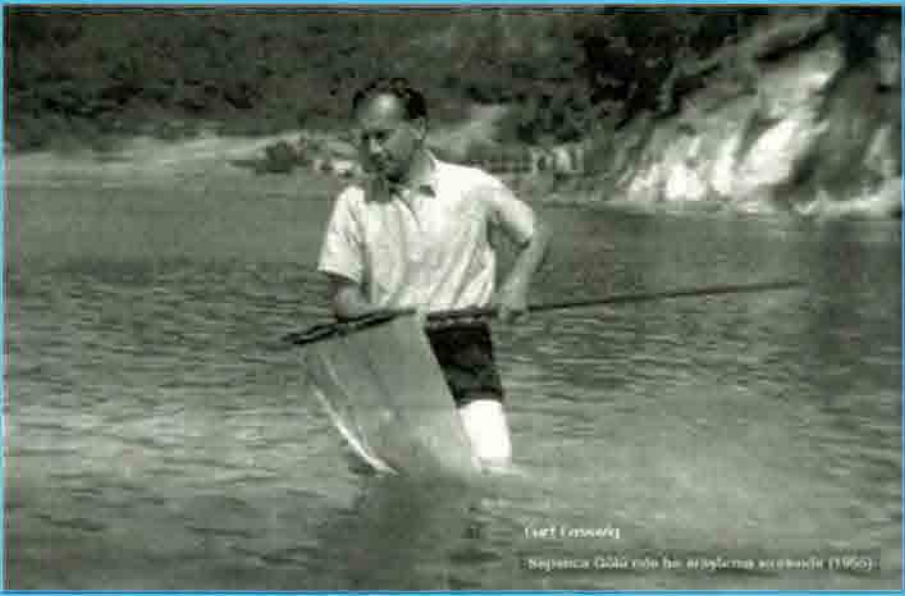




SAPANCA GÖLÜ'NE BİLİMSEL AÇIDAN BAKIŞ



Editörler: Hacer OKGERMAN, Gülşen ALTUĞ



2008



Yayın No: 29

SAPANCA GÖLÜ'NE BİLİMSEL AÇIDAN BAKIŞ

Hacer OKGERMAN, Gülşen ALTUĞ

Bu kitabın bütün hakları Türk Deniz Araştırmaları Vakfı'na aittir. İzinsiz basılamaz, çoğaltılamaz. Kitapta bulunan makalelerin bilimsel sorumluluğu yazarlara aittir.

All rights are reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted in any form or by any means without the prior permission from the Turkish Marine research Foundation (TÜDAV)

Kaynak Gösterme:

Editörler: Hacer OKGERMAN, Gülşen ALTUĞ,(Edit.) 2008. Sapanca Gölü'ne Bilimsel Açıdan Bakış

TÜDAV Yayınları, No: 28

Copyright : Türk Deniz Araştırmaları Vakfı
(Turkish Marine Research Foundation).

ISBN: 978-975-8825-20-2

Türk Deniz Araştırmaları Vakfı

P.K. 10 Beykoz-İstanbul

Tel: +90 216 424 07 72

Faks: +90 216 424 07 71

E-posta: info@tudav.org

Web: <http://www.tudav.org>

Basım Yeri: Konak Yayıncılık Tel : 0212 588 56 56

Ülkemizin biyolojik çeşitliliğine değerli katkılarda bulunan Sayın
Prof.Dr.Kurt KOSWIG'in anısına ithaf edilmiştir.

İÇİNDEKİLER

Önsöz	I
1928 SENESİ TATİLİNDE	
Darülfünun namunu Anadolu'da yapılan seyahati fenniye hakkında müşahadat ve tetkikatımızı mübeyyin rapordur	
Dr. Ali VEHBİ, HOVAS	1
İstanbul Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Sapanca İçsu Ürünleri Araştırma Ve Uygulama Biriminin Tarihçesi	
Turhan ONGAN	5
Sapanca Gölü'nün Oluşumu Ve Beslenme Havzasının Hidrolojisi, Jeolojisi Ve Depremselliği	
Alper GÜRBÜZ, Ömer Feyzi GÜRER	13
Sapanca Gölüne Etkisi Olan Kocaeli Ve Sakarya İllerine Ait Meteorolojik Parametrelerinin Değerlendirilmesi	
Güven ÖZDEMİR, Erdogan GÜVEN	26
Sapanca Gölü Fitoplanktonu	
Mustafa TEMEL	52
Sapanca Gölü Zooplanktonu	
Hacer OKGERMAN	65
Sapanca Gölü Balıklarının Parazit Faunası	
Ahmet AKMIRZA, Erhan SOYLU	75
Sapanca Gölü Bentik Omurgasızları	
Serap KOŞAL ŞAHİN	81
Sapanca Gölü'nün Ostracoda (Crustacea) Faunası	
Selçuk ALTINSAÇLI	98

Sapanca Gölü'ndeki Bazı Cyprinidae Türleri ve Turna Balığının
(*Esox lucius* L.) Biyolojik Özellikleri

Hacer OKGERMAN

104

Sapanca Gölü Balıkları

Hacer OKGERMAN

115

Sapanca Gölü'nde Bakteriyolojik Kirlilik Ve Bakteriyolojik Metabolik Aktivite

Gülşen ALTUĞ

132

Sapanca Gölü Su Kalitesinin Özellikleri

Enis MORKOÇ

140

Sapanca Gölü'nde Ağır Metal Kirliliği: Sediment, Balık, Midye

Gülşen ALTUĞ

149

Sapanca Gölü'nde Petrol Kirliliği

Gülşen ALTUĞ

156

ÖNSÖZ

Sapanca Gölü Üniversitemiz ve Fakültemiz için önemli bir yer tutar. Çünkü 30 yılı aşkın bir süredir üniversitemizin burada içsu ve balık üretimi konusunda yatırımları ve araştırmaları vardır. Diğer yandan, Sapanca Gölü içme suyu temini ve balıkçılık açısından önemlidir. Her ne kadar bu gölde balık avcılığı yasaklandıysa bile, bir dönem kerevit başta olmak üzere birçok su ürününün avlandığı ve ihraç edildiği de bilinmektedir. Son yıllarda, Sapanca Gölü kirlenme tehditiyle karşı karşıya kalmıştır. Plânsız yapılaşma, arıtma tesislerinin eksikliği, göl yönetimi plânının olmayışı yerel yönetimlerin sorunu algılamadaki gecikme ve tedbirsizlikleri bu gölün ekosistemini olumsuz etkilemiş, göl kıyılarında hızlı bir saz ve ot oluşumu başlayarak bu giderek yayılmaya başlamıştır.

Fakültemiz bu gölün kirlenmesine dikkat çekmek için 2006 yılında gölün korunması konusunda çevredeki bütün belediyelerin katılımıyla bir çalıştay düzenlemiş ve sorunun çözümüne bilimsel olarak katkıda bulunmayı amaçlamıştır. Daha sonra ise bu gölle ilgili bilgi eksikliğinin kapatılmasını sağlamak için gölde çalışan uzmanların katkısıyla bir kitap hazırlayarak soruna tekrar dikkat çekmek istemiştir. Esasen bu gölde fakültemiz mensupları uzun yıllar çalıştığından en güvenilir veriye sahiptirler. Değişik disiplinlerden uzmanların bölüm yazarlığı yaptığı bu kitap gölle ilgili ilk kitaptır ve bu örneğin diğer göllere de taşınması en büyük arzumuzdur.

Kitaba Dr.Ali VEHBİ ve Raymond HOVAS tarafından 1928 yılında yapılan inceleme gezisinin Sapanca kısmını da koyarak o zamanki fauna ve flora elemanları hakkında bilgi sahibi olunmasına gayret edilmiştir. Dr.Raymond HOVAS daha sonra “Excursion Zoologique dans la region Sud-Est de la mer de Marmara” adıyla son derece önemli bir araştırma gezisi notunu İstanbul Darülfünunu Fen Fakültesi mecmuasında yayınlamıştır. Bu yayında Sapanca, İznik ve Apolyont göllerinin omurgalı ve omurgasızlarına ilişkin tür listeleri bulunmaktadır. Yayın daha önce Karakin Deveciyan tarafından yazılan “Türkiye’de Balık ve Balıkçılık” isimli derleme kitaptan farklı olarak ciddi bir saha çalışmasına dayanmaktadır.

Sapanca gölüyle ilgili değerli bir kitaba katkıda bulunan uzmanlara, kitabın editörlerine ve basımına katkıda bulunan Türk Deniz Araştırmaları Vakfı yöneticilerine Fakültem adına teşekkürü bir borç bilirim.

En büyük arzum, bu kitabın Sapanca Gölü’nün korunmasına katkı sağlaması ve bu konuda ortak bir eyleme geçilmesine yardımcı olmasıdır.

Saygılarımla,

Prof.Dr.Bayram ÖZTÜRK

DEKAN

1928 SENESİ TATİLİNDE

DARÜLFÜNUN NAMUNİ ANADOLU'DA YAPILAN SEYAHATİ FENNİYE HAKKINDA MÜŞAHADAT VE TETKİKATIMIZI MÜBEYYİN RAPORDUR.

Hayvanat müderrisi

Dr. Ali VEHBİ

Hayvanat İstasyonu müdürü

HOVAS

Hükümeti cumhuriyetimizin fazailinin bilhassa bir danesi her sahade teceddüt, terakkî ve ilmî irfanı arttırmaktır. Memleketimizin imarını, ehalinizin refahı halini icap ettiren her vasaite tevessül, hatta bu hususta bir çok fedakârlıklar ihtiyar etmek, hükümetimizin programı dâhilinde olduğunu maal iftihar zikrederiz. Bu cümleden olarak memleketin muhtelif muntakalarında yaşayan hayvanatı cem ve biladî mütemeddinede olduğu gibi ilmî bir hayvanat müzesi teşkil ve tertip etmek için, Darülfünunumuzun tarihinde ilk defa olarak şubemize ait bir seyahatı fenniyeye çıkmamıza müsaade edildi. Bu hususda bütün arzularımızı is'afeden, ve her gûna talep edilen teshilatı bize gösteren, muhterem Darülfünun eminimiz doktor Neşet Ömer Beyle, Fen Fakültesi reisimiz Hüsnü Hamit Beye, bu raporumuzun başında, kendilerine karşı teşekkür etmeyi, bir vecibe addederiz.

Birinci seyahatı fenniyemiz İstanbul civarında bulunan İzmit, Bilecik ve Bursa vilayetlerine hasredilmiştir. Beraberimizde üç sandık dolu malzeme ilmiye götürüyorduk; muhtelif cesamette şişeler, içinde eter asetik mahlulu bulunan tahta sıyrıntıları, kool ve formol gibi mayiler, teşrih edevadı, kelebek ve plankton ağıları, yılan tutacak pensler, ağaç kabuklarını kazıyacak bıçaklar, avlanacak tüfekler hep mevcuddu. Yanımızda ufak bir eczahane tertibatı da yapmıştık; her gün alınacak kinin konprimelerile tentürtiyot ve sargılar dahi vardı.

Seyahatımıza 25 Haziran'da başlayıp 15 Temmuz'da nihayet verdik. Haritada numaralarla işaret edilen muntakalar taharri edilip gördüğümüz her çeşit hayvanları cemettik. Kuşlarla zatüsedeya derhal yüzölüp, arsenik sabanile sürüldükten sonra, kolipostal şeklinde İstanbul'a sevkolunuyor ve tahnitleri laboratuarlarımızda icra ediliyordu.

25 Haziran'da, güzel bir havaile, Haydar Paşa'dan tirenle ayrıldık. Her tarafı mamur ve mezru bulduk; ekinler ekseri yerlerde biçilmişti, tarlalarda öveyikler mebzul, kargalar da eksik değildi. Vagonumun penceresinden birkaç türlü Dipter saydettik dil iskelesinde ayrılan, Yarımcada kiraz, İzmit'te vişne bolluğu vardı. İzmit'ten sonra hava ısındı, leylek sürülerini görmeye başladık. Sabancaya müfarekatımızdan dört saat yirmi dakika sonra vasil olduk.

Sapanca çok zengin ve mamur bir müdiriyyəttir. Havası gayet güzel, gölün yanında bulunduğu halde sivri sinek olmadığından sıtma yoktur. Güzel binalar, ufak tefek her ihtiyacı tatmin edecek bir çarşısı mevcuttur. Orada bulunduğumuz zaman etraftan külliyetli ipek kozaları geliyordu, tütünler de araba araba depolara taşınıyor, fakat tütün zürrainın yüzü gülmüyordu. Tütünlerinin depolarda kalıp bozulmasından, çok zararlara uğradıklarını söylediler. Sabancada en çok göze çarpan şey meyve ağaçlarıdır; kiraz ağaçları gayet cesim, elma, armut, erik, ceviz ağaçları da çoktur. Burada meyvalar hakikaten pek nefistir. Kirazlardan: Kara gevrek, Gürgülü, Kara kiraz neveleri mevcuttur.

Sapanca havalisini tetkik için, birkaç gün kaldık. Vardığımız gün bahçelerde ve yüksek mahallede bir gezinti yaptık; çok böcekler bulduk, bumeyanda Bûprestlerden birkaç türlüstünü, Seranbiks, Koksinel ve sürfelerini elde ettik.

26 Haziran'da – Atlara binip Sapanca gölünün garbi cihetine muazi, ova sıra hareket ettik. Öveyiklerin bolluğu kayde şayandır; birkaç danesini vurup muayene ettik, hepsi Türtür Türtür nevindendir. Çerkes köyüne gelip genişçe bir çayıra vurduk, sürü halinde sığırık kuşlarına Stürnio tesadüf edip vurduk. Çayırdaki tavuk, piliç ve kazlar vardı. Birkaç yerde piliçlerin gagalarında, arayıp buldukları, mayıs böceklerini Polifillo füllo gördük; hayatının her iki devresinde de mezruata gayet muzır olan bu haşaratın düşmanlarından tavuklarımızında bulunduğunu kaydettik. Çerkes köyünden sonra yolumuzda incir kuşu Lanyüs ve çavuş kuşu Üpüpa vurup Yanık köyüne geldik. Köy dağınık birkaç haneden ibaret olup, ceviz ağaçları çoktu. Ağaçtan ağaca çıkmak için talbar gibi kuyruklarını dikerek koşuşan o zarif tiriklerimizi Siytürüs görmek çok hoşumuza gitti; müzemiz için birkaç danesini öldürdük, etlerini gayet lezzetli bulduk, tavşan etine çok benziyor. Kürkü makbul (Sincap kürkü), eti makbul fakat mezruata muzir (findık, ceviz, badem ve kestane gıdalarının esasını teşkil etmektedir) olduklarına nazaran, burada bu hayvanlardan bu kadar çok bulunmasına şaşmıştık, fakat sonradan anladıkki, yerli ahali etini yemiyorlarmış; avcılar zaten ekseriyetle yenmiyen hayvanlara sıkı sarfetmeyi acıdıklarından sincapların çokluğunu bu sebebe hamlettik.

Badehu aynı istikamette yolumuza devam ettik. Anomala otomana denilen küçük musaffahil kurunu pek çok miktar da söğüt ağaçlarının yapraklarını yerken görüp topladık, gayet lâtif renklerle müzeyyen olan Laserta viridislere tesadüf ederek Büyük Derbent istasyonuna muvasalet ettik. Burada müteşebbis bir genç Türk tarafından dinamo ile işler, ağaç biçmek için inşa edilmiş bir fabrikayı gezdik; sermayesinin noksanlığı dolayısıyla, vasaiti nakliye teşkil edecek teller vasıtası ile kütükleri ormanlardan nakledemediklerinden dolayı, o münevver genç bihakken müşteki idi. Büyük Derbentte sivri sinekler pek çok, cibinniksiz yatmanın imkânı yoktur, sıtma mevcuttur; burada bir Anofoles bulduk; gece yatmak için Büyük Derbentten iki yüz metre kadar irtifada bulunan, Abaza köyünün arası yirmi dakika bile sürmediği halde sivri sineğin birisinde olup diğerinde bulunmaması, irtifa arazinin ve akıntının te'sirine atfedilebilir.

27 Haziran – Alessabh dörtte kalkıp bir tavşan vurmak arzusile bahçelerde dolaştık, fakat bir şeye rastgelmedik; sonra atlarımızı bırakarak bize yolu göstermek için yanımıza ir bekçi alıp yaya olarak dağlara, ormanlar arasından, tırmanmaya başladık. Ormanlar cesim ıhlamur ağaçlarından mürekkepti. Aygır derede akan bol suyun kenarına oturup katıksız kuru ekmekle bir sabah kahvaltısı ettik, fakat bu basit taamin lezzetine doyum yoktu, çünkü manzara pek latif, yorgunluk ve açlıkta hükümünü sürüyordu.

Derenin öbür tarafında keçi yolu dahi yoktu, bekçinin arkasına düştük, insan sökmez ormanların içinden, dikenlerin arasından geçerek, bir müddet düşe kalka yürüdük. Balı kayanın altı idi. Buralarda çok ayı vedomuz olduğunu söylemişlerdi, fakat birisine rastgelmedik, gelsekte vaziyetimiz gayet fena olduğundan tüfek atmaya bilmem cesaret edebilirmiydik? Bu çetin ormanlardan dereye tekrar inmekle kurtulduk. Yola çıktık, bir taş altında nadiren beraber tesadüf edilen bir akreple bir çıyan bulduk; öküz tezeyi üzerinde madeni renkte olan mukammedülcinahlardan Geotrüpler topladık, bir çok güzel kelekler dahi tuttuk; derede ağustos böcekleri Sikada çoktur. Derbent köyüne geldik; bakkalda yiyecek bir şey kalmamıştı, açlığı göze aldirmıştık, o esnada köyün imamı tarafından bir tepsi yemek geldi; mısır ekmeği, kabak kızartması, yoğurt ve kiraz. İşte türkün sahatetine ve adatı hasenei kadimesine en büyük bir misaldir; bu bahallılık devrinde Türk halâ merhametli ve kerimdir. Yolumuza devam ettik, müzemiz için İstanbul'da tesadüf etmediğimiz bir hava yutan kuşu Kaprimülga vurduk. Sapanca'ya akşama döndük. Podometromuz bugün için 25 kilometre ve küsur işaret ediyordu.

28 Haziran – Sapanca gölünü bir motörle dolaşıp hayvanatını mütalaa etmeye karar verdik. Gölün her tarafı motörle dört saatte dolaşılabilir. O gün hava rüzgârlı idi. Kayığımız bayağı yalpa ediyor ve bizi hafifçe su tutuyordu. İbtida Uzun kum cihetine gittik, 25 dakikada gölün şarkı ucuna vasil olduk; orada sazlık vardı; sazların gerek su üstünde kalan kısmından gerek su içindeki tarafından olsun birçok hayvanlar topladık. Suyun haricinde muğammedülcinahlar ve örümcekler, suyun içinde bulunan akşamda isfinciyeler, briozoerler ve naimelerden Dresansialar bulduk. Bu son bulduğumuz zulkasamatil musaffahalar muhimdir, zira mezkûr gölün bir aralık denizle müttahit olduğuna bir işarettir. Sonra plankton toplamak için ağımızı suya attık. Sık ağda kalan hayvanat su ile beraber şişelere boşaltılıp formol mahlulu ilâve edilerek tesbit edildi. Gölün şimalinde bulunan sahada, karaya çıktık; libellüler, kelekler, çekirgeler topladık; sazların üstünde püsronlar çoktur. Tüfek menzili haricinde iki akbaba gördük. Gölün suyu şimdi tatlıdır. Sahilinde saratan nehirler, astaküs mebzuldur. Ehalinin deyişine göre gölde su semmuru Lutra ve kunduz Castor varmış. Kunduzların karaya çıkıp pisledikleri yerleri bekleyip vururlarmış, zira kunduzlar daima pislemek için aynı yere çıkmış. Gölde altı saat kadar dolaştık, garbı nihayetine kadar gidip badehu sahili takip ederek dönüp, bindiğimiz yere çıktık. Sazlıklarda su kuşları göremedik, balıkçıl kuşu Ardeya sahilde bulunmuş fakat tesadüf edemedik.

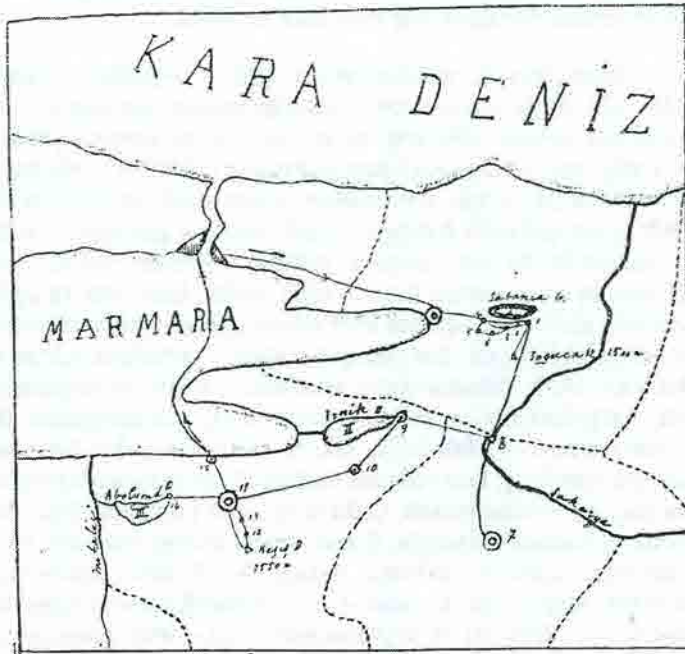
Sapanca ormanlarında yabancı horoz Tetrao, sülün Fazianüz ve keklik Perdiks olduğunu söyledilerse de biz bunlara da tesadüf edemedik, Ferdası gün Soucak yaylasına çıkmaya niyet ettik. Yol için çarıklar aldık azıklarımızı ihzar edip hayvanlar kiraladık.

29 Haziran – Hava fena ve bulutlu olduğu halde, Fransızların “yamur hazıyı yolundan alakoymaz” dedikleri gibi, bizde sefere azmettiğimizden programımızdan geri dönmedik. Yolumuz daima ormanlar arasında devam ediyordu; cesim gürgen ve katran ağaçları göze çarpıyordu. Yolumuz üstünde Azbest madenine tesadüf edip numuneler aldık. Bir yamaçta sıhap kadife tülü bir köstebek Talpa görüp elimizle tuttuk. Ormanlarda yabancı çilek, mirtiller toplayıp yedik, öyleye doğru takriben 1500 metre irtifaında bulunan soucak yaylasına gelmiştik. Yörük ağasının çadırına gittik, kendisinin arkadaşlarıyla ayı vurmaya gittiğini öğrendik; burada inip hayvanları geri gönderdik. Memet Ağanın epice koyun, keçi ve sığırı vardır, fakat kurt ve ayılardan muhafazaları güçtür. Yaylanın yaylımı fazla olmadığından hayvanlar kasapların rağbetini celpedecek kadar semiz değillerdir. Dağda bir gezindi yaptık, kuru ağaçlar üstünde, kabukların içinde çok haşarat bulduk. Bir ağaç kakan Driobat avladık. Akşama doğru hava bozdu, soğuk bir rüzgârla yağmur başladı. Biz katranların dibinde battaniyelerimize sarınıp geceyi nasıl geçireceğimizi düşünüyorduk. Ağa çadırında değildi, fakat annesi, belibükülmüş seksen beşlik bir kadın, bizi çadırlarına davet etti. Çadır, altı direk üzerine kurulmuş, keçi kılından örülmüştü, sekiz metre boyunda, dört metre eninde rüzgâr ve yağmura tatamile mütehammildi. Çadırın bir tarafı insanlara, diğer tarafı da kuzu, oğlak, buza ve zayıf düşmüş hayvanlara mahsusdu. Bizim tarafta, çadırın ortasında, koca bir ateş yanıyordu, etrafına keçeler serilmiş, minderler atılmıştı. Seksen beşlik kadın abdest alıp namazını kıldı, sigarasını içti, bu aralık Memet ağa da avdet etmişti. Önümüzde koynından kahve çıkarıp kahve tavaasında kavurduk sonra küçük bir el değirmeninde çekti, bütün aromunu muhafaza etmiş bir kahve pişirip bize ikram etti. Sonra yemek çıkardılar; çorba, yoğurt, peynir, çökelik. Biz çadır altında sohbet ederken, biraz beli eğrilmiş, henüz kırkında yok, bir kadın görüyorduk, hem memedeki çocuğuna bakıyor, hem yemek yapıyor, hemde hayvanların otlarını veriyordu. Bu değerli emsalsiz kadın ağanın karısı idi. İkişer yaş aralı beş çocuk sahibidi. Gece eyi uyuduk sabah öğrendikki, gine kurtlar bir hayvan aşırımlar.

30 Haziran – Hava fenalığına devam ediyor, şiddetli bir poyraz ve yağmur vardı; derecei hararet sekiz santigrattı. Sıcak çadırdaki havanın açılmasına intizar ediyorduk; sabah kahvaltısına süt ve kaymak geldi, beraberimizde bulunan toz şekerden kaymağın üstüne çileyüp yedikten sonra, Sapanca jandarma komandanı çadırımıza dahil oldu ve bizim buralarda kalamayacağımızı tebliğ etti: onun üzerine bilmeceburiyye havaların düzelmesine intizar edemedik, birgün evvelki

yapdığımız tetkikatla iktifa ettik, battaniyelere tekrar bürünüp, ıslatıcı bir sis içinde Sapancaya doğru yollandık. Bu hal dört saat devam etti, epice yokuş inmiştik, nihayet sisi arkamızda bırakıp güneşe kavuştuk. Büyücek bir taş altında ayakları yumurtalarla dolu bir dişi yengeç tuttuk. Yaşamak için suya mutlaka ihtiyacı olan bu kışriyyenin susuz bir yerde, sekiz yüz metre irtifaina kadar nasıl geldiğini anlayamayıp, su aramak için etrafın teharrisine koyulduk, fakat hiç su bulamadık. Vaka susuz yerlere mahsus kara yengeçleri de vardı, amma bunların cihazı teneffüsiyyelerinin tişkilatı başka türdür, halbuki bizim bulunduğumuz hayvanın sair su yengeçleri gibi kalsamaları vardı. Altı saat kadar yokuş indikten sonra, Memnuniye köyünden geçerek Sapancaya avdet ettik. Alışkın olmadığımız ökçesiz çarıkların te'siri neticesi, baldır etlerimizde şiddetli ağrılar hissettik, hatta içimizden birimiz üç gün kadar evca'dan dolayı yürüyemiycek bir hale bile geldi.

1 Temmuz – Sapanca gölü sahilinde balıkçıl kuşu aramaya gidildi, bulunamadı; fakat bir kuku kuşu, Kükülüş ile kül renginde üç sığırcık kuşu İstümüs ünikolor vurduk: sahilden birkaç istakos tutturduk.



- | | | |
|-----------------|---------------|-----------------|
| 1 Sabanca | 6 Derbent | 11 Brusa |
| 2 Çerkes köy | 7 Bilecik | 12 Kırk Pınar |
| 3 Yanık köy | 8 Mekece | 13 Kadı yaylağı |
| 4 Büyük Derbent | 9 İznik | 14 Apolyond |
| 5 Abaza köy | 10 Yeni şehir | 15 Mudanya |

Seyahatımızı
mübeyyin harita
Haziran-temmuz 1928

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ SU ÜRÜNLERİ FAKÜLTESİ SAPANCA İÇSU ÜRÜNLERİ ARAŞTIRMA VE UYGULAMA BİRİMİNİN TARİHÇESİ

Turhan ONGAN¹

Haliç Üniversitesi Öğretim Üyesi

tongan@halic.edu.tr

Balık yetiştirmek, balık yemleme, yem ve teknolojisi konusunda deneysel çalışmalar yapmak, balık hastalıklarından korunma, teşhis ve tedavileri ile ilgili laboratuvar çalışmaları yapmak, göllerin verimliliği, balık stok yoğunluğu, bazı balık türlerinin ıslahı, gölü besleyen akarsularda kirlilik konularında araştırmalar yapmak, en önemlisi; su ürünleri alanında eğitim veren okulların öğrencilerine eğitim vermek, su ürünlerine ilgi duyan vatandaşlarımıza yönelik kurs ve seminerler düzenlemek amacıyla İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Baltalimanı Hidrobiyoloji Araştırma Enstitüsüne bağlı olarak, 1977 yılında su isale hattı, kuluçkalık ve havuzlar dışındaki inşaat işleri bitirilen, 1978 yılında fiilen faaliyete sokulan, ancak 14 Nisan 1979 yılında resmi açılışı yapılan Sapanca Balık Üretim ve Islah İstasyonu'nun planlaması, inşaatının bitirilmesi ve balık üretimine başlanması, oldukça uzun bir zaman almıştır. 1976 yılında Baltalimanındaki içsular araştırmaları kısmının, İ. Ü. Rektörlüğü tarafından Sapanca'ya taşınmasına karar verilmesinden kısa bir süre sonra, mevcut kadro ve her türlü araç gereç Sapanca'ya taşınmıştır. Taşınmanın olduğu dönemde, Sapanca tesislerinin fiziki, yapı, araç, gereç ve mevcut personel yönünden çok iyi durumda olduğunu söylemek mümkündür. Örneğin; Sapanca tesislerinde sırasıyla, 20-25 öğrenci kapasiteli misafirhane, şöförler ve kalorifer tesisatçısı için lojmanlar, atölyeler, garajlar, ofis ve depolarıyla büyükçe bir merkez bina, modern bir konferans salonu, değişik bir mimari ile inşa edilmiş restaurant bulunmaktadır. Çalışanlar olarak, 12 Biyolog, 2 Kimya Mühendisi, 4 Laborant, 2 Teknisyen, 1 Marangoz, 2 Şöför, 3 Hizmetli ve 2 Gece Bekçisi olmak üzere 31 personel görev yapmaktaydı. O günlerde içinde her türlü aracı ve gereci bulunan demir ve marangoz atölyeleri, bir pikap, bir 3,5 tonluk kamyonet ve bir de balık nakil tankeri bulunan ender kamu kuruluşu durumunda idi.

Başta Avrupa olmak üzere, bazı dış ülkelerde 1700'li yıllarda başlatılan su ürünleri yetiştiriciliğinin, 1975'li yıllara kadar ülkemizde yapılmamış olması büyük bir eksiklik olarak görülmüş, su ürünleri ile ilgili bilimsel toplantılarda konu, çeşitli şekillerde dile getirilmiş, ülkemizde de bu işin vakit geçirilmeden başlatılması üzerinde durulmuştur. Yurdumuzun içsu ve denizlerinde araştırmalarda bulunan, yayınlar yapan, başta av yasakları olmak üzere, su ürünlerini ilgilendiren konularda karar verme yetkisinde olan ve hükümetlere danışmanlık yapan Hidrobiyoloji Araştırma Enstitüsü, o yıllarda yurdumuzdaki su ürünleri ile doğrudan ilgili tek Kamu Kuruluşu olması nedeniyle de, su ürünleri yetiştiriciliğinin yurdumuzda yapılmaya başlanması görevini yüklenmiştir. İlk olarak, mevcut şartlarında buna elvermesi nedeniyle üretime, Gökkuşuğu Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum, 1792) ile başlanmasına karar verilmiştir.

Bu düşüncenin DPT'ye (Devlet Planlama Teşkilatı) aksettirilip bütçe talebinde bulunulmasında, büyük oranda destek görmüş, her yıl için istenilen bütçeler hemen hemen hiç kesintiye uğramadan aynen kabul edilmiş, hatta bazı yıllar DPT, bütçe talebinin üstünde imkan sağlamış, hükümetler nezdinde de her seviyede çok büyük destek görmüştür. Belirtmeye çalışılan nedenlerle, Hidrobiyoloji Araştırma Enstitüsü, uygun su kaynağı ve arazi bulup, yetiştiriciliğe başlanması için çalışmalarını başlatmıştır.

YETİŞTİRİCİLİK YAPILACAK ARAZİNİN TESPİTİ ÇALIŞMALARI

Tesisin kurulacağı bölgenin İstanbul'a yakın olması hedeflendiğinden, 1965 yılında, su kaynaklarının en fazla olduğu İzmit ve Adapazarı civarında, arazi aranmaya başlanmış, bu çalışmalar 2,5 yıl kadar sürmüştür. Samanlıdağ sıradağları kuzey eteklerinin, su kaynakları yönünden zengin olması nedeniyle, aramalar daha çok Sapanca, İzmit yöresine kaydırılmıştır. Böylece Samanlıdağ sıradağlarının, İzmit, Derbent, Suadiye, Büyükderbent, Maşukiye ve Sapanca'daki su kaynakları tek incelenmiş, bunların kimyasal analizleri yapılmış, mevsimlere göre su sıcaklıkları ve debileri ölçülmüş, kaynakların yakınında, tesisler için uygun arazi aramaları da birlikte sürdürülmüştür. Örneğin; Büyük Derbent'te debisi oldukça yüksek bir su kaynağı tespit edilmesine rağmen, o zamanki planlamaya göre kaynağın yakınında, inşası düşünülen tesisler için, yüzölçüm ve konum itibari ile uygun arazi bulunmaması, uygun olan arazilerinde sahiplerince satılmaması nedeniyle, bu kaynaktan vazgeçilmiştir.

Tesislerin şu anda bulunduğu arazinin, yüzölçümü itibari ile yeterli olması ve hazineye ait olması tercih nedeni olmuştur. Ayrıca; o zamanın Kurtköy Muhtarı Nurettin Koç ve kısmen de köy halkının destekleri, tercihte ayrıca etkili olmuştur. Arazi, 99 yıllığına ve metrekaresi 25 kuruş gibi cüzi bir ücretle, hazineden kiralanmıştır.

TESPİT EDİLEN SU KAYNAĞININ DURUMU

Tesis için seçilen su, ifade edildiği gibi Şahinkaya kaynağı olmuştur. Bu kaynak; oldukça yüksekte ve tesise takriben 4-5 km mesafede, mevsimlere göre az farklılık gösteren, 7 lt/s civarında bir debiye sahiptir.

Ancak su kaynağının konumu ve debisi itibari ile sağlıklı bir seçim yapıldığı söylenemez. Zira yapımı düşünülen havuzlara ve üretilecek balık miktarına, bu kaynağın hiçbir durumda cevap veremeyeceği, zamanın içsu ürünleri araştırma kısmı şefine ifade edilmiş, bu nedenle de Dekan rahmetli Prof. Dr. Lüffü Biran'ın başkanlığında, rahmetli Prof. Dr. Curt Kosswig, Alman teknisyen R. Weisbrot, Dr. Turhan Ongan Üniversitenin Yapı İşleri Daire Başkanı Kerim Gökçe ve diğer yetkililerin katılımı ile düzenlenen toplantıda, su kaynağının yetersizliği ve arazinin de olumsuzluğu, katılımcılar tarafından teyid edilmiştir.

Örneğin; ilk planlamalarda ısrarla, suyun kaynaktan itibaren tesise 300 m. Mesafedeki depolara kadar, tamamen kapalı borularda getirilmesi istenmiştir. Üniversitemiz Yapı İşleri Daire Başkanlığı da buna göre gerekli planlamaları başlatmış, işi ihaleye çıkarmış ve plastik su boruları, isale hattının kazılması sonucu iş makineleri ile döşenmiştir. Çok dik arazide su borularının ve diğer malzemelerin ulaşımı da düşünülerek, oldukça geniş bir alan kazılmış ve düzeltilmiştir. Dolayısıyla, arazinin kaymasını önleyen doğal bitki topluluklarının bertaraf edilmesi sonucu, su isale hattı; döşendikten bir yıl sonra, yağışlı geçen bir ilkbaharda, arazinin bir çok yerinden göçmesi ile dereye uçmuştur. Çok büyük masraflarla döşenen bu su hattı, bir daha kullanılamamıştır. Su isale hattının dereye uçmasından sonra, açıktan ve kendi yatağında akan Şahinkaya kaynak suyu, Kurtköy Deresine döküleceği yerin az yukarısında, bir toplama ve filtrasyon havuzuna alınmış, burada, kısmen filtre edilen ve toplanan su, kapalı borularla tesisin hemen yakınındaki 2 depodan 160 tonluk alanına akıtılmıştır.

