



**T.C.
ERCIYES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**TUZLA (PALAS) GÖLÜ'NÜN İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNE
DUYARLILIĞININ İNCELENMESİ**

**Hazırlayan
Eda CENGİZ**

**Danışman
Yrd. Doç. Dr. Filiz DADAŞER ÇELİK**

Yüksek Lisans Tezi

**Temmuz 2012
KAYSERİ**

**T.C.
ERCIYES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**TUZLA (PALAS) GÖLÜ'NÜN İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNE
DUYARLILIĞININ İNCELENMESİ
(Yüksek Lisans Tezi)**

**Hazırlayan
Eda CENGİZ**

**Danışman
Yrd. Doç. Dr. Filiz DADAŞER ÇELİK**

**Bu çalışma; Erciyes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi
tarafından FBY-11-3663 kodlu proje ile desteklenmiştir.**

**Temmuz 2012
KAYSERİ**

Bu çalışmadaki tüm bilgilerin, akademik ve etik kurallara uygun bir şekilde elde edildiğini beyan ederim. Aynı zamanda bu kural ve davranışların gerektirdiği gibi, bu çalışmanın özünde olmayan tüm materyal ve sonuçları tam olarak aktardığımı ve referans gösterdiğimi belirtirim.

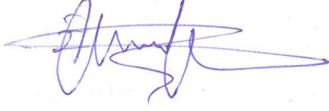
Eda CENGİZ



'Tuzla (Palas) Gölü'nün İklim Değişikliğine Duyarlılığının İncelenmesi' adlı Yüksek Lisans tezi, Erciyes Üniversitesi Lisansüstü Tez Önerisi ve Tez Yazma Yönergesi'ne uygun olarak hazırlanmıştır.

Tezi Hazırlayan

Eda CENGİZ



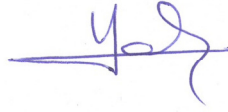
Danışman

Yrd. Doç. Dr. Filiz DADAŞER ÇELİK



Çevre Mühendisliği ABD Başkanı

Doç. Dr. Yalçın Şevki YILDIZ



Yrd. Doç. Dr. Filiz DADAŞER ÇELİK danışmanlığında Eda CENGİZ tarafından hazırlanan “Tuzla (Palas) Gölü’nün İklim Değişikliğine Duyarlılığının İncelenmesi” adlı bu çalışma, jürimiz tarafından Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Anabilim Dalında **Yüksek Lisans** tezi olarak kabul edilmiştir.

23 / 07 / 2012

JÜRİ:

Danışman : Yrd. Doç. Dr. Filiz DADAŞER ÇELİK

Filiz Dadaşer

Üye : Doç. Dr. Yalçın Şevki YILDIZ

Yalçın

Üye : Doç. Dr. Murat ÇOBANER

Murat

ONAY:

Bu tezin kabulü Enstitü Yönetim Kurulunun 24/07/2012 tarih ve 2012/32-06 sayılı kararı ile onaylanmıştır.



Prof. Dr. Necmettin MARAŞLI

Enstitü Müdürü

TEŞEKKÜR

Bu projenin yürütölmesi ve düzenlenmesi sırasında değerli yardım ve katkılarıyla beni yönlendiren danışman hocam Yrd. Doç. Dr. Filiz DADAŞER ÇELİK'e, her zaman maddi manevi desteklerini benden esirgemeyen aileme teşekkürlerimi sunarım.

TUZLA (PALAS) GÖLÜ'NÜN İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNE DUYARLILIĞININ İNCELENMESİ

Eda CENGİZ

Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü

Yüksek Lisans Tezi, Temmuz 2012

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Filiz DADAŞER ÇELİK

ÖZET

Bu çalışmanın amacı Kayseri'de bulunan Tuzla (Palas) Gölü'ndeki hidrolojik değişimlerin nedenlerini ve Tuzla Gölü'nün iklim değişikliğine duyarlılığını analiz etmektir. Tuzla Gölü insan etkilerinden nispeten uzak kalabilmiş tuzlu bir göl olup, Orta Anadolu'da bulunan Palas Ovası'nda yer almaktadır. 1990'dan beri Tuzla Gölü su seviyelerinde önemli seviyede azalma gözlenmiştir. Bu çalışmada su seviyelerindeki azalmanın nedenlerini belirlemek için Palas Ovası'ndaki hidrolojik ve iklimsel veriler (yağış, sıcaklık ve buharlaşma) 1998-2005 dönemi için analiz edilmektedir. Verilerdeki eğilimlerin büyüklüğü ve yönü lineer regresyon ile analiz edilmiştir. Göl seviyeleri ve hidrolojik ve iklimsel parametreler arasındaki ilişkiler korelasyon analizi ile incelenmiştir. 1998-2005 dönemi için Tuzla Gölü için su bütçesi oluşturulmuş ve su giriş ve çıkışlarındaki değişimler incelenmiştir. 1998'den 2005'e kadar Tuzla Gölü'nde yıllık ortalama su seviyesi $6,7 \text{ cm yıl}^{-1}$ azalmıştır. Komşu istasyonlardaki verilerden, aynı dönemde yağışın azaldığı ve buharlaşmanın arttığı tespit edilmiştir. Tuzla Gölü yıllık ortalama su seviyesi ile yıllık toplam yağış arasındaki güçlü pozitif bir ilişki; yıllık ortalama su seviyesi ve yıllık toplam buharlaşma arasındaki ise güçlü negatif bir ilişki mevcuttur. Su seviyeleri ve 1 ila 5 yıl geçmiş yağış ve 1 ila 5 yıl geçmiş buharlaşma arasındaki ilişki derecesi orta seviyededir. Su seviyeleri ve sıcaklık arasında önemli bir ilişki tespit edilememiştir. 1998-2005 dönemi için göle en yüksek miktarda su girişi yağış ve yeraltı suyu olarak gerçekleşmiştir ve göl sadece buharlaşma ile su kaybetmiştir. Analizler Tuzla Gölü su seviyelerinin iklimsel değişimler ve Palas Ovası'ndaki yüzey ve yeraltı sularının kullanılmasından etkilendiğini göstermektedir. Gelecekte olması muhtemel iklimsel değişikliklerin Tuzla Gölü hidrolojik yapısı üzerinde olumsuz etkiler bırakması beklenebilir.

Anahtar Kelimeler: Tuzla (Palas) Gölü, eğilim analizi, korelasyon analizi, su bütçesi

SENSITIVITY OF TUZLA (PALAS) LAKE TO CLIMATE CHANGE

Eda CENGİZ

Erciyes University, Graduate School of Natural and Applied Sciences

M.Sc. Thesis, July, 2012

Supervisor: Assist. Prof. Dr. Filiz DADAŞER ÇELİK

ABSTRACT

The purpose of this study is to analyze the hydrologic changes at Tuzla (Palas) Lake in Kayseri, Turkey. Tuzla (Palas) Lake is a relatively pristine saline playa lake located in Palas Plain in Central Anatolia in Turkey. Water levels at Tuzla Lake showed a significant decrease since 1990s. In this study, the causes of water level decreases were examined through analysis of the hydrologic and climate data for Palas Plain for the 1998-2005 period. The magnitude and direction of trends in water levels and climatic variables (precipitation, temperature, and evaporation) were analyzed by linear regression. The relationships between lake levels and climatic variables were investigated by correlation analysis. Annual water budget for the lake was prepared for the 1998-2005 period and magnitude of water inflows and outflows were evaluated. Annual average water levels decreased by 6.7 cm yr^{-1} at Tuzla Lake from 1998 to 2005. Decrease in precipitation and increase in pan evaporation were detected at nearby climate stations for the same period. The annual average water levels at Tuzla Lake had a strong positive correlation with annual precipitation and a strong negative correlation with annual evaporation. The degree of relationship between water levels and 1 to 5-yr antecedent precipitation and 1 to 5-yr antecedent evaporation was moderate. No correlation with air temperature and water levels could be detected. Major water inflows to the lake are provided by precipitation and ground water and major water outflow from the lake is by evaporation. The analysis showed that climatic changes and surface and ground water use practices in the Palas Plain could be responsible for water level changes at Tuzla Lake. Climate change can have negative impact on the hydrology of Tuzla Lake in the future.

Keywords: Tuzla (Palas) Lake, trend analysis, correlation analysis, water budget

İÇİNDEKİLER

TUZLA (PALAS) GÖLÜ'NÜN İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNE DUYARLILIĞININ İNCELENMESİ

	<u>Sayfa</u>
BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK SAYFASI.....	i
YÖNERGEYE UYGUNLUK SAYFASI.....	.ii
KABUL VE ONAY SAYFASI.....	iii
TEŞEKKÜR.....	iv
ÖZET.....	v
ABSTRACT.....	vi
İÇİNDEKİLER	vii
TABLolar LİSTESİ.....	x
ŞEKİLLER LİSTESİ	xii
GİRİŞ	1

1. BÖLÜM

GENEL BİLGİLER VE LİTERATÜR ÇALIŞMASI

1.1 İklim Değişikliği Nedir?	3
1.2. İklim Değişikliğinin Su Kaynakları Üzerindeki Etkileri	5
1.3. Türkiye’de İklim Değişikliği Ve Etkileri.....	6
1.4. Literatür Özeti	7
1.4.1. Türkiye Dışındaki Göllerle İlgili Yapılan Çalışmalar	8
1.4.2. Türkiye’deki Göllerle İlgili Yapılan Çalışmalar	10
1.4.3. Tuzla Gölü İle İlgili Yapılan Çalışmalar	12

2. BÖLÜM

GEREÇ VE YÖNTEM

2.1. Çalışma Alanı: Tuzla (Palas) Gölü	13
2.1.1. Fiziksel ve Hidrolojik Özellikler.....	13
2.1.2. Flora ve Fauna	15
2.1.3. Tuz Çıkarımı	16
2.2. Kullanılan Veriler Ve Özellikleri.....	17
2.3. Veri Analizleri.....	19
2.3.1. İstatistiksel Analizler	19
2.3.2. Tuzla Gölü Su Bütçesinin Belirlenmesi	20

3. BÖLÜM

BULGULAR

3.1. İstatistiksel Analiz Bulguları	23
3.1.1. Hidrolojik Verilerin İstatistiksel Özellikleri	23
3.1.1.1. Tuzla Gölü Su Seviyelerinin İstatistiksel Özellikleri	23
3.1.1.2. Yeraltı Suyu Seviyelerinin İstatistiksel Özellikleri	24
3.1.1.3. Değirmen Deresi Akım Verilerinin İstatistiksel Özellikleri.....	25
3.1.2. İklimsel Verilerin İstatistiksel Özellikleri	27
3.1.2.1. Yağış Verilerinin İstatistiksel Özellikleri.....	27
3.1.2.2. Sıcaklık Verilerinin İstatistiksel Özellikleri.....	28
3.1.2.3. Tava Buharlaşması Verilerinin İstatistiksel Özellikleri.....	30
3.1.2.4. Evapotranspirasyon Verilerinin İstatistiksel Özellikleri.....	32
3.1.3. Eğilim Analizleri Bulguları.....	33
3.1.3.1. Hidrolojik Verilerin Eğilim Analizi.....	34
3.1.3.1.1. Göl Su Seviyesindeki Eğilimler	34
3.1.3.1.2. Yeraltı Suyu Seviyesindeki Eğilimler	34
3.1.3.1.3. Akım Verilerindeki Eğilimler.....	35
3.1.3.2. İklimsel Verilerin Eğilim Analizi.....	35
3.1.3.2.1. Yağış Veilerindeki Eğilimler	35

3.1.3.2.2. Sıcaklık Verilerindeki Eğilimler	36
3.1.3.2.3. Tava Buharlaşması Verilerindeki Eğilimler	37
3.1.3.2.4. Evapotranspirasyon Verilerindeki Eğilimler.....	38
3.1.4. Korelasyon Analizi Bulguları	39
3.1.4.1. Tuzla Gölü Su Seviyeleri ve Hidrolojik Parametreler Arasındaki İlişkilerin Analizi.....	39
3.1.4.2. Tuzla Gölü Su Seviyeleri ve İklimsel Parametreler Arasındaki İlişkilerin Analizi.....	39
3.2. Tuzla Gölü Su Bütçesi: 1998-2005	43
3.2.1. Su Seviyesi-Yüzey Alanı-Hacim İlişkilerinin Tespit Edilmesi.....	43
3.2.2. Su Bütçesinin Hesaplanması	47

4. BÖLÜM

TARTIŞMA, SONUÇ ve ÖNERİLER

KAYNAKLAR	51
ÖZGEÇMİŞ.....	58

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 1.1. Başlıca sera gazları ve özellikleri	4
Tablo 2.1. Tuzla Gölü çevresindeki meteoroloji istasyonlarının yükseklik, enlem, boylam bilgileri	17
Tablo 3.1. 1998-2005 döneminde Tuzla Gölü'nde ölçülen su seviyelerinin istatistiksel özellikleri.....	23
Tablo 3.2. 1998-2005 döneminde Sultanhanı kuyusu su seviyelerinin istatistiksel özellikleri.....	25
Tablo 3.3. 1998-2005 ve 1975-2005 dönemi için Değirmen Deresi'nde ölçülen akım verilerinin istatistiksel özellikleri	27
Tablo 3.4. 1998-2005 ve 1975-2005 dönemi için yıllık yağış verilerin istatistiksel özellikleri.....	27
Tablo 3.5. 1998-2005 ve 1975-2005 dönemi için yıllık ortalama sıcaklık verilerin istatistiksel özellikleri.....	29
Tablo 3.6. 1998-2005 ve 1975-2005 dönemi için Nisan-Ekim arasında gerçekleşen tava buharlaşması verilerin istatistiksel özellikleri	31
Tablo 3.7. 1998-2005 ve 1975-2005 dönemi için yıllık evapotranspirasyon verilerin istatistiksel özellikleri.....	33
Tablo 3.8. Tuzla Gölü su seviyesinde görülen eğilimler ve eğilimlerin istatistiksel anlamlılığı.....	34
Tablo 3.9. Sultanhanı Kuyusu yeraltı suyu seviyesinde görülen eğilimler ve eğilimlerin istatistiksel anlamlılığı.....	34
Tablo 3.10. Değirmen Deresi akımlarının 1998-2005 ve 1975-2005 dönemlerinde eğilimleri ve eğilimlerin istatistiksel anlamlılığı.....	35
Tablo 3.11. 1998-2005 ve 1975-2005 dönemleri için toplam yağış miktarında görülen eğilimler ve eğilimlerin istatistiksel anlamlılığı.....	36
Tablo 3.12. 1998-2005 ve 1975-2005 dönemleri için ortalama sıcaklık değerlerinde görülen eğilimler ve bu eğilimlerin istatistiksel anlamlılığı.....	37
Tablo 3.13. 1998-2005 ve 1975-2005 dönemleri için tava buharlaşması değerlerinde görülen eğilimler ve bu eğilimlerin istatistiksel anlamlılığı.....	37
Tablo 3.14. 1998-2005 ve 1975-2005 dönemleri için evapotranspirasyon değerlerinde görülen eğilimler ve bu eğilimlerin istatistiksel anlamlılığı.....	38

Tablo 3.15. Tuzla Gölü su seviyeleri ile yeraltı suyu seviyeleri ve Değirmen Deresi akımları arasında hesaplanan korelasyon katsayıları	39
Tablo 3.16. Tuzla Gölü su seviyeleri ile yağış, sıcaklık, tava buharlaşması ve evapotranspirasyon verileri arasında hesaplanan korelasyon katsayıları ...	41
Tablo 3.17. Tuzla Gölü su seviyesi ile geçmiş yıllara ait iklim koşulları arasında hesaplanan korelasyon katsayıları	42
Tablo 3.18. Tuzla Gölü su seviyesi ile geçmiş yıllara ait kümülatif iklim koşulları arasında hesaplanan korelasyon katsayıları.....	43
Tablo 3.19. Göl seviyesinin ölçüldüğü tarihe karşılık gelen uydu görüntüsü tarihleri ...	44
Tablo 3.20. 1998-2005 dönemi için Tuzla Gölü ortalama su seviyesi, yüzey alanı ve su hacmi	46
Tablo 3.21. 1998-2005 dönemi için Tuzla Gölü su bütçesi	47

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1. Çeşitli iklim senaryolarına göre 1990-2100 dönemleri arasındaki gerçekleşen ve beklenen küresel yüzey ısınması	5
Şekil 2.1. Tuzla (Palas) Gölü'nün Türkiye haritası üzerindeki konumu.....	13
Şekil 2.2. Tuzla (Palas) Gölü görünümü	14
Şekil 2.3 Palas Ovası ve çevresinin jeomorfoğrafya haritası.....	15
Şekil 2.4. Tuzla Gölü çevresindeki meteoroloji istasyonlarının harita üzerindeki konumları	18
Şekil 2.5. Tuzla Gölü için su bütçesini oluşturan elemanlar.....	20
Şekil 3.1. 1998-2005 dönemi için Tuzla Gölü aylık ve yıllık ortalama su seviyeleri.....	24
Şekil 3.2. 1998-2005 dönemi için Sultan Hanı kuyusu aylık ve yıllık ortalama su derinlikleri	25
Şekil 3.3. 1998-2005 dönemi (a,b) ve 1975-2005 dönemi (c,d) için aylık ve yıllık Değirmen Deresi akım değerleri	26
Şekil 3.4. 1998-2005 dönemi (a,b) ve 1975-2005 dönemi (c,d) arasındaki aylık ve yıllık yağış değerleri	28
Şekil 3.5. 1998-2005 dönemi (a,b) ve 1975-2005 dönemi (c,d) arasındaki aylık ve yıllık sıcaklık değerleri	30
Şekil 3.6. 1998-2005 dönemi (a,b) ve 1975-2005 dönemi (c,d) arasındaki aylık ve Nisan-Ekim dönemi tava buharlaşması değerleri	31
Şekil 3.7. 1998-2005 dönemi (a,b) ve 1975-2005 dönemi (c,d) arasındaki aylık ve yıllık evapotranspirasyon değerleri	33
Şekil 3.8. Farklı tarihlerde alınan Landsat TM ve ETM+ uydu görüntüleri. Görüntüler 4-3-2 bantlarının kombinasyonları şeklinde gösterilmiştir.	44
Şekil 3.9. Farklı tarihlerdeki uydu görüntülerinden tespit edilen göl yüzey alanları.....	45
Şekil 3.10.Tuzla Gölü'nde su su derinliği ve yüzey alanı ilişkisi.....	46
Şekil 3.11. 1998-2005 yılları arasındaki Tuzla Gölü'ne su giriş çıkışları	48

GİRİŞ

Atmosferdeki karbon dioksit (CO₂) seviyesinin 2050 yılında 2001'deki seviyesinin iki katına çıkacağı öngörülmektedir. CO₂ seviyesindeki artışın en önemli etkilerinden biri iklim değişikliği olacaktır. Ülkemizde iklim değişikliği hakkında yapılan çalışmalar sıcaklık ve yağışta meydana gelen değişimlere işaret etmektedir. 2050 yılına kadar Türkiye üzerindeki ortalama sıcaklıkların sera gazlarındaki artışlar göz önüne alındığında 1-3°C, sera gazlarındaki ve sülfat parçacıklarındaki artışlar göz önüne alındığında ise 1-2°C artması beklenmektedir [1]. Mevcut koşullar altında çeşitli sektörlerin iklim değişikliğinden etkilenebilme düzeyinin belirlenmesi ve iklim değişikliğine uyum için gerekli çalışmaların yapılması büyük önem arz etmektedir.

İklim değişikliğinden etkilenecek sektörlerin başında su kaynakları (akarsular ve göller gibi) gelmektedir. Hükümetler arası İklim Değişikliği Paneli (IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change)'nin [2] raporuna göre son yüzyıl içinde Çin, Avustralya, Afrika, Kuzey Amerika ve Avrupa'da bulunan göllerin su seviyelerinde küresel ısınma ve insan aktivitelerine bağlı değişimler tespit edilmiştir. Yine aynı raporda dünyanın pek çok bölgesinde akarsu akımlarının miktarı ve zamanlamasında değişimler yaşandığından bahsedilmektedir.

Bu tez çalışmasının temel konusu göllerin iklim değişikliğine duyarlılığının analiz edilmesidir. Çalışma ülkemizde İç Anadolu Bölgesi'nin bir ili olan Kayseri'de bulunan önemli sulak alan sistemlerinden biri olan Tuzla (Palas) Gölü'nde yürütülecektir. Tuzla Gölü kapalı bir havzada yer alması ve insan etkilerinden nispeten uzak kalabilmiş bir göl olması dolayısıyla göller üzerinde iklim değişikliğinin etkilerini açıklamak için iyi bir örnek oluşturmaktadır.

Bu tez çalışması kapsamında Tuzla Gölü'ndeki su seviye değişimleri ve bu değişimlerin iklimsel ve hidrolojik faktörlerle ilişkileri istatistiksel yöntemler kullanılarak incelenecektir. Ayrıca Tuzla Gölü'nün 1998-2005 dönemi için su bütçesi (su giriş ve çıkışları) belirlenecek ve gölün hidrolojik yapısında meydana gelen değişimlerin olası nedenleri ortaya çıkarılacaktır. Son olarak gölün iklim değişikliğinden etkilenebilirliği değerlendirilecektir.

Bu tez çalışması 4 temel bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde iklim değişikliği ve su kaynakları üzerindeki etkileri üzerine temel bilgiler verilmektedir. Ayrıca ülkemizde meydana gelen iklimsel değişiklikler ve bunların su kaynaklarımız üzerindeki etkileri açıklanmaktadır. Son olarak bu çalışmanın konusu ile ilgili ulusal ve uluslararası literatür özetlenmektedir. Çalışmanın ikinci bölümünde bu çalışmada izlenen yöntem ayrıntılı olarak açıklanmaktadır. Üçüncü bölümde bulgular özetlenmekte ve son bölüm olan dördüncü bölümde çalışma sonuçları sunulmaktadır.

1. BÖLÜM

GENEL BİLGİLER VE LİTERATÜR ÇALIŞMASI

1.1 İklim Değişikliği Nedir?

İklim, atmosferde oluşan ve yıllar boyunca gözlenen hava koşullarının uzun süreli etkisi olarak tanımlanmaktadır [3]. İklim değişikliği ise, hangi nedenle olursa olsun küresel ve önemli yerel etkileri bulunan, uzun süreli ve yavaş gelişen değişiklikler olarak tanımlanmaktadır [4].

