

T.C.
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
COĞRAFYA (FİZİKİ COĞRAFYA)
ANABİLİM DALI

**BURDUR GÖLÜ HAVZASI İÇİN YENİ BİR
SU YÖNETİM MODELİ ÖNERİSİ**

Doktora Tezi

Murat ATAOL

Ankara-2010

T.C.
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
COĞRAFYA (FİZİKİ COĞRAFYA)
ANABİLİM DALI

**BURDUR GÖLÜ HAVZASI İÇİN YENİ BİR
SU YÖNETİM MODELİ ÖNERİSİ**

Doktora Tezi

Murat ATAOL

Tez Danışmanı
Prof.Dr.Hakan YİĞİTBAŞIOĞLU

Ankara-2010

T.C.
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
COĞRAFYA (FİZİKİ COĞRAFYA)
ANABİLİM DALI

BURDUR GÖLÜ HAVZASI İÇİN YENİ BİR SU YÖNETİM MODELİ ÖNERİSİ

Doktora Tezi

Tez Danışmanı : Prof.Dr. Hakan Yiğitbaşıoğlu

Tez Jürisi Üyeleri

Adı ve Soyadı

İmzası

Prof.Dr. Hakan Yiğitbaşıoğlu

.....

Prof.Dr. Vedat Toprak

.....

Doç.Dr. İhsan Çiçek

.....

Doç.Dr. Tunç Sipahi

.....

Yrd.Doç.Dr. Necla Türkoğlu

.....

Tez Sınavı Tarihi : 11.06.2010

**TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE**

Bu belge ile, bu tezdeki bütün bilgilerin akademik kurallara ve etik davranış ilkelerine uygun olarak toplanıp sunulduğunu beyan ederim. Bu kural ve ilkelerin gereği olarak, çalışmada bana ait olmayan tüm veri, düşünce ve sonuçları andığımı ve kaynağını gösterdiğimi ayrıca beyan ederim.(...../...../20.....)

Tezi Hazırlayan Öğrencinin
Adı ve Soyadı

.....

İmzası

.....

İÇİNDEKİLER

GİRİŞ	1
Amaç ve Kapsam	5
Yöntem	7
Önceki çalışmalar	11
1 HAVZANIN GENEL COĞRAFI ÖZELLİKLERİ	15
1.1 Topografik Özellikler	18
1.2 Jeolojik Özellikler	21
1.3 İklim Özellikleri	24
1.4 Toprak Tipleri	33
1.5 Arazi Kullanımı	35
1.6 Hidrolojik Özellikler	38
1.6.1 Akarsular	38
1.6.2 Göller	43
1.6.3 Yeraltı Suları	48
1.6.4 Yapay Su Kütleleri	51
1.6.5 Büyük Ölçüde Değiştirilmiş Su Kütleleri.	54
2 İNSAN FAALİYETLERİNİN BASKI VE ETKİLERİ	55
2.1. Su Kütlelerinin Durumu	55
2.2. Baskılar	60
2.2.1 Noktasal Kaynaklı Baskılar	60
2.2.2 Yayılı Kaynaklı Baskılar	63
2.2.3 Hidromorfolojik Baskılar	65

2.3 Gelecekteki Durum	71
2.4 Referans Durum	76
3 HAVZA İÇİN UYGULANABİLİR SU YÖNETİM MODELİ	78
3.1 Havza Komisyonu	80
3.2 Çevresel Hedefler.	84
3.3 Su Kullanımının ve Önlemlerin Ekonomik Analizi	92
3.4 İzleme	95
SONUÇ	98
ÖZET	100
KAYNAKÇA	101

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1. Burdur Gölü'nün 1987-2000-2008 uydu görüntüleri	2
Şekil 2. Türkiye'nin havzaları	6
Şekil 3. Burdur Gölü Havzası ve alt havzaları	17
Şekil 4. Burdur Gölü Havzası topografya haritası	19
Şekil 5. Burdur Gölü Havzası eğim haritası	20
Şekil 6. Burdur Gölü Havzası'nın jeoloji haritası	23
Şekil 7. Burdur Gölü Havzası'nın yağış dağılışı haritası	25
Şekil 8. Burdur'da yağışın yıllararası değişimi	26
Şekil 9. Burdur 1965-2008 yıllarında yağışın aylara dağılımı	27
Şekil 10. Burdur'da sıcaklığın aylara dağılımı	28
Şekil 11. Burdur'da sıcaklığın yıllar arası değişimi	28
Şekil 12. Burdur'da 1969-2003 verilerine göre buharlaşmanın aylara dağılımı	30
Şekil 13. Son 65bin yılda Burdur Gölü seviyesi	31
Şekil 14. Burdur Gölü'nün 27bin yıl önce kapladığı alan	32
Şekil 15. Burdur Gölü Havzası'nın toprak haritası	34
Şekil 16. Burdur Gölü Havzası'nın arazi örtüsü haritası	37
Şekil 17. SCS-CN yöntemine göre Burdur Gölü Havzası'nın eğri numaraları grupları	40
Şekil 18. Burdur Gölü 2005-2009 kış ortası sokuşu sayımları	47
Şekil 19. Burdur Gölü 1987-2009 dikkuuyruk sayımları	48

Şekil 20. Burdur Gölü Havzası'nın doğal, yapay ve büyük ölçüde değiştirilmiş su kütleleri	53
Şekil 21. Burdur Gölü Havzası'nda su kütlelerinin durumu	59
Şekil 22. Burdur Gölü Havzası'nda noktasal baskılardan etkilenen su kütleleri	62
Şekil 23. Burdur Gölü Havzası'nda yayılı baskılardan etkilenen su kütleleri	64
Şekil 24. Bozçay'da Akımın Yıllararası Değişimi	66
Şekil 25. Burdur Gölü seviye değişimleri	68
Şekil 26. Burdur Gölü Havzası'nda hidro-morfolojik baskılardan etkilenen su kütleleri	70
Şekil 27. Burdur Gölü Havzası'nın Stella 9.1'de oluşturulan model şeması	73
Şekil 28. Burdur Gölü'nün alan-kot-hacim grafiği	75
Şekil 29. Gelecek 200 yılda Burdur Gölü'nün hacminde beklenen değişim	75
Şekil 30. Burdur Gölü'nün 1990 ve 2008 görünümü ile 2080 yılındaki muhtemel görünümü	76
Şekil 31. Burdur Gölü'nün 1987 yılındaki görünümü	77
Şekil 32. Burdur Gölü Havzası'ndan geçen il ve ilçe sınırları	83
Şekil 33. Burdur Gölü Havzası'nda mevcut ve kurulması gereken izleme noktaları	97

TABLO LİSTESİ

Tablo 1. Burdur Gölü Havzası'na ait temel veriler	16
Tablo 2. Burdur Meteoroloji İstasyonu 1975-2008 en yüksek ve en düşük sıcaklıkları	29
Tablo 3. Burdur Gölü Havzası'nın toprak grupları	33
Tablo 4. Burdur Gölü Havzası'nın arazi örtüsü	36
Tablo 5. SCS-CN yöntemine göre havzadaki eğri numaraları	41
Tablo 6. Burdur Gölü alt havzalarının akım değerleri	42
Tablo 7. Burdur göl seviyesi, alan ve hacim değişimleri	44
Tablo 8. Burdur Gölü flora ve faunası	45
Tablo 9. Burdur Gölü Havzası'ndaki yer altı suyu işletme rezervleri ve akifer tipleri	48
Tablo 10. Burdur Gölü Havzası'ndaki sulama kooperatiflerince sulanan alan	50
Tablo 11. Burdur Gölü Havzası'na ait baraj, gölet ve rezervuar bilgileri .	52
Tablo 12. Burdur Göl suyunun farklı yıllara ait ölçüm değerleri	58
Tablo 13. Burdur Gölü Havzası'nın sulu tarım ürünleri	89
Tablo 14. Burdur Gölü Havzası'nın 2000 ve 2008 yılı nüfusu	94

KISALTMALAR

AP Avrupa Parlamentosu

ÇOB Çevre ve Orman Bakanlığı

ÇYGM Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü

DPT Devlet Planlama Teşkilatı

DSİ Devlet Su İşleri

OSB Organize Sanayi Bölgesi

SDÜ Süleyman Demirel Üniversitesi

SÇD Su Çerçeve Direktifi

SCS Soil Conservation Service

TÜİK Türkiye İstatistik Kurumu

GİRİŞ

Göller bir yandan biyolojik çeşitlilik açısından yüksek öneme sahip ekosistemler oluştururken bir yandan da bulunduğu havzanın iklimini yumuşatarak havzadaki diğer ekosistemleri ve hatta tarımsal faaliyetleri önemli ölçüde etkilemektedirler.

Hem dünyada hem de ülkemizde hızla devam etmekte olan nüfus artışı, tarım alanlarının da genişlemesine ve bu alanlarda daha yüksek verim, daha karlı ürün elde etme amacıyla sulanan alanlarının artmasına neden olmaktadır. Bu durum tatlı suyun en önemli kullanıcısının tarım sektörü olmasını sağlamıştır. 2000 yılı değerlendirmelerine göre Türkiye’de tüketime ayrılan suyun %75’i tarım arazilerinin sulanması için kullanılmaktadır (DPT, 2001). Göllerde, deltalarda ve sulak alan niteliği taşıyan diğer alanlarındaki doğal hayatın devamı için gerekli olan su ihtiyacı ise önemsizmemektedir.

1970’li yıllarda gelişmiş ülkelerde terk edilen tarım, sanayi ve evsel ihtiyaçların karşılanmasına yönelik su temininden ibaret olan su kaynaklarının planlanması yaklaşımı ülkemizde halen sürdürülmektedir. Tarım sektöründeki aşırı su tüketiminin havzadaki su miktarına olan etkileri ile sanayi ve evsel atıkların su kalitesine olan olumsuz etkilerinin havza ekosisteminde oluşturduğu sorunlar çoğunlukla göz ardı edilmektedir. Tarımda suyun tasarruflu kullanımı için yapılan çalışmalar da çoğunlukla daha az su kullanımı olarak değil daha çok tarım alanının sulanması olarak

algılanmakta, havzalardaki doğal denge için gerekli su yine göz ardı edilmektedir.

Ülkemizin çok yağış almayan kapalı havzalarında mevcut yağış koşulları (havzanın yenilenen su kaynağı) dikkate alınmadan inşa edilen sulama yapıları ve sonrasında bu yapılarla mümkün hale gelen tarımsal faaliyetler, bu havzalardaki göllere büyük zararlar verebilmektedir. Burdur Gölü de bu plansızlıktan büyük ölçüde etkilenmiş, 1987'den günümüze dek hacminin yaklaşık $\frac{1}{4}$ 'ünü kaybetmiştir. Bu süreçte göl seviyesinde 9,5 metrelik alçalma meydana gelmiş olup gölün yüzey alanı 1987'de 203 km² iken günümüzde 146 km²'ye kadar gerilemiştir (Şekil 1).



Şekil 1. Burdur Gölü'nün 1987-2000-2008 uydu görüntüleri (1 Ağustos 1987 Landsat 5 TM görüntüsü, 28 Ağustos 2000 Landsat 7 ETM görüntüsü, 8 Ağustos 2008 Spot 4 HRVIR görüntüsü)

1980'li yıllarda dünyada çevre kirliliği sorunları inkar edilemez düzeye ulaşmış, su kaynaklarının da bu kirlilikten payını almasıyla 1990'lı yıllardan itibaren çevre bir bütün olarak ele alınmaya başlanmış, su-toprak-hava gibi doğal kaynakların birbirleriyle etkileşim içinde olduğu kabul edilerek entegre biçimde yönetilmeleri gerektiği görüşü yaygınlaşmıştır (Harmancıoğlu vd, 2002).

Avrupa Birliği üye ülkeleri, Avrupa Parlamentosu ve Avrupa Komisyonu su kaynaklarının korunması için suyun entegre bir şekilde düşünülmesi gerektiği yönünde görüş birliğine varmışlar, su ile ilgili tüm direktifleri tek yönetmelik altında toplamışlar ve böylece Su Çerçeve Direktifi'ni Avrupa çapında entegre su yönetimine çerçeve oluşturması amacıyla 2000 yılında yürürlüğe koymuşlardır.

Su Çerçeve Direktifi'nin hedefleri sucul ekosistemler ve bunlara bağlı diğer ekosistemlerin daha fazla tahrip olmasını önlemek, sucul çevreyi iyileştirmek, var olan su kaynaklarının uzun vadeli korunmasını temel alarak sürdürülebilir kullanımını teşvik etmek ve yeraltı su kirliliğini azaltmaktır (Grontmij, 2003). Su Çerçeve Direktifi, entegre havza yönetimini sürdürülebilir su kullanımı için en etkili yol olarak benimsemiştir.

Su kaynakları bir yandan tarımda, sanayide ve yerleşim alanlarında kullanılırken bir yandan da bulunduğu havza ekosistemindeki fonksiyonlarını devam ettirebilmelidir. Bunun sağlanması için geliştirilen “entegre havza yönetimi” yaklaşımı, katılımcığa önem veren ve su kaynakları ile birlikte toprak (arazi) kaynaklarının da planlamasını içeren geniş kapsamlı yapısı ile giderek yaygınlaşmaktadır. Hatta Avrupa Birliği üye ülkeleri için yapılması zorunlu hale getirilmiştir (AP, 2000).

Entegre havza yönetimi, yüzey ve yeraltı sularının miktar, kalite ve ekolojik anlamda toplumun ihtiyaç ve kullanımları göz önüne alınarak çok disiplinli bir perspektiften yönetimidir (WWF, 2008).

Bir başka tanımlama ile entegre havza yönetimi, su sistemlerinin daha geniş bir doğal çevrenin ve bu çevre ile ilişkili sosyoekonomik çevrenin

parçası olarak yönetimidir (Mostert vd, 2000). Havza yönetimi sadece su kaynaklarını kapsamamakta, daha çok suyun miktar ve kalitesini iyileştirmeye yönelik de olsa havzadaki diğer doğal kaynakların, özellikle de arazi kullanımının yönetimini de kapsamaktadır.

Entegre su kaynakları yönetimi (IWRM) ise daha yeni bir terim olup, ekosistemlerin sürdürülebilirliğini tehlikeye atmadan ekonomik ve sosyal refahı en üst seviyeye çıkarmak için su, toprak ve ilgili kaynakların yönetimi ve geliştirilmesini amaçlayan bir yöntemdir. Yine de entegre su kaynakları yönetimi daha çok havzanın su kaynaklarına odaklanırken havza yönetimi, su ile ilgili diğer kaynakların yönetimini de kapsayacak şekilde kolayca genişletilebilmektedir (Svendson vd, 2005).

Entegre havza yönetimindeki “entegre” kelimesi çoğunlukla havzada suyu kullanan sektörlerin ve ekosistemin entegrasyonu olarak kullanılsa da havzanın pek çok farklı parçasının birlikte yönetimini de kapsar: Farklı idari birimler, yeraltı ve yerüstü suları, havzanın yukarı ve aşağı çığıruları, suyun miktar ve kalitesi, su ve toprak kullanımı gibi (Svendsen vd, 2005).

Su Çerçeve Direktifi, AB üye ülkelerinde havza bölgelerinin belirlenip entegre havza yönetim planlarının oluşturulması ve 2015 yılına kadar bu havzalarda öngörülen çevresel hedeflerin gerçekleştirilmesini şart koşturmaktadır. Ülkemizde de AB Çevre Müktesebatı uyum çalışmaları kapsamında Çevre Orman Bakanlığı Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü koordinasyonunda Hollanda hükümetinin desteğiyle Su Çerçeve Direktifi'ne uyumlu mevzuat düzenlemeleri yapılmakta olup, aynı çalışmanın bir parçası olarak pilot alan seçilen Büyük Menderes Havzası'nda entegre havza

yönetimi için taslak plan hazırlanmıştır. Ancak bu havza dışında üniversite ve sivil toplum kuruluşlarının önderliğinde birkaç havzada daha havza yönetimine dair çalışma yapılmakta, diğer alanlarda su yönetimi sürdürülebilirlikten uzak bir yaklaşımla devam etmektedir.

Dokuzuncu Kalkınma Planı Toprak ve Su Kaynaklarının Kullanımı ve Yönetimi ÖİK Raporu'nda Türkiye'de su yönetiminin zayıf yönleri arasında kalkınma stratejilerinin toprak ve su kaynaklarını kullanım malı olarak görmesi ve korunmasını göz ardı etmesi, hukuksal düzenlemelere aykırı işlemlerde yargı kararlarının uygulanmaması, yetersiz izleme değerlendirme çalışmaları, entegre havza yönetiminin olmaması, katılımıcılık eksikliği, suyu kullananların yönetim ve planlama sürecine dahil edilmemesi bulunmaktadır (DPT, 2007).

Amaç ve Kapsam

Yarıkurak iklim özelliklerine sahip bölgelerde, bu bölgelerin mevcut su potansiyelleri dikkate alınmadan oluşturulan su ve tarım politikaları, bu bölgelerdeki sulak alan ekosistemlerini ihtiyaç duyduğu su kaynaklarından mahrum bırakarak büyük zararlar verebilmektedir. Bu çalışma ile “entegre havza yönetimi” yaklaşımının Burdur Gölü Havzası'nda örnek bir uygulamasının yapılması hedeflenmiştir. Havzanın genel özelliklerini ve sorunlarını belirledikten sonra bu yaklaşım ile hem Burdur Gölü su miktarındaki azalmanın önlenmesi, hem de havzadaki göl ve akarsulardaki su kalitesinin iyi durumu getirilmesi için alınabilecek önlemlerin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Su kaynaklarının akılcı kullanımı ile ilgili çalışmalarda planlama yaparken kullanılacak en uygun sınır havza sınırırır. Ülkemizdeki akarsu ağı, kıyı bölgelerdeki küçük akarsuların ve kapalı havzalardaki birbirinden bağımsız çanakların gruplanmasıyla 26 ayrı havza halinde sınıflanmıştır (Şekil 2). Burdur Gölleri Kapalı Havzası da bunlardan biri olup aslında Acıgöl, Salda Gölü, Yarışlı Gölü, Çorak Gölü, Burdur-Karataş Gölleri ve Atabey Ovası şeklinde altı ayrı kapalı havzadan oluşmaktadır. Bu çalışmada Burdur Gölü'nün drenaj alanı tespit edilerek doğrudan bu alana yönelik bir havza yönetim modeli oluşturulmaya çalışılmıştır. Burdur Gölü Havzası idari bölünüş itibariyle hem Burdur hem Isparta il sınırları içerisinde kalmaktadır. Hatta il sınırı da Burdur Gölü üzerinden geçmekte olup gölün Isparta İli'nde kalan kısmı büyük ölçüde kurumuştur.



Şekil 2. Türkiye'nin havzaları (DSİ sınıflaması temel alınarak geliştirilmiştir)

Yöntem

Burdur Gölü'nde son 20 yılda yaşanan su kaybı ile su kalitesindeki düşüşün önlenmesi için en uygun yönetim modelinin entegre havza yönetimi olduğu kabul edilmiş, bu yönetim modelinin Su Çerçeve Direktifi'nce önerildiği şekilde uygulaması yapılarak havzanın sorunlarına ve bu sorunların çözümüne dair temel bulgular ortaya çıkarılmıştır.

Su Çerçeve Direktifi'nin üçüncü maddesinde havza bazında yapılacak idari düzenlemeler, dördüncü maddesinde çevresel hedefler, beşinci maddesinde havza karakterizasyonu, insan aktivitelerinin çevreye etkileri ve su kullanımının ekonomik analizi, sekizinci maddesinde de izleme ağı hakkında bilgi verilmektedir (AP, 2000).

Göl havzasının genel özelliklerinin ortaya çıkarılması amacıyla öncelikle bilgisayar ortamında 90 metre çözünürlükte sayısal yükselti modeli kullanılarak Burdur Gölü Kapalı Havzası ve alt havza sınırları oluşturulmuş, Harita Genel Komutanlığı tarafından hazırlanan 1/100000'lik ve 1/25000'lik topografya haritaları yardımıyla sınırların kontrolü ve gerekli düzeltmeleri yapılmıştır.

Havzanın yağış, buharlaşma, akım verileri derlenmiştir. Havzada meteorolojik gözlemler daha önce başlamış olsa da veriler arasında uyum olması için DSİ'nin akarsuların göle boşalımının gerçekleştiği noktalara yakın (dolayısıyla gölün su bütçesi hesaplamalarında kullanılmaya uygun) akım gözlem istasyonlarını 1965 yılında kurması nedeniyle 1965-2008 yılları arasındaki yağış ve akım verileri kullanılmıştır. Yağış verileri Devlet Meteoroloji İşleri'nin Burdur ve Tefenni İstasyonları'na aittir, güncel akım

verileri havzada sadece iki akarsu için mevcuttur ve akım kayıtları Devlet Su İşleri ile Elektrik İşleri Etüd İdaresi tarafından tutulmuştur. Elektrik İşleri Etüd İdaresi'nin Burdur Gölü'nde seviye ölçüm çalışmaları ise 1970 yılında başlamıştır. 1970-2008 yılları arasındaki göl seviyeleri, mevsimsel farklılıkların da gösterilmesi amacıyla aylık bazda grafiğe dönüştürülmüştür. Meteoroloji istasyonlarındaki buharlaşma tavelarında suyun buharlaşması büyük su kütlelerine oranla daha fazla olduğu için buharlaşma verileri 0.75'lik tava katsayısı ile çarpılarak kullanılmıştır.

Havzanın güncel arazi örtüsü Tarım Bakanlığı tarafından hazırlanan CORINE verileri ile 2008 yılı Spot uydu görüntülerinden hazırlanmış, yine aynı bakanlığın hazırladığı toprak verileri derlenmiş ve eksik akım verilerinin hesaplanmasında kullanılmak üzere Özer (1990) tarafından yapılan sınıflamaya bağlı kalınarak hidrolojik toprak grupları oluşturulmuştur.

Bu veriler ve günlük yağış miktarları kullanılarak eğri numarası (SCS-CN) yöntemiyle üzerinde akım gözlem istasyonu bulunmayan akarsuların akımları hesaplanmıştır. ABD Toprak Koruma Kurumu tarafından geliştirilen ve havzaların yağış-akış modellemesinde yaygın olarak kullanılan (Jain vd, 2006) yöntemde arazi örtüsü ve toprak verileri kullanılarak eğri numaraları (CN) hesaplanır.

$$S = (25400/CN)-254$$

formülü ile toprakta tutulabilecek maksimum su değeri (S) hesaplanarak ve

$$Q = (P - 0.2 S)^2 / (P + 0.8 S)$$

formülü ile yağış miktarı (P) girilerek her bir alt havzada akıma geçen su miktarı (Q) hesaplanır.

Burdur Gölü'nü besleyen en önemli akarsular olan Bozçay ve Suludere'nin göle karıştığı noktalara yakın konumda akım gözlem istasyonları bulunduğu için havzanın akım verilerini oluştururken bu iki akarsuyun gerçek akım değerleri, aşağı çığırlarında akım gözlem istasyonu bulunmayan diğer akarsular için eğri numarası yöntemi ile hesaplanan değerler kullanılmıştır. Bozçay'ın gerçek akım değerleri ile eğri numarası yöntemiyle elde edilmiş akım değerleri karşılaştırılarak aradaki farkın Bozçay üzerine kurulu baraj ve göletlerden kaynaklandığı kabul edilmiş, üzerinde gölet bulunan diğer akarsuların hesaplanan akım değerlerinde de mevcut göletlerin sulama kapasitesi oranında eksiltme yoluna gidilmiştir.

Havzadaki yüzey sularının kalitesi, Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'nde belirtilen kriterlere göre sınıflanarak havzadaki durumu iyileştirilmesi gereken akarsu ve göller tespit edilmiştir.

Havzadaki akarsu ve göllerin maruz kaldığı baskılar üç ana başlıkta incelenmiş (noktasal kaynaklı, yayılı kaynaklı ve hidromorfolojik baskılar), bu baskılarla yüzey sularındaki kirlilik ve Burdur Gölü'ndeki seviye kaybı arasındaki bağlantılar ortaya konulmuştur.

Burdur Gölü'nün DSİ tarafından hazırlanan ve SDÜ Jeoloji Bölümü'nde CBS ortamına aktarılan batimetri eğrileri kullanılarak göl tabanının üç boyutlu modeli hazırlanmış, su seviyesi azaldıkça göl

alanındaki ve hacmindeki değişimlere ilişkin sayısal veriler ortaya çıkarılarak alan-kot-hacim grafiği oluşturulmuştur.

Oluşturulan su bütçesine göre gölün yıllık su kaybı, bu kayıplarla yıldan yıla göl alanının küçülmesi ve buna bağlı olarak göle ulaşan yağış ile göl yüzeyinden buharlaşma değerlerinin değişimi de dikkate alınarak hesaplanmıştır. Isee Systems tarafından geliştirilmiş dinamik bir modelleme yazılımı olan ve su bütçesi modellemelerinde sıkça kullanılan STELLA programı yardımıyla yapılan hesaplama ile gölün beslenmesiyle ilgili tüm koşulların aynı kalması durumunda gölde yaşanacak seviye kaybı ortaya çıkarılmıştır.

Burdur ve Isparta İl Tarım Müdürlükleri'nden elde edilen tarım verileri ile havzadaki sulu tarım deseni çıkarılmış, Blaney-Criddle yöntemiyle tarım bitkilerinin su tüketimi hesaplanmıştır. Ülkemizde bitki su tüketimi ve sulama suyu ihtiyaçlarını hesaplamada en çok kullanılan yöntem olan Blaney-Criddle yönteminde her bir bitkinin su tüketiminin tespiti için bitki gelişim dönemi katsayıları, bölgenin hava sıcaklığına bağlı iklim katsayıları, sulama suyu ihtiyacı içinse yağış ve zemin nem rezervi verileri kullanılmaktadır. Daha sonra yağmurlama ve damla sulama yapılması halinde tasarruf edilecek miktar bulunarak sulama suyunda tasarrufun gölün seviyesinin tekrar yükselmesindeki payı ortaya çıkarılmıştır.

Havzadaki yüzey ve yeraltı sularının durumlarının iyileştirilmesi için alınabilecek gerçekçi önlemler, bu önlemlerin maliyetleri ve bu maliyetleri karşılamak için yararlanılabilecek finansal kaynaklar belirlenmiştir.

Önceki çalışmalar

Jeolojik ve Hidrolojik Çalışmalar

DSİ 1958-1968 yılları arasında havzadaki ovaların hidrojeolojik etüd raporlarını hazırlamıştır. Çok az ölçüm içeren bu raporlarda daha çok kaynakların dökümü çıkarılmış ve ovalardaki geçirimli formasyonların boyutu ve su süzme kapasiteleri göz önüne alınarak yeraltı su rezervine dair tahmini hesaplamalar yapılmıştır. Bu raporlardan Burdur güneyi ve Yeşiova'ya ait olanında Yazı Ovası akiferi ile Burdur Gölü'nün birbiriyle bağlantılı olduğu da belirlenmiş ve bu alanda sondaj açılmaması gerektiği sonucuna ulaşılmıştır (Esen ve Türkman, 1968).

DSİ, 1986'da hazırladığı Karaçal Projesi Planlama Raporu'nda öncelikle Bozçay Havzası'ndaki diğer baraj ve depolamaların kapasiteleri belirtilmiş, planlamanın amacının Karamanlı ve Karataş projelerinden arta kalan ve Burdur Gölü'ne dökülen suların değerlendirilerek Yazı Ovası sulamasında kullanılması olduğu ifade edilmiştir (DSİ, 1986). Barajın bulunduğu havzada planlama raporu sonrasında da pek çok gölet inşa edilmiş, aradan geçen 23 yılda koşullar değişmiş olsa da planlamada herhangi bir revizyona gidilmeden inşa edilen baraj, 2009 yılı sonunda su tutmaya başlamıştır.

DSİ tarafından 1998 yılında Burdur Gölü'ndeki seviye kaybı ile ilgili rapor hazırlanmış, 1980-1994 yılları arasındaki akım verileri karşılaştırılarak Bozçay'da %77, Suludere'de %38 oranında akım kaybı olduğu belirlenmiştir. Akımlardaki azalmanın havzadaki kuyularla çekilen sular yüzünden yeraltı

su haznesinin boşalması ve bunun sonucunda akarsulardan yeraltına sızmanın artması olduğu sonucuna varılmıştır (DSİ, 1998).