Başta da ifade edildiği gibi, tesisin çalışmalarının her aşamasında, su sorunu ve su sıkıntısı olmuştur. Bu nedenle su aramaları her safhada devam etmiş, önce derenin karşı yakasında ve su depolarına takriben 600-700 m mesafede bulunan ve Acısu diye adlandırılan, ancak 1999 depreminden sonra kaybolan kaynak, takriben 60 tonluk küçük depoya bağlanmıştır. Ancak bu iki

kaynağın da hiçbir şekilde üretim kapasitesine yetmeyeceği görüldüğünden, esas büyük kaynak olan Kurtköy Deresi düşünülmüş, su depolarına takriben 300-350 m mesafede, dere yatağı üzerinde inşa edilen doğal filtrasyon havuzu ile tesise su alınmaya çalışılmış, sistem belli bir süre çalışmış, ancak sık sık meydana gelen sel ve hezeyanların getirdiği çamur ve silt, toplama havuzunun üstündeki kum tabakasını kaplamış, sonuçta sistem de sık tıkanmalar meydana gelmiştir. Dereden alınan su; depolarda dolmaya neden olabileceği ve diğer temiz su ile karışacağı düşünüldüğünden, tesisin güney sınırında inşa edilen takriben 375 m'lik, gerektiğinde su deposu durultma, gerektiğinde ise balık havuzları olarak kullanılacak, iki büyük havuza bağlanmıştır. Bu havuzlarda toplanan su açık kanallarla havuzlara bağlanmıştır.

Tesisteki yumurta ve yavru balık üretiminin artması, temiz suya olan ihtiyacı da arttırmıştır. Bu nedenle de kuyu açılması planlanmış, ilk etapta su depolarının yanında, DSİ ne iki adet kuyu açtırılmış, takriben 40m derinliğinde olan bu kuyulardan birinden, 7 lt/sn., diğerinden de 4 lt/sn. su alınmıştır. Ancak bu kuyularında yetersiz kalması nedeniyle, yeni su kaynakları aranmaya başlanmıştır. Yapılan incelemeler sonucunda, personel misafirhanesi ile dere yatağı arasında uygun bulunan alanda DSİ ne iki kuyu daha açtırılmış, takriben 40 m'nin üzerinde derinliği olan kuyulardan her birinden 25 lt/sn. su alınmıştır. Kuyulardan alınan ve içinde çok az erimiş oksijeni bulunan su, kuyuların hemen yakınında inşa edilen Kaskade'lerle havalandırılmış ve oksijen açısından zengin hale getirilmiştir.

Bütün bunlara rağmen, tesisin su ihtiyacı ve sorunları hiçbir şekilde bitmemiştir. Örneğin, kuyulardan derin su dalgıç pompaları ile alınan su, oldukça pahalıya mal olmuş, bazı zamanlarda Üniversitemiz, elektrik ücretini ödeyemez hale gelmiştir. Sık sık da bu durumlarla karşılaşmıştır. İşletmede su kesintilerini haber verecek alarm sistemleri kurulmuş, ayrıca bu işler için ekipler oluşturulmuştur. Hatlarda çeşitli nedenlerle meydana gelen kopmalar ve köylülerin su hattında zaman zaman bilinçsiz olarak yaptığı kazılar, işletmenin açmazı olmuştur.

TESİSİN İNŞAAT SAFHASI

Kurtköy'deki arazinin belirlenmesinden sonra gerekli planlamalar yapılmış, tesislerin yapımına; Kurtköy'de eleman istihdamında zorluk çekileceği düşüncesi ile, sosyal tesislerden (lojmanlar, misafirhane, restaurant, toplantı salonu, su depoları ve merkez bina) başlanmıştır. Bu saydıklarımızın inşası takriben 4-5 yıl kadar devam etmiş, balıkların yetiştirileceği havuzlar, su isale hattı, kuluçkalık gibi diğer işlerin yapımı bu nedenlerle oldukça gecikmiştir.

Zamanın içsular araştırmaları kısım şefi hazırladığı plânda; arazinin çeşitli yerlerine üçgen, dörtgen, altıgen gibi şekillerde 149 adet havuz yapılmasını hedeflemiş ve bu plâna göre hareket edilmesini istemiştir.

Ancak, ilerde de zikredildiği gibi, merhum Dekanın başkanlığında çok sayıda uzmanın katılımı ile yapılan toplantıda, Şahin Kaya kaynak suyunun, hiçbir şekilde belirtilen sayıdaki havuzlara yetmeyeceği, havuzların yerleştirilmesinde bir bütünlüğün olmadığı, işletmenin bu şekilde yürüyemeyeceği hususları tespit edilmiş; tespitlerin ışığında havuzlar ve buna bağlı sistemlerin yeniden plânlanması, diğer işlerin bırakılıp faaliyetlerin yalnızca üretimle ilgili çalışmalara yönlendirilmesi kararına varılmıştır. Yine bu toplantıda yönetim değişikliği yapılarak, iç sular kısmının, dolayısıyla Sapanca Balık Üretim ve Islah İstasyonu sorumluluğu tarafıma verilmiştir. Bu değişiklikten sonra, derhal balık üretimi için hazırlıklar başlatılmış, ilk etapta sosyal tesislerle birlikte bitirilen geçen yıl belediye tarafından yıktırılan biri 160, diğeri ise bunun yarısına yakın kapasitedeki su depolarından tesislere su bağlantısı sağlanmış ve o dönemlerde, yapımcı firmanın imalatında olmayan, ilk olarak bizim siparişimizle Fiber-Glass, yuvarlak 2,3 ve 4 m çaplarında 8 adet havuz yaptırılmış, şimdiki kuluçka binasına yerleştirilmiştir. Bunların su bağlantıları da yapılarak, fonksiyonel hale getirilmiştir.

Daha sonra, ilk olarak merkez binanın arkasındaki alanın üst kısmına, farklı boylardaki gökkuşağı alabalıkları için sol tarafta, porsiyonluk balıklar için takriben 615 m² yüzölçümünde 4 adet, sağ tarafında ise daha küçük balıklar içinde 145 m² yüzölçümünde 4 adet havuz, birkaç yıl sonra da, konferans salonunun ve merkez binanın yanındaki alana da büyük balıklar ve duruma göre damızlıklar için takriben 570 m² yüzölçümünde 7 adet havuz inşa edilmiştir. İleriki bölümlerde değinildiği gibi dere suyunu kısmen durultmak ve dinlendirmek için, merkez binanın arkasındaki arazinin en uçtaki sınırında, 375 m² lik iki adet havuz yapılmıştır.

Balık sayısının giderek artması işletmemizin yem ihtiyacını arttırmıştır. Ayrıca, piyasalarda yavru balıklar için satılan yemlerin kalitesiz olması birimde, küçük çapta da olsa, bir yem imalathanesi kurulması ihtiyacını doğurmuştur. Üniversitemiz Araştırma Fonuna sunduğum projenin kabulü ile konferans salonunun hemen altına bir yemhane binası inşa edilmiş, bununla ilgili makine teçhizatı satın alınarak özel granül yemler yapacak duruma gelinmiştir. Bu bölümümüz çok ileri çalışmalar yapmış kimya bölümüyle birlikte çalışarak piyasadaki yemlerin kalite analizlerini yapmışlar ve üreticileri aydınlatmışlardır.

Birlikte yürüttüğümüz proje çerçevesinde, kuluçkalıktaki tüm plastik yumurta kanalları, dikdörtgen ve yuvarlak yavru havuzlar, Almanya'dan getirilmiş, kuluçkalıkta planlanan yerlerine yerleştirilmiş elde kalan bizim büyük çaptaki 12 adet fiber havuzlar ise dışarıya çıkarılmışlardır. Bunlar, öğrenci misafirhanesinin alt kısmına karşılıklı olarak yerleştirilmiş, kuluçkalıktan dışarıya alınan yavrular, ilk olarak havuzlara konulmuşlardır. Göl kenarında satın alınan takriben bir hektar alanda, yumurtlama, yavru ve büyük (damızlık) balıklar için toprak havuzlar yapılmıştır. Bir ara merkez binanın alt katına akvaryumlar konularak, süs balıkları yetiştirilmeye çalışılmış, bu çalışmalar 5-6 yıl gibi bir süre devam etmiş, ancak istenilen sonuçlar elde edilmediği için bu faaliyetlere son verilmiştir. Plankton yetiştirerek süs balıklarının yem ihtiyacını karşılamak amacıyla merkez binanın hemen önünde, beton havuzlar inşa edilmiş, buna bağlı olarak restoranın önünde de, süs balıkları için beton bir havuz inşa edilmiş, bazı aksaklıklar sonucu havuzun faaliyete geçirilmesi mümkün olamamıştır.

ÜLKEMİZDE BALIK YETİŞTİRİCİLİĞİNİN TARİHÇESİ

Ülkemizde balık yetiştiriciliğinin tarihçesi, dış ülkelerle kıyaslandığında oldukça yenidir. Bizde ilk ekonomik balık yetiştiriciliği, 1970'li yıllarda, Akyazı'nın Dokurcun nahiyesinde, dışçı Ali (dış teknisyeni Ali Bak) tarafından başlatılmıştır. Bu zat Almanya'ya yaptığı bir gezide gördüğü bir Gökkuşağı Alabalığı Üretimi Çiftliğinden ilham alarak, su aramaya başlamış, bulunduğu yer ve su kaynağını seçerek Almanya'da ve ülkemizdeki bazı bilim adamlarından sağladığı yardımla, havuzların yapımına başlamış, basit sistemde ve daha çok toprak havuzlardan oluşan tesisler bitirildikten sonra, Almanya'dan yumurta getirilerek, 1975 yılında gerçek anlamda üretime başlamıştır.

Sapanca tesislerinde ilk üretim; 1978 yılında Dokurcun Nahiyesinden temin edilen 4000 civarında yumurta, 1200 civarında 2-3 cm boyunda yavru Gökkuşağı Alabalığı ile başlamıştır. Yine aynı yılda Ali Bak tarafından, Dokurcun'daki tesisine 5-6 km mesafede olan dağın tepesindeki volkanik küçük bir göle bıraktığı ve bizim ağlarla yakaladığımız, doğal ortamda iyi beslendiği için çok iyi gelişen balıklar, tesislerimizde anaç olarak kullanılmıştır. Böylece dağdaki göletten yakaladığımız 35 adet 1.200-1.500 gr. Ağırlığındaki balıklar, kendi balıklarımızdan anaç elde edinceye kadar geçen üç yılda, ihtiyaçlarımıza cevap vermiştir.

Üretimin ilk yıllarında bu iş oldukça büyük ilgi görmüş, her kesimden insanlarımızın tesislere ziyareti eksilmemiştir. İlk 2-3 yıl çevreden gelen yoğun istekleri çerçevesinde ancak yakın çevrede ve ilkel şartlarda 1-2 havuzu bulunan küçük aile işletmelerinin, az sayıdaki istekleri karşılanmıştır. Bu yıllarda balık yetiştirmek için çok hevesli olan arazi ve su imkanlarına doğrudan sahip

işletmelerin, basit anlamda planlamaları yapılmış, inşaat safhasında da yol gösterilmiştir. Marmara Bölgesindeki işletmelerin çoğu, başta küçük aile işletmeleri olarak faaliyete başlamıştır. Yine bu işletmelerin çoğu balığı pişirerek satışa sunmuş, böylece karlarını arttırmışlardır. Sonraki yıllarda Marmara ve Trakya bölgeleri ile Çanakkale civarında daha büyük kapasiteli 100 ün üzerinde işletmenin, arazi ve su seçiminde yardım edilmiş, bunların projeleri hazırlanmış, yumurta ve yavru balık ihtiyaçları karşılanmıştır. Yavru balık üretimimiz, ilk 3 yıl takriben 60.000 civarında olmuş, ondan sonraki yıllar bu rakam giderek artmıştır. Yavru balıklar, civardaki çiftliklere kendi balık nakil tankerimizle ulaştırılmıştır. Takriben ilk on yıl, Marmara ve Trakya Bölgesindeki tüm üreticilerin yavru balık ihtiyacını tesislerimiz karşılamış, kuluçkalık tesislerinin giderek yaygınlaşmasından sonra bağımlılık kısmen azalmıştır. Satışı yapılan yavru balıklar boy ve ağırlıklarına göre Döner Sermayemiz kanalı ile satılmış, elde edilen gelirin bir bölümü, Sapanca tesislerinde görev yapan personele, yasalar çerçevesinde ödenmiştir. Yavru balık satışları yanında 180-250 gr ağırlığında balıklar porsiyonluk olarak satılmış, ilk yıllarda oldukça büyük ilgi görmüş, porsiyonluk balıklar, işletmemizde canlı ve tane olarak satılmıştır. Her yıl ortalama 50-60.00 civarında porsiyonluk balık satışı yapılmıştır.

Özellikle, başta Marmara Bölgesi olmak üzere Trakya Bölgesi ve Çanakkale civarında çok sayıda Gökkuşuğu Alabalığı işletmesi açılmış, bazılarının kapasitesi oldukça büyük olmuştur. Örneğin; Papila Şirketinin Bözüyük'teki işletmesinde yalnızca porsiyonluk balık kapasitesi 400.000 e ulaşmıştır.

Gökkuşuğu Alabalığı işletmelerinin yem ihtiyaçları, normal hayvan yemi fabrikaları tarafından karşılanmış, Papila şirketi artan üretimine ve diğer balık yetiştiren işletmelerin yem ihtiyacını karşılamak üzere Bilecik'te, aldığı teşviklerin de yardımıyla doğrudan balık yemi üretimine yönelik fabrika kurmuştur.

Diğer işletmelerin kuluçkalıklarını kurup yavru balık ihtiyacını kendi imkanları ile karşılamasıyla, Sapanca tesislerine bu açıdan olan ilgiyi azaltmakla birlikte, balık hastalıkları, yem ve yemleme konularında ortaya çıkan sorunlar nedeniyle işletmelerin bağımlılıkları daha da arttırmıştır. Konunun giderek önem kazanması üzerine Sapanca birimimizde balık hastalıkları yem ve yemleme konularında bölümler ihdas edilmiş, her bölümde Alman uzmanlarla birlikte, Biyolog ve Kimya Mühendisi elemanlarımız görevlendirilmiştir. Bu bölümlerimizin balık hastalıkları yem ve yemleme konularındaki başarılı çalışmaları nedeniyle, uzunca bir süre, özellikle balık hastalıklarının teşhisi ve tedavisinde güvenilir başvuru olan tek merkez olarak uzun süre fonksiyonunu devam ettirmiştir.

Balık yetiştirmeye başlayan ancak yeterli bilgi ve beceriye sahip olmayan üreticiler ile bu işe başlamak isteyenler ve Tarım Orman Bakanlığı yetkililerine açık olmak üzere, Sapanca'daki tesislerimizde, balık hastalıkları, beslenme ve diğer konularda farklı tarihlerde 3 adet seminer düzenlenmiş, bu seminerlere görevli Alman uzmanlar da katılmıştır. Çok yoğun ilgi gören, bu seminerlerde, katılımcılar, 4 gün süreyle misafir edilmiş ve çalışmalar uygulamalı olarak sürdürülmüştür. Ayrıca bir defasında, Sapanca'daki tesislerimizde Gökkuşuğu Alabalıklarının fume haline getirilmesi hakkında da bir kurs düzenlenmiş, bu kursta ateş tuğlaları ile dışarıda inşa ettiğimiz doğal fume fırınlarında, tuzlamadan pişirme ve fletto haline gelinceye kadar olan safha, katılımcılara tatbiki olarak gösterilmiştir. Ayrıca gördükleri fırının planları, ateş tuğlalarının sayısına varıncaya kadar, gerekli olan malzemeler ile pişirme ve fletto tekniğini içeren birer kitapçık verilmiştir. Diğer taraftan Üniversitemizin Baltalimanındaki sosyal tesislerinde, Sapanca'da farklı şekillerde (5 değişik tarzda) pişirilen ve fletto haline getirilen alabalıklar, İstanbul'un, davet edilen tanınmış bazı restoranlarının aşçı ve sahiplerine yedirilerek, balıkların ve sapanca tesislerinin tanıtımı yapılmıştır.

Kurtköy'deki arazi, tamamen taş, kum, silt ve konglemara birikiminden ibarettir. Toprak bulunmayan ve hiç su tutmayan bu arazide, toprak havuz yapımı söz konusu olamayacağından, bu

ihtiyacımız karşılamak üzere, tesislerimize takriben 2 km mesafede, göl kıyısında, bir hektar civarında arazi satın alınmıştır. Su tutması oldukça iyi olan bu arazide, daha çok sazan balığı yetiştiriciliğine uygun, yumurtlama yavru ve büyük balıklar için farklı ebatlarda, toprak havuz inşa edilmiştir. Başta, DSİ den temin edilen 5-6 aynalı sazan ile yavru yetiştirilmeye başlanmış, daha sonraları gölden yakalanan anaç pullu sazanlar ile yavru yetiştirilmeye devam edilmiştir. Aynalı sazan, ancak bazı işletmelerin yavru balık ihtiyacını karşılamıştır. Pullu sazan yavruları ise bölgelerinde, içinde balık bulunmayan küçük göletlerin bulunduğu kişi ve kuruluşlara dağıtılmıştır.

Çeşitli şekillerde medyada yer alan haberler ve su ürünleri ile ilgili toplantılarda, Pekin ördeğinin kısa sürede satış durumuna geldiği, ekonomik olduğu ve etinin lezzetli olduğu gibi beyanlar üzerine, Pekin ördeğinin, göl kıyısındaki arazimizde yetiştirilmesi planlanmış ve 12 civarında anaç Pekin ördeği temin edilmiştir. Kısa bir süre sonra bir de kuluçka makinası satın alınarak, fiilen bu işin içine girilmiştir. Pekin ördeğinin sazan havuzlarında ve onlarla birlikte yetiştirilmesi, polikültür olacağı ve plankton gelişmesine yardımcı olacağı düşünülmüştür.

Pekin ördeğinin Sapanca'daki tesislerimizde yetiştirildiğinin duyulması ile, basının sansasyonel haberlerinin de etkisiyle, çok yoğun oranda, yavru Pekin ördeği talebi ile karşılaşmış, talepler sıraya konularak, belli sayılarda dağıtmaya çalışılmıştır. Pekin ördeği işletme sayısı hızla artmış ve yurdumuzun bir çok yöresine yayılmıştır. Hatta bir işletmenin satış boyundaki pekin ördeği kapasitesi, 500 civarında olmuştur. Ancak halkımızın iyi tanımadığı, en iyi şekilde nasıl pişirildiğinin bilinmediği, zamanında kesilmemesi halinde etinin yenilmeyecek şekilde yağlandığı gibi hususları halkımızın ve üreticinin tam olarak bilmemesi, Pekin ördeğine karşı olan ilgiyi giderek azaltmıştır. Çok yem yiyen, ancak kısa sürede satış durumuna gelen Pekin ördeklerinin zamanında satışa sunulmaması, işletmeyi ekonomik olmaktan çıkarıp, üretimin devamını zora sokmuş, bu durum, ilginin azalmasında önemli faktörlerden biri olmuştur. Bu nedenle Pekin ördeği yetiştiriciliği, 6-7 yıl içinde cazibesini kaybetmiş ve bizim tesislerimizde olduğu gibi, bu tür işletmeler kapanmıştır.

Sapanca Birimimizin, Su Ürünleri Yetiştiriciliğinde yol gösterici durumda oluşunda, işletmelerin yavru balık ihtiyacını karşılamasında, balık hastalıkları ile yem ve yemleme gibi konularda uzmanlaşmasında, birimimizde yürütülen proje'nin büyük oranda katkısı olmuştur. "Marmara Bölgesi İç Su Ürünlerini Kalkındırma Projesi" adı altında yürütülen bu çalışmalar, 1982 yılında Türk ve Alman hükümetleri tarafından imzalanan ve Resmi Gazetede yayınlanan ve üç yıl süreli bir antlaşma çerçevesinde yürütülmüştür. Bu antlaşmada muhababımız GTZ (Gesellschaft Technischene Zusammenarbeit) kuruluşu olmuş, taraflar karşılıklı sorumluluklar almıştır. Projenin devam ettiği 3 yıl içinde Alman tarafından devamlı statüde 5 (Projenin Alman tarafı yürütücüsü, balık hastalıkları, Limnolog, balık avcılığında uzman, ve yetiştiricilikte uzman), çeşitli konularda, duruma göre kısa süreler için gelen başta yem ve yemleme konusunda 5 olmak üzere 10 uzman görev almıştır.

Denilebilir ki, bu proje Sapanca Birimine çok önemli katkılar sağlamıştır. Birimin amaçlarına kısa sürede ulaşmasına neden olmuş ve Su Ürünleri Yetiştiriciliğinin kısa sürede yaygınlaşmasında rolü olmuştur. Yine bu proje sayesinde balık hastalıkları, sazan yetiştiriciliği ve göl (limnolojik) çalışmalarında elemanlarımız uzmanlaşmış, birimimiz bütçe imkanlarımızla sahip olamayacağımız araç ve gereçlere sahip olmuştur.

Bu projeye o yıllarda, DPT Su Ürünleri Sektörü uzmanı olan Prof. Dr. Altan Acara'nın gayretleri ile hatta, bir takım sıkıntıları da göğüsleyerek, Tarım Bakanlığı'na verilmekte olan bu projeyi, su ürünleri konusunda, ülkemizde alt yapısı kısmen hazır tek kuruluşu olduğumuzdan, bize verdirmiştir. Bu proje ile; birimimize bir çift kabinli Volkswagen pikap, bir Land-Rover cip ve bir Pegout binek arabası, 2 tane 35 Hp gücünde büyük aliminyum bot ve iki tanedede Fiber-Glass, balık avcılığına uygun tekne, çok sayıda Türkiye'de ilk olarak kullanılan, farklı ağ gözü açıklığındaki duvar ağlar, jeneratörler, büro malzemeleri, en önemlisi kuluçkalık için çok sayıda

yumurta tekneleri ile yuvarlak türde ve farklı çaplarda yavru balık tankları gibi araç gereç Almanya'dan getirilmiş, her yıl içinde sarf malzemeleri yolluk ve diğer giderler için 110.00 DM civarında kullanıma hazır bir para tahsis edilmiştir.

Bu proje ile başlatılmış olan balık yetiştiriciliği çok daha ileriye götürülmüş, 3 defa Almanya'dan döllenmiş Gökkuşuğu yumurtası yetiştirilmiş ve böylece işletmenin yavru balık kapasitesi artırılmıştır. Kuluçkalık modern araç ve gereçlerle donatılmış, balık hastalıklarının teşhis ve tedavisi için gerekli araç ve kimyasal maddeler Almanya'dan getirilmiş ve donanımlı hale getirilmiştir. Yine bu proje çerçevesinde, birimin müdürü olarak bana su ürünleri işletim yönetim konusunda, üretimden sorumlu Biyolog Özcan Pelister'e ise, su ürünleri yetiştiriciliği konularında birer yıl süre ile Almanya'daki bu işlerle ilgili Enstitü ve Kuruluşlarda ihtisas verilmiştir. Esasen "Güney Marmara Bölgesi İçsu Ürünlerinin Geliştirme Projesi" nde ifade edildiği ve geçmişte yapılan hatalarında tekrarlanmaması gibi hususlar göz önünde tutularak, göl çalışmaları Güney Marmara Bölgesindeki Sapanca, İznik, Ulubatlı (Apolyont), Manyas (Kuşçeneti) gölleri üzerinde yürütülmüş, periyodik olarak bu göllerde kendi av araç ve gereçlerimizle yapılan avcılıklarla su ürünlerinin neler olduğu tespit çalışmalarına devam edilmiş, bazı balık türlerinin stok çalışmaları yapılmış, diğer taraftan limnolojik çalışmalara da devam edilmiştir. Bu göllerde faaliyet gösteren kooperatiflerle temasa geçilmiş, problemleri üzerinde durulmuş, Almanya'dan getirilen farklı göz açıklığındaki düz (duvar) ağlar balıkçılara verilmiş, bu ağlarla birlikte deneme avcılığı yapmaları sağlanmıştır. Üç yıl süreyle devam eden ve daha çok ekonomiye dönük göl çalışmaları, Türkçe ve Almanca yayınlanmış, ilgililerin istifadesine sunulmuştur.

Bu çalışmalar "Güney Marmara Bölgesi İç su Ürünleri Envanteri Projesi" adı altında 1982 yılında yayınlanmış, bu çalışmada göllerin su rejimi, kimyasal özellikleri, limnolojik özellikleri, fauna ve florası mevcut su ürünleri ve bunların hektar/kg olarak verimleri hesap edilmiştir. Bu göllerde faaliyet gösteren kooperatiflerin üye sayısı, av ve avcılık imkanları gibi hususlara açıklık getirilmiştir.

Sonuç olarak; eski adıyla İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Sapanca İçsu Ürünleri Araştırmaları kısmı, yeni adıyla Su Ürünleri Fakültesi Sapanca İçsu Ürünleri Araştırma ve Uygulama Biriminin, kuruluş amaçlarına büyük oranda ulaştığını söylemek mümkün olabilecektir.

- a- Su ürünleri özellikle Gökkuşuğu ve Sazan yetiştiriciliğinde önderlik yapacak düzeye gelmesi ve bu konuda, düzenlediği kurs ve seminerlerle, üreticilik yapanlar ve yapmak isteyenlere yol göstermesi, çok önemli olmuştur. Zira ülkemizin, Gökkuşuğu Alabalığı yetiştiriciliği başlamakta çok gecikmiş olmasına rağmen, kısa süre içinde bu açığın kapadığı, üretim düzeyi ile, yıllar öncesinde bu işe başlayan ülkeleri geride bıraktığı söylenebilir.
- b- Birim, üreticiye birçok aşamada, örneğin; 100 civarında üreticiye proje 50 civarında işletmeye balık hastalıkları ve 30 civarında işletmeye de yemleme konusunda yardım sağlamıştır.
- c- Marmara Bölgesi başta olmak üzere, Trakya Bölgesi ile Çanakkale civarındaki işletmelerin uzun süre yavru balık ihtiyacını karşılamıştır.
- d- En önemlisi, su ürünleri öğrencilerinin eğitim gördükleri, pratik çalışmalar yaptığı, onların mesleki gelişmelerine yardımcı olduğu, önemli bir merkez durumda olmuştur. Birimi gezmeye gelen sıradan vatandaşlarında, su ürünleri yetiştiriciliğinde bilgi sahibi olmalarını sağlamış ve işi yapabilecekleri konusunda bir heves uyandırmıştır.
- e- Marmara Bölgesinin çok önemli doğal su rezervuarı durumundaki Sapanca, İznik, Apolyont ve Manyas göllerinde, geçmişte başlatılan hidrolojik ve su ürünleri

(balık ve kerevit gibi) ile ilgili çalışmalar ve “Güney Marmara Bölgesi İçsu Ürünlerini Geliştirme Proje” sininde sağladığı imkanlarla daha ileriye götürülmüş, kooperatiflerle sağlanan sıkı işbirliği ile su ürünleri avcılığının gelişmesi ve avcılığın düzenli yapılması konusunda çalışmalar yapılmıştır. Ancak içsularda her türlü limnolojik ve balıkçılık çalışmaları yapılabilecek araç ve gereç ile bilgi birikimi bulunan personel sahip olmasına rağmen, araştırmaların ve yayınların istenilen düzeyde olduğunu söylemek mümkün değildir.

1960’lı yıllardan itibaren uzun yıllar İçsu Araştırmaları kısmında çalışan arazi çalışmalarının çoğuna fiilen katılan, en az 7-8 yıl kısım şefi yardımcısı olarak görev yapan bir kişi olarak, birimin sahip olduğu imkanlara rağmen, ortaya konulan eserlerin, içerik ve sayı olarak yeterli olmadığını söylenebilir. Bana göre özellikle 1960 yılından, başka bir deyişle Curt Kosswig döneminden sonraki yıllarda yapılan araştırmalar Hidrobiyoloji Enstitüsünün her iki kısmında da (Deniz ve İç sular) belli bir amaca yönelik olmamış, yayınların sayıları azalmış, periyodikler durmuştur. Özellikle İç sular Araştırmaları kısmında elde edilen bilgiler tümüyle kullanıcıların istifadesine sunulmamıştır. Mevcut personelin (Biyologların) % 90’ı yalnızca Planktonla meşgul edilmiş, toplanan bu bilgilerde kayıt altına alınamamıştır. Sapanca biriminin arşivlerinde bulunan dökümanlar daha çok 1979 yılından sonraki yıllara aittir. Bu yıldan önceki dönemlerde elde edilen ham ve işlenmiş bilgilerin hemen hemen tamamı, maalesef kişiler tarafından kendilerinde tutulmuştur.

Özetle, İçsular araştırmaları kısmının sahip olduğu her türlü imkana rağmen, ortaya konulan yayınlar, nitelik ve nicelik açısından olması gereken gibi değildir. Bu durumun, o yıllarda birimlerin başında bulunanların olumsuz tutumlarından, ayrıca uzman kadrosunda görev yapanların, akademik çalışma yapma zorunda olmadıkları gibi bir düşünce içinde olmalarından kaynaklandığı söylenebilir.

SAPANCA GÖLÜ'NÜN OLUŞUMU ve BESLENME HAVZASININ HİDROLOJİSİ, JEOLojİSİ ve DEPREMSELLİĞİ

Alper GÜRBÜZ¹ Ömer Feyzi GÜRER²

¹Ankara Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Tandoğan, Ankara

²Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, İzmit, Kocaeli

agurbuz@eng.ankara.edu.tr , ofgurur@kou.edu.tr

Sapanca Gölü, Doğu Marmara Bölgesi'nde, İzmit'in 27 km doğusunda ve Adapazarı'nın 12 km Güneybatısında bulunmaktadır (Şekil 1). Sapanca Gölü paleotektonik dönem içerisinde "Sakarya Zonu" ve "İstanbul Zonu" (OKAY ve diğ., 1994) olarak bilinen tektonik birlikler arasında ki İç-Pontid okyanusunun kapanması sonucu meydana gelen suture (ŞENGÖR ve YILMAZ, 1981) üzerinde yer alır (Şekil 2).



Şekil 1 İnceleme alanının yer bulduru haritası. KAFZ, Kuzey Anadolu Fay Zonu; SN, Sakarya Nehri.

İstanbul ve Sakarya zonları, İç-Pontid okyanusunun kapanması sonucu oluşan kenet kuşağı boyunca birleşerek su üstüne çıkmış ve bölge karasal aşınım alanı haline gelmiştir (OKAY ve diğ., 1994). Erken-Orta Miyosen boyunca, bu kara kütlesi üzerinde sıcak ve nemli iklim koşulları altında gerçekleşen bir peneplenleşme dönemi gerçekleşmiştir (EMRE ve diğ., 1998).



Şekil 2 Kuzeybatı Türkiye'ye ait paleotektonik dönem haritası. (OKAY ve TÜYSÜZ (1999)'dan değiştirilerek alınmıştır).

Sapanca Gölü D-B uzanımlı, morfotektonik olarak İzmit-Sapanca Koridoru (BİLGİN, 1984; ELMAS, 2003; YİĞİTBAŞ ve diğ., 2004) olarak bilinen çöküntü alanı içerisinde yer alır. Bu alanın kuzeyinde bulunan Kocaeli Penepleni 500 m'yi aşmayan ortalama yüksekliğiyle ve genellikle kuzeye doğru olan eğimiyle Karadeniz'e kadar uzanmaktadır (Şekil 3).



Şekil 3. Sapanca Gölü çevresindeki morfotektonik yapılar (GÜRBÜZ ve GÜRER, baskıda)

Peneplenin sahip olduğu rölyef ise bir bölümü Karadeniz'e diğerleri ise İzmit Körfezi ve Marmara Denizi'ne dökülen akarsular kontrolünde gelişmiştir. Koridor güneyden ise Samanlı Dağları tarafından sınırlandırılmaktadır. Ortalama 1000 m'yi aşan yüksekliği, 130 km uzunluğu ve ortalama 30 km genişliğindeki bu dağların en yüksek noktası 1602 m ile Kartepe'dir.

SAPANCA GÖLÜ'NÜN OLUŞUMU

İzmit-Sapanca çukurluğunun tektonik kökeni ve bu sahanın bir graben olarak oluştuğu konusu üzerinde duran araştırmalarda genellikle bir fikir birliği görülür. 1990'lı yılların ortalarına kadar yapılan araştırmalarda bu sahanın tektonik hareketler sonucu bugünkü şeklini aldığı ve bir graben karakterinde bulunduğu düşünülmüştür. Son dönemlerde yapılan çalışmalarda bu çukurluğun Geç Pliosen'de asimetrik bir çek-ayır havza olarak geliştiği yönündedir (GÜRBÜZ ve GÜRER, 2006; baskıda).

Bu çukur sahanın en alçak kısmının bir göl tarafından işgal edilmiş olması ise daha değişik fikirlerin ortaya atılmasına sebep olmuştur. Bu görüşlerin ilkinde göre, Sapanca Gölü, batıda, Sarımeşe'de meydana gelen Tersiyer sonu volkanik faaliyetlerle set gölü olarak oluşmuştur. Diğerleri ise Sarımeşe civarındaki tepeler esasen çakıllardan ibaret olup daha yeni bir oluşumdur ve Marmara denizi ile gölü birbirinden ayırmaktadır (PFANNSTIEL, 1944). RISCH (1909) Sapanca Gölü'nün batısında diluvial çakıllar bulunduğunu ifade etmektedir. PENCK (1918) bu depoların yeni olmadığını, İzmit Körfezi ile Sapanca Gölü'nü ayıran kısmı dar ve uzun yükselmiş bir alan olarak tarif eder. PINAR ve FOUCHE (1943), İzmit Körfezi ile Sapanca Gölü arasındaki eşik hem yükselme, hem de erozyon materyallerinin birikimi sonucu Geç Kuvaterner'de oluştuğunu ifade etmektedir. PFANNSTIEL (1944)'e göre çakıllardan meydana gelen eşik fikri savunulamaz. İzmit doğusunda topografik eğim doğuya doğrudur. Bu haliyle Sapanca Gölü fazla suları doğu ucundan boşalmaktadır. Yine aynı araştırmacıya göre eşik yerli kayadan oluşmaktadır ve bu yerli kayanın vadilerle yarılmış olması eşik hakkında önemli bir kanıttır. Diğer taraftan İzmit Körfezi ile Sapanca Gölü'nü ayıran bölge genç birikintilerden ibaret olmayıp yükselmiş bir eşiktir. Bu enine horstun yükselmesi körfezi ve gölü içeren depresyon zonu içinde olmuştur. Farklı bir görüş ortaya atan Pfannenstiel'den sonraki araştırmacılar bu alüvyonlarla setleşme görüşünü savunmuşlardır (BİLGİN, 1984).

LAHN (1948) Sapanca Gölü'nün oluşumu üzerindeki görüşlerini şematik bir jeomorfoloji haritasında açıklamıştır. RISCH (1909)'un fikirlerine değinen LAHN (1948), batıda İzmit Körfezi'nden başlayıp doğuda Adapazarı'na kadar uzanan bir çöküntü alanı içinde yer alan bu gölün Marmara sistemine dahil olan tektonik bir çukurun en alçak kısmında bulunduğunu kaydederek, İzmit Körfezi'nin bir zamanlar en azından Sapanca Gölü'ne kadar uzandığını önermektedir. Göl havzası ile şimdiki körfez arasında kalan kısım, daha sonar alüvyonlarla dolmuş ve bu şekilde göl yatağı denizden ayrılmıştır. Daha sonra, ERİNÇ (1949) Sapanca Gölü'nün derinlik haritasını hazırlamış ve bu arada göl çanağının derin kısmının gizli bir çöküntü halinde olduğunu ortaya koyarak, bu çanağın nispeten dik yamaçları ile tektonik bir kökene sahip olduğu görüşünü öne sürmüştür.