1970'lerden önce bazı bilim adamları, insan aktiviteleri sonucu küresel iklimin değişeceğini ve gelecek on yıl içerisinde sıcaklığın 1,5-2°C artacağı belirtilmişlerdir. Aynı dönemde bazı iklim bilimciler de atmosferdeki CO₂ miktarının artmasının sonucu olarak küresel ısınmanın oluşacağı fikrini desteklemişlerdir. 1979'da yapılan ilk Dünya İklim Konferansı'nda insan etkinliklerinin iklim üzerinde ciddi boyutlarda etki oluşturduğunu belirtilmiştir. Bu durum 1980'den itibaren hızla değişmiş ve veriler beklenmedik bir şekilde küresel sıcaklıkların arttığını göstermiştir. 1980'den sonra ise iklim değişikliği problemi ve bunun olası etkileri küresel bir endişe olmaya başlamıştır (Şekil 1.1) [5].

19. yüzyılın ortalarından itibaren, doğal iklim değişiminin yanı sıra, ilk kez insan etkinliklerinin de iklimi etkilediği yeni bir süreç başlamıştır ve sanayi devriminden bu yana, atmosfere salınan sera gazlarının atmosferdeki birikimleri çeşitli insan etkinlikleriyle hızla artmaktadır [6]. Atmosferdeki birikimlerinin çoğalmasındaki başlıca sebepler, fosil yakıt kullanımı, ormansızlaşma ve diğer insan etkinlikleri olarak sıralanabilir. Ayrıca ekonomik büyümeyle nüfus artışı bu sürecin hızlanmasında etkili olmuştur [7].

Başlıca sera gazları ve özellikleri Tablo 1.1’de sunulmaktadır. Sera gazları, güneş ışınları yer küreden yansdıktan sonra ısıyı atmosferde tutarak küresel ısınmaya neden olmaktadır. En önemli fosil yakıt CO₂’tir ve birçok iklim değişimi modelleri bu gazın atmosferdeki artış oranı konusundaki tahminlere göre yapılmaktadır [8].

Tablo 1.1. Başlıca sera gazları ve özellikleri [9]

Sera Gazı	Kimyasal Formülü	Endüstrileşme Öncesi Derişimi (ppbv)	1994 İtibariyle Derişimi (ppbv)	Atmosferik Ömrü (yıl) ^a	Antropojenik Kaynakları	Küresel Isınma Potansiyeli (GWP) ^b
Karbondioksit	CO ₂	278000	358000	Değişken	Fosil yakıtların yakılması, Arazi kullanımının değişmesi, Endüstriyel üretim	1
Metan	CH ₄	700	1721	12.2±3	Fosil yakıtlar, Pirinç tarlaları, Atık sahaları, Hayvancılık	21 ^c
Azotoksit	N ₂ O	275	311	120	Gübreleme, Endüstriyel süreçler, Yanma	310
CFC-12	CCl ₂ -F ₂	0	0.503	102	Sıvı soğutucular, Köpükler	6200-7100 ^d
HCFC-22	CHClF ₂	0	0.105	12.1	Sıvı soğutucular	1300-1400 ^d
Perfloro-metan	CF ₄	0	0.07	50000	Alüminyum üretimi	6500
Sülfürhekza-florit	SF ₆	0	0.032	3200	Dielektrik akışkanlar	23900

ppbv = hacimce milyarda bir

^a Farklı depolar tarafından alınma süreçleri nedeniyle CO₂ için tek bir ömür belirlenmemektedir.

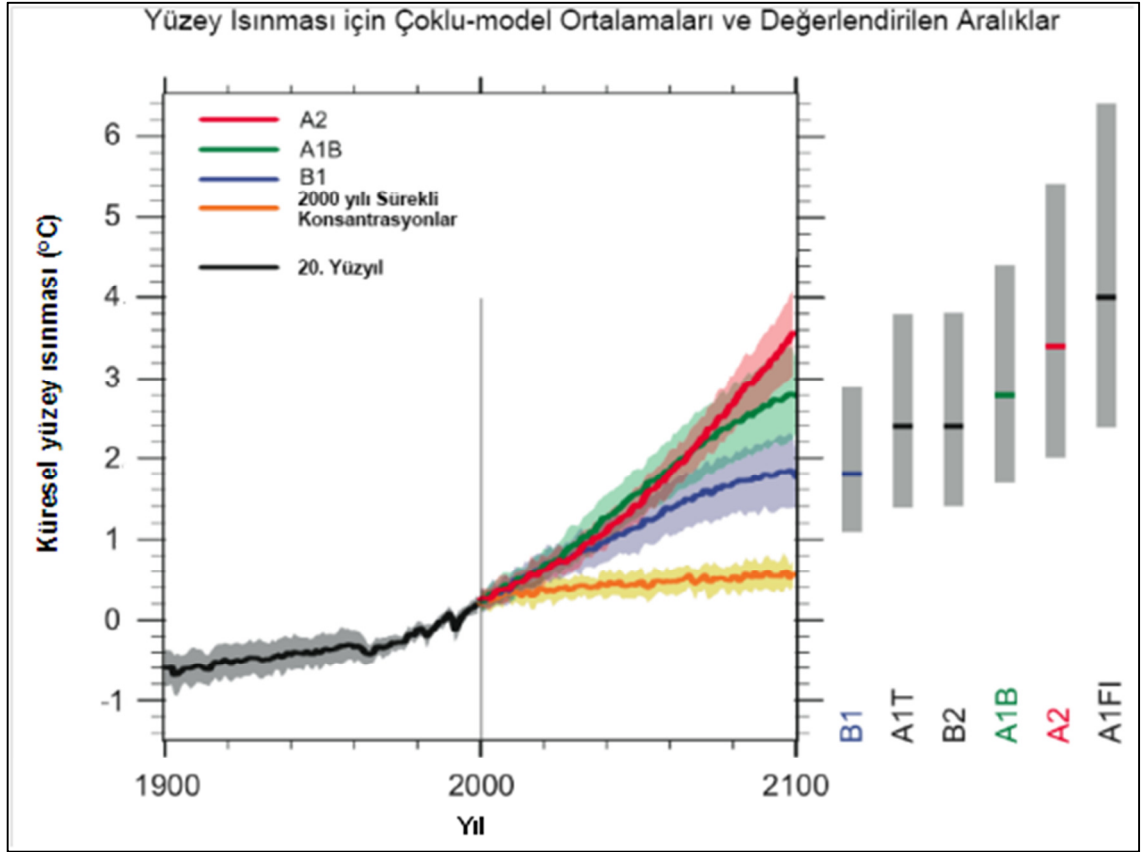
^b GWP (Global Warming Potential) 100 yıllık bir zaman dilimi için küresel ısınma potansiyeli

^c Troposferik ozon oluşumunu indirekt olarak etkileme ve stratosferik su buharı oluşumunu içerir.

^d Net GWP (örneğin ozon tükenmesi esnasında oluşan dolaylı etkileri de içerir)

Şekil 1.1’de 1900’lü yıllardan günümüze kadar küresel yüzey sıcaklıklarında görülen değişimler ve çeşitli iklim senaryolarına göre gelecekte gerçekleşmesi muhtemel durum gösterilmektedir. Şekil 1.1’de sunulan A₁ senaryosu, gelecekte çok hızlı büyüyen ekonomiyi, yüzyılın ortasına doğru artan daha sonra azalan küresel nüfusu, yeni ve daha etkili teknolojileri içeren bir senaryodur. A₁ senaryosu öncelik verdikleri teknolojik konuya göre, A₁FI (fosil yoğunluklu teknolojiye öncelik veren), A₁T (fosil olmayan enerji kaynaklarına öncelik veren), A₁B (tüm kaynaklar arasındaki dengeye önem veren yani tek bir enerji kaynağına bağımlı olmayan) olmak üzere gruplara ayrılmıştır. B₁ senaryosu yüzyılın ortasında en üst seviyeye çıkıp sonrasında azalan küresel nüfusu içeren senaryodur. Daha verimli ve temiz kaynak teknolojilerine önem vermektedir.

Hizmet ve bilgi ekonomisine doğru bir değişim olduğu varsayılmaktadır. B2 senaryosu ekonomik, sosyal ve çevresel koşulların sürdürülmesine bağlı olarak yerel çözümler getirilen bir dünyayı içermektedir. Ekonomik gelişme orta düzeydedir. Görüleceği üzere, bu senaryolar küresel yüzey sıcaklığının gelecekte artacağına işaret etmektedir.



Şekil 1.1. Çeşitli iklim senaryolarına göre 1990-2100 dönemleri arasındaki gerçekleşen ve beklenen küresel yüzey ısınması [10]

İklim değişimi ile birlikte, sel, toprak kayması, kuraklık ve selden etkilenen bölgelerde tarımsal verimin azalması, kıyı ekosistemlerinin olumsuz yönde etkilenmesi, enerji darlığı, su kaynaklarının azalması ve kalitesinin bozulması, bulaşıcı hastalıklara yakalanma riski ve ölüm oranlarında artışların oluşacağı tahmin edilmektedir [11]. Bu etkilerden bazıları hali hazırda ortaya çıkmıştır, gelecek yıllarda etkilerin artarak devam edeceği tahmin edilmektedir.

1.2. İklim Değişikliğinin Su Kaynakları Üzerindeki Etkileri

Yaşamın vazgeçilmez bir unsuru olan suyun iklim değişiminden doğrudan veya dolaylı olarak etkilenmesi kaçınılmazdır. Son yıllardaki çalışmalar, iklim değişimlerinin yağış,

evapotranspirasyon (buharlaşma-terleme) ve yzeyssel akım gibi hidrolojik çevrim elemanları üzerinde önemli etkileri olduğunu göstermiştir [11].

Hava sıcaklığının artması okyanusların ısınarak az bir miktar genleşmesine neden olmaktadır. Yzey suları ve dip sularının karışmasını sağlayan Ekman taşınımları da iklim değişiminden etkilenmektedir. Ayrıca buzullardan eriyerek okyanuslara gelen sular okyanuslardaki tatlı su miktarını artırmaktadır. Bu da Kuzey Atlantik'in ısınmasına neden olmaktadır [9]. Sıcaklıklar 1998, 2002, 2003 ve 2004 yıllarında mevsim normallerinin çok üzerinde kaydedilmiştir. Yalnızca 2003 yazında Alp buzullarının yzde onu erimiştir. Bu erime aynı hızla devam ederse 2050'ye kadar İsviçre'deki buzulların dörtte üç eriyecektir [12].

Olası bir iklim değişiminde buzullar eriyerek deniz seviyelerini yükselecektir. Küresel ısınmayla deniz seviyesi 20. yzyıl'da yıllık ortalama 1-2 mm artmıştır ve 2025'e kadar 0,03 ila 0,14 m, 2050'ye kadar 0,05 ila 0,32 m, 2100'e kadar 0,09 ila 0,88 m artması tahmin edilmektedir [13]. Olası deniz seviyesi yükselmelerinden kıyıya yakın tatlı su kaynakları olumsuz yönde etkilenecektir. Deniz seviyesinin yükselmesi kadar deniz ısısının artması da denizde yaşayan canlıların hayatını olumsuz etkileyecektir [8]. Deniz seviyelerinin yükseltmesi ile alçak yerleşim yerlerinde kalıcı taşkınlar ve artan fırtına zararları meydana gelecektir. Bu da kıyı ekosisteminin tahrip olmasına neden olacaktır. Ayrıca sıcaklıkların artmasıyla su kalitesi de azalacaktır [8].

Gllerin su dengesi ve hidrolojik yapısı da iklim değişiminden doğrudan etkilenmektedir. İklım değişikliği akarsular ve gller için incelenecek olursa, 1960'tan beri Avrupa, Kuzey Amerika ve Asya'daki akarsu ve göllerde yzeyssel su sıcaklıkları 0,2-2°C ısınmıştır. Isınan yıllarda yzey sıcaklıkları yükselmekte ve buharlaşma kaynaklı su kaybı artmaktadır. Bu dönemlerde yaz tabakalaşması daha erken olmaktadır ve termoklin tabakası sığlaşmaya başlamaktadır. Termal kararlılığın artmasıyla Avrupa ve Kuzey Amerika'daki birkaç gölde tabakalaşma dönemi 20 güne kadar değişmiştir [14].

1.3. Türkiye'de İklım Değişikliği Ve Etkileri

IPCC 3. Değerlendirme Raporu'ndaki [15] modellere göre 2050 yılına kadar Türkiye'de görülen yıllık ortalama sıcaklıkların yalnız sera gazlarındaki artışlar

değerlendirildiğinde, 1-3°C sera gazlarının yanında sülfat parçacıklarındaki değişimler de dikkate alındığında 1-2°C arasında artacağı tahmin edilmektedir.

Farklı model sonuçlarına göre, 2080'li yıllara kadar Türkiye için yapılan değerlendirmeye göre, 2080'li yıllara kadar Türkiye üzerindeki yıllık ortalama sıcaklıklarda atmosferdeki CO₂ gazı birikimini azaltmak amacıyla hiçbir önlemin alınmadığını kabul eden senaryoya göre, yaklaşık 3-4°C artış; CO₂ birikimlerini 750 ppm'de durdurmaya öngören senaryoya göre, yıllık ortalama sıcaklıklarda yaklaşık 2-3°C artış; CO₂ birikimlerini 550 ppm'de durduran senaryoya göre, yıllık ortalama sıcaklıklarda yaklaşık 1-2°C artış beklenmektedir [16].

2080'li yıllara kadar Türkiye'de görülen yıllık ortalama yağışlarda CO₂ salımlarının kontrol edilmediği varsayılan senaryoya göre yaklaşık 0 ile -1 mm/gün azalma; CO₂ birikimlerini 750 ve 550 ppm'de durdurmaya öngören senaryolara göre yaklaşık 0 ile -0.5 mm/gün azalma görüleceği düşünülmektedir [16].

Mevsimsel olarak incelendiğinde ise Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı (United Nations Development Programme - UNDP)'nin [17] Türkiye ofisinin yayınladığı raporda, Orta Anadolu Bölgesi'nde sıcaklıkların kış mevsiminde azalma eğilimi gösterdiği, yaz mevsiminde ise artma eğilimi gösterdiği vurgulanmıştır. Ayrıca Türkiye'deki sonbahar yağışların Kuzey ve Orta Anadolu'da artış gösterdiği belirtilmiştir.

İklim değişikliğindeki belirsizlikler su kaynaklarının yönetimi konusunda zorluklara neden olmaktadır. Ülkemizdeki su kaynaklarının planlama ve yönetiminde iklim değişikliğinin potansiyel etkileri dikkate alınmalı, var olan yapının olması muhtemel değişimlere karşı durumları hassas bir biçimde incelenmelidir [18]. Ayrıca su kaynakları yönetimi bölgesel olduğu kadar ülke çapında politikalarla da belirlenmelidir [8].

1.4. Literatür Özeti

Göller ve iklim değişikliğinin göller üzerindeki etkisi hakkında dünyada ve ülkemizde pek çok çalışma yapılmıştır. Aşağıda bu çalışmalar, (1) Türkiye dışındaki göllerle ilgili yapılan çalışmalar (2) Türkiye'de yer alan göllerle ilgili yapılan çalışmalar olmak üzere

iki grupta açıklanmaktadır. Ayrıca çalışmanın konusunu oluşturan Tuzla Gölü ile ilgili daha önce yapılan çalışmaları da ayrı bir bölümde sunulmaktadır.

1.4.1. Türkiye Dışındaki Göllerle İlgili Yapılan Çalışmalar

Dünyanın çeşitli bölgelerinde yer alan göllerin seviyelerinde meydana gelen değişimler ve bu değişimlerin iklimsel faktörlerle ilişkilerinin incelendiği çalışmalar aşağıda sunulmaktadır. Çalışmaların büyük bölümü büyük ve insan aktivitelerinden etkilenmiş göllerde yürütülmüştür. Su seviye değişimlerinin özellikle yağış ve sıcaklıkta meydana gelen değişimlerle ilişkileri incelenmiştir.

Acreman vd. [19] Endonezya'da bulunan Taba Gölü'nde su seviye değişimlerini açıklamak için bir model geliştirmişlerdir. 1984-1987 dönemi için geliştirmiş oldukları su dengesi modelini kullanılarak su seviyesinin yaklaşık 2,5 m düştüğü tespit etmişlerdir.

Vassiljev vd. [20] 1940-1990 dönemi için Estonya'da bulunan Vilijandi Gölü'nün seviyelerindeki değişimleri kütle ve enerjinin korunumu ilkelerine dayalı olarak ve standart aylık iklim verilerini kullanarak modellemişlerdir.

Crapper vd. [21] kütle dengesi prensibini kullanarak göl seviyelerinin tahmin edilmesi hakkında çalışma yapmışlardır.

Alsdorf vd. [22] Büyük Amazon Gölü'ndeki su seviyesi değişimlerini uydu bağlantılı radar interferometrisi ve altimetre kullanarak incelemişlerdir.

Jones vd. [23] Batı Viktoria'daki Gnotuk, Bullenmeri ve Keilambete Gölleri'nin 1840-1990 dönemi için göl su seviyelerini, su dengesi modeli kullanarak incelemişlerdir.

Changnon [24] Great Lakes olarak adlandırılan Superior, Michigan-Huron ve Erie göllerinin 1861-2001 dönemindeki su seviye değişimlerini analiz etmiştir.

Jöhnk vd. [25] 1999'daki yüzyılda bir olan taşkın ışığında Konstanz Gölü'ndeki su seviye değişimlerini incelemişlerdir. Bu çalışmada spektral analiz yöntemini kullanılmıştır.

Christensen and Bergman [26] Minnesota'da bulunan Long Lost Gölü'nün 1939-2004 dönemlerindeki hidrolojik durumu ve göl su seviyesi değişimlerini incelemişlerdir.

Alemayehu vd. [27] Etyopya'da bulunan Abiyata ve Beseka Gölleri'ndeki hidrojeokimyasal değişimleri ve göl seviye değişimlerini topografik harita, çok zamanlı uydu görüntüleri ve pankromatik hava fotoğraflarını kullanarak incelemişlerdir.

Magnuson v.d. [28] Amerika'nın Wisconsin eyaletinde yer alan ve Uzun Dönem Ekolojik Araştırma Programı (Long-Term Ecological Research Program) kapsamında uzun süredir izlenen 16 gölde su seviye değişimlerini analiz etmişlerdir. Su seviye değişimlerinin meteorolojik parametreler dışında iklim-dışı etkilerden de (arazi kullanımındaki değişimler, su kontrol yapılarının inşa edilmesi, havzadaki geçirimsiz alanların artması gibi) etkilendiğini ortaya koymuşlardır.

Arpe ve Leroy [29] Hazar Denizi'ndeki su seviye değişimlerini analiz etmiş ve 1930-1977 döneminde su seviyelerinde 3 m azalma olduğunu ve 1978-1995 döneminde ise 2.5 metre artış olduğunu tespit etmişlerdir. Su seviye değişimlerinin Hazar Denizi'ne dökülen Volga Nehri havzasına düşen yağışla ilişkili olduğu bulunmuştur.

Dadaser-Celik ve Stefan [30] Amerika'nın Minnesota eyaletinde bulunan 25 göldeki su seviye değişimlerini incelemişlerdir. Genel olarak göl seviyelerinde artış eğilimi görüldüğünü, ancak bunun düşük bir artış olduğunu ifade etmişlerdir. Ayrıca bu çalışmada göllerdeki su seviyeleri ile yağış, sıcaklık, çığ noktası sıcaklığı, rüzgar hızı gibi bazı meteorolojik faktörlerin ilişkileri incelenmiştir.

Munyaneza vd. [31] Afrika'daki Kivu Gölü'nün su seviyelerindeki değişimleri uzaktan algılama verileri kullanarak incelemişlerdir.

Lin [32] Amerika Birleşik Devletleri Kuzey Florida'da bulunan hidrolojik yapı olarak birbiri ile ilişkili Nevnans, Lochloosa ve Orange Karst Gölleri için su bütçesi analiz etmiştir.

1.4.2. Türkiye'deki Göllerle İlgili Yapılan Çalışmalar

Türkiye göllerinde yapılan çalışmalar iki grupta toplanabilir. Birinci grupta yer alan çalışmalarda göl su seviyelerinin çeşitli yöntemlerle modellenmesi üzerine çalışılmıştır. İkinci grup çalışmalarda ise su seviye değişimleri analiz edilmiştir.

Sen [33] Van Gölü'nün seviye değişim özellikleri ve küme regresyon modeli üzerinde çalışmışlardır. Küme regresyon modeli geçiş olasılığı ve klasik regresyon tekniği birleştirilerek oluşturulmuştur.

Cengiz ve Kahya [34] Türkiye göl su seviyelerinin eğilim ve harmonik analizi hakkında çalışma yapmışlardır. Su seviyelerinin zamana göre eğilimlerinin tespitinde parametrik olmayan Mann-Kendall testi kullanılmıştır. Göl su seviyelerinin mevsimsel ve bölgesel değişiminde harmonik analiz uygulanmıştır. Bulunan sonuçlar ile Türkiye'deki yağış verileri arasında ilişki kurulmuştur.

Dadaser-Celik vd. [35] Sultan Sazlığı içinde yer alan Örtülüakar Sazlığı'ndaki 1990'dan beri görülen su seviye değişimlerinin sebebini araştırmak için dinamik bir hidrolojik model geliştirmişlerdir. Ayrıca potansiyel iyileştirme ve sürdürülebilir kullanım seçeneklerini araştırmışlardır.

Yurtcu [36] Eber Gölü su seviye değişimlerini analiz etmiştir. Bu çalışmada bulanık mantık modeli geliştirilerek 1990-1996 dönemleri arasındaki yağış, akım, buharlaşma değişkenleri ile Eber gölü su seviye değişimlerini tespit edilmiştir.

Altunkaynak [37] Van Gölü su seviyesindeki değişimini tahmin etmek için yapay sinir ağları yöntemi ile modelleme yapmıştır.

Esendal [38] Eğirdir Gölü su seviyesi mevsimsel değişimleri ile ilgili çalışma hazırlamıştır. Su seviye değişimlerini incelemede yağış, akım, sulama suyu ihtiyacı ve buharlaşma değişkenlerini kullanarak bulanık mantık modeli geliştirmiştir.