İrlayıcı (1998) Eğirdir ve Burdur Gölleri arasının hidrojeolojisini doktora tezi kapsamında araştırmış olup Keçiborlu Ovası'nda yeraltı su akışının Burdur Gölü'ne doğru olduğunu ifade etmiştir.

Davraz vd. (2003) Burdur yerleşim alanının hidrojeolojisini araştırmış, deprem kuşağında bulunan alanın litolojik yapı ve yüksek taban suyu seviyesi nedeniyle deprem anında sivilaşmaya çok elverişli olduğu sonucuna ulaşmıştır. Yapılan çalışma Burdur Ovası'nda yeraltı su hareketinin göle doğru olduğunu da teyit etmiştir.

Davraz ve Karagüzel (2008) Burdur Gölü ve Eğirdir Gölü arasındaki Keçiborlu ve Atabey Ovalarının yeraltı sularının hidrokimyasal ve izotop analizleri sonucu genç ve meteorik kökenli olduğu sonucuna ulaşmış, Keçiborlu Ovası'nda yeraltı su akışının Burdur Gölü'ne doğru olduğunu da ifade etmiştir.

Şener vd. (2005) Burdur Gölü yüzey alanındaki değişimi 1975-2002 yılları arasında elde edilmiş uydu görüntüleri ile izlemiş, gölün batimetri eğrileri ile bu süreçteki su kaybını hesaplamıştır. Gölün hem hacminde hem de alanında %27'lik azalma olduğunu ortaya çıkarmıştır. Bu seviye düşüşünün 1988-1995 dönemini kurak döneme, sonraki yıllardaki çekilmeyi yapımı tamamlanan barajlara bağlamıştır.

Roberts vd. (2003) Burdur Havzası'nda Geç Pleyistosen'deki iklim ve tektonik değişimler üzerine çalışma yapmıştır. Burdur Gölü seviyesinin son buzul maksimumunda 927 metreye kadar çıktığını ortaya çıkarmışlardır.

Biyolojik ve Limnolojik Çalışmalar

Merter vd. (1986) Burdur, Eğirdir, Beyşehir, Akşehir ve Eber Gölleri sularının fiziksel ve kimyasal analizlerini gerçekleştirmiştir. Elde ettikleri sonuçlar göllerin kirlilik bakımından önemli bir sorunu bulunmadığı yönündedir. Bu çalışma kapsamında Burdur Gölü su kalitesi üzerine elde edilen bilgiler gölün günümüze oranla çok daha el değmemiş dönemine ait olup referans olarak alınabilecek en eski bilgilerdir.

Kazancı vd. (1998) Burdur Gölü ve Acıgöl'ün limnolojisi ve fiziko-kimyasal özellikleri, fitoplankton, sucul bitkileri, zooplankton, omurgasızlar, balık faunası ve kuşlar üzerine çalışmalarını kitap olarak derlemiştir. Burdur Gölü'nü kullanan canlı türlerinin envanteri bakımından en derli toplu kaynak olup gölün korunması için evsel ve endüstriyel atıkların göle karışmasının engellenmesi ve gölü besleyen akarsuların göle akışlarının engellenmemesi gerektiği de ifade edilmiştir.

Beyhan vd. (2007) Burdur Gölü su kalitesinin belirlenmesi için analizler yapıp elde ettikleri sonuçları 1986 yılı verileri ile karşılaştırmıştır. Göl seviyesindeki düşüşün suyun genel kimyasal yapısında fazla bir etkiye sahip olmadığı, ancak seviye düşüşü ile birlikte göl suyundaki ağır metallerin hızlı bir şekilde arttığı tespit edilmiştir.

Kiziroğlu vd. (1995) Burdur Gölü flora ve faunası, özellikle de dikkuyruk ördeği üzerine bilgi vermiş, havzadaki sanayi kuruluşlarının yol açtığı kirliliğe değinmiştir. Gölün su kalitesinin iyileştirilmesi için entegre yönetim planlaması yapılması gerektiği ifade edilmiştir.

Sosyolojik Çalışmalar

Adaman vd. (2007) Burdur Gölü sorunları ve korunmasına ilişkin yöre halkının bakış açısını konu alan bir çalışma gerçekleştirmiştir. Gölde ekonomik fayda sağlayan bir grubun olmaması ve havza sakinlerinin göl ile bağlantısının kopuk olmasına rağmen anket çalışmasına katılanların çok büyük bir kısmı gölün korunmasından yana tavır almıştır.

1 HAVZANIN GENEL COĞRAFİ ÖZELLİKLERİ

Burdur Gölü Havzası, Türkiye'nin güneybatı kesiminde, Batı Akdeniz Bölümü'nde, 37° 8' - 38° 2' kuzey enlemleri ile 29° 39' - 30° 33' doğu boylamları arasında yer alır. 3263 km² alana sahip olan Burdur Gölü Havzası, Burdur ve Isparta il sınırları içerisinde yer alır. Burdur Merkez, Kemer, Karamanlı ve Tefenni ilçeleri ile Isparta'nın Keçiborlu ve kısmen Gönen ilçesi havza sınırları içerisinde yer almaktadır.

Burdur Gölü Havzası, suları denize ulaşmayan yani kapalı bir havzadır. Yağışlarla havzaya düşen su, yaz mevsiminde büyük kısmı kuruyan dereler ile havzanın en derin yeri olan Burdur Gölü çanağında toplanmaktadır.

Burdur Gölü Havzası, genel hatlarıyla 12 alt havzadan oluşur. Bu alt havzalar içinde Bozçay'ın havzası en büyüğü olup diğer tüm alt havzaların alanlarının toplamından daha geniş alan kaplamaktadır (Şekil 3).

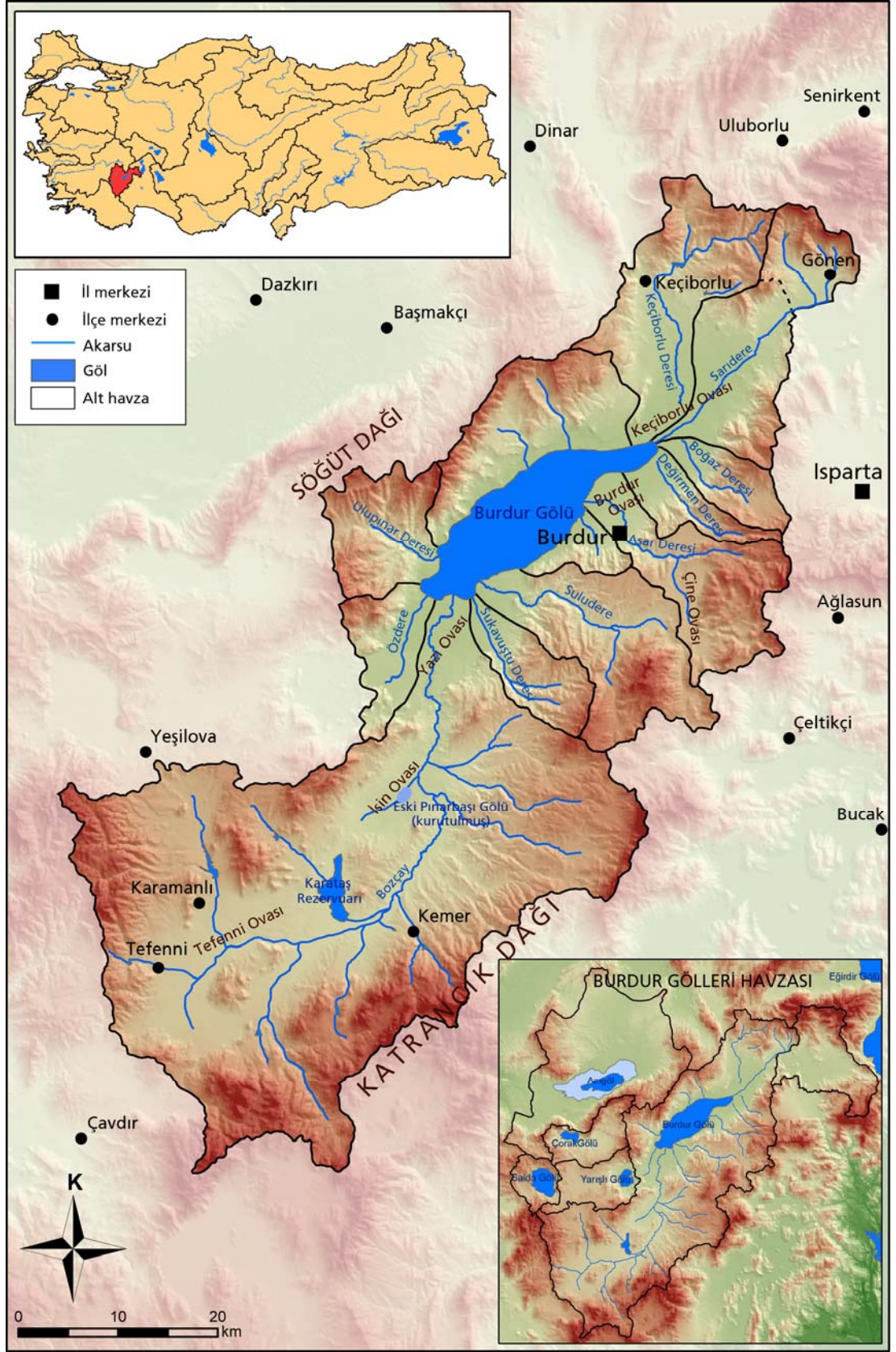
Burdur Gölü normal şartlarda akarsularla, içinde bulunduğu tektonik çukurun (grabenin) güneybatı ve kuzeydoğusundaki yeraltı sularıyla ve doğrudan üzerine düşen yağışlarla beslenmekte, buharlaşma ile su kaybetmektedir. Göle gelen su miktarı ile buharlaşma sonucu kaybolan su miktarı birbirine yakın değerler taşıdığı dönemde sağlıklı bir göl ekosistemi olarak varlığını korumuştur. Bu denge son 20 yılda bozulmuş durumdadır ve göl sürekli küçülmektedir.

Havzadaki tek doğal göl durumundaki Burdur Gölü, barındırdığı su kuşlarının sayısı ve nadir bir ördek türüne (dikkuyruk) ev sahipliği yapması nedeniyle uluslar arası öneme sahip sulak alan olup Ramsar alanı olarak

tescillenmiştir. Suyu tuzlu olan göl, endemik bir balık türünü de barındırmaktadır.

Tablo 1. Burdur Gölü Havzası'na ait temel veriler

Koordinatlar	37 ° 8 ' - 38 ° 2 ' K - 29 ° 39 ' - 30 ° 33 ' D
Alan	3263 km ²
Ülke yüzölçümüne oranı	% 0,4
Nüfus	141800 (%66 şehir - %34 köy)
Büyük yerleşim merkezleri	Burdur, Karamanlı, Tefenni, Kemer, Keçiborlu, Gönen
Ortalama yıllık yağış miktarı	474 mm
Havzadaki arazi kullanımı	%35 kuru tarım alanı %25 çayır %11 seyrek bitki örtüsü %10 sulu tarım alanı %7 orman % 12 diğer (yerleşim alanı, kayalık vs.)
Havzada yapay olarak depolanan su miktarı	126 hm ³
Havzadaki ana tarım ürünleri	hububat (özellikle buğday ve arpa), yem bitkileri, mısır ve bakliyat



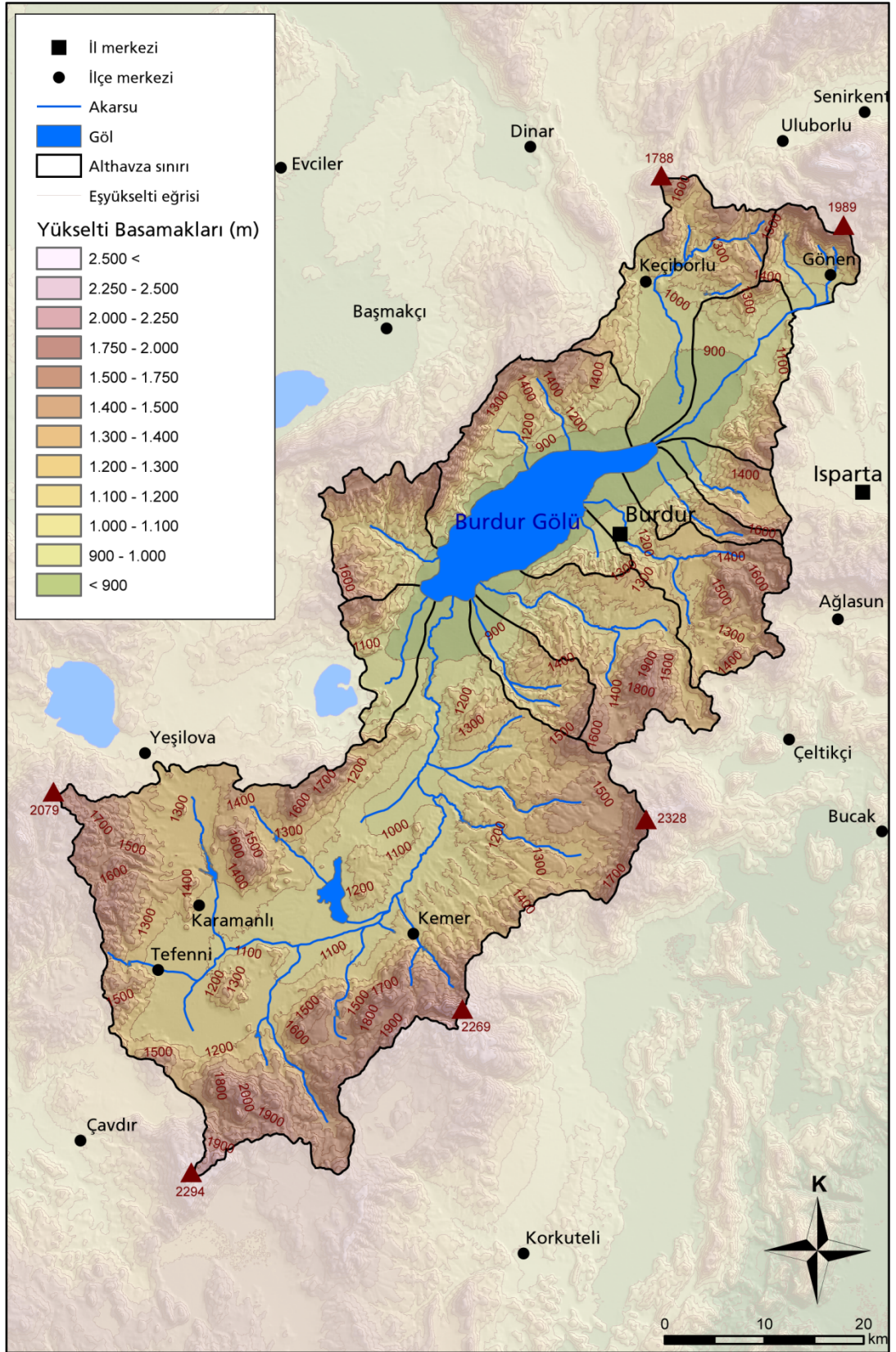
Şekil 3. Burdur Gölü Havzası ve alt havzaları

1.1 Topografik Özellikler

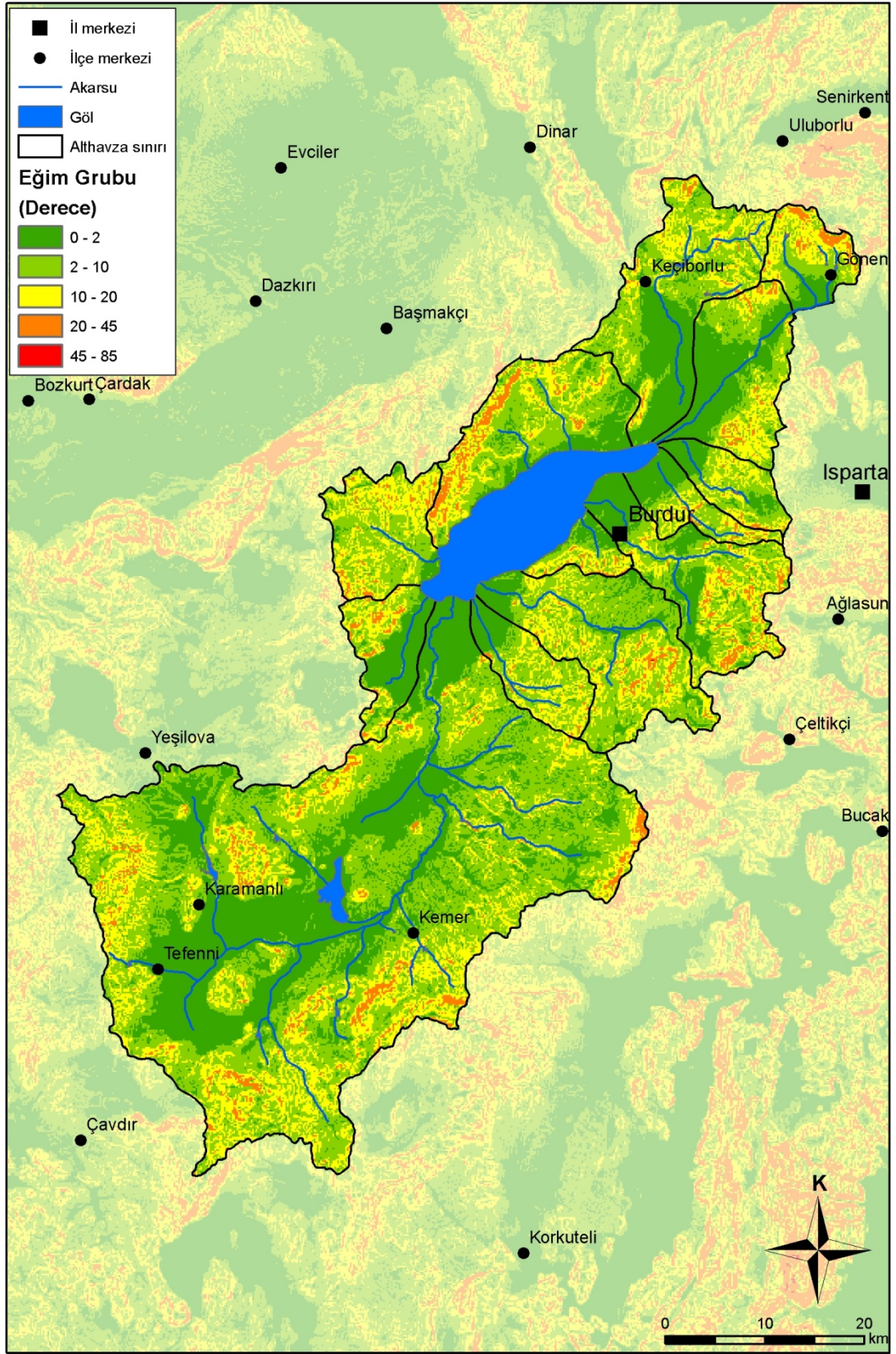
Havzanın doğu ve güney kısımları 2000 metrenin üzerinde yüksekliğe sahip dağlık alanlarla sınırlanırken havzanın batısındaki su bölümü hattı nispeten alçak tepeliklerle sınırlanmıştır. Havzanın kuzey sınırı 1989 metreye kadar yükselirken havza genelinde ulaşılan en yüksek nokta doğu kısımda, 2328 metreye kadar yükselerek havzayı kuzeydoğu-güneybatı yönünde sınırlayan Katrancı Dağı'dır (Şekil 4). Havzanın en çukur kesimini oluşturan Burdur Gölü'nün deniz seviyesinden yüksekliği ise günümüzde 844 metredir. Göl çanağının en derin yeri ise 783 metrede bulunmaktadır. Yani gölün maksimum derinliği 61 metredir.

Burdur Gölü'nün içinde bulunduğu tektonik çöküntü (graben), 850 ile 1000 metreler arasında bulunan Keçiborlu, Burdur ve Yazı Ovalarını da içinde barındırır. Bozçay Havzası, Karaçal boğazı ile sonradan göle bağlanmış olup bu havzadaki Tefenni ve İsin Ovaları ise havzanın güneyinde, daha yüksek rakımda yer almaktadır. İsin Ovası 1000 metrelerde yer alırken Tefenni Ovası'nda rakım 1200 metreye yaklaşmaktadır.

Havza kenarlarında 45 dereceye varan eğim koşulları görülmekle birlikte havzanın büyük kısmında eğim 10 derecenin altındadır. Eğimin yüksek olduğu yerler havzanın güneyinde Mesozoyik döneme ait formasyonlara karşılık gelirken kuzeydeki dik yamaçlar Paleojen kumtaşı ve konglomeralardan oluşturmaktadır.



Şekil 4. Burdur Gölü Havzası topografya haritası



Şekil 5. Burdur Gölü Havzası eğim haritası

1.2 Jeolojik Özellikler

Litolojik özellikler

Burdur Gölü Havzası, Türkiye jeolojisinde Isparta bükümünü olarak adlandırılan yapının batı kısmında yer alır. Isparta bükümünü, Toros Dağları'nın temelini oluşturan Mesozoik kireçtaşları ekseninin Antalya Körfezi kuzeyinde ters "V" şeklinde bükülmesiyle oluşmuş olup batı sınırını Burdur Fay Zonu oluşturmaktadır (SDÜ-MMF, 2001). Havzadaki Mesozoik kireçtaşları alanın en yaşlı birimlerini oluşturmakta olup Beydağları otoktonunun kuzey uzantılarıdır. Havzanın yüksek kenarlarını da büyük ölçüde bu birim oluşturmaktadır. Üst Kretase'de Menderes Masifi üzerine bindiren okyanusal kabuğun kalıntıları olan Likya Napları ise bu kütleyi doğusundan ve batısında kuşatmakta olan allokton birimdir. Havzada Neojen dönemine kadarki birimlerin büyük kısmı bu gruptadır.

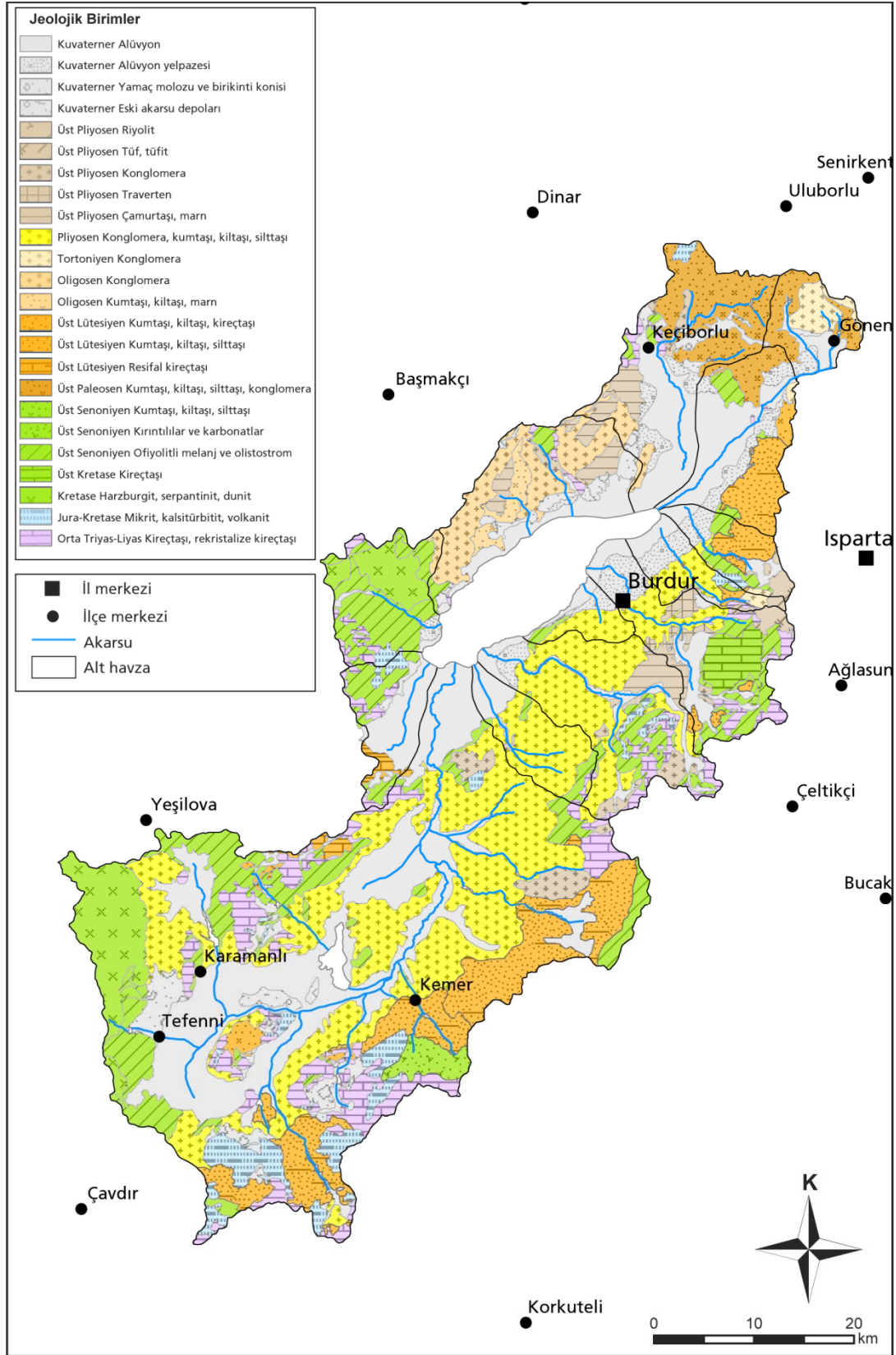
Nap yerleşimi sonrası akarsu-göl tortulları ile kırıntılı ve volkanosedimanterlerden oluşan Burdur formasyonu çökelmiştir. Likya Naplarını açısız uyumsuz olarak örten ve kalınlığı 650 metreye kadar ulaşabilen Pliyosen dönemi konglomera, kumtaşı, kiltası, siltaşı serilerinden oluşan bu birimin üst seviyelerindeki tüfitler, birimin çökmesi ile eş zamanlı volkanik etkinliğin olduğunu göstermektedir (SDÜ-MMF, 2001).

Havza tabanında Kuvaterner alüvyon ve alüvyon yelpazeleri geniş alanlar kaplamaktadır. Alüvyon kalınlığı 200 metreyi bulmaktadır. Pliyosen ve Kuvaterner yaşlı seriler havzanın %57'sini kaplamaktadır.

Tektonik özellikler

Pliyosen başında kuzey-güney yönlü sıkışma ile ortaya çıkan faylarla alanda ilk havzalaşma hareketleri başlamıştır (Kozan vd, 1993). Üst Pliyosen-Alt Kuvaterner döneminde havza kuzeyindeki basamak faylara ek olarak güneyde de normal faylar gelişmeye başlamış ve Burdur Havzası simetrik bir çöküntü alanı özelliği kazanmıştır (SDÜ-MMF, 2001). Bu özelliği kazanana kadar biriken tortullar (Burdur Formasyonu) havzanın güney kısmında yoğunlaşmıştır. Çöküntü alanı (graben) Alt Pleistosen'de hızla derinleşmiş, Tefenni Havzası (Bozçay Havzası) gömük menderes karakteri gösteren Karaçal Boğazı ile kuzeydeki göl havzasına bağlanmıştır (Kozan vd, 1993).

Günümüzde sismik aktivite yoğunluğu güneye kaymış durumda olup Burdur yakınlarında 1914'te 7 büyüklüğünde, 1971 yılında 6,2 büyüklüğünde iki büyük deprem yaşanmıştır. 1963'te de Tefenni'yi etkileyen bir deprem yaşanmıştır. 1971 depreminde 57 kişi hayatını kaybetmiş, deprem sonrası Yassıgüme köyünün yeri değiştirilmiştir (Yiğitbaşıoğlu, 1990a). Güneydeki fayların aktiviteleri ile birikinti konileri gelişimi hızlanmıştır (SDÜ-MMF, 2001).



