

**EĞİRDİR VE BURDUR GÖLLERİNİN
HİDROJEOKİMYASAL VE İZOTOP
JEOKİMYASAL KARŞILAŞTIRILMASI**

Selma ALTINKALE

**Yüksek Lisans Tezi
JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİMDALI**

ISPARTA- 2001

T.C.
SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

EĞİRDİR VE BURDUR GÖLLERİNİN HİDROJEOKİMYASAL
VE İZOTOP JEOKİMYASAL KARŞILAŞTIRILMASI

DANIŞMAN: PROF. DR. REMZİ KARAGÜZEL
PROF. DR. NEVZAT ÖZGÜR

HAZIRLAYAN: SELMA ALTINKALE

YÜKSEK LİSANS TEZİ
JEOLJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ISPARTA-2001

ONAY

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü'ne

Bu çalışma, jürimiz tarafından JEOLojİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI'nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Başkan (1. Danışman)

Prof. Dr. Remzi KARAGÜZEL

Üye (2. Danışman)

Prof. Dr. Nevzat ÖZGÜR

Üye

Prof. Dr. Aziz ERTUNÇ

Üye

Yrd. Doç. Dr. Suat TAŞDELEN

Üye

Yrd. Doç. Dr. Ayşen DAVRAZ

Bu tez 31/07/2001 tarihinde Enstitü Yönetim Kurulu'nca belirlenen yukarıdaki jüri üyeleri tarafından kabul edilmiştir.

31/07/2001

SDÜ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRÜ

	Sayfa
İÇİNDEKİLER.....	i
ÖZET.....	ii
ABSTRACT.....	iii
TEŞEKKÜR.....	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	v
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	vi
1. GİRİŞ	1
1.1. Çalışmanın Amacı.....	1
2. KAYNAK BİLGİSİ.....	2
3. MATERYAL ve METOT.....	6
3.1. Materyal.....	6
3.1.1. İnceleme Alanının Yeri.....	6
3.1.2. İnceleme Alanının Coğrafi Özellikleri.....	7
3.1.3. İklim ve Bitki Örtüsü.....	10
3.1.4. Yerleşim Merkezleri ve Ulaşım.....	10
3.2. Metot.....	11
3.2.1. Örnekleme ve Örneklerin Hazırlanması.....	11
3.2.2. Analiz Yöntemleri	14
4. ARAŞTIRMA BULGULARI.....	15
4.1. Jeoloji.....	15
4.1.1. Bölgesel Jeoloji.....	15
4.1.2. Stratigrafi ve Petrografi.....	26
4.2. Hidrojeoloji	32
4.3. Hidrojeokimya.....	36
4.4. İzotop Jeokimyası.....	45
5. TARTIŞMA ve SONUÇLAR.....	50
6. KAYNAKLAR.....	52
7. EKLER.....	58
8. ÖZGEÇMİŞ.....	59

ÖZET

Akdeniz Bölgesi'nde Göller Bölgesi'nin önemli iki gölü olan Eğirdir ve Burdur Gölleri, Isparta Büklümü içinde yer almaktadır. Burdur transform fayına bağlı bir rift tektoniği içinde gelişmiş olan göllerden Eğirdir Gölü dışarıya olan boşalımı nedeniyle yarı kapalı havza, Burdur Gölü ise dışarıya olmayan akıntısı nedeniyle tam kapalı havza niteliğindedir.

Anadolu plakasının, doğuda batıya ve kuzeyde güneybatıya hareketi ile bugünkü şeklini alan bölgedeki otokton birimler, Permien kireçtaşı, Triyas-Jura kireçtaşı, Kretase kireçtaşı, Paleojen fliş-konglomera ve Neojen seri, allokton birimler ise, ofiyolitik karmaşıktır. Bölgedeki alüvyon, konglomera ve kireçtaşları hidrojeolojik olarak akifer özelliği taşımaktadır.

Çalışma alanında bulunan yeraltı suları içilebilir kalitede olup, Ca-HCO_3 tipi sular olarak sınıflandırılabilir. Eğirdir Gölü suları da bölgedeki yeraltı suları ile benzerlik göstermektedir ve iyi içilebilir kalitede sular sınıfında yer almaktadır. Eğirdir Gölü suları Ca-Mg-HCO_3 tipi sulardır. Buna karşılık, Burdur Gölü suları, yoğun buharlaşma nedeniyle, çok yüksek miktarda çözünmüş iyon konsantrasyonu içermeleri nedeni ile içilemez kalitede sular sınıfına girmektedir ve $\text{Na-Mg-(Cl)-(SO}_4\text{)-HCO}_3$ tip sular olarak sınıflandırılırlar.

$\delta^{18}\text{O}$ ve δD izotop ilişkilerine göre, inceleme alanındaki yeraltı suları kıtasal meteorik su çizgisi ile çakışma gösterirken, Eğirdir ve Burdur Gölleri kıtasal meteorik su çizgisinden önemli derecede sapmalar göstermektedir. $\delta^{18}\text{O}$ izotopundaki bu artışın nedeni, yüksek buharlaşma oranına bağlanabilir. δD izotopundaki artışın nedeni ise, hem yüksek buharlaşma ve hem de suların diğerleriyle karışmış olması olasılığını arttırmaktadır. Burdur Gölünde iç beslenmenin çok az, buharlaşmanın çok yoğun ve hızlı olması nedeniyle, Burdur Gölü suları SMOW alanı sağ tarafına düşmektedir. Tüm bu sonuçları, ^3H verileri de desteklemektedir. 18.0 (TU)'ya kadar olan ^3H değerleri, çalışma alanındaki suların genç sular olduğunu göstermektedir.

Eğirdir Gölü'nün iç beslenmesi fazla ve dışarıya akışı da bulunduğu için buharlaşma oranı Burdur Gölü'ne oranla daha düşük ancak, bölgedeki yeraltı sularına göre daha yoğun olarak gerçekleşmektedir. Burdur Gölü sularındaki Na^+ , Cl^- ve SO_4^{2-} iyonlarının yüksek konsantrasyonlarının, Gölcük volkanizması ve jips içerikli sedimentlerle ilgili olduğu düşünülebilir.

Eğirdir ve Burdur Gölleri arasında yer alan Atabey Ovası'nın, her iki göl ile olan sınırında şerit halinde uzanan geçirimsiz ultrabazik kayalar, arada geçirimsiz jeolojik bariyer özelliği göstermektedir. Bu nedenle, Atabey Ovası'nın Eğirdir ve Burdur Gölleri ile hidrojeolojik bir bağlantısı bulunmadığı belirtilmektedir. Her iki göl birbirlerinden hidrojeokimyasal ve izotop jeokimyasal özellikleri karşılaştırıldığında oldukça farklılık göstermektedir.

ANAHTAR KELİMELE: Eğirdir Gölü, Burdur Gölü, Hidrojeokimya, İzotop Jeokimyası, Anyon, Katyon

ABSTRACT

The investigated area between Egirdir and Burdur lakes is located within the Isparta angle has been developed in a rift tectonic regime related to the Burdur transform fault. Due to tectonic features, the region is controlled by Anatolian microplate, which shows motions to W in the E and to SW in the N, and was formed in the present-day shape. The autochthonous member of the Permian limestone, Trias-Jurassic limestone, Cretaceous limestone, Palaeogene flysh-conglomerate and Neogene series and the allochthonous member of the ophiolite-melange form the rocks of the region and were mapped in scale of 1:500 000. The alluvial deposits, conglomerates and limestones in the investigated area can be considered as aquifers hydrogeologically.

The Burdur and Egirdir lakes are of settling depending upon rift tectonic features in which the rainwaters and groundwaters in meteoric origin form these lakes within their drainage area in terms of drawdown component with half outlets and without outlets. The groundwaters in the study area are a drinkable quality and can be considered as Ca-HCO₃ type water hydrogeochemically. The Egirdir lake waters display good drinking water quality, although these contain very low ion concentrations, and may be considered as Mg- Ca-HCO₃ water. In comparison, the Burdur lake waters are in a not drinkable quality, contain high dissolved ion concentrations due to high evaporation rate and may be considered as Na-Mg-(Cl)-(SO₄)-HCO₃ type water.

The ratio of $\delta^{18}\text{O}$ and δD shows that the groundwaters in the investigated area correspond with continental meteoric water line whereas the Burdur and Egirdir lake waters deviate from the meteoric water line strongly. In the Burdur lake, the shift is in the right side of SMOW which shows that there are very low feeding, very high and speed evaporation rate corroborated by ^3H data. In comparison, the Egirdir lake indicates high feeding rate and high outlets. Moreover the lake waters supply the province capitals of Isparta and Burdur and the town of Egirdir. Therefore, the evaporation rate of the Egirdir lake is lower in comparison to the Burdur lake and higher in comparison to the groundwaters in the area. Moreover, very high concentrations of Na^+ , Cl^- and SO_4^{2-} in the lake waters of Burdur seems to be related with the Gölcük volcanism and the sediments containing gypsum intercalations.

Therefore, the both lakes differ from each other strongly with respect to hydrogeochemical and isotope geochemical features.

KEY WORDS: Egirdir Lake, Burdur Lake, Hydrogeochemistry, Isotope Geochemistry, Anion, Cation

TEŞEKKÜR

Sunulan tez Süleyman Demirel Üniversitesi Araştırma Fonu tarafından desteklenen ve Prof. Dr. N. Özgür tarafından yürütülen (1) “Eğirdir ve Burdur Gölleri’nin Oluşumu, Hidrojeokimyasal ve İzotop Jeokimyasal Karşılaştırılması” ve (2) “Isparta ve Çevresinde Jeotermal Enerji Olanaklarının Araştırılması” adlı projeler çerçevesinde gerçekleştirilmiştir. Bu proje içinde yapılan çalışmanın belirlenmesinde, yürütülmesinde ve sonuçlanmasında bana büyük destek veren Sayın Prof. Dr. Nevzat ÖZGÜR ve Sayın Prof. Dr. Remzi KARAGÜZEL’e en derin teşekkürlerini sunmak istiyorum.

Arazi çalışmaları sırasında alınan örneklerin hidrojeokimyasal analizleri Berlin Teknik Üniversitesi (Almanya) Jeokimya Laboratuvarı’nda gerçekleştirilmiştir. Bu vesileyle analizlerin yapılmasını sağlayan Prof. Dr. G. Matheis’e candan teşekkür etmek istiyorum. δD , $\delta^{18}O$ ve 3H analizleri Neuherberg (Almanya) GSF-Enstitüsü Hidroloji Laboratuvarları’nda yapılmıştır. Bu yardımlarından dolayı Kimya Yüksek Mühendisi Manfred Wolf ve Fizik Yüksek Mühendisi Willibald Stichler’e teşekkür ederim.

Tezin arazi çalışmaları sırasında, arazide in-situ ölçümlerinin yapılmasında ve örneklerin alınmasında bana yardımcı olan Sayın Arş. Gör. Dilek YAMAN’a (SDÜ), Jeoloji Mühendisi Menekşe ZERENER’e (SDÜ) ve SDÜ Jeoloji Mühendisliği Bölümü öğrencisi Ebru BAŞPINAR’a teşekkür ederim.

Tezin oluşmasına önemli katkısı bulunan, şekilleri bilgisayarda çizmemde yardımını esirgemeyen Sayın Uzm. İskender SOYASLAN’a (SDÜ); tezin araştırma safhalarında bilgi ve görüşlerinden yararlandığım Sayın Yrd. Doç. Dr. Ayşen DAVRAZ’a (SDÜ) ve yörenin jeolojisi ile ilgili olarak verdiği bilgilerden ötürü Sayın Dr. Sami YALÇINKAYA’ya (DSİ, Isparta) teşekkür ederim. SDÜ Araştırma Fonu’na, yukarıda anılan her iki proje kapsamında yaptığı parasal destekten dolayı teşekkür ederim.

Çalışmanın her aşamasında maddi ve manevi katkıları ve anlayışları ile bana destek olan aileme teşekkür ederim.

ŞEKİLLER LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 3.1.1.1 Çalışma Alanını Gösterir Yerbulduru Haritası.....	6
Şekil 3.1.1.2 Isparta Büklümü Yapısal Haritası.....	7
Şekil 3.1.2.1 Eğirdir Gölü'nün Kuzeybatısından Bir Görünüm.....	8
Şekil 3.1.2.2 Burdur Gölü'nün Güneybatısından Bir Görünüm.....	10
Şekil 3.2.1.1 Eğirdir Gölü'nün Kuzeydoğusundaki Kayaagzı Kaynağı'dan Su Örneklerinin Alınması.....	11
Şekil 3.2.1.2 Arazide İn-situ Ölçümlerinin Yapılışı.....	12
Şekil 3.2.1.3 Eğirdir ve Burdur Gölleri Çevresinden Su Örnekleri Alınan Noktalar ve Göllerin Beslenme Havzası Sınırları.....	13
Şekil 4.1.1.1 Anadolu'nun Tektonik Birlikleri Haritası.....	15
Şekil 4.1.1.2 Isparta Büklümü'ndeki Kırıkları ve Yunan-Kıbrıs yayları Arasındaki İlişkiyi Gösteren GB-Anadolu'nun Ana Tektonik Özellikleri Haritası.....	16
Şekil 4.1.1.3 Isparta Büklümü Kuzey Kesiminin Yalınlaştırılmış Yeni Tektonik Haritası.....	24
Şekil 4.1.1.4 Isparta Büklümü Oluşum Şeması.....	25
Şekil 4.1.2.1 Eğirdir ve Burdur Gölleri Arasının ve Çevresinin Jeoloji Haritası..	27
Şekil 4.1.2.2 Çalışma Alanının Yalınlaştırılmış Stratigrafik Sütun Kesiti.....	28
Şekil 4.2.1 Eğirdir ve Burdur Gölleri Arasının ve Çevresinin Hidrojeoloji Haritası.....	34
Şekil 4.3.1 Eğirdir Gölü ve Çevresinden Alınan Su Örneklerine Ait Scholler Diyagramı.....	39
Şekil 4.3.2. Burdur Gölü ve Çevresinden Alınan Su Örneklerine Ait Scholler Diyagramı.....	40
Şekil 4.3.3 Çalışma Alanındaki Yeraltısuları, Maden Suyu, Sıcak Sular ve Yüzey Sularının Piper Diyagramı.....	41
Şekil 4.3.4 Çalışma Alanındaki Sularda Bulunan İyonların Değer Aralıkları ve Eşik (background) Değerleri.....	43
Şekil 4.4.1 Çalışma Alanındaki yeraltısuyu, maden suyu, sıcak sular, kar suyu ve göl sularının δD ve $\delta^{18}O$ ilişkisi.....	47

ÇİZELGELER LİSTESİ

	Sayfa
Çizelge 4.2.1 Eğirdir Gölü'ne Ait Bazı İstatistiksel Bilgiler.....	35
Çizelge 4.3.1 Çalışma Alanındaki Suların İn-situ Ölçüm Değerleri ve İyon Bilançosu.....	37
Çizelge 4.3.2 Eğirdir ve Burdur Gölleri'nden Alınan Örneklerin İn-Situ Ölçümleri, Anyon-Katyon ve Eser Element Analizleri Sonuçları.....	38
Çizelge 4.4.1 Eğirdir ve Burdur Gölleri ve Çevresinden Alınan Örneklerin İzotop ($\delta^{18}\text{O}$, $\delta^2\text{H}$, ^3H) Analizleri Sonuçları.....	49

1. GİRİŞ

1.1 Çalışmanın Amacı

Isparta Büklümü içinde yeralan ve Burdur transform fayına bağımlı rift tektoniği içinde gelişen Eğirdir ve Burdur Gölleri Göller Bölgesi'nin önemli göllerindendir. Çöküntü alanlarında meydana gelen göllerden Eğirdir Gölü yarı kapalı havza, Burdur Gölü ise tam kapalı havza özelliğindedir. Her iki göl ile ilgili yapılmış çalışmaların sentezini yaparak bunların tektonik oluşumuna bir yaklaşım getirmek çalışmanın ilk amacını oluşturmaktadır.

Eğirdir ve Burdur Gölleri arasında bulunan yeraltısularının adı geçen göl suları ile karşılaştırmalı olarak hidrojeokimyasal özelliklerini araştırmak, kalitesini kontrol etmek ve tiplerini belirlemek çalışmanın ikinci amacını oluşturmaktadır. Çalışma alanında varolan yüksek buharlaşma oranı özellikle göl sularının araştırılmasında önemli bir rol oynamaktadır.

Hidrojeolojik ve hidrojeokimyasal özelliklerin belirlenmesi yanında duraylı izotoplar (D ve ^{18}O) ve Trityum (^3H) yardımıyla göller ve yeraltısuyu kaynaklarının beslenme alanlarının ve kökenlerinin belirlenmesi, su-hazne kayaç ilişkilerinin saptanması ve suların bağıl yaşlarının belirlenmesi amaçlanmış bulunmaktadır.

2. KAYNAK BİLGİSİ

Parejas (1942): Sandıklı, Dinar, Burdur, Isparta, Eğirdir çevresinin 1:100.000 ölçekli jeolojisini yapmış ve yörenin Alp Jeosenklinali-Torid çukurunun kuzeyinde olabileceğini ve bölgenin stratigrafisinin Paleozoyik'ten Neojen'e kadar uzandığını belirlemiştir.

Dumont ve Kerey (1975): Orta ve Batı Toroslar arasında, Eğirdir Gölü güneyinde yaptıkları çalışmada, kaya birimlerinin stratigrafik ve tektonik özellikleri açısından birbirleriyle farklılık gösteren üç ayrı birliğe ayırmışlardır. Bunlar, Karacahisar Birliği, Ofiyolitli Birlik ve Dulup Birliği'dir. Ayrıca bu birlikleri, Miyosen'e ait çökellerin transgressif olarak örttüğünü ifade etmişlerdir.

Dumont (1976): Isparta büklümünün doğu ve batı kolları arasındaki yapısal farklılıkları, kıvrımın orta kısmı ile Batı Torosların allokton ve paraotokton ünitelerindeki mevcut yapısal istiflenmeler arasındaki benzer ilişkileri ele alan çalışmacı, Isparta büklümü ile Antalya naplarının eşiğinin birbirine bağlantılı olabileceğini, Üst Kretase'den sonra veya Tersiyer başında Isparta kıvrımını "Transtorik arıza" olarak isimlendirilen ön yapısal uzantıya oblik, KB-GD doğrultulu bir dekroşmanın şekillendiğini ve yapıyı ikiye ayırdığını, Isparta büklümünün kuzeye doğru meydana getirdiği "V" de eski paleocoğrafik hiçbir ize rastlanmadığını ve Üst Kretase üzerinde yer alan napların tek bir sistem meydana getirdiğini ileri sürmüştür.

Poisson (1977); Poisson ve diğ. (1984): Beydağları'nın stratigrafisini ortaya koyarak çeşitli fasiyesler ayırtlamıştır. Beydağları'nın Liyas'dan başlayarak Senoniyen sonuna kadar resifal kireçtaşları olarak devam ettiğini, Senomaniyen'in pelajik kireçtaşlarından oluştuğunu, Üst Paleosen-Alt Eosen yaşında bir olistostrom varlığını, bunların üzerinde Lütésiyen kireçtaşının diskordan olarak durduğunu, Akitoniyen'in resifal kireçtaşları, Burdigaliyen'in fliş olarak devam ettiğini belirtir. Antalya naplarının üç ana naptan oluştuğunu ifade eden çalışmacı, kuzeybatıda Beydağları otoktonu üzerinde Likya naplarının bulunduğunu ifade etmektedir.

Koçyiğit (1981): Isparta Büklümü kuzey iç kenarında Liyas sırasında yaklaşık D-B doğrultulu çekim fayı özelliğinde bir kırığın gelişmesiyle Hoyran neritik karbonat platformunun biçim kazandığını ve bunun da Toros karbonat platformunun, özellikle Mesozoyik-Alt Tersiyer sırasında oluşan örnek istiflerinden biri olduğunu belirtmiştir. Isparta Büklümü kuzey iç kenarında, ilki Maestrihtiyen’de başlayan blok faylanmanın, aralıklı olarak Üst Lütasiyen sonu ve Oligosen boyunca geliştiğini ve Orta Oligosen’den sonra yeğinliğini arttırarak günümüze değin sürdüğünü belirten çalışmacı, özellikle Oligosen sonu ile günümüz arasında etkinliği artan çekme gerilimi tektoniği denetiminde, riftleşmenin bölgesel yükselme, faylanma ve volkanizma gibi evrelerinin geliştiğini ifade eder.

Koçyiğit (1983): Hoyran Gölü dolayının tektoniğini incelemiş, burada yinelenerek birbirini izleyen duraylı çekme tektoniği ve sıkışma tektoniğine bağlı jeolojik yapıları başlıca üç tektonizma dönemine ayırmıştır. Bunlar sırasıyla, Eski Tektonik Dönem (Paleotektonik), Geçiş Dönemi ve Yeni Tektonik Dönem (Neotektonik) olmaktadır. Bu çalışmayla günümüzde başlıca, KD-GB, KB-GD ve K-G gidişli diri çekim faylarının varlığı ve bunlara bağlı olarak bölgenin genişleyip kabuğun incelmekte olduğu, bu olgunun da, Anadolu-Ege levhasının kenarlarında etkin olan sıkışma geriliminin, levha içinde yarattığı çekme gerilimine bağlı blok faylanmayla ilişkili olduğu sonucuna varılmıştır.

Koçyiğit (1984): Güneybatı Türkiye ve yakın dolayındaki tektonik gelişimi üç döneme ayıran çalışmacı, geçiş döneminin Alp dağ oluşum kuşağının birçok kesiminde gözlendiğini ve kalın bir molas istifiyle ıralandığını belirtir. Yeni Tektonik Dönemin ise, çekme tektoniği denetiminde gelişen karasal tortullaşma, onunla yaşıt kıta içi volkanizma ve blok faylanma ile belirginlik kazandığını ifade eder. Yeni Tektonik Dönemi temsil eden olay ve yapıların, Kuzey Anadolu Fayından çok Ege hendeğine bağlı çekme tektoniği sonucu oluştuğunu ve bundan dolayı da bölgenin verev atımlı normal faylarla sınırlı çok sayıda ve değişik boyutta bloğa bölünmüş, depremsellliği yüksek alanlar olduğunu belirtir.

