

**ACIGÖL (DENİZLİ) KARST KAYNAKLARININ  
HİDROJEOLJİK İNCELENMESİ**

**HYDROGEOLOGICAL INVESTIGATION OF ACIGÖL  
(DENİZLİ) KARST SPRINGS**

**ÇAĞIL YAHŞI**

**PROF. DR. MEHMET EKMEKÇİ**

**Tez Danışmanı**

Hacettepe Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin

Jeoloji (Hidrojeoloji) Mühendisliği Anabilim Dalı için Öngördüğü

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

Olarak hazırlanmıştır.

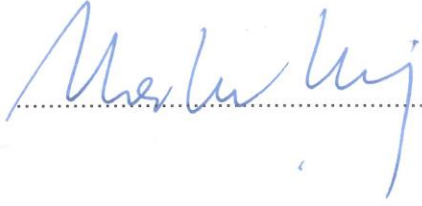
2018

**ÇAĞIL YAHŞİ'** nin hazırladığı “**Acigöl (Denizli) Karst Kaynaklarının Hidrojeolojik İncelenmesi**” adlı bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından **JEOLOJİ (HİDROJEOLOJİ) MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI'** nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Mehmet ÇELİK  
Başkan



Prof. Dr. Mehmet EKMEKÇİ  
Danışman



Dr. Öğr. Üyesi Levent TEZCAN  
Üye



Dr. Öğr. Üyesi Türker KURTTAŞ  
Üye



Doç. Dr. Özlem YAĞBASAN  
Üye



Bu tez Hacettepe Üniversitesi en Bilimleri Enstitüsü tarafından “**YÜKSEK LİSANS TEZİ**” olarak onaylanmıştır.

Prof. Dr. Menemşe GÜMÜŞDERELİOĞLU  
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

**Aileme...**

## ETİK

ETİK Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmasında,

- tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi, • kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

beyan ederim.

19.10/2018

ÇAĞIL YAHŞI

## YAYIMLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI

Enstitü tarafından onaylanan lisansüstü tezimin/raporumun tamamını veya herhangi bir kısmını, basılı (kağıt) ve elektronik formatta arşivleme ve aşağıda verilen koşullarla kullanıma açma iznini Hacettepe Üniversitesine verdiğimi bildiririm. Bu izinle Üniversiteye verilen kullanım hakları dışındaki tüm fikri mülkiyet haklarım bende kalacak, temizin tamamının ya da bir bölümünün gelecekteki çalışmalarda (makale, kitap, lisans ve patent vb.) kullanım hakları bana ait olacaktır.

Tezin kendi original çalışmam olduğunu, başkalarının haklarını ihlal etmediğini ve tezimin tek yetkili sahibi olduğumu beyan ve taahhüt ederim. Tezidinde yer alan telif hakkı bulunan ve sahiplerinden yazılı izin alınarak kullanılması zorunlu metinlerin yazılı izin alarak kullandığımı ve istenildiğinde suretlerini Üniversiteye teslim etmeyi taahhüt ederim.

Yükseköğretim Kurulu tarafından yayınlanan **“Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge”** kapsamında tezim aşağıda belirtilen koşullar haricinde YÖK Ulusal Tez Merkezi / H.Ü. Kütüphaneleri Açık Erişim Sisteminde erişime açılır.

- Enstitü /Fakülte yönetim kurulu kararı ile tezimin erişime açılması mezuniyet tarihimden itibaren 2 yıl ertelenmiştir.
- Enstitü /Fakülte yönetim kurulu gerekçeli kararı ile tezimin erişime açılması mezuniyet tarihimden itibaren ... ay ertelenmiştir.
- Tezim ile ilgili gizlilik kararı verilmiştir.

19/10/2018

  
Çağrı Yahşi



## ÖZET

### ACIGÖL (DENİZLİ) KARST KAYNAKLARININ HİDROJEOLOJİK İNCELENMESİ

Çağrı YAHŞİ

Yüksek Lisans, Jeoloji (Hidrojeoloji) Mühendisliği

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Mehmet Ekmekçi

Eylül 2018, 84 sayfa

Bu çalışmada; Afyon ve Denizli il sınırları içerisinde bulunan ve yüksek tuzluluğa sahip bir sulak alan olan Acıgöl'ün güney sınırı boyunca uzanan karbonatlı kayaç kütleleri hidrojeolojik olarak incelenmiştir.

Çalışma kapsamında öncelikli olarak yeraltı suyuna bağımlı ekosistemler, izotop tekniklerinin hidroloji ve hidrojeolojide kullanımının yanı sıra sulak alanlar ve karstik akiferlerde kullanımı ile ilgili literatür taraması gerçekleştirilmiştir. Çevre meteoroloji istasyonlarından yağış ve sıcaklık bilgileri temin edilmiş ve bu veriler yağışlı kurak dönem analizlerinde ve havzanın su bütçesinin yapılması amacıyla kullanılmıştır. Literatür çalışmasını müteakip bir arazi çalışması planlanmış ve belirlenen amaçlar çerçevesinde arazide bir dizi örnekleme ve yerinde ölçüm yapılmıştır.

Yapılan değerlendirmeler sonucunda, havzada güneybatı-kuzeydoğu hattı boyunca uzanan ve 76.12 km<sup>2</sup> alanda yüzeyleyen mesozoyik kireçtaşları üzerine yıllık 37 milyon m<sup>3</sup> yağış düştüğü belirlenmiştir. Bu yağışın yaklaşık %72'si buharlaşma yolu ile sistemden uzaklaşmakta, kalan miktarın yarısı yüzeysel akışa geçerken diğer yarısı yeraltı suyuna süzülme yoluyla ulaşmaktadır.

İnceleme alanından alınan örneklerde gerçekleştirilen duraylı çevresel izotop analiz sonuçları, denklemi  $\delta 2H = 8\delta 18O + 14$  olan bir meteorik su doğrusu üzerinde

konumlanmaktadır. Döteryum fazlası değerinin yüksek olması örneklenen suların kaynağını küresel ortalamaların altında nem içeriğine sahip bir atmosferik su buharının oluşturduğu yağışlardan kaynaklandığını göstermektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Yeraltı suyuna bağımlı ekosistemler, hidroloji, hidrojeoloji, Acıgöl karst kaynakları



## **ABSTRACT**

### **HYDROGEOLOGICAL INVESTIGATION OF ACIGÖL (DENİZLİ) KARST SPRINGS**

**Çağrı YAHŞİ**

**Master of Science, Department of Geological (Hydrogeological)  
Engineering**

**Supervisor: Prof. Dr. Mehmet Ekmekçi**

**September 2018, 84 pages**

In this study; carbonate rock masses along the southern boundary of Acıgöl, a wetland with high salinity in Afyon and Denizli province, were investigated hydrogeologically.

Within the scope of the study, the literature review was carried out on the use of groundwater dependent ecosystems, the use of isotope techniques in hydrology and hydrogeology, as well as the use in the wetlands and karstic aquifers. Precipitation and temperature information were obtained from the nearby meteorological stations and these data were used in the rainy and dry period analysis and for the purpose of making the water budget of the Acıgöl basin. Following the literature study, a field study was planned and a series of sampling and on-site measurements were made in the field within the framework of the determined objectives.

As a result of the evaluations, it was determined that 37 million m<sup>3</sup> of precipitation fell on the mesozoic limestones that exposed in 76.12 km<sup>2</sup> area extending along the southwest-northeast border in the basin. Approximately 72% of this rainfall passes away from the system by evaporation, while half of the remaining amount passes through as surface flow and the other half reaches the groundwater by infiltration.

The results of the stable environmental isotope analysis carried out in the samples taken from the study area are located on a meteoric water line whose equation is  $\delta^2\text{H} = 8\delta^{18}\text{O} + 14$ . The high value of deuterium excess indicates that the sampled water originates from the precipitation of atmospheric water vapor with a moisture content below the global averages.

**Keywords:** Groundwater dependent ecosystems, hydrology, hydrogeology, Acıgöl karst springs

## TEŞEKKÜR

Tezimin her aşamasında değerli bilgi birikimi ve yol gÖstericiliğinin yanı sıra sonsuz sabrıyla bu çalışmanın sonuçlanmasında en bÜyÜk paya sahip olan danışmanım Sayın Prof. Dr. Mehmet EKMEKI'ye,

Bu sÜrecin her aşamasında hem teknik hem de manevi desteğini benden esirgemeyen ve her zaman yanımda olan sevgili eŐim BarıŐ ağrı KARACAÖREN'e ve manevi desteğiyle her zaman yanımda olan sevgili aileme,

Sonsuz teŐekkürlerimi ve minnetlerimi sunarım.

ağıl YAHŞI

Ekim 2018, Ankara

# İÇİNDEKİLER

ÖZET .....	i
ABSTRACT .....	iii
TEŞEKKÜR .....	v
İÇİNDEKİLER .....	vi
ÇİZELGELER .....	x
ŞEKİLLER .....	xii
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xiii
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Amaç ve Kapsam .....	1
1.2. Çalışma Yöntemi .....	1
1.2.1. Mevcut verilerin derlenmesi ve değerlendirilmesi.....	1
1.2.2. Arazi Çalışmaları.....	2
1.2.3. Laboratuvar Çalışmaları.....	2
1.2.4. Değerlendirme ve Raporlama .....	2
1.3. Önceki Çalışmalar .....	2
2. ÇALIŞMA ALANININ TANIMI .....	7
2.1. Coğrafi Konum .....	7
2.2. İklim ve Bitki Örtüsü.....	8
2.3. Jeomorfolojik Yapı .....	8
2.3.1. Dağlar .....	8
2.3.2. Platolar.....	10
2.3.3. Ovalar .....	11
2.3.4. Vadiler.....	12
2.3.5. Birikinti Konileri .....	12
2.3.6. Karstik Oluşumlar.....	13
2.4. Sosyo-Ekonomik Yapı .....	15

2.5. Kaynakların Sucul Ekosistem Açısından Önemi .....	16
3. İNCELEME ALANI JEOLJİSİ.....	17
3.1. Bölgesel Jeoloji .....	17
3.2. Litostratigrafi.....	20
3.2.1. Menderes Masifi .....	23
3.2.2. Likya Napları.....	23
3.2.3. Yandağ Kireçtaşı (Mesozoyik- Jura ve Kretase ) .....	24
3.2.4. Ofiyolitler (Mesozoyik) .....	25
3.2.5. Oligosen Birimler .....	25
3.2.5.1. Acıgöl Grubu (Eosen- Oligosen).....	27
3.2.6. Neojen Birimler .....	28
3.2.7. Kuvaterner .....	28
3.3. Tektonik ve Yapısal Jeoloji.....	28
3.3.1. Kıvrımlar .....	29
3.3.2. Faylar.....	29
4. HİDROLOJİ .....	31
4.1. Hidrolojik Havzanın Tanımı .....	31
4.1.1. Drenaj Ağı.....	31
4.1.2. Su Noktaları .....	32
4.1.2.1. Akarsular .....	32
4.1.2.2. Kaynaklar .....	32
4.1.2.3. Göller.....	32
4.1.2.4. Sondaj Kuyuları .....	34
4.2. Havza Ölçeğinde Hidrolojik Döngü.....	34
4.2.1. Yağış Analizleri .....	34
4.2.1.1. Çift Eklenik Eğri Analizi.....	37
4.2.1.2. Eklenik Sapma .....	42

4.2.1.3.	Yağışın Alansal Dağılımı .....	48
4.2.2.	Buharlaşıma – Terleme.....	54
4.2.2.1.	Potansiyel Buharlaşıma-Terleme.....	54
4.2.2.2.	Gerçek Buharlaşıma-Terleme.....	55
4.2.3.	Yüzeysel Akış ve Süzülme.....	60
4.3.	Hidrolojik Bütçe ve Su Kaynakları Potansiyeli .....	61
4.3.1.	Havza Ölçeğinde Hidrolojik Bütçe.....	61
4.3.2.	Çalışma Alanı Yeraltı Suyu Bütçesi .....	61
5.	HİDROJEOLJİ .....	62
5.1.	Hidrostratigrafik Birimler .....	62
5.1.1.	Geçirimli Birimler ve Akiferler .....	62
5.1.2.	Yarı Geçirimli Birimler ve Akitardlar .....	63
5.1.3.	Geçirimsiz Birimler .....	63
6.	SUYUN KİMYASAL-FİZİKSEL ÖZELLİKLERİ VE İZOTOP HİDROLOJİSİ ...	64
6.1.	Yerinde Ölçümler.....	64
6.1.1.	Sıcaklık (T).....	64
6.1.2.	Elektriksel İletkenlik (EC) .....	66
6.1.3.	Toplam Çözünmüş Katılar (TÇK) .....	68
6.1.4.	Tuzluluk .....	69
6.1.5.	Çözünmüş Oksijen (ÇO).....	70
6.1.6.	pH .....	71
6.2.	Çevresel izotoplar.....	72
6.2.1.	Duraylı Çevresel İzotoplar.....	72
6.2.2.	Örnekleme ve Analiz Sonuçları.....	74
6.2.3.	Oksijen 18 ve Döteryum.....	74
6.2.4.	Yükselti Etkisi.....	76
7.	SONUÇLAR .....	77

KAYNAKLAR.....	79
ÖZGEÇMİŞ .....	86

## ÇİZELGELER

Şekil 2.1.	Çalışma Alanı Yer Bulduru Haritası .....	7
Şekil 2.2.	Çalışma Alanı Topografik Görünüm .....	8
Şekil 2.3	Çalışma Alanındaki Dağlar .....	9
Şekil 2.4.	Söğüt Dağı Karstik Çöküntüleri .....	15
Şekil 3.1.	Çalışma alanını da kapsayan Batı Anadolu ve Türkiye'nin 3 ana Neotektonik Bölgesini gösterir harita (KAFZ:Kuzey Anadolu fay Zonu, DAFZ:Doğu Anadolu Fay Zonu, ÖFZ: Ölüdeniz fay Zonu,) [40] .....	19
Şekil 3.2.	Çalışma alanı ve dolaylarının jeoloji haritası (MTA 1/1500.000 ölçekli jeoloji haritasından değiştirilerek alınmıştır) [44],[45],[46].....	20
Şekil 3.3.	Çalışma alanı ve dolaylarının kolon kesiti (MTA 1/500.000 ölçekli jeoloji haritalarından yorumlanarak alınmıştır) [44],[45],[46].....	21
Şekil 3.4.	Çalışma alanı ve dolaylarının en kesiti .....	22
Şekil 4.1.	Acıgöl Havzası Alanı .....	31
Şekil 4.2.	Acıgöl havzası drenaj ağı .....	32
Şekil 4.3.	Çalışma alanı ve dolaylarındaki göller .....	34
Şekil 4.4.	Baz Periyodu .....	36
Şekil 4.5.	Isparta çift eklenik eğri analizi.....	39
Şekil 4.6.	Dinar çift eklenik eğri analizi .....	40
Şekil 4.7.	Burdur çift eklenik eğri analizi .....	40
Şekil 4.8.	Uluborlu çift eklenik eğri analizi .....	41
Şekil 4.9.	Denizli çift eklenik eğri analizi .....	41
Şekil 4.10.	Acıpayam çift eklenik eğri analizi.....	42
Şekil 4.11.	Isparta eklenik sapma eğrisi .....	43
Şekil 4.12.	Dinar eklenik sapma eğrisi .....	44
Şekil 4.13.	Burdur eklenik sapma eğrisi .....	45
Şekil 4.14.	Uluborlu Eklenik Sapma Eğrisi .....	46
Şekil 4.15.	Denizli eklenik sapma eğrisi .....	47
Şekil 4.16.	Acıpayam eklenik sapma eğrisi .....	48
Şekil 4.17.	1975-1983 yılları arası eş yağış eğrileri (izohiyet) haritası.....	50
Şekil 4.18.	1983-1993 yılları arası eş yağış eğrileri haritası .....	51
Şekil 4.19.	1993-2011 yılları arası eş yağış eğrileri haritası .....	52
Şekil 4.20.	1975-2011 yılları arası eş yağış eğrileri haritası .....	53



Şekil 4.21.	Buharlaşma Haritası.....	56
Şekil 5.1.	Havza alanı ve civarının hidrojeoloji haritası .....	62
Şekil 6.1.	Örnek noktaları.....	64
Şekil 6.2.	Sıcaklığın zamana göre değişimi .....	65
Şekil 6.3.	Elektriksel iletkenliğin zamana göre değişimi .....	67
Şekil 6.4.	Toplam çözünmüş katıların zamana göre değişimi .....	68
Şekil 6.5.	Tuzluluğun zamana göre değişimi.....	69
Şekil 6.6.	Çözünmüş oksijenin zamana göre değişimi .....	71
Şekil 6.7.	pH'ın zamana göre değişimi .....	72
Şekil 6.8.	Yerel meteorik su doğrusu ve global meteorik su doğrusu.....	75

## 1. ŞEKİLLER

Çizelge 4.1. Meteoroloji İstasyonu Bilgileri .....	35
Çizelge 4.2. 1975-2011 yılları arası yağış verileri.....	37
Çizelge 4.3. Potansiyel Buharlaşma Değerleri .....	55
Çizelge 4.4. Isparta İstasyonu Thornthwaite-Mather Su Bütçesi .....	57
Çizelge 4.5. Uluborlu İstasyonu Thornthwaite-Mather Su Bütçesi.....	57
Çizelge 4.6. Burdur İstasyonu Thornthwaite-Mather Su Bütçesi .....	58
Çizelge 4.7. Acıpayam İstasyonu Thornthwaite-Mather Su Bütçesi .....	58
Çizelge 4.8. Denizli İstasyonu Thornthwaite-Mather Su Bütçesi .....	59
Çizelge 4.9. Dinar İstasyonu Thornthwaite-Mather Su Bütçesi .....	59
Çizelge 4.10. Yüzeysel Akış ve Süzülme .....	60
Çizelge 6.1. Sıcaklık ölçümleri.....	65
Çizelge 6.2. Elektriksel iletkenlik ölçümleri .....	66
Çizelge 6.3. Toplam çözünmüş katılar (TDS) ölçümleri.....	68
Çizelge 6.4. Salinite ölçümleri .....	69
Çizelge 6.5. Çözünmüş oksijen ölçümleri.....	70
Çizelge 6.6. pH ölçümleri .....	71
Çizelge 7.1. Örnek yerlerinden elde edilen izotop ölçümleri.....	74
Çizelge 7.2. Bazı havzaların yerel meteorik doğru denklemleri .....	75

## SİMGELER VE KISALTMALAR

### Simgeler

EC	Elektriksel İletkenlik ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )
SMOW	Standart Mean of Ocean Water
$\delta$	İzotop derişiminin SMOW'dan sapma miktarı
T	Sıcaklık
pH	Hidrojen iyonu aktivitesi
$^2\text{H}$	Döteryum

### Kısaltmalar

UKAM	Uluslararası Karst Su Kaynakları Uygulama ve Araştırma Merkezi
IAEA	International Atomic Energy Agency
TÇK	Toplam Çözünmüş Katılar
ÇO	Çözünmüş Oksijen



# 1. GİRİŞ

## 1.1. Amaç ve Kapsam

Acıgöl Afyon ve Denizli illeri sınırları içinde yüksek tuzluluğa sahip bir sulak alan oluşturmaktadır. Geniş bir havzaya sahip olan Acıgöl sulak alanı özel bir sucul ekosistem oluşturmanın yanı sıra soda madenciliği açısından da ülke ekonomisinde de önemli bir yere sahiptir. Yağış suları ile doğrudan beslenen ve yüzeysel akışın akarsular kanalıyla ulaştığı gölün aynı zamanda yer altı suyundan da beslendiği bildirilmektedir. Havzanın güney-güneydoğu kesimlerinde bulunan karbonatlı kayaç kütlelerinin oluşturduğu karstik akiferin Acıgöl sulak alanına boşalımı, yeraltı suyunun bir fay hattı boyunca yüzeye çıktığı çok sayıda noktalarda kaynaklar şeklinde ve derin dolaşımli olmak üzere iki şekilde gerçekleşmektedir. Acıgöl sulak alanına yer altı suyun katkısının miktarı ile zaman içindeki değişiminin incelenmesi gerek suya dayalı ekosistem gerekse soda madenciliği açısından büyük bir önem taşımaktadır. Bu tez çalışmasının ana amacı tatlı su kaynağının/karst ekosisteminin gölün güney-güneydoğu kesiminde yer alan yüksek karbonatlı kaya kütlelerini boşaltan karst kaynaklarına bağımlılığı, iklim değişikliğine duyarlılığı; karstik akiferden pompaj faaliyetleri, tarımsal faaliyetler, yerleşim etkileri gibi etkilere karşı yeraltı suyuna bağlı bu ekosistemin duyarlılığı ve sürdürülebilirliğine yönelik incelenmesidir. Aynı zamanda hidrojeolojik haritalama teknikleri ve izotop analizlerinden faydalanarak hidrojeolojik kavramsal modelin oluşturulmasıdır. Bu kapsamda Acıgöl karstik akiferinin hidrojeolojik yapısı tanımlanarak belirlenmiş olan su noktalarında yerinde fiziksel ve kimyasal süreçler ve izotop içeriğinin belirlenmesine yönelik analizler için örneklemeler yapılmış ve amaç doğrultusunda değerlendirilmiştir.

## 1.2. Çalışma Yöntemi

### 1.2.1. Mevcut verilerin derlenmesi ve değerlendirilmesi

Bu aşama iki temel bileşenden oluşmaktadır. Bu bileşenlerden ilkinin çalışma kapsamında yapılacak olan analizlere ve ölçümlere ilişkin bilimsel altyapının oluşturulması amacıyla literatür taraması oluşturmaktadır. Bu kapsamda hidrolojik ve hidrojeolojik inceleme tekniklerinin genel kullanımının yanı sıra göl/sulak alan ve karstik akiferlerde kullanımı ile ilgili literatür taraması da gerçekleştirilmiştir. İkinci bileşen ise Acıgöl ve dolaylarında gerçekleştirilmiş önceki çalışmalar taranarak tez çalışmasının amaç ve hedeflerine uygun olanlar belirlenip bu açıdan

değerlendirilmesidir. Bu kapsamda Acıgöl ve dolayının jeolojisi, morfolojisi, hidrolojisi ve hidrojeolojisi ile ilgili çalışmalar derlenmiş ve değerlendirilmiştir.

### **1.2.2. Arazi Çalışmaları**

Yapılan literatür incelemesi sonucunda bir büro çalışması gerçekleştirilmiş ve ön arazi çalışması planlanmıştır. Bu plan neticesinde jeolojik, hidrojeolojik ve hidrojeolojik amaçlar çerçevesinde planlanmış olan arazi incelemeleri gerçekleştirilmiştir. Arazi incelemelerinin ilk aşamasında Acıgöl sulak alanı ve daha da önemlisi Söğüt Dağı Karstları Hidrolojik-Hidrojeolojik bir sistem olarak yorumlanmıştır. Bu yorumlamalar sonucunda ortaya çıkan kavramsal hipotez daha sonraki aşamalarda gerçekleştirilmiş olan yerinde ölçüm ve örnekleme faaliyetlerine yol gösterici olmuştur.

### **1.2.3. Laboratuvar Çalışmaları**

Arazi çalışmaları sırasında 11 noktadan izotop analizleri gerçekleştirilmek üzere örnek toplanmıştır. Toplanan bu su örneklerinin izotop analizleri Hacettepe Üniversitesi Duraylı İzotop Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir.

### **1.2.4. Değerlendirme ve Raporlama**

Literatür ve laboratuvar çalışmalarından elde edilen bulgu ve sonuçlar tezin amaçlar doğrultusunda istatistiksel yöntemler kullanılarak değerlendirilmiştir. Değerlendirme sonuçları, karst kaynaklarının hidrodinamiği ve bu dinamik ekosistem açısından yorumlanmıştır.

## **1.3. Önceki Çalışmalar**

Tez çalışması kapsamında gerçekleştirilen literatür araştırmasında inceleme alanı ve yakın çevresine ilişkin gerçekleştirilmiş çalışmalar, yeraltı suyuna bağımlı ekosistemler üzerine çalışmalar ve izotop hidrojeolojisi üzerine yayımlanmış çalışmalar dikkate alınmıştır.

Özdemir ve Bahadır [1] Acıgöl'ün 1970 yılından 2008 yılına göl alanınının 160 km<sup>2</sup>'den 50km<sup>2</sup>'ye düştüğünü belirtmişlerdir. Bu durumun başlıca nedenleri arasında yağıştaki azalma, buharlaşma kaybının artışı ve tarımsal su kullanımı sayılmıştır.

Cartwright ve Gilfedder [2] yeraltı suyuna bağlı ekosistemlerin korunması amacıyla Avustralya, Maribyrnong havzasında Deep Creek'e yeraltı suyu girişini Radon -222

izotopu kullanarak sayısallaştırmış ve haritalandırmıştır. Bir noktadan yapılan 27 haftalık sürekli <sup>222</sup>Radon izlemesi sonucunda nehir deşarjı ve bağıl yeraltı suyu girişi arasında ters korelasyon olduğu görülmüştür. Yeraltı suyu girişindeki değişimlerin jeolojiye ve topografyaya bağlı olmuştur. Yüksek yeraltı suyu girişimi taşkın yatağı sınırlarında, ana kayanın oluşturduğu tepelerde ya da dik vadilerde gerçekleşmektedir.

Brown vd. [3], Amerika Birleşik Devletleri Oregon eyaletindeki yeraltı suyuna bağımlı ekosistemlerin dağılımını ve bu ekosistemlere ilişkin tehditlerin bir değerlendirmesini gerçekleştirmiştir. Yüksek yoğunluktaki kuyuların (sulama ve diğer ticari amaçlar ile açılmış olan) bu ekosistemlerin %18'i için bir tehdit oluşturduğu görülmüştür. Çalışma aynı zamanda, yeraltı suyuna bağımlı ekosistem gruplarının %5'nin nitrat kaynaklı, %30'unun endüstriyel kimyasal kaynaklı ve %70'inin ise pestisit kaynaklı yeraltı suyu kontaminasyon riski taşıdığını göstermektedir.

Hayashi ve Rosenberry [4] yeraltı suyunun, yüzey sularının hidrolojisi ve ekolojisi üzerine etkilerini incelemiştir. Yeraltı suyu kaynaklı beslenmeye sahip göllerde, yeraltı suyu su seviyesindeki dalgalanmaları makul seviyelerde tutmaktadır. Yeraltı suyu aynı zamanda kararlı sıcaklıklarda habitatlar sağlamakta ve besin ve inorganik iyon tedarikini sağlamaktadır.

Humphreys [5] Avustalya'daki yeraltı suyuna bağımlı ekosistem olarak kabul edilen akiferleri incelemiştir. Avustralya akiferleri; büyük oranda kabuklular olmak üzere böcekler, solucanlar, akarlar ve balıklar gibi çeşitli metazoan faunaları desteklediği belirtilmiştir.

Jansson vd. [6] Riparian alanlardaki yeraltı suyu boşalımının bitki sayısına olan etkisini incelemiştir. Yeraltı suyu boşalımının gözlemlendiği Riparian alanlarda bitki sayısının boşalımın olmadığı alanlara göre %36-209 arasında daha fazla olduğu görülmüştür. Yüksek miktarda azot varlığı ve daha az kuraklık stresine maruz kalmaları deşarj bölgelerindeki yüksek tür çeşitliğinin ana kaynağı olarak önerilmiştir.

Krogulec [7] yeraltı suyuna bağımlı ekosistemler üzerine hidrojeolojik bir çalışma gerçekleştirmiş ve bu kapsamda Polonya'da Kampinoski Milli Parkındaki Vistula Nehir vadisinde yapılmış olan çalışmalar ile yöntemleri örnek olarak çalışılmış ve yöntemler genel olarak değerlendirilmiştir.

Dwire vd. [8] iklim değişikliğinin ABD, Oregon eyaletindeki Blue Mountains bölgesindeki riparian alanlara, sulak alanlara ve yeraltı suyuna bağımlı ekosistemlere olan muhtemel etkilerini incelemiştir. Küçük kaynaklara ve dar mevsimsel akarsulara komşu olan bitki topluluklarının iklimin ısınmasıyla birlikte değişen hidrolojik koşullardan ilk etkilenecek alanlar olduğu tahmin edilmekte olup boyutlarından bağımsız olarak bu habitatların görece daha yüksek biyolojik çeşitliliğe sahip olması nedeniyle korunmada öncelikli olmaları önerilmiştir.

Mance vd. [9] Hırvatistanda Kvarner Körfezindeki Karstik sistemde ilk kez sistematik bir dizi izotop analizi gerçekleştirmiştir. Yer altı suyundaki izotop kompozisyonunun belirlenmesi için Gaus karışım modeli ve zaman serisi analizlerinden faydalanılmıştır. Bu analizler sonucunda karst sisteminin beslenmesinde kış yağışlarının etkisinde olduğu ve iki büyük kaynağın aynı su kaynağına sahip olduğu görülmüştür.

Cuthbert vd. [10] yarı kurak iklim özelliği taşıyan karstik mağara ortamlarındaki damlama sularındaki izotop içeriğini aylık olarak izlemişlerdir. Mağaraya gerçekleşen boşalmanın düzensiz ve yalnızca yüksek miktardaki uzun süreli yağışlardan sonra gerçekleştiği ve bu sularındaki izotop içeriği ağırlıklandırılmış yıllık ortalama yağışta bulunandan daha fazla olduğu görülmüştür. Araştırma sonucunda kuruk ve yarı kurak bölgelerde yüzey altı buharlaşmasının damlama sularındaki izotop içeriğinde meydana getirdiği değişiklikler görülmüştür.

Lambán vd. [11] kompleks jeolojik alanlardaki yüksek rakımlı karst akiferlerinin izotop ve hidrokimyasal karakterizasyonu üzerine Kuzey İspanyada Ordesa ve Monte Perdido Milli Parkında bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Gerçekleştirilen çalışma çevresel izleyicilerin kompleks karstik akiferlerde kullanımının gerekli olduğunu ortaya koymuştur. Ayrıca bu çalışma sonucunda karın yerde kalma süresinin fazlalığının yeraltı suyundaki döteryum fazlasını kontrol ettiği ve



mevsimsel döteryum içeriğinin beslenme ve boşalma noktaları arasındaki aralığa bağlı olduğu sonucuna varılmıştır.

Delbart vd. [12] karstik sistemler üzerine farklı izleyiciler ve izotoplarla yaptıkları çalışmaları  $^{39}\text{Ar}$ , CFC ve  $\text{SF}_6$  gibi izleyicilerin karstik ortamlara daha iyi uyum sağlarken  $^{14}\text{C}$ ,  $^3\text{H}/^3\text{He}$  gibi izleyicilerin bu ortamlar için daha elverişsiz olduğunu göstermiştir. İzleyicilerin zamansal değişkenliklerinin düşük olmasından dolayı bütün izleyicilerin birleşiminin kullanılması gerçekçi bir model oluşturulmasında önemlidir. Aynı zamanda sistemin yüksek heterojenliğinden dolayı kapsamlı bir anlayış için geniş kapsamlı bir izleme gereklidir.

Barbieri vd. [12] İtalyada Gran Sasso karbonatlı karst akiferinde 21 kaynaktan kimyasal analizler ve izotop analizleri gerçekleştirmiştir. Çalışma kapsamında duraylı izotoplardan  $^2\text{H}$ ,  $^{18}\text{O}$  ve  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  kullanılmıştır. Çalışma sonucunda zamansal ve konumsal izotop izlemesinin yeraltı suyu akım yoluna ve kırıklı çatlaklı karst akiferlerinde hidrodinamiğinin anlaşılmasına olan katkısı ortaya konmuştur.

Özyurt vd. [14] Hırvatistanda Gacka Nehri havzasındaki oldukça gelişmiş yapıdaki karstik akiferinin hidrokimya, duraylı izotop yöntemleri ve trityum temelli ortalama konaklama süresi ile tanımlamasını gerçekleştirmiştir. Yıllar arası trityum sinyalinin neredeyse stabil olmasından dolayı buna yönelik örneklemelerin 2 ile 3 yıl arasında yapılmasının yeterli olabileceği görülmüştür. Modelin güvenilirliğini arttıracığından dolayı temsil edici kaynakların kuru ve yağ dönemlerde olmak üzere yılda en az iki kez ve mümkünse birden fazla izleyici tipiyle izlemesi gerektiği sonucuna varılmıştır.

Yoshimura vd. [15] Tayvan'da Taroko Gorge karst bölgesindeki doğal sular üzerinde jeokimyasal ve izotop çalışmaları gerçekleştirmiştir. Çalışma sonucunda  $^{13}\text{C}$  ve  $^{18}\text{O}$  izotop analizleriyle birlikte kimyasal analizler  $\text{CO}_2$ 'in jeokimyasal döngüsünün ve Taroko Gorge bölgesindeki hidrolojik döngünün anlaşılmasına olanak sağlamıştır.

Long vd. [16]  $^{18}\text{O}$  verilerinden faydalanarak karst akiferlerinde akımın üç bileşenini tanımlayan lineer model üzerine yaptıkları çalışma sonucunda söz konusu metodun karst akiferlerinde çeşitli akım bileşenlerine karşı oluşan tepkinin karakterinin ve bu

akım bileşenlerinin göreceli olarak oranlarının belirlenmesinde faydalı olduğu görülmüştür.