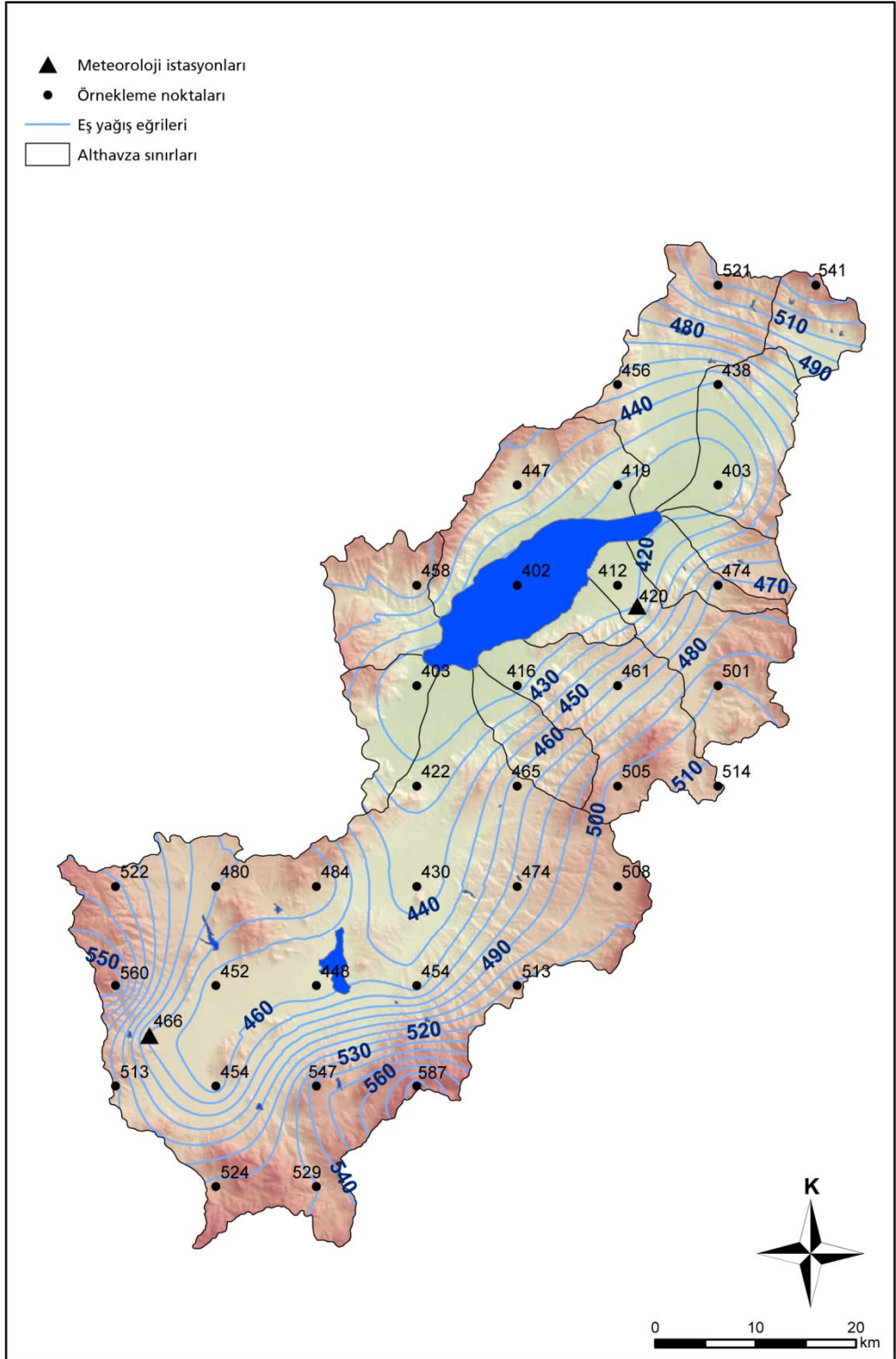
Şekil 6. Burdur Gölü Havzası'nın jeoloji haritası (Şenel 1997'den sadeleştirilmiştir)

1.3 İklim Özellikleri

Burdur Gölü Havzası, Akdeniz iklimi ile karasal iklim kuşağı arasında geçiş özelliği taşımaktadır. Havzada Devlet Meteoroloji İşleri'nin iki meteoroloji istasyonu bulunmaktadır. Bu istasyonlardan biri Burdur'da diğeri Tefenni'dedir. Havza bazında çalışmalarda genellikle ilgili havza içerisinde kalan meteoroloji istasyonlarının verileri kullanılmakta olup bu çalışmada da aynı yol izlenmiştir (ÇYGM, 2010; Yıldız, 2007).

Yağış

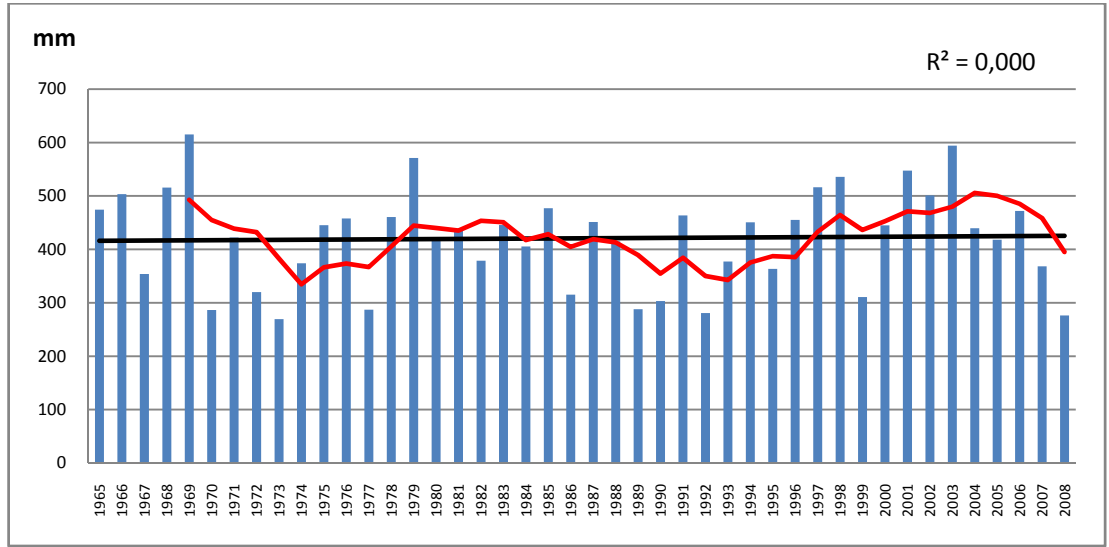
Burdur İstasyonu'nun 1965-2008 yıllarındaki yağış ortalaması 420.7 mm, Tefenni İstasyonu'nun aynı yıllar aralığındaki yağış ortalaması ise 466 mm'dir. İki istasyon arasındaki yükseklik farkı olan 250 metre, yağış miktarında 45.3 mm. fark yaratmaktadır. Bu durumda havzada her 100 metre yükseklik artışında 18 mm. yağış artışı olacaktır. Buna göre havza, her iki meteoroloji istasyonunun etkin olduğu mesafeye göre ikiye ayrılmış, bilgisayar ortamında havzaya 10'ar km aralıklı örnekleme noktaları yerleştirilerek bu noktaların yüksekliği ile referans meteoroloji istasyonunun yüksekliği arasındaki farka göre her noktanın yağış miktarı hesaplanmıştır. Bu şekilde yağış miktarı hesaplanan 38 noktanın ortalaması alındığında Burdur Gölü Havzası'na düşen yağış miktarı 474 mm'dir.



Şekil 7. Burdur Gölü Havzası'nın yağış dağılışı haritası

Havzada yağışların 1989-1992 yılları arasında azaldığı sonraki yıllarda ise uzun yıllar ortalamasını çoğunlukla aştığı görülmektedir. Burdur Gölü'nde de 1987 yılından itibaren şiddetli su kaybı yaşanmaya başlanmış olup 1990'ların başından itibaren yağışlar artsa da göldeki su kaybı düzenli olarak devam etmiştir. 2003 yılında Burdur'da son 56 yılın en yüksek ikinci yağışının (594.2 mm) görülmesi göl seviyesindeki düşüşü geçici olarak durdurursa da alçalma devam etmektedir (Şekil 25).

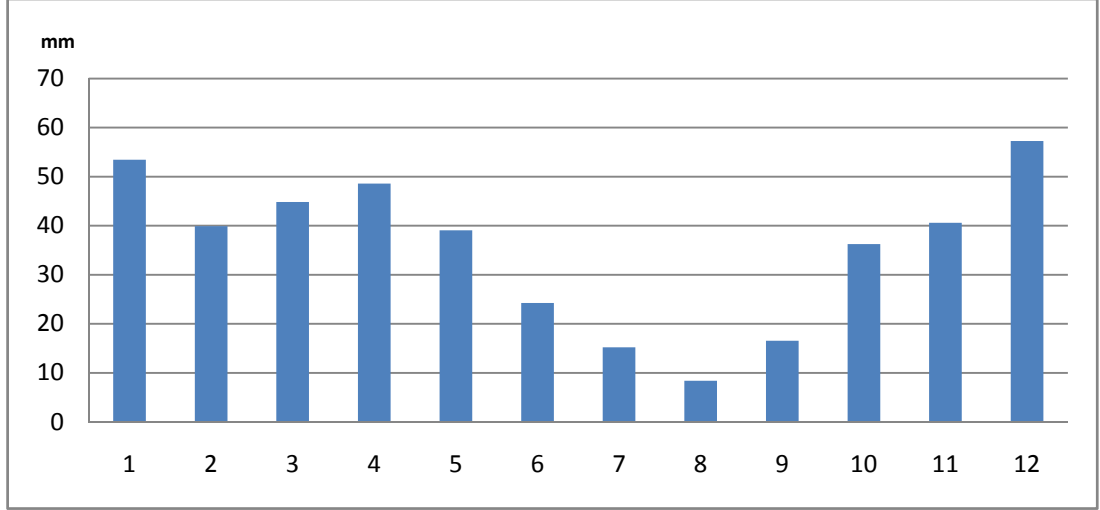
Yıllık yağış verilerine bakıldığında göl seviyesindeki değişime neden olabilecek benzer bir düşüş görülmemektedir (Şekil 8).



Şekil 8. Burdur'da yağışın yıllararası değişimi (Kaynak :Devlet Meteoroloji İşleri) (Siyah çizgi doğrusal eğilimi, kırmızı çizgi hareketli ortalama eğilimi (5 yıllık dönem) göstermektedir.)

Yağışın büyük kısmı hem kış hem de ilkbahar mevsimlerinde düşmektedir. Bu haliyle yağış karakteri, hem yağışı kış mevsiminde alan

Akdeniz ikliminin hem de ilkbahar aylarında yağışın yoğun olduğu karasal iklimin özelliklerini taşımaktadır.

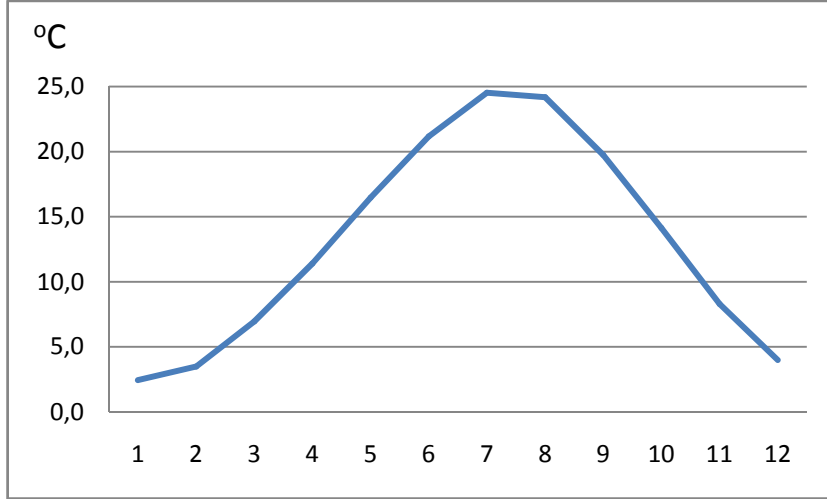


Şekil 9. Burdur 1965-2008 yıllarında yağışın aylara dağılımı (Kaynak :Devlet Meteoroloji İşleri)

Sıcaklık

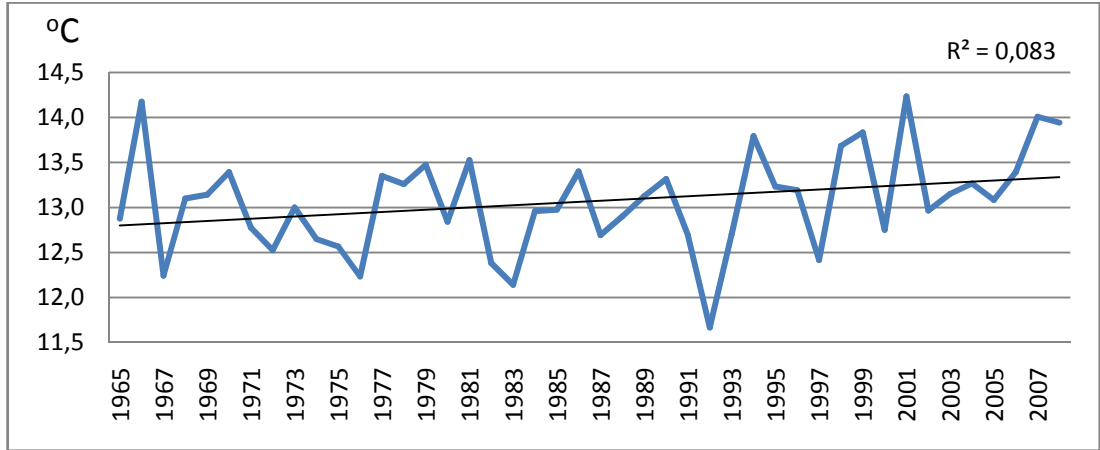
Burdur'da 1965-2008 yılları arasında ölçülen yıllık ortalama sıcaklık 13.1 °C'dir. Aylık ortalama sıcaklık Ocak ayında 2.4 °C, Temmuz ayında 24.5 °C olarak hesaplanmıştır. Tefenni'de kaydedilen sıcaklık değerleri, alanın daha yüksekte olması nedeniyle Burdur'dan daha düşüktür. Yıllık ortalama sıcaklığın 11.6 °C olduğu Tefenni'de aylık ortalama sıcaklıklar Ocak ayında 0.8 °C, Temmuz-Ağustos aylarında 22.7 °C olarak hesaplanmıştır (Yayıntaş, 1989).

Yağış dağılışında Akdeniz iklimine yakın özellik gösteren bölge, sıcaklık miktarı ve mevsimsel farklar açısından daha çok karasal iklim özellikleri taşımaktadır.



Şekil 10. Burdur’da sıcaklığın aylara dağılımı (Kaynak :Devlet Meteoroloji İşleri)

Burdur’da yıllık ortalama sıcaklıklarda 1965’ten 2008’e kadar kaydedilen değerlere baktığımızda ise özellikle 1990’lı yılların ikinci yarısından itibaren göze çarpan bir artış görülmektedir.



Şekil 11. Burdur’da sıcaklığın yıllar arası değişimi (Kaynak :Devlet Meteoroloji İşleri)

1975-2008 yılları arasında Burdur Meteoroloji İstasyonu’nda ölçülmüş olan en yüksek yaz sıcaklıkları ile en düşük kış sıcaklıkları 2000 yılı ve sonrasına aittir (Tablo 2). Bu durum göl çevresinde sadece sıcaklık artışının

olmadığı, 33 yılda ölçülmüş olan en şiddetli soğuk koşulların da 2000 yılı sonrasında yaşandığını göstermektedir. Bu durum göl havzasında karasallaşmanın başladığının işareti olabilir. Ancak bu konuda daha sağlıklı sonuçlara ulaşmak için daha uzun yıllar ölçüm yapılması gerekmektedir.

Tablo 2. Burdur Meteoroloji İstasyonu 1975-2008 arası en yüksek-en düşük sıcaklıkları ve ölçüldüğü yıllar

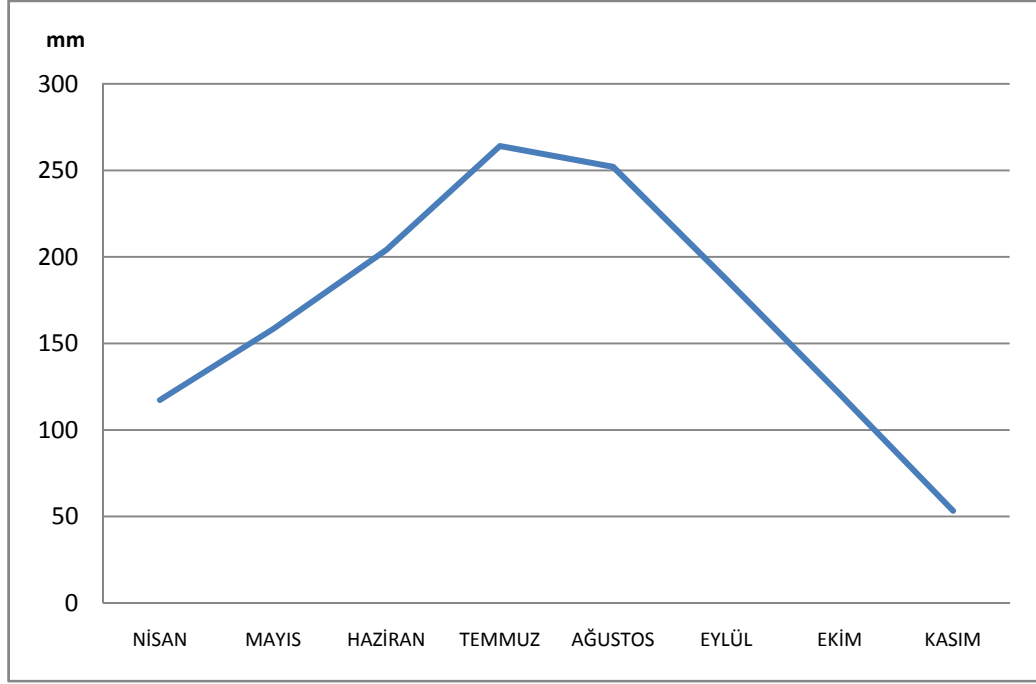
	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
En yüksek sıcaklık	16,6	19,4	27,8	29	33,5	38,1	40,7	38,3	37	32,4	25,6	19,4
Ölçüm yılı	1987	1979	2001	1989	1989	2007	2007	2002	2003	2003	1990	2005
En düşük sıcaklık	-14	-13	-11,6	-7	-0,4	5,2	9,7	10,2	4,4	-2	-9,9	-11
Ölçüm yılı	2000	2004	1985	1997	1990	2000	1985	1987	1983	2003	1995	2002

Kaynak: Devlet Meteoroloji İşleri

Buharlaştırma

Burdur Meteoroloji İstasyonu'nda 1969 yılından itibaren buharlaştırma ölçümü yapılmaya başlanmış olup 1969-2008 yılları arasında Nisan-Kasım ayları arası eksiksiz ölçülen yıllık buharlaştırma toplamalarının ortalaması 1359 mm'dir. Burdur Gölü'ndeki buharlaştırma kayıplarının hesaplanmasında da bu istasyonun kaydettiği değerler kullanılmıştır.

Burdur Gölü kış ve ilkbahar döneminde akarsularla kazandığı suyu yaz döneminde buharlaştırma yoluyla kaybetmekte olup günümüzde gölün akarsular ile beslenmesi büyük ölçüde azalmışken buharlaştırma koşullarının değişmemesi sebebiyle göldeki su kaybı devam etmektedir.



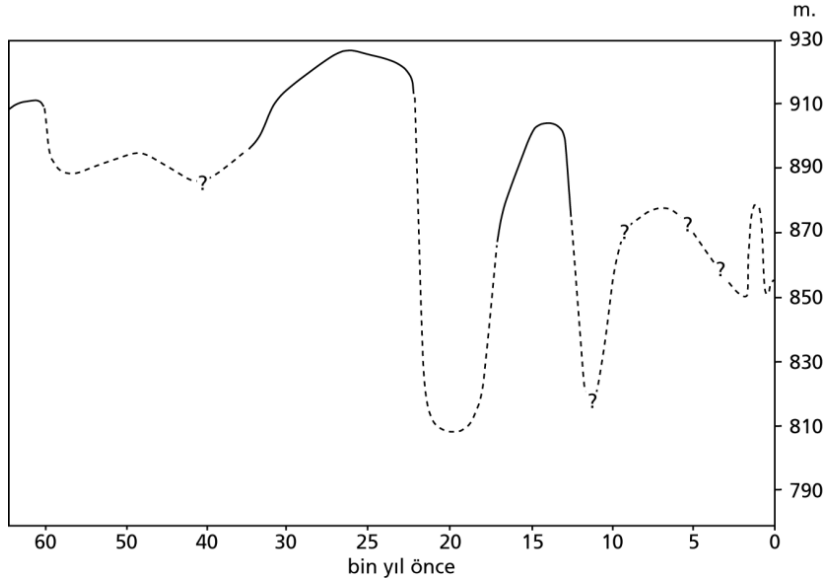
Şekil 12. Burdur’da 1969-2008 verilerine göre buharlaşmanın aylara dağılımı (Kaynak :Devlet Meteoroloji İşleri)

Pleyistosen’de Burdur Gölü Seviyesi

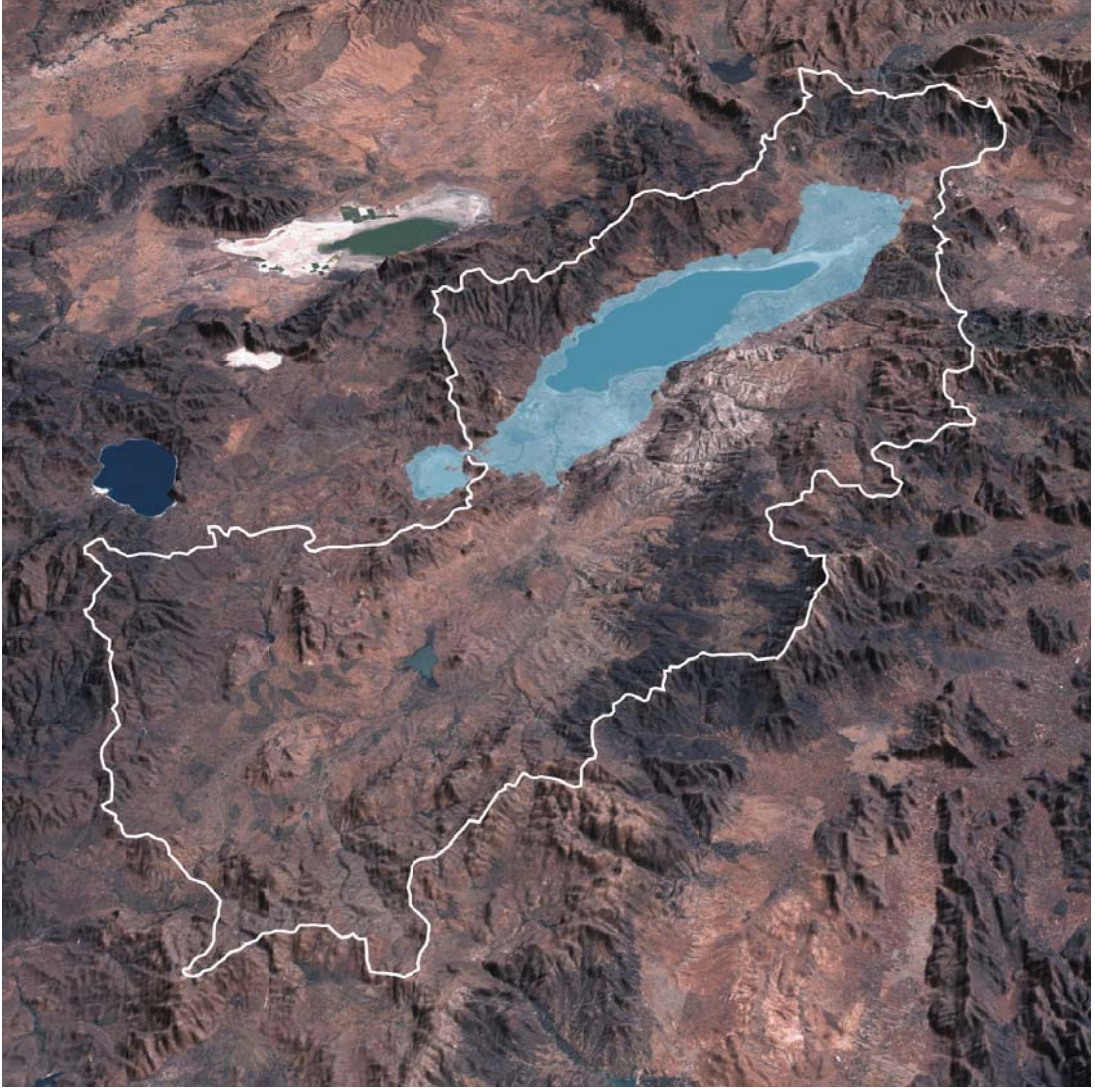
Burdur Gölü’nün su seviyesi Pleyistosen’deki soğuk-yağışlı evrelerde günümüze oranla daha çok yükselmiş (en son 27 bin yıl önce 927 m), daha sonra göl çanağının tektonik hareketlerle alçalması ve Pleyistosen-Holosen dönemleri arasındaki iklim değişimleri nedeniyle giderek alçalmıştır. Günümüzde eski seviyelere ait kıyı izleri ve depolar göl çevresinde belirgin olarak görülmektedir (Yiğitbaşıoğlu, 1990b).

Son buzul çağı sonunda günümüzdeki seviyesinden 83 metre daha yükseğe ulaşan Burdur Gölü, aynı tektonik çanağı paylaştığı Yarışlı Gölü ile birleşmiştir (Şekil 14). Göl seviyesi Holosen döneminde de salınımlar göstermekle birlikte genel olarak çekilme sürecinde olmuştur (Erol, 1980).

Ancak göl seviyesindeki bu iniş çıkışlar birkaç bin yıllık süreçlerde meydana gelmiş olup günümüzdeki insan faaliyetlerine bağlı göl seviyesi değişiminden çok daha yavaş gerçekleşmiştir.