Dadaser-Celik [39] su akım değişimleri ve katılımcı sulama yönetiminin Türkiye Sultan Sazlığı ekosistemi üzerindeki etkilerini incelemiştir. 1980-2003 dönemleri arası Sultan Sazlığı'ndaki mekansal değişimleri uzaktan algılama kullanarak; hidrolojik değişimleri sistem üzerinde dinamik hidrolojik model geliştirerek analiz etmiştir.

Üstün [40] iklim değişiminin su kaynaklarına etkisini araştırmak için Işıklı Gölü'nün hidrolojik raporunu çıkararak bir işletme modeli oluşturmuştur. Veriler, Fourier serileri ve ARMA (Autoregressive Moving Average) modelini içeren Hibrid model kullanılarak modellenmiştir.

Dadaser-Celik vd. [41] 1980-2003 dönemleri arasında uydu görüntülerinden Sultan Sazlığı ekosistemindeki değişimleri araştırmışlardır. Sultan Sazlığı'ndaki mekansal değişimleri farklı zamanlardaki Landsat görüntülerini kullanarak analiz etmişlerdir.

Fujihara vd. [42] Seyhan Nehri Havzası'nda iklim değişikliğinin su kaynaklarına etkisini belirlemek için hidrolojik simülasyonlar yapmışlardır ve bunun için dinamik indirgenmiş veri yaklaşımı geliştirmişlerdir.

Dadaser-Celik vd. [43] Develi Ovası'nda bulunan suyun tarımsal veya çevresel amaçlı kullanımının ekonomik etkilerini incelemişlerdir.

Kazancı vd. [44] Türkiye Gölleri'nin son yüzyılda uğradığı fiziksel değişimler hakkında çalışma yapmışlardır. Sulak alanlardaki artış-azalış ve zamana bağlı olarak göllerdeki Şekil değişikliğini belirlemek için belirli dönemlerdeki topografik haritalar ve uydu görüntülerinden faydalanılmıştır.

imen ve Kişi [45] destek vektör makinesi ve yapay sinir ağları olmak üzere iki farklı tekniği kullanarak Türkiye'nin en büyük gölü olan Van Gölü'nün ve Eğirdir Gölü'nün su seviyelerindeki dalgalanmaları modellemişlerdir.

Küçük vd. [46] Kuzey Atlantik Salınımı'nın İznik, Uluabat, Sapanca, Tuz, Beyşehir, Eğirdir ve Van Gölü olmak üzere yedi adet gölün su seviyeleri üzerindeki etkilerini incelemişlerdir

Yarar vd [47] Beyşehir Gölü su seviye değişimini uyarlanış sinir ağına dayalı bulanık çıkarım sistemi ve yapay sinir ağları metotları kullanarak modellemişlerdir.

Atanol [48] Burdur Gölü'ndeki su seviye değişimleri ile ilgili bir çalışma yapmıştır. Havzanın güncel arazi örtüsü 2008 yılı SPOT uydu görüntülerinden hazırlanmıştır. SCS yöntemiyle tüm alt havzaların akımları hesaplanmıştır.

Güldal ve Tongal [49] Eğirdir Gölü su seviyeleri üzerinde çalışma yapmışlardır. Çalışmada yenilenen sinir ağı, uyarlanır sinir ağına dayalı bulanık çıkarım sistemi ve stokastik modeller karşılaştırılarak en uygun model araştırılmıştır.

Küçükyaman [50] Kovada Gölü'nde hidrolojik ve meteorolojik kuraklık analizi yapmıştır. Standart yağış indisi (SYİ) yöntemi ile kuraklık sınıfları belirlenmiştir. Daha sonra kuraklık, uyarlanır sinir ağına dayalı bulanık çıkarım sistemi (ANFIS) ve yapay sinir ağları (YSA) yöntemleri kullanılarak modellenmiştir.

Dadaşer-Çelik [51] Sultan Sazlığı su seviye değişimlerinin belirlenmesi ile ilgili bir çalışma yapmıştır. Çalışmada Sultan Sazlığının en önemli alt sistemlerinden biri olan Örtülüakar Sazlığı toplam su seviye ölçümleri ve sazlığa en yakın meteoroloji istasyonlarından alınmış iklim verileri kullanılarak yapay sinir ağları (YSA) modellenmesi yapılmıştır.

1.4.3. Tuzla Gölü İle İlgili Yapılan Çalışmalar

Bugüne kadar Tuzla Gölü ile ilgili yapılan çalışmalar sınırlı sayıdadır. Var olan çalışmalar ise Tuzla Gölü'nün sürdürülebilir yönetimi üzerine odaklanmıştır.

Somuncu [52] Tuzla Gölü'nün yer aldığı Palas Ovası'nın coğrafya özelliklerini incelemiştir ve Tuzla Gölü için yönetim planı hazırlanmasının gerekliliğinden bahsetmiştir.

ENCON [53] Uluslar Arası Önemi Olan Sulak Alanların Biyolojik Ve Ekolojik Yönden Araştırılması Projesi' kapsamında Tuzla Gölü ile ilgili rapor hazırlamıştır.

Dadaşer ve Özemesi [54] Tuzla Gölü ekosistemi için katılımcı yönetim planı yöntemi ile ilgili bir çalışma yapmışlardır. Bu çalışmada 'Bulanık Bilişsel Haritalama Yaklaşımı' ilgi sahiplerinin görüşlerini almak için önerilmiştir.

Dadaşer-Çelik vd. [55] Tuzla Gölü için taslak bir yönetim planı oluşturmuşlardır.

Ekincioglu [56] Tuzla Gölü'nden alınan *Salicornia Freitagii* bitkisinde ağır metal kirliliğinin tespiti üzerinde bir çalışma yapmıştır. 12 istasyondan alınan örneklerde kadmiyum, nikel, kurşun, demir ve bakır derişimleri araştırılmıştır.

2. BÖLÜM

GEREÇ VE YÖNTEM

2.1. Çalışma Alanı: Tuzla (Palas) Gölü

2.1.1. Fiziksel ve Hidrolojik Özellikler

Tuzla (Palas) gölü 38°02'K ve 35°49'D koordinatlarında, Kayseri İli, Sarıoğlan İlçesi sınırları içinde, Palas Ovası'nda yer alan tuzlu bir göldür [57]. Çöküntü ovası niteliği taşıyan Palas Ovası, etrafında Göztepe, Elmalı Dağı, Kırkız ve Işıl Tepesi bulunmasından dolayı kapalı havza özelliğini göstermektedir [58]. Tuzla Gölü kuzey-güney yönünde, ince uzun görünüme sahiptir [59]. 2720 ha alana sahip gölün, 1993 yılında 2330 ha'lık kısmı 1. derece Doğal SİT Alanı olarak ilan edilmiştir. Şekil 2.1'de Tuzla Gölü'nün Türkiye üzerindeki konumu gösterilmiştir. Şekil 2.2 Tuzla Gölü'nün genel görünümünü ve Şekil 2.3 ise Palas Ovası'nın jeomorfolojik özelliklerini göstermektedir.



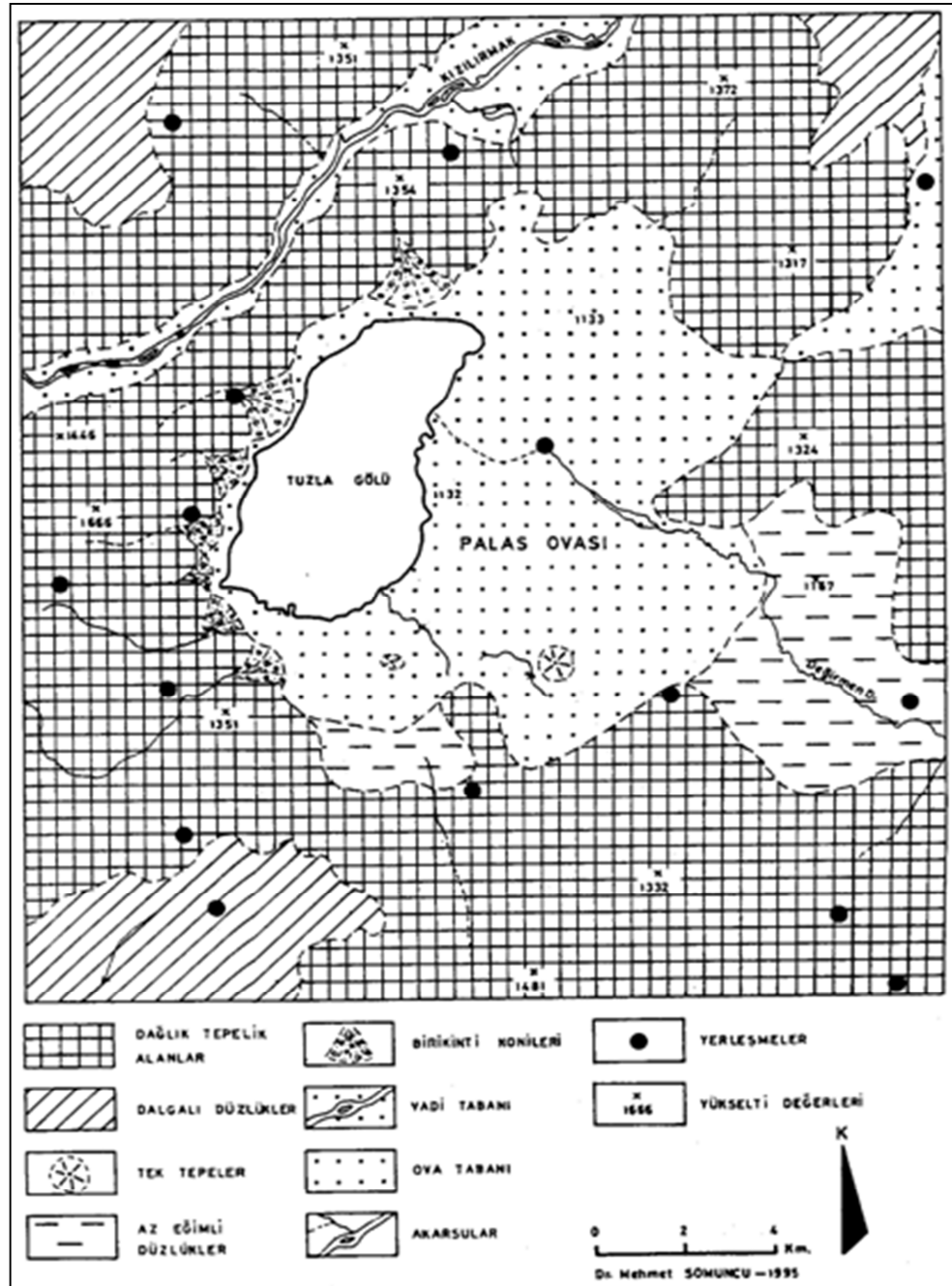
Şekil 2.1. Tuzla (Palas) Gölü'nün Türkiye haritası üzerindeki konumu [60]



Şekil 2.2. Tuzla (Palas) Gölü görünümü [60]

Tuzla Gölü su seviyesi ortalama 2 m'dir, fakat göl hacmi ile ilgili bir bilgi bulunmamaktadır [57]. Tuzla Gölü su seviyesinde genellikle ilkbahar boyunca kar erimesi ve yağıştan dolayı ve buharlaşmanın olmamasından kaynaklanan bir artış görülmektedir. Sonbahar, yaz ortası boyunca ve sonbahardan önceki dönemde düşük yağış ve yüksek buharlaşmadan dolayı kuru hava ve yüksek su sıcaklığı olmaktadır. Su miktarı düşen su seviyesi ile birlikte hızla değişmektedir (Şekil 2.2).

Tuzla Gölü çevresine yeraltı su seviyesi, su potansiyeli, su miktarı ve su kalitesi ile ilgili bilgi edinme amacı ile DSİ tarafından gölün güney doğusunda olan Sultanhanı'nda ve gölün güneyinde yer alan Yeniköy'de kuyular açılmıştır. Sultanhanı'ndaki kuyudan çıkan yeraltı suyu ortalama verimde ($7,9 \text{ lt sn}^{-1}$), Yeniköy'deki kuyudan çıkan yeraltı suyu ise yüksek verimdedir ($16,03 \text{ L/sn}^{-1}$) [57]. Gölün ana su kaynakları doğuda Değirmen Deresi, güneydoğuda Yertaşpınar (25 lt sn^{-1}), güneyde Körpınar ($7-10 \text{ lt sn}^{-1}$), Başpınar (4 lt sn^{-1}) ve Soğukpınar ($0,9 \text{ lt sn}^{-1}$)'dır [61]. Ayrıca gölün doğusunda diğer pınarlar da gölü besleyen su kaynaklarıdır. Pınarlar ve dereler topraktaki tuzları taşıyıp göle iletirler. Bundan dolayı gölün girişindeki tuzluluk oranı iç kısımlara göre daha azdır [62].



Şekil 2.3 Palas Ovası ve çevresinin jeomorfografya haritası [52]

2.1.2. Flora ve Fauna

Tuzla Gölü'nde 46 familyaya ait 232 bitki türüne rastlanmıştır. Alanda halofitik vejetasyonun hakim olup, ayrıca tatlı su kaynaklarının göle döküldüğü bölümlerde sazlık vejetasyon tipi, tuz oranının azaldığı bölümde çayır vejetasyon tipi bulunmaktadır. Halofitik vejetasyonun baskın türleri, *Lepidium perfoliatum*, *Lepidium caespitosum*, *Halocnemum strabilaceum*, *Salicornia fragils*, *Salicornia europea* olarak

sıralanabilir. Çayır vejetasyonu içinde baskın türler, *Junchus heldreichianus*, *Juncus articulatus*, *Juncus gerardi*, *Cynadon dactylon*, *Eloacharis palustris*, *Bromus sterillis*, *Poa pratensis*'tir. Sazlık vejetasyonunda ise, *Typha laxmanni* ve *Typha palustris* türleri baskın olarak bulunmaktadır [57].

Tuzla Gölü'nde iki yaşamlılarda, 3 familyaya ait 5 tür, sürüngenlerde 10 familyaya ait 28 tür, memelilerde 14 familyaya ait 28 tür bulunmaktadır. Ayrıca yapılan çalışmalarda gl ve çevresinde 93 kuş türü tespit edilmiş olup, bu türlerin 36'sı (%39) tc, 57'si (%61) ise tc olmayan türler olarak tespit edilmiştir [57].

Alanda sürü halinde bulunan kuş türlerinden bazıları karabatak (*Phalacrocorax carbo*), kk beyaz balıkçıl (*Egretta garzetta*), flamingo (*Phonicopterus ruber*), angıt (*Tadorna ferruginea*), turna (*Grus grus*), karabaş martı (*Larus ridibundus*), siyah deniz kırlangıcı (*Chlidonias niger*)'dır. Alanda üredikleri düşünülen önemli kuş türleri angıt (*Tadorna ferruginea*), uzunbacak (*Himantopus himantopus*) ve kız kuşu (*Vanellus vanellus*) olarak tespit edilmiştir [57].

Tuzla Gölü suyunun fazla miktarda tuzlu olmasından dolayı balıkların ana besini olan bentik organizmalar gölde gelişememektedir. Buna bağlı olarak herhangi balık türüne rastlanmamıştır [57].

2.1.3. Tuz ıkarımı

Tuz ıkarma faaliyetleri genellikle bölge halkının kendi ihtiyaçlarını gidermek için yapılmaktadır [59]. Tuz ıkarma işleminin yanı sıra Tuzla Gölü ekolojik özelliği sebebi ile göçmen su kuşları ve tuzcul bitkilerin yaşam alanıdır. Bundan dolayı Tuzla Gölü'ndeki tuz ıkarmı diğer madencilik faaliyetleri ile birlikte değerlendirilmemelidir. Tuz Gölü'ndeki tuz çıkarma faaliyetinde biyolojik çeşitliliği koruyup, geliştirmek, ekolojik ortam ile dost, sürdürülebilir tuz ıkarmı amaçlanmaktadır [62].

Gl alanının %40'lık bölümünde tuz oluşmaktadır, fakat halk %17'lik bölümünde tuz ıkarmı faaliyetlerini sürdürmektedir. Tuz ıkarmı zamanı haziran ayında su kuşlarının beslenme ve üreme ayları ile aynı zamana denk gelmemesi ayrıca tuzlalardaki tuz kalitesinin ve kalınlığının en uygun olduğu dönemler seçilmektedir. Bu zaman dilimi tuz tabakasının 10-15 cm kalınlığına ulaştığı 1 Haziran ve 31 Ekim aylarıdır [62].

2.2. Kullanılan Veriler Ve Özellikleri

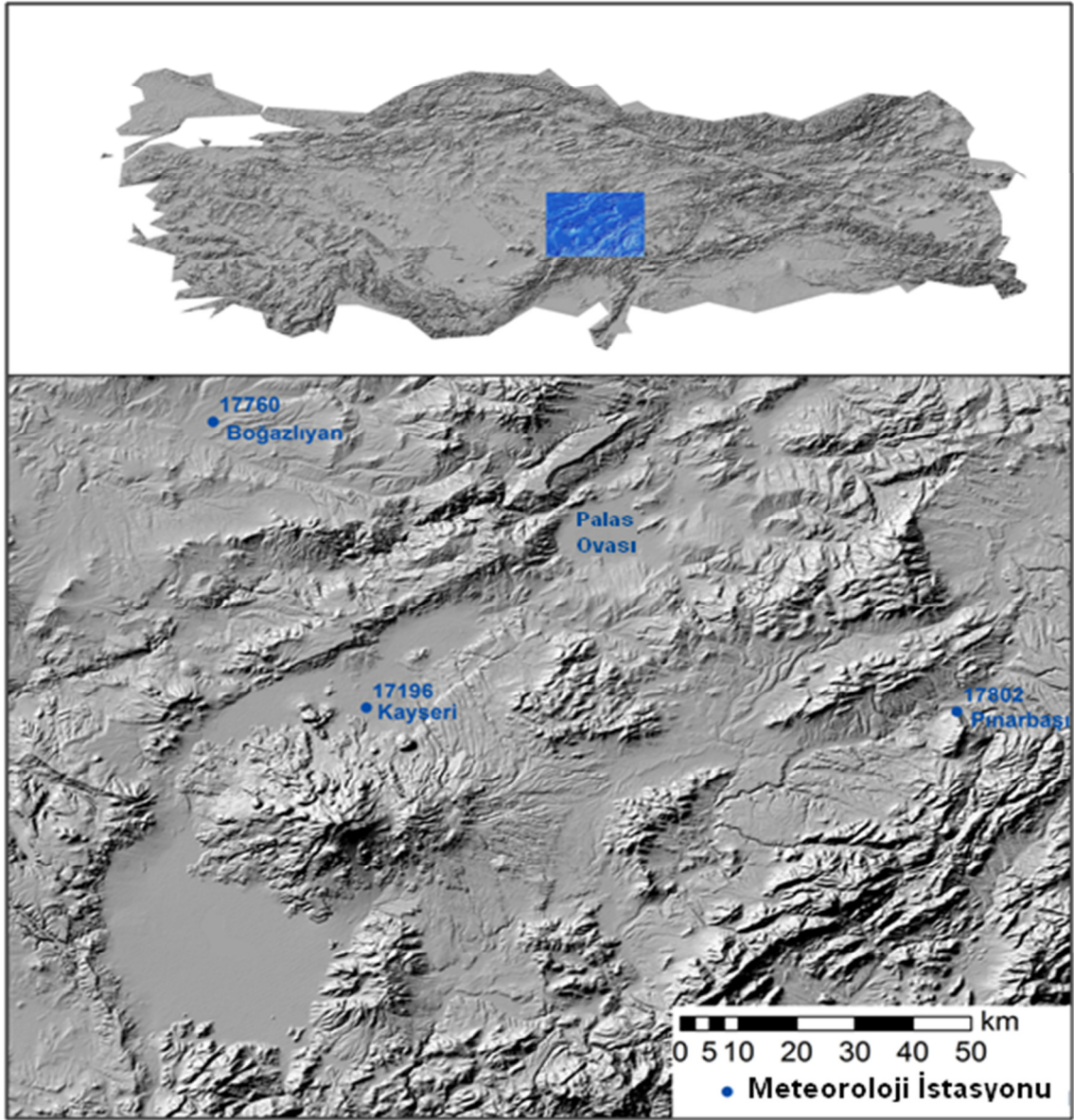
Çalışmada kullanılan veriler hidrolojik veriler (göl su seviyesi, yeraltı suyu seviyesi, akarsu akımı) ve meteorolojik veriler (yağış, sıcaklık, tava buharlaşması ve evapotranspirasyon) olmak üzere iki grupta incelenebilir.

Çalışmada kullanılan hidrolojik veriler Devlet Su İşleri'nden temin edilmiştir. Göl seviyesi verileri 1998-2005 dönemi için her ay iki ölçüm olarak şekilde toplanmıştır. Ancak bazı dönemlerde göle ulaşılabilmesi veya olumsuz hava koşulları gibi nedenlerle veri alınmadığı durumlar olmuştur. Bu nedenle göl seviye veri serisinde eksiklikler bulunmaktadır. Göl seviye verileri aylık ortalama göl seviyelerine dönüştürülmüştür. Eksik veriler tamamlanmamış, mevcut verilerle analizlere devam edilmiştir. Değirmen Deresi'e ait aylık ve yıllık ortalama akım verileri 1969-2007dönemi için mevcuttur. Tuzla Gölü'nün doğusunda bulunan gözlem kuyusuna (Sultanhanı) ait seviye verileri ise 1999-2004 dönemi için mevcuttur. Kuyudan her 6 ayda bir ölçüm alınmıştır. Çalışmada 6 aylık verilerin ortalamaları hesaplanmıştır.

İklimsel veriler Palas Ovası çevresinde bulunan 3 meteoroloji istasyonuna (Şekil 2.4) ait günlük toplam yağış, günlük ortalama sıcaklık ve günlük toplam tava buharlaşması verilerini kapsamaktadır. Palas Ovası içerisinde maalesef bir meteoroloji istasyonu bulunmamaktadır. Kullanılan Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden temin edilmiştir. Verilerin elde edildiği meteoroloji istasyonları Kayseri (Kayseri), Boğazlıyan (Kayseri) ve Pınarbaşı (Kayseri) (istasyon numaraları sırasıyla 17196, 17760, 17802) olarak isimlendirilmektedir. Bu istasyonlara ait yükseklik, enlem, boylam değerleri Tablo 2.1'de ve istasyonların konumları Şekil 2.4'te sunulmaktadır.

