

**ÇANKIRI KARATEKİN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**ORMANLARIN GÖLETLERDE SU KALİTESİNE ETKİLERİ
(ÇANKIRI ELDİVAN ÖRNEĞİ)**

İmran AKBAŞ

ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ÇANKIRI

2019

Her hakkı saklıdır

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

Ormanların Göletlerde Su Kalitesine Etkileri
(Çankırı Eldivan Örneği)

İmran AKBAŞ

Çankırı Karatekin Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Orman Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Dr. Öğretim Üyesi Arda ÖZEN

Ülkemizde yaklaşık 15 000 ha alan kaplayan çok sayıda gölet olmakla birlikte, göletlerin limnolojik durumuna ilişkin yeterli veri bulunmamaktadır. Göletler de göller gibi, ötrofikasyon ve sığlaşma gibi bazı tehditler altındadır. Göletlerin sürdürülebilir kullanımı için atılacak ilk adım, sucul sistemin limnolojik özelliklerinin ortaya konmasıdır. Bunun yanında günümüzde artan nüfus, şehirleşme ve sanayi faaliyetlerinin artması ile suya olan talep günden güne artmaktadır. Ancak insan faaliyetleri ve iklim değişikliği gibi etkenler su kalitesini azaltmaktadır. Türkiye’de kullanılabilen yüzey sularının %50’si, içilebilir suların %80’i ormanlık alanlarında üretilmektedir. Bu nedenle önemli bir su üretim kaynağı olan ormanların ekolojik ve hidrolojik fonksiyonlarından azami derecede faydalanılması gerekmektedir. Özellikle su depolama amaçlı kurulmuş olan baraj ve göletlerde orman ekosisteminin korunması ve geliştirilmesi, doğal kaynakların sürdürülebilir bir şekilde kullanılması açısından önemlidir. Bu tez çalışması ile su kalitesi üzerine olumlu etkisi olduğu bilinen ormanların, su kalitesi üzerine olan olumlu etkilerinin sayısal verilerle ortaya konması amaçlanmıştır. Çankırı ili Eldivan ilçesinde yer alan Karadere ve Seydi göletlerinin bazı limnolojik özelliklerini belirlemek ve orman varlığının su kalitesine etkisini belirlemek amacıyla 2018 yılının Şubat ve Ekim ayları arasında limnolojik örneklemeler gerçekleştirilmiştir. Her iki gölünde oligo-mesotrofik karakterde olduğu ancak orman varlığının etkisi ile Karadere göletinde su kalitesinin amonyum, toplam azot ve ışık geçirgenliği bakımından Seydi Gölet’ine göre daha iyi olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca bu tez çalışması ile Coğrafi Bilgi Sistemleri kullanılarak göletlerin su toplama havzalarının temel karakteristikleri belirlenerek, gelecekte de benzer çalışmalarda kullanılacak bir veri alt yapısı hazırlanmıştır.

2019, 81 sayfa

Anahtar Kelimeler: Su kalitesi, Limnoloji, Klorofil-a, Çankırı, Besin Düzeyi, Gölet, Orman

ABSTRACT

Master Thesis

Assessment of the Impact of Forests on the Water Quality of Çankırı Eldivan Reservoirs

İmran AKBAŞ

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

Supervisor: Dr. Öğretim Üyesi Arda ÖZEN

Although there are many ponds covering 15 000 ha surface area in Turkey, there is not enough data about the limnological status of these ponds. Ponds, like lakes, are threatened by eutrophication and decreasing in water level. Determining limnological characteristics of these ponds must be the first step for sustainable management of these aquatic systems. Water demand is increasing day to day because of rapid growth of human population, urbanization and industry. However, water quality is deteriorating due to climate change and human activities. 50% of surface waters and 80% of drinking water are being produced in forest areas. Thus, ecological and hydrological functions of forest should be used efficiently. Forest are especially important for ponds and reservoirs which are constructed for collecting water. In this study, it was aimed to reveal the impact of forest on pond's water quality by quantitative data. Limnological monitoring was carried out between February and October 2018 in order to determine the effect of forest existence on the limnological characteristics of the Karadere and Seydi ponds (Çankırı-Eldivan). The trophic state of both of the lakes were oligo-mesotrophic. However, with the effect of the presence of forests, it was determined that the water quality in Karadere pond was better than that of Seydi pond in terms of ammonium, total nitrogen and light permeability. In addition, the basic characteristics of watersheds of ponds were determined by using Geographical Information Systems and a data infrastructure which can be used in similar studies in the future was prepared.

2019, 81 pages

Keywords: Water Quality, Limnology, Chlorophyll-a, Çankırı, Trophic State, Reservoir, Forest

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

“Çankırı İli Eldivan İlçesindeki Göletlerde Orman Varlığının Su Kalitesine Etkisi (Karadere Göleti ve Seydi Göleti Örneği)” adlı bu çalışma 2014-2019 yılları arasında hazırlanarak Çankırı Karatekin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsüne “Yüksek Lisans Tezi” olarak sunulmuştur.

Bu tez çalışmasında Çankırı ili Eldivan İlçesinde yer alan Karadere ve Seydi göletlerinde su kalitesinin ve trofik düzeyinin izleme çalışması ile belirlenerek, orman varlığının su kalitesine etkisinin sayısal verilerle ortaya konması amaçlanmıştır. Ayrıca bu göletlere ait Gölet Bilgi Sisteminin (GBS) oluşturulması ve elde edilecek veriler ışığında göletlerle ilgili sorunlara uygun çözüm önerilerinin ortaya konması bu tez çalışmasının diğer amaçlarıdır.

Bu çalışmanın yürütülmesi sırasında yüksek lisans tezimin başlangıcından bitimine kadar her aşamada beni yönlendiren, dinleyen, değerli birikimlerinden faydalanmamı sağlayan tez danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Arda ÖZEN’ e ve araştırmanın her aşamasında bilgi, öneri ve her türlü yardımını esirgemedi, her zaman büyük bir sabırla destekleyen, arazi ve laboratuvar çalışmalarında yardımcı olan Arş. Gör. Dr. Semih EDİŞ’ e teşekkürlerimi sunarım. Tez değerlendirme jürisindeki değerli hocalarım Doç. Dr. İlker ERCANLI’ ya ve Dr. Öğretim Üyesi Şeyda ERDOĞAN’ a katkı ve önerilerinden dolayı teşekkür ederim. Ayrıca, yüksek lisans öğrenimim süresince, derslerine katıldığım ve değerli görüşleri ile yetişmemizde katkıları olan değerli hocalarım Prof. Dr. Ziya ŞİMŞEK’ e, Prof. Dr. Ceyhun GÖL’ e ve Doç. Dr. İlker ERCANLI’ ya teşekkürlerimi sunarım.

Öncelikle bana her zaman güvenen ve gururlu gözlerle bakan, her adımımı hızlandıran ve beni asla yalnız bırakmayan sevgili anne ve babam Munise & Salih EMEKTAR’ a teşekkürlerimi sunarım. Tezimin her anında yanımda olan, bana destek ve motivasyon sağlayan, bundan sonraki her anımda da yanımda olacaklarını umduğum eşim Ahmet AKBAŞ, kuzucuklarım İkranur, İclal ve İsa Çınar başta olmak üzere değerli dostlarım Öznur SATILMIŞOĞLU, Dilara & Onur KETENOĞLU, Oktay KARATAY, Emine

ÇATAR, Seçil CANDAŞ, Figen YILMAZ ve Ayşegül ATA' ya teşekkürlerimi sunarım.

Bu yüksek lisans tezi Çankırı Karatekin Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) Koordinasyon Birimi tarafından OF270516L16 numaralı proje ile desteklenmiştir.

İmran AKBAŞ

Çankırı 2019



İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT	ii
ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR.....	iii
SİMGELER DİZİNİ	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ	x
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	4
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	8
3.1. Araştırma Alanlarının Genel Tanıtımı	8
3.1.1. Coğrafi konum.....	8
3.1.2 İklim özellikleri	11
3.2. Yöntem	13
3.2.1 Büro ve arazi çalışmaları.....	13
3.2.2 Laboratuvar çalışmaları ve analizler	14
3.2.2.1 Su kimyası analizleri.....	14
3.2.2.1.1 Toplam azot.....	15
3.2.2.1.2 Amonyum	15
3.2.2.1.3 Nitrat.....	15
3.2.2.1.4 Nitrit	15
3.2.2.1.5 Toplam fosfor ve çözünmüş reaktif fosfor analizleri	16
3.2.2.1.6 Askıda katı madde tayini	16
3.2.2.1.7 Klorofil-a analizi.....	16
3.2.2.1.8 Trofik durum indeksi (TDI)	17
3.2.2.2 İstatiksel analizler	18
4. BULGULAR	19
4.1. Havza Karakteristikleri.....	19
4.1.1. Topoğrafik karakteristikler	19
4.1.1.1. Havza alanı (Büyüklüğü).....	19
4.1.1.2. Havza şekli	20
4.1.1.3. Form faktörü	21
4.1.1.4. Şekil faktörü	22
4.1.1.5. Dairesellik oranı	23
4.1.1.6. Uzama oranı.....	23
4.1.1.7. Ortalama eğim.....	24
4.1.1.8. Havzanın bakı durumu.....	27
4.1.1.9. Ortalama yükseklik.....	29
4.1.1.10. Maksimum havza reliefi	31

4.1.1.11.	Relief oranı.....	32
4.1.1.12.	Oransal relief	32
4.1.2.	Akarsu ve drenaj ağı karakteristiği	33
4.1.2.1.	Akarsu eğimi.....	33
4.1.2.2.	Dere sırası ve sayısı	34
4.1.2.3.	Drenaj yoğunluğu.....	37
4.1.2.4.	Dere frekansı (sıklığı).....	38
4.1.2.5.	Çatallanma oranı.....	39
4.1.2.6.	Drenaj dağılım tipi	39
4.1.3.	Havza arazi kullanma durumu	40
4.2	Su Kalitesi Parametreleri	43
4.2.1	Göletlerin trofik durumu.....	43
4.2.2	Toplam azot	44
4.2.3	Amonyum.....	46
4.2.4	Nitrit ve nitrat.....	47
4.2.5	Toplam fosfor (TP).....	47
4.2.6	Çözünebilir reaktif fosfor (SRP).....	49
4.2.7	Askıda katı madde	50
4.2.8	Klorofil-a konsantrasyonu (Fitoplankton).....	52
4.2.9	Arazide ölçülen fizikokimyasal parametreler	53
4.2.10	Tabakalaşma.....	55
5.	TARTIŞMA VE SONUÇ.....	57
5.1	Trofik Durum ve Su Kalitesi.....	57
5.2	Toplam Azot	58
5.3	Amonyum.....	60
5.4	Nitrit ve Nitrat	60
5.5	Toplam Fosfor ve Çözünebilir Reaktif Fosfor	60
5.6	Askıda Katı Madde (AKM).....	61
5.7	Klorofil-a (Fitoplankton).....	61
5.8	Sonuç ve Öneriler	63
	KAYNAKLAR	66
	ÖZGEÇMİŞ.....	70

SİMGELER DİZİNİ

'	: Dakika
"	: Saniye
%	: Yüzde
°C	: Santigrat derece
Sn	: Saniye
Dk	: Dakika
ml	: Mililitre
lt	: Litre
µs	: Mikrosiemens
µg	: Mikrogram
mm	: Milimetre
cm	: Santimetre
m	: Metre
km	: Kilometre
m ²	: Metrekare
km ²	: Kilometrekare
m ³	: Metreküp
ha	: Hektar
vb	: Ve benzeri
vd	: Ve diğerleri
ark	: Arkadaşları
DSİ	: Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü
CBS	: Coğrafi Bilgi Sistemleri
GBS	: Gölet Bilgi Sistemi
SYM	: Sayısal Yükseklik Modeli
SWAT	: Toprak Su Değerlendirme Modeli
ABD	: Amerika Birleşik Devleti
A	: Havza Alanı
B	: Havza Genişliği
L	: Havza Uzunluğu
F	: Form Faktörü
R _c	: Dairesellik Oranı
P	: Havza Çevresi
E	: Uzama Oranı
D _d	: Drenaj Yoğunluğu
D _s	: Dere Frekansı
R _h	: Relief Oranı
R _{ho}	: Oransal Relief
EC	: Elektriksel iletkenlik
N	: Kuzey
E	: Doğu
SPSS	: İstatistik Programı (Statistical Package for the Social Sciences)
TN:	: Toplam Azot
TDI	: Trofik Durum İndeksi
TP	: Toplam Fosfor

SRP	: Çözünebilir Reaktif Fosfor
TDS	: Toplam Çözünmüş Madde
AKM	: Askıda Katı Madde
Rpm	: 1 Dakikalık Devir Sayısı
BAP	: Bilimsel Araştırma Projesi
NO ₃ -N	: Nitrat Azotu
NH ₄ -N	: Amonyum Azotu
EC	: Elektriksel İletkenlik
pH	: Potansiyel Hidrojen
UA	: Uzaktan Algılama



ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1: Eldivan meteoroloji istasyonuna ait bazı önemli meteorolojik değerler (Veriler Görgülü, 2017'den alınarak düzenlenmiştir) Yükselti: 930 m, Enlem: 40° 32' 00" N, Boylam: 33° 30' 00" E, Rasat Süresi: 1990-2016. Minimum ve Maksimum Değerler koyu olarak belirtilmiştir.....	12
Çizelge 3.2: TDI trofik seviye değer tablosu.....	17
Çizelge 4.1: Karadere Göleti ve Seydi Göleti havzası eğim sınıflarının alansal dağılımı (ha, %).....	26
Çizelge 4.2: Karadere ve Seydi Göleti su toplama havzaları bakı grupları ve alansal dağılımları (ha, %)	29
Çizelge 4.3: Karadere Göleti ve Seydi Göleti Havzalarına ait dere sıraları ve sayıları..	35
Çizelge 4.4: Karadere Göleti ve Seydi Göleti havzası arazi kullanım durumu (ha, %)	40
Çizelge 4.5: Gölette tespit edilen trofik indeks değerlerinin aylara göre değişimi	43
Çizelge 4.6: Mann Whitney U test sonuçları (ÖD: istatistiki olarak önemli fark yoktur)	44
Çizelge 4.7: Karadere Göleti 'ne ait arazide ölçülen fizikokimyasal parametreler	54
Çizelge 4.8: Seydi Göleti 'ne ait arazide ölçülen fizikokimyasal parametreler	54
Çizelge 4.9: Göletlerde tabakalaşmanın olduğu aylardaki hipolimniyon tabakasındaki fizikokimyasal ölçümler.....	55
Çizelge 4.10: Göletlerde tabakalaşmanın olduğu aylardaki hipolimniyon tabakasındaki besin tuzlarının konsantrasyonları	56

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1: Araştırma alanı yer bulduru haritası.....	8
Şekil 3.2: Karadere Göleti genel görünüm	10
Şekil 3.3: Seydi Göleti genel görünüm.....	10
Şekil 3.4: Arazi çalışmalarından fotoğraflar.....	14
Şekil 4.1: Karadere Göleti havzası şekli.....	20
Şekil 4.2: Seydi Göleti havzası şekli	21
Şekil 4.3: Karadere Göleti Havzası eğim sınıfları haritası	25
Şekil 4.4: Seydi Göleti Havzası eğim sınıfları haritası.....	26
Şekil 4.5: Karadere Göleti Havzası bakı grupları haritası	27
Şekil 4.6: Seydi Göleti Havzası bakı grupları haritası.....	28
Şekil 4.7: Karadere Göleti Havzası'nın ortalama yüksekliği	30
Şekil 4.8: Seydi Göleti Havzası'nın ortalama yüksekliği.....	31
Şekil 4.9: (a) Karadere Göleti Havzası drenaj deseni ve ana dere eğimi, (b) Seydi Gölü Havzası drenaj deseni ve ana dere eğimi	34
Şekil 4.10: Seydi Göleti Havzası dere sırası ve sayısı.....	36
Şekil 4.11: Seydi Göleti Havzası dere sırası ve sayısı.....	36
Şekil 4.12: Karadere Havzası arazi kullanım durumu	41
Şekil 4.13: Seydi Göleti havzası arazi kullanım durumu	42
Şekil 4.14: Karadere ve Seydi Gölet'lerinde toplam azotun araştırma süresince aylık olarak değişimi	45
Şekil 4.15: Göletlerdeki toplam azot konsantrasyonları değişimi kutu grafiği (ortalamalar nokta ile gösterilmiştir).....	45
Şekil 4.16: Karadere ve Seydi Gölet'lerinde amonyumun araştırma süresince aylık olarak değişimi	46
Şekil 4.17: Göletlerdeki amonyum konsantrasyonları değişimi kutu grafiği (ortalamalar nokta ile gösterilmiştir)	47
Şekil 4.18: Karadere ve Seydi Gölet'lerinde TP konsantrasyonlarının araştırma süresince aylık olarak değişimi	48
Şekil 4.19: Göletlerdeki TP konsantrasyonları değişimi kutu grafiği (ortalamalar nokta ile gösterilmiştir).....	48
Şekil 4.20: Karadere ve Seydi Gölet'lerinde SRP konsantrasyonlarının araştırma süresince aylık olarak değişimi	49
Şekil 4.21: Göletlerdeki SRP konsantrasyonları değişimi kutu grafiği (ortalamalar nokta ile gösterilmiştir).....	50
Şekil 4.22: Karadere ve Seydi Gölet'lerinde askıda katı madde miktarının araştırma süresince aylık olarak değişimi	51
Şekil 4.23: Göletlerdeki AKM miktarındaki değişimin kutu grafiği (ortalamalar nokta ile gösterilmiştir).....	51
Şekil 4.24: Karadere ve Seydi Gölet'lerinde klorofil-a'nın araştırma süresince aylık olarak değişimi	52
Şekil 4.25: Göletlerdeki Klorofil-a konsantrasyonları değişimi kutu grafiği (ortalamalar nokta ile gösterilmiştir)	53

1. GİRİŞ

Göletler, doğal veya yapay setlerin ardında biriken suların oluşturduğu, alanı göl veya baraj göllerinden küçük durgun su kütleleridir ve biyoçeşitlilik açısından zengin habitatlar oluşturmaktadır. Dünyada sayıları 1 milyona yaklaşan gölet ve baraj bulunmaktadır ve büyümekte olan bir insan nüfusuna, enerji, taşkın kontrolü, rekreasyon alanları, su temini gibi çeşitli önemli hizmetler sağlamaktadır (Lehner ve diğerleri 2011). Ülkemiz su kaynakları bakımından coğrafyasındaki şanslı ülkelerden biridir. Bu kaynaklarımızdan daha fazla yararlanmak ve bunları kontrol altına almak üzere baraj ve gölet gibi su depolama yapıları inşa edilmiş ve edilmektedir. Ülkemizde yaklaşık 15 000 ha alan kaplayan çok sayıda gölet olmakla birlikte, göletlerin limnolojik durumuna ilişkin yeterli veri bulunmamaktadır (Özen,2017). Günümüzde artan nüfus, şehirleşme ve sanayi faaliyetleri nedeni ile suya olan talep günden güne artmaktadır. Ancak insan faaliyetleri ve iklim değişikliği gibi etkenler su kalitesini azaltmaktadır. Göletler de göller gibi, ötrofikasyon ve sığlaşma gibi bazı tehditler altındadır. Göletlerin sürdürülebilir kullanımı için ilk adım, sucul sistemin limnolojik özelliklerinin ortaya konmasıdır. Ülkemizin kısıtlı su potansiyeli göz önüne alındığında göletlerin su kalitesinin ve miktarının bilinmesi ve sorunlarının ortaya konarak çözüm önerilerinin geliştirilmesi büyük önem arz etmektedir.

Doğada, yağmur ve kar şeklinde oluşan yağışlar, daha fazla yağış alan bölgeler olan yüksek rakımlı orman, mera dağ ve yüksek dağ ekosistemlerine düşmekte ve önemli su üretim alanlarını oluşturmaktadır (Mızraklı ve arkadaşları, 2008). Ülkemizde kullanılabilen yüzeysel suların %50,53'ü (Kantarcı,1993), içilebilir nitelikteki suyun %80'i orman alanlarında üretilmektedir (Görecelioğlu, 1992). Ormanlar su rejiminin düzenlenmesinde rol alan en önemli doğal kaynaklardır Ormanla kaplı yukarı havzalar, tüm dünyada ana su üretim alanlarını oluştururlar. Çünkü daha fazla yağış aldıklarından daha fazla kullanılabilir su üretirler ve su rejiminin düzenlenmesine yardımcı olurlar. Orman ağaçlarının altında yaprak, ibre, dal, kozalak, kabuk, vb. gibi maddelerin çürümesiyle oluşmuş ve toprağın hemen üzerinde süngerimsi bir tabaka olan ölü örtü dediğimiz bir tabaka bulunmaktadır. Ölü tabaka, infiltrasyonla toprağa giren suyun

miktarının artmasına sebep olurken; yüksek su tutma kapasitesi nedeniyle yüzeysel akışın azalmasına neden olur. Ormanlar hidrolojik döngünün infiltrasyon ve perkolasyon aşamalarında önemli bir etkiye sahiptirler. Ölü örtü tabakası içinde süzülerek mineral toprağa ulaşan kar ve yağmur sularının bir kısmı topraktan infiltrasyon ile taban suyuna bir kısmı ise yüzeysel akış vasıtası ile derelere ulaşır. Toprak gibi bir ortamdan geçmeden yüzeysel akışla derelere ulaşan sular yüksek akımlar şeklinde ya sel ya da taşkınlar oluşturarak ortamdan uzaklaşırlar. Ormanlar hidrolojik döngüde taraftan intersepsiyon ve transpirasyon yoluyla su kaybına sebep olurken buharlaşmayı azaltıp, infiltrasyonu artırarak su kazanımını arttırmaktadır.

Ormanlardaki ağaç türüne, meşcere sıklığına, tepe boyutlarına ve yaprak miktarına göre ve havza üzerine düşen yağış, intersepsiyon, gövdeden akış, infiltrasyon, yüzeysel akış, transpirasyon ve evaporasyon gibi faktörlerin etkileşimine göre orman ekosistemlerinin havzadaki su verimi üzerindeki etkileri değişmektedir (Asan,1987; Çepel 1986).

Ormanlar, taban suyunun, akarsu, tatlı su gölü, gölet ve barajlardaki suların temiz tutulmasını, suyun az olduğu dönemlerde su kaynaklarının beslenmesini sağlayarak su kaynaklarının sürekli ve düzenli olmasını sağlarlar. Ormanların, suyun kalitesi, miktarı ve hidrolojisi üzerinde birçok etkileri vardır. Mızraklı ve ark., (2008)'e göre, çevresindeki alanlara göre %15- %50 daha fazla yağış alan ormanlık alanlardan, bu yağışın %44'lük bir kısmı kullanılabilir dere akışı haline getirirken, orman dışındaki alanlarda bu oran %14 civarında kalmaktadır. Toprakta tutulan su miktarı, ağaç köklerinin kayaların çatlakları arasına girerek kayaları parçalaması sonucu toprak derinliğini artırması ile artar (Çepel,1986).