Şekil 13. Son 65bin yılda Burdur Gölü seviyesi (Roberts vd, 2003)



Şekil 14. Burdur Gölü'nün 27bin yıl önce kapladığı alan (Roberts vd, 2003'e göre) (Beyaz hat, günümüzdeki havza sınırır)

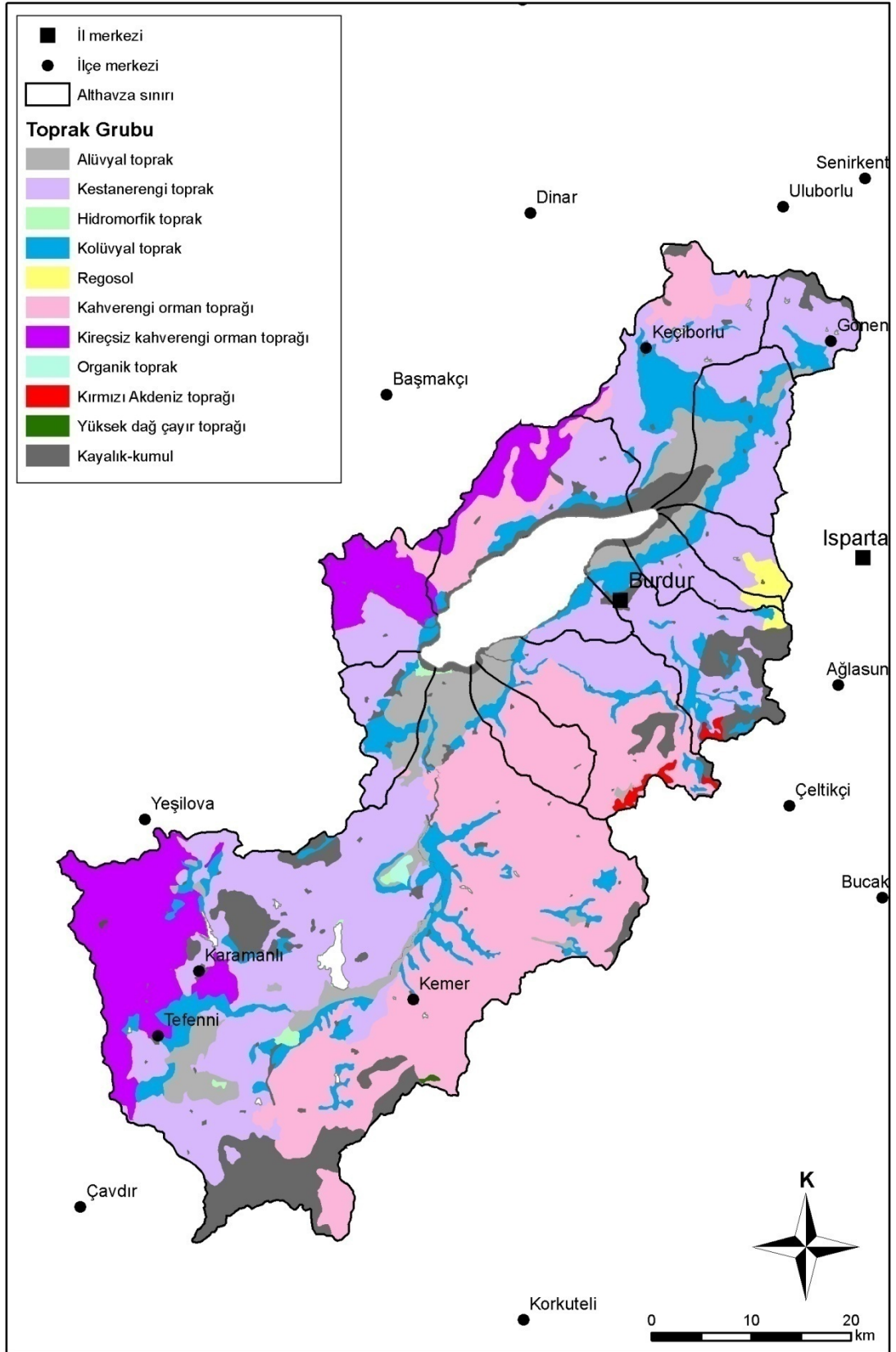
1.4 Toprak Tipleri

Burdur Gölü Havzası'nda kestanerengi toprak ile kahverengi orman toprağı hakim toprak tipleri olup havzanın % 58'ini kaplamaktadırlar. Her iki toprak tipi de A B C horizonlarına sahip olan zonal topraklardır. Çoğunlukla konglomera ve kumtaşından oluşan zemin üzerinde gelişmişlerdir. Havzada en çok alan kaplayan toprak olan kestanerengi topraklar, yarıkurak iklime sahip alanlarda görülmekte olup üzerinde görülen doğal bitki örtüsü çayır ve seyrek ağaçlardır. Havzada %10'luk paya sahip kireçsiz kahverengi orman toprakları ise havzanın batı kesimlerinde ve çoğunlukla yüksek alanlarda yer almaktadır.

Havzada yağışların az olması nedeniyle topraklarda fazla yıkanma olmaması nedeniyle havza toprakları çoğunlukla kireç bakımından zengindir.

Tablo 3. Burdur Gölü Havzası'nın toprak grupları

Toprak Grubu	Yüzde
Kestanerengi toprak	31,37
Kahverengi orman toprağı	26,40
Kireçsiz kahverengi orman toprağı	10,00
Kolüvyal toprak	9,91
Alüvyal toprak	6,61
Regosol	0,65
Kırmızı akdeniz toprağı	0,34
Hidromorfik toprak	0,32
Organik toprak	0,12
Yüksek dağ çayır toprağı	0,04



Şekil 15. Burdur Gölü Havzası'nın toprak haritası

1.5 Arazi Kullanımı

Havzanın toplam alanının %45'i tarım alanı olarak kullanılmakta olup bu alanlar içinde sulu tarım alanlarının oranı sürekli olarak arttırılmaya çalışılmaktadır. 1970'lerin ortalarında başlayan sulama projeleri ile sulu tarım alanları artmış, günümüzde havza alanının neredeyse %10'una ulaşmıştır.

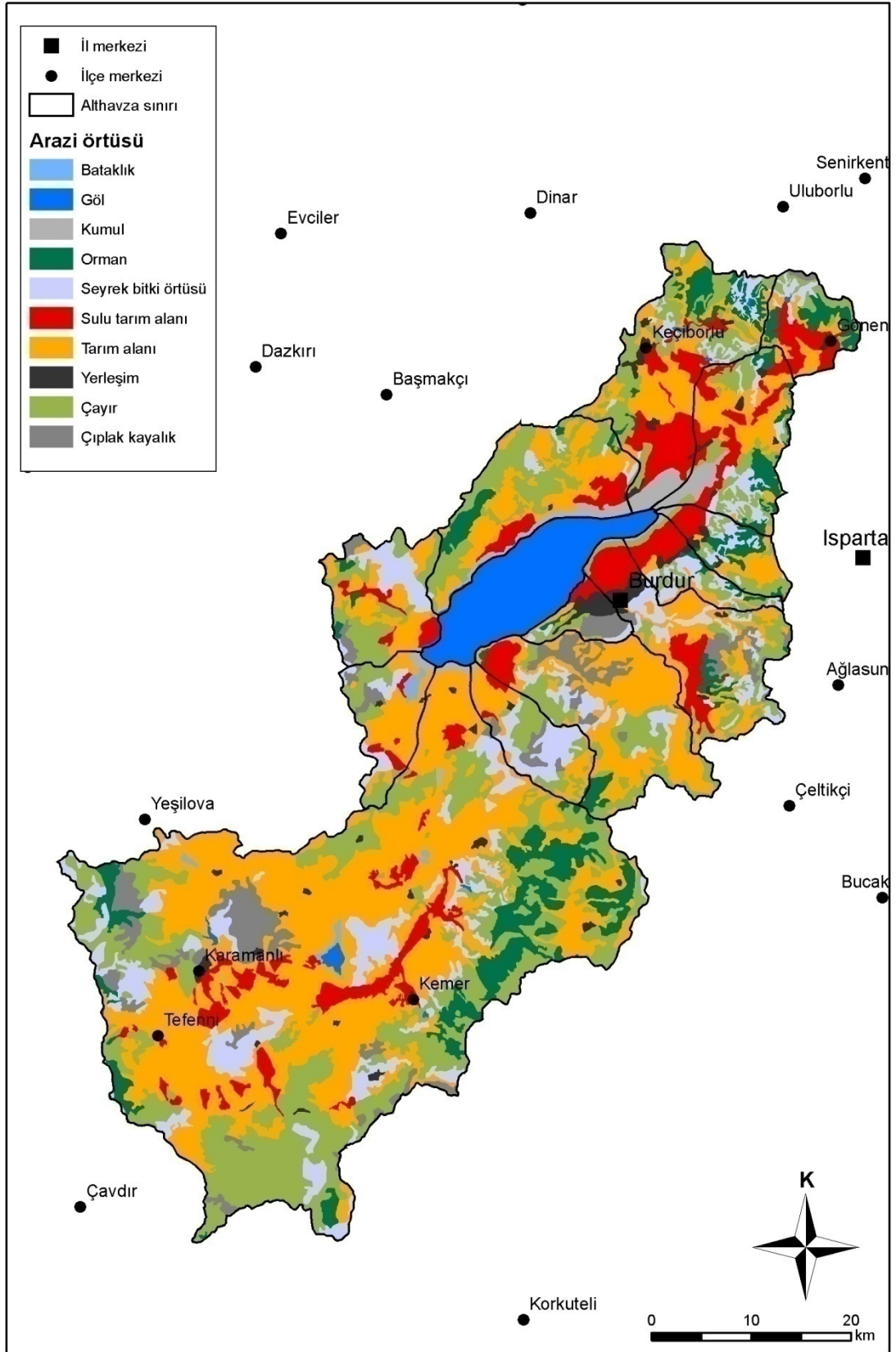
Havzada orman alanları %7'ye yakın bir orana sahip olup çoğunlukla havzanın doğu ve kuzey kısımlarında yer alırlar. Orman alanları çoğunlukla karaçam (*Pinus nigra*) ve kızılçam (*Pinus brutia*) ağaçlarından oluşmaktadır. Az miktarda ardıç (*Juniper*) ve kayın (*Fagus*) toplulukları da görülmektedir. Burdur Gölü batısında, Söğüt Dağı eteklerinde bulunan orman alanı az yer kaplasa da gölün sağladığı nem nedeniyle tür açısından daha zengindir (Kantarıcı, 2008).

Eğimli yüzeylerde orman alanlarının geniş alan kaplamaması, çıplak kayalık arazinin ve seyrek bitki örtüsünün havzanın %15'ten fazlasını kaplaması erozyon şiddetini arttırmakta olup özellikle havzanın doğu yamaçları erozyondan daha çok etkilenmektedir.

Tarım alanlarında hububat (özellikle buğday ve arpa), yem bitkileri, mısır ve bakliyat ürünleri yaygındır.

Tablo 4. Burdur Gölü Havzası'nın arazi örtüsü

Arazi Örtüsü	Yüzde
Kuru tarım alanı	35,37
Çayır	24,76
Seyrek bitki örtüsü	10,86
Sulu tarım alanı	9,62
Orman	6,87
Göl	4,69
Çıplak kayalık	4,55
Yerleşim alanı	1,54
Kumul	1,47
Bataklık	0,27



Şekil 16. Burdur Gölü Havzası'nın arazi kullanım haritası

1.6 Hidrolojik Özellikler

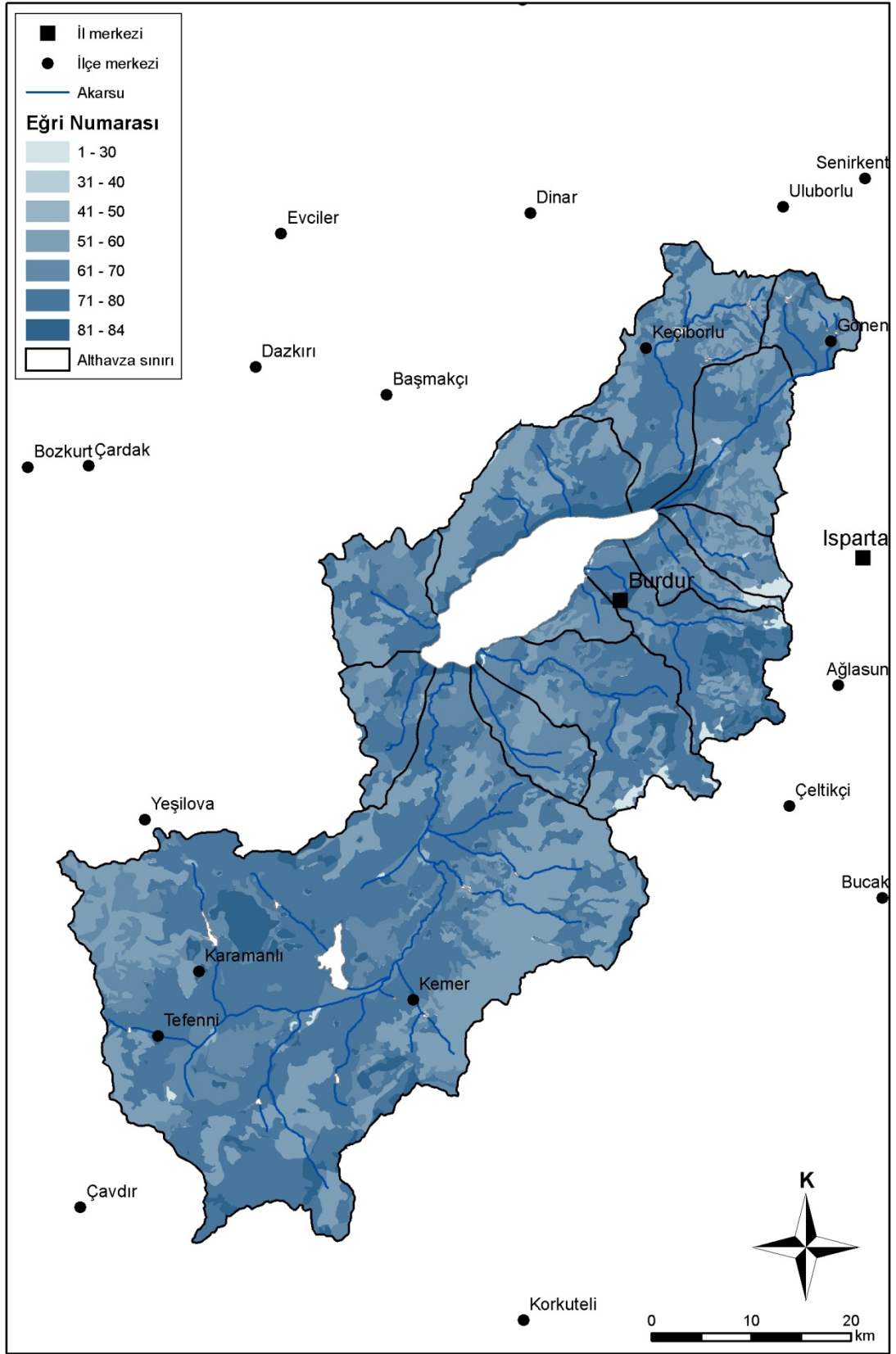
1.6.1 Akarsular

Burdur Gölü Havzası'nda Burdur Gölü'ne ulaşan ve havza alanı 50 km²'den büyük olan 10 adet akarsu tespit edilmiş olup su toplama havzası çok küçük olan derelerin havzaları, gölün kuzey ve güneyinde gruplanarak toplamda 12 adet alt havza tespit edilmiştir.

Akarsulardan göle ulaşan su miktarı, Devlet Su İşleri ve Elektrik İşleri Etüd İdaresi'ne ait akım gözlem istasyonlarında ölçülmektedir. Ancak havzadaki akarsulardan sadece ikisinde, Bozçay ve Suludere'de halen aktif olan akım gözlem istasyonu bulunmaktadır. Akım gözlem verisi olmayan akarsulara ait verileri elde etmek için çeşitli yöntemler bulunmaktadır. Şimdiki adı ABD Doğal Kaynakları Koruma Kurumu (NRCS) olan ABD Toprak Koruma Kurumu (SCS) tarafından geliştirilen eğri numarası (SCS-CN) yöntemi akım değeri tespiti için en çok kullanılan yöntemlerden biridir. Havzadaki eksik akım değerleri bu yöntemle elde edilmiştir.

Hidrolojik döngü içerisinde yağışın büyük bir kısmı buharlaşıp tekrar atmosfere döner, bir kısmı süzülerek yer altı sularını oluştururken bir kısmı da akışa geçer. Ancak yağışla aynı anda yüzeysel akış başlamaz. Yağışla önce toprak beslenir, yeterli doygunluğa ulaştığında akış başlar. Arazi örtüsü ve toprak gruplarının analizi sonucu her bir havzanın akış potansiyeli belirlenerek ve günlük yağış verileri kullanılarak istenilen zaman aralığında akım verisi elde edilebilir.

Eğri numarası (CN) eğim, arazi örtüsü ve toprak türüne bağlı olarak 0 ile 100 arasında değişir, CN değeri arttıka akışa geçen su miktarı da artar. Bu yöntemde toprak türleri de geçirgenlik özelliklerine göre A,B,C,D olarak dört grupta toplanır. A grubu geçirgenliği en yüksek toprak türlerini içine alır, D grubuna doğru toprakların geçirgenlikleri azalır. Havzanın toprak grupları, zer (1990) tarafından saptanan sınıflamaya göre bu dört gruba ayrılmıştır. Tablo 5'te yer alan eğri numaraları, toprağın normal nem koşullarında kullanılır. Toprağın nem koşulları ise günlük yağış verileri kullanılarak belirlenir. Günlük yağışların, öncesindeki 5 günlük yağış miktarına göre toprağın hangi nem koşulunda düştüğü saptanır. Bu yönteme göre bitkilerin geleişme dönemi dışında kalan dönemde (Ekim-Mart ayları arası) 13 mm'den az yağışlar kuru, 13-28 mm arasındaki yağışlar normal, 28 mm'den fazla yağışlar nemli koşulları içerir. Bitkilerin geleişim döneminde (Nisan-Eylül ayları arası) ise 36 mm'den az yağışlar kuru, 36-53 mm arasındaki yağışlar normal, 53 mm'den fazla yağışlar nemli koşulları içerir. Kuru ve nemli şartlardaki eğri numaraları da yine SCS tarafından belirlenmiştir (SCS, 1972).



Şekil 17. SCS-CN yöntemine göre Burdur Gölü Havzası'nın eğri numaraları grupları

Tablo 5. SCS-CN yöntemine göre havzadaki arazi örtüsü ve toprak gruplarına karşılık gelen eğri numaraları

Arazi Örtüsü	A	B	C	D
Bataklık	45	66	77	83
Çayır	30	58	71	78
Çıplak kayalık	49	69	79	84
Kumul	49	69	79	84
Orman	25	55	70	77
Tarım alanı	62	71	78	81
Yerleşim	51	68	79	84

Kaynak: SCS, 1972

Havzadaki meteoroloji istasyonlarının 1975 yılından 2008 yılı sonuna kadarki günlük yağış kayıtları Devlet Meteoroloji İşleri'nden elde edilmiştir. Bozçay Havzası dışındaki tüm alt havzaların akım verilerinin hesaplanması için Burdur Meteoroloji İstasyonu'nun 1965-2008 yılları arasındaki yağış ortalamasına en yakın su yılı olan 1982 su yılındaki (Ekim 1981-Eylül 1982 arası) günlük yağış verileri kullanılmıştır. Bozçay Havzası için Tefenni Meteoroloji İstasyonu'nun da 1976-2008 yılları arasındaki yağış ortalamasına en yakın toplam yağış değerine sahip su yılı olan 1982 su yılındaki günlük yağış verileri kullanılmıştır. Bozçay ve Suludere havzalarında aktif ve göle yakın noktalarda akım gözlem istasyonu bulunduğu için hesaplanan akım değerleri yerine bu istasyonların akım değerleri kullanılmıştır. Suludere'nin sularının Mayıs-Eylül ayları arasında tarım alanlarına yönlendirilmesi nedeniyle bütçe hesabında Ekim-Nisan ayları arasında gözlenen akımları kullanılmıştır.

Tablo 6. Burdur Gölü alt havzalarının akım değerleri ve bu havzalar üzerindeki baraj-gölet kapasiteleri

Havza Adı	Alanı (km ²)	Hesaplanan akım (hm ³)	Baraj-gölet kapasitesi(hm ³)	Bütçe	
				Sulamaya verilen su (hm ³)	hesabında kullanılan akım (hm ³)
Bozçay	1610,896	169,140	107,984	63,105	17,057(*)
Sukavuştı Deresi	83,330	5,273			5,273
Burdur Güneyi	35,111	2,375			2,375
Asar Deresi	184,114	14,310			14,310
Değirmen Deresi	58,548	3,617	1,090	0,545	2,303(**)
Boğaz Deresi	61,387	3,311	1,193	0,596	1,874(**)
Suludere	228,776	15,404			15,260(***)
Özdere	85,323	5,761			5,761
Ulupınar Deresi	121,075	7,790			7,790
Burdur Kuzeyi	190,516	12,426			12,426
Sarıdere	223,114	14,428	3,390	1,760	10,907(**)
Keçiborlu Deresi	223,252	14,923	12,780	6,390	0,000(**)
Toplam		268,758	126,437	72,396	95,336
Toplam (Bozçay hariç)					78,279

(*) 1987-2008 akım gözlemi yapılan yıllar ortalaması

(**) Sulamaya verilen suyun yol açtığı kayıplardan geriye kalan su miktarı

(***) Ekim-Nisan ayları arası akım ortalaması

Eğri numarası yöntemiyle Burdur Gölü Havzası'nda akışa geçen su miktarı 268,7 hm³ olarak belirlenmiştir. Ancak bu rakam, havzada akarsuların doğal akışı halinde gerçekleşecek değerlerden oluşmaktadır. Gerçekte durum hayli farklıdır. Örneğin göle 169 hm³ su taşınması beklenen Bozçay'ın gerçekte taşıdığı su miktarı, üzerine kurulan baraj ve göletlerin etkisindeki yaklaşık son 20 yılda (1987-2008) ölçüm yapılan yıllar ortalamasına göre 17 hm³'tür (Şekil 24). Bozçay Havzası'nda kurulu baraj ve göletlerin kapasitesi 107,9 hm³'tür ve bu rezervuarlardan her yıl 63,1 hm³

su tarım alanlarına yönlendirilmektedir. Yani havzanın su potansiyelinin %37,35'i sulamada kullanıldığında akarsu akımında %89,91'lik kayıp yaşanmaktadır. Aynı orantıyı üzerinde baraj ve gölet bulunan diğer alt havzalara, kendi sulama kapasiteleri oranında uyguladığımızda görülen kayıp Tablo 6'te gösterilmiştir. Bu hesaplamalarda baraj-gölet kapasiteleri yerine sulamaya verilen su miktarı kullanılmıştır. Çünkü baraj-gölet haznelerinde depolanan suyun tamamı kullanılmamakta, dolayısıyla her yıl bu haznelerin kapasitesi kadar suya gereksinim olmamaktadır. Ancak sulamaya verilen su miktarı çok kurak dönemler dışında değişmemektedir.

Diğer akarsulardan göle ulaşacak su miktarı, göletlerle tarım alanlarına yönlendirilen su miktarı göz önüne alındığında ortalama yağış koşullarında yaklaşık 78 hm³ olacaktır (Tablo 6).

1.6.2 Göller

Seddelenerek seviyesi yükseltilen ve böylece sulama amaçlı kullanılan bir rezervuara dönüştürülen Karataş Gölü doğal göl özelliğini yitirdiği için ve yine Bozçay Havzası'nda yer alan Pınarbaşı Gölü 1960'lı yıllarda kurutulduğu için Burdur Gölü havzadaki tek doğal göl konumundadır

Burdur Gölü

Burdur Gölü tektonik kökenli bir göl olup normal şartlarda akarsularla, içinde bulunduğu tektonik çukurun (grabenin) güneybatı ve kuzeydoğusundaki yeraltı sularıyla ve doğrudan üzerine düşen yağışlarla beslenmekte, buharlaşma ile su kaybetmektedir. Göle ulaşan su miktarı

büyük ölçüde azaldığı için sürekli küçülmektedir. 1987 yılından beri sürekli düşen göl seviyesi 2008 su yılı sonunda 844 metrenin de altına düşmüştür. Küçülmeye birlikte gölde tuz ve ağır metal oranı da sürekli artmaktadır.

Burdur Gölü, barındırdığı su kuşlarının sayısı ve nadir bir ördek türüne (dikkuyruk - *Oxyura leucocephala*) ev sahipliği yapması nedeniyle uluslar arası öneme sahip sulak alan olup Ramsar alanı olarak tescillenmiştir. Aynı zamanda yaban hayatı geliştirme sahası ve önemli kuş alanıdır. Kapalı bir havzada yer alması nedeniyle suyu yüksek oranda tuz içeren göl, endemik bir balık türünü de (*Aphanius sureyanus*) barındırmaktadır.

Göle 1962 yılında Van Gölü'nden inci kefali getirilerek üretilmek istenmiş, göldeki tarım ve sanayi kaynaklı kirlilik nedeniyle gelişemeyen popülasyon, üreme döneminde ihtiyaç duyduğu akarsu ağzlarındaki tatlı suyun sulama ihtiyaçları nedeniyle göle ulaşmasının engellenmesi nedeniyle tamamen ortadan kalkmıştır (Akşiray, 1982).

Tablo 7. Burdur göl seviyesi, alan ve hacim değişimleri

Tarih	16.06.1975	26.08.1987	18.06.1990	08.07.1996	21.08.2000	24.06.2002	08.08.2008
Göl seviyesi (m)	855	854	852	848	846	845	844
Göl alanı (km ²)	210	203	202	164	156	153	146
Göl hacmi (km ³)	6.255	5.958	5.600	4.952	4.688	4.545	4.302

(1975-2002 verileri Şener vd, 2005'ten)

Gölde 9 tür fitoplankton, 22 tür zooplankton, 19 tür sucul bitki, 13 tür bentik omurgasız ve bir balık türü yaşamakta olup kış döneminde çoğu yıl 100000'in üzerinde sokuşu popülasyonuna da ev sahipliği yapmaktadır.

Tablo 8. Burdur Gölü flora ve faunası

Fitoplankton (9tür)

Scenedesmus ecornis
Cosmarium sp.
Micrasterias sp.
Staurastrum gracile
Lagerheima genevensis
Dictyosphaerium sp.
Peridinium cinctum
Oscillatoria sp.
Anabaena sp.

Kaynak: Kazancı vd, 1998

Zooplankton (22 tür)

Brachionus plicatilis
Brachionus urceolaris
Plaryias quadricornis
Notholca acuminata
Asplanchna sp.
Lepadella patella
Hexarthra fennica
Filinia longiseta
Arctodiptomus burduricus (endemik)
Keratella quadrata
Synchaeta oblonga
Colurella adriatica
Polyarthra vulgaris
Lecane lamellata
Cephalodella catellina
Cephalodella gibba
Daphnia magna
Daphnia longispina
Diaphanosoma brachyurum
Chydorus sphaericus
Alona sp.
Canthocampus sp.

Kaynak: Kazancı vd, 1998; Altındağ ve Yiğit, 2002

Sucul bitki (19 tür)

Ranunculus repens
Lepidium latifolium
Spergularia media
Rumex pulcher
Frankenia hirsuta
Oenanthe fistulosa
Typha domingensis
Typha laxmannii
Juncus heldreichianus orientalis
Juncus gerardi libanoticus
Juncus maritimus
Cyperus sp.
Carex sp.
Schoenoplectus lacustris
Schoenoplectus litoralis (baskın tür)
Bolboschoenus maritimus
Eleocharis palustris
Phragmites australis
Puccinellia distans

Kaynak: Kazancı vd, 1998; Seçmen ve Leblebici, 1996

Bentik Omurgasız (13 tür)

Procladius sp.
Chironomus anthracinus
Chironomus viridicollis
Rheotanytarsus exiguus
Tanytarsus gregarius
Tanytus punctipennis
Cricotopus pirifer
Cricotopus patens
Chironomus halophilus
Chironomus thummi
Cryptotendipes holsatus
Einfeldia sp.
Parachironomus swammerdami

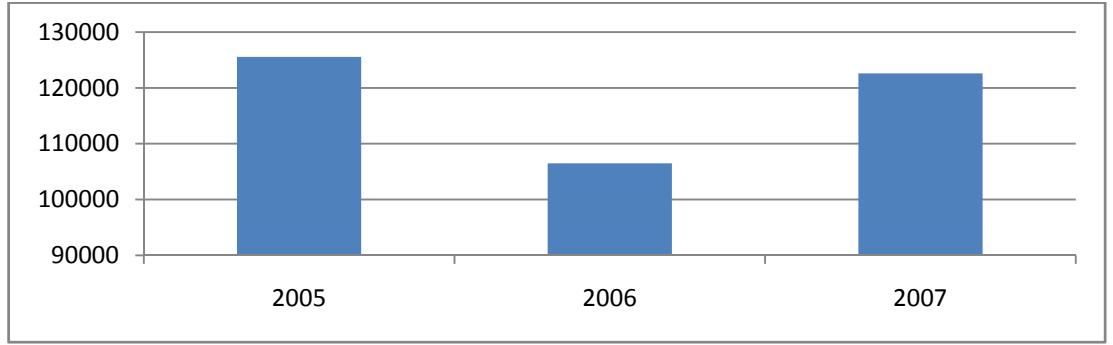
Kaynak: Taşdemir ve Ustaoglu, 2005; Şahin, 1987

İçsu balığı (1 tür)

Aphanius sureyanus (endemik)

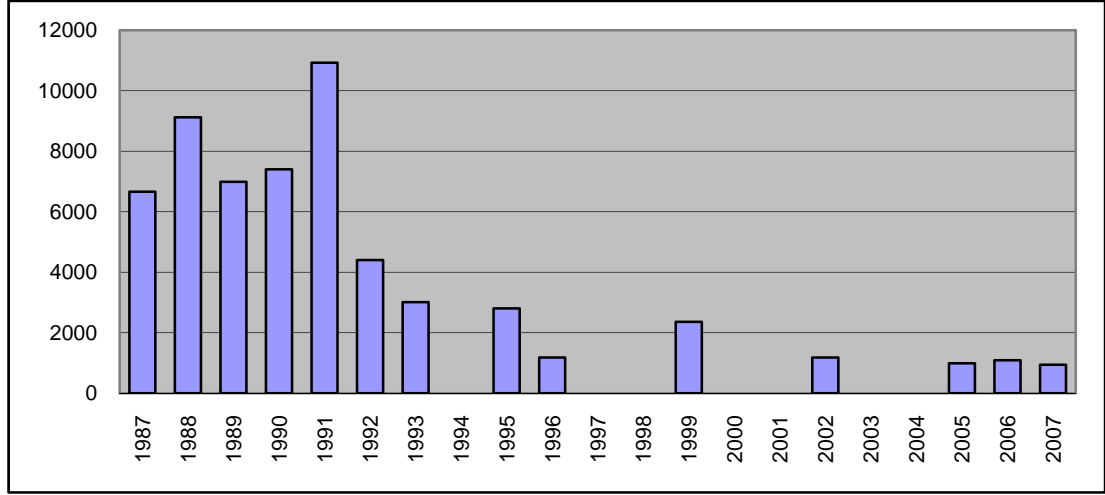
Kaynak: Kazancı vd, 1998

Burdur Gölü'nde Doğa Derneği'nin organize ettiği kış ortası su kuşu sayımları yapılmakta, elde edilen veriler Çevre ve Orman Bakanlığı'nca da kullanılmaktadır. Gölde çoğunlukla 100 binin üzerinde sokuşu kışlamaktadır. Bazı yıllar sayımların kış sonu-ilkbahar başına kayması da sayımların düşük çıkmasına neden olmaktadır.