Tablo 2.1. Tuzla Gölü çevresindeki meteoroloji istasyonlarının yükseklik, enlem, boylam bilgileri

İstasyon No	İstasyon Adı (Bulunduğu Şehir)	İstasyonun Bağlı Olduğu Bölge	Yükseklik (m)	Enlem	Boylam
17196	Kayseri	Kayseri	1092	38,43	35,29
17760	Boğazlıyan	Kayseri	1067	39,12	35,15
17802	Pınarbaşı	Kayseri	1500	38,43	36,24



Şekil 2.4. Tuzla Gölü çevresindeki meteoroloji istasyonlarının harita üzerindeki konumları [60]

Yağış ve sıcaklık verileri bütün istasyonlarda 1975-2005 dönemi için mevcuttur. Ancak tava buharlaşması verileri aynı dönem için sadece iki istasyonda (Kayseri ve Boğazlıyan) mevcuttur. Ayrıca tava buharlaşması verileri genel olarak Nisan-Ekim döneminde mevcuttur. Yağış ve tava buharlaşması verileri aylık toplam olarak, sıcaklık verileri ise aylık ortalama olarak yeniden düzenlenmiştir. Aynı istasyonlara ait ortalama hava sıcaklığı, nispi nem, rüzgâr hızı, gün ışığı saatleri verileri de temin edilmiş ve Penman-Monteith yöntemi [63] kullanılarak evapotranspirasyon değerleri hesaplanmıştır.

2.3. Veri Analizleri

Çalışmada Tuzla Gölü'nün hidrolojik özellikleri ve iklim değişikliğine duyarlılığı istatistiksel ve hidrolojik analizler (su bütçesinin belirlenmesi) kullanılarak incelenmiştir.

2.3.1. İstatistiksel Analizler

İstatistiksel analizler, eğilim ve korelasyon analizlerini kapsamaktadır. Bu tür analizler verilerin karakterinin anlaşılması, verilerde yer alan zamansal eğilimlerin belirlenmesi ve analizlerde kullanılan meteorolojik ve hidrolojik parametreler arasındaki ilişkilerin belirlenmesini sağlamıştır.

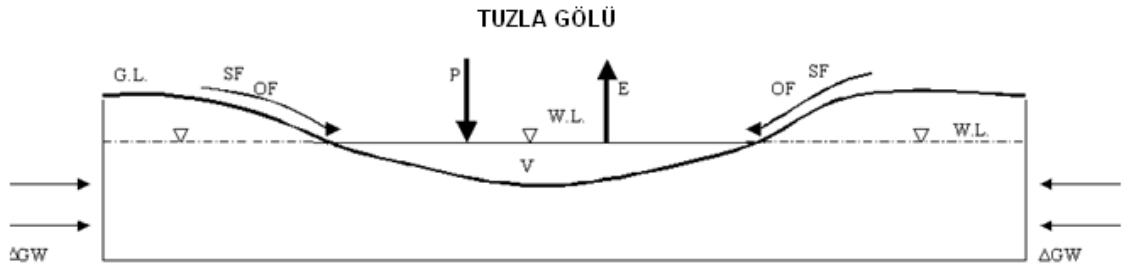
Eğilim analizlerinde lineer regresyon yöntemi kullanılmıştır. Lineer regresyon yönteminde bağımlı değişken (y) ve bağımsız değişken (x) olarak adlandırılan iki değişken arasındaki $y=ax+b$ şeklindeki ilişki belirlenmektedir. $y=ax+b$ eşitliği bir doğrunun denklemi niteliğinde olup, eşitlikte yer alan a doğrunun eğimini (diğer bir ifadeyle eğilimi), b ise doğrunun y eksenini kestiği noktayı ifade eder. Bu çalışma kapsamında yapılan lineer regresyon analizlerinde hidrolojik ve meteorolojik veriler y değişkenini, yıllar itibariyle zaman ise x değişkenini ifade etmiştir. Elde edilen eğilim değerlerinin istatistiksel anlamlılığı t-testi kullanılarak 0,05 düzeylerinde değerlendirilmiştir.

Tuzla Gölü su seviyeleri ve hidrolojik veriler (göl seviyesi, yeraltı suyu seviyeleri, akım) ve meteorolojik parametreler (yağış, sıcaklık, tava buharlaşması, evapotranspirasyon) arasındaki ilişkiler korelasyon analizi ile incelenmiştir. Korelasyon analizleri serilerin arasındaki ilişkinin derecesini ve yönünü belirlemede kullanılan bir yöntemdir. Korelasyon katsayısı -1 ile +1 arasında bir değer alır. Korelasyon katsayısı -1 ile 0 arasında çıkarsa ters yönlü ilişki, 0 ile +1 arasında çıkarsa doğru yönlü ilişki var demektir. Korelasyon analizleri aylık ve yıllık zaman dilimleri için yapılmıştır. Ayrıca bugünkü su seviyeleri üzerinde geçmişten gelen etkiyi anlamak için geçmiş yıllara ait yağış, sıcaklık ve buharlaşma verileri kullanılarak da analizler yapılmıştır.

2.3.2. Tuzla Gölü Su Bütçesinin Belirlenmesi

Tuzla Gölü'nün hidrolojik yapısının daha iyi anlaşılması için 1998-2005 dönemi için yıllık olarak su bütçesi hazırlanarak, bu dönemde göle giren ve gölden çıkan su miktarları belirlenmiştir.

Genel olarak, Tuzla Gölü'ne giren ve çıkan sular Şekil 2.4'te gösterilmiştir. Tuzla Gölü yağış (P), dereler ve su kaynakları (SF), yüzey akımı (OF) ve yeraltı suyu (GW) ile beslenmektedir. Tuzla Gölü'nden su kayıpları ise sadece buharlaşma (E) ile gerçekleşmektedir. Belirli bir süre boyunca su girişleri ve çıkışları arasındaki fark, su hacminde (V) ve/veya su seviyesinde değişimleri meydana getirmektedir.



Şekil 2.5. Tuzla Gölü için su bütçesini oluşturan elemanlar

Tuzla Gölü su bütçesi Eşitlik 1'deki gibi formülize edilebilir. Eşitlikte i her bir yılı ve e ise bütün parametrelerdeki hata oranını ifade etmektedir.

$$[V]_i = [V]_{i-1} + [P]_i + [OF]_i + [SF]_i + [\Delta GW]_i - [E]_i \pm e \quad (1)$$

Gölde bulunan su hacmi (V) her yıl için ortalama su seviyesi ve ortalama yüzey alanının çarpılmasıyla bulunmuştur. Gölün batimetrik yapısı, diğer bir ifadeyle su seviyesi-yüzey alanı-hacim ilişkileri hakkında bilgi mevcut değildir. Bu nedenle Landsat uydu görüntüleri kullanılarak su seviye ölçüm tarihleri ile eş zamanlı olarak yüzey alanları tespit edilmiş ve su seviyeleri ile yüzey alanlarını ilişkilendiren bir eşitlik elde edilmiştir. Bu eşitlik kullanılarak, belirli su seviyelerine denk gelen yüzey alanları tahmin edilmiştir.

Göle bir yıl içinde ulaşan yağış miktarı (P), Pınarbaşı meteoroloji istasyonundan alınan yıllık toplam yağış değeri (p) ve gölün o yıl için ortalama yüzey alanı (A) kullanılarak hesaplanmıştır (Eşitlik 2).

$$[P]_i = p_i \cdot A_i \quad (2)$$

Gölden bir yıl içinde buharlaşan su miktarı (E), Pınarbaşı istasyonu için Penman-Montieth yöntemi ile hesaplanan evapotranspirasyon değerleri (e) kullanılarak tespit edilmiştir (Eşitlik 3). Evapotranspirasyon değerlerini göl buharlaşmasına dönüştürmek için bulunan değerler bitki katsayısı (K) ile çarpılmıştır. FAO [63], 2 m'den daha düşük seviyeli açık su alanları için K değerinin 1,05 olarak alınmasını önermektedir. Bu çalışmada da bu değer kullanılmıştır.

$$[E]_i = e_i \cdot A_i \cdot K \quad (3)$$

Gölü besleyen su kaynakları arasında en önemlisi doğuda yer alan Değirmen Deresi'dir. Ancak Değirmen Deresi'nde debinin (s) ölçüldüğü nokta Tuzla Gölü'nden oldukça uzaktır. Dereden Tuzla Gölü'ne giden yol boyunca su kullanıldığı bilinmektedir. Bu nedenle Değirmen Deresi'nden göle ulaşan su miktarı (SF) toplam debinin yüzde onu (%10) olarak kabul edilmiştir (Eşitlik 4). Ayrıca su kaynaklarından göle ulaşan su miktarları ise ihmal edilmiştir.

$$[SF]_i = s_i \cdot 0,1 \quad (4)$$

Palas Ovası kurak bir iklime sahip olduğu için, ovadan göle ulaşan yüzey akımı ihmal edilebilecek derecede azdır. Ancak göl yüzey alanının yıl içinde daralma-genişleme yaptığı alanda gerçekleşen yüzey akımı göle ulaşabilmektedir. Bu nedenle bu alanda oluşan yüzey akımının (OF), düşen yağışın yüzde yirmilik (%20) kısmı olduğu kabul edilmiştir. Eşitlik 5'de A_1 gölün en geniş olduğu dönemdeki alanını ifade etmektedir.

$$[OF]_i = (A_1 - A_i) \cdot P_i \cdot 0,2 \quad (5)$$

Palas Ovası'nda yeraltı suyu akımının Palas Gölü'ne doğru olduğu bilinmektedir. Ancak göl çevresindeki güncel yeraltı suyu seviyeleri ile ilgili bir veriye ulaşılamamıştır. Bu nedenle göle giren yeraltı suyu miktarı su bütçesi dengelemek için gerekli miktar olarak tespit edilmiştir. Bu şekilde tespit edilen değer, su

bütçesinin bütün diğer elemanlarının tespitinde oluşabilecek hataları da içermektedir [64]. Bu hata oranının %100 kadar dahi olabileceği daha önce yapılan çalışmalarda bildirilmiştir [64]. Buna rağmen, bu şekilde tespit ederek göle ulaşan yeraltı suyu miktarının kaba bir tahminini yapmak mümkün olacaktır. Yeraltı suyu miktarları değerlendirilirken, hata oranları dikkate alınacaktır.

3. BÖLÜM

BULGULAR

3.1. İstatistiksel Analiz Bulguları

3.1.1. Hidrolojik Verilerin İstatistiksel Özellikleri

Tuzla Gölü’de ölçülen su seviyeleri, göl çevresinde yer alan Sultanhamı Kuyusu’ndan alınmış su seviyeleri ve Değirmen Deresi akımlarının istatistiksel özellikleri Tablo 3.1, 3.2 ve 3.3’de ve Şekil 3.1, 3.2 ve 3.3’de gösterilmektedir.

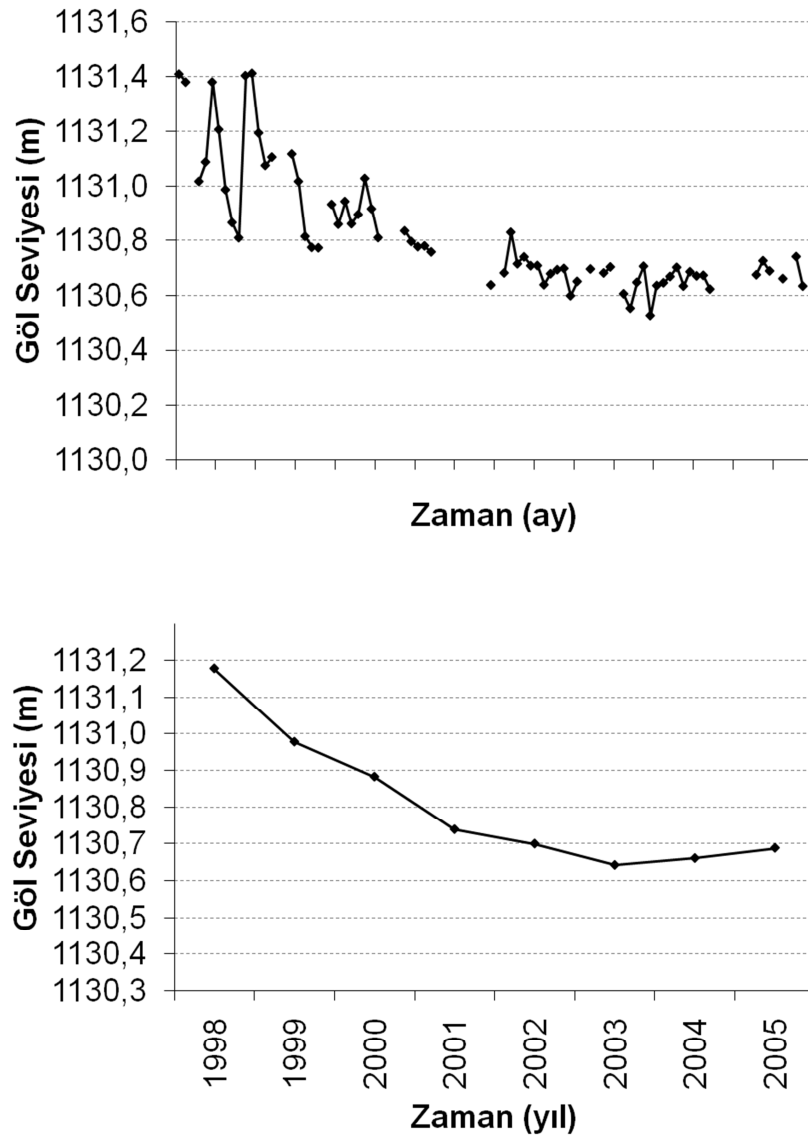
3.1.1.1. Tuzla Gölü Su Seviyelerinin İstatistiksel Özellikleri

Tuzla Gölü su seviye verilerinin istatistiksel özellikleri belirlenmiştir. Aylık ve yıllık verileri grafiksel olarak incelendiğinde göl seviyelerinin azaldığı görülmektedir. Göl 1998 yılı Ocak ayında 1131,41 m seviyesinde iken, 2005 yılı Kasım ayında 1030,63 m olarak ölçülmüştür. Diğer bir ifadeyle 1998 yılından 2005 yılına kadar toplam 78 cm’lik bir azalma tespit edilmiştir.

Aylık ortalama su seviyeleri 1998-2005 dönemi için en yüksek 1998’in Aralık ayında (1131,41 m) gerçekleşmiş, en düşük ise 2003’ün Aralık ayında (1130,53 m) gerçekleşmiştir (Şekil 3.1). 1998-2005 dönemleri için yıllık ortalama su seviyesi 1130,81 m olarak belirlenmiştir (Tablo 3.1).

Tablo 3.1. 1998-2005 döneminde Tuzla Gölü’nde ölçülen su seviyelerinin istatistiksel özellikleri

Parametreler	Periyot	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart Sapma
Göl Seviyesi (m)	Aylık	1130,53	1131,41	1130,83	0,22
	Yıllık	1130,64	1131,18	1130,81	0,19



Şekil 3.1. 1998-2005 dönemi için Tuzla Gölü aylık ve yıllık ortalama su seviyeleri

3.1.1.2. Yeraltı Suyu Seviyelerinin İstatistiksel Özellikleri

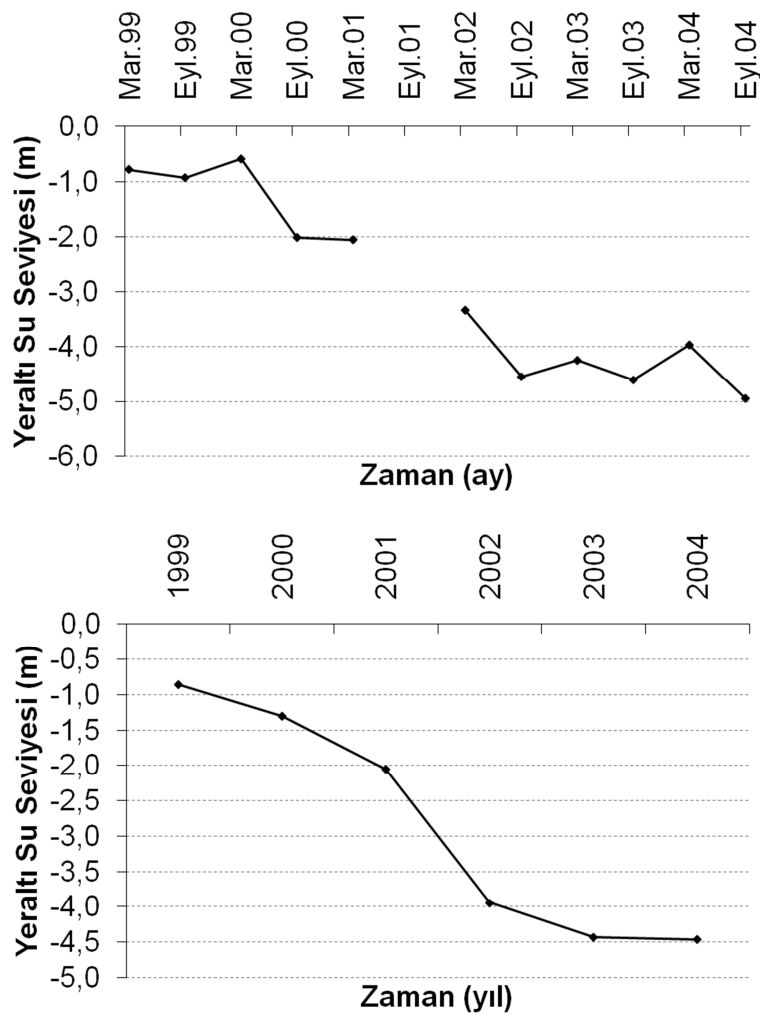
Palas Ovası'nda Tuzla Gölü'nün günedoğusunda yer alan Sultanhanı kuyusu su seviye verileri 1999 (Mart) ve 2004 (Eylül) dönemleri arasında mevcuttur. Ayrıca kuyuda su seviyeleri yılda iki defa, 6 ay aralıklı olarak ölçülmüştür. Yıllık veriler grafiksel olarak incelendiğinde kuyu su seviyesinin zamanla azaldığı gözlenmiştir.

Su seviyesinde 1999 yılından 2004 yılına kadar toplam 420 cm'lik bir azalma tespit edilmiştir. En yüksek seviye 1999 yılında gerçekleşmiş, en düşük seviye ise 2004

yılında gerçekleşmiştir (Şekil 3.2). Yıllık ortalama su derinliği -2,84 m olarak gözlenmiştir (Tablo 3.2).

Tablo 3.2. 1998-2005 döneminde Sultanhanı kuyusu su seviyelerinin istatistiksel özellikleri

Parametreler	Periyot	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart Sapma
Yeraltı Suyu Derinliği (m)	Aylık	-	-	-	-
	Yıllık	-4,46	-0,86	-2,84	1,63



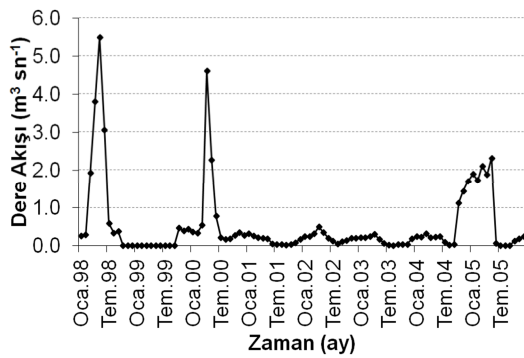
Şekil 3.2. 1998-2005 dönemi için Sultan Hanı kuyusu aylık ve yıllık ortalama su derinlikleri

3.1.1.3. Değirmen Deresi Akım Verilerinin İstatistiksel Özellikleri

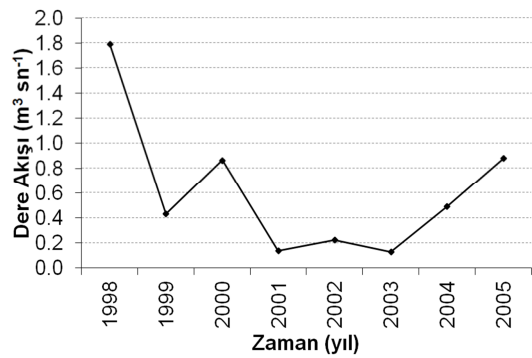
Değirmen Deresi akım verileri 1975 (Ocak) ve 2005 (Aralık) dönemleri arasında mevcuttur. Bundan dolayı verilerin eğilimleri 1998-2005 ve 1975-2005 olmak üzere iki

dönemde incelenmiştir. Değirmen Deresi akımı 1998-2005 dönemi için, aylık $0,00 \text{ m}^3 \text{ sn}^{-1}$ ve $5,49 \text{ m}^3 \text{ sn}^{-1}$ arasında değişmektedir. En yüksek akım 1998'in Mayıs ayında gerçekleşmiş, en düşük akım ise 2005'in Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarında gerçekleşmiştir (Şekil 3.3). Yıllık ortalama akım $0,56 \text{ m}^3 \text{ sn}^{-1}$ olarak belirlenmiştir (Tablo 3.3).

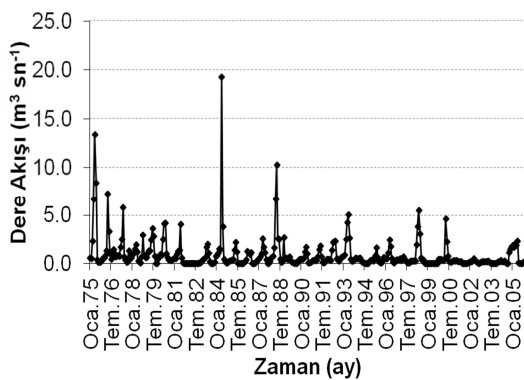
1975-2005 dönemi için, akım $0,00 \text{ m}^3 \text{ sn}^{-1}$ ve $19,3 \text{ m}^3 \text{ sn}^{-1}$ arasında değişmektedir. En yüksek akım 1984'ün Mayıs ayında gerçekleşmiş, en düşük akım ise 1985'in Eylül ayında ve 2005'in Temmuz, Ağustos ve Eylül Ayları'nda gerçekleşmiştir (Şekil 3.3). Yıllık ortalama akım $0,71 \text{ m}^3 \text{ sn}^{-1}$ olarak belirlenmiştir (Tablo 3.3).