Ölü örtü tabakası, filtre etkisi yaparak su kalitesini arttırmaktadır. Ölü örtü tabakası yüksek su tutma kapasitesi ve toprak yüzey yapısını koruduğu için yüzeysel akışı azaltarak, süzülerek toprağa giren suyun miktarını artırır.

Orman ekosistemleri yukarıda bahsedilen etkilerinin yanında, toprağı erozyondan koruması, sel ve taşkın oluşumlarını azaltıcı etkisi ile önemli faydalar sağlamaktadırlar.

Su depolama amaçlı kurulmuş olan baraj ve göletlerde, önemli bir su üretim kaynağı olan orman ekosistemlerinin korunması ve geliştirilmesi, ormanların ekolojik ve hidrolojik fonksiyonlarından azami derecede faydalanılması gerekmektedir. Ülkemizde ana amacı su üretimi olan gölet ve barajlardaki su verimine en fazla etki yapan, orman kuruluşları ile ilgili bilimsel çalışmaların artırılması gerekmektedir.

Bu tez çalışması Çankırı ili Eldivan İlçesinde yer alan Karadere ve Seydi göletlerinde su kalitesinin ve trofik düzeyinin izleme çalışması ile belirlenerek, orman varlığının su kalitesine etkisinin sayısal verilerle ve istatistiki metotlarla ortaya konması amaçlanmıştır. Ayrıca bu göletlere ait Gölet Bilgi Sisteminin (GBS) oluşturulması ve elde edilecek veriler ışığında göletlerle ilgili sorunlara uygun çözüm önerilerinin ortaya konması bu tez çalışmasının diğer amaçlarıdır.

Çankırı ili özellikle göletler yönünden zengin su kaynaklarına sahiptir. İlde daha önce benzer limnolojik çalışmalar gerçekleştirilmediğinden, bu su kaynaklarının durumu, su kalitesi ve kullanım ömürleri tam anlamı ile bilinmemektedir. Bu tez çalışması ile Çankırı ilindeki diğer göletlerde de uygulanabilecek örnek bir çalışma ortaya çıkmıştır.

Bu tez çalışmasının çıktıları ve üretilen verileri, Tarım ve Orman Bakanlığının ilgili birimleri (Türkiye Su Enstitüsü, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, Su Yönetimi Genel Müdürlüğü) ve konuda çalışan diğer kurum ve kuruluşlara, havza planlama ve doğal kaynak yönetimi için veri altyapısı olarak fayda sağlayacaktır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Ülkemizde, su kaynaklarının ormanlarla ilişkisinin anlaşılması ve su veriminin güvence altına alınması için tedbirler alınması çok eski tarihlere uzanmaktadır. Fatih Sultan Mehmet döneminde ağaçların kesilmesinin su verimini azalttığı anlaşılmış ve fermanlarla ağaç kesilmesi yasaklanmıştır (Kutluk 1954; 1967).

1913 yılında Burdur ilinde ormanların aşırı kesilmesi sonucu, dağlardaki su kaynaklarının tümü ile kurduğu rapor edilmiştir (Kutlu, 1967; Görçelioğlu 1982).

Uslu (1969), deneme parsellerinde total yağış miktarı (mm) ve yüzeysel akış miktarlarının muhtelif arazi kullanma şekillerine göre (çayır kaplı parsel, çıplak parsel, ormanla kaplı parsel) ölçümlerini yaparak ormanların yüzeysel akışı frenleyici tesirlerinden başka nehirlerin su rejimini de düzenleyici fonksiyonları bulunduğunu dile getirmiştir.

Rakhmanov (1970), A.B.D'deki 137 akarsu havzasındaki 17 yıllık gözlem verilerine göre yaptığı araştırmanın sonuçlarına göre dere akışı ile havzalardaki orman örtüsü varlığı arasında pozitif bir ilişki olduğu ortaya konulmuştur.

Çepel (1986), orman vejetasyonunun transpirasyon ve intersepsiyonla önemli miktarlarda su harcamasına karşın yeraltı suyu oluşumu ve pınarları besleme bakımlarından daha verimli olduğunu ileri sürmüştür.

Görçelioğlu (1992) ormanlık havzaların su varlığı ve kalitesinin büyük önem taşıdığını, bu havzalarda elde edilen su kalitesinde bozulma olmaması için gelişmiş ülkelerde ciddi araştırmalara yönelik uygulamalara gidilirken ülkemizde su toplama havzalarındaki yersiz ve yetersiz uygulamaların sonlandırılmasından sonra bu bağlamda yeni uygulama ve araştırmalara gereksinim duyulacağını belirtmiştir.

Küçükosmanoğlu (1995), uzun vadede takip ettiği araştırmalarda, aylık ve mevsimlik ölçümler incelendiğinde özellikle yağışların depolanma dönemlerinde çıplak araziye

nazaran ormanların yüksek miktarlarda toprak suyu depoladığını, böylece ülke genelinde özellikle kış mevsiminde toprak içerisinde yağışların toplanması ve yüzey altı akışlarına çevrilmesinde orman varlığının rolünü dile getirmiştir. Ayrıca yaptığı araştırmalarda toprak kaybının önlenmesi, taşkın ve afetlerin önlenmesi ve su ekonomisinin düzenlenmesinde en etkin faktörün orman vejetasyonu olduğunu dile getirmiştir.

Keleş vd. (2005), Gümüşhane Karanlıkdere Bölgesinde yaptıkları çalışmalarda ormanların odun üretimi ile su üretimi ve toprak koruma fonksiyonlarını birlikte ele almışlardır. 6 adet planlama stratejisi belirleyerek elde ettikleri veriler doğrultusunda orman varlığının su üretim miktarını artırmakla beraber, en az su üretimi gerçekleşen strateji noktasında ise yine orman varlığının etkisiyle toprak kaybının minimize edildiği böylece su veriminin artırabileceğini ileri sürmüşlerdir.

Keleş vd. (2006)'e göre orman ekosistemindeki organik maddenin su varlığına iki şekilde etkisi vardır. Bunlardan ilki topraklardaki gözenekli yapı sayesinde daha fazla suyun toprak içerisine hapsedilerek depolanmasıdır. Diğeri ise orman topraklarında bulunan radyoaktif atıklar ve kimyasal maddelerin ormanlık alanlardaki su sıcaklığının düşük olmasından dolayı kirleticilerin daha az ayrışmasından ve böylece mikrobiyolojik aktivitenin yavaş olmasıdır. Yani orman ekosisteminde üretilen su; mineral ve organik madde bakımından zengin, berrak, biyolojik olarak temiz, kokusuz ve içilebilir sıcaklıktadır.

Calder vd. (2007)'e göre geçmişte, su ve orman politikaları su üretimi odaklıydı. Genellikle varsayımlar ekolojik ve hidrolojik durumu ele alıyordu. Bu varsayımı takiben, su havzalarının üst alanındaki orman varlığının korunması ve genişlemesiyle havzanın alt kısımlarındaki taşkınların önlenebileceğine, endüstride, tarımda ve de evsel kullanımda kullanılabilir su miktarını artırılabilceğine inanılıyordu. 1980 ve 1990 yıllar arasında yapılan araştırmalar ise üst havzadaki kaliteli suyun temininin yanı sıra havzanın alt kısımlarındaki su üretimini artırma konusunda başta kurak ve yarı kurak ekosistemler olmak üzere ormanların en iyi toprak örtüsü olmadığını göstermektedir.

Fidan vd. (2008)'e göre orman varlığının rüzgâr yönü ve hızını önemli derecede değiştirmesiyle rüzgârın kurutma etkisini, bununla birlikte topraktaki suyun tüketimini azalttığını dile getirmektedir. Yine ormanların sahip olduğu tepe çatısı genişliğiyle paralel olarak yağmur damlalarının topraktaki dövücü etkisini azalttığını, orman yüzeyi üzerindeki ölü ve diri örtü sayesinde yağışın infiltrasyonla toprağa rahatlıkla geçiş yaptığını dile getirmişlerdir.

Gülcü vd. (2008), ormanlık alanlarda yapılan bakım çalışmalarında kesilen ağaçların evapotranspirasyonu ve intersepsiyonu azaltarak toprağı daha nemli hale getirdiğini belirtmiştir. Kesimden sonra geriye kalan köklerin kısa bir süre daha toprağı tutacağını, kök dayanıklılığının zamanla kaybolması ve toprak nemliliğinin artmasının toprak hareketlerine yol açacağını belirtmiştir. Ayrıca kayan toprağın ulaştığı akarsudaki askıda katı madde miktarını önemli düzeyde artıracığını ve kesimden sonra kalan artıkların akarsulara ulaşması ile sudaki biyolojik aktivitenin olumsuz etkileneceği bildirilmiştir.

Mızraklı vd. (2008) toprak yüzeyindeki süngerimsi yapıya sahip ölü örtü tabakası sayesinde toprak yapısının korunacağı ve bu yapının su tutma kapasitesi nedeniyle yüzeysel akışın azalarak infiltrasyonla yüzey altı su miktarının çoğalacağını, böylece su miktar ve kalitesinin önemli düzeyde artacağını ileri sürmüşlerdir.

Tuncer vd. (2010)'e göre sadece su üretimi baz alındığında en önemli kriter intersepsiyonun ve transpirasyon düzeylerinin azaltılmasıdır. Bu da ormanların kurulum aşamasında intersepsiyonu düşük ağaç türlerinin tercih edilmesiyle gerçekleştirilebilir. Ayrıca su üretiminin maksimum düzeye getirilebilmesi için meşcere kapalılığı kırılmalı, maktalı ve aynı yaşlı ağaçlandırma çalışmaları yapılmalıdır.

Yılmaz (2010), Çankırı il sınırlarında yer alan Gökdere Havzasında arazi kullanım durumuna bağlı olarak ormanlık alan, mera ve tarım arazisinde yaptığı ölçümlerde organik madde miktarı, drenaj yoğunluğu, hidrolik iletkenlik gibi havza karakteristiklerinde bariz farklar tespit etmiştir. Ayrıca arazi kullanımına bağlı olarak yapılan infiltrasyon hızının birçok araştırmanın aksine tarım topraklarında maksimum

boyuta ulaştığını, orman vejetasyonundaki bu değişikliğin üst toprak katmanındaki organik madde özelliklerine bağlı olduğunu ifade etmektedir.

Korkanç (2017), sulak alanların sistemden azot ve fosforun uzaklaştırılması, sediment depolama ve inorganik besin elementlerin organik forma dönüştürülmesi gibi biyokimyasal özelliklere sahip olduğu, bununda su kalitesi ve havza hidrolojisi üzerinde önemli rol oynadığını ileri sürmektedir.

Puno ve ark. (2019) yılında Filipinler'deki Muleta Havzasında Toprak Su Değerlendirme Modeli (SWAT) kullanarak yaptıkları çalışmada orman örtüsündeki artışın buharlaşmada artışa sebep olup yüzeysel akışı azalttığını bulmuşlardır. Buna bağlı olarak havzada sel taşkın ve toprak erozyonu riskinin azaldığını bulmuşlardır.

Jachniak ve ark. (2019), havzasının %90'ı ormanlarla kaplı Polonya'daki bir baraj gölünde 2015 yılında yaptıkları izleme çalışmaları sonucunda baraj gölünün oligotrofik karakterde olduğunu tespit etmişlerdir.

Soares ve ark. (2019) Portekiz'deki küçük baraj göllerinde yaptıkları çalışmada orman örtüsündeki artışa bağlı olarak barajlarda su kalitesinin arttığını rapor etmişlerdir.

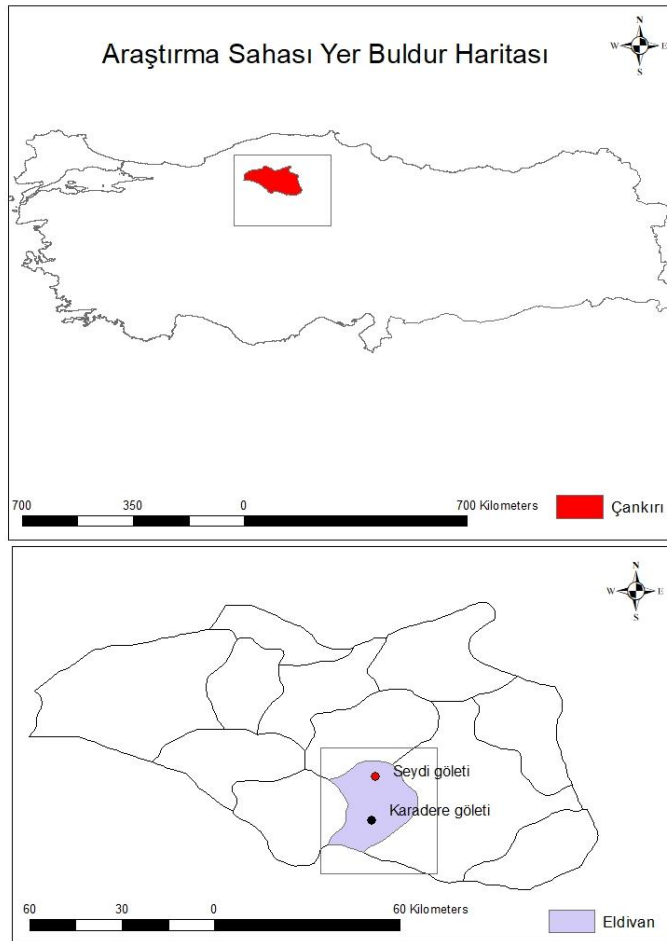
Zhu ve ark. (2019) Çin'deki Hun nehri üzerinde ağaçlandırma çalışmaları sonucu oluşan ormanların nehir su kalitesi üzerindeki etkilerini araştırmışlar ve su kalitesini korumada ormanların etkili olduğunu göstermişlerdir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Araştırma Alanlarının Genel Tanıtımı

3.1.1. Coğrafi konum

Araştırma alanı gölet havzaları Karadere Göleti Havzası ve Seydi Göleti Havzası, İç Anadolu Bölgesi, Çankırı ili Eldivan ilçesinde bulunmaktadır. Karadere Göleti ve Seydi Göleti, Eldivan Havzasının alt havzalarında yer almaktadır. Eldivan ilçesi coğrafi konum itibariyle; kuzeyinde Korgun ilçesi, güneyde Ankara'nın Kalecik ilçesi, doğusunda Çankırı, batısında Şabanözü ilçesi arasında yer almaktadır (Şekil 3.1).



Şekil 3.1: Araştırma alanı yer bulduru haritası

Karadere Göleti Su Toplama Havzası, İç Anadolu bölgesinin Eldivan ilçesi sınırları içerisinde yer almaktadır. Eldivan ilçesine 4,3 km uzaklıkta olup, konum itibarıyla, 40°28'09" - 40°30'37" kuzey enlemleri ve 33°26'46" - 33°29'57" doğu boylamları arasındadır. Havzanın toplam alanı 1741 ha'dır. Göletin alanı 3,7 hektar ve hacmi 400000 m³ olup, yaklaşık 144 hektarlık bir alanın sulamasında kullanılmaktadır (DSİ Genel Müdürlüğü 5. Bölge Müdürlüğü 52. Şube Müdürlüğü,2018). Gölet ayrıca mesire yeri olarak da kullanılmaktadır. Havzanın en yüksek tepesi, doğu ucunda bulunan Büyük Kuru Sırtı (1805 m)' dir. Havza alanının batısında Kuşkonmaz Tepesi (1350 m), güneyinde Karahasan Sırtı (1400 m), kuzeyinde Topçu Tepe (1164 m) bulunmaktadır.

Seydi Göleti Su Toplama Havzası, İç Anadolu bölgesinin Eldivan ilçesinde yer almaktadır. İlçeye olan mesafesi 7 km, Seydi Köyü'ne olan uzaklığı ise 857 m.'dir. Havza konum itibarıyla 40°33'25"- 40°34'30" kuzey enlemleri ile 33°22'43" - 33°29'12" doğu boylamları arasındadır. Toplam havza alanı 1205 ha'dır. Göletin alanı 8,1 hektar ve hacmi 688000 m³'tür ve yaklaşık 94 hektarlık bir alanın sulamasında kullanılmaktadır (DSİ Genel Müdürlüğü 5. Bölge Müdürlüğü 52. Şube Müdürlüğü,2018). Havzanın en yüksek tepesi batı ucunda Belçikülube Tepeleri (1635 m)'dir. Havzanın doğusunda ise havzanın en alçak tepesi olan Cizyurdu Tepesi (940 m) bulunmaktadır. Alanın kuzeyinde Doğukaya Sırtı (1192 m), Güneyinde ise Yaylayurdu Sırtı yer almaktadır. Her iki gölet de sulama amaçlı kullanılmakta olup göletlerden çekilen su için herhangi bir ölçüm tesisi bulunmamaktadır.

Karadere ve Seydi göletinin arazi çalışmaları süresince farklı zamanlarda çekilen fotoğrafları Şekil 3.2 ve Şekil 3.3'te gösterilmiştir.



Şekil 3.2: Karadere Gölü genel görünüm



Şekil 3.3: Seydi Gölü genel görünüm

3.1.2 İklim özellikleri

Araştırma alanına ait alan Batı Karadeniz iklimi ve İç Anadolu yarı kurak karasal bozkır iklimi arasındaki geçiş bölgesinde yer almaktadır. Yarı kurak iklim özelliklerinin hakim olduğu alanda iklim tipi mevsim genelinde yağışların az olduğu, yarı nemli ve kışın sert soğukların hakim olduğu bir özellik sergilemektedir (Çakır 2014) Araştırma havzalarındaki etkin iklim; bakı, rüzgârların esme yönü, alana hâkim olan bitki örtüsü yapısı, arazi şekilleri ve eğim gibi faktörlere göre değişiklik göstermekle beraber araştırma havzalarının iklim özellikleri birbirine yakındır. Araştırma alanına en yakın istasyon olan Eldivan meteoroloji istasyonu verilerine göre uzun yıllar aylık ortalama bazı meteorolojik değerler Çizelge 3.1’de gösterilmiştir. Eldivan meteoroloji istasyonu verilerine göre 2018 yılı içinde aylık ortalama sıcaklıklar 1,6 ile 22,8 °C arasında değişmiştir. Yıllık ortalama sıcaklık 12,3 °C ile uzun yıllar ortalamasının üzerinde gerçekleşmiştir. En yüksek sıcaklık 22,8 °C ile Ağustos ayında ve en düşük 1,6 °C ile Ocak ayında gerçekleşmiştir. Göletler 2018 yılının Ocak, Kasım ve Aralık aylarında buz tutmuştur. Aylık ortalama yağış ise 8,4 mm ile 128,6 mm arasında değişmiştir. En düşük yağış 8,4 mm ile Nisan ayında ve en yüksek 128,6 mm ile Mayıs ayında gerçekleşmiştir.

Çizelge 3.1: Eldivan meteoroloji istasyonuna ait bazı önemli meteorolojik değerler (Veriler Görgülü, 2017'den alınarak düzenlenmiştir) Yükselti: 930 m, Enlem: 40° 32' 00" N, Boylam: 33° 30' 00" E, Rasat Süresi: 1990-2016. Minimum ve Maksimum Değerler koyu olarak belirtilmiştir.

Meteorolojik Elementler	Birimler	Rasat Süresi (Yıl)	Aylar												Yıllık
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Ortalama Sıcaklık	°C	16	-0.5	1.2	-3.8	10.0	13.8	18.2	21.2	22.4	17.1	11.0	5.2	0.8	10.4
Ort. Yüksek Sıcaklık	°C	13	3.1	5.1	10.5	16.0	20.5	25.8	29.4	29.1	24.9	18.8	10.9	5.5	16.6
Ort. Düşük Sıcaklık	°C	13	-4.6	-4.0	-1.3	3.9	7.8	11.9	14.1	13.7	10.1	6.4	1.3	-2.0	4.8
Ort. Yağış	Mm	21	52.3	31.9	44.3	63.9	53.6	43.1	25.2	30.4	25.5	32.6	46.2	51.9	500.9
Ort. Buharlaşma	Mm	20	-	-	-	58.8	118.9	156.2	208.7	201.6	135.7	68.0	12.1	-	80
Ort. Kar Yağışlı Gün Sayısı	-	23	5.2	3.8	2.9	0.7	-	-	-	-	-	-	0.4	2.4	15.4
Ort. Karla Örtülü Gün Sayısı	-	23	13.7	9.7	5.5	2.2	-	-	-	-	-	-	0.3	3.8	35.2

3.2. Yöntem

Çalışma yöntemleri; arazi çalışmaları için yapılan ön hazırlık ve son aşamadaki istatistiki değerlendirmelerin yer aldığı büro çalışmalarını, su örneklerinin araştırmaya konu su toplama havzalarından alındığı arazi çalışmalarını ve su örneklerinin analizlerinin yapıldığı laboratuvar çalışmalarını kapsamaktadır.

3.2.1 Büro ve arazi çalışmaları

Arazi çalışmalarına başlamadan önce araştırma alanı olarak belirlenecek olan su toplama havzalarının tespiti için haritalar sağlanmıştır. Orman kaynaklarının varlığı, zengin floraya sahip olması ve farklı arazi kullanım yapılarının aynı havza içerisinde bulunması gibi etkenler dikkate alınarak araştırma havzalarının Karadere Göleti ve Seydi Göleti su toplama havzaları olmasına karar verilmiştir.

Çankırı ili Eldivan ilçesinde bulunan Karadere ve Seydi Göletlerinde aylık olarak Şubat 2018 ile Ekim 2018 tarihleri arasında örneklemeler derinlikölçer yardımı ile belirlenen örnekleme noktalarında (göletlerin en derin kısmında) gerçekleştirilmiştir. Ön arazi çalışmalarında batimetrik ölçümler yapılmış ve göletlerin en derin yerleri belirlenmiştir. Kasım 2018'den itibaren göletlerin buz tutması nedeni ile örneklemeye devam edilememiştir.

Göletlerin derinliği derinlikölçer (Speedtech marka- SM-5 model) ile ölçülmüştür. Belirlenen örnekleme noktalarında su örnekleri Ruttner tipi su örnekleyici ile alınmıştır. Örnekleme noktalarında yüzeyin altından Çoklu Parametre Ölçüm cihazı (Hanna Marka, model HI98194-00042101-10) kullanılarak % oksijen doygunluğu, çözünmüş oksijen yoğunluğu, sıcaklık, pH, iletkenlik, tuzluluk ölçümleri yarım metre ara ile yüzeyden dibe yapılmıştır. Pelajikte göletin belirlenen en derin noktasında bot sabitlenerek maksimum ve Secchi disk derinliği ölçülmüştür. Aynı noktadan su örnekleyicisi ile her metrede 2 lt olmak üzere su örneği alınıp, kompozit su örneği oluşturulmuştur. Kompozit su örneğinden, su örneği alınarak TP, SRP, NO3-N, NH4-N

ve TN analizleri için 500 ml'lik polietilen şişeye konulmuş, analizler yapılmaya kadar derin dondurucuda $-39\text{ }^{\circ}\text{C}$ ' de muhafaza edilmiştir.

Kompozit su örneğinden 1 lt. su 20 mikrometrelik filtreden geçirilerek Klorofil-a analizi için ve 1 litre su da süzülmeden Askıda Katı madde analizi için alınmıştır.

Arazi çalışmalarından farklı zamanlarda çekilen fotoğraflar Şekil 3.4' te gösterilmiştir.



