüzeysel sularını boşaltma kapasitesi de artar (Yılmaz, 2010).

3.1.2.3 Drenaj yoğunluğu

Uşul (2001)'e göre bir su toplama havzası için drenaj ağı, ana suyolunun ve bu suyoluna bağılı tüm yan kolların oluşturduğu akarsu şebekesidir. Akarsu şebekesi, su aldığı yan kollara göre derecelendirilmektedir (Aslan, 2005). Drenaj yoğunluğu, 1 km²'ye düşen yaklaşık akarsu uzunluğu olarak tanımlanır. Bu değer, havza içindeki su taşıyan tüm doğal kolların toplam uzunluğunun havza alanına bölünmesiyle elde edilir (Özhan, 2004).

$$D_d = \frac{L}{A}$$

Formülde; D_d : Drenaj yoğunluğu
L: Devamlı ve periyodik derelerin toplam uzunluğu (km)
A: Havza alanı (km²)'dır.

$$D_d = \frac{131,54}{654,68} = 0,20$$

Buradan da anlaşıldığı üzere, drenaj yoğunluğu havzadaki ünite alana isabet eden yaklaşık nehir uzunluğunu ifade etmektedir (Aydın, 2009).

Atalay (1986)'a göre, drenaj yoğunluğunun yüksek olması, iyi gelişmiş bir drenaj sistemine ve yüzeysel akışın daha az olduğuna işaret eder. Sert ve erozyona karşı dayanıklı olan granit, kuvarsit, silis ve kumtaşı gibi ana kayanın bulunduğu alanlarda düşük drenaj yoğunluğu gelişirken, kolayca erozyonlaşan, kohezyonu düşük kumlu yerel birikintiler üzerinde seyrek bitki örtüsü altında yüksek drenaj yoğunluğu gözlemlenmektedir (Özhan, 2004).

Hızal (1984)'e göre, genel olarak düşük drenaj yoğunluğu değerleri, yükselterlerin alçak olduğu ve arazinin sık bitki örtüsüyle kaplı olduğu havzalarda, ayrıca alt toprağın oldukça dayanıklı ya da geçirgen olduğu bölgelerde görülmektedir. Buna mukabil

yüksek drenaj yoğunluğu değerleri ise aha çok dağlık, bitki örtüsünün seyrek olduğu ve alt toprağın dayanıklı veya geçirgenliğinin düşük olduğu yerlerde görülmektedir (Aydın, 2009).

3.1.2.4 Dere frekansı (sıklığı)

Dere frekansı, yıl boyunca kurumayan derelerin toplam sayısının havzanın alanına bölünmesiyle hesaplanmaktadır.

$D_s = \frac{N_s}{A}$ formülü ile hesaplanmaktadır.

Formülde; D_s : dere frekansı (sıklığı)

N_s : Yıl boyunca kurumayan toplam dere sayısı

A : Havza alanı (km²)

$$D_s = \frac{15}{654,68} = 0,02$$

3.1.2.5 Çatallanma oranı

Kantitatif jeomorfolojide, akarsu ağı dereceli bir akarsu sistemiyle tanımlanmaktadır. Bir akarsu ağını karakterize eden en önemli büyüklük, çatallanma oranıdır. Atalay (2006)'a göre, iklim ve ana kaya yeknesak olduğu takdirde, akarsu gelişimi düzenli olmakta ve çatallanma oranı, bir üst sıraya doğru durağan bir değer göstermektedir (Özhan, 2004).

$$R_B = \frac{N_s}{N_s + 1}$$

Formülde; R_B : Çatallanma oranı

N_s: Bir yıl boyunca kurumuyan toplam dere sayısı

$$R_B = \frac{15}{16} = 0,93$$

3.1.2.6 Drenaj dağılım tipi

Bir akarsu şebekesi, ana kayanın bileşimi, tabakalaşma durumu, cılız direnç alanları ve yeni yer kabuğu hareketleri gibi çeşitli etkenlere bağlı olarak değişikliklere uğrayarak gelişir. Bu süreç sonucunda belirli nitelikler gösteren vadi şebekeleri veya drenaj tipleri ortaya çıkar. Bu tipler, dendritik, dikdörtgen, dik, tepelik, volkanik arazide radial, sentripetal, sentetik veya kıvrımlı katman üzerindeki ince hatlar boyunca trellised, paralel, annular ve deranged gibi sınıflandırmalar altında gruplanabilir (Özhan, 2004).

Tatlıçay havzasının drenaj dağılım tipi dendritik olarak belirlenmiştir..

3.2 Arazi Verileri ve Laboratuvar Ortamında Su Kalitesi Analizleri

Tarih	Organik Mad. (KMnO4) mg/lt	Klorür (Cl ⁻) mg/lt	Alkal.FF	Alkal.MO	Toplam Sertlik	Ca Sertlik	pH	EC (µS/cm)	TDS (‰)	Konum
01/06/2023										Şehir Öncesi
01/07/2023	2.2588416	108.866241	0	1108.98	567.27216	615.6	7.713	3925.023	2.943767	Şehir Öncesi
01/08/2023	2.843720229	82.0674084	0	1207.8	690.38892	763.3929	7.822	4272.619	3.204464	Şehir Öncesi
01/09/2023	2.480692114	69.5998459	0	944.28	728.83044	633.9214	7.533	4340.151	3.255113	Şehir Öncesi
01/10/2023	2.117664	57.1322835	0	680.76	767.27196	504.45	7.245	4407.683	3.305762	Şehir Öncesi
01/11/2023	2.171445943	115.385648	0	953.7786	726.29076	616.9571	7.544	4785.31	3.588983	Şehir Öncesi
01/12/2023	2.084050286	113.357705	0	1029.157	645.3096	575.5643	7.626	4360.125	3.270094	Şehir Öncesi
01/01/2024	1.996654629	111.329763	0	1104.536	564.32844	534.1714	7.709	3934.94	2.951205	Şehir Öncesi

