

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**COĞRAFI BİLGİ SİSTEMİ İLE
BARAJ HAZNELERİNİN İZLENMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
İnş. Müh. Dilek Eren MERCAN
(195Y171)**

98473

TEZ YERİNE KÖRGE
OKUMAK İÇİN

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 31 Mayıs 1999
Tezin Savunulduğu Tarih : 15 Haziran 1999**

Tez Danışmanı : Prof.Dr. Sedat KAPDAŞLI *S* **30.6.99**
Diğer Jüri Üyeleri **Prof.Dr. M. Emin KARAHAN (İ.T.Ü.)** *M. Emin Karahan* **29.06.99**
Prof.Dr. Necati AĞIRALIOĞLU (İ.T.Ü.) *Necati Ağıralıoğlu* **25.06.1999**

HAZİRAN 1999

ÖNSÖZ

Tez danışmanım Prof. Dr. Sedat KAPDAŞLI'ya, yardımlarından dolayı İnş. Yük. Müh. Alpaslan Aydıngakko'ya teşekkür ederim.

Tez çalışmam sırasında her zaman bana destek olan aileme, Tuna Eren'e, ölçümlerde bana yardımcı olan Sefa Sözbir'e ve tüm Kemer Country çalışanlarına teşekkür ederim.

Ayrıca Turgay Bayri, Ahmet İyigün ve Oral Yağcı'ya teşekkür ederim.

Dilek Eren MERCAN

31 MAYIS 1999

İÇİNDEKİLER

KISALTMALAR	v
TABLO LİSTESİ	vi
ŞEKİL LİSTESİ	vii
SEMBOL LİSTESİ	viii
ÖZET	ix
SUMMARY	x
1. GİRİŞ	1
1.1 GİRİŞ VE ÇALIŞMANIN AMACI	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	6
2.1 “NASIM”, “TIMEVIEW” VE “ARCVIEW’İN” ALANSAL VE ZAMANSAL VERİLERİ KULLANAN HİDROLOJİK MODELLERDE BİRLİKTE KULLANILABİLMESİ İÇİN YARDIMCI PROGRAMLARIN ÜRETİMİ	6
2.2 GÜNEY KALİFORNİYA REZERVUAR’INDAKİ KEDİKUYRUK VE SU ZAMBAKLARININ CBS KULLANILARAK TAHMİNİ DAĞILIM MODELLEMESİ	7
2.3 CBS KULLANILARAK YAĞMURSUYU MODELLEMESİ	9
2.4 DIJKGIS: BARAJLARIN BAKIMI VE YÖNETİMİ İÇİN BİR PROGRAM	9
2.5 BÜYÜK MENDERES HAVZASINDA HİDROMETEROLOJİK VERİ TABANININ OLUŞTURULMASI	10
2.6 GAP’TA HALFETİ BARAJINDA YERLEŞİM YERİ SEÇİMİ	10
2.7 BODRUM YARIMADASINDA BAZI KOYLARIN ARAZİ POTANSİYEL KULLANIM İLİŞKİSİNİN CBS İLE DEĞERLENDİRİLMESİNDE KULLANIMI	11
2.8 VAN İLİ VE ÇEVRESİNDE KAR ÖLÇÜMLERİ YAPILARAK SU POTANSİYELİ HESABINDA KULLANILMASI	11
2.9 KÖYCEĞİZ PROJESİNDE CBS	11
3 BARAJ HAZNELERİNİN İZLENMESİ	12
3.1 HAZNELERİN GENEL ÖZELLİKLERİ	12
3.1.1 Giriş	12
3.1.2 Hazne Hidroliği	12
3.1.2.1 Boussinesq Kabülü	12
3.1.2.2 Hidrostatik Basıncı Kabülü	13
3.1.2.3 Sıkışmazlık Kabülü	13

3.1.2.4 Gerçek Hareket için Genelleştirilmiş Adiyabatik Kabülü	13
3.1.3 Hazne Hareketleri	15
3.1.3.1 Termal Karışım	16
3.1.3.2 Giren Akımların Karışımı	18
3.1.3.3 Akıntıyla Sürüklenme ve Yüzeyaltı (Taban) Akımı	21
3.1.3.4 Çıkış Akımı Dinamiği	22
3.1.3.5 Zayıf Rüzgarlar Sonucu Oluşan Karışım	25
3.1.3.6 Kuvvetli Rüzgarlar Sonucu Oluşan Karışım	27
3.2 SU KALİTESİ VE KARIŞIM ÖZELLİKLERİ	29
4 COĞRAFI BİLGİ SİSTEMİ	30
4.1 GENEL TANIMLAR	30
4.2 UZAKTAN AGILAMA VE CBS'İN ENTEGRASYONU	36
4.2.1 Raster Uzaktan algılama ve Raster CBS	37
4.2.2 Raster Uzaktan algılama ve Vektör CBS	37
4.3 MODELLEME TEKNİKLERİNİN CBS İLE ENTEGRASYONU	38
4.3.1 Modelleme Teknikleri ve Özellikleri	38
4.4 MODELLERİN CBS İLE ENTEGRASYONU	39
4.4.1 Fonksiyonel Bileşenler	40
4.4.2 Teknolojik Bileşenler	44
4.4.3 Organizasyonel Bileşenler	45
4.5 CBS'İN SAĞLADIĞI OLANAKLAR	47
4.6 ARCVIEW	48
5. ERİKLİ GÖLETİ UYGULAMASI	50
5.1 YEREL ÇALIŞMALAR	50
5.2 ERİKLİ GÖLETİNDE CBS UYGULAMASI	56
6. SONUÇLAR	62
KAYNAKLAR	69
EK A	71
EK B	76
ÖZGEÇMİŞ	91

KISALTMALAR

CBS	: Coğrafi Bilgi Sistemi
UA	: Uzaktan Algılama
GPS	: Global Positioning System
AMI	: Active Microwave Instrument
GRS	: Ground Referance System
SAM	: Sayısal Arazi Modeli
ESRI	: Enviromental System Research Institute



TABLO LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 5.1. Erikli Göleti meteorolojik veriler	59
Tablo 5.2. Erikli Göleti kot-hacim tablosu	61
Tablo A.1. SP den elde edilen veriler	71
Tablo A.2. Magnetex den elde edilen veriler	73
Tablo A.3. VP den elde edilen veriler	74
Tablo B.1. Erikli Göleti 1. Noktanın ölçüm değerleri	76
Tablo B.2. Erikli Göleti 2. Noktanın ölçüm değerleri	76
Tablo B.3. Erikli Göleti 3. Noktanın ölçüm değerleri	77
Tablo B.4. Erikli Göleti 4. Noktanın ölçüm değerleri	77
Tablo B.5. Erikli Göleti 5. Noktanın ölçüm değerleri	78
Tablo B.6. Erikli Göleti 6. Noktanın ölçüm değerleri	78
Tablo B.7. Erikli Göleti 7. Noktanın ölçüm değerleri	79
Tablo B.8. Erikli Göleti 8. Noktanın ölçüm değerleri	79

ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1.1. Gölün Planı	5
Şekil 3.1. Göl tabakalarının şematik gösterimi	16
Şekil 3.2. Muhtemel nehir giriş şekilleri	19
Şekil 3.3. Yüzeyaltı girişi örneği	20
Şekil 3.4. Şiddetli yüzeyaltı girişi	20
Şekil 3.5. Çözünmüş Oksijenin ortalama yüzde doygunluğu	22
Şekil 3.6. Hipolimnionda tabakalaşma ve deşarj	23
Şekil 3.7. Serbest yüzeyindeki rüzgar ve akıntı alanı	26
Şekil 3.8. Langmuir çevirileri	27
Şekil 3.9. Baroklinik hareketlerin oluşumu	28
Şekil 4.1. Raster-vektör modelleri	32
Şekil 4.2. CBS' nin veri yapısı	34
Şekil 5.1. Magnetic Extensometer	50
Şekil 5.2. Magnetic Extensometer	50
Şekil 5.3. Magnetic Extensometerin Yerleştirilmesi	51
Şekil 5.4. Vibrating Wire Piezometer	52
Şekil 5.5. Standpipe Piezometer	52
Şekil 5.6. Aletlerin Baraj Gövdesine Yerleştirilme Planı	54
Şekil 5.7. Aletlerin Baraj Gövdesine Yerleştirilme Kesiti	55
Şekil 5.8. Erikli Göleti CBS uygulaması	58
Şekil 5.9. Meteorolojik veriler	59
Şekil 5.10. Yağış – Su hacmi	60
Şekil 6.1. Su sıcaklık farkları, nisan ayı değerleri	63
Şekil 6.2. Su sıcaklık ve oksijen farkları, nisan ayı değerleri	66
Şekil 6.3. Su sıcaklık ve oksijen farkları, ekim ayı değerleri	67
Şekil 6.4. Su sıcaklık ve oksijen farkları, ocak ayı değerleri	68
Şekil A.1. SP den elde edilen veriler	72
Şekil A.2. Magnetex den elde edilen veriler	73
Şekil A.3. VP den elde edilen veriler	75
Şekil B.1. 1. nokta için Ph, Oksijen ve su sıcaklığı	80
Şekil B.2. 2. nokta için Ph, Oksijen ve su sıcaklığı	81
Şekil B.3. 3. nokta için Ph, Oksijen ve su sıcaklığı	82
Şekil B.4. 4. nokta için Ph, Oksijen ve su sıcaklığı	83
Şekil B.5. 5. nokta için Ph, Oksijen ve su sıcaklığı	84
Şekil B.6. 6. nokta için Ph, Oksijen ve su sıcaklığı	85
Şekil B.7. 7. nokta için Ph, Oksijen ve su sıcaklığı	86
Şekil B.8. 8. nokta için Ph, Oksijen ve su sıcaklığı	87
Şekil B.9. Erikli Göleti Bölgeleri	88
Şekil B.10. Taban batimetrisi	89
Şekil B.11. Bölgelere göre derinlikler	90

SEMBOL LİSTESİ

U ,.....	: Yatay Hızlar
$\partial u / \partial z$	: Hız Gradyanının
$\partial p / \partial z$	: Yoğunluk Gradyanı
Ri	: Richardson Sayısı
Fr	: Froude Sayısı
E	: Akıntıyla Sürüklenme Katsayısı
T	: Taban Akımının Üst Kalınlığı
X	: Nehir Vadisi Boyunca Mansapta Ölçülen Mesafe Radyal Eğrilikler
F₂	: Densimetrik (içsel) Froude Sayısı Dairesel ve Radyal Eğrilikler
Gr	: Grashof Sayısı
Pr	: Prandtl Sayısı
U₁₀	: Serbest Yüzeyden 10 m Yukarıdaki Rüzgar Hızı Limit Momentleri
ρ_A	: Suyun Özgül Kütlesi
C_D	: Sürüklenme Katsayısı
u_w	: Serbest Yüzeyde Suyun Sürüklenme Hızı
u*	: Suyun Kayma Hızı
C_K*	: Rüzgar Enerjisi Kullanım Verimi
q	: Soğuma ve Rüzgar Karışımının Ortak Etkisi Sonucu Görülen Türbülans Hızının Bir Ölçüsü

COĞRAFI BİLGİ SİSTEMİ İLE BARAJ HAZNELERİNİN İZLENMESİ

ÖZET

Coğrafi bilgi sistemi (GIS) son yıllarda gözlem gerektiren bir çok hidrolik projede geniş kullanım alanı bulmaktadır. Tüm su kaynaklarında olduğu gibi, baraj göllerinde de özellikle, barajın gövde stabilitesi ve su kalitesinin korunması açısından sürekli ve sistematik bir gözlem çalışmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Baraj göllerinde su kalitesi parametreleri, su kütlesinin kısa ve uzun dönemli değişimine bağlı olarak belirlenir.

Bu parametrelerin doğru ve sağlıklı olabilmesi için sistematik biçimde analiz edilip, saklanması ve elde edilen sonuçlara kolaylıkla erişilebilmesi gerekir. Bu nedenlerle baraj göllerinin gözlenmesinde coğrafi bilgi sistemi en uygun yöntemlerden biri olarak kabul edilebilir.

Bu çalışmada coğrafi bilgi sisteminin bir gölette uygulanabilirliği araştırılmıştır.

Araştırma bölgesi olarak İstanbul Kemarburgaz'daki Erikli Göleti seçilmiştir. Göl alanında su kütlesinin özelliklerinin ölçülme noktası olarak sekiz farklı nokta belirlenerek, noktaların koordinatları ölçülmüş ve mevcut harita üzerine işlenmiştir. Aylık olarak her noktada su yüzeyi ve dibinde gözleme parametreleri olarak seçilen çözülmüş oksijen, pH derecesi, ve su sıcaklığı ölçülmüştür. Günlük hava sıcaklığı ve yağış miktarı Bahçeköy Rasat İstasyonundan alınmıştır.

Seçilen sekiz noktadan her birinde ölçülen parametreler Coğrafi Bilgi Sistemi programı olan Arcview'a girilmiştir. Bu tür programların en önemli, özelliği girilen tüm ya da bir kısım verilerle programa istenilen sorgulamanın yaptırılabilmesi ve sorgulama sonucunun; şekil üzerinde veya tablolar halinde görülebilmesi mümkün olmaktadır.

Bu çalışmada da programa girilen veriler incelenerek, amaca yönelik değişik sorgulamalar yapılmıştır.

Baraj gövdesine bir adet 'magnetic probe extensometer', altı adet 'vibrating wire piezometer' ve oniki adet 'stantpipe piezometer' yerleştirilmiştir. Yerleştirilen aletlerden aylık veriler toplanmış ve bu aylık veriler bir bilgisayar programı aracılığıyla işlenmiştir.

Yukarıda bahsedilen aletlerle yapılan ölçümler sonucunda, baraj gövdesinde herhangi bir sızma veya çökme problemi olmadığı anlaşılmıştır. Piezometrelerde elde edilen değerlerin göletin mansabında yağış miktarı na bağlı olduğu, membada ise su haznesindeki su kotuna eşit olduğu görülmüştür.

Coğrafi Bilgi Sistemi programı Arcview ile yapılan sorgulama ile gölet haznesinde dönemsel tabakalaşma olduğu; yazın bu tabakalaşmanın arttığı, kışın ise tabakalaşmanın yok olduğu anlaşılmıştır. Tabakalaşmayı engellemek için dip savaklama yapılmış ve böylece düşey sirkulasyon sağlanmıştır. Ayrıca ölçülen kirlilik parametrelerinde ise suyun niteliği takip edilmiştir.

Yapılan bu çalışma sonucunda baraj ve gölet haznelerinin gözlenmesinde Coğrafi

Bilgi Sisteminin çok etkili bir şekilde kullanılabileceği tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: CBS, Hazne, Çözülmüş oksijen, pH değeri

A STUDY ABOUT USING OF GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEM FOR OBSERVING THE DAM RESERVOIR

SUMMARY

The Geographical Information System is being used on many hydraulic projects which require water parameters to be observed.

In all the water resources, a continuous and systematic observation is needed on dam reservoirs for the stability of dam body and the protection of water quality. In the reservoirs the water quality parameters, depends on the short and long term , amount changes in the water mass.

For the reliability and correctness of these parameters, obtained data, should be systematically analysed , then stored and the results of the analysis should be reached easily. Because of this Geographical Information System (GIS)seems to be accepted as one of the most convenient way for observing the reservoirs.

In this study the applicability of GIS has been investigated. Erikli Reservoir in Istanbul , Kemberburgaz has been chosen as polit area. For measuring the characteristics of the water in Erikli Reservoir, eight different points had been found and located on the map. The dissolved oxygen , pH and water temperature being the observation parameters ,had been measured on the surface and at the deepest end of the water for each of the eight points. Air temperature and the precipitation amount had been obtained from Bahçekoy observatory.

Those parameters which are obtained from the eight points had been entered into GIS program called Arcview. The most useful feature of this program is that it allows the user to make as many examining as he/she likes, depending on the amount of data obtained and the way they are entered. After the examining made by using all or part of the data entered it is possible to see the results either on the map figure or on the tableau.

In this study the data which are obtained from the points, had been entered to the GIS Arcview and various examining had been done.

One magnetic probe extensometer , 6 vibrating wire piezometer and 12 stant pipe piezometer had been placed in the pond body. By these tools the monthly data had been obtained and entered in to a computer program.

As the result of these measurements it had been found that there wasn't any seepage or sediment at the body of the pond. It had been observed that while piezometer level at the downstream changed according to the precipitation amount, the level at the upstream (spring) equalled to the reservoir water level.

By the examining made on the GIS Arcview program, it had been found that there was a periodic layering; increasing in the summer, disappearing in the winter. To avoid layering, bottom weir was constructed for vertical circulation of the water. And the quality of the water was observed by measured parameters of pollution.

As a result of this study it has been found that Geographical Information Systems could be very efficient in observing the pond and dam reservoir.

Keywords: GIS, Reservoir, Dissolved oxygen, pH

1 GİRİŞ

1.1 GİRİŞ VE ÇALIŞMANIN AMACI

Barajlarda ön araştırmalardan başlayarak gövdenin inşası ve su tutulması ile devam eden çalışmalardan sonra barajın yapılış amacına en uygun şekilde işlevini yerine getirebilmesi için son aşama olan ve sürekli bir çalışmayı gerektiren işletme aşaması gelmektedir. Bu çalışmalar sistemin devamı için çok önemlidir.

Barajların işletilmesi, yapılış amacı ne olursa olsun, bir çok yönden hayati öneme haizdir.

- 1- Barajın stabilitesinin korunması
- 2- Suyun en verimli şekilde tutulması ve kullanılması
- 3- Baraj mansabında, can ve mal güvenliğinin korunması
- 4- Barajın mansabındaki toplumların kullanım suyu hakkının ihlalinin önlenmesi ve çıkabilecek ihtilafların ortadan kaldırılması
- 5- Barajın çevresel etkilerinin minimize edilmesi
- 6- Çevrenin baraj haznesine etkilerinin takibi ve varsa belirlenmesi

Bu çalışmada Kemer Yapı tarafından Kemer Country yerleşim biriminin evsel su ihtiyacı ve golf alanları sulama suyu ihtiyacını karşılamak amacıyla inşa edilen baraj pilot bölge olarak seçilmiştir. 12.09.97 tarihinde su tutulmaya başlaması ile işletme aşamasına gelen barajda doksanyedi yılı içindeki yeterli yağışlarla baraj haznesinde büyük miktarda su tutulmuş olup, baraj gölü normal su seviyesine ulaşmıştır.

Barajda biriken sudan başlangıçta Kemer Country yerleşim birimine su temini düşünülmüş olup, ayrıca barajdan çekilecek su golf sahalarına doğrudan, evlere ise arıtmadan geçirilerek verilmesi planlanmıştır. Fakat İSKİ'den ham su temininin mümkün olduğunun ortaya konması ile su kullanımı açısından kompleks bir kaynak kullanımı durumu ortaya çıkmıştır. Şu ana kadar İSKİ'den su satın alınmamıştır, fakat yapılan çalışmaya göre bu yaz (Ağustos'99) alınması kaçınılmazdır.

Su kullanımını karmaşıklaştıran bir diğer faktör baraj gölü çevresine orman evleri yapılması ile ortaya çıkan rekreasyon amacıdır. Rekreasyon amacıyla su temini

amaçları birbiriyle çelişmektedirler. Rekreatyon amaçlı barajlarda su seviyesi değişimlerinin çok az olması nedeniyle su temini sınırlandırılmış olmaktadır.

Barajlarda yağışlı dönemlerde su fazla olduğundan problem bariz şekilde ortaya çıkmaz. Kurak dönemlerde ise;

Ne kadar su çekilmeli?

Barajda seviye ne kadar düşer?

Başka kaynaklardan ne kadar su sağlanmalı?

Sorularına cevap verilmesi gerekir. Ülkemizde özel barajlar çok yeni olup, barajın mansabındaki yerleşim birimlerin kullanım suyu hakkı hukuki konusu gündeme gelebilir. Bu durum Kemer Country barajından Erikli deresine düzenli su bırakılmasını zorunlu kılabilir. Sonuçta su kullanımı planı daha da kritik bir hale dönüşmektedir.

Kemer Country barajına hem gövde stabilitesini ve hem de su tutma özelliğini takip etmek amacıyla üç tür cihaz yerleştirilmiştir. Bu cihazların düzenli olarak okunması, bilgisayar ortamında verilerin depolanması ve işlenmesi gerekir. Ancak bu şekilde barajın stabilitesi takip edilerek mansap riski azaltılabilir.

Barajda işletme çalışmasının en önemli konularından biri su kalitesinin izlenmesidir. Bu çalışma sadece kirlilik parametrelerinin ölçülmesi ile sınırlı değildir, göldeki canlılığı karakterize eden parametreler de takip edilmiştir.

Rekreatyon amaçlı barajlarda suyun yenilenme periyodu iyi ayarlanmaz ve göl suyu yeterli sürede yenilenmezse su kalitesi bozulabilir. Özellikle dipte bitki oluşumu ve dip sedimentinin özellikleri takip edilerek ölü hacimde ötrifikasyon tehlikesi ortadan kaldırılmalıdır.

Bununla beraber işletme çalışmalarında meteorolojik verilerle yağış tahminleri yapılması ve her taşkın öncesinde baraj işletmesi tarafından uyarıda bulunulması ve eğer uzun dönemli bir taşkın söz konusu ise ilave önlemlerin hızla uygulanmasının sağlanması gerekir.

Yukarıda kısaca özetlenen koşulların ve düşüncelerin ışığında Kemer Country barajının işletilmesi bir çok açıdan büyük öneme haizdir. Bu sebepten dolayı pilot bölge olarak bu çalışmada Erikli Göleti seçilmiştir. Göletin su kaynağı önemli ölçüde yağmur suyudur. Kullanılmış suların arıtılarak göle deşarjı da göl için ikinci önemli

kaynaktır. İnce iki akarsu da Şekil 1.1'e bakıldığında görülen iki uzun çıkıntıdan göle dökülmektedir. Göl en derin yeri yaklaşık onbeş metre olan küçük suni bir göldür. Aşağıda göletin özellikleri verilmiştir.

- HİDROLOJİ

DRENAJ ALANI: 2 000 000 m²

- HAZNE

NORMAL SU SEVİYESİ: 67 m

MAX. SU SEVİYESİ: 68.44 m

GÖL ALANI: 121 398 m²

GÖL HACMI: 619 961 m³

- GÖLET

TİPİ: KİL DOLGU

KRET KOTU: 70 m

TALVEG KOTU: 52 m

TEMELDEN YÜKSEKLİK: 20 m

DİP SAVAK: BETON ZARF İÇİNDE 800mm ÇELİK BORU

Bu çalışmada amaç bir haznenin gelişimini ve değişimini anlamak, tanımak ve de ileriye yönelik mümkün olabildiğince doğru tahminlerde bulunmayı sağlayabilmektir. Bu amaçla "ARCVIEW" ve "WINSID" kullanılmıştır.

Söz konusu sistem su yapıları ve ya doğanın bir parçası olduğu zaman oldukça karmaşıktır. Doğada etki ediyormuş gibi gözükken fakat etkisi olmayan veya tam tersi etki etmesi beklenilirken etki etmeyen ve de etkisi olan bir çok faktör mevcuttur. Bizim burada CBS kullanmak istememizin ve kullanmaya karar vermemizin sebebi de doğayı mümkün olabildiğince anlamak, ilerisi için tahmin yapabilmek ve bence en önemlisi değişimin nereye doğru gittiğini görebilmektir.

CBS programlarının en önemli özelliği tabii verilerin girildiği ölçüde sorgulama yapılabilmesidir. Sistemi tanımlayıp girdiğiniz tüm veriler ya da bir kısmı için istediğiniz sorgulamayı yaptırıp, sonucu ister görsel, isterseniz de verilerde görebiliriz. Böylece elle yapılamayacak çoklukta veriler analiz edebilir ve bilgisayarın hatasız işlem yeteneğini kullanabiliriz.

Her ne kadar bizim sistemin verileri CBS için az olsa da bu sayede program daha iyi anlaşılmış ve daha ilerisi için (Ölçümler devam ettikçe gelecek veriler için) bir format oluşturulmuştur. Gelecek veriler daha sonra girilerek sistemin değişimi, sürekliliği ve de etki eden faktörler daha iyi anlaşılacaktır.

Bu çalışmada, giriş bölümünden sonraki ilk bölümde şu ana kadar yapılmış ve yapılmakta olan CBS uygulamaları anlatılmıştır. "NASIM", "Timeview" ve "Arcview'in" alansal ve zamansal verileri kullanan hidrolojik modellerde birlikte kullanılabilmesi için yardımcı programların üretimi anlatılmıştır. Güney Kaliforniya Rezervuar'ındaki kedikuyruk ve su zambaklarının CBS kullanılarak tahmini dağılım modellemesinden sonra, CBS kullanılarak yağmursuyu modellemesi çalışmaları anlatılmıştır. Daha sonra "DIJKGIS: Barajların Bakımı ve Yönetilmesi" için bir program hakkında bilgi verilmiştir. Büyük Menderes Havzasında hidrometeorolojik veri tabanının oluşturulması anlatılmıştır. GAP'ta Halfeti Barajında yer seçiminde kullanılmıştır. Bodrum Yarımadasında bazı koyların arazi potansiyel kullanım ilişkisinin CBS ile değerlendirilmesinde kullanımı ve Van ili ve çevresinde kar ölçümleri yapılarak su potansiyeli hesabında kullanılması üzerinde durulmuştur. Yani ikinci bölümde CBS uygulamaları hakkında bilgiler verildi, gerek hidrolik ile ilgili gerekse de diğer konularla ilgili yapılan çalışmalara yer verilerek uygulama alanları üzerinde duruldu.

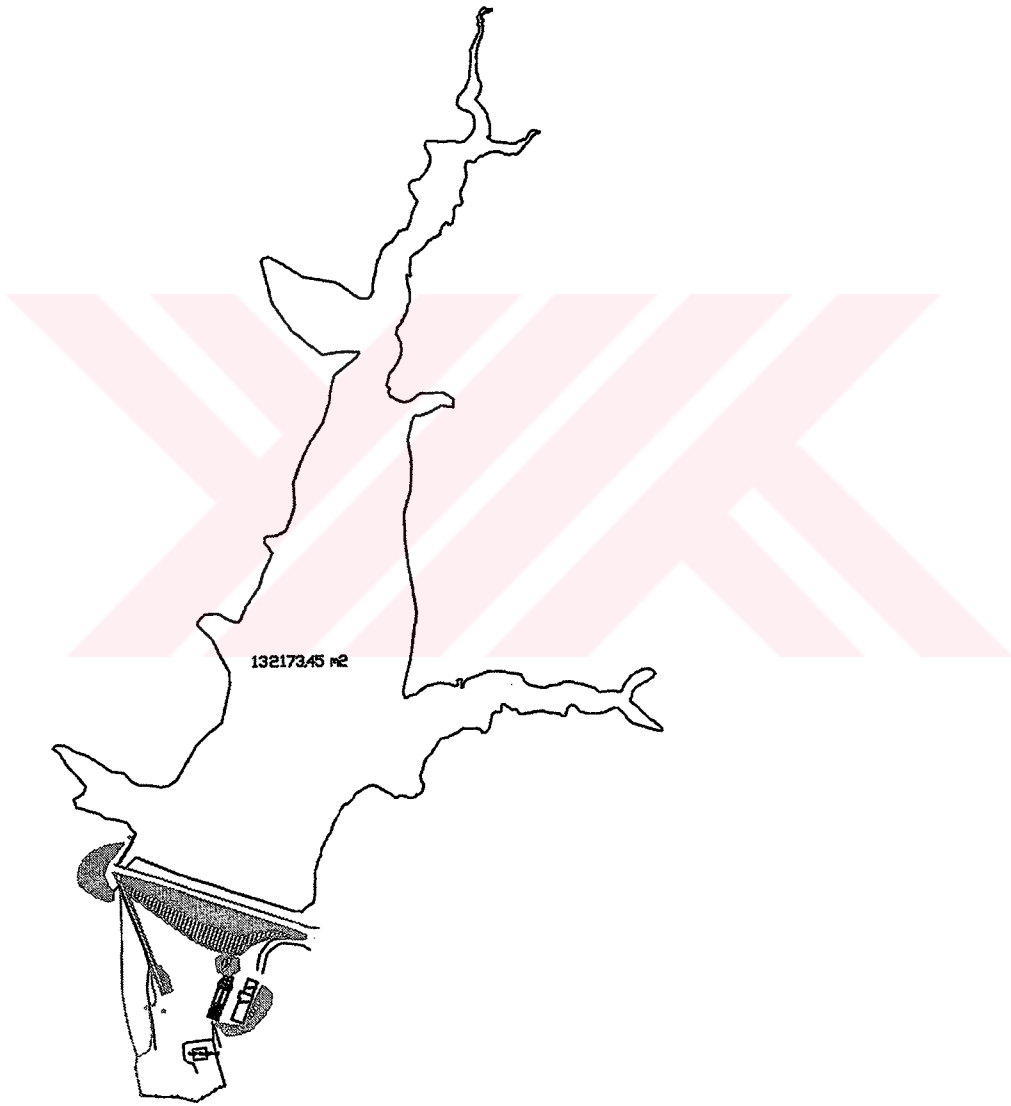
Üçüncü bölümde baraj hazneleri hakkında temel bilgilere değinilerek, hazne özellikleri ve daha önce çeşitli araştırmacılar tarafından yapılmış göl ile ilgili çalışmaların sonuçları ve göl nitelikleri anlatıldı. Böylece sistem daha anlaşılır hale getirilmeye çalışıldı.

Dördüncü bölümde ise CBS (Coğrafi Bilgi Sistemi) tanıtılmıştır. Temel kavramları ve işleme şekli tariflenmiştir. CBS'in kullanım alanları, zor yanları ve faydaları üzerinde durulmuştur. Kullanılan program hakkında da kısa da olsa bilgi verilmiştir. Çalışmanın amacı programı tanıtmak olmadığından çok kısa ve önemli özelliklerine değinilmiştir.

Daha sonraki bölümde Erikli Göleti'nde ölçtüğümüz veriler sistematik olarak verilir, yapılan çalışmalarda faydalanan verilerden en azından bir örnek verilmiştir.

“Arcview” programında yapılan çalışmaların aşamaları ve yapılanlar ayrıntılı bir şekilde anlatılmıştır. “Winsid” programında ise girilen veriler verilir, son yapılan aya ait veriler ve sonuçları verilmiştir. Burada “winsid” programı tanıtılmamıştır. Çünkü çok kapsamlı bir program değildir. Verileri girilip grafiğini çizen ve temel işlemlerin yapıldığı, baraj gövdesine ve çevresine yerleştirilen aletlerden elde edilen verilerin yorumlanabilir, hale gelmesini sağlayan aracı bir programdır.

En son bölümde ise elde edilen sonuçlar sıralanmış ve çalışılan göletin ne tür bir karakter izlediği üzerinde durulmuştur.