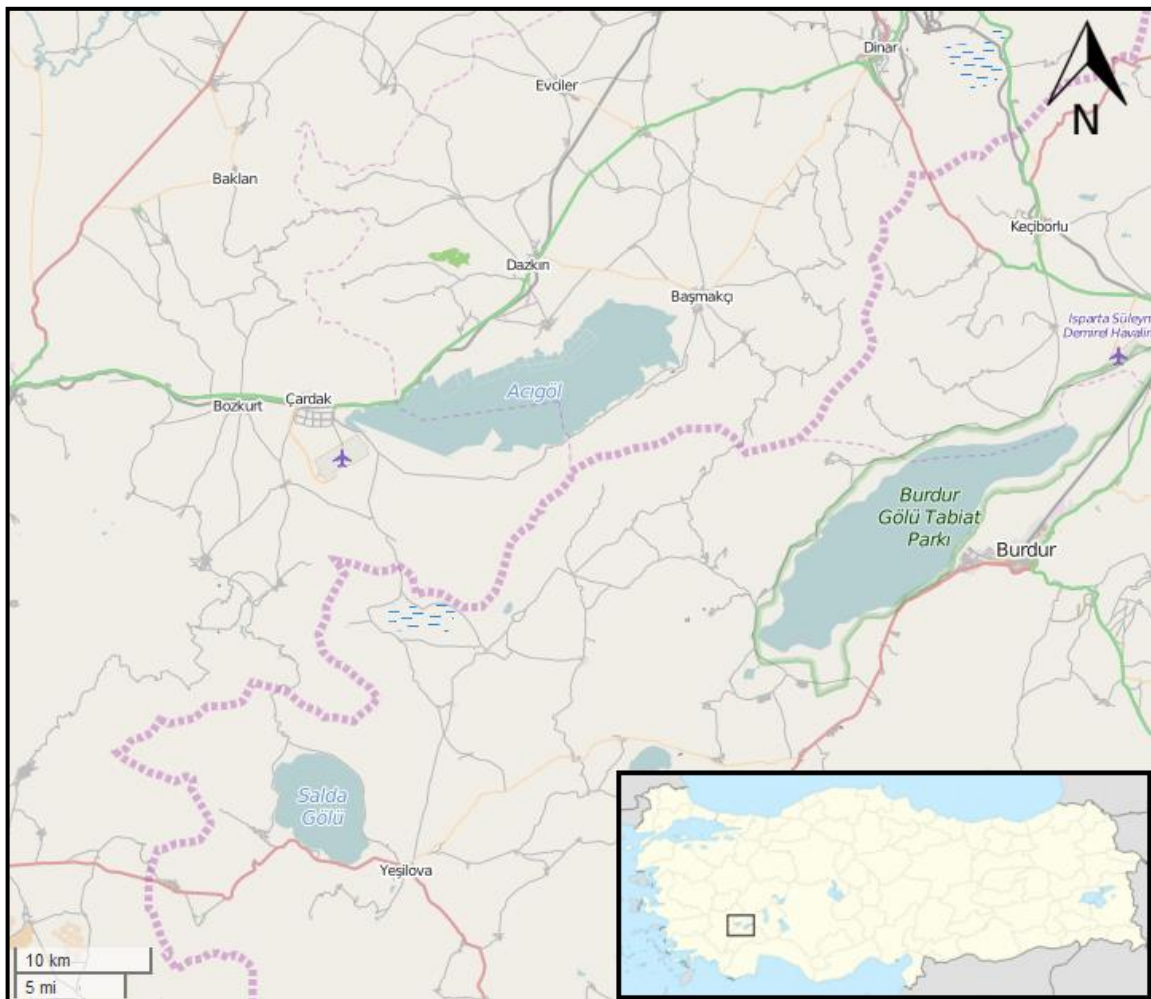
Katz vd. [17] örtülü karstta bulunan yeraltı suyu ve gölsuyu arasındaki hidrokimyasal etkileşimi incelemek için  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ,  $^{13}\text{C}$ , D ve  $^{18}\text{O}$  izotoplarını kullanmıştır. Yeraltı suyundaki  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  oranında belirgin farklılıklar örtülü karst bölgesindeki yeraltı suyu ve göl suyu arasındaki etkileşimi incelemeye elverişli olmuştur.  $^{13}\text{C}$ , D ve  $^{18}\text{O}$  gibi duraylı izotoplarla birlikte kullanıldığı takdirde bu izleyiciler akifer minerallerinin çözülmesi, katyon takas reaksiyonları ve yeraltı suyundaki çözünmüş katıların kaynağı gibi jeokimyasal süreçler hakkında oldukça değerli bilgiler edinilmesini sağlayacaktır.

## 2. ÇALIŞMA ALANININ TANIMI

### 2.1. Coğrafi Konum

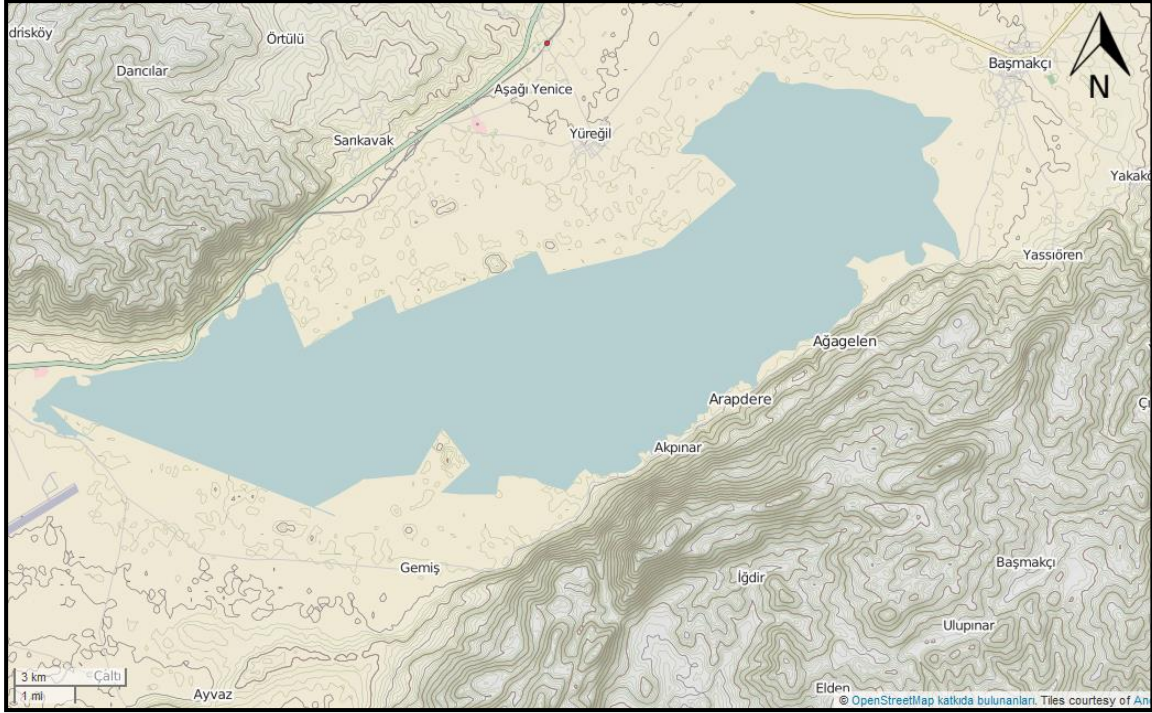
Çalışma alanı Ege bölgesinde, Afyon iline bağlı Dinar ilçe merkezinin yaklaşık 30 km güney batısında bulunmakta ve 1/25000 ölçekli topoğrafik haritalardan M23-a ve M23-b paftaları sınırları içerisinde kalmaktadır.

Çalışma alanının güneyinde Denizli iline bağlı Çardak ilçesi, batısında Afyon iline bağlı Dazkırı ilçesi, doğusunda Burdur Gölü ve kuzeyinde Afyon iline bağlı Başmakçı ve Dinar ilçeleri bulunmaktadır.



Şekil 2.1. Çalışma Alanı Yer Bulduru Haritası

Çalışma alanı şekil 2.1. ve şekil 2.2.'de haritalar üzerinde gösterilmiştir.



Şekil 2.2. Çalışma Alanı Topografik Görünüm

## 2.2. İklim ve Bitki Örtüsü

Erinç [18] Acıgöl'ün yarı kurak iklim bölgelerinin göl ve bataklık karakteristiklerini taşıdığını belirlemiştir. Ancak 1970'li yıllardan günümüze kurak iklime doğru bir geçiş ve buna bağlı olarak çölleşme gözlenmektedir [1].

Çetin vd. [19] bölgedeki bitki örtüsünün step, bozuk orman, kaya vejetasyonları ile tuzcul ve sucul vejetasyonlardan meydana geldiğini ortaya koymuştur.

## 2.3. Jeomorfolojik Yapı

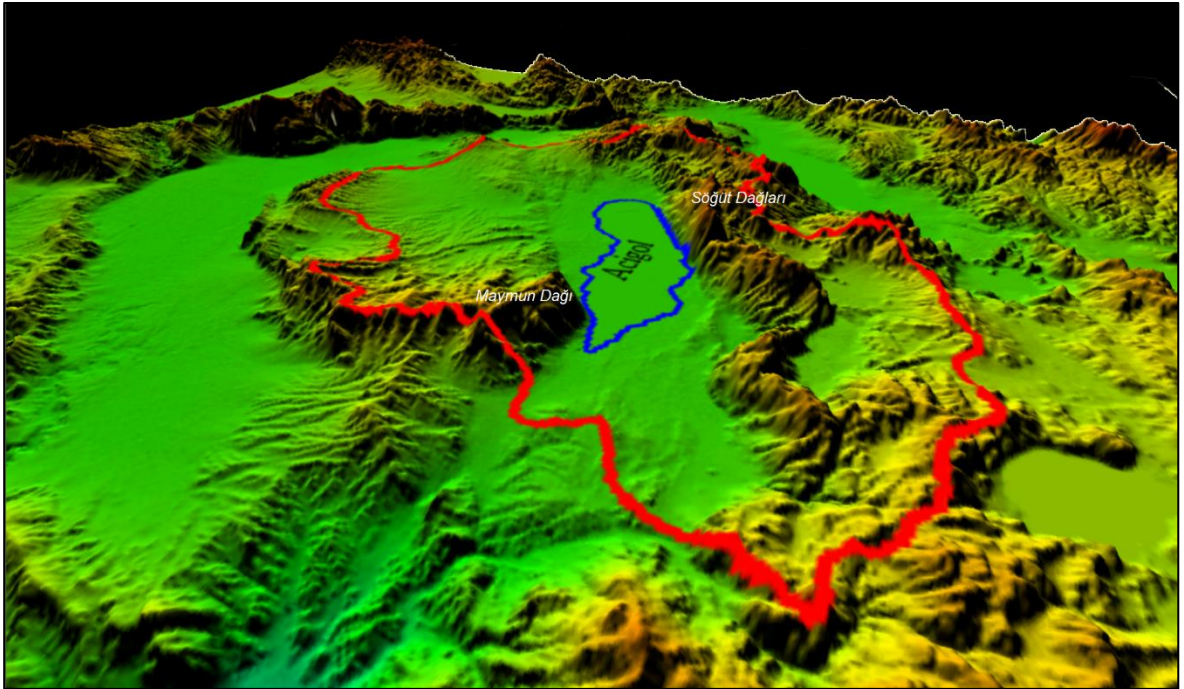
### 2.3.1. Dağlar

Çalışmaya konu olan karstik akiferin yer aldığı Acıgöl Havzası'nda ana kayanın kısa mesafelerde değişkenlik göstermesi ve tektonizma gibi süreçlerin etkin olması sebebiyle jeomorfolojik birimler oldukça çeşitlilik göstermektedir. Havzada yer alan jeomorfolojik birimlerin başında dağlar gelmektedir.

Gölün güneyinde yer alan ve Kuzeydoğu-Güneybatı uzanımına sahip olan Söğüt Dağlarının yüksekliği yer yer 2000 metreye ulaşmakta olup Acıgöl'e bakan yamaçları oldukça diktir ve yamaç eğimlerinin %90'ı bulunduğu kesimler vardır. Gölün

kuzeyinde yer alan Maymundağı'nın yüksekliği ise yer yer 1600 metreyi aşmaktadır. Bu dağlık sahalardan Maymundağı havzayı Işıklı Havzası'ndan, Söğüt Dağları ise güneydeki Burdur Gölü Havzası'ndan ayırmaktadır. Havza alanındaki dağların Global Mapper yazılı ile elde edilmiş üç boyutlu görünümü şekil 2.3.'de verilmiştir.

Literatürde Söğüt Dağlarının doğuya doğru uzanan kesimlerinin Yandağ olarak da tanımlandığı görülmüştür. Söğüt Dağlarının kuzey yamaçları Acıgöl Havzası'nın sınırları dâhilinde kalmaktadır. Söğüt Dağları'nın topografyası fazlasıyla engebelidir. Acıgöl'e bakan yamaçlarda yer alan kalkerlerin kristalen ve sert bir yapı göstermeleri bütünlüklerini korumalarına ve yeryüzü biçimlerinin arızalı olmasına sebebiyet vermiştir. Yandağ'ın kuzeye bakan yamaçlarında özellikle Gemiş'in güneyinde ve Akpınar köyünün batısı ile doğusunda kayşatlara rastlanır. Kayşatların uzunluğu 1-2 km'ye yaklaşmaktadır. Genişlikleri ise 5-15 metre arasında değişmektedir. Söğüt Dağları eteklerinde Kuzey Doğu yönlü dalan ve Acıgöl Fayı olarak adlandırılan bir fay sistemi bulunmaktadır.



Şekil 2.3 Çalışma Alanındaki Dağlar

Söğüt Dağları'nın, Burdur Gölü'ne bakan yamaçlarında karstik oluşumlar gelişmemiştir. Söğüt Dağları'nın güneye bakan Mesozoyik- Tersiyer yaştaki komprehensif seriye ait kalkerlerin saflığının daha fazla olmasına bağlı olarak daha



fazla aşınmış ve karstik şekillerin gelişimine imkân sağlamıştır [18]. Özellikle Çaltı ve Ayvaz birer **polye** karakterinde olup, tektonik aktivitenin kontrolünde gelişmişlerdir [20].

Gölün Kuzey kesiminde yer alan Maymundağı ise konglomeralardan meydana gelmektedir. Maymundağı'nı meydana getirmiş olan konglomeralar Eosen-Oligosen yaşında olup sert yapıdadır. Söğüt Dağlarında da olduğu gibi Maymundağının da Acıgöl'e bakan yamaçlarında eğim %90 seviyelerine ulaşabilmektedir. Maymundağı'nın eteklerinde güneybatı yönünde uzanan ve yüksek bir eğimle dalan fay bulunmaktadır. Bu fay buradaki tabaka doğrultusuna diktir. [18],[21]. Bu duruma göre Acıgöl'ün tektonik yönü farklı iki yapı birimi arasında uzanan ve yeni faylarla sınırlandırılmış olduğu sonucuna ulaşılmaktadır. Kuzeydeki Maymundağı ile güneydeki Söğüt Dağları horst sisteminin, Acıgöl Depresyonu graben sisteminin devamı niteliğinde olmuştur. Bu nedenle depresyon tabanını sınırlayan faylar aktif faylar olup, etkinlikleri günümüzde de devam etmektedir. Dağın özellikle Dazkırı'ya doğru ve Işık Gölü Havzası'na doğru uzandığı kesimlerde göl kalkerleri çok hafif eğimli olup hemen hemen yatay konumda bulunurlar. Bu nedenle karstik sahalarda yatay yapılar üzerinde gelişen karakteristik şekillerden yapı platformları ve kornişler oluşmuştur.

### **2.3.2. Platolar**

Havza alanının kuzeyinde ve doğusunda Dazkırı ilçesinin kuzeydoğusunda yer alan Neojen yaşlı oluşumlar plato karakteristiği göstermektedir. Bu platoların ortalama yükseklikleri 1100-1200 metre arasında değişmektedir. Yer yer mevsimsel yağışlara bağlı olarak meydana gelen akarsuların açtığı vadiler bulunmaktadır. Plato, Acıgöl Havzası'nın doğu ve kuzeydoğu sınırını meydana getirir. Göl tabanına doğru güneybatı istikametinde eğimin azaldığı yerlerde Başmakçı civarında eski göl çökelleri gözlemlenmektedir. Su kaynaklarının yetersiz olmasından dolayı bu bölgede kuru tarım arazileri bulunmakta olup doğal bitki örtüsü büyük oranda ortadan kalmıştır. Otsu türler hâkimiyet sürmektedir.

Havza sınırlarına yakın alanlarda ortalama yüksekliği fazla olan platolar yer almaktadır. Bu civarlarda 1200-1300 metre yükseltilere sahip platolara rastlanır. Dazkırı platosu, ortalama yüksekliği fazla olan platolardandır. Dazkırı platosundan batıya doğru gidildiğinde, ortalama yüksekliği 1200 metrenin üzerine çıkan daha

engebeli platolar gözlemlenir. Maymundağı'nın kuzeyine ve kuzeydoğusuna doğru ilerlendikçe bu karakterde alanlara rastlanmaktadır. Havzanın kuzey-kuzeybatı sınırları genel olarak yüksek platolar tarafından sınırlanmıştır.

Havza alanı içerisinde yüksek platolardan depresyon alanına doğru ilerlendiğinde daha alçak plato oluşumları gözlemlenir. Ortalama yükseklikleri en fazla 1000 metre dolaylarında olan bu platoların ortalama yükseklikleri genellikle 900-950 metre dolaylarındadır. Akkeçili, Arıköy, Küllüce ve Çevlik alçal plato alanlarındandır. Alçak platolar arasında Çevlik Platosu en yüksek olanlardan biri olup ortalama yüksekliği 1000 metre dolaylarında değişmektedir.

### **2.3.3. Ovalar**

Havza alanında özellikle su seviyesinin düşük olduğu kuzeydoğu kesimlerinde Dazkırı ve Başmakçı çevrelerinde 900 metrenin altında yüksekliklerde düzlükler bulunmaktadır. Aynı zamanda havzanın batı ve güneybatı kesimlerinde de yüksekliği 850 metre dolaylarında olan geniş düzlük alanlar gözlemlenmektedir. Bu düzlükler havza sınırlarındaki önemli ovaları meydana getirmektedir.

Havzanın batı kesiminde Beylerli, İnceler, Cumalı, Bozkurt, Sazköy, Çaltı ve Çardak'ı içerisinde alan ve yaklaşık 230 km<sup>2</sup>'lik bir alan kaplayan geniş bir düzlük bulunmaktadır. Havzanın batı sınırındaki tek ve büyük bu düzlük alana Hambatkırı Ovası denilmektedir [18].

Havzadaki diğer önemli ovalar ise doğu kesiminde yer almaktadır. Sarıkavak, Yüreğil, Dazkırı, Akkeçili, Küllüce, Başmakçı ve Yassıören'i de içine alan kesim Dazkırı Ovasıdır. Yaklaşık yüksekliği 840-900 metre dolaylarında olan bu ova yaklaşık olarak 400km<sup>2</sup>'lik bir düzlük meydana getirmektedir. Ovanın Havzanın merkezi olan Acıgöl'e doğru hafif bir eğimi vardır. Kuzeydoğuya doğru gidildiğinde ortalama yüksekliği Dazkırı Ovasından biraz daha yüksek olan başka bir düzlük daha gözlemlenmektedir. Bozan, Akyarva ve Evciler civarında bulunan bu düzlük ortalama olarak 870 ile 900 metre arasında bir yüksekliğe sahiptir. Alüvyal bir düzlüktür.

Maymundağı'nın kuzey kesimlerine doğru ilerlendiğinde Kızılören-Hasandede mevkiinde ortalama yüksekliği 1000 metreyi bulan bir diğer ova bulunmaktadır.

Acıgöl'ün Güneybatı ucunda yer alan Ayvaz, Çaltı ve Gemiş civarı da ortalama yüksekliği 850 metre civarında olan bir diğer ovadır. Toplam alanı yaklaşık 4-5 km<sup>2</sup> olan bu alan polye olarak da değerlendirilebilir.

#### **2.3.4. Vadiler**

Acıgöl Havzası akarsular bakımından fakir olup sürekli akışı olan bir akarsu bulunmamaktadır. Bunun yerine mevsimler yağışlar neticesinde meydana gelen çok sayıda küçük dere gözlemlenmektedir. Havza sınırlarından Acıgöl'e yönelmiş olan çok sayıda kuru vadi yer almaktadır. Dazkırı civarında Maymundağı'ndan Acıgöl'e yönelmiş küçük bir kuru vadi uydu görüntülerinden gözlemlenebilmektedir.

Maymundağı'nın kuzey kesimlerinde yer alan, Hisaralan, Hasandede, Çiftlik, İdris ve Darıcılar civarından da Acıgöl'e yönelmiş pek çok kuru dereyatağı yine uydu görüntülerinden tespit edilebilmektedir.

Havzanın kuzey sınırından yine Acıgöl'e yönelmiş olan daha büyük ölçekli bir akarsu yatağı da gözlemlenebilmektedir.

Acıgöl Havzası kapalı bir havza olup dışarıya bir akış bulunmamaktadır. Havzada, akarsu drenaj ağı tektonik etkilere bağlı olarak şekillenmiş olup dandritik ve yarı paralel drenaj ağı şeklindedir. Akarsuların vadileri genelde "v" profillidir ve vadilerini derince yarmışlardır. Vadilerin yukarı çığırları çok derin değildir. Derine yarıma olayı Neojen formasyonlar üzerinde oldukça fazladır. Söz konusu vadiler depresyon tabanında genişleyip menderesler çizerek göle ulaşırlar [20].

#### **2.3.5. Birikinti Konileri**

Sürekli akarsular olmamasına karşın Acıgöl Havzasında mevsimlik yağışlardan beslenen çok sayıda mevsimsel akarsu bulunmaktadır. Özellikle Maymundağ ve Söğüt Dağlarında yer alan bu mevsimsel akarsular tipik birikinti konileri meydana getirmektedir. Acıgöl'e bakan yamaçları oldukça yüksek eğimlere sahip olan Maymundağ ve Söğüt Dağlarından kaynağını alan akarsular eğimin ciddi biçimde azaldığı havza tabanına ulaştığında yüklerini dağ eteklerinde biriktirerek birikinti konileri meydana getirmektedirler. Havzadaki birikinti konileri Pleistosen yaşlı çökeller ve göl seviyesinin düşmesi sonucu Holosen'de gelişenler olarak ikiye ayrılabilir.



Havzanın güneybatı kesiminde Pleistosen'de gelişmiş olan birikinti konilerini gözlemek mümkündür. Çardak ilçesi bu birikinti konileri üzerine yerleşmiştir. Havzanın batı kesimlerine gidildiğindeyse Bozkurt civarında Dinar-Denizli karayolu yakınlarında yine pleistosen birikinti konileri yer almaktadır. Bozkurt, Yenibağlar ve Başçeşme yerleşkeleri de bu birikinti konileri üzerinde yer almaktadır.

Havzada gözlemlenebilen bir diğer pleistosen yaşlı çökeller ise Irgılı, Evciler, Bozan doğrultusunda ilerleyen eski bir akarsu yatağının çökelleridir.

Acıgöl'ün batı kesimlerinde ve kuzey-kuzeydoğu yer alan birikinti konileri ortalama 850-900 metre yükseklikte yer almaktadır. Acıgöl'ün seviyesinin daha yüksek olduğu dönemlerde gelişmiş olan bu birikinti konileri, göl seviyesinin düşmesiyle birlikte gelişmeye devam etmiş ve yayılımları artmıştır.

Pleistosen yaşlı birikinti konilerinin yanı sıra havza alanında hala mevsimsel akarsuların etkisiyle gelişmekte olan koniler bulunmaktadır. Özellikle Söğüt Dağları etekleri boyunca mevsimsel derelerin yüklerini bırakmaları sonucu meydana gelmiş çok sayıda küçük alüvyal fan gözlemlenmektedir. Aynı şekilde Maymundağı eteklerinde de çok sayıda güncel birikinti konisi yer almaktadır.

Mevsimsel akarsuların göl çökellerine yaklaştığı kesimlerde göl çökelleri ve akarsuların taşıdığı alüvyonlar arasındaki farkın belirgin olmasından dolayı oldukça iyi gelişmiş birikinti konileri gözlemek mümkün olmaktadır.

### **2.3.6. Karstik Oluşumlar**

Havza alanında karstik oluşumlar kalkerli kayaların yoğunlukta olduğu kesimlerde gelişmiştir. Bu nedenle özellikle Söğüt Dağı ve civarı bu tarz oluşumların sık gözlemlendiği alanlardan olmuştur. Tektonik aktivitenin varlığının da etkisiyle özellikle fay hatlarıyla çakışan doğrultularda karstik oluşumlar gözlemlenmektedir. Bu nedenle Söğüt Dağlarının Acıgöl'e bakan yamaçlarında ve eteklerinde Acıgöl Fayı ile uyumlu olarak Güneybatı-Kuzeybatı yönlü çok sayıda karstik oluşum bulunmaktadır.

Havza alanındaki önemli karstik oluşumlardan başlıcaları polyelerdi. Ayvaz, Çaltı ve Gemiş civarında yaklaşık 4km<sup>2</sup> alana sahip polye oluşumu gözlemlenmektedir.

Söğüt Dağlarının yüksek kesimlerinde ise çok sayıda dolin ve uvala gözlemlenmiştir. Söğüt Dağlarında yer alan yerleşkelerden Çığrı ve Ovacık civarlarında ise dolin ve uvala oluşumlarının yanı sıra polye gelişiminin de olduğu gözlemlenmiştir. Söğüt Dağlarının kuzey yamaçlarında yer alan çok sayıda dolin ve polye tektonik hareketlerle uyumlu olarak güneybatı-kuzeydoğu yönlü olarak gelişmiştir.

Bahsi geçen karstik yapıların mevsimsel yağışlar neticesinde oluşan akarsular tarafından kapılması sonucu Söğüt Dağları eteklerinde çok sayıda da birikinti konisi meydana gelmektedir.

Çığrı ve Ovacık köyleri civarında bulunan karstik çöküntüler yöre için ekonomik değer taşımaktadır. Bu karstik oluşumların çapları birkaç on metreyi bulmaktadır. Söz konusu karstik çöküntüler [22] tarafından çökme dolinleri olarak tanımlanmıştır. Karstik faaliyetler sonucu meydana gelen verimli alanların küçük çaplı tarım arazileri olarak kullanıldığı görülmektedir. Çığrı ve Ovacık Köyleri civarlarında bu arazilerde sebze ve meyve tarımı yapılmakta olup su ihtiyacı ise genel olarak karstik kaynaklardan sağlanmaktadır. Çalışma alanındaki dolinlerin kuş bakışı görünümü şekil 2.4.'de verilmiştir.

Söğüt Dağlarının Acıgöl'e bakan yamaçlarının eteklerinde çok sayıda karstik kaynak çıkışları gözlemlenebilmektedir. Bu karstik kaynaklar civar yerleşkelerde özellikle tarımsal su temin kaynaklarının büyük kısmını meydana getirmektedir.

Şekil 2.4. Söğüt Dağı Karstik Çöküntüleri



#### 2.4. Sosyo-Ekonomik Yapı

Denizli ve Afyon il sınırları arasında kalan çalışma alanına en yakın yerleşim merkezleri Denizli'nin Çardak ilçesi ve Afyona bağlı Dazkırı ve Başmakçı ilçeleridir. TÜİK 2013 [23],[24] verilerine göre ilçe merkezleri ile bağlı belde ve köy nüfusları Çardak için 9.386; Dazkırı için 11.193 ve Başmakçı için 10.541 şeklindedir.

1988 yılınca ilçe olan Başmakçı halı dokumacılığı, gül yetiştiriciliği ve tavuk çiftlikleri ile ünlü olan Başmakçı Türkiye'nin en önemli yumurta üretim merkezlerinden biridir [25].

Dazkırı ilçesinde bulunan sülfat fabrikasında pek çok alanda kullanılan sodyum sülfat üretimi yapılmakta ve üretilen sülfatın büyük kısmı yurtdışına ihraç edilmektedir [26].

Acıgöl civarında yer alan pek çok yerleşim alanı özellikle karstik kaynak çıkışları civarına ve verimli karstik ovalar çevresine konuşlandırılmıştır. Söğüt Dağları üzerindeki düzlüklerde yer alan Ulupınar, Başmakçı, Çığırı ve Ovacık

yerleşimlerinde dolin ve uvalalar üzerinde meyve-sebze tarımı gerçekleştirilmektedir. Tarımsal su ihtiyacı genel olarak karstik su kaynaklarından sağlanmaktadır.

## **2.5. Kaynakların Sucul Ekosistem Açısından Önemi**

Acıgöl ve çevresi önemli bir sucul ekosistem oluşturur. Acıgöl'ün güneybatısında yer alan karstik su çıkışları, gölün güney sınırında dar bir alanda özel bir ekosistem yaratmakta ve nesli küresel ölçekte tehlikede olan endemik iç su balıklarından *Aphanius anatolie* ve dünyada dar bir yaşam alanına sahip *Cobitis phrygica* için önemli bir alan oluşturmaktadır [27].

Acıgöl aynı zamanda sığ ve tuzlu karakteristiklerinden ötürü flamingoların göç yolu üzerinde yer alır ve flamingolar için bir yaşama ve beslenme alanı oluşturur [28].

Özellikle endemik türlere ev sahipliği yapan ve Acıgöl ile karstik kaynak çıkışları arasında alan sucul ekosistemin temel su kaynağını çalışmaya konu olan akiferi boşaltan karstik kaynaklar oluşturmaktadır. Söz konusu kaynak çıkışları sistemin temel beslenmesini meydana getirmesi dolayısıyla ekosistem üzerinde doğrudan etkiye sahiptir. Bu nedenle akiferde meydana gelebilecek olan her türlü fiziksel, kimyasal ve su hacmindeki değişikliğin ekosistem üzerinde etkisi gözlemlenebilecektir. Özellikle akiferin yüzlek verdiği alanlar üzerinde yerleşim birimlerinin bulunması ve tarımsal faaliyetlerin yürütülmesi hem evsel atıklar kaynaklı hem de tarımsal kaynaklı kirlilik riski yaratmaktadır. Aynı zamanda havzadaki soda işletmeleri ve sondaj kuyuları da ekosistem üzerindeki olası baskılardan bazılarıdır. Beşerî risklerin yanı sıra iklim değişikliği de su kaynakları üzerinde etki sahibi olması dolayısıyla ekosistemi tehdit eden unsurlar arasında yer almaktadır.

### 3. İNCELEME ALANI JEOLJİSİ

Çalışma kapsamında öncelikli olarak genel bölgesel jeoloji; bölgesel litostratigrafi, bölgesel tektonik ve paleocoğrafik evrim bakımından incelenmiş olup daha sonraki aşamada Acıgöl havzası ve havzanın güneyinde yer alan karbonatlı birimler özelinde inceleme alanının jeolojisine değinilmiştir.

#### 3.1. Bölgesel Jeoloji

Doğu Akdeniz bölgesi Neo-Tetis Okyanusunun kapanmasından ve Afrika ile Avrasya levhalarının Kretase'den beri yakınlaşmasından dolayı aktif bir bölge olmuştur. [29] Türkiye'nin güncel şeklini biçimlendiren başlıca neotektonik yapılar sağ atımlı Kuzey Anadolu Fay Sistemi (KAF), sola atımlı Doğu Anadolu ve Ölü Deniz Fay Sistemi (DAF ve ÖDF) ve Ege-Kıbrıs aktif dalma-batma zonudur. Güneybatı Anadoludaki genişleme bölgesi ise kuzeyde KAF ve İnönü-Eskişehir fay zonu doğuda Tuz Gölü fayı ve orta Anadolu fay sistemi güneyde ise kıyı çizgisi ve doğu Akdeniz ile sınırlanmıştır [30].

Güneybatı Anadolu ele alındığında beş temel tektonostratigrafik birim bulunur. Bu birimler tektonostratigrafik olarak yaşlıdan gence doğru Menderes Metamorfik Kompleksi ve Beydağları Otoktonu, Likya Napları, Likya Melanjı, Likya Ofiyoliti ve bunların üzere uyumsuz olarak çökelen denizel paleojen kireçtaşlarıdır. [31] Menderes Masifi ve Likya Torosları Neotetis Okyanusunun İzmir-Ankara suture zonu boyunca kapanması neticesinde dalma, bindirme ve çarpışma süreçleri ile gerçekleşmiş olan orojenez sonucunda yüzeylemişlerdir [32].

Güneybatı Anadolu ve civarının tektonik gelişimi 3 safhaya ayrılabilir [33]. Bunlar başlıca Eski, Geçiş ve Yeni Tektonik Dönem olarak tanımlanabilir. Eski Tektonik Dönem ya da Paleotektonik Geç Kretase ve Geç Oligosen arasındaki dönemi içine alır. Yeni Tektonik Dönem (Neotektonik) ise Orta Miyosende gerçekleşen Arap Levhası ile Anadolu Levhasının çarpışması ile başlar. Paleotektonik dönem ile Neotektonik dönem arasında kısa süreli bir geçiş dönemi bulunmaktadır [33].

Geç Kretase sırasında Anatolid ve Toridler birlikte yeni Tetis okyanusunun güney ve kuzey kollarını birbirinden ayıran karbonat platformu oluştururken, Pontidler de kuzeye dalımlı bir yitim kuşağı üzerinde, güneye bakan, Pasifik türü diri bir kıt kenarı

oluşturmaktaydı [34]. Bu yitim kuşağı, yaklaşık Orta Miyosen sonunda Anatolid-Tolid platformunun, Pontid ada yayı ile çarpışarak, Kuzey Tetis kolunun kapanmasını sağlamıştır. Afika-Arap levhalarının kuzeyinde, yaklaşık doğu-batı doğrultusunda uzanan Güney Tetis kolu en doğuda Bitlis-Zagros kenet kuşağı boyunca yaklaşık Orta Miyosen sonundaki kıta-kıta çarpışmasıyla kapanmış olup, günümüz Doğu Akdenizi bu okyanusun kalıntısıdır ve kapanma batıda bugün bile tamamlanamamıştır [33].

Paleocoğrafik yorumlar, Anadolu'nun Süper Kıta Pangea'nın kuzey kesimi olan Lavrasya kıtası ve güney kısmı olan Gondwana kıtalarının arasında olduğunu öne sürmektedir. Lavrasya ve Gondwana yaklaşık 68-70 milyon yıl önce Geç Kretase döneminde birbirlerine yaklaşmış olup Tetis Okyanusunu daraltmaya başlamışlardır. Bu daraltma Kuzey-Güney yönlü olarak gerçekleşmiştir [34].