01/02/2024	1.909258971	109.30182	0	1179.914	483.34728	492.7786	7.791	3509.755	2.632316	Şehir Öncesi
01/03/2024	1.821863314	107.273878	0	1255.293	402.36612	451.3857	7.874	3084.569	2.313427	Şehir Öncesi
01/04/2024	1.734467657	105.245935	0	1330.671	321.38496	409.9929	7.956	2659.384	1.994538	Şehir Öncesi
01/05/2024	1.4000112	87.7352936	0	1195.143	204.34323	313.31	7.808	1899.069	1.424302	Şehir Öncesi
01/06/2024	1.8941328	118.700691	0	1616.958	276.46437	423.89	8.269	2569.329	1.926997	Şehir Öncesi
01/07/2024	2.1411936	134.18339	0	1827.865	312.52494	479.18	8.5	2904.459	2.178344	Şehir Öncesi
01/06/2023										Şehir Sonrası
01/07/2023	3.3882624	152.412737	0	887.184	737.453808	738.72	7.328	5887.535	4.415651	Şehir Sonrası
01/08/2023	4.265580343	114.894372	0	966.24	897.505596	916.0714	7.43	6408.928	4.806696	Şehir Sonrası
01/09/2023	3.721038171	97.4397843	0	755.424	947.479572	760.7057	7.157	6510.226	4.882669	Şehir Sonrası
01/10/2023	3.176496	79.9851969	0	544.608	997.453548	605.34	6.883	6611.524	4.958643	Şehir Sonrası

01/11/2023	3.257168914	161.539907	0	763.0229	944.177988	740.3486	7.166	7177.965	5.383474	Şehir Sonrası
01/12/2023	3.126075429	158.700788	0	823.3257	838.90248	690.6771	7.245	6540.188	4.905141	Şehir Sonrası
01/01/2024	2.994981943	155.861668	0	883.6286	733.626972	641.0057	7.323	5902.41	4.426807	Şehir Sonrası
01/02/2024	2.863888457	153.022548	0	943.9314	628.351464	591.3343	7.401	5264.632	3.948474	Şehir Sonrası
01/03/2024	2.732794971	150.183429	0	1004.234	523.075956	541.6629	7.48	4626.854	3.470141	Şehir Sonrası
01/04/2024	2.601701486	147.344309	0	1064.537	417.800448	491.9914	7.558	3989.076	2.991807	Şehir Sonrası
01/05/2024	2.1000168	122.829411	0	956.114	265.646199	375.972	7.417	2848.604	2.136453	Şehir Sonrası
01/06/2024	2.8411992	166.180968	0	1293.566	359.403681	508.668	7.856	3853.993	2.890495	Şehir Sonrası
01/07/2024	3.2117904	187.856746	0	1462.292	406.282422	575.016	8.075	4356.688	3.267516	Şehir Sonrası

Çizelge 3. 1 Şehir Öncesi ve Şehir Sonrası Veriler

3.2.1 Kullanılan Yöntem

Çankırı İl Merkezinin Su Kalitesi Üzerindeki Etkisinin Güncellenmiş İstatistiksel Analizi

Bu çalışmada, Çankırı il merkezini geçmeden önceki ve geçtikten sonraki su kalitesi verileri bağımsız iki örneklem t-testi (Independent Samples t-Test) kullanılarak karşılaştırılmıştır. T-testi, iki grup arasında belirli su kalite parametrelerinde anlamlı farklılık olup olmadığını belirlemek amacıyla gerçekleştirilmiştir.

Bağımsız iki örneklem t-testi, şehir öncesi ve şehir sonrası gruplarının ortalamalarını karşılaştırmak için kullanılmıştır. Test için eşit varyans varsayımı sağlanmadığından, Welch'in t-testi uygulanmıştır.

Test edilen parametreler şunlardır:

- Organik Madde (KMnO₄) mg/l
- Klorür (mg/l)
- Alkalinite (Fenolftalein ve Metiloranj)
- Toplam Sertlik
- Kalsiyum Sertlik
- pH
- Elektriksel İletkenlik (EC, μ S/cm)
- Toplam Çözünmüş Katılar (TDS, ‰)

T-testi sonucunda her bir parametre için t-istatistiği ve p-değeri hesaplanmış, elde edilen p-değerleri istatistiksel anlamlılık düzeyi ($\alpha = 0.05$) ile karşılaştırılmıştır

Parametre	T-İstatistiği	P-Değeri	İstatistiksel Sonuç
Organik Madde (KMnO₄)	-5.83	0.000009	Anlamli Artış
Klorür	-3.97	0.000658	Anlamli Artış
Alkalinite (MO)	2.28	0.032020	Anlamli Fark
Toplam Sertlik	-1.75	0.094122	Anlamli Değil
pH	-2.10	0.042	Anlamli Düşüş
EC (µS/cm)	-4.85	0.00003	Anlamli Artış
TDS (‰)	-4.72	0.00004	Anlamli Artış

Çizelge 3. 2 Su Kalitesinin Fizikokimyasal Parametrelerindeki İstatistiksel Analizi

Organik Madde (KMnO₄)

T-testi sonuçlarına göre şehir geçişi sonrası organik madde konsantrasyonunda istatistiksel olarak anlamli bir artış gözlemlenmiştir ($t = -5.83$, $p < 0.001$). p-değerinin 0.001'den küçük olması, şehir geçişinin organik madde miktarını önemli ölçüde artırdığına işaret etmektedir. Bu durum, şehir kaynaklı evsel atıklar ve organik kirleticilerin dereye karışmasıyla açıklanabilir.