Sapanca Gölü'nün, kuzeyden Kocaeli Yarımadası'ndan güneyde ise Samanlı Dağları'ndan gelen alüvyonlarla körfezden ayrıldığı ve bu suretle kalıntı bir göl olduğu görüşü AKARTUNA (1968) tarafından da uygun görülmüştür. Bu konuda, daha batıdaki İzmit Körfezi'nde yer alan Yalakdere deltası örnek gösterilerek, bu delta'nın kuzeye doğru ilerlemesi sonunda bugünkü İzmit Körfezi'ni ikiye böleceği ve bu körfezin doğu kısmında kalıntı ikinci bir gölün oluşumuna neden olacağı görüşü ifade edilmiştir. Daha sonra İNANDIK (1952-53) tarafından benimsenen görüşe göre Yalakdere, Samanlı Dağları'nın orta bölümünde geniş bir Neojen havzasında yayılmış kollarıyla büyükçe bir akarsudur ve bu havzadan bol malzeme getirebilmektedir, oysa İzmit-Sapanca Çukurluğu arasında böyle bir akarsu yoktur. İNANDIK (1952- 53)'ün görüşünden hareket eden BİLGİN (1984)'ün AKARTUNA (1968) tarafından mümkün görülen körfezden ayrılma

fikrinin kabulünü güçleştiren fakat bu gölün yine bir alüviyal gölü olarak doğu sınırından barajlanmak suretiyle geliştiği yönünde görüş bildirmiştir.

ERTÜRK (1994) çalışmasında Kuvaterner’de ki tektonizmaya bağlı olan İzmit Körfezi’nden bir setle ayrılan Sapanca Gölü’nün, halen aktif olan KAFZ üzerinde yer aldığını, bu özellikleriyle Sapanca’nın tektonik kontrollü bir set gölü, aynı zamanda yanal atımlı aktif faylarla kontrol edilen çek-ayır tipi bir çökelim havzası olduğunu belirtmiştir.

Bir diğer çalışmada EMRE ve diğ. (1998) tarafından yürütülmüştür. Doğu Marmara’yı kapsayan çalışmada, Doğu Marmara’nın Neojen-Kuvaterner çökellerini farklı yaş ve fasiyeslerde gelişmiş üç ana çökel istife ayırmaktadır. Buna göre, Alt-Orta Miyosen yaşta olanlar Kocaeli yarımadası, Üst Miyosen-Pliyosen yaşlı olanlar Armutlu yarımadası ile Bilecik-Bursa yöresi, En Üst Pliyosen-Kuvaterner arasındakiler ise KAFZ boyunca yer alan havzalarda görülmektedir. Bu birimler belirgin açısal uyumsuzluklarla birbirlerinden ayrılmaktadır. EMRE ve diğ. (1998) İzmit-Sapanca güneyinde ve Sapanca Gölü’nün kuzeybatısında yer alan; Neojen öncesi temelin üzerine açısal uyumsuzlukla gelişmiş, Pliyosen-Orta Pleyistosen çökellerinin Karapürçek formasyonu’nun Hendek üyesine karşılık geldiğini belirtmiştir. Ayrıca, Hendek üyesinin Orta Pleyistosen yaşlı olduğunu, alüvyon yelpazesi çökellerinden oluştuğunu ve üzerinde yer alan Holosen çökellerinin, birimin üzerine açısal uyumsuzlukla çökelmiş, akarsu ve alüvyon yelpaze çökellerinden meydana geldiğini bildirmiştir.

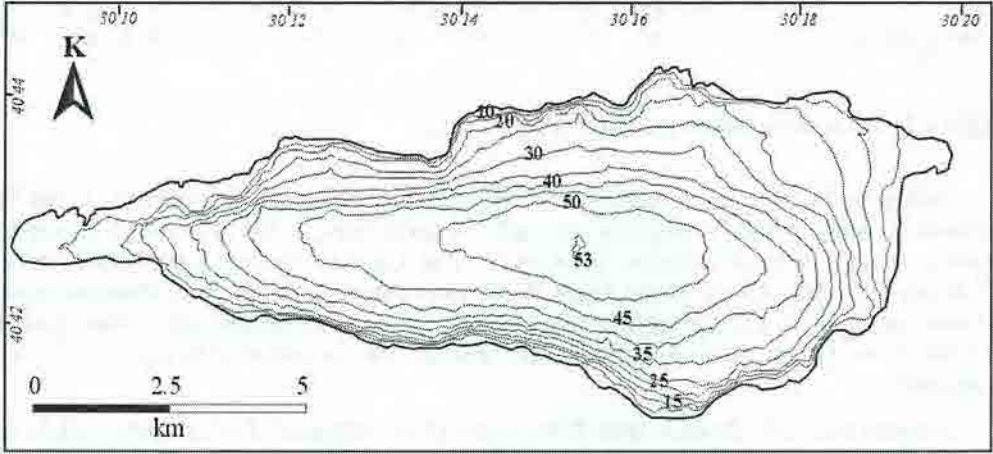
GÜRBÜZ ve GÜRER (2006; baskıda) ise Sapanca Gölü’nün, Geç Pliyosen’de asimetrik bir çek-ayır havza olarak gelişen İzmit-Sapanca koridorunun üzerinde bu havzayı biçen fay segmentlerince Orta-Geç Pleistosen’de ayrı bir çek-ayır havza olarak geliştiğini belirtmektedirler (Şekil 4).



Şekil 4. Sapanca Gölü ve çevresinde KAFZ’na ait faylar. Düz çizgiyle belirtilen 1999 Kocaeli depremi yüzey kırığını, kesikli çizgiler ile belirtilenler ise koridoru sınırlayan fayları göstermektedirler.

SAPANCA GÖLÜ HAVZASININ HİDROLOJİSİ

İzmit-Sapanca koridoru batıda İzmit Körfezi, orta kesimde İzmit ovası ve doğuda Sapanca Gölü'nü kapsamaktadır. Morfolojik olarak iki çukurluktan meydana gelen İzmit körfezi 200 m derinliğe ulaşmaktadır. Bu alanın doğusunda ki İzmit ovasında yükseklik 0-50 m arasında değişmektedir. K-G yönünde genişliği 6- 11 km arasında değişen ova Sapanca Gölü'ne yaklaştıkça 1.5 km'ye kadar daralır. Ovanın hemen batısında, körfezden 17 km uzaklıkta yer alan D-B uzanımlı Sapanca Gölü'nün uzunluğu 16 km ve en geniş yeri 5.5 km'dir. Deniz seviyesinden 35 m yükseklikte yer alan gölün en derin yeri 53 m'dir (Şekil 5).



Şekil 5 Sapanca Gölü'ne ait 5 m kontör aralıklı derinlik haritası (LETTIS diğ. (2000)'den değiştirilerek alınmıştır).

Ortalama 47 km²'lik bir yüzey alanına sahip olan Sapanca Gölü'nün drenaj alanı ortalama 250 km²'lik bir alan kaplamaktadır. Sapanca Gölü'nün kuzey tarafında yer alan dereler gölün beslenmesi için önemli değildir. Bu derelerin tümü kısa, yüksek eğimli, taşkın dönemleri dışında düşük akımlı, yazın ise kuruyan derelerdir. Özellikle göle güney yönünden, Samanlı Dağları'ndan inen dereler dik ve sarp yataklı, sel/taşkın dönemlerinde sert akış rejimine sahip derelerdir (Şekil 4). Sapanca Gölü, yüzey yağışları ve anılan akarsular dışında faylı jeolojik yapısına bağlı olarak tabanından da yer altı suyu ile beslenmektedir. Kuzeydoğu ucundan Çarksuyu akışı ile Sakarya nehrine boşalması nedeniyle göl sürekli yenilenen bir hidrolojik rejime sahiptir (ERTÜRK, 1994).

Gölün beslenme havzasına, yılda yaklaşık olarak düşen yağış miktarı 238.830.913,4 m³ dür. Bunun beslenme havzası içinde kalan kesimleri dahil olmak üzere, 154.416.337 m³'ü Samanlı Dağları'nın kuzey yamaçlarına, 43.162.304 m³'ü Kocaeli Penepleni'nin güney yamaçlarına, 2.745.708,4 m³'ü Arifiye ovasına ve 38.506.544 m³'ü göl alanına düşmektedir. Kıyı gerisinden yağışın ve akarsuların gölü beslemesi de gölün hidrolojik bilançosunda önemlidirler. Göl çevresinde, yüksek alanların varlığı ve iklimin genellikle her mevsim yağışlı olması nedeniyle, sık bir akarsu şebekesi gelişmiştir. Akarsuların hemen hepsi kısa boyludur. Beslenme havzası haritasında da görüldüğü gibi hidrografiya'nın gölün güneyinde daha fazla geliştiği görülmektedir. Karmaşık bir özellik gösteren bitki örtüsü faktörü, beslenme havzasını ve dolayısıyla da gölün su bilançosunu büyük ölçüde etkilemektedir (CEYLAN, 1990).

	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Yıllık
Ort. Sıc. (°C)	4,4	4,4	7,8	11,8	15,6	21,2	22,1	21,0	18,7	14,4	11,5	10,4	13,6
Sıcaklık İndisi	0,82	0,82	1,96	3,67	5,60	8,91	9,49	8,78	7,37	4,96	3,53	3,03	58,94
Düzeltilmemiş P.E.	1,2	1,2	2,4	4,3	6,3	9,4	10,4	9,3	8,2	5,8	4,2	3,7	-
Düzeltilmiş P.E. (mm)	10,0	9,9	24,7	47,7	78,1	117,5	132,0	109,7	85,2	55,6	34,8	29,2	735,1
Yağış (mm)	102,0	93,2	84,8	61,1	53,6	54,5	58,9	33,7	73,1	81,5	87,8	122,6	906,8
Birikmiş suyun aylık değişimi	0	0	0	0	24,5	63,0	12,5	0	0	25,9	53,0	21,1	-
Birikmiş su fiili	100	100	100	100	75,5	12,5	0	0	0	25,9	78,9	100	-
Evapotranspiresyon	10	9,9	24,7	47,7	78,1	117,5	71,4	33,7	73,1	55,6	34,8	29,9	586,4
Su eksiği	0	0	0	0	0	0	60,6	76,0	12,1	0	0	0	148,7
Su fazlası	92	83,3	60,1	13,4	0	0	0	0	0	0	0	71,6	320,4
Akış	63,9	73,6	66,8	40,1	20	10	5	2,5	1,2	0	0	35,8	318,9
Akıntının yağışa göre açığı	38,1	19,6	18	21	33,6	44,5	53,9	31,2	71,9	81,5	87,8	86,8	587,9

Tablo 1 Sapanca'nın su bilançosu (CEYLAN, 1990).

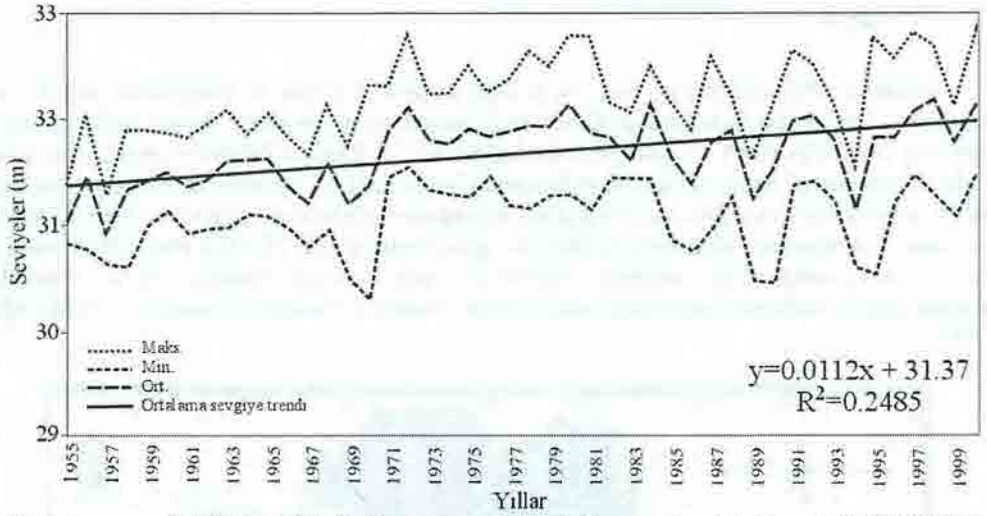
Gölden su kaybına neden olan etkenlerin başında ise buharlaşma gelmektedir. Ancak Sapanca meteoroloji istasyonunda buharlaşma ile ilgili ölçümler yapılmadığı dönemlerde İzmit-Sapanca koridoru devamı üzerinde bulunan İzmit'te 21 yıllık ortalama verilere göre buharlaşma miktarı 671.8 mm'dir. CEYLAN (1990)'ın İzmit Meteoroloji İstasyonu'na ait yıllık ortalama buharlaşma miktarını esas alarak, gölün buharlaşma ile kaybolan su miktarını hesaplamıştır. Buna göre, gölden 30.114.912 m³/yıl su buharlaşmaktadır. Bu miktar, göl hacminin yaklaşık % 2.5 'ni teşkil etmektedir.

Sapanca Gölü'nde Elektrik İşleri Etüd İdaresi (EİE) tarafından 1955 yılından beri su seviyesi ölçümleri yapılmıştır. 1955- 1999 yılları arasında yapılan gözlemler Şekil 6'da verilmiştir. Göl yıl içerisinde 124 cm'lik (1999- 2000) seviye değişimlerine sahip olabilmekle beraber bu seviye farkı genelde 70 cm civarındadır. Sapanca Gölü seviyesinin en yüksek ve en alçak olduğu dönemler bahar aylarıdır.

SAPANCA GÖLÜ HAVZASININ JEOLJİSİ

Paleozoyik

Batıdaki İzmit Körfezi'ne uzanan faylarla sınırlanmış olan Sapanca Gölü çevresindeki alanlarda farklı jeolojik yaşlara ve litolojik birimlere sahip kayalar bulunur (Şekil 7). Sapanca Gölü ve çevresindeki en yaşlı jeolojik birimi oluşturan Paleozoyik yaşlı birimler göl drenaj alanının kuzey ve güney yamaçlarında yer almaktadır. Bunlardan güney kesimde bulunanlar çok daha geniş bir alan sunarken, kuzeyde rastlanan birimler güneydekilere oranla çok daha az bir alan kaplamaktadırlar.



Şekil 6. Sapanca Gölü'nün 1955-1999 zaman aralığındaki su seviyesi değişimleri (EİE,2002).

Güneyde yer alan, ayrılmamış Permo-Triyas (Paleozoyik-Mesozoyik) birimlerinin başlıcalarını oluşturan metamorfik şistler, mermer, gnays ve kuvarsitler İzmit metamorfileri olarak tanımlanmıştır (YILMAZ ve diğ., 1990). Bu kayaların metamorfizma derecesi alttan üste doğru azalmakta ve en ileri dereceli metamorfizma, en alt düzeylerdeki, metabazit-metapelitlere ait albit-hornblend- granat ve biotit-albit-kuvars-epidot-granat parajenezleri göstermektedirler (YILMAZ ve diğ., 1990). Bu metamorfitlere ait Sapanca Gölü güneyinde ki başlıca kayalar ise serisit şistler, klorit şistler, kalkışitler, şisti kuvarsitler, kristalize kireçtaşları, mermerler ve az miktarda rastlanan diyabazlardır (AKARTUNA, 1968). Gölü güney kesimlerden besleyen derelerin hepsi bu birimlerden geçerek göle ulaşırlar (Şekil 7). Metamorfitlerin en üst kesimini oluşturan mermerler ve kristalize kireçtaşları şistlerden sonra ikinci yaygın yüzeylemelerdir. Başlıca alanlar Maşukiye ve Yanık güneyi, İstanbul dere-Balkaya mevki ve güneyde Soğucak mevkisidir (ESENİLİ, 1995).

Sapanca Gölü kuzey kesiminde yer alan Permo-Triyas yaşlı kayaların alt seviyelerini kırmızı-kahve-mor renkli ve orta kum boylu kumtaşı oluşturmaktadır. Üste doğru kırmızı-mor gri yeşil renkli silttaşı-çamurtaşına geçmektedir.

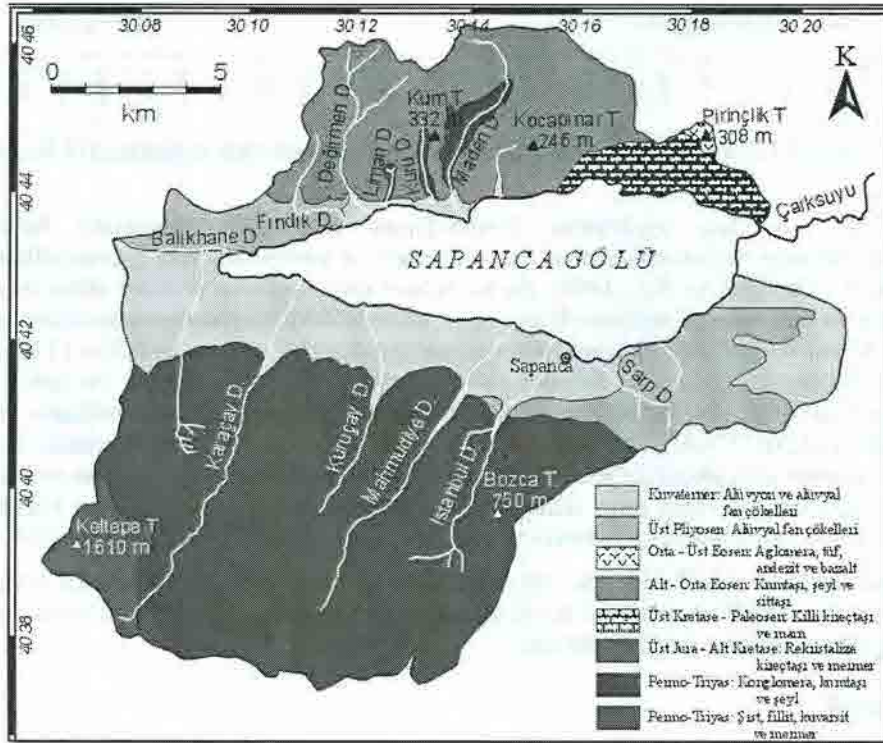
Mesozoyik

Sapanca Gölü güneyinde çörtlü-fosfatlı “Keltepe Mermeri”, metalav, gabro, amfibolit ve serpantinlerden oluşan “Geyve Metamorfitleri” ve yine benzer olarak bloklu fliş özelliğindeki metagrovak, metaşeyl, silttaşı, serpantinit, gabro ve amfibolitlerden oluşan “Akçay Gurubu” ve kumaşı ve silttaşı türü çökelleri içeren “İkisu formasyonu” bulunmaktadır (YILMAZ ve diğ., 1990).

Göl drenaj alanı içerisinde yer alan kuzeydoğu yamaçlardaki killi kireçtaşları ve marnlar Üst Kretase-Paleosen (Mesozoyik-Senozoyik) yaşlıdır. Permo-Triyas yaşlı kayalar üzerine aşıl uyumsuzlukla gelen birim oldukça ince tabakalı olup kıvrımlı bir yapı gösterirler. Egemen renk beyaz-gridir. Birimin kalınlığı Sapanca Gölü kuzeyinde 500 m civarındadır.

Senozoyik

Sapanca Gölü civarındaki Senozoyik yaşlı birimler Tersiyer ve Kuvaterner olmak üzere ikiye ayrılırlar. Tersiyer ise kendi içinde Eosen ve Pliyosen olarak incelenir. Eosen yaşlı fliş tipi çökeller Sapanca Gölü'nün kuzey ve kuzeybatı kesimlerinde Üst Kretase-Paleosen yaşlı karbonat kayalarla birlikte bulunurlar. Kumtaşı-silttaşı ardalanması şeklindeki bu birimler ince-orta tabaka kalınlığına sahip çökel kayalardır. Sarı-sarımsı kahve, toprağımsı görünümüne sahiptirler. Eosen birimleri altta yer alan Üst Kretase-Paleosen çökelleri ile uyumludurlar (ERTÜRK,1994). Göl drenaj alanının kuzey kısımlarında küçük mostralar halinde yer alan volkanik kayalar büyük olasılıkla Eosen sonrası görülen volkanizma ürünlerinden spilit-dasit-andezit karakterli kayalardır (OKTAŞ ve diğ., 1989).



Şekil 7. Sapanca Gölü beslenme havzasının jeolojisi (HERECE ve AKAY, 2003'ten değiştirilerek alınmıştır).

Geç Pliyosen çökelleri ise gölün güneydoğu ve kuzeybatısında yer alan alüvyal yelpaze ve akarsu birimleri olarak göle en yakın ve alçak yükseltileri oluştururlar. Genelde tabakalanmanın belirgin gelişmediği bu birimler içerisinde yer yer çapraz tabakalar gözlenir. Üst Pliyosen yaşlı bu birimler zayıf pekişmiş çakıl-kum-kil ve silt tipi çökellerden oluşmaktadırlar (EMRE ve diğ., 1998).

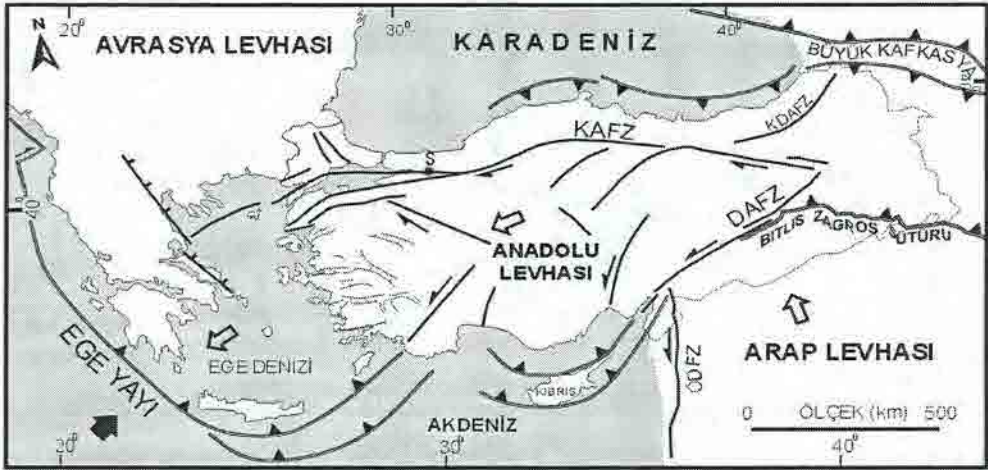
Bölgedeki en genç çökeller olan Kuvaterner birimleri Sapanca Gölü drenaj alanının doğu ve batı düzlük kısımları ile güneydeki düzlükler, alüvyon ve alüvyal yelpazeleri, yamaç döküntüsü ve teraslar şeklinde görülürler. Genellikle kum, çakıl, kil, silt ve bunların karışımları şeklinde olan bu birimler göl havzasının en alçak seviyelerini oluştururlar.

SAPANCA GÖLÜ ÇEVRESİNİN DEPREMSELLİĞİ

17 Ağustos Kocaeli ve 12 Kasım 1999 Düzce depremlerinde görüldüğü üzere Sapanca Gölü ve çevresi büyük depremlerin tehditleri altındadır ve bu tehditler ileriki zamanlarda da varlıklarını hissettireceklerdir.

Bir depremin neden olacağı zararı en aza indirgeyebilmek ise ancak depremlerin olası etkilerini önceden belirleyerek bunlara yönelik tedbir alınmasıyla mümkündür. Bu anlamda bölgelere ait diri fayların durumları ve elemanı olarak çalıştıkları tektonik mekanizmaların saptanabilmesi büyük önem taşımaktadır.

Depremlere neden olan diri yapıların türleri, boyutları ve etki alanları Türkiye ve civarını denetleyen levha hareketleri ve etkileşimleri ile ilişkilidir. Türkiye’de neotektonik dönemin Orta Miyosen sonu-Üst Miyosen’de Arap levhasının Anadolu levhası ile çarpışması ile başladığı kabul edilmektedir (ŞENGÖR ve YILMAZ, 1981). Bu çarpışma sonucu Doğu Anadolu yükselirken, Anadolu KAFZ ve DAFZ adlı iki transform fay ile kuzeyde ve doğuda sınırlanarak batıya doğru hareket etmektedir (Şekil 8).



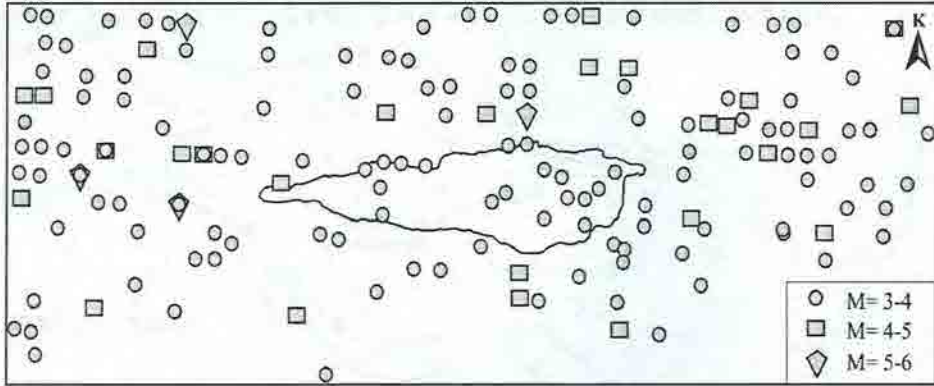
Şekil 8 Türkiye ve yakın dolayının neotektonik haritası. KAFZ, Kuzey Anadolu Fay Zonu; DAFZ, Doğu Anadolu Fay Zonu; ÖDFZ, Ölü Deniz Fay Zonu; KDFZ, Kuzeydoğu Anadolu Fay Zonu; S, Sapanca.

Bu iki büyük transform sistem arasında kalan Anadolu levhasının batıya doğru kaçmaya başlaması Türkiye'nin temel neotektonik çatısını oluşturur (ŞENGÖR, 1980; ŞENGÖR ve diğ., 1985). Doğrultu atımlı sağ yanal bir fay olan KAFZ'nun oluşum yaşı ile ilgili çeşitli görüşler olsa da ortak görüş Geç Miyosen ile Geç Pliyosen arasında bir zamanda oluştuğuna dairdir.

Yaklaşık 1500 km uzunluğundaki KAFZ doğuda Karlıova üçlü ekleminden başlayıp batıda Kuzey Ege Denizi'ne kadar uzanır. Bolu'ya kadar dar bir zon halinde uzanan fay, vadinin batısında iki kola ayrılır (Şekil 8). Kuzeydeki kol Sapanca Gölü, İzmit Körfezi doğrultusunda Marmara Denizi'ne ulaşır ve Kuzey Marmara Denizi Havzaları'nı oluşturur. Sonrasında Gaziköy'den Saroz Körfezi'ne kadar ilerleyerek Kuzey Ege Denizi'ne uzanır. Güney kol Mudurnu Vadisi'nde ana hattan GB yönünde ayrılır ve Geyve-Pamukova havzasını oluşturarak Mekece-İznik Gölü güneyinden Gemlik Körfezi'ne kadar ulaşır. Gemlik Körfezi'nden batıya deniz içinden devam eden

güney kol, Bandırma-Biga yarımadası boyunca karadan ilerleyerek Ege Denizi'ne uzanır (GÜRER ve diğ., 2003; 2006).

EMRE ve diğ. (1998)'e göre inceleme alanında bulunduğu bölgedeki neotektonik dönem, tüm Marmara'yı da etkileyen Geç Miyosen-Pliyosen ve Geç Pliyosen-Günümüz olmak üzere iki ayrı dönemden oluşmaktadır. Geç Miyosen-Pliyosen K-G yönlü sıkışma tektonik rejimi, Geç Pliyosen-Günümüz ise KAFZ ile temsil edilen transform karakterli yatay tektonik hareketler evresi olarak ifade edilmektedir. Geç Miyosen-Pliyosen tektonizmasına ait ilk evre yapıları K-G yönlü sıkışma rejimi içerisinde gelişmiş KD-GB, KB-GD uzanımlı ve birbirine çapraz uzanan doğrultu atımlı faylar (günümüzde diri olmayan) ile bunlara eşlik eden D-B uzanımlı kıvrımlardan oluşur. Bu sıkışma rejimi içerisindeki bölge Geç Miyosen-Erken Pliyosen boyunca yükselerek deformasyona uğrar. Erken Pliyosen sonlarına doğru denizel alanlar parçalanarak kapanmış ve tüm bölge karasal süreçlerin etkisine girmiştir. Denizel havzaların kapanması ile sonuçlanan morfolojik değişim kıvrımlar yanında büyük ölçüde KD-GB ve KB-GD uzanımlı fayların devreye girmesiyle sağlanmıştır. Doğrultu atımlı fayların egemenliğindeki bu deformasyon evresi Doğu Marmara'nın morfolojik olarak maksimum yükselme dönemidir. Bölgede etkin olan K-G sıkışmalı tektonik rejim en Geç Pliyosen sonunda KAFZ'nin ortaya çıkışı ile yerini yanal yönlü yırtılmalarla tanımlanan transform karakterli bir tektonik rejime bırakır (EMRE ve diğ., 1998).



Şekil 9. Sapanca Gölü ve çevresinde 1900-2008 yılları arası dönemde olmuş depremlerin dağılımları.

İnceleme alanının depremsellik özelliklerini belirlemek için Sapanca Gölü ve çevresinde 1900- 2008 yılları arasında meydana gelmiş magnitüdü 3 ve üzeri depremlerin dağılımları ve odak derinlikleri incelenmiştir. Buna göre Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü ve USGS (Birleşik Devletler Jeolojik Araştırmalar) tarafından kayıt edilmiş 200 depreme ait veriler incelendiğinde bu depremlerin en büyüğünün M=5.8 olduğu görülmektedir. Fakat Sapanca Gölü'nün KAFZ'nun en aktif kolu üzerinde yer alması ve çevresinde yakın dönemde de gerçekleşen depremlerin etkileri de gözönüne alındığında büyük ölçekteki depremlerden etkilenmeye açık bir yerdedir. Şekil 9 ve 10'da da görüldüğü üzere olan depremlerin çoğunluğunun büyüklüklerinin M=3 ile 4 arasında olduğu görülmektedir.



Şekil 10. Sapanca Gölü ve çevresinde aletsel dönemde olmuş depremlerin magnitüdlerinin oluş miktarlarına göre dağılımları.

Sapanca Gölü ve çevresinde ki depremlerin yüzey merkez dağılımları, bölgeyi denetleyen tektonik yapıların sundukları çizgiselliklere uygun şekilde dizilmektedirler (Şekil 9). İnceleme alanı içerisindeki depremlerin büyük çoğunluğu sığ odağa sahip depremler olmaları itibarıyla tekrarlanma periyotlarının sağlayacakları bilgiler bakımından önem taşımaktadırlar. Olan depremlerin odak derinlikleri incelendiğinde, depremlerin 33 km derinlik içerisindeki bir alanda oluştuğu görülmektedir.

SONUÇLAR

İzmit-Sapanca Koridoru'nun temelini Neojen öncesi kayalar oluşturmaktadırlar. İki farklı kıtasal temele ait kayaların kuzey ve güney kesimlerinden sınırlandığı bu alanın oluşumu ise KAFZ'na ait segmentlerce asimetrik bir çek-ayır havza mekanizmasına dayanmaktadır. Geç Pliyosen'de oluşan bu havzanın Orta-Geç Pleyistosen'de biçilmesi sırasında da Sapanca Gölü ayrı bir çek-ayır havza olarak gelişmiştir. Bu neotektonik döneme ait karasal çökeltiler havzanın kenarında ve tabanında temel kayalar üzerine uyumsuz olarak gelmektedirler.

Deniz seviyesinden 35 m yükseklikte bulunan ve çalışma alanını içeren İzmit- Sapanca Koridoru'nun topografyası çarpıktır ve çöküntü tabanından 1500 m'ye kadar yükselen Samanlı dağlarının olduğu güney kesiminde dikleşmektedir. Kuzey kesiminden bu çöküntü alanı sınırlandıran Kocaali Penepleni ise daha yumuşak bir topografyaya sahiptir ve kuzeye doğru eğimlenmiştir.

250 km²'lik beslenme havzasında Paleozoyik- Mesozoyik yaşlı metamorfik ve kırıntılı kayalar, Üst Jura-Alt Kretase rekristalize kireçtaşları ve mermer, Üst Kretase- Paleosen killi kireçtaşları, Eosen yaşlı filiş ve Pliyo- Kuvaterner yaşlı karasal çökeltiler yer almaktadır.

Sapanca Gölü ve çevresinde meydana gelen depremlerin genellikle sığ odaklı oldukları ve 33 km'lik bir derinlik zonu içerisinde meydana geldikleri görülmektedir. Depremlerin yüzey dağılımları incelendiğinde KAFZ'na ait faylarla paralellikleri gözlenmektedir. Göl çevresinde ki en büyük depremin magnitüdü 5.8 olmakla beraber, bu alan KAFZ'nun en aktif kolu üzerinde bulunmaktadır ve 1999 Kocaali ve Düzce depremlerinde de görüldüğü üzere büyük depremlerin olabileceği ve/veya civardaki bir depremin etkilerini büyük ölçüde hissedebileceği bir bölgede yer almaktadır.