Geç Kretase'de Pontidler güneye bakan Pasifik tipi bir kıta kenarı özelliği taşıırken, Anatolid ve Toridler ise Neotetis'in kuzey ve güney kollarını birbirinden ayıran bir karbonat platformu özelliğindedir [34]. Tetis'in daralması sırasında oluşan bu yitim kuşağı, Orta Eosen sonunda Anatolid ve Toridlerin Pontid ada yayı ile çarpışarak kuzey Tetis kolunun kapanmasını sağlamıştır ve bu hareket Orta Oligosen'e kadar devam etmiştir [34] [35].

Genel olarak kabul görmüş olan görüş Ofiyolitlerin ve Ofiyolitik Melanjın Tetis Okyanusunun kuzey kolunun kapanmasıyla birlikte genel olarak kuzeyden güneye doğru itildiği yönündedir [36] [37].

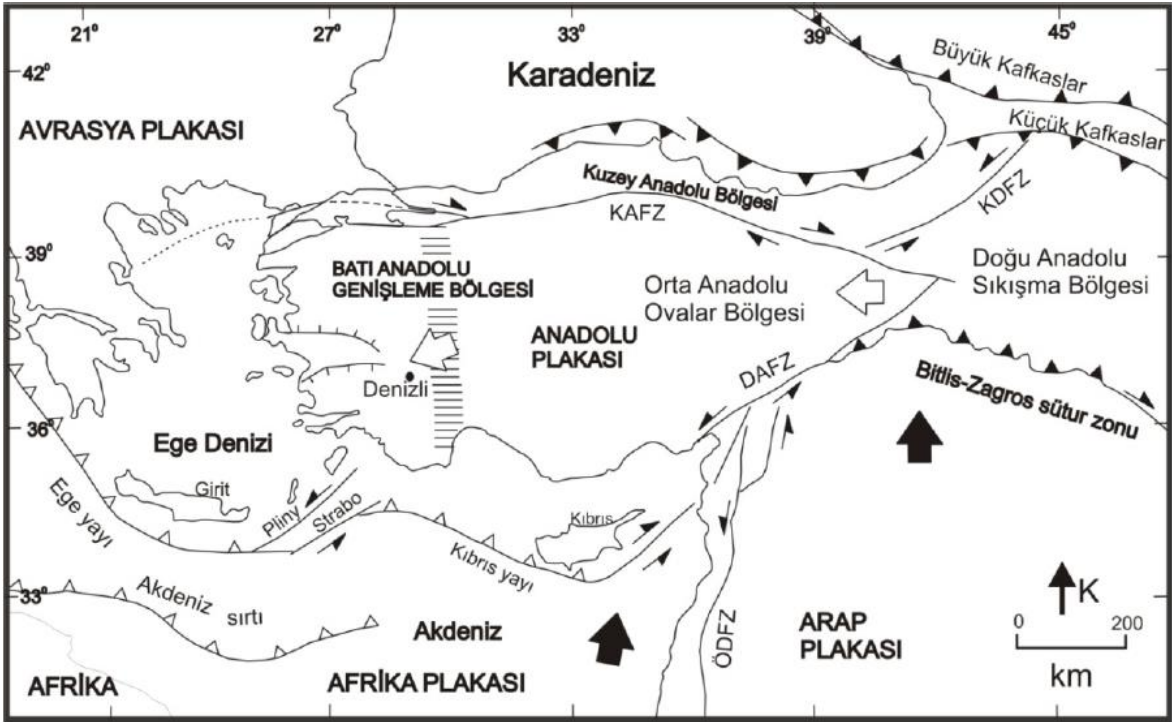
Sıkışmanın ve meydana gelen sıkışmaya bağlı olarak çok sayıda nap oluşumunun gerçekleştiği Eski Tektonik Dönem (ya da Paleotektonik Dönem) ile Yeni Tektonik Dönem arasında kısa süreli bir geçiş dönemi gerçekleşmiştir [33].

Geniş Dönemine ilişkin en önemli kanıtlar post orojenik molaslardır. Post orojenik molaslar sığ denizel-karasal ortamda oluşmuş olup ortalama kalınlıkları 1000-3000 metre arasında değişmektedir. Yer yer kömür seviyeleri barındıran molaslar oldukça değişken yaşlar (Maastrichtiyen-Paleosen, Lütesiyen, Oligosen ve Tortoniyen) sergilemektedir. Ayrıca Paleotektonik Dönemde genel olarak hakim tektonik rejim

sıkışma tektoniği iken Geçiş Döneminde hem sıkışma tektoniği hem de çekme tektoniğinin hakim tektonik rejimlerden olduğu tahmin edilmektedir [33].

Neotektonik dönem, Anadolu levhası ile Arabistan levhasının çarpışmasının ardından gerçekleşen kabuk kalınlaşması ve Anadolu levhasının oluşan Kuzey ve Doğu Anadolu transform fayları boyunca, Karlıova ekleminden batıya hareketini başlatır [34],[38],[39].

Anadolu levhası ile Arabistan levhasının Orta Eosen'de Bitlis kenet kuşağı boyunca



Şekil 3.1. Çalışma alanını da kapsayan Batı Anadolu ve Türkiye'nin 3 ana Neotektonik Bölgesini gösterir harita (KAFZ:Kuzey Anadolu fay Zonu, DAFZ:Doğu Anadolu Fay Zonu, ÖFZ: Ölüdeniz fay Zonu,) [40]

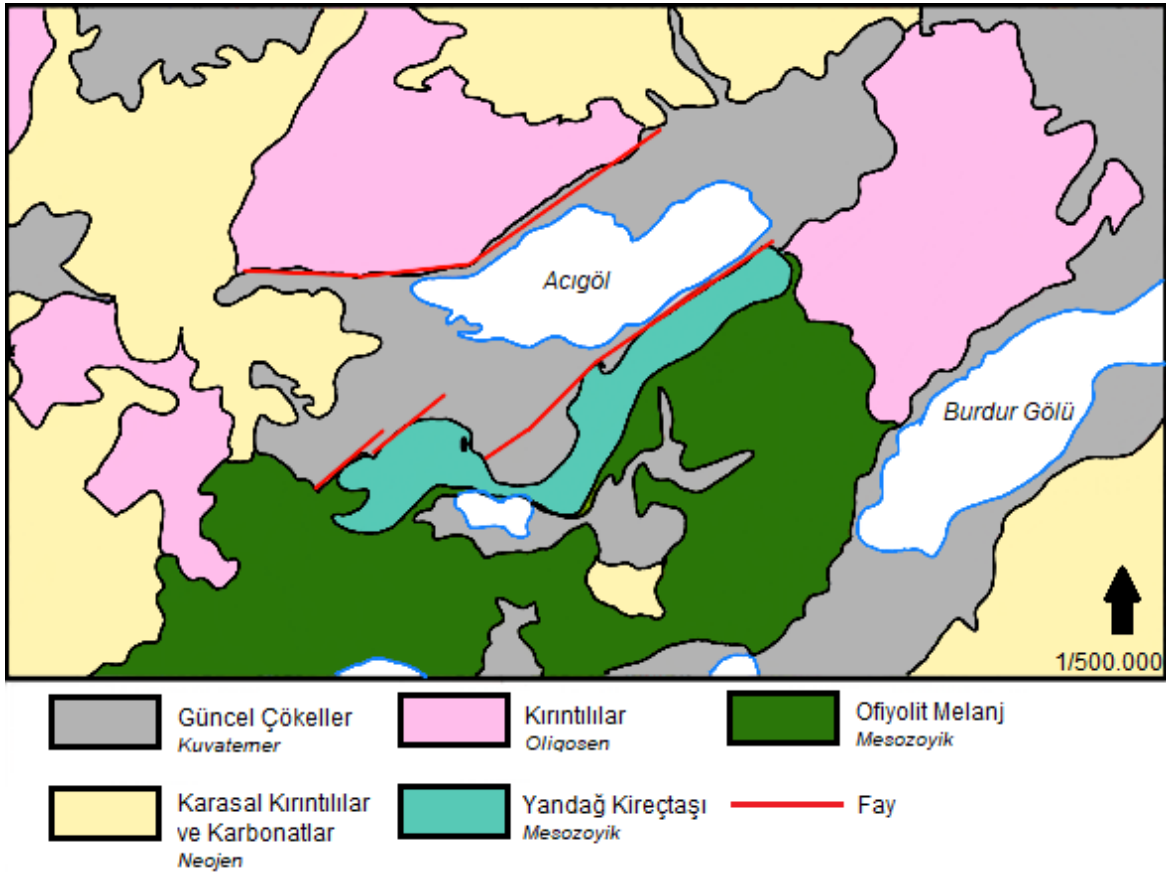
çarpışmasının ardından kıta kabuğu (doğu Anadolu'da ada yayları, filiş ve melanj kamalarından oluşan yığılım karmaşığı) bu yaklaşmayı kısılıp kalınlaşarak (kıvrım, bindirme tektoniği) cevap vermiş ve artan kabuk kalınlığı ve buna paralel yükselen litostatik basınç yamulmayı zorlaştırmıştır [34]. Orta ve Batı Anadolu'yu kaplayan Anadolu levhası, oluşan Kuzey ve Doğu Anadolu transform fayları boyunca, bu fayların birleştiği Karlıova ekleminden itibaren batıya doğru itilmiştir. Saros körfezinin batısında Kuzey Anadolu fayının (KAF) GB-KD doğrultulu Yunan makaslama zonuna dönüşmesi, Anadolu levhasının batıya doğru hareketine engel olmuş bütün Ege ve Doğu Anadolu'da D-B yönlü bir sıkışma ve bunun da K-G yönlü

bir gerilme rejimi ile karşılanması Ege Graben sistemlerini oluşturmuştur [34][37][38][45]. Bu sonuç Ege graben sistemlerinin gelişiminin açıklanmasında tektonik kaçma modeliyle öngörülür [41] [42].

### 3.2. Litostratigrafi

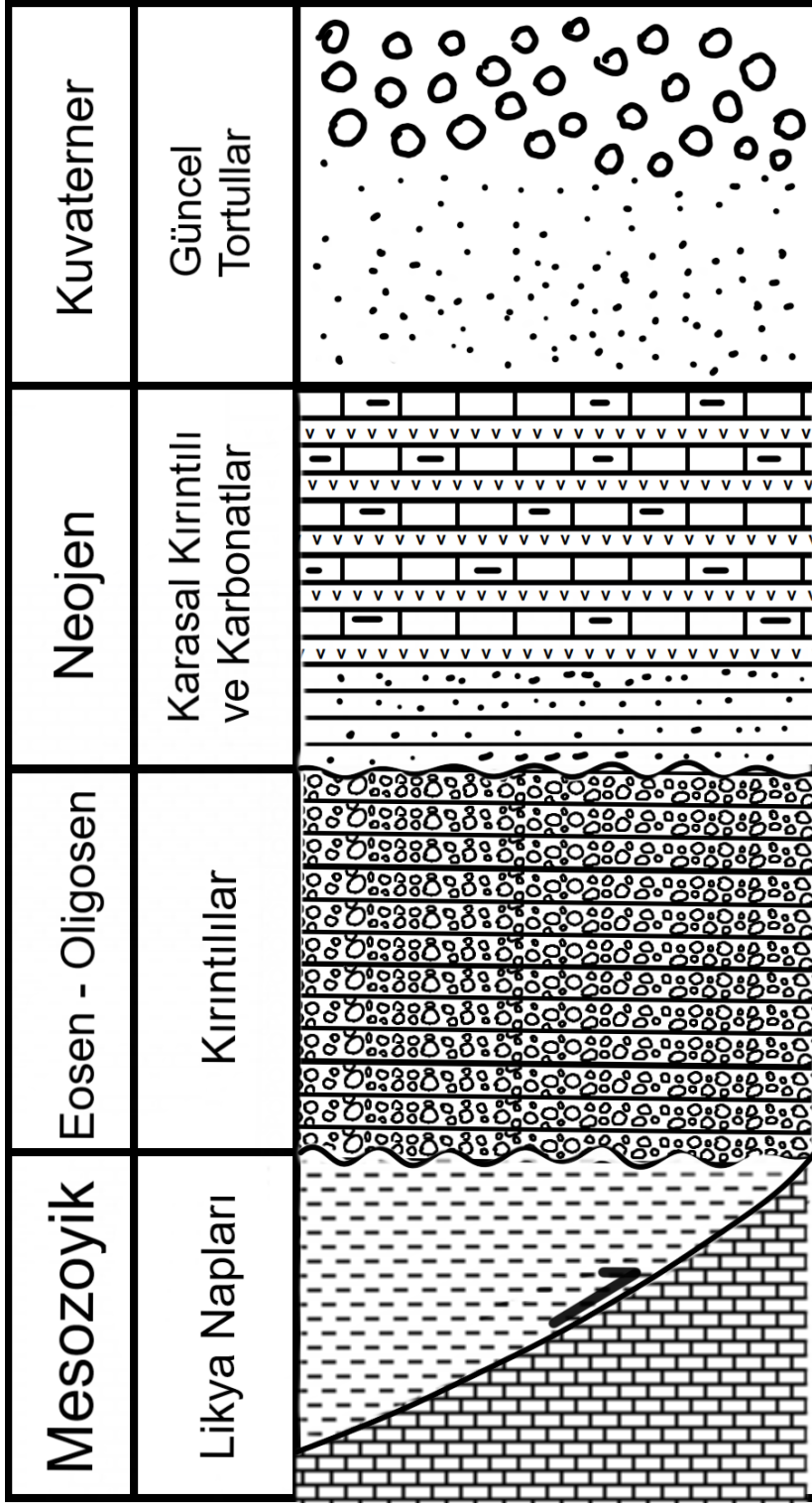
Çalışma alanı makro ölçekte bakıldığında büyük oranda Likya Napları üzerinde yer alırken Kuzeybatı kesimlerinde Menderes Masifi üzerinde yer almaktadır.

Çalışmaya konu olan birimler Acıgöl Havzasının güney sınırında yer almaktadır. Havzasının güney sınırı bünyesinde allokton ve otokton birimler barındırmaktadır. Jura-Kretase yaşlı Kireçtaşı birimleri otokton birimlerdir ve çalışmanın konusu oluşturur. Likya Napları ile birlikte bölgeye yerleşmiş olan üst kretase yaşlı ofiyolitik melanj güney sınırındaki allokton birimi meydana getirir [43]. Çalışma alanı ve dolaylarının jeoloji haritası şekil 3.2.'de kolon kesit şekil 3.3'de verilmiştir.

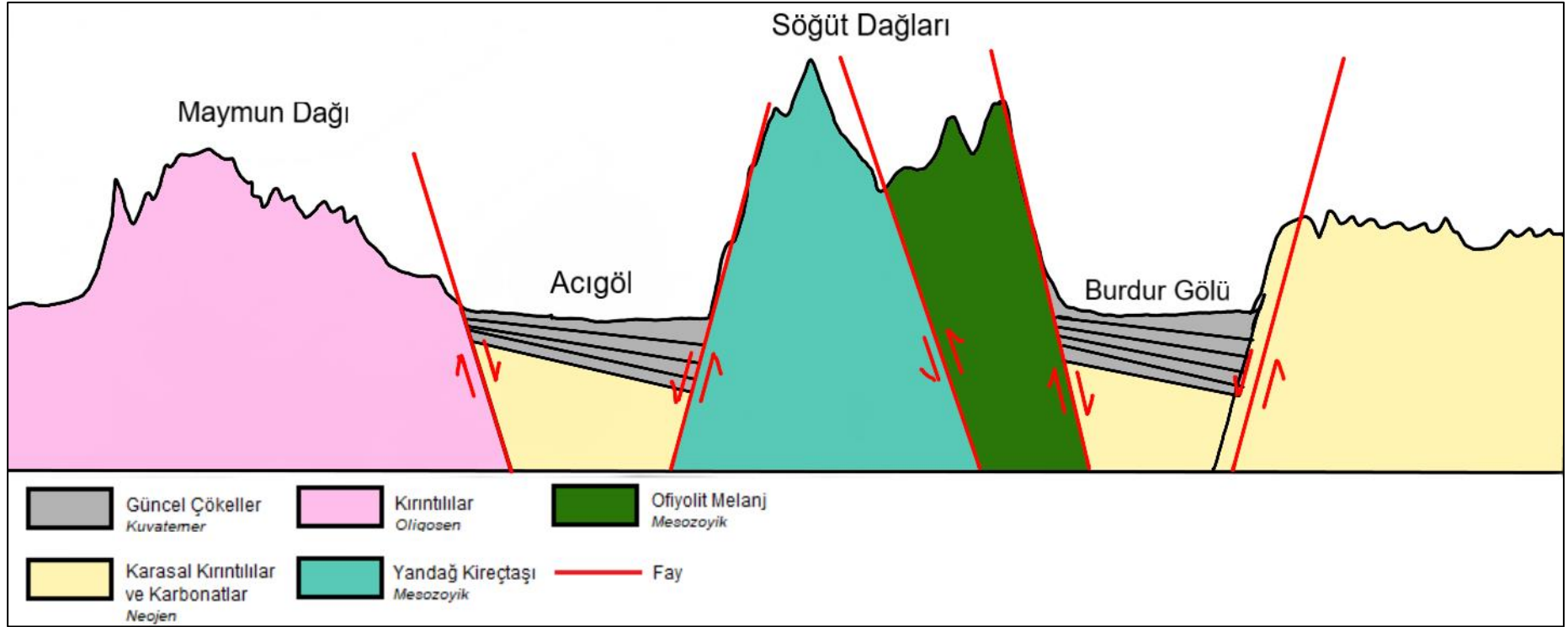


Şekil 3.2. Çalışma alanı ve dolaylarının jeoloji haritası (MTA 1/1500.000 ölçekli jeoloji haritasından değiştirilerek alınmıştır) [44],[45],[46]





Şekil 3.3. Çalışma alanı ve dolaylarının kolon kesiti (MTA 1/500.000 ölçekli jeoloji haritalarından yorumlanarak alınmıştır) [44],[45],[46]



Şekil 3.4. Çalışma alanı ve dolaylarının en kesiti

### **3.2.1. Menderes Masifi**

Batı Anadolu'da yer alan ve polimetamorfik bir kompleks olan Menderes Masifi, Acıgöl Havzasının havza alanının yalnızca kuzeybatı sınırlarında, sınırlı bir alanda yüzeylenmektedir. Prekambriyen ve Eosen yaşlı deformatiyonel izler taşımaktadır. Menderes Masifi güneyde Likya Napları tarafından üzerlenmiştir. Büyük oranda Peridotit levhaları tarafından kapatılmış allohton mesozoyik sedimentler kayaçlardan meydana gelmektedir [47][48][49]. Menderes Masifi Güneybatı Anadolu'da geniş bir alanda yüzlek vermektedir ve çekirdek kompleks özelliği gösteren Menderes Masifi, Pan-Afrikan yaşlı bir temelin üzerine örtmüştür olan metamorfik bir şist örtüsünden meydana gelmektedir [36]

Menderes Masifi Kuzeybatıda, büyük mezozoyik kireç taşı blokları içeren geç Kretase-Paleosen Bornova Filiş Zonu ile tektonik dokanak içerisinde [50]. Menderes Masifinin batısı, Eosen eklojit ve mavişist fasiyesi metamorfik kayaçları içeren Kiklad Metamorfik Kompleksidir [47].

Masifin en altında Prekambriyen-Kambriyen yaşlı gözlü gnays, granitik gnays ve migmatitik bir çekirdek ve bunları açılı uyumsuzlukla, granatlı mikaşist, turmalinli gnays, mermer, kuvarsit, epidot-kloritoyid şist ve kalk şist aralanmasından oluşan Paleozoyik-Erken Tersiyer yaşlı örtü serileri üzerler.

### **3.2.2. Likya Napları**

Likya Napları havza alanının güneyinde mesozoyik yaşlı ofiyolit ve mermerden oluşan birimler ile karakterize olur. Likya Napları Erken Langiyen'den Tortoniyen dönemine kadar Kuzey-Kuzeybatı yönlü olarak Beydağları Otoktonu üzerine yerleşmişlerdir [48],[49]. Menderes Masifi ve Acıgöl Fayı ile paralel bir uzanımına sahip olan Güneybatı-Kuzeydoğu uzanımlı Likya Napları, Neotetis Okyanusunun kapanması sırasında Alpin Çarpışma Tektoniği ile biraraya gelmişlerdir [53]

Likya Allohtonu içerisinde yer alan ve temel olarak Mezozoyik sedimanter kayaçlardan oluşan üç ana napın fasiyesi ilişkilerine ve kinematik verilere göre Likya Allohtonu Menderes Metamorfik Masifinin kuzeyinden güneye doğru aşamalı olarak yerleşmiştir [49],[54].

Kretase başlarında dalma batma zonu gelişmesiyle birlikte Likya Melanjı oluşmaya Likya Allohtonu içerisinde yer alan ve temel olarak Mezozoyik sedimanter kayalardan oluşan üç ana napın fasiyes ilişkilerine ve kinematik verilere göre Likya Allohtonu Menderes Metamorfik Masifinin kuzeyinden güneye doğru aşamalı olarak yerleşmiştir başlar. Likya Napları ilksel olarak Kretase sonuna kadar yerleşmişler ve paleojen yaşlı karbonatlı çökeller uyumsuz olarak üzerlerine yerleşmişti [49].

Mezozoyik sırasında Neotetis Okyanusunun Antalya Kompleksi ile temsil edilen bölümü Beydağları otoktonunun güney doğusunda yer alıyordu. Bu kısım Erken Kretase ile Erken Eosen sırasında kapandı [55],[56].

Erken Miyosende Likya Naplarının son hareketi kinematik verilere göre güneybatı yönlü olarak gerçekleştir [56].

Likya napları birbirlerinden farklı ortam koşullarında gelişmiş ve birbiri üzerine binik yapılar oluşturmuş kıta yamacı çökelleri, okyanus dibi çökelleri ve ofiyolitlere kadar uzanan farklı istifler ve tektonik birimleri kapsarlar.

### **3.2.3. Yandağ Kireçtaşı (Mesozoyik- Jura ve Kretase )**

Bu formasyon Acıgöl'ün güneyinde yer almakta olup göl ile güneybatı-kuzeydoğu yönlü bir sınır oluşturmaktadır. Çalışmaya asıl konu olan ve karstik kaynakların çıkış noktası olan birimler ilk olarak Bilgin vd. [57] tarafından Yandağ Kireçtaşı olarak isimlendirilmiştir. Mesozoyik yaşlı olan Yandağ Kireçtaşı birimleri havza alanının güney batısından Gölcük, Gemiş, Akpınar ve Başmakçı yerleşkelerinin bulunduğu alanlarda gözlemlenebilmektedir. Formasyonun tabanında belirgin olmasa da pembemsi gri renkli, kalın-orta tabakalı bol brachiapod ve yersel ammonit izli kireçtaşları bulunur. Ammonitico rosso fasiyes özellikleri taşıyan bu birimler üzerinde dolomitik kireçtaşları ve kirli beyaz renkli kireçtaşları bulunmaktadır. Bu kireçtaşları orta kalınlıkta tabaka kalınlığına sahip, koyu gri renk göstermektedir. Daha üstte yer yer ammonit izlerine rastlanan tabaka kalınlıkları ince-orta arasında değişkenlik gösteren gri, bej, koyu gri renkli kireçtaşları yer alır. Bu kireçtaşları yer yer oolitle ancak genel olarak mikritik dokuludur. Daha üstte gidildikçe kızılımsı renklere tabakalı çörtlere rastlanır. Çörtler üzerinde ise genelde kırmızı renkli globotruncanalı mikritler bulunur. En üstte kızıl renkli tabakalı çört seviyeli kireçtaşlarından oluşur. Yaklaşık olarak 450 metrelik kalınlığa sahip olan bu

kireçtaşı birimleri üzerinde ve çok sayıda karstik oluşuma rastlanmaktadır. Rastlanan başlıca karstik yapılar dolinler, uvalalar ve polyelerdir [20].

#### **3.2.4. Ofiyolitler (Mesozoyik)**

Havza alanında yine mesozoyik yaşa sahip olan ofiyolit serileri, Havza alanının ve Yandağ Kireçtaşı Formasyonunun güney sınırında gözlemlenmektedir. Ofiyolit serileri içerisinde özellikle peridotitler ve serpantinler havza alanında öne çıkmaktadır. Ofiyolitik Melanj şeklinde ifade edilebilecek bu birimler içerisinde çört, dolomit, pelajik ve neritik kireçtaşı bloklarına da rastlanmaktadır. Bu ofiyolitik melanj Marmaris Ofiyolit Napı içerisinde yer almaktadır.

Marmaris ofiyolit nap sistemi içinde tektonik dilimler halinde metamorfik dilimler şeklinde bulunmaktadır. Birimin içerisinde altta bazik ve ultra bazik kayaç türleri yer alırken, bu birimlerin üzerinde Mesozoyik yaşlı kristalize olmuş kalkerler bulunmaktadır. Her iki ana kaya birimi tektonik bindirmeler sonucu üst üste konumlanmıştır [20]. Ofiyolitik melanjı oluşturan bu kalkerler çok yerde tektonizmanın etkisi ile (Yandağ'ın kuzey yamaçlarında) kırılmalara uğramış, değişik boyutlarda bloklar halinde yamaçlara yayılmıştır [22] Bu birimler yer yer Yandağ'ın güney yamaçlarında Mesozoyik kalkerler üzerine gelmektedir.

#### **3.2.5. Oligosen Birimler**

Oligosen dönem Afrika-Arabistan levhalarının Avrasya Levhasıyla çarpışması sonucu napların yerleştiği ve bindirme tektoniğinin hâkim olduğunu dönemi yansıtır. Bu süreçte denizelden karasala bir geçiş söz konusudur. Güneybatı Anadolu'da ofiyolit naplarının yerleşmeye devam etmesinin ve hâkim tektonik rejimin bindirme tektoniği olmasından dolayı bu dönemde bölgesel boyutta yükselmeler de öne çıkar [33]. Eski ve yeni tektonik dönem arasında bir geçiş dönemi olan bu dönemde post-orojenik molas havzaları öne çıkar. Bu havzalar tipik olarak kaba kırıntılı çökel istiflerinden meydana gelirler.

Çalışma alanında yer alan oligosen yaşlı kayaçlar Bayıralan Formasyonu olarak tanımlanmaktadır. Bayıralan Formasyonuna havza alanında en önemli örnek Maymundağı'dır. Havza alanının kuzey-kuzeybatısında gözlemlenebilen bu formasyon Konak vd [58] tarafından adlandırılmıştır.

Formasyon foraminifer, gastropod içeriklerine sahiptir. Fosil içeriğinden yola çıkılarak Oligosen-Erken miyosen yaşlı olduğu düşünülmektedir [58]. Formasyonun genel yapısı masif çapraz tabakalı konglomera ve kumtaşları şeklindedir.

Göktaş vd. [56] tarafından çalışma sahasındaki Oligosen yaşlı birimler Acıgöl grubu olarak tanımlanmıştır. Acıgöl Formasyonu yaşlıdan gence doğru Armutalan Formasyonu, Çardak Formasyonu, Hayrettin Formasyonu, Tokça Formasyonu ve Bozdağ formasyonu olarak beşe ayrılır [59],[60]. Havza alanı sınırları dâhilinde ve yakınlarında yüzlek veren Acıgöl Grubu'na ait formasyonlar Çardak Formasyonu, Çameli Formasyonu ve Güncel Çökellerdir.

Havzanın kuzeyinde bulunan Çardak Formasyonu Maymundağı civarında ve Dazkırı ilçe merkezinin güneybatısında yüzeyleyir ve pekişmiş, iyi boylanmış olan karbonat çimentolu çakıltaşlarından meydana gelir. Formasyonun egemen bileşimi olan çalkıltaşları genellikle kireçtaşları ve dolomitik kireçtaşlarından meydana gelir. Çardak formasyonu yaşlıdan gence doğru Karanlık üyesi, Kirazlı üyesi, Avdan üyesi ve Maymundağ üyesi olarak dört üyeden meydana gelir [60].

Çardak Formasyonunun üzerine geç miyosen pliyosen yaşlı Çameli formasyonu uyumsuz olarak yerleşir [58]. Çameli Formasyonu temel kaya üzerine uyumsuz olarak yerleşmiş olan eski göl sedimanlarını ifade eder ve manyezit içerikli dolomitik kilttaşlarından ve yer yer çakıltaşından meydana gelir [43]. Dazkırı ilçe merkezinin kuzey ve kuzey batısında yer alır ayrıca Sarıkavak bölgesinde Kireçtaşı üyesine ait birimler de gözlemlenir. [58] Bu birimler güncel çökelleri ile örtülür. Havza alanındaki güncel çökeller yamaç molozları, alüvyonlar ve alüvyal yelpazeler ile temsil edilir.

Yamaç molozları Maymundağ fayı boyunca gözlemlenen kötü boylanmış tortullardan oluşan pekişmemiş çökellerdir daha yaşlı birimlerin üzerine uyumsuz olarak yerleşirler. Maymundağı fayı ve Acıgöl Fayı boyunca çakıl, kum, silt boyutundaki tanelerden meydana gelen alüvyon yelpazeleri bulunur. Çakıl, kum ve çamur birikintileriyle temsil edilen alüvyonlar havza sınırları içerisinde geniş bir alanda gözlemlenebilir.

### 3.2.5.1. Acıgöl Grubu (Eosen- Oligosen)

Çalışma alanı ve civarında yer alan ve yaşları Eosen-Oligosen arasında değişen birimler Göktaş vd. [59] tarafından Acıgöl Grubu olarak bir grup altında toplanmıştır. Bu tanımlamaya göre Acıgöl Grubu içerisindeki birimler yaşlıdan gence Armutalan Formasyonu, Çardak Formasyonu, Hayrettin Formasyonu, Tokça Formasyonu ve Bozdağ Formasyonu'dur [59],[60]. Bu formasyonlardan havza sınırları içerisinde yalnızca Çardak formasyonu ve Çameli Formasyonu yüzlek vermiştir.

Genel olarak eosen yaşlı olan konglomera, kumtaşı ve çamurtaşı birimlerine Söğüt Dağları'nın güney yamaçlarında, havza alanının güneybatısında yer alan Akgöl'ün kuzeyinde ve Armutköy dolaylarının batı kesimlerinde rastlamak mümkündür. Maymundağı'nda ve Maymundağının kuzeyi ile Söğüt Dağı'nın doğu kesimlerinde ise daha çok oligosen yaşlı konglomeralar geniş alan kaplamaktadır. Özellikle Maymundağ dolaylarında formasyonun litolojik birimleri kalın konglomera, kumtaşı ve çamurtaşı ile karakterize edilir [20],[57],[59]

Acıgöl Grubu içerisinde yapılan ve 5 farklı formasyondan oluşan ayırım Acıgöl'ün kuzey kesimleri için yapılmış olup bu ayırımın yapılmadığı havzanın güney kesimlerinde genel olarak Acıgöl Grubu tanımlaması kullanılmıştır. Bu birimler allokton birimler üzerine otokton olarak yerleşmiştir [59].

Acıgöl güneyinde, kalın tabakalı, koyu renkli genelde Söğüt Dağları'nın güney yamaçlarında ofiyolitten türeme, ender olarak radyolarit, çört ve kireçtaşı çakıllı ve bloklu orta-kötü boylanmalı, kısmen derecelenmeli konglomeralarla başlar. 400 m kalınlığa ulaşan konglomeralara kumtaşı ve çakıllı çamurtaşları katılır. Daha üstte doğru kumtaşı ve çamurtaşları artar [59].

Armutalan Formasyonu, Acıgöl kuzeyinde, Acıgöl grubunun alt formasyonlarından biridir. Formasyonun yaşı Eosen ve Alt Oligosen olarak kabul edilmiştir [56]. Birim masif ya da kalın, çok kalın tabakalı, yeşil renkli, kötü yersel orta boylanmalı hamur destekli, çapraz tabakalı, kumtaşı mercekli konglomera ile masif ya da yersel çapraz tabakalı yeşil renkli yanal yönde süreksiz kumtaşlarından oluşur. Birim içinde yeşil, yeşilimsi gri, açık gri, kirli sarı vb. renklerde, ince tabakalı, laminalı çamurtaşı düzeyleri de bulunur. Kumtaşlarında lamelli, gastropod vb. makro fosil kavkaları ve

bitki kırıntıları görülür. Bu formasyonun üzerine gelen Çardak formasyonu ile uyumludur. Kalınlığı yaklaşık olarak 300 m'dir [59]. Çardak Formasyonu'nun yaşı Oligosen olup, genellikle konglomeralardan oluşur. Özellikle Maymundağı ve çevresinde geniş alan kaplar. Formasyon, ufak çakıllı, kaba ve çok kaba taneli, sarımsı kahve, yeşilimsi gri, kirli sarı renkli, orta kalın tabakalı kumtaşlarından oluşur.

### **3.2.6. Neojen Birimler**

Güneybatı Anadolu'da Neojen çökellerine oldukça yaygın olarak rastlanmaktadır. Bölgedeki neojen yaşlı çökeller yaşlıdan gence doğru Ulubey Formasyonu (orta miyosen), Çağlayan Formasyonu (Geç Miyosen-Pliyosen) ve Killik Formasyonu (Pliyosen) olarak 3 ana formasyon altında toplanmaktadır. Bölgede yer alan neojen çökellerden havza alanında yalnızca Çağlayan Formasyonu yüzlek vermektedir.

### **3.2.7. Kuvaterner**

Havza alanındaki güncel çökeller yamaç molozları, alüvyonlar ve alüvyal yelpazeler ile temsil edilir.