Şekil 3.4: Arazi çalışmalarından fotoğraflar

3.2.2 Laboratuvar çalışmaları ve analizler

3.2.2.1 Su kimyası analizleri

Tüm analizler Çankırı Karatekin Üniversitesi Balıca Kampüsündeki Hidroekoloji Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir.

3.2.2.1.1 Toplam azot

Bu analiz Dr. 5000 Hach Lange Spektrofotometrede, LCK 138 küvet test kitleri kullanılarak Koroleff Sindirimi (Peroksodisülfat) ve 2,6 Dimetilfenol ile Fotometrik Saptama metoduna göre yapılmıştır (Clesceri and Greenberg 1998). Kitlerin ölçüm aralığı 0-16 mg/L arasındadır. Örneklerin analize hazırlanması için termoreaktör (Hach marka, LT200 1 bloklu kuru termostat) kullanılmıştır. Bu aşamada örnekler 100 °C'de ilgili etken maddeler eklenerek 1 saat süresince termoreaktörde bekletilmiştir. Bu çözelti LCK 138 küvetinde 15 dakika bekletildikten sonra spektrofotometrede ölçümü yapılmıştır.

3.2.2.1.2 Amonyum

Bu analiz Dr. 5000 Hach Lange Spektrofotometrede, amonyum toz reaktif seti kullanılarak yapılmıştır (Clesceri and Greenberg 1998). Kitlerin ölçüm aralığı 0,01-0,50 mg/L arasındadır.

3.2.2.1.3 Nitrat

Bu analiz Hach Lange DR 5000 Spektrofotometresi ve toz reaktif test kitleri kullanılarak kadminyum indirgemesi yolu ile yapılmıştır (Clesceri and Greenberg 1998). Kitlerin ölçüm aralığı 0,01-0,5 mg/L arasındadır.

3.2.2.1.4 Nitrit

Bu analiz Hach Lange DR 5000 Spektrofotometresi ve toz reaktif test kitleri kullanılarak yapılmıştır (Clesceri and Greenberg 1998). Kitlerin ölçüm aralığı 0,001-0,300 mg/L arasındadır.

3.2.2.1.5 Toplam fosfor ve çözülmüş reaktif fosfor analizleri

Bu analizler, Hach Lange DR 5000 Spektrofotometre kullanılarak asit-persülfat sindirimi ve molibdat metodu ile Mackereth et al. (1978)'e göre yapılmıştır. Kalibrasyon serisi ölçüm aralığı 0-400 µg/L'dir.

3.2.2.1.6 Askıda katı madde tayini

Göletlerden alınan su numuneleri daraları alınmış filtrelerden (Whatman GF/C 47 mm) belirli hacimde vakumlu pompa yardımı ile süzülüp (her bir örnek için 500 ml), filtreler 105°C'de 12 saat boyunca etüvde kurutulmaya bırakılmıştır. Daha sonra bu filtreler hassas terazide tartılmıştır. Askıda katı madde miktarı aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$AKM \text{ (mg/L)} = (1000 \times (A - B)) / V$$

A: Filtre kâğıdı +kuru kalıntı(mg)

B: Filtre kâğıdının tartımı (mg)

V: Süzülen su miktarı (ml)

3.2.2.1.7 Klorofil-a analizi

Bu analiz etanol çözdürme yöntemine (Jespersen and Christoffersen 1987) göre yapılmıştır. Göletlerden alınan su numuneleri belirli bir hacimde (100-500 ml arası) vakumlu pompa yardımı ile filtrelerden (Whatman GF/C 47 mm) süzülüp, plastik deney tüplerinin içine yerleştirilmiştir. Daha sonra üzerlerine 10 ml saf etil alkol eklenerek en az 3 saat boyunca karanlıkta bekletilmiştir. 10 dk boyunca içinde filtre olan deney tüpleri 4000 rpm' de santrifüj edilerek pigment ekstraktı elde edilir. 1 cm.'lik kuartz küvetlerde ekstraktın 750 ve 663 nanometredeki absorban değerleri spektrofotometrede ölçülerek aşağıdaki formüle göre klorofil-a değerleri hesaplanmıştır.

Klorofil-a ($\mu\text{g/L}$) = 11. (A663-A750). $V/V_f.d$

11: Klorofil-a'nın spesifik absorbans değeri

A663: Ekstraktın 663 nanometredeki dalga boyu

A750: Ekstraktın 750 nanometredeki dalga boyu

V: Kullanılan etanol miktarı (10 ml)

V_f : Süzülen su miktarı (litre cinsinden)

D: Kuvartz küvetin uzunluğu (1 cm)

3.2.2.1.8 Trofik durum indeksi (TDI)

Göletlerin trofik seviyeleri Carlson (1977 ve 1983) Trofik Durum İndeksi kullanılarak hesaplanmıştır. TDI değerleri TP, Klorofil-a ve Secchi derinliği için aşağıdaki formüller kullanılarak ayrı ayrı hesaplanıp en sonunda bu değerlerin ortalaması alınarak TDI değeri hesaplanmıştır.

$$TDI (\text{Klorofil-a}) = 9.81 * \ln (\text{Klorofil-a}) + 30.6$$

$$TDI (\text{Secchi derinliği}) = 60 - 14.41 * \ln (\text{Secchi derinliği})$$

$$TDI (TP) = 14.42 * \ln (TP) + 4.15$$

Çizelge 3.2: TDI trofik seviye değer tablosu

TDI	Klorofil-a	TP	Secchi Derinliği	Trofik Seviye
<30-40	0-2,6	0-12	>8-4	Oligotrofik
40-50	2,6-20	12-24	4-2	Mezotrofik
50-70	20-56	24-96	2-0,5	Ötrofik
70-100+	56-155+	96-384+	0,5-<0,25	Hiperötrofik

3.2.2.2 İstatiksel analizler

Besin tuzları ve fizikokimyasal parametreler açısından göletler arasında fark olup olmadığı, parametrik olmayan Mann Whitney U analizi SPSS 22 istatistik programı kullanılarak ile test edilmiştir. Çünkü her bir göletteki her bir parametre için veri sayısı 9 ile sınırlı olduğundan ve parametrik analizler için gerekli olan 30 sayısı sağlanamadığından bu analiz gerçekleştirilmiştir. Ayrıca parametreler arasındaki ilişkiler için korelasyon ve regresyon analizleri Minitab 18 yazılımı ile gerçekleştirilmiştir. Tüm analizler gerçekleştirilmiştir.



4. BULGULAR

4.1. Havza Karakteristikleri

Karadere ve Seydi Göletleri Su Toplama Havzalarına ait havza karakteristiklerini; Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) kullanılarak elde edilen topoğrafik karakteristikler (havza alanı büyüklüğü, relief ve eğim karakteristikleri) ve akarsu ve drenaj ağı karakteristiği (dere frekansı ve drenaj yoğunluğu gibi nitelikler) oluşturmaktadır. Bu karakteristiklerin havzanın topoğrafik ve drenaj sistemi yönünden incelenerek değerlendirilmesi, kirlilik kaynaklarının doğru tespit edilebilmesi ve havzadaki su kaynaklarının sürdürülebilir olarak kullanılmasına yardımcı olur.

4.1.1. Topoğrafik karakteristikler

4.1.1.1. Havza alanı (Büyüklüğü)

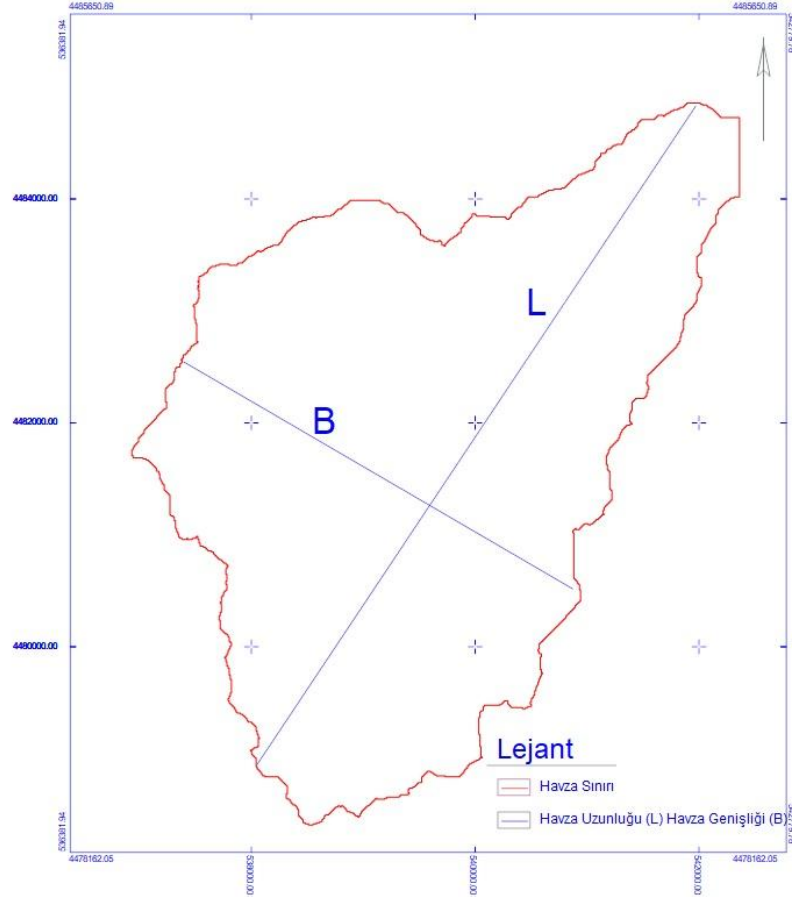
Havza sınırı havza alanının bütünündeki drenaj ağlarını besleyen kanallara ait alt havzalarla belirlenebildiği gibi havza sınırındaki herhangi bir noktaya göre de belirlenebilir (Akkaya vd. 2004). Sediment iletim katsayılarına bakıldığında, büyük bir kısmının havza alanına ait fonksiyonlar olduğu bilinmektedir. Yapılan araştırmalar su kaynaklarına ulaşan sediment miktarlarının havza alanı arttıkça artacağını göstermektedir (Demirkıran vd. 2018).

Karadere Göleti Havzasının alanı 17,413 km² olarak, Seydi Göleti Havzası ise 12,052 km² olarak ölçülmüştür. “VidMann (1966) sınıflama sistemine göre 10–100 km² arası havzalar Büyük Havzalar sınıfına girmektedir. (Özhan 2004). Bu değerlendirmeye göre hem Karadere Göleti Havzası hem de Seydi Göleti Havzası “Büyük Havzalar (10–100 km²)” sınıfına girmektedir.

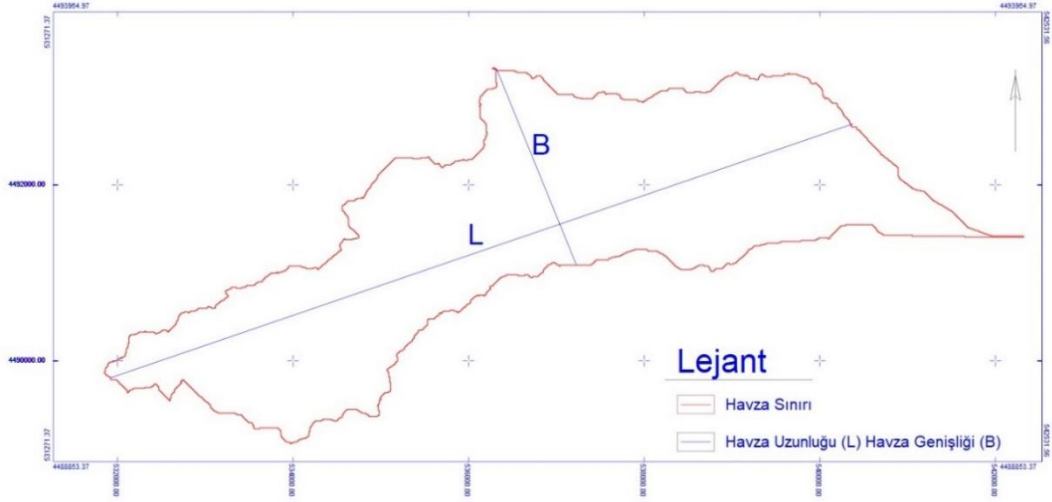
4.1.1.2. Havza şekli

Havzanın uzunlamasına veya dairesel bir biçime sahip olması gibi havza şekli farklılıkları akarsularda akım grafiklerinde farklılaşmaya neden olmaktadır. Havza ile ilgili verilerin yetersiz olduğu durumlarda havza şekli akarsuların akımları ile ilgili tahminler yürütülmesine olanak sağlar (Bağdatlı ve Öztürk 2014). Şekil üzerinde, bir havzanın genişliği (B) ve uzunluğu (L) ve ile gösterilir (Şekil 4.1 ve 4.2).

Karadere Göleti havzasının genişliği (B) 4.160 km, uzunluğu ise (L) 6.155 km olarak belirlenmiştir. Seydi Göleti Havzanın ise genişliği (B) 1.815 km, uzunluğu ise (L) 7.623 km'dir. Seydi Göleti Havzası Karadere Havzasına nispeten daha uzun ve dar bir havza karakterine sahiptir.



Şekil 4.1: Karadere Göleti havzası şekli



Şekil 4.2: Seydi Göleti havzası şekli

4.1.1.3. Form faktörü

Havza genişliğinin havza uzunluğuna oranı bizlere Form Faktörü adı verilen havza karakteristiğini verir (Özhan, 2004).

$$F = \frac{B}{L}$$

Formülde,

F : Form faktörü

B : Havza genişliği (km)

L : Havza uzunluğu (km)

Form faktörü genellikle 1'den küçük çıkar. Havzanın genişliği ve uzunluğu eşit olduğu durumlarda form faktörü 1'e eşittir. Bununla birlikte havza ortalama uzunluğunun ortalama genişlikten küçük olduğu durumlarda form faktörü 1'den büyük, havza ortalama uzunluğunun ortalama genişlikten büyük olduğu durumlarda ise form faktörü

1'den küçüktür. Form faktörü küçüldükçe havza şekli daha dar ve uzun kabul edilir. Bu durumda havza alanlarını eşit kabul ettiğimizde, daha küçük form faktörüne sahip havzalarda meydana gelen şiddetli yağışlarda yağışın havza uzunluk ekseninin bütününde etkin olması ihtimali, daha büyük form faktörüne sahip olan havzalara nazaran daha azdır (Aydın 2009).

Karadere Göleti Havzasının form faktörü 0,68 ve Seydi Göleti Havzasının form faktörü ise 0,24 olarak hesaplanmıştır. Bu veriler ışığında Karadere Göleti su toplama havzasında Seydi Göleti su toplama havzasına nazaran şiddetli yağışların havza genelinde daha etkin olması beklenmektedir.

4.1.1.4. Şekil faktörü

Havza uzunluğunun karesinin havza alanına oranı ile hesaplanır. Şekil faktörü hesaplanan değeri 1'den büyüktür. Bütün havza karakteristiklerinin eşit kabul edildiğini varsayarsak küçük alana sahip havzalarda şekil faktörü büyüktür. Yine aynı koşulları ele aldığımızda havza uzunluğu azaldıkça şekil faktörü katsayısı düşmektedir (Ediş, 2011).

$$\text{Ş} = \frac{L^2}{A}$$

Formülde;

Ş : Şekil faktörü

A : Alan (km²)

L : Havza uzunluğu (km)'dur.

Karadere Göleti su toplama havzasının şekil faktörü 2,18 ve Seydi Göleti su toplama havzasının şekil faktörü ise 4,82 olarak hesaplanmıştır. Seydi Göleti havzası Karadere Göleti havzasına göre daha dar ve uzun bir şekle sahiptir.

4.1.1.5. Dairesellik oranı

Havzaların şeklini saptamada kullanılan dairesellik oranı, havzanın ortalama uzunluk ve ortalama genişlik değerleri birbirine yaklaştıkça havza daha dairesel bir görünüme sahip olur. Dairesellik oranı 1'e eşitse havza tam bir daire görünümündedir. Bu değer 1'den uzaklaştıkça havza şekli aynı oranda dairesel görünümünden uzaklaşarak daha düzensiz şekillere sahip olur (Öztürk vd. 2015).

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

Formülde;

R_c : Dairesellik oranı

A : Alan (km^2)

P : Havza çevresi (km) olarak ifade edilmektedir.

Uzun ve dar şekle sahip olan havzalarda su hızla drene olmakta ve daha az tutulmaktadır. Dairesel şekle sahip havzalarda ise su tutma kapasitesi ve suyun ana kolda birikimi daha fazla olmaktadır. Karadere Göleti su toplama havzasının dairesellik oranı 0,402 ve Seydi Göleti su toplama havzasının dairesellik oranı 0,213 olarak hesaplanmıştır. Hesaplanan bu değerlere göre Karadere Göleti su toplama havzası'nın su tutma kapasitesi Seydi Göleti su toplama havzasına göre daha iyidir.

4.1.1.6. Uzama oranı

Havzanın uzama oranı havza alanına eşit alana sahip olduğu kabul edilen bir dairenin çapının havzanın uzunluğuna oranlanması ile bulunur.

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

Formülde;

E : Uzama oranı

A : Havza alanı (km²)

L : Havza uzunluğu (km) olarak ifade edilmektedir.

Bu oran havzanın dar veya geniş olduğunu gösteren bir parametredir (Aydın 2009). Uzama oranı bire eşit veya birden küçük olup dağlık havzalarda küçük değerler alırlar (Özhan 2004).

Karadere Göleti Havzasının uzama oranı 0,764 Seydi Göleti Havzasının uzama oranı ise 0,514 olarak hesaplanmıştır. Seydi Göleti Havzası dar, Karadere Göleti geniş bir havzadır ve her iki havzada dağlık havza sınıfına girmektedir.

4.1.1.7. Ortalama eğim

Havzanın ortalama eğimi yüzeysel akışın oluşmasında ve dolayısıyla dere akımına ait hidrografın şekli ve pik akım oluşmasında önemli bir etkidir. Eğimin yüksek olması havzanın drenaj yoğunluğunun ve dere frekansının yüksek olduğunu, ayrıca yağışın hızla yüzeysel akışa geçtiğini göstermektedir.

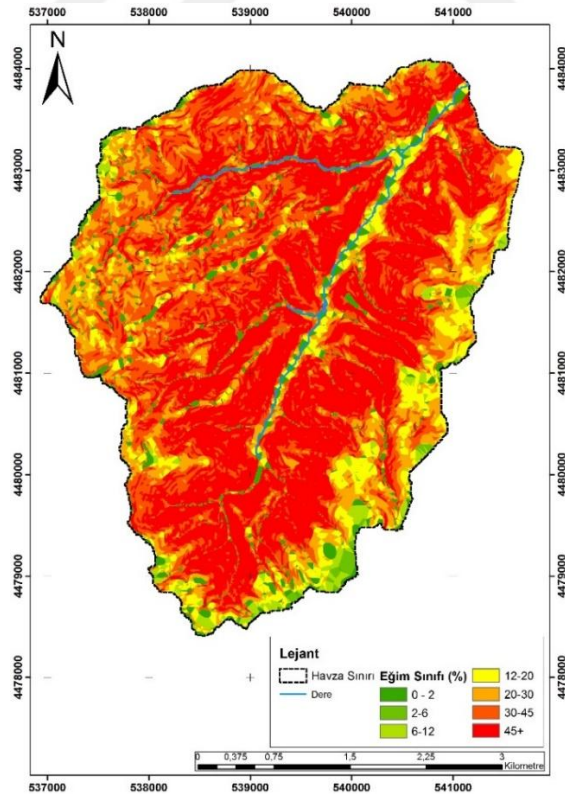
Havza eğimi, hesaplanan eş yükselti eğrilerinin eğimlerinin aritmetik ortalaması alınarak bulunur. Havza eğimi özellikle heyelan ve taşkın gibi doğal olayların oluşmasında oldukça önemlidir. Diğer havza karakteristiklerinin eşit var sayılması şartıyla; eğimi fazla olan havzalarda yağış sonrasında ortaya çıkan yağış sularının direk yüzeysel akışa geçme ihtimali eğimi az olan havzalara nispeten daha yüksekken, yağış sularının toprağa sızma oranları daha düşüktür (Bağdatlı ve Öztürk 2014).

Karadere Göleti havzası ortalama eğimi %40 olup çok eğimli sınıfına girmektedir. Havzanın en yüksek eğimli bölgesi havza alanının %91,51'ini oluşturmaktadır. Havzanın yaklaşık %11'ini orta eğimli ve çok eğimli alanlar oluşturmaktadır. Karadere Göleti havzasında pek sarp arazi, alanın %0.01'lik kısmını kaplamaktadır (Şekil 4.3).

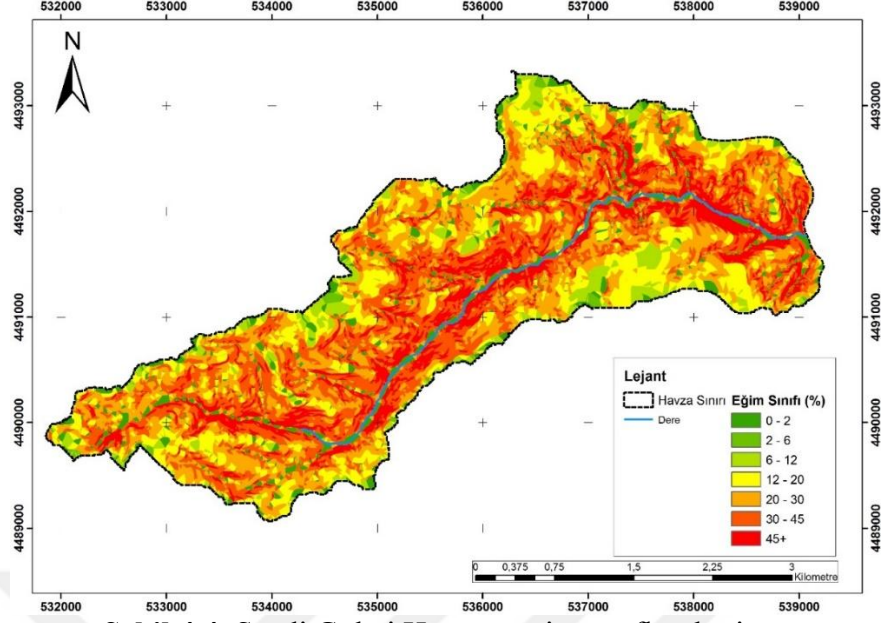
Seydi Göleti havzasının ortalama eğimi %27 olup, çok eğimli sınıfına girmektedir. Havzanın en yüksek eğimli bölgesinin ortalama eğimi %86.09'dur (Şekil 4.4) Havzanın yaklaşık %24'ünü orta eğimli ve çok eğimli alanlar oluşturmaktadır. Seydi Göleti havzasında pek sarp arazi, alanın %13,66'lık kısmını kaplamaktadır (Çizelge 4.1).