KAYNAKLAR

- AKARTUNA, M., (1968). Armutlu Yarımadası'nın jeolojisi, İ.Ü.F.F. Monografileri, 20.
- BİLGİN, T., (1984). Adapazarı ovası ve Sapanca Gölü'nün alüvyal morfolojisi ve Kuvaterner'de ki jeomorfolojik tekamülü, İ.Ü.E.F. yayınları, 2572, 199s.
- CEYLAN, M. A., (1990). Sapanca Gölü'nün hidrolojik etüdü. Yüksek Lisans Tezi, İ.Ü.S.B.E. 97 s.
- EİE., (2002). Göl seviyeleri kitabı. Elektrik İşleri Etüd İdaresi, Hidrolik Etüdler Dairesi Başkanlığı, Ankara.
- ELMAS, A., (2003). Late Cenozoic tectonics and stratigraphy of the northwestern Anatolia: the effects of the North Anatolian Fault to the region. *International Journal of Earth Sciences* 92: 380-396.
- EMRE, Ö., ERKAL, T., TCHEPALYGA, A., KAZANCI, N., KEÇER, M., ÜNAY, E., (1998). Neogene-Quaternary evolution of the eastern Marmara-Black Sea region, northwest Turkey. *Bulletin of Mineral Research and Exploration Institute* 120, 119-145.
- ERİNÇ, S., (1949). Sapanca Gölü'nün derinlik haritası ve morfometrisi, *Türk Coğrafya Dergisi*, 11-12.
- ERTÜRK, O., (1994). Geology, minerological and geochemical analysis of Sapanca Lake bottom sediments. PhD Thesis. IU FBE., Istanbul, 113 p.
- ESENİLİ, V., (1995). The Hydrogeochemical study of Sapanca Lake basin and the minerological and geochemical investigation of that lake sediments. PhD Thesis. ITU FBE, Istanbul, 146 p.
- GÜRBÜZ, A., GÜRER, Ö. F., (2006). Kuzey Anadolu Fayı'nın Sapanca Gölü kesiminde morfolojik analizleri, ATAG 10 Bildiri Özleri Kitabı, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir, s.39.
- GÜRBÜZ, A., GÜRER, Ö. F., (baskıda). Anthropogenic affects on lake sedimentation process: A case study from Lake Sapanca, NW Turkey, *Environmental Geology*, DOI 10.1007/s00254-007-1165-0.
- GÜRER, Ö. F., KAYMAKÇI, N., ÇAKIR, Ş., ÖZBURAN, M., (2003). Neotectonics of the southeast Marmara region, NW Anatolia, Turkey. *Journal of Asian Earth Sciences*, 21,1041-51.
- GÜRER, Ö. F., SANGU, E., ÖZBURAN, M. (2006). Neotectonics of the SW Marmara Region, NW Anatolia, Turkey. *Geological Magazine*, 143, 1- 13.
- HERECE E., AKAY E., (2003). Atlas of North Anatolian Fault (NAF). General Directorate of Mineral Research and Exploration, Special Publication series-2, Ankara, 61 pp. + 13 appendices as separate maps.
- KESKİNSEZER, A., (1997). İzmit Körfezi ile Sapanca Gölü arasında kalan bölgenin sığ kabuk yapısı, Doktora Tezi, Kocaeli Üniv.
- İNANDIK, H., (1952- 1953). Adapazarı ovası ve çevresinin jeomorfolojik etüdü. İ.Ü. Coğ. Ens. Derg. No.3- 4, s.107- 135.
- LAHN, E., (1948). Türkiye Göllerinin jeolojisi ve jeomorfolojisi hakkında bir etüd. MTA Enst. Yay., Seri B, No. 12, Ankara.
- LETTIS, W., BACHHUBER, J., BARKA, A., WITTER, R., BRANKMAN, C., (2000). Surface Fault Rupture and Segmentation during the Kocaeli Earthquake. In: Barka A, Kozacı, Ö.,

- Akyüz, S., Altunel E. (Eds.), The 1999 Izmit and Düzce Earthquakes: Preliminary Results, Istanbul Tech. Univ., Istanbul, pp. 31- 54.
- OKAY A. I., TÜYSÜZ, O., (1999). Tethyan Sutures of northern Turkey. In: DURAND, L. JOLIVET, F. HOVARATH AND M. SÉRANNE (eds), The Mediterranean Basins: Tertiary Extension within the Alpine Orogen Geological Society of London, Special Publication 156: 475–515.
- OKAY, A. I., ŞENGÖR, A. M. C., GÖRÜR, N., (1994). Kinematic history of the opening of the Black Sea and its effect on the surrounding regions. *Geology* 22, 267- 270.
- OKTAŞ, S., KAHRAMANOĞLU, E., İTİGÜN, A. E., (1989). Su kalite kontrolleri, incelemeler ve örnek çalışmalar, Sapanca Gölü ve drenaj alanı, DSİ Yay., Ankara, s.228-230.
- PENCK, W., (1918). Die Tektonischen Grundzüge Westkleinasiens. Stuttgart.
- PFANNENSTIEL, M., (1944). Die Diluvialen Entwicklungstadien und die Urgeschichte von Dardanellen, Marmarameer und Bosphorus Diluvial-Geologie und Klima. *Geologische Rundschau*, 3-4 (7-8), 324-434.
- PINAR, N., FOUCHÉ, M., (1943). 20 Haziran 1943 Adapazarı depreminin jeolojik ve meteorolojik incelenmesi. *İ.Ü.F.F. Mec.* 8, No.1.
- RISCH, C., (1909). Der Sabandjasee und seine Umgebung. *Pet. Mitt.*, 55, Gotha, s.10-182.
- ŞENGÖR, A.M.C., (1980). Türkiye’de Neotektoniğin esasları, TJK Bülteni (ayrı baskı), 40 s.
- ŞENGÖR, A.M.C., YILMAZ, Y., (1981). Tethyan evolution of Turkey: A plate tectonic approach. *Tectonophysics* 75, 181–241.
- ŞENGÖR, AMC, GÖRÜR, N, ŞAROĞLU, F., (1985). Strike-slip deformation basin formation and sedimentation: Strike-slip faulting and related basin formation in zones of tectonic escape: Turkey as a case study. In: Biddle, K.T. and Christie-Blick, N. (Eds.), *Strike-slip faulting and basin formation*. Society of Economic Paleontologists and Mineralogist, Special Publication 37: 227-264.
- YILMAZ, Y., GENÇ, Ş.C., YİĞİTBAŞ, E., BOZCU, M., YILMAZ, K., (1995). Geological evolution of the Late Mesozoic continental margin of Northwestern Anatolia, *Tectonophysics*, 243, 155-172.
- YILMAZ, Y., GÜRPINAR, O., GENÇ, Ş.C., BOZCU, M., YILMAZ, K., ŞEKER, H., YİĞİTBAŞ, E. ve KESİN, M., (1990). Armutlu Yarımadası ve dolayının jeolojisi, TPAO Raporu No. 2796. s.210.
- YİĞİTBAŞ, E., ELMAŞ, A., SEFUNÇ, A., ÖZER, N., (2004). Major neotectonic features of eastern Marmara region, Turkey: development of the Adapazarı – Karasu corridor and its tectonic significance. *Geological Journal* 39: 179- 198.

SAPANCA GÖLÜNE ETKİSİ OLAN KOCAELİ VE SAKARYA İLLERİNE AİT METEOROLOJİK PARAMETRELERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Güven ÖZDEMİR, Erdoğan GÜVEN

İstanbul Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi

gozdemirg@istanbul.edu.tr

erdogan_guven85@hotmail.com,

Dünyada son yıllarda küresel ısınmanın etkisi ile global olarak meteorolojik ve hidrolojik parametrelerde gözle görülen ve yaşam şartlarını olumsuz etkileyen değişimler süreklilik kazanmaya başlamıştır. Bu konuda bölgemizde bulunan Sapanca Gölünün klimatolojisi ve hidrolojisi, kirlilikle ilgili etkin araştırma ve çalışmalar günümüze kadar ülke düzeyinde belli plan ve programlara dayandırılmamıştır. Bu araştırmalar bütünsellikten uzak, göl çevresinde yer alan üniversitelerin, ilgili resmi ve özel kuruluşların veya bireylerin kendi amaçlarına uygun olarak bağımsız proje ve kısır çalışmalar şeklinde kalmıştır. 1978 yılından beri, Sapanca Gölü doğal ve yapay göller arasında öncelik kazanarak 1. grup projeler arasında yer almasına rağmen bu yönde kurumlar arası eşgüdümlü çalışmalar ortaya konamamıştır. Birbirini tamamlayan projeler ve araştırmalar yapılamamıştır. Gölün klimatolojisi, hidrolojisi, biyolojisi, kimyası konusunda ise sınırlı sayıda ölçüm ve çalışmalar yapılmıştır.

Günümüze kadar gölün doğallığının korunması için, çevredeki kamu kuruluşlarının, yerel yönetimlerin çevre ve doğa örgütlerinin bir araya gelerek gölü gerçekten sahiplenme adına organize bir çalışmaları yoktur. Sapanca Gölünü besleyen tüm dereler kendi mecrasında zorlukla Sapanca Gölüne akmaktadır. Sapanca Gölü çevresinde nüfusun artması, sanayileşme ve şehirleşmenin yoğunluğu ile birlikte, plansız ve projersiz beton yapılaşmalar oluşturulmuştur. Dere yataklarına ve yakınına her türlü tesisin yapılması, yapılan bu tesislere yüzlerce derin kuyu açılması, Sapanca Gölünü besleyen yer altı sularının aşırı ve bilinçsiz kullanımı göle giren su miktarında çok ciddi kayıplara neden olmaktadır. Derelerden gelen sular ise çevrenin olumsuz etkisi ile kirlenerek göle akmaktadır. Ayrıca göl suyu birçok kurum ve kuruluş tarafından çekilmektedir.

Sapanca Gölü İzmit Gölüne paralel olarak uzanan ve İzmit Körfezinin devamı halinde Adapazarı Ovasına kadar ulaşan tektonik bir çukurda bulunmaktadır. Gölün yarısı Kocaeli, diğer yarısı da Sakarya illerinin sınırının içinde kalmaktadır. Doğu ucu Sakarya Nehrine 5 km, batı ucu İzmit Körfezine 20 km. uzaklıktadır. Gölün ortasında derinlik 52 metredir. Çarkderesi suyunun gölden çıktığı doğu ucu daha sığ olup, yer yer bataklıklar görülmektedir. Sapanca Gölü'nün doğu-batı doğrultusunda uzunluğu 16 km, kuzey-güney doğrultusunda en geniş yeri 5 km ve yüzölçümü 40 km² 'dir. Batı tarafı biraz uzamış olsa da, şekil olarak elipsi andırır. Sapanca Ovası, Sapanca ilçesinden başlayıp, Sapanca Gölü kıyısının güneyden takip eden dar bir şerit halinde Derbent'e kadar batı yönde uzanır. Ovanın eğimi, genellikle güneyden kuzeye doğru olup, güneyde Kayınlı Dağları yer almaktadır. Güneyde yaklaşık yükseklik 100 metre, kuzeyde ise 30 metre dolayındadır. Sapanca Gölü güney yamaçlarında kıyıya yakın alçak kesimde orman alanı büyük çapta tahrip görmüş, yerini maki benzeri topluluklara bırakmıştır. Yükselti artışına bağlı olarak tahribatin oranı azalmakta, Samanlı Dağlarında ancak 600 metrenin üzerinde toplu veya grup halinde iyi nitelikli ormanlar görülmektedir(DSİ, 1984)).

Göl yüzeyinden itibaren Kartepe'ye kadar olan alanda yükseltiye bağlı olarak kuşaklar halinde değişik orman toplulukları görülmektedir. 500 metreye kadar olan yükseltide rastlanan çok zengin

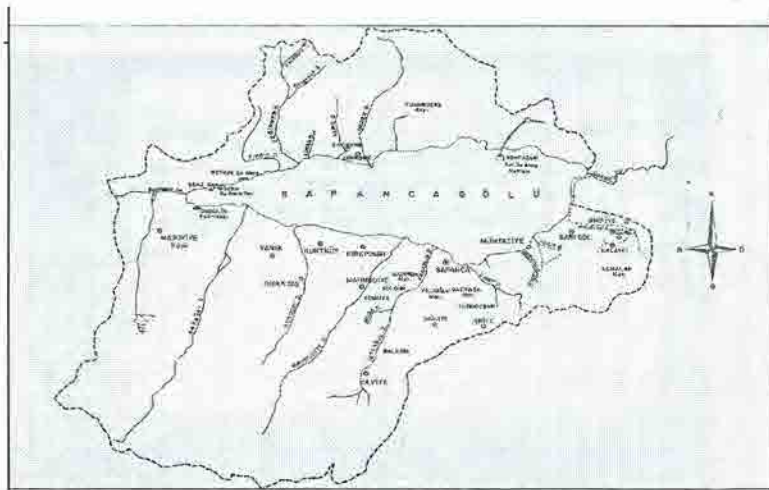
bitkisel örtü 1000 metreden sonra hızla azalmakta ve ancak sınırlı sayıda türlere rastlanmaktadır(DSİ, 1984).

Sapanca havzasındaki mevcut ormanların dağılımları Tablo 1'de özetlenmiştir.

Tablo1. Sapanca Havzasında Ormanların Dağılımı

Toplam havza alanı	26 203,50 ha
Toplam orman alanı	13 975,50 ha
Verimli orman alanı	5 740,50 ha
Bozuk orman alanı	3 040,00 ha
Cok bozuk orman alanı	5 168,00 ha
Mera alanı	230,00 ha

Bugünkü mevcut duruma göre Sapanca Gölü çevresinde orman özelliğini taşıyan pek az alan kalmıştır. Ormanların büyük kısmı gölün güneyinde uzanan Samanlı Dağlarının kuzey yamaçlarındadır. Gölün kuzey sahilinde Ankara-İstanbul karayolunun (E-5) kuzeyinde yer alanlar ise orman özelliğini büyük çapta yitirmiş, verimi düşük parçalı gruplar durumundadır. Sapanca Gölü drenaj alanı güneyde dağlar, kuzeyde alçak tepelerle sınırlanmış olup, yağış alanı göl alanı dahil 249 km² dir. Gölün çıkış akımları, 1970 yılında işletmeye açılan Çarksuyu (Kapaklı) regülatörü ile düzenlenmiştir. Regülatör eşik kotu 29,90 m dir. Mevcut koşullarda gölün bu kot ile "şikayetlerin başladığı maksimum su kotu olarak bilinen 31,50m arasında işletilmesi düşünülmektedir. Göl aynası alanı 29,50m kotunda 41,9 km² ve 31,50m kotunda 43,85 km² dir. Buna göre gölün 31,50m'deki hacmi 1120x10⁶m³'dur. Keçi, İstanbul, Kurtkoy, Mahmudiye, Yanık, Karaçay, Balıkhane, Çifteçinar, Tuzla, Kanlıtarla, Eşme, Kuru, Maden, Çatalolü, Altıkuruş, Harmanlar, Aygır, Cehennem, Arifiye Dereleri gölü besleyen derelerdir. Bunların çoğu kısa ve düşük akımlı olup kurak mevsimde suları bulunmamaktadır. Göle güneyden karışan dereler, dik yataklı ve ani taşkınlara neden olup, göle çok miktarda kaya ve kaba çakıllardan oluşan sediment taşımaktadırlar. Göl yatağının bu maddelerle dolmasını önlemek üzere bu derelerden bazıları üzerinde DSİ tarafından tersip bentleri inşa edilmiştir. Sapanca Gölü derelerin yanı sıra birçok kaynak akımıyla da beslenmektedir. Göl, Çarksuyu çıkışı ile Sakarya Nehrine boşalmaktadır(DSİ, 1984).



Şekil1. Sapanca Gölü Su Toplama Havzası.

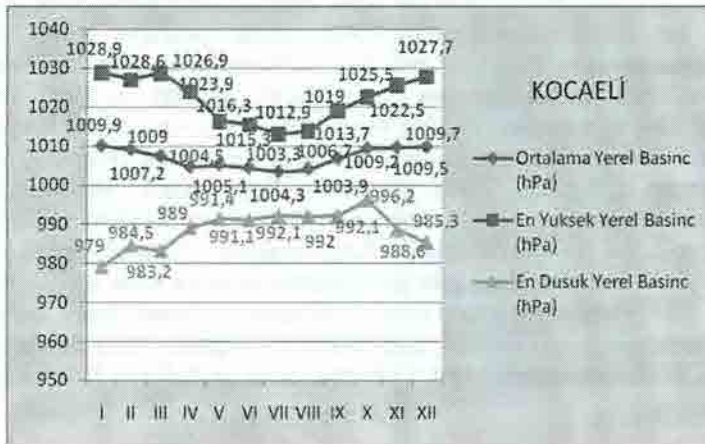
Sapanca Gölünün uzun yıllara ait düzenli iklimik gözlem ve ölçüm yapılan parametreleri mevcut değildir. Gölün batısında 76m. yükseklikte 40° 47' N enlem ile 29° 56' E boylamında bulunan Kocaeli Meteoroloji istasyonu ile Gölün doğusunda 31m. yükseklikte 40° 47' 00" N enleminde ve 30° 25' 00" E boylamında yer alan Sakarya Meteoroloji istasyonunun 32 yıllık aylık ortalama meteorolojik parametreleri değerlendirilerek grafikleri çizilmiş, Sapanca Gölü'nün meteorolojisi ile ilgili yaklaşık değerlendirme ve yorumlar yapıldı.

Hava Basıncı (hPa);

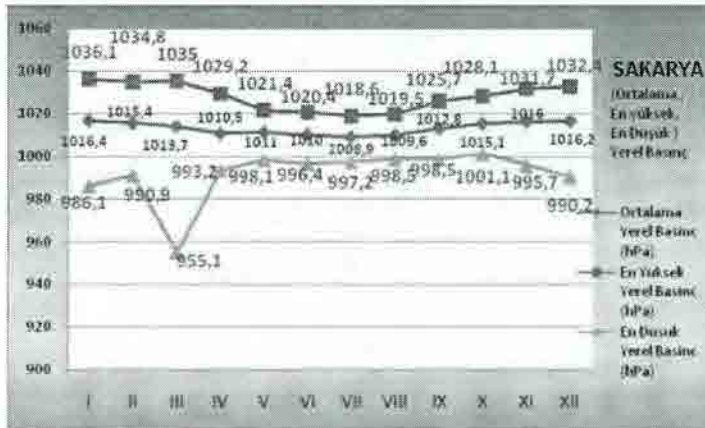
Kocaeli'nin en yüksek hava basıncı kış mevsiminde Ocak ayında 1028,9 hpa ve Sakarya'da aynı ayda 1036,1 hpa dır. Kocaeli'nin en yüksek yerel basıncı yaz mevsiminin Temmuz ayında 1012,9 hpa ile Sakarya da ise aynı ayda 1018,6 hpa olup bu değerler ile minimum yaptığı görülür (Şekil 2, Şekil 3).

Ortalama yerel basınçda ise Ocak ayında Koceli 1009,9 hpa ve Sakarya ilinde 1016,4 hpa ile maksimum, Temmuz ayında Kocaelinde 1003,3 hpa ve Sakarya da 1008,9 hpa ile minimum değerlere sahip olur.

Kocaeli'nin en düşük yerel basıncı kış mevsiminde ocak ayında 979,0 hpa, Sakarya da ise Mart ayında 955,1 hpa ile minimum değerlere sahiptir. Kocaeli'nde Ekim ayında 996,2 hpa ile maksimum, Sakarya da ise 955,1 hpa ile Mart ayında belirgin olarak minimum değerlere sahip olduğu saptanmıştır (Şekil 2-Şekil 3).



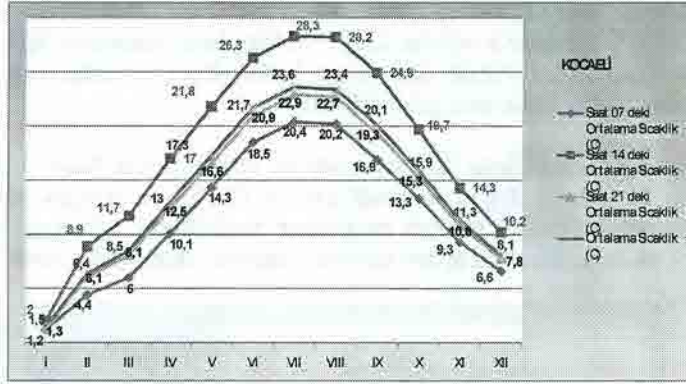
Şekil 2. KOCAELİ Ortalama hava basıncı (En yüksek-Ortalama-En düşük) (hpa)



Şekil 3. SAKARYA, (Ortalama, En Yüksek, En Düşük) Yerel Basıncı

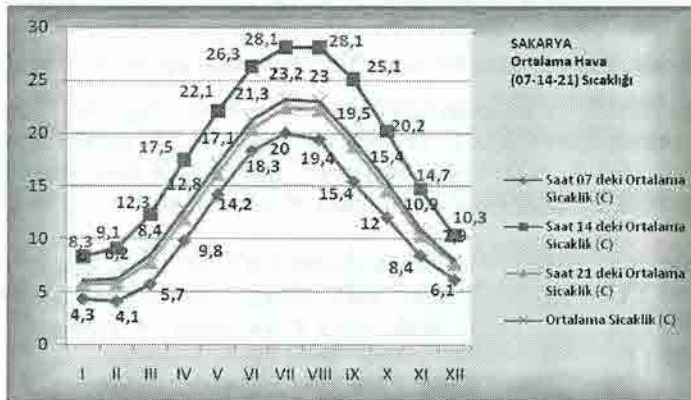
Hava Sıcaklığı ($^{\circ}\text{C}$);

Kocaeli’inde 32 yıllık ölçülen ortalama aylık sıcaklık değerlerinin kış mevsiminde Ocak ayında sabah saat 07:00’de $1,2^{\circ}\text{C}$, 14:00’da $2,0^{\circ}\text{C}$ 21:00’da $1,5^{\circ}\text{C}$ ve günlük ortalama sıcaklık $1,3^{\circ}\text{C}$ ile en düşük değerlere sahip olduğu saptanmıştır. İlk bahar aylarından ve temmuz ayına kadar sıcaklıklarda liner bir yükseliş belirgin olarak devam etmektedir. Her katagoride ortalama sıcaklıklar; Sabah 07:00 da $20,4^{\circ}\text{C}$, saat 14:00’da $28,3^{\circ}\text{C}$, saat 21:00’da ise $22,9^{\circ}\text{C}$ değerleri ile maksimuma ulaşır. Ağustos ayından itibaren tüm değerler ocak ayına kadar lineer olarak azalır (Şekil 4).



Şekil 4. KOCAELİ- (Saat : 07-14-21) Ortalama Sıcaklıklar ($^{\circ}\text{C}$)

Sakarya ilinde 32 yıllık ölçülen ortalama aylık sıcaklık değerlerinin kış mevsiminde Şubat ayında sabah saat 07:00’de $4,3^{\circ}\text{C}$, Ocak ayında saat 14:00’da $8,3^{\circ}\text{C}$, Ocak ayında 21:00’da $5,7^{\circ}\text{C}$ ve günlük ortalama sıcaklık $6,0^{\circ}\text{C}$ ile en düşük değerlere sahip olduğu saptanmıştır. İlk bahar aylarından ve Temmuz ayına kadar sıcaklıklarda lineer bir yükseliş belirgin olarak devam etmektedir. Her katagoride ortalama sıcaklıklar; Sabah 07:00 da $20,0^{\circ}\text{C}$, saat 14:00’da $28,1^{\circ}\text{C}$, saat 21:00’da ise $22,4^{\circ}\text{C}$ değerleri ile maksimuma ulaşır. Ağustos ayından itibaren tüm değerler ocak ayına kadar lineer olarak azalır (Şekil 5).



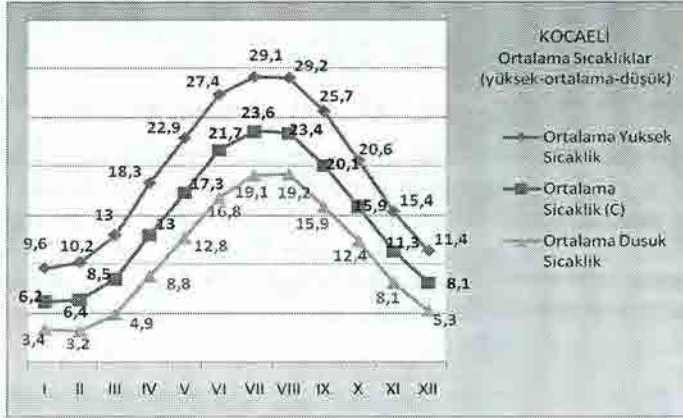
Şekil 5. SAKARYA - Ortalama Hava (07-14-21) Hava Sıcaklığı

Ortalama (Yüksek – Ortalama – Düşük) Sıcaklıklar:

Kocaeli’nde en yüksek sıcaklıkların ortalamasının en düşük değeri 9,6⁰C ile Ocak ayında ve en yüksek değeri temmuz ayında 29,1⁰C ve ağustos ayında 29,2⁰C olduğu hesaplanmıştır. Ağustos ayından itibaren en yüksek sıcaklıkların ortalaması lineer olarak ocak ayına kadar düşer ve daha sonar bu aydan itibaren Temmuz ayına kadar lineer olarak artış gösterir(Şekil 6).

Kocaeli’nde ortalama sıcaklıkların en düşük değeri 6,2⁰C ile Ocak ayında ve en yüksek değeri Temmuz ayında 23,6⁰C ve ağustos ayında 23,4⁰C olduğu hesaplanmıştır. Ağustos ayından itibaren sıcaklıkların ortalaması lineer olarak ocak ayına kadar düşer ve daha sonra bu aydan itibaren temmuz ayına kadar lineer olarak artış gösterir(Şekil 6).

Kocaeli’nde en düşük sıcaklıkların ortalamasının en düşük değeri Ocak ayında 3,4⁰C ve şubat ayında 3,2⁰C ile, en yüksek değeri temmuz ayında 19,1⁰C ve ağustos ayında 19,2⁰C olduğu hesaplanmıştır. Ağustos ayından itibaren en yüksek sıcaklıkların ortalaması lineer olarak şubat ayına kadar düşer ve daha sonra bu aydan itibaren Temmuz ayına kadar lineer olarak artış gösterir (Şekil 6).

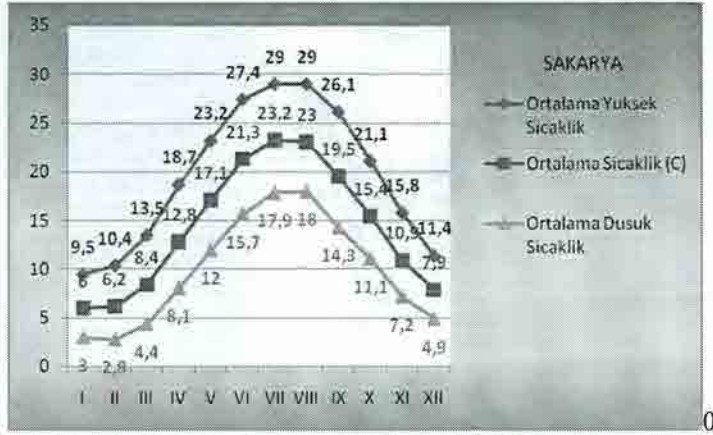


Şekil 6. KOCAELİ - Ortalama (Yüksek-Ortalama-Düşük) Sıcaklıklar (°C)

Sakarya ilinde en yüksek sıcaklıkların ortalamasının en düşük değeri 9,6⁰C ile Ocak ayında ve en yüksek değeri Temmuz ayında 29,1⁰C ve Ağustos ayında 29,2⁰C olduğu hesaplanmıştır. Ağustos ayından itibaren en yüksek sıcaklıkların ortalaması lineer olarak ocak ayına kadar düşer ve daha sonar bu aydan itibaren Temmuz ayına kadar lineer olarak artış gösterir (Şekil 7).

Sakarya’da ortalama sıcaklıkların en düşük değeri 6,0⁰C ile Ocak ayında ve en yüksek değeri Temmuz ayında 23,2⁰C ve ağustos ayında 23,0⁰C olduğu hesaplanmıştır. Ağustos ayından itibaren sıcaklıkların ortalaması lineer olarak ocak ayına kadar düşer ve daha sonra bu aydan itibaren temmuz ayına kadar lineer olarak artış gösterir (Şekil 7).

Sakarya’da en düşük sıcaklıkların ortalamasının en düşük değeri Ocak ayında 3,0⁰C ve Şubat ayında 2,8⁰C ile, en yüksek değeri Temmuz ayında 17,9⁰C ve ağustos ayında 18,0⁰C olduğu hesaplanmıştır. Ağustos ayından itibaren en yüksek sıcaklıkların ortalaması lineer olarak Şubat ayına kadar düşer ve daha sonra bu aydan itibaren temmuz ayına kadar lineer olarak artış gösterir (Şekil 7).



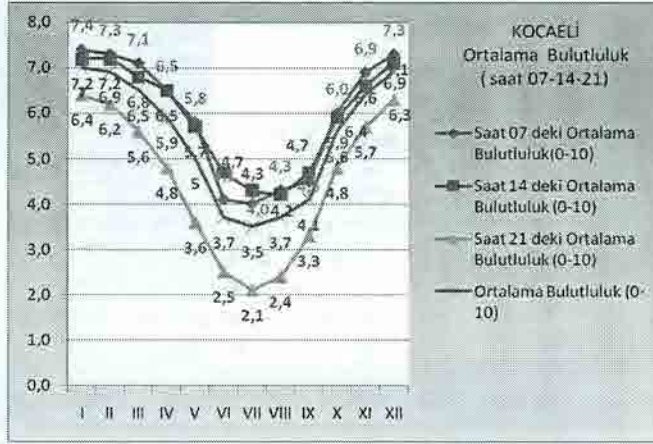
Şekil 7. SAKARYA- Ortalama (Yüksek-Alçak) Sıcaklık ($^{\circ}\text{C}$) Bulutluluk (=Gökyüzünün Kapalılığı):

Kocaeli’nde ortalama bulutluluk(0-10); Aralık ayında 6,3, Ocak ayında 7, Şubat ayında 6,9 ile en yüksek kapalılık kış mevsiminde görülür. İlkbaharda 6,5-5 kapalı, en düşük ortalama bulutluluk yaz mevsiminde Haziranda 3,7 Temmuzda 3,5 Ağustosda 3,7 dir. Sonbaharda havanın ortalama kapalılık değerleri Eylül ayında 4,1 ekimde 5,6 Kasımda 6,4 kapalıdır (Şekil 8).

Kocaeli’nde Saat 07:00 daki Ortalama Bulutluluk (0-10); Aralık ayında 7,3 Ocak ayında 7,4 Şubat ayında 7,3 ile en yüksek kapalılık kış mevsiminde görülür. İlkbaharda 7,1 – 5,8 kapalı, en düşük saat 07:00 daki ortalama bulutluluk yaz mevsiminde Haziranda 4,1 Temmuzda 4,0 Ağustosda 4,2 dir. Sonbaharda havanın ortalama kapalılık değerleri Eylül ayında 4,9 ekimde 6,0 Kasımda 6,9 kapalıdır (Şekil 8).

Kocaeli’nde Saat 14:00 daki Ortalama Bulutluluk (0-10); Aralık ayında 7,1 Ocak ayında 7,2 Şubat ayında 7,2 ile en yüksek kapalılık kış mevsiminde görülür. İlkbaharda 6,8 - 5,7 kapalı, en düşük saat 14:00 daki ortalama bulutluluk yaz mevsiminde Haziranda 4,7 Temmuzda 4,3 Ağustosda 4,2 dir. Sonbaharda havanın ortalama kapalılık değerleri Eylül ayında 4,7 ekimde 5,9 Kasımda 6,6 kapalıdır (Şekil 8).

Kocaeli’nde Saat 21:00 daki Ortalama Bulutluluk (0-10); Aralık ayında 6,3 Ocak ayında 6,4 Şubat ayında 6,2 ile en yüksek kapalılık kış mevsiminde görülür. İlkbaharda 5,6 – 3,6 kapalı, en düşük saat 21:00 daki ortalama bulutluluk yaz mevsiminde Haziranda 2,5 Temmuzda 2,1 Ağustosda 2,4 dir. Sonbaharda havanın ortalama kapalılık değerleri Eylül ayında 3,3 ekimde 4,8 Kasımda 5,7 kapalıdır (Şekil 8).



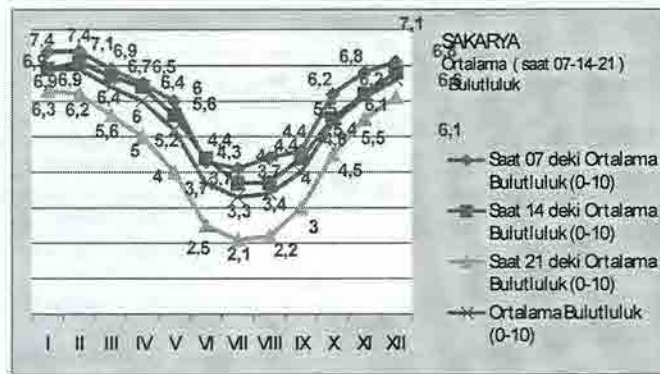
Şekil 8. KOCAELİ - Ortalama Bulutluluk (Saat 07-14-21)

Sakarya'da ortalama bulutluluk(0-10); Aralık ayında 6,1 Ocak ve Şubat ayında 6,9 ile en yüksek kapalılık kış mevsiminde görülür. İlkbaharda 6,4-5,2 kapalı, en düşük ortalama bulutluluk yaz mevsiminde Haziranda 3,7 Temmuzda 3,3 Ağustosda 3,4 dir. Sonbaharda havanın ortalama kapalılık değerleri Eylül ayında 4,0 ekimde 5,4 Kasımda 6,1 kapalıdır (Şekil 9).

Sakarya'da Saat 07:00 daki Ortalama Bulutluluk (0-10); Aralık ayında 7,1 Ocak ve Şubat ayında 7,4 ile en yüksek kapalılık kış mevsiminde görülür. İlkbaharda 6,9 – 6,0 kapalı, en düşük saat 07:00 daki ortalama bulutluluk yaz mevsiminde Haziranda 4,3 Temmuzda 4,1 Ağustosda 4,4 dir. Sonbaharda havanın ortalama kapalılık değerleri Eylül ayında 4,6 ekimde 6,2 Kasımda 6,8 kapalıdır (Şekil 9).

Sakarya'da Saat 14:00 daki Ortalama Bulutluluk (0-10); Aralık ayında 6,8 Ocak ayında 6,9 Şubat ayında 7,1 ile en yüksek kapalılık kış mevsiminde görülür. İlkbaharda 6,7 - 5,6 kapalı, en düşük saat 14:00 daki ortalama bulutluluk yaz mevsiminde Haziranda 4,4 Temmuzda ve Ağustosda 3,7 dir. Sonbaharda havanın ortalama kapalılık değerleri Eylül ayında 4,4 ekimde 5,5 Kasımda 6,2 kapalıdır (Şekil 9).

Sakarya'da Saat 21:00 daki Ortalama Bulutluluk (0-10); Aralık ayında 6,1 Ocak ayında 6,3 Şubat ayında 6,2 ile en yüksek kapalılık kış mevsiminde görülür. İlkbaharda 5,6 – 4,0 kapalı, en düşük saat 21:00 daki ortalama bulutluluk yaz mevsiminde Haziranda 2,5 Temmuzda 2,1 Ağustosda 2,2 dir. Sonbaharda havanın ortalama kapalılık değerleri Eylül ayında 3,0 ekimde 4,5 Kasımda 5,5 dir (Şekil 9).



Şekil 9. SAKARYA - Saat 07-14-21 deki Ortalama Bulutluluk
Bağıl Nem (%):

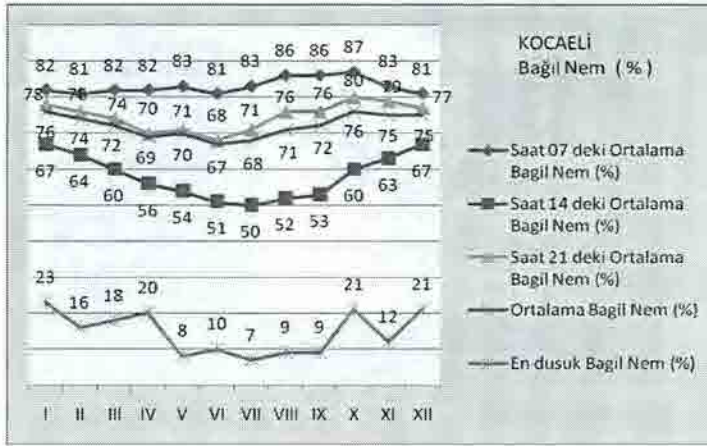
Kocaelinde Ortalama Bağıl Nem (%) ; Aralık ayında % 75 Ocak ayında % 76 ve Şubat ayında % 74 ile en yüksek değerlerde kış mevsiminde görülür. İlkbaharda % 72 - % 69, en düşük ortalama bağıl nem yaz mevsiminde Haziranda % 67 Temmuzda % 68 Ağustosda % 71 dir. Sonbaharda havanın ortalama bağıl nem değerleri Eylül ayında % 72 Ekim'de % 76 Kasım'da % 75 olduğu hesaplanmıştır (Şekil 10).

Kocaelinde En Düşük Bağıl Nem (%) ; Aralık ayında % 21 Ocak ayında % 23 ve Şubat ayında % 16 ile en yüksek değerlerde kış mevsiminde görülür. İlkbaharda % 8- % 20, en düşük ortalama bağıl nem yaz mevsiminde Haziranda % 10 Temmuzda % 7 Ağustosda % 9 dir. Sonbaharda havanın ortalama bağıl nem değerleri Eylül ayında % 9 ekimde % 21 Kasımda % 12 olduğu hesaplanmıştır (Şekil 10).

Kocaelinde Saat 07:00 daki Ortalama Bağıl Nem (%) ; Aralık ayında % 81 Ocak ayında % 82 ve Şubat ayında % 81 ile en yüksek değerlerde kış mevsiminde görülür. İlkbaharda % 82 - % 83, en düşük ortalama bağıl nem yaz mevsiminde Haziranda % 81 Temmuzda % 83 Ağustosda % 86 dir. Sonbaharda havanın ortalama bağıl nem değerleri Eylül ayında % 86 ekimde % 87 Kasımda % 83 olduğu hesaplanmıştır (Şekil 10).