Şekil 1.1 Gölün Planı

2 ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1 “NASIM”, “TIMEVIEW” VE “ARCVIEW’İN” ALANSAL VE ZAMANSAL VERİLERİ KULLANAN HİDROLOJİK MODELLERDE BİRLİKTE KULLANILABİLMESİ İÇİN YARDIMCI PROGRAMLARIN ÜRETİMİ

Hidrotek, hidrolik mühendislik problemleriyle ilgilenen bir yazılım firmasıdır. Firma özellikle kentsel hidrolik ve açık kanal hidroliği alanlarında gereken topoğrafik verilerin zamansal verilerle birlikte kullanımını sağlayan, “Nasim”, “Timeview” ve “Arcview” programlarının bu amaçla birlikte kullanımını kolaylaştırmaya çalışmaktadır. Yukarıda adı geçen konularda hidrolik modeller oluşturulurken yapısal olarak birbirinden tamamen farklı iki veri tipinin kullanılması gerekir: birincisi CBS tarafından sağlanan topoğrafik bilgi iken, ikincisi TSMS (zaman dizileri yönetim sistemi) programları tarafından saklanan ve görselleştirilen zamansal veridir.

Firma ürettiği programların uygunluğunu sınamak için Aasee şehrinin ortasında yeralan insan yapımı bir gölün yönetimi projesini üstlenmiştir. Bu göl esasen estetik amaçlıdır. Ancak sele karşı koruma gibi ikincil yararları da mevcuttur. Göle az miktardaki giren akımlar sebebiyle özellikle kurak mevsimlerde kirlilik yaşamaktadır. Projenin amacı gölün kirlenme sebeplerinin önem sırasının tespiti ve elde edilen bilgilerin gerek halk gerekse politikacıların bilgilendirilmesi amacıyla kullanılmasıdır. Bu amaçla gölün bir simülasyon modeli oluşturulmuştur. Gölü kirlетici faktörler: gübreleme sonucu suya karışan kimyasallar, çeşitli bölgelerden yapılan mecburi boşaltımlar vb. olarak tesbit edilmiştir.

Kirlilik faktörlerinin etkisini hesaplayabilmek için tüm veriler ortak bir veri tabanında saklanmaktadır: giren akımların dijital haritası, toprak tipi dijital haritası, yerleşim alanı dijital haritası, topografik harita, uzun süreli yağmur ve diğer meteorolojik bilgi, zamansal gübreleme bilgileri. Tek bir veri tabanında tutulan bu bilgilerden topoğrafik olanlar “arcview”, zamansal olanlar “timeview”, kullanım ve özellik bilgileri “nasim” programı tarafından işlenmektedir. Bu veri tabanı iki ayrı matematiksel model tarafından kullanılmaktadır.

Drenaj modeli: Alan bir ile beş kilometre arasında birim bölgelere ayrılmıştır. Burada kriter olarak yerleşim yoğunluğu, toprak tipi, yeraltı su seviyesi, eğim gibi faktörlerin hepsinin sabit kalabildiği en geniş bölge belirlenip burası bir birim alan olarak kabul edilmiştir. Tüm harita birim alanlara bölündükten sonra bu kriterlerin zamansal diziler

olarak incelenmesiyle drenajın her bir bölge için ayrı ayrı yıllık değişimi tesbit edilmiştir.

Nitrat modeli: Gübreleme sonucu suya karışan nitrojenin, mineralizasyon, denitrifikasyon, bitki çürümesi, amonyaklaşma gibi olayları simüle edilmiştir. Oluşturulan modelde on yıllık zaman diliminde on günlük aralar ile bilgiler gösterilmiştir. Burada yapılan ölçümler yukardaki aralığa uygun olmasa bile kullanılan program (timeview) mevcut verilerden bu noktalar için olası değerleri hesaplamak için kullanılmıştır.

Bu projenin sonucunda drenaj ve giren akımların yıllık değişimi ayrı ayrı tesbit edilmiş, gübreleme sonucu nitrat akışının çoğunlukla kış sezonu boyunca gerçekleştiği anlaşılmıştır. Buradan elde edilen sonuçlarla göl çevresindeki tarımın belli bölgelerde yoğunlaşması yerine değişik alanlara yayılmasının ve tarla sınırlarının uygun şekilde belirlenmesinin yararlı olacağı anlaşılmıştır. Sonuç çiftçilerin ve politikacıların bilgilendirilmesinde kullanılmıştır.

Teknik açıdan ise sonuç; gelecekte hidrolojik simülasyon modellerinin oluşturulmasında sadece CBS'in değil TSMS ve ortak bir veri tabanı yönetim programının gerekli olacağıdır. [1]

2.2 GÜNEY KALİFORNİYA REZERVUAR'INDAKİ KEDİKUYRUK VE SU ZAMBAKLARININ CBS KULLANILARAK TAHMİNİ DAĞILIM MODELLEMESİ

Güney Karolina'daki Savannah Irmağı bölgesinde bulunan Par Pond ve L göllerinin yönetilmesinden sorumlu ekip tarafından Par Pond gölünün 30 yıldan fazla bir süredir hidrolojik ve ekolojik yönden takibi sonucu elde edilen bilgilerle, daha yeni tarihlerde kurulan L gölündeki gelecekteki su makrofitlerinin dağılımının CBS kullanılarak tahmin edilmesi amaçlanmıştır.

Daha eski olan ParPond gölü su makrofitlerinin yaşayabilecekleri tüm alanlara yerleşmesi sonucu sabit bir bitkisel aktiviteye kavuşmuştur. Gölde uzun süredir devam eden inceleme ve yönetim amaçlı veri toplanması belirlenmiş 48 noktadan alınan örneklerle yapılmaktadır. Göller Bölgesinin yönetiminden sorumlu ekip bu büyük bilgi birikiminin, daha yeni olan L gölündeki henüz olası tüm alanları kaplamamış su makrofitlerinin gelecekte nerelerde tutunabileceğinin şimdiden tahmin edilmesinde CBS tekniklerinin de birlikte kullanımı ile işe yarayabileceğini

düşünmüşler. Bu tahmin modeli, halen Par Pond gölünde baskın olan Kedikuyruk ve Su Zambağı türlerinin benzer hidrolojik ve ekolojik yapıları yüzünden L gölünde de baskın türler olacağı varsayımı ile bu türlerin yaşayabileceği şartları su makrofitleri için uygun şartlar olarak kabul etmiş ve bu şartları "Çevresel Sınırlama Kriterleri" adı altında yedi ana başlıkta toplamıştır.

Bu yayında su makrofitlerinin hedeflenmesinin ana sebebi, mevcut bir rezervuarın hidrolojik ve ekolojik yönden su kalitesini belirleyici çok önemli bir faktör olmasıdır. Çünkü su makrofitleri gerek atıkların tüketilmesi ve gerekse balıklar ve diğer su canlıları için besin ve barınma alanı sağlaması gibi nedenlerle su kalitesini doğrudan gösteren ve mutlaka durumları takip edilmesi gereken bir faktördür. Mevcut ekolojik su makrofiti tahmin çalışmaları genelde bir türün diğer türe oranı gibi genel miktar konusunda yoğunlaşmışlardır.

Bu çalışma ise CBS yardımıyla 5x5 m.lik birim alanlarda su makrofitlerinin doğrudan yayılımı konusunda odaklanmıştır. Çünkü rezervuarın yönetimi için bu tarz bir bilgi gereklidir. Su makrofitlerinin anlık durumu, hava fotoğrafçılığı, uçaktan multi-spektral tarayıcı kullanımı, uydu görüntüleri gibi kaynaklardan elde edilebilir. Geçmişteki rezervuar takibi çalışmalarından elde edilen bilgiler, su makrofitlerinin yaşam alanlarının aşağıda özetlenen şartlara uygun bölgeler olmasının gerekliliğini göstermiştir:

- a) Su derinliği
- b) Eğim yüzdesi
- c) Sürüklenme
- d) Toprak cinsi
- e) Su sıcaklığı
- f) Akıntı hareketi
- g) Askı malzemesi

Tüm bu şartların göl haritası üzerinde en küçük birim 5x5 m. olacak şekilde nokta nokta yerleştirilmesi ve sonuçta bu şartların tümünü sağlayan alanların uygun olarak kabul edilmesi yöntemi ile gelecekteki maksimum su makrofiti yaşama alanı tespit edilmiştir. Bu işlemler yaşam kriterleri farklı olan her iki tür (su zambağı ve

kedikuyruk) için ayrı ayrı yapılmıştır. Kriterler hakkındaki veriler, gerek uydu görüntüleri gerekse bölgenin su altında kalmadan yapılan topografik ve biofizik ölçümlerle sağlanmıştır. [2]

2.3 CBS KULLANILARAK YAĞMURSUYU MODELLEMESİ

Ankara'da Çankaya'da bulunan Güvenlik Caddesini Atatürk Bulvarı, Cinnah ve Hoşdere Caddeleri ile çevreleyen, yaklaşık iki kilometre karelik bir alana sahip bir kentsel havza olan Koruma Havzasında yağmursuyu drenaj ağı, arazi modeli ve arazi kullanımı kullanılarak drenaj alanı modellenmiştir.

Akış katsayıları yakında hazırlanan halihazır haritalar kullanılarak seçilmiştir. Halihazırda varolan sistemin iletim kapasitesi çeşitli tekerrür süreleri kullanılarak test edilmiştir. Gerekli hidrolojik ve hidrolik analizleri yapmak için ağ analizleri gibi birçok CBS teknikleri, makro programlama dili kullanılarak geliştirilen uygulama programı içersinde kullanılmıştır. [3]

2.4 DIJKGIS: BARAJLARIN BAKIMI VE YÖNETİMİ İÇİN BİR PROGRAM

Hollanda'nın en yoğun yerleşimine sahip olan bölümü Meuse, Schelde ve Rhine nehirleri ve Kuzey Denizi yüzünden su basması tehlikesi altındadır. Geçen senenin televizyon haberlerinden yerel hükümetin nehir bölgesindeki 250 binden fazla insanı boşaltma kararı aldığı hatırlanabilir. Hollanda'daki insanların suya karşı korunması ulusal hükümet için olduğu gibi yerel yönetimler içinde çok yüksek öncelikli bir görevdir. 1996 yılı Ocak ayında Hollanda parlamentosu ve "Sulak Alanlar Yönetim Birimince" sudan korunma sözleşmesi kabul edilmiştir. Böylece gelecekte Hollanda'da yapılacak olan baraj ve setlerin güvenliğini temin etmek, yönetim ve bakım ünitelerinin işlerini kolaylaştırmak için su yolu kayıtlarının ve zabıtlarının tutulması zorunlu kılınmıştır. Hollanda'da 600km duvar denize karşı, 650 km nehirlerle karşı ve 1000 km'de denizden kazanılan topraklar için setler inşa edilmiştir.

Çalışma bölgesinin su yönetim bölümü, Ijsselmer bölgesinin kuzeyindeki Barrier seti ve aynı bölgenin ortasında yer alan Houtribdam setlerinin güvenliğinden sorumludur. 1993 yılında Ijsselmer bölgesi yönetimi ile ulusal su yönetim birimi ortaklaşa setler için CBS kullanımının olasılıklarının araştırılması amacıyla Houtribdam setinin bilgileri ile bir pilot çalışma başlatmıştır. Bu pilot çalışmanın sonuçları çok faydalı ve umut vadeditici bulunduğundan 1994 yılında DIJKGIS projesine başlatılmıştır.

Bu proje ile ilgili tüm kuruluşların katılımıyla oluşturulan ve tümüne açık ortak bir veri tabanı oluşturulması amaçlanmıştır. Veri tabanı kullanımında amaç bilgilerin karşılaştırılmasından ziyade ilgili kurumlar arasında ortak bir dil ve eşgüdümün sağlanmasıdır. CBS kullanılarak oluşturulan bu projede “Arc/info”, “arcview” ve açık “RDBMS” veri tabanı uygulamaları kullanılmıştır. İlgili tüm kuruluşların yanı sıra programcılar ve CBS uzmanlarının katkısıyla fiziksel çevre bir veri tabanına girilmiş, standart bir iletişim sağlanmış ve kullanıcı dostu bir erişim programı elde edilmiştir. Bu sayede yüksek bir verim ve uyumluluk elde edilmiştir. [4]

2.5 BÜYÜK MENDERES HAVZASINDA HİDROMETEROLOJİK VERİ TABANININ OLUŞTURULMASI

Türkiye'nin Ortabatısında yeralan Büyük Menderes Havzasında Devlet Meteoroloji İşlerine (DML) ait 1996 yılı itibarı ile toplam 49 istasyonda yağış, sıcaklık, nisbi nem, buharlaşma, güneşlenme süresi, rüzgar, toprak sıcaklığı gibi birçok meteorolojik ve hidro-meteorolojik ölçümler yapılmaktadır. Bu çalışmada daha çok hidrolik amaçlara yönelik DML tarafından ölçülmüş, yağış, sıcaklık, nem ve bunlara ilişkin yükselti, koordinat dereceleri, yağış alanı gibi fiziksel parametreler elde edilmiş, eksik gözlemler regresyon teknikleri kullanılarak tamamlanmış ve belirli bir sistematik ile bilgisayar ortamına aktarılmıştır.

Böylece meteorolojik ve hidro-meteorolojik verilerden oluşan veri sistemi kullanıcıya hazır hale getirilmiştir. Hazırlanan veri tabanından istenilen yere ait verilerin kullanıcı tarafından alınması oldukça kısa zamanda, bilgisayardan doğrudan alındığından hatasız olmaktadır. [5]

2.6 GAP'TA HALFETİ BARAJINDA YERLEŞİM YERİ SEÇİMİ

Gap projesi içerisinde inşa edilen Halfeti barajının işletilmeye başlanmasıyla, memba tarafındaki su kütlesinin altında kalacak yerleşim yerine yeni yer tayininde CBS kullanılmıştır. Bu çalışmada arazi boş alan, baraj gölü, imar planı, dini yapılar, öğretim kurumları, spor tesisleri, resmi kurumlar, ticaret alanları, yol, konut alanları ve sosyo-kültürel tesis alanlarından tabakalar (theme) oluşturulmuş ve su altında kalan yerleşim yeri için yeni yer seçiminde kriter olarak alınmıştır.

Klasik sistemle yapılan, yani asetatlara çizilip, üst üste konularak yapılan çalışmadan çok farklı sonuçlar elde edilmiştir. Bunun sebebi, CBS birçok faktörü dikkate alarak değerlendirme yapabilme yeteneğidir. [6]

2.7 BODRUM YARIMADASINDA BAZI KOYLARIN ARAZI POTANSİYEL KULLANIM İLİŞKİSİNİN CBS İLE DEĞERLENDİRİLMESİNDE KULLANIMI

Bodrum Yarımadası sahil şeridi üzerinde yeralan; Yahşi-Bitez Koyu, Akyarlar-Karaincir Koyu, Yalıkavak Koyu, Gündoğan Koyu, Gölköy Koyu sahip oldukları jeomorfolojik ve araziden faydalanma ile ilgili özelliklerden dolayı dikkat çekicidirler. Bu koyların 1958- 1960 yılları ve 1995-1996 yıllarına ait arazi kullanımlarının görüntüleri, CBS metodolojisinde, IDRISI ortamında, ASCII kodları kullanılarak görüntüler üretilmiştir.

Bu çalışmada yarımadanın öncelikle sahil şeridinde ve daha az olarak hinterlandında, araziden faydalanmada fonksiyonel değişimlerin yaşanmakta olduğunu ortaya koymaktadır. Yerleşmelerin yayılım alanlarının her geçen yıl büyümesi mevsimlikte olsa hızlı nüfus artışına neden olmaktadır. Böylece, bölgede çevresel problemler belli oranlarda yaşanmaya başlanmış olup, kontrol altına alınmadığında geri dönüşü olmayan değerlere ulaşması kaçınılmaz olacaktır. Yerli halkın geleneksel ekonomik faaliyetlerini, turizm lehine yavaş yavaş terketmesi, yarımadanın bütününde bölgesel planlamanın yeniden gözden geçirilmesinin gerekliliğini ortaya çıkarmıştır. [7]

2.8 VAN İLİ VE ÇEVRESİNDE KAR ÖLÇÜMLERİ YAPILARAK SU POTANSİYELİ HESABINDA KULLANILMASI

Tübitak projesi dahilinde aylık olarak belli istasyonda Devlet Meteoroloji İşleri tarafından ölçülen kar miktarı CBS programına girilerek, bu karlardan elde edilecek su miktarının hesaplanmasında ve herhangi bir olası taşkın durumunu önceden tahmin ederek mevcut yapılar için bir işletim planı oluşturulması veya yerleşim yerlerinin önceden boşaltılabilmesi amacıyla projeye başlanmıştır. Proje devam etmektedir. [8]

2.9 KÖYCEĞİZ PROJESİNDE

Köyceğiz projesinde İTÜ tarafından CBS çeşitli uygulamalarda kullanılmıştır. [9]

3 BARAJ HAZNELERİNİN İZLENMESİ

3.1 HAZNELERİN GENEL ÖZELLİKLERİ

3.1.1 Giriş

Hazneler enerji üretimi, taşkın kontrolü ve gerektiğinde kullanmak amacıyla su tutmak için inşaa edilen mühendislik yapıları olmakla birlikte doğal göller de bu tanım içine girmektedir. Farklı amaçlar için haznedeki suyun kullanımı veya çekilmesi sırasında alınan ve hazne içinde kalan suyun sıcaklığına, tuzluluğunun, bulanıklığının ve diğer su kalitesi parametrelerinin bilinmesi gerekmektedir. Bu aşamada hazne içindeki karışım sürecinin dinamiğinin tam olarak belirlenmesi gerekmektedir.

Karışım sürecini en genel anlamda etkileyen üç bileşen vardır. Bunlar sisteme kinetik ve potansiyel enerji transfer eden giriş ve çıkış akımları ile sıcaklık değişimleri (radyasyon, ısı transferi ve buharlaşma) ve mekanik enerji transferi (rüzgar) ile meteorolojik etkenlerdir. Bu etkenler ilerleyen bölümlerde detaylı olarak ifade edileceklerdir.

3.1.2 Hazne Hidroliği

Hazne hidroliği ile ilgili denklemler, Navier-Stokes denklemleri ile aynı formdadır. Ancak yapılan dört tane kabul ile hazne hidroliği basitleştirilebilir. Öncelikle aşağıdaki notasyonları vermek uygun olur. [10]

W	Akıntıların düşey bileşeni	
$V=(u,v)$	İki vektörün toplamı olarak ifade edilen akıntı vektörü	(3.1)
$\nabla = \left(\frac{\partial}{\partial x}, \frac{\partial}{\partial y} \right)$	Yatay gradyan operatörü	(3.2)
$\text{grad } \phi = \left(\nabla \phi, \frac{\partial \phi}{\partial z} \right)$	Üç boyutlu gradyan operatörü	(3.3)
$\text{div } \phi = \nabla \cdot \left(\phi_x, \phi_y \right) + \frac{\partial \phi_z}{\partial z}$	Üç boyutlu diverjans operatörü	(3.4)

3.1.2.1 Boussinesq Kabulü:

Özgül kütledeki değişim yalnızca Arşimet kaldırma kuvvetine yol açması ile dikkate alınır. Böylece, ağırlık kuvveti [10]

$$\rho \cdot g = (\rho - \rho_0) \cdot g + \rho_0 \cdot g = \nabla p \cdot g + \rho_0 \cdot g \quad (3.5)$$

Burada, ρ_0 , +4°C deki suyun referans özgül kütleisidir ve $\nabla\rho = \rho - \rho_0 < 0$ dir.

3.1.2.2 Hidrostatik Basınç Kabülü

Bu kabul dahilinde düşey ivmelerin kaldırma kuvvetleri ve düşey basınç gradyanları yanında ihmal edilecek derecede küçük olduğu ifade edilir. Viskoz kuvvetlerin olmadığı hal için;

$$\frac{\partial p}{\partial z} + \rho \cdot g = 0 \quad (3.6)$$

yazılabilir.

3.5 Denklemi 3.6 denkleminde yerine konur ve p buradan sınır şartları ile çözülürse

$$p = -\rho_0 \cdot g (z - \eta) - \int_z^\eta \Delta\rho \cdot g \cdot d\zeta - p^{atm} \quad (3.7)$$

olur.

Burada $\eta (x,y,t)$ serbest yüzeydeki değişimi $p^{atm}(x,y,t)$ ise atmosferik basıncı ifade etmektedir.

3.1.2.3 Sıkışmazlık Kabülü

Bu kabülde özgül kütleinin değişimi basınçtan bağımsız olup sadece sıcaklık ve tuzluluğa bağlıdır. Başka bir ifade ile $\rho = \rho (\theta, s)$ θ sıcaklık ve s tuzluluktur.

Tatlı su göllerinde tuzluluğun önemi pek olmayacağına göre $\rho = \rho (\theta)$ tarifi uygundur. Böylece kütleinin korunumu denklemi şu şekilde verilir:

$$\nabla v + \frac{\partial w}{\partial z} = 0 \quad (3.8)$$

3.1.2.4 Gerçek Hareket için Genelleştirilmiş Adiyabatik Kabülü

Haznelerde akım alanı genellikle türbülanslıdır. Başka bir deyişle, ortalama bir hareketin üzerine süperpoze olmuş çalkantılar söz konusudur. Bu kabul ile ısı iletimi ve viskoz kuvvetler ihmal edilmiştir.

Enerji Denklemi:

$$\frac{d\theta}{dt} = 0 \quad \text{olur.} \quad (3.9)$$

Kütlenin Dengesi

$$\nabla \cdot v + \frac{\partial w}{\partial z} = 0 \quad (3.10)$$

şeklinde yazılabilir.

Enerji Dengesi

$$\frac{d\theta}{dt} = 0 \quad \text{dır.} \quad (3.11)$$

$$\frac{\partial u}{\partial t} + \nabla \cdot (v \cdot u) + \frac{\partial}{\partial z} (w \cdot u) - f v = -\frac{1}{\rho_o} \frac{\partial p}{\partial x} \quad (3.12)$$

Yatay Momentum Dengesi

$$\frac{\partial v}{\partial t} + \nabla \cdot (v \cdot v) + \frac{\partial}{\partial z} (w \cdot v) - f u = -\frac{1}{\rho_o} \frac{\partial p}{\partial x} \quad (3.13)$$

Türbülans altı hareket denklemler bu şekilde tanımlanırken burada verilen $f = 2 \sin \alpha |\Omega|$ olup Coriolis ivmesini ifade eder. Ω dünyanın açısal hızı α ise coğrafik enlemi ifade eder. Ekvatora yakın ve çok büyük göllerin haricinde bu etki de ihmal edilebilir. Haznedeki akım alanının matematiksel olarak ifade edebilmek için verilen 3.10, 3.11, 3.12, 3.13 denklemleri, ortam içindeki mevcut türbülans dolayısı ile yetersiz kalmaktadır. Bu aşamada yapılacak şey mevcut denklemlerdeki parametreleri ortalama ve çalkantı diye ikiye ayırmak ve tüm denklem takımının zamansal ortalamasını almaktır.

($u = \bar{u} + u' = \bar{v} + v'$ gibi) Böylece 3.9, 3.10, 3.11, 3.12, 3.13 denklemleri aşağıdaki formu alır.

$$\nabla \cdot v + \frac{\partial w}{\partial z} = 0 \quad (3.14)$$

$$\frac{\partial u}{\partial t} + \nabla \cdot (v \cdot u + \Gamma(u)) + \frac{\partial}{\partial z} (w \cdot u + \gamma(u)) - f v = -\frac{1}{\rho_o} \frac{\partial p}{\partial x} \quad (3.15)$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} + \nabla \cdot (v \cdot v + \Gamma(v)) + \frac{\partial}{\partial z} (w \cdot v + \gamma(v)) - f u = -\frac{1}{\rho_o} \frac{\partial p}{\partial y} \quad (3.16)$$

$$p = \rho_o \cdot g (\eta - z) + \int_z^\eta (\rho_o(\zeta) - \rho_o) \cdot g \cdot d\zeta + p^{atm} \quad (3.17)$$

$$\frac{\partial \theta}{\partial t} + \nabla(v\theta + \Gamma(\theta)) + \frac{\partial}{\partial z}(w\theta + \gamma(\theta)) = 0 \quad (3.18)$$

Bu denklemlerdeki tüm terimler ortalama değerleri ifade edip parametreler üzerindeki bar işaretleri kolaylık olsun diye konulmamıştır. Γ ve γ olarak verilen akım terimleri aşadaki formül 3.19, 3.20, 3.21'de ifade edilebilir. [10]

$$\Gamma(u) = (\overline{u'u'}, \overline{u'v'}) \quad \gamma(u) = \overline{w'u'} \quad (3.19)$$

$$\Gamma(v) = (\overline{u'v'}, \overline{v'v'}) \quad \gamma(v) = \overline{w'v'} \quad (3.20)$$

$$\Gamma(\theta) = (\overline{u'\theta'}, \overline{u'\theta'}) \quad \gamma(\theta) = \overline{w'\theta'} \quad (3.21)$$

3.1.3 Hazne Hareketleri

Öncelikle haznedeki hareketi ve bu hareketin özelliklerini ve sebeplerini bulmaya çalışalım. Bu hareket haznedeki değişimin boyutunu ve bu değişimin zamana ve konuma bağlı olarak gelişimini anlamaya yarar.

Haznedeki su hareketi;

- 1) Yüzeysel akışı
- 2) Derinlerdeki akışı
- 3) Dikey sirkülasyonu içerir.

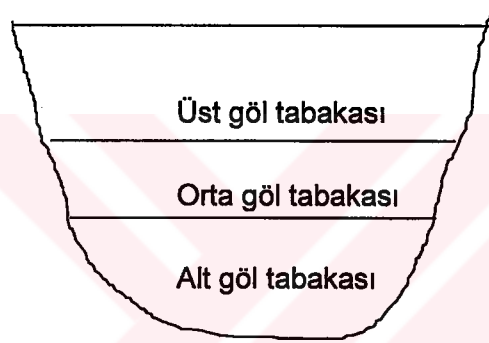
Bu hareketin sebebi ;

- 1) Rüzgar
- 2) Suyun ısısından dolayı oluşan yoğunluk farkı
- 3) Dünyanın dönüşü
- 4) Jeomorfolojik yapı
- 5) Giriş ve çıkış akımlarıdır.

Bir haznedeki su hareketini incelerken deneylerde ve model kullanımında değişik kabuller yapılmıştır. Fakat bu kabullerin ortak olanı;

En üst tabaka (kimi çalışmada 20m ,50m) dikkate alınmamış olmasıdır. Çünkü; bu kısma etkiyen faktörler çok fazladır. Bu kısmın gösterdiği davranış diğer bölümlerden ayrılmaktadır. Ayrıca bu kısım karakteristik bir özellik göstermemektedir. Şekil 3.1’de tipik bir gölün tabakaları gösterilmektedir. Bulanıklık, tuzluluk, hava şartları, mevsimsel değişimler bu kısmın kalınlığını belirler.

Hazneler üç bölümden oluşur; Genellikle her hazne için bu tabakaların kalınlığını her araştırmacı değişik almıştır. Bazı araştırmacılar epilimnion tabakasını 75, 80 ,90 metreye dek indiğini kabul etmiştir ki bu farklar yaklaşık 300 m derinliğe sahip bir hazne için önemsizdir.



Şekil 3.1 Göl Tabakalarının Şematik Gösterimi

3.1.3.1 Termal Karışım

Su ısıyı iyi iletmediğinden ve sıcak su daha hafif olduğu için haznedeki düşey su sütunu boyunca belirgin bir sıcaklık farkı (gradyanı) görülür ve buna “Termal Tabakalaşma” adı verilir. Bu tabakalaşma özellikle yaz aylarında daha karardır. Söz konusu yapı içinde oluşan üst tabakaya “Üst göl tabakası” (sirkülasyon bölgesi, Epilimnion), orta tabakaya “Orta göl tabakası” (Metalimnion veya Thermocline, geçiş bölgesi) ve alt tabakaya “Alt göl tabakası” (durgun bölge, hypolimnion) denir.

Kimyasal ve biyolojik reaksiyonların büyük bir kısmı epilimnionda gerçekleşir. Soğuk havalar yaklaştıkça üst tabakadaki su kütlesi soğumaya başlar ve ağırlaşan su kütlesi

tabana doğru harekete geçer. Bu durum gölün içinde bir sirkülasyon meydana getirir. Buna "Sonbahar Karışımı" adı verilir. Genellikle ilkbaharda da buna benzer bir ilkbahar karışımı meydana gelir.

Çok büyük haznelerde yılın büyük bir bölümünde termal tabakalaşma görülür. Bu koşullar altında ortalama izoterm eğrileri (eş sıcaklıklı noktaların geometrik yeri) güçlü rüzgar etkileri ve giriş akımları olmadığı sürece yatay yüzeyler olarak kalır. Bu zorlayıcı kuvvetler ile üretilen türbülans alanı sayesinde üst göl tabakası tam bir karışma uğrarken, ara tabakada oluşan içsel dalga ve soruganlar ile alt göl tabakasında da karışma neden olur. Ancak bu zorlayıcı etkiler yeterince küçükse, karışma sebep olmaz ve zamansal ortalaması alınarak düşey bir su sütünü boyunca stabil bir sıcaklık değişimi (tabakalaşma) elde edilir. Özellikle yaz mevsiminin sonlarına doğru haznelerde görülen tabakalaşma derecesi EPA tarafından yapılan sınıflandırmaya göre aşağıdaki şekilde verilebilir.

Tam tabakalaşma	: 1.5 m ile hazne derinliğinin %60'ı arasındaki sıcaklık değişimi $\geq 4^{\circ}\text{C}$ ise
Zayıf tabakalaşma	: 1.5 m ile hazne derinliğinin %60'ı arasındaki sıcaklık değişimi $< 4^{\circ}\text{C}$ ve 1.5 m ile maksimum derinlik arasındaki sıcaklık değişimi $\geq 4^{\circ}\text{C}$ ise
Tabakalaşma yok	: 1.5 m ile maksimum derinlik arasındaki sıcaklık değişimi $< 4^{\circ}\text{C}$ ise

Haznelerde tabakalaşmanın bir başka göstergesi Richardson sayısıdır. Düşey doğrultu z , yatay hızlar u ile gösterildiği takdirde, ara yüzey $\partial u / \partial z$ hız gradyanının ve $\partial p / \partial z$ yoğunluk gradyanının maksimum olduğu yer olarak tanımlanır. Ara yüzeyin kararlı olması için

$$R_i = \frac{\frac{g}{\rho} \frac{dp}{dz}}{\left(\frac{du}{dz}\right)^2} > 1/4 \quad (3.21)$$

yazılır.

Burada Richardson sayısını (R_i), Froude sayısının karesinin tersi olarak da tarifleyebiliriz. Böylelikle Froude sayısının küçük değerlerine büyük Richardson sayılarını verecek ve böylece tabakalaşma kararlı bir hale gelecektir. Diğer bir deyişle Richardson sayısının büyüklüğü atalet kuvvetlerinin küçüklüğünü yani göl içindeki akım alanının stabilitesini tarifler. Bu tarif aşağıda gösterilmiştir.