Yamaç molozları Maymundağ fayı boyunca gözlemlenen kötü boylanmış tortullardan oluşan pekişmemiş çökellerdir daha yaşlı birimlerin üzerine uyumsuz olarak yerleşirler. Maymundağı fayı ve Acıgöl Fayı boyunca çakıl, kum, silt boyutundaki tanelerden meydana gelen alüvyon yelpazeleri bulunur. Çakıl, kum ve çamur birikintileriyle temsil edilen alüvyonlar havza sınırları içerisinde geniş bir alanda gözlemlenebilir. Kuvaternere ait birimler Acıgöl ve yakın çevresinde, Yüreğil, Akkeçili, Başmakçı, Gemiş, Sazköy, Beylerli ve Başçeşme geniş alan kaplamaktadır.

Güncel alüvyonlar, akarsu yataklarında veya çöküntü alanlarında gelişen düzlükleri doldurmuş kum, çakıl, çamur ve blok birikintileri şeklindedir. Bu tür güncel birimler Acıgöl çevresinde geniş yayılım gösterirler. Havza tabanında kil, mil, kum gibi unsurlardan oluşmaktadır.

## **3.3. Tektonik ve Yapısal Jeoloji**

Kuzey-güney yönlü genişlemenin ve orojenik depresyonun da etkisiyle Batı Anadolu'da çok sayıda graben havzası gelişmiştir. Neotektonik dönemde gerçekleşen bu tektonik faaliyetler Orta Miyosen'den günümüze kadar çekme



tektoniği olarak kendini göstermiştir. Acıgöl Havzasını da içine alan bu çekme tektoniği sonucunda Kuzeydoğu-güneybatı, doğu-batı ve kuzeybatı-güneydoğu yönlü graben oluşumları gerçekleşmiştir. Doğu-batı, kuzeydoğu ve kuzeybatı yönlü fayların kontrolünde günümüzdeki horst-graben yapıları meydana gelmiştir [59],[60]. Host ve graben sistemlerini oluşturmuş olan bu faylar aynı zamanda günümüzde Batı Anadolu'daki aktif fay sistemlerini oluşturur. Acıgöl Havzası da bu tektonik faaliyetler sonucu gelişmiş kuzeydoğu-güneybatı uzanımlı bir grabendir. Aktif ve normal faylarla çevrelenmiş olan bu havza genç bir havzadır [59].

Acıgöl Grabeni; kuzeydoğuda Çivril-Baklan grabeni ve Dinar grabeni, güneyinde Burdur grabeni ve güneybatısında ise Denizli grabeni ile çevrelenmiş bir depresyon alanıdır [59].

Havzanın tektonik gelişimi üç temel evrede incelenebilir. Üst Miyoseni içine alan ilk dönemde Acıgöl Havzasının genel hatları ortaya çıkmaya başlamıştır. Söğüt Dağlarının yükselmeye başlamasıyla birlikte havza da belirginleşmeye başlamıştır. Havzanın ilk oluşumunun ardından ikinci dönem olarak tanımlanabilecek olan ve Pliyosen'i içine alan dönemde tektonik aktiviteler minimum düzeyde gerçekleşmiştir. Bu dönemde havza durumunu koruma eğiliminde olmuştur. Havza oluşumunun son aşaması olarak tanımlanabilecek olan üçüncü ve son tektonik dönem ise bir çeşit geçiş evresi olarak tanımlanabilecek olan ikinci dönemin sonu olan Üst Pliyosen ve Alt Kuvaterner arasını kapsamaktadır. Bu dönemde havzadaki çökme devam etmiştir ve özellikle güney kesimlerde göl çanağı giderek belirginleşmeye başlamıştır [20],[22],[63].

### **3.3.1. Kıvrımlar**

Havzada kıvrımlı yapı gösteren birimler Alp Orojenezi'nin etkisinde kalan yapılar olmuştur. Bu birimler Mesozoyik ve Paleojen yaşlı birimler olmuştur. Mesozoyik birimlerden Kalker kıvrımlanırken Paleojen Birimlerden Eosen yaşlı filişler çok iyi kıvrımlanmışlardır [20].

### **3.3.2. Faylar**

Acıgöl Havzası Batı Anadolu'yu şekillendiren tektonik rejimler etkisinde gelişmiştir ve havza genel olarak kuzey-yönlü çekme kuvvetleri etkisinde kalmıştır. Bu nedenle

çok sayıda aktif ve aktif olmayan fay ile çevrelenmiştir. Havzayı çevreleyen ana faylar çöküntü havzalarında tipik olarak karşılaşılan normal faylardır.

Havza alanında yer alan ve havza gelişimini kontrol eden ana faylardan biri olan Maymundağı Fayı Acıgöl'ün kuzeyinde yer alır [59]. Bu fayın toplam uzunluğu 40 km'yi bulmakta olup normal bir faydır. Dazkırı ile Çardak ilçeleri boyunca bir uzanımına sahiptir. Dinar ile Denizli arasındaki karayolunun hemen kuzeyinde yer almakta ve karayoluna kısmi bir paralellik göstermektedir. Yer yer neojen yaşlı göltsel çökelleri kesmektedir. Fay tarafından kesilen göl depolarının gevşek aşınımına karşı dirençsiz olması nedeni ile dolgulardan dolayı çok net olarak izlenememektedir [20]. Maymundağı fayı Dazkırı- Çardak arasında yaklaşık 20 km'yi bulan bir uzunluğa sahip olup Çardak'tan batı istikametine doğru devam etmektedir. Fay, Maymundağı eteklerinde düşey yönlü atım göstermektedir.

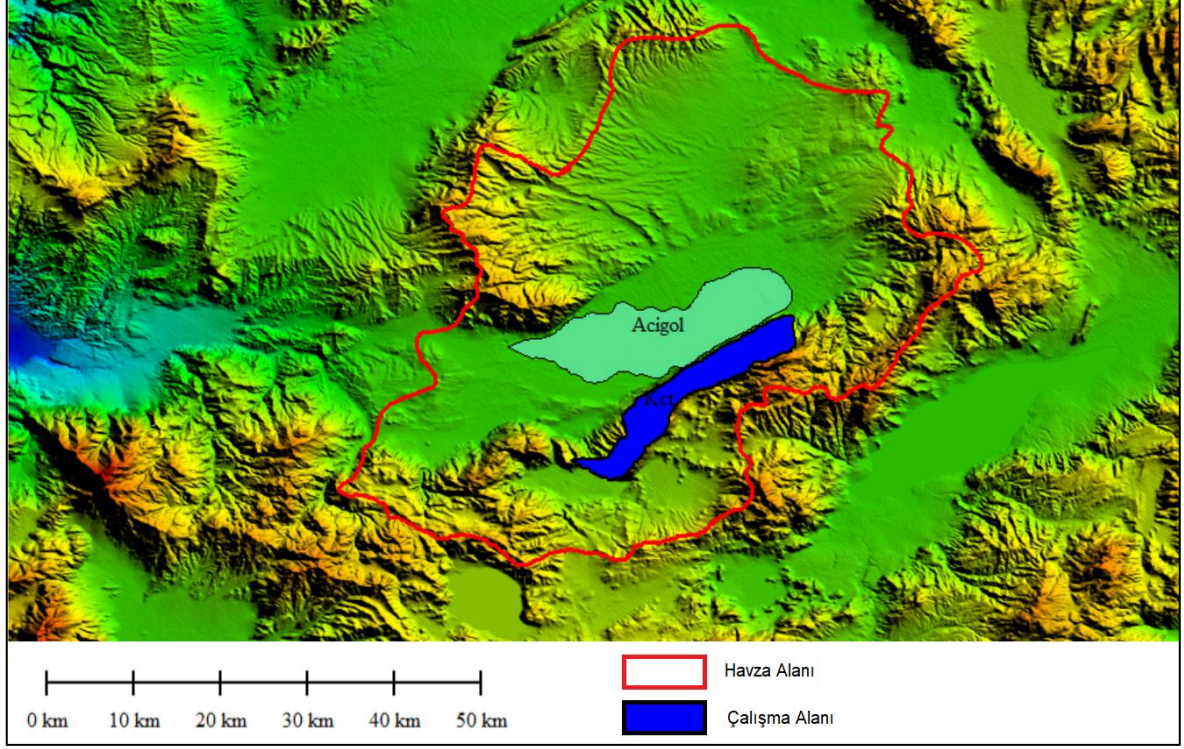
Acıgölün güneyinde yer alan ve incelemeye konu olan kireçtaşı birimlerini kesen Acıgöl Fayı havza alanındaki diğer bir ana faydır. Başmakçı ile Gölcük arasında Söğüt Dağları etekleri boyunca uzanan Acıgöl Fayı'nın da toplam uzunluğu 40 km'yi bulmaktadır [20]. Mezozoyik Yaşlı Kireçtaşı birimleri boyunca kuzeykuzeydoğu-güneygüneybatı yönlü bir uzanımına sahiptir. Söğüt Dağları'nın yükselmesinde ve günümüzdeki halini almasında etkili olan faydır. Havzayı güney sınırı boyunca kat eden fay düşey atımlı bir faydır.

Maymundağı ve Acıgöl Faylarının her ikisi de aktif faylar olup günümüzde aktiviteleri devam etmektedir.

## 4. HİDROLOJİ

### 4.1. Hidrolojik Havzanın Tanımı

Çalışma kapsamındaki mesozoyik yaşlı kireçtaşı birimleri Güneybatı Anadolu'da yer alan kapalı bir havza olan Acıgöl Havza içerisinde yer almaktadır. Havzanın drenaj alanı yaklaşık olarak 2010 km<sup>2</sup>'dir. Havza alanı şekil 4.1'de verilmiştir.



Şekil 4.1. Acıgöl Havzası Alanı

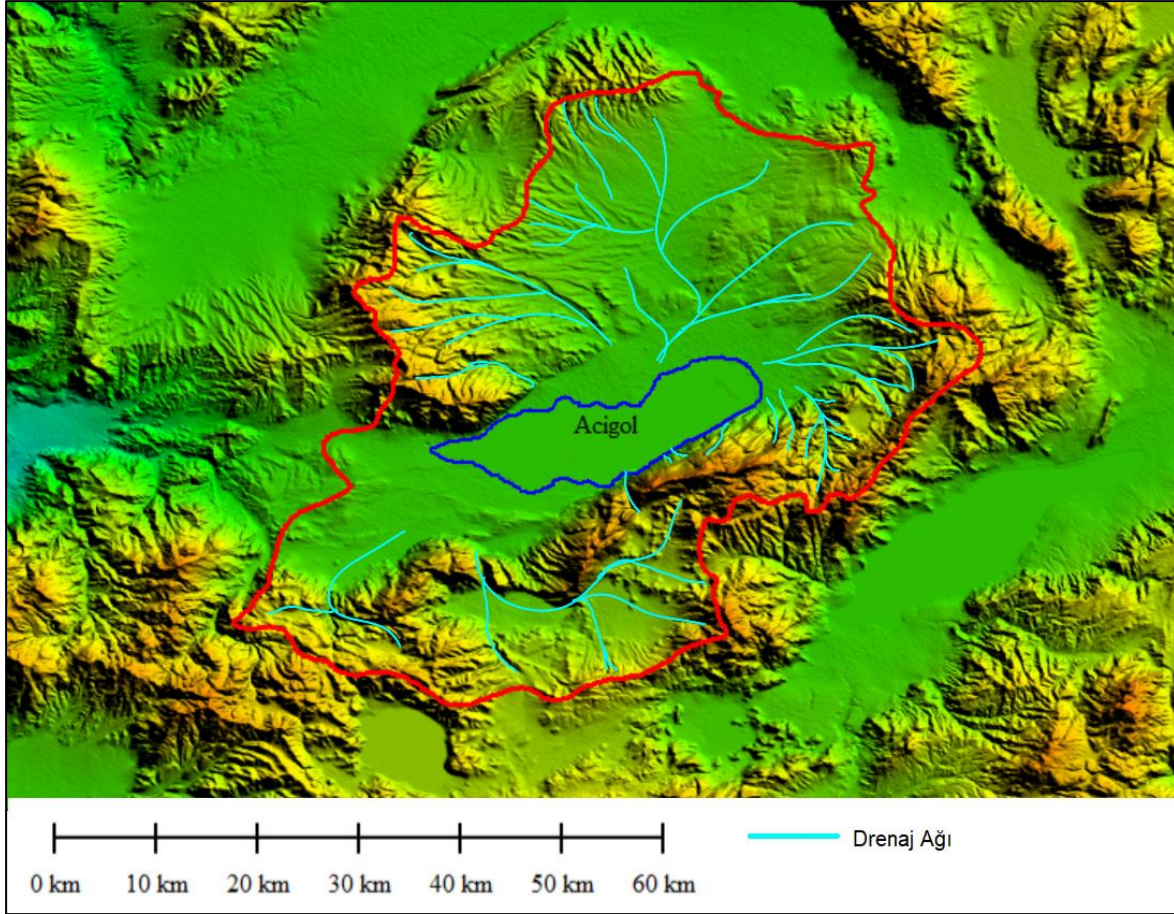
Acıgöl Havzası, havzanın en düşük kotlu kesimi olan göl yüzeyinde 837m kote sahiptir. Havza alanının en yüksek kesimleri ise Söğüt Dağları olup yüksekliğin 1700m'yi aştığı noktalar bulunmaktadır.

Çalışmaya konu olan mesozoyik yaşlı kireçtaşı birimleri ise Acıgöl'ün güneydoğu sınırında yer almakta olup 76 km<sup>2</sup>'lik bir alanda yüzeylenmektedir.

#### 4.1.1. Drenaj Ağı

Acıgöl Havzası akarsu ağı bakımından oldukça fakirdir. Sürekli akışı olan bir akarsu olmayıp, havza alanındaki drenaj ağı mevsimsel yağışlar neticesinde meydana gelen çok sayıda dönemsel akarsularla sınırlıdır. Drenaj ağı Acıgöl Havzasının kuzeydoğu kesimlerinde Maymundağı'nın doğu yamaçlarında ve güneybatı kesimlerinde Söğüt Dağları'nın kuzey yamaçlarında yüksek yoğunluktadır.

Havzanın drenaj ağı Şekil 4.2.'de verilmiştir.



Şekil 4.2. Acigöl havzası drenaj ağı

#### 4.1.2. Su Noktaları

##### 4.1.2.1. Akarsular

Havza alanında s¼rekli akışı bulunan bir akarsu bulunmamaktadır. 1/25.000 ¼lçekli topoğrafik haritalarda tespit edilebilen ve mevsimsel yağışlardan kaynağını alan kuru dereler havzanın akarsu ağını meydana getirmektedir.

##### 4.1.2.2. Kaynaklar

Çalışma alanındaki kaynaklar, aynı zamanda havzanın en ¼nemli su noktalarıdır. S¼đ¼t Dağları'nın eteklerinde Acigöl Fayı Boyunca ¼ok sayıda karstik kaynak bulunmaktadır. Bu su ¼ıkıŐları hem Acigöl¼¼n beslenmesinde katkı sahibi olmakta hem de Acigöl¼¼n g¼ney sınırı boyunca ¼zel bir ekosistem meydana getirmektedir.

##### 4.1.2.3. G¼ller

Çalışma alanı g¼ller y¼resinde yer almaktadır ve civarında ¼ok sayıda doğal oluşumlu g¼l bulunur. Bu g¼llerden ¼alıŐma alanına en yakın olanı Acigöl¼¼d¼r. Bunun

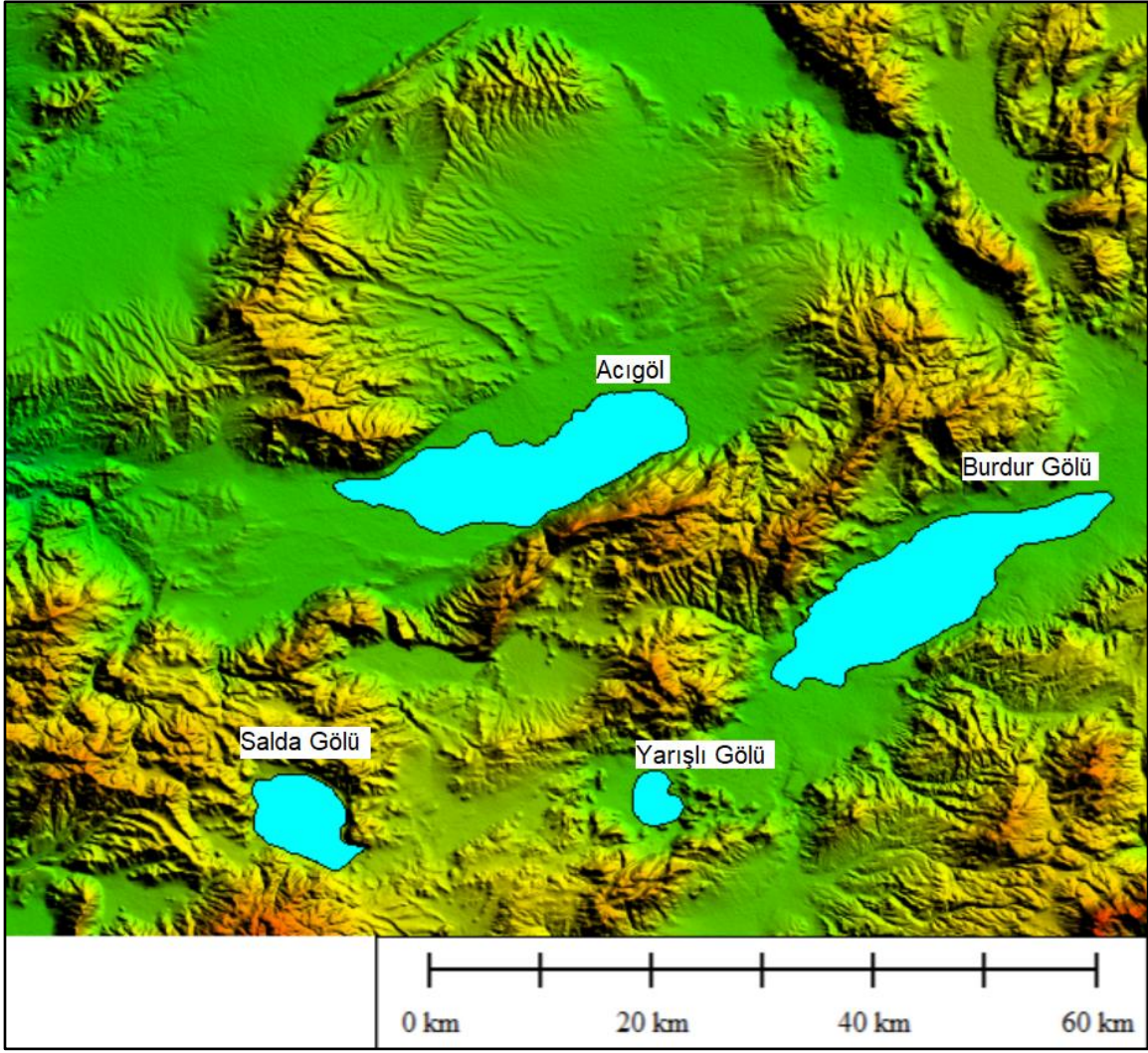
dışında çalışma sahasının güney doğusunda Burdur Gölü, güneyinde Yarışlı Gölü ve Salda Gölü bulunmaktadır.

Burdur Gölü, Burdur ve Isparta illeri arasında yer alan Söğüt Dağları ve Suludere-Yayladağ kütleleri arasındaki tektonik çöküntünün dolması sonucu oluşmuş tektonik oluşumlu bir göldür. Türkiye'nin en derin gölleri arasında yer alır. Ortalama göl alanı 206,8 km<sup>2</sup> olup rakımı 857 m'dir. [27]

Yarışlı Gölü, Burdur gölünün güney batısında yer alır. Sodyum sülfat, sodyum Fosfat ve sodyum klorür açısından zengin olan sığ bir göldür ve su seviyesi yıl boyunca değişir. Yüzölçümü 26,2 km<sup>2</sup> olup rakımı 910m'dir [27].

Salda Gölü, Yeşil Ova ilçesinin kuzeybatısında yer alan doğal sit alanı statüsüne sahip hafif tuzlu tektonik oluşumlu bir göldür. 184 m derinliği ile Türkiye'nin en derin gölleri arasında yer alır. Deniz seviyesinden 1135 m yükseklikte bulunur yüzey alanı 62,2 km<sup>2</sup>'dir [27].





Şekil 4.3. Çalışma alanı ve dolaylarındaki göller

#### 4.1.2.4. Sondaj Kuyuları

Çalışma alanında Devlet Su İşleri, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, İller Bankası tarafından açılmış sondaj kuyularının yanı sıra kişiler tarafından açılmış değişen derinliklerde kuyular bulunmaktadır.

### 4.2. Havza Ölçeğinde Hidrolojik Döngü

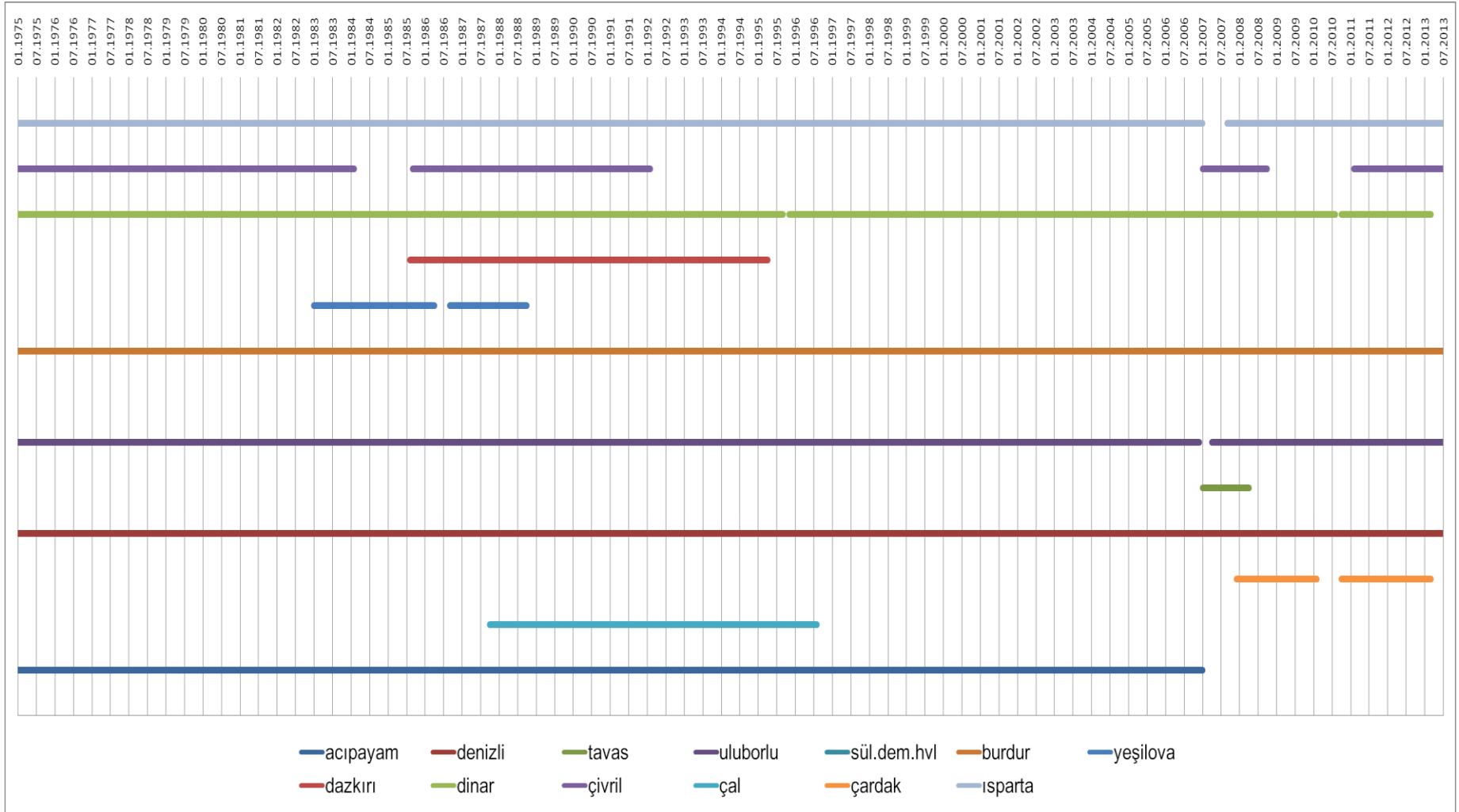
#### 4.2.1. Yağış Analizleri

Çalışma alanında gerçekleştirilecek olan yağış analizlerinde kullanılmak üzere havza yakınlarında bulunan meteoroloji istasyonlarına ait veriler Meteoroloji Genel Müdürlüğünden temin edilmiştir. Havza yakınlarında verileri temin edilen istasyonlar Acıpayam, Çivril, Denizli, Tavas, Uluborlu, Süleyman Demirel Havaalanı, Burdur, Yeşilova, Dazkırı, Dinar, Çivril, Çal ve Çardak istasyonlarıdır. Ancak bu meteoroloji istasyonlarından bazıları güncel olarak çalışmamaktadır ayrıca bazı istasyonlarda

da değerlendirmeye engel teşkil edecek zaman boşlukları bulunmaktadır. Verilerin zaman aralığının tutarlı olması amacıyla çalışma alanı yakınlarında bulunan istasyonların veri aldığı zaman aralıklarını gösteren bir grafik oluşturulmuştur. Bu grafik ile yağış analizlerinin doğru bir şekilde yapılması için baz periyodu belirlenmesi hedeflenmiştir. Oluşturulan grafik sonucunda en kapsamlı veriyi Isparta, Burdur, Uluborlu, Acıpayam, Dinar ve Denizli istasyonları sağlamakta olup belirlenmiş olan zaman aralığı 1975 ile 2011 yılları arasını kapsamaktadır. (şekil 4.1). Bu istasyonlara ilişkin bilgiler izelge 4.1'de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Meteoroloji istasyonu bilgileri

<b>İstasyon No</b>	<b>İstasyon Adı</b>	<b>İstasyon Koordinatları</b>	<b>İstasyon Kotu (m)</b>
17240	Isparta	37.7848 K 30.5679 D	997
17864	Uluborlu	38.0860 K 30.4582 D	1025
17238	Burdur	37.7220 K 30.2940 D	957
17890	Acıpayam	37.4337 K 29.3498 D	941
17237	Denizli	37.7620 K 29.0921 D	425
17862	Dinar	38.0597 K 30.1531 D	864



Şekil 4.4. Baz Periyodu



#### 4.2.1.1. Çift Eklenik Eğri Analizi

Belirlenmiş olan her bir istasyonun veri kalitesini ve homojenliğinin değerlendirilmesi amacıyla çift eklenik eğri analizi gerçekleştirilmiştir. Buna göre istasyon verileri daha önce baz periyoduna göre belirlenmiş olan istasyonların 1975-2011 yılları arasındaki yağış verileri dikkate alınmıştır. Isparta, Dinar, Burdur, Uluborlu, Denizli ve Acıpayam Meteoroloji İstasyonlarının 1975-2011 yılları arası yağış verileri çizelge 4.2'de verilmiştir.

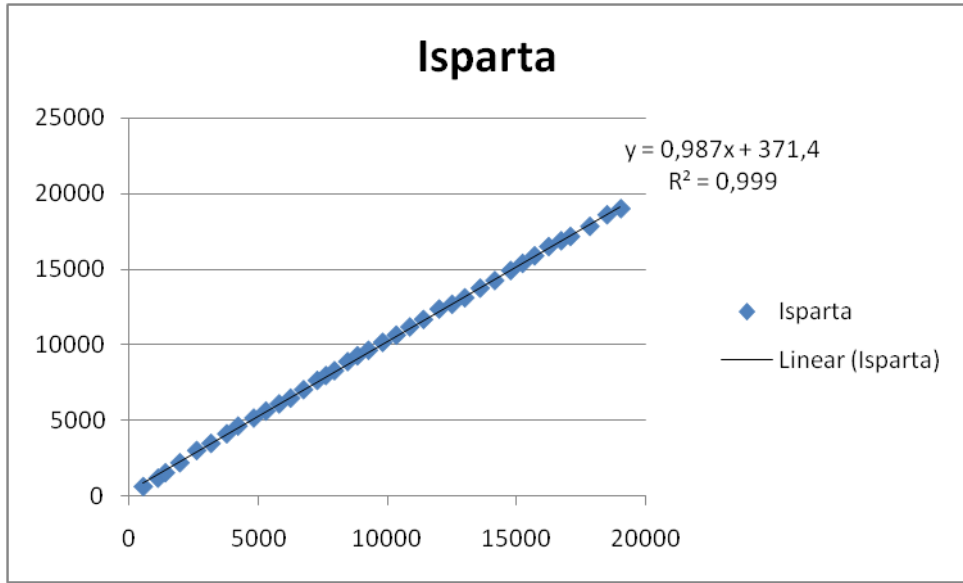
Çizelge 4.2. 1975-2011 yılları arası yağış verileri

	Yıllık Ortalama Yağış					
	Isparta	Dinar	Burdur	Uluborlu	Denizli	Acıpayam
1975	637,7	451,2	445,4	690,2	577,1	483,8
1976	555,1	537,8	457,9	586	610,5	647,6
1977	355,9	281,7	287,2	422,7	337,9	113,8
1978	659,5	488,1	460,5	730,4	772,6	341,6
1979	804,7	539,3	571,1	804,8	671,1	676,4
1980	470,8	529,2	422,6	596,6	636,8	585,8
1981	636,8	447,1	434,5	760,6	665,2	738,1
1982	505,6	366,6	378,8	605,6	435,2	397,3
1983	528,6	542,7	445,7	647,3	677,3	725,6
1984	463,7	384,9	405,4	578,2	520	472,9
1985	469,4	412,6	477,2	576,4	559,9	535,5
1986	381,4	330,5	315,1	549	483,6	520,8
1987	559,2	449,9	451,3	660,8	528	429,5
1988	611,7	436,2	415,1	561,8	605,4	616,4
1989	319,8	368,6	288	420,8	347,1	251,1
1990	320,7	301,4	303,2	357,6	419,1	278
1991	597,7	463,7	463,7	679,2	476,2	471,1
1992	384,2	308,1	280,9	521,8	471,3	307,5
1993	363,6	324,2	377,4	553,9	464,6	434,9
1994	524,1	519	450,6	678,3	579,4	505,5
1995	474,6	432,1	363,5	617,7	733,1	482,9

<b>1996</b>	541,6	490,1	455,3	720,7	472,6	490,7
<b>1997</b>	494,3	449	516,4	604,7	566,6	504,7
<b>1998</b>	686,5	543	535,7	673	659,9	623,2
<b>1999</b>	312	367,7	310,7	561,1	638,1	615,7
<b>2000</b>	427,9	401,3	444,9	601,2	539,1	477,6
<b>2001</b>	637	492,7	547,6	701,3	617,2	617,9
<b>2002</b>	500,5	535,7	501	582,8	576,2	639,2
<b>2003</b>	660,7	508,5	594,2	723,9	585,3	667,6
<b>2004</b>	473,5	410	439,7	456,6	494	502,9
<b>2005</b>	495,1	472,5	417,9	476,1	543,3	410,4
<b>2006</b>	612,6	523,5	472,1	690,6	510,6	533,3
<b>2007</b>	329,1	428,4	493	466,2	534,4	495,9
<b>2008</b>	283,6	396,1	276,4	505,4	322,9	281,7
<b>2009</b>	666,7	636,4	529,7	881,9	800,6	905,5
<b>2010</b>	767,7	596	472,3	899,6	747,4	637,7
<b>2011</b>	400	529,6	466,2	590,3	574,9	504,2
<b>Ortalama</b>	512,61	451,23	431,57	614,46	560,93	511,47

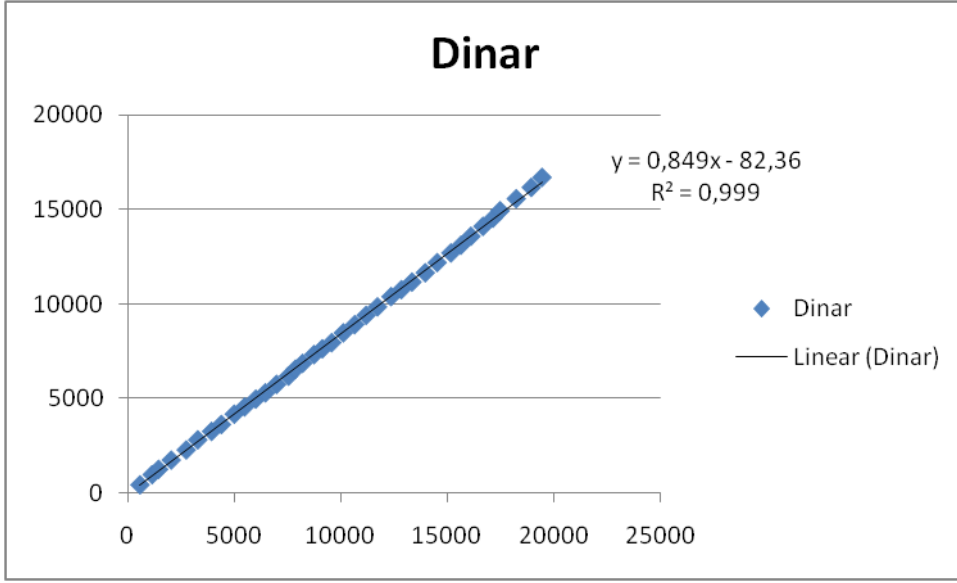
Çift eklenik eğri analizi 6 istasyonun her biri için gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla seçilen her bir istasyonun yağış verilerine karşılık diğer 5 istasyonun yağış verilerinin ortalamasının bulunduğu 6 adet grafik oluşturulmuştur.

Isparta istasyonu için oluşturulan grafikte herhangi bir kırılma noktası gözlemlenememiştir. Bu nedenle Isparta istasyonu verileri homojen olduğu söylenebilir. Bu nedenle verilerde herhangi bir düzeltmeye ihtiyaç duyulmamıştır.