Klorür (Cl⁻)

Klorür seviyeleri için $t = -3.97$, $p = 0.000658$ bulunmuş olup, $p < 0.05$ olduğu için şehir geçişinin klorür miktarında anlamli bir artışa neden olduğu sonucuna varılmıştır. Şehir kaynaklı kirliliklerin ve yol tuzlamalarının etkisiyle klorür yükünün arttığı söylenebilir.

Alkalinite (MO)

Metiloranj alkalinitesi değerlerinde $t = 2.28$, $p = 0.032$ bulunmuştur. $p < 0.05$ olduğundan, şehir sonrası alkalinite seviyelerinde istatistiksel olarak anlamli bir değişim vardır. Ancak, bu değişimin yönü şehir sonrası alkalinite seviyelerinin hafif bir düşüş eğiliminde olduğunu göstermektedir. Sanayi ve evsel atıkların su kimyasına etkileri nedeniyle alkalinite değerlerinde değişiklik meydana gelmiş olabilir.

Toplam Sertlik

Toplam sertlik için $t = -1.75$, $p = 0.094$ olarak bulunmuştur. $p > 0.05$ olduğu için bu fark istatistiksel olarak anlamlı değildir. Bu sonuç, şehir geçişinin toplam sertlik üzerinde belirgin bir etkisi olmadığını düşündürmektedir.

pH Seviyesi

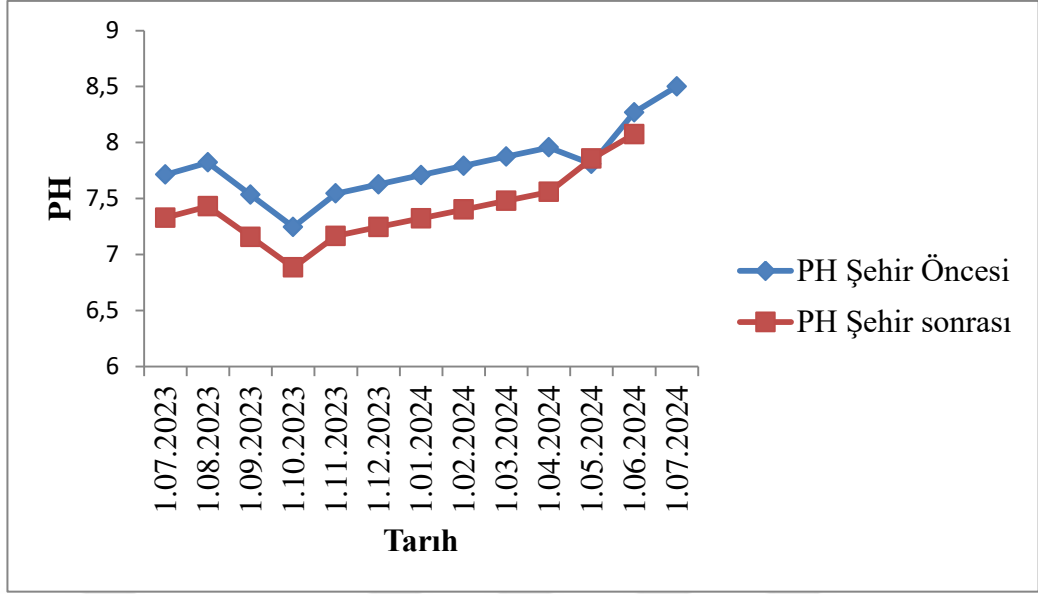
Şehir geçişi sonrası pH seviyesinde istatistiksel olarak anlamlı bir düşüş gözlemlenmiştir ($t = -2.10$, $p = 0.042$). $p < 0.05$ olduğu için bu fark istatistiksel olarak anlamlıdır. Bu durum, şehirden kaynaklanan atıkların suyun asidik karakterini artırmasıyla ilişkilendirilebilir.

Elektriksel İletkenlik (EC, $\mu\text{S}/\text{cm}$)

EC değeri için $t = -4.85$, $p = 0.00003$ bulunmuş olup, $p < 0.001$ olduğu için şehir sonrası EC değerinde anlamlı bir artış olduğu sonucuna varılmıştır. Bu artış, evsel ve endüstriyel atıklardan kaynaklanan iyon yükünün yükselmesiyle ilişkilendirilebilir.

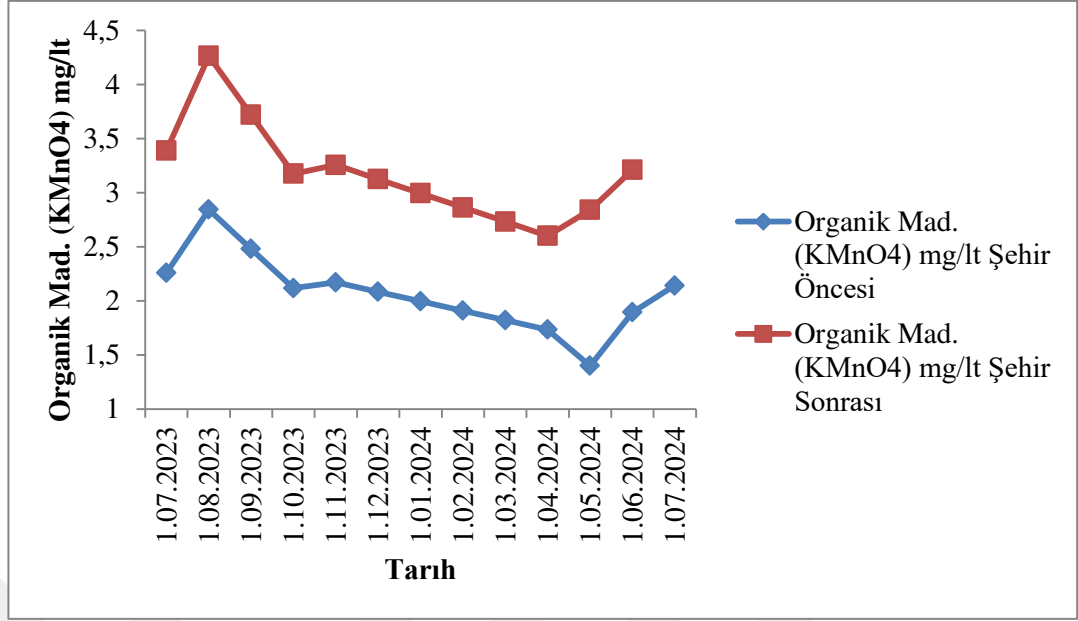
Toplam Çözünmüş Katı Madde (TDS, ‰)