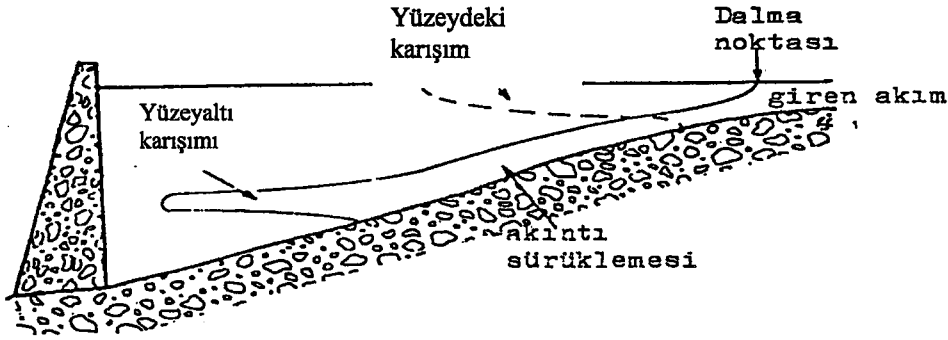
$$R_i = \frac{1}{Fr^2} \quad (3.22)$$

Diğer taraftan güneş ışığının su içine nüfuz etmesi tabakalaşmayı kontrol eden diğer bir faktördür. Bu oluşum suyun bulanıklığına çok bağlıdır. Güneş ışığının suya nüfuz ettiği derinlik temiz sularda 6~8 m, temiz ve tuzlu sularda ise 10~15 m olabilmekle beraber askıda katı maddenin yoğun olduğu haznelerde 3~5 m civarında kalabilmektedir. Kemer Country haznesinde şu anda bu değişim 1.5 m civarında olduğu bilinmekle birlikte bu değer giderek artacağı tahmin edilmektedir.

Bu nedenle hazneden hiç su çekilmemesi veya çok az su çekilmesi durumunda uzun süre durgun kalabilecek su kütlelerinde derin bölgelerde su sıcaklığının düşerek tabakalaşmanın ortaya çıkması beklenmelidir.

3.1.3.2 Giren Akımların Karışımı

Bir hazneye giren nehir suyunun sıcaklığı, genellikle haznenin üst tabakalarındaki suyun sıcaklığından farklıdır, bu sebeple yoğunlukları da farklı olmaktadır. Nehir suyu, hazneye girmesiyle birlikte durgun suyu ileri doğru iter. Bu itme, yoğunluk farkından doğan yüzdürme (kaldırma) kuvvetleri giren su kütlelerini durduracak kadar büyüyene dek devam eder. Bu noktadan sonra, giren akım eğer hazne suyundan daha sıcaksa akış yüzeyde ilerler, daha soğuksa akış dibe dalarak devam eder. Giren akımın farklı karışma rejimlerine bağlı olarak nasıl dağıldığı Şekil 3.2'de verilmiştir.

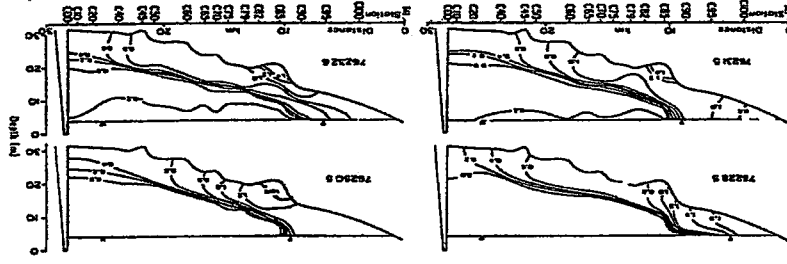


Şekil 3.2 Muhtemel nehir giriş şekilleri

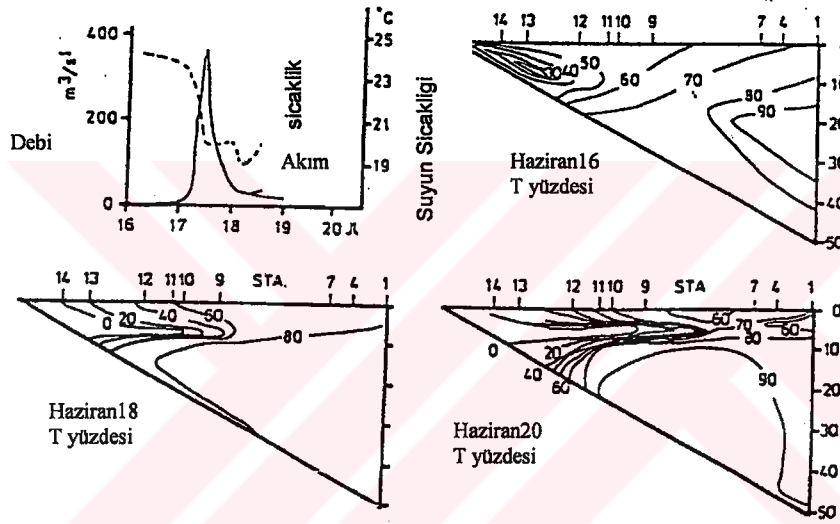
İlk karışma dalma çizgisinde oluşur. İkinci karışım mekanizmasında ise, hazneye giren akımın yoğunluğu fazla olup bir yüzey altı akımı meydana getirdiğinde taban pürüzlülüğünden dolayı bir türbülans alanı oluşacak ve böylece hazne suyu ile giren akım ara kesitinde karışım olayı görülecektir.

Statik haldeki su kütlesinden, mevcut akım içine (türbülanslı tabakaya) akışkan transferi söz konusu olur ve bu tabaka kalınlaşır ve aynı zamanda yavaşlar. Ayrıca, dibe doğru ilerleyen akımın yoğunluğu, hazne suyunun yoğunluğuna eşit hale geldiğinde akım dipten ayrılarak yatay olarak ilerlemeye başlar ki bu da üçüncü karışmadır. Bu girişimler, giren akım yoğunluğu göl suyundan az ise, yüzeyde de olabilir.

Şekil 3.3'de örnek olarak tam bir yüzeyaltı girişimi örneği gösterilmiştir. Burada yoğunluk farklılığı, sıcaklıktan çok tuzluluk değişimlerinden oluşmaktadır. Bu şekilde dikkat çekici olan hazne boy kesitinde dalma noktasının ve bu nokta ile hemen hemen aynı yerde bulunan yüksek tuzluluktaki suyun tabanda biriktiği 10.km çizgisidir. Her iki belirti de giren akımdan dolayı meydana gelen karışım mekanizmasının çok düşük türbülans seviyelerinde ilerlediğini belirtmektedir. [10]



Şekil 3.3 Yüzeyaltı girişimi örneği



Şekil 3.4 Şiddetli yüzeyaltı girişimi

Çok farklı ve daha şiddetli bir yüzeyaltı girişimi örneği Şekil 3.4'de verilmiştir. Burada, çamurlu nehir suyunun temiz bir gölü üst göl tabakasındaki girişimi görülmektedir. Giren akım kısa süreli olduğundan akım hacmi derhal ince bir dil şeklinde ilk hızını kaybederek yerini almıştır. Bu durumda nehir sıcaklığı, 8 m derinlikteki göl sıcaklığı olan 19°C'a yaklaşır. Ancak akımla ılık hazne suyu arası etkileşim 5-6 m derinlikte dalma noktası civarında meydana geldiği için giriş akımının ortalama sıcaklığı artacaktır.

Her iki örnekte de haznelerin boyu uzun ve eni kısadır. Bu nedenle yüzeyaltı akışı, kesit alanı boyunca üniform alınabilir. Halbuki pek çok durumda nehir, göle geniş ve düz bir delta boyunca girer ve üç boyutlu alt veya yüzey akışları söz konusu olur. Örneğin, hazne suyundan daha soğuk bir akım giriş yaptığında derhal dipte yanal olarak yayılmaya başlar.

Böyle bir durumda dalma, genişlik boyunca bir çizgi değil, tek bir noktadan olur ve alttan akan nehir suyu bütün yönler birden dağılır. Önemli bir problem olan bu konuda çok az çalışma yapılmıştır. Yüzeyden akan sıcak su jeti bazı bilgiler verirse de eldeki bilgi çok azdır.

Son olarak dünyanın dönüş etkisinden bahsetmeliyiz. Dalga boyu kısa olan içsel dalgalar Coriolis kuvvetlerinden çok etkilenirler. Giriş akımları da bu kısa boylu içsel dalgalar gibi düşünülebileceğinden, büyük göllere deşarj olan giriş akımlarının dinamiği de dünyanın dönüş etkisinden etkilenir. Bunun en güzel örneklerinden biri kuzey yarım küresindeki haznelerde ana akışın olduğu sağ kesimde izoterm eğrilerinin belirgin bir sapma göstermesidir.

3.1.3.3 Akıntıyla Sürüklenme ve Yüzeyaltı (Taban) Akımı

Daha yoğun nehir suyu hazneye girdiğinde, hazne suyunu geriye doğru iterek ilerler. Belli bir mesafe sonra, giriş akımı ile hazne suyu ara yüzeyinde yoğunluk farkından dolayı oluşan kaldırma kuvvetleri gelen suyu durdurmaya yetecek şekilde dengelenir. Bu noktada nehir suyu dibe dalar ve baraj duvarına doğru uzanan nehir yatağı boyunca dipten akar. Akıntı bu yolda ilerlerken, bir kısım hazne suyunu da beraberinde sürükleyerek karışmaya sebep olur. Buna akıntıyla sürüklenme adı verilir.

Kolaylık olması için, başlangıçta haznenin üniform ρ_0 yoğunluktaki su ile dolu olduğunu kabul edelim. Giren suyun yoğunluğu ise ρ_1 olsun. Ayrıca, nehir kanalı eğiminin üniform ve giriş akımının kararlı olduğunu varsayacağız.

Söz konusu taban akımını iki boyutlu olarak ve jet problemleri için geliştirilmiş şekli ile integral metod kullanarak analiz edeceğiz ve basitlik için bu akımın kesit alanını a , üniform hızını u , ve özgül kütleini ρ varsayacağız. Hacmin korunumuna göre

$$\frac{d}{dx}(u \cdot a) = E \cdot u \cdot T \quad (3.23)$$

yazılabilir. Burada:

E = akıntıyla sürüklenme katsayısı,

T = taban akımının üst kalınlığı,

x = nehir vadisi boyunca mansapta ölçülen mesafedir.

Bu eşitliğin yazılmasında, akıntıyla sürüklenmenin akıntı hızı u ile orantılı olduğu varsayımı yapılmıştır.

Hazne ρ_0 uniform yoğunlukta olduğundan kütle korunumuna göre, $\Delta\rho_0=(\rho-\rho_0)$ olmak üzere

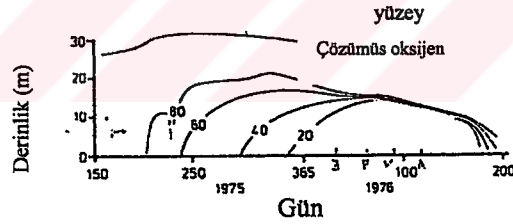
$$\Delta\rho.a.u=\text{sabit} \quad (3.24)$$

yazılabilir.

3.1.3.4 Çıkış Akımı Dinamiği

Hipolimnetik suları serbest yüzeyde meydana gelen etkilerden dolayı oluşacak bir karışıma karşı koruyan orta göl tabakası tabakasında özellikle rüzgar etkisinden dolayı çok keskin bir geçiş bölgesi oluşur.

Şekil 3.5'de görüldüğü gibi üst göl tabakasındaki güçlü karışımlar o tabakanın havalanarak içerdiği çözünmüş oksijenin artmasına sebep olurken hareketsiz alt göl tabakasındaki çözünmüş oksijen değerleri çok düşük olmaktadır.



Şekil 3.5 Çözünmüş Oksijenin Ortalama Yüzde Doygunluğu

Bu nedenle çıkış yapılarından çekilecek suyun kalitesini belirleyebilmek için gelen suyun hangi tabakadan veya tabakalardan ne miktarda geleceğinin belirlenmesi büyük önem taşır.

Normal olarak tabakalaşmanın oluşmadığı kış aylarında haznelerden su çekilmesi klasik potansiyel teori ile tariflenebilir. Bu durumda, çıkış yapısına doğru her yönden eşit olarak radyal biçimde bir akım alanı hazne içinde meydana gelir. Bununla birlikte su depolama amacıyla yapılan haznelerde yılın büyük bir bölümünde ısı tabakalaşması görülür.

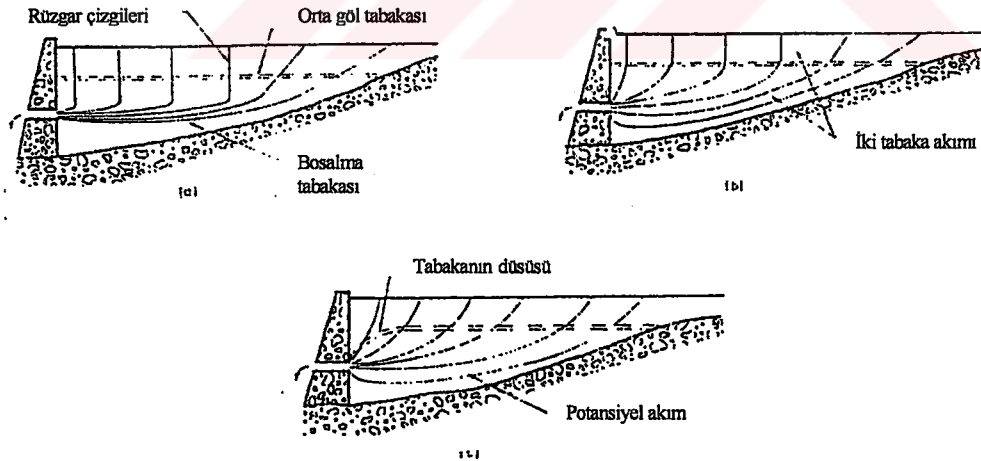
Bu tabakalaşma özellikle sıcaklık değişimlerinin büyük olduğu orta göl tabakası için ifade edilse de, hazne çıkış yapılarının genelde inşaa edildiği alt göl tabakası boyunca da zayıf olarak gözlenir.

Eğer çıkış yapılarından küçük debiler ile su çekilirse, hazne içinde düşey hareketleri önleyecek derecede güçlü kaldırma kuvvetleri düşey yoğunluk gradyanı tarafından oluşturulur.

Böylece çıkış yapısına gelen su yalnızca kendi seviyesinde ince bir katmandan yatay orta göl tabakası ile kesişebilir ve çok büyük deşarjlarda ise kaldırma kuvvetleri aşılıp ortam tamamen potansiyel akım ortamına dönüşebilir.

Değişik su alma yapılarının tabakalaşmaya etkisi aşağıdaki Şekil 3.6'da gösterilmiştir. Öncelikle küçük debilerin çekildiği dar ve uzun hazneler (iki boyutlu akım) düşünüldüğünde en çok karşılaşılan çıkış yapısı gölün tam ortasına yerleştirilen bir kule yapısıdır ve daha önceden tasarlanmış bir seviyede çıkış kapağı üzerine inşaa edilmiştir.

İlk olarak küçük deşarjlarda dar sistemi uzatılmış haznelerden akımları alalım, en pratik yol hazne gölü ortasındaki kule alım ünitesidir. Buranın daha önceden belirlenmiş bir yükseklikte su alma yapısı vardır. Su buradan küçük boyutlarda yavaş şekilde içeri akar.



Şekil 3.6 a) Alt göl tabakasında kuvvetli tabakalaşma ve küçük deşarjlar, b) Alt göl tabakasında zayıf tabakalaşma, c) Alt ve orta göl tabakasındaki kaldırma kuvvetlerini yenecek kadar kuvvetli deşarj

Bununla birlikte yatay doğrultuda kaldırma kuvveti olmadığından akım yatay bir düzlem içinde hemen hemen radyal ve akım çizgileri ise tüm hazne genişliği boyunca yayılıp daha sonra çıkış yapısında odaklanır.

Akımın hazne genişliği boyunca üniform olduğu memba kesiminde birim genişlik debisi tanımlayabiliriz. Q_3 toplam debi ve B çıkış yapısının bulunduğu kottaki hazne genişliği ise, söz konusu Q_2 debisi, $Q_2=Q_3/B$ olarak verilebilir.

N_δ kaldırma kuvveti frekansı ve $\varepsilon_{v,\delta}$, 2δ kalınlıklı su alma tabakası boyunca ortalaması ifade edilen momentum difüzyon katsayısı ve $\delta_{T,\delta}$ ısı difüzyon katsayısının düşeydeki ortalaması ise bu su alma tabakası aşağıdaki boyutsuz sayılar ile tariflenebilir.

Densimetrik (içsel) Froude sayısı

$$F_2=Q_2/N_\delta L_2 \quad (3.25)$$

Grashof sayısı

$$Gr = N_\delta^2 L^4 / \varepsilon_v^2, \delta \quad (3.26)$$

ve Prandtl sayısı

$$Pr = \varepsilon_{v,\delta} / \varepsilon_{T,\delta} \quad (3.27)$$

Imberger (1976)'in tanımladığı bir parametre ile

$$R = F_2 Gr^{1/3} \quad (3.28)$$

yazılabilir.

Tanımlanan bu temel düşünceler ışığında Kemer Country Haznesini incelendiğinde tabakalaşmayı önlemek açısından baraj işletme politikasına yön verebilecek bazı özellikler dikkat çekmektedir.

a) Mevcut gölette su alma ağızı yüzeyden (dolusavak tepe kotundan) yaklaşık 10 m kadar aşağıdadır. Hesaplamak mümkündür ki bu ağızdan su çekimi sırasında ağızın 2.5 m kadar üstündeki ve 1.0 m kadar altındaki su katmanından su çekilecektir.

b) Çok küçük düzenli debi çekimi tabakalaşmanın kuvvetlenmesini önlemekle birlikte tamamen ortadan kaldıramayacaktır.

c) Buna karşılık dip savaktan kısa süreli ani su çekilmesi tabakalaşmanın yırtılarak göl içerisinde kuvvetli yatay ve düşey sirkülasyonun ortaya çıkmasına yol açabilecektir.

Bu nedenle barajın yeterli suya sahip olduğu durumlarda meydana gelen yağışlardan yararlanılarak dip savaktan kısa süreli de olsa büyük debi bırakılmasında yarar görülmektedir.

3.1.3.5 Zayıf Rüzgarlar Sonucu Oluşan Karışım

Zayıf rüzgarların yarattığı karışım rüzgarlar göl yüzeyine bir kayma gerilmesi uygular. Serbest yüzeydeki bu kuvvet, rüzgarın gücüne, meteorolojik sınır tabakasının stabilitesine, göl yüzeyinde rüzgar hızının değişimine, feç uzunluğuna, oluşan dalgalara ve göl kıyısında dalga kırılması ile oluşan enerji harcamasına bağlı olarak hissedilir. Ancak rüzgarın hızı, bu kayma gerilmesini belirleyen etkin parametredir. Bu ise şöyle ifade edilir.

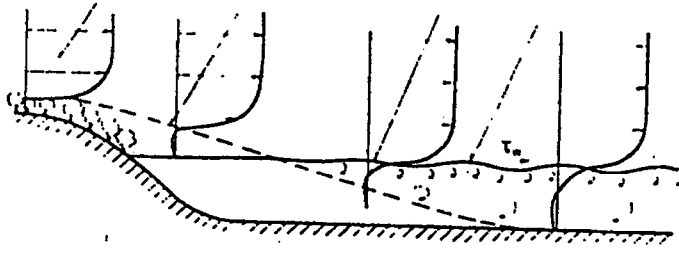
$$\tau_w = C_D \cdot \rho_A \cdot U_{10}^2 \quad (3.29)$$

Burada, U_{10} serbest yüzeyden 10 m yukarıdaki rüzgar hızı, ρ_A suyun özgül kütlesi, C_D sürüklenme katsayısıdır. Bu denklemi yazarken yaptığımız kabul ise rüzgar gerilmesinin serbest su yüzeyine hiç bir kayıp olmadan transfer olduğudur. Bu ifadede en zor nokta C_D katsayısının belirlenmesidir.

Ancak mühendislik hesaplamaları için bu değer 1.3×10^{-3} alınması uygundur. Birim zamanda, birim yüzey alanında rüzgar tarafından yapılan iş aşağıdaki ifade ile verilebilir:

$$W = \tau_w \cdot u_w \quad (3.30)$$

Bu ifadedeki τ_w kayma gerilmesi yukarıdaki denklemde tanımlanırken, u_w serbest yüzeyde suyun sürüklenme hızıdır. Göl yüzeyindeki rüzgar ve akıntı alanları şematik olarak Şekil 3.7’de verilmiştir.

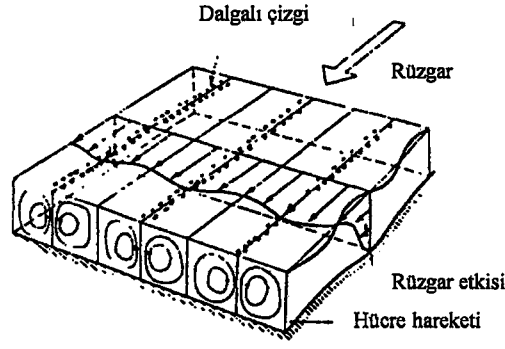


3.7 Serbest yüzeydeki rüzgar ve akıntı alanı

Bu kayma gerilmesi serbest su yüzeyinde küçük genlikli ağırlık dalgaları oluşturur. Ayrıca bu dalgaların kırılması ile serbest yüzeyde büyük miktarda türbülans oluşmasına neden olur. Bu oluşan türbülans da yine serbest yüzeydeki rüzgar etkisinin hazne yüzeyine uyguladığı kama gerilmesi ile süperpoze olarak daha fazla türbülans kinetik enerjisi oluşturur. [11]

Özellikle küçük göllerde göl yüzeyinin çevresindeki yapıların ve bitki örtüsünün etkisi ile rüzgarın oluşturacağı akım alanı ve serbest yüzeydeki türbülans şiddeti düzensiz olacaktır. Hazne yüzeyinin belli bölgelerinde sınır tabakası akımı oluşurken, diğer bölgelerinde tam gelişmiş türbülanslı akım koşulları gerçekleştirilebilir. Hazne yüzeyi kanal tabanı olarak düşünüldüğünde, tam gelişmiş akım alanı bilinen açık kanal akımına benzetilebilir. Hazneler yüzeyindeki akım alanını belirlemedeki en büyük problem yukarıda açıklanan farklı akım bölgelerinin ayırt edilmesidir.

Haznelerdeki karışım olayı yalnızca türbülans şiddetine bağlı olmayıp, ayrıca Langmuir Çevrileri (Şekil 3.8) olarak adlandırılan güçlü ikincil vorteks hareketleriyle de alakalıdır. Genellikle güçlü rüzgarların etkisinde görülen bu formasyonların eksenleri rüzgar doğrultusuna paralel olup çapları tabakalaşmanın olmadığı haznelerde göl derinliği, tam tabakalaşmanın olduğu hallerde ise üst göl tabakası kalınlığı mertebesinde. Çevrintinin hızı ise, rüzgar hızının 1/30'u mertebesinde olan rüzgarın oluşturduğu akıntının 1/3 - 1/4'ü kadardır. Langmuir sirkülasyonu ile oluşan advectif hareket ve türbülans difüzyonu ile serbest yüzeyde oluşan net türbülans kinetik enerjisi üst göl tabakasının aşağı kısımlarına iletilir.



Şekil 3.8 Langmuir çevrileri

3.29 ve 3.30 denklemlerinden, suya verilen gücün $\rho_0(u^*)^3$ ile orantılı olduğu görülür. Burada u_w 'nin yaklaşık olarak u^* 'a eşit olduğu kabul edilmiştir (u^* : suyun kayma hızı).[11]

C_K^* rüzgar enerjisi kullanım verimi olarak tanımlanır. Eğer nüfuz eden iletimden kaynaklanan güç girdisi ile rüzgar geriliminden kaynaklanan güç girdisinin toplanabilir olduğu varsayılırsa,

$$(C_{Tq}^2 + Tgh)(dh/dt) = C_K^f \cdot u_f^3 + C_K^*(u^*)^3 \quad (3.31)$$

yazılabilir. Bu denklemde q soğuma ve rüzgar karışımının ortak etkisi sonucu görülen türbülans hızının bir ölçüsü ve C_T kinetik enerji katsayısıdır.

$$Q = (u_f^3 + \eta^3(u^*)^3)^{1/3} \quad (3.32)$$

formülü ile tanımlanır. Bu formülde u_f sorguç hızıdır. $\eta = (C_K^* / C_K^f)^{1/3}$ ile gösterilirse yukarıdaki denklem daha basite indirgenir;

$$(C_{Tq}^2 + 1 \alpha \Delta Tgh)(dh/dt) = C_K^f \cdot q^3 \quad (3.33)$$

3.1.3.6 Kuvvetli Rüzgarlar Sonucu Oluşan Karışım

Rüzgarın yarattığı gerilim haznede hareket başlatır ve üst göl tabakasındaki suyun rüzgar yönünde taşınmasını sağlar. Su yüzeyi yataya yakın biçimde kalırken, alt göl tabakasındaki su bu akıma ters yönde harekete geçer. Aşağıdaki şekilde görüldüğü gibi, orta göl tabakası boyunca zamanla artan bir kesme kuvveti oluşur.

Bu artış, orta göl tabakasının yüzey gerilimini dengelemesine ancak yetecek kadar eğilerek bir hidrostatik basınç gradyanı oluşturmaya kadar devam eder. [11]

Bu aşamada, hareket tüm hazneyi etkileyen bir sirkülasyon halinden, biri üst göl tabakasında, diğeri alt göl tabakasında olmak üzere iki adet çevri haline dönüşür ve ara yüzeydeki kesme çok küçük bir değere düşer. Rüzgarın yaptığı tüm iş ya hazne içinde dağılır ya da üst göl tabakasının derinleştirmek için kullanılır.

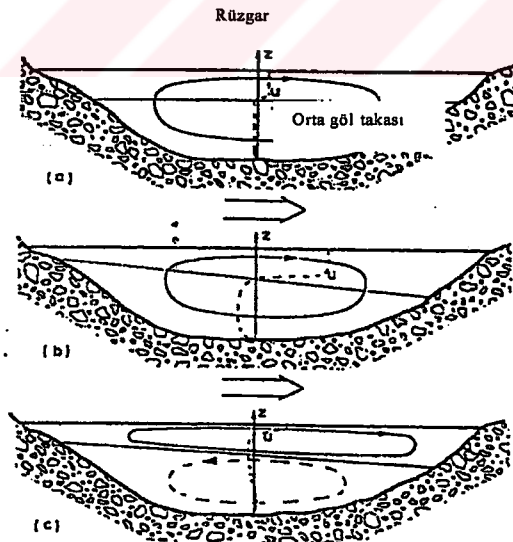
Derinleşme devam ettikçe, başlangıçta ters yönde düşük hızla hareket eden alt göl tabakası suları üst göl tabakası suları ile karışır ve aynı hızı kabul eder.

Momentum korunacağı için böyle bir karışım üst göl tabakasındaki hızı $h/(h+\Delta h)$ oranında azaltır. Ortalama kinetik enerjideki azalma oranı $\rho_0(\Delta u)^2 dh/dt$ ile orantılıdır (Δu : üst göl tabakası suları ile alt göl tabakası sularının hızları arasındaki fark).

Türbülanslı kinetik enerji dengesi şöyledir:

$$(C_{Tq}^2 + \alpha \Delta T g h)(dh/dt) = C_K^f \cdot q^3 + C_s(\Delta u)^2(dh/dt) \quad (3.34)$$

Bu denklemde, C_s katsayısı deneysel olarak belirlenir. Sherman (1978) laboratuvar çalışmaları sonucu dolaylı olarak $C_s \approx 0.5$ bulmuştur.



Şekil 3.9 Yüzeyde rüzgar gerilmelerine maruz kalan bir gölde baroklinik hareketlerin oluşumu: (a) Hareketin başlaması. (b) Orta göl tabakası boyunca görülen maksimum kesmenin yeri. (c) Kararlı hal; basınç eğiminden oluşan sirkülasyonu

3.2 SU KALİTESİ VE KARIŞIM ÖZELLİKLERİ

Türkiye Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği iç su kaynaklarını dört grupta tanımlamaktadır.

1. Grup : Yüksek kaliteli sular (içme suyu, rekreasyon vb.)
2. Grup : Kısmen kirli Sular (arıtmadan sonra kullanılabilir içme suları, rekreasyon, balık üretimi vb.)
3. Grup : Kirli sular
4. Grup : Çok kirli sular

Bu aşamada Kemer Country Haznesinin 1. Grup sulardan kabul edilmesi gerektiği düşünülmektedir. Bugüne kadar İ.T.Ü.'ce yapılan sınırlı sayıda ölçümlerde henüz kalıcı nitelikte belirgin bir kirliliğe rastlanılmamaktadır.

Göller ve baraj gölleri için ötrifikasyonla sonuçlanabilecek gidişin sınıflandırılması için ayrı bir teknik standart tanımlanabilmektedir. Buna göre üç grup kriter tariflenmektedir.

1. Hidrografik ve bölge kriterler
2. Beslenme kriterler
3. Tuzluluk, özel ve sağlıkla ilgili kriter

Ötrifikasyon büyük ölçüde kirlilik yüküne bağlı olmaktadır. Baraj gölünde ötrifikasyon su kütlesinin tabakalaşmasına bağlı olmakla birlikte, özellikle su kütlesine giren ve içinde mevcut olan bir çok parametreye de bağlıdır.

4 COĞRAFI BİLGİ SİSTEMİ

4.1 GENEL TANIMLAR

Bilgisayar dünyasındaki gelişmelerin sonucu olarak yazılım programlarının gelişmesi insanoğlunun doğayı daha iyi tanımasına ve doğanın modelinin bilgisayarda kurabilmesine yol açmıştır. Doğal olarak bir sistemin bilgisayar ortamında modellenmesi oldukça zor ve karmaşıktır ve ancak bir çok disiplinin beraberce çalışmasıyla mümkün olabilir.

Ana hatlarıyla coğrafi bilgi sisteminin en önemli zorlukları şunlardır.

- 1- Asıl konunun parametreleri belirlemek,
- 2- Değişkenleri belirlemek, zamanla ilgili değişkenler,
- 3- Benzer durumlardan elde edilmiş tecrübelerin ve bilgi birikiminin ifade edilebilmesi,
- 4- Dışarıdan istenilerek, ölçülen veriler ve bu verilerin belirlenmesi, düzenli ve doğru şekilde ölçülebilmesi,
- 5- Eskiye dayanan veya mevcut bilgilerin ele geçirilmesi,

Bunu bir örnekle eğer açıklamak istersek sanırım yollarda karşıdan karşıya geçmek eylemi iyi bir örnek oluşturur. Karşıdan karşıya geçmek yasalarla belli bölgelerde , belli şartlarla kısıtlandırılmıştır.

Genç ve deneyimsiz biri karşıdan karşıya geçmek isterse herhangi bir yerden geçmek isteyecektir. Fakat deneyimli biri yaya geçitinden, geçiş hızını mevcut trafiğin durumuna göre ayarlayarak, trafiğin akış yönünde göz önüne alarak amacına ulaşır. Bu iş belki çok risk taşır, arabaların aralarından geçmek zorunda kalabilir.

Eğer başarıyla karşıdan karşıya geçen kişiye nasıl geçtiği ve neye dikkat ettiği sorulursa; bazı ufak şeyleri ifade edebilse de asıl tecrübeyi ifade edebilmesi oldukça zordur. Ama buna rağmen verilen kararın doğruluğu ve ya yalnışlığı sonuçla ve ya başka parametrelerle anlaşılabilir (Kazalar, ölüm vs.). Tabii bu parametrelerinde belirlenebilmesi için mutlaka konuya hakim olunmalı ve bir çok kişiyle bir ekip halinde çalışılmalıdır. [12]

Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) ilk kez Kanada'da Tomlison tarafından kullanılmıştır. Fakat CBS tanımı çok farklı yapılmaktadır, bazılarına bakacak olursak şunları görürüz.