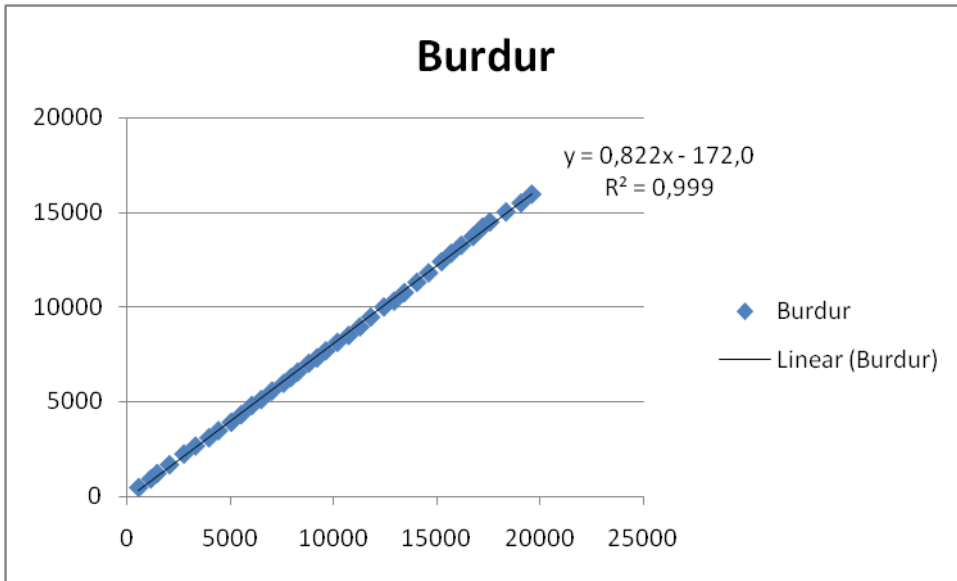
Şekil 4.5. Isparta çift eklenik eğri analizi

Dinar istasyonuna ilişkin oluşturulmuş olan grafikte verilerin meydana getirdiği doğruya herhangi bir kırılma noktası gözlemlenmemiştir. Bu nedenle verilerin homojen olduğu ve düzeltme gerektirmediği sonucuna varılmıştır.



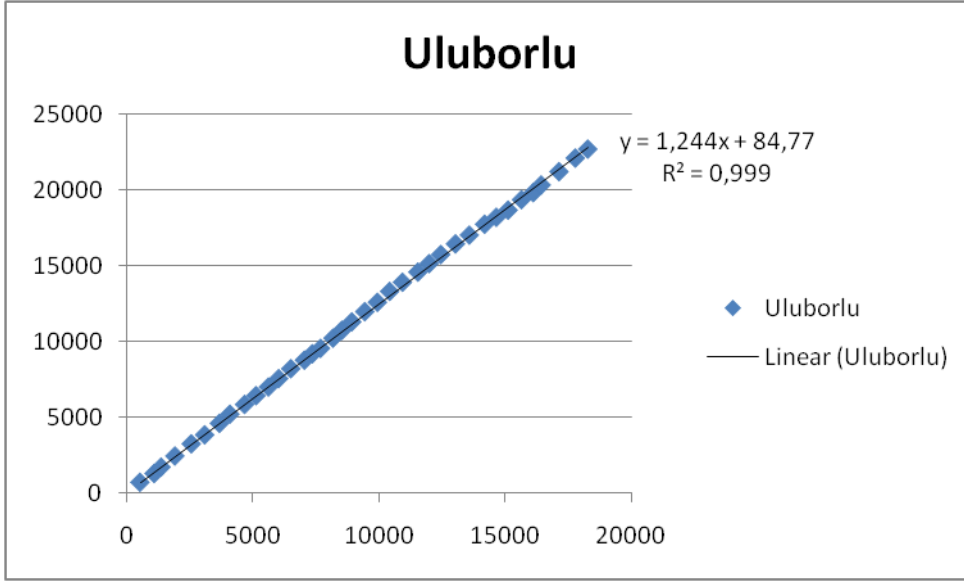
Şekil 4.6. Dinar çift eklenik eğri analizi

Bur istasyonu için oluşturulmuş olan grafikte kırılma noktası gözlemlenmemiştir. Bu nedenle veriler homojendir ve düzeltme yapılmasına gerek görülmemiştir.



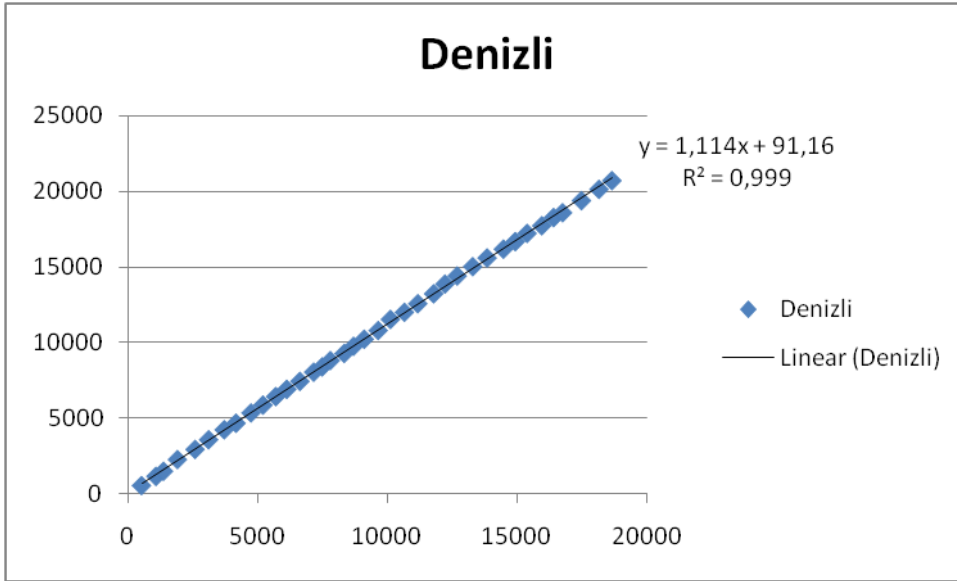
Şekil 4.7. Burdur çift eklenik eğri analizi

Uluborlu Meteoroloji İstasyonu için oluşturulmuş olan çift eklenik grafiğinde Isparta, Dinar ve Burdur istasyonlarına nazara daha fazla saçılma olmasına karşın Isparta'da belirgin bir kırılma gözlemlenemediğinden ve  $R^2$  değerinin büyüklüğünden dolayı verilerin homojen olduğu ve düzeltme gerekmediği sonucuna varılmıştır.



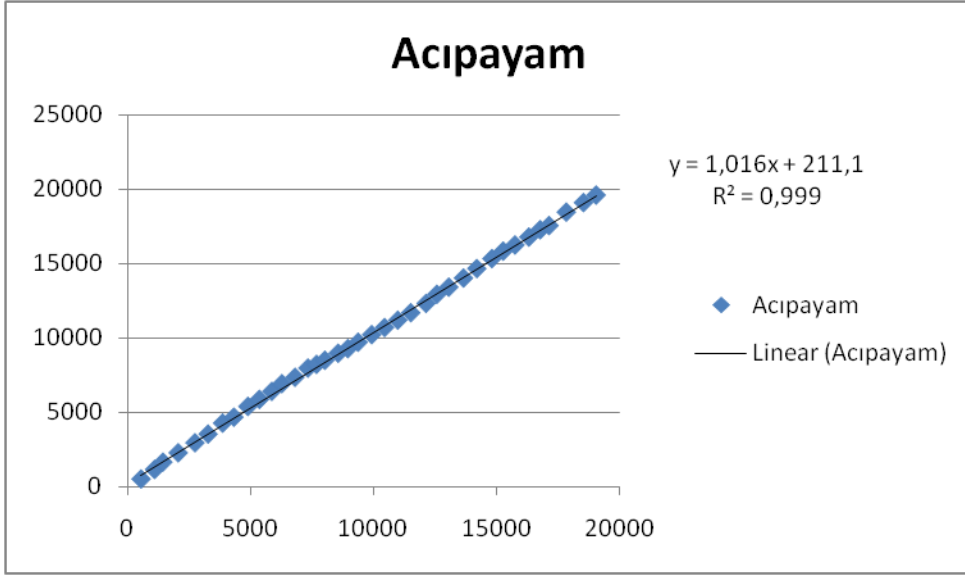
Şekil 4.8. Uluborlu çift eklenik eğri analizi

Denizli istasyonu için oluşturulan grafikte herhangi bir kırılma gözlemlenmemiştir. Bu nedenle veriler homojendir ve düzeltmeye gerek duyulmamıştır.



Şekil 4.9. Denizli çift eklenik eğri analizi

Acıpayam istasyonu için oluşturulan grafikte de herhangi bir kırılma noktası gözlemlenmemiştir. 1975-2011 yılları arasındaki veriler doğrusallık göstermektedir. Bu nedenle Acıpayam istasyonu için de yağış verilerinin homojen olduğu ve düzeltme gerektirmediği sonucuna varılmıştır.

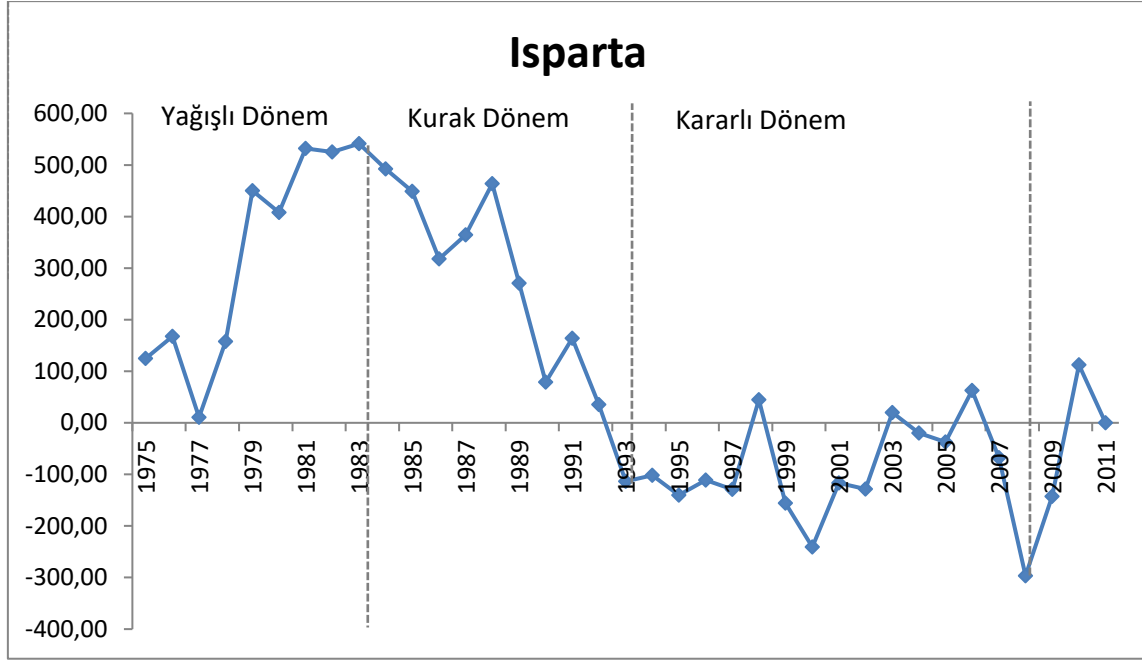


Şekil 4.10. Acıpayam çift eklenik eğri analizi

Seçilmiş olan 6 istasyon için oluşturulan grafikler incelendiğinde grafiklerdeki doğrusallığın bozulmadığı ve oluşan doğrularda da hiçbir kırılma gerçekleşmediği gözlemlenmiştir. Çift Eklenik Eğri Analizi sonucu elde edilen bu bilgiler ışığında söz konusu istasyonların yağış kayıtlarının homojen olduğu ve herhangi bir düzeltmeyi gerektirmediği sonucuna varılmıştır. Bu nedenle, bundan sonra gerçekleştirilmiş olan bütün yağış analizlerinde doğrudan Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden sağlanmış olan veriler kullanılmıştır.

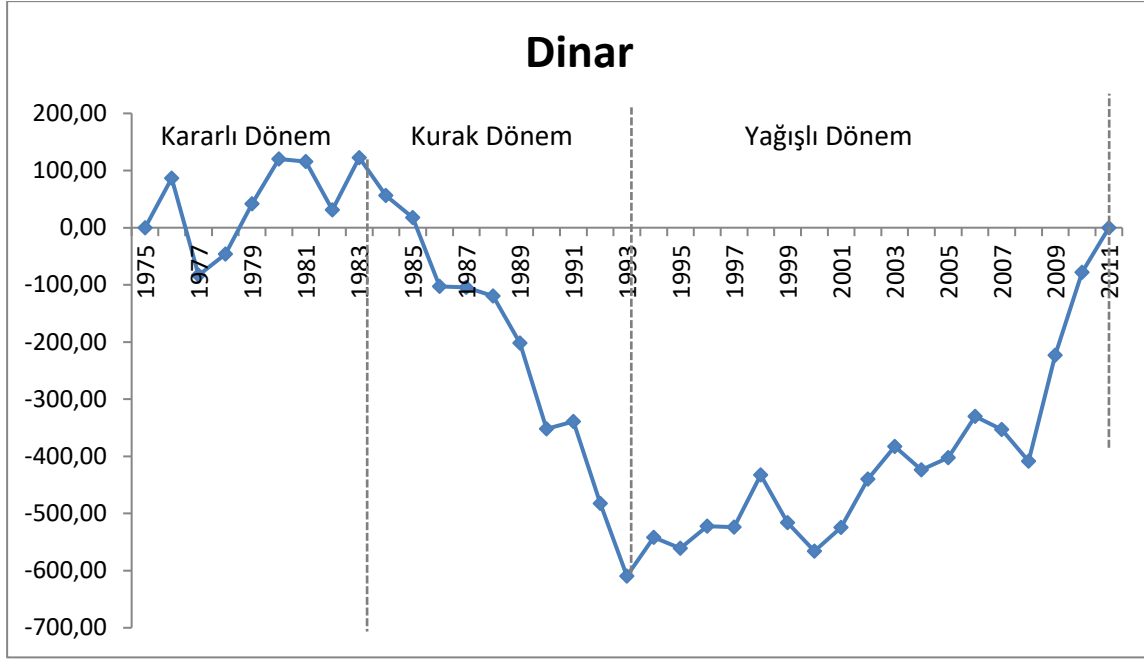
#### 4.2.1.2. Eklenik Sapma

Çalışma alanındaki yağışın zamansal değişiminin belirlenmesi amacıyla belirlenmiş her bir meteoroloji istasyonu için eklenik sapma analizi gerçekleştirilmiştir. Söz konusu 6 meteoroloji istasyonlarının yıllık yağış verilerinin ortalama yıllık yağıştan sapmaları belirlenerek her bir istasyon için bir adet grafik olmak üzere toplam 6 adet grafik oluşturulmuştur. Bu çalışma ile her bir istasyon için yağışlı, kurak ve yağışların kararlı olduğu dönemler belirlenmiştir. Analiz gerçekleştirilirken daha önce belirlenmiş olan baz periyodu olan 1975-2011 yılları arasındaki 37 yıllık yağış verileri kullanılmıştır.



Şekil 4.11. Isparta eklenik sapma eğrisi

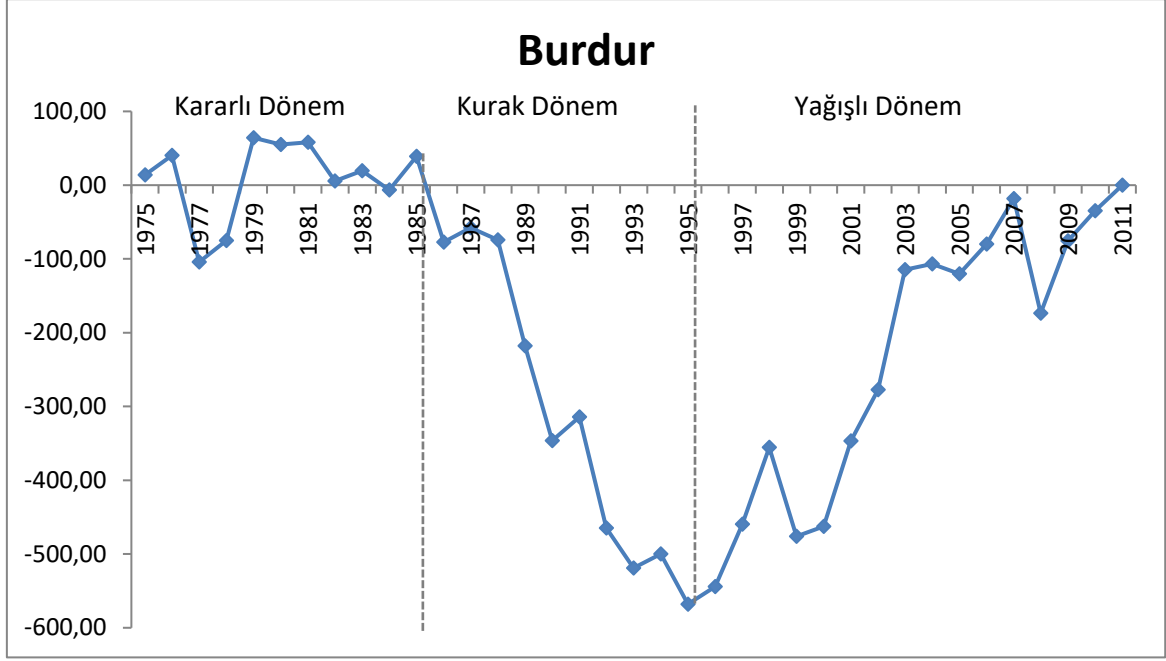
Isparta meteoroloji istasyonu verilerine göre hazırlanmış olan grafikte 1975 ile 1983 yılları arasında ortalama yağışın giderek üzerinde kalan bir yağış eğilimi gözlemlenmiştir. Buna göre 1975 ile 1983 yılları arasında yağışlı bir dönem yaşanmıştır. 1983 ile 1993 yılları arasında ise yağış ortalama değerlerin altında seyretmiştir. Bu nedenle bu zaman aralığında kurak bir dönem yaşandığı sonucuna varılabilir. 1993 yılından 2008 yılına kadar olan süre zarfında ise yağışlarda ortalamadan belirgin bir sapma trendi gözlemlenememiştir. Bu nedenle 1993 ile 2008 yılları arasında kararlı bir dönem yaşandığı sonucuna varılabilir. 2008 yılından sonra yağış miktarlarında birkaç için artış olduğu gözlemlense de verilerin bu yıl sonrasında kısıtlı olmasından dolayı yağışlı dönem olacağını söylemek mümkün değildir.



Şekil 4.12. Dinar eklenik sapma eğrisi

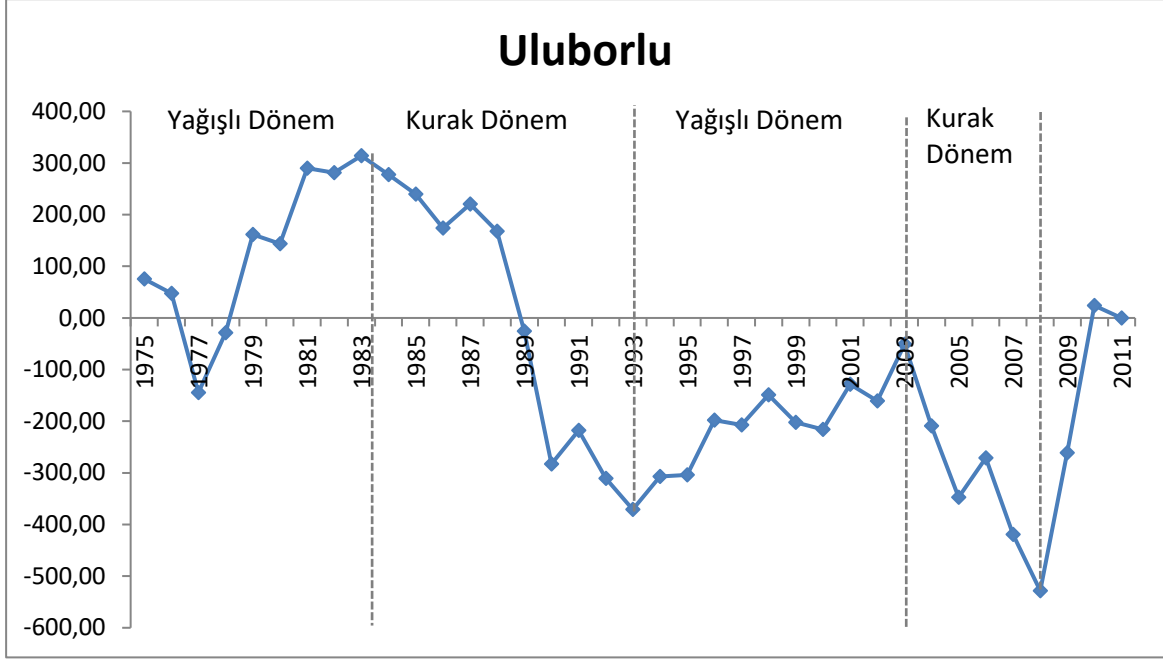
Dinar meteoroloji istasyonunda eklenik sapma eğrisi 1975 ve 1983 yılları arasında kararlı bir dönemi işaret etmektedir. Bu dönem içerisinde kısmen grafik pozitif tarafta kalsa da yağışlı dönem denilebilmesi için belirgin bir işaret yoktur. 1983 yılından 1993 yılına kadar ise ortalamadan negatif yönde bir sapma gözlemlenmektedir. Bu nedenle 1983 yılından 1993 yılına kadar kurak bir dönem geçirildiği sonucuna varılmıştır. 1993 yılından 2011 yılına kadar olan süreçte grafikte pozitif yönde bir artış trendi gözlenmiştir. Bu nedenle 1993 ve 2011 yılları kapsayan dönemde yağışlı bir dönem yaşandığı söylenebilir.





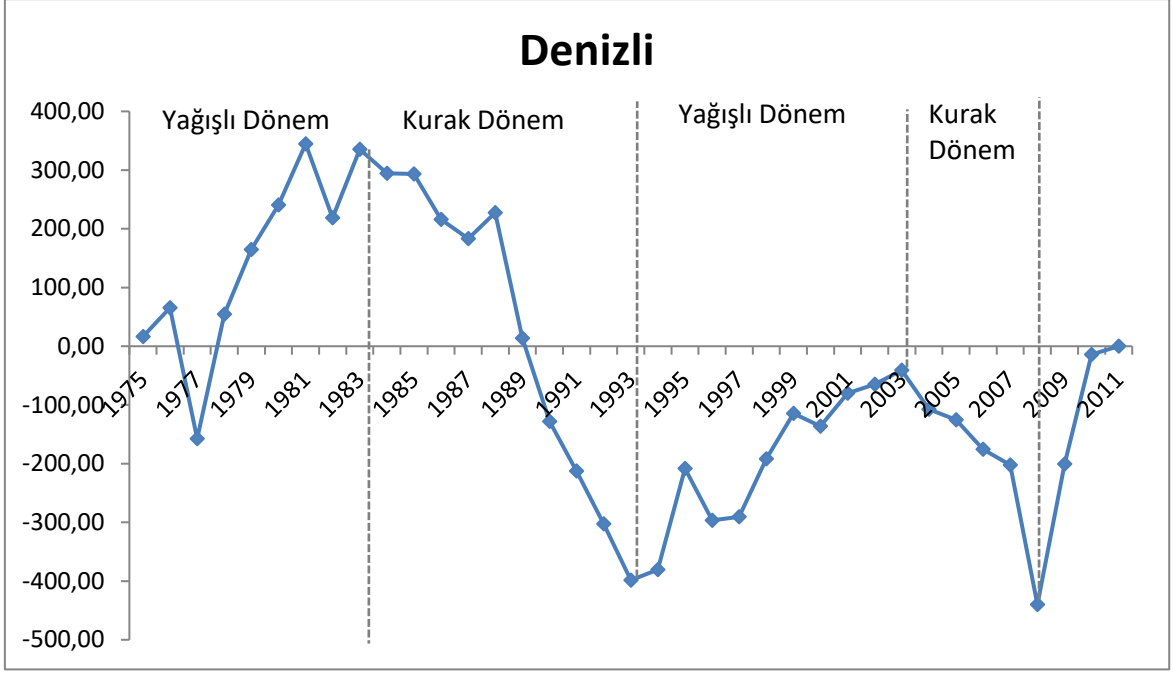
Şekil 4.13. Burdur eklenik sapma eğrisi

Burdur Meteoroloji İstasyonu yağış verileri için oluşturulmuş eklenik sapma eğrisi incelendiğinde 1975 ve 1985 yılları arasında grafikte belirgin bir artma ya da azalma trendi gözlemlenememiştir. Bu nedenle bu yıllar arası kararlı dönem olarak kabul edilmiştir. 1985 yılından 1995 yılına kadar olan dönemde ise grafikte negatif yönde bir eğilim olduğu için kurak bir dönem yaşandığı anlaşılmaktadır. 1995 yılından 2007 yılına kadar olan dönemde pozitif yönde gerçekleşen değişimden dolayı yağışlı dönem geçirildiği sonucuna varılmıştır. 2007 yılı sonrasındaki eğilimin belirsizliğinden dolayı 2007 yılı sonrası yağışlı dönem içerisine dahil edilmemiştir.



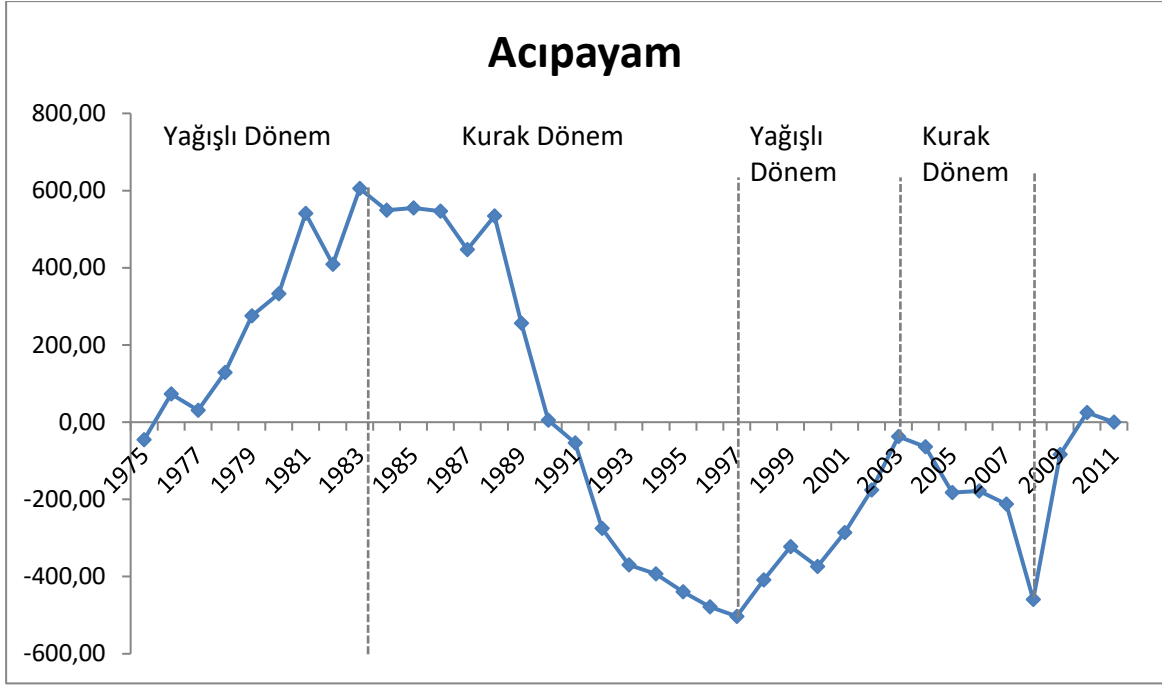
Şekil 4.14. Uluborlu Eklenik Sapma Eğrisi

Uluborlu meteoroloji istasyonu eklenik sapma eğrisine göre 1975 yılı ile 1983 yılları arasında yağışlarda artış yaşanmıştır. Bu nedenle bu dönem için yağışlı bir dönem olduğu sonucuna varılabilir. Bu yağışlı dönemi 1983 yılından 1993 yılına kadar devam eden ve yağışların ortalamadan negatif yönde saptığı bir kurak dönem takip etmiştir. 1993 ile 2003 yılları arasında ise çok ciddi bir yönelim olmamakla beraber yağışlarda meydana gelen artıştan dolayı yağışlı bir dönem yaşandığı sonucuna varılmıştır. Bu dönemi 2008 yılına kadar kurak bir dönem takip etmiştir. 2008 sonrasında genel olarak pozitif yönde bir sapma olduğu görülse de takip eden yıllara ilişkin veri yetersizliğinden dolayı yağışlı dönem olarak değerlendirilmemiştir.



Şekil 4.15. Denizli eklenik sapma eğrisi

Denizli meteoroloji istasyonu verilerine göre 1975 ve 1983 yılları arasında eklenik sapma grafiğinde pozitif yönde bir eğilim bulunmaktadır. Bu nedenle bu dönem yağışlı dönem olarak belirlenmiştir. 1983 yılı ile 1993 yılı arasında grafikte çok belirgin negatif yönlü bir eğilim gözlemlenmektedir. Bu nedenle bu dönem kurak dönem olarak belirlenmiştir. 1993 yılından 2003 yılına kadar olan dönemde ise ortalamadan hafif yukarı yönlü sapma nedeniyle yağışlı dönem olduğu sonucuna varılmıştır. Bu dönemi ise 2003 yılları ile 2007 yılları arasında kısa bir kurak bir dönem takip etmektedir. Denizli istasyonu eklenik sapma eğrisi ile Uluborlu istasyonu eklenik sapma eğrisi yağışlı ve kurak dönemler açısından büyük benzerlik göstermektedir.



Şekil 4.16. Acıpayam eklenik sapma eğrisi

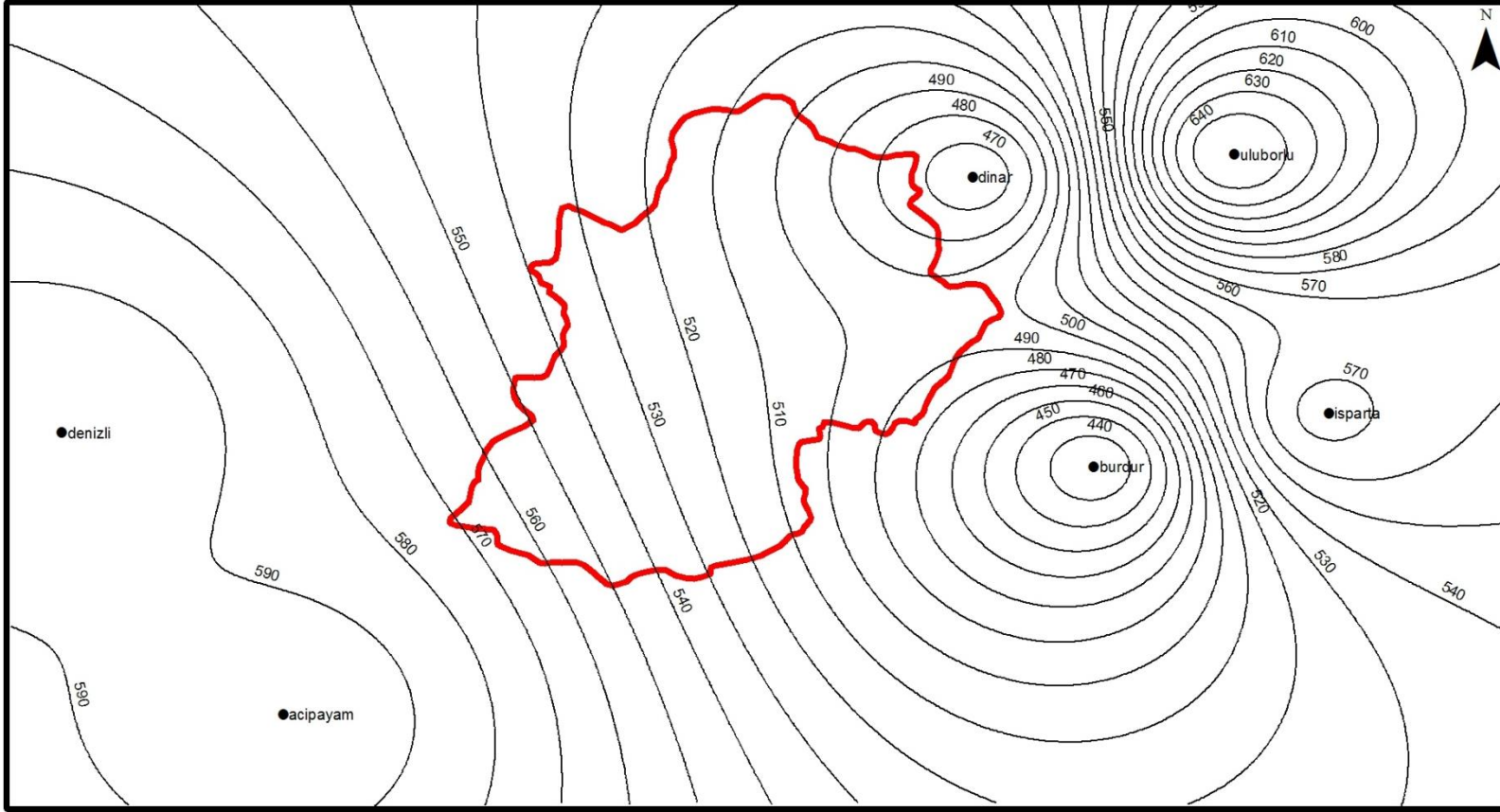
Acıpayam meteoroloji istasyonu verilerine göre hazırlanmış olan eklenik sapma grafiğinde 1975 ile 1983 yılları arasında yağışlı bir dönemin varlığı görülür. Bu dönemi 1983 ile 1997 yılları arasında uzun bir kurak dönem takip etmektedir. 1997 ve 2003 yılları arasında yağışlı bir dönem 2003 ile 2008 yılları arasında ise kurak bir dönem geçirilmiştir. Acıpayam istasyonu eklenik sapma eğrisi de yağışlı ve kurak dönemler açısından Denizli ve Uluborlu istasyonları ile benzerlik gösterir.