Şekil 18. Burdur Gölü 2005-2007 kış ortası sokuşu sayımları (Onmuş, 2007)

Gölde kışlayan sokuşları arasında nesli küresel ölçekte tehlike altında olması nedeniyle dikkuyruk ördeği (*Oxyura leucocephala*) özel öneme sahip olup 1990'lı yılların başına kadar dünya popülasyonunun büyük kısmı kışlamak için bu gölü tercih etmiştir. 1991'deki popülasyonu 10927 ile rekor kırmış, o dönemki dünya popülasyonunun 1/3'ü Burdur Gölü'nde kışlamıştır.



Şekil 19. Burdur Gölü 1987-2007 dikkuyruk sayımları (Yarar ve Martin, 1997; Onmuş, 2007)

1.6.3 Yeraltı Suları

Burdur Gölü Havzası içerisinde yer alan Burdur, Yazı, Tefenni, Çine, Keçiborlu Ovalarında sulama amacıyla 67 hm^3 işletme rezervine sahip yeraltı suyu kullanılmakta olup Burdur, Yazı ve Keçiborlu Ovalarının yeraltı suları Burdur Gölü ile bağlantılıdır.

Tablo 9. Burdur Gölü Havzası'ndaki yer altı suyu işletme rezervleri ve akifer tipleri

Ova	İşletme Rezervi (hm^3)	Akifer tipi
Burdur Ovası	2,8	Alüvyon+Neojen kumlu çakıl
Çine Ovası	28,5	Alüvyon+Allokton kireçtaşı
Yazı Ovası	7,2	Alüvyon+Allokton kireçtaşı
Tefenni Ovası	7,5	Alüvyon+Allokton kireçtaşı
Keçiborlu Ovası	21	Alüvyon+Plio-kuvaterner çökel+Neojen-Allokton kireçtaşı

Kaynak: Burdur İl Çevre ve Orman Müd, 2008, Isparta İl Çevre ve Orman Müd, 2008

Havzada 38 sulama kooperatifi tarafından 7080 ha tarım alanı sulanmakta olup kullanılan su miktarı tahminen 42 hm³ kadardır. Ancak bu şekilde sulanan alanları, baraj ve göletlerle sulanan alanlarla (13671 ha) birleştirdiğimizde bile toplam 20751 ha alanın sulandığı bilgisine ulaşırız ki aslında havzada 31382 hektar sulu tarım alanı olduğuna göre halen hangi yöntemle sulandığı bilinmeyen 10631 ha sulu tarım alanı ortaya çıkmaktadır. Bu durum yeraltından kaçak su çekiminin çok ciddi boyutta olduğunu göstermektedir.

Tablo 10. Burdur Gölü Havzası'ndaki sulama kooperatiflerince sulanan alan

No	Kooperatif Adı	Kuyu Ad.	Sulanan Alan (ha)
1	Merkez-BAĞARASI	13	410
2	Merkez-ÇERÇİN	8	270
3	Merkez-ASKERİYE	5	210
4	Merkez-KIŞLA	4	100
5	Merkez-YASSIGÜME	1	20
6	Merkez-HACILAR	4	140
7	Merkez-DÜĞER	8	520
8	Merkez-KARAKENT	8	290
9	Merkez-A.MÜSLÜMLER	5	120
10	Merkez-KARAÇAL	3	150
11	Merkez-ÇENDİK	3	60
12	Merkez-AKYAYLA	2	70
13	Merkez-BÜĞDÜZ	2	40
14	Merkez-İLYAS	2	40
15	Merkez-BAYINDIR	2	40
16	Karamanlı-KAYALI	3	60
17	Karamanlı-HARMANKAYA	4	200
18	Karamanlı-MÜRSELLER	2	35
19	Karamanlı-MERKEZ	2	60
20	Karamanlı-KILAVUZLAR	5	160
21	Karamanlı-KILCAN	2	60
22	Karamanlı-KAĞILCIK	14	800
23	Tefenni-SEYİDLER	4	85
24	Tefenni-MERKEZ	10	350
25	Tefenni-ECE	2	60
26	Tefenni-HASANPAŞA	5	100
27	Tefenni-YUVALAK	5	140
28	Tefenni-BAYRAMLAR	3	50
29	Yeşilova-BEDİRLİ	3	60
30	Yeşilova-ÇALTEPE	2	50
31	Keçiborlu-GÜMÜŞGÜN	6	250
32	Keçiborlu-GÜNEYKENT	4	90
33	Keçiborlu-KILIÇ	12	445
34	Keçiborlu-SENİR	20	940
35	Keçiborlu-MERKEZ	13	215
36	Keçiborlu-ARDIÇLI	3	60
37	Gönen-MERKEZ	8	250
38	Gönen-İĞDECİK	1	80
	TOPLAM	203	7080

Kaynak: Burdur İl Çevre ve Orman Müd, 2008, Isparta İl Çevre ve Orman Müd, 2008

1.6.4 Yapay Su Kütelleri

İnsan faaliyetleri sonucu oluşturulan su kütelleri olan baraj ve göletler, yapay su kütelleri olarak ele alınmaktadır (Rezervuar hacmi 3 milyon m³'ün altındaki barajlar gölet olarak adlandırılmaktadır). Tamamına yakını sulama amaçlı yapılmış olup (havzada iki adet hayvancılığa içmesuyu sağlamak amaçlı gölet bulunmaktadır) havzanın doğal gölü olan Burdur Gölü'ne ulaşması gereken suyun büyük kısmını hapsedtiklerinden havza ekosisteminde daha çok olumsuz etkiye sahiptirler. Havzada 126 hm³ su, bu baraj ve göletlerce tutulmakta ve bu suyun 72,4 hm³'ü tarım alanlarına gönderilmektedir.

Havzada bulunan 23 gölden 21'i baraj gölü ya da gölet olup yapay su kütelleri olarak tanımlanmış olup temel bilgileri Tablo 11'de verilmiştir.

Tablo 11. Burdur Gölü Havzası'na ait baraj, gölet ve rezervuar bilgileri

Baraj-Gölet Adı	Yüzey Alanı (ha)	Hacmi (hm ³)	Sulamaya Verilen Su (hm ³)	Sulama Sahası (ha)	
Belenli Göleti	31,5	2,025	0,905	470	
Tefenni Göleti	18,2	1,21	0,813	143	
Karamanlı Barajı	170	24,81	14,83	3248	
Bademli Barajı	67,5	6,3	2,4	507	
Karataş Rezervuarı	490	65,3	40	5486	
Merkez İğdeli Göleti	11	0,595	0,297(**)	86	
Merkez Kozluca Göleti	16,8	1,505	0,752(**)	425	
Kemer Merkez Göleti	8,6	0,431	0,215(**)	54	
Kemer Akpınar Göleti	16,6	1,572	0,786(**)	230	
Kemer Elmacık Göleti	26,4	2,511	1,255(**)	351	
Tefenni Hasanpaşa Göleti	27,9	1,7	0,85(**)	330	
Tefenni Hasanpaşa HİS Göleti	3,5	0,0205	0	0	
Merkez Kozluca HİS Göleti	2,285	0,00492	0	0	
Karaçal Barajı (Su tutmaya başladı)	540	76	30,9	5006	
Bozçay Havzası Toplamı	890,285	107,984	63,105	11330	
Bozçay Havzası Toplamı (Karaçal Barajı ile birlikte)	1430,285	183,984	94,005	16336	
Merkez Gökçebağ Göleti	12,7	1,193	0,596(**)	168	
Merkez Askeriye Göleti	11,8	1,09	0,545(**)	139	
Keçiborlu Merkez Göleti	52,6(*)	8,96(**)	4,48(***)	1300	
Gönen Uzundere Göleti	18,8(*)	2,52(**)	1,26(***)	208	
Gönen Uludere Göleti	13,9(*)	1,3(**)	0,65(**)	87	
Gönen Çaybağı Göleti	14,5(*)	1,44	0,72(**)	180	
Gönen Bağarası Göleti	11,3	1,35	0,74	187	
Gönen Kızıldere Göleti	5,1(*)	0,6	0,3(**)	72	
Diğer Alt Havzalar Toplamı	140,7	18,453	9,2915	2341	
Genel Toplam	1030,985	126,437	72,396	13671	
Genel Toplam (Karaçal Barajı ile birlikte)	1570,985	202,437	103,296	18677	

Kaynak: Burdur İl Çevre Durum Raporu, Isparta İl Tarım Müdürlüğü verileri, (*)2008 Spot uydü görüntüsünden hesaplanan alanlar, (**) Göletlerin hacminin yarısının sulamaya verildiği varsayımı ile elde edilen veriler, (***) Şener vd, 2005'ten (HIS : Hayvancılık İçme Suyu)

1.6.5 Büyük Ölçüde Değiştirilmiş Su Kütleleri

Havzada eskiden doğal bir göl olan Karataş Gölü 1983 yılında seddelenerek 65,3 hm³ su tutabilen bir rezervuara dönüştürülmüş olup bu suyun 40 hm³'ü tarım alanlarına yönlendirilmektedir (Tablo 11). Önemli kuş alanı statüsüne sahip olan Karataş Gölü'ndeki bu hızlı değişim göl kenarındaki geniş sazlıkların yok olmasına neden olmuştur (Yarar ve Magnin, 1997).

Gölde 2002-2004 yıllarında yapılan çalışmalara göre 4 balık türü, 2 amfibi, 9 sürüngen türü tespit edilmiştir. Tespit edilen balıklar *Cyprinus carpio* (sazan), *Scardinius erythrophthalmus* (kızılkanaat), *Stizostedion lucioperca* (sudak) ve *Carassius carassius* (havuz balığı)'dır (Kır, 2005).

Havzada doğal halinde Burdur Gölü'ne dökülen akarsulardan 5'i (Bozçay, Keçiborlu Deresi, Sarıdere, Boğaz Deresi ve Değirmen Deresi) üzerinde kurulu baraj ve göletler nedeniyle büyük ölçüde değiştirilmiş su kütlesi olarak belirlenmiştir. Bu akarsular içinde sadece Bozçay üzerinde 14 baraj ve gölet bulunmaktadır. Bozçay ve Keçiborlu Deresi'nden Burdur Gölü'ne günümüzde su ulaşmamaktadır.

2. İNSAN FAALİYETLERİNİN BASKI VE ETKİLERİ

Havza yönetiminde baskı ve etki analizi, insan faaliyetlerinin yüzey suları ile yeraltı sularına etkilerini incelemeye yöneliktir. Tarım, sanayi, kentleşme gibi insani faaliyetler “baskı” olarak nitelendirilirken göllerde su kaybı, su kalitesinin bozulması, iklimde görülen değişimler gibi durumlar “etki” olarak nitelendirilir.

Su Çerçeve Direktifi ile yüzey suları ve yeraltı sularının en az “iyi ekolojik durum”a ulaşması, hali hazırda iyi ekolojik durumda olan su kütleleri için ise aynı koşulların devamının sağlanması hedeflenmektedir. Yeraltı suları için ayrıca herhangi bir kirlilik konsantrasyonunda olabilecek önemli ve devamlı bir şekilde artış eğilimi tespit edilmeli ve engellenmelidir (SÇD, 2000). İyi ekolojik durum “bozulmamış doğal koşullara göre çok az farklılık gösteren durum” olarak tanımlanmaktadır ve su kütlelerinin durumu iyi, orta, zayıf ve kötü olarak gruplanmaktadır (ÇYGM, 2010).

Doğal koşullar taşımayan yapay su kütleleri ve büyük ölçüde değiştirilmiş su kütleleri için belirlenen hedef ise iyi ekolojik durum değil, bu su kütlelerinin kullanımı sırasında ekosisteme olumsuz etkilerini mümkün olduğunca azaltarak iyi ekolojik potansiyele ulaştırmaktır.

2.1 Su Kütlelerinin Durumu

Burdur Gölü Havzası’nda yer alan su kütleleri için kapsamlı kimyasal ya da biyolojik izleme programları bulunmamaktadır. Burdur Gölü’nde muhtelif yıllarda yapılmış birkaç akademik çalışma bulunmaktadır. Bunun

dışında Burdur İl Çevre ve Orman Müdürlüğü tarafından göl kenarında birkaç noktadan ve DSİ 18. Bölge Müdürlüğü tarafından Bozçay, Suludere, Asar Deresi (Burdur Çayı)'nin göle karışmasından önce alınan su örneklerinde su kalitesi analizi yapılmakta olup sonuçları Burdur İli Çevre Durum Raporu'nun her yıl yenilenen basımında yer almaktadır. Bozçay artık göle su ulaştıramadığı için bu akarsuda ölçüm ya yapılmayacak ya da daha üst kotlarda ölçüm yapılacaktır.

Türkiye'de su kütlelerinin kalite unsurlarına göre sınıflandırılmasında kullanılabilecek mevcut sistem Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'nde bulunmaktadır. Yönetmelik yüzey sularını 4 sınıfa ayırmakta, bu sınıfları 1'den 4'e doğru yüksek kaliteli su, az kirlenmiş su, kirlı su, çok kirlenmiş su olarak nitelendirmektedir. Bu çalışmada aynı sınıflama kriterleri kullanılarak yüzey suları iyi, orta, zayıf ve kötü olarak 4 grupta toplanmıştır. Yönetmelikte yer alan Tablo 1'de su kalite sınıflarını belirlemede kullanılacak parametreler ve eşik değerleri açıklanmıştır. Su kalite parametreleri, fiziksel ve inorganik-kimyasal parametreler, organik parametreler, inorganik kirlenme parametreleri ve bakteriyolojik parametreler olarak 4 grupta toplanmıştır (ÇOB, 2004). Burdur Gölü için fiziksel ve inorganik-kimyasal parametreler ile kısmen inorganik kirlenme parametrelerine dair ölçümler mevcuttur (Tablo 12). Bozçay, Suludere ve Asar Deresi için sadece fiziksel ve inorganik-kimyasal parametreler kapsamında ölçümler yapılmış olup bu derelerin sınıflandırması da bu parametreler üzerinden yapılmıştır.

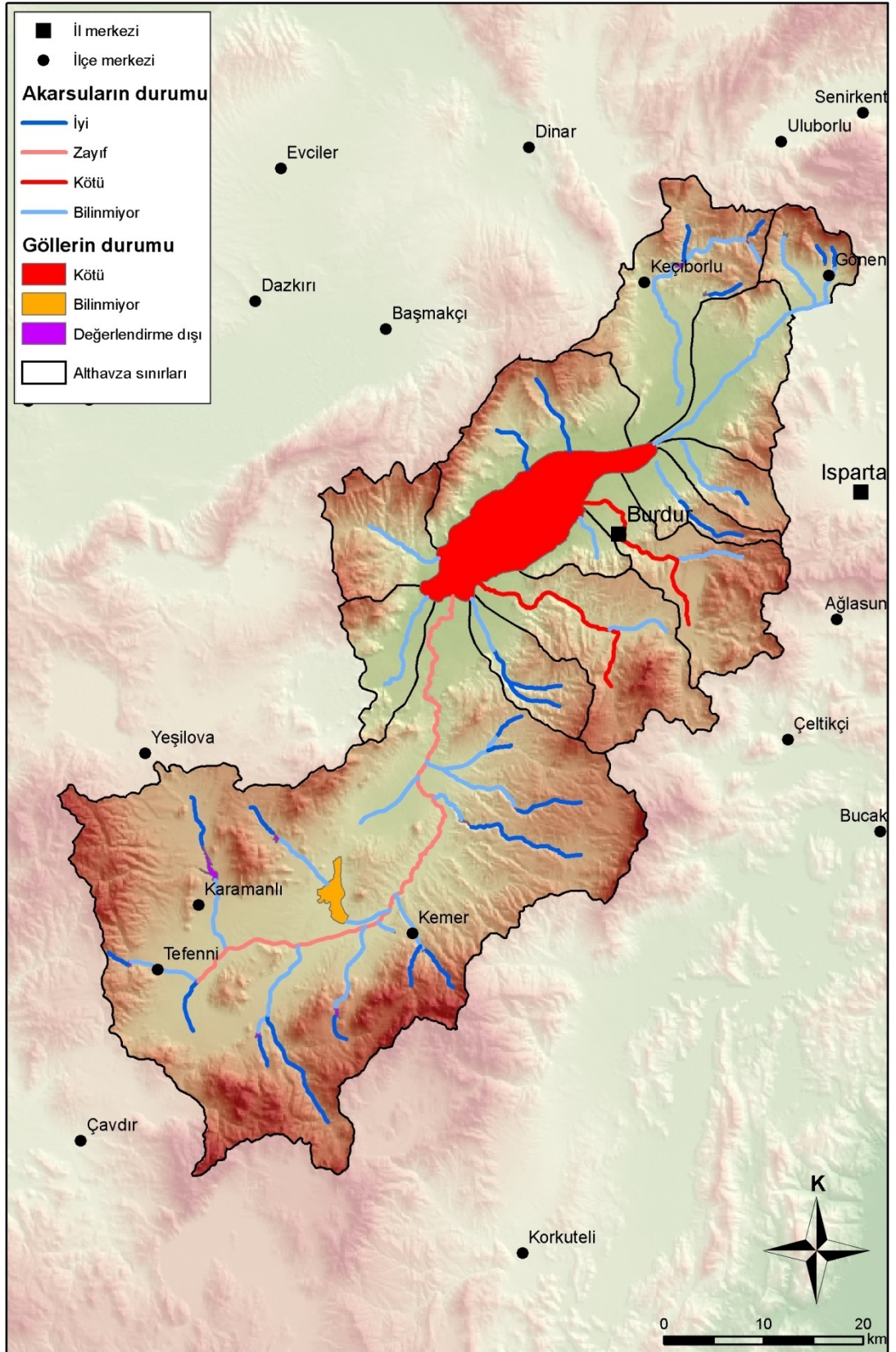
Ölçüm yapılmamış akarsular içerisinde barajlardan ve tarımsal kirlilikten etkilenmeyenler iyi durumda olarak sınıflanmış, tarımsal kirliliğe maruz kalanlar ise haritada “durumu bilinmiyor” olarak gösterilmiştir. İzleme programına bu akarsuların da dahil edilmesi gerekmektedir.

Yönetmelikte yeraltı suları da yüksek, orta ve düşük kaliteli olarak 3 gruba ayrılmış ancak havzada güncel yeraltı su kalitesi analizleri bulunmadığından bu çalışmaya dahil edilmemiştir.

Tablo 12. Burdur Göl suyunun farklı yıllara ait ölçüm değerleri

	Birim	1984	1997	1999-2000	2000	2003-2004	2004-2006
Tuzluluk	0‰S	13,2 - 14,5	6 - 17	5,7 - 15,6		18,3 - 19,5	
pH		9 - 9,4	6,57 - 9,2	9,26 - 9,31	9	9,1 - 9,43	8,13 - 9,3
EC	mS/cm	15,5 - 22,5	17,4-34,2		29,4	29,6-31,4	11,5 - 29,9
Bulanıklık	m	1,2 - 6	3 - 6	4			
Sertlik	Fr	354 - 469	475 - 615				270 - 3000
Çözünmüş Oksijen	mg/l	4 - 10	4 - 10,5	5,89 - 8,74	5,4	9,21	
Amonyum azotu	mg/l		0,3 - 0,5				
Nitrat azotu	mg/l	0 - 5,9	0,1 - 5,9		<0,05		1 - 3,2
Nitrit azotu	mg/l	0 - 0,2	0,1 - 0,5				
Ortofosfat fosforu	mg/l		0,01 - 0,2				
Sülfat	mg/l	1680-11600	2400-15000		30470		
BOI	mg/l		2,7 - 5,6				
Sodyum	mg/l		4720		7210		244 - 16048
Potasyum	mg/l		42		40,6		7 - 200
Kalsiyum	mg/l	4 -24	160,3-721,4		10,8		20 - 119
Magnezyum	mg/l	190 - 1125	1070-1507		1321		1040 - 2660
Alkalinite	mg/l		24,5-27,2	19,8 - 36			
Askıda katı madde	mg/l	1 - 15	3 - 195				
Klorür	mg/l	3763-4473	3193-9299		12454		
Demir	mg/l				<0,05		0,02 - 0,5
Mangan	mg/l		26,604		<0,05		
Silisyum	mg/l		5		0,27		
Kadmiyum	mg/l						0,05 - 0,46
Nikel	mg/l	0,06 - 0,26					3,21 - 5,3
Krom	mg/l	0,1 - 0,15					0,65 - 1,84
Çinko	mg/l	0,3 - 0,6					1,3 - 4,5
Organik madde	mg/l O ₂	3,7 - 70					
Karbonat	mg/l	342 - 540					
Bikarbonat	mg/l	463,6-896,7					

Kaynak: 1984 verileri : Merter vd, 1986 ; 1997 verileri : Kazancı, 1998 ; 1999-2000 verileri : Taşdemir vd, 2005 ; 2000 verileri : Altınkale, 2001 ; 2003-2004 verileri : Gülle vd, 2008 ;2004-2006 verileri : Beyhan vd, 2007



Şekil 21. Burdur Gölü Havzası'nda su kütlelerinin durumu

2.2 Baskılar

2.2.1 Noktasal Kaynaklı Baskılar

Noktasal kaynaklı baskılar, sanayi atıkları, kanalizasyon sistemleri gibi belli bir noktadan kaynaklanan baskılardır.

Havzada Burdur ve Isparta'nın birer organize sanayi bölgesi (OSB) bulunmakta olup Isparta OSB arıtma tesisine sahiptir. Burdur'a ikinci OSB kurulma çalışmalarına başlanmış olup, yer olarak diğer OSB'nin birkaç km kuzeydoğusu seçilmiştir.

Isparta OSB, Burdur Gölü'nün kuzeydoğusunda kurulmuş olup 160 fabrika kapasitelidir ve fabrikalar tekstil ağırlıklıdır (Burdur İl Çevre ve Orman Müd,2008b). 1993'te kurulan OSB yaklaşık 10 yıl boyunca arıtma tesisi olmaksızın faaliyet göstermiş olup Burdur Gölü'ndeki mevcut kirlilikte büyük paya sahiptir. Tekstil fabrikaları atık suları göl suyundan daha sıcak olduğundan göl suyundaki çözülmüş oksijen miktarını azaltır. Atık suların koyu renkli olması, güneş ışığının göl yüzeyinin altına geçememesine ve fotosentezin azalmasına sebep olur. Kullanılan kimyasallar su yaşamına zehirli etki yaparken ağartma sularından göle geçen serbest klor, göldeki mikroorganizmaları yok ederek gölün kendi kendini temizleme gücünü de elinden alır (Ergen, 1980). 2003 yılı Aralık ayında atıksu arıtma tesisine kavuşan Isparta OSB, arıttığı günlük 700 m³ atık suyunu göle boşaltmaktadır (Isparta İl Çevre ve Orman Müd, 2008).

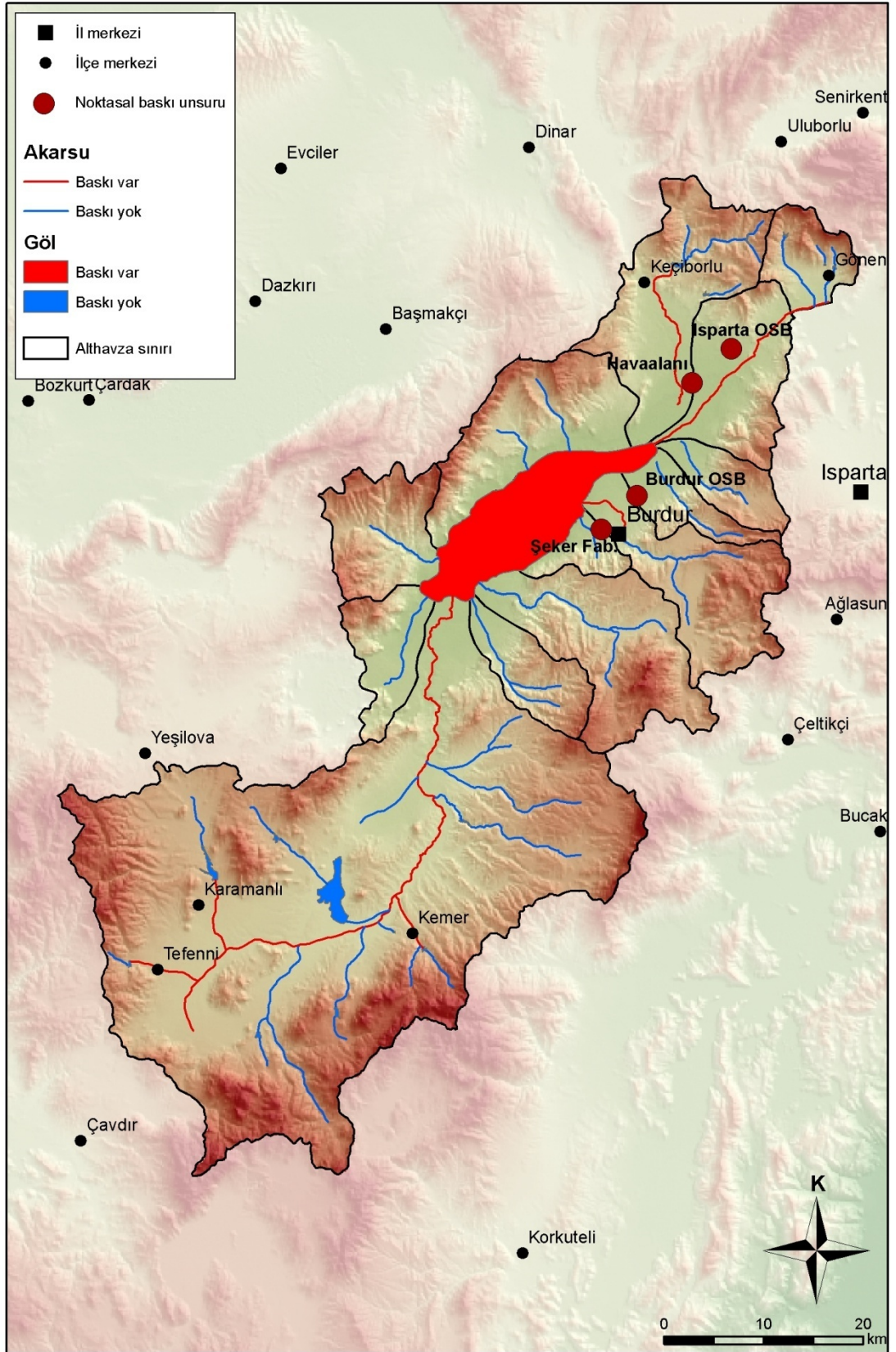
1993 yılında faaliyete geçen Burdur OSB, 49 fabrika kapasiteli olup gıda, demir-çelik ve çimento sanayi ağırlıklıdır (Adaman vd, 2007). Henüz arıtma tesisine sahip değildir.

Burdur Gölü Yönetim Planı'na göre gölü kirleten başlıca unsurlardan biri şeker fabrikasıdır. Atıkları yüksek oranda nitrat ve fosfat içermektedir (Burdur İl Çevre ve Orman Müd, 2008b).