- CBS ; gelişmiş bir bilgisayar donanımı , yazılımı ve planlama yardımı ile yönetim problemlerini çözmek için problemin üç boyutlu bilgilerin görüntülenmesi, düzenlenmesi, kontrolü, analizi, yönetimini sağlamak amacıyla tasarlanan bir bilgisayar sistemidir.

- Arazi ile ilgili bilgileri kullanan insanların problemini çözmek için oluşturulan bir bilgisayar sistemidir. [13]

- CBS , dar anlamıyla , coğrafi referansı bilgilerin girişi, saklanması, yönetimi analizi ve çıktıların alınması işlerini yapabilen bir bilgisayar sistemidir. Geniş anlamıyla ise ; veri analizi, plan ve hazırlık, karar verme ve kararların uygulanmasının izlenmesi için uygun kentsel , çevresel ve diğer planlama verilerinin yönetimi için kullanılan gelişmiş bir sistemdir. [14]

- CBS temelde bir bilgi sistemidir. Bilgi sistemleri genel olarak ; bilgi ve fikir edinmek için verilerin önceden belirlenmiş biçimde ileride kullanılmak üzere saklayan bir sistem biçiminde tanımlanır. [15]

Kısaca CBS olarak anılan bu sistemler, belirgin bazı amaçlar için toplanan uzaysal veriyi saklayan, analiz eden, geri kazanımını mümkün kılan ve gösterimini sağlayan bilgisayar destekli bir sistem bütünüdür.

CBS sistemlerinin temel bileşenleri kullanıcı, veri, yazılım, ve donanım olarak özetlenebilir.

CBS ortamında veriler üç çeşitten oluşur.

1- Koordinat sistemine göre konumlar, (Memleket veya Dik koordinat sistemi kullanılabilir, fakat program içerisinde bir bütünlük olmalıdır.)

2- Nitelik bilgileri, renk, değerler, çeşit vs. (Koordinatlardan bağımsız özellikleri ifade eden veriler.)

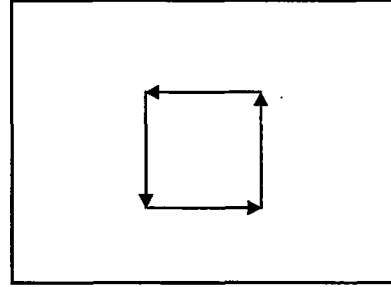
3- Tabakalar arası ilişkiler, bağlantılar, formüller.

Verileri bilgisayarda tanımlama yöntemi olarak da iki çeşit modeli vardır;

1- Raster veya grid modeli; Bir yapının grid veya raster üzerindeki noktalar takımında oluşturulan gösterimdir.

2- Vektör modeli; Başlangıç ve bitiş noktaları ile tanımlanan vektörler yardımıyla cisim tanımlanır. Vektörler devamlılık arz eder.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	1	1	1	0	0	0
0	0	1	1	1	1	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0



Şekil 4.1 Raster modeli

Vektör modeli

Vektörel gösterimde cisim uzaysal alanda klasik vektör tanımlamıyla, raster veya grid modelinde cisim gridlere bölünmüş bir çalışma alanında renk, sayı, herhangi bir karakter kullanılarak işaretlenir.

Raster modeli satır ve sütun numaraları vardır, ve bunların yardımıyla her hücrenin bir numarası olur. Bu örnekte; 3-2; 1, 4-2; 1, 5-2; 1, 6-2; 1, 3-3; 1, 4-3; 1, 5-3; 1, 6-3; 1, diğer hücreler ise 0 dır.

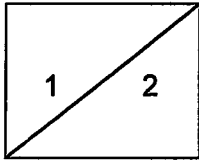
Vektör modelinde ise; numaralı vektörlerin koordinatlarıyla tanımlanır.

Raster ile vektör modellerini aşağıda karşılaştırılmıştır.

	RASTER	VEKTÖR
1- Veri toplama	Hızlı	Yavaş
2- Veri hacmi	Fazla	Az
3- Grafik durum	Vasat	İyi
4- Veri yapısı	Basit	Karışık
5- Grafik doğruluğu	Düşük	Yüksek
6- Ağ analizi	Vasat	İyi
7- Alan analizi	İyi	Vasat
8- Üretimi	Basit	Karışık

Vektör modelinin avantajlarına rağmen Raster modeli daha fazla kullanılır; çünkü Raster modeli daha kolay kullanılabilir.

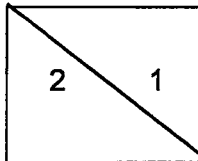
Veriler arasındaki bağlantılar ise; özelliklerini taşıyan veri (Attribute veri) ile harita verileri (Digital map veri) arasındaki bağlantıyı ortak bir veriden yapar. Ama veriler birbirinden farklı olmalıdır.



Attribute-1

1 Orman

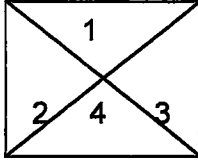
2 Çimen



Attribute-2

1 Eğlence alanı

2 Yemek alanı



Attribute-1

Attribute-2

1 Orman

Eğlence alanı

2 Orman

Yemek alanı

3 Çimen

Eğlence alanı

4 Çimen

Yemek alanı

Şekil 4.2 CBS'in veri yapısı

Birbirinden farklı nitelikteki bölgelerin kendi özellikleri değişik tabakalarda da verilse arazi ile bütün oluşturulacağı için yukarıdaki örnekte olduğu gibi program onları kendi içinde tekrar listeler.

CBS sisteminin analiz olanaklarını uzaktan algılama fonksiyonlarıyla desteklemek çok iyi sonuç verir. Çünkü; uzaktan algılamadan elde edilen görüntüler yönetici ve karar verici merci tarafından anlaşılmasada, CBS' in verileri geometrik düzeltme, sınıflandırma ve görüntüleme teknikleri kullanılarak olay daha açıklayıcı olur.

CBS İçeriği;

1- Fonksiyonel Bileşenler

a- Veri aktarma

- Fotogrametrik veri
- Klavye yardımıyla girilen veri
- Harita sayılaştırma

b- Veri depolama

- Coğrafik veri tabanının yaratımı ve çoğaltılması

c- Veri işleme

- Konum

- Topoloji
- Nitelikler
- Grafik ve sayısal verilerin bağlantılarının yapılması

- d- Coğrafi analiz
- e- Sorgulama
- f- Elde edilen verileri sunma

2- Teknolojik Bileşenler

3- Organizasyon Bileşenleri

CBS farkı özellikle büyük ölçekli coğrafi verilerin işlenmesi, kullanılması ve sorgulanmasında belirgin bir şekilde ortaya çıkmaktadır.

Çünkü; program istenilen nitelikteki yerleri anında gösterir, değişikliklerin yerlerini, kıyaslamasıyla, istenirse alan, çevre, hacimi, üstelik son derece hassas olarak hesaplayarak gösterir. Bu ise bize olayları daha iyi analiz etme, farkları, değişiklikleri belirleme ve eldeki verilere göre yapılması planlanan yapının en uygun yerinin saptanmasına yardımcı olur, yol gösterir.

CBS ile şu sorulara yanıt alabiliriz; 'O nerede ? ' Mesela ormanlık alanları göstertip beş hektarlık alanı gösterebiliriz. 'Oradaki nedir? ' İstedığımız yeri işaretleyerek orası hakkında bilgileri (nüfus, isim, vs.) -girilmiş olan- inceleyebiliriz. '-den beri ne değişti? ' Trend ile ilgili durumu görebilmemizi sağlar. ' Boyutsal özelliklerden hangisi nerede mevcut?' [16]

Bir bölgedeki farkların bağlantısını kurmaya yarar, fabrikanın yan etkisi olarak açığa çıkan bir hastalığın tesbitine yarar. Modelleme sorularınada yanıt alınabilir. Mesela deniz seviyesi yükseldiğinde ne olabileceğini yanıtlar. Bütün bu sorular için hem coğrafi niteliğe sahip hem de coğrafi niteliğe sahip olmayan verilerin girilmesi gereklidir. [17]

Gerek kullanılacak donanımdan gerekse de elde edilecek veriler ve bunların işlenmesi açısından CBS oldukça pahalı bir sistemdir. Teknoloji ilerledikçe de daha kolay, daha ucuz ve daha pratik olmaktadır.

4.2 UZAKTAN ALGILAMA VE CBS'İN ENTEGRASYONU

Uydu verisi sayısallaştırılıp değerlendirilerek analiz edildikten sonra CBS ortamına transfer edilebilir. Böylece uzaktan algılama verilerinin de, coğrafi ve uzaysal olmayan diğer verilerle entegre edilmesi mümkün olur.

Uzaysal veriler, klasik tekniklerle veya uzaktan algılama teknikleri ile üretilen haritalardan sağlanabilir. Bu suretle, veri analiz ve bilgi üretim aşamasında farklı kaynaklardan edinilen verilerle bütünleştirilmesi sonucu, uzaktan algılama verilerinin değeri de artar.

Uzaktan algılama teknikleri, CBS tekniklerinden farklı olmasına rağmen, her iki tekniğin ürünlerini, raster ve/veya vektör olarak tek bir ortamda bütünleştirmek mümkündür.

Bu tür bir olanak, yöneticilerin karmaşık bir çevrede en çok ihtiyaç duyacakları karar destek sistemi bakımından önemli bir katkıdır. Çünkü uzaktan algılama görüntülerinin işleme sistemi ile bütünleşmiş bir CBS, çok daha mükemmel bir karar destek sistemine dönüşür. Böylece uzaktan algılama verileri, grafik ve nitelik verilerle entegre bir şekilde aynı veri tabanında saklanabilir. Bu tip veri tabanaları iyi tanımlanan sorgularla istenen bilgiyi sağlayabilirler. Bu bilgiler tematik haritalar veya istatistiki tablo ve raporlar halinde sunulabilir.[18]

CBS sisteminin analiz olanaklarının uzaktan algılama fonksiyonları ile birleştirilmesi büyük katkı sağlar. Bu entegrasyon gerek uzaktan algılama ve gerekse CBS yönünden çok faydalıdır. CBS, uzaktan algılama için çıktıların kullanımı ve dağıtımını olanaklarını getirir. Uzmanlar için çok kullanışlı olan uzaktan algılama görüntüleri, yönetici ve karar verici mekanizmalar tarafından tek başlarına pek kullanılmazlar. CBS verilerinden geometrik düzeltme, sınıflandırma gibi görüntü işlem tekniklerinin değerlendirilmesi ve kalibrasyonu amacıyla yararlanılabilir.

Ayrıca CBS'in olanakları ile veriler ve çıktılar çok daha kolay ve estetik olarak üretilebilir ve gösterilebilir. Uzaktan algılama ise coğrafi veri tabanının güncellenmesi ve bu işlemin periyodik hale getirilmesi avantajlarını CBS'e sağlar. Ayrıca uzaktan algılama verileri ile bazı sorulara, haritaların vereceğinden çok daha detaylı cevaplar bulunabilir.

CBS veri tabanı ile uzaktan algılama verilerinin entegrasyonu için aşağıda kısaca açıklanan muhtelif olanaklar bulunmaktadır.

Uzaktan algılama sistemi ve CBS çıktıları bağımsız sistemler olarak oluşturulabilirler. Herhangi bir sistemde bilgi ihtiyacı olduğunda, bu bilgi diğer sistemden alınabilir.

Haritalardaki görüntü noktaları ve referans alanlarının uzaktan algılama görüntülerini işleyen bilgisayarlara transferi yoluyla, CBS verileri uzaktan algılama sınıflandırmalarını referans olarak kullanabilirler.

Uzaktan algılama çıktıları sayısallaştırılarak CBS veri tabanına yeni bir tabaka olarak kaydedilebilirler.

4.2.1 Raster Uzaktan Algılama ve Raster CBS

Bazı görüntü işleme sistemleri, aynı zamanda CBS analizleri içinde fonksiyonel olma özelliğine sahiptirler. CBS tabakaları nitelik veri tabanı ile ilişkili koda sahip belirli boyuttaki pikselleri ihtiva ederler. Bu suretle uzaktan algılama ve CBS bilgileri aynı formatta kayıt edilirler. [19]

Bu tip sistemlerin belirgin avantajları olmasına karşılık, sayısallaştırıcı ve çizici sistemler için vektör yapısından raster yapısına veya bunun tam tersi olan dönüşümler için karmaşık arabirim yazılımları gerekli olmaktadır. Bu durumda pikselin boyutuna bağlı olarak haritadaki konum hassasiyeti sorun olabilir. Ayrıca, raster verinin kayıt ve geri kazanımı için özel bir veri sıkıştırma tekniği gereklidir.

4.2.2 Raster Uzaktan Algılama ve Vektör CBS

Raster uzaktan algılama ve vektör CBS ilişkilendirilmesinde veriler aynı bilgisayar platformunda farklı formatlarda depolanır. Verilerin doğrudan uyumluluğu söz konusu olmamakla birlikte, kaynakların birinden diğerine bilgi akışı ve format dönüşümü mümkündür. Uzaktan algılama ve CBS verilerinin aynı anda ekranda gösterimi ve interaktif çalışması da sağlanabilmektedir.

İşlenerek bir CBS tabakası olarak kaydedilmiş bulunan uzaktan algılama verisinin vektör formatına dönüşüm ihtiyacı sürmektedir. Buna karşılık uzaktan algılama görüntüleri ile vektör bazlı haritaların birlikte görüntülenebilmesi ve kullanıcı tarafından doğrudan güncellenebilmesi ise büyük bir avantajdır. Bu çalışma kapsamında kullanılan ve daha sonraki bölümlerde anlatılacak olan CBS, bu tür özelliklere sahiptir.

4.3 MODELLEME TEKNİKLERİNİN CBS İLE ENTEGRESYONU

4.3.1 Modelleme Teknikleri ve Özellikleri

Günümüzde çevre yönetimi konusunda sağlıklı kararlar alınabilmesi için, ekolojik modellerin kullanımına başlanmıştır. Bu tür modeller bir ekosistemin muhtelif etkiler altında davranışını temsil etmek üzere geliştirilen matematiksel ilişkiler dizisidir. Herhangi bir olayı temsil etmek üzere matematiksel bir model oluşturmanın bir çok avantajı vardır. Çok disiplinli bu yaklaşım, herşeyden önce gerek ilgili bilim dalının ve gerekse matematiğin birlikte kullanılabilmesi olanağını sağlamaktadır. Bu tür modellerin kullanımının en önemli sebebi, incelenen sistemin çeşitli koşullar altındaki davranışının tahmin edilmesine olanak sağlamasıdır. Bilgisayarların gelişimi ile birlikte hemen hemen tüm bilimsel branşlarda bu tür modellere karşı giderek artan bir ilgi gözlenmektedir. [17]

Deniz ortamının modellenmesi, şu aşamalardan oluşmaktadır:

Sistemi kavramsal olarak nasıl anlıyoruz?

Sistemin fiziksel ve zamansal sınırları nelerdir?

Sistemi oluşturan temel elemanlar nedir ve bunlar zamanla ve konumla nasıl değişmektedirler?

Sistemi zorlayıcı faktörler, sistemdeki girdiler ve çıktılar nelerdir?

Temel süreçlerin zaman ölçekleri ne olmaktadır?

Modelleme işlemi, kavramsal modelin kurulması için bu sorulara verilecek cevaplarla başlar. Kavramsal modellerde ilgilenilen sistemin bileşenleri arasındaki ilişkiler, farklılıklar ve etkileşimler gösterilmekte; böylece sistemin fonksiyonlarının anlaşılması amaçlanmaktadır. İkinci adım olan ilgilenilecek ekosistemin tanımlanması safhası ise, çok sayıda bilimsel, sosyal, ekonomik ve politik faktöre bağlıdır.

Modelin amacının tanımlanması da çok önemli bir diğer husus olup, bu esnada modelleme grubunun bilgi ve tecrübe düzeyi, mevcut veriler, verilerin ilişkiliği, çözümleme olanakları ve son olarak maddi destek gözönünde bulundurulmalıdır.

Gerek atık enerjinin ve gerekse kirletici maddelerin önemli bir bölümü sürekli olarak deniz ortamına bırakılmakta ve bu tür uygulamalar alglerin ve bakterilerin hızlı büyümelerine, türlerin zarar görmelerine ve kıyı bölgesi ekosisteminin değişmesine

yol açmaktadır. Bu durumda bir ekolojik model, örneğin en uygun çevre teknolojisinin seçiminde ve/veya emisyon sınırlarını belirleyen güvenilir yasal düzenlemelerin yapılmasında yararlı olabilmektedir.

Ekolojik modellerin gelişmesi, kıyı bölgelerinin kullanımına ilişkin alternatif taleplerin sayılarla ifade edilebilen bulgulara dayanılarak, çok daha geniş bir perspektif içinde ve objektif bir biçimde değerlendirilebilmesi ve kullanım önceliklerinin spekülâtif yaklaşımların ötesinde, bilimsel sonuçlar dikkate alınarak belirlenebilmesi olanağını sağlayacaktır. Böylece, bireylerde oluşmaya başlayan çevrenin korunması konusundaki hassasiyetin, bilimsel olmayan ve çoğu kez duygusal yaklaşımlardan veya bazı hallerde politik kaygılardan yola çıkan ve uzun dönemde toplumun zarar görmesine neden olabilecek türdeki öneriler lehinde kullanılması ve hatta istismar edilmesinin önüne geçilebilir.

4.4 MODELLERİN CBS İLE ENTEGRASYONU

Kıyı bölgesi yönetimleri farklı konuları entegre edebilecek bir gerece ihtiyaç duyarlar. Bu gereç ise, araştırma ve karar verme mekanizmalarını destekleyen sağlıklı bir bilgi sisteminden ibarettir. İleri bir bilgi teknolojisinin ürünü olan akıllı yazılımlarla: veri kaynakları entegrasyonunun ve grafik erişimin sağlanması ve görsel sunum problemlerinin çözülmesi mümkündür. Entegrasyon, erişim ve gösterim sağlanması ve geliştirilmesi gereken ana kavramlardır. Amaç, CBS ile dinamik simulasyon model çalışmalarının ve uzman sistemlerin entegrasyonu olmalıdır. Ancak bu şekilde üç ana kavram olan entegrasyon, erişim ve sunum olanakları istenen düzeye ulaşabilir.

CBS'in en önemli iki özelliği farklı kaynaklar için ortak bir bilgi bazını sağlaması ve biyologlar, planlamacılar, çevre mühendisleri, su ürünleri uzmanları gibi farklı kullanıcı grupları için ortak bir dil oluşturulmasıdır.

Modelleme çalışmalarının CBS ile entegrasyonu, karar mekanizmalarına bilimsel analiz metodlarıyla üretilmiş olan ve çoğu kez geleceğe ait bir uygulamanın etkilerinin kestirimi niteliğinde olduğu için ölçümlenerek veya gözlemlenerek elde edilmesi mümkün olmayan güvenilir bir bilgiye doğrudan erişim olanağı sunacaktır.

Bu entegrasyon ancak akıllı bir yazılımla sağlanabilir. Böyle bir yazılımın ana bileşenleri şunlardır:

CBS: gözlem verisi, batimetri, kıyı çizgisi, arazi kullanımı, alt yapı kaynakları gibi uzaysal verilere erişim imkanı sağlar.

Veri Tabanları: parametre ve özellik verileri gibi uzaysal olmayan verileri ihtiva eder ve yönetimini sağlar.

Simulasyon ve Optimizasyon Modelleri: analitik ve algoritmik değerlendirme işlemlerini gerçekleştirir.

Entegrasyonun sağlanması ile CBS, simulasyon model çıktılarının zaman ve mekan boyutunda gösteriminde büyük olanaklar sunar. Ayrıca, farklı kaynaklardan toplanarak CBS ortamında saklanan uzaktan algılama, saha gözlemleri gibi veriler yardımıyla, bu modellerin kalibrasyonunun yapılabilmesi de mümkün olabilir. Buna ilave olarak, model sonuçlarının Δt zaman aralıklarıyla dinamik olarak görüntülenmesi mümkün olur.

4.4.1 Fonksiyonel Bileşenler

Fonksiyonel açıdan bakıldığında bir CBS'de coğrafi analiz, veri aktarma, depolama, işleme, ve sunulması için bileşenlerin bulunması gerekir. Teknolojinin rolü ise bu fonksiyonların gerçekleştirilmesini sağlayan donanım ve yazılım araçları sunmaktan ibarettir. Yönetim ise, fonksiyonel ve teknolojik bileşenlerin yanı sıra insan ve mali kaynaklarının yönetimi ile bütünü oluşturmayı ve amaca ulaşmayı hedefler.

Veri Aktarma: Fonksiyonel bileşenlerin ilki olan veri aktarma veri toplama, doğrulama ve kalite kontrol gibi faaliyetleri içerir. Coğrafi bilgi sistemleri için gerekli veriler farklı kaynaklardan ve farklı teknolojiler kullanılarak toplanabilir. Coğrafi veri toplama yöntemlerinin başlıcaları:

Arazide ölçme,

Fotogrametri,

Uzaktan algılama,

Harita ve döküman sayısallaştırma,

Coğrafi bilgi ithali olarak gruplanabilir.

Önceleri ayrı birer disiplin olarak uzmanlaşmış bu dalların herbirinde şimdi CBS uzantıları yer almaktadır. Tüm istasyonlara (Total station) yapılan eklentilerle arazide ölçülen noktaların koordinatları aynı kayıt içinde öznitelik bilgileri de dahil edilerek kaydedilmekte ve toplanan bu coğrafi bilgiler arayüz sistemleri ile CBS'ye aktarılmaktadır. GPS (Global positioning system) ile arazide yapılan ölçmelerin GPS

ölçüm moduna bağlı olarak GPS'ye aktarım yöntemleri geliştirilmiştir. Örneğin, artık arazide takeometrik alım için total station yerine kullanılmakta veya kinematik modda bir araç üzerinde belirli aralıklarla yapılan ölçmelerle doğrudan arazide ölçme yapılarak, örneğin yeni bir yol arazide sayısallaştırılarak CBS'ye aktarılmaktadır.

Diğer bir yenilik ise eşzamanlı ölçme yapacak şekilde elektronik olarak bütünleştirilmiş GPS ve diğer ölçme aygıtlarının koordinat ve öznitelik bilgilerini aynı kayda kaydetmesidir. Örneğin, bir sırt çantasında toplanmış bu aletlerle tek düğmeye basarak hem havadaki kirlilik oranları hem gürültü değeri hem de radyoaktif değer aynı noktada ölçülerek tek kayda kaydedilebilmektedir. Bu gelişmeler topoğrafların görev tanımında köklü değişikliklere yol açmış, onları arazide aç ve mesafeleri veya doğrudan koordinatları ölçen bir eleman olmaktan çıkararak arazide çeşitli verileri toplayan elemanlar haline getirmiştir.

Benzer bir değişim, fotogrametride de söz konusudur. Çizgisel harita üretimine yönelik fotogrametrik kıymetlendirme ile CBS'ye yönelik fotogrametrik kıymetlendirme arasında anlamlı farklar vardır. İlkinde operatör 'Bu fotogrametrik modeli çiziciler ve sembollerle nasıl en iyi resmedebilirim?' diye algılamak, ikincisinde 'Bu alanda hangi coğrafi nesneler var?', 'Bu nesneleri boyutlarına bağlı olarak nasıl nokta-çizgi-alan olarak kıymetlendireceğim?', 'Nesnelerin konum ve biçimlerini sayısallaştırırken bu nesnelere ait fotograftan belirlenecek öznitelikler nelerdir?' gibi farklı düşüncelerle yönlendirilen bir işlemin içinde olacaktır.

Harita sayısallaştırmada, yada sayısal görüntü işlemede de operatör benzer sorularla karşı karşıyadır. Burada önemle vurgulanması gereken konu, bu yeni teknoloji pek çok fayda sağlamanın yanında, aynı zamanda sahadaki ölçümlerin elde edilmesi ve kullanılması şeklini kökten değiştirdiği için, doğru ölçüm noktalarının belirlenmesindeki kriterler ve önemleri oldukça değişmiştir. Kuşkusuz bu da beraberinde; hem farklı bir eğitim yaklaşımını, hem de etkili kalite kontrol mekanizmalarının gereğini gündeme getirmektedir.[17]

Veri Depolama: fonksiyonu daha çok bilinen veri yönetim işlemlerinin (yedekleme vb.) dışında veri yapılandırma üzerinde yoğunlaşır. Geometrik veri raster veya vektör yöntemleri ile temsil edilirken her iki yöntemde de farklı veri yapıları söz konusudur. Örneğin, vektör CBS'lerde çoğunlukla spagetti yapıda toplanan veriler daha sonra kenar-düğüm yapısına, tam topolojik yapıya dönüştürülmektedir.

Veri İşleme: fonksiyonu aşağıda sıralanan bir grup işlemten oluşur:

Şematik verileri, yani nesne tanımlayıcı (identifier) ve özniteliklerin veri tabanına girilmesi, değiştirilmesi, silinmesi;

Nokta ve çizgi tipi geometrik elemanların girilmesi, konumunun değiştirilmesi (move), ölçeklendirilmesi (scale), döndürülmesi (rotate), simetrik transformasyonu (mirror), biçiminin değiştirilmesi (modify/reshape), nokta sayısının azaltılması (weeding), bölünmesi (split), kopyalanması, birleştirilmesi (fusion) gibi bilgisayar destekli tasarım işlemleri;

Polyline ve Spline fonksiyonları;

Nokta, çizgi ve alan detay bileşenlerinin (düğüm ve kenarların) topolojik derecelerinin değişmesi;

Benzeşim, afin ve projektif dönüşümler;

Projeksiyon dönüşümleri;

Sınıflandırma, kodlama, tutarlılık ve format kontrolleri.

Coğrafi Analiz: bir dizi coğrafi işlemde oluşan ve bazı yazarlarca 'Harita Cebri' ('Map Algebra') olarak adlandırılan ve coğrafi verinin bilgiye dönüştürülmesi ve üretilen bu bilginin yeni bilgilerin üretilmesinde kullanılması ile CBS'lere kendi içinde doğurganlık kazandıran bir bileşendir. Çizgi ve yüzey enterpolasyonları, yüzey modellendirme, istatistiksel analiz, tampon yaratma (buffering), üstüste çakıştırma (overlay), yeniden sınıflandırma (reclassification), alan birleştirme (dissolve), ikili cebir (boolean algebra), ağ analizi (network analysis) gibi işlemlerden oluşan coğrafi analiz pek çok CBS projesinin temel hedefini oluşturmaktadır.

Sorgulama: işlemleri ise hem coğrafi analiz kapsamında, hem coğrafi veri işleme kapsamında ve hem de veri sunma kapsamında yer alabilir. Bir CBS'nin uzun hesaplara gerek kalmaksızın cevaplayabileceği soruların toplamı o CBS'nin 'sorgulama uzayı' olarak adlandırılır ve bu uzayın gerek genişliği gerekse cevap süre performansı büyük ölçüde verinin depolandığı mantıksal ve fiziksel coğrafi veri yapısının bir fonksiyonudur. Sorgulama uzayı sonuçta bir sorgu listesidir. Bu sorgulama tipleri şu gruplar altında toplanabilir:

Grafikten veri tabanına sorgulamalar,

Veri tabanından grafiğe sorgulamalar,

Metrik sorgulamalar,

Topolojik sorgulamalar,

Düzen sorgulamaları,

Veri tabanı sorgulamaları.

Veri Sunma: bileşeni ise toplanan ve CBS içinde üretilen coğrafi verilerin raporlar, grafikler, haritalar, ekran görüntüleri, coğrafi veri ihraç dosyaları vb. pekçok şekillerde kullanıcılara sunulmasını kapsar. Veri toplama / aktarma bileşeninde olduğu gibi büyük ölçüde teknoloji bağımlı bu bileşen donanım firmalarının hergün yeni bir çözüm sundukları bir pazar görünümündedir.

Yukarıda kısaca açıklanan fonksiyonel bileşenlerden üzerinde en önemsenmesi gerekeni coğrafi analizdir. Çünkü, coğrafi analiz CBS'yi benzerlerinden, özellikle bilgisayar destekli tasarım, sayısallaştırma, bilgisayar destekli harita üretiminden ayırt eden en önemli fonksiyonel bileşendir. Örneğin bir fabrikanın yapılabileceği en uygun yerin seçimi coğrafi bir problemdir ve harita cebri ile çözülebilir. Bu problemin verileri bazı kriter ve kurallarla birlikte tabi ki coğrafi veriden oluşur. Bu kriter ve kurallar aşağıdaki gibi bir yapıda olabilir:

1. ve 2. sınıf tarım arazilerine fabrika yapılamaz.

Ulaşım ve nakliye masraflarını en aza indirmek için fabrika mevcut karayollarından en çok 3 km. uzaklıkta olmalıdır.

Fabrika binaları eğimi %15 'i geçmeyen arazilerde kurulur.

Fabrika arazisi en az 15 hektar olmalıdır.

Su kaynağı açısından fabrika arazisi içinde x hacimli bir gölet kurulabilecek bir havza üzerinde olmalıdır.

İşgücü sağlanabilmesi için 10 km den daha yakında ve nüfusu 20000'den fazla olan bir yerleşimin bulunması gerekir.

Mevcut hammadde ve yan sanayi kuruluşlarına mümkün olduğunca yakın olmalıdır.

Liste uzatılabilir ama sonuçta yer seçimi artık harita cebri ile çözülecek bir CBS problemidir. Gerekli veriler toplanarak CBS oluşturulduktan sonra coğrafi analiz başlar. Çözüm bir dizi işlemten oluşur:

Karayollarını seç.

Bu karayolu çizgi detaylarından 3km.lik iki taraflı tampon bölgeler oluştur.

Sayısal arazi modeli oluştur.

Eğimi %15'den az olan yerleri seç.

Her iki seçim bölgelerinin kesiştiği bölgeleri al.

Buralardan 1. ve 2. sınıf tarım arazilerini seçili alanlarla kesişimini çıkart.

Bu alanlarla nüfusu 20000'den büyük kentlerin 10km. çevresindeki bölgelerin kesişimini al.

İşlemler bu şekilde sürer. Tüm kriterler uygulandığında kalan alanlar uygun yerlerdir. Sonuçta hiçbir alan kalmamışsa mecburen kurallar yumuşatılır. Olası farklı algoritmalar mevcut olsa da şu kesindir ki, bu analiz yapılarak karar verilmesi daha baştan firmaya büyük para kazandırır. Bu örneğin de gösterdiği gibi CBS sadece etkili bir sorgulama ve harita sistemi değil aynı zamanda verilerin işlenmesini sağlayan, problemleri çözüme ulaştıran, bu sayede para da kazandırabilen etkili ve çok yararlı bir bilgi sistemidir.

4.4.2 Teknolojik Bileşenler

Aslında teknolojik bileşenler yukarıda sıralanan fonksiyonel bileşenleri kolaylaştıran donanım ve yazılım araçlarından ibarettir ve doğal olarak bunları sağlayan firmalar ile CBS projeleri gerçekleştiren kuruluşların iş ilişkilerinin neredeyse tamamına konu olmaktadır. Yani aslında çözümler değil araçlar satılmaktadır.