Bütün eklenik sapma eğrileri birlikte değerlendirildiğinde 1983 yılından başlayan ve istasyonlar arasında farklılık gösterse de genel olarak 1993 ve 1995 yıllarında sona eren bir kurak dönemin varlığı göze çarpmaktadır. Bu dönemi Isparta Meteoroloji İstasyonu haricindeki bütün istasyonlarda yağışlı bir dönem takip etmektedir. Isparta istasyonunda ise 1993 yılından sonra kararlı bir dönem yaşanmıştır.

#### 4.2.1.3. Yağışın Alansal Dağılımı

Çalışma alanına düşen yağışın belirlenebilmesi amacıyla yağışın alansal dağılımı hesaplanmıştır. Hesaplamalar yapılırken ArcGIS yazılı kullanılarak havza alanı için eş yağış eğrileri meydana getirilmiştir. Eş yağış eğrileri meydana getirilirken eklenik sapma analizi sonucu elde edilmiş olan yağışlı ve kurak dönem bilgileri kullanılmıştır. Buna göre 1983 yılında başlayan kurak döneme kadar olan dönemi kapsayacak 1975-1983 yılları arası için, ortalama 1983 ve 1993 yılları arasındaki

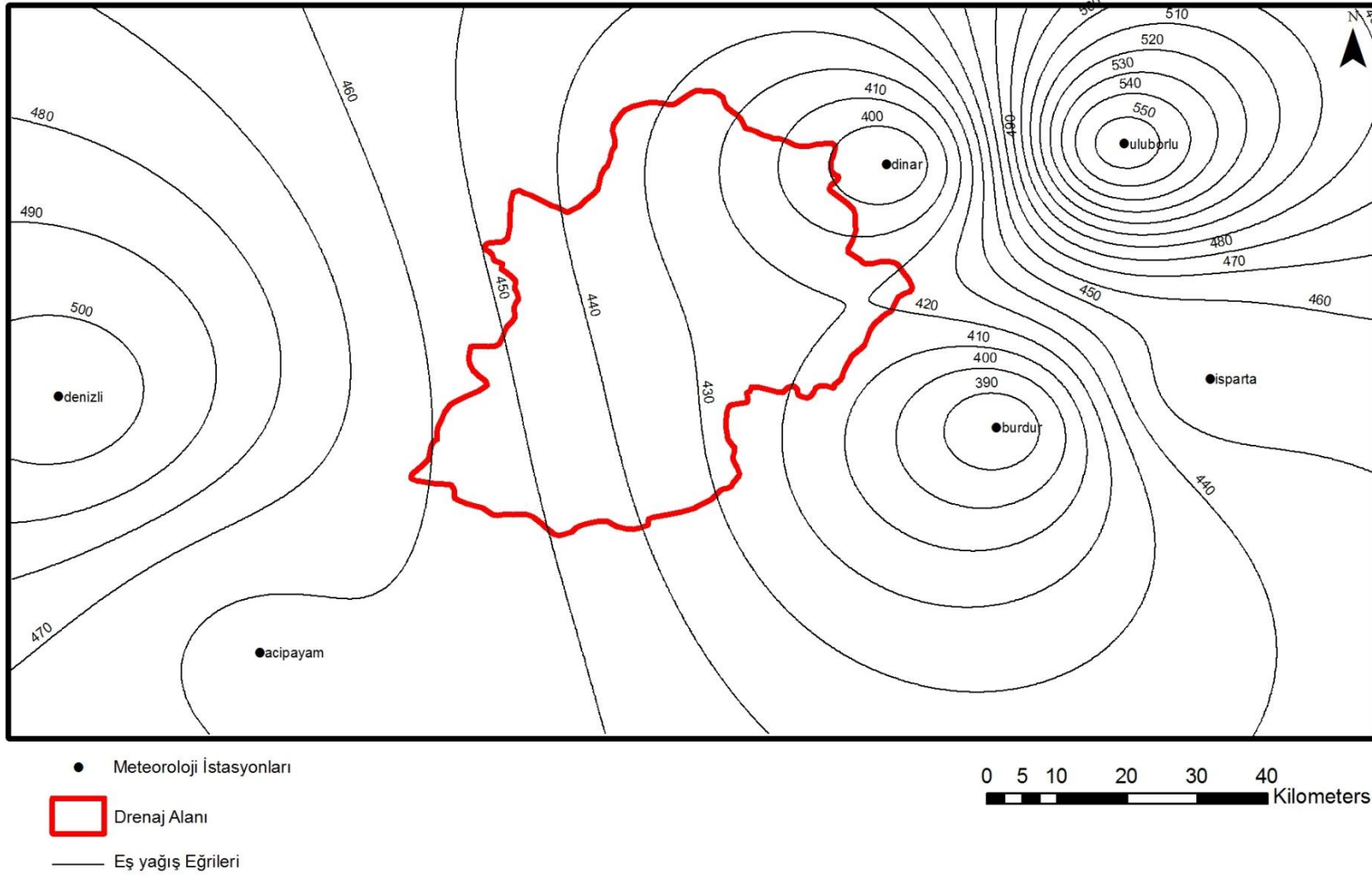
kurak dönem için, 1993 ve sonrası dönem için ve son olarak 1975 ile 2011 yılları arasındaki bütün yağışların ortalamasını kapsayan dönem için birer eş yağış eğrisi haritası oluşturulmuştur. Haritalar oluşturulurken her bir istasyonun o zaman aralığındaki ortalama yıllık yağış değeri alınmıştır.



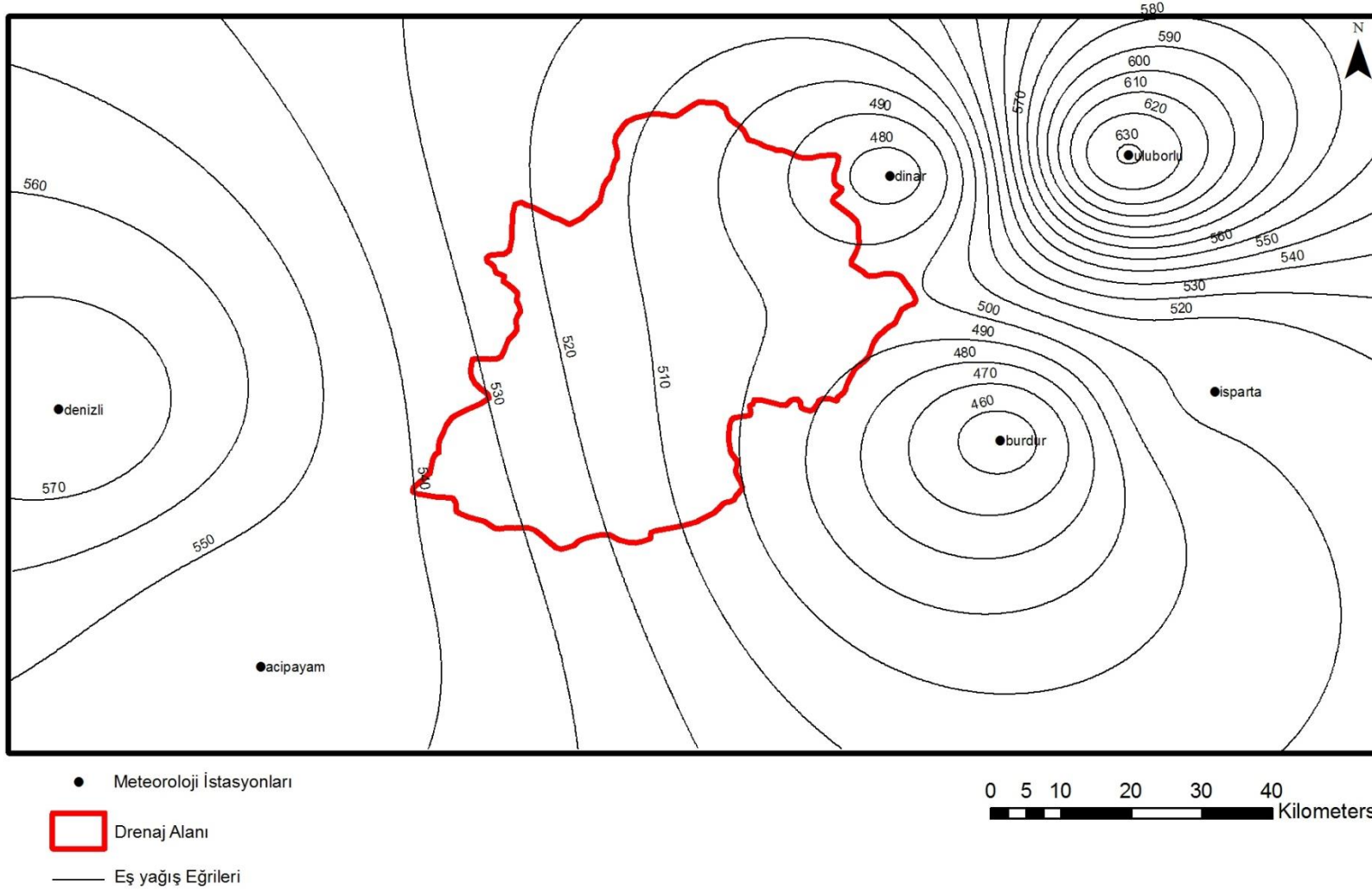
- Meteoroloji İstasyonları
- Drenaj Alanı
- Eş yağış Eğrileri

0 5 10 20 30 40  
Kilometers

Şekil 4.17. 1975-1983 yılları arası eş yağış eğrileri (izohiyet) haritası

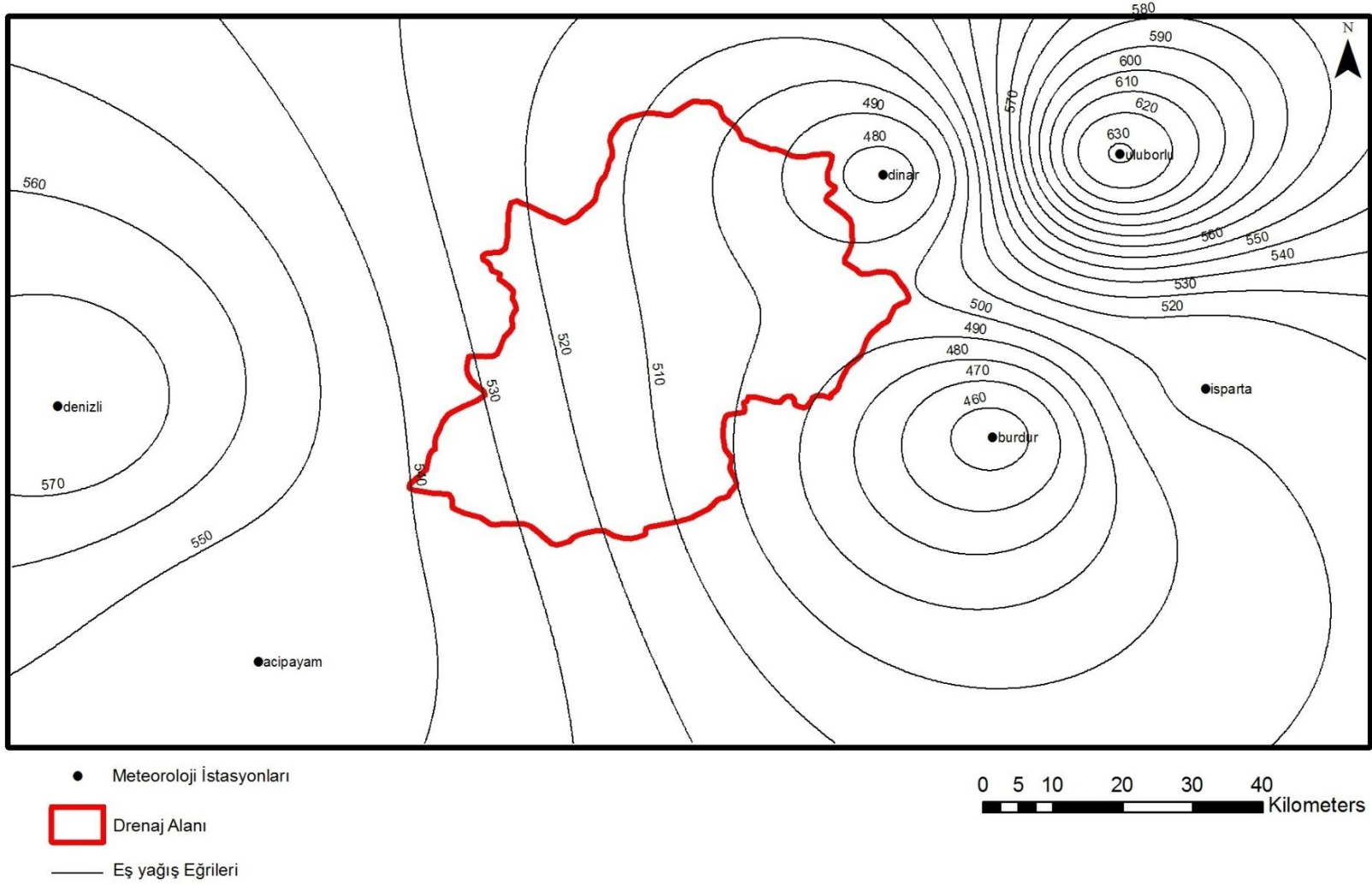


Şekil 4.18. 1983-1993 yılları arası eş yağış eğrileri haritası



Şekil 4.19. 1993-2011 yılları arası eş yağış eğrileri haritası





Şekil 4.20. 1975-2011 yılları arası eş yağış eğrileri haritası

Eş yağış eğrilerine göre yapılan hesaplama göre 2009.56 km<sup>2</sup>'lik drenaj alanına düşen yıllık ortalama yağış (P) 1975 ve 1983 yılları arasında 445.25 mm, 1983 ile 1993 yılları arasındaki kurak dönemde 432.71 mm, 1993 ile 2011 yılları arasında yağışlı geçen dönemde ise 509.72 mm olarak hesaplanmıştır. 1975 ile 2011 yılları arasındaki 37 yılın ortalama yıllık yağış verilerine göre ise drenaj alanına düşen yağış 490.26 mm olarak belirlenmiştir.

#### 4.2.2. Buharlaşma – Terleme

##### 4.2.2.1. Potansiyel Buharlaşma-Terleme

Çalışma alanındaki önemli boşalım elemanlarından biri olan buharlaşma-terlemenin hesaplanması için Isparta, Uluborlu, Burdur, Acıpayam, Denizli ve Dinar meteoroloji istasyonları 1975-2011 yılları arası aylık ortalama sıcaklık verileri kullanılmış hesaplama yöntemi olarak Thornthwaite Metodu seçilmiş ve aşağıdaki eşitlikler kullanılmıştır.

$$ET_p = 16 \left( \frac{L}{12} \right) \left( \frac{N}{30} \right) \left( \frac{10T_a}{I} \right)^A \quad (4.1)$$

$$A = (6.75 \times 10^{-7})I^3 - (7.71 \times 10^{-5})I^2 + (1.792 \times 10^{-2})I + 0.49239 \quad (4.2)$$

$$I = \sum_{i=1}^{12} \left( \frac{T_{ai}}{5} \right)^{1.514} \quad (4.3)$$

ET<sub>p</sub>: Potansiyel buharlaşma (mm)

L: Hesaplanan ayın ortalama gündüz saati

N: Hesaplanan ayın gün sayısı

T<sub>a</sub>: Hesaplanan ayın günlük ortalama sıcaklığı (°C)

I: Sıcaklık indisi

Thornthwaite Metoduna göre belirlenmiş olan potansiyel buharlaşma değerleri aylık olarak çizelge 4.3.'de verilmiştir.

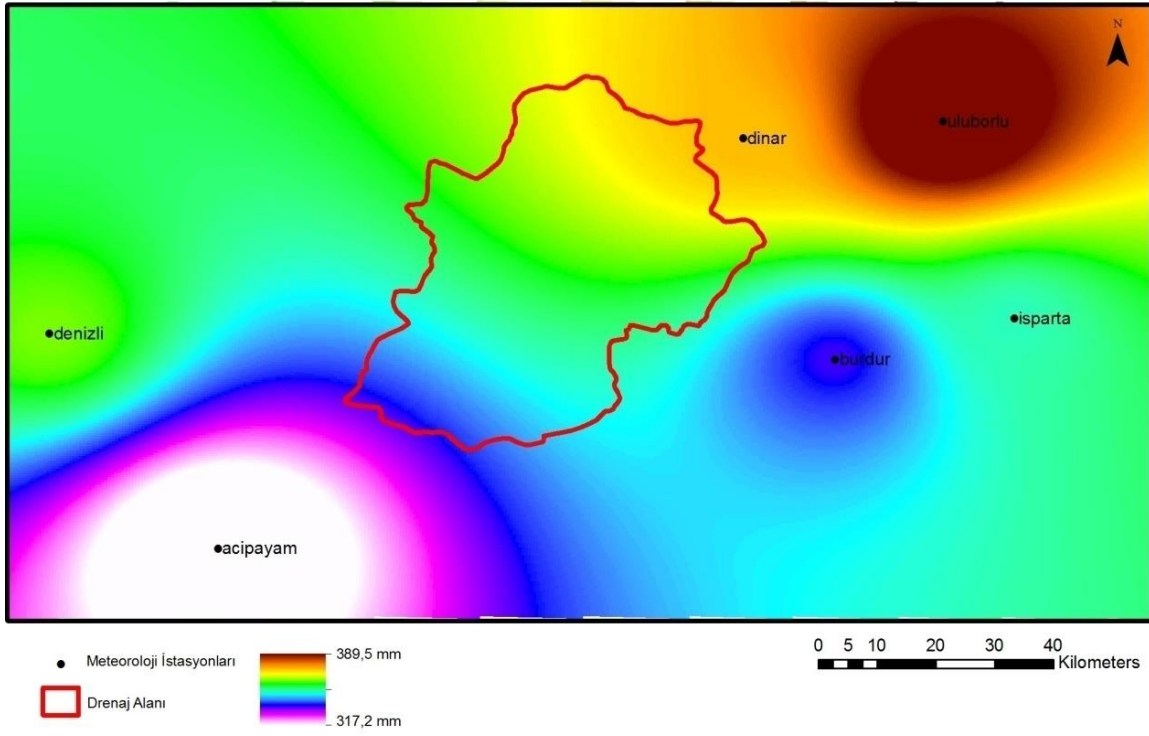
Çizelge 4.3. Potansiyel Buharlaşıma Değerleri

	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A
Isparta	4,8 4	5,54	18,9 9	40,2 2	73,3 7	98,2 0	125,0 4	110,7 6	74,1 5	46,0 3	19,4 6	7,51
Uluborlu	4,1 0	4,82	19,5 2	43,3 0	74,8 2	98,4 7	124,8 9	115,3 2	75,3 8	46,8 5	19,5 4	7,38
Burdur	5,5 4	6,28	19,4 9	38,6 8	68,0 0	93,6 9	114,5 2	105,4 2	71,6 0	44,8 4	20,1 8	8,44
Acıpayam	5,0 9	5,64	18,9 4	38,0 7	70,7 5	98,6 4	120,9 5	107,3 7	70,0 9	44,5 3	18,5 6	8,18
Denizli	9,9 3	10,1 4	22,5 5	37,8 8	61,1 2	81,0 6	94,02 94,02	85,78 85,78	60,1 1	39,8 9	21,0 7	12,6 0
Dinar	6,7 1	7,25	20,6 7	40,2 8	68,4 7	94,1 1	116,4 7	107,8 7	70,5 5	44,4 6	21,7 1	10,3 8

#### 4.2.2.2. Gerçek Buharlaşıma-Terleme

Çalışma alanında meydana gelen gerçek buharlaşmanın belirlenmesi için Thornthwaite Yöntemi ile belirlenmiş olan aylık ortalama potansiyel buharlaşma (ETp) değerleri ve aylık ortalama yağış değerleri kullanılmıştır. Yöntem olarak Thornthwaite-Mather Su Bütçesi Metodu kullanılmıştır.

Drenaj alanı içerisinde meteoroloji istasyonu bulunmadığı için ortalama buharlaşma belirlemek amacıyla ArcGIS programı yardımı ile ters mesafe ağırlıklı enterpolasyon (IDW) tekniği kullanılarak buharlaşma haritası oluşturulmuştur. (Şekil 4.18)



Şekil 4.21. Buharlaşma Haritası

Bu veriler ile drenaj alanı içerisinde meydana gelen ortalama gerçek buharlaşma (ETa) yıllık 355,74 mm olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 4.4. Isparta istasyonu Thornthwaite-Mather su bütçesi

<b>ISPARTA</b>	<b>Ocak</b>	<b>Şubat</b>	<b>Mart</b>	<b>Nisan</b>	<b>Mayıs</b>	<b>Haziran</b>	<b>Temmuz</b>	<b>Ağustos</b>	<b>Eylül</b>	<b>Ekim</b>	<b>Kasım</b>	<b>Aralık</b>	<b>Toplam</b>
<b>P (mm)</b>	65,63	57,83	53,16	58,44	46,62	28,12	13,34	12,31	18,38	35,82	52,43	71,64	513,71
<b>Etp (mm)</b>	4,84	5,54	18,99	40,22	73,37	98,20	125,04	110,76	74,15	46,03	19,46	7,51	624,11
<b>Toprak suyu (mm)</b>	100,00	100,00	100,00	100,00	73,25	3,17	0,00	0,00	0,00	0,00	32,97	97,10	606,49
<b>Eta (mm)</b>	4,84	5,54	18,99	40,22	73,37	98,20	16,51	12,31	18,38	35,82	19,46	7,51	351,15
<b>Su Eksiği (mm)</b>							108,53	98,45	55,77	10,21			272,96
<b>Su Fazlası(mm)</b>	60,79	52,29	34,17	18,22									165,46

Çizelge 4.5. Uluborlu istasyonu Thornthwaite-Mather su bütçesi

<b>ULUBORLU</b>	<b>Ocak</b>	<b>Şubat</b>	<b>Mart</b>	<b>Nisan</b>	<b>Mayıs</b>	<b>Haziran</b>	<b>Temmuz</b>	<b>Ağustos</b>	<b>Eylül</b>	<b>Ekim</b>	<b>Kasım</b>	<b>Aralık</b>	<b>Toplam</b>
<b>P (mm)</b>	76,14	68,61	65,01	68,85	57,32	32,68	21,27	11,31	21,39	49,80	60,69	86,78	619,86
<b>Etp (mm)</b>	4,10	4,82	19,52	43,30	74,82	98,47	124,89	115,32	75,38	46,85	19,54	7,38	634,39
<b>Toprak suyu (mm)</b>	100,00	100,00	100,00	100,00	82,50	16,72	0,00	0,00	0,00	2,95	44,10	100,00	646,27
<b>Eta (mm)</b>	4,10	4,82	19,52	43,30	74,82	98,47	37,99	11,31	21,39	46,85	19,54	7,38	389,49
<b>Su Eksiği (mm)</b>							86,90	104,01	53,99				244,90
<b>Su Fazlası (mm)</b>	72,04	63,79	45,49	25,55								23,50	230,38

Çizelge 4.6. Burdur istasyonu Thornthwaite-Mather su bütçesi

<b>BURDUR</b>	<b>Ocak</b>	<b>Şubat</b>	<b>Mart</b>	<b>Nisan</b>	<b>Mayıs</b>	<b>Haziran</b>	<b>Temmuz</b>	<b>Ağustos</b>	<b>Eylül</b>	<b>Ekim</b>	<b>Kasım</b>	<b>Aralık</b>	<b>Toplam</b>
<b>P (mm)</b>	50,93	39,45	46,47	52,86	41,10	26,75	15,13	7,68	16,68	34,71	41,09	58,03	430,88
<b>Etp (mm)</b>	5,54	6,28	19,49	38,68	68,00	93,69	114,52	105,42	71,60	44,84	20,18	8,44	596,69
<b>Toprak suyu (mm)</b>	100,00	100,00	100,00	100,00	73,11	6,17	0,00	0,00	0,00	0,00	20,91	70,51	570,70
<b>Eta (mm)</b>	5,54	6,28	19,49	38,68	68,00	93,69	21,30	7,68	16,68	34,71	20,18	8,44	340,66
<b>Su Eksiği (mm)</b>							93,22	97,74	54,93	10,13			256,02
<b>Su Fazlası (mm)</b>	45,39	33,17	26,98	14,18									119,71

Çizelge 4.7. Acıpayam istasyonu Thornthwaite-Mather su bütçesi

<b>ACIPAYAM</b>	<b>Ocak</b>	<b>Şubat</b>	<b>Mart</b>	<b>Nisan</b>	<b>Mayıs</b>	<b>Haziran</b>	<b>Temmuz</b>	<b>Ağustos</b>	<b>Eylül</b>	<b>Ekim</b>	<b>Kasım</b>	<b>Aralık</b>	<b>Toplam</b>
<b>P (mm)</b>	87,81	62,15	55,59	42,14	34,45	19,67	13,64	9,84	14,09	31,02	62,37	93,10	525,87
<b>ETp (mm)</b>	5,09	5,64	18,94	38,07	70,75	98,64	120,95	107,37	70,09	44,53	18,56	8,18	606,82
<b>Toprak suyu (mm)</b>	100,00	100,00	100,00	100,00	63,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	43,81	100,00	607,51
<b>ETa (mm)</b>	5,09	5,64	18,94	38,07	70,75	83,37	13,64	9,84	14,09	31,02	18,56	8,18	317,18
<b>Su Eksiği (mm)</b>						15,27	107,31	97,54	56,00	13,51			289,63
<b>Su Fazlası (mm)</b>	82,71	56,52	36,65	4,07								28,73	208,68

Çizelge 4.8. Denizli istasyonu Thornthwaite-Mather su bütçesi

<b>DENİZLİ</b>	<b>Ocak</b>	<b>Şubat</b>	<b>Mart</b>	<b>Nisan</b>	<b>Mayıs</b>	<b>Haziran</b>	<b>Temmuz</b>	<b>Ağustos</b>	<b>Eylül</b>	<b>Ekim</b>	<b>Kasım</b>	<b>Aralık</b>	<b>Toplam</b>
<b>P (mm)</b>	80,28	72,78	64,52	58,12	41,24	23,62	19,60	9,16	14,60	36,75	63,73	84,95	569,34
<b>ETp (mm)</b>	9,93	10,14	22,55	37,88	61,12	81,06	94,02	85,78	60,11	39,89	21,07	12,60	536,15
<b>Toprak suyu (mm)</b>	100,00	100,00	100,00	100,00	80,12	22,68	0,00	0,00	0,00	0,00	42,66	100,00	645,46
<b>ETa (mm)</b>	9,93	10,14	22,55	37,88	61,12	81,06	42,28	9,16	14,60	36,75	21,07	12,60	359,14
<b>Su Eksiği (mm)</b>							51,74	76,62	45,51	3,14			177,01
<b>Su Fazlası (mm)</b>	70,35	62,64	41,97	20,23								15,00	210,20

Çizelge 4.9. Dinar istasyonu Thornthwaite-Mather su bütçesi

<b>DİNAR</b>	<b>Ocak</b>	<b>Şubat</b>	<b>Mart</b>	<b>Nisan</b>	<b>Mayıs</b>	<b>Haziran</b>	<b>Temmuz</b>	<b>Ağustos</b>	<b>Eylül</b>	<b>Ekim</b>	<b>Kasım</b>	<b>Aralık</b>	<b>Toplam</b>
<b>P (mm)</b>	45,55	40,91	47,18	60,24	47,35	29,71	16,84	13,28	15,45	38,22	45,72	49,25	449,69
<b>ETp (mm)</b>	6,71	7,25	20,67	40,28	68,47	94,11	116,47	107,87	70,55	44,46	21,71	10,38	608,93
<b>Toprak suyu (mm)</b>	100,00	100,00	100,00	100,00	78,88	14,48	0,00	0,00	0,00	0,00	24,01	62,87	580,24
<b>ETa (mm)</b>	6,71	7,25	20,67	40,28	68,47	94,11	31,32	13,28	15,45	38,22	21,71	10,38	367,84
<b>Su Eksiği (mm)</b>							85,14	94,60	55,10	6,24			241,08
<b>Su Fazlası (mm)</b>	38,84	33,66	26,52	19,96									118,97

### 4.2.3. Yüzeysel Akış ve Süzülme

Yüzeysel akışın (R) ve yer altına süzülme (ı) belirlenebilmesi için öncelikle her bir istasyon için Turc Metodu ile akım açığı belirlenmiştir. Akım açığı hesaplanırken eşitlik 4.4 ve eşitlik 4.5 kullanılmıştır.

$$D = \frac{P}{\sqrt{0.9 + \left(\frac{P^2}{L^2}\right)}} \quad (4.4)$$

$$L = 300 + 25t + 0.05t^3 \quad (4.5)$$

P: Yıllık ortalama yağış (mm)

D: Akım açığı (mm)

T: Ortalama Sıcaklık (°C)

Her bir istasyon için 1975-2011 yılları arası için ayrı ayrı akım açığı hesaplanmıştır. Akım açığı yağışın buharlaşma ve süzülme ile kaybedilip yüzeysel akışa geçmeyen kısmını ifade eder. Yüzeysel akışa geçen miktarın bulunması için yıllık ortalama yağıştan akım açığı çıkartılmıştır. Yer altına süzülmenin belirlenmesi için ise Thornthwaite-Mather su bütçesi yöntemi ile belirlenmiş olan gerçek buharlaşma değerleri kullanılmıştır. Drenaj alanında meydana gelen yüzelsel akış ve süzülme çizelge 4. 10'da verilmiştir.

Çizelge 4.10. Yüzeysel akış ve süzülme

	P (mm)	ETa (mm)	D (mm)	ı (mm)	R (mm)
<b>Isparta</b>	512,61	351,15	417,17	66,02	95,44
<b>Uluborlu</b>	614,46	389,49	460,92	71,44	153,54
<b>Burdur</b>	431,57	340,66	384,32	43,65	47,25
<b>Acıpayam</b>	529,28	317,18	430,73	113,55	98,55
<b>Denizli</b>	560,93	359,14	492,41	133,27	68,52
<b>Dinar</b>	451,23	367,84	394,09	26,25	57,14

Yağış ve sıcaklığın alansal dağılımına göre hesaplandığında drenaj alanı içerisinde akım açığı 423,20 mm olarak bulunmuştur. Bu değere göre ortalama yüzeysel akış 67,06 mm ve süzülme ise 67,46 mm olarak hesaplanmıştır.



### **4.3. Hidrolojik Bütçe ve Su Kaynakları Potansiyeli**

#### **4.3.1. Havza Ölçeğinde Hidrolojik Bütçe**

Acıgöl Havzası yaklaşık olarak 2010 km<sup>2</sup>'lik bir drenaj alanına sahiptir. Yapıla yağış analizleri sonucunda 1975 ile 2011 yılları arasındaki 37 yıllık dönemde havza alanına yıllık ortalama 490,26 mm yağış düştüğü hesaplanmıştır. Buna göre her yıl havza alanına düşen ortalama yağış hacmi  $985,2 \times 10^6$  m<sup>3</sup>'tür.

Havza alanında Thorthwaite metodu ve Thorntwaite – Mather Su Bütçesi ile yapılan hesaplamalara göre ortalama 355,74 mm'lik gerçek buharlaşma – terleme gerçekleşmektedir. Buna göre havzaya düşen  $985 \times 10^6$  m<sup>3</sup> 'lük yağış hacminin yaklaşık %72,6'sı buharlaşma yoluyla sistemden ayrılmaktadır. Bu miktar yıllık olarak  $714,9 \times 10^6$  m<sup>3</sup> su hacmine tekabül etmektedir.

Turc Metodu kullanılarak yapılan hesaplara göre havza alanında yıllık 423,2 mm akım açığı oluşmaktadır. Yıllık ortalama yağış ve gerçek buharlaşma – terleme hesaplamaları ile yağışın yıllık ortalama 67,06 mm'lik kısmının yüzeyle akışa geçtiği 67,46 mm'lik kısmının ise yer altına süzüldüğü hesaplanmıştır. Buna göre havza alanında her yıl ortalama  $134,8 \times 10^6$  m<sup>3</sup> su hacmi yüzeysel akışa geçmekte,  $134,6 \times 10^6$  m<sup>3</sup> su hacmi de yer altına süzülmemektedir.

#### **4.3.2. Çalışma Alanı Yeraltı Suyu Bütçesi**

Çalışma alanı, Acıgöl Havzasının güneybatısında yüzeyleylenmiş olan mesozoyik yaşlı kireçtaşı birimleridir. Bu birimlerin havza içerisinde yüzlek verdiği toplam alan 76,12 km<sup>2</sup>'dir.