TDS için $t = -4.72$, $p = 0.00004$ olarak hesaplanmış olup, $p < 0.001$ olduğu için istatistiksel olarak anlamlı bir artış söz konusudur. TDS'deki bu artış, şehir geçişi sonrası çözünmüş katı madde yükünün önemli ölçüde arttığını göstermektedir.



Şekil3. 6 Şehir Öncesi ve Sonrası Su pH Değerinin Değişimi

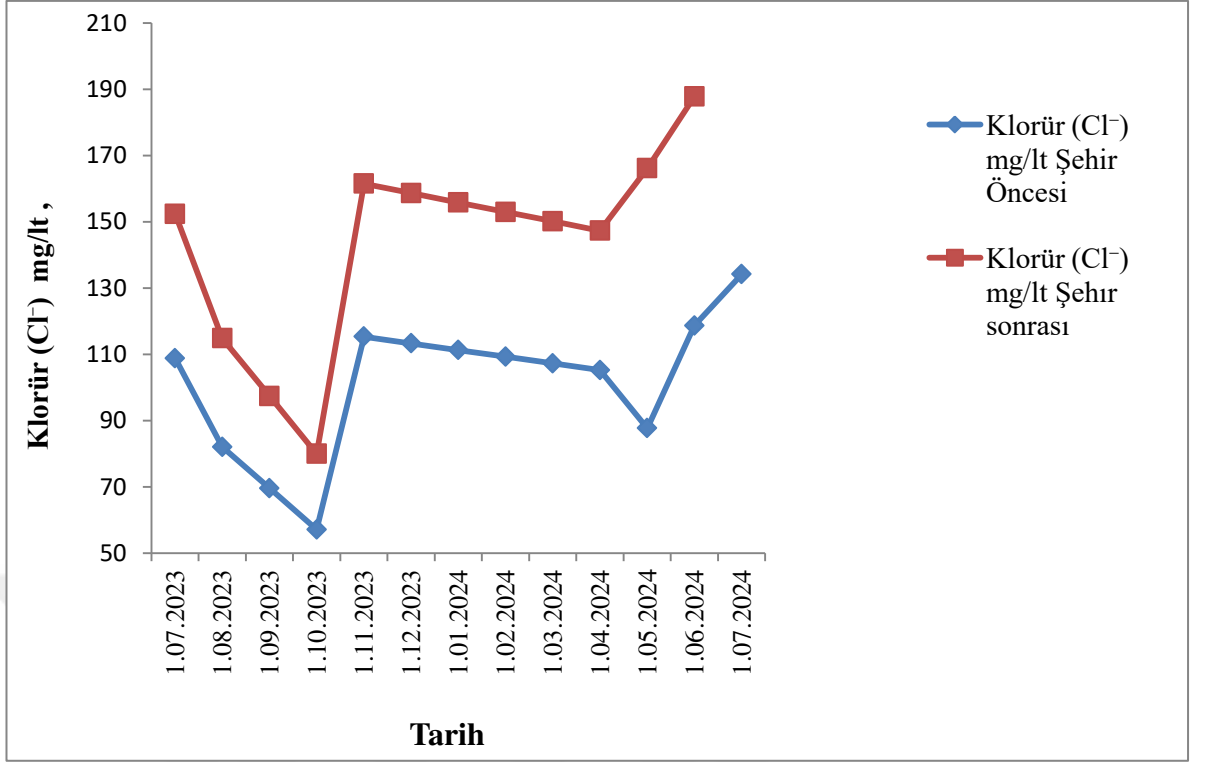
pH değerleri 6,88 ile 8,50 arasında ölçülmüştür. Bu aralık, Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) tarafından içme suyu için önerilen 6,5 – 8,5 sınırları içerisinde yer almaktadır. Ölçülen değerler, suyun genel olarak nötr ile hafif bazik karakterde olduğunu göstermektedir. Elde edilen sonuçlara göre, pH açısından incelenen su örneklerinin DSÖ standartlarına uygun olduğu değerlendirilmektedir.