Üstelik sayısallaştırıcı, raster tarayıcı, çizici, bilgisayar, iş istasyonu vb. cihazlar başka disiplinler tarafından da kullanıldığı için cihaz üreticileride çok amaçlı tasarımlar piyasaya sürmektedirler. Hatta bu kavramsal kargaşa yazılım alanına da sıçramakta ve firmalar sadece bilgi depolamak amaçlı yazılımları sanki CBS yazılımı gibi pazarlayabilmektedirler. Bu konunun ayrıntıları bu yazının kapsamı dışındadır.

4.4.3 Organizasyonel Bileşenler

Bir CBS projesinin başarıya ulaşmasında organizasyonel bileşenler belkide enaz fonksiyonel ve teknolojik bileşenler kadar önemlidir. Organizasyonel bileşenler insan kaynaklarının ve mali kaynakların idaresi, kalite ve risk yönetimi gibi proje yönetim konularının yanısıra organizasyonların ve iş süreçlerinin analizi ve yeniden yapılandırılması gibi konuları içerir.

CBS kurmayı düşünen bir kuruluş için en yararlı öneri daha en başından bir proje yönetim yönteminin izlenmesidir.

Proje yönetim yöntemleri büyük ölçüde benzerlikler gösterir, hemen her türlü projenin planlaması için kullanılabilir ve daha çok projelerin planlama aşamasına yöneliktir.

Bir proje planlamasının akışı genel olarak şöyledir:

Proje adımlarının belirlenmesi

Adımların kaynak gereksiniminin belirlenmesi

Adımlar arasındaki ilişkilerin belirlenmesi

Kritik yol analizi ve optimizasyonu

Gant şeması çizimi

Adımlara kaynak yükleme

Kalite yönetim planının hazırlanması

Risk yönetim planının hazırlanması.

Genel olarak proje planlanmasında yapılacak ilk iş proje adımlarının belirlenmesidir. İster büyük bir inşaat projesi olsun, isterse bir CBS projesi olsun her proje bir dizi adımdan oluşur ve gerekirse büyük adımlar ayrı birer proje gibi alt adımlara bölünebilir. Böylece projede yapılacaklar:

Aşama

> -proje adımı

>> - görev

şeklinde bir hiyerarşide tanımlanırlar. Her proje adımı girdisi ve çıktısı belli olan bir proje birimidir ve dizi sıralı görevlerden oluşur. Asıl sorun, bir CBS projesinde bu aşama, adım ve görevlerin tespitidir. Kesin bir reçete vermek mümkün değilsede genel bir liste önerilebilir. ESRI (Environmental System Research Institute) tasarım aşaması için şu adımları önermektedir:

Aşama: Bilgi Sistemi Tasarımı

proje adımı: Bilgi gereksinimlerinin analizi

- . Görüşmeler
- . Mevcut dökümanların gözden geçirilmesi
- . Bilgilerin gruplanması
- . Uygulama / Görev matrisinin hazırlanması

proje adımı: Mevcut veri tabanının değerlendirilmesi ve kategorize edilmesi

- . Mevcut grafik veri kaynaklarının incelenmesi
- . Veri toplama süreçlerinin analizi
- . Veri sözlüğü
- . Veri değerlendirilmesi ve kataloglanması

proje adımı: Yeni veri tabanının belirlenmesi

- . Veri sınıflandırma
- . Ölçek ve duyarlılık sınıflarının belirlenmesi
- . Güncelleştirme periyodlarının tespiti
- . Veri formatlarının belirlenmesi

proje adımı: Sistem elemanlarının belirlenmesi

- . Sistem yönetimi
- . Sistem yazılımı

. Sistem donanımı

. Kurumsal düzenlemeler

proje adımı: Gerçekleştirme planının hazırlanması

. Görev şeması

. Zaman planı

. Bütçe

. Yönetim şeması ve sorumluluklar.

Bir bilgi sisteminin geliştirilmesi için daha ayrıntılı modeller de mevcuttur. Burada mevcut yöntemlerin karşılaştırılmasından daha önemli olan, mevcut yöntemlerden mutlaka birinin uygulanması gerektiği ve hangisi uygulanırsa uygulansın eldeki projenin özel koşulları göre uyarlanmasının gerekliliğinin belirtilmesidir.

4.5 CBS'NİN SAĞLADIĞI OLANAKLAR

Teknik açıdan coğrafi veri tabanı sayısal forma dönüştürüldüğü takdirde CBS kullanımı bilginin daha hızlı işlenmesi sonucunu doğurur.

CBS'nin coğrafi konuma referanslı verilerin analizindeki katkısı, özellikle verinin hacmi klasik çalışma için büyük olduğunda çok daha açık olarak ortaya çıkmaktadır. Bu tür bir analizde dikkate alınacak çok sayıda özellik veya herbir özellik ile ilgili çok sayıda faktör olabilir. Tüm bu veriler CBS'ne girildiğinde çok daha kolaylıkla analiz edilebilecektir.

CBS gerek planlamacı gerekse politikacıların çeşitli kriterlere göre ve değişik amaçlarla yapmak isteyecekleri uzaysal analizleri kolaylıkla ve süratli bir biçimde gerçekleştirmelerine olanak verir.

Basit bir örnek verilim: Büyük bir şehirdeki tüm arazi kullanım bölgelerinin büyüklüğünü hesaplamak geleneksel tekniklerle çok yorucu ve uzun süren bir işlemdir. Oysa ilgili veriler CBS'ne girildiğinde bu işlem sadece hızlı değil aynı zamanda çok daha yüksek bir hassasiyetle yapılır.

Planlama ve yönetimde CBS teknolojisinin getirdiği en önemli avantajlardan biri de değişik kullanıcılar tarafından çok amaçlı ve ilişkisel olarak kullanılabilen esnek bir veri tabanı oluşturabilme kapasitesidir.

Klasik olarak bilgi sistemi veri planlaması çoğunlukla çeşitli planlama ve yönetim kurumlarınca yönlendirilir ve farklı konular değişik kurumlar tarafından yürütülür.

Bu kurumlar sadece kendi uzmanlık alanlarındaki konularla ilgilenir ve planlama ile günlük standart işlerinde kendilerine ait verileri ve bilgileri kullanırlar.

Bu veri ve bilgiler bazı hallerde tekrarlanır, eş zamanlı güncellenmez ve değişik kurumların aynı konuda farklı verilere sahip olması sık rastlanan bir durumdur.

Bu durum özellikle verilerde hızlı bir değişim söz konusu olduğunda ortaya çıkar ve hızlı değişimler farklı kurumların kullandığı verilerde çelişki olma ihtimalini artırır.

CBS teknolojisi yaygın bir veri tabanında veri kaynaklarının paylaşımı yoluyla bu sorunların üstesinden gelmektedir.

Ayrıca, CBS'nin kapasitesi sayesinde uzaysal veri ile nitelik verisini ilişkilendirmek de (ilişkisel veri tabanı) mümkündür.

CBS'nin yaygın coğrafi veri tabanını paylaşım kolaylığının organizasyonel davranışa olumlu bir etkisi vardır.

Kuruluşlar arası koordinasyon, hızlı ve randımanlı olarak güncel verinin sağlanması kurumlara kararlarında çok yardımcı olur.

Sonuçta CBS teknolojisinin, organizasyonların her aşamasında karar verme imkanı olan ve birden fazla kurumun randımanlı ve paylaşımlı olarak kullanılabilen bir veri tabanı oluşturmaya ve verilere erişimde standart yol ve dil sağlayarak kurumlar arası haberleşmeyi hızlı

4.6 ARCVIEW

Environmental Systems Research Institute (ESRI) tarafından geliştirilen CBS (Coğrafi Bilgi Sistemi) programı "Arcview" temel programlardan bir tanesidir. Kullanımı diğer CBS programlarına kıyasla daha kolay ve sorgulama fonksiyonları son derece gelişmiş bir programdır.

“Arcview” veri girişi değişik şekillerde yapılabilir. Daha önce çizilmiş bir autocad veya daha önce girilmiş bir excel verileri ikinci bir işlem olmadan programa girilebilir. Daha burada sayamadığım bir çok programın verileri “arcviewe” tanımlanabilir. Eğer istenilirse çeşitli yerlere fotoğraflar da konabilir. Grafik çizilebilir.

Ayrıca ESRI yazılımları tüm dünyada CBS programları ağıından büyük ilgi görmektedir.

Bu tezin amacı bu programı (Arcview) tanıtmak olmadığı için daha geniş bilgi verilmeyecektir. Bu çalışmada bu program kullanılmıştır.



5 ERİKLİ GÖLETİ UYGULAMASI

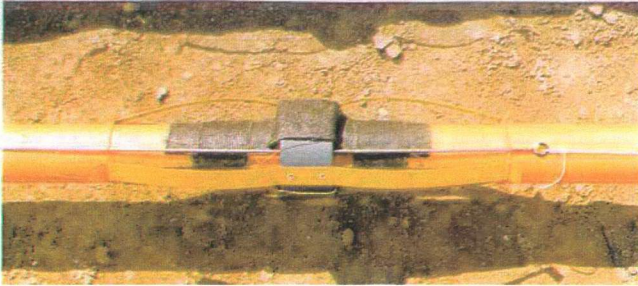
5.1 YEREL ÇALIŞMALAR

Öncelikle baraj gövde stabilitesinin izlenmesine yönelik olarak baraj gövdesine;

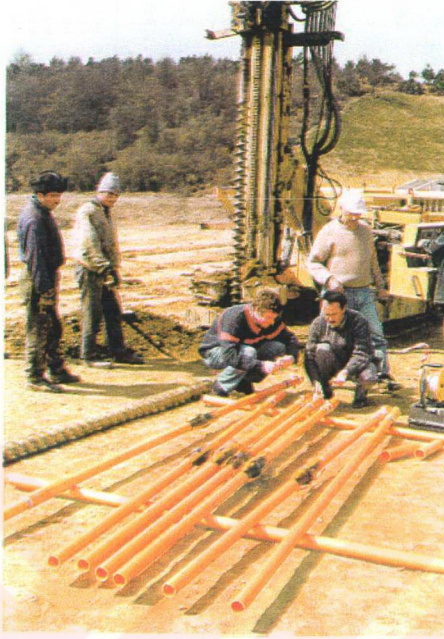
- a) Oturmaların izlenmesi için "magnetic extensometer" aleti yerleştirilmiştir. Şekil 5.1,2 ve 3'de gösterilmiştir. Bu alet baraj gövdesi tamamlandıktan sonra gövdeye yerleştirilmiştir. Şekil 5.3'de gösterilmiştir.



Şekil 5.1 "Magnetic Extensometer"



Şekil 5.2 "Magnetic Extensometer"



Şekil 5.3 "Magnetic Extensometerin" Yerleştirilmesi

b) Su seviyesi değişimlerinin izlenmesi için ise 12 adet "vibrating wire piyezometre" (VP) yerleştirilmiştir. Şekil 5.4'de "vibrating wire piyezometre" gösterilmiştir.

c) Su seviyesi değişimlerinin izlenmesi için ise 6. adet "standpipe piyezometre" (SP) yerleştirilmiştir. Şekil 5.5'de "standpipe piyezometre" gösterilmiştir.

Cihazların verdiği ölçüm değerlerinin değerlendirilmesi için Kemer Yapı tarafından temin edilen "software"; "winsid" programı çalıştırılarak bugüne kadar olan tüm ölçümler işlenmiştir. Ek A'da Şekil A.1'den başlayarak Şekil A.3'e kadar ölçülen aylık değerler grafik halinde sunulmuştur. Tablo A.1'den Tablo A.3'e kadar da aletlerden elde edilen veriler tablo halinde sunulmuştur.

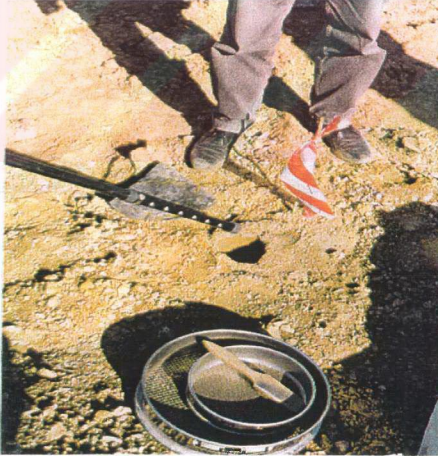
Tablo 5.10'da göl su seviyesi değerleri tablo halinde sunulmaktadır. Bir sonraki bölümde üzerinde durulacağı üzere baraj gövdesinde sızma mevcut değildir.

Baraj gövdesindeki çökmenin doğrudan bizi ilgilendirmediği kanaatinde olduğum için "magnetic extensometerden" elde edilen veri ve grafiğe bir örnek verdim. Uygulamada tek

bir "magnetic extensometer" olsa da alet kendi içinde de çökmenin nerede olduğunu anlayabilmemiz için birden fazla, burada altı parçadan oluşmaktadır, ve böylece veriler değerlendirildiğinde baraj gövdesinin hangi tabakasında çökme olduğu anlaşılmış olmaktadır. Bu da çözümün ne olacağına karar verilmesinde ve kararın etkisinde çok önemli rol oynamaktadır.



Şekil 5.4 "Vibrating Wire Piezometer"



Şekil 5.5 Standpipe Piezometer

Bu çalışmada baraj gövdesinde ölçülen çökmeler kabul sınırını (beklenenden miktardan) geçmemektedir. Bu yüzden her hangi bir uygulama yapılmasına ihtiyaç duyulmamıştır. Örnek oluşturması açısından değerler Tablo A.2'de, grafiği de Şekil A.2'de verilmiştir.

Piezometre ölçümleri de Tablo A.3'de verilmiştir.

Baraj gövdesi ve temelindeki su seviye gidişlerini izlemek için yerleştirilen cihazların yerleri

Menba tarafında : VP1 VP8

VP2 VP9

VP7

Aks da : VP3 VP10

Mansap tarafında : VP4 VP11 SP1 SP4

VP5 VP12 SP2 SP5

VP6 SP3 SP6

şeklinde konumlandırılmıştır. Şekil 5.6 yerleştirilme planı ve Şekil 5.7'de de kesiti verilmiştir.

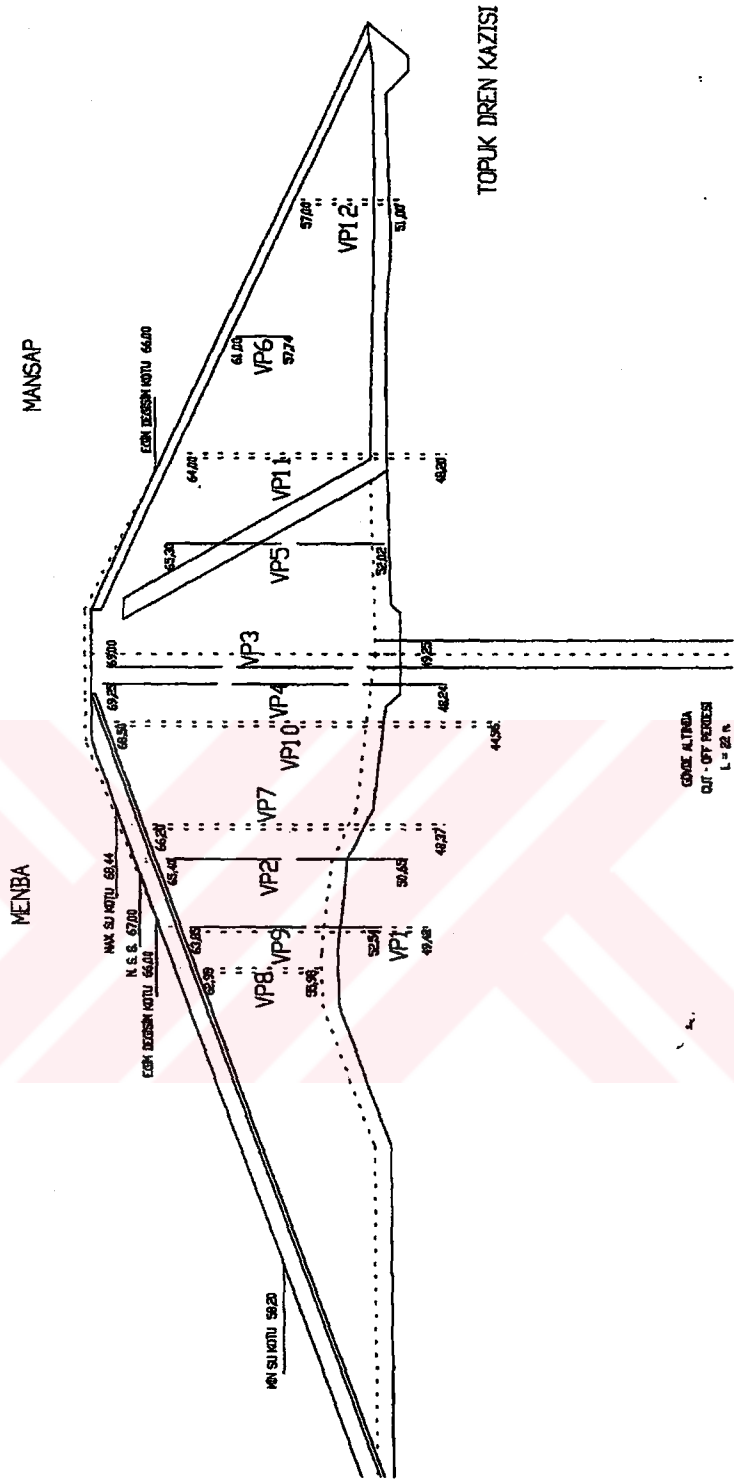
Baraj gölünde uzun dönemde katı madde birikiminin yaratabileceği hacim kaybını izleyebilmek amacıyla mevsimlik derinlik okumalarının ilki Nisan 1998 de yapılmıştır. Derinlik okumalarının yapıldığı noktaların koordinatları GPS cihazı ile belirlenmiş olup, derinlik okumaları ise Echo-Sounder cihazı ile gerçekleştirilmiştir.

Derinlik okumalarının yapıldığı bazı noktalardan aynı zamanda su örnekleri de alınacağından bu noktalara şamandıra bağlanarak işaretlenmiştir.

Derinlik okumalarının yapıldığı 8 noktada yüzeyde ve taban yakınlığında olmak üzere su örnekleri alınarak İ.T.Ü. Çevre Mühendisliği laboratuvarında analiz edilmişlerdir.

Ayrıca bu 8 noktada Eylül 1998 tarihinden itibaren WTW firmasından alınan Universal Pocket Meter Multiline P4 ile pH, oksijen, tuzluluk ve sıcaklık değerleri yerinde düzenli olarak ölçülmektedir.

Ölçü Aletleri Yerleşim Kesiti



Şekil 5.7 Aletlerin Baraj Gövdesine Yerleştirilme Kesiti

5.2 ERİKLİ GÖLETİNDE CBS UYGULAMASI

CBS programı olarak “arcview” seçilmiş ve çalışmaya ilk önce göl alanına ait mevcut haritaların bilgisayara geçirilmesiyle başlanmıştır. Daha sonra ölçüm için belirlenen sekiz noktanın koordinatı GPS yardımıyla bulunup bilgisayara mevcut harita üzerine bu noktalar oturtulmuştur. Bu noktalardan iki tabaka (theme) oluşturulmuş birine dip ölçüm noktaları, diğerine ise yüzey ölçüm noktaları adı verilmiştir. Şekil 5.8’de sistem gösterilmiştir.

Burada şunu da belirtmekte fayda vardır. “Theme’i” tabaka olarak yazıp, ileride de tabaka olarak kullanacağım. Bu terimin karşılığı herkese göre değişiyor ve herkes farklı şeyler söyleyebiliyor. Bu çalışmada tabaka olarak adlandırdım, ileride de tabaka kelimesiyle theme terimi kastedilmektedir.

Göl ve çevresine ait hava sıcaklığı ve yağış miktarları meteorolojiden alınarak “alan tabakası” oluşturulmuştur. Tablosunda da aylık hava sıcaklıkları ve yağış miktarları tek tek girilmiştir.

Kemerburgaz Barajında belirlenen noktaların çevrelerindeki alanı karakterize ettikleri kabul edilerek, noktalardan alan ile ifade edilen bir tabaka oluşturulmuştur. Bölge adı verilen tabakada ise aylık ölçülmüş yüzey ve dip noktalarındaki; baraj gölündeki suyun kalitesini ifade eden; pH, AKM (askıda katı madde), nitrit ve nitrat azotu, suyun sıcaklığı, suda çözünmüş oksijen miktarı ölçülerek bir CBS uygulaması yapılmaktadır. Bu projede belirlenen sekiz noktalarda ki değerler; aylık olarak düzenli ölçülmüştür. Değerler için değişim aralığı aylık olduğundan projede değerler aylık girilmiştir. Ek B’de Şekil B.9’da noktalara göre alanların nasıl ayrıldığı gösterilmiştir.

Sistem öncelikle “arcview’de” alan sistem bir bütün olarak düşünülüp; hava sıcaklığı ve yağış miktarı kapalı alan yapılarak alan tabakasında tariflenmiştir. Noktalardaki suyun kalitesi ve nitelik değerleri ise noktasal olarak tariflenen nokta tabakasında tanımlanmıştır.

Ayrıca “eco-sounder” ile yapılan derinlik ölçümlerinden elde edilen değerlere göre gölün batimetrisi çıkarılmış ve “arcviewe” işlenmiştir. Bu batimetri Ek B’de Şekil B.10’da verilmiştir.

Bölgesel tabakasında; suyun nitelikleri bölge tabakasına dip ve yüzeydeki farklar alınarak girilmiştir. Çünkü zaten ayrı ayrı değerleri dip ve yüzey ölçüm noktaları tabakasında

verilmiştir. Bu bölgeleri derinliklerine göre sıralarsak Şekil 5.11' deki durum elde edilmiş olur.

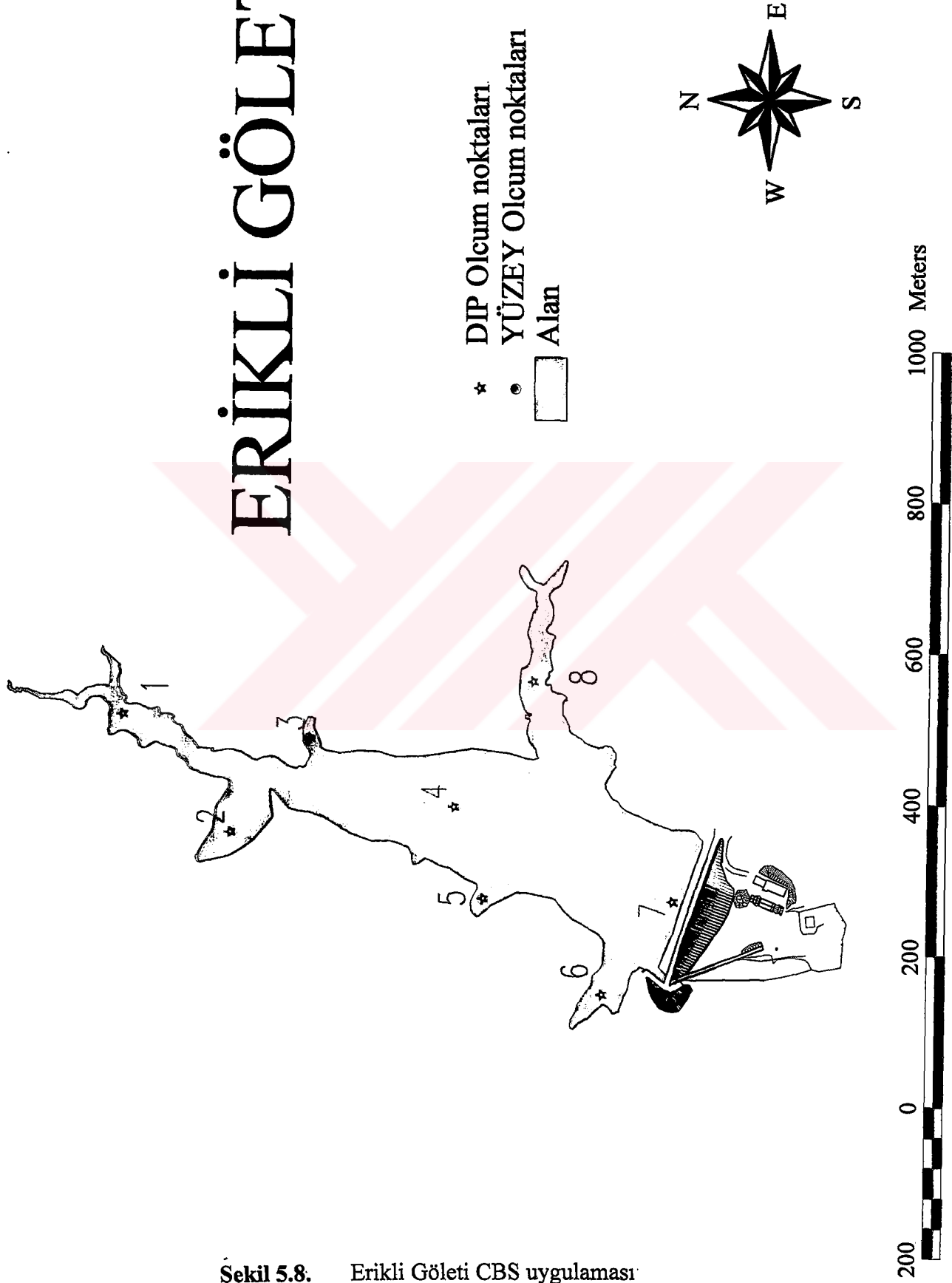
Erikli Göletinde sekiz noktada yapılan ölçümlerden elde edilen veriler Ek B'de Tablo B.1'den Tablo B.8'e kadar tablolar halinde verilmiştir.

Ayrıca her nokta için aylık pH, suyun sıcaklığı ve oksijen değerleri de grafik olarak Ek B'de verilmiştir.

Meteorolojik veriler Tablo 5.1'de ve Şekil 5.9'da verilmiştir. Tabloda sadece ortalama sıcaklık ve yağış verisine yer verilmiştir. Aslında Bahçeköy Rasat İstasyonundan veriler günlük olarak alınmıştır. Fakat çalışma aralığının birimi olarak ay seçildiğinden meteorolojik veriler de aylık ortalama değerler olarak alınmıştır.

Erikli göletinin kot-hacim tablosu Tablo 5.2'de verilmiştir. Aylık olarak gölün su kotları elimizde olduğu için bu Tablo 5.2'den faydalanarak aylık göl hacmi hesaplanmıştır. Buradan da göl hacmi – yağış grafiği çizilerek Şekil 5.10'da verilmiştir.

ERİKLİ GÖLETİ

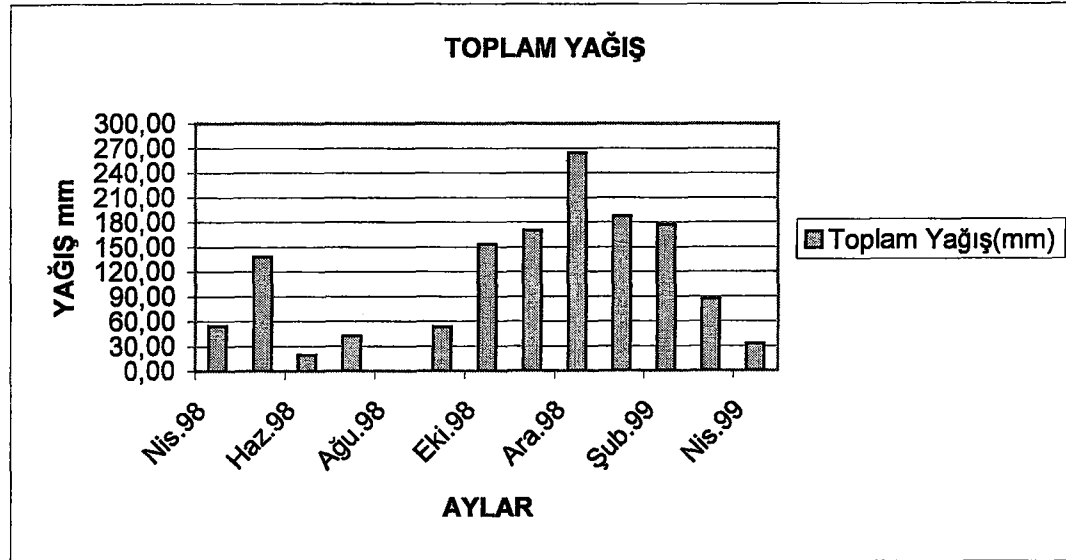
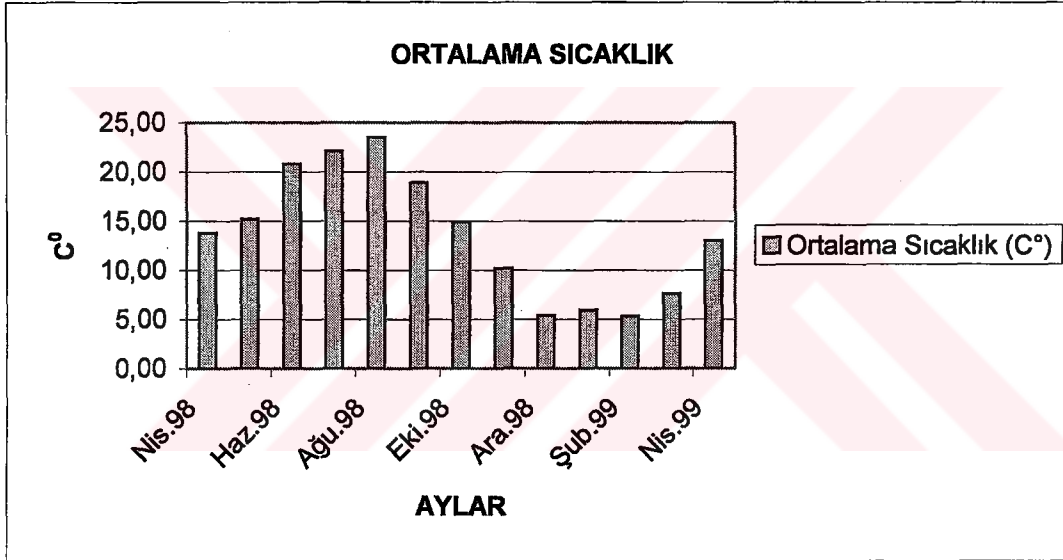