Her iki havzada eğimin fazla olması yağışların direk yüzeysel akışa geçmesi ve toprağa sızan su miktarının az olması ihtimalini güçlendirmektedir. Ayrıca araştırma konusu gölet havzalarındaki eğimin fazla olması havzadaki arazi şekilleri değerlendirildiğinde orman ve mera varlığına uygun ancak tarım arazisi varlığına uygun olmayan bir yapı teşkil eder. Buna rağmen tarım arazisine uygun olmayan alanlarda tarım yapılması durumunda ise havzada bulunan su kaynaklarının tarımsal kirliliğe daha açık hale gelmesi beklenmektedir.

Karadere Göleti ve Seydi Göleti havzalarına ait eğim sınıfları haritalarında gösterilen eğim grupları Çepel (1995)'e göre sınıflandırılmıştır.



Şekil 4.3: Karadere Göleti Havzası eğim sınıfları haritası



Şekil 4.4: Seydi Göleti Havzası eğim sınıfları haritası

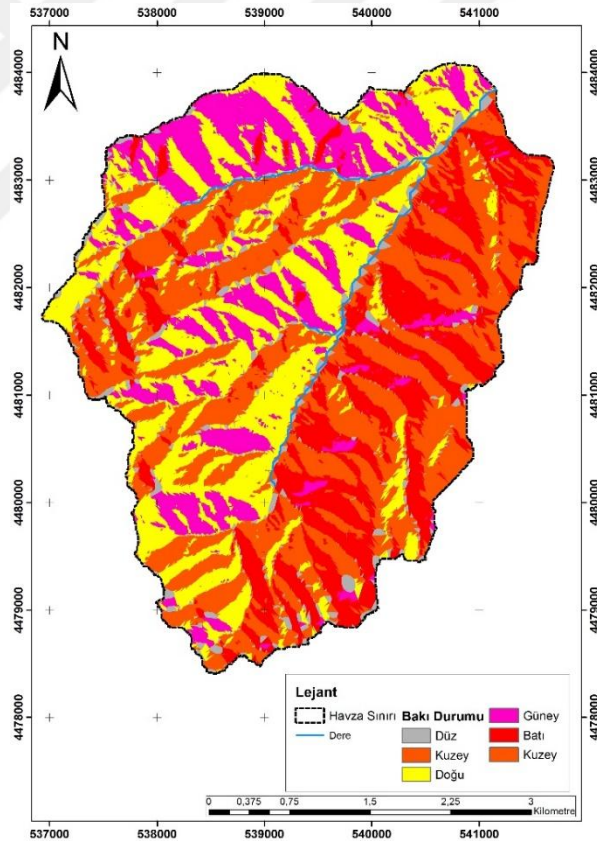
Çizelge 4.1: Karadere Göleti ve Seydi Göleti havzası eğim sınıflarının alansal dağılımı (ha, %)

Eğim sınıfları (%)	Karadere Göleti Havzası		Seydi Göleti Havzası	
	Alan (ha)	Alan (%)	Alan (ha)	Alan (%)
Düz (0-2)	8859.71	5,094	822302	6,837
Az eğimli (2-5)	1488.29	0,855	133597	1,110
Orta eğimli (5-10)	4405.55	2,533	704226	5,855
Çok eğimli (10-20)	15255.15	8,771	2181116	18,135
Dik (20-30)	27351.79	15,727	3270487	27,193
Sarp (30-45)	45406.62	26,108	3271749	27,203
Pek sarp (45+)	71145.08	40,908	1643464	13,664
Toplam	173912.19	100	120269.41	100

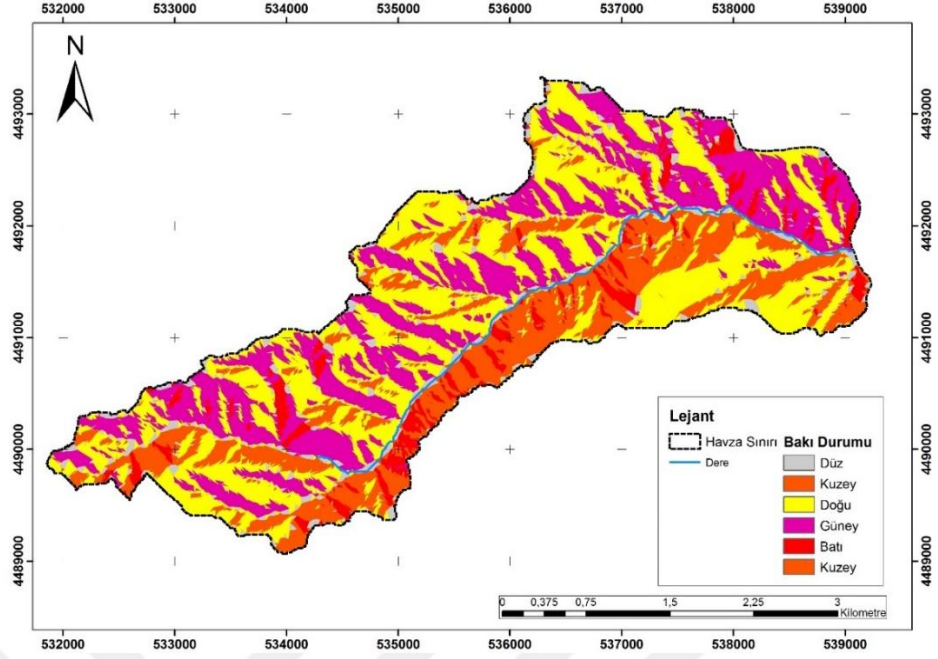
4.1.1.8. Havzanın bakı durumu

Havzanın bakı durumu havzanın erozyon duyarlılığı hakkında bilgi veren önemli bir parametredir. Havza bakı durumu Coğrafi Bilgi Sisteminde topoğrafik haritalar kullanılarak sayısal verilerin elde edilmesiyle ve oluşturulan SYM (Sayısal Yükseklik Modeli) haritaları kullanılarak hesap edilir.

Her iki havzanın da bakı haritaları oluşturulurken kuzey, güney, doğu ve batı yönleri ile düz alanlar dikkate alınmıştır (Şekil 4.5, 4.6). Havza eğiminin yüksek olması ve arazi yapısının kırıklı olması nedeniyle ana yönler ve düz alanlar incelenmiştir.



Şekil 4.5: Karadere Göleti Havzası bakı grupları haritası



Şekil 4.6: Seydi Göleti Havzası bakı grupları haritası

Çizelge 4.2' de Karadere Göleti ve Seydi Göleti havzalarının bakı grupları, bu grupların alansal dağılımları ve alan içerisinde yüzde dağılımları gösterilmiştir. Her iki havzanın da eğimli ve kırıklı bir yapıda olması nedeniyle, alansal olarak en az alanı düz bölgeler oluşturmaktadır.

Karadere Göleti havzasının genel bakışı güneydir. Bunun yanında Seydi Göleti havzasının genel bakışı ise güneydoğudur. Bütün veriler eşit kabul edildiğinde havza topraklarının güney bakıda bulunması kuzey bakı grubunda yer alan havzalara nispeten havza topraklarının erozyona daha duyarlı olduğunu göstermektedir (Okatan vd. 2007). Her iki araştırma havzasında da erozyon riski yüksektir.

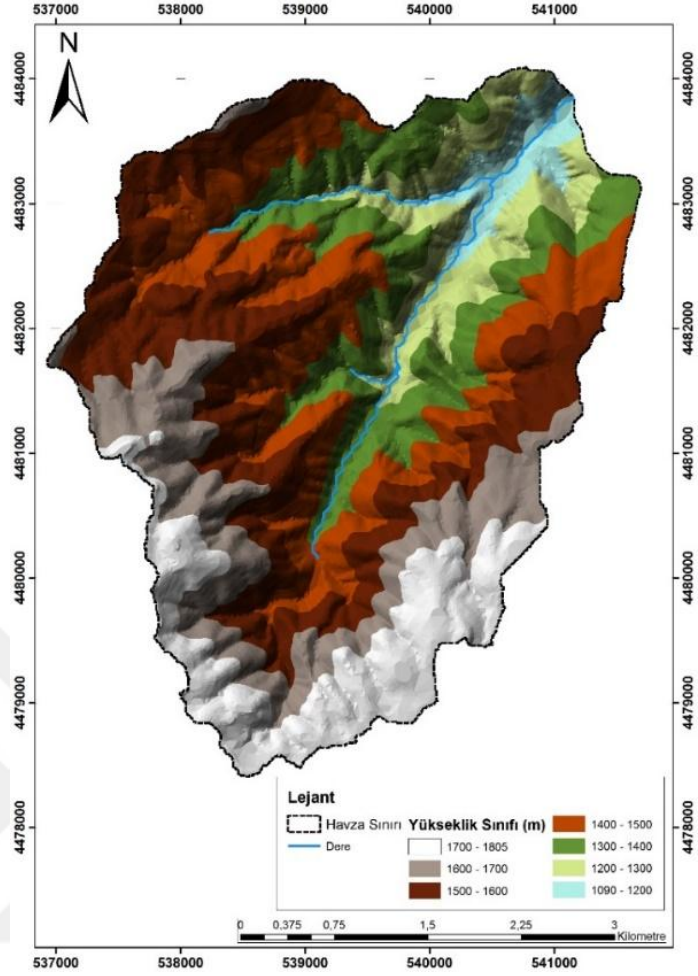
Çizelge 4.2: Karadere ve Seydi Göleti su toplama havzaları bakı grupları ve alansal dağılımları (ha, %)

Bakı Grupları	Karadere Göleti		Seydi Göleti Havzası	
	Havzası			
	Alan	Alan	Alan	Alan
	(ha)	(%)	(ha)	(%)
Düz alanlar	85,0	4,9	78,6	6,5
Kuzey	605,5	34,9	267,4	22,2
Doğu	436,1	25,0	451,0	37,5
Güney	276,8	15,9	328,4	27,3
Batı	335,8	19,3	77,2	6,4
Toplam	1739,2	100	1202,6	100

4.1.1.9. Ortalama yükseklik

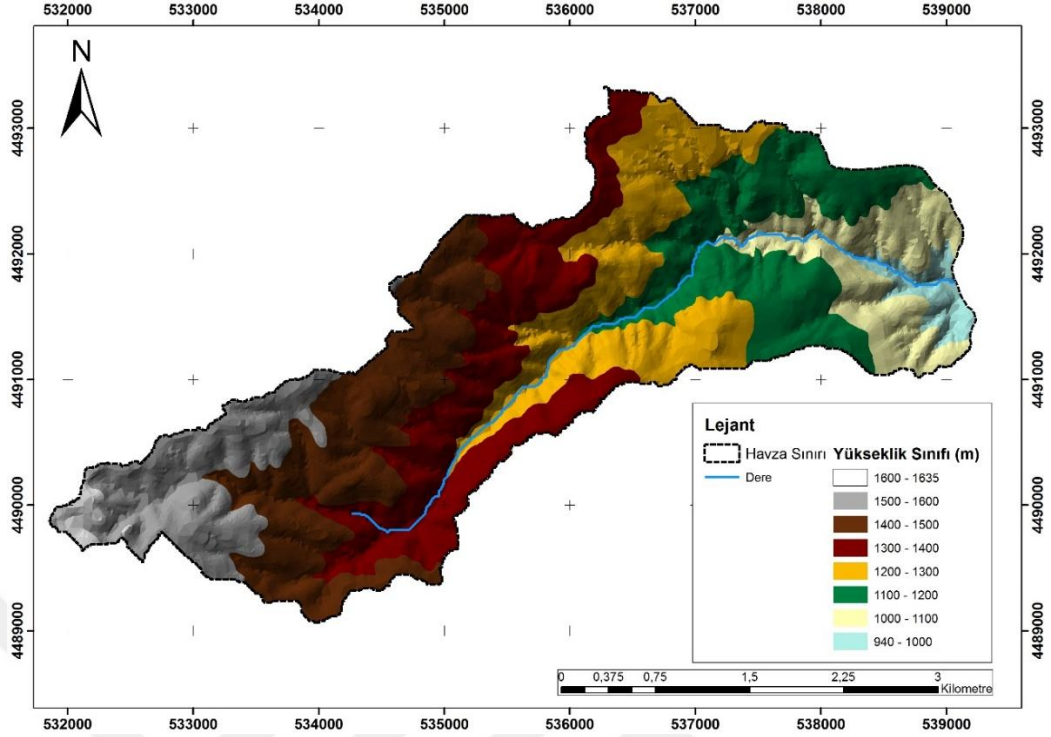
Ortalama yükseklik özellikle havza alanına düşen yağış türü, yağış miktarı ve aşındırma oranı üzerinde etkili olmaktadır.

Karadere Göleti havzasının en yüksek noktası 1805 m, en düşük noktası ise 1090 m yükseltiye sahiptir. Karadere Göleti havzasının ortalama yüksekliği 1499 m'dir. Havzanın ortalama yüksekliği Türkiye'nin ortalama yüksekliğinden (1130 m) yüksektir. (Şekil 4.7).



Şekil 4.7: Karadere Göleti Havzası'nın ortalama yüksekliği

Seydi Göleti havzasının en yüksek ve en alçak noktaları sırasıyla 1635 m ve 940 m, ortalama yüksekliği 1306 m'dir. Seydi Göleti havzasının da ortalama yüksekliği, Türkiye'nin ortalama yüksekliğinden büyüktür (Şekil 4.8).



Şekil 4.8: Seydi Göleti Havzası'nın ortalama yüksekliği

4.1.1.10. Maksimum havza reliefi

Havzanın en yüksek ve en alçak noktaları arasında yükseklik farkı maksimum havza reliefi olarak ifade edilir. Havza reliefi erozyonla ilgili faaliyetler, yüzeysel ve yeraltı su akımları, havzalardaki drenaj gelişimi, arazi yüzeylerinin gelişimi ve geçirgenlik açısından önemli rol oynamaktadır. Relief değeri arttıkça havza şeklinin daha sarp ve dik yamaçların bulunduğu, dere yataklarının eğiminin daha yüksek olduğu varsayılır. Buda demektir ki maksimum havza reliefi arttıkça artan eğim oranıyla birlikte akım toplanma zamanı azalmakta, buna bağlı olarak taşkın piki artmaktadır (Özdemir 2014).

Karadere Göleti havzasının en alçak noktası 1090 m, en yüksek noktası ise 1805 m'dir. Dolayısıyla Karadere Göleti havzasının maksimum havza reliefi (H) 715 m olarak bulunmuştur. Seydi Gölü havzasının maksimum havza reliefi ise 695 m'dir. Karadere Göleti havzasında derede akan suyun hızı, taşkın, erozyon ve sel taşkını olma riski Seydi Göleti Deresi havzasına göre daha fazladır.

4.1.1.11. Relief oranı

Relief oranı havzadaki en yüksek ve en alçak nokta arasındaki yükseklik farkının ana derenin yatay uzunluğuna oranıdır (Özdemir 2014).

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

Formülde;

R_h : Relief oranı

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

L : Ana derenin yatay uzunluğu (m)

Relief oranı, havzalardaki sediment kayıplarında, iklimik faktörlerde ve bitki örtüsünde rol oynayan bir havza karakteristiğidir (Özdemir 2014). Relief oranını sıfıra yaklaştıkça havza şekli daha düz bir yapıyı temsil ederken bu değer arttıkça havza şekli daha dik vadi veya kanyonları temsil eder.

Karadere Göleti havzasının relief oranı 0,1, Seydi Göleti Havzasının relief oranı ise 0,08 olarak hesaplanmıştır. Relief oranı değerinin Karadere Göleti havzasında yüksek çıkması genel eğim durumunun ve havzadaki drenaj yoğunluğunun Seydi Göleti havzasına göre yüksek olduğunu göstermektedir.

4.1.1.12. Oransal relief

Havzanın maksimum reliefinin havza çevresine oranıdır.

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

Formülde;

R_{ho} : Oransal relief

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

P : Havzanın çevresi (m)

Oransal relief sıfıra yaklaştıkça havzanın obruk benzeri bir çöküntü şeklinde olduğu daha dik yamaçlara sahip olduğu, oransal relief değeri arttıkça havzanın daha yayvan bir şekle sahip olduğu tahmin edilebilir.

Karadere Göleti havzasının oransal reliefi 0.030, Seydi Göleti Havzasının oransal reliefi ise 0.026 olarak hesaplanmıştır. Seydi Göleti havzası bulunduğu çevreye nispeten Karadere Göleti havzasına nazaran daha sert geçişli coğrafi şekillere sahiptir yorumu yapılabilir. Buda diğer havza karakteristikleri eşit kabul edildiğinde Seydi Göleti havzasında arazi şekillerine bağlı sediment birikimi ve kirlilik faktörlerinin Karadere Göleti havzasından daha fazla olabileceğini gösterir.

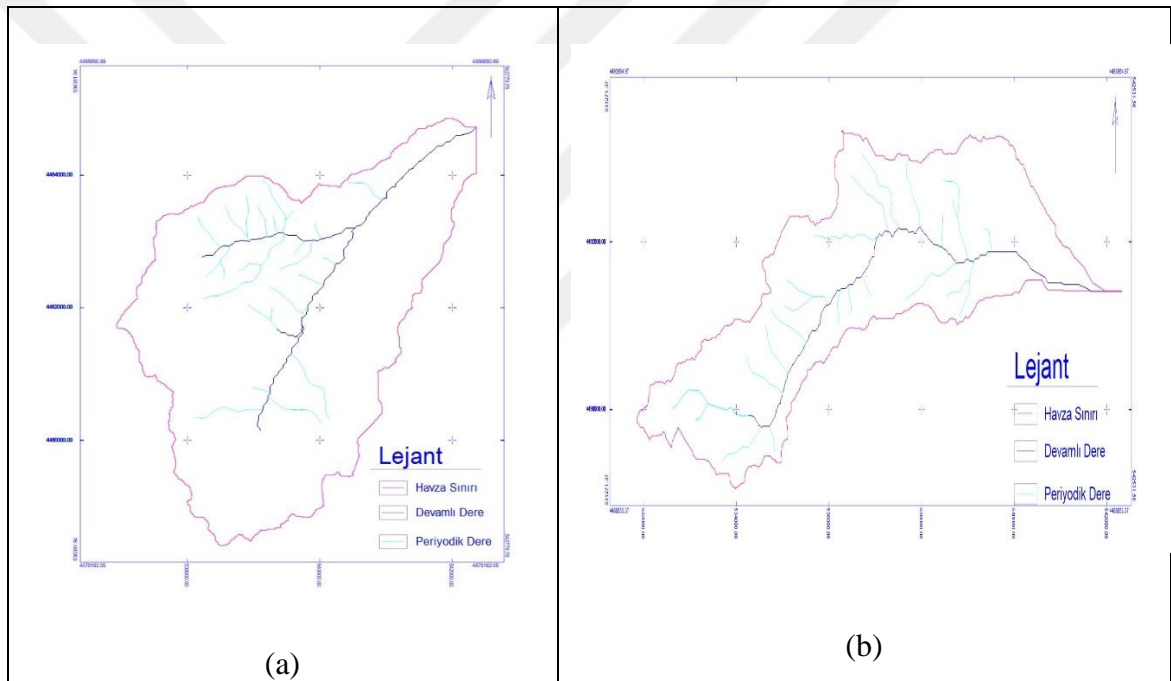
4.1.2. Akarsu ve drenaj ağı karakteristiği

4.1.2.1. Akarsu eğimi

Akarsu eğimi havzanın ana dere eğimidir. Akarsuyun eğimi dere akış hızını doğrudan etkiler ve eğim arttıkça dereden akan suyun akış hızı da artacaktır (Özhan 2004).

Karadere Göleti ve Seydi Göleti havzalarının akarsu eğimleri hesaplanırken Benson'un geliştirdiği metot dikkate alınmıştır. Benson metoduna göre Karadere Göleti havzasının ana dere eğimi %5,9 olarak, Seydi Göleti havzasının akarsu eğimi ise %5,6 olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.9).

Araştırma alanlarının her ikisinin de ana dere eğimleri birbirlerine yakın ve ana dere eğimleri düşüktür. Elde edilen veriler dikkate alındığında araştırmaya konu olan su toplama havzalarının akış hızlarının düşük olduğu söylenebilir.



Şekil 4.9: (a) Karadere Göleti Havzası drenaj deseni ve ana dere eğimi, (b) Seydi Gölü Havzası drenaj deseni ve ana dere eğimi

4.1.2.2. Dere sırası ve sayısı

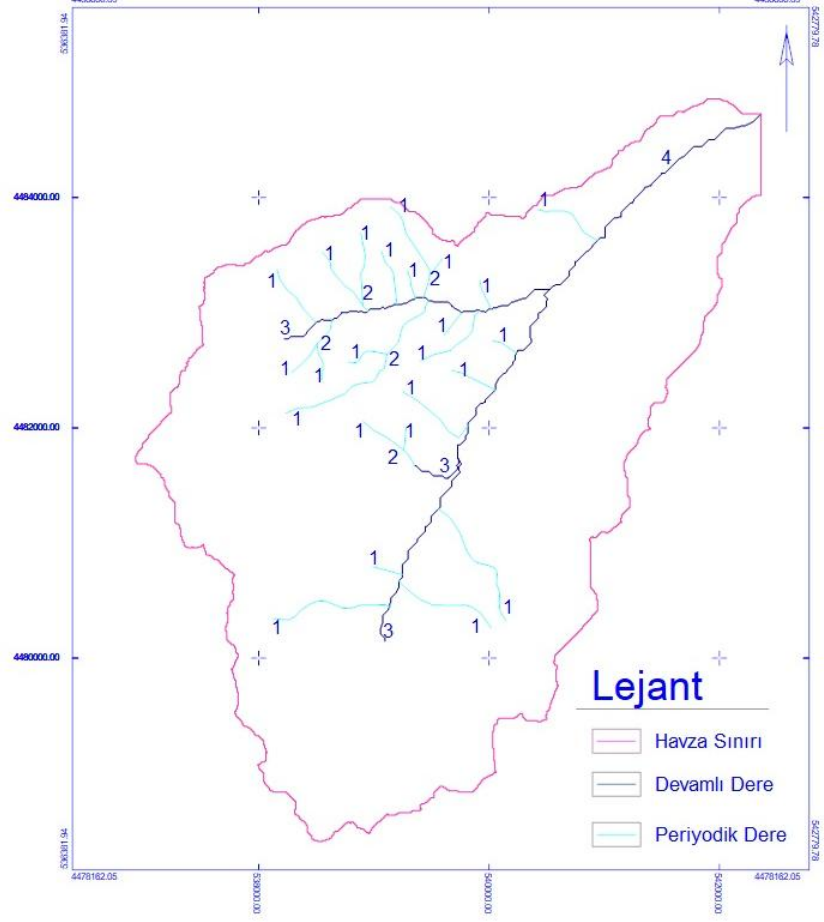
Havzada bulunan akarsu kolları hiyerarşik bir düzene bağlı olarak sıralanır. Karadere Göleti Havzası ve Seydi Göleti Havzalarının dere sıralamalarında Strahler tarafından geliştirilen metot kullanılmıştır. Strahler yöntemine göre bölünmeyen en küçük dereleri 1. sıra, birinci derelerin birleştiği noktadaki dereler 2. Sıra, ikinci sıradaki derelerin

birleşme noktasındaki dereler 3. sıra, üçüncü sıradaki derelerin birleşme noktasındaki dereler 4. sıra şeklinde ifade edilmektedir. Bu sıra bu şekilde devam ettirilebilir (Şekil 4.10, 4.11). Ana dere bu sisteme göre tek ve en büyük rakamı temsil etmektedir (Özhan 2004).