Kocaelinde Saat 14:00 daki Ortalama Bağıl Nem (%) ; Aralık ayında % 67 Ocak ayında % 67 ve Şubat ayında % 64 ile en yüksek değerlerde kış mevsiminde görülür. İlkbaharda % 54 - % 60, en düşük ortalama bağıl nem yaz mevsiminde Haziranda % 51 Temmuzda % 50 Ağustosda % 52 dir. Sonbaharda havanın ortalama bağıl nem değerleri Eylül ayında % 53 ekimde % 60 Kasımda % 63 olduğu hesaplanmıştır (Şekil 10).

Kocaelinde Saat 21:00 daki Ortalama Bağıl Nem (%) ; Aralık ayında % 77 Ocak ayında % 78 ve Şubat ayında % 76 ile en yüksek değerlerde kış mevsiminde görülür. İlkbaharda % 74- % 69, en düşük ortalama bağıl nem yaz mevsiminde Haziranda % 70 Temmuzda % 67 Ağustosda % 68 dir. Sonbaharda havanın ortalama bağıl nem değerleri Eylül ayında % 72 ekimde % 76 Kasımda % 75 olduğu hesaplanmıştır (Şekil 10).



Şekil 10. KOCAELİ- Bağıl Nem (%)

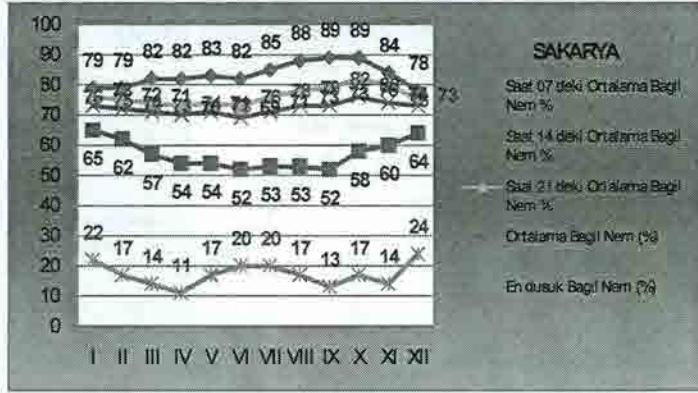
Sakarya da Ortalama Bağıl Nem (%) ; Aralık ayında % 73 Ocak ayında % 73 ve Şubat ayında % 72 ile en yüksek değerlerde kış mevsiminde görülür. İlkbaharda % 70- % 71, en düşük ortalama bağıl nem yaz mevsiminde Haziranda % 69 Temmuzda % 71 Ağustosda % 73 dir. Sonbaharda havanın ortalama bağıl nem değerleri Eylül ayında % 73 ekimde % 76 Kasımda % 74 olduğu hesaplanmıştır (Şekil 11).

Sakarya da En Düşük Bağıl Nem (%) ; Aralık ayında % 24 Ocak ayında % 22 ve Şubat ayında % 17 ile en yüksek değerlerde kış mevsiminde görülür. İlkbaharda % 11 - % 17, en düşük ortalama bağıl nem yaz mevsiminde Haziranda ve Temmuzda % 20 Ağustosda % 17 dir. Sonbaharda havanın ortalama bağıl nem değerleri Eylül ayında % 13 ekimde % 17 Kasımda % 14 olduğu hesaplanmıştır (Şekil 11).

Sakarya da Saat 07:00 daki Ortalama Bağıl Nem (%) ; Aralık ayında % 78 Ocak ve Şubat ayında % 79 ile en yüksek değerlerde kış mevsiminde görülür. İlkbaharda % 82 - % 83, en düşük ortalama bağıl nem yaz mevsiminde Haziranda % 82 Temmuzda % 85 Ağustosda % 88 dir. Sonbaharda havanın ortalama bağıl nem değerleri Eylül ve ekimde % 89 Kasımda % 84 olduğu hesaplanmıştır (Şekil 11).

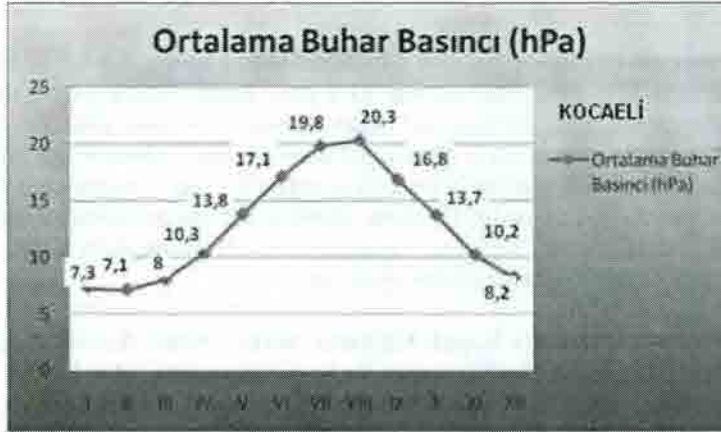
Sakarya da Saat 14:00 daki Ortalama Bağıl Nem (%) ; Aralık ayında % 64 Ocak ayında % 65 ve Şubat ayında % 62 ile en yüksek değerlerde kış mevsiminde görülür. İlkbaharda % 54 - % 57, en düşük ortalama bağıl nem yaz mevsiminde Haziranda % 52 Temmuzda ve Ağustosda % 53 dir. Sonbaharda havanın ortalama bağıl nem değerleri Eylül ayında % 52 ekimde % 58 Kasımda % 60 olduğu hesaplanmıştır (Şekil 11).

Sakarya da Saat 21:00 daki Ortalama Bağıl Nem (%) ; Aralık ayında % 75 Ocak ayında % 76 ve Şubat ayında % 75 ile en yüksek değerlerde kış mevsiminde görülür. İlkbaharda % 73- % 75, en düşük ortalama bağıl nem yaz mevsiminde Haziranda % 73 Temmuzda % 76 Ağustosda % 78 dir. Sonbaharda havanın ortalama bağıl nem değerleri Eylül ayında % 79 ekimde % 82 Kasımda % 80 olduğu hesaplanmıştır (Şekil 11).



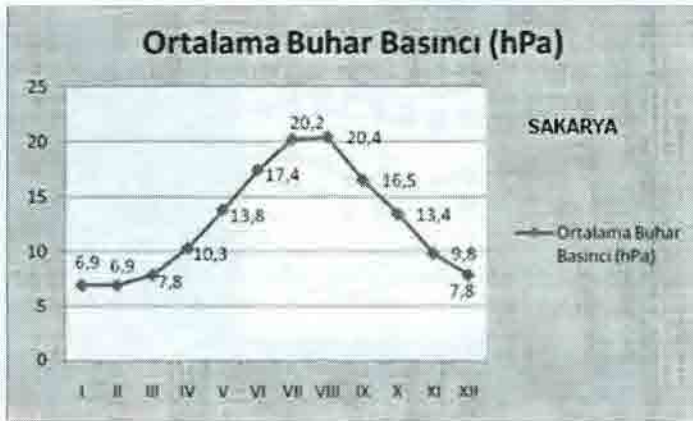
Şekil 11. SAKARYA - Saat (07-14-21) deki Ortalama Bağıl Nem (%)

Kocaeli'nde Ortalama Buhar Basıncı (hPa); Kış mevsiminde Aralık ayında 8,2 hPa, Ocak ayında 7,1 hPa, Şubat ayında 7,1 hPa ile en düşük değere ulaşır. İlkbahar mevsiminin ilk ayı olan Mart ayında 8 hPa yükselir. Bu yükseliş Nisan ayında 10,3 hPa, Mayıs ayında 13,8 hPa ve yaz mevsiminin başlangıcında Haziran ayında 17,1 hPa Temmuzda 19,8 ve Ağustosta 20,3 hPa ile en yüksek Ortalama Buhar Basıncı değerine ulaşır. Sonbahar mevsiminin gelişi ile Eylül ayında 16,8 hPa değerine düşerken bu düşüşün Ekim ayında 13,7 hPa ve Kasım ayında 10,2 hPa olduğu saptanmıştır (Şekil 12) .



Şekil 12. KOCAELİ - Ortalama Buhar Basıncı (hPa)

Sakarya'da Ortalama Buhar Basıncı (hPa); Kış mevsiminde Aralık ayında 7,8 hPa, Ocak ayında ve Şubat ayında 6,9 hPa ile en düşük değere ulaşır. İlkbahar mevsiminin ilk ayı olan Mart ayında 7,8 hPa yükselir. Bu yükseliş Nisan ayında 10,3 hPa, Mayıs ayında 13,8 hPa ve yaz mevsiminin başlangıcında Haziran ayında 17,4 hPa Temmuzda 20,2 ve Ağustosta 20,4 hPa ile en yüksek Ortalama Buhar Basıncı değerine ulaşır. Sonbahar mevsiminin gelişi ile Eylül ayında 16,5hPa değerine düşerken bu düşüşün Ekim ayında 13,4 hPa ve Kasım ayında 9,8 hPa olduğu saptanmıştır(Şekil 13) .

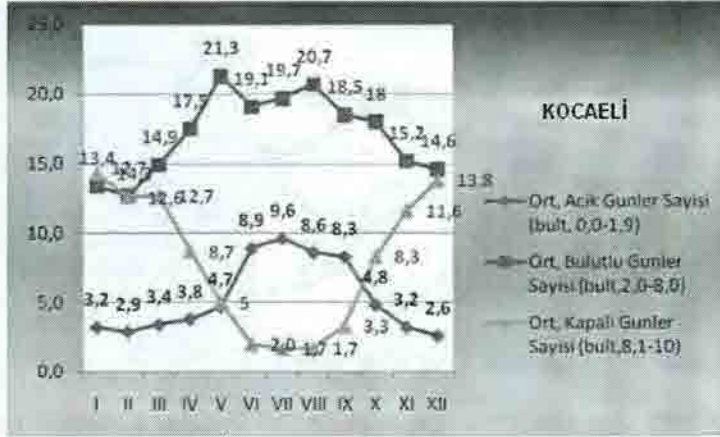


Şekil 13: SAKARYA - Ortalama Buhar Basıncı (hPa)

Kocaeli ve çevresinde Ortalama Açık günlerin Sayısı (bulut, 0,0-1,9); Kış mevsiminde en düşük Aralık ayında 2,6 gün, Ocak ayında 3,2 gün, Şubat ayında 2,9 gün açık günlerin sayısıdır. İlkbahar mevsiminin ilk ayı olan Mart ayında 3,4 güne yükselir. Bu yükseliş Nisan ayında 3,8 gün, Mayıs ayında 4,7 gün açık günlerin sayısıdır. Yaz mevsiminin başlangıcında Haziran ayında 8,9 gün Temmuzda 9,6 gün ile en yüksek Ortalama açık gün sayısına ulaşılır. Ağustosta ayında 8,6 gün ile tekrar ortalama açık gün sayısı azalmaya başlar. Sonbahar mevsiminin gelişi ile Eylül ayında 8,3 gün sayısına düşerken bu düşüşün Ekim ayında 4,8 gün ve Kasım ayında 3,2 gün olduğu saptanmıştır (Şekil 14).

Kocaeli ve çevresinde Ortalama Bulutlu günlerin Sayısı (bulut, 2,0-8,0); Kış mevsiminde en düşük Şubat ayında 12,7 gün, Ocak ayında 13,4 gün, Aralık ayında 14,6 gün bulutlu günlerin sayısıdır. İlkbahar mevsiminin ilk ayı olan Mart ayında 14,9 güne yükselir. Bu yükseliş Nisan ayında 17,5 gün, Mayıs ayında 21,3 gün ile Ortalama bulutlu günlerin en yüksek gün sayısına ulaşılır. Yaz mevsiminin başlangıcında Haziran ayında 19,1 gün Temmuzda 19,7 gün Ağustosta ayında 20,7 gün bulutlu gün sayısıdır. Ortalama Bulutlu Gün Sayısı Sonbahar mevsiminin gelişi ile azalmaya başlar. Eylül ayında 18,5 gün sayısına düşerken bu düşüşün Ekim ayında 18 gün ve Kasım ayında 15,2 gün olduğu saptanmıştır (Şekil 14).

Kocaeli ve çevresinde Ortalama Kapalı Günlerin Sayısı (bulut, 8,1-10); Kış mevsiminde, en yüksek kapalı günlerin sayısı Aralık ayında 13,8 Ocak ayında 14,3 Şubat ayında 12,7 gün, Ortalama Kapalı Gün sayısıdır. İlkbahar mevsiminin ilk ayı olan Mart ayında 12,6 güne düşer. Nisan ayında 8,7 gün, Mayıs ayında 5 gün Yaz mevsiminin başlangıcında Haziran ayında 2,0 gün Temmuzda ve Ağustosta ayında 1,7 gün ile Ortalama Kapalı günlerin en düşük gün sayısına ulaşılır. Sonbahar mevsiminin gelişi ile Ortalama Kapalı Gün sayısı Eylül ayında 3,3 gün sayısına yükselirken bu yükselişin Ekim ayında 8,3 gün ve Kasım ayında 11,6 gün olduğu saptanmıştır (Şekil 14).

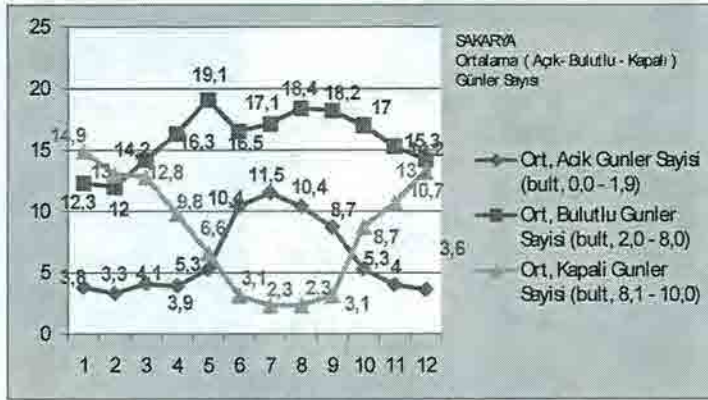


Şekil 14: KOCAELİ - Ortalama (açık, kapalı ve bulutlu) Gün sayısı

Sakarya ve çevresinde Ortalama Açık günlerin Sayısı (bulut, 0,0-1,9); Kış mevsiminde en düşük Şubat ayında 3,3 gün, Ocak ayında 3,8 gün, Aralık ayında 3,6 gün açık günlerin sayısıdır. İlkbahar mevsiminin ilk ayı olan Mart ayında 4,1 güne yükselir. Nisan ayında 3,9 gün, Mayıs ayında 5,3 gün açık günlerin sayısıdır. Yaz mevsiminin başlangıcında Haziran ayında 10,4 gün Temmuzda 11,5 gün ile en yüksek Ortalama açık gün sayısına ulaşılır. Ağustosta ayında 10,4 gün ile tekrar ortalama açık gün sayısı azalmaya başlar. Sonbahar mevsiminin gelişi ile Eylül ayında 8,7 gün sayısına düşerken bu düşüşün Ekim ayında 5,3 gün ve Kasım ayında 4,0 gün olduğu saptanmıştır (Şekil 15).

Sakarya ve çevresinde Ortalama Bulutlu günlerin Sayısı (bulut, 2,0-8,0); Kış mevsiminde en düşük Şubat ayında 12,0 gün, Ocak ayında 12 gün, Aralık ayında 15,3 gün bulutlu günlerin sayısıdır. İlkbahar mevsiminin ilk ayı olan Mart ayında 14,2 güne yükselir. Bu yükseliş Nisan ayında 16,3 gün, Mayıs ayında 19,1 gün ile Ortalama bulutlu günlerin en yüksek gün sayısına ulaşılır. Yaz mevsiminin başlangıcında Haziran ayında 16,5 gün Temmuzda 17,1 gün Ağustosta ayında 18,4 gün bulutlu gün sayısıdır. Ortalama Bulutlu Gün Sayısı Sonbahar mevsiminin gelişi ile azalmaya başlar. Eylül ayında 18,2 gün sayısına düşerken bu düşüşün Ekim ayında 17,0 gün ve Kasım ayında 14,2 gün olduğu saptanmıştır (Şekil 15).

Sakarya ve çevresinde Ortalama Kapalı Günlerin Sayısı (bulut, 8,1-10); Kış mevsiminde, en yüksek kapalı günlerin sayısı Ocak ayında 14,9 gün, Şubat ayında 13,0 gün, Aralık ayında 10,7 Ortalama Kapalı Gün sayısıdır. İlkbahar mevsiminin Mart ayında 12,8 güne düşer. Nisan ayında 9,8 gün, Mayıs ayında 6,6 gün Yaz mevsiminin başlangıcında Haziran ayında 3,1 gün Temmuzda ve Ağustosta ayında 2,3 gün ile Ortalama Kapalı günlerin en düşük gün sayısına ulaşılır. Sonbahar mevsiminin gelişi ile Ortalama Kapalı Gün sayısı Eylül ayında 3,1 gün sayısına yükselirken bu yükselişin Ekim ayında 8,7 gün ve Kasım ayında 10,7 gün olduğu görülür (Şekil 15).



Şekil 15: SAKARYA - Ortalama (Açık - Bulutlu - Kapalı) Günler Sayısı

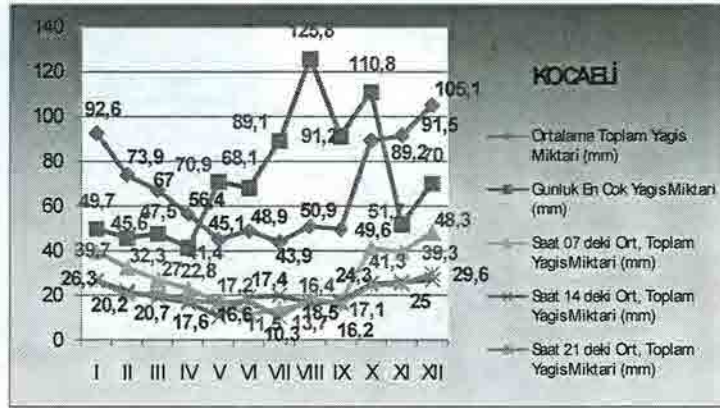
Kocaeli ve Çevresinde Ortalama Toplam Yağış Miktarı (mm) ; Kış Mevsiminde Ortalama Toplam yağış miktarı Aralık ayında 29,6 mm ile maksimum değere ulaşır. Ocak ayında 26,3 mm, Şubat ayında 20,2 mm. olarak hesaplanmıştır. İlkbahar mevsiminde Mart ayından mayıs ayına kadar 16,6 – 20,7 mm. değerleri arasındadır. Yaz mevsiminde haziran ayında 10,3 mm. ile minimum değere düşer. Temmuz ayında 18,5 mm. olur. Sonbaharda Eylül ayında 16,2 mm. Ekim ayında 24,3 mm. Kasım ayında 25mm olur (Şekil 16).

Kocaeli ve Çevresinde Günlük En Çok Yağış Miktarı (mm) ; Yaz mevsiminde Günlük En Çok Yağış Miktarı Ağustos ayında 125,8 mm, Haziranda 68,1 mm ve Temmuz ayında 89,1 mm. olmuştur. Sonbaharda eylül ayında 91,2 mm. ekim ayında 110,8 mm. Kasım ayında 51,7 mm. en çok yağış miktarlarıdır (Şekil 16).

Kocaeli ve Çevresinde Saat 07:00'daki Ortalama Toplam Yağış Miktarı (mm) ; Kış Mevsiminde saat 07:00 daki Ortalama Toplam yağış miktarı Ocak ayında 39,7 mm ile maksimum değere ulaşır. Aralık ayında 39,3 mm, Şubat ayında 32,3 mm. olarak hesaplanmıştır. İlkbahar mevsiminde Mart ayından mayıs ayına kadar 27,0 mm den 17,2 mm. değerlerine kadar düşer. Yaz mevsiminde haziran ayında 11,5 mm. ile minimum değere düşer. Temmuz ayında 13,7 mm. olur. Sonbaharda Eylül ayında 17,1 mm. Ekim ayında 41,3 mm. Kasım ayında 39,3mm olur (Şekil 16).

Kocaeli ve Çevresinde Saat 14:00'daki Ortalama Toplam Yağış Miktarı (mm) ; Kış Mevsiminde saat 14:00 daki Ortalama Toplam yağış miktarı Aralık ayında 29,6 mm ile maksimum değere ulaşır. Ocak ayında 26,3 mm, Şubat ayında 20,2 mm. olarak hesaplanmıştır. İlkbahar mevsiminde Mart ayından mayıs ayına kadar 20,7 mm den 17,2 mm. değerlerine kadar düşer. Yaz mevsiminde haziran ayında 11,5 mm. ile minimum değere düşer. Temmuz ayında 17,4 mm. olur. Sonbaharda Eylül ayında 18,5 mm. Ekim ayında 24,3 mm. Kasım ayında 25,0mm olur (Şekil 16).

Kocaeli ve Çevresinde Saat 21:00'deki Ortalama Toplam Yağış Miktarı (mm) ; Kış Mevsiminde saat 21:00 daki Ortalama Toplam yağış miktarı Saat 14,00 daki yağış miktarları ile örtüşmektedir. Sadece Temmuz ayında 10,3mm değere düşmektedir (Şekil 16).



Şekil 16: KOCAELİ - Ortalama (07-14-21) Yağış Miktarı (mm)

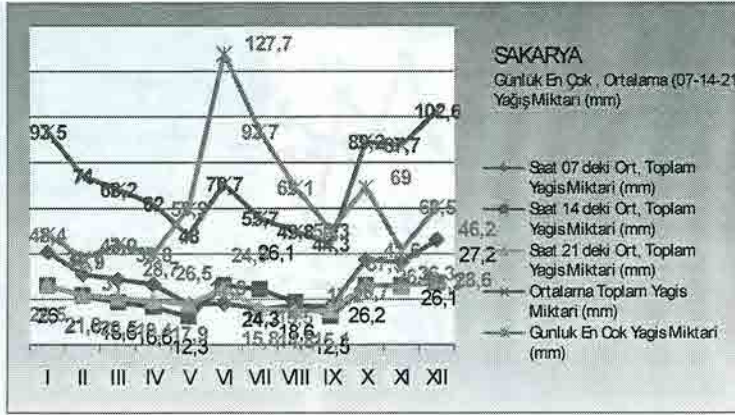
Sakarya ve Çevresinde Ortalama Toplam Yağış Miktarı (mm) ; Kış Mevsiminde Ortalama Toplam yağış miktarı Aralık ayında 102,6 mm ile maksimum değere ulaşır. Ocak ayında 93,5 mm, Şubat ayında 74,0 mm. olarak hesaplanmıştır. İlkbahar mevsiminde Mart ayından mayıs ayına kadar 68,2 – 48 mm. değerleri arasındadır. Yaz mevsiminde haziran ayında 70,7 mm. ile yaz mevsiminin maksimum değerine ulaşır. Temmuz ayında 55,7 mm. olur. Sonbaharda Eylül ayında 44,3 mm. Ekim ayında 89,2 mm. Kasım ayında 87,7mm olur (Şekil 17).

Sakarya ve Çevresinde Günlük En Çok Yağış Miktarı (mm) ; Yaz mevsiminde Günlük En Çok Yağış Miktarı haziran ayında 127,7 mm, Temmuz 93,7 mm ve Ağustos ayında 69,1 mm. olmuştur. Sonbaharda eylül ayında 50,3 mm. ekim ayında 69,0 mm. Kasım ayında 42,6 mm. en çok yağış miktarlarıdır (Şekil 17).

Sakarya ve Çevresinde Saat 07:00'daki Ortalama Toplam Yağış Miktarı (mm) ; Kış Mevsiminde saat 07:00 daki Ortalama Toplam yağış miktarı Aralık ayında 46,2 mm ile maksimum değere ulaşır. Ocak ayında 40,9 mm, Şubat ayında 31,0 mm. olarak hesaplanmıştır. İlkbahar mevsiminde Mart ayından mayıs ayına kadar 28,7 mm den 17,8mm. değerlerine kadar düşer. Yaz mevsiminde Haziran ayında 18,2 mm. Temmuz ayında 15,5 mm. olur. Sonbaharda Eylül ayında 16,7 mm. Ekim ayında 37,3 mm. Kasım ayında 36,3mm olur (Şekil 17).

Sakarya ve Çevresinde Saat 14:00'daki Ortalama Toplam Yağış Miktarı (mm) ; Kış Mevsiminde saat 14:00 daki Ortalama Toplam yağış miktarı Aralık ayında 27,2 mm ile maksimum değere ulaşır. Ocak ayında 26,0mm, Şubat ayında 21,6 mm. olarak hesaplanmıştır. İlkbahar mevsiminde Mart ayından mayıs ayına kadar 18,6 mm den 12,3 mm. değerlerine kadar düşer. Yaz mevsiminde haziran ayında 26,1 mm. Temmuz ayında 24,3 mm. Ağustos ayında 18,6 mm. olur. Sonbaharda Eylül ayında 12,5 mm. ile minimum değere düşer. Ekim ayında 26,2mm. Kasım ayında 26,1 mm dir (Şekil 17).

Sakarya ve Çevresinde Saat 21:00'deki Ortalama Toplam Yağış Miktarı (mm) ; Kış Mevsiminde saat 21:00 daki Ortalama Toplam yağış miktarı Saat 14,00 daki yağış miktarları ile örtüşmektedir. Sadece Ağustos ayında 14,8 mm değere düşmektedir (Şekil 17).

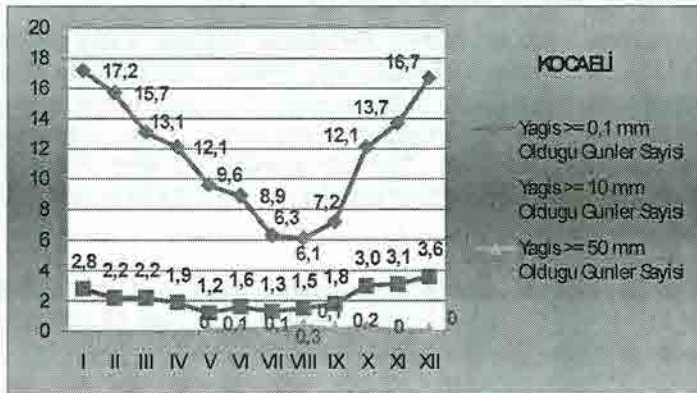


Şekil 17. SAKARYA - Yağış Miktarları (mm)

Kocaeli'nde Yağış $\geq 0,1$ mm Olduğu Günler Sayısı; Kış mevsiminde Aralık ayında 16,7 gün Ocak ayında 17,2 gün ile maksimuma ulaşır. Şubat ayında 15,7 gündür. İlkbahar da Mart ayından mayıs ayına kadar 13,1 – 9,6 gün arasındadır (Şekil 18). Yaz mevsiminde Haziran 8,9 gün Temmuz ayında 6,3 gün, Ağustos da ise 6,1 gün ile en düşük gün sayısı görülür. Sonbahar mevsiminde Eylül ayında 7,2 gün Ekim ayında 12,1 gün Kasım'da 13,7 gün Yağış $\geq 0,1$ mm Olduğu Günler Sayısıdır (Şekil 18).

Kocaeli'nde Yağış ≥ 10 mm Olduğu Günler Sayısı; Kış mevsiminde Aralık ayında 3,6 gün ile maksimum Ocak ayında 2,8 gün Şubat ayında 2,2 gündür. İlkbahar da Mart ayından mayıs ayına kadar 2,2 – 1,2 gün arasındadır (Şekil 18). Yaz mevsiminde Haziran 1,6 gün Temmuz ayında 1,3 gün, Ağustos da ise 1,5 gün ile en düşük gün sayıları görülür. Sonbahar mevsiminde Eylül ayında 1,8 gün Ekim ayında 3,0 gün Kasım'da 3,1 gün Yağış ≥ 10 mm Olduğu Günler Sayısıdır (Şekil 18).

Kocaeli'nde Yağış ≥ 50 mm Olduğu Günler Sayısı; Yaz mevsiminde Haziran, Temmuz ayında 0,1 gün Ağustos'da 0,3 günle maksimuma ulaşır. Eylül ayında 0,1 gün, Ekim ayında 0,2 gündür (Şekil 18).



Şekil 18. KOCAELİ - Yağışlı Gün Sayısı

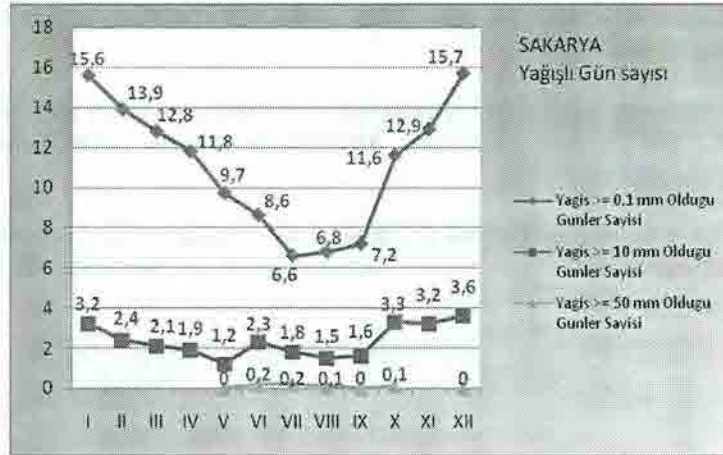
Sakarya da Yağış $\geq 0,1$ mm Olduğu Günler Sayısı; Kış mevsiminde maksimum gün sayısına Aralık ayında 15,7 gün ile Ocak ayında 15,6 gün ile ulaşır. Şubat ayında 13,9 gündür. İlkbahar da Mart ayından mayıs ayına kadar 12,8 – 9,7 gün arasındadır (Şekil 19).

Yaz mevsiminde Haziran 8,6 gün Temmuz ayında 6,6 gün, ile en düşük Ağustos da ise 6,8 gün gün sayısı görülür. Sonbahar mevsiminde Eylül ayında 7,2 gün Ekim ayında 11,6 gün Kasım'da 12,9 gün Yağış $\geq 0,1$ mm Olduğu Günler Sayısıdır (Şekil 19).

Sakarya da Yağış ≥ 10 mm Olduğu Günler Sayısı; Kış mevsiminde Aralık ayında 3,6 gün ile maksimum Ocak ayında 3,2 gün Şubat ayında 2,4 gündür. İlkbahar da Mart ayından mayıs ayına kadar 2,1 – 1,2 gün arasındadır (Şekil 19).

Yaz mevsiminde Haziran 2,3 gün Temmuz ayında 1,8 gün, Ağustos da ise 1,5 gün ile en düşük gün sayıları görülür. Sonbahar mevsiminde Eylül ayında 1,6 gün Ekim ayında 3,3 gün Kasım'da 3,2 gün Yağış ≥ 10 mm Olduğu Günler Sayısıdır (Şekil 19).

Sakarya da Yağış ≥ 50 mm Olduğu Günler Sayısı; Yaz mevsiminde Haziran, Temmuz ayında 0,2 günle maksimuma Ağustos'da 0,1 güne ulaşır. Ekim ayında 0,2 gündür (Şekil 19) .

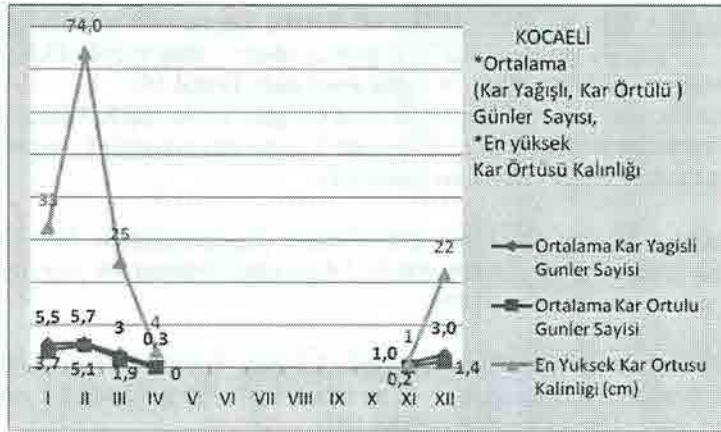


Şekil 19. SAKARYA - Yağışlı Gün Sayısı

Kocaeli'nde Ortalama Kar Yağışlı Günler Sayısı; Aralık ayında 3,0 gün Ocak ayında 5,5 gün Şubat ayında 5,7 gün ile maksimum yapar. Mart ayında 3 gün Nisan ayında 0,3 gündür. Kasım ayında 1,0 gündür (Şekil 20).

Kocaeli'nde Ortalama Kar Örtülü Günler Sayısı; Aralık ayında 1,4 gün Ocak ayında 3,7 gün Şubat ayında 5,1 gün ile maksimum yapar. Mart ayında 1,9 gün. Kasım ayında 1,0 gündür (Şekil 20).

Kocaeli'nde En Yüksek Kar Örtüsü Kalınlığı (cm); Aralık ayında 22 cm Ocak ayında 33 cm Şubat ayında 74 cm ile maksimum yapar. Mart ayında 25 cm Nisan ayında 4 cm dir. Kasım ayında 1,0 cmdir (Şekil 20).

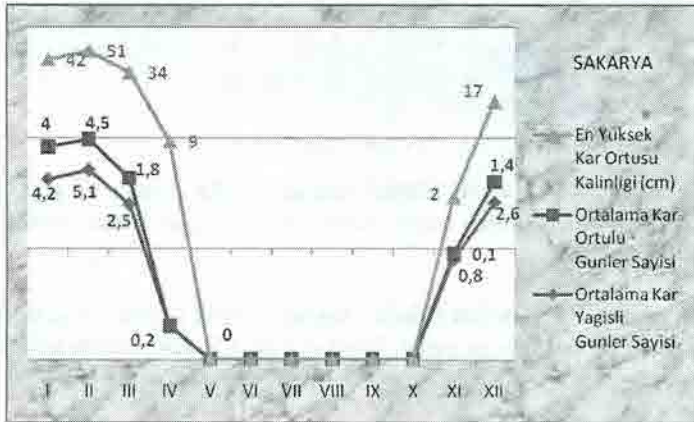


Şekil 20. KOCAELİ - Ortalama (Kar Yağışlı, Kar Örtülü) Günler Sayısı, En Yüksek Örtüsü Kalınlığı.

Sakarya'da Ortalama Kar Yağışlı Günler Sayısı; Aralık ayında 2,6 gün Ocak ayında 4,2 gün Şubat ayında 5,1gün ile maksimum yapar. Mart ayında 2,5 gün Nisan ayında 0,2 gündür. Kasım ayında 0,8 gündür (Şekil 21).

Sakarya'da Ortalama Kar Örtülü Günler Sayısı; Aralık ayında 1,4 gün Ocak ayında 4,0 gün Şubat ayında 4,5 gün ile maksimum yapar. Mart ayında 1,8 gün. Nisan ayında 0,2 gün Kasım ayında 1,0 gündür (Şekil 21).

Sakarya'da En Yüksek Kar Örtüsü Kalınlığı (cm); Aralık ayında 17cm Ocak ayında 42 cm Şubat ayında 51 cm ile maksimum yapar. Mart ayında 34 cm Nisan ayında 9,0 cm dir. Kasım ayında 2,0 cmdir (Şekil 21).



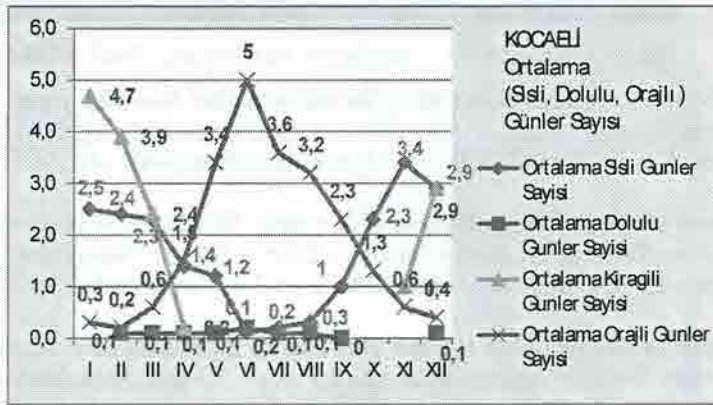
Şekil 21. SAKARYA - Ortalama Kar Yağışlı Günler Sayısı

Kocaeli'nde Ortalama Sisli Günler Sayısı; Yaz mevsiminde minimum değerler yapar. Haziran ayında 0,1 gün temmuz ayında 0,2 gün Ağustos ayında 0,3 gün dür. Sonbaharda Kasım ayında 3,4 günle maksimum değere ulaşır. Aralık ayından Şubat ayına kadar 2,9-2,4 gün arasında değişir (Şekil 22).