Şekil 5.8. Erikli Gölleti CBS uygulaması

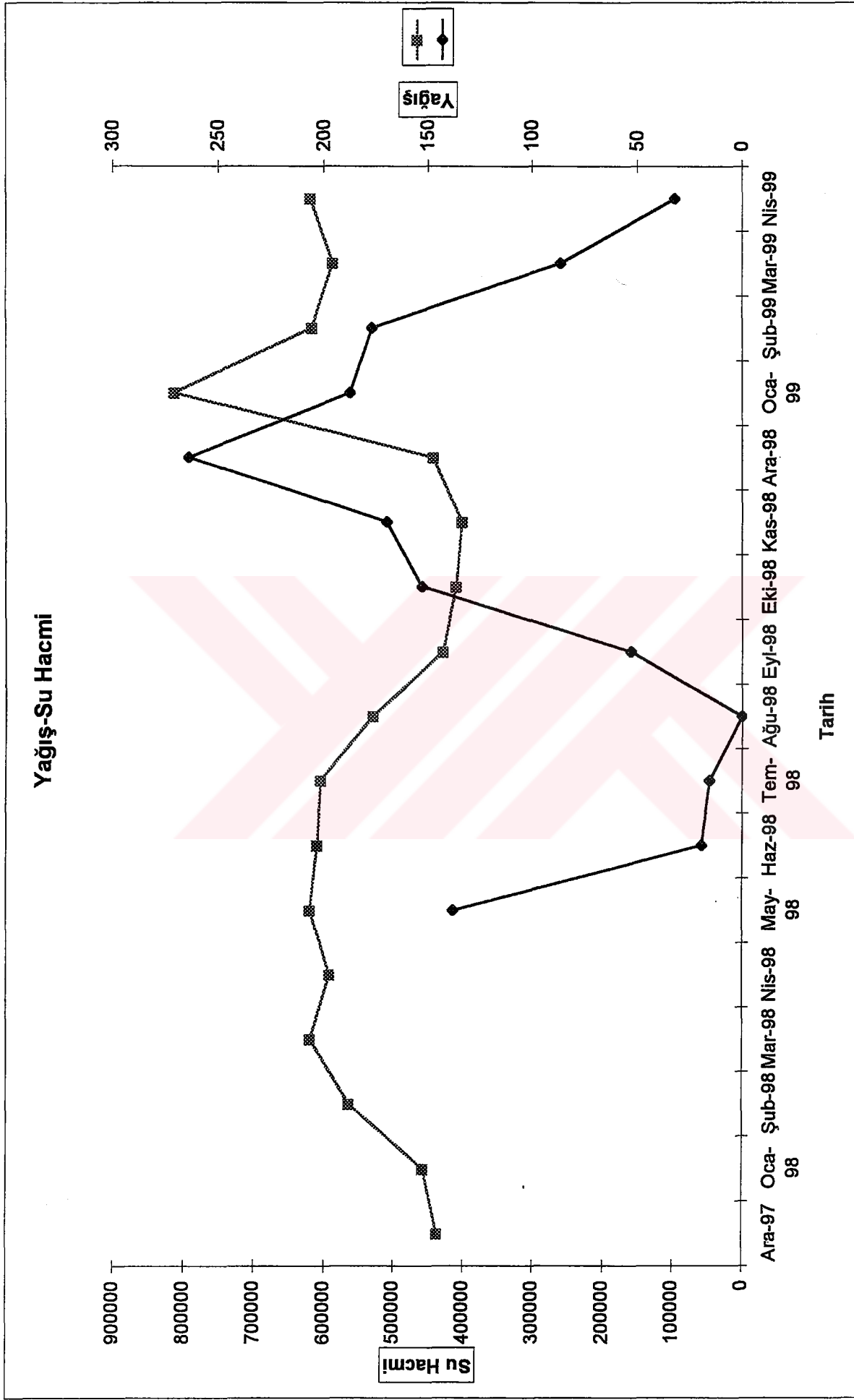
ERİKLİ GÖLETİ METEROLOJİK VERİLERİ

Tablo 5.1. Meteorolojik veriler

TARİH	Ortalama Sıcaklık (C°)	TARİH	Toplam Yağış(mm)
Nis-98	13,80	Nis-98	54,00
May-98	15,20	May-98	138,00
Haz-98	20,80	Haz-98	19,30
Tem-98	22,10	Tem-98	42,50
Ağu-98	23,50	Ağu-98	0,10
Eyl-98	18,90	Eyl-98	53,10
Eki-98	14,90	Eki-98	152,80
Kas-98	10,20	Kas-98	169,80
Ara-98	5,40	Ara-98	263,90
Oca-99	5,90	Oca-99	187,20
Şub-99	5,30	Şub-99	176,90
Mar-99	7,60	Mar-99	86,60
Nis-99	13,00	Nis-99	32,40



Şekil 5.9 Meteorolojik veriler



Şekil 5.10 Yağış-Su Hacmi

Tablo 5.2. Erikli göletinin kot-hacim tablosu ve Aylık olarak gölün su kotları

KOT	ALAN	HACİM	TARİH	GÖL KOTU	SU HACMİ	YAĞIŞ
52,00						
53,00			Ara-97	65,28	436531,92	
54,00	848,00	848,00	Oca-98	65,49	456983,61	
55,00	4717,00	5565,00	Şub-98	66,50	563306,50	
56,00	9092,00	14657,00	Mar-98	67,00	619961,00	
57,00	14140,00	28797,00	Nis-98	66,75	591633,75	
58,00	20221,00	49018,00	May-98	67,00	619961,00	138,00
59,00	27384,00	76402,00	Haz-98	66,91	609763,19	19,30
60,00	33928,00	110330,00	Tem-98	66,86	604097,74	15,50
61,00	40551,00	150881,00	Ağu-98	66,20	529313,80	0,10
62,00	49007,00	199888,00	Eyl-98	65,20	428740,80	53,10
63,00	58346,00	258234,00	Eki-98	65,00	409263,00	152,80
64,00	68934,00	327168,00	Kas-98	64,90	401053,50	169,80
65,00	82095,00	409263,00	Ara-98	65,34	442375,26	263,90
66,00	97389,00	506652,00	Oca-99	68,49	812035,28	187,20
67,00	113309,00	619961,00	Şub-99	66,98	617694,82	176,90
68,00	129633,00	749594,00	Mar-99	66,71	587101,39	86,60
68,44	62441,28	812035,28	Nis-99	67,03	619961,00	32,40

Gerek "arcview'den", gerekse de "winsid" programından elde edilecek sonuçlar ve yorumlar bir sonraki bölümde ayrıntılı olarak incelenmiştir.

6 SONUÇLAR

Bütün bu çalışmalardan elde edilen sonuçlar aşağıdaki gibi sıralanabilir;

Öncelikle baraj gövdesine bir adet “magnetic probe extensometer”, altı adet “vibrating wire piezometer” ve oniki adet “stantpipe piezometer” yerleştirilmiştir. Yerleştirilen aletlerden aylık veriler toplanmış ve bu aylık veriler bir bilgisayar programında işlenmiştir.

Çalışmalar sonucunda baraj gövdesinde herhangi bir sızma veya çökme problemi olmadığı anlaşılmıştır. Piezometrelerde seviyelerin mansapta yağmurlar ile membada ise baraj baraj haznesinin su kotuyla değiştiği görülmüştür. Ek A'daki Şekil A.1'den Şekil A.6'ya kadar olan kısımdan herhangi bir sızma olmadığı görülmektedir. Ek A'daki Şekil A.7'den çökme olmadığı görülmektedir. Ek A'daki Şekil A.8'den Şekil A.19'a kadar olan kısımdan Piezometrelerde seviyelerin mansapta yağmurlar ile membada ise baraj baraj haznesinin su kotuyla değiştiği görülmüştür.

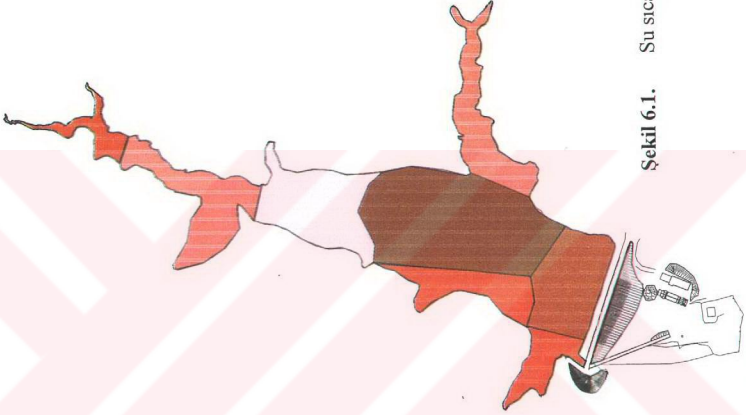
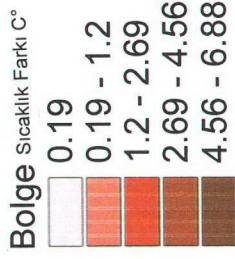
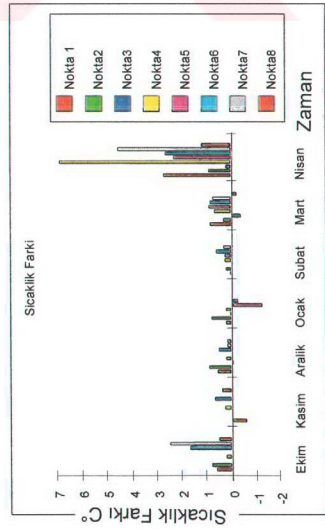
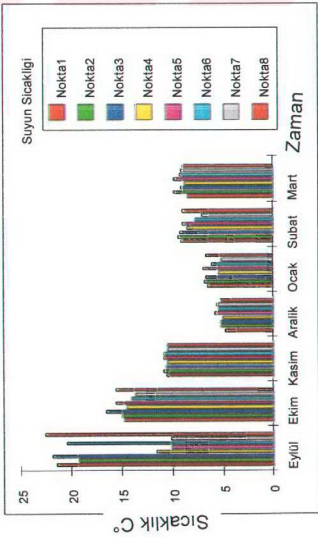
Coğrafi bilgi sisteminde yapılan sorgulama ile baraj haznesinde dönemsel tabakalaşma olduğu, yazın bu tabakalaşmanın arttığı, kışın ise tabakalaşmanın yok olduğu anlaşılmıştır. Tabakalaşmayı engellemek için dip savaklama yapılmış ve böylece düşey sirkülasyon sağlanmıştır. Ayrıca ölçülen kirlilik parametrelerinden ise suyun niteliği takip edilmiştir. Hazne derinlik boyunca iki tabakadan oluşur. Üst bölgede kuvvetli tabakalaşma vardır, alt bölgede zayıf tabakalaşma vardır (Üst ve alt göl tabakaları).

Haznede iki mevsiden söz edilebilir. Isınma sezonu nisan-ekim (mart-ağustos), soğuma sezonu kasım-nisan (eylül-şubat). En yüksek enerji seviyesi ağustos ayındadır.

Şekil 6.1'den Nisan ayında en fazla sıcaklık farkının olduğu görülür. Şekil 6.2'de Nisan ayında sadece en fazla sıcaklık farkının olmadığını, aynı zamanda oksijen farkının da olduğunu gösterir.

Şekil 6.2'den Şekil 6.4'e dek değişik aylardaki sıcaklık farkının ve oksijen farkının değişiminin mertebe olarak aynı olduğu görülür. Bu da farkla orantılı olarak bir düşey sirkülasyon olduğunu ve düşey sirkülasyon sırasında da hava karıştığı bunu da “ne kadar hareket olursa o kadar hava (oksijen) miktarında artış olur,” mantığıyla açıklamak mümkündür.

Bölgelere Göre Suyun Sıcaklık Farkı-Nisan Ayı



Şekil 6.1. Su sıcaklık farkları, nisan ayı değerleri

Sıcaklık değişimlerinin oranı üst ve orta göl tabakasında büyük mevsimsel değişikliğe sahiptir. Alt göl tabakasında küçüktür

Hava şartlarındaki değişikliklerden , iç dalgalardan, türbülans etkilerinden ve değişik fiziksel sistemlerden üst göl tabakasını etkiler. Alt göl tabakasında o kadar etkili değildirler.

Karışım katsayısı Kz sıcak mevsimde 100m dek artar, sonra dalgalanır. soğuk mevsimde ise Kz büyük dalgalanma gösterir.

Üst tabaka kaldırma frekansı ($N^2 = -g \rho^* \Delta \rho / \Delta z$) sonbaharda maksimum olur, ilkbaharda ise minimum olur. Alt tabakada ise yıl boyunca aynı kaldığı kabul edilebilir.

Türbülans düşey sıcaklık değişimlerine neden olur.

Hareket yüzdesi (inversion percentage) hareket etmiş noktaların tüm noktalara oranı diye tanımlanırsa; en büyük değeri soğuma sezonunun sonunda alır.

İç dalgalar üst tabakayı etkiler.

Su alma işleminin dip savaktan yapılması dipteki suyun boşaltılmasına, bu da bir düşey sirkülasyona sebep olduğu için tabakalaşmaya engel olmaktadır.

Baraj gövdesi ve temelindeki su seviye gidişlerini izlemek için baraj gövdesine yerleştirilen "standpipe piyezometre" (SP) ve "vibrating wire piyezometre" (VP) 'den elde edilen değerlerden aşağıdaki sonuçlar çıkarılabilir:

1. Menba tarafındaki su seviyeleri baraj hazne seviyesine bağlı olarak normal bir artış göstermişlerdir. Bu oluşum cihazların doğru çalıştığının da bir kanıtı olmaktadır.
2. Mansap tarafındaki su seviyeleri haznedeki su seviyesinden tamamen bağımsız bir gidiş göstermektedirler. Bu cihazlardaki su seviyeleri tamamen çevre yamaçlardaki kaynak sularının kontrolunda olup hemen hemen sabit kalmaktadır.

Echo-Sounder cihazı ile derinlik okumalarından şu hususlar belirlenmiştir;

Baraj haznesi kollarının içlerine, su içinde yoğun ağaç olması nedeniyle girilememiştir. Su içinde kalan bu bitki örtüsünün baraj haznesindeki su kalitesine

olumsuz etkisi olduğu ve temizletilmesi gerektiği yetkililere bildirilerek temizletilmesi sağlanmıştır.

Alınan su örneklerinin İ.T.Ü. Çevre Mühendisliği laboratuvarında analiz edilmesinden şu sonuçlar çıkarılmıştır;

1. Baraj gölünde çözünmüş oksijen açısından çok iyi bir durumun bulunduğu görölmektedir. Bu değerin alt limiti 5 iken baraj gölünde oldukça iyi bir oksijen içeriği mevcuttur.
2. Haznede askıda katı madde miktarı limitlerin üzerinde olmakla birlikte bunun zamanla daha iyi duruma geleceği tahmin edilmektedir. Bunun bir göstergesi de okumalarda AKM'nin (askıda katı maddenin) dip örneklerinde daha yüksek çıkmasıdır.
3. Ele alınan parametreler incelendiğinde hemen hemen tüm noktalarda birbirine çok yakın değerin bulunduğu görölmektedir. Bu oluşum baraj gölünde tabakalaşmanın meydana gelmediğini göstermektedir.

Havzada halen süren yapım çalışmaları arazi drenajına öncelik verilerek baraj gölüne su getiren vahşi dereler kontrol altına alınmalıdır.

Suyun sıcaklığı tıpkı beklenildiği gibi; ısınma ve soğuma dönemlerindeki niteliği göstermektedir.

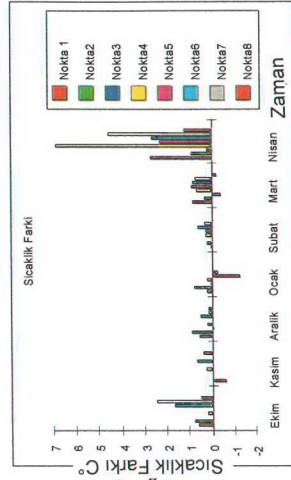
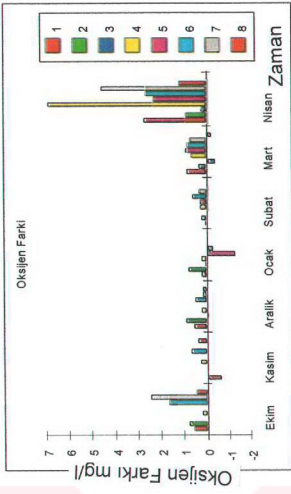
Bu ölçümlerde süreklilik ve düzenli ölçümün önemi çok büyüktür. Bu çalışma sırasında bazı ölçümlerin aylık yapılmasının çok anlamlı olmadığı görölmüştür. Bazı ölçümlerin ise nitrit ve nitrat asiti gibi her noktada yüzey ve dip nümune için yapılmasına gerek olmadığı görölmüştür.

Dip ve yüzey tabakaları için su sıcaklığının farklı olması; suyun yoğunluğuyla alakalıdır. Soğuyan suyun yoğunluğu artmakta ve yer çekimi sebebiyle aşağıya inmektedir. Böylece üst ve alt sıcaklık farkı olması beklenilmektedir.

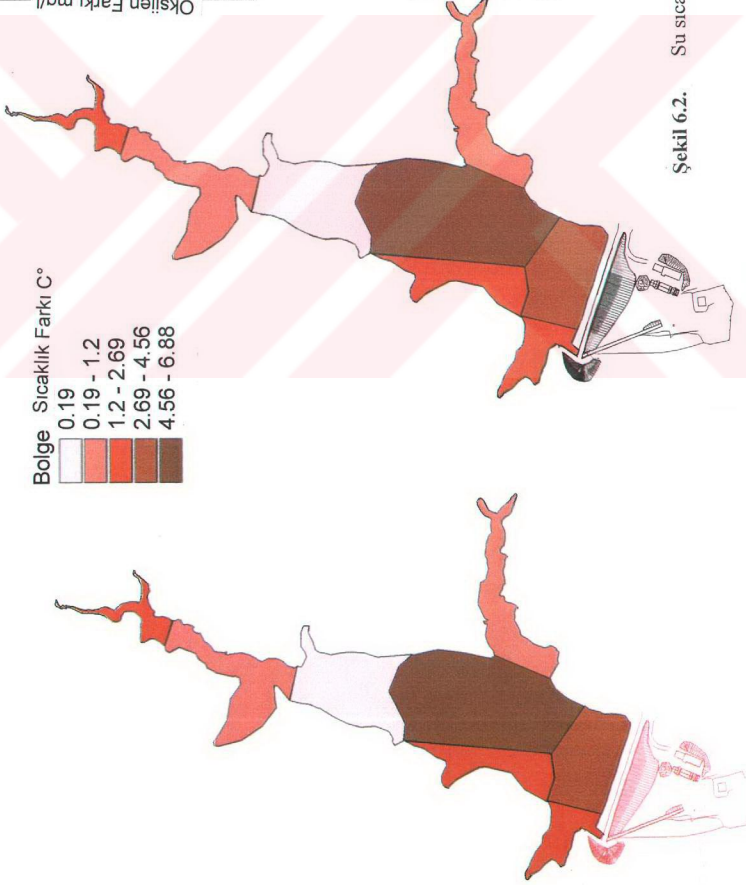
Ayrıca yağış-göl hacmi grafiğinden önümüzdeki günlerde (yaz mevsimi) kurak bir mevsim geleceği ve suyun hacminin oldukça azalacağı, bu sebeple ya su kullanımının azaltılması ya da dışarıdan su (İSKİ'den) alınması gerekecektir.

Sonuç olarak baraj haznelerinin izlenmesinde coğrafi bilgi sisteminin çok etkili bir şekilde kullanılabileceği gösterilmiştir.

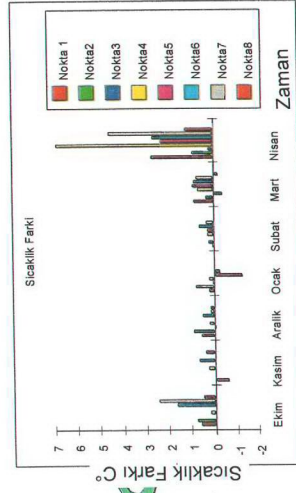
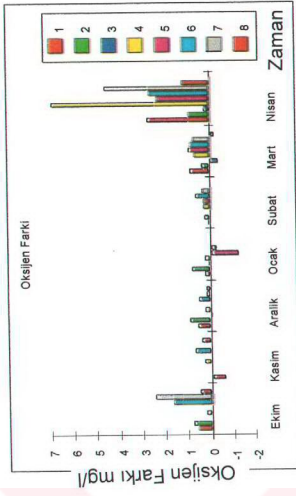
Nisan Ayında Bölgelere Göre Suyun Sıcaklık ve Oksijen Farkı



Şekil 6.2. Su sıcaklık ve oksijen farkları, nisan ayı değerleri

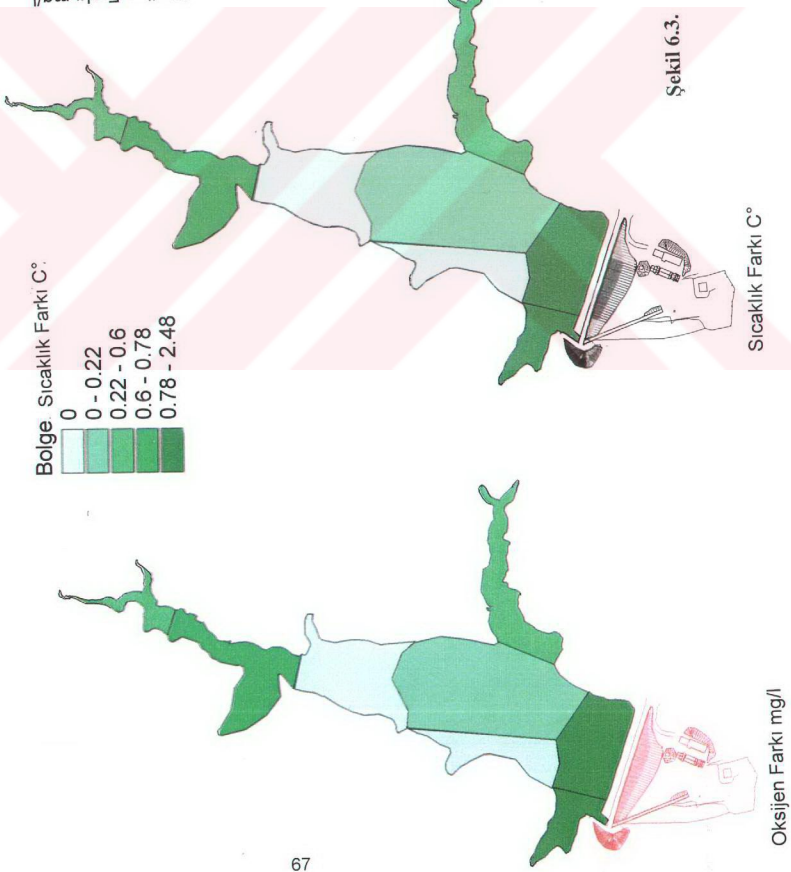


Ekim Ayında Bölgelere Göre Suyun Sıcaklık ve Oksijen Farkı

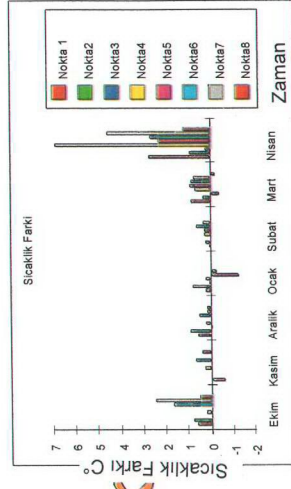
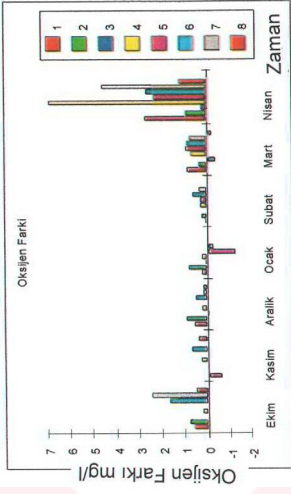


Su sıcaklık ve oksijen farkları, ekim ayı değerleri

Şekil 6.3.

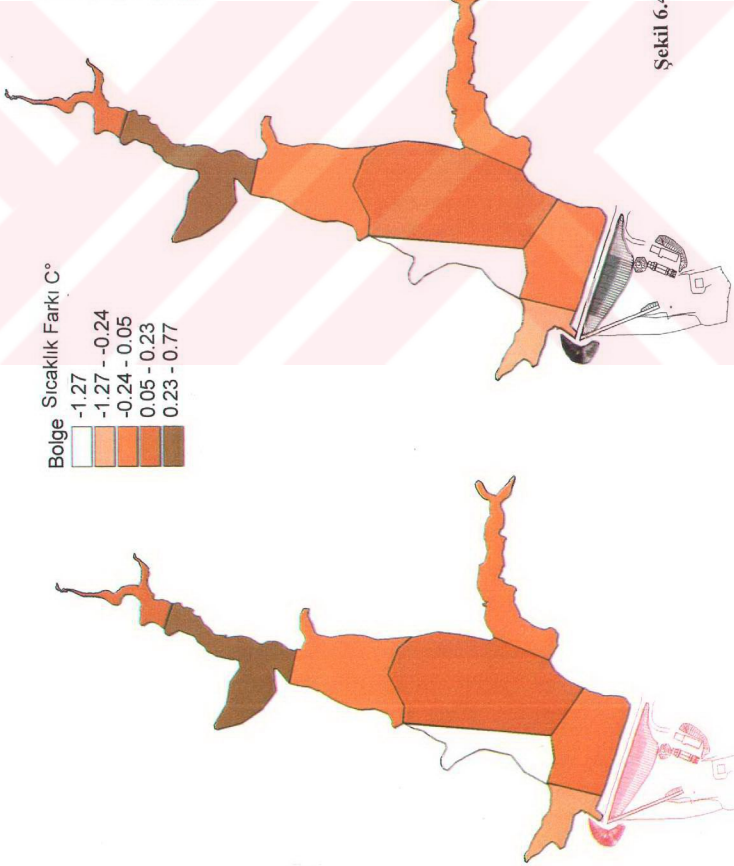


Ocak Ayında Bölgelere Göre Suyun Sıcaklık ve Oksijen Farkı



Şekil 6.4.

Su sıcaklık ve oksijen farkları, ocak ayı değerleri



KAYNAKLAR

- [1] **Wolf-Schumann, U.**, 1997. NASIM, TimeView and ArcView: Integration of Spatial and Temporal Data and Integration of Independent Tools for Hydrological Modelling, *ESRI(Enviromental Systems Research Institute) User Conference*.
- [2] **Jensen, J. R., Narumalani, S., Weatherbee, O. and Morris, K. S.**, 1992. Predictive Modeling of Cattail and Waterlily Distribution in a South Carolina Reservoir Using GIS, *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, **58**, 1561-1568.
- [3] **Çetin, A.F.**, 1998. Urban stormwater modeling using geographical information systems , *A thesis submitted to the graduate school of natural and applied sciences of the Middle East Technical University*, Middle East Technical University, Ankara.
- [4] **Boxsem, W.**, 1996. DIJKGIS – An Application for Management and Maintenance of Dams, *ESRI User Conference*.
- [5] **Güner, Ü., Karahan, H. ve Baykan, N. O.**, 1996. Büyük Menderes havzasında hidrometeorolojik veritabanı oluşturulması, *Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu 96*, İstanbul, 26-28 Eylül, s. 261-270.
- [6] **Çetin, A.F.**, 1998. Gapta Halefi barajında yer seçimi raporu, Ankara.
- [7] **Mater, B. ve Turoğlu, H.**, 1996. Bodrum Yarımadası'nda bazı koyların arazi potansiyel kullanım ilişkisinin GIS ile değerlendirilmesi, *Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu 96*, İstanbul, 26-28 Eylül, s. 239-248.
- [8] **Tübitak Devam Eden Proje.**1999. Van ili çevresinde kar ölçümleri yapılarak su potansiyeli hesabı, Ankara.
- [9] **Kapdaşlı, S.**, 1994. Köyceğizde kıyı ÇED Raporu, İstanbul.
- [10] **Kapdaşlı, S.**, 1994. Göl Hidroliği ders notları, *İ.T.Ü. İnşaat Fakültesi*, İstanbul.
- [11] **Fisher, H.B. , List, J. E. , Koh, C.Y.R., Imberger, J. , Brooks, N.H.**, 1979. Mixing in Inland and Coastal Waters. , Wiley & Sons Inc., USA.

- [12] **İyidiker, H.**, 1995. Hava Kirliliği Konusunda Çevre Bilgi Sistemi Tasarımı ve Gerçekleştirilmesi Pilot Projesi, *Yüksek Lisans Tezi*, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [13] **GIS by ESRI Using Arcview GIS Kullanma Klavuzu**,1996. *ESRI(Enviromental Systems Research Institute)*. USA.
- [14] **Konencny, G.**, 1995. GIS Geographical Information Systems, *Metu / UH-GIS Workshop*, Ankara.
- [15]**Tomlin, C. D.**, 1983. Digital cartographic modeling techniques in environmental planning, *Ph. D. Dissertation*, Yale University.
- [16] **Akyarlı, A. ve Öner, D.**, 1994. Lecture Notes on Geographical Information Systems in Estuarine and Coastal Management, *MEDECO*, İzmir.
- [17] **Yağız, E.**, 1998. Türkiye’de bir Koruma Alanında Yersel ve Uzaktan Algılama Verilerine Dayalı Coğrafi Bilgi Sistemi, *Yüksek Lisans Tezi*, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [18] **Clarke, K. C.**, 1997. Getting Started with Geographic Information Systems, Prentice Hall, New Jersey.
- [19] **Cassettari, S.**, 1993. Introduction to Integrated Geo-information Management, Chapman & Hall, UK.