Burdur Şehri kanalizasyonunun tamamı 2009'da işletmeye açılan atıksu arıtma tesisinde arıtılmakta olup 120 lt/sn'lik miktarda atıksu arıtılmaktadır.

Havzadaki ilçeler ve belediyeler büyük oranda kanalizasyon sistemine sahip olup arıtma tesisine sahip değildirler. Bunun yanında Karakent gibi göl çevresinde sazlıklarla doğal arıtma yapan köyler mevcuttur.

Keçiborlu Kükürt Fabrikası ise kapatılana dek havzadaki başlıca kirlilik kaynağı olarak kabul edilmektedir. Fabrikanın atık suyundaki demir, alüminyum ve sülfür içeriği göl suyunun asit oranını arttırmıştır (Kiziroğlu vd, 1995). Gölün eski kirleticilerinden olan Et-Balık Kurumu tesisleri ve süt fabrikası da 1980 sonrası önce özelleştirilmiş sonrasında da kapatılmıştır.



Şekil 22. Burdur Gölü Havzası'nda noktasal baskılardan etkilenen su kütleleri

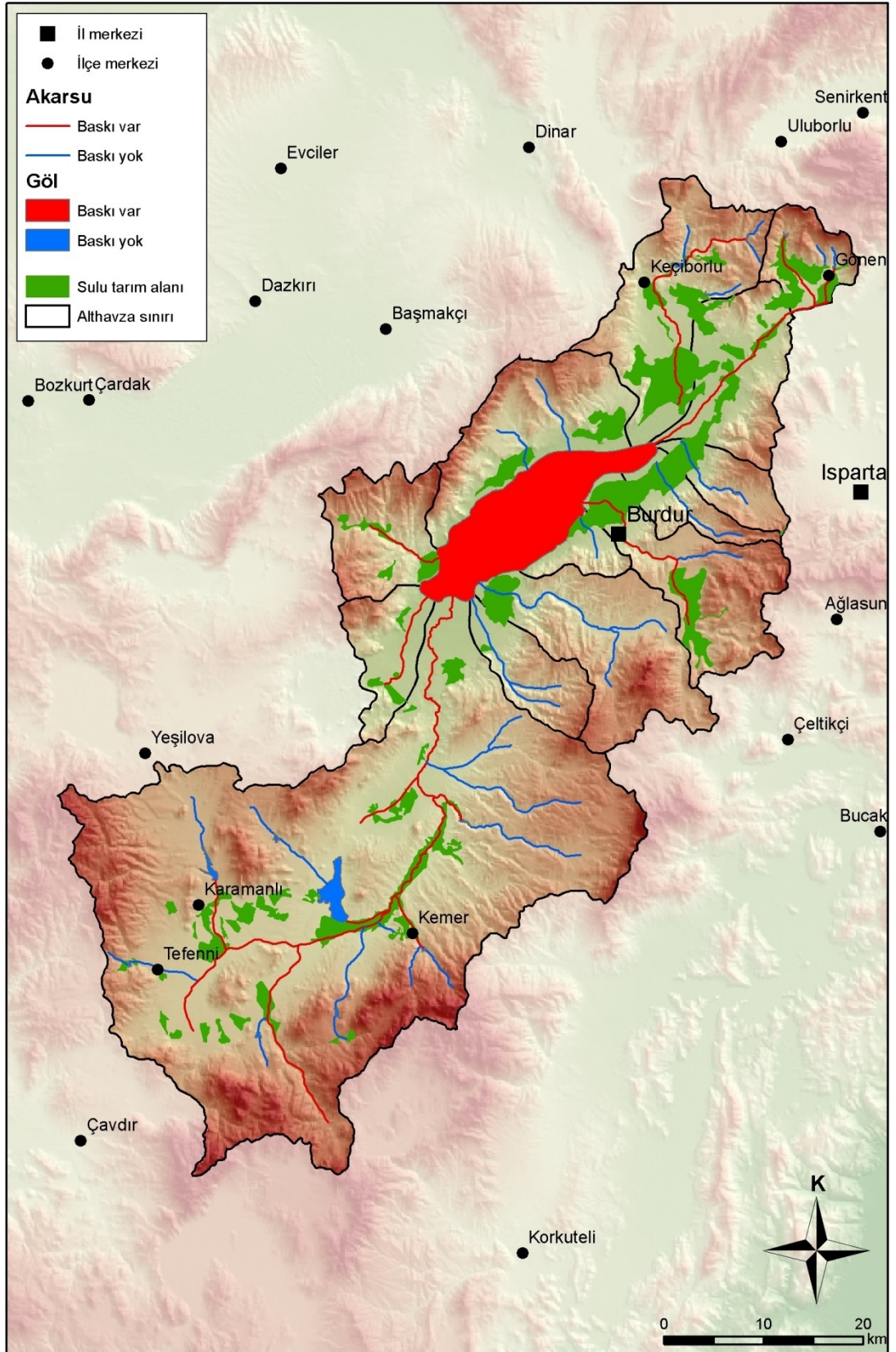
2.2.2 Yayılı Kaynaklı Baskılar

Yayılı kaynaklı baskılar, tarım, madencilik gibi faaliyetlerden kaynaklanan, geniş alanlardan su kaynaklarına yönelik baskılardır.

Özellikle tarımda kullanılan kimyasallar bu grupta yer almaktadır. Göllerde özellikle fosfor ve azot konsantrasyonunun artışı ötrofikasyona sebep olmaktadır. Aşırı alg oluşumu su kalitesinde olumsuz etkiler yaratır (ÇYGM, 2010).

Tarım alanlarında kullanılan gübrenin ancak bir kısmı tarım bitkileri tarafından kullanılmakta, yüzeysel sulamanın yoğun su kullanımı dışında başka bir etkisi olan tarım alanından gübre ve kimyasalları tarla dışına, akarsu ve göllere taşıma etkisi nedeniyle insan ve hayvan hayatı için tehdit unsuru olabilmektedir.

Kanalizasyon sisteminin bulunmadığı yerleşimlerden kaynaklanan kirlilikler de bu grupta yer almaktadır. 2008 yılı istatistiklerine göre havza nüfusu 141800 olup nüfusun %34'ü köylerde ikamet etmektedir. Köylerin büyük kısmı kanalizasyon sisteminden mahrumdur.



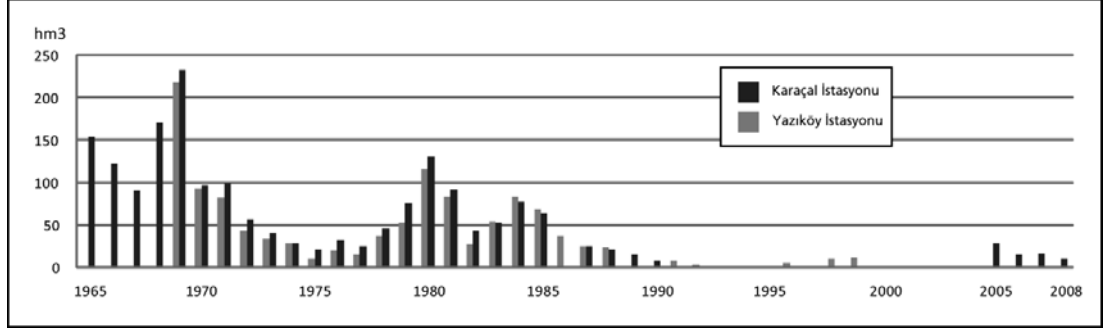
Şekil 23. Burdur Gölü Havzası'nda yayılı baskılardan etkilenen su kütleleri

2.2.3 Hidromorfolojik Baskılar

Hidromorfolojik baskılar ise akarsular üzerine kurulan fiziksel engellerin (barajların), yeraltı suyu çekimlerinin, sulama ve kurutma kanallarının neden olduğu baskılardır. Havzalar arası su transferleri de bu grupta yer alan baskılardır.

Bundan önceki baskılar su kütlelerinin kalitesi üzerinde olumsuz etkiye sahip iken hidromorfolojik baskılar daha çok suyun miktarı üzerinde olumsuz etkide bulunur. Burdur Gölü'nün çekilme sürecini anlamak için bu baskı tipini iyi analiz etmek gerekmektedir. Gölün su kaybının ana nedeni akarsu akımlarındaki aşırı azalmadır. Akarsular konu başlığında havzadaki akarsuların barajsız halleriyle muhtemel akım değerleri toplamı 269 hm³ olarak hesaplanmış ve barajlar nedeniyle günümüzde gerçekleşen akım 78 hm³ olarak bulunmuştur.

Bir akarsuyun önüne set çekip belli bir miktar suyu başka bir alana yönlendirdiğimizde akarsuyun akım kaybı sadece yönlendirilen su miktarı kadar olmamakta, bunun çok daha üzerinde kayıplar yaşanmaktadır. Bu durum özellikle depolanan suda yaşanan buharlaşma kayıpları ve setin aşağısında kalan akarsu yatağının eksilen su nedeniyle daha fazla kurumasiyla eskiye oranla sızma kayıplarının artışından kaynaklanmaktadır.



Şekil 24. Bozçay'da Akımın Yıllararası Değişimi (Kaynak :Yazıköy için DSİ 10-013 nolu akım gözlem istasyonu, Karaçal için DSİ 10-006 nolu ve EİE 1013 nolu akım gözlem istasyonları)

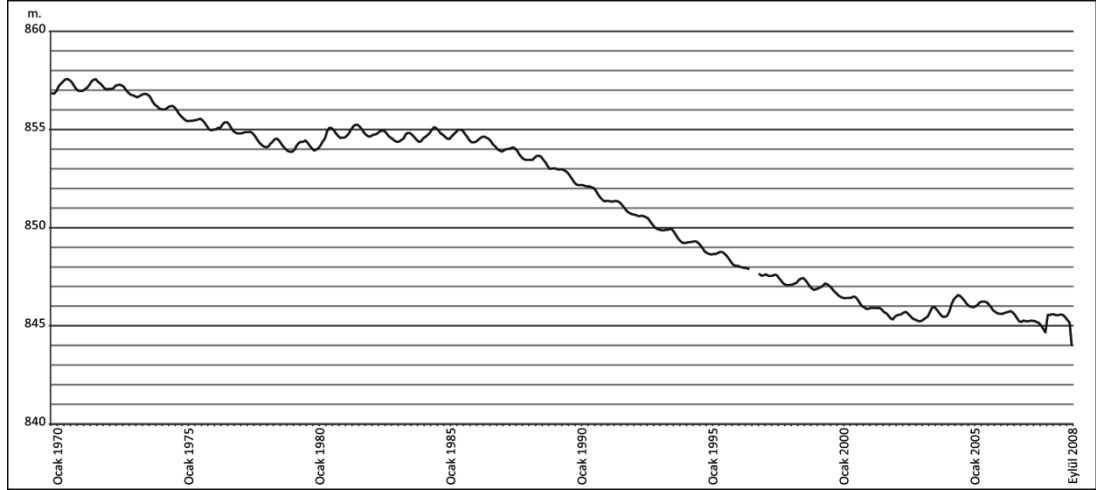
Bozçay, Burdur Gölü Havzası'ndaki diğer havzaların tamamından daha geniş alana sahiptir. Bozçay'ın sularının büyük kısmı 1973'ten itibaren baraj ve göletlerde toplanmaya başlanmıştır. Toplanan sular tarım alanlarına yönlendirilip kuru tarım alanlarına karşı sulu tarım alanlarının oranı arttırılmıştır. 1969-1973 yılları arasında Karamanlı Barajı inşa edilmiş, 1983'te Karataş Gölü seddelenerek daha fazla su tutabilen bir rezervuara dönüştürülmüş ve suyunun çok büyük kısmı tarım alanlarına yönlendirilmiştir. Bu iki rezervuar, Burdur Gölü'nden sonra havzada yer alan en büyük su kütleleridir ve 90 hm³ su tutmaktadırlar (Karamanlı Baraj bendi 1986'da 7,15 metre yükseltilerek rezervuar hacmi arttırılmıştır). Çoğunluğu 1980'lerde inşa edilen diğer baraj ve göletlerle bu rakam 126 hm³'e çıkmaktadır. Karaçal Barajı da 2009 yılı sonunda su tutmaya başlamış olup bu rakamın 220 hm³'e çıkması planlanmaktadır (Tablo 11).

Karaçal Barajı 2009 sonbaharından itibaren su tutmaya başladığı için Bozçay'dan Burdur Gölü'ne ulaşabilecek su kalmadığı gibi bu baraj ile sulamaya gönderilmesi planlanan su miktarına da ulaşılması mümkün görülmemektedir. Burdur-Bozçay-Karaçal Planlama Raporu'nda (DSİ, 1986)

barajdan akarsu yatağına ne kadar su bırakılacağı belirtilmemiştir. Bozçay'dan gelen tüm akım toplansa bile (1987-2008 arası ölçüm yapılan yıllar ortalamasına göre yılda 17 hm³) bu baraj ile sulamaya gönderilecek su miktarına (yılda 30,9 hm³) ulaşamayacaktır. Bu durum Karaçal Barajı planlama aşamasındayken havzanın üst kesimlerine yapılan diğer baraj ve göletlerin Bozçay'ın akım değerlerini düşürmesinden ve buna rağmen Karaçal Barajı planlamasının revize edilmeyip 20 yıl önce planlandığı gibi yapılmasından kaynaklanmaktadır.

Havzadaki en önemli hidromorfolojik baskı, sulama amacıyla baraj ve göletler aracılığıyla yılda 72,4 hm³ suyun tarım alanlarına yönlendirilmesidir. Havzada modern sulama tekniklerine geçiş süreci çok yeni olup sulama suyu halen çok verimsiz yöntemlerle tarım alanlarına gönderilmekte, tarım alanlarının sulanmasında da suyun neredeyse yarısının kaybedildiği verimsiz yüzeysel sulama teknikleri kullanılmaktadır. Isparta ili ortalamasına göre 1 hm³ sulama suyu için kullanılan su 2,45 hm³'ü bulmaktadır (Ertürk, 2007).

Havzada yer alan 5 akarsu (Bozçay, Keçiborlu Deresi, Sarıdere, Boğaz Deresi ve Değirmen Deresi) üzerinde toplam 22 baraj, gölet ve rezervuar bulunmakta, bu yapılar aracılığıyla 202 hm³ su tutularak yılda 103 hm³ suyun sulamada kullanılması sağlanmaya çalışılmaktadır.



Şekil 25. Burdur Gölü seviye değişimleri (Kaynak: Elektrik İşleri Etüd İdaresi)

Not: 1996 yılının Haziran-Eylül ayları arasında ölçüm yapılmamıştır.

Bu durum 1980'lerin sonlarına doğru Burdur Gölü'nün hızla düşüşe geçmesine neden olmuştur 2003 yılında Burdur'da son 56 yılın en yüksek ikinci yağışının (594.2 mm) görülmesi göl seviyesindeki düşüşü geçici olarak bir miktar durdursa da alçalma devam etmektedir. Göl seviyesi 2008 su yılı sonunda (Eylül 2008'de) 844 metreye inmiştir (Şekil 25). Göl seviyesindeki mevsimlik dalgalanmalar da son 20 yılda büyük ölçüde ortadan kalkmıştır. Bunun temel sebebi, kış ve ilkbahar döneminde görülen yüksek miktarda yağış ile gerçekleşen akışın Burdur Gölü yerine büyük ölçüde baraj ve göletlerde depolanmasıdır.

Havzada ruhsatlı kuyulardan yılda 42 hm³ yeraltı su çekimi yapıldığı tahmin edilmektedir. Havzada kullanılan yeraltı suyunun gerçek miktarı üzerine çalışma yapılmamış olup kullanılan kuyularda yıldan yıla su seviyesinin düştüğü gözlenmektedir. Havzadaki barajlar 13671 ha tarım alanına su göndermektedir. Karaçal Barajı ile bu rakamın 18677 hektara ulaşması beklenmektedir. Havzada 30 bin hektarın üzerinde sulu tarım alanı

olduğu göz önüne alındığında sulamada yeraltı suyu çekiminin ne denli rol oynadığı anlaşılabilir.

Havzada kaynak sularının doğrudan tarım alanlarına yönlendirilmesiyle de sulama yapılmaktadır. Suludere'de 320 lt/sn debiye sahip kaynak bulunmakta olup suyu Burdur'un hemen batısındaki dört köy tarafından paylaşılmaktadır. Bu rakam Burdur şehrinin yakın zamana kadar (Senir kaynağı şehir şebekesine aktarılmadan önce) kullandığı suya eşittir. Bu durumda havzada yaz aylarında dört köyün bir şehir kadar su kullandığını söyleyebiliriz. Bu durum tarımda kullanılan suyun ne kadar ciddi boyutta olduğunu da göstermektedir.

Havzanın kuzeydoğu ucunda küçük çaplı bir havzalar arası su transferi de yapılmaktadır. Gönen güneyinde 4,5 kilometrelik drenaj kanalı, 70,1 km²'lik alanı yapay olarak Burdur Gölü Havzası'na bağlamış olup, bu alanın sularını göletlerin izin verdiği ölçüde Sarıdere aracılığıyla göle ulaştırmaktadır.

2.3 Gelecekteki Durum

Havzadaki hidromorfolojik baskıların hiç değişmeden devam etmesi durumunda Burdur Gölü'nün hacminde yaşanacak değişimin ortaya çıkarılması için gölün su bütçesini oluşturan girdi ve çıktılar bir modelleme yazılımına (Stella 9.1) girilmiş ve önümüzdeki 200 yıldaki muhtemel göl hacmi grafiğe dönüştürülmüştür (Şekil 29). Stella yazılımı her konuda kaynaklardaki değişimi ortaya çıkarmakta kullanılabilen; rezervuarlar, rezervuarlara gelen-giden birimler ve bu birimleri etkileyen faktörlerin kullanıcı tarafından belirlenebildiği esnek yapıya sahip bir modelleme yazılımı olup Isee Systems tarafından geliştirilmiştir. Yazılım Sultan Sazlığı'nın su bütçesini oluşturmada da kullanılmıştır (Gürer ve Yıldız, 2008).

Akarsulardan göle ulaşacak su miktarı, akarsu konu başlıklı bölümde anlatıldığı haliyle yıllık 78 hm^3 olacaktır (Tablo 6). Burdur İstasyonu'nun 1965-2008 yıllarındaki yağış ortalaması $420,7 \text{ mm}$ 'dir. Göle düşen yağış ve gölden buharlaşma ile ilgili hesaplamalarda bu istasyonun değerleri kullanılmıştır. Gölün 2008 Ağustos ayında kapladığı alan 146 km^2 'dir. Bu durumda göle doğrudan düşen yağış 61 hm^3 olup akarsu akımlarıyla birlikte göle ulaşan toplam su miktarı 139 hm^3 'tür. Göl alanı küçüldükçe göle doğrudan düşen yağış miktarı da azalacaktır.

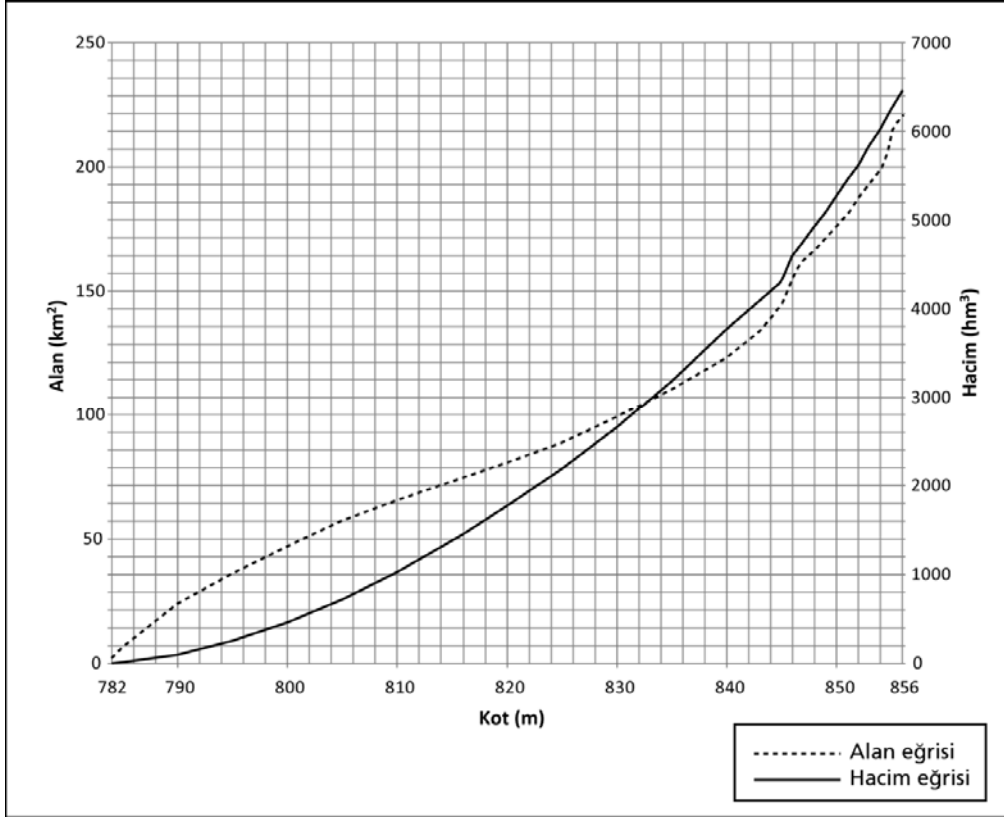
Meteoroloji istasyonlarındaki buharlaşma tavelarında 20 cm derinlikte su kütlesi ile yapılan ölçümlerde derin su kütlelerine oranla daha yüksek buharlaşma değerlerine erişildiği için bu değerler, göl ve

barajlardaki buharlaşma kaybı ölçümlerinde tava katsayısı denilen bir düzeltme katsayısı ile çarpılarak kullanılır. Bu katsayının Türkiye ortalaması 0.7'dir (Usul, 2008). DSI'nin Karaçal Barajı için hazırladığı raporda tava katsayısı olarak 0.75 kullanıldığı için bu çalışmada da bu katsayı kullanılmıştır (DSİ, 1986). Elde edilen buharlaşma değerini güncel göl alanı ile çarptığımızda buharlaşma sonucu gölden yılda 149 hm³ su eksildiği sonucuna varırız. Gölün yüzey alanı küçüldükçe buharlaşma ile kaybedilecek su miktarı da azalacaktır. Burdur Gölü su bütçesi hesaplamalarında gölün çevresindeki ovalardan yılda 30 hm³ su çekildiği ve aynı miktarda suyun gölden çevresindeki akiferlere doğru süzüldüğü varsayılmıştır. Bu durumda buharlaşma ve yeraltı suyu kullanımı ile gölden çıkan su miktarı 179 hm³ olarak hesaplanmıştır.

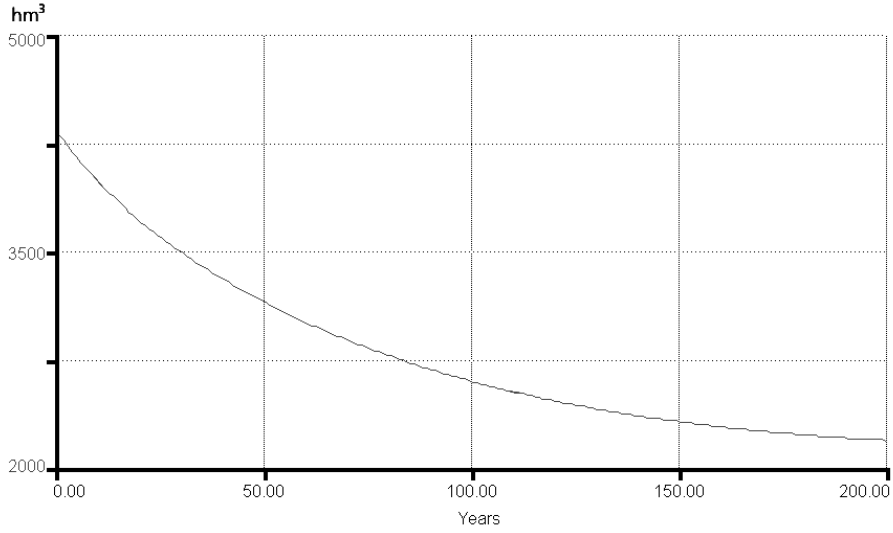
Göldeki su azaldıkça su kalitesi bozulacağı gibi göl havzasının iklim koşullarında karasallık yönünde değişim görülecek, kış mevsiminde daha da düşecek olan gece sıcaklıkları nedeniyle meyvecilik zarar görecektir.

Gölün batimetri eğrileri kullanılarak bilgisayar ortamında göl tabanının üç boyutlu modeli hazırlanmış, su seviyesi azaldıkça göl alanındaki ve hacmindeki değişimlere ilişkin sayısal veriler ortaya çıkarılarak alan-kot-hacim grafiği oluşturulmuştur (Şekil 28).

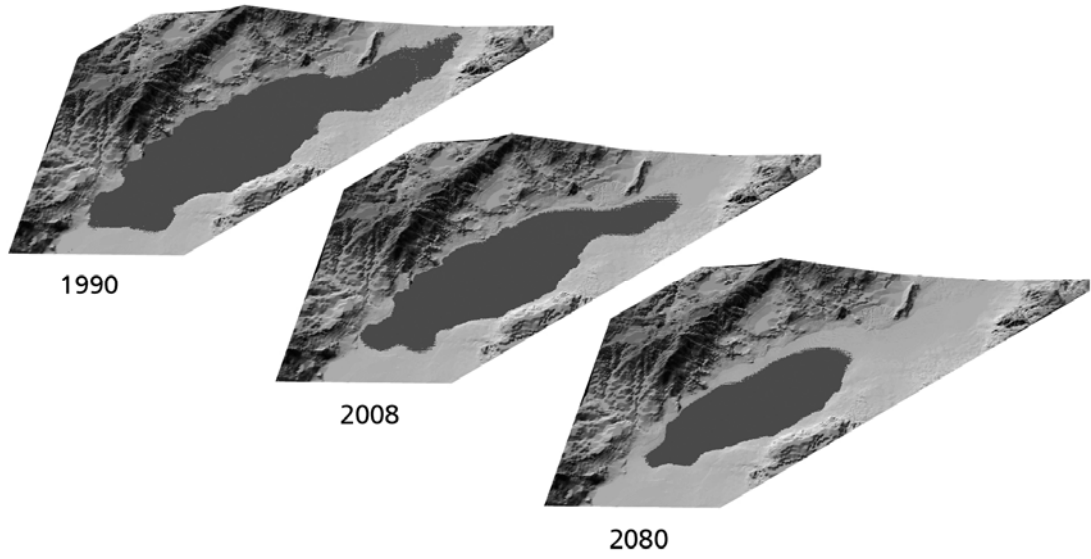
Oluşturulan su bütçesine göre gölün yıllık su kaybı, bu kayıplarla yıldan yıla göl alanının küçülmesi ve buna bağlı olarak göle ulaşan yağış ile göl yüzeyinden buharlaşma değerlerinin değişimi de dikkate alınarak bir modelleme yazılımı (Stella 9.1) yardımıyla her yıl için ayrı ayrı hesaplanmış (Şekil 29), gölün beslenmesiyle ilgili tüm koşulların aynı kalması durumunda 2080 yılındaki göl hacmi belirlenmiş ve bilgisayar ortamında göl tabanının üç boyutlu modeli üzerine belirlenen su miktarı doldurularak Şekil 30'daki görüntü ortaya çıkarılmıştır.