Kocaeli’nde Ortalama Dolulu Günler Sayısı; Mayıs ayında 0,2 g nle maksimum yapar. Eylül, Ekim, Kasım, aylarında 0,0 gündür. Diğ r aylar 0,1 gündür( ekil 22) .

Kocaeli’nde Ortalama Kır ğlı Günler Sayısı; Aralık ayında 2,9 gün, Ocak ayında 4,7 g nle maksimum yapar.  ubatda 3,9 gün Mart ayında 2,4 gün, nisan ayında 0,2 gündür. Kasım ayında 1 gündür ( ekil 22).

Kocaeli’nde Ortalama Orajlı Günler Sayısı; Aralık ayında 0,4 gün Ocak ayında 0,3 gün  ubat ayında 0,2 gündür. Mart, Nisan, Mayıs Aylarında 0,6-3,4 gündür. Haziran ayında 5,0 gün ile maksimum yapar. Temmuz 3,6 gün Ağustosda 3,2 gün orajlı günlerdir. Eylül, ekim, Kasım aylarında ise 2,3 – 06 gün arasında değişir ( ekil 22).



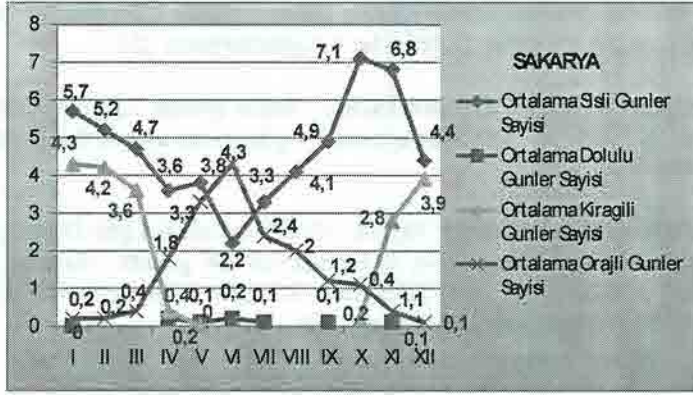
Şekil 22: KOCAELİ - Ortalama (Sisli, Dolulu, Orajlı) Günler Sayısı.

Sakarya’da Ortalama Sisli Günler Sayısı; Yaz mevsiminde minimum değerler yapar. Haziran ayında 2,2 gün temmuz ayında 3,3 gün Ağustos 4,1 gün dür. Sonbaharda Ekim ayında 7,1 g nle maksimum değere ulaşır. Aralık ayından  ubat ayına kadar 4,4-5,7 gün arasında değişir ( ekil 23).

Sakarya’da Ortalama Dolulu Günler Sayısı; Haziran ayında 0,2 g nle maksimum yapar. Kasım, ayında 0,1 gündür. Diğ r aylar 0,0 gündür ( ekil 23).

Sakarya’da Ortalama Kır ğlı Günler Sayısı; Aralık ayında 3,9 gün, Ocak ayında 4,3 g nle maksimum yapar.  ubatda 4,2 gün Mart ayında 3,6 gün, nisan ayında 0,4 gündür. Kasım ayında 2,8 gündür ( ekil 23).

Sakarya’da Ortalama Orajlı Günler Sayısı; Aralık ayında 0,1g n Ocak ayında 0,2g n  ubat ayında 0,2 gündür. Mart, Nisan, Mayıs Aylarında 0,4-3,3 gündür. Haziran ayında 4,3 gün ile maksimum yapar. Temmuz 3,3 gün Ağustosda 2,4 gün orajlı günlerdir. Eylül, ekim, Kasım aylarında ise 1,2 – 1,1 gün arasında değişir ( ekil 23).



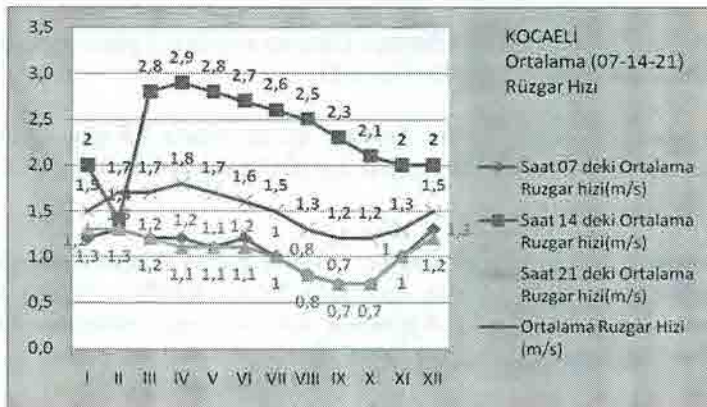
Şekil 23. SAKARYA - Ortalama (Sisli, Dolulu, Orajlı) Günler Sayısı.

Kocaeli’nde Ortalama Rüzgar Hızı (m/s); İlkbaharda Mart Nisan Mayıs da 1,7 -1,8 m/s, Yazın Haziran Temmuz Ağustos aylarında 1,6 m/s – 1,3 m/s, Sonbaharda Eylül Ekim Kasım aylarında 1,2m/s – 1,3 m/s , Kış mevsiminde 1,5m/s – 1,7 m/s arasındadır(Şekil 24) .

Kocaeli’nde Saat 07:00 Ortalama Rüzgar Hızı (m/s); İlkbaharda Mart Nisan Mayıs da 1,2 -1,1 m/s, Yazın Haziran Temmuz Ağustos aylarında 1,2 m/s – 0,8 m/s, Sonbaharda Eylül Ekim Kasım aylarında 0,8m/s – 1,0 m/s , Kış mevsiminde 1,3m/s – 1,2 m/s arasındadır (Şekil 24).

Kocaeli’nde Saat 14:00 Ortalama Rüzgar Hızı (m/s); İlkbaharda Mart Nisan Mayıs da 2,8 -2,9 m/s, Yazın Haziran Temmuz Ağustos aylarında 2,7 m/s – 2,5 m/s, Sonbaharda Eylül Ekim Kasım aylarında 2,3m/s – 2,0 m/s , Kış mevsiminde 2,0 m/s – 1,4 m/s arasındadır(Şekil 24).

Kocaeli’nde Saat 21:00 Ortalama Rüzgar Hızı (m/s); İlkbaharda Mart Nisan Mayıs da 1,2m/s - 1,1 m/s, Yazın Haziran Temmuz Ağustos aylarında 1,1 m/s – 0,8 m/s, Sonbaharda Eylül Ekim Kasım aylarında 0,7m/s – 1,2 m/s , Kış mevsiminde 2,0 m/s – 1,4 m/s arasındadır (Şekil 24).



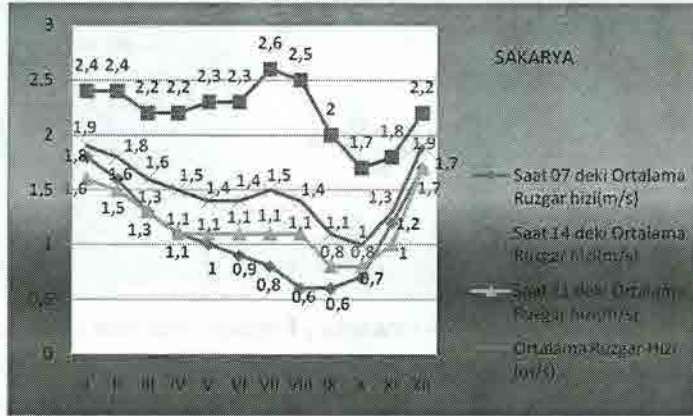
Şekil 24. KOCAELİ - Ortalama (07-14-21) Rüzgar Hızı

Sakarya’da Ortalama Rüzgar Hızı (m/s); İlkbaharda Mart Nisan Mayıs da 1,6m/s-1,4 m/s, Yazın Haziran Temmuz Ağustos aylarında 1,4 m/s – 1,5 m/s, Sonbaharda Eylül Ekim Kasım aylarında 1,0m/s – 1,3 m/s , Kış mevsiminde 1,9m/s – 1,8 m/s arasındadır (Şekil 25).

Sakarya'da Saat 07:00 Ortalama Rüzgar Hızı (m/s); İlkbaharda Mart Nisan Mayıs da 1,3 -1,0 m/s, Yazın Haziran Temmuz Ağustos aylarında 0,9 m/s – 0,6 m/s, Sonbaharda Eylül Ekim Kasım aylarında 0,6m/s – 1,2 m/s , Kış mevsiminde 1,8m/s – 1,6 m/s arasındadır (Şekil 25).

Sakarya'da Saat 14:00 Ortalama Rüzgar Hızı (m/s); İlkbaharda Mart Nisan Mayıs da 2,2 -2,3 m/s, Yazın Haziran Temmuz Ağustos aylarında 2,3 m/s – 2,6 m/s, Sonbaharda Eylül Ekim Kasım aylarında 2,0m/s – 1,7 m/s , Kış mevsiminde 2,2 m/s – 2,4 m/s arasındadır(Şekil 25).

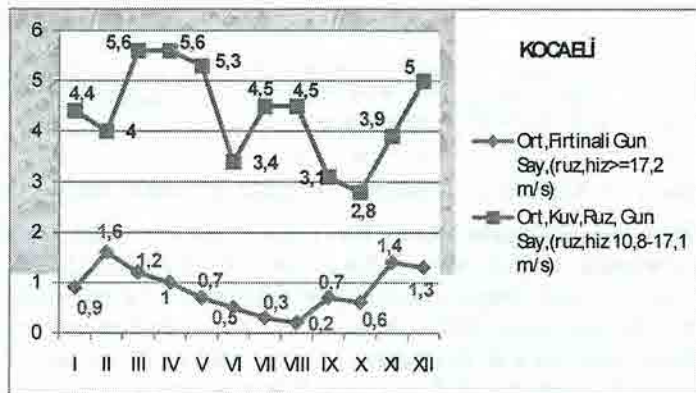
Sakarya' da Saat 21:00 Ortalama Rüzgar Hızı (m/s); İlkbaharda Mart Nisan Mayıs da 1,3m/s - 1,1m/s, Yazın Haziran Temmuz Ağustos aylarında 1,1 m/s Sonbaharda Eylül Ekim Kasım aylarında 0,8m/s – 0,8 m/s , Kış mevsiminde 1,7m/s – 1,5 m/s dir (Şekil 25).



Şekil 25. SAKARYA - Ortalama (07-14-21) Rüzgar Hızı (m/s)

Kocaeli'de Ortalama Fırtınalı Gün Sayısı (Rüzgar Hızı $\geq 17,2$ m/s); Kış mevsiminde aralık 1,3gün Ocak ayında 0,9 gün Şubat ayında 1,6 gün ile maksimum yapar. İlkbahar mevsiminde 1,2 gün– 0,7 gün dir. Yaz mevsiminde 0,5gün - 0,2 gün ile minimum yapar. Sonbaharda 0,6 gün-1,4 gün dir (Şekil 26).

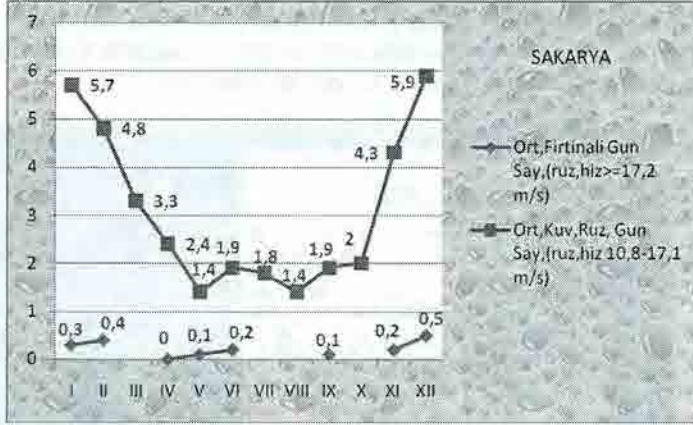
Kocaeli'de Ortalama Kuvvetli Rüzgarlı Gün Sayısı (Rüzgar Hızı 10,8 – 17,1 m/s); Kış mevsiminde aralık 5 gün Ocak ayında 4,4 gün Şubat ayında 4,0 gün dür. İlkbahar mevsiminde 5,6 gün– 5,3 gün dir. Yaz mevsiminde 3,4 gün – 4,5 gündür. Sonbaharda 2,8 gün-3,9 gün Ortalama Kuvvetli Rüzgar yapar(Şekil 26).



Şekil 26. KOCAELİ - Ortalama (Fırtınalı - Kuvvetli) Gün Sayısı

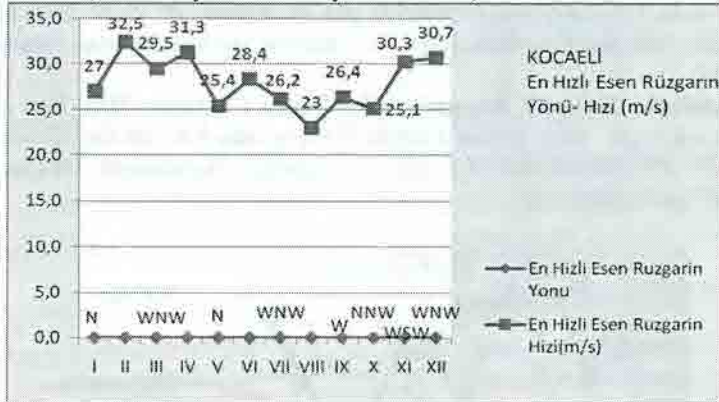
Sakarya'da Ortalama Fırtınalı Gün Sayısı (Rüzgar Hızı $\geq 17,2$ m/s); Kış mevsiminde aralık 5,9 gün Ocak ayında 5,7 gün Şubat ayında 4,8 gündür İlkbahar mevsiminde 3,3 gün- 1,4 gün dir. Yaz mevsiminde 1,9gün - 1,4 gün ile minimum yapar. Sonbaharda 1,9 gün-4,3 gün dir (Şekil 27).

Sakarya'da Ortalama Kuvvetli Rüzgarlı Gün Sayısı (Rüzgar Hızı 10,8 – 17,1 m/s); Kış mevsiminde aralık 0,5 gün Ocak ayında 0,3 gün Şubat ayında 0,4 gün dür. İlkbahar mevsiminde 0,0 gün- 0,1 gün dir. Yaz mevsiminde 0,0 gün - 0,2 gündür. Sonbaharda 0,0 gün-0,2 gün Ortalama Kuvvetli Rüzgar yapar (Şekil 27).



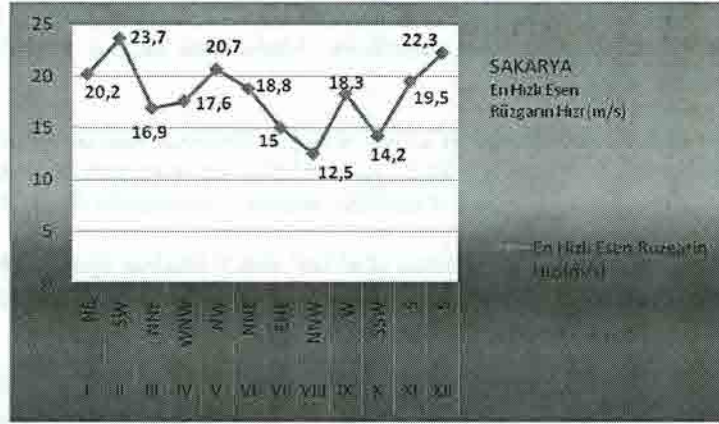
Şekil 27. SAKARYA - Ortalama (Fırtınalı - Kuvvetli) Gün Sayısı

Kocaeli'nde En Hızlı esen Rüzgarın Yönü - Hızı (m/s); Aralık ayında WNW yönünden 30,7 m/s hızla, Ocak ayında N yönünden 27m/s hızla, Şubat Mart Nisan ayında WNW yönünden 32,5 m/s – 29,5 m/s hızla, Mayıs ayında N yönünden 25,4 m/s, Haziran Temmuz Ağustos aylarında WNW yönünden 28,4m/s-23m/s hızla, Eylül ayında W yönünden 26,4 m/s hızla, Ekim ayında NNW yönünden 25,1 m/s hızla, Kasım ayında WSW yönünden 30,3 m/s ile en hızlı eser (Şekil 28) .



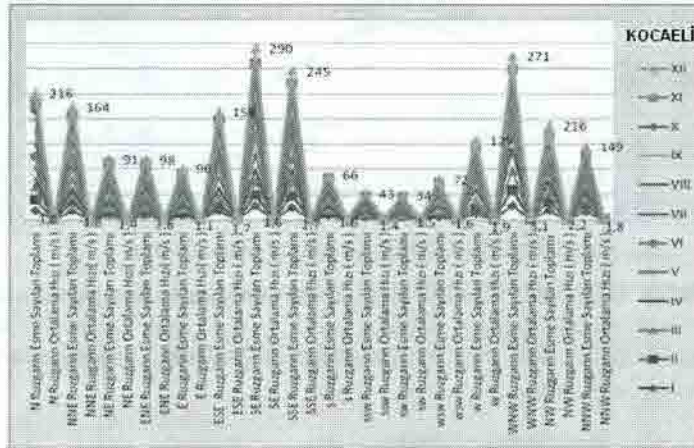
Şekil 28. KOCAELİ - Ortalama (Fırtınalı, Kuvvetli) Rüzgar Gün Sayısı (m/s)

Sakarya da En Hızlı esen Rüzgarın Yönü - Hızı (m/s); Aralık ayında S yönünden 22,3 m/s hızla, Ocak ayında NE yönünden 20,2m/s hızla, Şubat ayında SW yönünden 23,7 m/s hızla, Mart ayında NNE yönünden 16,9 m/s hızla Nisan ayında WNW yönünden 17,6 m/s hızla, Mayıs ayında NW yönünden 20,7 m/s, Haziran ayında NNE yönünden 18,8 m/s hızla Temmuz ayında ENE yönünden 15m/s hızla Ağustos ayında NNW yönünden 12,5 m/s hızla Eylül ayında W yönünden 18,3m/s hızla, Ekim ayında SSW yönünden 14,2 m/s hızla, Kasım ayında S yönünden 19,5 m/s ile en hızlı eser(Şekil 29).

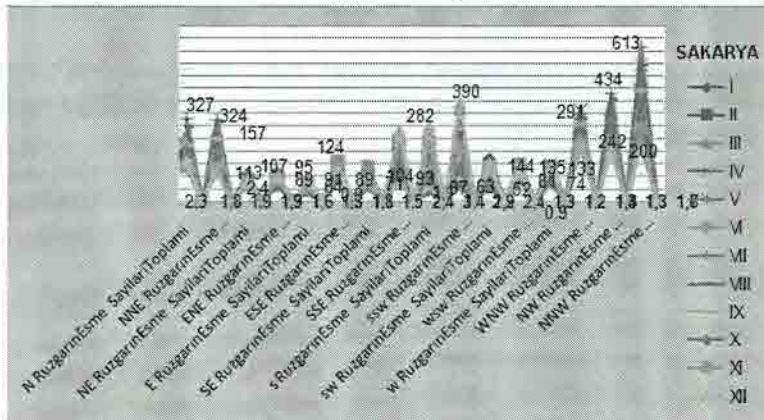


Şekil 29. SAKARYA - En Hızlı Esen Rüzgarın Hızı (m/s)

Kocaeli ve Sakarya illeri ve çevrelerinin Rüzgarın esme yön sayıları toplamı ve estiği yöndeki rüzgarının ortalama hızı (m/s) bütün yönler ile birlikte gösterilmiştir (Şekil 30, Şekil 31).



Şekil 30. KOCAELİ Yönlere göre Rüzgarın Esme Sayıları ve Ortalama Hızı

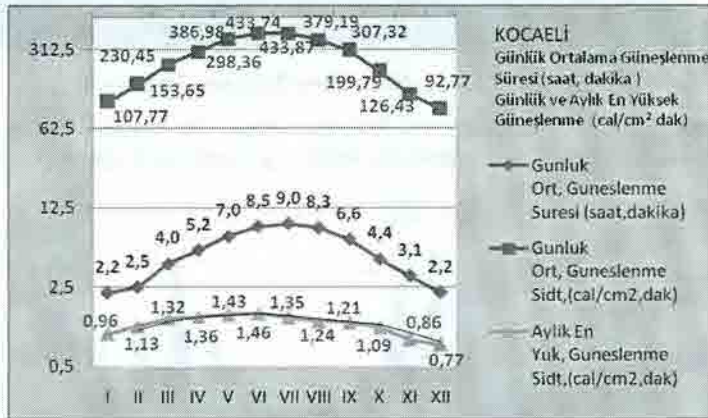


Şekil 31. SAKARYA - Rüzgarın Esme Sayıları Toplamı - Ortalama Hızı (m/s)

Kocaeli’nde Günlük Ortalama Güneşlenme (saat,dakika); Kış mevsiminde 2,2-2,5 Aralık ve Ocak ayında 2,2 saat ile minimum yapar. İlkbaharda 4,0 – 7,0 Yaz mevsiminde 8,3-9,0 Yükselerek Temmuz ayında 9,0 sat ile maksimum değerdedir. Sonbaharda ise, 6,6 – 3,1 değerler arasındadır (Şekil 32).

Kocaelinde Ortalama Güneşlenme (Cal/cm².dak.); Temmuz ayında 433,87 Cal/cm².dak. ile maksimum değerdedir. Aralık ayında 92,27 Cal/cm².dak. ile minimum değere sahip olur. Diğer aylarda 107,77 Cal/cm².dak. – 433,74 Cal/cm².dak. arasında değer alırlar (Şekil 32).

Kocaelinde Aylık En Yüksek Güneşlenme (Cal/cm².dak.); Haziran ayında 1,46 Cal/cm².dak. ile en yüksek, Aralık ayında 0,77 Cal/cm².dak. ile minimum değerdedir. Diğer aylarda 0,86 – 1,43 Cal/cm².dak. değer alırlar (Şekil 32).

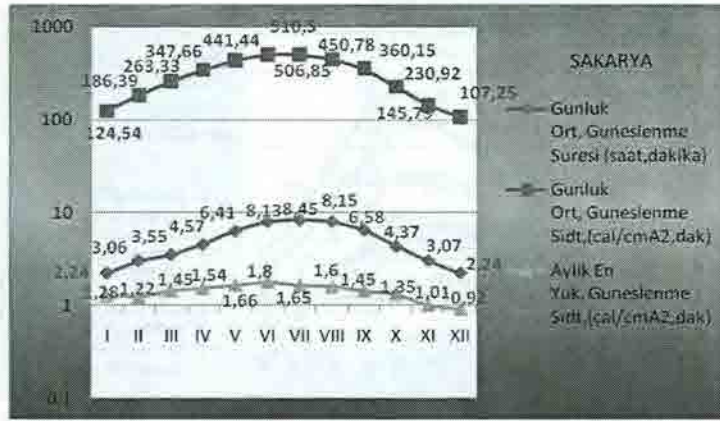


Şekil 32. KOCAELİ Günlük Ortalama Güneşlenme

Sakarya’da Günlük Ortalama Güneşlenme (saat,dakika); Kış mevsiminde Aralık ve Ocak ayında 2,24 saat ile minimum yapar. İlkbaharda 3,55 – 6,41 saat Yaz mevsiminde 8,13-8,45 saat Yükselerek Temmuz ayında 8,45 saat ile maksimum değerdedir. Sonbaharda ise, 6,58– 3,07 saat değerler arasındadır (Şekil 33) .

Sakarya’da Ortalam Güneşlenme (Cal/cm².dak.); Temmuz ayında 510,5 Cal/cm².dak. ile maksimum değerdedir. Aralık ayında 107,25 Cal/cm².dak. ile minimum değere sahip olur. Diğer aylarda 145,79 Cal/cm².dak. – 450,78 Cal/cm².dak. arasında değer alırlar (Şekil 33).

Sakarya’da Aylık En Yüksek Güneşlenme (Cal/cm².dak.); Haziran ayında 1,80 Cal/cm².dak. ile en yüksek, Aralık ayında 0,92 Cal/cm².dak. ile minimum değerdedir. Diğer aylarda 1,0 – 1,1,66 Cal/cm².dak. değer alırlar (Şekil 33).



Şekil 33. SAKARYA - Günlük Ortalama Güneşlenme- Aylık En Yüksek Güneşlenme

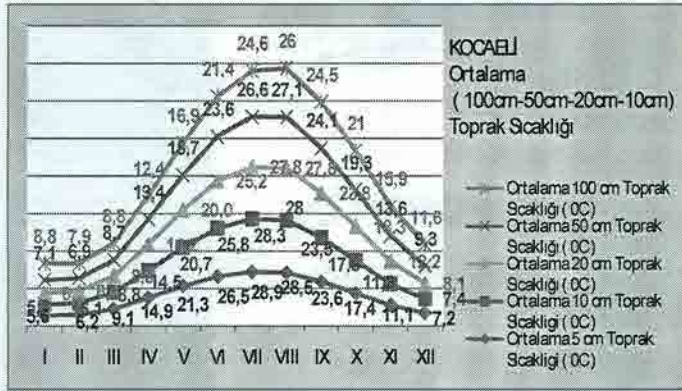
Kocaeli'nde Ortalama 100 cm. Toprak sıcaklığı ($^{\circ}\text{C}$) ; Şubat ayında $8,8^{\circ}\text{C}$ ile minimum yapar. Aralık ayında $11,6^{\circ}\text{C}$ Ocak ayında $8,8^{\circ}\text{C}$ değerlerine sahiptir. Haziran ayında $21,4^{\circ}\text{C}$ Temmuzda $24,6^{\circ}\text{C}$ Ağustosta 26°C ile maksimum Ortalama sıcaklık değerlerine ulaşır. Diğer aylarda $8,8^{\circ}\text{C}$ – $21,0^{\circ}\text{C}$ arasındadır (Şekil 34).

Kocaeli'nde Ortalama 50 cm. Toprak sıcaklığı ($^{\circ}\text{C}$) ; Şubat ayında $6,9^{\circ}\text{C}$ ile minimum yapar. Aralık ayında $9,3^{\circ}\text{C}$ Ocak ayında $7,1^{\circ}\text{C}$ değerlerine sahiptir. Haziran ayında $23,6^{\circ}\text{C}$ Temmuzda $26,6^{\circ}\text{C}$ Ağustosta $27,1^{\circ}\text{C}$ ile maksimum Ortalama sıcaklık değerlerine ulaşır. Diğer aylarda $8,7^{\circ}\text{C}$ – $19,3^{\circ}\text{C}$ arasındadır (Şekil 34).

Kocaeli'nde Ortalama 20 cm. Toprak sıcaklığı ($^{\circ}\text{C}$) ; Aralık ayında $8,1^{\circ}\text{C}$ Ocak ayında $6,2^{\circ}\text{C}$ ile minimum yapar. Şubat ayında $6,4^{\circ}\text{C}$ dir. Haziran ayında $25,2^{\circ}\text{C}$ Temmuz ve Ağustosta $27,8^{\circ}\text{C}$ ile maksimum Ortalama sıcaklık değerlerine ulaşır. Diğer aylarda $8,1^{\circ}\text{C}$ – $23,8^{\circ}\text{C}$ arasındadır (Şekil 34).

Kocaeli'nde Ortalama 10 cm. Toprak sıcaklığı ($^{\circ}\text{C}$) ; Aralık ayında $7,4^{\circ}\text{C}$ Ocak ayında $5,7^{\circ}\text{C}$ ile minimum yapar. Şubat ayında $6,1^{\circ}\text{C}$ dir. Haziran ayında $25,8^{\circ}\text{C}$ Temmuz $28,3^{\circ}\text{C}$ ve Ağustosta $28,0^{\circ}\text{C}$ ile maksimum Ortalama sıcaklık değerlerine ulaşır. Diğer aylarda $8,1^{\circ}\text{C}$ – $23,8^{\circ}\text{C}$ arasındadır (Şekil 34).

Kocaeli'nde Ortalama 5 cm. Toprak sıcaklığı ($^{\circ}\text{C}$) ; Aralık ayında $7,2^{\circ}\text{C}$ Ocak ayında $5,6^{\circ}\text{C}$ ile minimum yapar. Şubat ayında $6,2^{\circ}\text{C}$ dir. Haziran ayında $26,5^{\circ}\text{C}$ Temmuz $28,9^{\circ}\text{C}$ ve Ağustosta $28,0^{\circ}\text{C}$ ile maksimum Ortalama sıcaklık değerlerine ulaşır. Diğer aylarda $9,1^{\circ}\text{C}$ – $23,7^{\circ}\text{C}$ arasındadır (Şekil 34).



Şekil 34. KOCAELİ - Ortalama (100-50-20-10cm) deki Toprak Sıcaklığı

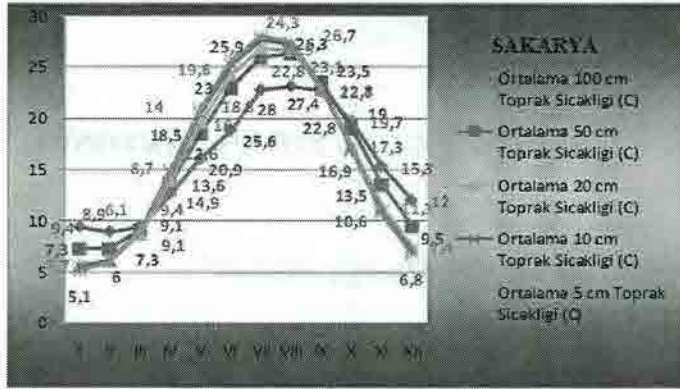
Sakarya'da Ortalama 100 cm. Toprak sıcaklığı (°C) ; Şubat ayında 8,8 °C ile minimum yapar. Aralık ayında 11,6 °C Ocak ayında 8,8 °C değerlerine sahiptir. Haziran ayında 21,4°C Temmuzda 24,6°C Ağustosta 26°C ile maksimum Ortalama sıcaklık değerlerine ulaşır. Diğer aylarda 8,8 °C – 21,0 °C arasındadır (Şekil 35).

Sakarya'da Ortalama 50 cm. Toprak sıcaklığı (°C) ; Ocak ve Şubat ayında 7,3 °C ile minimum yapar. Aralık ayında 9,5 °C değerlerine sahiptir. Haziran ayında 23,0°C Temmuzda 25,9°C Ağustosta 26,3°C ile maksimum Ortalama sıcaklık değerlerine ulaşır. Diğer aylarda 9,1 °C – 23,5 °C arasındadır (Şekil 35).

.Sakarya'da Ortalama 20 cm. Toprak sıcaklığı (°C) ; Aralık ayında 7,4 °C Ocak ayında 5,7 °C Şubat ayında 6,1 °C ile minimum yapar. Haziran ayında 24,3°C Temmuz ayında 26,9°C ve Ağustosta 27,3°C ile maksimum Ortalama sıcaklık değerlerine ulaşır. Diğer aylarda 8,7 °C – 22,8 °C arasındadır (Şekil 35).

.Sakarya'da Ortalama 10 cm. Toprak sıcaklığı (°C) ; Aralık ayında 7,1 °C Ocak ayında 5,5 °C ile minimum yapar. Şubat ayında 6,1°C dir. Haziran ayında 25,2°C Temmuz 27,7°C maksimum ile Ağustosta 27,3°C Ortalama sıcaklık değerlerine ulaşır. Diğer aylarda 6,2 °C – 23,0 °C arasındadır (Şekil 35).

Sakarya'da Ortalama 5 cm. Toprak sıcaklığı (°C) ; Aralık ayında 12,0 °C Ocak ayında 9,4 °C Şubat ayında 8,9°C ile minimum yapar. Haziran ayında 18,8°C Temmuz 22,8°C ve Ağustosta 23,1°C ile maksimum Ortalama sıcaklık değerlerine ulaşır. Diğer aylarda 9,4 °C – 19,7,7 °C arasındadır (Şekil 35).



Şekil 35. SAKARYA - Ortalama (100-50-20-10cm) deki Toprak Sıcaklığı

Sapanca Gölü'nün batısında 76 m. yükseklikte $40^{\circ} 47' 00''$ N enleminde ve $30^{\circ} 25' 00''$ E boylamında yer alan Kocaeli Meteoroloji istasyonu ile Gölün doğusunda 31m. yükseklikte $40^{\circ} 47' 00''$ N enleminde ve $30^{\circ} 25' 00''$ E boylamında yer alan Sakarya Meteoroloji istasyonunun 32 yıllık aylık ortalama meteorolojik parametreleri değerlendirildi. Meteorolojik parametrelerin şekilleri çizildi. Kocaeli ve Sakarya'nın hesaplanan meteorolojik verilerinin yerel basınçları hariç tüm meteorolojik verilerin arasında kuvvetli benzerlikler olduğu objektif olarak görülmektedir.

Sapanca Gölü'nün ortalama Rüzgar yön ve hızı, maksimum ve minimum rüzgar hızları, rüzgarların çeşitli yönlerden esme sayıları, fırtınalı ve kuvvetli rüzgarlar, ortalama, en yüksek, en düşük hava sıcaklıkları, bağıl nem, yağış, kar yağışlı, kar örtülü günler, dolulu, kırağılı, orajlı, sisli günler, kar örtüsü yükseklikleri, toprak sıcaklıkları, ortalama buhar basınçları, açık, kapalı ve bulutlu günler, ortalama güneşlenme miktarları, güneşlenme Sürelerinin grafikleri çizildi. Bu parametreler arasında hemen hemen tamamında her mevsimde ve aylarda çok net paralelik ve benzerlikler görülmektedir. Dolayısı ile Kocaeli ve Sakarya'nın meteorolojik parametrelerinin aritmetik ortalamaları Sapanca Gölü meteorolojik parametrelerine büyük bir uygunluk göstermektedir.

KAYNAKLAR

- DSİ, (1984). T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü Sapanca Gölü Kirlilik Araştırması.
- Ç.O.B (2008). T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı, Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü Kocaeli ve Sakarya Meteoroloji İstasyonları Meteorolojik Verileri (32 yıllık).

SAPANCA GÖLÜ FİTOPLANKTONU

Mustafa TEMEL¹

İstanbul Üniversitesi. Su Ürünleri Fakültesi

temelm@istanbul.edu.tr

Sapanca Gölü su toplama alanı Sakarya ve Kocaeli İl sınırları içerisinde yer alır. İli ikiye ayıran sınır göl içinden geçer. Göl kıyıları 39 km. uzunluğunda olup, bunun 26 km'lik kısmı Sakarya, 13 km'lik kısmı ise Kocaeli il sınırları içinde kalmaktadır.

Havza kuzeyden, güneyden TEM otoyolları ile demiryolu tarafından çevrelenmiş olup, Avrupa'yı Asya'ya bağlayan önemli kavşaklardan biridir. Havza alanı 311 km² olup, bunun yaklaşık 40 km²'si göl, 150 km²'si orman alanıdır. Tarım ve yerleşim alanlarını içeren açık alanlar toplam alanın %40'ı civarındadır.

Sakarya İli'nin, Sapanca, Kırkpınar, Kurtköy, Kocaeli İli'nin Maşukiye, Hikmetiye, Suadiye, Eşme Belediyeleri'nin tamamı ile Sakarya İli'nin Arifiye ve Serdivan Belediyeleri'nin bir kısmı havza içinde kalmaktadır. Bunların toplam nüfusu 1990 sayımlarına göre 50.000'i aşmıştır. Nüfus artış hızları son 20yıl içerisinde %1.5'tan %3.5'a yükselmiş olup. Sapanca ilçesi bu artışı kontrol etmektedir. Bu artış trendine göre havza nüfusunun 2030 yıllarında 100.000'i aşması beklenmektedir. Bu artış göçlerden çok, havzanın yüksek estetik değerlerinin çekimi sonucu oluşan ikinci konut yerleşimlerinden kaynaklanmaktadır (ÇEVRE VE İNSAN, 1995).