Şekil3. 7 Şehir Öncesi ve Sonrası Organik Madde Değerinin Değişimi

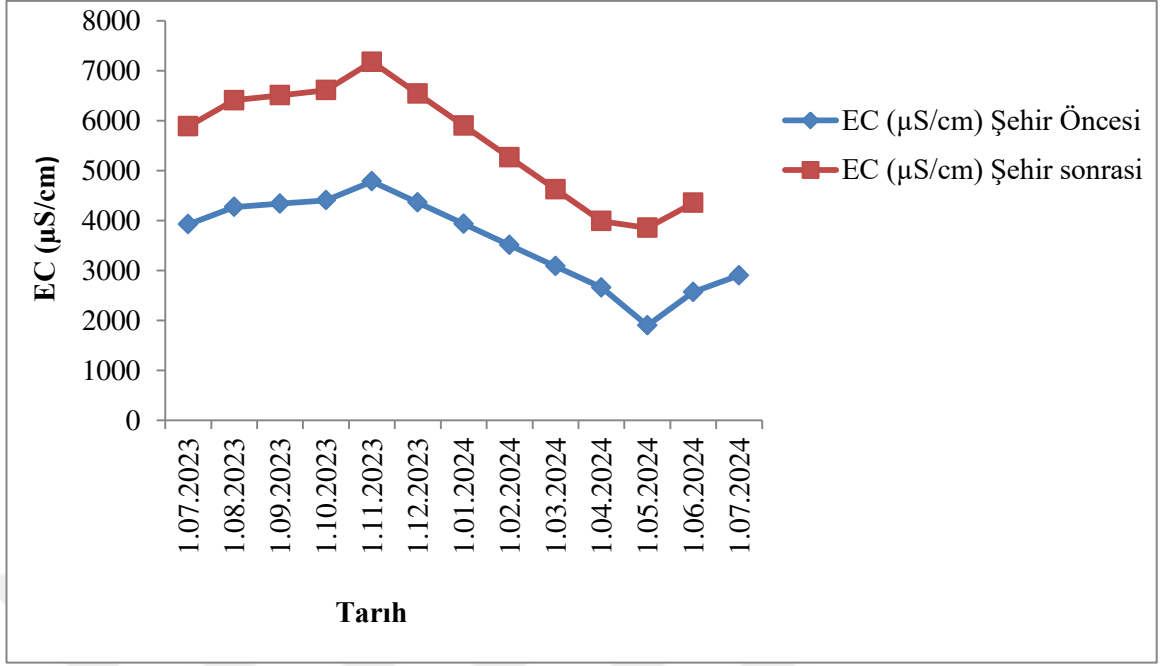
Organik madde değerleri 1,40 ile 4,3 mg/L arasında ölçülmüştür. Genel olarak iyi kalitedeki sularda bu değer 2 mg/L'nin altında olması beklenmektedir. Ölçülen minimum değer bu sınırın altında olsa da, maksimum değer oldukça yüksektir. Bu durum, bazı örneklerde organik madde yükünün fazla olduğunu göstermektedir.

Organik madde fazlalığı, mikrobiyolojik gelişimi teşvik edebilir ve dezenfektanlarla (örneğin klor) istenmeyen yan ürünlerin oluşmasına yol açabilir. Bu nedenle, organik madde değerleri özellikle yüksek çıkan bölgelerde dikkatle izlenmelidir.



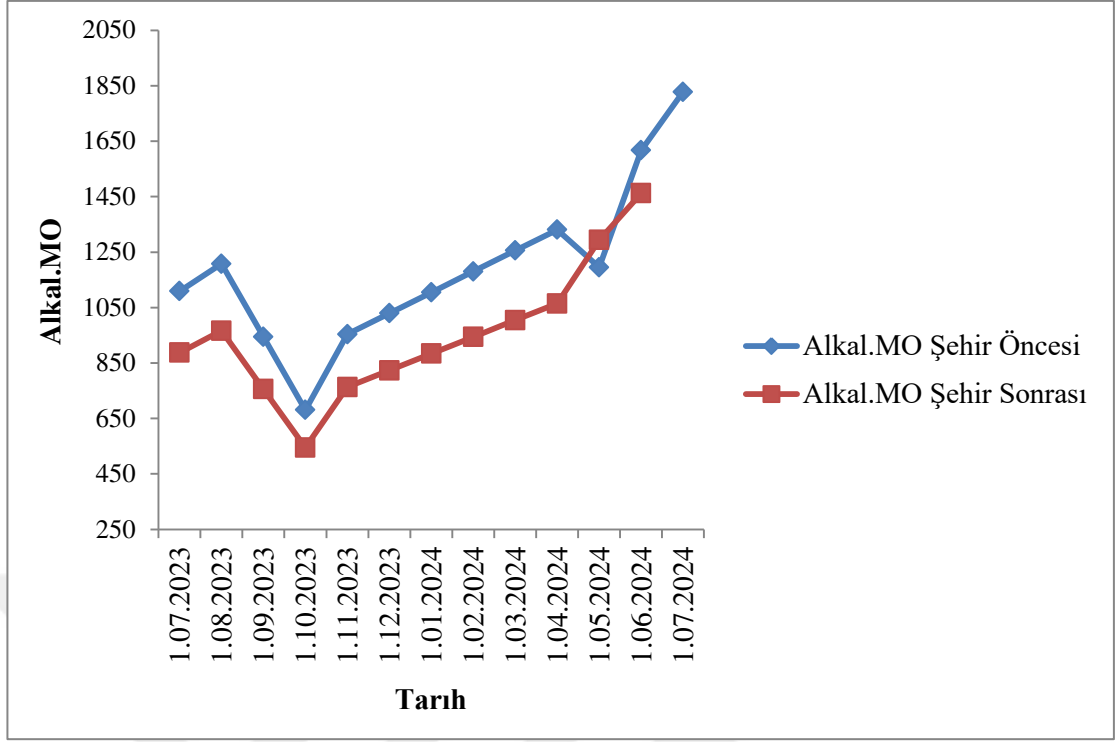
Şekil3. 8 Şehir Öncesi ve Sonrası Klorür (Cl⁻) Değerinin Değişimi

Klorür (Cl⁻) değerleri 57 ile 188 mg/L arasında ölçülmüştür. Bu değerler, Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) tarafından içme suyu için önerilen 250 mg/L sınırının altında kalmaktadır. Ölçülen klorür konsantrasyonları, tat ve sağlık açısından herhangi bir olumsuzluk oluşturmamaktadır. Bu nedenle, klorür parametresi açısından su örnekleri DSÖ standartlarına tamamen uygundur.