Yalçınkaya ve diğ. (1986): Batı Torosların jeolojisine ilişkin çalışmada bölgenin jeoloji haritaları yapılmış ve yapısal özelliklerine açıklık getirilmiştir. Antalya napları, Beyşehir-Hoyran napları ve Likya naplarının Menderes Masifinin kuzeyindeki ofiyolitlerin, Üst Kretase-Üst Paleosen'de masifin güneyine, Üst Paleosen-Alt Eosen'de Anatolid-Torid platformunun güneyine aktarılmasıyla oluştuğunu, bunların aynı kökenli kuzeyden gelen ofiyolitler olduğunu belirtmişlerdir. Sıkışma etkisiyle otokton birimler üzerine allokton birimlerin yerleştiğini ve bu sıkışma rejiminin, Beydağları doğusunda alçalmayla, batısında ise yükselmeyle sonuçlandığını ifade etmişlerdir. Bu rejimle, Beydağ-Anamasdağ aralığında platform ve iç kesim çökelileri Antalya körfezine paralel olarak ters "V" biçiminde bükülmüş ve bugünkü şeklini kazanmıştır. Güneydeki D-B yönlü sıkışma rejimi, kuzeyde çekme gerilmelerine karşılık birçok horst ve grabenin oluşmasını ve bu yapıların çukurluklarında günümüze kadar ulaşan göllerin çanaklarının meydana gelmesini sağlamıştır.

Turfan M. ve Demiröz, E., (1994): Raporda, hidrokimyasal, hidrojeolojik ve hidrolojik verilerin yanında, izotop verileri de kullanarak Karamık ve Hoyran Gölleri arasında hidrolik bir bağlantının olup olmadığı ortaya konmaya çalışılmış ancak yapılan izotop çalışmalarıyla böyle bir bağlantının olmadığı sonucuna varılmıştır.

Karagüzel ve diğ. (1995): 'Eğirdir Gölü'nün Hidrolojisi' isimli raporlarında Eğirdir Gölü'nün su potansiyelinin belirlenmesi ve su seviyesinin düşümüne neden olan etkenleri araştırarak, bu potansiyelin gelecekteki işletim şeklini belirlemek üzere hidrolojik bilanço yapmışlardır. Yapılan bilanço hesaplarında, 1966-1975 kurak periyottaki su düşümünün sebebinin, gölden toplam boşalımın, toplam beslenimden fazla olması nedeniyle olduğu ve 1976-1985 arasındaki su yükselmesinin ise yağışın artması ve enerjiye verilen suyun azalmasından kaynaklandığı belirlenmiştir. Gölün ölçülemeyen boşalımının beslenimden fazla olduğu ortaya konmuş ve buna kaçak su çekimlerinin sebep olabileceği düşünülmüştür.

Yağmurlu ve diğ. (1997): Isparta Büklümü'nün gelişiminde alkali volkanizma ve aktif tektonizma ilişkisini ele alan çalışmacılar, büklümün KD ve KB yönlü doğrultu

atımlı faylarla şekillendiğini, otokton olarak Beydağları ve Anamas-Akseki platformlarından, allokton olarak Antalya, Beyşehir-Hoyran-Hadim ve Likya naplarından oluştuğunu ifade eder. Büklümün KD-KB ve K doğrultulu faylarla üç bölgeye ayrıldığını (Teke, Antalya ve Akseki kırıkları) belirtir. Afyon-Isparta arasındaki volkaniklerin, alkali ve hiperalkali karakterde ve yerel olarak subvolkanik birimler ve dayklar şeklinde meydana geldiğini, Eğirdir-Kovada grabeninin batısında, grabene paralel bir uzanım ile dizildiğini ifade eder.

İrleyici, (1998): “Eğirdir ve Burdur Gölleri Arasının Hidrojeoloji İncelemesi” isimli doktora tezinde, göller arasındaki havzanın jeolojik yapısını ve buradaki akiferleri tanımlamış, akiferlerin hidroloji karakteristiklerini belirlemiştir. Bölgenin yeraltı suyu potansiyelini belirlemek amacıyla yeraltı suyu seviye haritaları yapmış ve akımın Atabey Ovası’nın batısında güneydoğuya, doğusunda ise kuzeybatıya doğru olduğunu belirlemiştir. Yeraltı suyunun kalitesini belirlemek amacıyla yapılan kimyasal analizlerde, buradaki suların içme suyu sınıflamasına göre iyi kalitede sular, kullanım suyu olarak kullanılabilir sular olduğu belirlenmiştir. Eğirdir ve Burdur Gölleri arasındaki Atabey Ovası’nın iki göl arasında geçirimsiz bir bariyer olduğu ve hidrolojik bir bağlantının olmadığı belirlenmiş, Atabey Ovasındaki boşalmanın ve Eğirdir Gölü batısındaki düden kayıplarının karbonat platformu içinde Akdeniz’e kadar ulaşabileceği sonucuna varılmıştır.

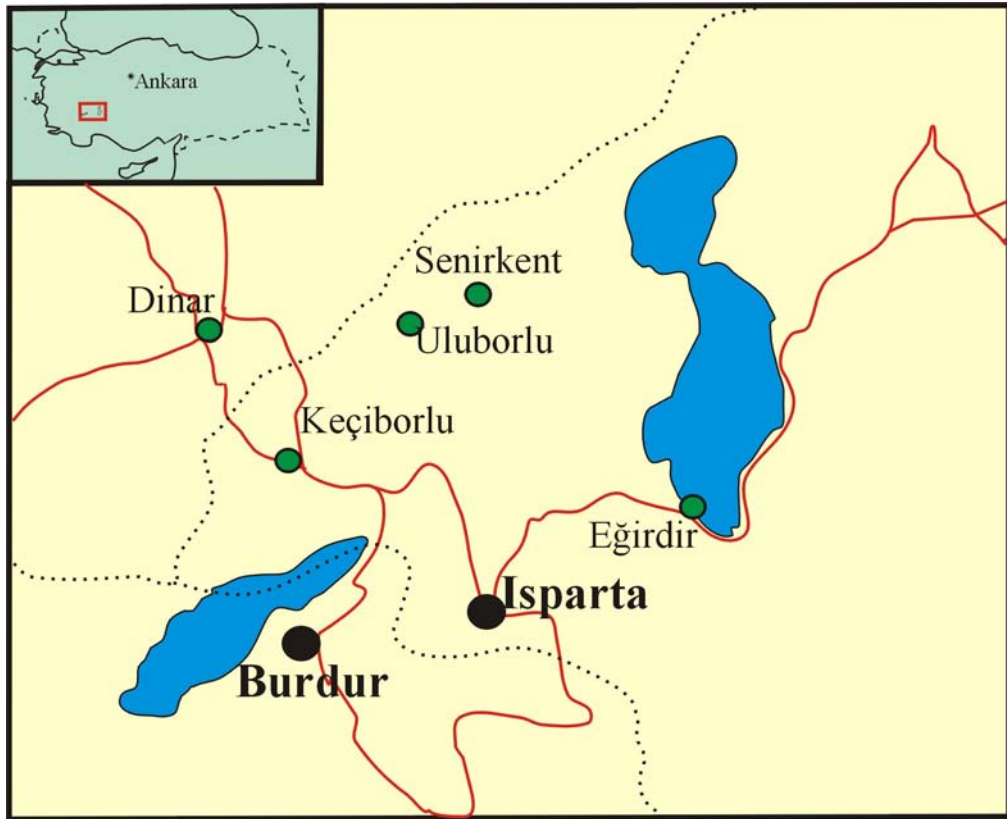
Karagüzel ve diğ. (1999); Özgür ve diğ. (2000, 2001): Eğirdir Gölü’nün sularının içilebilir kalitede ve Mg-Ca-HCO₃ tipi sular olduğu, buna karşılık Burdur Gölü sularının ise yüksek buharlaşma nedeniyle çok fazla çözünmüş iyon konsantrasyonu içeriğinden dolayı Na-Mg-(Cl)-(SO₄)-HCO₃ tipi sular olduğunu belirtmişlerdir. $\delta^{18}\text{O}$ ve $\delta^2\text{H}$ izotop ilişkilerine göre yöredeki yeraltı suları kıtasal meteorik su çizgisi ile çakışırken Burdur ve Eğirdir Gölleri’nin aşırı derecede sapmalar gösterdiği ortaya konmuş, Burdur Gölü’ndeki yoğun buharlaşma ile $\delta^{18}\text{O}$ zenginleşmesinin Eğirdir Gölü’ne oranla daha fazla olduğu sonucuna varılmıştır. ^3H sonuçlarına göre ise yöredeki suların genç sular olduğu belirtilmiş ve iki gölün hidrojeokimyasal ve izotop jeokimyasal olarak birbirinden farklı özellikler taşıdığını ifade etmişlerdir.

3. MATERYAL VE METOT

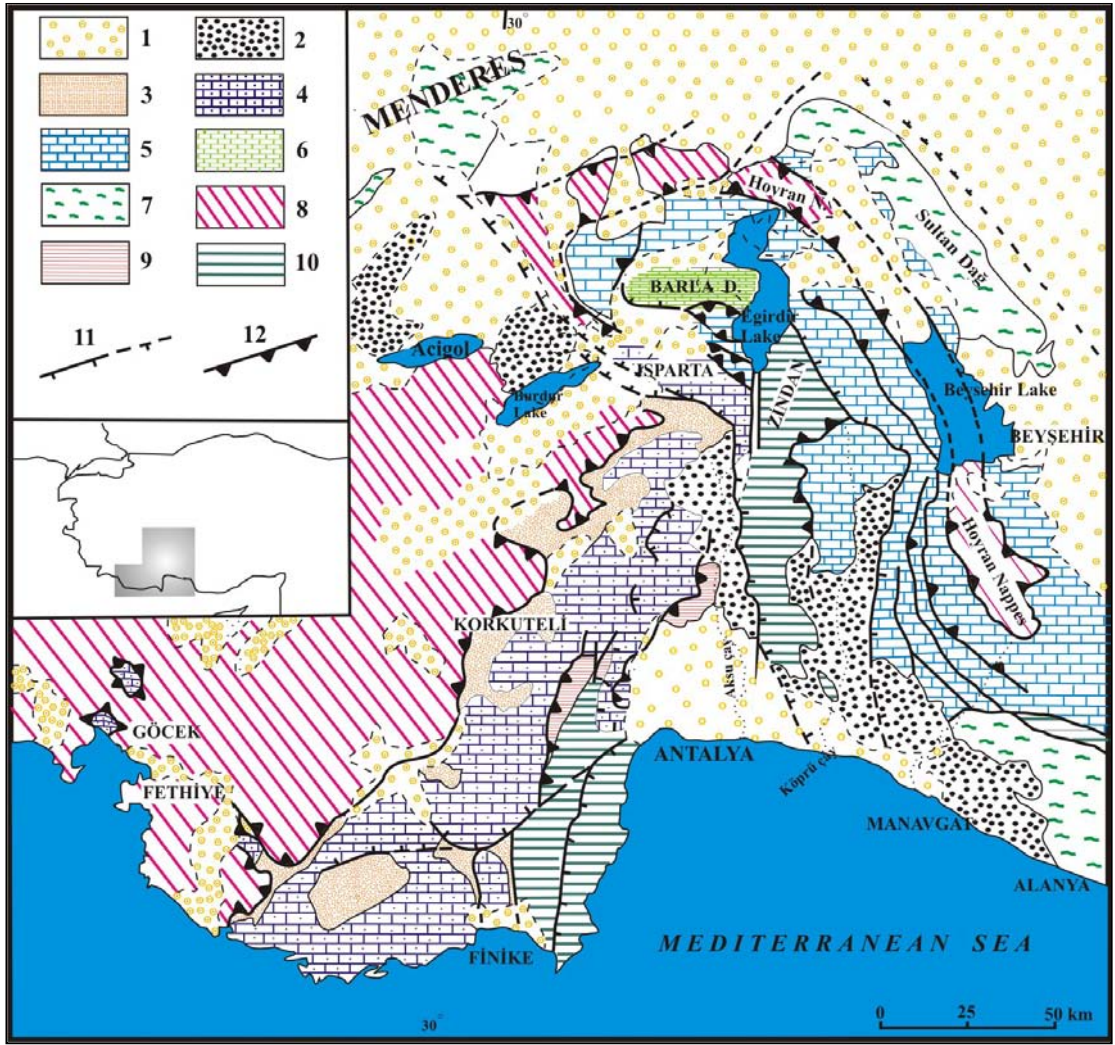
3.1 Materyal

3.1.1 İnceleme Alanının Yeri

Akdeniz Bölgesi'nde Göller Bölgesi'nin önemli iki gölü olan Eğirdir ve Burdur Göllerini kapsayan çalışma alanı, yaklaşık 2300 km² lik bir yüzey alanına sahiptir (Şekil 3.1.1.1). Toros Kuşağı üzerinde bulunan alan, Batı ve Orta Torosların birleşim yerinde yer alır. Anadolu'yu Akdeniz'e bağlayan geçit alanı durumundaki alanda dağlar batıda KD-GB, doğuda ise KB-GD gidişli olup, güneyden kuzeye doğru ters "V" şeklinde birleşerek Isparta Büklümünü oluşturur (Şekil 3.1.1.2).



Şekil 3.1.1.1 Çalışma Alanını Gösterir Yerbulduru Haritası



Şekil 3.1.1.2 Isparta Büklümü Yapısal Haritası (Poisson ve diğ., 1984)

- (1) Denizel Sedimanlar, (2) Antalya Formasyonu, (3) Beydağları Masifi, (4) Beydağları Platformu, (5) Karbonat Platform, (6) Barla Dağ ve Zindan Masifi, (7) Metamorfik Seri, (8) Likya ve Beyşehir-Hoyran Napları, (9, 10) Antalya Napları, (11, 12) Bindirme Fayı

3.1.2 İnceleme Alanının Coğrafi Özellikleri

Isparta Büklümü'nde, Isparta ili sınırları içerisinde yer alan Eğirdir Gölü, Türkiye'nin dördüncü büyük gölüdür (Şekil 3.1.2.1). $37^{\circ} 50' 41''$ - $38^{\circ} 16' 55''$ kuzey enlemleri ve $30^{\circ} 57' 43''$ - $30^{\circ} 44' 39''$ doğu boylamları arasında bulunan, K-G uzanımlı büyük bir çöküntü alanının kuzey sınırında oluşmuş rift tektoniğine bağlı bir göldür. K-G doğrultuda gölün uzunluğu 50 km, kıyı uzunluğu 150 km, en geniş

yeri 16 km, en dar yeri 3 km'dir. Bu dar olan kemer boğazın kuzeyinde kalan kesim, Hoyran Gölü olarak da isimlendirilir. Gölün derinliği 7 ile 15 m arasında olup, en derin yeri 15 m ile Barla Kasabası kıyısıdır. 917.00 kotundaki gölün yüzey alanı yaklaşık 482 km²'dir (Mutlutürk ve diğ., 1991, Karagüzel ve diğ., 1995).



Şekil 3.1.2.1 Eğirdir Gölü'nün kuzeybatısından bir görünüm

Eğirdir Gölü'ne ait bazı özellikler aşağıdaki gibidir (Karagüzel ve diğ., 1995; Irlayıcı, 1998):

Ölçülen maksimum su kotu	: 919,19 m (19.05.1969)
Maksimum işletme kotu	: 918,84 m
Maksimum işletme kotu alanı	: 479,77 km ²
Maksimum işletme kotu hacmi	: 4360,62 hm ³
Ölçülen minimum su kotu	: 915,32 m (05.12.1975)
Minimum işletme kotu	: 914,5 m
Minimum işletme kotu alanı	: 442,30 km ²
Minimum işletme kotu hacmi	: 2357,23 hm ³
Ortalama derinlik	: 6-7 m
Yüzey drenaj alanı	: 3309 km ²
Ortalama yağış (havza)	: 569,99 mm
Ortalama yağış (göl alanı)	: 602,82 mm
Ortalama buharlaşma	: 504,57 mm

Eğirdir Gölü bölgesindeki önemli yükseltiler; Canavar Tepe (1878 m), Sarın Tepe (1558 m), Havdan Tepe (1079 m), Kırdag Tepe (1089 m), Aktepe (1624 m), Palamutlar Tepe (1113 m), Arapdağı Tepe (1117 m), Büyüksöbü Tepe (1536 m), Gök Tepe (1444 m), Kuyusivrisi Tepe (1541 m), Davraz Dağı (2635 m), Gıcır Tepe (1301 m), Sünbüllü Tepe (1650 m), Karakuz Tepe (1268 m), Kapıdağı (2447 m), Beşparmak Dağı (2402 m), Gelincik Dağı (2799 m), Sinap Dağı (2340 m), Kaymaz Dağı (2215 m), Yelli Tepe (1887 m), Kazankaklık (1250 m), Kavur Tepe (1318 m), Çıplak Tepe (1313 m), Kuz Tepe (1573 m), Saklı Tepe (1228 m), Kalabakaya Tepe (1384 m), Kirişli Dağı (1893 m), Sivri Tepe (1303 m), Aktepe (1043 m), Kale Tepe (1464 m)' dir.

İçme, sulama, kullanma, su ürünleri yetiştiriciliği, enerji üretimi, turizm açısından önemli olan Eğirdir Gölü'nün beslenimi, yağışlardan, göl içindeki kaynaklardan, göle akan derelerden sağlanmakta olup, gölün su giderlerini ise Kovada Kanalı, göl içindeki düdenler, özellikle içme ve sulama suları için kullanılan pompaj istasyonları (örneğin; Isparta içme suyu) ve buharlaşma yoluyla olan kayıplar oluşturmaktadır.

Burdur ili sınırları içerisinde yer alan Burdur Gölü ise, Göller Bölgesi'nde Batı Toroslar'ın batı kanadında 37° 44' kuzey enlemleri ve 30° 11' doğu boylamları arasında bulunmaktadır (Şekil 3.1.2.2). KD-GB doğrultusunda gölün uzunluğu 30 km, buna dik doğrultuda maksimum genişliği 9 km olup, deniz seviyesinden yüksekliği 870 m'dir. Göl 194 km² lik bir alanı kaplar. En derin yeri 74 m, ortalama derinliği 45 m'dir (Merter ve diğ., 1986).

Burdur Gölü civarındaki önemli yükseltiler ise, Oyluklutekke Tepe (1918 m), Malıkaya Tepe (1271 m), Kara Tepe (1460 m), Erenler Tepe (1118 m), Yağcıbaşı Tepe (981 m), Uzunkıran Tepe (1173 m), Yatakdağı Tepe (1530 m), Akdağ Tepe (1687 m), Uzunmezar Tepe (1213 m), Bekleme Tepe (1331 m), Deveboynu Tepe (1297 m), Göynük Tepe (1308 m), Yassıgümekayası Tepe (1184 m), Soğanlısivrisi Tepe (1650 m), Sırtlanini Tepe (1223 m), Yukarısivri Tepe (1269 m)' dir.



Şekil 3.1.2.2 Burdur Gölü'nün güneydoğusundan bir görünüm

Burdur Gölü'nün dışarıya akıntısı yoktur; göle giren önemli bir akarsu da bulunmaz. Az miktarda da olsa gölün su girdilerini Bozçay, Ulupınar, Bayındır, Büğdüz, Karna, Çerçin, Keçiborlu dereleri ve göle su altından katılan birkaç kaynak oluşturmaktadır. Gölün toplam drenaj alanı 3225 km² dir (Merter ve diğ., 1986).

3.1.3 İklim ve Bitki Örtüsü

İnceleme alanı, coğrafi açıdan Akdeniz Bölgesinde bulunmasına rağmen, deniz seviyesinden olan yüksekliği ve Batı Torosların konumu nedeniyle İç Anadolu'nun karasal iklimi ile Akdeniz iklimi arasında geçiş iklimine sahip olup, bölgede yaz ayları sıcak ve az yağışlı, kış ayları soğuk ve yağışlı geçmektedir. İlkbahar ve sonbahar ayları ise ılıman ve yağışlı bir iklim karakterindedir (Ek-1, 2, 3, 4, 5, 6).

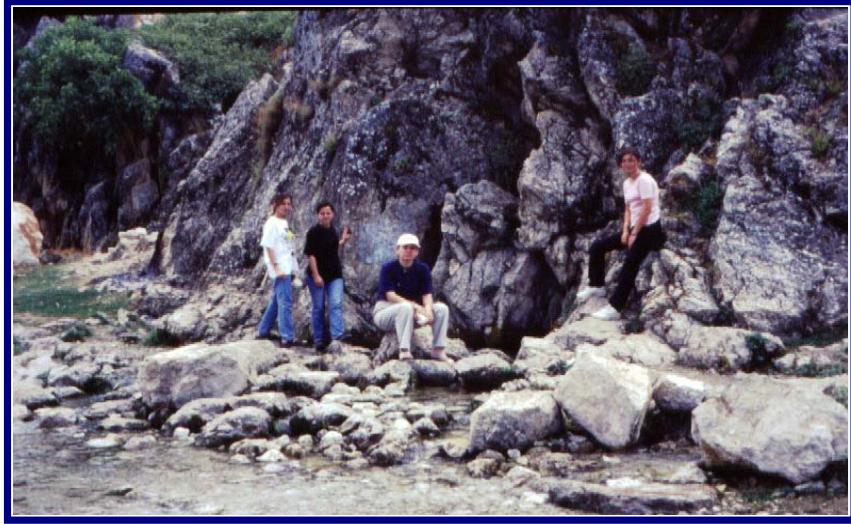
3.1.4 Yerleşim Merkezleri ve Ulaşım

Çalışma alanı içinden Isparta-Ankara, Isparta-Konya karayolları geçer. Bölgedeki önemli yerleşim alanları Isparta ve Burdur il merkezleridir. Burada, çok sayıda köy, kasaba ve ilçe merkezi bulunmaktadır. Bütün yerleşim birimleri birbirlerine asfalt ve stabilize yollarla bağlıdır ve her mevsim ulaşım sağlanır.