Sapanca Gölü son yıllarda su temini, balıkçılık ve turizm açısından önemi hızla artan bir göldür (Şekil 1.).



Şekil 1 Sapanca gölü.

Günümüzde Adapazarı ili için içme suyu kaynağı olan ve gelecekte İstanbul metropolitan alanı içinde aynı amaçla kullanılması planlanan Sapanca gölü endüstri suyu temini ve su ürünleri üretimi açısından da önemli bir su kaynağıdır. Bu gölden Adapazarı kenti içme ve kullanma suyu için, halen yılda $13,403 \times 10^3$ m³ su çekilmektedir. Ayrıca SEKA kağıt ve selüloz, Petkim Petrokimya, TÜPRAŞ ve İKSAŞ gibi bazı büyük endüstrilerde yılda toplam $66,27 \times 10^6$ m³ 'lük suyu gölden çekmektedir (DSİ., 1989).

Bu gölün çevresinde çeşitli sanayi tesisleri yer almıştır. Özellikle Onduline, Segman ve Güneri Gıda Sanayi atıklarının göle karıştığı belirtilmektedir (D.S.İ., 1984). Bunların yanında çeşitli küçük sanayi tesisleri ve atölyeler ile benzin istasyonları da havza içinde ve göle yakın konumda bulunmaktadır. Sanayi atıklarının yanında önemli bir kirlenici olarak evsel atık kaynakları da yer almaktadır. Bunların başında göl kıyısı veya yakınında bulunan Kırkpınar, Sapanca, Arifiye, Uzunkum, Yüzevler, Mahmudiye, Kurtköy, Yanıkköy, Maşukiye, Eşme, Yeniesme, Dereköy ve Esentepe gibi çeşitli büyüklükteki yerleşim birimleri gelmektedir. Ayrıca özellikle yaz aylarında nüfus yoğunluğunu artıran dinlenme kampları, otel, gazino ve lokanta gibi turistik tesisler de bulunmaktadır. Sapanca gölü çevresinde tarımsal faaliyetler önemli boyutlara ulaştığından bunun sonucu oluşabilecek kirlenmeler de önem kazanmaktadır. Kullanılan tarım ve zirai mücadele ilaçları ile gübrenin bir kısmı yağmur ve sel suları ile göle ulaşmaktadır.

Göl çevresinde yerleşim ve tarım alanları, çeşitli büyüklükte fabrikaların bulunması sonucu buralardan kaynaklanan atık maddeler göl suyunun kimyasal yapısına etki ederek, göldeki canlı gruplarının kompozisyonunda bir değişime yol açması mümkündür. Ayrıca yapımına 1985 yılında başlanan Kınalı-Sakarya otoyolunun (Karayolları Genel Müdürlüğü 1983'e göre yaklaşık 16 km'lik bir bölümünün) gölün hemen yakınından geçmesi, gölü gelecekte kirlilik açısından etkileyecek en önemli faktör olarak görülmektedir. Bu nedenle Marmara bölgesinin en önemli iç su rezervlerinden biri olan ve kirlenici nitelikteki çevresel faktörlerin tehdidi altında bulunan Sapanca gölünün bütün yönleriyle devamlı inceleme altında tutulması gerekmektedir.

Sapanca gölü ile ilgili ilk morfometrik bilgilere DEVECİYAN (1926)'nın "Peche et Pecheries en Turgue" adlı eserinde rastlanılmıştır. Bu eserde Sapanca gölünün eski adının Sophon" olduğu, maksimum derinliğinin 250 m denizden yüksekliğinin 35 m. olduğu belirtilmiştir.

LAHN (1948) "Türkiye göllerinin jeolojisi ve jeomorfolojisi hakkında etüd" yayınında gölün en derin yerinin 50 m'den fazla olduğunu belirtmiştir (ONGAN, 1982).

ERİNÇ (1949) "Sapanca gölünün derinlik haritası ve morfometrisi" adlı yayında gölün en derin yerinin 61 m olduğunu belirtmiştir.

Sapanca gölü fitoplanktonu ile ilgili ilk bilgiler NUMANN (1958)'e aittir. NUMANN (1958) "Anadolu'nun Muhtelif Göllerinde Limnolojik ve Balıkçılık İlmi Bakımından Araştırmalar ve Bu Göllerde Yaşayan Sazanlar Hakkında Özel Bir Etüd" adlı monografisinde Sapanca gölünde yaptığı limnolojik bir çalışmanın neticelerini vermiştir. Gölden aldığı su örneklerinde fosfatların bulunmadığı veya pek eser miktarda mevcut olduğunu, tatbik edilen metodların kesin bir fikir vermediğini, gölün plankton organizması prodüksiyonunun düşük oluşu nedeni ile oligotrofik karakter taşıdığını belirtmiştir.

ÖZARSLAN (1974) Hidrobiyoloji Araştırma Enstitüsünün 1950-1960 döneminde yapmış olduğu araştırmada, Sapanca gölünün derinliğinin 52 m, kumsal bölgeler hariç dip kısmının gri renkli balçıkla kaplı ve göl suyunun değişik tonlarda yeşil olduğu saptanmıştır.

YÜCETAŞ (1975) ise Sapanca gölünde fitoplanktonun yıllık tezahür ve yayılışlarını incelemiştir. Sapanca gölünde yaptığı çalışmada pelajik diyatomelerin, tüm fitoplanktonun % 60'ını teşkil ettiğini ve bu gruptan Melosira, Cyclotella, Attheya ve Synedra'nın her mevsimde

bulunduğunu Araştırma Enstitüsünün Sapanca gölünde gerçekleştirdiği çalışmalarda 25 fitoplankton genusunun saptandığı ve bu genusların büyük bir bölümünün Bacillariophyceae grubuna dahil olduğu belirtilmektedir (ONGAN, 1982).

ONGAN (1982) "Güney Marmara Bölgesi İç Su Ürünlerini Geliştirme ve Su Kaynaklarının Envanteri" yayınının Sapanca gölü ile ilgili bölümünde, gölün fitoplankton kompozisyonu hakkında kısaca bilgi vermiş, göl suyunun o tarihlerdeki fiziksel ve kimyasal özelliklerini belirtmiştir. ARTÜZ (1983) Gölün hakim fitoplankton grubunun, gölün rengini saptayan ve fitoplanktonun % 97'sini oluşturan Bacillariophyceae'nin olduğunu belirtmiştir. ÜNSAL (1984) Sapanca gölü suyunun kimyasal özellikleri hakkında bilgi vermiştir.

YİĞİT ve diğ. (1984) "Sapanca Gölünün su kirliliği ve besin durumu üzerinde bir araştırma" konulu yayınında ise gölden Nisan-Ekim 1983 tarihleri arasında alınan su örneklerinde klorofil-a, pH, fosfat, yağ ve gres ile bazı ağır metal analizlerinin yapıldığı belirtilerek, gölün oligotrofik karakterde olduğunu ve koliform bakterilerin bulunmasından dolayı mikrobiyolojik bir kirlenmenin varlığını ortaya koymuştur. Sapanca gölünde ilk klorofil a verilerine YİĞİT ve diğ. (1984)'nın yaptığı bu çalışmada rastlanmıştır. Bu çalışmada Klorofil a miktarının ilkbahar mevsiminde (Nisan-Haziran) yüzey sularında $0.71-2.36 \text{ mg/m}^3$, Sonbahar mevsiminde (Ağustos-Aralık) $0.41-3.50 \text{ mg/m}^3$ arasında değiştiği, ortalama değerlerin ise ilkbaharda 1.16 mg/m^3 , Sonbaharda 2.40 mg/m^3 olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca Sapanca gölünde en yüksek klorofil oluşumuna Kasım ayında rastlandığı belirtilmiştir.

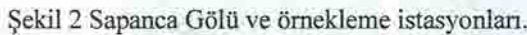
WORTHMANN ve diğ. (1985) "Sapanca Gölünün balıkçılık açısından durumu ve veriminin artırılması için öneriler" adlı yayınının fitoplankton ile ilgili kısmında fitoplankton biyokütlesinin % 6'sının Cyanophyceae, % 1.8'inin Chlorophyceae, % 4.4'ünün Dinophyceae, % 3.6'sının Chrysophyceae ve % 84.3'ünün Bacillariophyceae' den oluştuğu belirtilmiştir. Göl fitoplanktonu konusunda yaptıkları çalışmalarda Cyanophyceae'den Microcystis ve Anabaena; Chlorophyceae'den Oocystis; Bacillariophyceae'den Melosira, Synedra, Cyclotella, Surirella, Navicula ve Campylodiscus; Dinophyceae'den Ceratium ve Chrysophyceae'den Dinobryon genuslarının varlığını tespit etmişlerdir. Yine bu çalışmada araştırmacılar fitoplankton biyokütlesinin Kışın ve ilkbaharda maksimuma çıktığını, Yazın ve Sonbaharda çok aza indiğini saptamışlardır.

RAHE ve WORTHMANN (1986) "Marmara Bölgesi iç su ürünlerini geliştirme projesi" adlı yayında bölgedeki diğer göller arasında Sapanca gölünün de kısaca limnolojik özelliklerine değinmiş ve göl fitoplanktonunda 11 cinsin tesbit edildiği, fitoplankton biyokütlesinin % 84.3'ünü Bacillariophyceae'nin oluşturduğunu belirtmişlerdir.

AKMIRZA (1986) Göl yüzey suyundaki klorofil a değerini $0.68 - 2.73 \text{ mg/m}^3$ olarak vermektedir. 1996 yılında hazırlanmış Sapanca Gölü verimliliği hakkında bir çalışma başlıklı yüksek lisans tezinde klorofil-a metodu kullanılarak Sapanca Gölü verimlilik bakımından incelenmiştir. Ayrıca sıcaklık, oksijen ve seki disk ölçümleri yapılmıştır. Marmara bölgesinin önemli bir iç su havzası olan Sapanca gölünde kış mevsiminde Aralık ve Ocak, yaz mevsiminde Temmuz aylarında verimlilik çalışması yapılmış Klorofil a değeri Aralık ayında yüzeyde ortalama 2.27 mg/m^3 , Ocak ayında 7.13 mg/m^3 , Temmuz ayında 0.60 mg/m^3 bulunmuştur. Birincil verimlilik ise Aralık ayında 0,09, Ocak ayında 0,082, Temmuz ayında $0,07 \text{ g C/m}^2$ nün olarak hesaplanmıştır.

D.S.İ. (1989) yayınının Sapanca gölü ile ilgili bölümünde fitoplankton örneklerinin 76μ göz açıklığı olan bir ağla alındığı, fitoplankton biyokütlesinin ilkbaharda maksimum seviyeye ulaştığı, Cyanophyceae grubu türlerinin sayısal olarak yoğun olmasına rağmen üç türüne rastlandığı, Chlorophyceae'nin tür bakımından zengin çeşitlilik göstermesine karşın sayısal olarak az görüldüğü, Diyatomelerden yalnızca Synedra türüne rastlandığını ve bunun oldukça yoğun bulunduğu bilgilerine yer verilmiştir. D.S.İ. (1989)'a göre göldeki ortalama klorofil a değeri $2.03 \mu\text{g/l}$ 'dir.

Fitoplankton üzerinde ilk kantitatif çalışma, Kasım 1989-Ocak 1991 tarihleri arasında, TEMEL (1991) tarafından yapılmıştır. Bu çalışmada I. ve II. İstasyonlar kıyı istasyonları olup, III. Ve IV. İstasyonlar açıkta yer almıştır. IV. İstasyonda vertikal örnekleme yapılmış, yüzey, 2m., 4m., 6m., 8m., 10m., 15m., 20m, 30m ve 40m.'den örnekler alınmıştır (Şekil 2).

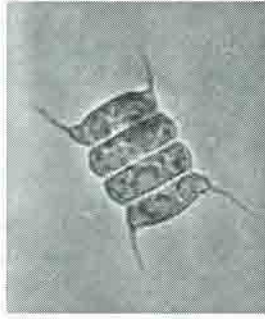


Sapanca gölü fitoplanktonunu Bacillariophyta, Chlorophyta, Chrysophyta, Cryptophyta, Cyanophyta, Euglenophyta ve Pyrrhophyta divizyolarına ait toplam 138 takson oluşturmuştur. Chlorophyta, Cyanobacteria ve Bacillariophyta grubuna ait bazı örnekler şekil 3-8'de verilmiştir. Sentrik diyatomeler içerisinde *Cyclotella ocellata*, Pennat diyatomeler içerisinde de *Nitzschia acicularis* ve *Synedra acus* dominant türleri oluşturmuştur. Bacillariophyta grubuna ait diğer türler az sayılarda ve çoğunlukla kıyı istasyonlarında kaydedilmişlerdir.

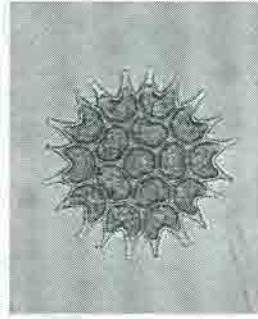
55

grubundan *Trachelomonas hispida*'ya bütün mevsimlerde, *Euglena acus*'a 1990 Kışından itibaren bütün mevsimlerde rastlanmıştır, *Phacus sp.* ise 1990 Yaz ve Sonbahar mevsiminde kaydedilmişlerdir. Pyrrophyta grubundan *Ceratium hirundinella* 1990 Kış mevsimi hariç bütün mevsimlerde, *Peridinium bipes* 1990 Sonbahar ve Kış mevsimlerinde nadiren görülen türleri oluşturmuşlardır.

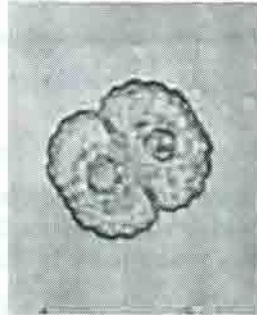
Meteorolojik koşullar dikkate alınırrsa Sonbahar aylarında gölün genellikle dalgalı oluşu bilhassa kıyı bölgelerindeki kopmuş bitki ve submers makrofitlerin parçacıklarının göl suyuna karışmasına neden olmaktadır. Dolayısıyla Sonbahar mevsiminde kıyı örneklerinde yapılan analizlerde Klorofil a miktarı yüksek bulunmuştur. Daha önce de belirtildiği gibi sadece IV. istasyon 20 m. örneğinde Cyanophyta grubundan iplikli koloni oluşturan *Oscillatoria tenuis*' in bol bulunması Klorofil a değerinin yüksek ölçümüne neden olmuştur.



Şekil 3. *Scenedesmus quadricauda*.



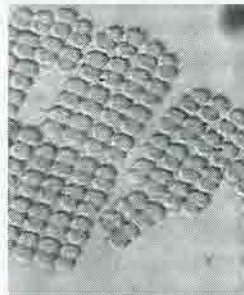
Şekil 4. *Pediastrum dublex*.



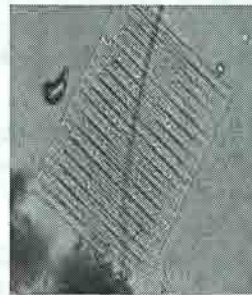
Şekil 5. *Cosmarium formosulum*.



Şekil 6. *Oscillatoria tenuis*.



Şekil 7 *Merismopedia glauca*.



Şekil 8 *Fragilaria crotonensis*.

TEMEL (1991) ' e göre klorofil a.b.c ve toplam karotenoid miktarları göl kıyısındaki I.istasyonda yüzey örneklerinde, açık bölgedeki IV. istasyonda yüzey ve 2m., 4m., 6m., 8m., 10m., 15m., ve 20 metre örneklerinde ölçülmüştür. Araştırma süresince klorofil a miktarları ortalaması I. istasyonda 2.770 µg/l., IV. istasyon yüzey örneğinde 2.035 µg/l., 2 m.'de 1.884 µg/l., 4 m.'de 2.176 µg/l., 6 m.'de 2.424 µg/l., 8 m.'de 2.125 µg/l., 10 m.'de 2.233 µg/l., 15 m.'de 2.062 µg/l., ve 20 m.'de 3.086 µg/l.; Klorofil b miktarları ortalaması I.istasyonda 0.701 µg/l., IV. istasyon yüzey örneğinde 0.637 µg/l., 2 m.'de 0.557 µg/l., 4 m.'de 0.651 µg/l., 6 m.'de 0.704 µg/l., 8 m.'de 0.446 µg/l., 10 m.'de 0.429 µg/l., 15 m.'de 0.374 µg/l. ve 20 m.'de 0.363 µg/l.; Klorofil c miktarları ortalaması I. istasyonda 1.955 µg/l., IV. istasyonda yüzey örneğinde 2.775 µg/l., 2 m.'de 2.252 µg/l. 4 m.'de 2.883 µg/l., 6 m.'de 2.977 µg/l., 8 m.'de 2.077 µg/l., 10 m.'de 1.827 µg/l., 15 m.'de 1.787 µg/l., ve 20 m.'de 1.861 µg/l.; Toplam karotenoid miktarları ortalaması I.istasyonda 2.861 µg/l., IV. istasyon yüzey örneğinde 1.443 µg/l., 2 m.'de 1.679 µg/l., 4 m.'de 1.941 µg/l., 6 m.'de 1.930 µg/l., 8 m.'de 1.825 µg/l., 10 m.'de 2.370 µg/l., 15 m.'de 2.461 µg/l. ve 20 m.'de 3.472 µg/l. olmuştur.

Toplam fitoplankter miktarında I.istasyonda Haziran -Temmuz 1990 tarihlerinde görülen artışla orantılı olarak Klorofil a değerleride yüksek bulunmuştur (4.0 - 4.3 mg/l.). Toplam fitoplankter sayısı Sonbahar mevsiminde azalmaya başlamış bu durum Kış mevsiminde devam etmiştir. Sonbahar aylarında özellikle kıyı istasyonlarında Klorofil a değerlerinin yüksek bulunuşunda, bu mevsimde gölün genellikle dalgalı oluşu ve su örneklerinin kopmuş bitkisel materyal içermesi etken olmuştur. Sonbahar mevsiminde Cyanophyta'dan *Oscillatoria tenuis* in özellikle IV. istasyon 20 metre örneğinde bol bulunması Klorofil a değerinin bu dönemde maksimum pik yapmasına neden olmuştur. Bu çalışmada dominant grubu Bacillariophyta'nın oluşturması ölçülen Klorofil a ve Klorofil c miktarlarının da yüksek bulunmasının nedeni konusunda bir fikir vermektedir. Aynı şekilde Klorofil b miktarında oldukça düşük değerler elde edilmesi dolaylı olarak Klorofil a ile birlikte bu pigmenti içeren Chlorophyta ve Euglenophyta divizyonu üyelerinin sayısal olarak az bulunmasından kaynaklanmıştır.

TÜFEKÇİ (1993) tarafından yapılan Sapanca Gölü'nün Limnolojik özelliklerinin saptanması konulu çalışmada Eylül 1991-1992 arasında Sapanca Gölünde su kolonunda: sıcaklık, iletkenlik, pH, çözülmüş oksijen, klorofil-a, nitrat+nitrit, orto-fosfat, toplam azot, silikat, toplam organik karbon, inorganik karbon ve toplam fosfat analizleri yapılmıştır.

TEMEL (1995-1999) Sapanca Gölü su kalitesi ile ilgili araştırma sonuçları:

SICAKLIK, Haziran-Temmuz aylarında yüzey suyunda sıcaklık 24°C civarında iken derinliklere doğru sıcaklık derece derece azalmakta ve 15 m derinlikte 11°C'a kadar düşmektedir. Dipte ise su sıcaklığı 7°C'dir. Ağustos-Eylül aylarında yüzeyden 6-8 m derinliğe kadar aynı sıcaklık görülürken, bu seviyeden sonra (8-15 m arası) belirgin bir düşüş meydana gelmiştir. Ayrıca Ekim-Kasım aylarında 10-20 m arasında da sıcaklık düşüşü görülmektedir. Kasım ayı sonu ile Aralık ve Ocak aylarında yüzeyden dibe doğru az çok homojen bir sıcaklık dağılımı meydana gelmiştir.

Ölçülen en düşük sıcaklık değeri 7°C, en yüksek 26.5°C'dir. Termoklin tabakası oluşumu 1990 Yaz mevsimi Temmuz-Ağustos aylarında ve Sonbahar mevsimi Eylül-Ekim aylarında 10-15 m derinlik arasında görülmüştür.

BERRAKLIK, Gölde maksimum berraklık değerleri 800 cm ile 18 Ekim 1990 tarihinde tespit edilmiştir. Minimum berraklık değerleri ise 14 Haziran 1990 tarihinde 270 cm olarak ölçülmüştür.

ELEKTRİKSEL İLETKENLİK (EC), EC değeri Haziran ayı başlarında yüzeyden itibaren 30 m derinliğe kadar yaklaşık 17 micromho/cm'lik bir artış (108-225 micromho/cm) göstermiştir. Dip

örneğinde ise önemli derecede artış görülmüştür (275 micromho/cm). Ağustos ayından itibaren yüzey ile dip suyunda EC değerleri 231-288 micromho/cm arasında değişmiştir. En düşük değer 208 micromho/cm, en yüksek değer 288 micromho/cm olarak ölçülmüştür.

ÇÖZÜNMÜŞ OKSİJEN, Haziran ayında vertikal olarak alınan örneklerde çözünmüş oksijen miktarı 6.38 -10.44 mg/L arasında değişirken, Temmuz ayında 4 m ve 10 m örneklerinde iki pik yaptığı görülmüştür (14.20 -13.33 mg/L). Ağustos ve Eylül aylarında 8 m - 15 m ve 20 m örnekleri pik yapmıştır. Ekim ayındaki 4 m ve 15 m örneklerinde önemli derecede artışlar görülmüştür (13.53 - 14.10 mg/L). Kasım ayında yüzeyden dibe doğru yaklaşık değerler elde edilmiş. Aralık - Ocak ayı örneklerinde ise derinlikler arasında çözünmüş oksijen miktarı az çok farklılıklar göstermiştir. Bu durumun yağışlardan kaynaklanmış olması mümkündür. En düşük çözünmüş oksijen miktarı 4.64 mg/L, en yüksek ise 14.10 mg/L olarak ölçülmüştür.

HİDROJEN İYON KONSANTRASYONU (pH), derinliklere göre pH değişimleri incelendiğinde Haziran - Temmuz ayı 15 m örneğinde pH değerleri 8.18 - 8.52 arasında değişirken 20 m derinlikten itibaren bir azalma meydana gelmiştir. Ağustos - Kasım 1990 tarihleri arasında pH değerlerinde 10 m derinlikten itibaren belirgin bir düşüş görülmüştür. En düşük pH değeri 7.07 ve en yüksek 8.71 olarak ölçülmüştür.

BIKARBONAT (HCO_3), Yüzey örneklerindeki bikarbonat miktarları Haziran - Ağustos 1990 tarihlerinde 1.031 - 1.263 g/L arasında değişmekte iken Eylül ayından itibaren 1 g/L'den daha düşük değerler ölçülmüştür. En düşük bikarbonat miktarı 0.860 ve en yüksek bikarbonat miktarı da 1.263 g/L'dir.

TOPLAM SERTLİK, Yapılan ölçümlerde yüzeyden dibe doğru 12-18°F arasında değerler elde edilmiştir. Haziran ayında alınan 4 m ve 20 m örneklerinde iki pik (17-18°F) elde edilmiştir. Kış aylarında ise 30 m derinlikten sonra biraz artış görülmüştür.

KALSİYUM (Ca^{++}), Yüzey suyundaki kalsiyum miktarı Haziran ayında 36.07 - 44.09 mg/L arasında değişirken, dip suyunda bu değer 48.10 mg/L'ye kadar yükselmiştir. Ağustos ayından sonraki aylarda dip suyunun yüzey suyundan biraz daha fazla kalsiyum içerdiği görülmüştür. Ölçülen en düşük kalsiyum miktarı 32.06 mg/L, en yüksek miktar ise 56.11 mg/L'dir.

KLORÜR (Cl^-), Göl suyunda ölçülen klorür miktarı çoğunlukla 10.64 mg/L'lik bir değer vermiştir. Yalnız Haziran-Temmuz aylarında 4-6 m derinlikten alınan örneklerde bu değer 15.60-16.31 mg/L'ye kadar çıkmıştır. Derinliklere doğru inildikçe bu değer azalarak yine 10 mg/L civarına düşmüştür. En düşük klorür miktarı 7.09 mg/L ve en yüksek klorür miktarı 16.31 mg/L'dir.

FOSFAT, Yapılan analizler sonucu elde edilen fosfat miktarları 0-0.037 mg/L arasında değişim göstermiştir. Yüzey suyu örneklerinde ise 0.001 - 0.12 mg/L arasında fosfat değerleri saptanmıştır.

NİTRAT, Haziran-Ağustos aylarında sadece yüzey örneklerinde ölçüm yapılabilmektedir. Yaz aylarında 0.003 - 0.213 mg/L arasında düşük değerler elde edilmiştir. Eylül ayında yüzeyden dibe doğru 20 m'ye kadar olan mesafede değerler 0.146 - 0.382 mg/L arasındadır. 20 m'den sonra bu değer artarak dipte 0.655 mg/L'ye ulaşmıştır. Daha sonraki aylarda yapılan ölçümlerde de derinliklere göre 0-0.546 mg/L arası değerler elde edilmiştir, yalnız 4.10.1990 tarihindeki dip örneğinde 0.891 gibi yüksek bir değer ölçülmüştür.

TEMEL (1996-1997) Sapanca Gölü alglerini algal çoğalma sırasında ve öncesinde inceleyerek, gruplar arasındaki allelopatik ilişkileri araştırmıştır. 1996-1997 kış mevsiminde toplam organizma sayısının % 23.85'ini 25 tür ile Bacillariophyta ve % 68.85'ini de 2 tür ile Cyanophyta oluşturmuştur. 1997 ilkbahar mevsiminde ise Bacillariophyta % 8.35 'lik ve Cyanophyta % 91.03 'lük bir değer vermiştir. 1996-1997 kış mevsiminde Bacillariophyta grubundan *Navicula gracilis* Ehr.(% 35.48), Cyanophyta grubundan ise *Oscillatoria pubescens* De Candolle (% 98.32) türleri, 1997 ilkbahar mevsiminde ise Bacillariophyta

mensupları oluşturmıştır. Diğer divizyo mensupları tür sayısı bakımından çok düşük oranlarda tespit edilmişlerdir.

Bacillariophyta grubu üyeleri tür sayısı yönünden olduğu gibi birey sayısı yönünden de yüzey suyunda çoğunlukla dominant olmuşlardır. Chlorophyta'ya nazaran daha düşük tür sayısı ile tespit edilen Cyanophyta divizyonu mensupları araştırma süresi içinde, genellikle fazla çoğalmalar yapmamışlardır. Chlorophyta divizyonu üyeleri ise tür sayısı bakımından olduğu gibi, birey sayısı yönünden de Bacillariophyta'dan sonra 2. sırada yer almıştır. Diğer alg grupları fitoplanktonda daima düşük sayılarda ve ara sıra görülmüştür (Centrales %9, Pennales %46, Chlorococcales %19, Zygnemales %2, Volvocales %2, Chrysomonadales %2, Cryptomonadales %2, Chroococcales %4, Oscillatoriales %6, Euglenales %6, Peridinales %4). Araştırma süresi içinde Bacillariophyta divizyonu, 5 sentrik ve 25 pennat diyotomelerden oluşmuştur. Sentrik diyotomelerden *Cyclotella ocellata* bütün çalışma boyunca, diğer türlere göre daha sık bulunmuştur. *Aulocoseira italica* var. *tenuissima* birçok örneklemede 2. derecede dominant olmuştur. Ağustos 2000 ve Kasım 2000 tarihlerindeki örneklemler dışında sürekli görülmüştür.

Araştırma süresi içinde Chlorophyta divizyonu 3 ordoya mensup, 12 tür ile temsil edilmiştir. Bunlardan Chlorococcales ordosu tür sayısı ve yoğunluk bakımından 1. sırada önemli olmuştur. Chlorococcales ordosundan *Monaraphidium falcatus* her istasyonda sık ve bol bulunmuştur. Nisan 2000'e kadar düşük yoğunluklarda kaydedilen *Monaraphidium falcatus* küçük çoğalmalar yapmaya başlayarak Ağustos 2000'de örnekleme noktalarında cm^3 'te 12-75 birey yoğunluğunda bulunmuştur. En bol 100 m. açıkta, sonra da kıyı örnekleme noktalarında bulunmuştur. Diğer örnekleme tarihlerinde, örnekleme noktalarındaki dağılışı belirli bir eğilim göstermemiştir. Ekim 2000'de en fazla çoğalmasını yaparak, yoğunluğu 1A örnekleme noktasında cm^3 'te 391 bireye yükselmiştir. Kasım 2000'de düşüş gösteren yoğunluk, Aralık 2000'de cm^3 'te 95 bireye çıkmıştır. Ocak 2001'de yoğunluktaki artış devam etmiş, cm^3 'te 32-71 birey arasında değişim gösterdikten sonra, tekrar azalma meydana gelmiştir. Bunu *Scenedesmus* türleri izlemiştir. Nisan 2000'de tüm istasyonlardaki örnekleme noktalarında küçüğe olsa çoğalma yapmaya başlayan *Scenedesmus* türleri, özellikle Haziran 2000'de en fazla çoğalmayı cm^3 'te 804 birey olarak 1A örnekleme noktasında yapmıştır. Diğer örnekleme noktalarında, cm^3 'te 4-93 birey gibi düşük yoğunluklarda kaydedilmiştir. Bu tarihteki örneklemede 4B ve 4C istasyonlarında ise hiç görülmemiştir. Temmuz 2000'den itibaren azalan yoğunluk, Ağustos 2000'de cm^3 'te 2-36 bireye kadar düşüş göstermiştir. *Scenedesmus* türleri kıyı örnekleme noktalarında daha bol bulunmuşlardır. *Kirchineriella sp.*'de çalışma boyunca düşük yoğunluklarda görülmesine karşın çoğunlukla mevcut tür olmuştur. Chlorococcales'in diğer türleri çok düşük sıklık ve bollukta bulunmuştur. Zygnemales ordosu ipliksi bir alg olan *Mougeotia sp.* ile temsil edilmiş olup, kıyıda en yoğun bulunurken, 100 m. açıkta biraz azalma göstererek, 200 m.'de daha da azalmıştır. Aralık 1999 ve Şubat 2000 örneklemlerinde *Mougeotia sp.*ye rastlanmamıştır. Volvocales ordosu ise, birey sayısı ve sıklık yönünden bu iki ordoya nazaran önemsiz denilebilecek miktarlarda kaydedilmiştir. Cyanophyta divizyonu 5 türle temsil edilmiştir. Bunlardan *Planktothrix (Oscillatoria) rubescens* en bol ve en sık görülmüştür. Bu türe Ağustos 2000 örneklemede hiç rastlanmamıştır. Genellikle kıyı örnekleme noktalarında daha bol bulunmuştur. Diğer genuslar, nadiren ve düşük sayılarda görülmüşlerdir.

İstasyonlar arasında her ay ölçülen klorofil-a değerleri farklı olduğu gibi, her istasyondaki farklı 3 örnekleme noktasındaki klorofil-a değerlerinde de farklılıklar görülmüştür. Klorofil-a yüzey sularında en düşük Mart 2000 tarihinde 3-B istasyonunda $7,97 \text{ mg/m}^3$ olarak, en yüksek Nisan 2000 tarihinde 2-B istasyonunda $21,59 \text{ mg/m}^3$ gibi yüksek sayılabilecek yoğunlukta bulunmuştur. İstasyonlar arasında klorofil-a yoğunluğu bakımından en zengin istasyon 2-A (Kurtköy Dere ağızı kıyı istasyonu) olmuştur.

YILMAZ (2004) Sapanca Gölü yüzey suyu fitoplanktonu kompozisyonu ve yoğunluğundaki değişimler Aralık 1999-Şubat 2001 tarihleri arasında her ay alınan örneklerde incelenmiştir.

Gölün batı kısmında kıyıya yakın 4 istasyon seçilmiştir. Her istasyonda da biri kıyıya olabildiğince yakın noktadan başlamak üzere, 100 m. aralıklı 3 örnekleme yeri seçilmiştir.

Sıcaklık, oksijen ve seki-diski derinliği ölçümleri her örnekleme yerinde yapılmıştır. pH, NO₃-N, PO₄-P ölçümleri laboratuara getirilen örneklerde yapılmıştır. Fitoplankton için sayım ve yoğunluk hesaplanması Lund ve ark.'nın metoduna göre yapılmıştır. Fitoplanktonu 7 divizyoya ait 54 takson oluşturmıştır. Fitoplanktonda hem tür sayısı hem de birey sayısı yönünden Bacillariophyta, Chlorophyta ve Cyanophyta önemli olmuşlardır. Diğer divizyo mensupları fakir olarak görülmüşlerdir. İstasyonlarda kıyidan itibaren açılara doğru fitoplankton kompozisyonundan ziyade birey sayılarında bazen kıyıya en yakın, bazen de açığa en yakın yerlerde yoğunluk daha fazla olmuştur. Genelde fitoplankton daha önceki çalışmalarda olduğu gibi fakir bulunmuştur. Klorofil-a miktarı ise daha önceki çalışmalara nazaran yüksek olarak hesaplanmıştır. Çalışma süresi boyunca göl suyunda belirli bir renk değişimine rastlanmamıştır.

AYKULU ve diğ. (2006) orta derinlikteki bir Türkiye gölünde planktonun tür kompozisyonu, bolluk ve mevsimselliği konulu makalesinde Haziran 1997-1998 tarihleri arasında Sapanca Gölü'nde yapılan çalışmada gölün sıcak, monomiktik olduğu ve besin tuzunca zayıf bazen hafif artış gösterdiği kaydedilmiştir. Fitoplankton başlıca Bacillariophyta, Chlorophyta ve Cyanobacteria'dan oluşmuştur. Dominant algler üst tabakada *Cyclotella ocellata* ve *Fragilaria* sp., metalimnionda ise *Planktothrix rubescens*'dir. *Mougeotia* sp. 1998 yılı ilkbahar sonu ve erken yaz döneminde artış göstermiştir. Diğer 4 divizyo üyeleri nadir ve az sayıda bulunmuşlardır. Araştırmada Bacillariophyta 28 (%47,5), Chlorophyta 14 (%10,2), Euglenophyta 4 (%6,8), Dinophyta 4 (%6,8), Cryptophyta 2 (%3,4) ve Chrysophyta 1 (%1,7) divizyolarına ait 59 tür tespit edilmiştir. Diyatomeler baskın grup olup, 7 tür sentrik, 21 tür ise pennat diyatomelere ait olduğu belirtilmiştir.

YILMAZ (2006) Marmara Bölgesi'nin gölleri içme, sulama ve soğutma suyu sağlama, su ürünleri yetiştiriciliği, ticari-sportif balıkçılık, rekreasyon ve turizm açısından büyük önem taşımaktadırlar.

Marmara Bölgesi'nde başlıca Manyas, Uluabat(Apolyont), İznik, Sapanca, Terkos (Durusu), Büyükçekmece ve Küçükçekmece gölleri olmak üzere pek çok doğal göl bulunmaktadır. Bunların dışında İstanbul'da 6,Edirne'de 5, Kırklareli'nde 3, Balıkesir'de 6,Bilecik'te 2,Bursa ve Çanakkale'de 5'er, Tekirdağ, Sakarya, Yalova ve İzmit'te 1'er tane olmak üzere toplam 36 baraj yer almaktadır. Ayrıca içme suyu kaynağı olarak kullanılan 96 gölet bulunmaktadır.