Şekil 28. Burdur Gölü'nün alan-kot-hacim grafiği



Şekil 29. Gelecek 200 yılda Burdur Gölü'nün hacminde beklenen değişim

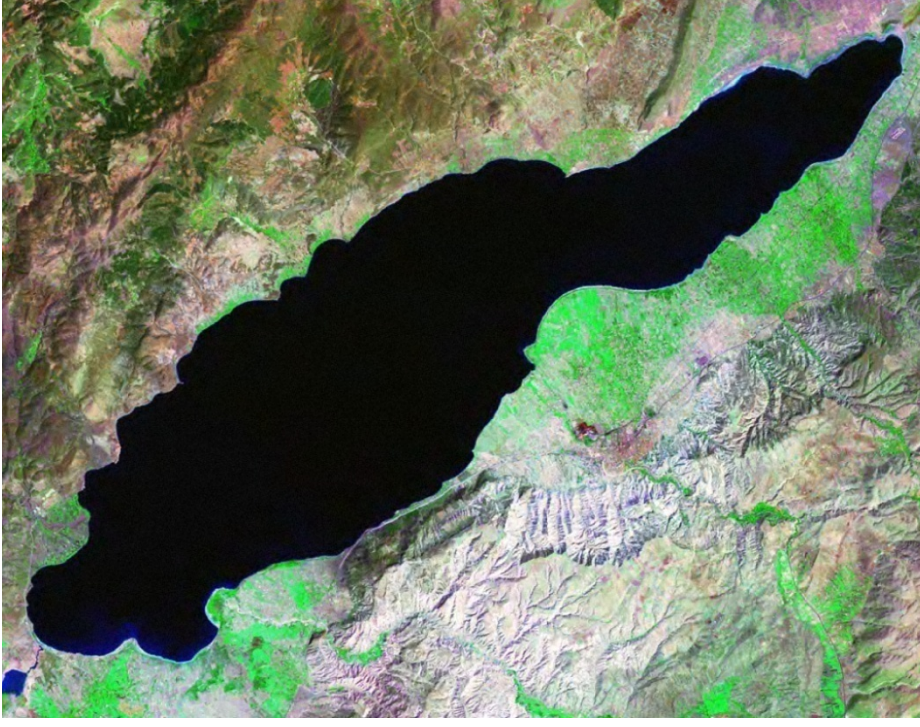


Şekil 30. Burdur Gölü'nün 1990 ve 2008 görünümü ile 2080 yılındaki muhtemel görünümü

2.4 Referans Durum

Referans durum, su kütlelerinin tahrip edilmemiş halleri olup miktar ve kalite olarak da su kütlelerinin en iyi durumdaki halini gösterir. Burdur Gölü'nde 1987'den itibaren düzenli seviye düşüşü başlamış olup bundan önceki dönemde uzun yıllar boyunca su seviyesi 854-855 metreler arasında sabit kalmıştır (Şekil 25). Bu dönemde göl alanı 203 km^2 , hacmi 5958 hm^3 olarak ölçülmüştür. Döneme en yakın su kalitesi ölçümleri 1984 yılına ait olup tuz, ağır metal, sodyum ve sülfat değerleri günümüzdeki değerlerden çok daha düşük durumdadır (Tablo 12).

Özellikle göl çevresindeki habitat kayıplarının giderilmesi için gölün su seviyesinin yükseltilmesi şarttır.



Şekil 31. Burdur Gölü'nün 1987 yılındaki görünümü (Kaynak: 1 Ağustos 1987 tarihli Landsat 5 TM görüntüsü)

3 HAVZA İÇİN UYGULANABİLİR SU YÖNETİM MODELİ

Entegre havza yönetimi yaklaşımı, ülkemizde tüm havzalar için en uygun yönetim modeli olmakla birlikte gerçekte uygulanmakta olan su yönetimi anlayışı bir hayli farklıdır. Bu bölümde Türkiye’de su yönetimi ile ilgili mevcut yapıdan bahsedilip uygun bir havza yönetim yaklaşımını yürütmek için nasıl bir havza komisyonu oluşturulması gerektiği ve bu komisyon denetiminde Burdur Gölü Havzası için oluşturulabilecek hedefler-alınabilecek önlemler üzerinde durulacaktır.

Türkiye’de su yönetiminde söz sahibi olan ilk iki kuruluş Çevre ve Orman Bakanlığı (Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü) ve Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü’dür. Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü ile İl Özel İdarelerinin de kısmi yetkileri bulunmaktadır.

Çevre ve Orman Bakanlığı’nın teşkilat yapısı ve görevlerini belirleyen 4856 sayılı kanunda bakanlığın ana hizmet birimlerinden Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü’nün de görevleri belirlenmiştir. Bu görevlerin başlıcaları ülkemizin yer üstü ve yeraltı sularının, denizlerin ve toprağın korunması, kirliliğin önlenmesi veya bertaraf edilmesi amacıyla gerekli tedbirleri almak, su kaynakları için koruma ve kullanma planları yapmak, kıta içi su kaynakları ile toprak kaynaklarının havza bazında bütüncül yönetimini sağlamak için gerekli çalışmaları yapmaktır. Yakın zamana dek daha çok su kalitesinin iyileştirilmesi yönünde görev yapan genel müdürlük son yıllarda su kaynaklarının havza bazında planlanmasına yönelik çalışmalara ağırlık vermiş, pilot alan olarak seçilen Büyük Menderes Havzası için entegre havza yönetimi çalışmaları yürütmüştür (ÇYGM, 2010).

DSİ, 6200 Sayılı Teşkilat ve Vazifeler Kanunu ile yerüstü sularının, 167 Sayılı Yeraltı Suları Hakkında Kanun ile yeraltı sularının tahsisinde yetki sahibidir. Sulu tarımı yaygınlaştırmayı da görevleri arasında sayan DSİ, 6200 sayılı yasa tarafından kendisine verilen görevlerden biri olan bataklık alanların ıslahını, ilgili yasanın yürürlüğe girdiği 1954 yılından beri sürdürmektedir. Bu dönemden günümüze sulak alanların ekosistemdeki değeri anlaşılmış ve bu alanları koruma yoluna gidilmiş olsa da 6200 sayılı yasada ve DSİ'nin görev tanımında bu konuda herhangi bir revizyona gidilmemiştir. DSİ kendini Türkiye'de su yönetiminden sorumlu temel kuruluş olarak görse de faaliyetleri su yönetiminden çok gelen talepleri karşılama hedefli arz yönetimi şeklindedir.

Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü'nün görevleri arasında ülkemiz su kaynaklarının elektrik enerjisi üretimine uygun olanlarının tespiti, etüd ve projelendirilmesi de bulunmaktadır. Ayrıca ülke çapında göl ve akarsular üzerinde gözlem istasyonlarına sahip olup seviye ve akım ölçümleri yapmaktadır.

Köylerin içme ve (sulama göletleri yoluyla) sulama suyu ihtiyacının bir bölümünü karşılayan, toprak ve su kaynaklarının verimli kullanılması, korunması ve geliştirilmesi hizmetlerini sağlayan Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü'nün 2005 yılında kapatılmasıyla genel hatlarıyla görev ve yetkileri İl Özel İdarelere verilmiştir.

Sonuç olarak ülkemizde su kaynaklarının yönetimi bir tek kurumun yetkisinde bulunmamakta olup havza bazında su yönetimine geçildiği

takdirde kurulacak havza komisyonlarının da aynı şekilde farklı disiplinlerden üyeleri barındıran kurumlardan oluşturulması uygun olacaktır.

3.1 Havza Komisyonu

Türkiye’de havza bazında çalışma mantığı çok yeni bir uygulama olup şimdiye kadar sadece Büyük Menderes Havzası için bir havza komisyonu kurulması çalışması yapılmış olup komisyonun havzadaki il müdürlükleri, DSİ bölge müdürlüğü ve üniversiteden (Adnan Menderes Üniversitesi) oluşturulması planlanmıştır (Grontmij, 2003).

Türkiye’de uluslararası öneme sahip sulak alanların bulunduğu illerde yerel sulak alan komisyonları bulunmakta olup gerekli yasal düzenlemelerin yapılması halinde bu komisyonlar içerikleri biraz daha geliştirilerek havza komisyonuna dönüştürülebilirler.

Sulak Alanların Korunması Yönetmeliği 27. maddesinde Ulusal Sulak Alan Komisyon üyeleri belirtilmektedir. Komisyon, Çevre ve Orman Bakanlığı müsteşar ya da müsteşar yardımcısı başkanlığında toplanır. Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürü, Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Koruma ve Kontrol Genel Müdürü, DSİ Genel Müdürü, Kültür ve Turizm Bakanlığı Kültür Varlıkları ve Müzeler Genel Müdürü, Özel Çevre Koruma Kurumu Başkanı, üniversitelerin biyoloji ya da ziraat bölümlerinden iki temsilci, sulak alanlar konusunda faaliyet gösteren sivil toplum kuruluşlarından iki temsilci olmak üzere toplam 10 kişiden oluşur (ÇOB, 2005).

Yerel sulak alan komisyonu ise aynı yönetmeliği 31. maddesinde tanımlanmıştır. Komisyon, il valisi ya da vali yardımcısı başkanlığında,

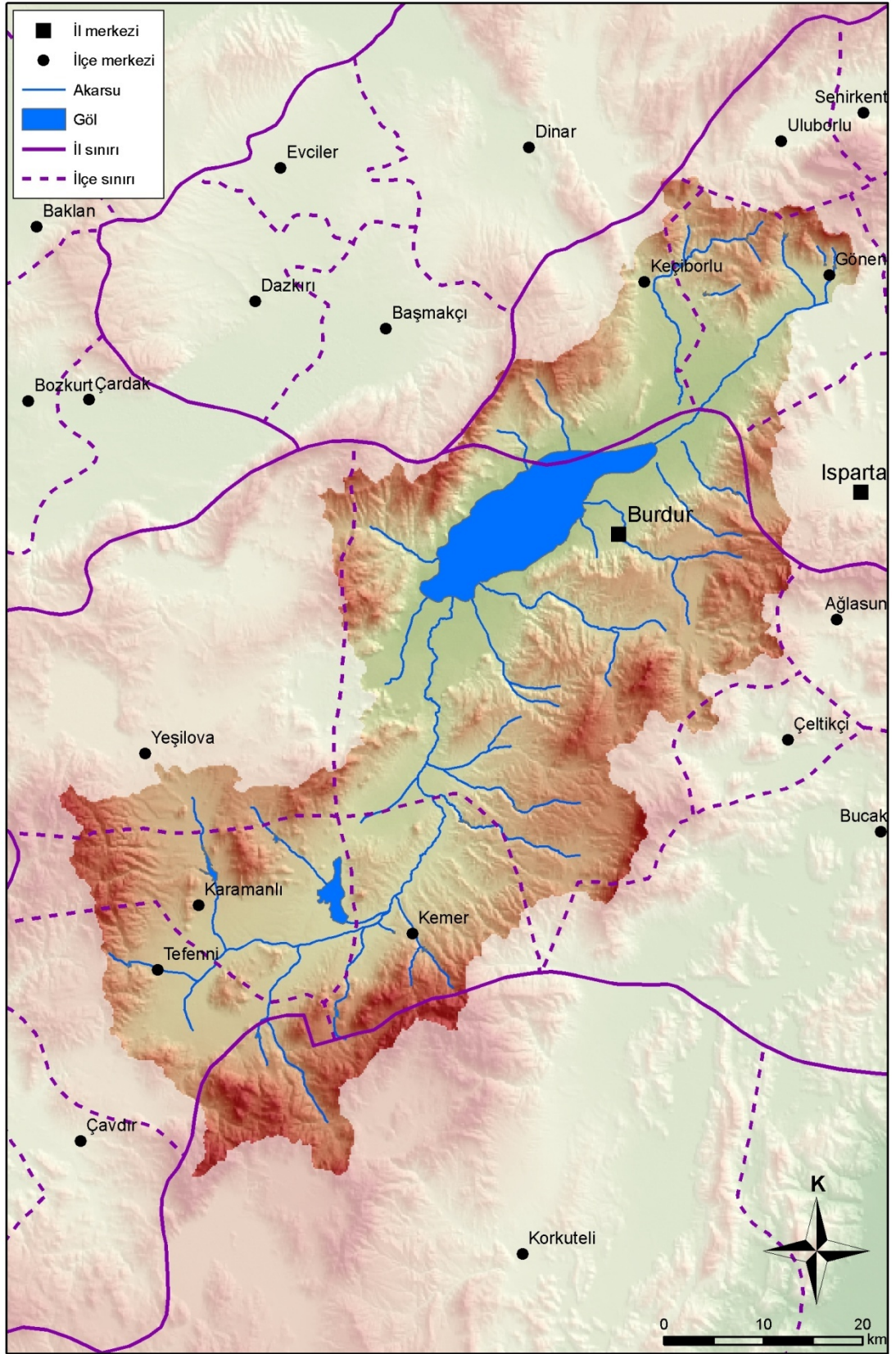
Ulusal Sulak Alan Komisyonu üyesi kurumların bölge ya da il müdürleri, sulak alanın bulunduğu ilçe-ilçelerin kaymakamları, il ziraat odası başkanı, yerel üniversitelerden iki, yerel sivil toplum kuruluşlarından üç temsilcinin katılımı ile oluşmaktadır. Komisyon sekreteryası İl Çevre ve Orman Müdürlüğüne yürütülür (ÇOB, 2005).

Mevcut yerel sulak alan komisyonları daha çok sulak alanların su kalitesinin korunması için çaba göstermekte olup bunun için sulak alanların yakın çevresinde koruma alanları belirlemektedirler. Ancak bu çalışmalar sulak alanların su miktarının korunması konusunda yetersiz kalmaktadır. Bunun çözümü sulak alanı sadece yakın çevresi ile değil tüm havza alanı ile değerlendirmekle mümkündür.

Burdur Gölü Havzası hem Burdur hem de Isparta il sınırları içinde yer aldığından her iki ilden temsilcilerin katılımıyla yerel sulak alan komisyonu oluşturulmaktadır.

Yerel sulak alan komisyonlarının sulak alanın bulunduğu havzanın tamamını kapsayacak şekilde üyelerini genişletmesi, belediyelerin, il özel idarenin, sanayi sektöründen temsilcilerin, il sağlık müdürlüğünün de katılacağı daha geniş bir komisyon yani havza komisyonu haline gelmesi yararlı olacaktır. Bunu sağlamak için Sulak Alanların Korunması Yönetmeliği'nde küçük değişiklikler yapılması yeterli olacaktır. Havza komisyonlarının bağlı olacağı merkez, Çevre ve Orman Bakanlığı'nın Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü olmalıdır ki zaten bu kurum 4856 sayılı kanun ile su kaynakları ve toprak kaynaklarının havza bazında bütüncül yönetimini sağlamak için gerekli çalışmaları yapmakla görevlendirilmiştir.

Bu şekilde oluşturulacak havza komisyonu, havzada yer alan tüm ilgi gruplarının katkısına-bilgi erişimine açık bir şekilde hazırlayacağı entegre havza yönetim planı ile hedefler ve önlemler saptamalı, öngörülen faaliyetleri - havzadaki değişimleri izlemeli ve gerekli görüldükçe yönetim planını daha da geliştirmelidir.



Şekil 32. Burdur Gölü Havzası'ndan geçen il ve ilçe sınırları

3.2 Çevresel Hedefler

Havza için oluşturulan çevresel hedefler Avrupa Birliğince de uygulanmaya başlanan Prag (Prag-matik) yöntemi ile belirlenmiştir. Klasik yöntemde referans duruma yaklaşmak için geçmişte yapılmış olan olumsuz müdahalelerin etkilerini hafifletici önlemler üzerinde durulurken Prag yönteminde sistemin ekolojik işlevini iyileştirmek için alınabilecek tüm önlemler üzerinde yoğunlaşılır (ÇYGM, 2010).

İlk olarak referans duruma geri dönmek için alınabilecek tüm önlemleri içeren bir liste oluşturulur. İkinci adımda ekonomik işlevlere önemli zararlar verebilecek önlemler bu listeden çıkarılır. Örneğin barajların yıkılması sulu tarım alanlarını susuz bırakır, mevcut yapıda tarım gelirlerine büyük darbe vurur. Bu tip önlemler listeden çıkarıldığında geri kalanlar, havzada maksimum ekolojik potansiyele ulaşmayı sağlayacak önlemleri içeriyor olacaktır. Üçüncü adımda çok yüksek maliyetli önlemler listeden çıkarılır. Örneğin Burdur Gölü'ndeki su kaybı ve kirlilik kaynakları durdurulmadan göl suyunu temizlemeye çalışmak hem çok masraflı hem de sonuç alınması çok zor bir hedeftir. Bu tip önlemler de listeden çıkarıldığında geri kalanlar, havzada iyi ekolojik potansiyele ulaşmayı sağlayacak önlemler içeriyor olacaktır. Dördüncü adımda 2015 yılına kadar alınacak önlemler içinde yer alamayacak kadar uzun zaman gerektiren önlemler listeden çıkarılır. Örneğin yeraltı sularının temizlenmesi, akiferlerde su akışının çok yavaş olması nedeniyle kirlenmiş suyun yerini temiz suyun alması uzun yıllar alacağından kısa süreli bir hedef değildir. Listede geriye kalan önlemler üzerinden 2015 yılı hedefleri belirlenir (AB

üye ülkelerinin sahip oldukları havzaların iyi su durumuna getirilmesi için verilen süre 2015 yılında dolmaktadır. Türkiye AB üyesi olmadığı için AB kararlarının bu konuda bağlayıcılığı yoktur ancak uyum sağlama amaçlı çalışmalar yapılmaktadır). Ülkemizde sulak alan yönetim planları da 5 yıllık dönemlerde güncellenmektedir, havza yönetim planı oluşturulması halinde hedeflere ulaşma konusunda 5 yıllık sürelerin belirlenmesi de makuldür. 5 yıllık dönemde ulaşılabilecek çevresel hedefler sonrası daha uzun vadeli hedefler için faaliyetler planlanabilir. Örneğin göle daha fazla su ulaşması için barajlarla tutulan su miktarının azaltılması şarttır. Ancak tarım alanlarında mevcut sulama şartları değiştirilmeden böyle bir uygulamaya gidilmesi tarım alanlarının bir kısmını susuz bırakacaktır. Bu yüzden öncelikli hedeflerden biri tarımda daha tasarruflu sulama sistemlerine geçilmesinin sağlanması olmalıdır. Tarım sektörünün kullandığı su miktarı azaltıldığında barajların su seviyelerinin düşürülmesi makul bir hedef haline gelir.

Burdur Gölü Havzası'nın ekolojik açıdan temel sorunları olan Burdur Gölü'ndeki su kaybı ile göl ve akarsulardaki kirlilik İnsan Faaliyetlerinin Baskı ve Etkileri konu başlığında üç baskı tipi içinde incelenmiş olup havzadaki su kaybı hidromorfolojik baskı, kirlilik kaynakları ise noktasal kaynaklı ve yayılı kaynaklı baskılar olarak ele alınmıştır. Hedef ve önlemler de bu üç grupta ele alınarak listelenmiştir. En temel önlemler listelenmiş olup oluşturulabilecek bir havza komisyonunca detaylandırılabilir.

Çevresel Hedef - 1: Burdur Gölü'nün su miktarının artırılması

Önlemler:

1. Tarıma ayrılan su miktarının azaltılması
 - Ürün deseninde değişiklik yapılması
 - Sulama sisteminde basınçlı sistemlere geçilmesi
 - Yeni sulu tarım alanlarına izin verilmemesi
 - Su kullanım fiyatının süreye değil miktara göre ayarlanması
 - Sondaj kuyularında sayaç kullanılması
 - Kaçak kuyuların kapatılması ya da ruhsatlandırılması
2. Gölün 1987 öncesi kıyı şeridinin referans alınması, bu seviyenin altında tarım alanlarına ve imara izin verilmemesi.
3. Gölün önemi hakkında yöre halkının bilgilendirilmesi
4. Baraj ve göletlerde buharlaşmayı azaltıcı tedbirlerin alınması
5. Barajların daha az su tutmasının sağlanması (uzun vadede)

Çevresel Hedef - 2: Burdur Havzası'nda noktasal kaynaklı kirliliklerin azaltılması

Önlemler:

1. Atıksu arıtma tesisine sahip olmayan sanayi tesislerinde arıtma tesisi kurulması
2. Atıksu arıtma tesisine sahip olmayan şehirlerde arıtma tesisi kurulması
3. Arıtma tesislerinin düzenli kullanımının sağlanması

4. Tekstil sanayisinde kullanılan hammaddeler ve kimyasallarda değişiklik yapılması
5. Gölü kirletebilecek katı atıkların depolanmasının sağlanması

Çevresel Hedef - 3: Burdur Havzası'nda yayılı kaynaklı kirliliklerin azaltılması

Önlemler:

1. Tarımda pestisit ve kimyasal gübre kullanımının azaltılması
2. Çiftçilerin pestisit ve gübreler hakkında bilinçlendirilmesi
3. Havzada ekolojik tarımın desteklenmesi

Burdur Gölü Havzası'nın ekolojik açıdan en temel sorunu Burdur Gölü'ndeki su kaybı olup bu durumun sudaki kirliliği de arttırıcı rolü bulunmaktadır. Göl, buharlaşmayla su kaybettiğinden göl suyunda pek çok kirleticisi madde ve ağır metal konsantrasyonu artmaktadır. Göldeki su kaybının çözümü için tarım sisteminde değişikliğe gidilmesi şarttır. Şeker pancarı ve mısır gibi su ihtiyacı çok yüksek olan ve normalde Burdur Gölü Havzası'nın sahip olduğu yağış koşullarında yetiştirilmemesi gereken ürünlerin yerini daha az su ihtiyacı olan tarım ürünlerinin alması gerekir ki bunun çözümü havza dışında olup ülkenin tarım politikalarında değişikliğe gidilmesi gerekmektedir. Üretilen tüm şeker pancarı devletçe alındığı sürece çiftçiler de mümkün olduğunca bu ürünü yetiştirmek isteyecektir. Bunun yerine başka ürünlerde de devlet desteğinin sağlanması lazımdır.

Tarıma ayrılan suyu azaltmanın diğer önemli yolu sulama sisteminde değişikliğe gidilmesidir ki bu konu aşığıda daha ayrıntılı olarak incelenmiştir.

Burdur Gölü Havzası'nda Tarımsal Sulama

Havzada bulunan ve yapılmakta olan tüm baraj ve göletler sulama amaçlıdır. Tarımsal sulama için baraj ve göletlerde depolanan suların yanında yer altı suyu da kullanılmaktadır. Sulama kooperatifleri tarım alanlarının sulanmasında ne kadar su kullandıkları hakkında kayıt tutmadıklarından sulama suyu miktarını doğrudan belirlemek çoğu alanda mümkün olmamaktadır. Bu yüzden il tarım müdürlüklerinden elde edilen ürün deseni (hangi alanda hangi üründen ne kadar ekildiğini gösteren tablo) baz alınarak DSİ'nin de sulama projelerinde sulama suyu ihtiyacını belirlemede kullandığı Blaney-Criddle metodu kullanılmıştır. Ülkemizde bitki su tüketimi ve sulama suyu ihtiyaçlarını hesaplamada en çok kullanılan yöntem olan Blaney-Criddle yönteminde her bir bitkinin su tüketiminin tespiti için bitki gelişim dönemi katsayıları, bölgenin hava sıcaklığına bağlı iklim katsayıları; sulama suyu ihtiyacı içinse yağış ve zemin nem rezervi verileri kullanılır.

Tablo 13. Burdur Gölü Havzası'nın sulu tarım ürünleri (dekar)

Ürün	Burdur-				Isparta-	Isparta-	Ürün Toplamı
	Merkez	Karamanlı	Tefenni	Kemer	Keçiborlu	Gönen	
Buğday (sulu)	28288	50943	24221	12696			116148
Arpa (sulu)	17044	6291	5327	3754			32416
Yonca	15046	1256	2463	4225	150		23140
Mısır	6327	6065	4490	1951		400	19233
Yulaf	3652		834				4486
Haşhaş	2838	977			800	150	4765
Fasulye	2131				420	80	2631
Fiğ	1992	2032	7473	1877	700	450	14524
Karışık							
Sebzelik	1862				6200	440	8502
Şekerpancarı	1512	1012	846	611	860	1300	6141
Ceviz	1276						1276
Üzüm							
(Sofralık)	998						998
Nohut		759	3098		1600	200	5657
Anason			2394				2394
Rezene			2013				2013
Karışık							
Meyvelik			1039		1400	795	3234
Elma			782		4900	5170	10852
Gül					6200	3650	9850
Ayçiçeği					400		400
Patates					110		110
Korunga					450	850	1300
Diğer	9862	3609	4387	7321	13830	4745	43754
Toplam	92828	72944	59367	32435	38020	18230(*)	313824

Kaynak: Burdur İl Tarım Müdürlüğü, Isparta İl Tarım Müdürlüğü

(*)Gönen İlçesi sulu tarım alanlarının Burdur Havzası içinde kalan kısmıdır.

Burdur Gölü Havzası'nda 31 bin hektar sulu tarım olup toplam sulama suyu ihtiyacı Blaney-Criddle metoduyla 76 hm^3 olarak hesaplanmıştır. Ancak suyun hem tarım alanına nakli hem de sulama sırasında meydana gelen kayıplar nedeniyle kullanılan su miktarı bu rakamın çok daha üzerindedir. Burdur için bu konuda yapılmış çalışma bulunmadığından Isparta ili ortalaması kullanılmış olup Isparta genelinde 1 hm^3 sulama suyu ihtiyacı için 2.45 hm^3 su kullanılmaktadır (Ertürk, 2007). Buna göre Burdur Gölü Havzası'nda tarım için kullanılan su miktarı 187 hm^3 'ü bulmaktadır. Havzadaki sulu tarım alanlarının %28.9'unda damla sulamaya, %71.1'inde yağmurlama sulamaya uygun ürün ekimi yapılmaktadır. Damla sulamaya uygun alanlarda yüzeysel sulama yöntemiyle 69 hm^3 su kullanılmaktadır. Bu alanlarda damla sulama yapılması halinde %43 oranında su tasarrufu sağlanacak (Coşkun, 2008) ve kullanılan su 39.5 hm^3 'e inecektir. Yağmurlama sulamaya uygun alanlarda yüzeysel sulama yöntemiyle 118 hm^3 su kullanılmaktadır. Bu alanlarda yağmurlama sulama yapılması halinde %28 oranında su tasarrufu sağlanacak (Coşkun, 2008) ve kullanılan su 84.9 hm^3 'e inecektir. Modern sulama tekniklerinin havzadaki sulu tarım alanlarının tamamında kullanılması halinde tarımda kullanılan su 187 hm^3 yerine 124.4 hm^3 olacaktır. Tasarruf edilecek miktar 62.6 hm^3 olup bu su miktarı, Burdur Gölü'nün günümüzdeki yıllık su kaybının yaklaşık bir buçuk katıdır.

Gölün Önemi Hakkında Yöre Halkının Bilgilendirilmesi

Burdur Gölü'nün korunmasında ve göl havzasında sanayi ve tarım kaynaklı kirliliğin önlenmesine yönelik uygulamalarda, yöre halkının bu konulardaki bilinç düzeyi arttırılmadıkça yeterli başarı sağlanamayacaktır. 2007 yılında Burdur kent merkezinden ve göl çevresindeki köylerden 18 yaş üstü 625 kişi ile yapılan anket çalışmasından çarpıcı sonuçlar çıkmıştır. Ankete katılanların %3.8'i gölün kurutulmasını ya da korumanın kaldırılmasını isterken %96.2'si gölün korunması gerektiğini savunmuştur (Adaman vd, 2007). Gölün kurutulup elde edilen toprakların çiftçilere dağıtılmasını isteyenler de olmuştur. Bu konuda Antalya-Elmalı'da bulunan Avlan Gölü'nde yaşananlar ders verici bir örnektir. Avlan Gölü 1980 yılında DSİ tarafından kurutulmuş ve elde edilen arazi çiftçilere kiralanmıştır. Alanda artan don olaylarıyla elma verimi büyük ölçüde düşmüş, 5 yılda 320 bin elma fidanı kesilip yakacak olarak kullanılmış, su kuşlarının alanı terk etmesiyle çoğalan bir bit türü sedir ağaçlarına büyük zarar vermiş, tarım ürünlerinin veriminde de büyük düşüş yaşanmıştır. Yöre halkının isteğiyle 2003 yılından itibaren göl çanağında yeniden su tutulmaya başlanmıştır (Ozaner, 2004).

Havzada yaşayanların suyu tuzlu olduğu için sulamada kullanamadıkları, kirlendiği için artık yüzemedikleri, içinde ekonomik değere sahip balık olmadığından balıkçılıkta da kullanamadıkları Burdur Gölü'nün yine de özellikle iklimdeki dengeleyici-yumuşatıcı rolü nedeniyle korunması ve günümüzde gölde gerçekleşen çekilmenin gerçek nedenleri hakkında bilgilendirilmesi gerekmektedir. Anket çalışmasına göre

katılımcıların %50'sinin göldeki çekilmenin küresel ısınma nedeniyle gerçekleştiğini düşünmektedir. Barajlar nedeniyle çekilmenin olduğunu düşünenlerin oranı %22'dir (Adaman, 2007).