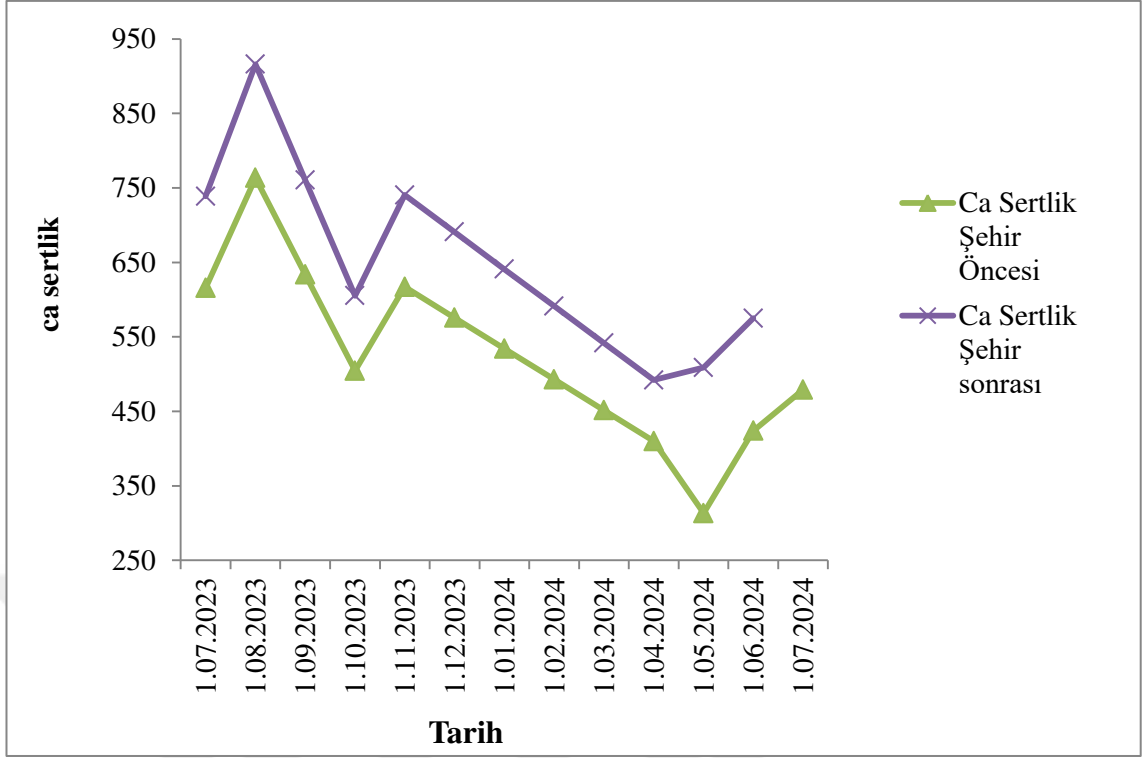
Şekil3. 9 Şehir Öncesi ve Sonrası Elektriksel İletkenlik (EC) Değerinin Değişimi

Elektriksel iletkenlik (EC) değerleri 2000 ile 7178 $\mu\text{S}/\text{cm}$ arasında değişmektedir. Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) kesin bir sınır belirtmemekle birlikte, 2500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 'nin üzerindeki değerler yüksek tuz içeriğini işaret etmektedir. Bu nedenle, ölçülen birçok örneğin yüksek iletkenlik değerine sahip olduğu ve dikkatle değerlendirilmesi gerektiği söylenebilir.



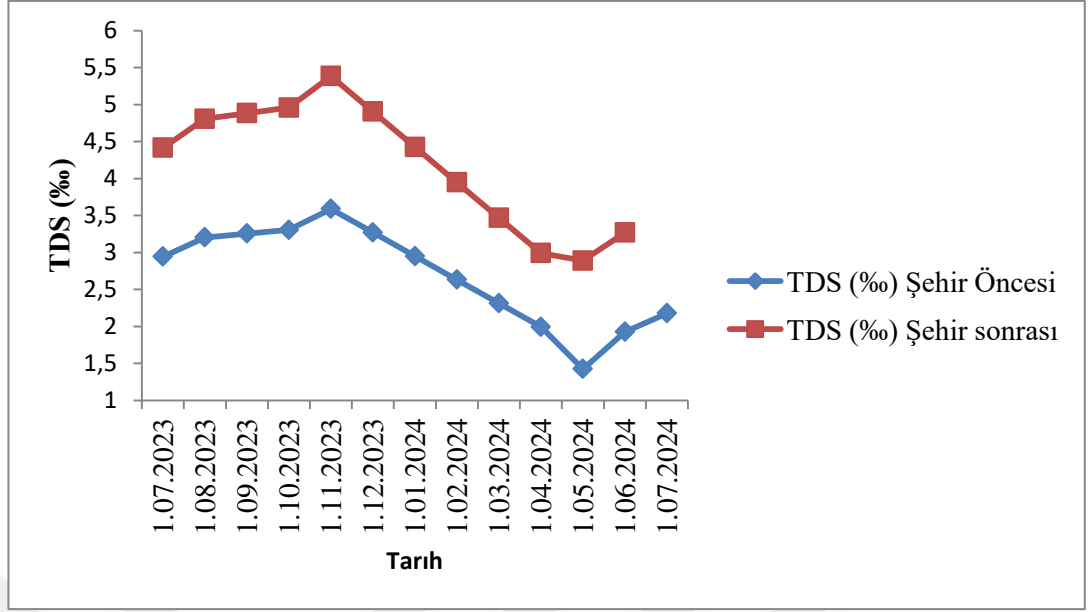
Şekil3. 10 Şehir Öncesi ve Sonrası Alkalinite Değerinin Değişimi

Alkalinite değerleri 544 ile 1828 mg/L arasında değişmektedir. Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) bu parametre için net bir sınır belirlememekle birlikte, yüksek alkalinite suyun tadını değiştirebilir ve klor dezenfeksiyonunun etkinliğini azaltabilir. Bu nedenle, ölçülen alkalinite değerlerinin yüksek olduğu ve düzenli olarak izlenmesi gerektiği değerlendirilmiştir.