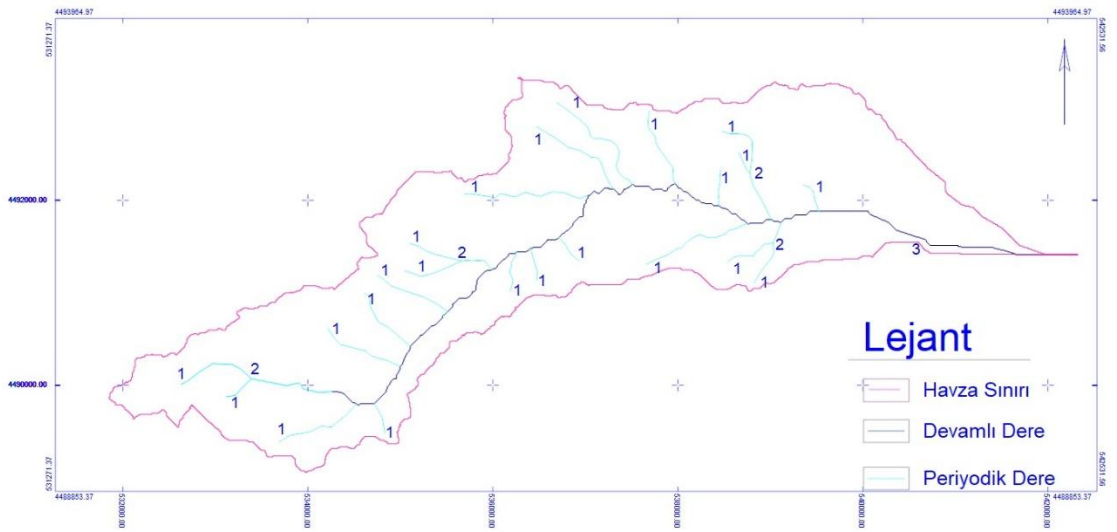
Karadere Göleti havzasında periyodik ve devamlı derelerin toplamı 33 olarak hesaplanmıştır. Seydi Göleti havzasında ise toplam dere sayısı 28 olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.3).

Çizelge 4.3: Karadere Göleti ve Seydi Göleti Havzalarına ait dere sıraları ve sayıları

Karadere Göleti Havzası		Seydi Göleti Havzası	
Dere Sırası	Dere Sayısı	Dere Sırası	Dere Sayısı
No		No	
1	24	1	23
2	5	2	4
3	3	3	1
4	1	4	-



Şekil 4.10: Seydi Göleti Havzası dere sırası ve sayısı



Şekil 4.11: Seydi Göleti Havzası dere sırası ve sayısı

4.1.2.3. Drenaj yoğunluğu

Havza içinde birim alana düşen dere uzunluğu ya da km²' ye düşen ortalama akarsu uzunluğu olarak tanımlanır. Drenaj yoğunluğu havzadaki akarsu drenaj sistemi hakkında ciddi bulgular verir (Özşahin 2008).

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

Formülde;

D_d : Drenaj yoğunluğu

L : Devamlı ve periyodik derelerin toplam uzunluğu (km)

A : Havza alanı (km²)'dir.

Drenaj yoğunluğu 0.5-2.5 km/km² arasında değişir. Drenaj yoğunluğunun büyük olması halinde yağışın esas akarsuya varışı çabuklaşacağından taşkınların şiddeti artar ve konsantrasyon zamanı azalmaktadır. Drenaj yoğunluğunun daha küçük bir değere sahip olması durumunda ise yağış sularının yüzey altına geçişinde daha iyi sızma özelliğine sahip olması, yüzey akışının toplanma süresinin uzun olması ve de bitki örtüsünün yoğun olması beklenir (Kutukcu vd. 2015).

Karadere Göleti havzasının periyodik ve devamlı derelerinin toplam uzunluğu 12.980 km olarak ölçülmüştür. Buna bağlı olarak drenaj yoğunluğu 0,74 km/km² olarak hesaplanmıştır. Seydi Göleti havzasının toplam dere uzunluğu ise 24,031 km'dir. Havzanın Drenaj yoğunluğu 1,99 km/km² olarak hesaplanmıştır. Hesaplanan değerler neticesinde Seydi Göleti havzasında yağışların büyük bir kısmının yeraltına geçmeden yüzeysel akışa geçeceği ve infiltrasyon oranının Karadere Göleti havzasına kıyasla daha düşük olacağı düşünülebilir. Yine hesaplanan değerler karşılaştırıldığında Karadere

Göleti havzasındaki yağışlarının toplanma hızının daha yavaş ve infiltrasyon kapasitesinin daha yüksek olması düşünülebilir. Bütün bu etkenler ışığında değerlendirildiğinde Karadere Göleti havzasındaki arazi şekillerinin büyük bir kısmının ormanlık alanlardan oluşması ihtimali değerlendirilebilir.

4.1.2.4. Dere frekansı (sıklığı)

Dere frekansı, havza alanının tamamında bulunan akarsu kollarının sayısı toplamının alana bölünmesi ile hesaplanmaktadır ve birim alandaki akarsu kolu sayısını verir. Akarsu sıklığının fazla olması, zeminin geçirimli olmadığı ve düşük kabartma (rölyef) yapısının havzaya hakim olduğunu gösterir (Kutukcu vd. 2015).

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

Formülde;

D_s : dere frekansı (sıklığı)

N_s : Yıl boyunca kurumayan toplam dere sayısı

A : Havza alanı (km^2)

Karadere Göleti havzasının dere frekansı 0,18 olarak, Seydi Göleti Havzasının ise 0,23 olarak hesaplanmıştır. Sonuçlar değerlendirildiğinde Seydi Göleti havzasının Karadere göleti havzasına oranla zeminin daha geçirimsiz olduğu ve daha seyrek bir bitki örtüsüne sahip olduğu bulgusuna ulaşılabilir.

4.1.2.5.Çatallanma oranı

Çatallanma oranı havzanın şekli ve akış karakteri hakkında bilgi vermektedir. Çatallanma oranı, 3-5 aralığında ise havza toprak örtüsünün homojen bir yapıda olduğunu, 3 ve altı değerler aldığı ise drenaj yoğunluğunun yüksek olduğunu ifade etmektedir. Havza jeolojisinin alüvyonlu olduğu alanlarda bu oran nispeten daha düşük değerlere sahiptir. Çatallanma oranı 5 ve üstü değerle alıyorsa bu değer yüksek çatallanma oranı olduğunu ifade eder ve drenaj yollarında yapısal kontrollerin varlığıyla yorumlanabilir (Kutukcu vd. 2015).

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

Formülde;

R_B : Çatallanma oranı

N_n : Bir yıl boyunca kurumayan toplam dere sayısı

N_{n+1} : n+1. derecedeki derelerin sayısı

Karadere Göleti havzasının çatallanma oranı 3,15 olarak, Seydi Göleti Havzasının çatallanma oranı ise 4,87 olarak hesaplanmıştır. Hesaplanan değerler ele alındığında araştırmaya konu gölet havzalarında homojen bir yapının hâkim olduğu ancak Karadere Göleti havzasının drenaj yoğunluğunun daha yüksek olduğu söylenebilir.

4.1.2.6.Drenaj dağılım tipi

İnceleme havzaları olan Karadere Göleti ve Seydi Göleti havzalarının drenaj dağılım tipi buldukları konum itibarıyla dendritic olarak belirlenmiştir. Ülkemizde en yaygın görülen drenaj dağılım tipi olan dendritic tipi akarsuların şeklinin aralıklı veya sık bir

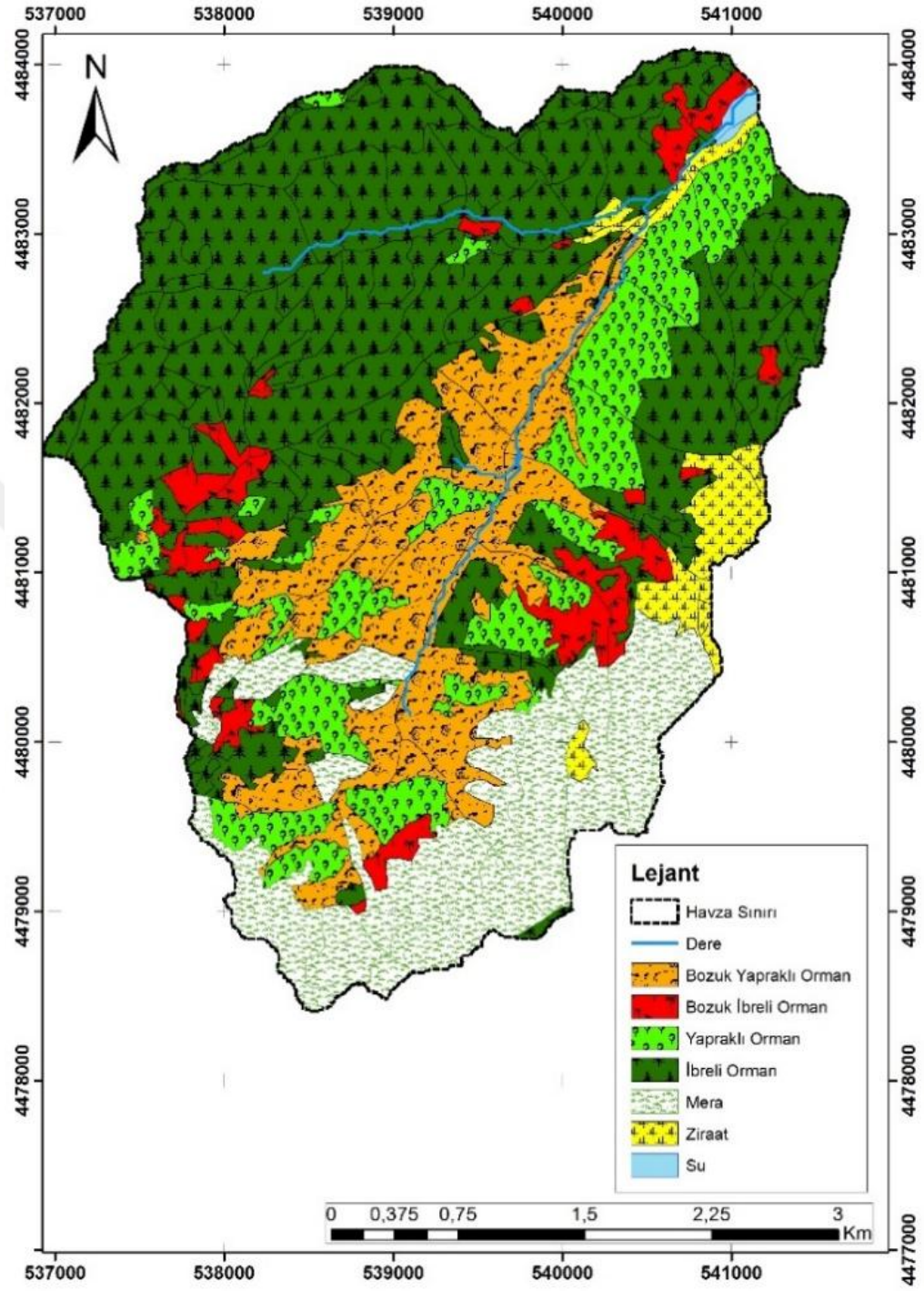
yapıya sahip olması; geçirimsizlik derecesine, yağış miktarına, zamana ve eğime bağlıdır. Araştırma havzaları incelendiğinde drenaj dağılımlarının aralıklı olduğu görülmüştür (C kaba tekstürü). Bu durum araştırmaya konu olan gölet havza topraklarının daha geçirimsiz bir yapıya sahip olması şeklinde yorumlanabilir.

4.1.3. Havza arazi kullanma durumu

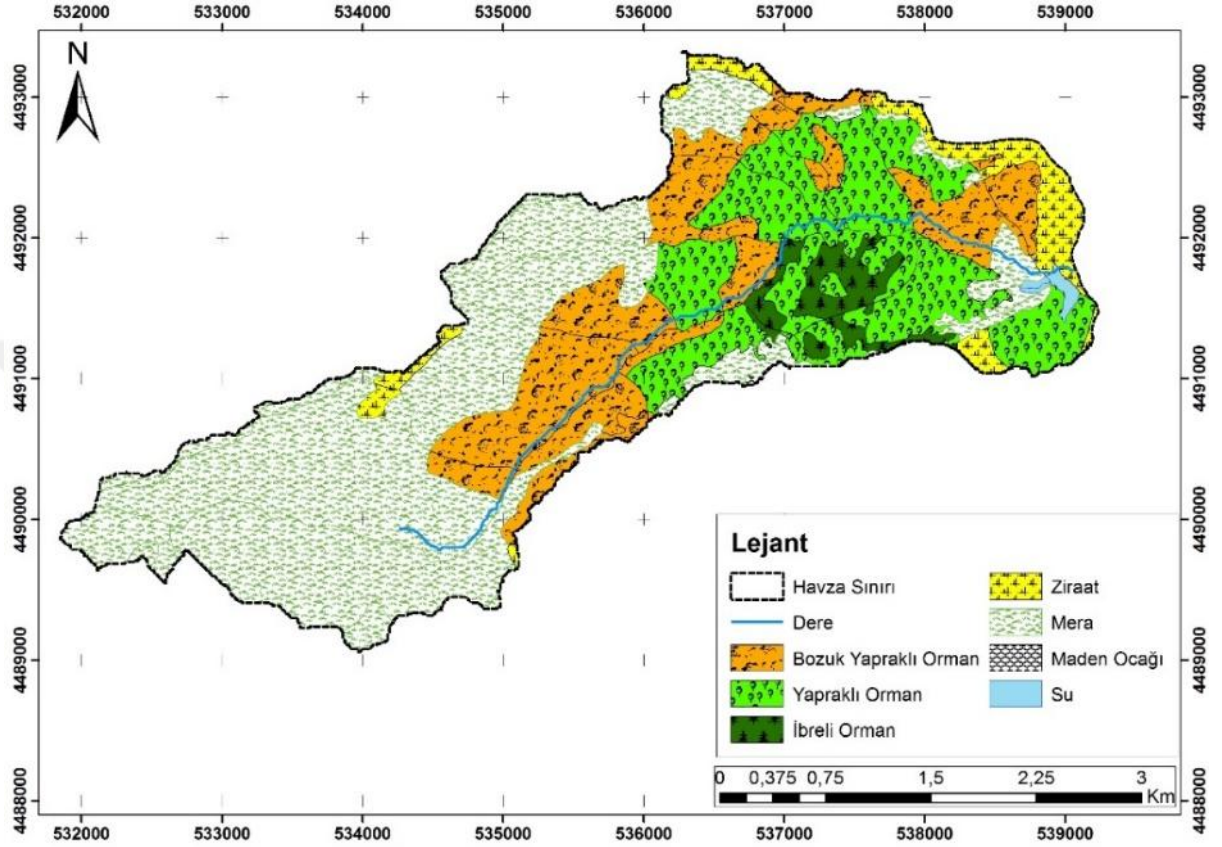
Her havza için arazinin kullanım şekilleri ve alansal dağılımları değişiklik gösterir. Bir havza içerisinde yerleşim alanları ile tarım alanları olabileceği gibi bir başka havzada orman ve mera birlikte yer alabilir. Havzada bulunan arazi şekilleri bir bütün olarak ele alınmalı, birbirleriyle etkileşimleri dikkatle incelenmelidir (Özhan 2004). Sonuç olarak araştırma havzası olarak belirlenen Karadere Göleti su toplama havzası ve Seydi Göleti su toplama havzasının arazi kullanım şekilleri de birbirinden farklıdır (Şekil 4.12, Şekil 4.13).

Çizelge 4.4: Karadere Göleti ve Seydi Göleti havzası arazi kullanım durumu (ha, %)

Arazi Kullanım Durumu	Karadere Göleti Havzası		Seydi Göleti Havzası	
	Alan (ha)	Alan (%)	Alan (ha)	Alan (%)
Bozuk Yapraklı Orman	282,8	16,21	260,1	21,58
Yapraklı Orman	228,7	13,1	263,7	21,88
Bozuk İbre Yapraklı Orman	99,5	5,7	0	0
İbre Yapraklı Orman	808,2	46,32	42,2	3,5
Ziraat	37,2	2,13	10,8	0,9
Mera	283,7	16,26	622,5	51,65
Maden Ocağı	0	0	0,6	0,04
Su	4,4	0,25	5,1	0,42
Toplam	1744,5	100	1205	100



Şekil 4.12: Karadere Havzası arazi kullanım durumu



Şekil 4.13: Seydi Göleti havzası arazi kullanım durumu

Araştırmanın amacı göz önünde bulundurulduğunda araştırmaya konu havzaların arazi kullanım türlerinde bariz farklılıklar olduğu görülmüştür. Karadere Göleti havzasında ormanlık alan miktarı %81,4' lük kısmını (1417 ha) ormanlık alanlar oluştururken, Seydi Göleti havzasında bu oran %47'dir (566 ha). Karadere Göleti havzasında zirai faaliyetin gerçekleştiği alanlar Seydi Göleti havzasına nispeten daha fazlayken, Seydi Göleti havzasının mera varlığı toplam arazi varlığının yarısından fazladır (Çizelge 4.4).

4.2 Su Kalitesi Parametreleri

4.2.1 Göletlerin trofik durumu

Carrlson trofik durum indeksine göre göletler oligo-mesotrofik olarak değerlendirilebilir (Çizelge 4.5). Klorofil-a ve Secchi ışık geçirgenliği değerleri açısından her iki göl mesotrofik karakterde iken TP bakımından Karadere mezotrofik, Seydi oligotrofik karakterdedir. Göletlerin trofik durum indeksi hesaplanmasında, tabakalaşma olduğu aylarda epilimniyon tabakasına göre değerlendirme yapılmıştır.

Çizelge 4.5: Gölette tespit edilen trofik indeks değerlerinin aylara göre değişimi

	Trofik Durum (TDI)			
		Karadere		Seydi
Şubat 2018	39,9	Oligotrofik	37,2	Oligotrofik
Mart 2018	34,6	Oligotrofik	47,1	Mesotrofik
Nisan 2018	35,6	Mesotrofik	45,0	Mesotrofik
Mayıs 2018	36,9	Mesotrofik	37,1	Oligotrofik
Haziran 2018	43,0	Mesotrofik	40,2	Mesotrofik
Temmuz 2018	45,7	Mesotrofik	42,1	Mesotrofik
Ağustos 2018	39,9	Oligotrofik	39,1	Oligotrofik
Eylül 2018	44,7	Mesotrofik	37,3	Oligotrofik
Ekim2018	46,3	Mesotrofik	35,4	Oligotrofik
Ortalama	40,7	Mesotrofik	40,1	Mesotrofik

Göletler arasında su kalitesi arasında fark olup olmadığını anlamak için p:0,05 düzeyinde Mann Whitney U testi yapılmış ve sonuçları Çizelge 4.6'da gösterilmiştir.

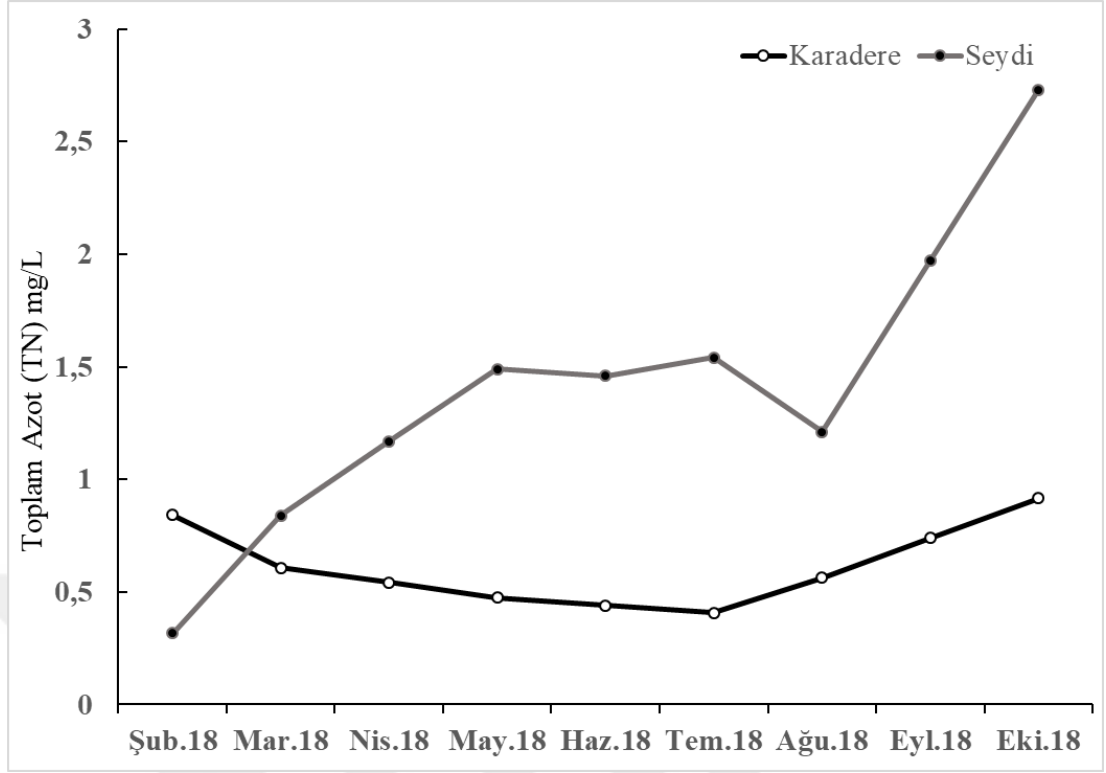
Çizelge 4.6: Mann Whitney U test sonuçları (ÖD: istatistiki olarak önemli fark yoktur)

	P değeri	Z değeri
TP	ÖD	-0,751
SRP	ÖD	-0,177
TN	p: 0,008	-2,605
Amonyum	p: 0,003	-2,921
Klorofil-a	ÖD	-1,192
Askıda Katı Madde	ÖD	-1,592
Secchi	p: 0,001	-3,048
derinliği/Maksimum derinlik		
Çözünmüş Oksijen	ÖD	-0,839
Su Sıcaklığı	ÖD	-0,751
pH	P: 0,006	-2,650
Tuzluluk	P:0,001	-3,189
EC	P:0,000	-3,182
TDS	P:0,001	-3,138

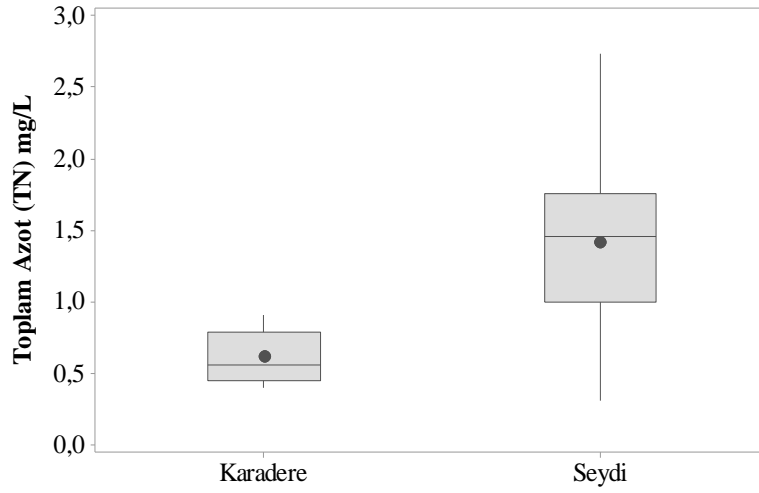
Karadere göletinin TDI ile su derinliği arasında negatif bir korelasyon olduğu gözlemlenmiştir (Pearson Korelasyon Katsayısı: -0,760 p: 0,017). Seydi göletinde ise maksimum derinliğin artması ile trofik durumda bozulma meydana gelmektedir (Pearson Korelasyon Katsayısı: 0,891 p: 0,001).