3.2 Metot

3.2.1 Örnekleme ve Örneklerin Hazırlanması

Eğirdir ve Burdur Gölleri sularının hidrojeokimyasal ve izotop jeokimyasal karşılaştırmasını yapabilmek için, çalışma alanındaki yeraltı suları, kaynak suları, sıcak sular ve gölleri kapsayan toplam 42 lokasyondan su örnekleri alınmıştır (Şekil 3.2.1.1). Belirlenen lokasyonlarda arazide suların sıcaklık (T), pH, Eh, elektriksel iletkenlik (EC), oksijen miktarı, karbonat miktarı (alkalilik ve asitlik kapasiteleri) ve hidrojen sülfür (HS^-) gibi in-situ parametreleri ölçülmüş ve hidrojeokimyasal analizler için sistemli su örnekleri alınmıştır (Şekil 3.2.1.2; Şekil 3.2.1.3).

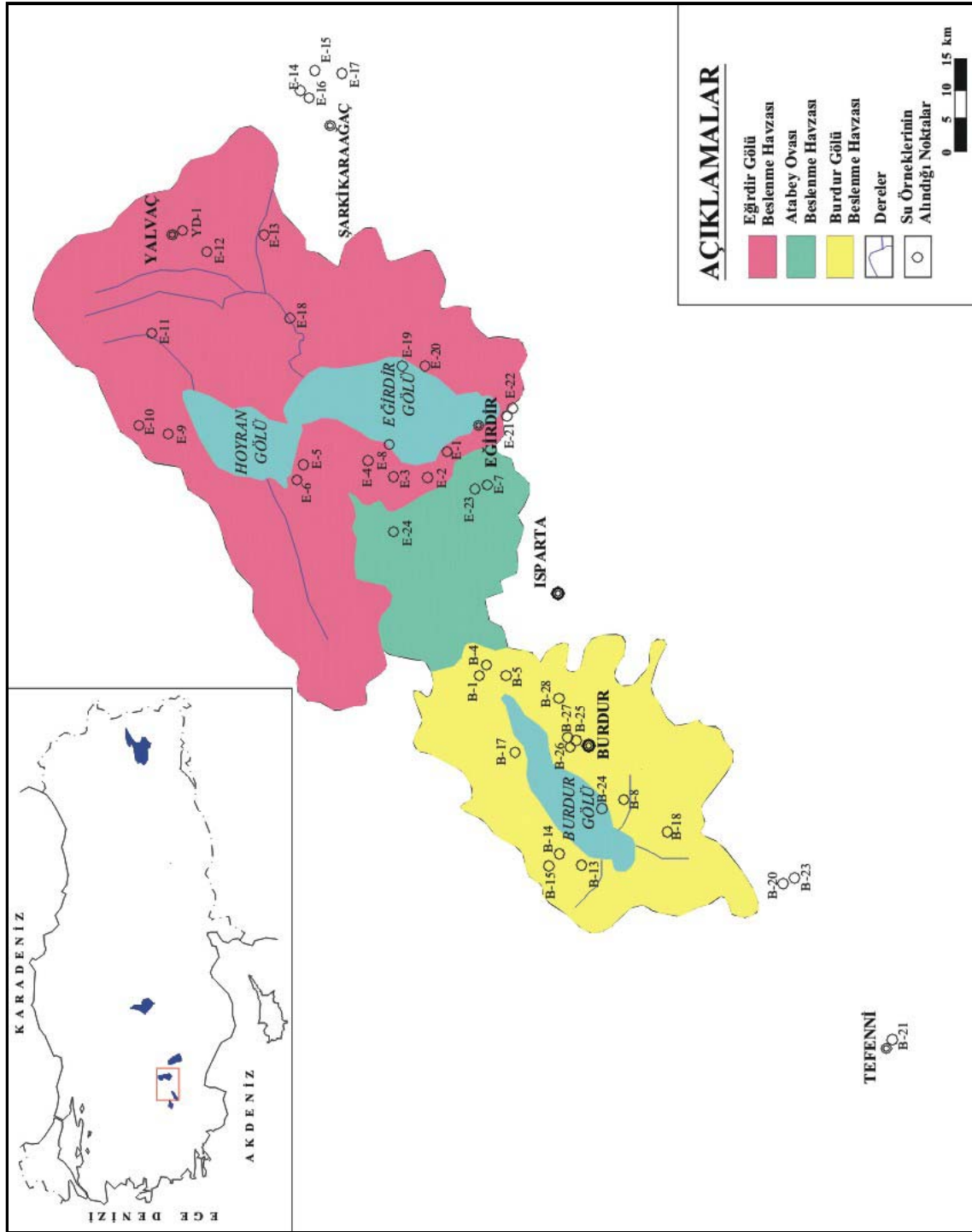


Şekil 3.2.1.1 Eğirdir Gölü'nün kuzeydoğusundaki Kayaagzı Kaynağı'ndan su örneklerinin alınması



Şekil 3.2.1.2 Arazide in-situ ölçümlerinin yapılışı

Su örnekleri alımında polyetilen şişeleri kullanılmıştır. Her durak noktasından anyon ve katyon analizleri için ikişer örnek (100 ml), duraylı izotoplar ($\delta^{18}\text{O}$ ve δD) için birer örnek (100 ml) ve Trityum (^3H) analizleri için birer örnek (500 ml) alınmış ve şişelenerek etiketlenmiştir. Katyon analizleri için alınan örneklerin içine pH değerlerinin 2-3 oranında kalması için derişik HNO_3 konulmuştur.



Şekil 3.2.1.3 Eğirdir ve Burdur Gölleri Çevresinden Su Örnekleri Alınan Noktalar ve Göllerin Beslenme Havzası Sınırları

3.2.2 Analiz Yöntemleri

Çalışma alanındaki göllerden, yüzey, yeraltısu, sıcak sular ve kaynak sularından olmak üzere toplam 42 lokasyondan alınan su örneklerinin, anyon (NO_3^- , SO_4^{2-} , HCO_3^- , CO_3^{2-} , F^- , Br^- , PO_4^-), katyon (Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Na^+) ve eser element (Fe^{2+} , Mn^{2+} , Li^{2+} , Al^{3+} , Ba^{2+} , Sr^{2+} , Si^{4+} , Br^-) analizleri Berlin Teknik Üniversitesi Jeokimya Laboratuvarı'nda yapılmıştır. Burada AAS yöntemi Li^+ , Na^{2+} , K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} , Mn^{2+} , Fe^{2+} ve Al^{3+} analizleri için, ICP-AES yöntemi Sr^{2+} analizi için ve İyon Kromatografı (IC) yöntemi Br^- , F^- , Cl^- , NO_3^- , SO_4^{2-} ve PO_4^{2-} analizleri için kullanılmıştır. Bunun yanında F^- , SO_4^{2-} , NO_3^{2-} ve Cl^- SDÜ Jeotermal Enerji Araştırma ve Uygulama Merkezi ve Jeokimya Laboratuvarı'nda Fotometre yöntemiyle kontrol etmek amacıyla tekrarlanmıştır.

Duraylı izotoplardan ^2H (D) ve ^{18}O analizleri kütle spektrometresi yöntemiyle Neuherberg (Almanya) Hidroloji Enstitüsü'nde yapılmıştır. Tritiyum (^3H) analizleri de “electrolitic enrichment” den sonra “liquid scintillation counting” yöntemiyle aynı kuruluşa yapılmıştır .

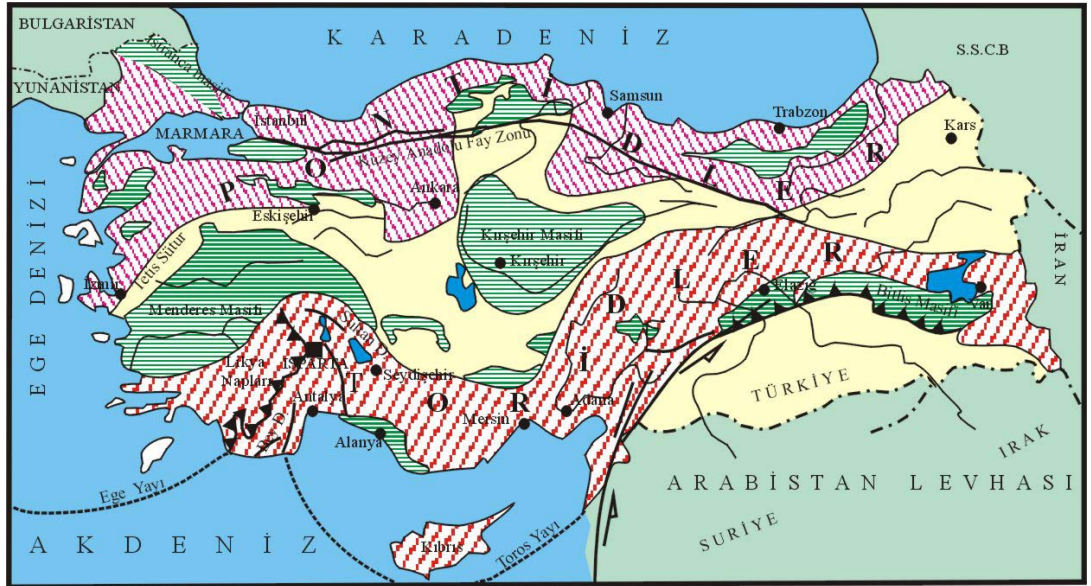
Sulardaki $\text{H}_2\text{CO}_{3(\text{aq})}$, HCO_3^- ve CO_3^{2-} değerleri, Merck firmasının alkalilik ve asitlik kitleri kullanılarak hesaplanmıştır. Bu değerler termodinamik bilgisayar programı olan SOLMINEQ.88 (Kharaka ve diğ., 1988) ile kontrol amacıyla tekrar hesaplanmıştır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1 Jeoloji

4.1.1 Bölgesel Jeoloji

Toros kuşağı üzerinde Göller Bölgesinde yeralan çalışma alanı (Şekil 3.1.1.1) Batı ve Orta Torosların birleşim yerinde yeralır. Anadolu'yu Akdeniz'e bağlayan geçit alanı konumundaki alanda dağlar batıda KD-GB, doğuda ise KB-GD yönünde uzanırlar. İnceleme alanı, Ketin (1966) tarafından Toridler olarak tanımlanır (Şekil 4.1.1.1) ve bugünkü yapısını Alpin orojenezi ile kazanmıştır. Antalya Körfezi kuzeyinde, Toros kuşağının kuzeye doğru yönelmiş yaklaşık ters "V" biçimli olan bu kesimi Blumenthal (1963) tarafından "**Isparta Büklümü**" olarak adlandırılmıştır. Yapısal kökenli bu deformasyon, bölgedeki tektonizma etkinliğinin en önemli göstergesidir. Günümüzde tektonik yönden aktif olan Isparta, Burdur, eski jeolojik devirlerde de yapısal gerilmelerin etkisi altında kalmış ve değişik tür kıvrımlı, kırıklı, bindirmeli ve faylı yapılar kazanmıştır (Karaman, 1994). Kuzey kesimi " Göller Bölgesi " olarak da anılan Isparta Büklümü, kabaca Denizli, Fethiye, Alanya, Antalya, Akseki, Ahırılı, Seydişehir, Beyşehir, Akşehir, Çay, Afyon, Sandıklı ve Çivril ile sınırlanır (Şekil 3.1.1.2; Koçyiğit, 1983).



Şekil 4.1.1.1 Anadolu'nun Tektonik Birlikleri Haritası (Özgül, 1984)

Isparta Büklümü'ndeki kaya birimleri, platformdan okyanusal alana kadar uzanan farklı ortam koşullarında gelişmiş olup bir kısmı otokton, bir kısmı ise allokton konumludur (Şenel, 1997). Otokton birimler, Antalya Körfezi batısında Beydağları platformu, doğusunda ise Anamas-Akseki platformlarını içeren iki Mesozoyik karbonat platformudur (Şekil 3.1.1.2; Yağmurlu, 1997). Bu platformlar ayrılmışlardır ve tektonik olarak güneydeki Antalya napları tarafından üstlenirler (Poisson ve diğ., 1984; Dilek ve Moores, 1990; Dilek ve Rowland, 1993). Bölgedeki allokton birimler ise, Isparta Büklümü'nün batı tarafında yer alan Likya napları ve doğusunda yeralan Beyşehir-Hoyran naplarıdır. Antalya ofiyolitik napları ise güney kesimde yer alır (Yağmurlu ve diğ., 1997).

Isparta Büklümü'ne Likya napları batı yönde, Beyşehir-Hoyran ofiyolitik napları ise doğu yönde bindirir. Önceki çalışmalar, Likya ve Beyşehir-Hoyran naplarının her ikisinin de, Orta Tersiyer boyunca Mesozoyik karbonat istifine (Beydağları ve Anamas-Akseki platformları) kuzeyden güneye yerleştiğini ortaya koymaktadır (Hayward ve Robertson 1982; Dilek ve Moores 1990). Antalya ofiyolitik napları ise, Geç Kretase ve Erken Paleosen boyunca Mesozoyik platformlar üzerine güneyden kuzeye yerleşmişlerdir (Yağmurlu ve diğ., 1997).

Batı Toroslarda Isparta Büklümünü kapsayan alanda, irili ufaklı normal faylarla kesilmiş naplı yapılar egemendir. Beydağları otoktonu, Batı Toroslar'ın otokton kaya birimlerini temsil eder ve genelde platform tipi karbonatlardan oluşur. Anamas-Akseki otoktonu, Orta Toroslar'ın otokton kaya birimlerini temsil eder ve genelde platform tipi çökeller kapsar. Allokton konumlu olan Antalya ve Likya napları ise, okyanusal kabuk, havza, yamaç ve platform tipi kaya birimlerini kapsamaktadır. Alanın kuzeydoğu kesiminde dar bir alanda izlenen Beyşehir-Hadim-Hoyran napları, bölgedeki diğer allokton konumlu kaya birimleridir. Bölgede, Likya napları üzerinde paraallokton konumlu Paleosen-Alt Miyosen yaşlı kayaçlar, Antalya napları üzerinde, Orta Eosen yaşlı kayaçlar ile Orta Miyosen-Kuvaterner yaşlı neotokton örtü birimleri izlenir (Şenel, 1997). Isparta Büklümü esasen Kretase yaşlı ofiyolit kompleksin allokton nap sistemleri serilerini içermektedir (Yağmurlu ve diğ., 1997).

Isparta Büklümü bölgesi, Orta ve Üst Alpin devinimlerinden etkilenmiş olup, ortamı etkileyen egemen gerilim türü ve onların neden olduğu yapısal ve sedimanter oluşumlara göre (i) Eski Tektonik Dönem (Paleotektonik), (ii) Geçiş Dönemi ve (iii) Yeni Tektonik Dönem (Neotektonik) olmak üzere üç tektonizma dönemi ayırtlanmıştır (Koçyiğit, 1983). Eski Tektonik Dönem, Hoyran Karbonat Platformu'nun (Toros Karbonat platformunun Isparta Büklümü kuzeyinde kalan kesimi) gelişmeye başladığı Liyas'dan, ilksel konumsuz ofiyolit naplarının platform üzerine yerleştiği Üst Lütésiyen sonuna değin olan süre içinde, ortama egemen olan çekme ve sıkışma tektoniği olay ve yapılarını kapsayan dönemdir. Hoyran grubu, G-GB'dan K-KD'ya doğru aşmalı bir deniz ilerlemesiyle çökelmeye başlamış ve deniz ilerlemesiyle yaşıt, yaklaşık D-B doğrultulu bir çekim fayının oluşumuyla da Hoyran karbonat platformu belirginleşmiştir. Çekme tektoniğinin neden olduğu bu kırık boyunca çıkan bazik akıntılar (diyabaz), platform tortullarının alt düzeylerinde siller oluşturmuştur (Haude, 1968; Desprairies ve Gutnic, 1970; Gutnic, 1977; Acar ve Biliyul, 1974; Monod, 1977; Demirkol ve diğ., 1977; Koçyiğit, 1980; Öztürk, 1981). Hoyran karbonat platformu, Liyas başında geçirdiği bu kısa süreli çekme tektoniği rejiminden sonra, çok sığ ve duraylı bir deniz olma özelliğini, Üst Liyas'tan Maestrihtiyen'e değin korumuştur. Maestrihtiyen'den başlayarak çekme tektoniğinin yeniden etkinlik kazandığı görülür. Bu durum, sığ platform tortullarının yanısıra çörtlü, planktonik fosilli kireçtaşı, radyolarit ve denizaltı akma ve kaymalarının egemen olduğu olistostromal-türbiditik özellikli flišlerle temsil edilen derin deniz fasiyesinin gelişimiyle kanıtlanır. Özellikle pelajik tortullar arasındaki sığ karbonat breşlerinden oluşan olistostromlar, tortullaşmayla yaşıt çekme tektoniğinin en iyi belirtecidir. Blok faylanma başlangıcı olarak nitelenebilecek olan bu yeğın çekme tektoniğinin, Maestrihtiyen'de birdenbire ortaya çıkması bir rastlantı olmayıp, bölgesel tektonizma ile yakından ilgilidir (Koçyiğit, 1983).

Maestrihtiyen-Paleosen ve Alt Eosen boyunca sığ ve derin deniz fasiyesleri, çekme tektoniği denetiminde, birlikte oluşumlarını sürdürmüş, Lütésiyen'de ise ortam tümüyle derin deniz özelliğine bürünmüştür (Koçyiğit, 1983). Üst Lütésiyen ise, duraysızlığın ve çekme tektoniğinin doruk noktasına eriştiği andır. Ayrıca fliš içinde ofiyolitli karışıktan türeyen bileşenlerin artması, ilerlemekte olan ofiyolitli karışık

napının iyice yaklaştığının bir belirticidir. Üst Lütésiyen sonunda mekanik bakımdan en büyük gerilim eksenı, düşey konumdan yatay konuma değışirken, ortam tümüyle sıkışma tektoniğinin denetimine girmiş ve bunun sonucunda, K-KD'dan G-GB'ya doğru ilerlemekte olan ilksel konumsuz birimler, platform üzerine yaklaşık bugünkü konumunda yerleşmiştir (Koçyiğit, 1983).

Geç Kretase sırasında, Anatolid ve Toridler, birlikte Yeni Tetis okyanusunun güney ve kuzey kollarını birbirinden ayıran bir karbonat platformu oluştururken, Pontidler de, kuzeye dalımlı bir yitim kuşağı üzerinde, güneye bakan, Pasifik türü diri bir kıta kenarı oluşturmaktaydı (Şengör, 1980). Bu yitim kuşağı, yaklaşık Orta Miyosen sonunda, Anatolid-Torid platformunun, Pontid adayayı ile çarpışarak, Kuzey Tetis kolunun kapanmasını sağlamıştır. Afrika-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 (Koçyiğit, 1984).

Bölgedeki kaya birimleri Kaledoniyen, Alpin orta yapısal katın alt ve üst askatı ve Üst Alpin devinimlerinden etkilenerek kıvrımlanmıştır. Egemen kıvrımlanma eksenı doğrultusu, bölgenin genel yapısına uygun olarak KB-GD gidişlidir. Ortalama kıvrım eksenı gidişlerine göre, Mesozoyik-Alt Tersiyer (Oligosen öncesi) yaşlı Hoyran platformu kayalarının, Üst Lütésiyen sonundaki sıkışma tektoniği sırasında, yaklaşık K 20° B ile K 16° D arasında değışen yatay bir sıkışma geriliminin etkisiyle kıvrımlandığı sonucuna varılır. Bu değır ise, Üst Lütésiyen sonunda, yaklaşık K-G bir sıkışmanın varlığını kanıtlamaktadır (Koçyiğit, 1983).