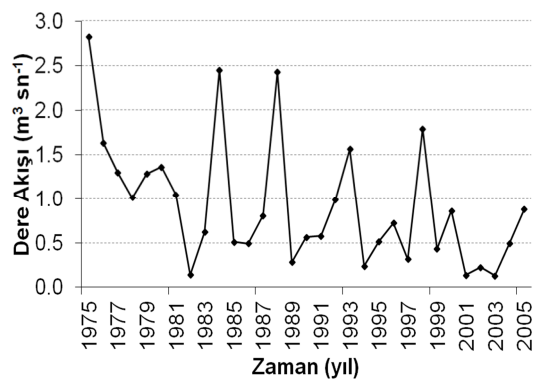
a



b



c



d

Şekil 3.3. 1998-2005 dönemi (a,b) ve 1975-2005 dönemi (c,d) için aylık ve yıllık Değirmen Deresi akım değerleri

Tablo 3.3. 1998-2005 ve 1975-2005 dönemi için Değirmen Deresi'nde ölçülen akım verilerinin istatistiksel özellikleri

Parametreler	Periyot	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart Sapma
1998-2005 (m ³ sn ⁻¹)	Aylık	0,00	5,49	0.60	1.01
	Yıllık	0,13	1,79	0.62	0.56
1975-2005 (m ³ sn ⁻¹)	Aylık	0,00	19,3	0,95	1,75
	Yıllık	0,13	2,82	0,92	0,71

3.1.2. İklimsel Verilerin İstatistiksel Özellikleri

Tuzla Gölü çevresinde yer alan meteoroloji istasyonlarından elde edilen meteorolojik verilerin istatistiksel özellikleri Tablo 3.4, 3.5, 3.6 ve 3.7'de gösterilmektedir.

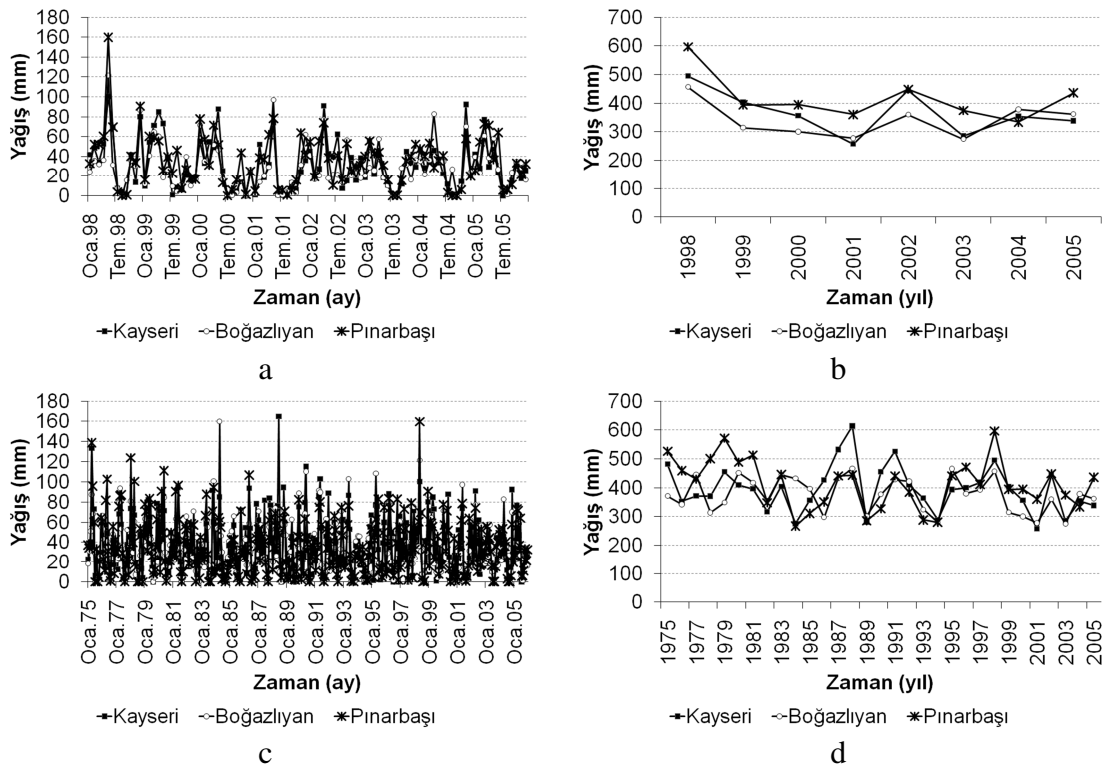
3.1.2.1. Yağış Verilerinin İstatistiksel Özellikleri

1998-2005 dönemlerinde minimum yıllık yağış 2001 yılında 258 mm (Kayseri), maksimum yıllık yağış 1998 yılında 597 mm (Pınarbaşı) olarak ölçülmüştür; 1975-2005 döneminde minimum yıllık yağış 2001 yılında 258 mm (Kayseri), maksimum yıllık yağış ise 1988 yılında 614 mm (Kayseri) olarak tespit edilmiştir. Yıllık ortalama yağış üç istasyonda 1998-2005 dönemi için 367-418 mm aralığında, 1975-2005 dönemi için ise 375-412 mm aralığında değişmiştir (Tablo 3.4).

Tablo 3.4. 1998-2005 ve 1975-2005 dönemi için yıllık yağış verilerin istatistiksel özellikleri

Parametreler	İstatistiksel Değerler	Kayseri	Boğazlıyan	Pınarbaşı
1998-2005 (mm)	Minimum	258	275	334
	Maksimum	495	457	597
	Ortalama	367	341	418
	Standart Sapma	79	61	82
1975-2005 (mm)	Minimum	258	275	267
	Maksimum	614	467	597
	Ortalama	395	375	412
	Standart Sapma	82	61	85

Yağıştaki yıllar itibariyle dalgalanmalar olsa da, genel olarak bakıldığında azalma tespit edilmiştir. 1998-2005 döneminde aylık olarak en yüksek yağış; Kayseri (100 mm), Boğazlıyan (122 mm) ve Pınarbaşı (160 mm) istasyonlarında 1998 yılının Mayıs ayında ölçülmüştür (Şekil 3.4). 1975-2005 döneminde aylık olarak en yüksek yağış, Kayseri istasyonunda 1988 yılı haziran ayında (165 mm), Boğazlıyan istasyonu 1984 yılı nisan ayında (160 mm) ve Pınarbaşı istasyonu 1998 yılı mayıs ayında (160 mm) ölçülmüştür (Şekil 3.4). 1998-2005 dönemi ve 1975-2005 döneminde hiç yağış olmayan aylar mevcuttur. Bu aylar genellikle yaz ve sonbahar dönemine aittir (Temmuz, Ağustos ve Eylül).



Şekil 3.4. 1998-2005 dönemi (a,b) ve 1975-2005 dönemi (c,d) arasındaki aylık ve yıllık yağış değerleri

3.1.2.2. Sıcaklık Verilerinin İstatistiksel Özellikleri

Palas Ovası'nda karasal iklim hüküm sürmektedir. Bu nedenle de yazlar sıcak, kışlar ise soğuk geçmektedir.

1998-2005 döneminde yıllık minimum ortalama sıcaklık 2000 yılında $7,5^{\circ}\text{C}$ (Pınarbaşı), maksimum yıllık ortalama sıcaklık 2001 yılında $12,6^{\circ}\text{C}$ (Kayseri) olarak gerçekleşmiştir. 1975-2005 döneminde minimum yıllık ortalama sıcaklık 1992 yılında

5,4°C (Pınarbaşı), maksimum yıllık ortalama sıcaklık ise 2001 yılında 12,6°C (Kayseri) olarak tespit edilmiştir (Tablo 3.5). 1998-2005 dönemi için yıllık ortalama sıcaklık üç istasyonda 8,2-11,2 °C arasında değişmiştir. Bu dönemde her üç istasyonda da ortalama sıcaklıklar 2001 yılında en yüksektir. 1975-2005 dönemi için yıllık ortalama sıcaklıklar 7,7-10,4°C arasında değişmiştir. Bu dönemde en yüksek sıcaklıklar iki istasyonda (Kayseri ve Boğazlıyan) 2001 yılında, bir istasyonda (Pınarbaşı) ise 1979 yılındadır.

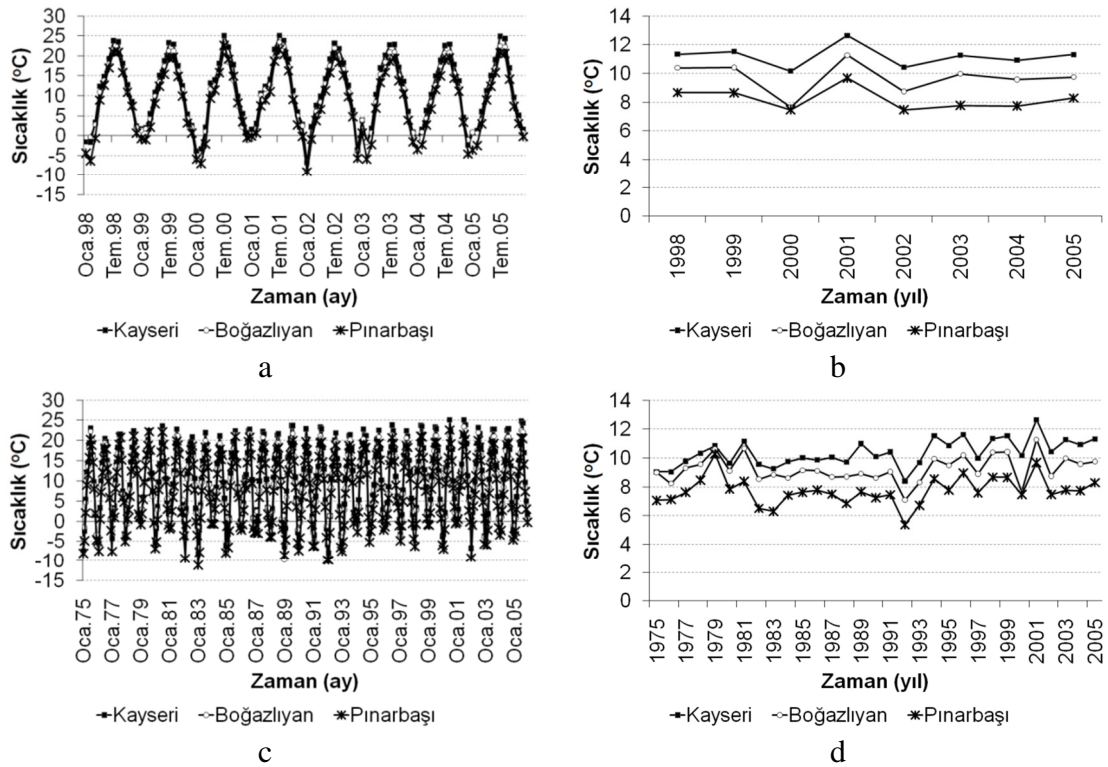
Üç istasyon arasında en yüksek sıcaklıklar her iki dönemde de Kayseri’de tespit edilmiştir (Şekil 3.5). Kayseri istasyonunun şehir merkezinde olması yüksek sıcaklığın bir nedeni olabilir.

Tablo 3.5. 1998-2005 ve 1975-2005 dönemi için yıllık ortalama sıcaklık verilerinin istatistiksel özellikleri

Parametreler	İstatistiksel Değerler	Kayseri	Boğazlıyan	Pınarbaşı
1998-2005 (°C)	Minimum	10,2	7,7	7,5
	Maksimum	12,6	11,3	9,7
	Ortalama	11,2	9,7	8,2
	Standart Sapma	0,8	1,1	0,8
1975-2005 (°C)	Minimum	8,4	7,1	5,4
	Maksimum	12,6	11,3	10,3
	Ortalama	10,4	9,2	7,7
	Standart Sapma	0,9	0,9	1,0

Aylık olarak en yüksek sıcaklık 1998-2005 ve 1975-2005 dönemlerinin ikisi için de, Pınarbaşı (22,6°C) istasyonunda 2000 yılının Temmuz ayında; Kayseri (25,2°C) ve Boğazlıyan (23,5 °C) istasyonlarında ise 2001 yılının Temmuz ayında ölçülmüştür.

1998-2005 dönemi için her üç istasyonda da aylık ortalama sıcaklıklar 2002 yılının Ocak ayında en düşüktür. 1975-2005 döneminde en düşük aylık ortalama sıcaklıklar Kayseri (-8,07°C) ve Pınarbaşı (-11,5°C) istasyonlarında 1983 yılının Ocak ayında, Boğazlıyan (-9,66 °C) istasyonunda ise 1989 yılının Ocak ayında ölçülmüştür.



Şekil 3.5. 1998-2005 dönemi (a,b) ve 1975-2005 dönemi (c,d) arasındaki aylık ve yıllık sıcaklık değerleri

3.1.2.3. Tava Buharlaşması Verilerinin İstatistiksel Özellikleri

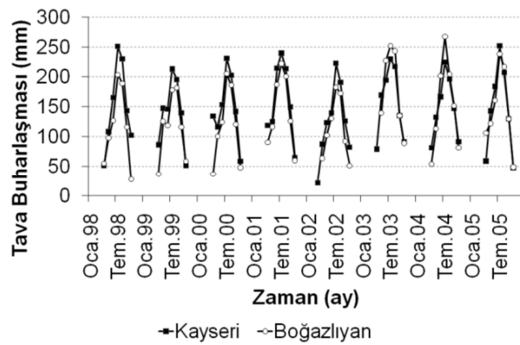
Sıcaklık gibi tava buharlaşması da aylık ve yıllık zaman periyotlarında artış ve azalışlar göstermektedir. Ocak, Şubat, Mart, Kasım ve Aralık aylarında tava buharlaşması verileri her üç istasyonda da ölçülmemiştir. Bu nedenle analizlerde Nisan-Ekim dönemi buharlaşması kullanılmıştır.

1998-2005 dönemi için, Nisan-Ekim arasında gerçekleşen minimum yıllık (Nisan-Ekim) tava buharlaşması 2002 yılında 797 mm (Boğazlıyan), maksimum yıllık (Nisan-Ekim) tava buharlaşması ise 2003 yılında 1147 mm (Boğazlıyan) olarak tespit edilmiştir. 1975-2005 dönemi için; minimum yıllık (Nisan-Ekim) tava buharlaşması 1982 yılında 709 mm (Kayseri), maksimum yıllık (Nisan-Ekim) tava buharlaşması ise 1994 yılında 1506 mm (Kayseri) olarak tespit edilmiştir (Tablo 3.6).

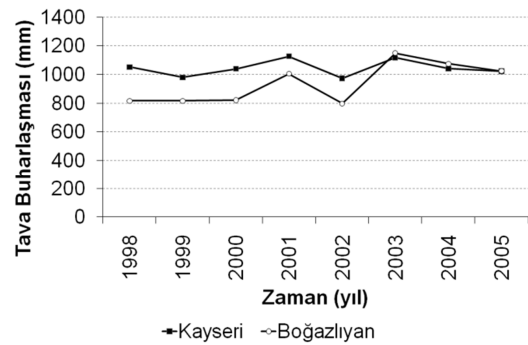
Yıllık (Nisan-Ekim) dönemi tava buharlaşması iki istasyonda 1998-2005 dönemi için 938-1044 mm, 1975-2005 dönemi için ise 984-948 mm aralığındadır (Tablo 3.6). En fazla buharlaşmanın Temmuz ayında olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 3.6. 1998-2005 ve 1975-2005 dönemi için Nisan-Ekim arasında gerçekleşen tava buharlaşması verilerin istatistiksel özellikleri

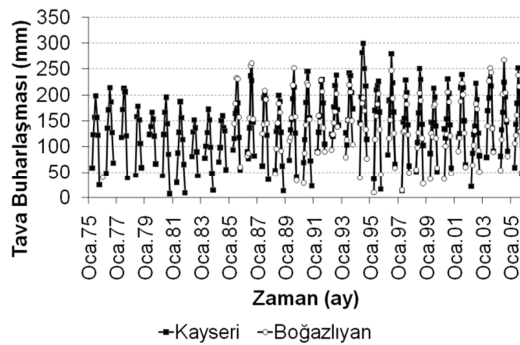
Parametreler	İstatistiksel Değerler	Kayseri	Boğazlıyan	Pınarbaşı
1998-2005 (mm)	Minimum	973	797	-
	Maksimum	1127	1150	-
	Ortalama	1044	938	-
	Standart Sapma	56	140	-
1975-2005 (mm)	Minimum	709	792	-
	Maksimum	1506	1147	-
	Ortalama	984	948	-
	Standart Sapma	170	110	-



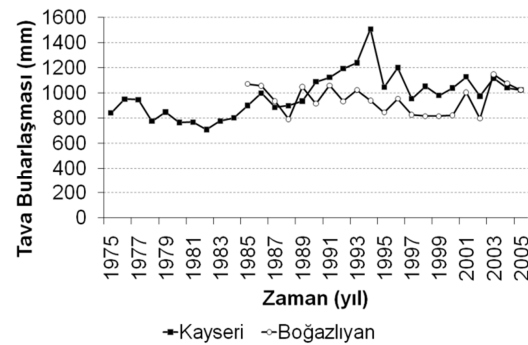
a



b



c



d

Şekil 3.6. 1998-2005 dönemi (a,b) ve 1975-2005 dönemi (c,d) arasındaki aylık ve Nisan-Ekim dönemi tava buharlaşması değerleri

Aylık olarak en yüksek buharlaşma 1998-2005 dönemi için Kayseri istasyonunda 2005 yılının Temmuz ayında (252 mm), Boğazlıyan istasyonunda 2004 yılının Temmuz ayında (268 mm) gerçekleşmiştir. 1975-2005 dönemi için en yüksek buharlaşma Kayseri istasyonunda 1994 yılının Temmuz ayında (300 mm), Boğazlıyan istasyonunda ise 2004 yılının Temmuz ayında (268 mm) ölçülmüştür (Şekil 3.6). Aylık olarak en düşük tava buharlaşması 1998-2005 dönemi için Kayseri istasyonunda 2005 yılının Ekim ayında (47,6 mm) ve Boğazlıyan istasyonunda 1998 yılının Ekim ayında (27,7 mm) gerçekleşmiştir. 1975-2005 dönemi için en düşük tava buharlaşması Kayseri istasyonunda 1980 yılının Ekim ayında (7,7 mm), Boğazlıyan istasyonunda ise 1995 yılının Nisan ayında (10 mm) ölçülmüştür (Şekil 3.6).

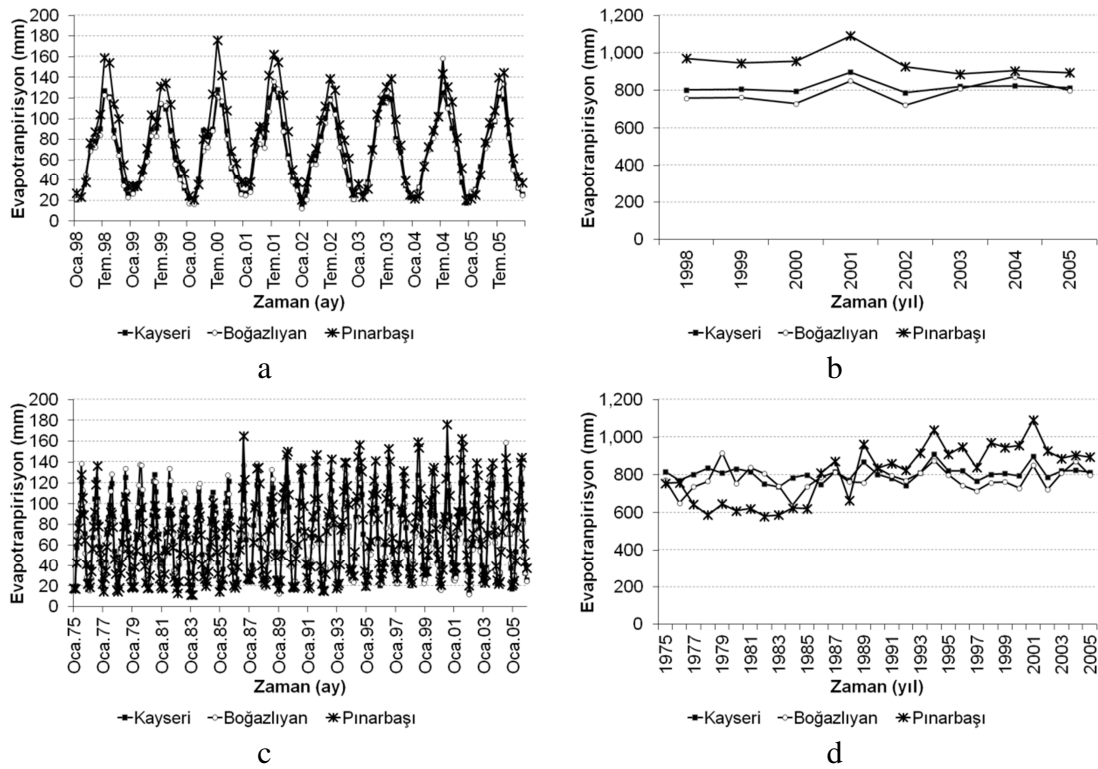
3.1.2.4. Evapotranspirasyon Verilerinin İstatistiksel Özellikleri

İklimsel veriler kullanılarak üç istasyon için Penman-Monteith yöntemi ile evapotranspirasyon değerleri hesaplanmıştır. 1998-2005 döneminde minimum yıllık evapotranspirasyon 2002 yılında 723 mm (Boğazlıyan), maksimum yıllık evapotranspirasyon ise 2001 yılında 1091 mm (Pınarbaşı) olarak gerçekleşmiştir. 1975-2005 döneminde minimum yıllık evapotranspirasyon 1982 yılında 580 mm (Pınarbaşı), maksimum yıllık evapotranspirasyon 2001 yılında 1091 mm (Pınarbaşı) olarak tespit edilmiştir. Verilerinin yıllık bazdaki değişimleri ayrıntılı olarak Tablo 3.7’de gösterilmiştir. Yıllık ortalama yağış üç istasyonda 1998-2005 dönemi için 788-947 mm aralığında, 1975-2005 dönemi için ise 779-810 mm aralığında değişmiştir (Tablo 3.7).