EK A

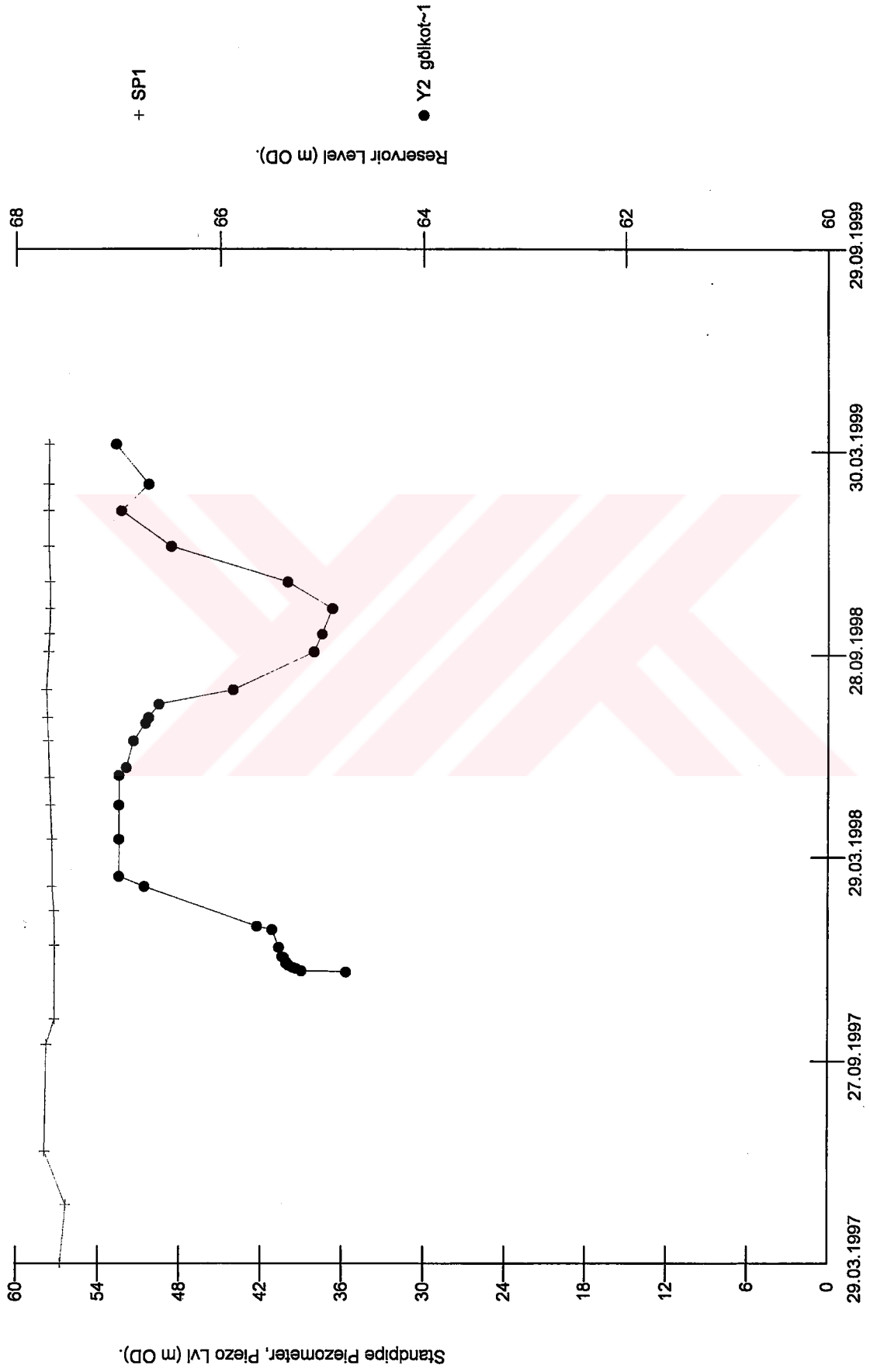
Tablo A.1. Standpipe Piezometerden elde edilen veriler

Standpipe Piezometer, SP1

Date Installed : 31.12.1999
Fill Level at Installation (m OD) : 68,13
Location/Cross Section/Chainage : 17,56
Instrument Level (m OD) : 55,720
Datum: : spl

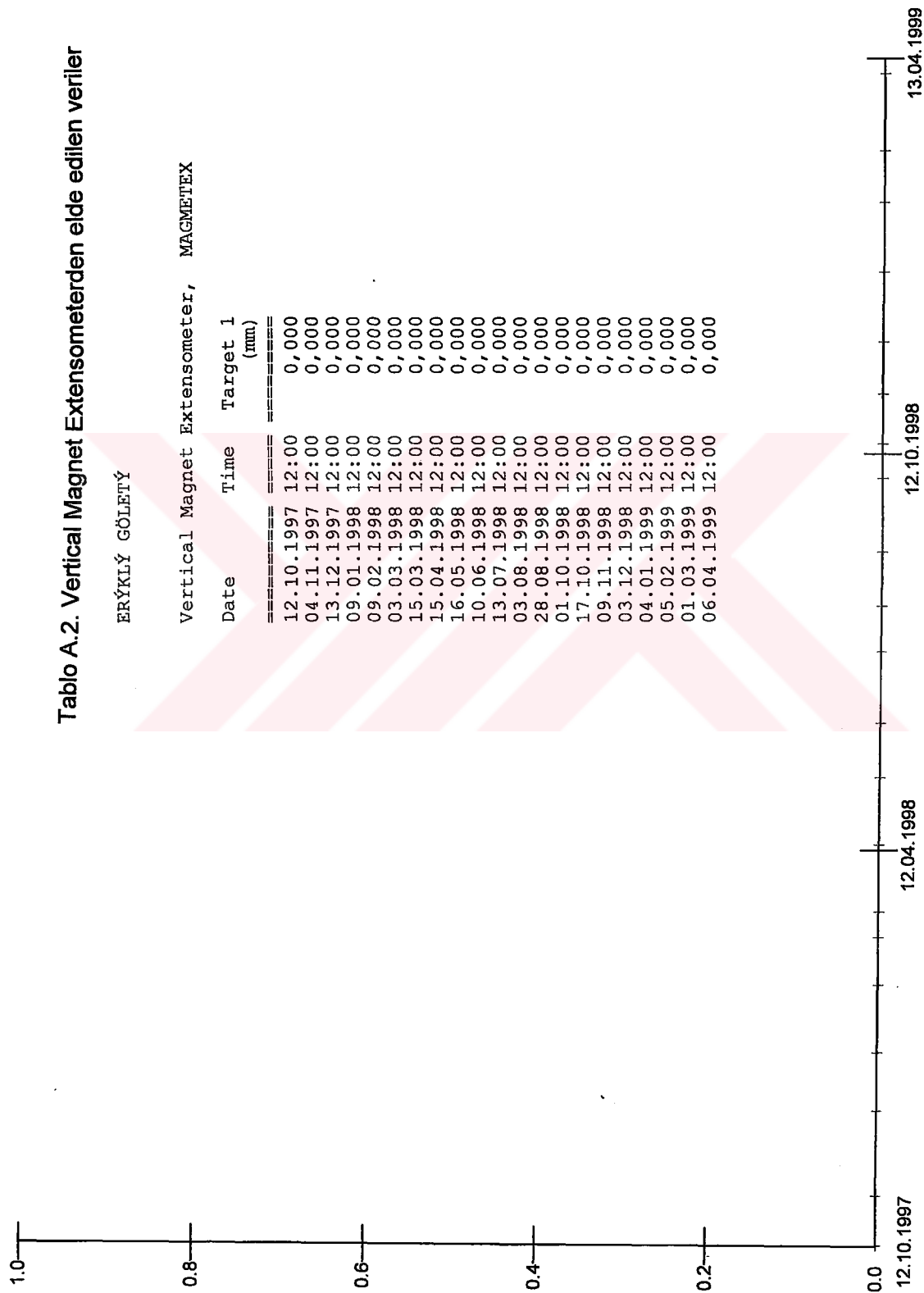
Date	Time	Datum Piezo Lvl (m OD)	(m OD)
29.03.1997	12:00	68,130	56,75
21.05.1997	12:00	68,130	56,37
08.07.1997	12:00	68,130	57,90
12.10.1997	12:00	68,130	57,80
04.11.1997	12:00	68,130	57,23
09.01.1998	12:00	68,130	57,23
09.02.1998	12:00	68,130	57,27
03.03.1998	12:00	68,130	57,40
15.04.1998	12:00	68,130	57,45
16.05.1998	12:00	68,130	57,54
10.06.1998	12:00	68,130	57,61
13.07.1998	12:00	68,130	57,71
03.08.1998	12:00	68,130	57,76
28.08.1998	12:00	68,130	57,83
01.10.1998	12:00	68,130	57,69
17.10.1998	12:00	68,130	57,63
09.11.1998	12:00	68,130	57,59
03.12.1998	12:00	68,130	57,59
04.01.1999	12:00	68,130	57,69
05.02.1999	12:00	68,130	57,69
01.03.1999	12:00	68,130	57,66
06.04.1999	12:00	68,130	57,64

ERİKLİ GÖLETİ



Şekil A.1. SP den elde edilen veriler

Vertical Magnet Extensometer, Target Movement (mm):



+ T 1

Tablo A.2. Vertical Magnet Extensometerden elde edilen veriler

ERİKLİ GÖLETİ

Vertical Magnet Extensometer, MAGNETEX

Şekil A.2 Vertical Magnet Extensometerden elde edilen veriler

Tablo A.3. Vibrating Wire Piezometerden elde edilen veriler

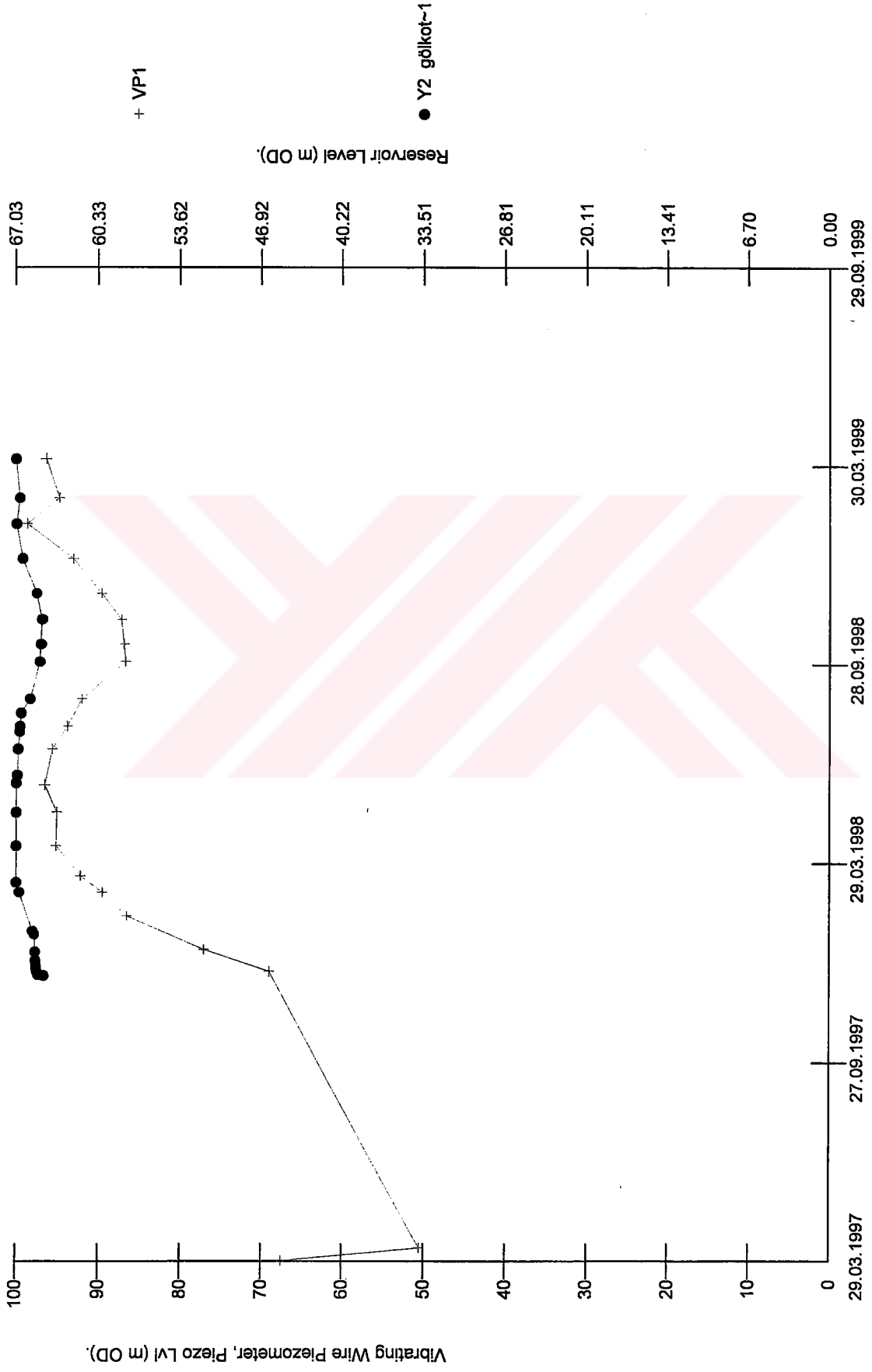
ERÝKLÝ GÖLETÝ

Vibrating Wire Piezometer, VP1

Date Installed : 31.12.1999
Fill Level at Installation (m OD) : 70,29
Location/Cross Section/Chainage : 63,90
Instrument Level (m OD) : 49,920

Date	Time	Piezo Lvl (m OD)
29.03.1997	12:00	67,52
10.04.1997	12:00	50,52
20.12.1997	12:00	69,02
09.01.1998	12:00	77,12
09.02.1998	12:00	86,52
03.03.1998	12:00	89,52
18.03.1998	12:00	92,12
15.04.1998	12:00	95,12
16.05.1998	12:00	95,02
10.06.1998	12:00	96,52
13.07.1998	12:00	95,62
03.08.1998	12:00	93,72
28.08.1998	12:00	92,02
01.10.1998	12:00	86,72
17.10.1998	12:00	86,92
09.11.1998	12:00	87,22
03.12.1998	12:00	89,62
04.01.1999	12:00	93,02
05.02.1999	12:00	98,62
01.03.1999	12:00	94,72
06.04.1999	12:00	96,32

ERİKLİ GÖLETİ



Şekil A.3 Vibrating Wire Piezometerden elde edilen veriler

Tablo B.1. Erikli Göleti 1. Noktanın Ölçüm Değerleri

NİTELİKLER	SUYUN SICAKLIĞI		O ₂		Ph		NİTRİT AZOTU		NİTRAT AZOTU		AKM	
	TABAN	YUZEY	TABAN	YUZEY	TABAN	YUZEY	TABAN	YUZEY	TABAN	YUZEY	TABAN	YUZEY
NİSAN												
MAYIS			10,30	10,20			0,007	0,007	0,140	0,130	11,00	10,00
HAZİRAN			10,00	11,00								
TEMMUZ												
AĞUSTOS	26,40	27,70										
EYLÜL	21,40	21,40	9,00	8,60	7,10	7,20						
EKİM	14,90	15,40	6,96	7,56			0,002	0,002				
KASIM	10,50	10,80	6,89	5,99	7,15	7,15						
ARALIK	4,80	5,20	9,96	9,43	6,99	6,99						
OCAK	6,60	6,80	12,30	12,53	7,15	7,15						
ŞUBAT	9,20	9,50	13,63	13,68	7,42	7,42						
MART	8,50	10,60	13,56	14,35	7,54	7,54						
NİSAN	14,60	16,20	9,65	12,34	7,74	7,74						
MAYIS	22,20	22,20	8,68	8,68	7,58	7,58						

Tablo B.2. Erikli Göleti 2. Noktanın Ölçüm Değerleri

NİTELİKLER	SUYUN SICAKLIĞI		O ₂		Ph		NİTRİT AZOTU		NİTRAT AZOTU		AKM	
	TABAN	YUZEY	TABAN	YUZEY	TABAN	YUZEY	TABAN	YUZEY	TABAN	YUZEY	TABAN	YUZEY
NİSAN												
MAYIS			10,40	10,20			0,007	0,007	0,180	0,130	19,00	11,00
HAZİRAN			8,40	10,20								
TEMMUZ												
AĞUSTOS	26,80	28,90										
EYLÜL	19,30	21,50	7,80	9,00	6,40	7,10						
EKİM	15,00	16,90	6,93	7,71			0,002	0,002	0,015	0,006	25,00	15,00
KASIM	10,80	10,80	6,38	6,38	7,16	7,16						
ARALIK	5,30	5,70	8,84	9,77	7,06	7,06						
OCAK	6,80	7,40	12,09	12,86	7,34	7,34						
ŞUBAT	9,40	9,60	13,63	13,84	7,46	7,46						
MART	9,90	11,30	14,11	14,42	7,51	7,51						
NİSAN	15,60	16,60	12,09	12,97	7,62	7,62						
MAYIS	21,00	22,30	5,80	8,64	7,58	7,58						

Tablo B.3. Erikli Göleti 3. Noktanın Ölçüm Değerleri

NİTELİKLER	SUYUN SICAKLIĞI		O ₂		Ph		NİTRİT AZOTU		NİTRAT AZOTU		AKM	
TARİH	TABAN	YUZEY	TABAN	YUZEY	TABAN	YUZEY	TABAN	YUZEY	TABAN	YUZEY	TABAN	YUZEY
NİSAN												
MAYIS			10,30	10,20			0,007	0,007	0,170	0,140	10,00	10,00
HAZİRAN			10,00	10,40								
TEMMUZ												
AĞUSTOS	27,60	27,90										
EYLÜL	21,90	22,90	8,60	8,60	7,10	7,00						
EKİM	16,60	16,60	8,65	8,65			0,002	0,005				
KASIM	10,70	10,70	7,40	7,40	7,31	7,31						
ARALIK	5,30	5,70	10,81	10,72	7,49	7,49						
OCAK	6,70	6,90	12,97	13,02	7,57	7,57						
ŞUBAT	9,30	9,50	14,35	14,31	7,51	7,51						
MART	9,10	10,10	14,02	14,20	7,53	7,53						
NİSAN	16,20	16,90	12,71	12,90	7,84	7,84						
MAYIS	20,80	22,30	7,70	8,42	7,82	7,82						

Tablo B.4. Erikli Göleti 4. Noktanın Ölçüm Değerleri

NİTELİKLER	SUYUN SICAKLIĞI		O ₂		Ph		NİTRİT AZOTU		NİTRAT AZOTU		AKM	
TARİH	TABAN	YUZEY	TABAN	YUZEY	TABAN	YUZEY	TABAN	YUZEY	TABAN	YUZEY	TABAN	YUZEY
NİSAN												
MAYIS			10,30	10,20			0,007	0,007	0,220	0,120	10,00	13,00
HAZİRAN			9,40	11,00								
TEMMUZ												
AĞUSTOS	9,10	28,00										
EYLÜL	11,50	20,20										
EKİM	14,60	14,70	7,67	7,89			0,002	0,002	0,003	0,005	120,00	30,00
KASIM	10,50	10,80	8,38	8,64	7,60	7,60						
ARALIK	5,20	5,40	10,98	11,18	7,52	7,52						
OCAK	5,50	6,10	11,83	12,05	7,60	7,60						
ŞUBAT	8,60	8,70	13,79	14,03	7,54	7,54						
MART	8,80	9,70	13,43	14,10	7,51	7,51						
NİSAN	8,60	16,70	6,00	12,88	7,76	7,76						
MAYIS	10,00	22,10	0,54	8,54	7,55	7,55						

Tablo B.5. Erikli Göleti 5. Noktanın Ölçüm Değerleri

NİTELİKLER	SUYUN SICAKLIĞI		O ₂		Ph		NİTRİT AZOTU		NİTRAT AZOTU		AKM	
	TABAN	YUZEY	TABAN	YUZEY	TABAN	YUZEY	TABAN	YUZEY	TABAN	YUZEY	TABAN	YUZEY
NİSAN												
MAYIS			10,40	10,20			0,007	0,007	0,170	0,160	12,00	13,00
HAZİRAN			10,40	10,60								
TEMMUZ												
AĞUSTOS	28,00	28,80										
EYLÜL	10,20	20,60	8,40	8,60	7,00	7,20						
EKİM	15,60	15,60	7,56	7,56			0,002	0,002	0,017	0,013	35,00	25,00
KASIM	10,80	10,80	7,54	7,54	7,31	7,31						
ARALIK	5,80	5,90	10,68	10,66	7,50	7,50						
OCAK	7,00	7,10	13,64	12,37	7,29	7,29						
ŞUBAT	9,00	9,50	13,94	14,19	7,39	7,39						
MART	9,80	12,10	13,48	14,36	7,49	7,49						
NİSAN	15,80	17,60	10,36	12,65	7,71	7,71						
MAYIS	22,20	22,30	8,46	8,66	7,58	7,58						

Tablo B.6. Erikli Göleti 6. Noktanın Ölçüm Değerleri

NİTELİKLER	SUYUN SICAKLIĞI		O ₂		Ph		NİTRİT AZOTU		NİTRAT AZOTU		AKM	
	TABAN	YUZEY	TABAN	YUZEY	TABAN	YUZEY	TABAN	YUZEY	TABAN	YUZEY	TABAN	YUZEY
NİSAN												
MAYIS							0,007	0,007				
HAZİRAN			8,60	10,60								
TEMMUZ												
AĞUSTOS	20,40	29,00										
EYLÜL	20,40	21,50	6,40	8,60	6,30	7,20						
EKİM	14,20	16,30	6,56	8,21			0,002	0,002				
KASIM	10,80	10,80	7,68	8,34	7,37	7,37						
ARALIK	5,50	5,90	10,63	11,12	7,52	7,52						
OCAK	6,10	6,40	12,29	12,05	7,30	7,30						
ŞUBAT	7,80	9,60	13,69	14,30	7,52	7,52						
MART	9,30	11,10	13,66	14,52	7,51	7,51						
NİSAN	14,70	17,40	10,29	12,95	7,69	7,69						
MAYIS	22,20	22,60	8,76	8,75	7,54	7,54						

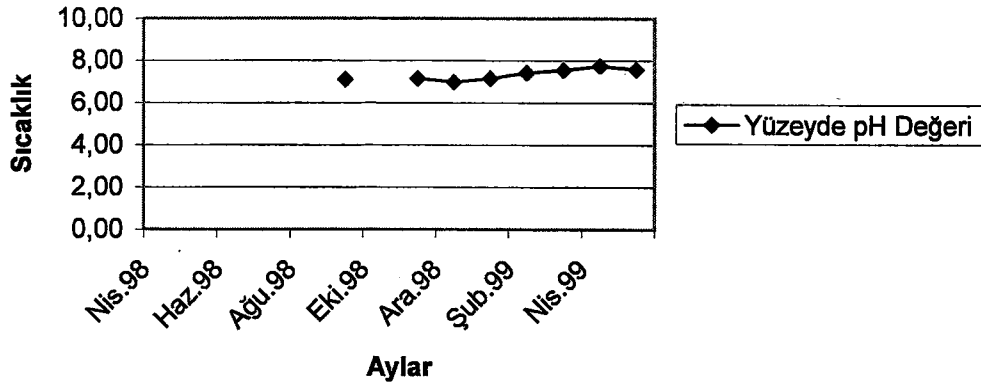
Tablo B.7. Erikli Göleti 7. Noktanın Ölçüm Değerleri

NİTELİKLER TARİH	SUYUN SICAKLIĞI		O ₂		Ph		NİTRİT AZOTU		NİTRAT AZOTU		AKM	
	TABAN	YUZEY	TABAN	YUZEY	TABAN	YUZEY	TABAN	YUZEY	TABAN	YUZEY	TABAN	YUZEY
NİSAN												
MAYIS			10,30	10,20								
HAZİRAN			10,40	10,60					0,160	0,160	11,00	10,00
TEMMUZ												
AĞUSTOS	10,50	29,10										
EYLÜL	10,10	20,10	8,00	8,20	6,40	7,10						
EKİM	13,70	14,40	4,52	7,00			0,002	0,002	0,019	0,019	105,00	25,00
KASIM	10,60	10,70	8,62	8,57	7,51	7,51						
ARALIK	5,70	5,70	11,19	11,04	7,53	7,53						
OCAK	5,30	5,80	12,29	12,28	7,43	7,43						
ŞUBAT	7,10	8,00	13,39	13,70	7,44	7,44						
MART	9,10	10,50	13,64	14,36	7,51	7,51						
NİSAN	8,90	16,40	8,22	12,78	7,55	7,55						
MAYIS	18,20	22,40	5,78	8,74	7,58	7,58						

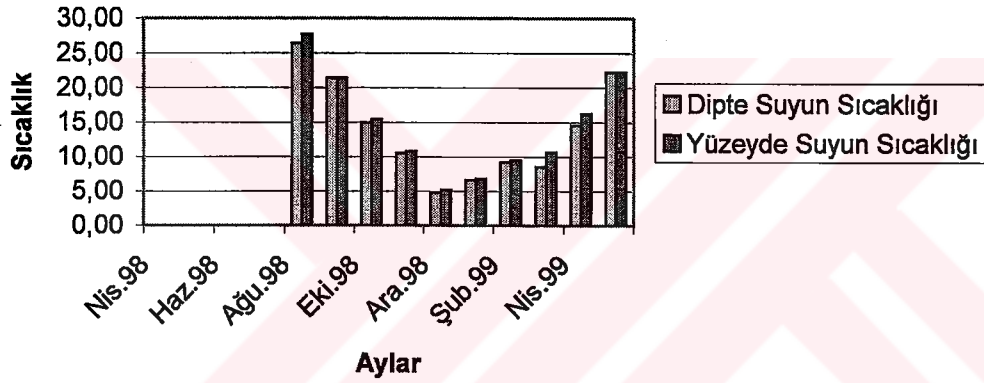
Tablo B.8. Erikli Göleti 8. Noktanın Ölçüm Değerleri

NİTELİKLER TARİH	SUYUN SICAKLIĞI		O ₂		Ph		NİTRİT AZOTU		NİTRAT AZOTU		AKM	
	TABAN	YUZEY	TABAN	YUZEY	TABAN	YUZEY	TABAN	YUZEY	TABAN	YUZEY	TABAN	YUZEY
NİSAN												
MAYIS			10,30	10,30								
HAZİRAN			9,60	10,60			0,006	0,006	0,130	0,130	10,00	10,00
TEMMUZ												
AĞUSTOS	27,70	29,00										
EYLÜL	22,50	23,50	7,10	7,60	6,90	7,00						
EKİM	15,50	16,10	8,35	8,82								
KASIM	10,60	10,60	7,64	8,00	7,40	7,40						
ARALIK	5,30	5,40	10,86	11,02	7,50	7,50						
OCAK	6,70	7,70	12,30	12,28	7,39	7,39						
ŞUBAT	9,00	10,20	14,30	14,28	7,48	7,48						
MART	9,00	9,90	14,44	14,23	7,48	7,48						
NİSAN	15,10	16,50	10,78	12,91	8,34	8,34						
MAYIS	20,00	22,40	7,57	8,39	7,64	7,64						