Aynı yazara göre Geçiş Dönemi, sıkışma tektoniğinin yeğınlığını yitirdiğı Üst Lütésiyen sonundan, Yeni Tektonizma Döneminin başladığı Orta Oligosen sonuna değın olan ve başlıca yükselme-aşınım ve molas oluşum olaylarını kapsayan süreçtir. Lütésiyen yaşlı birimlerin çökelimini izleyen zamanda (Üst Lütésiyen sonu), Pireneen Dağoluşum evresine bağılı olarak, sıkıştırma geriliminin denetimine giren havzaya bir taraftan ilksel konumsuz birimler yerleşirken, diğır taraftan Liyas'tan

Üst Lütəsiyen'e değin Hoyran havzası olarak çökelimini kesintisiz sürdürmüş olan Hoyran grubu kıvrımlanarak yer yer su üstüne çıkmıştır. Hoyran karbonat platformu KKD'dan kıvrımlanıp yükselirken, deniz de GGB'ya doğru (Isparta-Burdur-Denizli yöreleri) gerilemeye başlamıştır. Su üstüne çıkan kesimler, Priaboniyen boyunca aşınımına uğramış ve türeyen gereçler, Oligosen'den başlayarak, düşey devinimlerle denetlenen dağönü çukurluklarında yığışarak, sıkışma tektoniği rejiminden çekme tektoniği rejimine geçişi temsil eden, bir dağoluşum sonu molası (post orojenik molas) oluşumunu başlatmıştır (Penck, 1918; Parejas, 1942; Gutnic, 1977; Poisson, 1977; Koçyiğit, 1980; Koçyiğit, 1981; Öztürk, 1982; Koçyiğit, 1983). Lütəsiyen sonunda bükümün doğu kanadı ile batı kanadının güney kesimleri (Beydağları-Fethiye dolayları) su üstüne çıkarak aşınırken, bükümün yalnızca batı kanadının kuzey kenarında (Keçiborlu-Dinar'dan Denizli batısına değin olan kısım) gerileyen sağlam bir denizde, Alt-Orta Oligosen boyunca molas oluşumu sürmüştür (Parejas, 1942; Blumenthal, 1960; Graciansky, 1968; Brunn ve diğ., 1971; Poisson, 1977; Koçyiğit, 1980; Öztürk, 1982). Alt-Orta Oligosen boyunca çekme gerilimine koştur olarak düşey devinimler başlamıştır. Bu zamandaki çökme ve yükselmeler, Orta Oligosen sonunda, Saviyen Dağoluşum evresine bağlı olarak, kısa bir süre için, ortamın sıkışma geriliminin denetimine girmesiyle nitelik değiştirmiş ve birimler kıvrımlanarak bölge karasallaşmıştır (Koçyiğit, 1981). Yazar, Orta Oligosen sonuna doğru, Isparta Bükümü kuzey kesimi, Üst Lütəsiyen sonundakine oranla, daha az yeğinlikte, ikinci bir sıkışma tektoniğinin denetimine girdiğini belirtmektedir. Bunun sonucu olarak molaslar kıvrımlanmış ve bölge yükselerek su üstünde olmuştur. Üst Lütəsiyen sonundaki sıkışma gerilimi KKD doğrultusunda gelişirken, Orta Oligosen sonundaki sıkışma gerilimi KB doğrultusunda gelişmiştir. Orta Oligosen sonu, Torosların doğuda Karaman'dan batıda Milas (Muğla) dolayına değin olan kuzey kenarında, Üst Lütəsiyen'den sonra ikinci önemli yükselme ve aşımın evresidir. Torosların kuzey kenarının bölgesel yükselmesine karşın, güney kenarında, Orta Oligosen sonundan başlayarak çökme-alçalma olayları da başlamış ve Alt Miyosen'de, güneyden kuzeye doğru bir deniz ilerlemesinin (transgresyonun) tetiğini çekmiştir (Graciansky, 1968; Brunn ve diğ., 1971; Poisson, 1977; Gökten, 1976; Koçyiğit, 1976; Akbulut, 1977; Gedik ve diğ., 1979). Deniz ilerlemesi Alt-Orta Miyosen boyunca sürmüş ve erişebildiği en kuzey çizgi, Isparta Bükümü kuzey

kesiminin güneyinde kalmıştır. Orta Oligosen sonundaki sıkışma tektoniğinin en belirgin izi, molasların aşırı kıvrımlanması ve yer yer Liyas-Üst Lütesiyen yaşlı Hoyran grubu kayalarının molaslar üzerine bindirmiş olmasıdır. Isparta Büklümü, bugünkü geometrik biçiminin büyük bir bölümünü, D-B yönlü sıkışma-yaklaşma olayı sonucu kazanmıştır (Koçyiğit, 1983).

Yazara göre Yeni Tektonik Dönem ise, yerel olarak, Isparta Büklümü kuzey kesiminde Orta Oligosen sonunda, tüm Orta ve Batı Anadolu'da ise Üst Miyosen sonu-Pliyosen başında ortaya çıkan ve çekme tektoniği denetiminde günümüze değin süregelen olay, yapı ve bunlara bağlı oluşukları kapsayan dönemdir. Akarsu yatağı, delta ve göl ortamlarında oluşmuş tortullar, bunlarla yanal-düşey geçişli ve eş yaşlı alkalin volkanizma ürünleriyle, bunları denetleyen blok-faylanma türündeki tektonik rejim, bu dönemin önemli öğeleridir.

Orta Miyosen sonunda, Bitlis-Zagros kenet kuşağı boyunca okyanus kapanıp kıta-kıta çarpışması gerçekleşmiş olmasına karşın, daha güneyde Kızıldeniz-Aden körfezi açılması nedeniyle (Le Pichon ve Angelier, 1979), Arap levhasının kuzey-kuzeydoğuya doğru devinimi, Kuzey Anadolu ve Doğu Anadolu Faylarının oluşumuyla karşılanmış ve bu olay Türkiye'de Yeni Tektonik Dönemin başlangıcı olmuştur (Koçyiğit, 1984).

Orta Oligosen sonundan başlayarak hemen tümüyle çekme geriliminin denetimine giren alan, yükselme ve çökmelerle birtakım çöküntü alanlarına bölünmüştür. Böylece, Isparta Büklümü'nün kuzey iç kenarındaki riftleşme olayının bölgesel kabarma-faylanma evresi başlamıştır. Hızlı yükselme-çökme ve aşınım sürerken, Isparta Büklümü'nün batı yarısı (Teke Torosları ve batı kesimleri) farklı biçimde önemli yapısal değişikliklere neden olan yeni bir sıkışma geriliminin denetimine girmiştir. Bu olay, Burdigaliyen sonunda gelişen ve ofiyolitli karışığın Toros Karbonat Platformu üzerine yerleşim evresini simgeleyen Stiriye Dağ oluşumu'dur. Büklümün kuzey kesimi, bölgesel olarak KD-GB, KB-GD ve K-G gidişli çekim fayları arasında kalan değişik boyutlu çok sayıda bloktan oluşur. Bunlardan bazıları çöküntü, diğer bazıları ise yükselti alanlarını temsil eder. Üst Miyosen sonu-Alt

Pliyosen, Pliyosen sonu ve Pleyistosen sonunda olmak üzere, başlıca üç evrede yeğlilik kazanan blok-faylanma ile, alan çok sayıda bloğa bölünmüştür. Blokları sınırlayan faylar çoğunlukla verrev atımlıdır. Gerek inceleme alanı, gerekse tüm Orta-Batı Anadolu’da, Üst Miyosen-günümüz aralığında egemen olan blok-faylanma neticesinde, eş yaşlı fakat birbiriyle kesişebilen fay takımları gelişmiştir. Nitekim, Batı Anadolu ve Isparta Büklümü’nde çok sayıda, eş yaşlı ve kesişen fay takımları gelişmiştir (Koçyiğit, 1981, 1983).

Üst Miyosen-Pliyosen başlangıcında yoğunluk kazanan normal blok faylanması türündeki devinimlerle topoğrafya keskinleşmiş, incelen kabukta derinleşen kırıklar boyunca ilk yarık püskürmeleri başlamıştır (Koçyiğit, 1981). Böylece Üst Lütesiyen sonunda sıkışmaya bağlı yükselme ile başlayıp, Oligosen ve Miyosen boyunca süren bölgesel kabarma, faylanma ve volkanizma şeklindeki riftleşme olayının üç aşaması gerçekleşmiştir (Koçyiğit, 1983).

Pliyosen sonlarına doğru Rodaniyen evresine bağlı olarak yeni bir etkinlik kazanan düşey devinimlerle, bir taraftan yeni faylar oluşurken, diğer taraftan eski faylar gençleşmiş ve deformasyona uğrayan birimler kıvrımlanmış ve tüm alan bir kez daha yükselmiştir. Yeni yükselmelerle blok faylanması iyice belirginleşmiş ve yeniden yeğin bir aşınım başlamıştır. Yükselme ve aşınma günümüze değin sürerken, graben ve horstlar oluşmuş; aşınım ürünleri çöküntü alanlarında yığılarak alüvyonları oluşturmuştur. Grabenleri sınırlayan faylar boyunca, daha yaşlı formasyonlarla alüvyonların dokanağa gelmiş olması ve eski alüvyonların yer yer faylara asılı olarak kalması, bir taraftan düşey devinimlerin günümüzde de sürdüğünü, diğer taraftan da bölgenin çekme gerilimi tektoniğinin denetiminde olduğunu göstermektedir (Koçyiğit, 1981).

Eski Tektonik Dönem ve Geçiş Döneminden arta kalan ve özellikle Orta Anadolu ile Güneybatı Türkiye’deki çöküntü çukurlarında (Sivas, Çankırı, Tuzgölü, Uşak, Konya, Beyşehir, Burdur, Denizli, Muğla kapalı havzaları) oluşan göllerde, blok faylanmanın denetiminde önemli karasal çökeller gelişmiştir. Bunlar, birbirleriyle yanal ve düşey geçişli, fay sarplığı, akarsu yatağı, delta ve göl ortamlarında

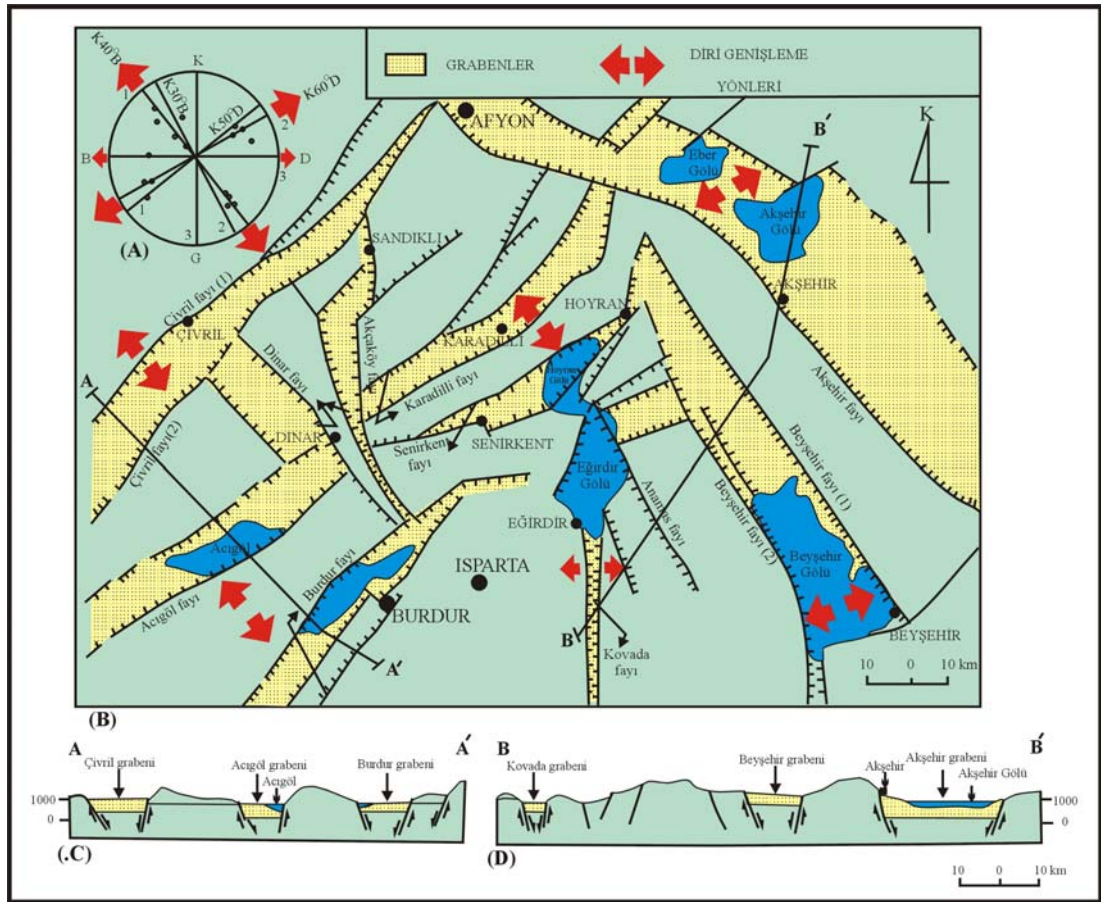
tortullaşmış çakıtaşı, kumtaşı, kil, marn, jips ve kireçtaşlarıdır. Bu birimler aynı zamanda, tortullaşmayla yaşıt levha içi volkanizma ürünleri olan tuf, tüffit, aglomera ve bazaltik, andezitik ve trakitik özellikli lavlarla da yanal-düşey geçişlidir (Koçyiğit, 1984).

Yeni Tektonik Dönemde, karasal tortullaşmayla yaşıt volkanizma olayları da etkin olmuştur. Bu volkanizma ürünleri çoğunlukla yüksek alüminyum içerikli bazalt-andezit-dasit-riyolit bileşiminde kalkalkalen lavlarla, daha az olarak da potasyumca zengin trakibazalt, trakiandezit, trakit, lösitit gibi şasonitik volkanitler ya da alkali riyolit ve bazaltlarla temsil edilir (Koçyiğit, 1984).

Blok faylanmanın en iyi gözlemlendiği alanlardan biri olan Isparta Büklümü kuzey kesiminin fay haritasında (Şekil 4.1.1.3), önemli normal faylar (Çivril, Acıgöl, Burdur, Dinar, Akçaköy, Karadilli, Senirkent, Kovada, Anamas, Beyşehir, Akşehir fayları) ile bunlar arasında kalan çöküntü ve yükselti alanlarının (Çivril, Acıgöl, Burdur, Kovada, Beyşehir, Akşehir, Karadilli ve Hoyran çöküntüleri) ilişkisi görülmektedir. Çöküntü alanlarının içi Üst Miyosen-Pliyosen yaşlı karasal tortullar ve alüvyonlarla doldurulmuştur (Şekil 4.1.1.3). Hemen hemen tüm önemli faylar ve bunlar tarafından sınırlanan çöküntü alanı içinde akmakta olan dereler, düşey yükselmenin bir kanıtı olarak, yataklarını derine kazmış olup, günümüzde diri faylar, doğrudan doğruya, alüvyonlarla daha yaşlı birimleri dokanağa getirmiştir. Yine, çöküntü alanı içinde yer alan göller, diri faylanmanın bir diğer kanıtı olarak, birer kenarlarını doğrudan fay düzlemine yaslamışlardır. Örneğin Acıgöl, Burdur Gölü, Beyşehir Gölü, Hoyran-Eğirdir Gölleri gibi (Şekil 4.1.1.3). Türkiye ve yakın dolayında Yeni Tektonik Dönemi denetleyen önemli yapı unsurları Ege Hendeği, Kuzey Anadolu Fayı, Doğu Anadolu Fayı ve Ege Graben sistemidir (Koçyiğit, 1984).

Isparta Büklümü, Orta Tersiyer'den günümüze kadar geçirdiği sıkışma ve genişleme tektonik olaylarıyla biçim kazanmıştır. Ege plakasında grabenlerin oluşumu ve Kuzey Anadolu Fayı'nın şekillenmesi esnasında plakalar, güneybatıya doğru harekete geçmiş ve büklümün şekillenmesinde etkili olmuştur. Bunun yanında,

Likya, Beyşehir-Hoyran ve Antalya naplarının, Toros Karbonat Platformu üzerine yerleşmesiyle, Kıbrıs ve Helenik yayları şekillenmiş ve bu yaylar boyunca Afrika ve Avrasya plakaları birbirine yaklaşarak, Isparta Büklümü bölgesinde K-G doğrultulu sıkışma tektoniğinin oluşmasıyla sonuçlanmıştır. Ege plakasının güneybatı yönde genişlemesi ve Anadolu plakasının batıya doğru olan hareketi, Isparta Büklümü batısındaki Likya bloğunun Burdur fayı boyunca GB doğrultuda saat yönünün tersi yönde dönmesiyle, büklümün doğu kanadının ise saat yönünde dönmesiyle sonuçlanmıştır (Şekil 4.1.1.4; Kissel ve diğ, 1993; Yağmurlu ve diğ., 2000).



Şekil 4.1.1.3 Isparta Büklümü Kuzey Kesiminin Yalınlaştırılmış Yeni Tektonik Haritası (A: Faylar için nokta diyagramı, B: Fay Haritası, C ve D: Enine kesitler; Koçyiğit, 1984)

Dilek ve Rowland (1993), Erken Triyas-Jura süresince Beydağları ve Anamas-Akseki platformları arasındaki KD yönlü rift zonu gelişimini, rift birikimleri ve okyanusal kabuğun üçgen şekilli rift zonu oluşturduğunu ileri sürmüşlerdir. Bu okyanus, Geç Maestrihtiyen boyunca D-B sıkışma kuvvetleriyle kapanmaya başlar. Rift sedimanları ve ofiyolitler batıda Beydağları, doğuda Anamas-Akseki platformları üzerine bindirmiştir. Aynı çalışmacılara göre, Beyşehir-Hoyran, Hadim ve Likya napları, Orta-Geç Tersiyer boyunca karbonat platformları üzerine yerleşmiştir. Isparta Büklümü'nü sınırlayan Burdur ve Akşehir oblik fayları bu yüzden, Geç Maestrihtiyen boyunca suture zonlarına paralel gelişmiş ve Neotektonik lineasyon tekrar aktif olmaya başlamıştır (Yağmurlu ve diğ., 1997).



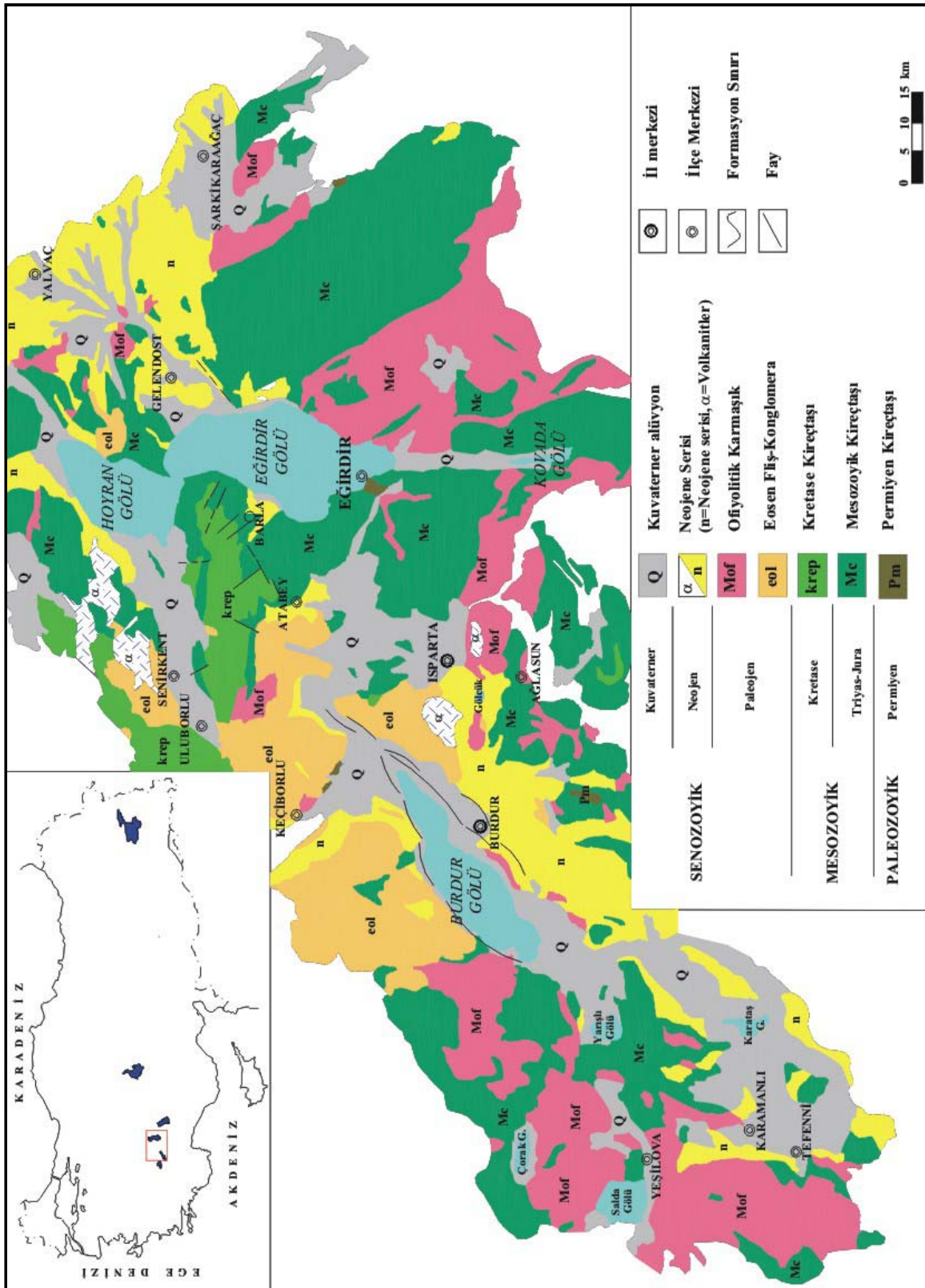
Şekil 4.1.1.4 Isparta Büklümü oluşum şeması (Yağmurlu ve diğ., 2000)

(1) Ege Bölgesi'nin genişleme rejimine bağlı olarak saat yönünün tersi yönde dönmesi, (2) Anadolu plakasının batıya doğru olan hareketine bağlı olarak saat yönünde dönmesi, (3) K-G sıkışma bölgesi

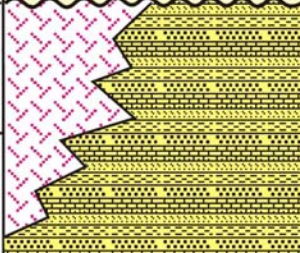
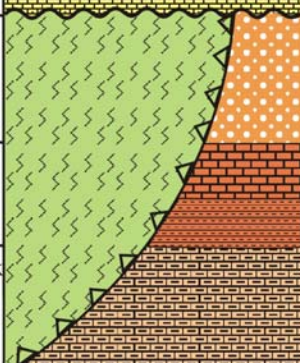
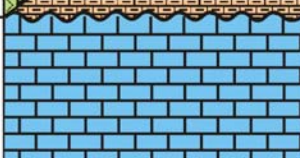
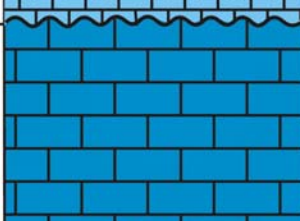
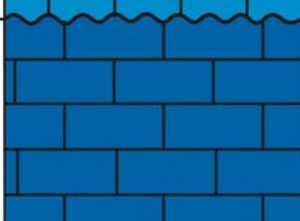
4.1.2 Stratigrafi ve Petrografi

Isparta Büklümü'nde yer alan çalışma alanında, otokton ve allokton konumlu kaya birimleri bulunmaktadır. Bölgedeki otokton birimler batıda Beydağları Otoktonu ve doğuda Anamas-Akseki Otoktonu olmak üzere iki Mesozoyik Karbonat Platformudur. Çalışma alanının batı tarafında yer alan Likya Napları, güneydeki Antalya Napları ve doğudaki Beyşehir-Hoyran Napları ise alanın allokton ofiyolit naplarını oluşturmaktadır.