Tablo 3.7. 1998-2005 ve 1975-2005 dönemi için yıllık evapotranspirasyon verilerinin istatistiksel özellikleri

Parametreler	İstatistiksel Değerler	Kayseri	Boğazlıyan	Pınarbaşı
1998-2005 (mm)	Minimum	788	723	887
	Maksimum	898	872	1091
	Ortalama	819	788	947
	Standart Sapma	34	54	66
1975-2005 (mm)	Minimum	737	639	580
	Maksimum	909	916	1091
	Ortalama	806	779	810
	Standart Sapma	39	60	151

1998-2005 döneminde aylık olarak en yüksek evapotranspirasyon, Kayseri istasyonunda 2001 yılı Temmuz ayında (129 mm), Boğazlıyan istasyonunda 2004 yılı Temmuz ayında (159 mm) ve Pınarbaşı istasyonunda 2000 yılı Temmuz ayında (176 mm) ölçülmüştür (Şekil 3.7).



Şekil 3.7. 1998-2005 dönemi (a,b) ve 1975-2005 dönemi (c,d) arasındaki aylık ve yıllık evapotranspirasyon değerleri

1975-2005 döneminde aylık olarak en yüksek evapotranspirasyon, Kayseri istasyonunda 1994 yılı Temmuz ayında (134), Boğazlıyan istasyonunda 2004 yılı Temmuz ayında (159) ve Pınarbaşı istasyonunda 2000 yılı Temmuz ayında (176) ölçülmüştür (Şekil 3.7). 1998-2005 döneminde aylık olarak en düşük evapotranspirasyon, Kayseri (13,95 mm) ve Boğazlıyan (12,09 mm) istasyonlarında 2002 yılı Ocak ayında; Pınarbaşı istasyonunda 2004 yılı Aralık ayında (20,46 mm) ölçülmüştür (Şekil 3.7). 1975-2005 döneminde aylık olarak en düşük evapotranspirasyon; Kayseri (13,95 mm) ve Boğazlıyan (12,09 mm) istasyonlarında 2002 yılı Ocak ayında, Pınarbaşı istasyonunda 1983 yılı Ocak ayında (11,47 mm) ölçülmüştür (Şekil 3.7).

3.1.3. Eğilim Analizleri Bulguları

Eğilim analizleri sonuçları aşağıda hidrolojik verilerin ve meteorolojik verilerin eğilimleri olmak üzere iki grupta açıklanmaktadır. Eğilimler lineer regresyon yöntemi ile hesaplanmış ve hesaplanan eğilimlerin istatistiksel anlamlılığı 0,05 düzeyinde incelenmiştir.

3.1.3.1. Hidrolojik Verilerin Eğilim Analizi

Lineer regresyon yöntemi ile aylık ortalama ve yıllık ortalama göl su seviye verileri, yeraltı suyu seviye verileri ve dere akımlarının eğilimleri analiz edilmiştir.

3.1.3.1.1. Göl Su Seviyesindeki Eğilimler

Tuzla Gölü aylık ve yıllık su seviyeleri 1998-2005 döneminde 0,05 düzeyinde anlamlı değişim göstermiştir. Aylık bazda azalma hızı $0,64 \text{ cm ay}^{-1}$ ($7,7 \text{ cm yıl}^{-1}$), yıllık bazında ise azalma hızı ise $6,9 \text{ cm yıl}^{-1}$ 'dir (Tablo 3.8).

Tablo 3.8. Tuzla Gölü su seviyesinde görülen eğilimler ve eğilimlerin istatistiksel anlamlılığı

Parametreler	p Değeri	Değişme Hızı (cm yıl^{-1})
Aylık Ortalama Su Seviyesi	0,000	-7,7
Yıllık Ortalama Su Seviyesi	0,003	-6,9

3.1.3.1.2. Yeraltı Suyu Seviyesindeki Eğilimler

Sultanhanı kuyusunda ölçülen yeraltı suyu seviye verilerine 1999 –2004 döneminde ulaşılabilmektedir. Sultanhanı kuyusunda ölçülen su seviyeleri $83,7 \text{ cm yıl}^{-1}$ oranında anlamlı azalma (0,05 düzeyinde) eğilimi göstermiştir (Tablo 3.9).

Tablo 3.9. Sultanhanı Kuyusu yeraltı suyu seviyesinde görülen eğilimler ve eğilimlerin istatistiksel anlamlılığı

Parametreler	p Değeri	Değişme Hızı (cm yıl^{-1})
Yıllık Ortalama Su Seviyesi	0,002	-83,7

3.1.3.1.3. Akım Verilerindeki Eğilimler

Değirmen Deresi akım verilerine 1975 (Ocak) - 2005 (Aralık) döneminde ulaşılabilmektedir. Bundan dolayı eğilimlerin büyüklüğü ve istatistiksel anlamlılığı 1998-2005 ve 1975-2005 olmak üzere iki zaman aralığı için incelenmiştir. Bu zaman aralıklarında, aylık ve yıllık akımların ikisi için de azalma eğilimi tespit edilmiştir.

1998-2005 dönemi için Değirmen Deresi'nde yıllık ortalama akım 0,05 düzeyinde anlamlı ve $9,8 \text{ m}^3 \text{ sn yıl}^{-1}$ hızında azalma eğilimi göstermiştir. Aylık ortalama akım ise $0,9 \text{ m}^3 \text{ sn ay}^{-1}$ ($11,2 \text{ m}^3 \text{ sn yıl}^{-1}$) hızında azalma eğilimi göstermiştir (Tablo 3.10).

1975-2005 dönemi için Değirmen Deresi yıllık ortalama akım 0,05 düzeyinde anlamlı ve düzeyinde $3,8 \text{ m}^3 \text{ sn yıl}^{-1}$ hızında azalma eğilimi göstermiştir. Aylık ortalama akım ise $0,4 \text{ m}^3 \text{ sn ay}^{-1}$ ($4,3 \text{ m}^3 \text{ sn yıl}^{-1}$) hızında azalma eğilimi göstermiştir (Tablo 3.10).

Bu sonuçlar doğrultusunda akarsu akımındaki azalmanın yakın dönemde (1998-2005) daha fazla olduğu söylenebilir.

Tablo 3.10. Değirmen Deresi akımlarının 1998-2005 ve 1975-2005 dönemlerinde eğilimleri ve eğilimlerin istatistiksel anlamlılığı

Periyot	Parametreler	p Değeri	Değişme Hızı ($\text{m}^3 \text{ sn yıl}^{-1}$)
1998-2005	Aylık	0,025	-11,2
	Yıllık	0,289	-9,8
1975-2005	Aylık	0,000	-4,3
	Yıllık	0,006	-3,8

3.1.3.2. İklimsel Verilerin Eğilim Analizi

Lineer regresyon yöntemi ile aylık toplam/ortalama ve yıllık toplam/ortalama yağış, sıcaklık, tava buharlaşması ve evapotranspirasyon verilerindeki eğilimler analiz edilmiştir.

3.1.3.2.1. Yağış Veilerindeki Eğilimler

1998-2005 ve 1975-2005 dönemlerinin ikisinde de aylık ve yıllık toplam yağış verileri azalma eğilimi göstermektedir, fakat eğilimler 0,05 düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı değildir.

Tablo 3.11. 1998-2005 ve 1975-2005 dönemleri için toplam yağış miktarında görülen eğilimler ve eğilimlerin istatistiksel anlamlılığı

Periyot	Parametreler	Kayseri		Boğazlıyan		Pınarbaşı	
		p Değeri	Değişme Hızı (cm yıl ⁻¹)	p Değeri	Değişme Hızı (cm yıl ⁻¹)	p Değeri	Değişme Hızı (cm yıl ⁻¹)
1998-2005	Aylık	0,117	-2,08	0,590	-0,67	0,123	-2,15
	Yıllık	0,201	-1,62	0,697	-0,41	0,208	-1,66
1975-2005	Aylık	0,363	-0,17	0,269	-0,19	0,178	-0,26
	Yıllık	0,366	-0,15	0,150	-0,18	0,168	-0,24

Üç istasyon için, 1998-2005 periyodunda yıllık toplam yağışlar -0,41 ile -1,66 cm yıl⁻¹ arasında, 1975-2005 periyodunda yıllık toplam yağışlar -0,15 ile -0,24 cm yıl⁻¹ arasında değişmektedir (Tablo 3.11).

1998-2005 periyodunda aylık toplam yağışlar -0,005 ile -0,015 cm ay⁻¹ (-0,67 ile -2,15 cm yıl⁻¹) arasında, 1975-2005 periyodunda ise -0,001 ile -0,002 cm ay⁻¹ (-0,17 ile -0,26 cm yıl⁻¹) arasında değişmektedir. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda yağıştaki azalmanın son yıllarda (1998-2005) daha fazla olduğu görülmektedir (Tablo 3.11).

3.1.3.2.2. Sıcaklık Verilerindeki Eğilimler

1975-2005 dönemi için, aylık ve yıllık değerler üç istasyonda da genel olarak artma eğilimi göstermektedir (Tablo 3.12). Bununla birlikte sadece Kayseri istasyonundaki yıllık değerler 0,05 düzeyinde anlamlı artış göstermiştir. Burada Kayseri istasyonunun kentsel bölgede yer aldığı hesaba katılarak sıcaklık değişiminin kentselleşme ile ilgili olabileceği düşünülmektedir.

1998-2005 döneminde yıllık ortalama sıcaklık -0,03 ile -0,10 °C yıl⁻¹ arasında ve 1975-2005 dönemi için yıllık ortalama sıcaklık 0,02 ile 0,06 °C yıl⁻¹ arasında değişim göstermiştir.

Tablo 3.12. 1998-2005 ve 1975-2005 dönemleri için ortalama sıcaklık değerlerinde görülen eğilimler ve bu eğilimlerin istatistiksel anlamlılığı

Periyot	Parametreler	Kayseri		Boğazlıyan		Pınarbaşı	
		p Değeri	Değişme Hızı (°C yıl ⁻¹)	p Değeri	Değişme Hızı (°C yıl ⁻¹)	p Değeri	Değişme Hızı (°C yıl ⁻¹)
1998-2005	Aylık	0,823	0,09	0,880	0,05	0,935	0,03
	Yıllık	0,846	-0,03	0,792	-0,05	0,432	-0,10
1975-2005	Aylık	0,184	0,07	0,589	0,03	0,598	0,03
	Yıllık	0,001	0,06	0,329	0,02	0,377	0,02

1998-2005 döneminde aylık ortalama sıcaklık 0,003 ile 0,007 °C ay⁻¹ (0,03 ile 0,09 °C yıl⁻¹) arasında ve 1975-2005 dönemi için aylık ortalama sıcaklık 0,002 ile 0,005 °C ay⁻¹ (0,03 ile 0,07 °C yıl⁻¹) arasında değişim göstermiştir (Tablo 3.12).

3.1.3.2.3. Tava Buharlaşması Verilerindeki Eğilimler

1998-2005 döneminde, aylık ve yıllık tava buharlaşması verileri iki istasyon için de (Kayseri ve Boğazlıyan) artma eğilimi göstermektedir. 1975-2005 döneminde ve Kayseri istasyonunda artma eğilimi, Boğazlıyan istasyonunda azalma eğilimi görülmektedir (Tablo 3.13).

Tablo 3.13. 1998-2005 ve 1975-2005 dönemleri için tava buharlaşması değerlerinde görülen eğilimler ve bu eğilimlerin istatistiksel anlamlılığı

Periyot	Parametreler	Kayseri		Boğazlıyan		Pınarbaşı	
		p Değeri	Değişme Hızı (cm yıl ⁻¹)	p Değeri	Değişme Hızı (cm yıl ⁻¹)	p Değeri	Değişme Hızı (cm yıl ⁻¹)
1998-2005	Aylık	0,927	0,38	0,101	7,25	-	-
	Yıllık	0,829	0,21	0,04	4,18	-	-
1975-2005	Aylık	0,001	1,89	0,869	-0,19	-	-
	Yıllık	0,001	1,1	0,755	-0,13	-	-

Yıllık ortalama tava buharlaşmasının değişme oranı, 1998-2005 dönemi için 0,21 ile 4,18 cm yıl⁻¹, 1975-2005 dönemi için -0,13 ile 1,10 cm yıl⁻¹dir. Aylık ortalama tava buharlaşmasının değişme oranı, 1998-2005 dönemi için 0,003 ile 0,050 cm ay⁻¹ (0,38 ile 7,25 cm yıl⁻¹), 1975-2005 dönemi için -0,001 ile 0,013 cm ay⁻¹ (-0,19 ile 1,89 cm yıl⁻¹) arasındadır (Tablo 3.13).

3.1.3.2.4. Evapotranspirasyon Verilerindeki Eğilimler

1998-2005 döneminde, aylık ve yıllık evapotranspirasyon verileri iki istasyon için (Kayseri ve Boğazlıyan) artma eğilimi, bir istasyon için (Pınarbaşı) azalma eğilimi göstermektedir. 1975-2005 döneminde üç istasyonda da artma eğilimi görülmektedir (Tablo 3.14).

Yıllık ortalama evapotranspirasyonun değişme oranı, 1998-2005 dönemi için -1,32 ile 1,12 cm yıl⁻¹, 1975-2005 dönemi için 0,09 ile 1,30 cm yıl⁻¹dir. Aylık ortalama evapotranspirasyonun değişme oranı, 1998-2005 dönemi için -0,01 ile 0,01 cm ay⁻¹ (-0,67 ile 1,45 cm yıl⁻¹), 1975-2005 dönemi için 0,001 ile 0,01 cm ay⁻¹ (0,12 ile 1,34 cm yıl⁻¹)'dır (Tablo 3.14). Hesaplanan eğilimler sadece Pınarbaşı istasyonunda istatistiksel olarak anlamlıdır (0,05 düzeyinde).

Tablo 3.14. 1998-2005 ve 1975-2005 dönemleri için evapotranspirasyon değerlerinde görülen eğilimler ve bu eğilimlerin istatistiksel anlamlılığı

Periyot	Parametreler	Kayseri		Boğazlıyan		Pınarbaşı	
		p Değeri	Değişme Hızı (cm yıl ⁻¹)	p Değeri	Değişme Hızı (cm yıl ⁻¹)	p Değeri	Değişme Hızı (cm yıl ⁻¹)
1998-2005	Aylık	0,806	0,45	0,446	1,45	0,764	-0,67
	Yıllık	0,786	0,16	0,202	1,12	0,213	-1,32
1975-2005	Aylık	0,628	0,12	0,563	0,15	0,000	1,34
	Yıllık	0,247	0,09	0,319	0,12	0,000	1,30

3.1.4. Korelasyon Analizi Bulguları

3.1.4.1. Tuzla Gölü Su Seviyeleri ve Hidrolojik Parametreler Arasındaki İlişkilerin Analizi

Aylık ve yıllık yeraltı suyu ve Değirmen Deresi akım verileri ile göl su seviyeleri arasındaki ilişkiler korelasyon analizi ile incelenmiştir. Sonuçlar Tablo 3.15'te gösterilmektedir.

Analizler göl su seviyeleri ile yeraltı suyu seviyeleri ve Değirmen Deresi akımları arasında güçlü bir ilişki olduğunu göstermektedir. Bu ilişki pozitif değerdedir. Diğer bir ifadeyle, yeraltı suyu seviyeleri ve akım arttığında, göl su seviyesi de artmaktadır. Aylık ortalama göl su seviyesi ile yeraltı suyu arasındaki korelasyon katsayısı 0,79, yıllık ortalama su seviyeleri arasındaki korelasyon katsayısı ise 0,83'dür. Göl seviyesi ile Değirmen Deresi akım verileri arasındaki korelasyon katsayıları ise aylık ortalama veriler kullanıldığında 0,44, yıllık ortalama veriler kullanıldığında ise 0,76 olarak tespit edilmiştir. Bu sonuçlar hem yeraltı suyunun hem de Değirmen Deresi akımlarının Tuzla Gölü hidrolojisini etkileyen önemli faktörler olduğunu ortaya koymuştur. Bu durum ayrıca, akım ve yeraltı suyu seviyelerindeki azalmaların göl su seviyesindeki azalmaların sebeplerinden biri olacağını göstermektedir.

Tablo 3.15. Tuzla Gölü su seviyeleri ile yeraltı suyu seviyeleri ve Değirmen Deresi akımları arasında hesaplanan korelasyon katsayıları

Parametreler	Aylık	Yıllık
Yeraltı su seviyesi	0,79	0,83
Değirmen Deresi akımı	0,44	0,76

3.1.4.2. Tuzla Gölü Su Seviyeleri ve İklimsel Parametreler Arasındaki İlişkilerin Analizi

Aylık ve yıllık toplam yağış, ortalama sıcaklık ve toplam buharlaşma verileri ile göl su seviyeleri arasında ilişkiler korelasyon analizi ile incelenmiştir. Sonuçlar Tablo 3.16'da gösterilmektedir.

Korelasyon analizlerinde yağış ve göl seviyeleri arasındaki pozitif bir ilişki tespit edilmiştir. Yağış ve göl seviyeleri arasındaki en güçlü ilişkiler aylık veriler kullanıldığı zaman Kayseri istasyonu ile yıllık veriler kullanıldığı zaman ise Pınarbaşı istasyonu ile elde edilmiştir. Genel olarak yıllık toplam yağış verileri ile yıllık ortalama su seviyeleri arasındaki ilişkiler daha güçlüdür. Korelasyon katsayısı değerleri Kayseri ve Pınarbaşı istasyonları için sırasıyla 0,68 ve 0,72 olarak gerçekleşmiştir. Aylık veriler kullanıldığı zaman elde edilen en yüksek korelasyon katsayısı 0,32'dir. Aylık verilerde ilişkinin daha zayıf olması yağışın göl seviyesi üzerindeki etkisinin aynı zaman diliminde değil, gecikmeli olarak ortaya çıkmasından kaynaklanabilir (Tablo 3.16).

Korelasyon analizlerinde sıcaklık ve göl seviyesi arasında negatif ilişki olması beklenmektedir. Ancak yapılan analizlerde yıllık ortalama su seviyeleri ile yıllık ortalama sıcaklıklar arasında yıl bazında bu tür bir ilişki tespit edilememiştir. Yıllık ortalama su seviyeleri ile 3 istasyona ait yıllık ortalama sıcaklık verileri arasındaki korelasyon katsayıları yıl bazında ise 0,03 ile 0,3 arasında değişmiştir. Bu değerler yıllık olarak su seviyeleri ile sıcaklık arasında bir ilişkinin olmadığını göstermektedir. Aylık ortalama su seviyeleri ve aylık ortalama sıcaklık verileri arasındaki korelasyon katsayıları ise -0,10 ve -0,13 arasında değişmiştir. Aylık veriler kullanıldığı zaman da ilişkilerin son derece zayıf olduğu tespit edilmiştir (Tablo 3.16).

Korelasyon analizlerinde tava buharlaşması ve göl seviyesi arasında genel olarak negatif ilişki tespit edilmiştir. Tava buharlaşması verileri bazı aylarda mevcut olmadığı için her yılın Nisan, Mayıs, Haziran, Temmuz, Ağustos, Eylül, Ekim aylarındaki veriler için incelenmiştir. Verilerin mevcut olmadığı Ocak, Şubat, Mart, Kasım ve Aralık aylarında buharlaşma çok düşüktür. Bu nedenle bu ayların ihmal edilmesi analiz sonuçlarında büyük bir etkiye neden olmayacaktır. Tava buharlaşması verileri Pınarbaşı istasyonunda mevcut değildir. Korelasyon analizinde en güçlü ilişki yıllık ve aylık toplam veriler kullanıldığı zaman Boğazlıyan istasyonunda elde edilmiştir. Sonuç olarak Boğazlıyan istasyonunda buharlaşma verilerinin ve göl seviyesi ilişkilerinin en yüksek olduğu görülmektedir (Tablo 3.16).

Tablo 3.16. Tuzla Gölü su seviyeleri ile yağış, sıcaklık, tava buharlaşması ve evapotranspirasyon verileri arasında hesaplanan korelasyon katsayıları

Periyot	Yıllık veya Aylık Ortalama Yağış		
	Kayseri	Boğazlıyan	Pınarbaşı
Aylık Ortalama Su Seviyesi	0,32	0,19	0,28
Yıllık Ortalama Su Seviyesi	0,68	0,5	0,72

Periyot	Yıllık veya Aylık Ortalama Sıcaklık		
	Kayseri	Boğazlıyan	Pınarbaşı
Aylık Ortalama Su Seviyesi	-0,13	-0,1	-0,11
Yıllık Ortalama Su Seviyesi	0,03	0,13	0,3

Periyot	Yıllık veya Aylık Ortalama Tava Buharlaşması		
	Kayseri	Boğazlıyan	Pınarbaşı
Aylık Ortalama Su Seviyesi	0,09	-0,11	
Yıllık Ortalama Su Seviyesi	-0,21	-0,69	

Periyot	Yıllık veya Aylık Ortalama Evapotranspirasyon		
	Kayseri	Boğazlıyan	Pınarbaşı
Aylık Ortalama Su Seviyesi	-0,14	-0,17	-0,11
Yıllık Ortalama Su Seviyesi	-0,28	-0,47	0,27

Evapotranspirasyon verilerinin korelasyon analiz sonuçları buharlaşma ile bağlantılı olması beklenmektedir. Aylık ve yıllık evapotranspirasyon verilerinin göl seviyesi ile en iyi ilişkisi Boğazlıyan istasyonunda görülmektedir (Tablo 3.16).

Çalışmanın diğer aşamasında belirli bir yıldaki göl seviyesi ile geçmiş yıllara ait iklim verileri arasındaki ilişkiler incelenmiştir. Yağış ile göl su seviyeleri arasında pozitif, sıcaklık ve buharlaşma ile göl su seviyeleri arasında ise negatif ilişki aranmaktadır. Bu bilgilerden yola çıkarak beş yıllık geriye gidilerek korelasyon katsayıları tespit edilmiştir.