4.2.2 Toplam azot

Toplam azot konsantrasyonlarındaki aylık değişim Şekil 4.14’de verilmiştir. Karadere Göleti su toplama havzasında toplam azot miktarı en yüksek değer Ekim ayında (0,916 mg/L), en düşük değer Temmuz ayında (0,408 mg/L) ölçülmüştür. Seydi Göleti su toplama havzasında toplam azot miktarı en yüksek değer Nisan ayında (1,49 mg/L), en düşük değer Şubat ayında (0,316 mg/L) ölçülmüştür. İki göletteki TN konsantrasyonları birbirinden istatistiki olarak farklıdır (p:0.008) ve Seydi göletinde yıllık ortalama olarak daha fazla TN bulunmaktadır (Şekil 4.15).



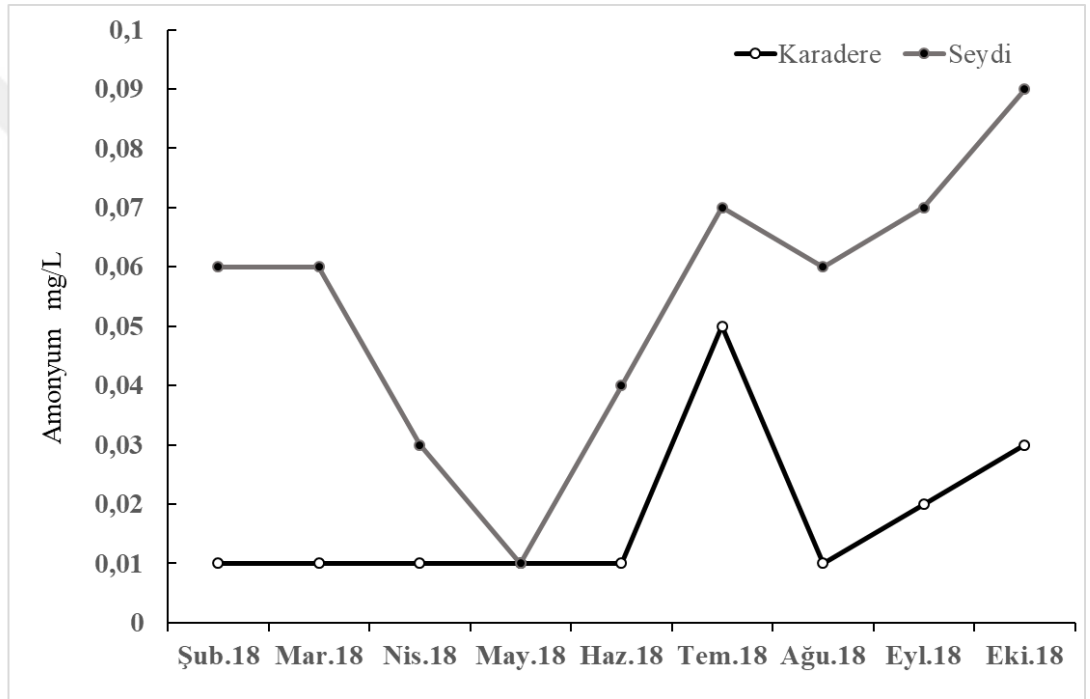
Şekil 4.14: Karadere ve Seydi Gölet'lerinde toplam azotun araştırma süresince aylık olarak değişimi



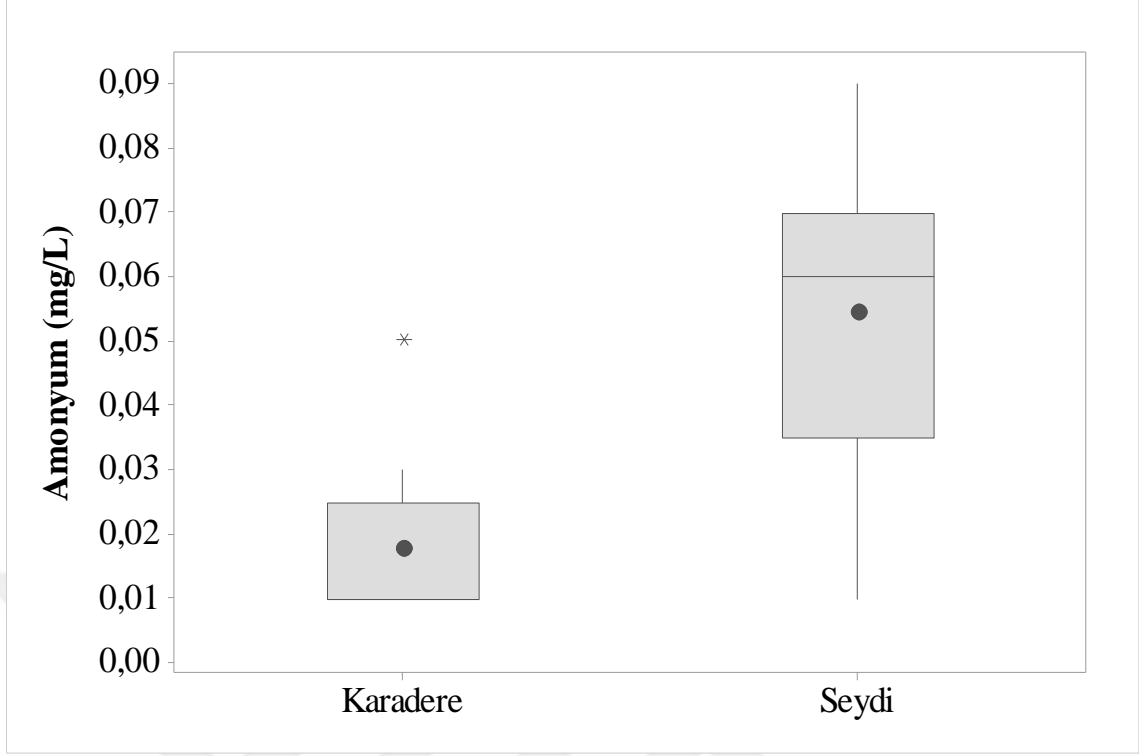
Şekil 4.15: Göletlerdeki toplam azot konsantrasyonları değişimi kutu grafiği (ortalamalar nokta ile gösterilmiştir)

4.2.3 Amonyum

Amonyum konsantrasyonlarındaki aylık değişim miktarına ait değerler Şekil 4.16’da verilmiştir. Karadere Göleti su toplama havzasında amonyum miktarı en yüksek değer Ağustos ayında (0,05 mg/L), llmştr. Seydi Göleti su toplama havzasında amonyum miktarı en yüksek değer Ekim ayında (0,09 mg/L), llmştr. İki göletteki amonyum konsantrasyonları birbirinden istatistiki olarak farklıdır (p:0.003) ve Seydi göletinde yıllık ortalama olarak daha fazla amonyum bulunmaktadır (Şekil 4.17).



Şekil 4.16: Karadere ve Seydi Gölet’lerinde amonyumun araştırma süresince aylık olarak değişimi



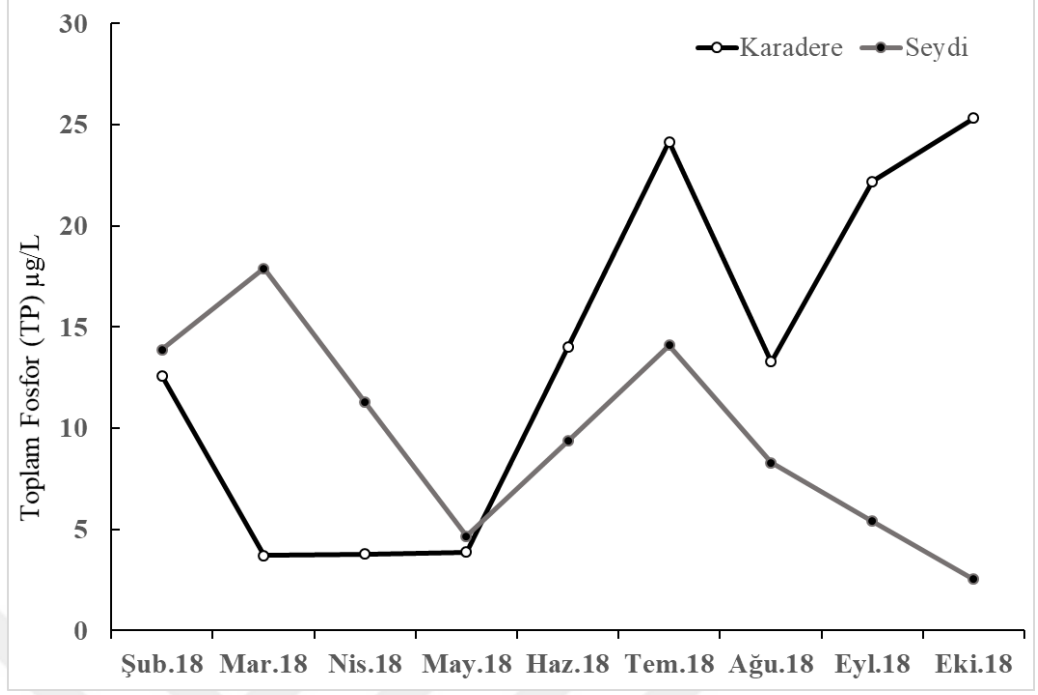
Şekil 4.17: Göletlerdeki amonyum konsantrasyonları değişimi kutu grafiği (ortalamalar nokta ile gösterilmiştir)

4.2.4 Nitrit ve nitrat

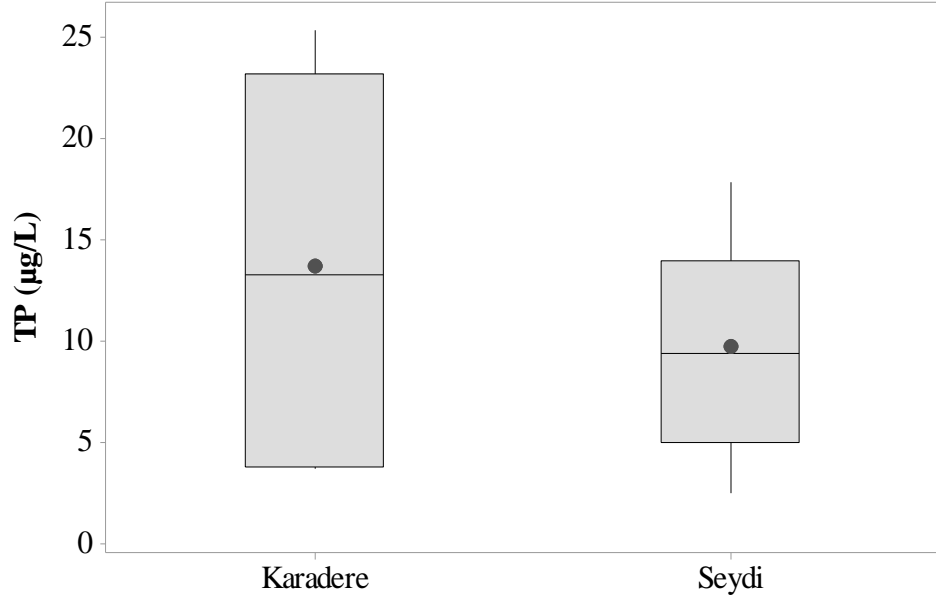
Her iki gölette de nitrit ve nitrat konsantrasyonları oldukça düşük çıkmış olup yıl boyunca değişmeden nitrit 0,001 mg/L ve nitrat 0,1 mg/L olarak tespit edilmiştir. Her iki gölette de Mart ayında nitrit ve nitrat tespit edilememiştir.

4.2.5 Toplam fosfor (TP)

Toplam Fosfor konsantrasyonlarındaki aylık değişim miktarına ait değerler Şekil 4.18'de verilmiştir. Karadere Göleti su toplama havzasında TP en yüksek değer Ekim ayında (25,33 µg/L), en düşük değer Mart ayında (3,7 µg/L) ölçülmüştür. Seydi Göleti su toplama havzasında TP en yüksek değer Mart ayında (17,9 µg/L), en düşük değer Ekim ayında (2,53 µg/L) ölçülmüştür.



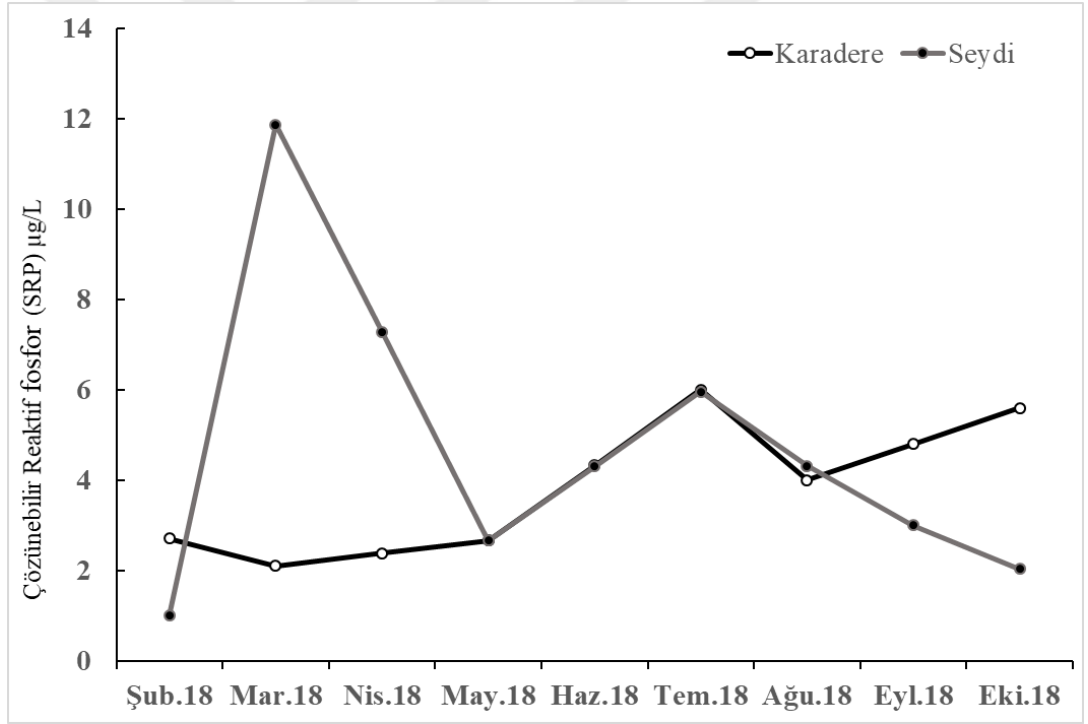
Şekil 4.18: Karadere ve Seydi Gölet'lerinde TP konsantrasyonlarının araştırma süresince aylık olarak değişimi



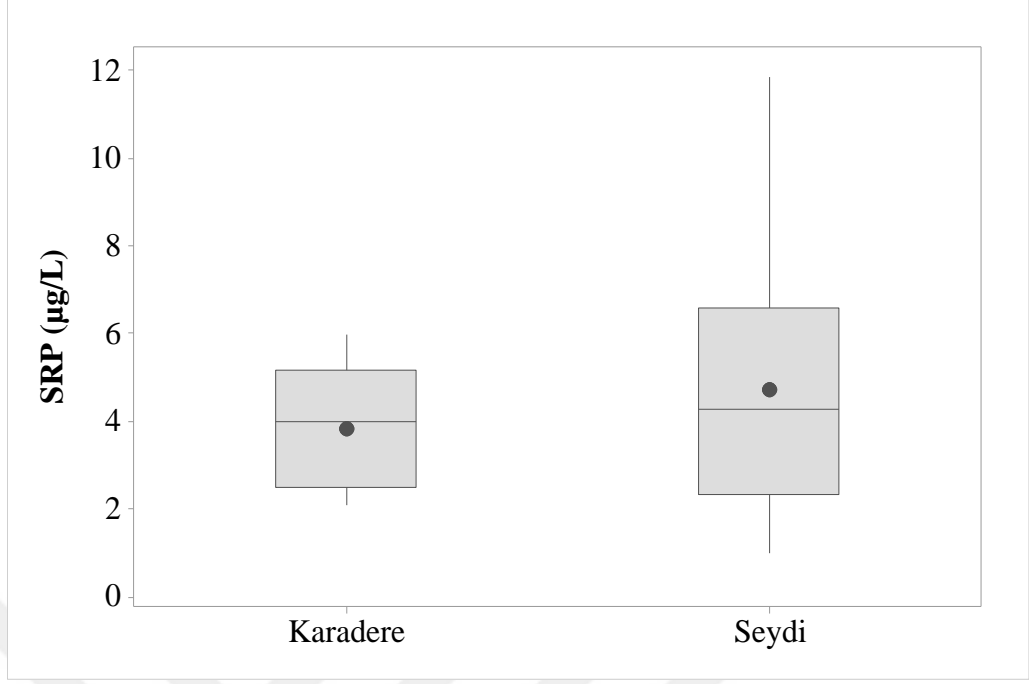
Şekil 4.19: Göletlerdeki TP konsantrasyonları değişimi kutu grafiği (ortalamalar nokta ile gösterilmiştir)

4.2.6 Çözünebilir reaktif fosfor (SRP)

Çözünebilir Reaktif Fosfor (SRP) konsantrasyonlarındaki aylık değişim miktarına ait değerler Şekil 4.20’de verilmiştir. Karadere Göleti su toplama havzasında SRP en yüksek değer Temmuz ayında (6 µg/L), en düşük değer Mart ayında (2,1 µg/L) ölçülmüştür. Seydi Göleti su toplama havzasında SRP en yüksek değer Mart ayında (11,87 µg/L), en düşük değer Şubat ayında (1 µg/L) ölçülmüştür. Karadere göletinde çözünebilir reaktif fosfordaki artışın göletteki su seviyesinin azalması ile ilgili olabileceği görülmektedir (Pearson Korelasyon Katsayısı: -0,730 p: 0,026). Seydi göletinde ise havzadan gelen SRP azalması ile yıl içinde zamanla kademeli olarak azaldığı gözlemlenmiştir (Pearson Korelasyon Katsayısı: 0,709 p: 0,033).



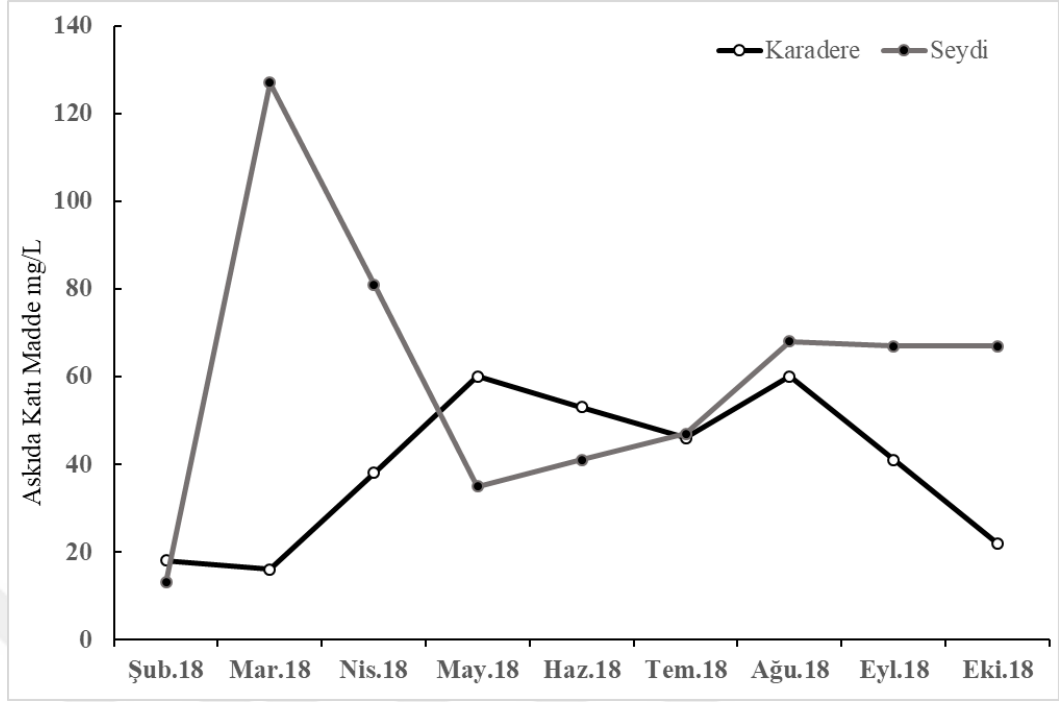
Şekil 4.20: Karadere ve Seydi Gölet’lerinde SRP konsantrasyonlarının araştırma süresince aylık olarak değişimi



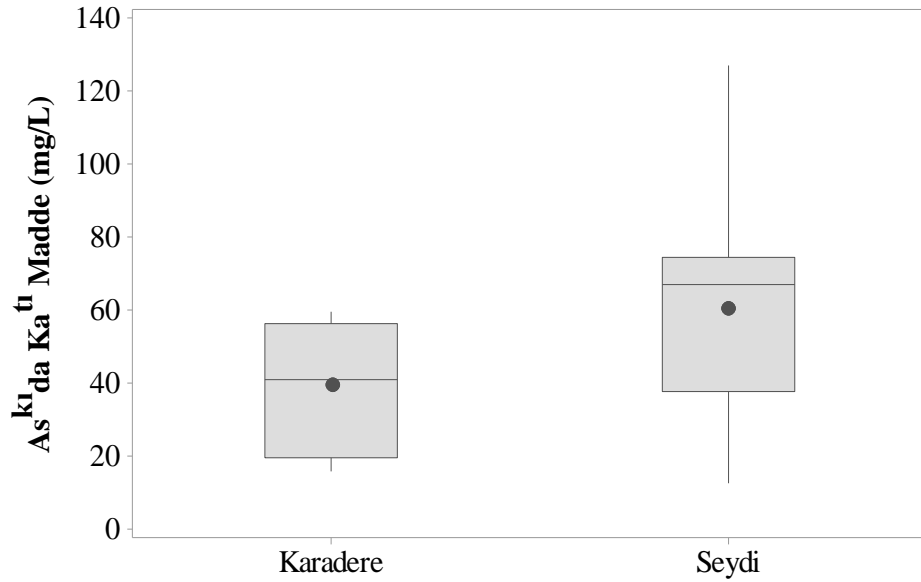
Şekil 4.21: Göletlerdeki SRP konsantrasyonları değişimi kutu grafiği (ortalamalar nokta ile gösterilmiştir)

4.2.7 Askıda katı madde

Askıda katı madde miktarındaki aylık değişim Şekil 4.22’de verilmiştir. Karadere Göleti su toplama havzasında askıda madde miktarı en yüksek değer Mayıs ve Ağustos aylarında (60 mg/L), en düşük değer Ekim ayında (16 mg/L) ölçülmüştür. Seydi Göleti su toplama havzasında askıda katı madde miktarı en yüksek değer Mart ayında (127 mg/L), en düşük değer Şubat ayında (13 mg/L) ölçülmüştür.