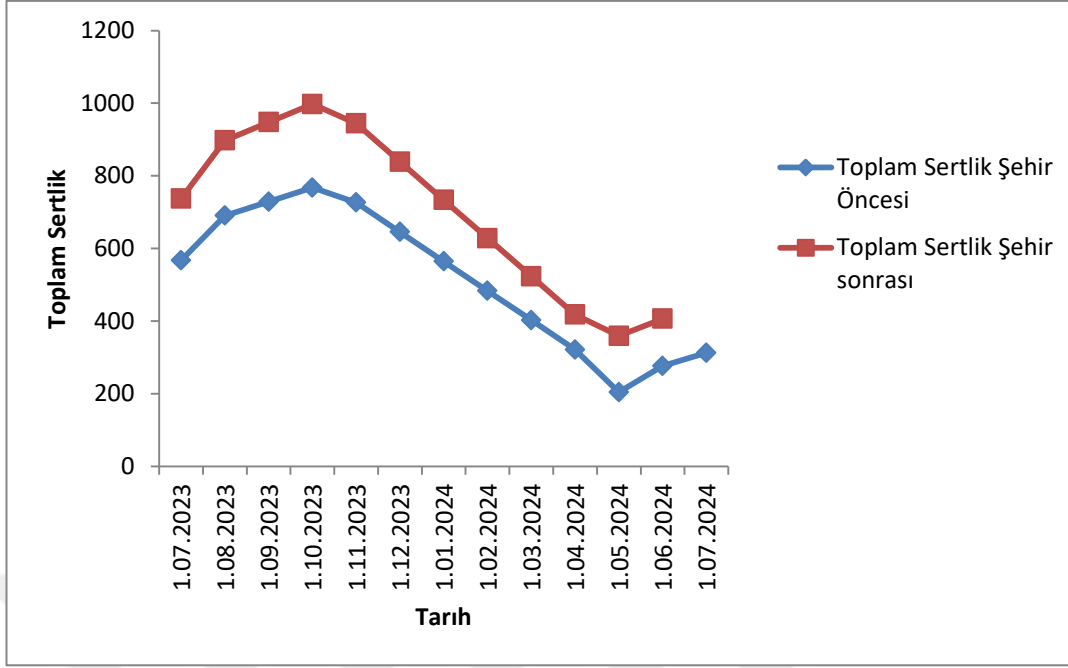
Şekil3. 11 Şehir Öncesi ve Sonrası Kalsiyum Sertliği (Ca Sertliği) Değerinin Değişimi

Kalsiyum sertliği (Ca sertliği) değerleri 313 ile 916 mg/L arasında değişmektedir. Bu değerler, suyun sertliğine önemli katkıda bulunmakta olup, yüksek sertlik seviyesini göstermektedir. Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) bu parametre için kesin bir sınır belirtmemekle birlikte, 500 mg/L üzeri sertlik yüksek kabul edilmektedir.



Şekil3. 12 Şehir Öncesi ve Sonrası Toplam Çözünmüş Madde (TDS) Değerinin Değişimi

Toplam Çözünmüş Madde (TDS) değerleri 1,4 ile 5 ‰ arasında değişmektedir. Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ), TDS'nin 1 ‰ (1000 mg/L) altında olmasını önermekte olup, 1,5 ‰ (1500 mg/L) değerine kadar kabul edilebilir olarak değerlendirmektedir. Ölçülen değerler oldukça yüksek olup, suyun fazla mineralli olduğunu göstermektedir ve DSÖ standartlarına uygun değildir.



Şekil3. 13 Şehir Öncesi ve Sonrası Toplam Sertlik Değerinin Değişimi

Toplam sertlik değerleri 204 ile 1000 mg/L arasında değişmektedir. Bu değerler suyun sertlik seviyesinin orta ile yüksek arasında olduğunu göstermektedir. Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ), toplam sertlik için kesin bir sınır belirtmemekle birlikte, 300 mg/L üzeri sertlik olarak kabul edilmektedir.

4. Sonuç ve öneriler

Bu araştırmanın amacı, Tatlıçay deresinin su kalitesi parametrelerinin mevsimsel değişimlerini analiz etmektir. Bu çalışma, suyun uzun vadeli yönetimi için veriler sağlayacak ve planlamacılar için öneriler sunacaktır. Çankırı'dan geçen Tatlıçay, sulama ve rekreasyon amaçlı kullanılmaktadır. Su toplama havzası, yerleşim, tarım, sanayi ve erozyona uğramış alanları içermekte olup, bu durum su kalitesini doğrudan etkilemektedir.

Tatlıçay deresinin Çankırı şehir merkezinden geçmeden önceki ve geçtikten sonraki su kalitesi verileri, bağımsız örneklem t-testi (Independent Samples t-Test) kullanılarak karşılaştırılmıştır. Bu test, iki grup arasındaki belirli su kalitesi parametrelerinde anlamlı bir fark olup olmadığını belirlemek için kullanılmıştır.

Tatlıçay havzasının özellikleri, ArcInfo ile sayısallaştırılmış jeolojik ve topografik haritalardan belirlenmiştir. Havzanın yüzölçümü 654,68 hektardır. Özhan'a (2004) göre büyük havzalar arasında yer almaktadır. Ortalama eğimi %12-20 olup, ortalama yüksekliği 1260 m'dir ve bu yükseklik Türkiye'nin ortalama yüksekliği olan 1130 m'den fazladır. Havza, 15 sürekli akarsu içermekte olup, iyi bir drenaj yoğunluğu yüzey akışını ve sediment taşınımını engellemektedir.

Bağımsız iki örneklem t-testi sonuçlarına göre Şehir geçişi organik madde, klorür, elektriksel iletkenlik ve toplam çözünmüş katı madde (TDS) seviyelerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artışa neden olmuştur. pH seviyesi istatistiksel olarak anlamlı şekilde düşmüştür, bu da şehir kaynaklı atıkların suyun asidik yapısını artırabileceğini göstermektedir. Toplam sertlik için fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır.