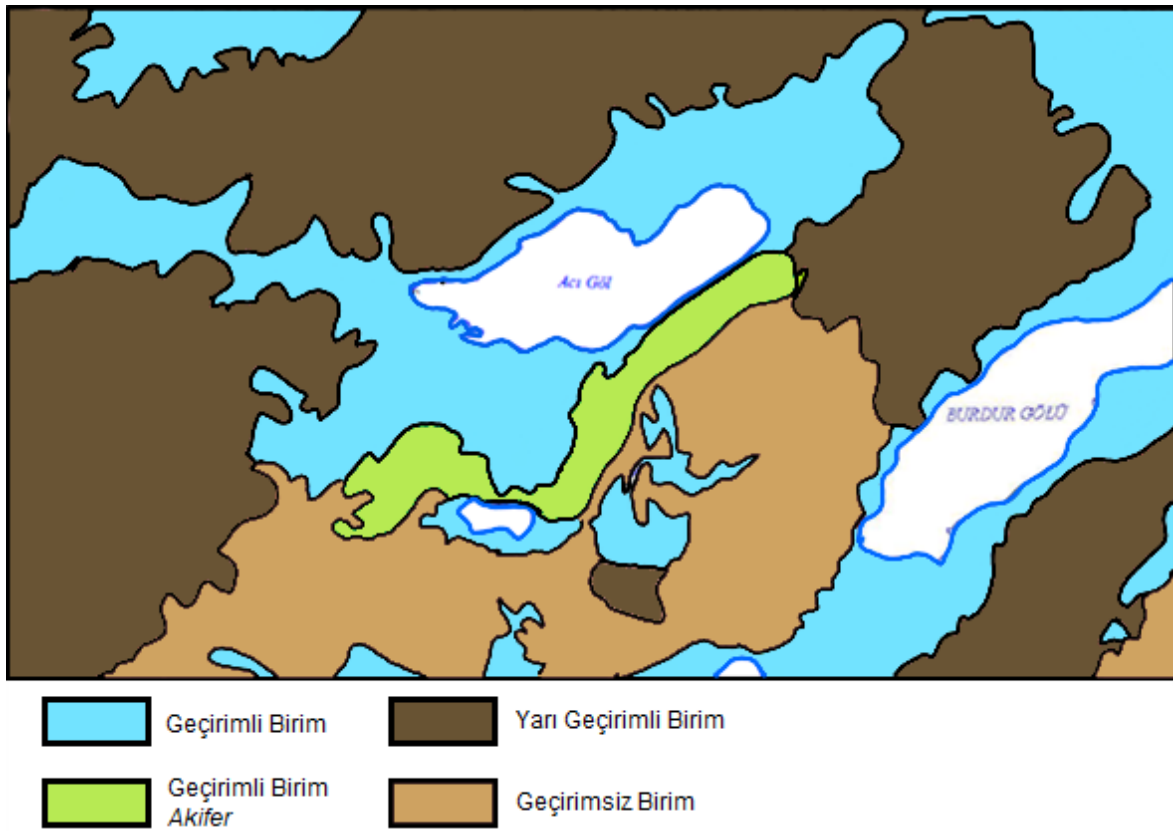
Yalnızca çalışma konu olan kireçtaşı birimleri üzerine düşen yağış hacmi yıllık  $37,32 \times 10^6$  m<sup>3</sup>'tür. Bu hacmin yıllık ortalama  $27,08 \times 10^6$  m<sup>3</sup>'lük kısmı su buharlaşma ile kaybolmaktadır.  $5,14 \times 10^6$  m<sup>3</sup>/yıl kadarlık bir yer altı suyuna süzülme ve  $5,10 \times 10^6$  m<sup>3</sup>/yıl kadar yüzeysel akışa geçen bir miktar bulunmaktadır.

## 5. HİDROJEOLOJİ

### 5.1. Hidrostratigrafik Birimler

Çalışma alanında kuvaterner, neojen, oligosen ve mesozoyik birimler yer almaktadır. Bu birimler hidrojeolojik özellikler bakımından farklılık göstermektedir. Bu kapsamda çalışma alanı ve dolaylarındaki jeolojik unsurlar hidrojeolojik özellikleri bakımından derlenmiştir.

Havza alanı ve civarının hidrojeolojik haritası şekil 5.1'de verilmiştir.



Şekil 5.1. Havza alanı ve civarının hidrojeoloji haritası

#### 5.1.1. Geçirimli Birimler ve Akiferler

Akifer; bünyesinde su bulunduran ve önemli ölçüde suyun içinden geçerek hareketine imkân veren bir ya da birden fazla jeolojik formasyondur [64]. Havza alanında, güneybatı kesimlerinde yer alan mesozoyik yaşlı kireçtaşı birimleri kırık ve çatlaklı yapıları dolayısıyla yüksek geçirimsizlik göstermekte ve çalışmaya konu olan karstik akiferi meydana getirmektedir. Bu birimleri kuzeybatıda sınırlayan Acıgöl Fayı boyunca akiferi boşaltan çok sayıda kaynak yer almaktadır.

Çalışma alanında bir diğer geçirimli birim kuvaterner yaşlı güncel çökellerdir. Bu birimler yamaç molozları, alüvyonlar ve alüvyal yelpazeler ile temsil edilir. Havza tabanında kil, mil ve kum gibi unsurlardan oluşmakla birlikte üst seviyelerde pekişmemiş çakıl, kum ve blok birikintileri şeklindedir.

#### **5.1.2. Yarı Geçirimli Birimler ve Akitardlar**

Akitard; yarı geçirimli yapıya sahip, akifere oranla daha düşük su geçirimliliğine sahip jeolojik birimlerdir [64].

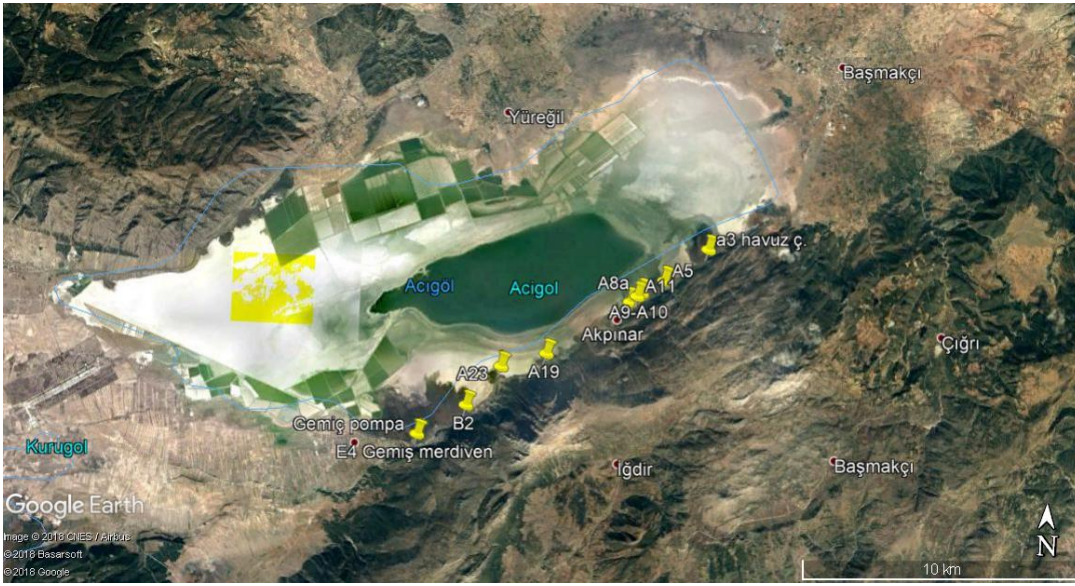
Havza alanındaki neojen ve oligosen yaşlı birimler konglomera, kumtaşı içeriğinin yanı sıra çamurtaşı, kiltası ve kireçtaşı dolgusu içermektedir. Yer yer karasal kireçtaşı seviyeleri de havza alanı içerisinde yüzeylemektedir. Bu birimler boşlukların dolması nedeniyle düşük geçirimli özelliğe sahiptir ve bu nedenle akitard olarak tanımlanmışlardır.

#### **5.1.3. Geçirimsiz Birimler**

Havza alanına Marmaris napı ile yerleşmiş olan ve havzada özellikle peridotitler ile karakterize olan ofiyolit melanji yer altı suyu ihtiva etmemesi ve geçirimliliği olmaması dolayısıyla geçirimsiz birim olarak tanımlanmıştır. Bu birim, çalışma alanında akifer olarak tanımlanmış olan mesozoyik yaşlı kireçtaşı birimleri güneybatı da sınırlandırmaktadır.

## 6. SUYUN KİMYASAL-FİZİKSEL ÖZELLİKLERİ VE İZOTOP HİDROLOJİSİ

Arazi çalışmaları sırasında incelenen karstik akiferin hidrojeolojik özelliklerinin ortaya konulabilmesi amacıyla söz konusu akiferden kaynağını alan su çıkışlarından dönemsel olarak su örnekleri alınmış ve bazı yerinde ölçüm çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Örnekleme yapılan kaynak çıkışları Şekil 6.1.'de verilmiştir. Su örneklerine ilişkin parametreler fiziksel ve kimyasal özellikler olmak üzere iki ana başlık altında incelenmiştir.



Şekil 6.1. Örnek noktaları

### 6.1. Yerinde Ölçümler

Kaynak sularına ilişkin fiziksel özelliklerin ölçümleri kaynak başında gerçekleştirilmiştir. Ölçümü gerçekleştirilen fiziksel özellikler başlıca şunlardır;

- Sıcaklık
- Elektriksel İletkenlik
- Toplam Çözünmüş Katılar (TÇK)
- Tuzluluk
- Çözünmüş Oksijen
- pH

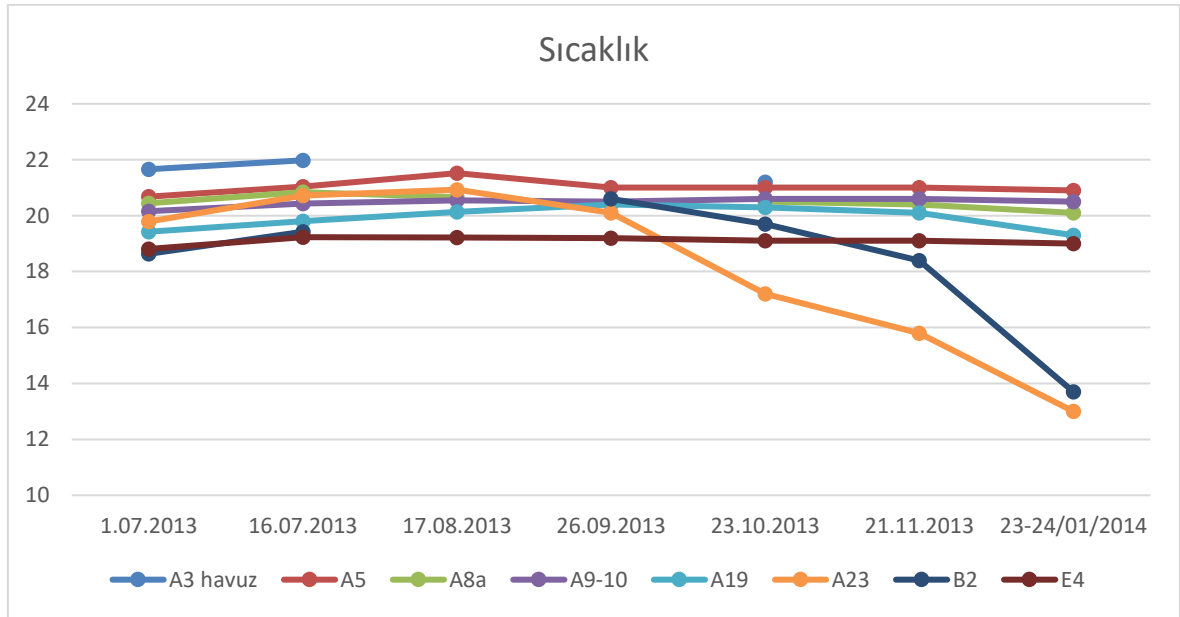
#### 6.1.1. Sıcaklık (T)

Çalışma alanında yerinde ölçümü yapılan fiziksel özelliklerden biri olan sıcaklığa ilişkin 8 kaynaktan alınan değerler çizelge 6.1.'de verilmiştir.

Çizelge 6.1. Sıcaklık ölçümleri

	Sıcaklık (°C)							
	A3 havuz	A5	A8a	A9-10	A19	A23	B2	E4
1.07.2013	21,66	20,68	20,44	20,16	19,43	19,79	18,64	18,81
16.07.2013	21,98	21,04	20,84	20,43	19,8	20,72	19,43	19,23
17.08.2013	-	21,52	20,66	20,55	20,14	20,93	-	19,22
26.09.2013	-	21	-	20,5	20,4	20,1	20,6	19,2
23.10.2013	21,2	21	20,5	20,6	20,3	17,2	19,7	19,1
21.11.2013	-	21	20,4	20,6	20,1	15,8	18,4	19,1
23-24.01.2014	-	20,9	20,1	20,5	19,3	13	13,7	19

Elde edilmiş olan veriler zamana göre sıcaklığın değişimini gösteren bir grafik üzerine işlenmiştir. Meydana gelen grafik şekil 6.2.'de verilmiştir.



Şekil 6.2. Sıcaklığın zamana göre değişimi

Oluşturulan grafik incelendiğinde A3 havuz örnek noktasından sürekli veri alınamamış olduğu için yorum yapılmasının mümkün olunmadığı görülmektedir. A5, A9-10, A8a, A19 ve E4 örnek noktalarında yapılan ölçümlerin sıcaklıklarının zamansal değişimini bakıldığında Temmuz ve ocak ayları arasında yapılan ölçümler arasında sıcaklık farklılıkları minimal düzeydedir. Bu noktalardaki su sıcaklığının mevsimden bağımsız olduğu görülmektedir.

A23 ve B2 ölçüm noktalarının sıcaklık değişimlerini bakıldığında ise temmuz ve ekim aylarında 20°C dolaylarında olan su sıcaklığı daha sonraki ölçümlerde 13 °C dolaylarına kadar kademeli olarak düşmüştür.

Mevsimsel olarak sıcaklıktaki değişime bakıldığında A23 ve B2 ölçüm noktalarına ulaşan suların diğer ölçüm noktalarına göre daha sığ dolaşımli olduğu ve bu nedenle mevsimsel sıcaklık değişimlerinin gözlemlenmesinin mümkün olduğu sonucuna ulaşılabilir.

Mevsimsel sıcaklık değişikliği göstermeyen örneklere bakıldığında ise; E4 noktasında yapılan ölçümlerin ortalamasının yaklaşık olarak 19,1 °C olduğu, buna karşılık diğer noktalardaki ortalama ölçümlerin 20-21 °C dolaylarında olduğu görülmektedir.

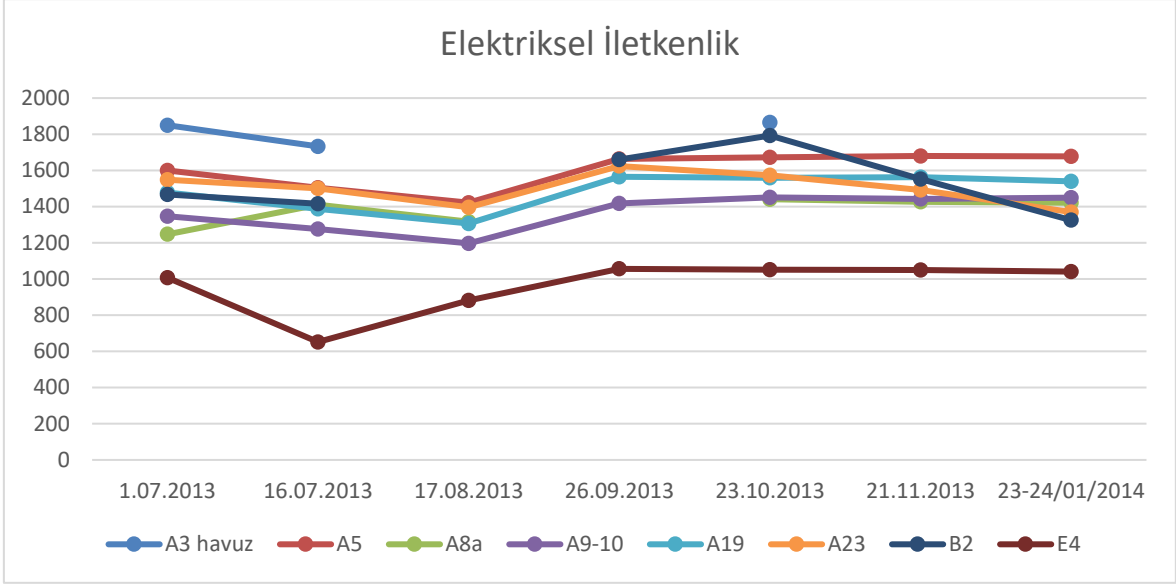
#### 6.1.2. Elektriksel İletkenlik (EC)

Çalışma alanında belirlenmiş olan 8 noktada yapılan elektriksel iletkenlik ölçümleri çizelge 6.2.'de verilmiştir.

Çizelge 6.2. Elektriksel iletkenlik ölçümleri

	Elektriksel İletkenlik (µs/cm)							
	A3 havuz	A5	A8a	A9-10	A19	A23	B2	E4
1.07.2013	1850	1600	1247	1347	1478	1549	1467	1007
16.07.2013	1733	1504	1410	1276	1388	1500	1416	652
17.08.2013		1422	1316	1197	1307	1396		882
26.09.2013		1663		1418	1565	1624	1660	1056
23.10.2013	1865	1672	1441	1451	1560	1574	1793	1051
21.11.2013		1680	1426	1443	1563	1492	1552	1049
23-24/01/2014		1678	1422	1450	1539	1370	1325	1040

Ölçülmüş olan EC değerleri ölçüm tarihlerine göre grafik üzerine yerleştirildiğinde şekil 6.3. elde edilmiştir.



Şekil 6.3. Elektriksel iletkenliğin zamana göre değişimi

Elektriksel iletkenlik suyun elektrik akımını iletebilme kabiliyetidir. Su içerisinde çözülmüş olan tuzlar ve diğer kimyasal maddeler pozitif ve negatif yüklü iyonlara ayrılarak suyun elektriksel iletkenliğini doğrudan etkiler. Elektriksel iletkenliğin su içerisinde çözülmüş olan maddelere bağlı olması dolayısıyla akifer ile daha uzun süre temas halinde kalan sular daha azla çözülmüş maddeye sahip olacağından daha yüksek elektriksel iletkenliğe sahip olacaktır.

Su örneklerinin elektriksel iletkenliklerinin zaman göre değişimi incelendiğinde A8a örnek noktası dışındaki örnek noktalarında temmuz-ağustos döneminde azalan ve eylül ayından itibaren belirli dolaylarda sabitlenen elektriksel iletkenlik göze çarpmaktadır. A8a noktasında yapılan ölçümler ile diğer noktalardaki eğilimden farklı bir grafik sunmaktadır. Bu noktada yapılan ölçümler temmuz ayı ölçümlerinde elektriksel iletkenlikte artış olduğunu göstermektedir.

A3 ölçüm noktasında ise kış aylarında elektriksel iletkenlik düşüş göstermektedir. Bu durumun kış aylarında yüzey suyunun katkısının artış gösterdiği bu nedenle akiferle temas halindeki iletkenliği görece olarak daha yüksek suların katkısının oransal olarak azalmasından kaynaklandığı şeklinde yorum yapılabilir.

Ayrıca E4 noktasında yapılan ölçümler grafik üzerinde belirgin olarak diğer ölçüm noktalarından ayrılmaktadır.

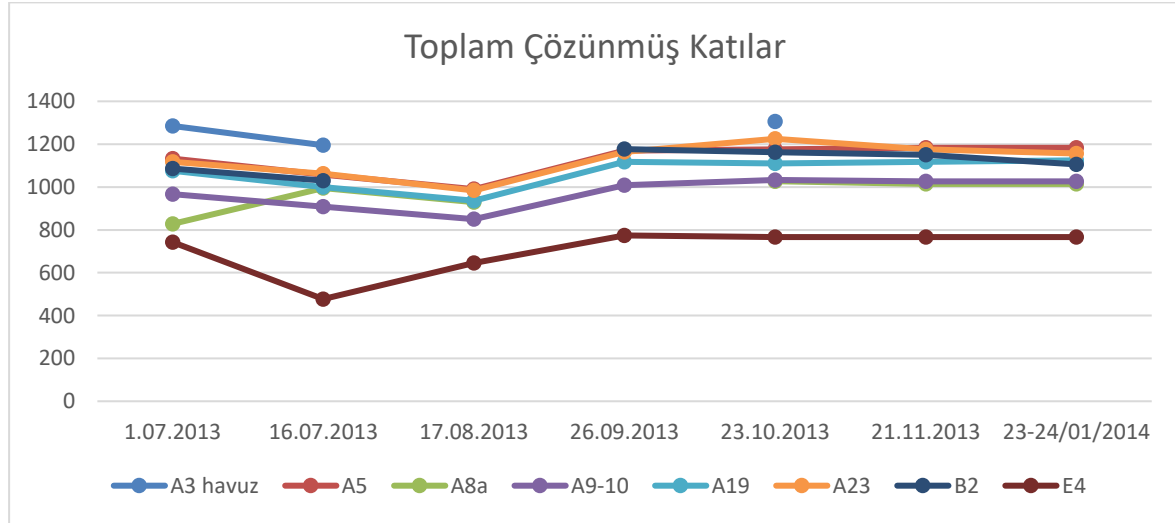
### 6.1.3. Toplam Çözünmüş Katılar (TÇK)

Toplam çözünmüş katılar (TDS), suda çözelti halinde bulunan inorganik tuzları ve az miktarda organik maddeyi tanımlamak için kullanılan terimdir. 8 adet ölçüm noktasında yapılan TDS ölçümleri çizelge 6.3.'de verilmiştir.

Çizelge 6.3. Toplam çözünmüş katılar (TDS) ölçümleri

	Toplam Çözünmüş Katılar							
	A3 havuz	A5	A8a	A9-10	A19	A23	B2	E4
1.07.2013	1285	1132	828	966	1075	1118	1086	742
16.07.2013	1195	1058	995	908	999	1062	1030	477
17.08.2013		990	929	850	936	984		645
26.09.2013		1170		1008	1118	1164	1177	774
23.10.2013	1306	1176	1027	1033	1110	1225	1163	767
21.11.2013		1183	1014	1027	1118	1176,5	1150,5	767
23-24/01/2014		1183	1014	1027	1124,5	1157	1105	767

Yapılan TÇK ölçümlerinin zamana göre değişimi şekil 6.4.'de verilmiştir.



Şekil 6.4. Toplam çözünmüş katıların zamana göre değişimi

Örnek noktalarında yapılan ölçümlerde toplam çözünmüş katıların (TDS) zamansal değişimi elektriksel iletkenlik ile örtüşen bir eğilim göstermektedir. A8a noktasında EC ölçümlerinde olduğu gibi genel eğilimden farklı bir zamansal değişim göze çarpmaktadır.



E4 örnek noktasında TDS ölçümleri 400-800 aralığında değişirken diğer noktalar için bu aralık 800-1200 şeklindedir. E4 noktası TDS açısından incelendiğinde de diğer ölçüm noktalarından ayrılmaktadır.

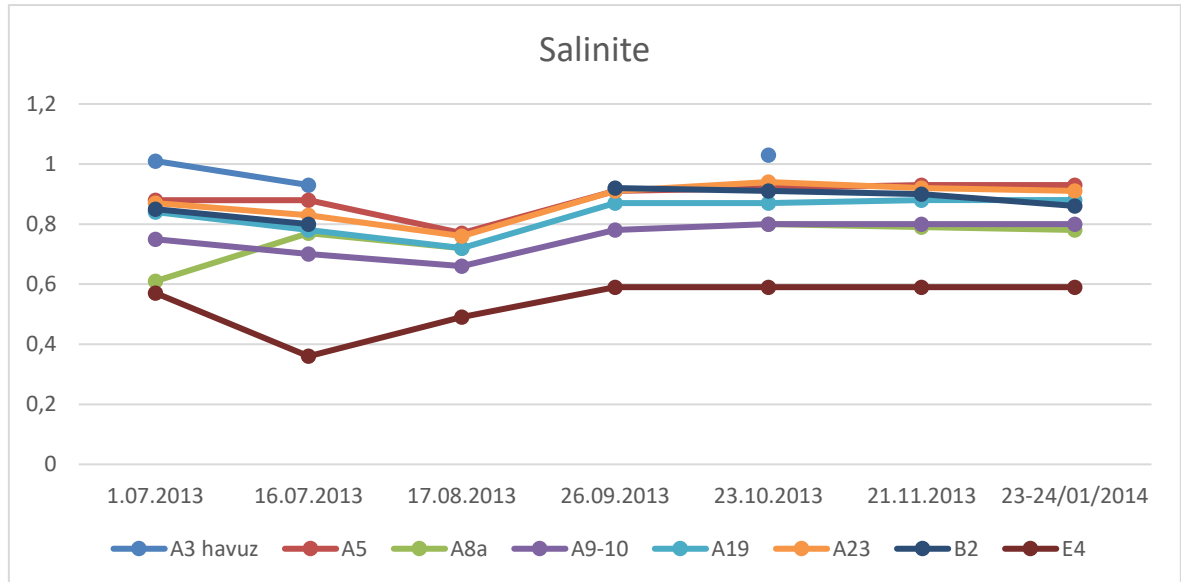
#### 6.1.4. Tuzluluk

Tuzluluk, temel olarak sudaki bütün çözülmüş tuzların konsantrasyonunu ifade eder. Çalışma alanında yerinde gerçekleştirilen Tuzluluk ölçümleri çizelge 6.4.'de verilmiştir.

Çizelge 6.4. Tuzluluk ölçümleri

Sal	Tuzluluk (‰)							
	A3 havuz	A5	A8a	A9-10	A19	A23	B2	E4
1.07.2013	1,01	0,88	0,61	0,75	0,84	0,87	0,85	0,57
16.07.2013	0,93	0,88	0,77	0,7	0,78	0,83	0,8	0,36
17.08.2013		0,77	0,72	0,66	0,72	0,76		0,49
26.09.2013		0,91		0,78	0,87	0,91	0,92	0,59
23.10.2013	1,03	0,92	0,8	0,8	0,87	0,94	0,91	0,59
21.11.2013		0,93	0,79	0,8	0,88	0,92	0,9	0,59
23-24/01/2014		0,93	0,78	0,8	0,88	0,91	0,86	0,59

Tuzluluğun zamana göre değişimi şekil 6.5.'de verilmiştir.



Şekil 6.5. Tuzluluğun zamana göre değişimi

Ölçüm noktalarında ortalama tuzluluk değerleri genel olarak ‰0,6-1 değerleri arasında değişkenlik göstermektedir. Temmuz ayından ağustos ayına kadar azalan tuzluluk değerleri eylül-ocak ayları arasında sabit bir aralıkta seyretmektedir.

E4 noktasında ise diğer noktalardan daha düşük ölçüm değerleri bulunmaktadır. A8a noktası EC ve TDS ölçümlerinde olduğu gibi genel eğilimden farklı bir zamansal değişkenlik içerisindedir.

#### 6.1.5. Çözünmüş Oksijen (ÇO)

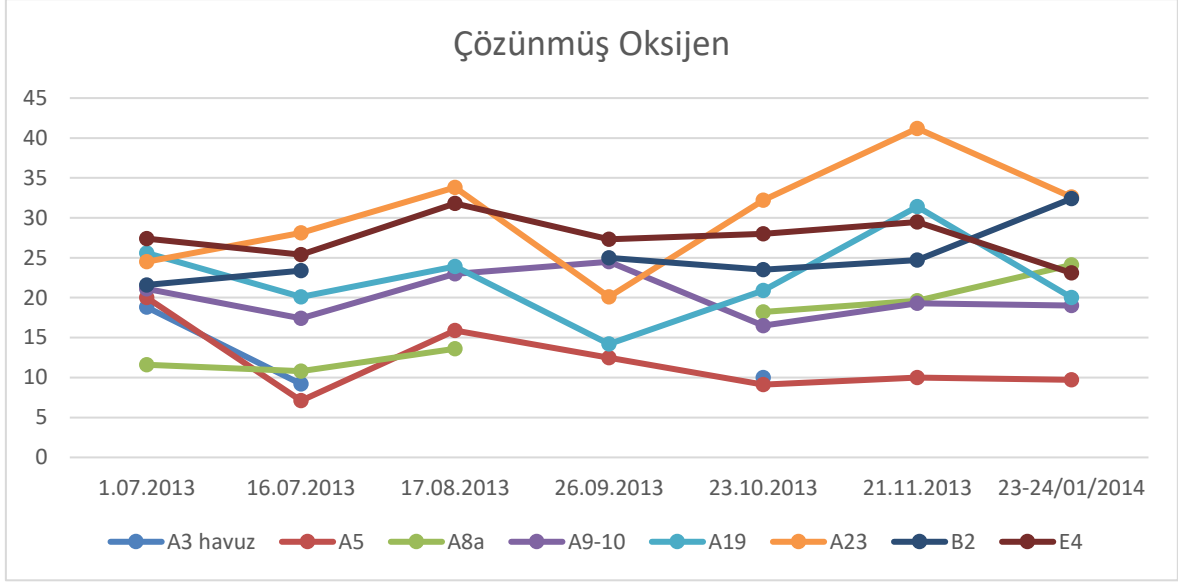
Çözünmüş Oksijen, suda çözünen gaz halindeki oksijenin (O<sub>2</sub>) miktarını ifade eder. Oksijen; atmosferden doğrudan emilim, hızlı hareket veya bitki fotosentezinin atık ürünü olarak suya girebilir. Su sıcaklığı ve hareketli su hacmi çözünmüş oksijen seviyelerini etkileyebilir.

Çalışma alanında yerinde ölçülmüş çözünmüş oksijen seviyeleri çizelge 6.5.'de verilmiştir.

Çizelge 6.5. Çözünmüş oksijen ölçümleri

	Çözünmüş Oksijen (%)							
	A3 havuz	A5	A8a	A9-10	A19	A23	B2	E4
1.07.2013	18,8	20	11,6	21,1	25,6	24,5	21,6	27,4
16.07.2013	9,2	7,1	10,8	17,4	20,1	28,1	23,4	25,4
17.08.2013		15,9	13,6	23	23,9	33,8		31,8
26.09.2013		12,5		24,5	14,2	20,1	25	27,3
23.10.2013	10	9,1	18,2	16,5	20,9	32,2	23,5	28
21.11.2013		10	19,6	19,3	31,4	41,2	24,7	29,5
23-24/01/2014		9,7	24,1	19	20	32,6	32,4	23,1

Çözünmüş oksijenin zamana göre değişimi şekil 6.6.'da verilmiştir.



Şekil 6.6. Çözünmüş oksijenin zamana göre değişimi

Ölçüm noktalarındaki çözünmüş oksijen miktarları genel olarak yüksek değişkenlik göstermektedir. Genel anlamda A19 ile A23 ölçüm noktalarının ve A5 ile E4 noktalarının zamana göre benzer trendler göstermelerine karşın korelasyonun varlığına ilişkin bir yorum yapmaya yetecek bulgu bulunmamaktadır.

E4, A9-10 ve B2 ölçüm noktaları diğer ölçüm arasında yapılan ölçümlerde en düşük standart sapmaya sahip ölçüm noktalarıdır.

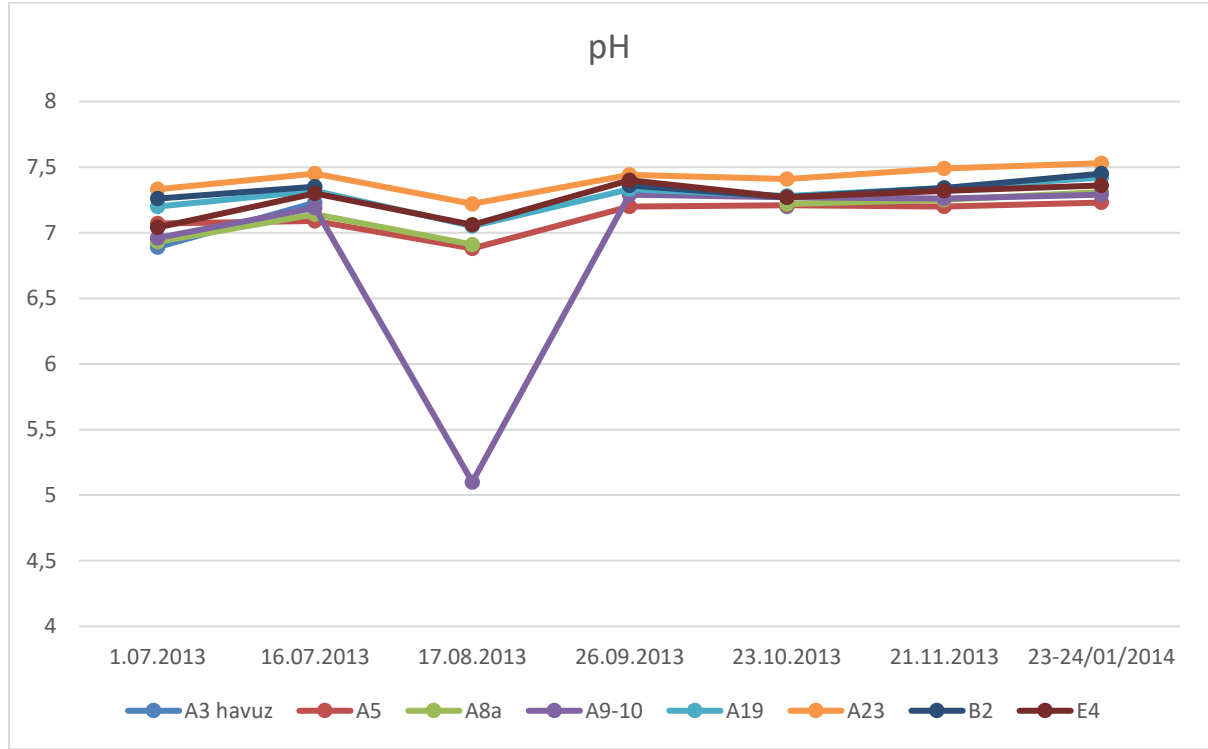
#### 6.1.6. pH

Sudaki hidrojen iyonu derişiminin bir ölçüsü olan pH, suyun ne kadar asidik ya da bazik olduğunu ifade eder. Çalışma alanında yapılan yerinde pH ölçümleri çizelge 6.6.'da verilmiştir.