3.3 Su Kullanımının ve Önlemlerin Ekonomik Analizi

Su Çerçeve Direktifi tarımda, sanayide ve meskenlerde su kullananların aldığı su hizmetlerinin tüm maliyetlerini karşılamasını istemektedir. Su hizmetleri yeraltı ve yüzey suyu çekimi, depolanması, arıtılması ve dağıtımına ilişkin tüm hizmetleri kapsar. Bununla da kalmayıp kullanıcılarca ödenen fiyatın çevresel maliyetleri de kapsamı öngörülür. Çevresel maliyetler ekosisteme verilen tüm hasarları içermektedir (ÇYGM, 2010).

Türkiye'de suya ödenen ücret bu maliyetlerin fazlasıyla altında olması nedeniyle su kullanımı (özellikle tarımda su kullanımı) hoyratça olabilmektedir. Tarım tüm dünyada olduğu gibi Burdur Gölü Havzası'nda da suyun esas kullanıcısı durumundadır. Yıllık 187 hm³ suyun tarımsal sulama için tüketildiği hesaplanmıştır. Baraj ve göletlerden temin edilen su için sulama birliklerine, yeraltı suyu çekimiyle temin edilen su için sulama kooperatiflerine ödeme yapılmakta olup bunun dışında çiftçiler kendi imkanları ile de su temin edebilmektedir.

Sulamada kullanılan suya miktar bazında değil süre bazında para ödenmekte olup havzada bu fiyat 10 ile 15 TL/saat aralığındadır.

Damla sulama - yağmurlama sulama gibi basınçlı sulama sistemlerine geçiş maliyetli olmakta ancak sulama suyu kullanımını büyük ölçüde

azaltmaktadır. Damla sulama maliyeti dekar başına ortalama 500 TL'dir. Ancak Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Kırsal Kalkınma Yatırımlarının Desteklenmesi Programı dahilinde çiftçilerin damla sulama sistemine ödediği paranın yarısını çiftçilere hibe etmektedir. Arazi toplulaştırma ile daha geniş arazileri kapsayacak şekilde sistem kurulduğunda maliyet daha da azalmaktadır. Ancak yöre çiftçileri arazi toplulaştırmayı kendi verimli tarım arazilerinin daha verimsiz olanlarla değiştirilmesi olarak gördüğü için bu konuya sıcak bakmamaktadır.

Ayrıca 2010 yılı itibariyle Burdur, ÇATAK (Çevre Amaçlı Tarımsal Arazilerin Korunması) Projesi kapsamına alınmış olup il genelinde çevre dostu tarım tekniklerinin uygulanması durumunda Tarım ve Köyişleri Bakanlığı'nca dekar başına 60 ile 135 TL arasında ödeme yapılacaktır.

Burdur İl Özel İdare havzada basınçlı sulama sistemine geçişte büyük öneme sahip olup geniş alanların bu sisteme geçmesi için çalışmaktadır. Geniş alanlarda basınçlı sulama sisteminin tek kusuru güçlü motopomplara ihtiyaç duyulması, bu cihazlar için gerekli enerjinin sağlanması için köylerin sahip olduğundan daha büyük trafolarla ihtiyaç duyulmasıdır.

Havzada sanayinin kullandığı su yıllık 14 hm³ olarak tespit edilmiştir (Doğa Derneği, 2008). Sanayi suyu yeraltından karşılanmaktadır. Burdur'daki sanayi tesislerinde atıksu arıtma tesislerinin kurulması gerekmektedir. Tesisler için gerekli maliyet sanayi tesisleri ve belediyelerce karşılanacaktır.

Havzada yerleşim alanlarında kullanılan sular yeraltından ve kaynak sularından elde edilmekte olup havzada evsel amaçlı su kullanımı yıllık 21

hm³ olarak hesaplanmıştır (Doğa Derneği, 2008). 1 m³ içme-kullanma suyu satış fiyatı 75 kuruş kabul edildiğinde (DPT, 2001) meskenler için suya ödenen para yıllık 15.750.000 TL'yi bulmaktadır. Bu paranın büyük kısmı Burdur Belediyesi'ne gitmekte olup arıtma tesisi işletme masraflarında da kullanılmaktadır.

Havzanın nüfusu 2008 yılı istatistiklerine göre 141800 olup azalma eğilimindedir. Ancak Burdur Merkez'in nüfusu artış halindedir. Daha önceleri içme-kullanma suyu olarak Çine Ovası kaynak sularını (320 lt/sn) kullanan Burdur Şehri, 2009'dan itibaren Burdur Gölü'nün kuruyan kısmına döşenen boru hattı ile gölün karşısındaki Senir kaynağını (500 lt/sn) kullanmaya başlamıştır.

Tablo 14. Burdur Gölü Havzası'nın 2000 ve 2008 yılı nüfusu

	2000 yılı nüfus	Şehir	Köy	2008 yılı nüfus	Şehir	Köy
Burdur Merkez	90060	63363	26697	95274	70157	25117
Karamanlı	8152	5000	3152	7821	5208	2613
Kemer	4714	2262	2452	4273	2181	2092
Tefenni	11939	5398	6541	10587	4486	6101
Keçiborlu	23120	10390	12730	15804	7419	8385
Gönen	15894	10826	5068	8041	3988	4053
Toplam	153879	97239	56640	141800	93439	48361

Kaynak : TÜİK

(Gönen köylerinden biri havza dışında olup tablodaki Gönen köy nüfusu da azaltılmıştır)

3.4 İzleme

Yüzey ve yeraltı sularının güncel durumunu belirlemek, sorunsuz su kütlelerinin durumunu korumak, durumu kötüleşen su kütlelerini iyileştirmek için havza bazında bir izleme sisteminin kurulmasına ihtiyaç duyulur.

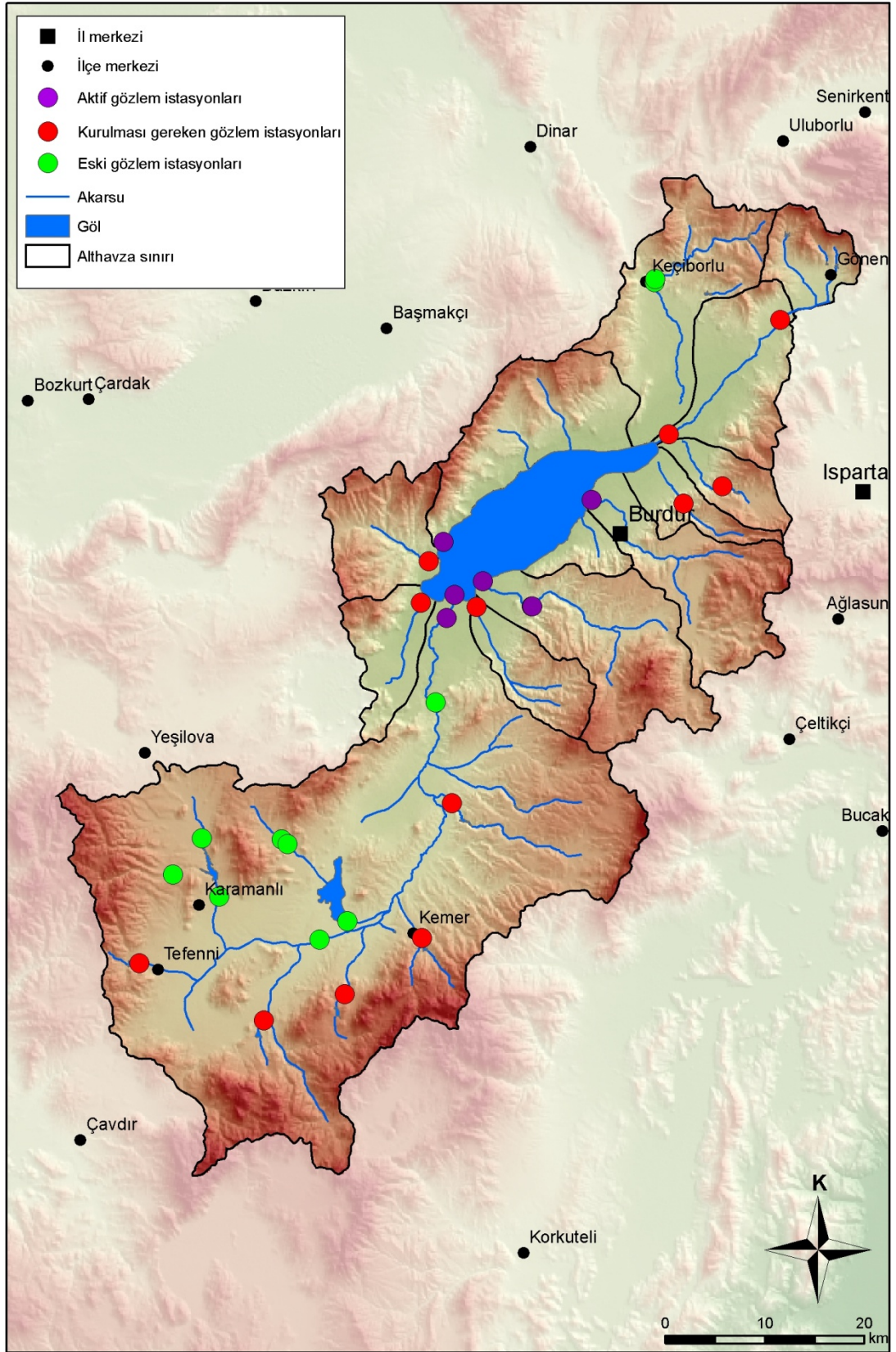
Burdur Gölü Havzası'nda yer alan su kütleleri için kapsamlı kimyasal ya da biyolojik izleme programları bulunmamaktadır. Burdur İl Çevre ve Orman Müdürlüğü tarafından göl kenarında birkaç noktada ve DSİ 18. Bölge Müdürlüğü tarafından Bozçay, Suludere, Asar Deresi (Burdur Çayı)'nin göle karışmasından önce alınan su örneklerinde su kalitesi analizi yapılmakta, sonuçları Burdur İli Çevre Durum Raporu'nun her yıl yenilenen basımında yer almaktadır. Bozçay artık göle su ulaştıramadığı için bu akarsuda ölçüm yapılmayacak ya da daha üst kotlarda ölçüm yapılacaktır. Havzada hali hazırda yüzey sularının miktarı üzerine de ölçümler yapılmakta olup DSİ, halen aktif olan akım gözlem istasyonlarında akarsulardaki debi ve taşınan sediman miktarı ölçülmekte, EİEİ'ye ait göl gözlem istasyonlarında da göl seviyesi izlenmektedir.

Göl seviyesi düştükçe EİEİ'nin seviye ölçümü için kullandığı eşel yer değiştirmiş olup günümüzde Karakent Köyü kıyısındadır.

Havzada mevcut gözlem noktaları dışında akım gözlem istasyonu bulunmayan akarsuların göle döküldüğü noktalara da izleme noktaları kurulmalı, baraj ve gölet çıkışlarında da akarsu yatağına bırakılan su miktarını ölçmek için izleme noktaları kurulmalı ya da bu noktalarda DSİ'nin

artık ölçüm yapmadığı akım gözlem istasyonları tekrar kullanılmaya başlanmalıdır.

OSB çıkışlarında da izleme noktalarının kurulup atıksuların analiz edilmesi gerekmektedir.



Şekil 33. Burdur Gölü Havzası'nda mevcut ve kurulması gereken izleme noktaları

SONUÇ

Ülkemizin çok yağış almayan kapalı havzalarında mevcut yağış koşulları (havzanın yenilenen su kaynağı) dikkate alınmadan yapılmakta olan tarımsal faaliyetler, bu havzalardaki göllerin hızlı bir şekilde su kaybetmesine neden olmaktadır. Burdur Gölü su seviyesi 1987-2008 yıllarında yıllık ortalama 45 cm hızla, toplamda 9,5 metre alçalmıştır. Bu süreçle birlikte havzada karasal iklim koşullarının belirtileri görülmeye başlanmış olup tarım sektörü, bu değişimden zarar görecektir.

Gölün su bütçesini oluşturan bileşenlerde yapılan inceleme sonucunda göldeki su kaybının belirlenen temel nedeni, gölü besleyen akarsuların yıllık akımlarında görülen aşırı azalıştır. Bu azalışın temel nedenini de akarsuların taşıdığı suyun büyük kısmının baraj ve göletlerle verimsiz ve plansız olarak tarım alanlarına aktarılmasıdır. Göl havzasında su kullanımını aynı şekilde devam ederse göl seviyesi 25 metre daha alçalacak ve derinliği 36 metreye düşecektir.

Havza bazında planlama yapılmadan inşa edilen baraj ve göletler bir yandan doğal göllere büyük zararlar verebilirken bir yandan da aynı havzada yeni yapılan barajları da verimsiz hale getirmektedir. Karaçal Barajı da bu plansızlıktan nasibini almış olup üzerine kurulduğu akarsuda son yirmi yılda ölçülen akım değerlerine göre kendisinden beklenen verimi sağlaması mümkün görünmemektedir.

Sulama için doğal döngüsünden çıkarılan suyun büyük kısmı ilkel sulama yöntemleriyle heba edilmektedir. Sulu tarım alanlarını

genişletmeden sulama sistemi olarak yüzeysel sulamaya göre çok daha tasarruflu bir sulama yöntemi olan basınçlı (damla ve yağmurlama) sulamanın teşviklerle yaygınlaştırılması gerekmektedir. Hali hazırda Tarım ve Köyişleri Bakanlığı'nın bu konuda ciddi destekleri bulunmaktadır. Böylece baraj ve göletlerin de daha az su tutmaları yeterli olacaktır. Bu sayede gl havzasında tasarruf edilebilecek su miktarı Burdur Gölü'nün yıllık su kaybının bir buçuk katını bulabilir, göldeki su miktarı yeniden yükselebilir.

Havzadaki sanayi ve yerleşim alanları da havza suları için kirletici unsurlara sahip olup eksik atıksu arıtma tesislerinin bir an önce tamamlanması gerekmektedir.

İnsan faaliyetleri için havzada tüketilen suyun % 84' tarımda kullanılmakta olup bu oran Türkiye ortalamasının da üzerindedir. Sanayide kullanılan su oranı % 6,4, evsel kullanım oranı % 9,6'dır. Su kaynakları bir yandan tarımda, sanayide ve yerleşim alanlarında kullanılırken bir yandan da bulunduğu havza ekosistemindeki fonksiyonlarını devam ettirebilmelidir. Bunun sağlanması için geliştirilen "entegre havza yönetimi" yaklaşımı, katılımcığa önem veren ve su kaynakları ile birlikte toprak (arazi) kaynaklarının da planlamasını içeren geniş kapsamlı yapısı ile giderek yaygınlaşmaktadır. Bu tez çalışması bireysel bir çaba olup havza için hazırlanacak yönetim planının havzada bulunan ilgili kurumlarca ve tüm ilgi gruplarının katkısıyla hazırlanması gerekmektedir.

ÖZET

Burdur Gölü son 20 yılda suyunun yaklaşık dörtte birini kaybetmiştir. Su seviyesindeki düşüş günümüzde de devam etmektedir. Sorun büyük ölçüde göl havzasındaki sulama projeleri için çok büyük miktarda suyun doğal döngüsünden çıkarılmasından kaynaklanmaktadır. Göl koşullarının iyileştirilmesi için su kaynaklarının sürdürülebilir kullanımı sağlanmalıdır. Bunun için en uygun yol entegre havza yönetimidir. Bu yönetim modeli için bir havza komisyonu kurulmalıdır. Yerel sulak alan komisyonları, bu komisyonları oluşturan üye kurumların sayısı arttırılarak havza komisyonları haline getirilebilir.

SUMMARY

Burdur lake has lost a quarter of its water during the last 20 years. The decline in the water level is still continuing. The main problem is that a large amount of water is extracted from its natural cycle for irrigation projects at the lake basin. In order to improve lake conditions, sustainable use of water resources must be maintained. The best way for this is integrated basin management. A basin commission should be built for this management model. Local wetland commissions can be transformed into basin commissions by increasing the number of member institute.

KAYNAKÇA

Adaman, F., Hakyemez, S., Özkaynak, B., (2007), Burdur Gölü'nün Sorunları ve Havza Korumasının Ekonomi-Politiği, Taslak Rapor, Boğaziçi Üniversitesi, İstanbul

Akşiray, F., (1982), Environmental Factors Limiting the Spreading out of Chalcarburnus tarichi Breeded in Burdur Lake, Biyoloji Kongresi Tebliğleri, Atatürk Üniversitesi Fen Fakültesi Dergisi Özel Sayı 1, Erzurum

Altındağ, A., Yiğit, S., (2002), "The Zooplankton Fauna of Lake Burdur", E.Ü. Su Ürünleri Dergisi, Cilt 19, Sayı 1-2, İzmir

Altinkale, S., (2001), Eğirdir ve Burdur Göllerinin Hidrojeokimyasal ve İzotop Jeokimyasal Karşılaştırılması, Basılmamış Yüksek Lisans Tezi, SDÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta

Atay, D., Pulatsü, S., (2000), Su Kirlenmesi ve Kontrolü, AÜ Ziraat Fakültesi Yayın No:1513, Ankara

Avrupa Parlamentosu, (2000), 2000/60/EC Sayılı Direktif (Su Çerçeve Direktifi), Official Journal of the European Communities, Luxembourg

Beyhan, M., Şahin, Ş., Keskin, M.E., Harman, B.İ., (2007), "Burdur Gölü Uzun Periyotlu Seviye Değişiminin Su Kalitesi ve Ağır Metaller Üzerindeki Etkisi", SDÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 11-2

Burdur İl Çevre ve Orman Müdürlüğü, (2008), Burdur Gölü Yönetim Planı (2008-2012), T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı, Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü, Sulak Alanlar Şube Müdürlüğü

Burdur İl Çevre ve Orman Müdürlüğü, (2008), Burdur İl Çevre Durum Raporu, Burdur Valiliği - İl Çevre ve Orman Müdürlüğü, Burdur

Coşkun, Z., (2008), Basınçlı Sulama Yöntemleri ve Su Tasarrufu, Sulama-Drenaj Konferansı, DSİ, Adana

Çevre ve Orman Bakanlığı, (2004), Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği, Ankara

Çevre ve Orman Bakanlığı, (2005), Sulak Alanların Korunması Yönetmeliği, Ankara

Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü,(2010), Büyük Menderes Nehir Havzası Yönetim Planı Nihai Taslak, T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı, Ankara

Davraz, A., Karagüzel, R., Soyaslan, İ.İ., (2003), “Importance of hydrogeological and hydrological investigations in the residential area in Burdur. Turkey”, Environmental Geology, Springer Verlag, 44/7, 852-861, Berlin.

Davraz, A., Karagüzel, R., (2008), “The Importance of Hydrogeology Assesments for Agricultural Water Demand: A Case Study From Southwest Turkey”, Beykent Üniversitesi Fen ve Mühendislik Dergisi, Sayı:2, Cilt:2

Doğa Derneği, (2008), Water use efficiency for agriculture in Burdur Basin, Doğa Derneği, Ankara

DPT, (2001), Su Havzaları Kullanımı ve Yönetimi Özel İhtisas Raporu, DPT: 2555, ÖİK: 571, Ankara

DPT, (2007), Toprak ve Su Kaynaklarının Kullanımı ve Yönetimi, Dokuzuncu Kalkınma Planı, 2007-2013, Özel İhtisas Komisyonu Raporu, Ankara

DSİ,(1986), Burdur-Bozçay-Karaçal Planlama Raporu, DSİ 18. Bölge Müdürlüğü, Isparta

DSİ, (1998), Burdur Gölü Seviye Düşüş Nedeni Çalışmaları. Teknik Rapor, DSİ 18. Bölge Müdürlüğü, Isparta.

Erol, O., (1980), “Anadolu’da Kuaterner Pluvial ve İnterpluvial Koşullar ve Özellikle Güney-İç Anadolu’da Son Buzul Çağından Bugüne Kadar Olan Çevresel Değişmeler”, A.Ü. Coğrafya Araştırmaları Dergisi, Sayı : 9, Ankara

Ergen, C., (1980), Türkiye’de Tekstil Endüstrisi, Atıkları, Su Ürünlerine Olan Zararlı Etkileri, Arıtma Şekilleri, TC. Gıda-Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Su Ürünleri Genel Müdürlüğü, Ankara

Ertürk, O., (2007), Gelecek Nesillerin Kusur İstemeyen Mirası: Su, I. Türkiye İklim Değişikliği Kongresi - TİKDEK 2007, İstanbul

Esen, E., Türkman, M.,(1968), Burdur Yeşilova Hidrojeolojik Etüd Raporu, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, Yeraltı Suları Dairesi Başkanlığı, Ankara

Grontmij, (2003), Su Çerçeve Direktifi’nin Türkiye’de Uygulanması: Uygulama El Kitabı, Grontmij Advies & Techniek bv Vestiging Utrecht, Houten

Gülle, İ., Turna, İ.İ., Güçlü, S.S., Küçük, F., Gülle, P., Güçlü, Z., (2008), “Burdur Gölü’ndeki Sıcaklık, Çözünmüş Oksijen, pH ve Elektriksel İletkenlik Değerlerinin Dikey Yönde Değişimi”, E.Ü. Su Ürünleri Dergisi, Cilt 25, Sayı 4, İzmir

Gürer, İ., Yıldız, F.E., (2008), Dynamic Approach in Integrated Water Resource Management Case Study: Water Budget Simulation of Develi

Closed Basin, Turkey, 8th International Congress on Advances in Civil Engineering, Eastern Mediterranean University, North Cyprus

Harmancıoğlu, N.B., Gül, A., Fıstıkoğlu, O., (2002), “Entegre Su Kaynakları Yönetimi”, TMH-Türkiye Mühendislik Haberleri, Sayı 419, Ankara

İrleyıcı, A., (1998), Eğirdir - Burdur Gölleri Arasının Hidrojeoloji İncelemesi, Basılmamış Doktora Tezi, SDÜ Fen Bilimleri Enst., Isparta.

Isparta İl Çevre ve Orman Müdürlüğü, (2008), Isparta İl Çevre Durum Raporu, Isparta Valiliğı - İl Çevre ve Orman Müdürlüğü, Isparta

Jain, M.K., Mishra, S.K., and Singh, V.P., (2006), Evaluation of AMC-Dependent SCS-CN-Based Models Using Watershed Characteristics, Water Resources Management, 20, Springer

Kantarcı, M.D., (2008), “Isınma-Kuraklaşma Sürecinin Göller Bölgesindeki Durumu ve Etkileri Üzerine Ekolojik Bir Değerlendirme, SDÜ Orman Fakültesi Dergisi”, Seri: A, Sayı: 2, Isparta

Kazancı, N., Girgin, S., Dügel, M., Oğuzkurt, D., (1998), Burdur Gölü ve Acıgöl’ün Limnolojisi, Çevre Kalitesi ve Biyolojik Çeşitliliğı, Türkiye İç Suları Araştırma Dizisi:3, Ankara

Kır, İ., (2005), Karataş Gölü (Burdur) ve Çevresinin Balık, Amfibi ve Sürüngen Faunası, Ekoloji, No: 56,

Kızıroğlu, İ., Turan L., Erdoğan, A., (1995), „Burdur Gölü Havzası’nın Entegre Koruma ve Kullanım Planlaması Üzerine Bir Araştırma“, H.Ü. Eğitim Fakültesi Dergisi No:11, Ankara

Kozan, A.T., Bircan, A., Bozbay, E., Oğdüm, F., Tüfekçi, K., (1993), Burdur-Tefenni Havzalarının Jeomorfolojisi, MTA Derleme Rapor No:9622, Ankara

Merter, Ü., Genç, Ş., Tunalı, Ş., 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, Ankara

Onmuş, O., (2007), Türkiye Kış Ortası Sukuşu Sayımları-2007, Doğa Derneği, Ankara

Mostert, E.N.W.M., Bouman, E., Savenije, H.H.G., Thissen, W.A.H., (2000), River Basin Management and Planning, River Basin Management - Proceedings of the International Workshop, The Hague, UNESCO, Paris

Ozener, F.S., (2003), Elmalı (Antalya) Polyesinde Karagöl ve Avlan Göllerinin Kurutulmasından Önceki ve Sonraki Şartların Karşılaştırılması, Sırrı Erinç Sempozyumu, Genişletilmiş Bildiri Özetleri, İstanbul

Özer, Z., (1990), Su yapılarının projelendirilmesinde hidrolojik ve hidrolük esaslar, KHGM Havza Islahı ve Göletler Dairesi Başkanlığı, Ankara

Roberts, N., Karabıyıklıoğlu, M., Jones, M., Mather, A., Jones, G., Rodenberg, I., Eastwood, W.J., Kapan-Yeşilyurt, S., Yiğitbaşıoğlu, H., Watkinson, M., (2003), Climatic and Tectonic Controls Over Late Quaternary Sedimentation in the Burdur Lake Basin, Southwest Turkey, 3 rd International Limnogeology Congress, USA

Seçmen, Ö., Leblebici, E., (1996), Türkiye Sulak Alan Bitkileri ve Bitki Örtüsü, E.Ü. Fen Fakültesi Yayın No: 158, İzmir

SCS, (1972), National Engineering Handbook, Section 4, Hydrology, U.S. Department of Agriculture

SDÜ-MMF, (2001), Burdur Belediyesi Kent Merkezi ve Yakın Çevresinin Yerleşime Uygunluk Açısından İncelenmesi Sonuç Raporu, SDÜ Mimarlık Mühendislik Fakültesi, Isparta

Svendsen, M., Wester, P., Molle, F., (2005), Managing River Basin: an Institutional Perspective, Irrigation and River Basin Management - Options for Governance and Institutions, CABI Publishing, Wallingford, UK

Şahin, Y., (1987), Populationsdynamik der Chironomidenlarven in den Seen Burdur Gölü, Beyşehir Gölü und Salda Gölü (in Turkish). Doğa TU Biyoloji D., 11,2

Şenel, M., (1997), MTA 1:100000 Ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları, MTA Jeoloji Etütleri Dairesi, Ankara

Şener, E., Davraz, A., İsmailov, T., (2005), Burdur Gölü Seviye Değişimlerinin Çok Zamanlı Uydu Görüntüleri İle İzlenmesi, Türkiye Kuvaterner Sempozyumu-V, İstanbul

Taşdemir, A., Ustaoglu, M.R., (2005), "Göller Bölgesi İçsularının Chironomidae ve Chaoboridae (Diptera) Faunasının Taksonomik Yönden İncelenmesi", E.Ü. Su Ürünleri Dergisi, Cilt 22, Sayı 3-4, İzmir

Usul, N., (2008), Mühendislik Hidrolojisi, ODTÜ Yayıncılık, Ankara

WWF (2008) Su Kaynaklarının Yönetiminde Yeni Bir Yaklaşım: Entegre Havza Yönetimi, WWF-Türkiye, İstanbul

Yarar, M., Magnin, G., (1997), Türkiye'nin Önemli Kuş Alanları, Doğal Hayatı Koruma Derneği, İstanbul

Yayıntaş, A., (1989), Burdur Katrancık Dağı Flora ve Vejetasyonu, TÜBİTAK Temel Bilimler Araştırma Grubu, Proje No: TBAG-615, İzmir

Yıldız, F.E., (2007), Kayseri-Sultansazlığı Sulak Alanında Yeraltı ve Yerüstü Suları İlişkisinin Belirlenmesi, Basılmamış Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara

Yiğitbaşıoğlu, H., (1990a), "Burdur-Yassıgüme Köyünün Fiziki Coğrafya Açısından Çevre Sorunları", AÜ DTCF Der. C:XXXIII, S:1-2, Ankara

Yiğitbaşıoğlu, H., (1990b), "Burdur Havzasında Bulunan En Yaşlı GölSEL İz.", Atatürk Kültür, Dil Ve Tarih Yüksek Kurumu Coğrafya Araştırmaları Der. S:2, 1990, Ankara.

Yiğitbaşıoğlu, H., Uğur, A., (2005), Burdur Gölü'nün Jeoekolojik Özellikleri ve Sorunları, Türkiye Kuvaterner Sempozyumu-V, İstanbul