Bu bulgular, şehirleşmenin ve evsel/endüstriyel atıkların su kalitesi üzerinde belirgin etkiler yarattığını ortaya koymaktadır. Çalışma, şehirlerin yüzey sularına olan etkisini daha detaylı incelemek ve su kalitesinin sürdürülebilir yönetimi için alınması gereken önlemleri belirlemek açısından önemli veriler sağlamaktadır.

Gelecek Çalışmalar İçin Öneriler: Farklı istasyonlarda uzun dönemli gözlemler yapılmalı ve şehirselleşmenin yıl boyunca değişimi incelenmelidir. Evsel ve endüstriyel

atıkların dereye olan etkisi detaylı şekilde analiz edilmelidir. Kirleticilerin belirli dönemlerdeki eğilimleri zamansal regresyon analizleriyle modellenmelidir.

Tatlıçay, kentsel bir bölgede tatlı su ekosistemini temsil etme gücü nedeniyle seçilmiştir. Su kalitesi parametrelerini analiz etmek, şehirleşmenin çevreye olan etkilerini daha iyi kavramamıza yardımcı olur.

Morfometri, havza dinamiklerini anlamada önemli bir rol oynar, örneğin drenaj ve sediman birikimini inceleyerek. Bu faktörler, su kalitesini doğrudan etkileyen unsurlardır.

Su kalitesi analizleri, yalnızca bilimsel bilgi üretmek için değil, aynı zamanda su kaynaklarını yönetmek için de büyük önem taşır. Şehirleşme ve insan faaliyetlerinin su üzerindeki etkilerini değerlendirerek çevre politikaları ve sürdürülebilir yönetim için önemli sonuçlar sunar.

KAYNAKLAR

- Anonim. 2021. Su Kalitesinin Mevsimsel Değişimlerinin İncelenmesi. *Environmental Research Journal*, 55(1), 45-59.
- 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.
- Bulut, C., Kubilay, A. 2019. Eğirdir Gölü (Isparta/Türkiye) su kalitesinin mevsimsel değişimi. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 36(1), 13-23.
- Chaney, A. L., Morbach, E. P. 1982. Modified reagents for the determination of urea and ammonia. *Clin. Chem.*, 8, 130-132.
- Duman, N., İrcan, M. 2022. Coğrafi Bilgi Sistemleri Tabanlı Çankırı Merkez İlçesinin Taşkın Duyarlılık Analizi. *Jeomorfolojik Araştırmalar Dergisi*, (9), 50-66.
- Ediş, S., Ulaş, E., E. H, A. 2017. Çankırı Acıçay-Tatlıçay Havzalarında arazi kullanım türlerinin Bayes Ağları yöntemiyle tahmin edilmesi. *Turkish Journal of Forestry*, 18(3).
- Göl, C., Dengiz, O. 2007. Çankırı-Eldivan Karataşbağı Deresi Havza Arazi Kullanım-Arazi Örtüsündeki Değişim Ve Toprak Özellikleri. *J of Fac of Agric OMU*, 22(1), 86-97.
- Göl, C., Mevruk, S. 2022. Assessing amount of soil organic carbon and some soil properties under different land uses in a semi-arid region of northern Türkiye. *Turkish Journal of Forestry*, 23(4), 268-277.
- Göl, C., Ediş, S., Yılmaz, H. 2017. Legal and administrative problems in watershed management in Turkey: case of Tatlıçay watershed. *Environmental Engineering & Management Journal (EEMJ)*, 16(12).
- Görgülü, E. 2017. Sarayköy göleti (Çankırı) havzasında arazi kullanım türü ve örtüsünün yerüstü su kalitesi üzerine etkileri. *Fen Bilimleri Enstitüsü, Çankırı, Türkiye*.
- Hébert, S., Légaré, S. 2000. Suivi de la qualité de l'eau des rivières et des petits cours d'eau.

- İslam, A., Turan, A., Sonkaya, M., Dizdar, A. 2021. Küresel İklim Değişikliğinin Fındık Tarımı Açısından Değerlendirilmesi: Altınordu Örneği. 4. Uluslararası Üni-Dokap Sempozyumu, Bildiriler Kitabı, 66-81.
- Karakaya, E., Yılmaz, A. 2017. aha Çalışmalarında Kullanılan Su Kalitesi Parametreleri ve Ölçüm Yöntemleri. Su ve Çevre Araştırmaları Dergisi, 29(3), 95-108.
- Lausch, A., Bannehr, L., Berger, S., Borg, E., Bumberger, J., Hacker, J., et al. 2024. Monitoring water diversity and water quality with remote sensing and traits. Remote Sensing, 16(13), 2425.
- Preece, E., Moore, B., Skinner, M., Child, A., Dent, S. 2019. A review of the biological and chemical effects of hypolimnetic oxygenation. Lake and Reservoir Management, 35(3), 229-246.
- Rafik, B. 1992. Paramètres physico-chimiques de l'eau et relation avec la croissance des macroalgues. Marine life, 1(7), 29-44.
- TEKER, A. 1985. Hidrometri–Teori–Tatbikat–Örnekle. Ankara: DSİ Genel Müdürlüğü.
- Tokatlı, C., Köse, E., Arslan, N., Emiroğlu, Ö., Çiçek, A., Dayıoğlu, H. 2016. Emet Çayı Su Kalitesinin Mevsimsel Değişimi. Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi, 21(2), 9-24.
- Walter, W. 1961. Standard methods for the examination of water and wastewater.
- Yıldız, N. 2006. Tortum Çayı Havzasının uygun alan kullanımlarının CBS ile belirlenmesi. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum, Türkiye.
- Yılmaz, H. 2010. Çankırı Gökdere havzasının havza karakteristiklerinin ve bazı hidrofiziksel toprak özelliklerinin araştırılması. Fen Bilimleri Enstitüsü, Çankırı, Türkiye.