Şekil 4.22: Karadere ve Seydi Gölet'lerinde askıda katı madde miktarının araştırma süresince aylık olarak değişimi

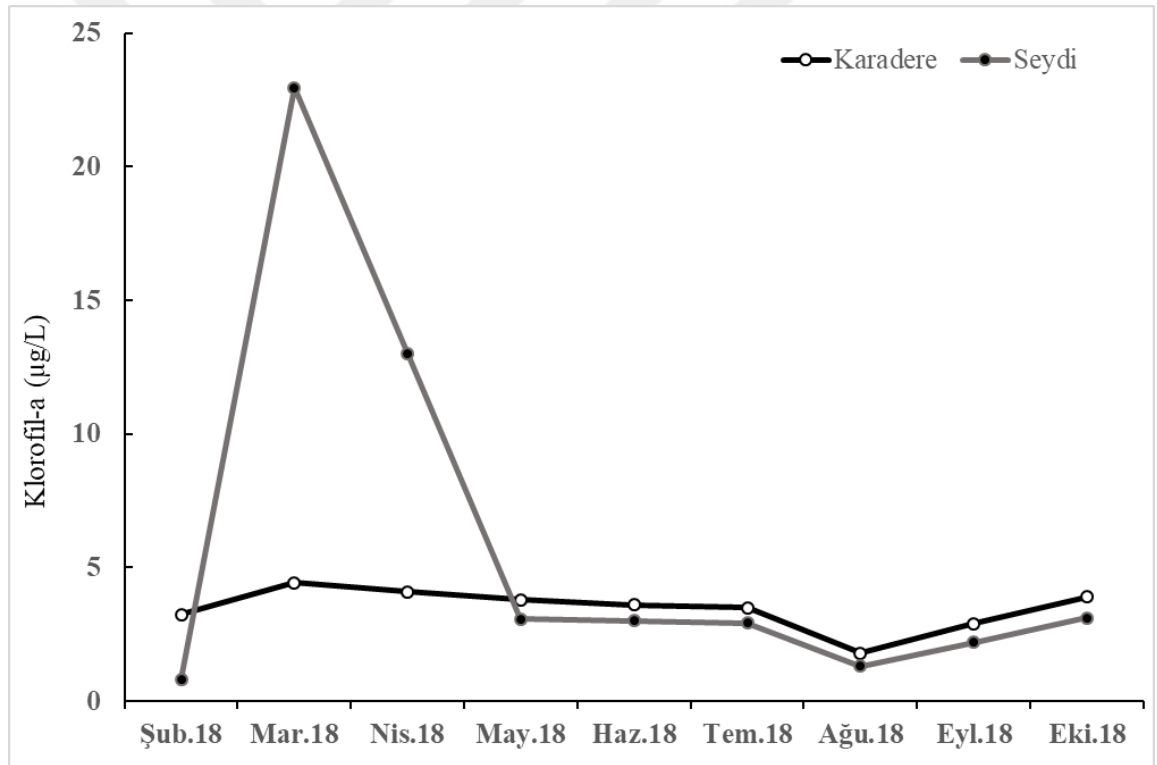


Şekil 4.23: Göletlerdeki AKM miktarındaki değişimin kutu grafiği (ortalamalar nokta ile gösterilmiştir)

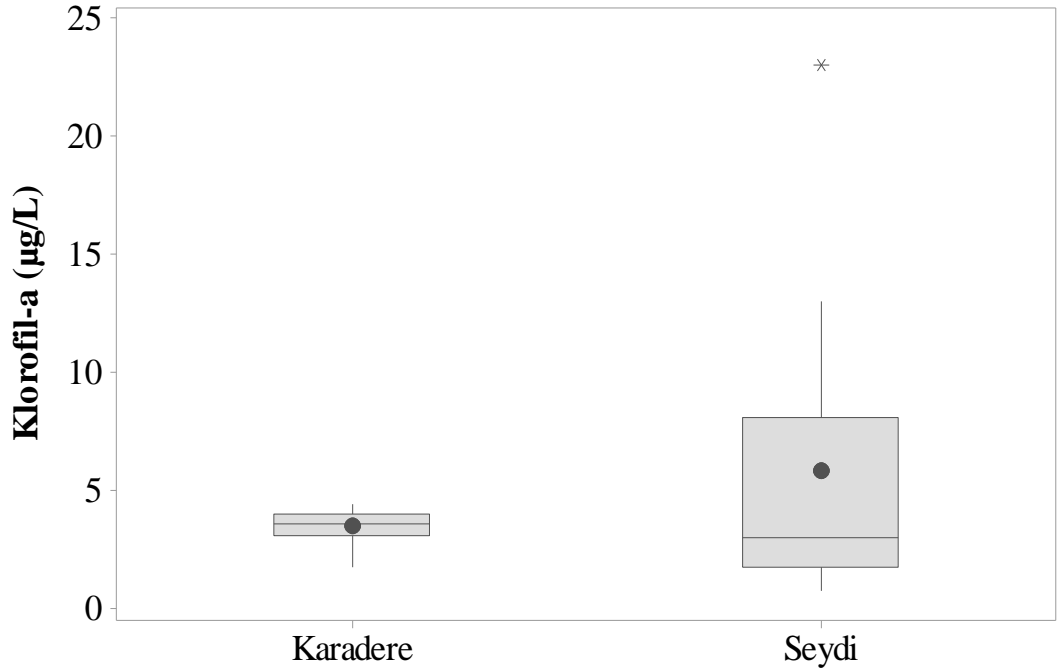
4.2.8 Klorofil-a konsantrasyonu (Fitoplankton)

Klorofil a konsantrasyonundaki aylık değişime ait değerler Şekil 4.24’de verilmiştir.

Karadere Göleti su toplama havzasında klorofil-a en yüksek değer Mart ayında (4,43 $\mu\text{g/L}$), en düşük değer Ağustos ayında (1,8 $\mu\text{g/L}$) ölçülmüştür. Seydi Göleti su toplama havzasında klorofil-a en yüksek değer Mart ayında (22,97 $\mu\text{g/L}$), en düşük değer Şubat ayında (0,82 $\mu\text{g/L}$) ölçülmüştür. Karadere göletinde AKM ile klorofil-a konsantrasyonları arasında negatif bir korelasyon vardır (Pearson Korelasyon Katsayısı:-0,761 p: 0017). Seydi göletinde AKM ile klorofil-a konsantrasyonları arasında pozitif bir korelasyon vardır (Pearson Korelasyon Katsayısı: 0,841 p: 004).



Şekil 4.24: Karadere ve Seydi Gölet’lerinde klorofil-a’nın araştırma süresince aylık olarak değişimi



Şekil 4.25: Göletlerdeki Klorofil-a konsantrasyonları değişimi kutu grafiği (ortalamalar nokta ile gösterilmiştir)

4.2.9 Arazide ölçülen fizikokimyasal parametreler

Arazi çalışmalarında anında ölçüm sonucu elde edilen diğer veriler Çizelge 4.7 ve Çizelge 4.8’de yer almaktadır. İstatistiki olarak tuzluluk (p:0,0001), elektriksel iletkenlik (p:0,000, toplam çözünmüş madde (TDS), (p: 0,001) bakımından iki gölet arasında fark bulunmaktadır.

Karadere göletinde EC ve pH (Pearson Korelasyon Katsayısı: -0,918 p: 000) ile TDS ve pH arasında (Pearson Korelasyon Katsayısı: -0,938 p: 000) negatif bir ilişki bulunmaktadır.

Çizelge 4.7: Karadere Göleti 'ne ait arazide ölçülen fizikokimyasal parametreler

Karadere									
	pH	Çözünmüş Oksijen (%)	Çözünmüş Oksijen (mg/L)	EC (µS/cm)	TDS (mg/L)	Tuzluluk (psu)	Sıcaklık (°C)	Seki Derinliği (m)	Maksimum Derinlik (m)
Şubat	8,18	9,08	1,01	408	204	0,20	4,59	5	15,1
Mart	8,17	91,74	9,75	416	208	0,20	6,94	5,5	16,3
Nisan	8,10	80,00	8,00	411	206	0,20	10,00	4,3	15,5
Mayıs	8,07	70,24	6,90	406	204	0,20	11,78	3,2	15
Haziran	8,06	74,00	6,60	414	207	0,20	15,00	3,1	14
Temmuz	8,07	77,57	6,22	422	211	0,20	19,19	3	14
Ağustos	8,09	92,62	7,33	409	205	0,20	20,56	3,5	12
Eylül	8,40	49,00	3,50	395	195	0,19	18,00	3	10
Ekim	8,75	6,80	0,55	379	189	0,18	15,10	3	10

Çizelge 4.8: Seydi Göleti 'ne ait arazide ölçülen fizikokimyasal parametreler

	pH	Çözünmüş Oksijen (%)	Çözünmüş Oksijen (mg/L)	EC (µS/cm)	TDS (mg/L)	Tuzluluk (psu)	Sıcaklık (°C)	Secchi Derinliği (m)	Maksimum Derinlik (m)
Şubat	8,43	4,25	0,49	365	183	0,17	4,63	3,8	17,2
Mart	8,40	100	11,05	382	191	0,18	9,50	6	21
Nisan	8,40	100	10,50	383	192	0,18	11,00	4	19
Mayıs	8,51	100	9,88	385	193	0,19	13,65	3,2	18
Haziran	8,49	100	8,80	382	191	0,19	19,00	3,3	18
Temmuz	8,48	100	7,76	379	190	0,18	23,73	3,5	19
Ağustos	8,41	82,33	6,12	375	187	0,18	22,66	3	19
Eylül	8,41	48,00	3,60	370	185	0,18	19,70	2,8	18
Ekim	8,42	11,34	1,08	360	180	0,17	16,86	2,7	17

4.2.10 Tabakalaşma

Göllerde suyun ısınmasına bağlı olarak termal tabakalaşma denilen bir olay meydana gelir. Buna göre göl yüzeyden dibe doğru farklı sıcaklık katmanlarına ayrılır. Bu katmanlaşma sonucu, en üstte ılımlı bir kat (epilimniyon) ve daha altta dipte soğuk kat (hipolimniyon) oluşur. Karadere ve Seydi göletlerinde yaz tabakalaşması gözlemlenmiştir. Karadere göletinde Ağustos ve Eylül aylarında tabakalaşma gözlemlenirken, Seydi göletinde Temmuz, Ağustos, Eylül ve Ekim aylarında tabakalaşma görülmüştür. Karadere göletinde hipolimniyon tabakası 10. Metreden başlarken, Seydi göletinde Temmuz ayında 7,5 metre ile başlayıp Ağustos ayından sonra 10 metreden itibaren hipolimniyon tabakası görülmüştür. Tabakalaşmanın olduğu aylarda epilimniyon ve hipolimniyondan su örneklemeleri ve ölçümler her iki tabakadan ayrı ayrı yapılmıştır. Çizelge 4.9'da hipolimniyon tabakasındaki fizikokimyasal parametrelerin ve Çizelge 4.10'da besin tuzlarının değerleri gösterilmektedir.

Çizelge 4.9: Göletlerde tabakalaşmanın olduğu aylardaki hipolimniyon tabakasındaki fizikokimyasal ölçümler

	Temmuz	Ağustos		Eylül		Ekim
	Seydi	Karadere	Seydi	Karadere	Seydi	Seydi
pH	8,21	7,62	8,04	8	7,7	7,78
Çözünmüş Oksijen (%)	72,2	24,1	32,8	0	0	0
Çözünmüş Oksijen (mg/L)	6,16	2,1	2,16	0	0	0
EC (µS/cm)	381	422	382	415	387	391
TDS (mg/L)	191	216	193	216	194	195
Tuzluluk (psu)	0,18	0,21	0,19	0,20	0,19	0,19
Sıcaklık (°C)	11,21	13,82	12,18	12	12	11,77

Çizelge 4.10: Göletlerde tabakalaşmanın olduğu aylardaki hipolimniyon tabakasındaki besin tuzlarının konsantrasyonları

	Temmuz		Ağustos		Eylül		Ekim
	Seydi	Karadere	Seydi	Karadere	Seydi	Seydi	
Amonyum (mg/L)	0,08	0,44	0,08	0,30	0,09	0,1	
Nitrit (mg/L)	0	0	0	0	0	0	
Nitrat (mg/L)	0	0	0	0	0	0	
TN (mg/L)	1,31	1,24	1,09	1,45	1,33	1,55	
TP (mg/L)	13,24	25,29	10,21	50	1,5	2,28	
SRP (mg/L)	3	2	2	3	2	1	

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Havza karakteristiklerinin ve havza arazi kullanımının su kalite parametreleri üzerine etkileri her bir parametre için ilgili kısımlarda tartışılmıştır.

5.1 Trofik Durum ve Su Kalitesi

Göletlerin ve barajların su kalitesinin düzenli izlenmesi, bu yapılardan beklenen azami faydanın sağlanması açısından önemlidir. Ancak gölet ve baraj göllerindeki bilimsel izleme çalışmaları doğal göllerdeki kadar yaygın değildir (Nowlin et al. 2004; Noori et al., 2018). Bu yapıların girdi ve çıktıları insanlar tarafından manipüle edildikleri için su seviyesi değişimleri doğal göllere göre daha fazla ve bunların su kalitesi üzerindeki etkileri daha karmaşıktır (Ford, 1990; Nowlin et al., 2004). Her iki göletin de oligo-mezotrofik karakterde olduğu belirlenmiştir.

Göletlerdeki maksimum su derinliği, girdilerdeki azalma ve sulamaya verilen su ile Karadere göletinde 16 metreden 10 metreye düşerken, Seydi göletinde 21 metreden 17 metreye düşmüştür. Buna bağlı olarak göletlerde trofik düzeyin oligotrofikten mezotrofiğe değiştiği gözlemlenmiştir. Bu nedenle göletlerden su salınımının kontrollü bir biçimde ve göletin su kalitesini etkilemeyecek şekilde verilmesi önem arz etmektedir.

Göletlerden sulama dönemi boyunca (Nisan-Eylül) aylarında dipten sulama amacı ile su salınmaktadır. Özellikle Karadere göletinde bu durum su kalitesini etkilemektedir. Göletler için yıllık hidrolojik su bütçeleri bir önceki yıla göre hesaplanmalı, sulama için de ekilen ürün desenine göre ihtiyaç belirlenip, ihtiyaç kadar su göletten kontrollü bir şekilde bırakılmalıdır.

Derin göletlerde termal tabakalaşma beklenen ve genelde gözlemlenen bir durumdur (Chai et al., 2014). Hipolimniyon tabakasındaki besin tuzlarının özellikle toplam fosfor'un Karadere ve Seydi göletlerinde aydan aya azaldığı gözlemlenmiştir. Göletlerdeki suyun dipten sürekli salınması dipte biriken besin tuzlarının gölden uzaklaştırılmasını

sağlayarak olumlu etki yaptığı düşünülebilir. Nitekim İsviçre'deki hidroelektrik santrallerindeki göletlerde yapılan modelleme çalışmalarında tesislerin göletlerde dipte biriken besin tuzlarını uzaklaştırmada etkili olduğunu göstermiştir (Kobler ve ark, 2018). Ayrıca hipolimniyon tabakasında İran'daki Karkheh barajında gözlemlendiği gibi (Noori et al. 2018), amonyum konsantrasyonlarının artıp nitrat konsantrasyonlarının azaldığı gözlemlenmiştir, bu durum doğal göllerdeki gibi hipolimniyonda çözülmüş oksijenin az yada hiç olmamasından dolayı gerçekleşmiş olabilir (Özen et al., 2010).

Karadere göleti su toplama havzasındaki orman varlığının Seydi göleti su toplama havzasındakinin yaklaşık iki katı olması Karadere göletinde su kalitesinin daha iyi olmasının nedeni olabilir (Mızraklı vd. 2008). Jachniak ve ark. (2019), havzasının % 90'ı ormanlarla kaplı Polonya'daki bir baraj gölünde 2015 yılında yaptıkları izleme çalışmaları sonucunda baraj gölünün oligotrofik karakterde olduğunu tespit etmişlerdir. Nitekim %81,4'ü ormanlık alan olan Karadere göleti de çoğu zaman oligotrofik karakterdedir ancak yukarıda da bahsettiğimiz sulama için su seviyelerinde meydana gelen ani düşüşler su kalitesinin zaman zaman mezotrofik olmasına neden olmuştur. Soares ve ark. (2019) Portekiz'deki küçük baraj göllerinde yaptıkları çalışmada orman örtüsündeki artışa bağlı olarak barajlarda su kalitesinin arttığını rapor etmişlerdir. Benzer bir şekilde Karadere göletinde de daha fazla orman örtüsüne bağlı olarak Seydi Göleti' ne göre su kalitesinin daha iyi olduğu gözlemlenmiştir.

Karadere havzasının büyük bir kısmını oluşturan karaçam ağaçlarının ibreleri ile meşe ağaçlarının yapraklarının oluşturduğu ölü örtünün çözünüp göleti besleyen derelere karışması ile pH değerlerindeki değişmeye bağlı olarak iki gölet arasındaki pH, tuzluluk ve TDS farkının oluşmasına neden olmuş olabilir.

5.2 Toplam Azot

Karadere göletinde toplam azot konsantrasyonlarındaki artışın su seviyesindeki azalma ile arttığı görülmektedir. Yaz aylarında göletin girdisi kuru olduğundan ve yağışların az olması nedeni ile bu durumun göletin iç dinamikleri ile ilgili olabileceği düşünülebilir.

Aynı miktar girdi olmasına rağmen konsantrasyonların artması su seviyesindeki düşüşe bağlı konsantrasyonun artması şeklinde yorumlanabilir (Özen et al. 2010). Ayrıca Ekim ayında gözlemlenen artış tabakalaşmanın ortadan kalkıp hipolimniyon tabakasında biriken toplam azotun tüm gölete yayılması ile de ilgili olabilir.

Seydi göletinde, Karadere göletindeki gibi ani su seviyesi düşüşleri olmamasına rağmen kademeli olarak toplam azot konsantrasyonunda bir artış gözlemlenmiştir. Bu durum havzadan gelen kirlilik yükü kaynaklı olmuş olabilir.

İki göletin su toplama havzasındaki arazi kullanım durumuna bakıldığında ormanlık alan arazisinin Karadere göleti su toplama havzasında Seydi göleti su toplama havzasının iki katı kadar fazla olduğu görülmektedir.

Karadere göleti su toplama havzasında tarım arazilerinin oranı Seydi göleti su toplama havzasından daha fazladır. Ancak Karadere 'de bu araziler gölete daha uzak ve arada orman örtüsü olduğundan tarımın olumsuz etkisi orman örtüsü ile giderilmiş olabilir. Seydi göletinin hemen yakınında tarım arazilerinin bulunması buradaki tarım kaynaklı toplam azot yükünün doğrudan gölete ulaşmasını sağlamış olabilir. Yine Seydi göleti su toplama havzasının büyük kısmı meralardan oluştuğundan ve bitki örtüsü genel olarak bozuk ormanlardan oluştuğu için buralardan yüzeysel akış ile daha fazla toplam azot yükü gölete ulaşmış olabilir. Yine Seydi Göleti Havzasının Karadere Göleti Havzasına göre daha uzun ve dar karakterde olması nedeni ile tarımsal kirliliğe daha açık bir durumdadır. Ayrıca oransal relief değerlerine baktığımızda Seydi Göleti havzasında arazi şekillerine bağlı sediment birikimi ve kirlilik faktörlerinin Karadere Göleti havzasından daha fazla olabileceğini göstermektedir.

Drenaj yoğunluğu ve dere frekanslarına baktığımızda Seydi Göleti havzasının Karadere Göleti havzasına oranla zeminin daha geçirimsiz olduğu ve daha seyrek bir bitki örtüsüne sahip olduğu anlaşılmakta ve Seydi Göleti havzasında yağışların büyük bir kısmının yeraltına geçmeden yüzeysel akışa geçeceği ve infiltrasyon oranının düşük olacağı, buna bağlı olarak havzadaki yayılı kirlilik kaynaklarının göletin su kalitesini daha fazla etkileyeceği anlaşılmaktadır.

5.3 Amonyum

Amonyum konsantrasyonlarındaki artış doğal göllerde olduğu gibi çözülmüş oksijen konsantrasyonlarındaki azalma ile ilgili olabilir (Özen et al., 2010). Nitekim her iki gölette de çözülmüş oksijen konsantrasyonlarındaki değişime bağlı olarak amonyum konsantrasyonlarında değişim görünmektedir.

5.4 Nitrit ve Nitrat

Her iki gölette de nitrit ve nitrat konsantrasyonları çok düşük değerlerde gözlemlenmiştir. Nitrifikasyon azot döngüsünde önemlidir ve çözülmüş inorganik azotun sucul ekosistemlerde dağılımını belirler (Ward, 2011). Nitrifikasyon bakterilerinin ışıktaki azalmaya bağlı olarak inhibe oldukları deneysel çalışmalarda gösterilmiştir (French et al. 2012; Merbt et al. 2012).. Göletlerin derin olmasına bağlı olarak azalan ışık geçirgenliği nitrifikasyonun azalmasına ve buna bağlı olarak düşük nitrit ve nitrat konsantrasyonlarına neden olmuş olabilir.

5.5 Toplam Fosfor ve Çözünbilir Reaktif Fosfor

Karadere Gölet’indeki Haziran ayından sonra meydana gelen artış havza kaynaklı olabilir. Ağustos ayındaki düşüş ise TP’nin hipolimniyon çökmesi ile ilgili olabilir. Karadere göletindeki TP konsantrasyonunun yüksek olmasının bir nedeni de orman ölü örtüsü kaynaklı fosfor olabilir (Binkley et al., 2004; Withers and Jarvie, 2008).

Seydi göletinde TP konsantrasyonlarının dalgalı bir seyir izlediği görülmektedir. Bu durumun temel sebebi su seviyesindeki değişimler gibi gözükmektedir. Ayrıca, Mart ve Temmuz aylarındaki artış havza kaynaklı olabilir. Temmuz ayından sonraki düşüş eğilimi ise tabakalaşmaya bağlı olarak TP’nin hipolimniyona çökmesi ve oradan göletten uzaklaşması ile ilgili olabilir.

Karadere göletinde çözünbilir reaktif fosfordaki artışın göletteki su seviyesinin azalması ile ilgili olabileceği görülmektedir. Seydi göletinde ise havzadan gelen SRP

azalması ile yıl içinde zamanla kademeli olarak azaldığı gözlemlenmiştir. SRP: TP miktarı her iki gölette de düşüktür.