Analiz sonuçlarında iki istasyonda göl su seviyelerinin aynı yıl gerçekleşen yağış ile arasındaki ilişkinin daha güçlü (17196-Kayseri ve 17802-Pınarbaşı), diğer istasyonda ise göl seviyelerinin üç yıl önce gerçekleşen yağış ile arasındaki ilişkinin daha güçlüdür (17760-Boğazlıyan). Sıcaklık ve evapotranspirasyon ile göl seviyesi ilişkisinde, üç istasyonda da en güçlü ilişki 5 yıl önceki verilerde çıkmıştır. Tava buharlaşması ile göl su seviyeleri ilişkisinde ise bir yıl önce gerçekleşen (17196-Kayseri) ve aynı yıl

gerçekleşen (17760-Boğazlıyan) buharlaşma ile arasındaki ilişkinin daha güçlü olduğu birer istasyon tespit edilmiştir (Tablo 3.17). Bir istasyonda (17802-Pınarbaşı) ise tava buharlaşması verisi bulunmamaktadır.

Tablo 3.17. Tuzla Gölü su seviyesi ile geçmiş yıllara ait iklim koşulları arasında hesaplanan korelasyon katsayıları

Parametreler	İstasyon Adı	y	y-1	y-2	y-3	y-4	y-5
Yağış	Kayseri	0,68	0,54	0,43	0,17	-0,31	-0,59
	Boğazlıyan	0,5	0,58	0,63	0,71	0,03	-0,28
	Pınarbaşı	0,72	0,42	0,46	0,16	-0,39	-0,71
Sıcaklık	Kayseri	0,03	-0,29	-0,07	-0,12	0,08	-0,36
	Boğazlıyan	0,13	-0,01	0,07	0,03	0,04	-0,3
	Pınarbaşı	0,3	0,02	0,16	-0,15	-0,04	-0,54
Tava Buharlaşması	Kayseri	-0,21	-0,52	0,31	0,21	0,81	0,65
	Boğazlıyan	-0,69	-0,51	-0,24	-0,02	0,35	0,93
	Pınarbaşı						
Evapotranspirasyon	Kayseri	-0,28	-0,23	-0,39	-0,31	0,38	-0,74
	Boğazlıyan	-0,47	-0,28	-0,27	-0,14	0,41	-0,87
	Pınarbaşı	0,27	0,15	-0,15	-0,29	0,53	-0,47

Diğer aşamada göl seviyesi verileri ile kümülatif iklim verileri arasındaki ilişkiler incelenmiştir. Göl seviyesi ile yağış arasında son 48 aylık değerler için iki istasyonda (17196-Kayseri ve 17760-Boğazlıyan); son 36 aylık değerler için bir istasyonda (17802-Pınarbaşı) en fazla ilişki belirlenmiştir. Göl seviyesi ile sıcaklık arasında son 72 aylık değerler için üç istasyonda; göl seviyesi ile buharlaşma arasında son 24 aylık değerler için üç istasyonda en fazla ilişki belirlenmiştir. evapotranspirasyon için son 48 aylık değerlerde iki istasyonun (17196-Kayseri ve 17760-Boğazlıyan) en fazla ilişki; son 60 aylık değerlerde ise bir istasyonun (17802-Pınarbaşı) en fazla ilişki olduğu gözlenmiştir (Tablo 3.18).

Tablo 3.18. Tuzla Gölü su seviyesi ile geçmiş yıllara ait kümülatif iklim koşulları arasında hesaplanan korelasyon katsayıları

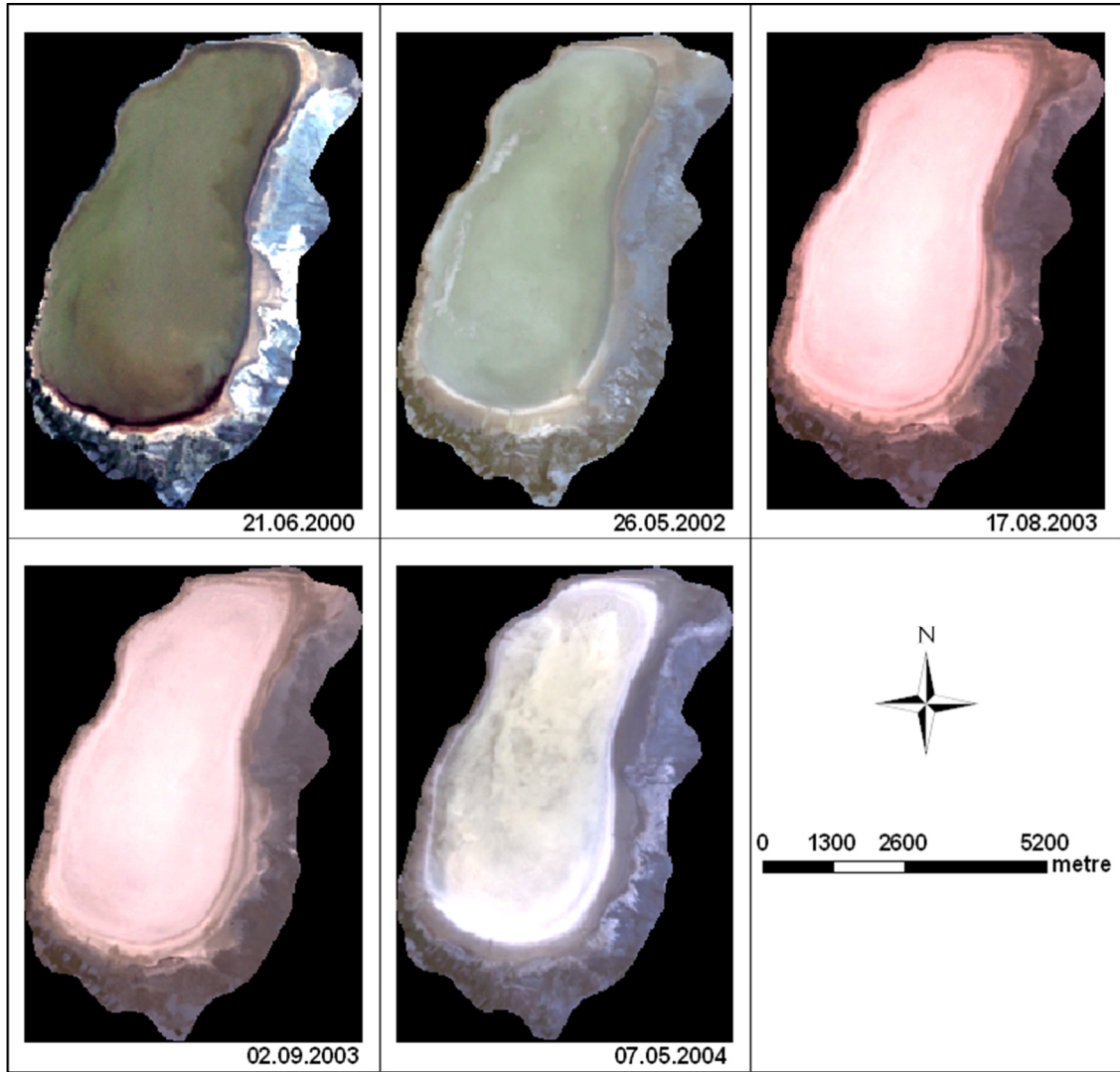
Parametreler	İstasyon Adı	12	24	36	48	60	72
Yağış	Kayseri	0,68	0,87	0,9	0,9	0,7	0,56
	Boğazlıyan	0,5	0,73	0,9	0,97	0,91	0,85
	Pınarbaşı	0,72	0,85	0,94	0,93	0,68	0,23
Sıcaklık	Kayseri	0,03	-0,35	-0,44	-0,46	-0,54	-0,71
	Boğazlıyan	0,13	0,15	0,26	0,24	0,37	-0,02
	Pınarbaşı	0,3	0,31	0,43	0,25	0,36	-0,21
Tava Buharlaşması	Kayseri	-0,21	-0,74	-0,23	0	0,74	0,9
	Boğazlıyan	-0,69	-0,75	-0,67	-0,65	-0,53	-0,35
	Pınarbaşı						
Evapotranspirasyon	Kayseri	-0,28	-0,81	-0,93	-0,99	-0,98	-0,96
	Boğazlıyan	-0,47	-0,85	-0,95	-0,99	-0,98	-0,95
	Pınarbaşı	0,27	-0,71	-0,90	-0,98	-0,99	-0,97

3.2. Tuzla Gölü Su Bütçesi: 1998-2005

Bu aşamadaki analizler yıllık olarak göl su seviyeleri ile en güçlü ilişkiye sahip olan Pınarbaşı İstasyonu'ndaki meteorolojik veriler (yağış, buharlaşma) baz alınarak yapılmıştır.

3.2.1. Su Seviyesi-Yüzey Alanı-Hacim İlişkilerinin Tespit Edilmesi

Tuzla Gölü yüzey alanı ve buna bağlı olarak göl hacmini tespit etmek için uydu görüntüleri kullanılmıştır. Göl yüzey alanını belirlemek için su seviye ölçümleri ile eş zamanlı veya yakın zamanlı olarak alınan LANDSAT TM (Thematic Mapper) ve LANDSAT ETM+ (Enhanced Thematic Mapper) görüntüleri temin edilmiştir. Tablo 3.19'da göl seviyelerinin ölçüldüğü tarihe karşılık gelen uydu görüntü tarihleri verilmiştir. Çalışmada kullanılan görüntüler Şekil 3.8'de gösterilmektedir.



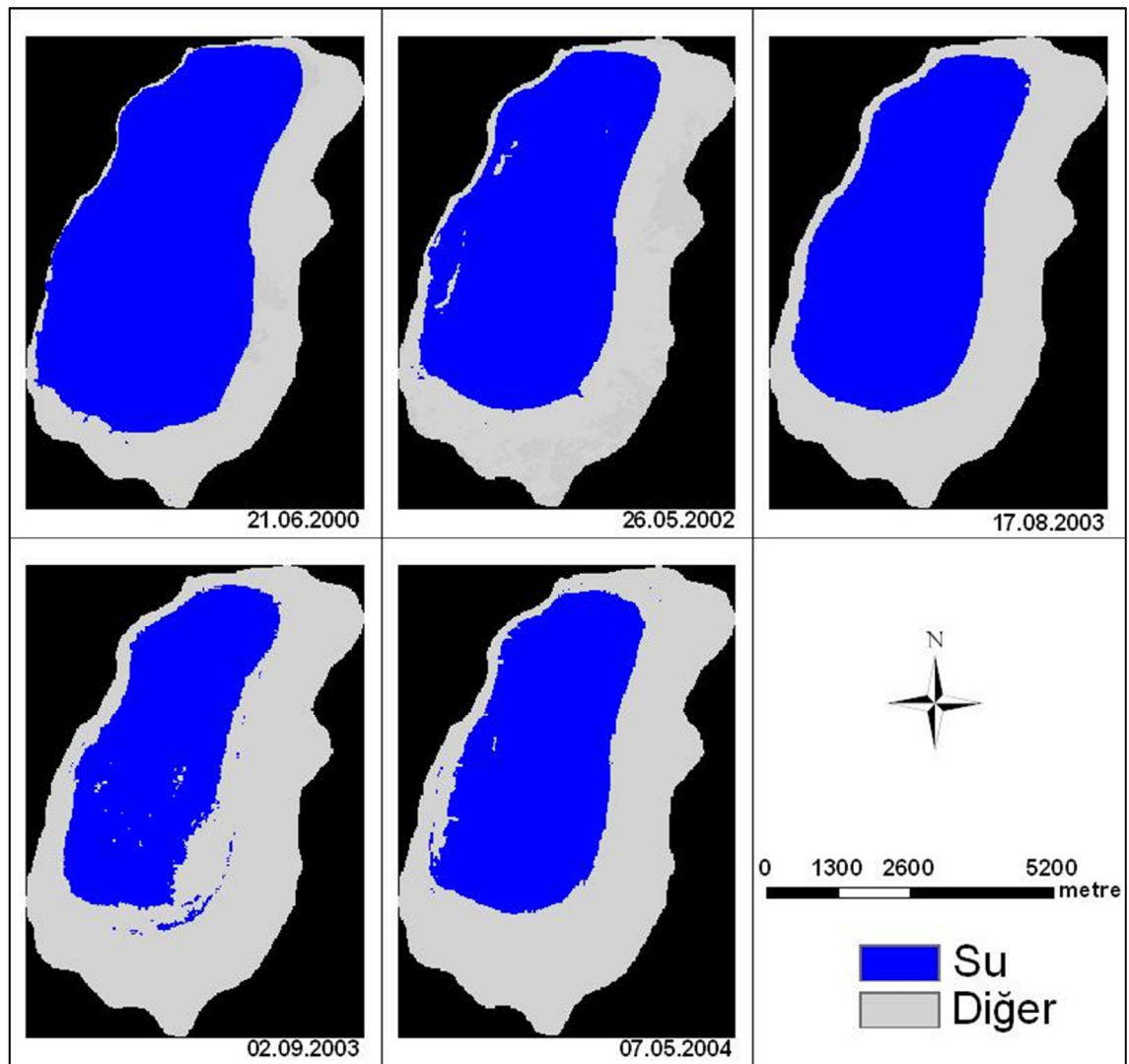
Şekil 3.8. Farklı tarihlerde alınan Landsat TM ve ETM+ uydu görüntüleri. Görüntüler 4-3-2 bantlarının kombinasyonları şeklinde gösterilmiştir.

Tablo 3.19. Göl seviyesinin ölçüldüğü tarihe karşılık gelen uydu görüntüsü tarihleri

Göl Seviye Verilerinin Tarihi	Uydu Görüntüleri	
	Tarih	Veri Tipi
20.06.2000	21.06.2000	LANDSAT TM
10.05.2002	26.05.2002	LANDSAT TM
19.08.2003	17.08.2003	LANDSAT TM
15.09.2003	02.09.2003	LANDSAT TM
07.05.2004	07.05.2004	LANDSAT ETM+

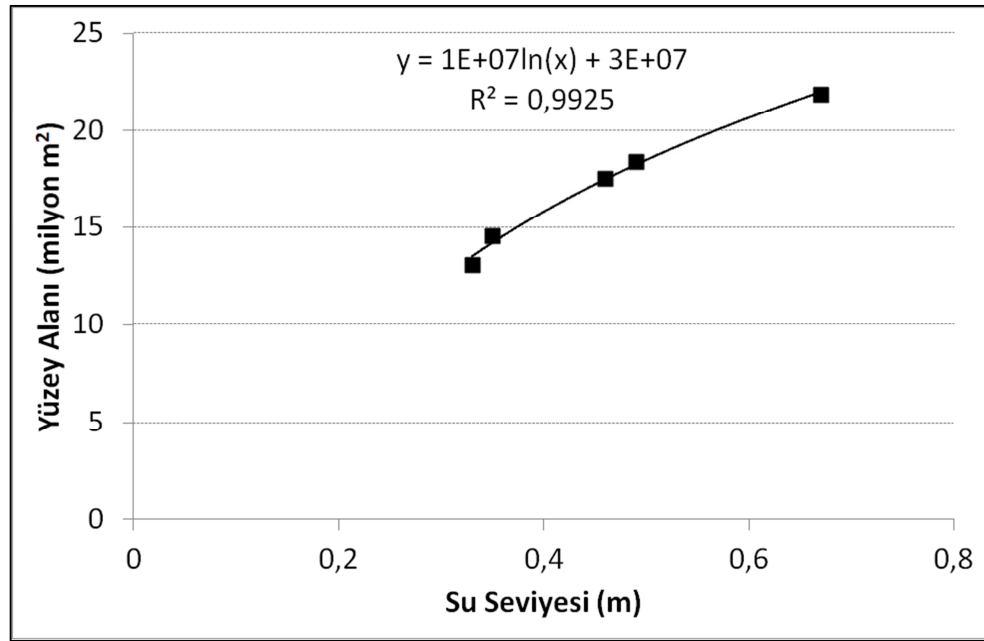
Landsat görüntüleri 7 multispectral ve 1 pankromatik olmak üzere sekiz bant içermektedir. Görüntülerin mekansal çözünürlükleri multispektral bantlar için 30 m'dir.

Temin edilen görüntülerde öncelikle 7 bantı içeren bir görüntü oluşturulmuştur. Daha sonra çalışma alanı görüntü üzerinden çıkarılmıştır (Şekil 3.8). Danışmansız sınıflandırma (unsupervised classification) yöntemi ile kesilen görüntüler 10 sınıfa ayrılmış ve daha sonra görsel değerlendirme ile görüntü “su” ve “diğer” olmak üzere iki sınıfa ayrılmıştır. Böylece göl yüzey alanı hassas bir şekilde her bir görüntü üzerinde tespit edilmiştir (Şekil 3.9).



Şekil 3.9. Farklı tarihlerdeki uydu görüntülerinden tespit edilen göl yüzey alanları

Tespit edilen göl yüzey alanları, aynı veya yakın tarihe ait su seviyeleri ile ilişkilendirilmiş ve yüzey alanı ve su seviyesi arasındaki ilişkiyi gösteren bir eşitlik elde edilmiştir (Şekil 3.10). Gölde bulunan su hacmi, su seviyesi ve yüzey alanının çarpılmasıyla bulunmuştur (Tablo 3.20).



Şekil 3.10.Tuzla Gölü'nde su su derinliği ve yüzey alanı ilişkisi

1998-2005 yılları için ortalama su seviyelerine denk gelen yüzey alanları Tablo 3.20'de verilmektedir. 1998-2005 yılları arasında gölün yüzey alanı 20,62 ile 29,26 milyon m² arasında değişmiştir. Aynı dönemde gölde bulunan su hacmi ise 8,07 ile 27,16 milyon m³ arasında değişmiştir. Göl yüzey alanının ve dolayısıyla gölde bulunan su hacminin en az olduğu 2003 yılıdır. 2004 ve 2005 yıllarında göl alanında ve gölde bulunan su hacminde 2003 yılına göre artış görülse de, 1998 yılına göre değerler oldukça küçüktür.

Tablo 3.20. 1998-2005 dönemi için Tuzla Gölü ortalama su seviyesi, yüzey alanı ve su hacmi

Tarih	Seviye (m)	Alan (milyon m ²)	Hacim (milyon m ³)
1998	0,93	29,26	27,16
1999	0,73	26,83	19,53
2000	0,63	25,42	16,07
2001	0,49	22,83	11,15
2002	0,45	22,00	9,88
2003	0,39	20,62	8,07
2004	0,41	21,08	8,643
2005	0,44	21,74	9,514

3.2.2. Su Bütçesinin Hesaplanması

Önceki bölümlerde de bahsedildiği üzere Tuzla Gölü yağış, dereler ve su kaynakları, yüzey akımı ve yeraltı suyu ile beslenmektedir. Tuzla Gölü'nden su kayıpları ise sadece buharlaşma ile gerçekleşmektedir. Bu bilgilerden yola çıkarak göl yüzey alanına düşen yağış miktarı ve gölden çıkan evapotranspirasyon miktarları tespit edilmiştir. Ayrıca Değirmen Deresi akımlarının %10'unun, gölün yakın çevresindeki yüzey akımlarının %20'sinin göle ulaştığı kabul edilmiştir. Elde edilen veriler kullanılarak, 1998-2005 dönemi için gölün su bütçesi oluşturulmuştur (Tablo 3.21).

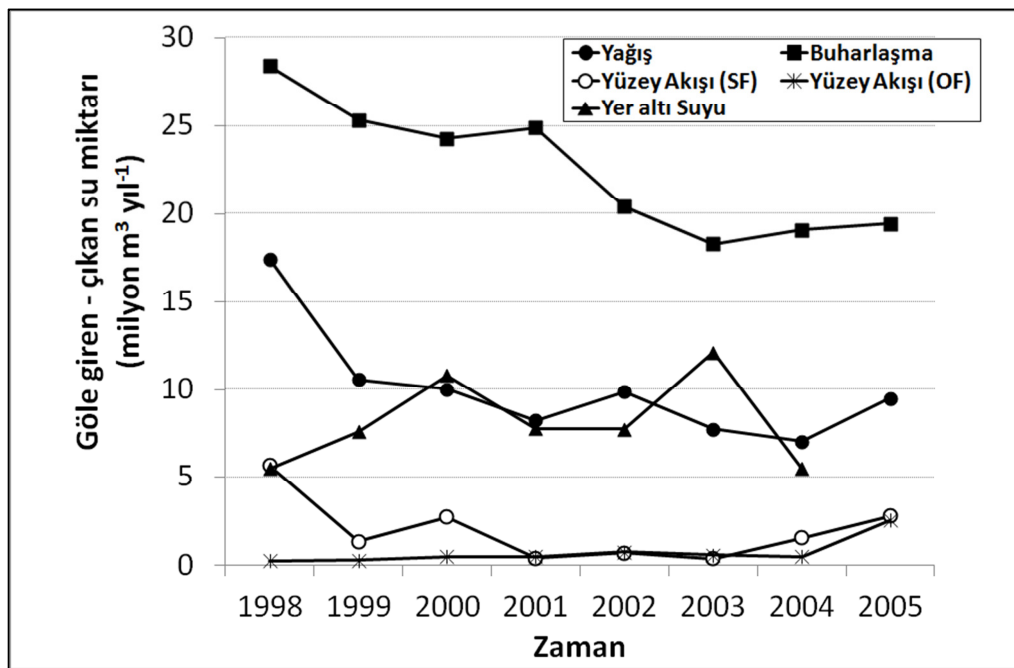
Tablo 3.21. 1998-2005 dönemi için Tuzla Gölü su bütçesi

Yıl	Hacim Değişimi (ΔV) (milyon m^3 yıl ⁻¹)	Yağış (P) (milyon m^3 yıl ⁻¹)	Buharlaşma (E) (milyon m^3 yıl ⁻¹)	Yüzey Akımı (SF) (milyon m^3 yıl ⁻¹)	Yüzey Akımı (OF) (milyon m^3 yıl ⁻¹)	Yeraltı Suyu (GW) (milyon m^3 yıl ⁻¹)
1998	-7,63	17,46	28,40	5,66	0,29	5,49
1999	-3,46	10,58	25,36	1,36	0,30	7,59
2000	-4,93	10,03	24,31	2,73	0,51	10,80
2001	-1,27	8,24	24,92	0,43	0,52	7,77
2002	-1,81	9,87	20,39	0,71	0,78	7,74
2003	0,57	7,72	18,29	0,40	0,61	12,11
2004	0,87	7,04	19,08	1,55	0,50	5,49
2005		9,48	19,44	2,78	2,55	

1998-2005 dönemi için hesaplanan değerler Tablo 3.21'de ve Şekil 3.11'de gösterilmektedir. Su hacmindeki değişim su seviyelerindeki değişim kullanılarak hesaplanmıştır. 1998-2002 yılları arasında su hacminde azalmalar, 2003 ve 2004 yıllarında ise su hacminde artışlar tespit edilmiştir. 1998-2005 döneminde göle giren yağış miktarı 7,04 ile 17,46 milyon m^3 arasında; gölden çıkan buharlaşma miktarı ise 18,29 ile 28,40 milyon m^3 arasında değişmiştir. Yağış ve buharlaşma değerleri 1998'den 2005 yılına kadar azalmıştır. Her ne kadar aynı dönemde yağışlarda azalma ve buharlaşmada artma gerçekleşmiş olsa da, göle ulaşan yağış ve gölden gerçekleşen

buharlaşma miktarlarındaki değişim göl yüzey alanının daralması ile de ilişkidir. Değirmen Deresi'nden göle ulaşan su miktarı (SF) 0,40 ile 5,66 milyon m³ arasında, yüzey akımı ile göle ulaşan su miktarı (OF) ise 0,29 ile 2,55 milyon m³ arasında değişmiştir.