Bu çalışmada, bölgenin jeolojisi için 1:500.000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritası birimleri ve adlamalar kullanılarak kayaç formasyonları basitleştirilerek yedi farklı litoloji ayırtlanmıştır (Şekil 4.1.2.1). Çalışma alanındaki otokton konumlu birimler, Permien Kireçtaşı, Triyas-Jura Kireçtaşı, Kretase Kireçtaşı, Paleojen Fliş-Konglomera ve Neojen Serisi'dir. Allokton konumlu birim ise, Ofiyolitik Karmaşık'tır. Bölgenin genelleştirilmiş stratigrafik sütun kesiti Şekil 4.1.2.2'de verilmektedir.



Şekil 4.1.2.1 Eğirdir ve Burdur Gölleri Arasının ve Çevresinin Jeoloji Haritası

S E N O Z O Y İ K				L İ T O L O J İ			
S E N O Z O Y İ K	KUVATERNER	FORMASYON SİMGE	Alüvyon (Q)		Q: Kireçtaşı, ofiyolitik karmaşık, denizel kıvrımlı birimler ve volkanik kökenli malzemeler.		
						T E R S İ Y E R	
	NEOJEN	Pliyosen	Volkanitler (α)		UYUMSUZLUK α: Andezit, trakiandezit, trakit, piroklastik seri, beyazrenkli, ince-orta katmanlı gösel oluşuklar ve Na (K) alkali volkanik kayalar		
		Miyosen	Neojen sediment ve volkano-sedimentleri (n)				n: Beyaz, bej renkli, ince-orta katmanlı, gösel ve karasal kumtaşı, marn, çakıltası serileri. Yer yer beyaz, bej renkli kireçtaşı seviyeleri bulundurulur.
	PALEOJEN	Oligosen	Oligosen konglomera (Ol)		UYUMSUZLUK Ol: Polijenik çakıllı, karbonat çimentolu kumtaşı seviyeleri bulunduran, sıg denizel konglomeralar		
		Eosen	Eosen fliş, kireçtaşı (Eo)				Eo: Detritik kireçtaşları, neritik kireçtaşları, pelajik kireçtaşları, mamlar ve çoğunlukla fliş özelliğinde gözlenen ve regresif konglomeralarla son bulan birim.
		Paleosen	Ofiyolitik karmaşık (Mof) Marn (P)				Mof: Kuvvetli tektonikle karışmış, serpantin, harzburjit, peridotit, radyolarit, çört, plaketsli kireçtaşı, şeyl, kumtaşından oluşan birim P: Pelajik kireçtaşları ile yanal-düşey yönde geçişli, kirli sarı, bej, pembe renkli, böbreğimsi ayrısmalı mamlar
	M E S O Z O Y İ K	KRETASE	Kretase Kireçtaşı (Krep)		UYUMSUZLUK Krep : İnce-orta katmanlı, kirli sarı, açık krem, pembemsi renkli, pelajik-yarı pelajik kireçtaşları. Yaklaşık 50-150 m kalınlık sunarlar		
		TRİYAS-JURA	Triyas-Jura Kireçtaşı (Mc)		UYUMSUZLUK Mc: Gri, grimsi siyah, bej renkli orta-kalın katmanlı, yoğun karstifikasyon sunan neritik kireçtaşı. Yaklaşık 1500-4000 m arasında kalınlık sunarlar		
	PALEOZOYİK	PERMİYEN	Permien Kireçtaşı (Pm)		UYUMSUZLUK Pm: Siyah, gri renkli, orta-kalın katmanlı kireçtaşı		

Şekil 4.1.2.2 Çalışma Alanının Yalınlaştırılmış Stratigrafik Sütun Kesiti (ölçeksiz)
(Yalçınkaya, 1989'dan basitleştirilerek)

4.1.2.1 Permiyen Kireçtaşı (Pm)

Siyah, gri renkli, orta-kalın katmanlı, alt-üst dokanağı gözlenemeyen kireçtaşlarından oluşan birim, çalışma alanının en yaşlı birimidir. Birim, en iyi şekilde Eğirdir'in dayandığı Sivri Tepe'nin güneybatısında, Kretase kayalarına bindiren ofiyolitler üzerinde gözlenir (Yalçinkaya ve diğ., 1986; Yalçinkaya, 1989).

4.1.2.2 Triyas-Jura Kireçtaşı (Mc)

Çalışma alanının en yaygın kaya topluluğunu oluşturan birim, Triyas-Jura yaşlı gri, grimsi siyah, bej renkli, orta-kalın katmanlı, bol eklemlili ve çatlaklı, yoğun karstifikasyon sunan, üzerinde bol megaladon kavkaları bulunduran neritik kireçtaşlarından oluşmaktadır. Permiyen ile olan ilişkisi sahada gözlenmez. Üstten ise, Kretase'nin pelajik-yarı pelajik kireçtaşları ile geçişli olarak gözlenirler. Ortalama 1500-4000 m arasında kalınlık sunarlar. Birim içerisinde, *Megaladon*, *Mercan*, *Galeanella*, *Miliolipara* gibi fosiller bulunmaktadır (Yalçinkaya ve diğ., 1986; Yalçinkaya, 1989).

4.1.2.3 Kretase Kireçtaşı (Krep)

Kretase kireçtaşları, Karbonat platformunun en üst seviyesini oluşturur. Birim egemen olarak, ince-orta katmanlı, kirli sarı, bej, açık krem, pembemsi renkli, pelajik-yarı pelajik kireçtaşlarından oluşmaktadır. Birimin bazı kesimlerinde yer yer çört yumruları ve arabantları izlenir. Üst seviyelere doğru kireçtaşının içerdiği kil oranı yükselir. Mesozoyik serinin üzerinde yer alan birim, yaklaşık 50-150 m arasında kalınlık gösterir. Karbonat Platformunun en üst seviyesini oluşturan bu kireçtaşlarının üzerine yer yer ofiyolitik seri bindirmeli olarak gelir. Bütün Mesozoyik serileri ise, Paleojen serileri tarafından transgressif olarak örtülmüştür. Birim içinde, *Globotruncana arca*, *Ganserina gansseri*, *Heterohelix sp.*, *Rugoglobigerina sp. vb.* gibi planktik foraminiferler, *Quinqueloculina sp.*, *Nezzata sp.*, *Nummoluculina sp.*, *Textulariidae*, *Miliolidae* gibi fosiller saptanmış ve yaşı

Kretase olarak belirlenmiştir (Yalçınkaya ve diğ., 1986; Yalçınkaya, 1989; Karaman, 1994).

4.1.2.4 Paleojen Fliş-Konglomera (Eol)

Bu seri, Üst Paleosen-Alt Eosen yaşlı pelajik-yarı pelajik marnlar, Eosen yaşlı fliş, numulitik kireçtaşları ve Oligosen yaşlı konglomeralardan ibarettir. Üst Paleosen-Alt Eosen yaşlı pelajik-yarı pelajik marnları içeren birim, bej, krem renkli pelajik kireçtaşları ve bunlarla yanal ve düşey yönde geçiş gösteren kirli sarı, bej, pembe, kırmızı renkli, böbreğimsi ayrışmalı marnlarla devam ederek en üstte ofiyolitleri tane, parça ve blok şeklinde bulundurmaktadır. Birim içinde ofiyolitli gereçlere rastlanması, ofiyolitli karmaşığın bölgeye ilksel yerleşiminin, bu birimin çökmesinden önce olduğunu ortaya koymaktadır. Birim, *Alveolina sp.*, *Nummulites sp.*, *Assilina sp.*, *Globorotalia sp.* vb. fosil içeriğine sahiptir (Yalçınkaya ve diğ., 1986; Yalçınkaya, 1989; Karaman, 1994) .

Eosen yaşlı flişler, orta katmanlı, boz, kahve renkli detritik kireçtaşları, yer yer sığlaşan yerlerinde bol nummulitli, gri renkli, orta katmanlı neritik kireçtaşları, yer yer derinleşen kısımlarında pembe, kırmızı renkli, ince tabakalı pelajik kireçtaşları, kırmızı, bej renkli marnlar ve çoğunlukla fliş özelliğinde gözlenen ve üstte regressif konglomeralar ile son bulan birimdir. İçerisinde bulunan *Globigerina sp.*, *Dissocyclina sp.*, *Nummulites sp.*, *Alveolina sp.*, *Assilina sp.* vb. fosil içeriğinden yaşı Eosen olarak belirlenmiştir (Yalçınkaya ve diğ., 1986; Yalçınkaya, 1989; Karaman, 1994).

Oligosen yaşlı konglomeralar ise, polijenik çakıllı, yer yer aralarında karbonat çimentolu kumtaşı seviyeleri gözlenen, sığ denizel konglomeralardır ve kabadan inceye değişen tane boyları ile kumtaşlarına giriftlik gösterir. *Nummulites fichteli*, *Nummulites intermedius*, *Lepidocyclina oulopidina*, *Ammonia becceri* vb. fosil kapsamı ile birimin yaşı Oligosen olarak belirlenmiştir (Yalçınkaya ve diğ., 1986; Yalçınkaya, 1989; Karaman, 1994).

4.1.2.5 Ofiyolitik Karmaşık (Mof)

İçerisinde değişen boyutta kireçtaşı blokları bulunduran, çok renklilik sunan, genellikle yeşil rengin hakim olduğu serpantin, harzburjit, gabro ve peridotit gibi bazik ve ultrabazik magmanın kaya türlerinden oluşmuş ofiyolitik seri, radyolarit, çört, plaketli kireçtaşı, şeyl, kumtaşı gibi, oluştuğu ortamın kaya türleri ile birlikte karmaşık bir seri olarak Paleojen serilerinin değişik kaya birimleri üzerine tektonik olarak bindirmişlerdir. Ofiyolitik karmaşığın bölgeye yerleşim yaşı Üst Paleosen-Alt Eosen sonrası olarak belirlenmiştir (Yalçınkaya ve diğ., 1986; Yalçınkaya, 1989). Bu kayaçlar, Paleosen tektonik yerleşim yaşıyla Özgür ve diğ. (1992) tarafından volkano-sedimanter seri olarak adlandırılmıştır.

4.1.2.6 Neojen Serisi

Neojen Serisi (n): Tabanda konglomeratik düzeylerle başlayan, yukarıya doğru beyaz-bej renkli, ince-orta katmanlı, gölsel ve karasal kumtaşı, marn, çakıltası serileri, kendisi ile eş zamanlı volkanizmanın tüf ve volkanitleri ile ardalanmalı olarak ve yer yer aralarında beyaz, bej renkli gölsel kireçtaşı ara seviyeleri bulunduran Neojen serisi, tüm temel kaya birimleri üzerini açısız diskordansla örten, yörenin en genç çökel topluluğunu oluşturur (Yalçınkaya ve diğ., 1986; Yalçınkaya, 1989). Otokton olan seri, Eosen yaşıyla Özgür ve diğ. (1992)'de denizel klastik seri olarak anılmıştır.

Volkanitler (α): Pliyosen yaşlı andezitik, dasitik karakterli, andezit, trakiandezit, lösitli trakitler Neojen serilerinin içerisinde yer alırlar (Yalçınkaya ve diğ., 1986; Yalçınkaya, 1989; Karaman, 1994). Özgür ve diğ. (1992), Özgür (2001b)'de Gölcük yöresi volkanik kayaçları, (i) tefrifonolit, (ii) piroklastik seri ve (iii) trakiandezit-trakit olmak üzere üç fazda incelenmiş olup, bu kayaçların $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ ve $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ izotopları ile kökenlerinin alt mantoya dayandığını belirlenmiştir.

4.1.2.7 Alüvyon (Q)

Geniş bir alanı kaplayan alüvyon, ovada, dere yataklarında ve düzlüklerde görülmektedir. Yer yer 300 m'den fazla kalınlığa sahip alüvyon örtüye gereç sağlayan birimler, kireçtaşları, ofiyolitli karmaşık, denizel kırıntılı birimler ve volkanik kökenli malzemelerdir. Dik yamaç önlerinde birikinti konilerini oluşturan alüvyal yelpaze tortulları, alüvyonların üst seviyelerinde ve onlarla yanal ve düşey geçişli olarak bulunmaktadır. Birikinti konileri burada alüvyon adı altında ele alınmıştır. Birimin yaşı Kuvaterner'dir (Yalçınkaya ve diğ., 1986; Yalçınkaya, 1989; Karaman, 1994).

4.2 Hidrojeoloji

Çalışma alanında bulunan Eğirdir Gölü yarı kapalı havza özelliğinde olup beslenme havzası sınırları belirlenmiştir (Karagüzel ve diğ., 1995). Burdur Gölü ise tam kapalı havzadır. Dışarıdan beslenimi oldukça az olup dışarıya akışı da bulunmaz. Eğirdir ve Burdur Gölleri'nin beslenme havzası sınırları Şekil 3.2.1.1'de gösterilmektedir. İki göl arasında ise, Atabey ovası bulunmaktadır. Atabey Ovası'nın Eğirdir Gölü'ne komşu olan doğu kesiminde şerit halinde uzanan ofiyolitli karmaşık bindirmesinin Atabey Ovası ile Eğirdir Gölü arasında doğal geçirimsiz bariyer oluşturduğu görülmektedir. Atabey Ovası ile Burdur Gölü arasında ise fliş özelliğinde birimler ve ofiyolitli karmaşık bulunmaktadır. Bu birimlerin de Atabey Ovası ile Burdur Gölü arasında geçirimsiz bariyer oluşturduğu kabul edilmektedir. Bundan dolayı, Eğirdir ve Burdur Gölleri'nin birbirleriyle irtibatı olmadığı ve göller arasında yer alan Atabey Ovası'nın da göller ile hidrolojik bir bağlantısının bulunmadığı sonucuna varılmıştır (İrleyıcı, 1998).

Eğirdir Gölü havzasında önemli akiferler, batıda Uluborlu-Senirkent ovası, kuzeydoğuda Hoyran, Gelendost ve Yalvaç ovaları alüvyon akiferleri şeklinde bulunmaktadır. Bölgedeki karstik kireçtaşları da çatlak ve erime boşluklarında yeraltısuyu bulundurması bakımından büyük bir potansiyel oluşturmaktadır.

Buradaki akiferlerde yeraltısuyu akım yönünün Eğirdir Gölü'ne doğru olduğu düşünülmektedir (Mutlutürk ve diğ., 1991; Karagüzel ve diğ., 1995).

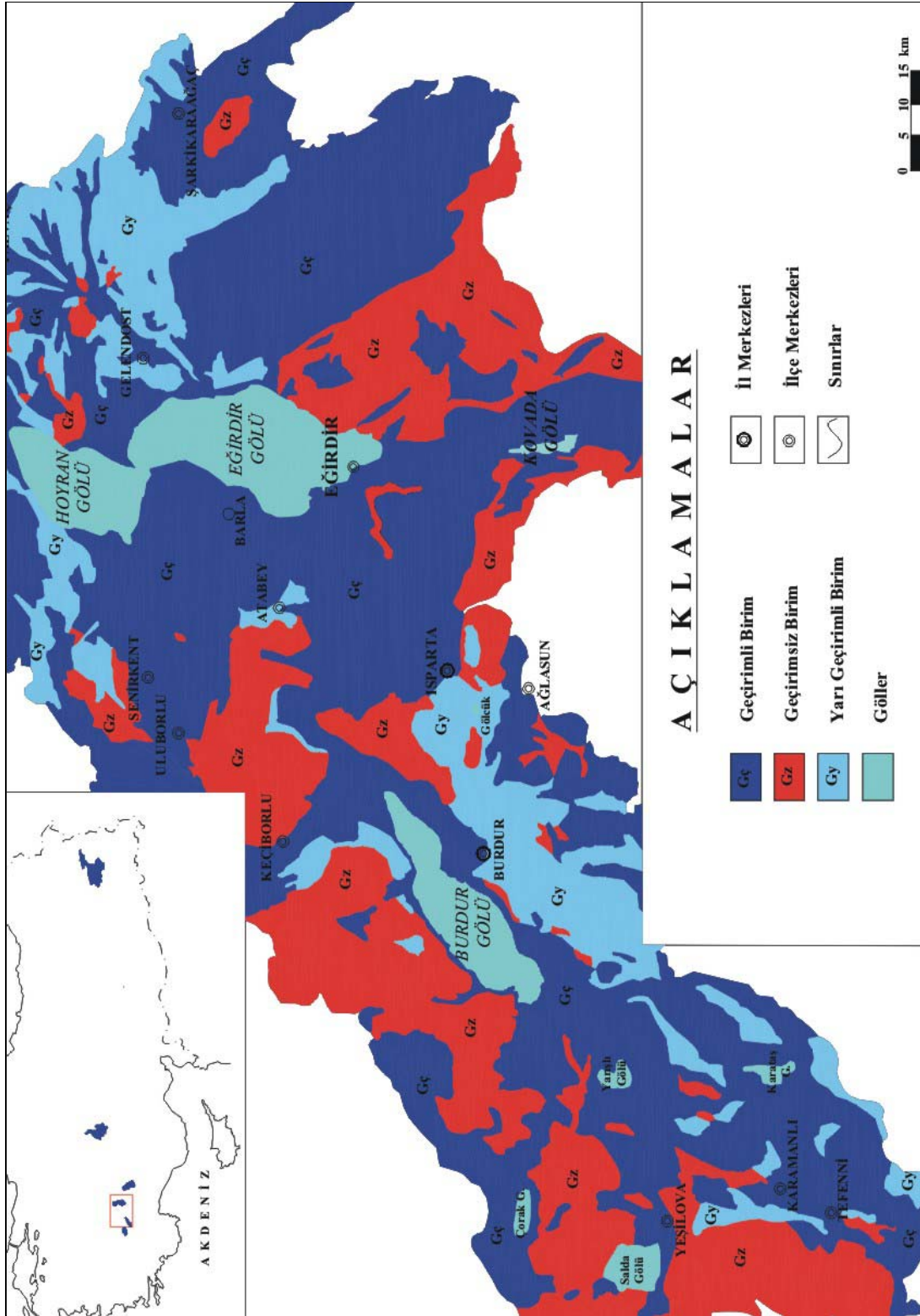
Eğirdir Gölü'nün beslenme parametreleri (i) Göl yüzeyine düşen yağış, (ii) Yüzeysel akış, iç kaynaklar ve (iv) Yılanlı derivasyonu olarak adlandırılır.

Gölü besleyen en önemli dereler, batıda Kapıdağı ve Gelincik Tepe'den doğan Pupa çayı, kuzeydoğuda kaynağı Sultandağları olan Gelendost çayı, Hoyran ovasından gelen Hoyran çayı ve güneyden gelen Çaydere'dir. Bu dereler yaz aylarında sulamada kullanıldıklarından tamamen kururlar (Karagüzel ve diğ., 1995).

Eğirdir Gölü'nün boşalım parametreleri ise (i) Doğal boşalım (buharlaşma, düden kayıpları ve dolu savak) ve (ii) yapay boşalım (enerji, sulama, içme suyu) olarak sıralanabilir (Karagüzel ve diğ., 1995; Çizelge 4.2.1).

Burdur Gölü'ne dökülen önemli akarsular yoktur buna karşın, az da olsa Bozçay, Uludere, Büğdüz, Çerçin, Keçiborlu dereleri gibi dereler ve göl altındaki birkaç kaynak gölün beslenme parametrelerini oluşturmaktadır (Merter ve diğ., 1986). Burdur Gölü suları, kötü kalitede olması nedeniyle herhangi bir amaçla kullanılmamaktadır. Bu nedenle, bu göl ile ilgili olarak çok fazla çalışma yapılmamaktadır.

Çalışma alanındaki jeolojik birimler hidrojeolojik özellikleri göz önünde bulundurularak geçirimli, yarı geçirimli ve geçirimsiz birimler olarak gruplara ayrılmıştır. Permiyen Kireçtaşı, Triyas-Jura Kireçtaşı, Kretase Kireçtaşı ve Alüvyon geçirimli birimleri oluşturmaktadır. Paleojen Fliş-Konglomera ve Ofiyolitik Karmaşık geçirimsiz birimlerdir. Neojen serisi ise yarı geçirimli birim olarak ayrılmıştır. Hidrojeoloji haritasında (Şekil 4.2.1) bu birimler gösterilmiştir.