Çizelge 6.6. pH ölçümleri

	pH							
	A3 havuz	A5	A8a	A9-10	A19	A23	B2	E4
<b>1.07.2013</b>	6,89	7,07	6,93	6,96	7,2	7,33	7,26	7,04
<b>16.07.2013</b>	7,23	7,09	7,14	7,19	7,32	7,45	7,35	7,3
<b>17.08.2013</b>		6,88	6,91	5,1	7,05	7,22		7,06
<b>26.09.2013</b>		7,2		7,29	7,33	7,44	7,36	7,4
<b>23.10.2013</b>	7,2	7,21	7,22	7,27	7,28	7,41	7,27	7,27
<b>21.11.2013</b>		7,2	7,25	7,26	7,34	7,49	7,34	7,32
<b>23-24/01/2014</b>		7,23	7,31	7,29	7,42	7,53	7,45	7,36

Çalışma alanında yapılan pH ölçümlerinin zamana göre değişimi şekil 6.7.'de verilmiştir.



Şekil 6.7. pH'ın zamana göre değişimi

Örnek noktalarında yapılan pH ölçümleri ortalama olarak 7-7,5 aralığında değişmektedir. Yeraltı sularında beklenen 6-8,5 arası pH aralığıyla uyumludur.

17 Ağustos 2013 tarihinde A8a noktasında yapılan pH 5,1 ölçümü "hatalı ölçüm" olarak not edilmiştir.

## 6.2. Çevresel izotoplar

### 6.2.1. Duraylı Çevresel İzotoplar

Çevresel izotoplar günümüzde rutin olarak jeokimya ve fiziksel hidrojeoloji alanlarındaki çalışmalarda tamamlayıcı olarak kullanılmaktadır. Suyun kararlı kompozisyonunun meteorik süreçlerle bağlantılı olması belirli bölgelerdeki suların kendilerine özgü bir izotop imzasına sahip olmasını sağlar. Birçok elementin izotopu olmasına karşın çevresel izotoplar (H, C, N, O ve S) doğada bol ve doğal bir şekilde bulunuyor olmalarından dolayı önemlidir. Bu izotoplar jeolojik biyolojik ve hidrolojik sistemin temelini oluşturan temel elementlerdir. Aynı zamanda genel olarak hafif elementler olmaları dolayısıyla izotoplarıyla aralarındaki kütle farkı oransal olarak

ağır izotoplara göre daha fazladır ve bu nedenle de ölçümleri daha kolay bir şekilde gerçekleştirilir.

Bir atom çekirdeğinin nükleer yapısı elementi belirleyen proton sayısı ve izotopu belirleyen nötron sayısı ile belirlenir. Proton ve nötron sayılarının toplamı atom kütle birimine verir. Çoğu oksijen atomu 8 proton ve 8 nötron barındırarak 16 atomik kütle birimine sahipken, doğadaki oksijenin %0,2'si, 10 nötron barındırarak 18 atomik kütle birimine sahiptir. Bir atom çekirdeğinin çok fazla ya da çok az nötron barındırmasının önüne çekirdekte doğacak kararsızlıklar tarafından kontrol altındadır. Atomun kararlı olmayan izotopları bozunmaya uğrarken kararlı izotoplar bozunma süreçleri bulunmamaktadır. Hafif elementler için kararlılık proton nötron oranı 1 e yaklaştıkça artar. Ağır elementler için ise bu oran 1,5 civarına çıkabilir [65].

Nötron sayılarında oluşan fark, atomun kütleinde de bir farklılık oluşmasına neden olur. Yaygın olan hidrojen atomunu barındıran su molekülü 18 akm (atomik kütle birimi) iken ağır su olarak tabir edilen ve Döteryum izotopunu barındıran suyun molekül ağırlığı 20 akm'dir. Kararlı çevresel izotoplar, en bol olan iki izotopun birbirine oranlanmasıyla ölçülür. Örneğin bolluğu %0,204 olan  $^{18}\text{O}$ 'in bolluğu %99,796 olan  $^{16}\text{O}$ 'ya olan oranı,  $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ , 0,00204 olur [65].

Mutlak izotop oranının ölçülmesinin zorlu olması ve farklı ölçüm aletlerinin farklı hata payları vermesinden kaynaklı oluşabilecek ölçüm farklılıklarının önlenmesi amacıyla ölçümler bir standart örneği baz alınarak yapılır. Bu işlem sırasında hem referans örneği hem de izotop içeriği belirlenecek olan örnek aynı ölçüme tabii tutulur ve sonuçların standart örneğinin sonuçlarından sapmasına göre izotop içeriği belirlenir. Böylece ölçüm aletlerinden kaynaklanabilecek olan hata payları her iki örneğe de eşit oranda etki edeceği için oranlama sonucunda hata payı ortadan kaldırılmış olur. Bu oranlara delta notasyonu ile ifade edilir.

$$\delta^{18}\text{O}_{\text{örnek}} = \left( \frac{\left( \frac{^{18}\text{O}}{^{16}\text{O}} \right)_{\text{örnek}} - \left( \frac{^{18}\text{O}}{^{16}\text{O}} \right)_{\text{standart}}}{\left( \frac{^{18}\text{O}}{^{16}\text{O}} \right)_{\text{standart}}} \right) \cdot 1000$$

Çalışma alanında yapılan örneklemelerde Oksijen 18 ve Döteryum izotoplarına ilişkin ölçümler gerçekleştirilmiştir. Oksijen 18 ve Döteryum izotopları için kullanılan

standart örnek ortalama standart okyanus suyunun izotop içeriğini ifade eden SMOW (Standart Mean Ocean Water)'dur. Daha sonra bu örnek Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı (IAEA – International Atomic Energy Agency) tarafından güncellenerek VSMOW halini almıştır [65].

### 6.2.2. Örneklemeye ve Analiz Sonuçları

Çalışma alanında Oksijen-18 ve Döteryum izotop oranlarının belirlenmesi amacıyla 2014 Mayıs ayında örneklemeye çalışması gerçekleştirilmiştir. Toplanan örneklerin izotop analizleri Hacettepe Üniversitesi Uluslararası Karst Su Kaynakları Uygulama ve Araştırma Merkezi (UKAM) Duraylı İzotop Laboratuvarı'nda gerçekleştirilmiştir.

### 6.2.3. Oksijen 18 ve Döteryum

Çalışma alanında 11 noktadan alınan örneklerin izotop içeriklerinin analizi yapılmıştır. Laboratuvar ölçümleri sonucu elde edilen analiz sonuçları çizelge 7.1.'de verilmiştir.

Çizelge 6.7. Örnek yerlerinden elde edilen izotop ölçümleri

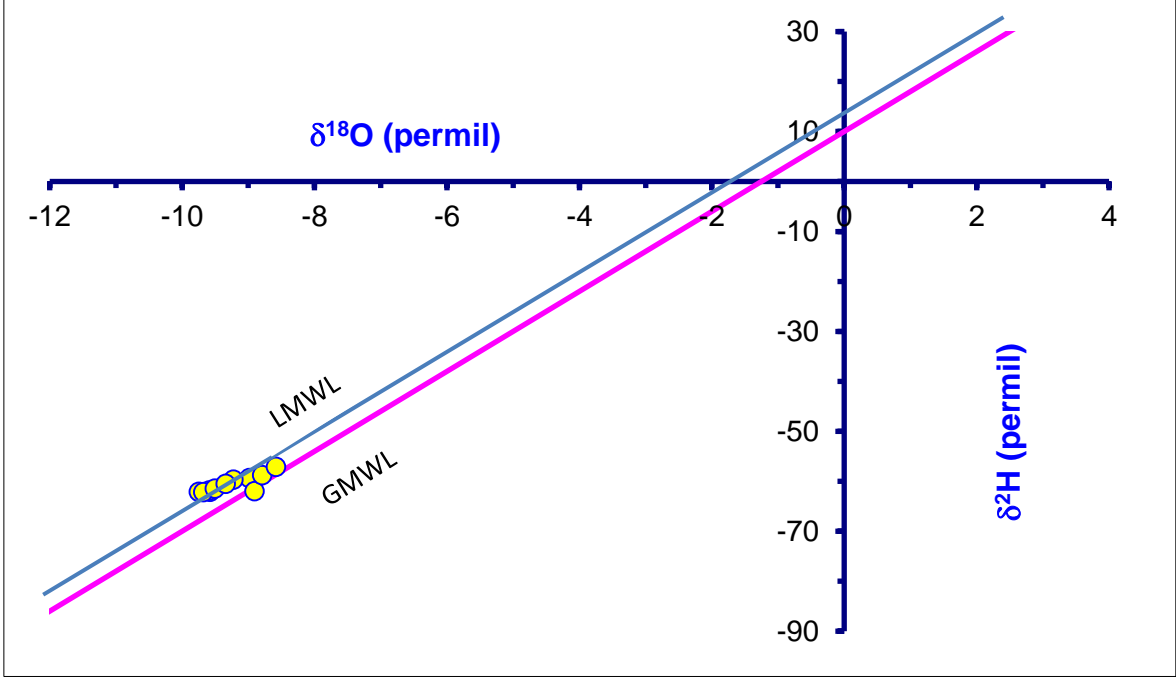
Örnek Yeri	d <sup>2</sup> H (permil)	d <sup>18</sup> O (permil)
A3	-62,14	-9,58
A5	-62,14	-9,75
A8	-61,84	-9,59
A9-10	-62,17	-9,68
A11	-61,50	-9,50
A18-19	-59,36	-8,98
A23	-59,65	-9,22
B2	-60,53	-9,34
A8a	-61,98	-8,91
E3b	-58,77	-8,79
E4	-57,15	-8,58

İnceleme alanına it Oksijen 18 ve Döteryum değerlerinin Global Meteorik Su Doğrusuna (GMWL) göre konumları şekil'de verilmiştir.

Örnek noktalarına ilişkin ölçüm değerleri denklemi;

$$\delta^2\text{H} = 8\delta^{18}\text{O} + 14$$

olan bir yağış doğrusu üzerinde yer almaktadır.



Şekil 6.8. Yerel meteorik su doğrusu ve global meteorik su doğrusu

Yerel Meteorik Doğru denklemi, Küresel Meteorik Su Doğru Denklemi'nin üzerinde kalmaktadır. Hidrolojik çevrimdeki pek çok süreç,  $\delta^2\text{H}$  ve  $\delta^{18}\text{O}$  değerlerinin GMWL'nin altına kaydırmaktadır. Bu değerlerin küresel su doğrusunun üzerinde yer alması ikincil buharlaşmanın kinetik etkilerini işaret eder. Yağış suyu; yerel yüzey sularından buharlaşarak oluşmuş bir atmosferik su buharının ürünü ise, meydana gelen yağışın izotop içeriği de küresel doğrunun üzerinde yer alacaktır.

Ölçüm sonuçları ile elde edilmiş olan yerel meteorik su doğrusunun döteryum fazlasının global meteorik su doğrusuna göre yüksek bir değerdedir ( $DF= 14$ ). Bu değer yağışları meydana getiren su buharının küresel ortalama göre daha düşük nem içeriğine sahip olduğunu göstermektedir.

Çizelge 6.8. Bazı havzaların yerel meteorik doğru denklemleri

Havza	Doğru Denklemi	Kaynak
-------	----------------	--------

<b>Antalya</b>	$\delta^2\text{H} = 8\delta^{18}\text{O} + 14,3$	Yurtsever [66]
<b>İç Anadolu</b>	$\delta^2\text{H} = 8\delta^{18}\text{O} + 10$	Önhon vd. [67]
<b>Doğu Akdeniz</b>	$\delta^2\text{H} = 8\delta^{18}\text{O} + 22$	Payne ve Dinçer [68]
<b>Keban</b>	$\delta^2\text{H} = 8\delta^{18}\text{O} + 17$	Önhon vd. [67]
<b>Edremit</b>	$\delta^2\text{H} = 8\delta^{18}\text{O} + 9,44$	Önhon vd. [67]
<b>Konya</b>	$\delta^2\text{H} = 8\delta^{18}\text{O} + 16$	Önhon vd. [67]
<b>Zamantı</b>	$\delta^2\text{H} = 8\delta^{18}\text{O} + 24$	Bayarı [69]
<b>Göksu Havzası</b>	$\delta^2\text{H} = 8\delta^{18}\text{O} + 18$	Yeşertener [70]
<b>Gökova</b>	$\delta^2\text{H} = 8\delta^{18}\text{O} + 16$	Kurttaş [71]
<b>Doğu Karadeniz</b>	$\delta^2\text{H} = 8\delta^{18}\text{O} + 16$	Ekmekçi ve Gültekin [72]

#### 6.2.4. Yükselti Etkisi

Topografik rölyef oldukça zayıf olsa dahi, yükselen su buharının soğuması sonucu orografik yağışlar oluşur. Yüksek rakımlarda, öncelikli olarak kütlesi daha fazla olan ağır izotoplar yağışa geçecek ve su buharı izotop bakımından tükenmeye başlayacaktır. Bu etkinin yükselti farkının düşük olduğu havzalarda bile gözlemlenebiliyor olması yeraltı sularının beslenme rakımlarının belirlenmesinde önem taşımaktadır. Her 100m'lik yükselti artışına karşılık  $\delta^{18}\text{O}$ 'de -0,15 ile -0,5‰ arasında  $\delta^2\text{H}$  için ise -1 ile -4‰ arasında izotopik tükenme olmaktadır [65].

Örneklere  $\delta^{18}\text{O}$  ve  $\delta^2\text{H}$  izotop içerikleri incelendiğinde söz konusu karstik kaynakların farklı yüksekliklerden beslenmeye sahip olduğu görülmektedir.



## 7. SONUÇLAR

Acıgöl havzası 1/25000 ölçekli haritalarda M23-a ve M23-b paftaları sınırları içerisinde kalmakta olup kuzeyde Maymundağı, güneyde ise Söğüt Dağları ile sınırlandırılmıştır. Çalışmanın konusu Söğüt Dağları boyunca yüzeylemiş olan mesozoyik yaşlı kireçtaşlarının meydana getirdiği akifer oluşturmaktadır.

Çalışma kapsamında çevre meteoroloji istasyonlarından Isparta, Uluborlu, Burdur, Acıpayam, Denizli ve Dinar meteoroloji istasyonlarına ilişkin yağış ve sıcaklık verileri elde edilmiş ve yükselti verileriyle birlikte sayısallaştırılarak bilgisayar ortamına aktarılmış olup yağışlı ve kurak dönem analizleri gerçekleştirilmiştir. 1983 yılında başlayan ve 1993 ile 1995 yılları arasına kadar devam eden kurak bir dönemin varlığı tespit edilmiştir. Kurak dönemi yağışlı bir dönem takip etmiştir. Isparta istasyonuna ait veriler ise kararlı bir dönemi işaret etmektedir.

Havzanın yaklaşık olarak 2010 km<sup>2</sup>'lik bir drenaj alanı bulunmakta olup, bu alanın 76.12 km<sup>2</sup>'lik kesiminde güneybatı-kuzeydoğu hattı boyunca mezozoyik yaşlı kireçtaşları yüzlek vermiştir. Söz konusu kireçtaşı birimlerinin yüzeylendiği alan üzerine yıllık ortalama 37 milyon m<sup>3</sup> su hacmi yağış yolu ile düşmektedir. Bu yağış miktarının yaklaşık olarak %72'lik kısmı buharlaşma yolu ile sistemden uzaklaşmaktadır. Bu miktar toplam drenaj alanında yıllık ortalama 985 milyon m<sup>3</sup> bir su hacmini işaret etmektedir.

Yağış miktarının geriye kalanının yarısı yüzeysel akışa geçmekte, kalan miktar ise süzülerek yeraltı suyunu beslemektedir. Yağıştan beslenme yoluyla akifere ulaşan su hacmi 5,1 milyon m<sup>3</sup>/yıl'dır. Bu süzülme büyük oranda Acıgöl Fayına paralel olarak gelişmiş olan karstik çöküntü alanları vasıtasıyla yeraltı suyuna ulaşmaktadır.

İnceleme alanından alınan örneklerde gerçekleştirilen duraylı çevresel izotop analiz sonuçları, örnek noktalarının denklemi  $\delta 2H = 8\delta 18O + 14$  olan bir meteorik su doğrusu üzerine düştüğünü ortaya koymaktadır. Elde edilen denklemdeki döteryum fazlasının, küresel meteorik su doğrusundaki "10" değerinin üzerinde yer alması bu su çıkışlarının kaynağını oluşturan atmosferik su buharının küresel ortalamaların altında bir nem içeriğini sahip olduğunu işaret etmektedir.



## KAYNAKLAR

- [1] Özdemir, M.A., Bahadır, M., Çölleşme Sürecinde Acıgöl (1970-2008), Coğrafya Dergisi, 18, 1-20, 2009
- [2] Cartwright, I., Gilfedder, B., Mapping and quantifying groundwater inflows to Deep Creek (Maribyrnong catchment, SE Australia) using Rn-222, implications for protecting groundwater-dependant ecosystems, Applied Geochemistry, 52, 118-129, 2015
- [3] Brown, J., Bach, L., Aldous, A., Wyers, A., DeGagne, J., Groundwater-dependent ecosystems in Oregon: an assessment of their distribution and associated threats, The Ecological Society of America, 9 (2), 97-102, 2012
- [4] Hayashi, M., Rosenberry, D.O., Effects of Ground Water Exchange on the Hydrology and Ecology of Surface Water, Journal of Groundwater Hydrology (Japanese), 43, 327-241, 2001
- [5] Humphreys, W.F., Aquifers: the ultimate groundwater-dependent ecosystems, Australian Journal of Botany, 54, 115-132, 2006
- [6] Jansson, R., Laudon, H., Johansson, E., Augspurger, C., The Importance of Groundwater Discharge for Plant Species Number in Riparian Zones, Ecology, 88(1), 131-139, 2007
- [7] Krogulec, E., Hydrogeological study of groundwater-dependent ecosystems-an overview of selected methods, Ecohydrology & Hydrobiology, 16, 185–193, 2016
- [8] Dwire, K.A., Mellmann-Brown, S., Gurrieri, J.T., Potential effects of climate change on riparian areas, wetlands, and groundwater-dependent ecosystems in the Blue Mountains, Oregon, USA, Climate Services, 10, 44-52, 2018
- [9] Mance, D., Hunjak, T., Lenac, D., Rubinic, J., Roller-Lutz, Z., Stable isotope analysis of the karst hydrological systems in the Bay of Kvarner (Croatia), Applied Radiation and Isotopes, 90, 23-34, 2014
- [10] Cuthbert, M.O., Baker, A., Jex, C.N., Graham, P.W., Treble, P.C., Andersen, M.S., Acworth, R.I., Drip water isotopes in semi-arid karst: Implications for speleothem paleoclimatology, Earth and Planetary Science Letters, 295, 194-204, 2014

- [11] Lamban, L.J., Jodar, J., Custodio, E., Soler, A., Sapriza, G., Soto, R., Isotopic and hydrogeochemical characterization of high-altitude karst aquifers in complex geological settings. The Ordesa and Monte Perdio National Park (Northern Spain) case study, *Science of the Total Environment*, 506-507, 466-479, 2015
- [12] Delbart, C., Barbecot, F., Valdes, D., Tognelli, A., Fourre, E., Purtschert, R., Couchox, L., Jean-Baptiste, P., Investigation of young water inflow in karst aquifers using SF<sub>6</sub>-CFC-<sup>3</sup>H/He-<sup>85</sup>Kr-<sup>39</sup>Ar and stable isotope components, *Applied Geochemistry*, 50, 164-176, 2014
- [13] Barbieri, M., Boschetti, T., Pettita, M., Tallini, M., Stable isotope (<sup>2</sup>H, <sup>18</sup>O and <sup>87</sup>Sr/<sup>86</sup>Sr) and hydrochemistry monitoring for groundwater hydrodynamics analysis in a karst aquifer (Gran Sasso, Central Italy), *Applied Geochemistry*, 20, 2063-2081, 2005
- [14] Ozyurt, N.N., Lutz, H.O., Hunjak, T., Mance, D., Roller-Lutz, Z., Characterization of the Gacka River basin karst aquifer (Croatia): Hydrochemistry, stable isotope and tritium-based mean residence times, *Science of the Total Environment*, 487, 245-254, 2014
- [15] Yoshimura, K., Nakao, S., Noto, M., Inokurai Y., Urata, K. Chen, M., Lin, P.W., Geochemical and stable isotope studies on natural water in the Taroko Gorge karst area, Taiwan – chemical weathering of carbonate rocks by deep source CO<sub>2</sub> and sulfuric acid, *Chemical Geology*, 177, 415-430, 2001
- [16] Long, A.J., Putnam, L.D., Linear model describing three components of flow in karst aquifers using <sup>18</sup>O data, *Journal of Hydrology*, 296, 254-270, 2004
- [17] Katz B.G., Bullen, T.D., The combined use of <sup>87</sup>Sr/<sup>86</sup>Sr and carbon and water isotopes to study the hydrochemical interaction between groundwater and lakewater in mantled karst, *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 60 (24), 5075-5087, 1996
- [18] Erinc, S., Acigöl'ün pleistosendeki seviyesi hakkında, İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitüsü, 1967
- [19] Çetin, A., Erdoğan, N., Genç, H., Flora of the Burdur lake surroundings (Türkiye), *Biological Diversity and Conservation*, 6 (2), 55-76, 2013

- [20] Bahadır, M., Özdemir, M.A., Hydro-Climate analysis of Acıgöl (Turkey) by using remote sensing and statistic, Journal of Biology & Life Sciences, 2(2), 17-24, 2011
- [21] Sungur, K.A., Burdur Acıgöl depresyonları ve Tefenni Ovasının fiziki coğrafyası, İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Yayınları, İstanbul, 1974
- [22] Kahraman, E., Elmacık Megafaunası, Anadolu paleocoğrafyasına açılan yeni bir pencere, Aktüel Arkeoloji, 19, 92-103, 2009
- [23] TÜİK, Seçilmiş Göstergelerle Afyonkarahisar 2013, Ankara, 2014
- [24] TÜİK, Seçilmiş Göstergelerle Denizli 2013, Ankara, 2014,
- [25] Afyon Belediyesi, <https://www.afyon.bel.tr/icerikdetay/17/15/basmakci.aspx> (Ağustos, 2016)
- [26] Afyon Belediyesi, <https://www.afyon.bel.tr/icerikdetay/17/20/dazkiri.aspx> (Ağustos, 2016)
- [27] Doğa Derneği, Türkiye'nin Önemli Doğa Alanları: Akdeniz Bölgesi, Ankara, 2006
- [28] Karaman, M., Uca Avcı, Z.D., Papila, I., Ozelkan, E., The analysids of destruction in flamingo habitat of Acıgöl wetland, İstanbul Technical University, 2011
- [29] Hinsbergen, D.J.J., A key extensional metamorphic complex reviewed and restored: The Menderes Massif of western Turkey, Earth-Science Reviews, 102, 60-76, 2010
- [30] Koçyiğit, A., The Denizli graban-horst system and the eastern limit of western Anatolian continental extention: basin fill, structure, deformational mode, throw amount and episodic evolutionary history, SW Turkey, Geodinamica Acta, 18(3), 167-208, 2005
- [31] Collins, A.S., Robertson, A.H.F., Lycian melange, southwestern Turkey: an emplaced Late Cretaceous accretionary complex, Geology, 25 (3), 255-258, 1997

- [32] Alçiçek, M.C., ten Veen, J.H., The late Early Miocene Acıpayam piggy-back basin: Refining the last stages of Lycian nappe emplacement in SW Turkey, *Sedimentary Geology*, 208, 101-113, 2008
- [33] Koçyiğit, A., Güneybatı Türkiye ve yakın dolaylarında levha içi yeni tektonik gelişim, *Geological Society of Turkey Bulletin*, 27, 1-16, 1984
- [34] Şengör, A.M.C., Türkiye Neotektoniğinin Esasları, TJK Yayınları, **1980**
- [35] Platzman, E.S., Platt, J.P., Tapirdamaz, C., Sanver, M., Rundle, C.C., Why there are no clockwise rotations along North Anatolian Fault Zone?, *Journal of Geophysical Research*, 99, 21705-21715, 1994
- [36] Şengör, A.M.C., Satır, M., Akkök, R., Timing of tectonic events in the Menderes Massif, western Turkey: implications for tectonic evolution and evidence for Pan-African basement in Turkey, *Tectonics*, 3, 693-707, 1984
- [37] Zanchi, A., Angelier, J., Seismotectonics of western Anatolia: regional stress orientation from geophysical and geological data, *Tectonophysics*, 222, 259-274, 1993
- [38] Şengör, A.M.C., Yılmaz, Y., Tethyan evolution of Turkey: a plate tectonic approach, *Tectonophysics*, 75, 181-241, 1981
- [39] Dewey, J.F., Kidd, W.S.F., Şaroğlu, F., Şengör, A.M.C., Shortening of continental Lithosphere: The neotectonics of Eastern Anatolia-A young collision zone, *Geological Society Special Publication*, 19, 3-37, 1986
- [40] Bozkurt, E., Origin of NE-Trending basins in western Turkey, *Geodinamica Acta*, 16, 61-81, 2003
- [41] Şengör, A.M.C., Kidd, W.S.F., Postcollisional tectonics of the Turkish Iranian Plateau and comparison with Tibet, *Tectonophysics*, 55, 361-276, 1979
- [42] Şengör, A.M.C., Görür, N., Şaroğlu, F., Strike-slip deformation, basin formation and sedimentation: strike-slip faulting and related basin formation in zones of tectonic escape: Turkey as a case study, *Society of Economic Paleontologist and Mineralogist*, 291, 645-648, 1985

- [43] Pekuz, Ü., Acıgöl (Denizli) playa göl havzasındaki güncel göl tortullarının sedimantolojisi ve mineralojisi, CBÜ Soma Meslek Yüksekokulu Teknik Bilimler Dergisi, 2 (14), 56-75, 2010
- [44] Şenel, M., 1/500.000 Ölçekli Jeoloji Haritaları Denizli Paftası, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Ankara, 2002
- [45] Şenel, M., 1/500.000 Ölçekli Jeoloji Haritaları Ankara Paftası, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Ankara, 2002
- [46] Şenel, M., 1/500.000 Ölçekli Jeoloji Haritaları Konya Paftası, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Ankara, 2002
- [47] Okay A.i., Was the late triassic orogeny in Turkey caused by the collision of an oceanic plateau?, Geological Society Special Publications, 173, 25-41, 2000
- [48] Bernoulli, D., Graciansky, P.Ch., Monod, O., The extencian of the Lycian Nappes (SW Turkey) into the southeastern Aegean Islands, Eclogae Geologicae Helvetiae, 67(1), 29-90, 1974
- [49] Collins, A.S., Robertson, A.H.F., Processes of Late Cretaceous to Late Miocene episodic thrust-sheet translation in the Lycian Taurides, SW Turkey, Journal of Geological Society, q55, 759-772, 1998
- [50] Okay, A.I., Satır, M., Maluski, H., Siyako, M., Monie, P., Metzger, R., Akyüz, S., Paleo and neo Tethyan events in nortwest Turkey: geological and geochronological constraints, Tectonic Evolution of Asia, 420-441, 1996
- [51] Alçiçek, M.C., Kazancı, N., Özkul, M., Şen, Ş., Çameli (Denizli) neojen havzasının tortul dolgusu ve jeolojik evrimi, MTA Dergisi, 128, 99-123, 2004
- [52] Kissel, C., Averbunch, O., Frizon de Lamotte, D., Monod, O., Allerton, S., First paleomagnetic evidence for a post-eocene clockwise rotation of western Taurides thrust belt east of the Isparta re-entrant (Soutwestern, Turkey), Earth and Planetary Science Letters, 117, 1-14, 1993
- [53] Bozkurt, E., Extensional v. Contractional origin for the souther Menderes shear zone, SW Turkey: tectonic and metamorphic implications, Geological Magazine, 144(1), 191-210, 2006

- [54] Collins, A.S., Robertson, A.H.F., Evolution of the Lycian Allochton , western Turkey, as a North-facing Late Palaeozoic to Mesozoic rift and passive continental margin, Geological Journal, 34, 107-138, 1999
- [55] Robertson, A.H.F., Mesozoic-Tertiary sedimentary and tectonic evolution of neotethyan carbonate platforms, margins and small ocean basins in the Antalya complex, southwest Turkey, International Association of Sedimentologists, Special Publications, 20, 415-465, 1993
- [56] Collins, A.S., Robertson, A.H.F., Kinematic evidence for late Mesozoic-Miocene emplacement of the Lycian allochton over the western Anatolide belt, SW Turkey, Geological Journal, 38, 295-310, 2003
- [57] Bilgin, Z.R., Karaman, T., Öztürk, Z., Şen, A.M., Demirci, A.R., Yeşilova Acıgöl civarının jeolojisi, MTA Raporu, **1990**
- [58] Konak, N., Akdeniz, N., Çakır, H., Çal-Çivril Karahallı dolayının jeolojisi, MTA Raporu, **1986**
- [59] Göktaş, D., Çakmakçoğlu, A., Tan, E., Sütçü, Y.F., Sarıkaya, H., Çivril-Çardak arasının jeolojisi, MTA Raporu, **1989**
- [60] Toker, E., Acıgöl – Çardak (Denizli) Grabeninin kuzeyindeki tersiyer çökellerinin tetono-sedimanter gelişiminin izlenmesi, Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta, **2008**
- [61] Alçiçek, H., Late miocene nonmarine sedimentation and formation of magnesites in the Acıgöl Basin, southwestern Anatolia, Turkey, Sedimentary Geology, 219, 115-135, 2009
- [62] Erol, O., Batı anadolunun genç tektoniğinin jeomorfolojik sonuçları, Türkiye Jeoloji Kurultayı Batı Anadolu'nun Genç Tektoniği ve Volkanizması Paneli, 15-21, Ankara, 1982
- [63] Şengör, A.M.C., Ege'nin tektonik evrimini yöneten etkenler, Türkiye Jeoloji Kurultayı Batı Anadolu'nun Genç Tektoniği ve Volkanizması Paneli, 59-72, Ankara, 1982
- [64] Bear, Jacob, Hydraulics of Groundwater, McGraw-Hill International Book Co.,1979



- [65] Clark, I.D., Fritz, P., Environmental Isotopes in Hydrogeology, Lewis Publishers, 2000
- [66] Yurtsever, Y., Tabii izotopların hidrolojide kullanılması esasları ve Antalya civarı karstik bölgede yerüstü-yeraltısuyu ilişkilerinin tabii izotoplarla araştırılması sonuçları, EİEİ Bülteni, 75-76, 51-64, 1978
- [67] Önhon, E., Ertan, İ., Güler, S., Determination of groundwater characteristics and groundwater budget in Edremit Plain by means of isotopes, DSI, 1979
- [68] Payne, B., Dinçer, T., Isotope survey of karst region of southern Turkey, Proc. Of Sixth Int. Conference of Radiocarbon and Tritium Dating, IAEA, 1965
- [69] Bayarı, C.S., Aşağı Zamanlı Havzasının karst hidrojeolojisi incelemesi, Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Ankara, 1991
- [70] Yeşertener., C., Yukarı Ermenek Havzası karst hidrojeolojisi incelemesi, Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Ankara, 1995
- [71] Kurttaş, T., Gökova (Muğla) karst kaynaklarının çevresel izotop incelemesi, Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Ankara, 1997
- [72] Ekmekçi, M., Gültekin, F., Doğu Karadeniz Bölümü suları çevresel duraylı izotop içeriğinin değerlendirilmesi, Ulusal Mühendislik Jeolojisi Sempozyumu, Trabzon, 2015

## ÖZGEÇMİŞ

### Kimlik Bilgileri

Adı Soyadı : Çağıl YAHŞİ  
Doğum Yeri : Çankaya/ANKARA  
Medeni Hali : Evli  
E-posta : [cagiliyahsi@gmail.com](mailto:cagiliyahsi@gmail.com)  
Adres : Ankara/Türkiye

### Eğitim

Lise : Dr. Binnaz Ege Dr. Rıdvan Ege Anadolu Lisesi (2004 – 2008)  
Lisans : Hacettepe Üniversitesi Jeoloji (Hidrojeoloji) Mühendisliği  
(2008 – 2012)

### Yabancı Dil ve Seviyesi

İngilizce : Çok iyi (YDS Puanı: 97)

### İş Deneyimi

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Petrol İşleri Genel Müdürlüğü (2015 - )  
Petrol Stokları Daire Başkanlığı - Enerji ve Tabii Kaynaklar Uzman Yardımcısı



HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
YÜKSEK LİSANS/DOKTORA TEZ ÇALIŞMASI ORJİNALLİK RAPORU

HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLER ENSTİTÜSÜ  
JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI BAŞKANLIĞI'NA

Tarih:17/10/2018

Tez Başlığı / Konusu: Acıgöl (Denizli) Karst Kaynaklarının Hidrojeolojik İncelenmesi

Yukarıda başlığı/konusu gösterilen tez çalışmamın a) Kapak sayfası, b) Giriş, c) Ana bölümler d) Sonuç kısımlarından oluşan toplam 105 sayfalık kısmına ilişkin, 16/10/2018 tarihinde ~~şahsım~~/tez danışmanım tarafından Turnitin adlı intihal tespit programından aşağıda belirtilen filtrelemeler uygulanarak alınmış olan orijinallik raporuna göre, tezimin benzerlik oranı % 8 'dir.

Uygulanan filtrelemeler:

- 1- Kaynakça hariç
- 2- Alıntılar ~~hariç~~/dâhil
- 3- 5 kelimededen daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç

Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Çalışması Orjinallik Raporu Alınması ve Kullanılması Uygulama Esasları'nı inceledim ve bu Uygulama Esasları'nda belirtilen azami benzerlik oranlarına göre tez çalışmamın herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

Gereğini saygılarımla arz ederim.

  
17/10/2018

Adı Soyadı: Çağıl Yahşi

Öğrenci No: N12129053

Anabilim Dalı: Jeoloji (Hidrojeoloji) Mühendisliği

Programı: Tezli Yüksek Lisans

Statüsü:  Y.Lisans  Doktora  Bütünleşik Dr.

**DANIŞMAN ONAYI**

UYGUNDUR.

  
Prof. Dr. Mehmet EKMEKÇİ