Su bütçesini dengeleyecek olan su miktarı yeraltı suyu olarak ifade edilmiştir. Bu hesaba göre göle yeraltı suyu girişi olmaktadır, yani gölün yeraltı suyu ile beslendiği açık olarak ortaya çıkmaktadır. Göle ulaşan yeraltı suyu miktarı 1998-2005 dönemi için 5,49 ile 12,11 milyon m³ arasında değişmektedir (Tablo 3.21). Burada yeraltı suyu için hesaplanan değerin sadece bir tahmin olduğu ve yüksek oranda hata içerebileceği belirtilmelidir. Buna rağmen Tuzla Gölü'ne ulaşan yeraltı suyu miktarı ile ilgili bu değerler bir fikir oluşturmaktadırlar. 1998'den 2005 yılına kadar göle ulaşan yeraltı suyu miktarında da bir azalma göze çarpmaktadır.



şekil 3.11. 1998-2005 yılları arasındaki Tuzla Gölü'ne su giriş çıkışları

Hesaplanan su bütçesi, Tuzla Gölü'ne su girişlerinin en fazla yağış şeklinde olduğunu göstermiştir. Yağıştan sonra en fazla su girişi yeraltı suyundandır. Göle yüzey akımı şeklinde gelen su miktarları oldukça düşüktür. Buna karşılık Tuzla Gölü sadece buharlaşma ile su kaybetmektedir.

4. BÖLÜM

TARTIŞMA, SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışmanın amacı Kayseri’de bulunan Tuzla (Palas) Gölü’ndeki hidrolojik değişimlerin nedenlerini ve Tuzla Gölü’nün iklim değişikliğine duyarlılığını analiz etmektir. Verilerin karakterlerini anlamak ve veri serilerinde bulunan eğilimleri belirlemek için eğilim analizi yapılmıştır. Veri serilerindeki eğilimler lineer regresyon yöntemi ile belirlenmiştir. Belirlenen eğilim değerlerinin istatistiksel anlamlılığı 0,05 düzeyinde t-testi kullanılarak değerlendirilmiştir. Korelasyon analizi ile Tuzla Gölü ile hidrolojik ve iklimsel parametreler arasındaki ilişkiler ve ilişkilerin yönü belirlenmiştir. Tuzla Gölü’nün hidrolojik yapısının daha iyi anlaşılmasını sağlamak için su bütçesi hazırlanmıştır.

Tuzla Gölü’nde 1998- 2005 döneminde yıllık ortalama su seviyesi $6,9 \text{ cm yıl}^{-1}$ azaldığı tespit edilmiştir. Yeraltı suyu seviyesi ve dere akımında da istatistiksel olarak anlamlı (0,05 düzeyinde) azalmalar tespit edilmiştir. Ayrıca Tuzla Gölü su seviyesi ile yeraltı su seviyeleri ve dere akımları arasında güçlü bir ilişki (korelasyon) görülmüştür. Gölün etrafında bulunan meteoroloji istasyonlardan (Kayseri, Boğazlıyan ve Pınarbaşı) temin edilen veriler kullanılarak, aynı dönemde yağışta azalma ($0,4-1,7 \text{ cm yıl}^{-1}$ hızında) ve sıcaklıkta ($0,03 -0,10 \text{ }^{\circ}\text{C yıl}^{-1}$) artış tespit edilmiştir. Buharlaşma değerlerinde ise ($0,2-4,2 \text{ cm yıl}^{-1}$ hızında) artma eğilimi tespit edilmiştir. Tuzla Gölü yıllık ortalama su seviyeleri ile yıllık toplam yağış ve yıllık ortalama tava buharlaşması ve evapotranspirasyon arasında güçlü bir ilişki mevcuttur. Korelasyon katsayıları yağış için pozitif, buharlaşma için negatif değerdedir. Su seviyeleri ve 1 ila 5 yıl geçmiş yağış ve 1 ila 5 yıl geçmiş buharlaşma ilişki derecesi ise orta seviyededir. Su seviye değişimi ve hava sıcaklığı arasında ise güçlü bir ilişki tespit edilememiştir.

Tuzla Gölü yüzey alanı ve buna bağlı olarak göl hacmini tespit etmek için LANDSAT TM (Thematic Mapper) ve LANDSAT ETM+ (Enhanced Thematic Mapper görüntülerinden faydalanılmıştır. Temin edilen görüntülerden çalışma alanı çıkarılmış, görüntülerde su yüzey alanı tespit edilmiştir. Elde edilen yüzey alanlarına karşılık gelen su seviyeleri kullanılarak, yüzey alanı-su seviyesi ilişkisi elde edilmiştir ve göl hacmi hesaplanmıştır.

Göl su seviyesi ile yıllık en güçlü ilişkiye sahip olan Pınarbaşı istasyonundaki iklimsel veriler kullanılarak, Tuzla Gölü su bütçesi elemanlarının büyüklükleri yıllık olarak hesaplanmıştır. Bu analizde iklimsel veriler (yağış ve evapotranspirasyon), Değirmen Deresi akımları ve yüzey akışı kullanılmıştır. Yeraltı suyu, su bütçesinin kalanı olarak tespit edilmiştir. Analiz sonucuna göre yeraltı suyunun Tuzla Gölü'nü önemli oranda beslediği ortaya çıkarılmıştır.

Çalışma sonucunda Tuzla Gölü su seviyelerindeki azalmaların iki nedenden kaynaklanabileceği tespit edilmiştir. İlk neden yağışın azalması, sıcaklığın artması ve buna bağlı olarak buharlaşmanın artması gibi iklimsel değişimler olabilir. Diğer neden ise Palas Ovası'nda su kullanımının zamanla artmasından kaynaklanan kaynak ve dere sularının göle ulaşmaması veya ulaşan kısmın azalması ve yeraltı suyunun fazlaca kullanılmasıdır. Tuzla Gölü'nün bu bölgede beklenen iklimsel değişimlerden etkileneceği açıktır. Palas Ovası'ndaki su kullanım faaliyetlerinin bu etkinin derecesini arttıracığı söylenebilir.

İlerleyen yıllarda göl su seviyelerinin düzenli bir şekilde incelenmesi faydalı olacaktır. Yine Palas Ovası'nda bir meteoroloji istasyonunun kurulması bölgede iklimsel olayları daha hassas gözlemleyebilmeyi sağlayacaktır. Gelecekte yapılacak çalışmalarda yeraltı suyuna odaklanması ve göl su seviyesi ile yeraltı suyu seviyesi ilişkilerinin ortaya çıkarılması uygun olacaktır.

KAYNAKLAR

1. Anonymous, 2006. Duyarlılık Değerlendirmesi, İklim Değişikliğinin Etkileri Ve Uyum Önlemleri, in İklim Değişimi Koordinasyon Kurulu. Çevre ve Orman Bakanlığı-Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü: Ankara.
2. Bates, B., Z.W. Kundzewicz, S. Wu, J. Palutikof, 2008. Climate Change and Water. Intergovernmental Panel on Climate Change.
3. Kanber, R., R. Bastug, D. Büyüktas, M. Ünlü, B. Kapur, 11 - 15 Ocak 2010, Ankara. Küresel iklim değişikliğinin su kaynakları ve tarımsal sulamaya etkileri. Türkiye Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi,
4. Türkeş, M., 1997. Hava ve iklim kavramları üzerine. **TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi**, **355**: 36-37.
5. Dam, J.C.v., 16 October 2003. Impacts of Climate Change and Climate Variability on Hydrological Regimes. Cambridge University Press, Geneva.
6. Türkeş, M., 2006. Küresel iklimin geleceği ve Kyoto Protokolü. **Jeopolitik**, **32**: 99-107.
7. Hunter, J., W., 2003. İklim Değisikligi Çerçeve Sözleşmesi ve Kyoto Protokolü İçin Kılavuz. UNFCC, Bonn.
8. Üstün, H.G., 2008. İklim Değişiminin Su Kaynakları Üzerine Etkisi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Isparta.
9. Hardy, J.T., 2003. Climate Change: Causes, Effects, and Solutions. John Wiley High Education,

10. Anonymous, 2007. Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Intergovernmental Panel On Climate Change, Geneva, Switzerland.
11. Gürkan, D., 2005. Seyhan Havzasında iklim degisimlerinin yüzeysel su kaynaklarına olan etkilerinin arastırılması. Hacettepe Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
12. Anonymous The European Environment - State and Outlook. 2005, State of Environment Report No:1: Copenhagen.
13. Anonymous, Climate Change 2001 : Synthesis Report. 2001, IPCC Cambridge University Press: Cambridge.
14. Bates, B., Z.W. Kundzewicz, S. Wu, J. Palutikof, Climate change and water. June 2008, IPCC Technical Paper VI.
15. Houghton, J.T., Y. Ding, D.J. Griggs, M. Noguer, P.J.v.d. Linden, X. Dai, K. Maskell, C.A. Johnson, Climate Change 2001: The Scientific Basic - Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). 2001, Cambridge University Press, Cambridge.
16. Türkeş, M., İklim değişikliği: Türkiye - İklim değişikliği çerçeve sözleşmesi ilişkileri ve iklim değişikliği politikaları, in Bilim ve Teknoloji Stratejileri Teknoloji Öngörü Projesi, Çevre ve Sürdürülebilir Kalkınma Paneli Vizyon ve Öngörü Raporu. 2002, Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü: Ankara.
17. Dalfes, H.N., M. Karaca, Ö.L. Şen, 2007. Climate Change & Turkey. United Nations Development Programme (UNDP) Turkey Office.
18. Birge, Ö., Temmuz - 2011. Küresel Isınma Ve İklim Değişikliği Senaryolarına Dayalı Kentsel İçme - Kullanma Suyu Tahmini. Celal Bayar Üniversitesi, Manisa.
19. Acreman, M.C., J.R. Meigh, K.J. Sene, 1993. Modelling the decline in water level of Lake Toba, Indonesia. **Advances in Water Resources**, **16** (4): 207-222.

20. Vassiljev, J., S.P. Harrison, A. Haxeltine, 1995. Recent lake-level and outflow variations at Lake Viljandi, Estonia: Validation of a coupled lake-catchment modelling scheme for climate change studies. **Journal of Hydrology**, **170** (1-4): 63-77.
21. Crapper, P.F., P.M. Fleming, J.D. Kalma, 1996. Prediction of lake levels using Water Balance Models. **Environmental Software**, **11** (4): 251-258.
22. Alsdorf, D., C. Birkett, T. Dunne, J. Melack, L. Hess, 2001. Water level changes in a large Amazon lake measured with spaceborne radar interferometry and altimetry. **Geophysical Research Letters**, **28** (14): 2671-2674.
23. Jones, R.N., T.A. McMahon, J.M. Bowler, 2001. Modelling historical lake levels and recent climate change at three closed lakes, Western Victoria, Australia (c.1840-1990). **Journal of Hydrology**, **246** (1-4): 159-180.
24. Changnon, S.A., 2004. Temporal behaviour of levels of the Great Lakes and Climate Variability. **Journal of Great Lakes Research**, **30** (1): 184-200.
25. Jöhnk, K., D. Straile, W. Ostendorp, 2004. Water level variability and trends in Lake Constance in the light of the 1999 centennial flood. **Limnologica**, **34** (1-2): 15-21.
26. Christensen, V.G.,A.L. Bergman, 2005. Hydrologic Conditions and Lake-Level Fluctuations at Long Lost Lake, 1939-2004, White Earth Indian Reservation, Clearwater County, Minnesota. Scientific Investigations Report 2005-5181, U.S.Geological Survey Scientific Investigations Report, 2005-5181, Reston, IV, USA
27. Alemayehu, T., T. Ayenew, S. Kebede, 2006. Hydrogeochemical and lake level changes in the Ethiopian Rift. **Journal of Hydrology**, **316** (1-4): 290-300.
28. Magnuson JJ, B.B., Lenters JD, Robertson DM, 2006. Long-Term Dynamics of Lakes in the Landscape: Long-Term Ecological Research on North Temperate Lakes. Oxford University Press.

29. Arpe, K.,S.A.G. Leroy, 2007. The Caspian Sea Level forced by the atmospheric circulation, as observed and modelled. **Quaternary International**, **173** (174): 144-152.
30. Dadaser-Celik, F.,H.G. Stefan, 2007. Lake level response to climate in Minnesota. University of Minnesota, St. Anthony Falls Laboratory, Report No: 502.
31. Munyaneza, O., U.G. Wali, S. Uhlenbrook, S. Maskey, M.J. Mlotha, 2009. Water level monitoring using radar remote sensing data: Application to Lake Kivu, central Africa. **Physics and Chemistry of the Earth**, **34** (13-16): 722-728.
32. Lin, Z., 2011. Estimating water budgets and vertical leakages for karst lakes in North-Central Florida (United States) via hydrological modeling. **Journal of the American Water Resources Association (JAWRA)**, **47** (2):287-302.
33. Sen, P.K., 1968. Estimates of the regression coefficient based on Kendall's Tau. *Journal of American Statistical Association*, 39 1379-1389.
34. Cengiz, T.M.,E. Kahya, 2006. Türkiye göl su seviyeleri eğilim ve harmonik analizi. **Itudergisi/d**, **5** (3): 215-224.
35. Dadaser-Celik, F., H.G. Stefan, P.L. Brezonik, 2006. Dynamic hydrologic model of the Örtülüakar Marsh in Turkey. **Wetlands**, **26**: 1089-1102.
36. Yurtcu, Ş., 2006. Eber Gölü su seviye değişiminin bulanık mantıkla modellenmesi. **Teknoloji**, **9** (1): 67-77.
37. Altunkaynak, A., 2007. Forecasting surface water level fluctuations of Lake Van by artificial neural networks. **Water Resources Management**, **21** (2): 399-408.
38. Esendal, H., 2007. Eğirdir Gölü su seviyesi mevsimsel değişiminin bulanık mantık metoduyla modellenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Isparta, 107 s.
39. Dadaser-Celik, F., 2008. Impact of Large-Scale Irrigation on a Closed-Basin Wetland: Water Flow Alterations and Participatory Irrigation Management

Effects on the Sultan Marshes Ecosystem in Turkey. University of Minnesota, Doctorate Thesis, Minnesota.

40. Üstün, H.G., 2008. İklim Değişiminin Su Kaynakları Üzerine Etkisi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Isparta, 117 s.
41. Dadaser-Celik, F., M.E. Bauer, P.L. Brezonik, H.G. Stefan, 2008. Changes in the Sultan Marshes ecosystem (Turkey) in satellite images 1980 - 2003. **Wetlands**, **28** (3): 852-865.
42. Fujihara, Y., Y. Tanaka, T. Watanabe, T. Nagano, T. Kojiri, 2008. Assessing the impacts of climate change on the water resources of the Seyhan River Basin in Turkey: Use of dynamically downscaled data for hydrologic simulations. **Journal of Hydrology**, **353** (1-2): 33- 48.
43. Dadaser-Celik, F., J.S. Coggins, P.L. Brezonik, H.G. Stefan, 2009. The projected costs and benefits of water diversion from and to the Sultan Marshes (Turkey). *Ecological Economics*, **68**, 1496-1506.
44. Kazancı, N., A. Gürbüz, E. Gökten, 2009. Türkiye göllerinin son yüzyılda uğradığı fiziksel değişimler, 62. Türkiye Jeoloji Kurultayı. MTA - Ankara.
45. Çimen, M., O. Kisi, 2009. Comparison of two different data-driven techniques in modeling lake level fluctuations in Turkey. **Journal of Hydrology**, **378** (3-4): 253-262.
46. Küçük, M., E. Kahya, T.M. Cengiz, M. Karaca, 2009. North Atlantic Oscillation Influences on Turkish Lake Levels. *Hydrological Processes*, 23 893-906.
47. Yazar, A., M. Onucyıldız, N.K. Coptı, 2009. Modelling level change in lakes using neuro-fuzzy and artificial neural networks. **Journal of Hydrology**, 365 (3-4): 329-334.
48. Atanol, M., 2010. Burdur Gölü'nde seviye değişimleri. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 8 (1): 77-92.

49. Güldal, V.,H. Tongal, 2010. Comparison of recurrent neural network, adaptive neuro-fuzzy inference system and stochastic models in Eğirdir Lake level forecasting. **Water Resources Management**, **24** (1): 105-128.
50. Küçükyaman, D., 2010. Kovada Gölü'nün hidrolojik ve meteorolojik kuraklık analizi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Isparta.
51. Dadaser-Celik, F., Sultan Sazlığı'nda su seviyeleri ve iklimsel faktörler arasındaki ilişkilerin yapay sinir ağları yaklaşımı ile modellenmesi, in 2.Türkiye Sulak Alanlar Kongresi. 2011: 22-24 Haziran, Kırşehir.
- 52.Somuncu, M., 1999. Palas Ovası'nda coğrafya gözlemleri (Geographical observations at the Palas Basin). **Ankara Üniversitesi Türkiye Coğrafyası Araştırma Ve Uygulama Merkezi Dergisi**, **5**: 183-211.
53. 1999. ENCON Çevre Danışmanlık Ltd. Şti 'Tuzla Gölü', Uluslar arası önemi olan sulakalanların biyolojik ve ekolojik yönden araştırılması projesi nihai raporu (ENCON Environmental Consulting Ltd.Şti Tuzla Lake Project Report - Investigation of biological and ecological aspects of wetlands of international importance). Çevre Bakanlığı, Çevre Koruma Genel Müdürlüğü, Hassas Ekosistemler ve Korunan Alanlar Daire Başkanlığı,
54. Dadaser, F.,U. Özesmi, Tuzla Gölü Ekosistemi için Katılımcı Yönetim Planı Yöntemi: Bulanık Bilişsel Haritalama Yaklaşımı, in IV. Ulusal Çevre Mühendisliği Kongresi. 2001: İçel.
55. Dadaşer-Çelik, F., U. Özesmi, A. Akdoğan, 2005. Participatory ecosystem management planning at Tuzla Lake (Turkey) Using Fuzzy Cognitive Mapping. arXiv:q-bio.NC/0510017, 6 October
56. Ekincioglu, Ü., 2008. Tuzla Gölü (Palas-Kayseri)'nde Salicornia Freitagii yaprak ve yurdakulol kullanılarak ağır metal kirliliğinin tespiti. Erciyes Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Kayseri.
57. Kasım, 1999. ENCON Çevre Danışmanlık Ltd. Şti 'Tuzla Gölü', Uluslar arası önemi olan sulakalanların biyolojik ve ekolojik yönden araştırılması projesi nihai

raporu, . Çevre Bakanlığı, Çevre Koruma Genel Müdürlüğü, Hassas Ekosistemler ve Korunan Alanlar Daire Başkanlığı,

58. Ekincioğlu, Ü., 2008. Tuzla Gölü (Palas-Kayseri)'nde *Salicornia freitagii* Yaprak ve Yurdakulol Kullanılarak Ağır Metal Kirliliğinin Tespiti. Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Kayseri.
59. Dadaşer, F., 2002. Tuzla Gölü (Kayseri) Ekosistemi için Katılımcı Çevre Yönetim Planı (Participatory Environmental Management Plan for Tuzla Lake (Kayseri, Turkey) Ecosystem). Erciyes Üniversitesi, Kayseri.
60. <http://maps.google.com/>.
61. DSI, Kayseri-Sarıoğlan-Palas Ovası Planlama Kademesi Hidrojeolojik Etüt Raporu (Kayseri-Sarıoğlan-Palas Plain Hydrogeological Survey Report). 1970: Kayseri.
62. Anonymous. Tuzla Gölü Doğa İle Dost Tuz Çıkarım Taslak Planı. Erişim tarihi: Mart 2011; Available from: <http://waterwiki.net/>.
63. Allen, R.G., L.S. Pereira, D. Raes, M. Smith, Crop Evapotranspiration: Guidelines for Computing Crop Water Requirements. 1998, Food and Agriculture Organization, : Rome, Italy.
64. Winter, T.C., 1981. Uncertainties in Estimating the Water Balance of Lakes. **Water Resources Management**, **17** (1) : 82-115.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı, Soyadı: Eda CENGİZ

Uyruğu: Türkiye (TC)

Doğum Tarihi ve Yeri: 20 Kasım 1986, Kayseri

Medeni Durumu: Bekâr

email: 4011931011@erciyes.edu.tr

EĞİTİM

Derece	Kurum	Mezuniyet Tarihi
Yüksek Lisans	Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı	2012
Lisans	Erciyes Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği	2010
Lise	Sami Yangın Anadolu Lisesi	2005

YABANCI DİL

İngilizce

YAYINLAR

- Dadaşer-Çelik,F. ve Cengiz,E. Türkiye meteorolojik verilerinin homojenlik analizi, 5th Atmospheric Science Symposium, 601-609, 2011.
- Cengiz,E. and Dadaşer-Çelik,F. Hydrologic Changes At Tuzla (Palas) Lake in Turkey, BALWOIS 2012 - Ohrid, Republic of Macedonia, 2012.
- Dadaşer-Çelik,F. ve Cengiz,E. Correlations of Stream Flow and Climatic Variables in Turkey, BALWOIS 2012 - Ohrid, Republic of Macedonia, 2012.