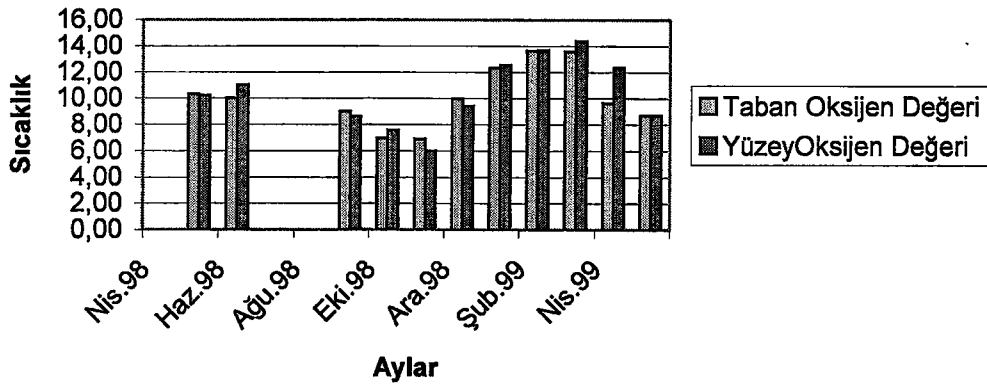
1. Nokta İçin pH Değerleri



1. Nokta İçin Su Sıcaklığı

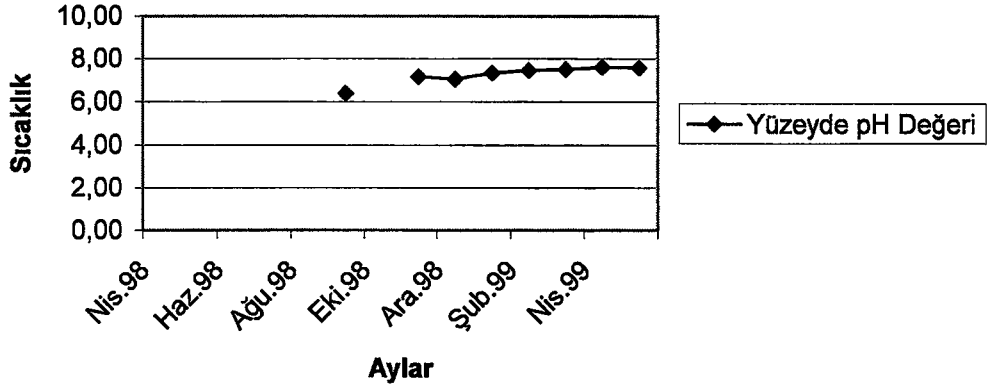


1. Nokta İçin Oksijen Değerleri

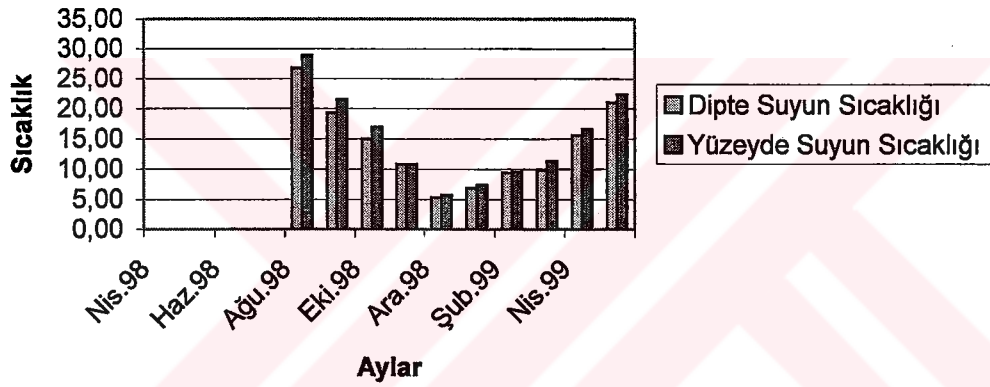


Şekil B.1 Birinci Nokta İçin pH, Oksijen ve Suyun Sıcaklığı

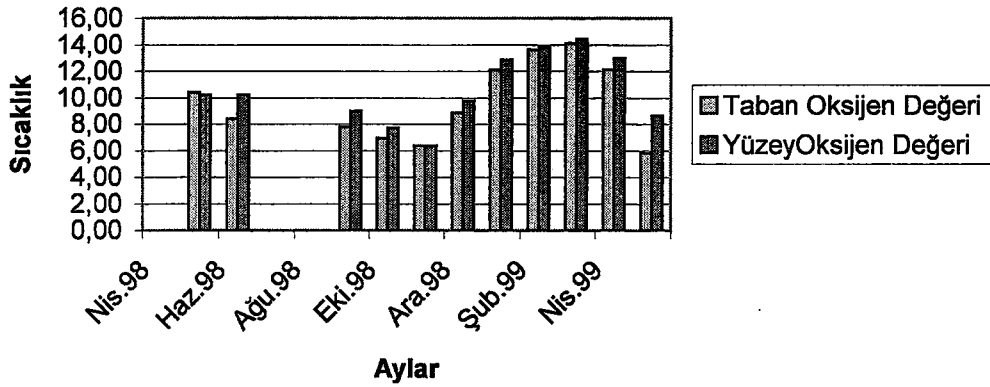
2. Nokta İçin pH Değerleri



2. Nokta İçin Su Sıcaklığı

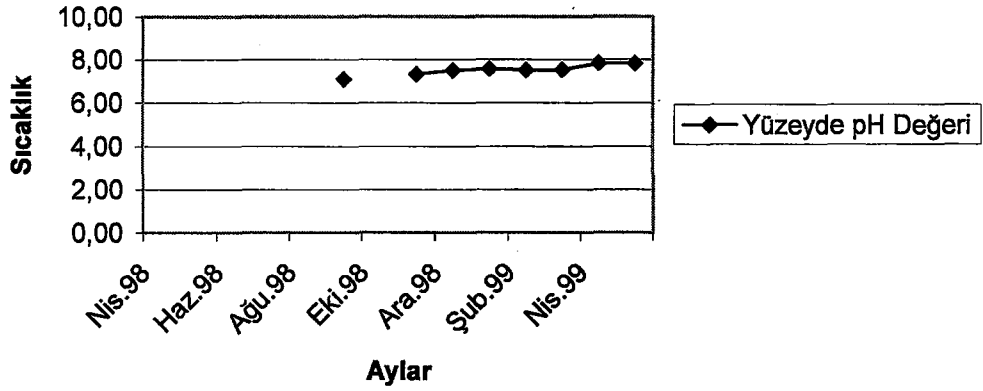


2. Nokta İçin Oksijen Değerleri

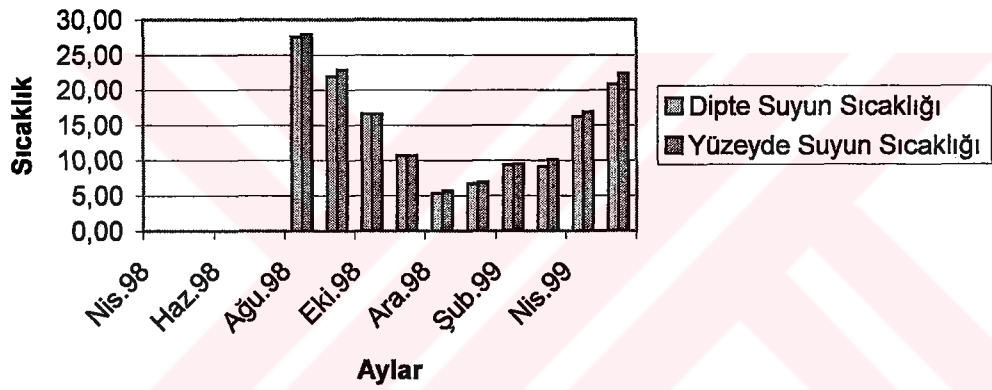


Şekil B.2 İkinci Nokta İçin pH, Oksijen ve Suyun Sıcaklığı

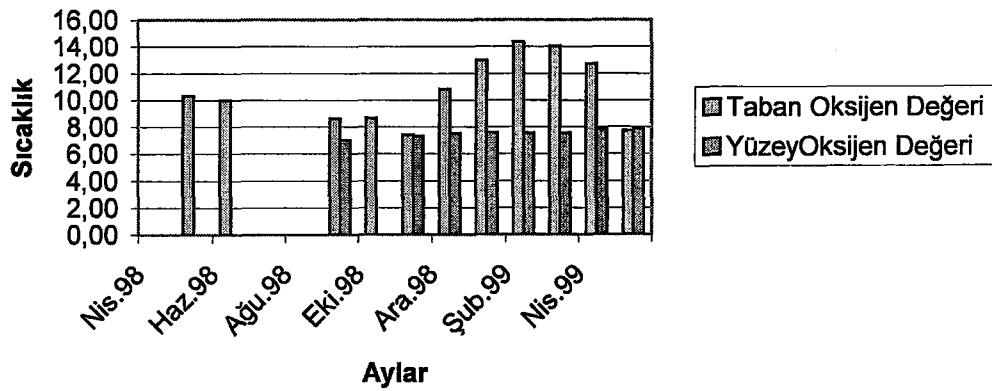
3. Nokta İçin pH Değerleri



3. Nokta İçin Su Sıcaklığı

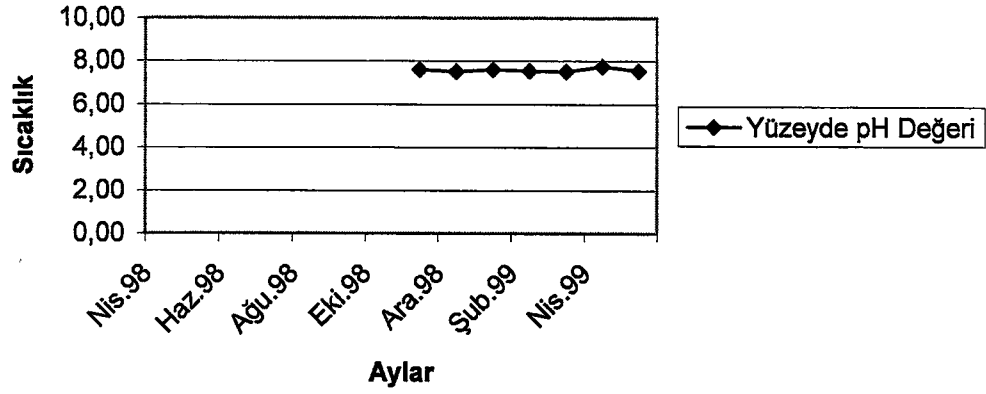


3. Nokta İçin Oksijen Değerleri

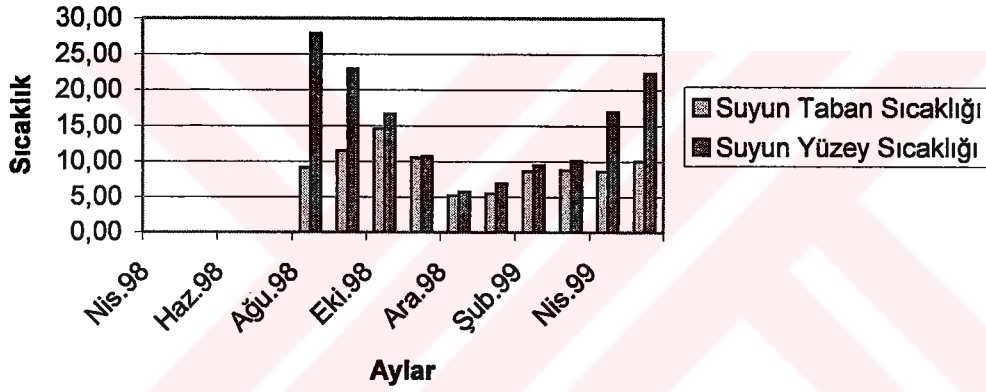


Şekil B.3 Üçüncü Nokta İçin pH, Oksijen ve Suyun Sıcaklığı

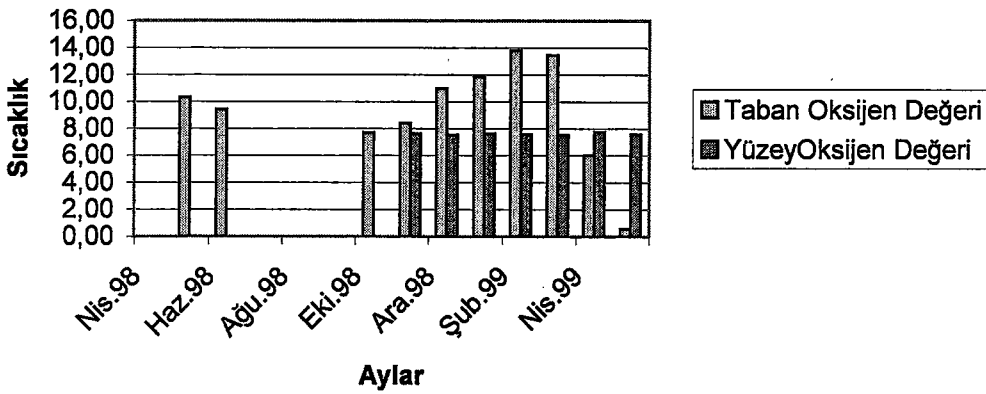
4. Nokta İçin pH Değerleri



4. Nokta İçin Su Sıcaklığı

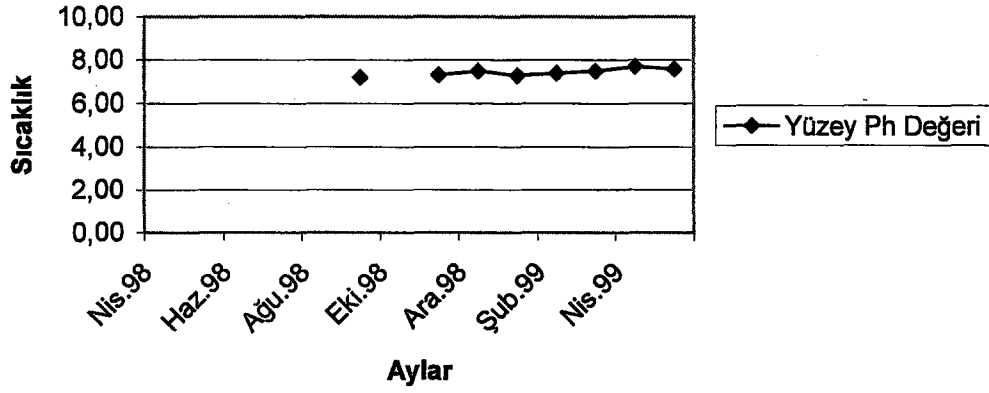


4. Nokta İçin Oksijen Değerleri

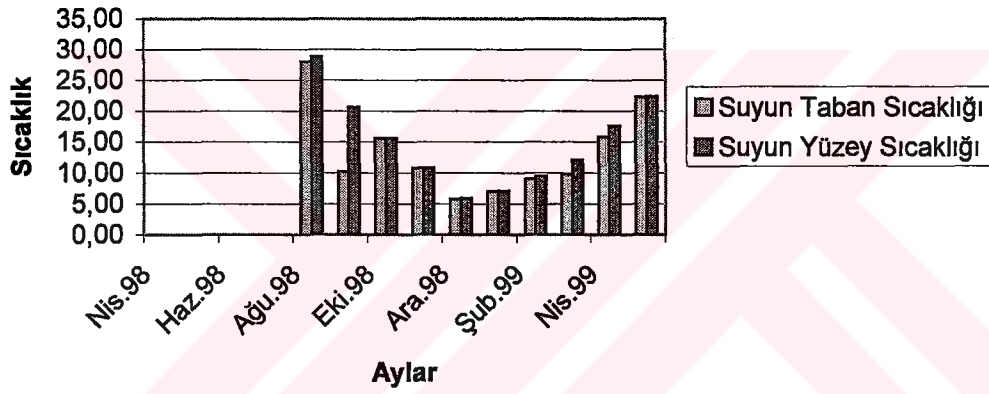


Şekil B.4 Dördüncü Nokta İçin pH, Oksijen ve Suyun Sıcaklığı

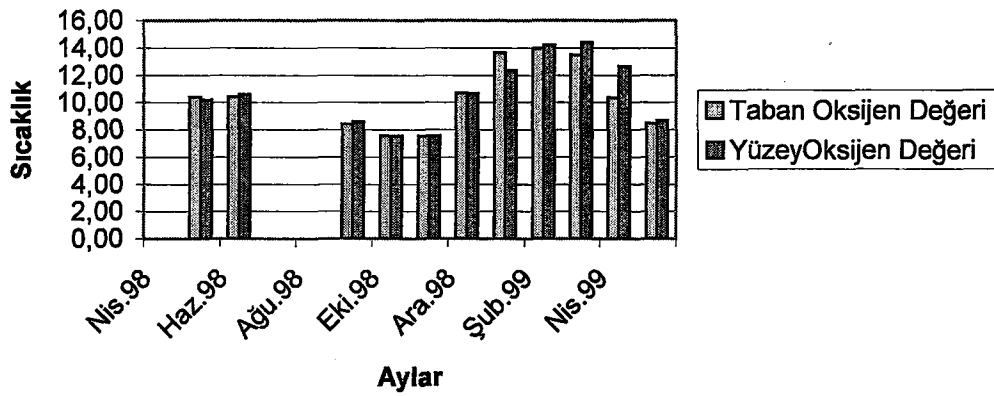
5. Nokta İçin pH Değerleri



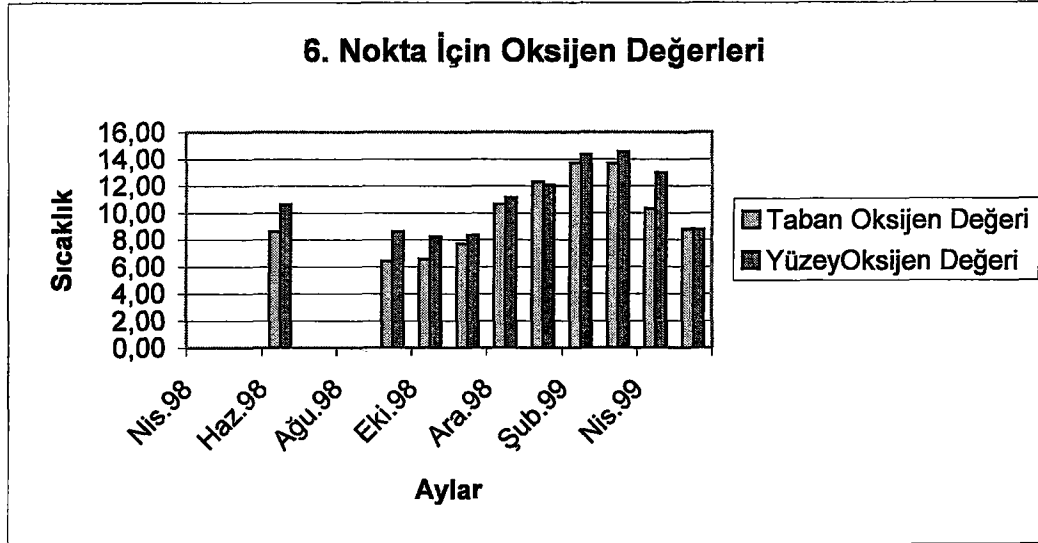
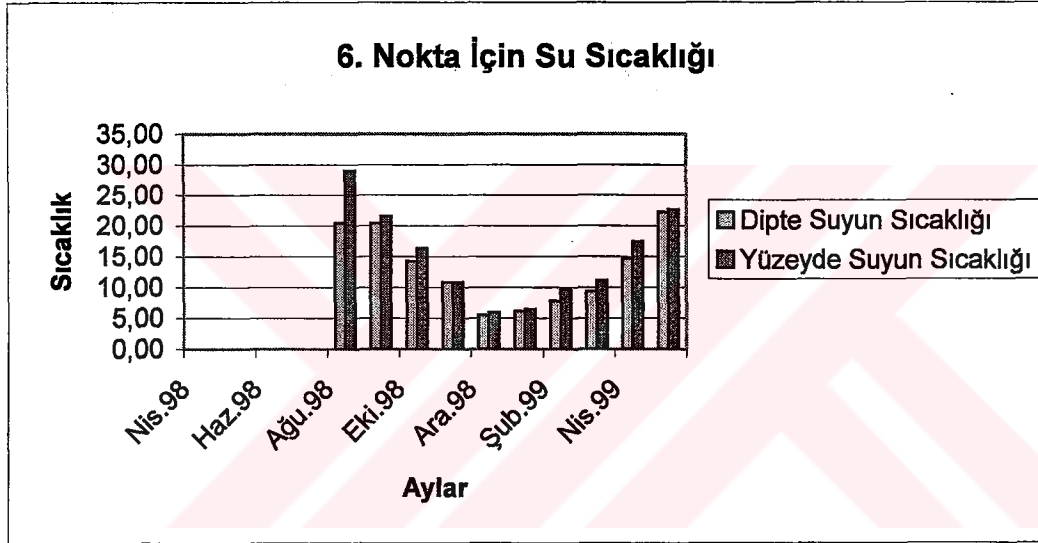
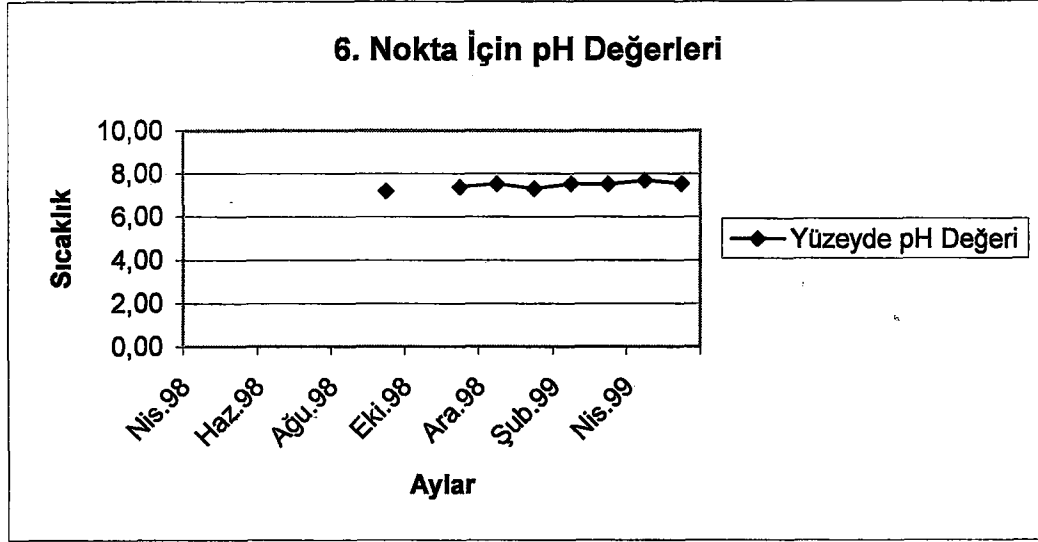
5. Nokta İçin Su Sıcaklığı



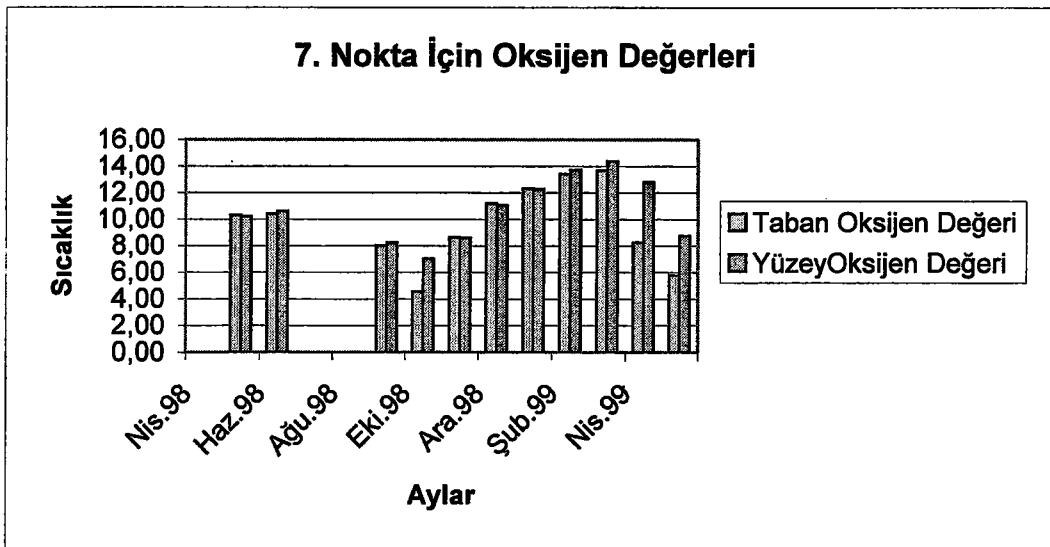
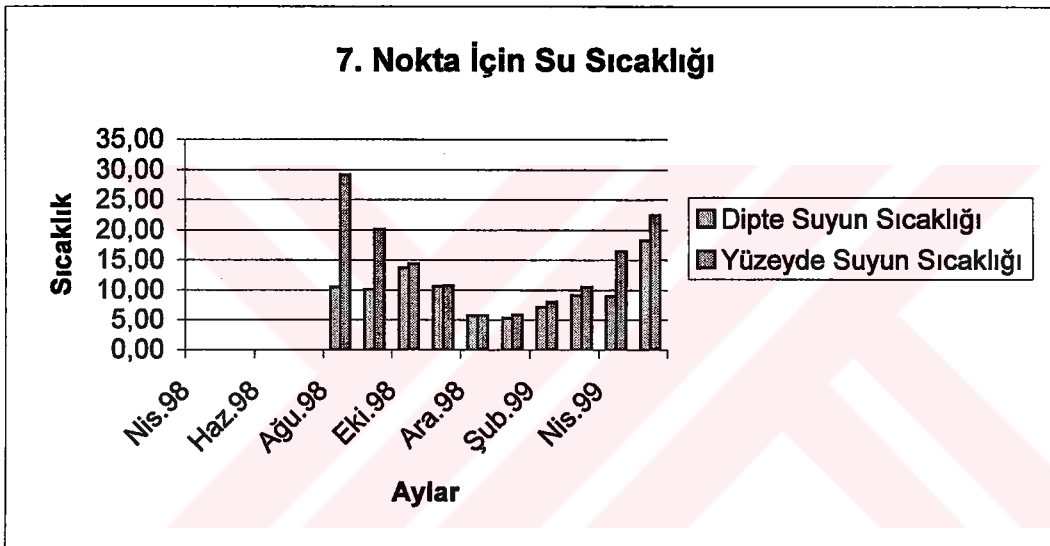
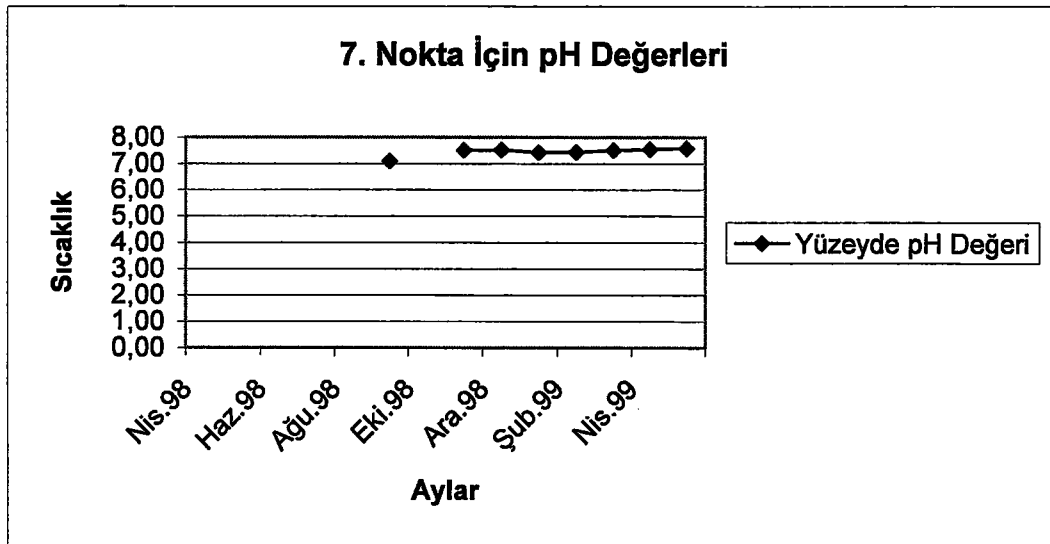
5. Nokta İçin Oksijen Değerleri



Şekil B.5 Beşinci Nokta İçin pH, Oksijen ve Suyun Sıcaklığı

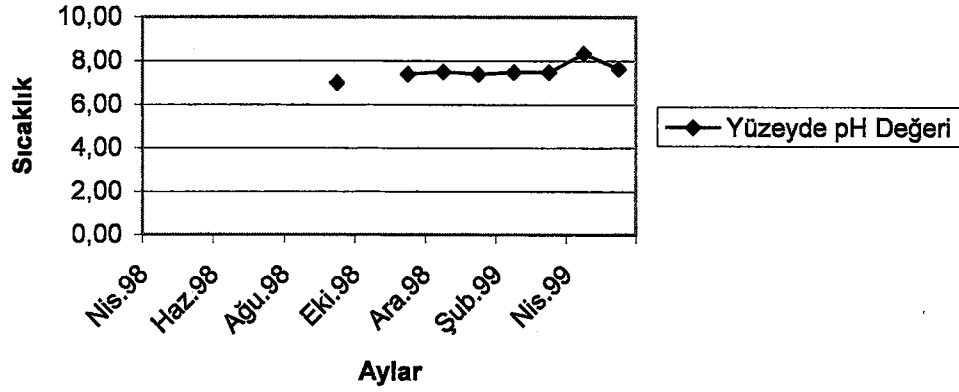


Şekil B.6 Altıncı Nokta İçin pH, Oksijen ve Suyun Sıcaklığı

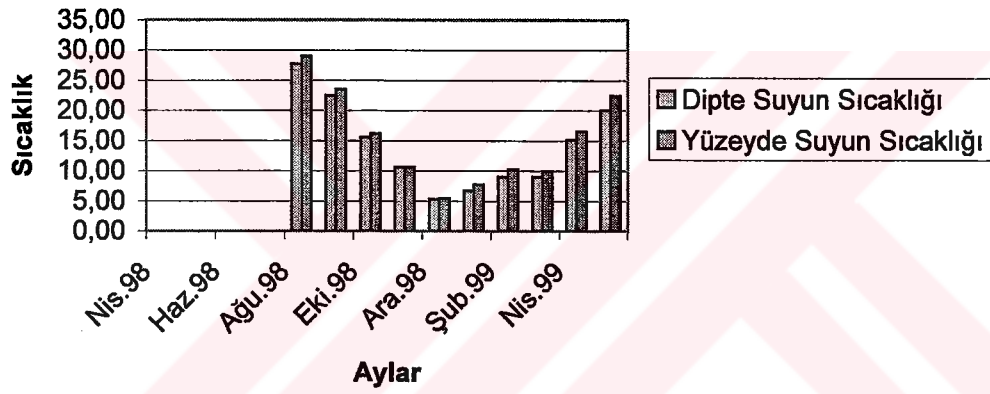


Şekil B.7 Yedinci Nokta İçin Ph, Oksijen ve Suyun Sıcaklığı

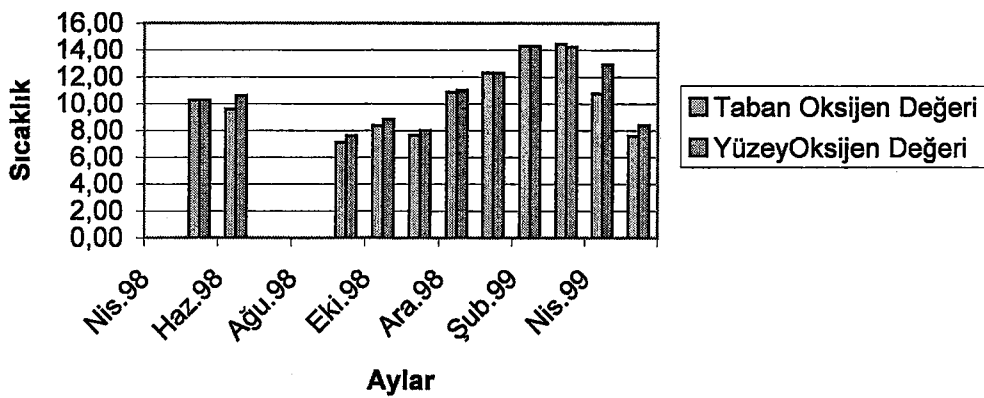
8. Nokta İçin pH Değerleri



8. Nokta İçin Su Sıcaklığı

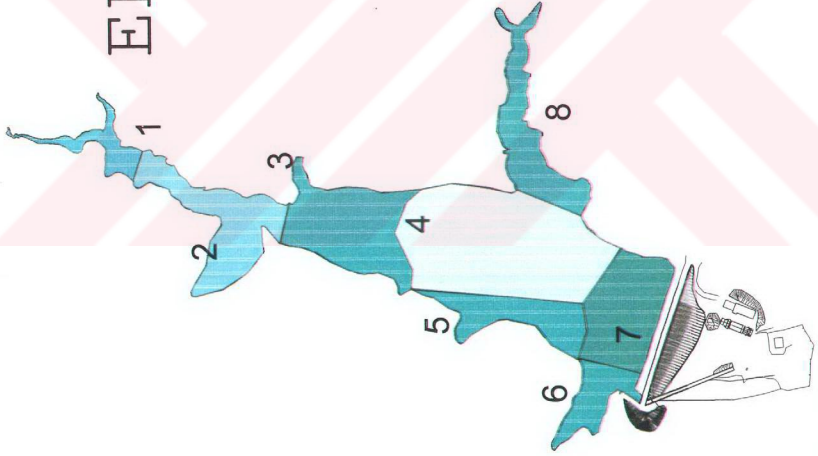


8. Nokta İçin Oksijen Değerleri



Şekil B.8 Sekizinci Nokta İçin Ph, Oksijen ve Suyun Sıcaklığı

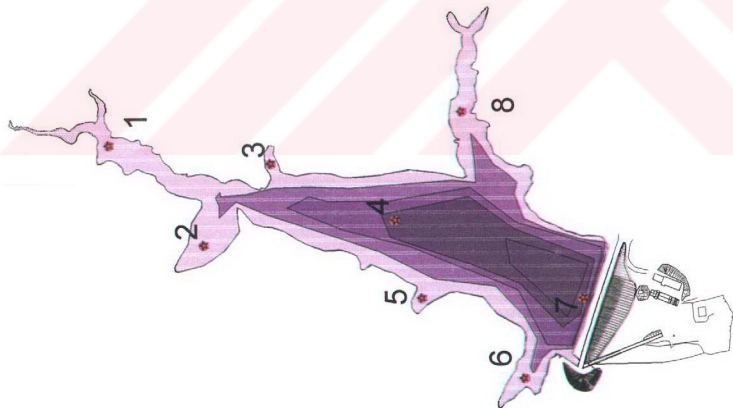
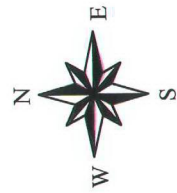
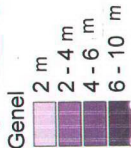
ERİKLİ GÖLETİ



Şekil B.9 Eriklı Gölünde Noktalara Göre Bölgeler

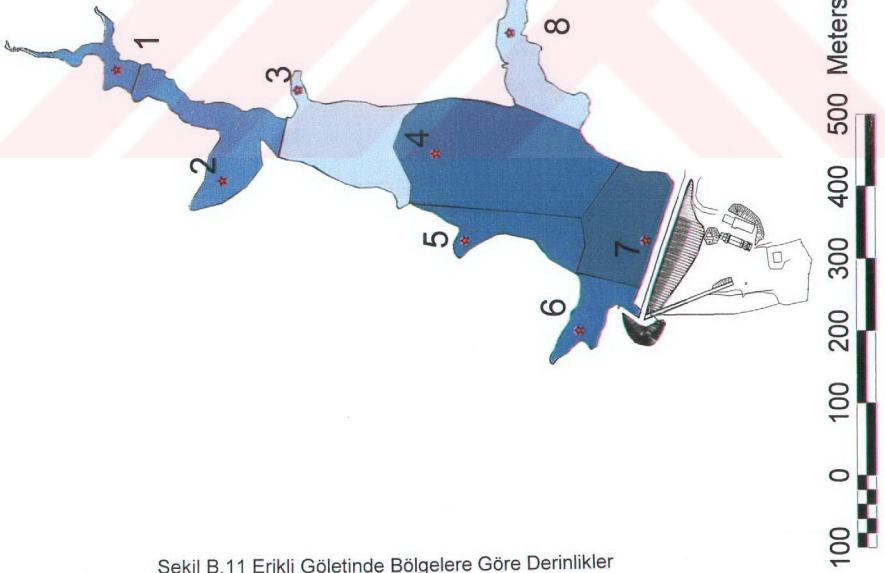
Taban Batimetrisi

★ DİP Ölçüm noktaları
● YÜZEY Ölçüm noktaları



Şekil B.10 Erikli Gölünde Taban Batimetrisi

ERİKLİ GÖLETİNDE BÖLGELERE GÖRE DERİNLİKLER



Şekil B.11 Eriklı Gölünde Bölgelere Göre Derinlikler

ÖZGEÇMİŞ

Dilek Eren MERCAN 1971 yılında, Sivas'ta doğdu. İlk ve orta öğrenimini Balıkesir'in Susurluk ilçesinde tamamladı. 1988'de Bilecik Ertuğrul Gazi Lisesi'nden mezun oldu. 1994 yılında İ.T.Ü. İnşaat Fakültesini bitirdi.

Okul sonrası 4 sene boyunca Yüksel İnşaat şirketinde şantiye mühendisi olarak çalıştı. Sonra İMECE firmasında 2 yıl statiker olarak görev yapmıştır.

Halen, İ.T.Ü. Hidrolik Ana Bilim Dalı'nda Araştırma Görevlisi olarak çalışmaktadır. Bilgisayarda gerek mesleki gerekse ofis uygulamalarına hakimdir.