Şekil 4.2.1 Eğirdir ve Burdur Gölleri Arasının ve Çevresinin Hidrojeoloji Haritası

Çizelge 4.2.1 Eğirdir Gölü'ne Ait Bazı İstatistiksel Bilgiler (Karagüzel ve diğ., 1995)

Gözlem Yılları	YAĞIŞ		BESLENİM			BOŞALIM				
	Havza (mm)	Göl Alanı (mm)	Yağış (hm ³)	Akış (hm ³)	Sulama (hm ³)	Buharlaşıma (hm ³)	Savak (hm ³)	Enerji (hm ³)		
1966	601,92	618,70	295,12	1137,85	0,00	521,62	37,12	423,53		
1967	501,41	480,16	227,13	1101,40	0,00	522,54	251,41	671,50		
1968	724,68	723,11	343,47	1290,79	1,81	52310,00	454,10	619,29		
1969	707,05	755,74	361,22	1667,83	2,02	523,90	732,01	1029,44		
1970	464,87	447,05	210,98	1458,50	2,23	523,94	618,57	1146,47		
1971	553,85	561,06	263,67	962,77	4,83	522,72	113,32	508,80		
1972	446,15	435,50	202,51	719,86	1,83	521,63	0,00	463,80		
1973	504,77	413,85	189,57	588,89	2,25	516,99	0,00	453,60		
1974	482,69	515,41	232,45	667,25	4,80	513,11	0,00	443,50		
1975	645,51	716,80	323,99	775,02	4,74	511,11	0,00	208,02		
1976	517,95	615,00	279,83	784,31	11,31	511,15	0,00	130,46		
1977	643,58	509,16	231,09	632,81	26,83	508,73	0,00	106,97		
1978	839,42	868,03	398,41	952,00	28,83	509,32	0,00	166,68		
1979	803,21	850,00	392,70	976,71	35,38	513,24	0,00	174,89		
1980	706,41	689,34	320,52	947,56	48,20	515,89	0,00	231,20		
1981	751,28	866,80	408,26	1096,16	57,10	520,96	1,02	221,70		
1982	538,46	569,02	269,14	889,79	67,90	521,83	60,13	224,40		
1983	609,62	677,54	318,43	755,71	66,10	520,91	0,00	351,60		
1984	497,11	544,42	258,59	1069,40	72,39	521,95	146,62	282,70		
1985	586,54	623,60	293,72	676,46	81,05	520,09	0,00	307,20		
1986	433,52	464,92	218,04	665,53	91,43	516,12	0,00	216,90		
1987	581,41	646,06	218,09	588,54	94,98	510,74	0,00	230,10		
1988	601,92	678,30	317,44	715,74	104,92	508,97	0,00	158,10		
1989	442,31	500,20	231,09	540,27	127,12	505,67	0,00	141,50		
1990	382,69	418,70	192,60	540,77	108,65	501,62	0,00	87,20		
1991	651,28	706,60	324,33	448,53	106,76	496,10	0,00	0,00		
1992	454,48	477,70	218,79	570,06	116,35	491,23	0,00	0,00		
1993	433,33	526,80	241,32	547,14	123,47	349,07	11,26	0,00		
1994	521,47	582,30	267,28	558,18	152,97	388,19	4,03	0,00		
Ortalama	569,99	602,82	277,58	838,82	53,32	504,57	83,78	310,33		

4.3 Hidrojeokimya

Çalışma alanında bulunan yeraltısuları, sıcak sular, maden suları ve yüzey sularının analizlerinin kullanılabilirliği SOLMINEQ.88 (Kharaka ve diğ., 1988) adlı “software” programı ile yeniden hesaplamalar yapılarak kontrol edilmiştir. Bunun yanında “manuel” hesaplamalar ile iyon bilançosu diyagramı hazırlanmıştır (Çizelge 4.3.1). Suların hidrojeokimyasal özelliklerini belirlemek amacıyla, alınan örneklerin analiz sonuçları (Çizelge 4.3.2) Scholler (Şekil 4.3.1 ve Şekil 4.3.2) ve Piper (Şekil 4.3.3) diyagramlarında değerlendirilmiştir.

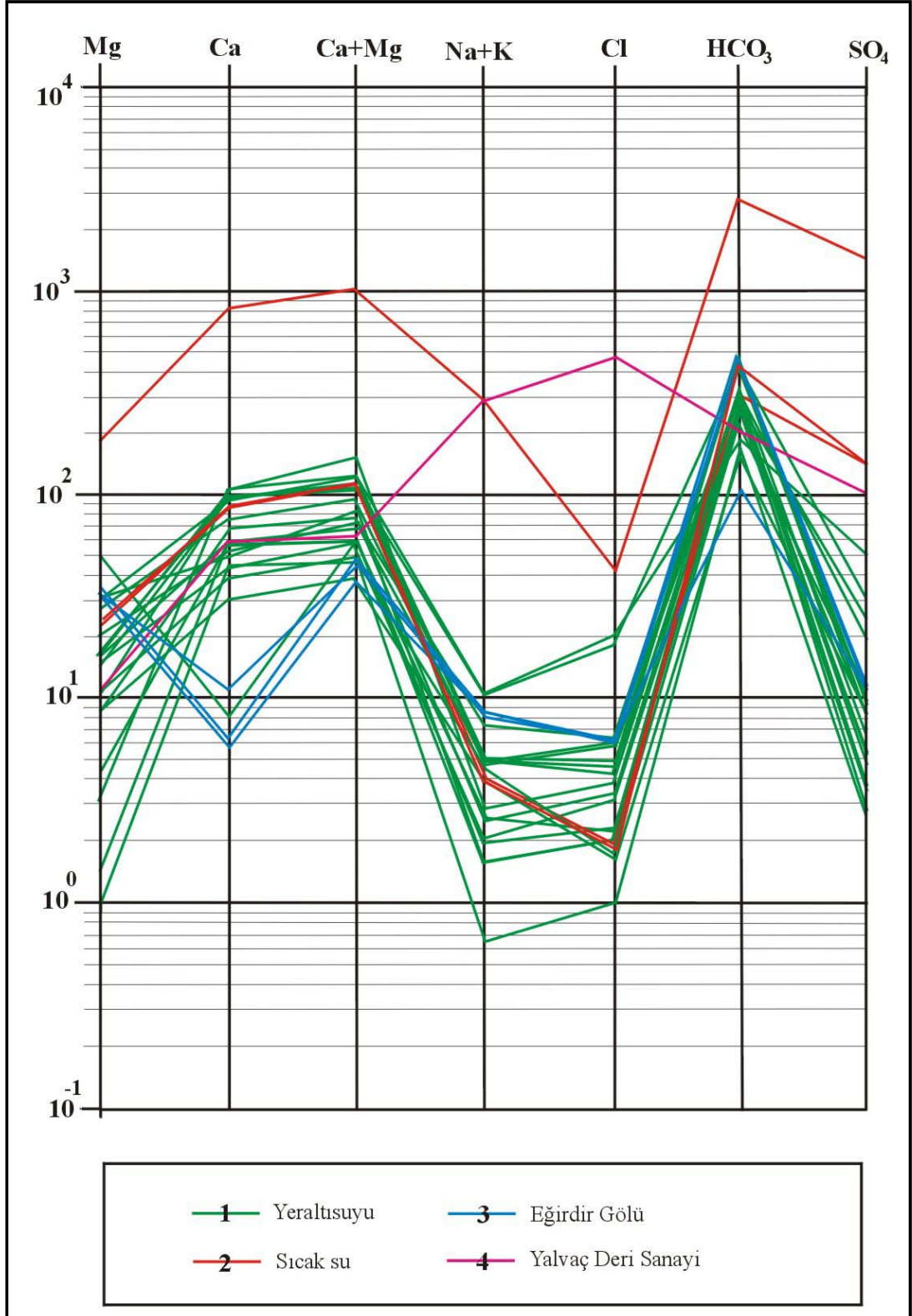
Eğirdir Gölü ve çevresinde yeralan çalışma alanından alınan su örnekleri, yeraltısuyu, sıcak su, yüzey suları ve Yalvaç Deri Organize Sanayiinin atık sularından (atık sular Eğirdir Gölü’ne verilmektedir) alınan suların tipleri belirlenmiştir (Şekil 4.3.1). Bu tanımlamada Eğirdir yöresindeki yeraltısuları birbirleriyle oldukça yakın özellikler göstermektedir ve içilebilir kalitededir. Bölgedeki yeraltısuları Ca-HCO_3 tipi sular olarak sınıflandırılabilir. Eğirdir Gölü suları da yöredeki yeraltısuları ile yakın özelliklere sahip olup, Ca-Mg-HCO_3 tipi sular olarak tanımlanabilir. Eğirdir Gölü suları 630 mg/l’ye kadar olan iyon konsantrasyonu nedeni ile iyi kalitede, içilebilir sular sınıfına girmektedir.

Burdur Gölü kapalı bir havzadır, yani gölün dışarıya akışı yoktur ve gölü besleyen önemli bir akarsu da bulunmaz. Bu nedenle Burdur Gölü suları yüksek buharlaşma oranı dolayısıyla çok yüksek miktarda çözünmüş iyon konsantrasyonuna sahiptir. Burdur Gölü suları içilemez kalitede sular sınıfına girmektedir ve $\text{Na-Mg-(Cl)-SO}_4\text{-HCO}_3$ tipi sulardır (Şekil 4.3.2). Burdur Gölü çevresindeki yeraltısuları ise yine Eğirdir Gölü yeraltısuları ile benzerlik göstermekte olup Ca-HCO_3 tipi sulardır.

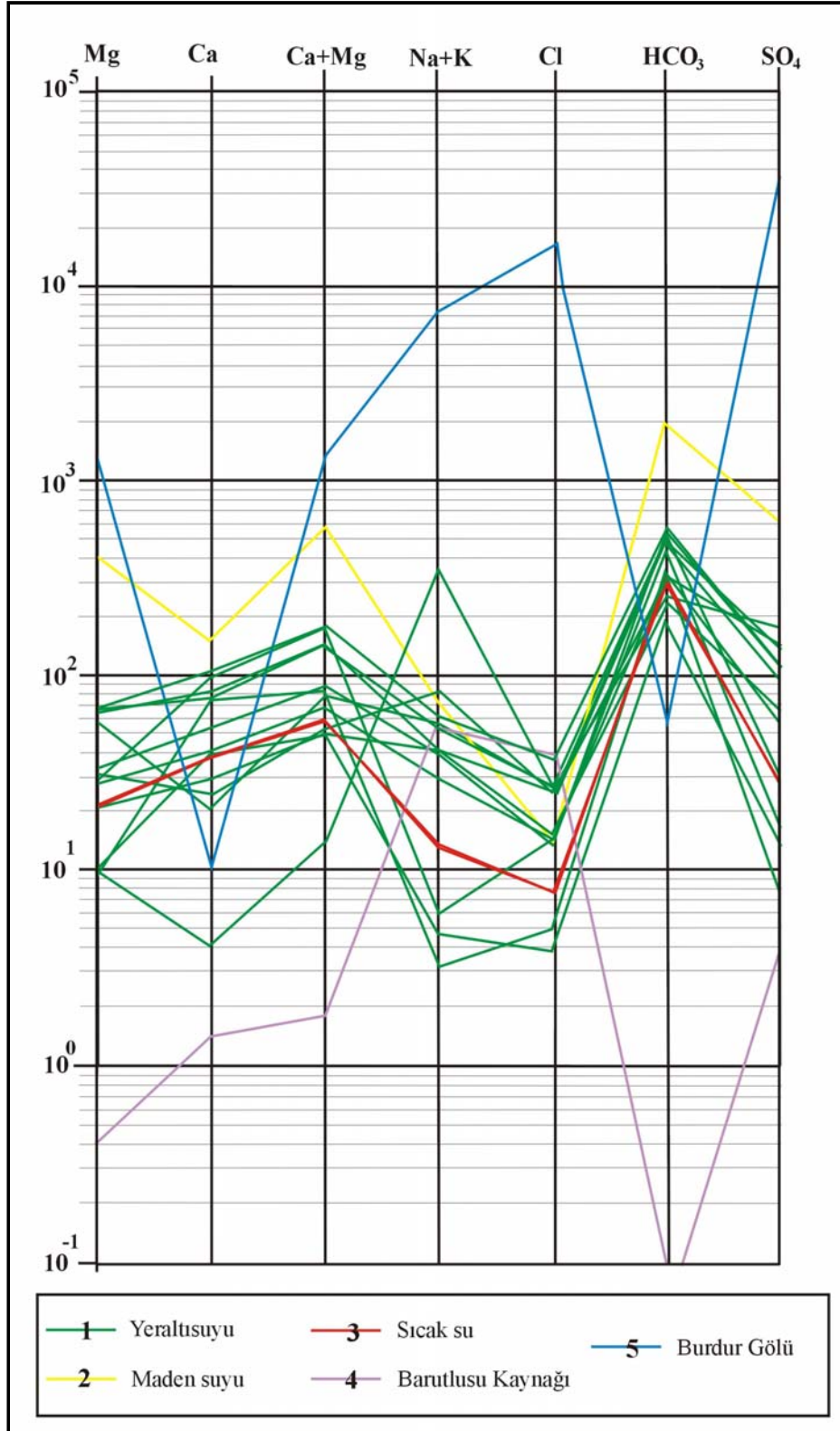
Çizelge 4.3.1 Çalışma Alanındaki Suların İn-situ Ölçüm Değerleri ve İyon Bilançosu

Sıra No	Örnek No	T (°C)	pH	Eh (mV)	EC (µS/cm)	Tip	TDS (mg/l)	Σ Katyonlar (mmol(eq)/l)	Σ Anyonlar (mmol(eq)/l)	Fark (mmol(eq)/l)	Hata oranı (%)
1	B-1	18,0	8,06	280	828,0	Ca-HCO ₃	781,01	5,60	10,07	4,47	0,57
2	B-4	20,0	7,79	240	702,0	Ca-HCO ₃	748	4,50	9,84	5,34	0,74
3	B-5	20,3	6,33	77	3280,0	Ca-HCO ₃	3424,88	24,69	38,46	13,78	0,43
4	B-8	20,1	8,20	227	750,0	Ca-HCO ₃	612,18	4,39	7,27	2,97	0,51
5	B-13	23,0	8,13	209	380,0	Ca-HCO ₃	283,4	1,87	3,54	1,88	0,71
6	B-14	18,0	7,10	263	889,0	Ca-HCO ₃	628,08	3,57	8,05	4,48	0,77
7	B-15	17,0	7,45	253	489,0	Ca-HCO ₃	461,24	2,43	5,96	3,53	0,84
8	B-17	23,0	7,93	258	583,0	Ca-HCO ₃	522,04	3,59	6,47	2,88	0,57
9	B-18	19,0	7,83	217	529,0	Ca-HCO ₃	428,89	3,41	5,18	1,78	0,41
10	B-20	27,0	7,68	222	475,0	Ca-HCO ₃	424,82	2,57	5,40	2,83	0,71
11	B-21	19,0	10,16	124	280,0	Ca-HCO ₃	120,89	2,80	1,18	1,64	0,82
12	B-23	27,0	7,62	219	470,0	Ca-HCO ₃	443,79	4,94	6,35	1,41	0,25
13	B-24	29,0	9,00	123	29400,0	Na-Mg-(Cl)-(SO ₄)-HCO ₃	51542,32	369,28	669,38	300,08	0,57
14	B-25	13,0	7,41	287	1052,0	Ca-HCO ₃	928,82	7,24	11,00	3,76	0,41
15	B-26	15,0	7,27	288	1213,0	Ca-HCO ₃	1074,88	7,89	11,88	4,00	0,40
16	B-27	15,0	7,46	70	1027,0	Ca-HCO ₃	903,54	6,86	10,40	3,54	0,41
17	B-28	15,0	9,33	-278	1970,0	Ca-HCO ₃	990,81	16,52	8,67	7,83	0,82
18	E-1	25,0	9,00	181,0	337,0	Mg-Ca-HCO ₃	379,03	1,80	8,38	6,58	1,29
19	E-2	16,0	7,20	203,0	638,0	Ca-HCO ₃	603,22	3,29	7,65	4,35	0,79
20	E-3	21,0	7,68	203	689,0	Ca-HCO ₃	637,7	3,87	7,95	4,07	0,69
21	E-4	15,0	8,14	212	263,0	Ca-HCO ₃	226,28	1,33	2,82	1,49	0,71
22	E-5	25,0	8,27	189	482,0	Ca-HCO ₃	444,12	2,82	5,53	2,90	0,71
23	E-6	13,0	7,85	198	443,0	Ca-HCO ₃	413,84	2,29	5,40	3,13	0,81
24	E-7	15,0	7,51	206	518,0	Ca-HCO ₃	444,55	2,49	5,67	3,17	0,77
25	E-8	23,0	9,14	170	332,0	Mg-Ca-HCO ₃	321,34	1,93	7,93	6,00	1,21
26	E-9	19,0	7,85	203	391,0	Ca-HCO ₃	368,94	1,93	4,79	2,85	0,85
27	E-10	19,0	7,69	192	406,0	Ca-HCO ₃	367,8	1,70	5,42	3,71	1,04
28	E-11	18,0	8,05	185	263,0	Ca-HCO ₃	279,56	1,67	3,47	1,80	0,70
29	E-12	15,0	7,34	197	721,0	Ca-HCO ₃	587,2	3,28	7,18	3,90	0,74
30	E-13	20,0	8,39	171	430,0	Ca-HCO ₃	389,29	2,50	4,83	2,32	0,63
31	E-14	23,0	7,25	183	682,0	Ca-HCO ₃	601,1	3,48	8,86	3,37	0,65
32	E-15	23,0	7,26	182	691,0	Ca-HCO ₃	590,9	3,44	6,71	3,27	0,64
33	E-16	22,0	8,22	173	253,0	Ca-HCO ₃	225,64	1,43	2,73	1,30	0,62
34	E-17	22,0	8,08	58	5280,0	Ca-HCO ₃	5922,52	37,68	63,74	26,05	0,51
35	E-18	15,0	7,42	158	755,0	Ca-HCO ₃	630,81	4,15	7,79	3,64	0,61
36	E-19	26,0	9,12	139	345,0	Mg-Ca-HCO ₃	207,12	1,99	2,20	2,05	0,09
37	E-20	14,0	7,52	178	509,0	Ca-HCO ₃	448,06	2,90	5,37	2,47	0,59
38	E-21	15,0	7,67	157	618,0	Ca-HCO ₃	468,91	3,26	5,57	2,31	0,52
39	E-22	14,0	7,67	168	524,0	Ca-HCO ₃	442,91	3,04	5,29	2,25	0,54
40	E-23	15,0	7,45	160	397,0	Ca-HCO ₃	361,09	2,33	4,49	2,15	0,63
41	E-24	15,0	7,76	185	388,0	Ca-HCO ₃	328,63	1,91	4,08	2,18	0,72
42	YD-1	19,0	7,61	-128	1358,0		1148,21	14,35	17,73	3,38	0,21

Çizelge 4.3.2 Eğirdir ve Burdur Gölleri çevresinden alınan örneklerin in-situ ölçümleri, anyon-katyon ve eser element analizleri sonuçları

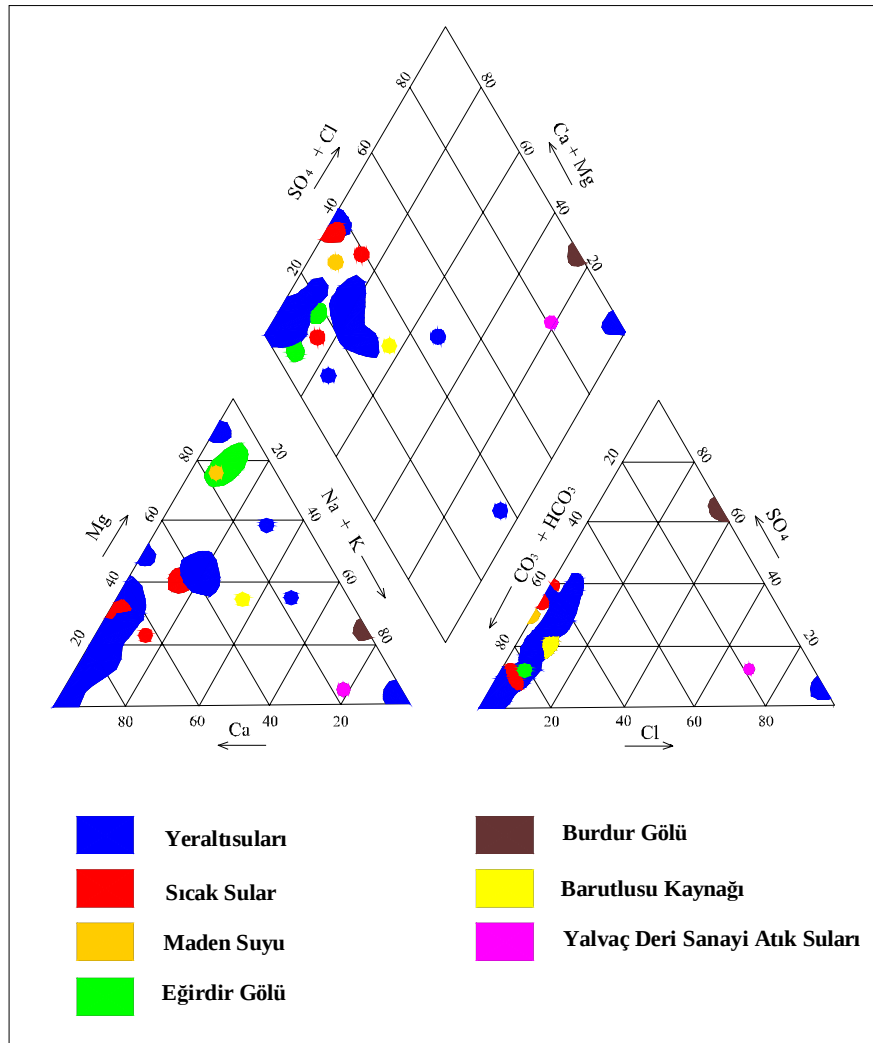


Şekil 4.3.1 Eğirdir Gölü ve çevresinden alınan su örneklerine ait Scholler diyagramı



Şekil 4.3.2. Burdur Gölü ve çevresinden alınan su örneklerine ait Scholler diyagramı

Çalışma alanında bulunan çeşitli sular PIPER diyagramı yardımıyla tanımlanmıştır (Şekil 4.3.3). Burdur ve Eğirdir Gölleri arasında bulunan alanda yer alan yeraltı suları ve sıcak sular Ca-HCO_3 tipi sular olarak tanımlanabilir. Bunun yanında Şifa Maden Suyu Ca-HCO_3 tipi göstermesine karşın İçmeler Kaynağı yüksek Mg^{2+} değeri ile kendini belli etmektedir. Eğirdir Gölü suları Ca-Mg-HCO_3 tipi sular olarak sınıflandırılabilir. Burdur Gölü suları da $\text{Na-Mg-(Cl)-(SO}_4\text{)-HCO}_3$ tipi sular olarak sınıflandırılırlar ve içilemez kalitededir.



Şekil 4.3.3 Çalışma alanındaki yeraltı suları, maden suyu, sıcak sular ve yüzey sularının Piper diyagramı

İnceleme alanında bulunan çeşitli kökenlere sahip suların anyon ve katyonlarına ait minimum ve maksimum değerleri Şekil 4.3.4'de görülmektedir. Bu şekilde, “manuel” olarak hesaplanan eşik (background) değerleri de verilmiştir. Önemli elementlere ait özellikler aşağıdaki gibi tanımlanmışlardır:

Sodyum (Na^+): İnceleme alanındaki yeraltısularının Na^+ değeri 0,52 ile 355 mg/l arasında bulunmaktadır (eşik değer: 3,86 mg/l). Bunun yanında sıcak suların Na^+ değeri yeraltısularındaki değerlerle karşılaştırıldığında daha yüksek görülmektedir (değer aralığı: 3,38 ile 197 mg/l; eşik değer: 12,30 mg/l). Eğirdir Gölü suları ise Na^+ içeriği bakımından 6,93 ile 7,01 mg/l arasında değişen değerlere sahiptir. Buna karşın Burdur Gölü sularının Na^+ değeri oldukça yüksektir (7210 mg/l).