5.6 Askıda Katı Madde (AKM)

Askıda katı madde bakımından iki gölet arasında istatistiki olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. Ancak Seydi göletinde Karadere göletine göre yıllık ortalama 1,5 kat daha fazla AKM bulunmaktadır. Seydi Göleti havzasının toplam dere uzunluğu ve havzanın drenaj yoğunluğu Karadere Göleti havzasından daha fazladır. Seydi Göleti havzasında yağışların büyük bir kısmının yeraltına geçmeden yüzeysel akışa geçeceği ve infiltrasyon oranının Karadere Göleti havzasına kıyasla daha düşük olacağı düşünülebilir. Seydi göletinde dere frekansının daha fazla olması, daha seyrek bitki örtüsüne sahip olması ve ormanlık alanların daha az olup mera alanlarının daha fazla olması ile yüzeysel akışlar ile havzadan daha fazla sediment gelmesine neden olmuş olabilir (Özhan, 2004). Ayrıca Seydi göleti su toplama havzasının Karadere su toplama havzasına göre daha uzun ve dar olması ve oransal relief değerlerine baktığımızda Seydi Göleti havzasında arazi şekillerine bağlı sediment birikimi ve kirlilik faktörlerinin Karadere Göleti havzasından daha fazla olabileceğini göstermektedir.

5.7 Klorofil-a (Fitoplankton)

Fitoplankton biokütlesini tahmin etmek için fitoplankton toplam biyokütlesinin göstergesi olarak yaygın olarak kullanılan (Vörös and Padisák, 1991; Jones et al., 1996; Kalchev et al., 1996) klorofil-a ($\mu\text{g L}^{-1}$) değerleri kullanılmaktadır. Fitoplankton bakımından iki gölet arasında istatistiki olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. Ancak Seydi göletinde Karadere göletine göre yıllık ortalama yaklaşık 2 kat daha fazla fitoplankton bulunmaktadır. Özellikle Mart ve Nisan aylarında Seydi göletinde fitoplankton aşırı artış göstermiştir. Bu aylarda göletteki su derinliğinin havzada eriyen kar suları ve yağışlarla arttığı gözlemlenmiştir. Aynı dönemde AKM konsantrasyonları da artmıştır. Bu durum bu aylardaki yüksek fitoplankton bulunmasının nedeninin havzadan gelen sedimentlerle artan AKM ile ilgili olabileceğini düşündürmektedir.

Askıda katı maddenin artması ile fitoplankton popülasyonlarının derelerde topaklanıp çökerek gölete ulaşması ile gölette fitoplankton artmış olabilir (Donohue and Molinos 2009). Ancak askıda katı madde ile klorofil-a konsantrasyonlarındaki aylık değişimler ile askıda katı madde ile toplam azot konsantrasyonlarındaki aylık değişimlerin birbiri ile uyumlu olduğu göz önüne alındığında havzadan AKM ile gelen toplam azotun fitoplankton gelişmesini tetiklediği düşünülebilir (Donohue and Molinos 2009). Karadere göletinde ise AKM'nin fitoplankton gelişimi üzerinde olumsuz bir etki yaptığı görülmektedir. Nitekim artan AKM miktarlarının fitoplankton biokütlesini ve fotosentetik aktivitesini olumsuz etkilediği bilinmektedir (Dokulil, 1994). Yılın geri kalan döneminde fitoplankton bakımından her iki göletin birbirine benzer olduğu görülmektedir.

5.8 Sonuç ve Öneriler

Günümüzde su yetersizliği havzalardaki en büyük problemlerden birisidir. Mevcut kaynaklar üzerindeki baskı ise her geçen gün artmaktadır. Su yetersizliğinin giderilmesi için baraj/gölet depolaması ile su iletimi sağlanmalıdır. Ormanlar, yağmur damlalarının damla etkisini, tepe çatılarıyla damlaların direkt toprak düşmesini engelleyip, damla hızlarını düşürerek azaltırlar. Toprak yüzeyi üzerindeki ölü ve diri örtü sayesinde suyun toprağa infiltrasyonla problemsiz geçişini sağlar. Depolanan bu suyun iyi kalitede olması için ormanların hidrolojik fonksiyonlarından azami ölçüde yararlanmak gerekmektedir. Ormanlar taban suyunun korunmasını, yüzeysel suların temiz tutulmasını, düzenli ve sürekli olmalarını sağlayarak hidrolojik fonksiyonlarını yerine getirirler.

Bu tez çalışması sonucunda göletlerin su toplama havzalarındaki orman varlığının su kalitesi üzerindeki olumlu etkileri sayısal olarak ortaya konmuştur. Karadere göleti su toplama havzasındaki yüksek orman varlığına rağmen aşırı su salınımına bağlı olarak su kalitesinde bir miktar azalma olmuştur. Seydi göletinde ise mera ve tarım alanları kaynaklı özellikle toplam azot miktarı Karadere göletine göre daha fazla bulunmuştur. Seydi göletinde gölete çok yakın tarım arazilerinin bulunması su kalitesini azaltmaktadır.

Göletlerde dikkat çeken başka bir husus ise tabakalaşma sonrası artan besin tuzu miktarlarıdır. Göletlerden sürekli su salındığı için doğal göllere göre tabakalaşmanın etkileri daha fazla görülmektedir. Özellikle tabakalaşmanın kalkması sonucu çözünmüş oksijen konsantrasyonlarında ani düşüşler görülmekte ve bu da göldeki canlı yaşamını tehdit etmektedir.

Bu tez çalışması ile çalışılan göletler ile ilgili CBS tabanlı bir veri tabanı oluşmuştur. İlerde yapılacak çalışmalarda bu veri alt yapısı yöneticilere, planlayıcılara ve karar alıcılara önemli bir altlık oluşturacaktır. Yine ülkemizde 2000'i aşkın gölet olduğu düşünüldüğünde bu tez çalışması limnolojik örnekleme metodu olarak benzer çalışmalara ışık tutacaktır.

Tez sonuçları neticesince uygulamaya yönelik olarak yapılabilecek öneriler aşağıda belirtilmiştir.

- Amenajman planları yapılırken, ormanların göletlerin su kalitesi üzerindeki etkileri de göz önüne alınmalıdır.
- Baraj ve gölet havzaları ağaçlandırılmalıdır.
- Tüm havza ağaçlandırma yapılamasa bile özellikle gölete yakın kısımlarda ağaçlandırma yapılmasına ve gölete yakın tarım arazilerine izin verilmemesi gerekmektedir.
- Su toplama havzalarındaki erozyon önlenmeli, bunun için toprak koruma fonksiyonlu türler seçilerek ağaçlandırma yapılmalıdır. Bu konuda yapılacak en ucuz, en kolay ve en etkili tedbir doğal kaynakları kullanan insanların eğitimidir,
- Su toplama havzalarındaki meralar ıslah edilmeli ve erozyon riski azaltılmalıdır.
- Bitişik ya da komşu alanlarda yapılacak yanlış silvikültürel müdahaleler havzanın belli bir bölümündeki su kenarı ormanlarını ve barajları etkileyecektir. Bunun için amenajman planları havza bazında ele alınmalıdır. Su kenarı ormanları oluşturulurken amaca göre ağaçlandırma yapılmalı ve uygun ağaç türleri seçilmelidir.
- Ormansızlaşmanın önüne geçebilmek için havzadaki kaynakların yönetimi dikkatle ele alınmalı, entegre su kaynakları yönetimine geçilmelidir.
- Ormanların yönetimi su yönetimini tamamlamalıdır. Aynı amaca hizmet eden kurum ve kuruluşların daha etkin ve koordineli olmaları sağlanmalıdır.
- Barajların erken dolması engellenmeli bunun için su ölçümleri ile birlikte akım ve sediment ölçümlerine de başlanmalıdır. İlgili kurumlarla irtibat kurularak, baraj planlama aşamasında erozyon ve sediment kontrolü, ağaçlandırma, ıslah vb. çalışmalara başlanılmalıdır.
- Havza planlaması etkin bir şekilde yapılmalı, CBS ve UA teknolojileri kullanılarak veri tabanları oluşturulmalı ve havzanın hidrolojik modellenmesi yapılmalıdır.
- Baraj ve göletler su kalitesi bakımından düzenli olarak örneklenmeli, bu sucül ekosistemlerin hidrolojisinde ve su seviyesinde ani değişikliklere yol açacak

şekilde sulama için aşırı su salımı önlenmeli, su salınımında termal tabakalaşma ve mevsim dikkate alınarak planlama yapılmalıdır.



KAYNAKLAR

- Akkaya Aslan, Ş.T. Gündoğdu, K.S. Demir, A.O. 2004. Sayısal Yükseklik Modelinden Yararlanılarak Bazı Havza Karakteristiklerinin Belirlenmesi: Bursa Karacabey İnkaya Göleti Havzası Örneği. Ulud. Üniv. Zir. Fak. Derg., (2004) 18(1): 167-180
- Asan,Ü. Şengönül, K. Orman Formlarının Fonksiyonel Açından Karşılaştırılması. İ.Ü.Orman Fakültesi Dergisi, Seri B, Cilt 37, Sayı 4, 1987
- Aydın, M. 2009. Gümüşhane-Torul Barajı Yağış Havzasında Arazi Kullanımına Göre WEPP (Water Erosion Prediction Project) Modeli ile Toprak Kayıplarının Belirlenmesi ve Alınması Gereken Önlemler. Kastamonu Üni, Orman Fakültesi Dergisi, 2009, 9 (1): 54-65.
- Bağdatlı, C. Öztürk, B. 2014. Havza morfolojik özelliklerinin belirlenmesinde coğrafi bilgi sistemlerinin (CBS) etkin rolü. SAÜ. Fen Bil. Der. 18. Cilt, 1. Sayı, s. 11-19.
- Calder, I. Hofer, T. Vermont, S. Warren, P. Ormanlar ve Su Hakkında Yeni Anlayışa Doğru. FAO Forest Paper 155 (2. Section).
- Carlson, R.E. 1977. A trophic state index for lakes. Limnology and Oceanography, 22, 1939-5590.
- Carlson, R.E. 1983. Using Differences among Carlson Trophic State Index Values in Regional Water-Quality Assessment - Discussion. Water Resources Bulletin, 19, 307-308.
- Chai B B, Li YJ, Huang TL and Zhao XG 2014. Pollution characteristics of thermally-stratified reservoir: A case study of the Hei he reservoir in Xi'an city China Journal of Chemical and Pharmaceutical Research 6(7) pp1231-1240
- Clesceri, L., and Greenberg, A. 1998. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (20th Editi). Washington DC: American Public Health Association.
- Çakır, F. 2014. Çankırı Yöresi Ormandan Stebe Geçiş Zonundaki Orman Kuruluşları ve Silvikültürel Özellikleri. İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, İstanbul.
- Çepel, N. 1986. Barajların Yukarı Yağış Havzaları İçin Arazi Kullanım Planlamasının Ekolojik Esasları. İ. Ü Orman Fakültesi Dergisi, Seri B, Cilt 36 (2): 17-27.
- Dan Binkley George G. Ice Jason Kaye Christopher A. Williams. 2004. Nitrogen And Phosphorus Concentrations In Forest Streams Of The United States. Journal of the American Water Resources Association (JAWRA). Paper No. 03133
- Demirkıran, O. Köşker, Y. Akgül, S. Başkan, O. Ankara Haymana Kızılkoyun Gölet Havzası Sediment Verimi. Toprak Su Dergisi, 2018, 7 (1): (49-56).
- Dils, R. 1973. Amerika Birleşik Devletlerinde Ormanların Etkileri Ve Havza Amenajmanı Konularında Öğretim Ve Araştırma. Or. Fak. Dergisi Seri : B – 14: (209-224).
- Dokulil MT (1994) Environmental control of phytoplankton productivity in turbulent turbid systems. Hydrobiologia 289:65–72
- Donohue I, Molinos JG. 2009 Impacts of increased sediment loads on the ecology of lakes. Biol Rev. doi: 10.1111/j.1469-185X.2009.00081.x
- Ediş, S. 2011. Yarı Kurak Havzalarda Düşük Akışların Analizi (Söğütözü Deresi Ve Terme Çayı Havzaları Örneği). Çankırı.

- Fidan, C. Duran, C. Kırış, R. Bitki Formasyonlarının Su Kaynakları Üzerindeki Etkisi. TMMOB 2. Su Politikaları Kongresi.
- French, E. J., J. Kozłowski, M. Mukherjee, G. Bullerjahn, and A. Bollman. 2012. Niche differentiation between ammoniumoxidizing archaea and bacteria based on differences in their growth responses to environmental factors. *Appl. Environ. Microb.* 78: 5773–5780,
- Ford, D.E. 1990. Reservoir transport processes. *Reservoir Limnology: Ecological Perspectives*. John Wiley & Sons, New York.
- Gabriele, U. Wüest, K. Wüest, A. Schmid, M. 2018. "Effects of Lake–Reservoir Pumped-Storage Operations on Temperature and Water Quality," *Sustainability*, MDPI, Open Access Journal, vol. 10(6), pages 1-15, June.
- Görcelioğlu, E. 1982: Batı Toros Göller Bölgesinde Özellikle Burdur Gölü Çevresindeki Sedimentasyonun Yaygınlığı, Önemi ve Alınması Gereken Havza İslah Önlemleri. İstanbul Üniversitesi Yayınları No. 2908, Orman Fakültesi Yayın No. 313, İstanbul.
- Görcelioğlu, E. 1992. Havzalarda Orman ve Otlak Alanları Amenajmanının Su Verimine ve Kalitesine Etkileri. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi. Seri B, Cilt 42, Sayı 1-2.
- Gülcü, S. Çelik, S. Serin, N. Su Kaynakları Çevresinde Uygulanan Ormancılık Faaliyetlerinin Su Üretimi Ve Kalitesine Etkileri. TMMOB 2. Su Politikaları Kongresi.
- Helen P & J. 2008. Delivery and Cycling of Phosphorus in Rivers: A Review. *The Science of the total environment*. 400. 379-95. 10.1016/j.scitotenv.2008.08.002.
- Hızal, A. 1984. Hava Fotoğrafları Yorumlamasının Havza Amenajmanı (Ova Deresi Havzası, Kocaeli) Çalışmalarında Uygulanma Olanaklarının Araştırılması. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, İ.Ü.Yayın No: 3144, O.F. Yayın No: 341, İstanbul.
- Jachniak, E. Jaguś, A. Młyński, A. Nycz, B. 2019. The Quality Problems of the Dammed Water in the Mountain Forest Catchment. *Journal of Ecological Engineering*, 20(5), 165-171.
- Jespersen, A-M. & K. Christophersen, 1987. Measurements of chlorophyll-a from phytoplankton using ethyl alcohol as extraction solvent. *Arch.Hydrobiol.* 109: 445 454.
- Jones,R.I., Young, J.M., Hartley,A.M. and Bailey-Watts,A.E. (1996) Light limitation of phytoplankton development in a oligotrophic lake—Loch Ness, Scotland. *Freshwater Biol.* , 35, 533–543.
- Kalchev,R.K., Beshkova,M.B., Boumbarova,C.S., Tsvetkova,R.L. and Sais,D. (1996) Some allometric and non-allometric relationships between chlorophyll-a and abundance variables of phytoplankton. *Hydrobiologia*, 341, 235–245.
- Kantarcı, D. 1993. Türkiye'nin En Önemli Çevre Sorunu Toprak Erozyonudur. Erozyonun Önlenmesi ve Ülkenin Devamlılığının Sağlanması için Yapılacak Ağaçlandırmalara Kaynak Yaratmalıyız. I. Ormancılık Şurası, Tebliğler ve Ön Çalışma Grubu Raporları, Cilt I, Orman Bakanlığı Seri No. 13.
- Keleş, S. Karahalil, U. Köse, S. 2005. Ormanların Toprak Koruma ve Su Üretimi Fonksiyonlarının Odun Üretimi İle Birlikte Planlanması (Karanlıkdere Orman Planlama Birimi Örneği). *KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi* 8(1).
- Keleş S., Sivrikaya F., Çakır G. Başkent E.Z. 2006. Orman Ekosistemlerinin Su Üretimi Fonksiyonu Ve Orman Amenajman Planlarına Yansıtılması Stratejileri", 1st

- International Non-wood Forest Products Symposium, TRABZON, TÜRKİYE, 1-4 Kasım 2006, pp.488-497
- Korkanç, S.Y. Çimen, Ş. Aklan, F. Arabacıoğlu, R. Köprülü, H. 2017. Bazı Toprak İyileştiricilerin Toprakların Hidro-Fiziksel ve Kimyasal Özelliklerine Etkileri. Türkiye Ormancılık Dergisi. 18(2): 125-132.
- Köppen, W., & Geiger, R. (1954). Klima der erde (Climate of the earth). Wall Map 1:16 Mill. Klett-Perthes, Gotha.
- Kutluk, H. 1954. İstanbul'da Tarih Boyunca Su, Kereste, Yakacak, Ağaçlama ve Kontrol işleri. Orman ve Av, Yıl 26, Cilt 26, Sayı 5 (Mayıs 1954).
- Kutluk, H. 1967: Türkiye Ormancılığı ile İlgili Tarihi Vesikalar. OGM Yayını, Sıra No. 367, Seri No. 19, Cilt 2, Ankara.
- Kutukcu, A. Kaya, S. Kabdashı, S. Gazioğlu, C. Nehir Havzalarının Morfolojik Karakteristiklerinin Cbs Destekli Nümerik Modeller Kullanılarak Analizi. TUFUAB VIII. Teknik Sempozyumu 21-23 Mayıs 2015 / Konya.
- Küçükosmanoğlu, A. 1995. Su Kaynaklarının Korunması- Orman Yangınları İlişkisi. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, Series B, Vol 45, No 1-2.
- Lee, R. 1980. Forest Hydrology. Columbia University Pres, New York.
- Lehner B, et al. 2011. High-resolution mapping of the world's reservoirs and dams for sustainable river-flow management. *Frontiers in Ecology and the Environment* 9: 494–502.
- Mackereth, F.J., H. J. Heron & J. F. Talling, 1978. Water analyses: some methods for limnologists. *Freshwater Biological Assoc. Scientific Publication No: 36.*
- Merbts, S. N., D. A. Stahl, E. O. Casamayor, E. Martí, G. W. Nicol, and J. A. Prosser. 2012. Differential photoinhibition of bacterial and archaeal ammonia oxidation. *FEMS Microbiol. Lett.* 327: 41–46, doi:10.1111/j.1574-6968.2011.02457.x
- Mızraklı, A., Güzenge, E. ve Yalçın, Ş. A. 2008. Ormanların su kaynakları potansiyeli üzerine etkileri, bu alanların belirlenmesi, korunması ve DİM Planlama örneği. TMMOB, 2. Su Politikaları Kongresi 21- 23 Mart 2008. pp. 49-59, Ankara.
- Nowlin, W.H., Davies, J.M., Nordin, R.N., Mazumder, A., 2004. Effects of water level fluctuation and short-term climate variation on thermal and stratification regimes of a British Columbia reservoir and lake. *Lake. Reserv. Manage.* 20, 91–109.
- Okatan, A. Aydın, M. Urhan, O.Ş. 2007. Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Havza Amenajmanında Kullanımı ve önemi. TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi 30 Ekim –02 Kasım 2007, KTÜ, Trabzon.
- Ozen, A. Karapınar, B. Küçük, İ. Jeppesen, E. Beklioglu, M. 2010. Drought-induced changes in nutrient concentrations and retention in two shallow Mediterranean lakes subjected to different degrees of management. *Hydrobiologia*, 646: 61-72.
- Özdemir, H. (2011). Havza Morfometrisi ve Taşkınlar. *Fiziki Coğrafya Araştırmaları; Sistemik ve Bölgesel, Türk Coğrafya Kurumu Yayınları, No:5, 507-526, İstanbul.*
- Özen, A., 2017. Could thousands of new reservoirs mean trouble or solution for climate change?. 4. International Water Congress, Water Management in Smart Cities, 2-4 November 2017. İzmir Turkey.
- Özhan, S. 2004. Havza Amenajmanı. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, İ.Ü. Yayın No:4510, Orman Fakültesi Yayın No: 481; Sf: 384.

- Özşahin, E. 2008. keçi dere (Gönen Çayı'nın bir kolu) havzasının hidrografik özelliklerine sayısal yaklaşım. Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi. Cilt 5, Sayı 10.
- Öztürk, M.Z. Şimşek, M. Utlu, M. 2015. Tahtalı Dağları (Orta Toroslar) karst platosu üzerinde dolin ve uvala gelişiminin CBS tabanlı analizi. Türk Coğrafya Dergisi 65 (2015) 59-68.
- Puno, R., Puno, G., Talisay, B. (2019). Hydrologic responses of watershed assessment to land cover and climate change using soil and water assessment tool model. Global Journal of Environmental Science and Management, 5(1), 71-82.
- Rakhmanov, V.V. 1970. Dependence of Streamflow Upon the Percentage of Forest Cover of Catchments. Proceedings of the Joint FAO/USSR International Symposium on Forest Influences and watershed Management . Moscow.
- Roohollah, N. Berndtsson, R. Adamowski, F. Jan Abyaneh, R. M. 2018. Temporal and depth variation of water quality due to thermal stratification in Karkheh Reservoir, Iran. Journal of Hydrology: Regional Studies. 19. 279-286. 10.1016/j.ejrh.2018.10.003.
- Sara, S. Terêncio, D. Fernandes, L. Machado, J. and Fernando A.L. Pacheco. The Potential of Small Dams for Conjunctive Water Management in Rural Municipalities .Int. J. Environ. Res. Public Health 2019, 16(7), 1239
- Standard Methods, 22. Edition. American Health Association, 1996.
- Tuncer, M.M. Kaya, Ö.N. Orman ve Su Kaynakları Orman ve Su Ekosistem İlişkisi. III. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi, 20-22 Mayıs 2010, Cilt: II Sayfa: 625-640.
- Uslu, S. 1969. Ormanların Toprak Koruması ve Hidrolojik Bakımdan Önemi. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi.
- Ward, B. B. 2011. Nitrification in the ocean, p. 325–345. In B. B. Ward, D. J. Arp, and M. G. Klotz [eds.], Nitrification. ASM Press.
- Vörös, L. & Padisák, J. Hydrobiologia (1991) 215: 111.
- Yılmaz, H. 2010. Çankırı Gökdere Havzasının Havza Karakteristiklerinin ve Bazı Hidrofiziksel Toprak Özelliklerinin Araştırılması.
- Zhu, J., Yu, L., Xu, T. et al. Comparison of water quality in two catchments with different forest types in the headwater region of the Hun River, Northeast China J. For. Res. (2019) 30: 565.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : İmran AKBAŞ

Doğum Yeri : Konya/Merkez

Doğum Tarihi : 10.06.1986

Medeni Hali : Evli

Adres : Kırkevler Mahallesi Kastamonu Caddesi Gardenya Sitesi C Blok
No:2

Merkez/Çankırı

Tel : 0 507 989 18 33

E-posta : imran.akbas@tarimorman.gov.tr

Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

Lise : Ankara Rauf Denktaş Lisesi (2000-2002)

Lisans : Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi (2003-2008)

Yüksek Lisans : Çankırı Karatekin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Orman
Mühendisliği Anabilim Dalı (2014- 2019)

Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl

Çankırı Tarım ve Orman İl Müdürlüğü Ziraat Mühendisi – 2010 – Devam ediyor