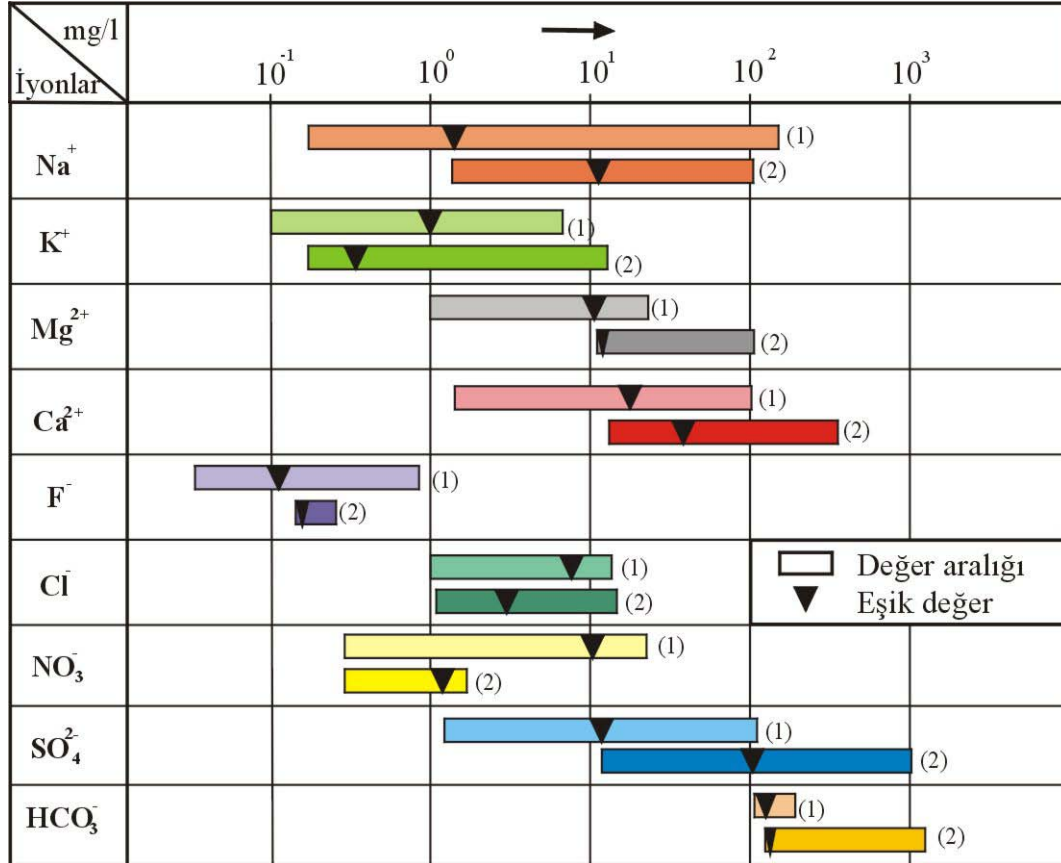
Potasyum (K^+): Bölgedeki yeraltısularının K^+ değeri 0,12 ile 9,50 mg/l arasında değişmekte olup 1,08 mg/l eşik değeri ile sıcak sularla benzerlik göstermektedir. Eğirdir Gölü sularındaki K^+ değeri ise 1,59 ile 1,69 mg/l arasında değerler vermektedir. Burdur Gölü sularının K^+ değeri ise 40,60 mg/l olarak yüksek bir konsantrasyona sahiptir.

Magnezyum (Mg^{2+}): Çalışma alanındaki sıcak suların Mg^{2+} değeri 20,80 ile 181,20 mg/l arasında temsil edilirken (eşik değer: 24,79 mg/l), yeraltısularının Mg^{2+} değeri 1 ile 68,40 mg/l arasında değerler vermektedir (eşik değer: 16,67 mg/l). Burdur Gölü suları 1321 mg/l olan yüksek Mg^{2+} değeri ile kendini göstermektedir. Eğirdir Gölü sularında ise Mg^{2+} değeri 31,74 ile 34,42 mg/l arasında değişmektedir.

Kalsiyum (Ca^{2+}): Yeraltısularının Ca^{2+} değeri 4,00 ile 106,23 mg/l arasında değişim göstermektedir (eşik değer: 54,11 mg/l). Sıcak sulardaki Ca^{2+} miktarı 36,80 ile 824 mg/l arasındadır (eşik değer: 84,80 mg/l). Eğirdir Gölü sularının Ca^{2+} değeri 5,67-11,55 mg/l olarak belirlenmiştir. Burdur Gölü sularında ise Ca^{2+} değeri 10,80 mg/l'dir.

Fluor (F^-): Çalışma alanındaki yeraltısularındaki F^- değerleri 0,08 ile 0,98 mg/l arasındadır (eşik değer: 0,19 mg/l). Sıcak suların F^- değerleri ise 0,41 ile 0,71 mg/l

arasında değişmektedir (eşik değer: 0,45 mg/l). Aynı şekilde, Eğirdir Gölü sularındaki F^- değerleri (değer aralığı: 0,20 ile 0,22 mg/l) yeraltısuları ve sıcak sularla benzerlik göstermektedir. Buna karşılık, Burdur Gölü sularındaki F^- değeri $<0,05$ mg/l'dir.



Şekil 4.3.4 Çalışma alanındaki sularda bulunan iyonların değer aralıkları ve eşik (background) değerleri (1: yeraltısuları; 2: sıcak sular)

Klor (Cl^-): İnceleme alanındaki yeraltısuları 1,00-37,42 mg/l arasında bulunmaktadır (eşik değer: 9,64 mg/l). Sıcak sulara Cl^- değerleri 1,80 ile 42 mg/l arasındadır. Eğirdir Gölü sularında Cl^- değeri 6,10 ile 6,40 mg/l arasında değerlere sahiptir. Bölgedeki yeraltısuları, sıcak sular ve Eğirdir Gölü sularının Cl^- değerleri hemen hemen benzerlik gösterirken, Burdur Gölü suları 12454 mg/l Cl^- değeri ile oldukça yüksek bir konsantrasyon vermektedir.

Nitrat (NO_3^-): İnceleme alanındaki sıcak suların NO_3^- değeri 0,75 ile 5,10 mg/l arasında değerlere sahip olup 2,50 mg/l eşik değeri vermektedir. Yeraltısuları ise NO_3^- konsantrasyonu bakımından sıcak sulara oranla daha yüksek değerlere sahiptir (eşik değer: 12,43 mg/l). Eğirdir Gölü sularında NO_3^- değerinin <0,75 mg/l, Burdur Gölü sularında ise <0,50 mg/l olduğu görülmektedir.

Sülfat (SO_4^-): Eğirdir Gölü sularında SO_4^- değeri 11,20 ile 11,40 mg/l arasındaki değerlerde gözlenirken, Burdur Gölü sularında SO_4^- değeri 30470 mg/l ile oldukça yüksek konsantrasyona sahiptir. Yeraltısularının SO_4^- değerleri 2,50 ile 155,25 mg/l arasında değerlere sahipken (eşik değer: 20,98 mg/l), sıcak suların SO_4^- değerlerinin 28,15 ile 1450 mg/l aralığında olduğu belirlenmiştir (eşik değer: 143 mg/l). Özellikle Burdur Gölü suları (30470 mg/l) ve İçmeler Kaynağı (1450 mg/l) sularının SO_4^- değeri oldukça yüksektir.

Bikarbonat (HCO_3^-): İnceleme alanındaki yeraltısularının HCO_3^- değerleri 152,2 ile 587,4 mg/l arasında bulunmaktadır (eşik değer: 310,3 mg/l). Bunun yanında sıcak sulardaki HCO_3^- değeri yeraltısularındaki değerlerle uyumaktadır (eşik değer: 310,6 mg/l). Buna karşın Eğirdir Gölü sularında HCO_3^- değeri 103,6 ile 460,7 mg/l arasındaki değerleriyle hem yeraltısuları, hem de sıcak sularla benzerlik göstermektedir. Burdur Gölü suları ise 59,83 mg/l HCO_3^- değeri vermektedir.

4.4 İzotop Jeokimyası

Bir elementin her atomunda proton sayısı aynı olmasına karşın, nötron sayıları değişebilmektedir. Farklı nötron sayılarına sahip atomlarına o elementin izotopları adı verilmektedir. Yani izotoplar, aynı elementin farklı sayıda nötrona sahip çeşitleridir. İzotopların kimyasal bileşimleri aynı olmasına karşın kütlelerinde farklılıklar vardır (Hoefs, 1997). İzotoplar genel olarak iki gruba ayrılabilirler: duraylı ve duraysız (radyoaktif) izotoplar. Radyoaktif izotoplar, α , β ve γ radyasyonları yayarak radyoaktif bozuşma yoluyla başka bir elemente dönüşen izotoplardır. ^{87}Rb , ^{147}Sm , $^{235,238}\text{U}$, ^{232}Th ve ^{40}K gibi radyoaktif izotoplar, yaygın olarak radyometrik yaş ölçümlerinde kullanılırlar. Duraylı izotoplar ise, radyoaktif bozuşma özelliği göstermezler. Hidrojenin ^1H , ^2H (D, döteryum) ve ^3H (T, trityum) izotopları vardır ve trityum izotopu radyoaktiftir. Oksijenin (^{16}O , ^{18}O), karbonun (^{12}C , ^{13}C), kükürdün (^{32}S , ^{34}S) izotopları yaygın kullanım alanları bulmaktadır.

Döteryum ($\text{D}=\text{}^2\text{H}$), oksijen-18 (^{18}O) ve trityum (^3H) izotopları hidrojeolojide çok kullanılan çevresel izotoplardır (Aksoy ve Filiz, 2001). Bu izotoplar, (i) Bölgedeki yeraltısuyunun kökeni ile ilişkili olabilecek yeraltısuyu tipine işaret edecek veriler sağlamak, (ii) Farklı bölgelerin su karışımlarını saptamak (kökene bağlı olarak), (iii) Suyun akım hızı ve yönü hakkında bilgi sağlamak, (iv) Suyun yeraltında oluşum zamanına (suyun yaşı) ait veriler sağlamakta kullanılır (Moser ve Rauert, 1980). Oksijen-18 (^{18}O) ve döteryum ($\text{D}=\text{}^2\text{H}$) çevresel izotopları, hidrolojik olaylar içindeki miktarlarının ortamın fiziksel ve kimyasal koşullarına bağlı olarak değişmesinden dolayı, suyun geldiği ortam hakkında önemli bilgiler verirler.

İzotoplar kütle spektrometresiyle ölçülür. Kütle spektrometresi, elektrik yüklü atomları ve molekülleri, elektrik ve/veya manyetik alanlardaki hareketini esas alarak kütlelerine göre ayırmak üzere tasarlanmış bir aygıttır. O_2 ve H_2 izotopik bileşimleri $\delta^{18}\text{O}$ ve δD olarak yazılır ve SMOW (Standart Mean Ocean Water) standardına göre $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ ve D/H orantılarının farkları olarak ifade edilir (Craig, 1961). İzotopik bileşimler binde (‰) olarak ifade edilir ve değeri mutlak bir orantıyı göstermez; örnek ile standart arasındaki göreceli bir sapmayı temsil eder. $\delta\text{D}=+10$ değerinin

anlamı, örnek D bakımından SMOW'dan ‰ 10 zengin demektir. Negatif değerlerse, SMOW'a göre örnekteki izotopların görelî tüketişini gösterir.

Günümüzdeki okyanus suyunun izotopik bileşimi, SMOW standardında sabittir (Craig, 1961):

$$\delta^{18}\text{O}=0 \text{ ve } \delta\text{D}=0$$

Meteorik suların izotopik değışimleri son derece sistematik olup, MWL (Meteoritic Water Line) olarak ifade edilen doğrusal bir hatla gösterilir (Craig, 1961):

$$\delta(\text{‰})\text{D}=8 \delta(\text{‰})^{18}\text{O}+10$$

$$\text{Bu eşitlikte; } \delta(\text{‰}) = \frac{R_{\text{örnek}} - R_{\text{standart}}}{R_{\text{standart}}} \times 1000$$

R= ağır iztopun hafif olana oranıdır.

Doğu Akdeniz havzasında $\delta^{18}\text{O}$ ve δD arasındaki ilişki aşağıdaki eşitlikte gösterilmiştir:

$$\delta\text{D}=8 \delta^{18}\text{O}+22$$

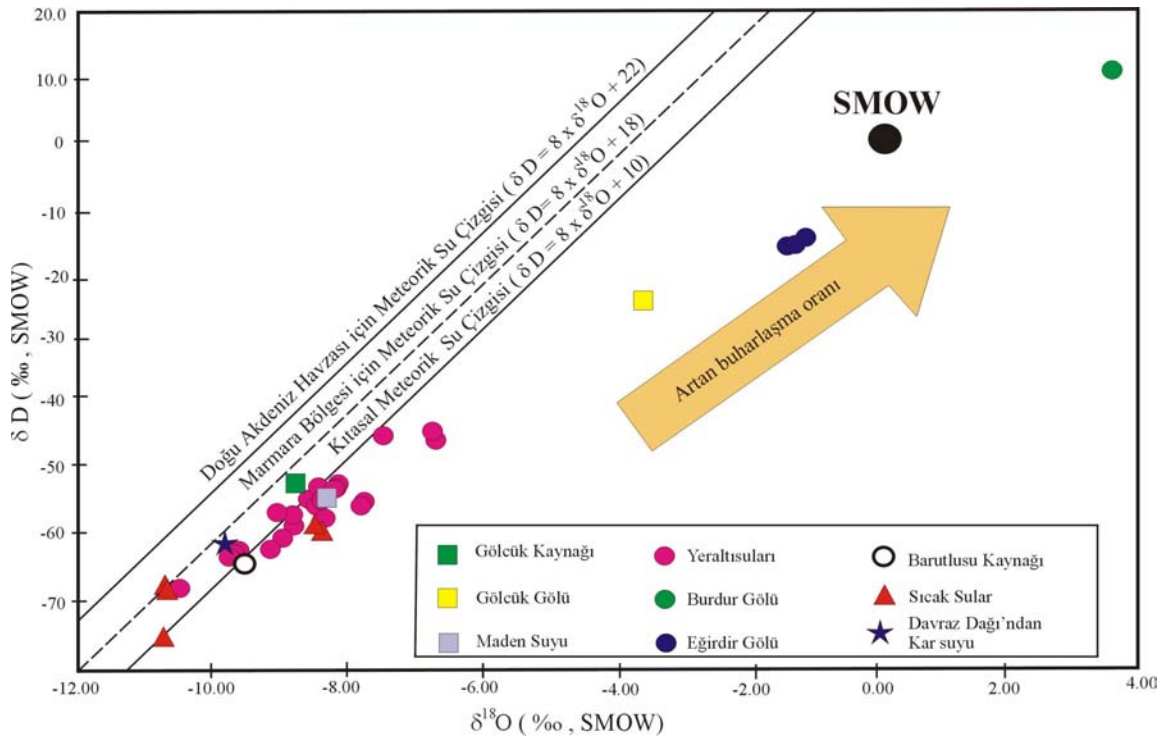
Jeotermal alanlardaki sıcak sular yüzeyden türemiştir. MWL'dan $\delta^{18}\text{O}$ değerlerine doğru karakteristik ^{18}O kaçışı görülür. Bunun nedeni, silikat ve karbonat çevre kayalarla olan izotopik değış tokuştur.

Trityum (^3H), hidrojenin radyoaktif izotopudur, yarılanma ömrü 12.26 yıldır. Hidrojeolojide yaş tayini için kullanılır. Stratosferde hidrojenin kozmik ışınlarla bombardımanından açığa çıkar. Trityum miktarı (TU) birimi olarak ifade edilir. 1 O^{18} ^1H atomu içerisinde bulunan 1 ^3H , 1 TU olarak tanımlanır, doğal ortamda 20 TU'dan az bulunur. Trityum bulunmayan sular 50 yıldan daha yaşlı, 1-3 TU arası trityum bulunduran sular termonükleer denemelerden etkilenmemiş 40-50 yıl arası yaşa sahip, 3-20 TU trityum bulunduran sular ise termonükleer denemelerden etkilenmiş

sulardır. Yaşlı sular beslenmenin zayıf, genç sular ise güçlü olduğunun göstergesidir (Aksoy ve Filiz, 2001).

Çalışma alanındaki yeraltısu, yüzey suyu, kaynak suyu, gölleri kapsayan noktalardan, ^{18}O , ^2H ve ^3H izotoplarının analizi için 33 örnek alınmıştır (Ek 3.2.1.2). Bölgedeki suların $\delta^{18}\text{O}$ ve δD izotop oranları, genel olarak kıtasal meteorik su çizgisi ile çakışmaktadır (Şekil 4.4.1). Buna karşılık, Eğirdir ve Burdur Gölü suları meteorik su çizgisinden sapmalar göstermektedirler.

Burdur Gölü'nde anyon ve katyonlarda olduğu gibi, $\delta^{18}\text{O}$ izotopunda da aşırı zenginleşme söz konusudur. $\delta^{18}\text{O}$ izotopundaki zenginleşmenin nedeni, Burdur Gölü'ndeki yoğun buharlaşmadır. İç beslenmenin çok az olması, oldukça yüksek ve hızlı bir buharlaşma oranına sahip olması nedeniyle Burdur Gölü suları, SMOW alanının sağına düşmektedir. Bu sonuçları ^3H izotopu verileri de desteklemektedir (Çizelge 4.4.1).



Şekil 4.4.1 Çalışma Alanındaki yeraltısu, maden suyu, sıcak sular, kar suyu ve göl sularının δD ve $\delta^{18}\text{O}$ ilişkisi (Gölcük Kaynağı, Gölcük Gölü ve Davraz Dağı'ndan Kar Suyu Örneklerinin İzotop Analizleri Özgür (2001b)'den alınmıştır.)

Eğirdir Gölü sularında da buharlaşma nedeniyle $\delta^{18}\text{O}$ zenginleşmesi görülmektedir. Ancak Eğirdir Gölü'nün iç beslenmesi ve dışarıya boşalımı olduğu için $\delta^{18}\text{O}$ miktarı Burdur Gölü'ndeki kadar fazla değildir. Eğirdir Gölü'nün buharlaşma oranı, Burdur Gölü'ne göre daha düşük ve bölgedeki yeraltısularına göre daha yoğundur.

Alınan örneklerin ^3H sonuçlarına göre, yöredeki yeraltısuları, Senir'de 1.0 (TU)'den Yalvaç yakınındaki Kumdanlı'da 18.0 (TU)'ya kadar değişen değerlere sahiptir. Buna göre yöredeki yeraltısularının genç sular oldukları anlaşılmaktadır. Burdur Gölü sularının ^3H değeri 16.4 (TU) ve Eğirdir Gölü sularının ^3H değeri ise 6.7-7.2 (TU) arasındadır. Bu değerlerle Eğirdir ve Burdur Gölü sularının, çalışma alanındaki yeraltısuları gibi genç sular olduğu anlaşılmaktadır.

Bu çalışmada ^3H izotopu değerleri için modelleme yapılmamıştır. ^3H modellemesi “İsparta ve Çevresinde Jeotermal Enerji Olanaklarının Araştırılması” adlı araştırma projesi çerçevesinde yapılacak ve ayrıca yayınlanacaktır.

Çizelge 4.4.1 Eğirdir ve Burdur Gölleri ve Çevresinden Alınan Örneklerin İzotop ($\delta^{18}\text{O}$, δD , ^3H) Analizleri Sonuçları

Sıra No	Örnek No	Lokasyon	$\delta^{18}\text{O}$ (‰)	δD (‰)	Excess (‰)	^3H (TU)	$2\sigma(\text{TU})$
1	B-1	Gölbaşı	-8,37	-57,4	9,5	2,0	0,7
2	B-4	Gölbaşı	-9,03	-60,6	11,7	1,0	0,7
3	B-5	Şifa Maden Suyu	-8,23	-55,9	9,9	5,7	0,9
4	B-8	Çendik	-6,85	-44,3	10,6	5,9	0,7
5	B-13	Kayasuyu Çeşmesi	-9,69	-62,4	15,1	9,8	0,8
6	B-14	Koyak Çeşmesi	-9,78	-63,9	14,3	9,9	0,8
7	B-15	İlyas	-9,74	-64,3	13,6	9,5	0,7
8	B-17	Senir	-9,25	-62,9	11,1	<1,0	
9	B-18	Kokar Çeşme	-8,29	-56,4	10,0	10,1	0,8
10	B-20	Pınarbaşı	-8,36	-59,4	7,4	<0,7	
11	B-21	Barutlusu	-9,51	-64,1	12,0	<0,7	
12	B-23	Pınarbaşı	-8,38	-57,7	9,3	<0,7	
13	B-24	Burdur Gölü	3,84	10,4	-20,3	16,4	1,1
14	B-25	DSİ-34867	-8,16	-53,4	11,9	4,3	0,7
15	B-26	DSİ-34864	-8,18	-54,1	11,4	8,3	0,7
16	B-28	Sarı Renkli Su	-7,86	-56,5	6,3	0,9	0,7
17	E-1	Bedre Koyu	-1,45	-15,6	-4,0	6,7	0,7
18	E-2	Bedre Köyü	-8,83	-59,5	11,1	5,8	0,7
19	E-3	Bağören Köyü	-8,31	-55,2	11,2	9,7	0,7
20	E-6	Kayaağzı Kaynağı	-8,84	-58,5	12,2	9,4	0,7
21	E-8	Ş.Demirel villası	-1,48	-16,5	-4,7	6,7	0,7
22	E-11	Kumdanlı çıkışı	-8,46	-56,7	11,0	18,0	1,3
23	E-12	Yağcılar Köyü	-7,94	-54,6	8,9	9,1	0,7
24	E-14	Aslandoğmuş Köyü	-10,67	-69,1	16,3	5,6	0,7
25	E-15	İlidere-A.doğmuş çıkışı	-10,68	-69	16,4	5,6	0,7
26	E-16	A.doğmuş Köy Çeşmesi	-10,46	-69	14,7	13,6	1,0
27	E-17	İçmeler Kaynağı	-10,83	-70,5	16,2	0,9	
28	E-18	Gelendost-Bağlılı Arası	-6,73	-47,3	6,5	7,9	0,7
29	E-19	Eğirdir Gölü	-1,38	-15,3	-4,3	7,2	0,7
30	E-20	Mahmatlar Köyü	-8,38	-52,9	14,2	8,0	0,7
31	E-22	Soğucak Su Sondajı	-7,49	-45,6	14,3	7,7	0,7
32	E-23	Kavaklı Kaynağı	-8,47	-55,1	12,7	3,7	0,7
33	E-24	Kavak Pınarı	-9,18	-58,3	15,1	6,9	0,7
34*	TR7	Gölcük Kaynağı	-8,92	-53,1		13,5	
35*	TR8	Gölcük Gölü	-3,29	-26,9		10,5	
36*	TR-10	Davraz Dağı Kar Suyu	-9,89	-62,6		5,2	

* Gölcük Kaynağı, Gölcük Gölü ve Davraz Dağı'ndan Kar Suyu Örneklerinin İzotop Analizleri Özgür (2001b)'den alınmıştır.

5. TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Çalışma alanı, Isparta Büklümü'nde yer alan Eğirdir ve Burdur Gölleri'ni kapsamaktadır ve Burdur transform fayına bağlı bir rift tektoniğinde gelişen çöküntü alanlarıdır. Tektonik özellikleri nedeniyle bölge, doğuda batıya ve kuzeyde güneybatıya hareket gösteren Anadolu plakası tarafından kontrol edilmektedir ve bugünkü yapısını kazanmıştır. Göllerden, Eğirdir Gölü yarı kapalı havza, Burdur Gölü ise tam kapalı havza özelliğindedir.

Bölgedeki yeraltısuları hidrojeokimyasal olarak Ca-HCO₃ tipi sular olarak sınıflandırılabilir. Yeraltısuları ve Eğirdir Gölü suları düşük iyon konsantrasyonuna sahip olmalarından ötürü içilebilir kalitede suları temsil etmektedirler. Eğirdir Gölü suları Mg-Ca-HCO₃ tipi sular olarak sınıflandırılır. Burdur Gölü suları ise, diğer sularla karşılaştırıldığında, yüksek çözünmüş iyon konsantrasyonuna içermesinden dolayı içilemez kalitede sular sınıfına girmektedir ve Na-Mg-(Cl)-SO₄-HCO₃ tipi sular olarak tanımlanmaktadır.

$\delta^{18}\text{O}$ ve δD izotop ilişkileri, yeraltısularının meteorik su çizgisi ile çakıştığını gösterirken, Eğirdir ve Burdur Gölleri sularının meteorik su çizgisinden saptığını göstermektedir. $\delta^{18}\text{O}$ değerindeki sapmanın nedeni, bölgedeki yüksek buharlaşma oranıdır. δD izotopu değerindeki sapmalar ise, farklı suların karışmasına bağlanabilir. İç beslenmesi çok az, çok yüksek ve hızlı buharlaşma oranına sahip olan Burdur Gölü suları, $\delta^{18}\text{O}$ zenginleşmesi nedeni ile SMOW'un en sağ tarafına düşmektedir. Eğirdir Gölü sularında da buharlaşma nedeniyle $\delta^{18}\text{O}$ zenginleşmesi görülmektedir. Ancak Eğirdir Gölü'nün dip beslenmesi ve boşalımı olduğu için $\delta^{18}\text{O}$ miktarı Burdur Gölü'ndeki kadar fazla değildir. Eğirdir Gölü'nün buharlaşma oranı, Burdur Gölü'ne göre daha düşük ve bölgedeki yeraltısularına göre daha yoğundur. Bu sonuçları, ^3H verileri de desteklemektedir. Bölgedeki sular, 18.0 (TU) değerine kadar olan ^3H verilerine göre genç sular olarak belirlenmiştir.

Eğirdir ve Burdur Gölleri arasında bulunan Atabey Ovası'nın her iki göl ile olan sınırında geçirimsiz birimler bulunması nedeniyle, ovanın hem Eğirdir Gölü hem de

Burdur Gölü ile olan sınırı geçirimsiz bariyer özelliğindedir. Bu nedenle, Eğirdir ve Burdur Gölleri'nin birbiriyle irtibatı olmadığı ve aradaki Atabey Ovası'nın da göller ile hidrojeolojik bağlantısının bulunmadığı belirtilmiştir.

Burdur Gölü sularındaki Na^+ , Cl^- ve SO_4^{2-} değerlerinin yüksek konsantrasyonlarının, Gölcük volkanizması ve jips içerikli sedimentlerle ilgili olduğu düşünülebilir.

Tüm bu sonuçlar göz önüne alındığında, Eğirdir ve Burdur Gölleri sularının birbirlerinden farklı özellikler taşıdığı ve iki gölün hidrojeokimyasal ve izotop jeokimyasal özellikleri bakımından birbirinden ayrıldığını göstermektedir.

6. KAYNAKLAR

- Acar, A. ve Biliyul, H., (1974). Jeofizik Anomalilere Göre Akşehir-Yalvaç Yörelerinde Kalker Altında Bazik Formasyonun (doleritin) Devamlılığının Takip İmkkanı ve Ondülasyonları. Türkiye Jeol. Kur. 28. Bilimsel ve Teknik Kongresi Tebliğ-Konferans özetleri, 7.
- Akbulut, A., (1977). Etude geologique d'une partie du Taurus Occidental au Sud d'Eğirdir (Turquie). These 3eme cycle, Univ. de Paris Sud, Centre d'Orsay, 203s. (yayınlanmamış)
- Aksoy, N. ve Filiz, Ş., (2001). Balçova-Narlidere Jeotermal Sahasının Çevresel İzotoplarla İncelenmesi. 1. Çevre ve Jeoloji Sempozyumu, yeraltısuları ve Çevre Sempozyumu, Bildiriler, 289-295 s.
- Anastakis, G. ve Kelling, G. (1991). Tectonic connection of the Hellenic and Cyprus arcs and related geotectonic elements: Mar. Geol., v. 97, 261-277s.
- Blumenthal, M., (1960). Le systeme structural de Taurus Sud Anatolien. Livre à la Mém. P. Fallot, 11, 611-662 s.
- Blumenthal, M., (1963). Le système structural du Taurus Sud-Anatolien: in Livre à la mémoire du Professeur P. Fallot. Mém. hs. sér. Soc. Géol. France, 2, 611-622 s., Paris.
- Brunn, J.H., Dumont, J.F., Graciansky, P.C., Gutnic, M., Juteau, T., Marcoux, J., Monod, O. ve Poisson, A., (1971). Outline of the Geology of the Western Taurids, Campell, A.S., ed., Geology and History of Turkey de. Petroleum exploration Society of Libya, Tripoli, 225-255 s.
- Craig, H., (1961). Standart for reporting concentrations of deuterium and oxygen-18 in natural waters. Science, 133, 1833-1834 s.
- Demirkol, C., Sipahi, H. ve Çiçek, S., (1977). Sultandağının Stratigrafisi ve Jeoloji Evrimi. Maden Tetkik Arama Enst., Derleme Rap. No:6305, (yayınlanmamış).
- Desprairies, A. ve Gutnic, M., (1970). Les grés rouges au sommet du Paleozoïque du massif du Sultandağ et les niveaux ferrallitiques de la couverture Mesozoïque (Nord-East du Taurus occidental, Turquie). Analyses chimiques et mineralogiques. Signification paleogeographique. Bull. Soc. Géol., XII, 505-514 s, France.

- Dilek, Y. ve Moores, E.M., (1990). Regional Tectonics of the Eastern Mediterranean Ophiolites, in Malpas, J.; Moores, E.M., et al., eds., Ophiolites, Oceanic crustal analogs. Proc. Sym. (Troodos, 1987), Geol. Survey Dept., 295-309 s., Nicosia/Cyprus.
- Dilek, Y. ve Rowland, J., (1993). Evolution of conjugate passive margin pairs in Mesozoic southern Turkey: Tectonics, 12, 954-970 s.
- Dilek, Y., Thy, P., Moores, E. M. ve Ramsden, T. W., (1990). Tectonic evolution of the Troodos ophiolite within the Tethyan framework: Tectonics, v. 9, 811-823 s.
- Dumont, J. F., (1976). Isparta Kırırımı ve Antalya Naplarının Orijini: Torosların Üst Kretase Tektojenezi ile Oluşmuş Yapısal Düzeninin Büyük Bir Dekroşman, Transtorik Arızayla İkiye Ayrılması Varsayımı: Maden Tetkik Arama Enst. Dergisi, 86, 56-67 s.
- Dumont J. F. ve Kerey E., (1975). Eğirdir Gölü Güneydoğusunun Temel Jeolojik Etüdü: Türkiye Jeoloji Kur. Bült., 18, 2, 169-174 s.
- Erentöz, C., 1964. 1/500 000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritası, Denizli Paftası, MTA yayınları, Ankara.
- Gedik, A., Birgili, Ş., Yılmaz, H. ve Yoldaş, R., (1979). Mut-Ermenek-Silifke Yöresinin Jeolojisi ve Petrol Olanakları. Türkiye Jeoloji Kur. Bült., 22 (1), 7-26 s.
- Gökten, E., (1976). Silifke Yöresinin Temel Kaya Birimleri ve Miyosen Stratigrafisi. Türkiye Jeol. Kur. Bült., 22, 7-26 s.
- Graciansky, P.C. de., (1968). Teke Yarımadası (Likya) Torosları'nın Üstüste Gelmiş Ünitelerinin Stratigrafisi ve Dinaro Toroslar'daki Yeri. Maden Tetkik Arama Enst. Derg., 71, 73-92 s.
- Gutnic, M., (1977). Géologie du Taurus Pisidien au nord d'Isparta, Turquie. Principaux resultats extraits des notes de M. Gutnic entre 1964 et 1971 par O. Monod, Univ. de Paris-Sud Orsay, 130s.
- Haude, H., (1968). Zur Geologie des Mittelereen Sultandağ Südwestlich von Akşehir (Turkei). Dissertation Münster, 146s., (yayınlanmamış).

- Hayward, A.B. ve Robertson, A.H.F., (1982). Direction of ophiolite emplacement inferred from Cretaceous and Tertiary sediments of an adjacent autochthon, the Bey Dağları, southwest Turkey. Geol. Soc. America Bull., 93, 68-75 s.
- Hoefs, J., (1997). Stable isotope geochemistry. Springer-Verlag, 201s.
- İrleyıcı, A., (1998). Eğirdir ve Burdur Gölleri Arasının Hidrojeoloji İncelemesi. S.D.Ü. Fen Bilimleri Enst. Doktora Tezi (yayınlanmamış), 150s., Isparta.
- Karagüzel, R., Taşdelen, S., Akyol, E., Tokgözlü, A., İrleyıcı, A. ve Özgül, S., (1995). Eğirdir Gölü Hidrolojisi (Ön Rapor), S.D.Ü. Müh. Mim. Fak. Jeoloji Müh. Böl. Uygulamalı Jeoloji ABD, 61 s., Isparta.
- Karagüzel, R., Özgür, N., Ertunç, A., Davraz, A., Stichler, W. ve Wolf, M., (1999). Eğirdir ve Burdur Göllerinin Oluşumu, Hidrojeokimyasal ve İzotop Jeokimyasal Karşılaştırılması: (ön araştırmalar). 11. Mühendislik Haftası, Yerbilimleri Sempozyumu, Bildiriler, 47-57 s., Isparta.
- Karaman, M.E., (1994). Isparta-Burdur Arasının Jeolojisi ve Tektonik Özellikleri. Türkiye Jeoloji Bülteni, c.37, 2, 119-134 s.
- Ketin, İ., (1966). Tectonic Units of Anatolia. Bulletin of the Mineral Research and Exploration Institute of Turkey, No: 66, 35 p., Ankara.
- Kharaka, Y.K., Gunter, W.D., Aggarwal, P.K., Perkins, E.H. ve DeBraal, J.D., 1988, A computer program for geochemical modeling of water-rock interactions: U.S. Geol.Surv. Water-Resources Investigations Report 88-4227, 420 s.
- Kissel, C., Averbuch, O., Lamotte, D., Monod, O. ve Allerton, S., (1993). First Paleomagnetic Evidence for a post-Eocene clockwise rotation of the Western Taurus Belt east of the Isparta reentrant (SW-Turkey). Earth Planet. Sci. Lett. 117, 1-14 s.
- Koçyiğit, A., (1976). Karaman-Ermenek (Konya) Bölgesinde Ofiyolitli Melanj ve Diğer Oluşuklar. Türkiye Jeol. Kur. Bült., 19, 103-115 s.
- Koçyiğit, A., (1980). Hoyran Gölü Yöresinin (Afyon-Isparta) Stratigrafik ve Tektonik Özellikleri. Ankara Üniv. Fen Fakültesi, Genel Jeol. Kürs., Doçentlik tezi (yayınlanmamış), 172 s., Ankara.
- Koçyiğit, A., (1981). Isparta Büklümü'nde (Batı Toroslar) Toros Karbonat Platformunun Evrimi. Türkiye Jeol. Kur. Bült. 24, 15-23 s.

- Koçyiğit, A., (1983). Hoyran Gölü (Isparta Büklümü) Dolayının Tektoniği. Türkiye Jeo. Kur. Bült. 26, 1-10 s.
- Koçyiğit, A., (1984). Güneybatı Türkiye ve Yakın Dolayında Levha İçi Yeni Tektonik Gelişim. Türkiye Jeo. Kur. Bült. 27, 1-15 s.
- Le Pichon, X. ve Angelier, J., (1979). The Hellenic arc and trench system: a key to the neotectonic evolution of the eastern Mediterranean area: Tectonophysics 60, 1-42 s.
- McKenzie, D., (1978). Active Tectonics of the Alpine-Himalayan belt: the Aegean Sea and surrounding regions: Geophys. Jour. Royal Astro. Soc., v.55, 217-254 s.
- Merter, Ü., Genç, Ş., Tunalı, Ş. ve Göksu Z. L., (1986). Isparta ve Yöresindeki Göllerdeki Su Kalitesi, Fiziksel, Kimyasal ve Biyolojik Parametreler. TÜBİTAK, Deniz Bilimleri ve Çevre Araştırmaları Grubu, Proje no: ÇAĞ-45/G, Tarım-Orman ve Köyişleri Bakanlığı, Koruma ve Kontrol Gn. Md., Ankara.
- Monod, O., (1977). Recherches géologiques dans le Taurus occidental au sud de Beyşehir (Turquie). Thèse d'état., Univ. de Paris-Sud Orsay, 422 s., (yayınlanmamış).
- Moser, H. ve Rauert, W., (1980). Isotopenmethoden in der Hydrologie. Lehrbuch der Hydrogeologie, Band 8, Gebrüder Borntraeger, Berlin, Stuttgart, 400 s.
- Mutlutürk, M., Karagüzel, K., Köseoğlu, M., Oran, S., Oğlakçı, M. ve Taşdelen, S., (1991). Eğirdir Gölü ve Havzası Kirleticili Faktörlerinin Araştırılması. Göller Bölgesi Tatlı Su Kaynaklarının Korunması ve Çevre Sorunları Sempozyumu. 479-488 s., Isparta.
- Özgül, N., (1984). Stratigraphy and tectonic evolution of the Central Taurides. Geology of the Taurus Belt (eds., Tekeli, O., and Göncüoğlu, M.C.). International Symposium. 77-90 s., Ankara/Turkey.
- Özgür, N., (2001a). Mantle-derived basic towards acidic alkaline volcanic rocks of Gölcük within the Isparta Angle, SW Turkey: An update of prevailing data, 4th International Symposium on Eastern Mediterranean Geology, Abstracts, 82s., Isparta.

- Özgür, N., (2001b). Burdur Valiliği Burdur Fay Zonu Jeolojik, Hidrojeolojik ve Hidrojeokimyasal Etüdleri, SDÜ Araştırma Fonu Projesi (hazırlanmakta)
- Özgür, N., (2001c). Isparta ve Çevresinde Jeotermal Enerji Olanaklarının Araştırılması, SDÜ Araştırma Fonu Projesi (hazırlanmakta)
- Özgür, N., Karagüzel, R., Altınkale, S., Yaman, D., Wolf, M. ve Stichler, W., (2000). Tectonic evolution of the Eğirdir and Burdur lakes and their hydrogeochemical and isotope geochemical comparison: preliminary studies. International Earth Sciences Congress on Aegean Region: Abstracts, 215 s. İzmir/Turkey.
- Özgür, N., Karagüzel, R., Ertunç, A., Altınkale, S., Yaman, D., Zerener, M., Stichler, W. ve Wolf, M., (2001). Hydrogeochemical and isotope geochemical features and comparison of the Eğirdir and Burdur lakes area: an update studies. 4th International Symposium on Eastern Mediterranean Geology, Abstracts, 142s., Isparta.
- Özgür, N., Pekdeğer, A. ve Schneider, H-J., (1992). High fluorine contents in the Pliocene volcanic rocks of the Gölcük area, Isparta, SW Turkey: Bull. Geol. Soc. Greece, XXVIII/2, 417-427 s.
- Öztürk, A., (1981). Işıklı (Çivril)-Akdağ Yöresinin Stratigrafisi. Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu Matematik, Fizik ve Biyoloji Bilimler Araştırma Grubu, TBAG-272, 27s.
- Öztürk, A., (1982). Tectonics of Dinar-Sandıklı-Işıklı Region. Communications of Faculty of Science, Univ. of Ankara, C1, 25, 1-58 s.
- Parejas, E., (1942). Sandıklı, Dinar, Burdur, Isparta ve Eğirdir Bölgesinde yapılan Jeolojik Löveler Hakkında Rapor. Maden Tetkik Arama Enst. Der. Rap. No. 1390, (yayınlanmamış).
- Pamir, H. N. ve Erentöz, C., 1963. 1/500 000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritası, Ankara Paftası, MTA yayınları, Ankara.
- Pamir, H. N. ve Erentöz, C., 1963. 1/500 000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritası, Konya Paftası, MTA yayınları, Ankara.
- Penck, N., (1918). Die tektonischen Grundzüge westklimasiens. Engelhorn Nachf., Stuttgart.

- Poisson, A, (1977). Recherches géologiques dans les Taurides occidentales (Turquies). Thèse d'état., Univ. de Paris-Sud Orsay, 795s.
- Poisson, A., Akay, E., Dumont, J.F. ve Uysal, Ş., (1984). The Isparta Angle: A Mesozoic Paleorift in the Western Taurides. Geology of the Taurus Belt (eds., Tekeli, O., and Göncüoğlu, M.C.). International Symposium. 11-26 s., Ankara/Turkey.
- Şenel, M., (1997). 1:250 000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları, Isparta paftası. MTA yayınları No:4, 47 s., Ankara.
- Şengör, A. M. C., (1980). Türkiye'nin neotektoniğinin esasları: Türkiye Jeol. Kur. Konferans dizisi, 40 s.
- Şengör, A. M. C. ve Yılmaz, Y. (1981). Tethyan Evolution of Turkey. A plate tectonic approach, Tectonophysics, 75, 181-241 s.
- Turfan M. ve Demiröz, E., (1994). To determine whether there is a connection between Karamık and Hoyran lakes by means of isotopes, Final report, General Directorate of state hydraulic works technical research and quality control department and DSİ XVIII. Regional Directorate, iz-881, 78 s., Ankara.
- Yağmurlu, F., Savaşçın, Y. ve Ergün, M., (1997). Relation of Alkaline Volcanism and Active Tectonism within the Evolution of the Isparta Angle, SW-Turkey. The Journal of Geology. 105, 717-728 s.
- Yağmurlu, F., Savaşçın, Y. ve Bozcu, M., (2000). Neotectonic events within the SW-Turkey and importance of tectonic evolution of Isparta Angle. International Earth Sciences Congress on Aegean Regions, Abstracts, 43 s, İzmir/Turkey.
- Yalçınkaya, S., Ergin, A., Afşar, Ö. P., Dalkılıç, H., Taner, K. Ve Özgönül, E., (1986). Batı Torosların Jeoloji Raporu. MTA Rap. 7898 (yayımlanmamış), 131 s.
- Yalçınkaya, S., (1989). Isparta-Ağlasun dolayının jeolojisi. İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi (yayınlanmamış), 176 s., İstanbul.

7. EKLER

Ek-1: Burdur İli Aylık Toplam Yağış Değerleri

Ek-2: Burdur İli Aylık Maksimum Yağış Değerleri

Ek-3: Burdur İli Aylık Ortalama Sıcaklık Değerleri

Ek-4: İn-situ Ölçümlerinin Yapıldığı Günlerde Eğirdir ve Burdur Meteoroloji İstasyonlarından Alınan Bazı Meteorolojik Veriler

Ek-5: Eğirdir İlçesi Aylık Ortalama Sıcaklık Değerleri

Ek-6: Eğirdir İlçesi Aylık Toplam Yağış Değerleri

8. ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Selma Altunkale

Doğum Yeri : Isparta

Doğum Yılı : 1977

Medeni Hali : Bekar

Eğitim ve Akademik Durumu:

Lise 1990 – 1994 Isparta Gazi Lisesi

Lisans 1994 – 1998 Süleyman Demirel Üniversitesi
Mühendislik-Mimarlık Fakültesi
Jeoloji Mühendisliği Bölümü

Yabancı Dil : İngilizce