Marmara Bölgesi'nde bulunan göller içerisinde; Manyas, Uluabat (Apolyont), İznik, Sapanca, Taşkısı, Poyrazlar, Gala, Terkos, Büyükçekmece ve Küçükçekmece göllerinde, Yalova'daki Gökçe Baraj Gölü, Ömerli ve Sazlıdere baraj göllerinde limnolojik çalışmalar yapılmıştır. Yapılan limnolojik çalışmalara göre Sapanca, Terkos ve Büyükçekmece gölleri oligotrofik, Manyas, Küçükçekmece, Taşkısı ve Poyrazlar gölleri ötrofik, Ömerli baraj gölü mezotrofik özellikte olmasına rağmen dere girişlerinin bulunduğu bölgeler ise ötrofik, İznik Gölü mezotrofik karakterdedir. Ayrıca bu göllerde fitoplanktonun yoğunluk ve kompozisyonlarının belirlenmesine yönelik çalışmalar da bulunmaktadır. Tekirdağ'da bulunan Karaidemir, Bayramşah, Bıyıklı, Karacakılavuz ve Karababa göllerinde de kerevit avcılığı üzerine çalışmalar halen devam etmektedir. Bu göllerin haricinden bu bölgede bulunan diğer göl, gölet ve baraj göllerinde limnolojik çalışmalar günümüze kadar yapılmamıştır.

YILMAZ (2007) yaptığı çalışmada Sapanca Gölü, batı bölgesi kıyı fitoplanktonik alg florası, Aralık 1999- Şubat 2001 tarihleri arasında incelenmiştir. Örnekler kıyı bölgesini temsil eden dört istasyondan aylık periyotlar halinde alınmıştır. Sapanca Gölü littoral bölgesi fitoplanktonunda Bacillariophyta (30), Chlorophyta (12), Cyanophyta (5), Euglenophyta (3), Dinophyta (2), Chrysophyta (1) ve Cryptophyta (1) divizyolarına ait 54 takson tespit edilmiştir.

Fitoplanktonda tür sayısı ve birey sayısı yönünden Bacillariophyta, Chlorophyta ve Cyanophyta mensupları önemli bulunmuştur.

YILMAZ (2007) Araştırma süresi içinde fitoplanktonda 7 divizyoya mensup 54 takson bulunmuştur. Fitoplanktonun başlıca üyelerini Bacillariophyta, Chlorophyta ve Cyanophyta oluşturmıştır. Bacillariophyta grubu üyeleri tür sayısı ve birey sayısı yönünden yüzey suyunda çoğunlukla dominant olarak saptanmıştır. Grup içerisinde dominant tür *A. formosa* olmuştur. Bu türün, 1., 2., ve 3. istasyonların pelajik bölgesindeki miktarları littoral bölgesindeki miktarlardan çok daha fazladır. 4. istasyonda ise littoral bölgedeki *A. formosa* pelajik bölgeden daha yoğundur.

SONUÇ

Bir gölün fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerinin ayrıntılı olarak araştırılması çeşitli çevresel faktörlerin etkisiyle meydana gelebilecek değişimlerin önceden hesaplanması ve gerekli önlemlerin alınabilmesi açısından büyük önem sahiptir.

Fitoplankton toplulukları diğer özellikleriyle birlikte bir gölün verimliliğini tayinde önemli bir faktör olduğu kadar su kalitesinin belirlenmesinde ayırt edici özellik taşır (TEMEL, 1991). Bölgenin en önemli içme suyu kaynağı olan Sapanca gölü ile ilgili mevcut fitoplankton konusundaki bilimsel araştırmalar gölün halen oligotrofik olduğunu ve hafif oligomesotrofiye doğru değiştiğini göstermektedir. Bu da bize göstermektedir ki zaman akışı içinde göl daha çok kirlenecektir. Bunu önlemenin tek yolu göle giren evsel ve endüstriyel atıkların kontrolü için etkin denetim ve gölün limnolojik araştırmalarla sürekli izlenmesidir. Kısaca Sapanca ve benzeri her göl için Göl yönetim biriminin oluşturulmasıdır.

KAYNAKLAR

- AKMİRZA, A., (1986). Sapanca Gölü'nün Verimliliği Hakkında Bir Çalışma, İ.Ü. Deniz Bil. ve Coğ. Ens. Yüksek Lisans Tezi. No:55.
- ARTÜZ, İ., (1983). Sapanca Gölü'nde ve Çevresinde Yapılan Çalışmalar. İ.Ü. Rektörlüğü Balık Üretme ve Islah İstasyonu. Sapanca Sempozyumu, 1983.
- AYKULU, G., KARABATAK, M., ALBAY, M., OKGERMAN, H., AKCAALAN, R., (1999). Sapanca Gölü'nde Fitoplankton ve Zooplankton Tür Kompozisyonu ve Su Kalitesi ile İlişkileri. İ.Ü. Araştırma Fonu Proje Geliştirme Sonuç Raporu.
- AYKULU, G., ALBAY, M., AKCAALAN, R., TÜFEKÇİ, H. & AKTAN, Y., (2006). Species composition, abundance and seasonality of phytoplankton in a moderate deep Turkish Lake. *Nova Hedwigia*, 130:325-338.
- ÇEVRE ve İNSAN., (1995). Çevre Bakanlığı yayını. Sayı : 20. sayfa:25-28. Ankara.
- DEVECİYAN, K., (1926). Peche, Et Pecheries En Turquie. Imprimerie de L'Administration de la Dette Publique Ottomane. pp.480, İstanbul.
- DSİ, (1984). Sapanca Gölü Kirlilik Araştırması. İçme suyu ve Kanalizasyon Dairesi Başkanlığı, Ankara.
- DSİ, (1989). Su kalitesi Gözlem ve Denetimi Semineri. İçme suyu ve Kanalizasyon Dairesi Başkanlığı, Ankara.
- ERİNÇ, S., (1949). Sapanca Gölü'nün Derinlik Haritası ve Morfometrisi. Türk Coğrafya Dergisi, s.139-140.

- NUMANN, W., (1958). Anadolu'nun Muhtelif Göllerinde Limnolojik ve Balıkçılık İlimi Bakımından Araştırmalar ve Bu Göllerde Yaşayan Sazanlar Hakkında Özel Bir Etüd. İ.Ü. Fen Fak. Hidrobiyoloji Araştırma Enstitüsü Yayınlarından Monografi, sayı:7, İstanbul.
- ONGAN, T., (1982). Güney Marmara Bölgesi İç Su Ürünleri Geliştirme ve Su Kaynaklarının Envanter Projesi. İ.Ü. Rektörlüğü Hidrobiyoloji Araştırma Enstitüsü, yayın no:1, Sapanca.
- ÖZARSLAN, T., (1974). Hidrobiyoloji Araştırma Enstitüsünün 1950-1960 Döneminde Yapmış Olduğu Araştırmalar ve Bunlardan Elde Edilen Sonuçlar. İ.Ü. Hidrobiyoloji Araştırma Enstitüsü Monografileri, sayı:8, İstanbul.
- RAHE, R., WORTHMANN, H., (1986). Türkiye Marmara Bölgesi İç Su Ürünlerini Geliştirme Projesi Sonuç Raporu. P.N. 78-2032-7 Eshborn.
- TEMEL, M., (1991). Sapanca Gölü'nde Fitoplankton Biyomasi ve Bunu Etkileyen Fiziksel ve Kimyasal Faktörlerin İncelenmesi. İ.Ü. Fen Bil. Enstitüsü, Doktora Tezi.
- TEMEL, M., (1995-1999). Sapanca Gölü Su Kalitesi Üzerinde Bir Araştırma. . İ.Ü. Su Ürünleri Dergisi. Cilt: 9-13. Sayı:1-10, 99-110. İSTANBUL.
- TEMEL, M., (1996-1997). Sapanca Gölü Fitoplankton Grupları Arasında Allelopatik ilişkiler Üzerinde Bir Ön Araştırma. Süleyman Demirel Üniversitesi. Su Ürünleri Fakültesi Dergisi. Sayı :5, ISSN: 1300-4891.
- TUĞRUL, S., MORKOÇ, E., ÇİKOĞLU, S., (1989). Determination of Limnological Characteristics of the Sapanca Lake. First Technical Report, July-September 1989 period. Tubitak Chemical Engineering Research Department, Publ. No:234, Gebze.
- TÜFEKÇİ, H., (1993). Sapanca Gölünün Limnolojik Özelliklerinin Saptanması. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Üniversitesi. Deniz Bilimleri ve Coğrafya Enstitüsü.
- TÜFEKÇİ, H., (1999). Sapanca Gölü'nde Fitoplankton Biyomasının ve Birincil Verimliliğinin Dağılışı ve Mevsimsel Değişimleri. İst. Üni. Fen Bil. Enst., Doktora Tezi.
- ÜNSAL, İ., (1984). Oseanografi. İ.T.Ü. Kütüphanesi. No:1269. İstanbul.
- WORTHMANN, H., SARICA, E., HOSANOĞLU, A., YÜCETAŞ, N., WINTERM, M., 1985. Sapanca Gölü'nün Balıkçılık Açısından Durumu ve Veriminin Arttırılması İçin Öneriler. İ.Ü. Rektörlüğü Su Ürünleri Yüksekokulu. Sapanca Balık Üretme ve İslah İstasyonu. Yayın No:14, Sapanca.
- YILMAZ, N., (2001). Sapanca Gölü Yüzey Sularında Fitoplankton Bileşimi, Yoğunluğu ve Klorofil-a İçeriğinin Mevsimsel Değişimlerinin İncelenmesi. İ.ü. Fen Bilimleri Enst. Yüksek lisans tezi.
- YILMAZ, N., AYKULU, G., (2004). An Investigation of seasonal changes of phytoplankton density and chlorophyll-a content at surface waters of the littoral region of Lake Sapanca. I. Limnoloji Çalıştayı. (16-19 Mayıs 2004) Sapanca. (Poster)
- YILMAZ, N., (2006). Marmara Bölgesinde Limnolojik Çalışma Yapılan Göllerin Fitoplankton Durumunun Belirlenmesi. 3.Ulusal Öğrenci Sempozyumu. (22-24 Mayıs 2006) Muğla. (Bildiri)
- YILMAZ, N., (2007). Sapanca Gölü Batı Bölgesi Kıyı Fitoplanktonik Alg Florası Üzerine Taksonomik Bir Çalışma. İstanbul Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi, 23:47-57. (baskıda).
- YILMAZ, N., (2007). The Littoral and Pelagic Distribution of *Asterionella formosa* on the Surface Water of Sapanca Lake. 38. CIESM 2007, Turkey. (Poster presentation).
- YİĞİT, V., MÜFTÜGİL, N., ÖZALP, N., ERGEN, C., ARVAS, H., YOLCULAR, H.,

(1984). Sapanca Gölü'nün Su Kirliliği ve Besin Durumu Üzerinde Bir Araştırma. Teknik Rapor. TÜBİTAK-MBEAE, Beslenme ve Gıda Teknolojisi Bölümü, Yayın No: 78, Gebze – KOCAELİ.

YÜCETAŞ, N., (1975). Sapanca Gölü'nde Fitoplanktonun Yıllık Tezahürleri ve Yayılışları. Tübitak. V. Bilim Kongresi. Vet. ve Hayv. Araş. Gr. Tebliğ Özetleri. 29 Eylül – 2 Ekim 1975, Ankara.

SAPANCA GÖLÜ ZOOPLANKTONU

Hacer OKGERMAN¹

İstanbul Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi

okgerman@istanbul.edu.tr

Dünyadaki hızlı nüfus artışına paralel olarak besin ihtiyacını karşılamak ve protein açığını kapatmak için tatlısu balıkçılığı giderek önem kazanmaktadır. Bu nedenle de bir çok balık türünün özellikle genç dönemlerinde besin kaynaklarından birini oluşturan ve akuatik ortamda bitkisel besinleri hayvansal proteinlere dönüştürmede besin zincirinin temel halkasını oluşturan zooplanktonik organizmalarla ilgili çalışmalara da hız verilmiştir.

Bir göl ekosisteminde besin maddesi ve enerji çevriminin ilk halkasını fitoplanktonik organizmalar, ikinci halkasını ise zooplanktonik organizmalar oluşturmaktadır. Fitoplanktonik organizmalarla beslenen zooplanktonik organizmalar, göllerde omurgasızların, balıkların beslenme kaynağını teşkil etmektedir. Bu beslenme ilişkileri bakımından zooplanktonik organizmalar önemli hayvansal protein kaynağıdır. Bu nedenle göllerdeki bu organizmaların kalitatif ve kantitatif olarak bilinmesi balıkçılık işletmeciliği bakımından büyük önem taşımaktadır.

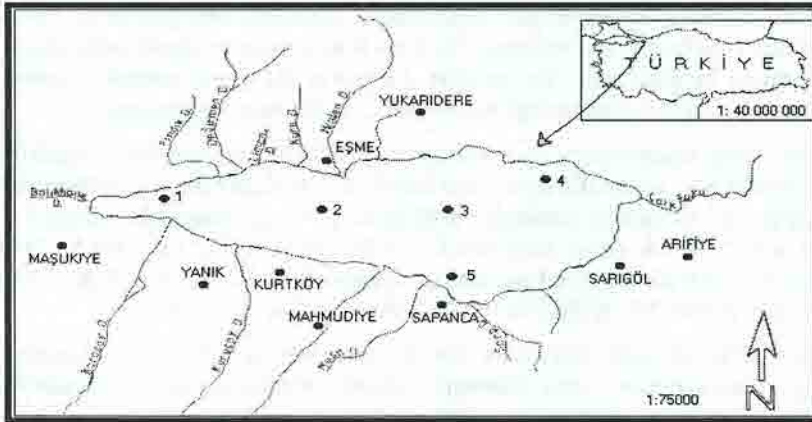
Zooplanktonik organizmalar aynı zamanda göllerin besin düzeyini, verimlilik derecesini, su kalitesini, ötrofikasyon ve kirlilik durumunu belirleyici indikatör özellik göstermektedirler. Ayrıca zooplanktonun tür kompozisyonundaki değişiklikler o su sahasında ekolojik değişikliklerin başladığının işareti olarak kabul edilmektedir, (KOLISKO, 1974; SHARMA, 1983; SAKSENA, 1987). Sapanca Gölü'nde zooplankton üzerine çalışmalar NUMANN (1958), GÖKÇAY (1975), ONGAN (1982), RAHE VE WORTHMANN (1986) tarafından yapılmıştır.

Sapanca Gölü'nde balıkçılığın yanı sıra, faydalanılabilen diğer su ürünlerimizin veriminin en ideal düzeye çıkarılabilmesi, gerek hidrolojik, gerekse biyolojik yönden, yapılacak araştırmaların birbirini tamamlamasıyla, göllerimizin günümüzdeki durumları ve konu ile ilgili olarak ortaya atılabilecek geliştirme programları sayesinde belirlenebilecektir. Bu çalışmanın amacı gölün zooplankton tür kompozisyonunu ve mevsimsel dağılımlarını tespit etmektir. Ayrıca daha önce gölde yapılan çalışmalarla karşılaştırmalı olarak inceleyerek, zooplankton tür kompozisyonundaki değişimleri belirlemek ve gölün trofik düzeyini zooplankton kompozisyonundan yararlanarak ortaya koymaktır.

Sapanca Gölü Marmara bölgesinin batısında, Kocaeli ve Sakarya il hudutları içinde yer almaktadır. İzmit Körfezinin devamı şeklinde, Sakarya ovasına kadar uzanan tektonik oluşumlu bir göldür. Coğrafik olarak 40° 41' K – 40° 44' K ve 30° 09' D – 30° 20' D boylamları arasında bulunmaktadır. Yüzey alanı 46 km², maksimum uzunluğu 16 km, maksimum genişliği 6 km, kıyı şeridinin toplam uzunluğu 40 km, maksimum derinliği 52 m, ortalama derinliği ise 29 m kadardır (DSİ 1984). Göl çevreden giren 10 dere, yağış ve dip suları ile beslenmektedir. Bu gölden doğal olarak su çıkışı doğu ucunda bulunan regülatör yoluyla Çark suyu oradan da Sakarya nehrine olmaktadır (Şekil 1).

Ticari ve sportif balıkçılığın dışında bu göl içme suyu potansiyeli ve rekreasyon alanı olarak Marmara bölgesinin en önemli gölüdür. NUMANN (1958); DSİ (1984); SOYLU (1990); YİĞİT ve diğ., (1984); TEMEL, (1991); OKGERMAN (1996)'da bu gölün oligotrofik karakterde olduğunu

saptamışlardır. Fakat, AYKULU ve diğ., (2006) ve TÜFEKÇİ (1999) yapmış oldukları çalışmada gölün oligotrofik karakterden oligo-mezotrofik karaktere doğru bir değişim gösterdiğini belirtmiştir. Gölün kıyılarının büyük bir kısmı Phragmites sp. çevrelenmiştir. Gölde *Chara sp.*, *Myrophyllum sp.*, *Ceratophyllum sp.*, *Potamogeton spp.*, *Najas sp.*, *Nuphar sp.* gibi bazı submerge makrofitler bulunmaktadır. Minimum ve maksimum göl yüzey suyu sıcaklığı 8 °C and 29 °C olarak saptanmıştır. PO₄-P, NO₃-N ve klorofil-a sırasıyla 0.006 mg/l-0.063 mg/l, 0.043 mg/l-0.344 mg/l, 7.97 mg/m³-21.59 mg/m³ arasında olduğu belirlenmiştir. (YILMAZ, 2002). Bu gölde; toplamda 25 balık türü (*Abramis brama* L., 1758, *Alburnus alburnus* L., 1758, *Aspius aspius* L. 1758, *Atherina mochon* Boulenger, 1907, *Blicca bjoerkna* L., 1758, *Carassius carassius* L., 1758, *Caspialosa maetotica* Grimm, 1901, *Chalcalburnus chalcoides* Gldenstaedt, 1772, *Cobitis taenia* L., 1758, *Cyprinus carpio* L., 1758, *Gobius gymnotrachilus* Kessler, 1857, *Gobius lacteus* Nordmann, 1840, *Gobius melanostomus* Pallas, 1811, *Leuciscus borysthenicus* Kessler, 1859, *Leuciscus cephalus* L., 1758, *Nemachilus angorae* Steindachner, 1897, *Rhodeus amarus* Bloch, 1732, *Syngnathus abaster* Risso, 1826, *Varicorhinus sp.*, *Vimba vimba* L., 1758, *Scardinius erythrophthalmus* L., 1758, *Rutilus rutilus* L., 1758, *Siluris glanis* L., 1758, *Esox lucius* L. 1758, *Onchorhynchus mykiss* Walbaum, 1792) tespit edilmiştir (NUMANN, 1958). Bu trlere ilaveten, RAHE ve WORTHMANN (1986) tarafından gl için egzotik bir tr olan *Tinca tinca* L. 1758 (Kadife balığı) bulunmuştur.



Şekil 1 Sapanca Gl Haritası (rnek alma istasyonları 1,2,3,4,5)

NUMANN (1958) bu glde Copepoda grubundan *Heterocope sp.* ve Cladocera grubundan *Leptodora sp.*'nin bulunduğunu ve *Heterocope sp.*'nin yıl boyunca zooplanktonun esas formunu teşkil ettiğini belirtmiştir.

ONGAN (1982) Sapanca Gl'nde Rotatoria grubunun % 93.16, Copepoda grubunun % 4.83, Cladocera grubunun %1.99 oranlarda bulunduğunu tespit etmiştir. Rotatoria grubu dominant gruptur ve her mevsimde bu grup diğr gruplara oranla en fazla miktarlarda bulunmaktadır. (Tablo 2). Rotatoria grubunun en baskın tr ise *Keratella cochlearis*'tir. Rotatoria grubundan sonra baskın grup Copepodadır. Copepoda grubunun en baskın alt grubu Cyclops'tur. Cladocera grubundan ise sadece *Bosmina sp.* tr bulunmuştur. Rotatoria ve Copepoda grubu ilkbahar, Cladocera grubu yaz mevsiminde en yoğn miktarlardadır.

Tablo 1. 1979-1981 yılları arasında Sapanca Gölü'nde yapılan bir metre küp göl suyundaki ortalama toplam Zooplankton (adet/m³) grupları arasındaki mevsimsel değişimler

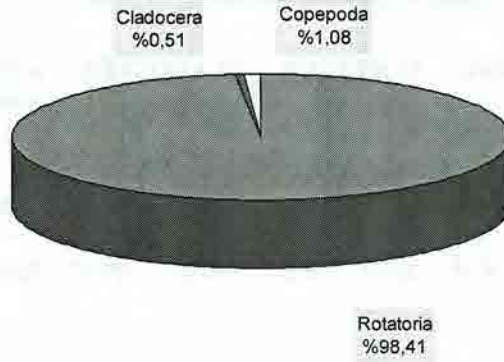
Grup Mevsimler	ROTATORIA		COPEPODA		CLADOCERA		m ³ 'deki toplam zooplankton miktarı (N)	
	N	%	N	%	N	%	(N)	%
İLKBAHAR	1053182	85.83	36942	58.05	7961	30.22	1098085	83.37
YAZ	75475	6.15	4137	6.50	13055	49.57	92667	7.03
SONBAHAR	77065	6.28	11779	18.50	2228	8.46	91072	6.91
KIŞ	21326	1.73	10780	16.93	3091	11.35	35197	2.67
TOPLAM	1227048	93.16	63638	4.83	26335	1.99	1317021	

ONGAN (1982)

RAHE ve WORTHMANN (1985) yılında yaptığı araştırmada zooplanktonun % 84.5'ini Rotatoria grubunun, % 9.3'ünü Copepoda grubunun, % 6.2'sini Cladocera grubunun oluşturduğunu belirtmiştir

AYKULU ve diğ. (1998) tarafından Haziran 1997- Haziran 1998 tarihleri arasında yapılan çalışmada; Sapanca Gölü'nde zooplanktonunun % 98.41'ini Rotatoria, % 1.08'ini Copepoda, %0.51'ini Cladocera grubunun oluşturduğu tespit edilmiştir (Şekil 2). Zooplanktonu oluşturan 3 ana grup (Rotatoria, Cladocera, Copepoda) içerisinde Rotatoria grubu tür çeşitliği (35 tür) ve birey sayısı bakımından diğer gruplardan daha baskındır. Rotatoria grubuna ait *Keratella cochlearis* başlıca dominant tür olup, toplam zooplanktonik organizmaların % 76.87'sini teşkil etmiştir. Cladocera grubundan baskın tür *Bosmina longirostris*, Copepoda grubundan baskın tür *Heterocope caspia* türüdür. Rotatoria'dan *Keratella cochlearis*, *Keratella quadrata*, *Polyarthra vulgaris*, *Polyarthra dolioptera*, *Asplanchna priodonta*, *Branchionus calyciflorus*, *Polyarthra remata*, Cladocera'dan *Bosmina longirostris* türlerine ve Copepoda'dan Nauplius larvalarına her ay rastlanmıştır.

Zooplanktonun istasyonlara göre aylık dağılımında genel olarak en fazla yoğunluk IV - V istasyonun olduğu bölgedir. Vertikal dağılıma göre; zooplankton miktarı 0-5 metrelik intervalden, 30-40 metrelik intervale inildikçe azalmaktadır.



Şekil 2 Sapanca Gölü'ndeki zooplankton gruplarının yıllık dağılımları (%N). (AYKULU ve diğ., 1998)

Mevsimsel olarak yapılan incelemelerde; Sapanca Gölü'nde Zooplankton ilkbahar mevsiminde artış göstermiş, bunu Yaz mevsimi takip etmiştir. Bütün zooplankton grupları içerisinde Rotatorlardan *Keratella cochlearis* türü ilkbahar (%86.75) ve yaz (%49.48) mevsiminde dominant tür olarak tespit edilmiştir. Sonbahar mevsiminde Rotatorlardan; *Asplanchna priodonta* (%25.47) ve kış mevsiminde yine Rotatorlardan; *Polyarthra vulgaris* (%45.03)'in dominant tür olduğu belirlenmiştir. Cladocera grubundan *Bosmina longirostris* türü Sonbahar mevsiminde en yüksek değerdedir (%8.21). Copepoda grubuna ait olan Nauplii larvaları en yoğun olarak sonbahar mevsiminde bulunmuştur (%10.94) (Tablo 2) (AYKULU ve diğ., 1998).

Tablo 2 1997-1998 yılları arasında Sapanca Gölü'nde bir metreküp göl suyunda ortalama toplam Zooplankton birey sayısı (adet/m³) ve tür kompozisyonundaki mevsimsel değişimler

mevsimler	Yaz		Sonbahar		Kış		İlkbahar		Yıllık	
Organizmalar	adet/m ³	%N	adet/m ³	%N	adet/m ³	%N	adet/m ³	%N	adet/m ³	%N
ROTATORIA										
<i>Anuraeopsis fissa</i>	+		-		+		+			
<i>Ascomorpha saltans</i>	4353	4.35	61	2.15	-		+		1104	0.75
<i>Ascomorpha euaedis</i>	+		+		-		+			
<i>Asplanchna priodonta</i>	1320	1.32	326	25.47	100	0.34	4407	0.96	1638	1.11
<i>Asplanchna sieboldi</i>	77	0.08	185	2.61	+		3645	0.80	978	0.66
<i>Branchionus calyciflorus</i>	276	0.28	12	0.42	51	0.17	5409	1.18	1437	0.97
<i>Branchionus plicatilis</i>	+		-		-		5		1	0.001
<i>Branchionus angularis</i>	+		-		-		5		1	0.001
<i>Cephalodella catellina</i>	-		+		-		+			
<i>Colurella adriatica</i>	+		+		+		+			
<i>Colurella uncinata</i>	+		14	0.48	+		17	0.004	8	0.01
<i>Colurella colurus</i>	-		-		-		+			
<i>Euchlanis dilatata</i>	6	0.01	+		9	0.03	3	0.00	4	0.003
<i>Filinia terminalis</i>	38	0.04	+		702	2.38	340	0.07	270	0.18
<i>Gastropus stylifer</i>	11956	11.95	129	4.51	11	0.04	23	0.01	3030	2.05
<i>Keratella cochlearis</i>	89522	49.48	575	10.14	2493	22.01	396836	86.75	113356	76.87
<i>Keratella quadrata</i>	6040	6.04	149	5.22	1134	3.84	19335	1.23	6664	4.52
<i>Keratella tropica</i>	+		-		-		-			
<i>Lecane luna</i>	-		3	0.10	-		5	0.001	2	0.001
<i>Lecane lamellata</i>	-		-		17	0.06	62	0.01	20	0.01
<i>Lepadella patella</i>	+		3	0.10	+		6	0.001	2	0.001

<i>Lepadella</i> sp.	+		+		-		-				
<i>Mytilina mucronata</i>	+		-		+		+				
<i>Notolca acuminata</i>	+		+		+		5868	1,28	1467	0,99	
<i>Notolca squamula</i>	+		-		+		170	0,04	43	0,03	
<i>Notolca nabis</i>	+		6	0,19	14	0,05	6	0,001	6	0,004	
<i>Polyarthra vulgaris</i>	10349	10,34	77	2,69	281	13,03	10542	2,30	8562	5,81	
<i>Polyarthra dolichoptera</i>	3702	3,70	+		384	20,52	6080	1,33	3944	2,67	
<i>Polyarthra remata</i>	+		+		+		+				
<i>Squatina mutica</i>	+		+		+		+				
<i>Synchaeta pectinata</i>	287	0,29	+		665	2,25	537	0,12	372	0,25	
<i>Synchaeta oblonga</i>	1083	1,08	+		486	1,65	1483	0,32	763	0,52	
<i>Trichocerca cylindrica</i>	2082	2,08	134	2,04	-		48	0,01	597	0,40	
<i>Trichotria pocillum</i>	-		-		18	0,06	223	0,05	60	0,04	
<i>Ploesoma</i> sp.	3148	3,15	9	0,32	17	0,06	+		793	0,54	
Toplam	94237	94,17	2202	77,25	28991	98,29	455053	99,48	145121	98,41	
CLADOCERA											
<i>Bosmina longirostris</i>	861	0,86	134	0,21	251	0,86	1543	0,34	751	0,51	
<i>Chydorus sphaericus</i>	+		-		-		+				
<i>Alona rectangularata</i>	+		+		+		6	0,001	1	0,001	
Toplam	960	0,96	234	8,21	253	0,86	1564	0,34	753	0,51	
COPEPODA											
<i>Heterocope caspia</i>	263	0,26	81	2,93	19	0,07	53	0,01	104	0,07	
<i>Diatocyclops bicuspidatus</i>	32	0,03	22	0,77	41	0,14	169	0,07	64	0,04	
<i>Nauplius</i>	4584	4,58	312	10,94	190	0,64	609	0,13	1424	0,97	
Toplam	4879	4,88	415	14,54	251	0,85	822	0,18	1592	1,08	
GENEL TOPLAM	100076	100	2850	100	29495	100	457440	100	147465	100	

AYKULU ve diğ. (1998)

Sapanca Gölü'nde zooplankton üzerine yapılan çalışmalarda; NUMANN (1958) Copepoda grubundan 1 tür, Cladocera grubundan 1 tür; GÖKÇAY (1975) Copepoda grubundan 2 tür; ONGAN (1982) Rotatoria grubundan 9 tür, Copepoda grubundan 2 tür, Cladocera grubundan 1 tür; WORTHMANN ve RAHE (1985) Rotatoria grubundan 8 tür, Copepoda grubundan 2 tür, Cladocera grubundan 1 tür; AYKULU ve diğ. (1998) Rotatoria grubundan 35, Cladocera grubundan 3 ve Copepoda grubundan 2 tür olmak üzere toplam 40 zooplankton türü tespit etmişlerdir (Tablo 3). *Keratella cochlearis* oksijen ve sıcaklığa karşı geniş tolerans göstermektedir (MÍKSHI, 1989). Gölde dominant olarak bulunan bu tür bütün ay, istasyon ve tüm derinliklerde dağılım göstermektedir. Gölde teşhis edilen türlerin çoğu ekolojik özellikleri bakımından littoralde akuatik makrofıtların bulunduğu yerlerde yaşarlar ve kozmopolitandırlar. KOLÍSKO (1974)'ya göre ılıman iklimdeki oligotrofik göllerin dominant temsilcisi *Synchaeta oblonga*, *Polyarthra vulgaris*, *Polyarthra dolichoptera*, *Keratella cochlearis*, *Asplanchna priodonta* türleridir. Bu türlerden *Keratella cochlearis* gölün dominant rotifer türüdür ve gölün oligotrofik karakterde olduğunun işaretidir. Bununla birlikte, Brachionidae familyasına ait türler, *Lepadella patella*, *Euchlanis dilatata*, *Trichocerca cylindrica*, *Keratella quadrata*, *Filinia terminalis*, *Brachionus calyciflorus*, *Brachionus plicatilis*, *Brachionus angularis* türleri ise ötrofik karakterdeki göllerde bulunurlar. Gölde bu türler düşük miktarlarda bulunmakla birlikte gölün ileride ötrof karaktere doğru değişim göstereceğinin belirtisidirler.

Sapanca gölünde yapılan çalışmalara göre 1958'li yıllardan 1998'e kadar zooplanktonda özellikle de Rotatoria grubundaki tür kompozisyonu hem kalitatif hem de kantitatif bakımdan bir artış ve değişim göstermiştir. Bu bakımdan göl, zooplankton yapısına göre oligotrofik karakterden oligo-mezotrofik karaktere doğru bir geçiş aşaması göstermektedir. Sapanca Gölü'nde görülen bu değişimlerden dolayı bu gölün izlenmesi gerekmektedir.

Tablo 3. Sapanca Gölü'nde yapılan zooplankton çalışmaları

NUMANN (1958)	Cladocera (1 tür) ; <i>Leptodora sp.</i>
GÖKÇAY (1975)	Copepoda (1 tür) ; <i>Hetercope sp.</i> Copepoda (2 tür); <i>Mesocyclops sp.</i> , <i>Hetercope sp.</i>
ONGAN (1982)	Rotatoria (9 tür); <i>Keratella cochlearis</i> , <i>Keratella quadrata</i> , <i>Kellicotia sp.</i> , <i>Polyarthra sp.</i> , <i>Asplanchna sp.</i> , <i>Pleosoma sp.</i> , <i>Conochilus sp.</i> , <i>Brachionus sp.</i> , <i>Trichocerca sp.</i> Cladocera (1 tür); <i>Bosmina sp.</i> Copepoda (2 tür); <i>Cyclops sp.</i> , <i>Hetercope sp.</i> , Copepod nauplii larvası
WORTHMANN VE RAHE (1985)	Rotatoria (8 tür); <i>Keratella sp.</i> , <i>Asplanchna sp.</i> , <i>Colurella sp.</i> , <i>Rotaria sp.</i> , <i>Branchionus sp.</i> , <i>Kellicottia sp.</i> , <i>Trichocerca sp.</i> , <i>Polyarthra sp.</i> Cladocera (1 tür); <i>Bosmina sp.</i> Copepoda (2 tür); <i>Cyclops sp.</i> , <i>Diaptomus sp.</i>

1997-1998 yılları arasında AYKULU ve diğ., (1998) tarafından yapılan çalışmada ise;

ROTATORIA: 35 tür

<i>Ascomorpha saltans</i>	Bartsch 1870
<i>Ascomorpha ecuadis</i>	(Perty, 1850)
<i>Asplanchna priodonta</i>	Gosse, 1850
<i>Asplanchna sieboldi</i>	(Leydig, 1854)
<i>Brachionus calyciflorus</i>	Pallas, 1766
<i>Brachionus plicatilis</i>	O. F. Muller 1786
<i>Brachionus angularis</i>	Gosse, 1851
<i>Cephalodella catellina</i>	(OF Muller, 1786)
<i>Colurella adriatica</i>	Ehrenberg, 1831
<i>Colurella uncinata</i>	(Müller, 1773)
<i>Colurella colurus</i>	(Ehrenberg, 1830)
<i>Euchlanis dilatata</i>	Ehrenberg, 1832
<i>Filinia terminalis</i>	(Plate, 1886)
<i>Gastropus stylifer</i>	Imhof 1891
<i>Keratella cochlearis</i>	(Gosse, 1851)
<i>Keratella quadrata</i>	(O.F.Müller, 1786)
<i>Keratella tropica</i>	(Apstein, 1907)
<i>Lecane luna</i>	(O. F. Müller, 1776)
<i>Lecane lamellata</i>	(Daday, 1893)
<i>Lepadella patella</i>	(OF Muller, 1773)
<i>Lepadella sp.</i>	
<i>Mytilina mucronata</i>	(O.F.Mueller, 1773)
<i>Notholca acuminata</i>	(Ehrenberg, 1832)
<i>Notholca squamula</i>	(O. F. Müller, 1786)
<i>Notholca labis</i>	(Gosse, 1887)
<i>Polyarthra vulgaris</i>	(Carlin, 1943)
<i>Polyarthra dolichoptera</i>	Idelson, 1925
<i>Polyarthra remata</i>	Skorikov, 1896
<i>Squatinella mutica</i>	(Ehrenberg, 1832)

Synchaeta pectinata (Ehrenberg, 1832)
Synchaeta oblongata (Ehrenberg, 1832)
Trichocerca cylindrica (Imhof, 1891)
Trichotria pocillum (O.F.Mueller, 1776)
Ploesoma sp.

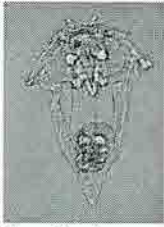
COPEPODA: 2 tür

Heterocope caspia Sars, 1897
Diacyclops bicuspidatus (Claus 1857)

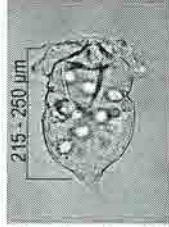
CLADOCERA: 3 tür

Bosmina longirostris (O.F.Mueller, 1785)
Chydorus sphaericus (O.F. Müller, 1776)
Alona rectangula Sars, 1861

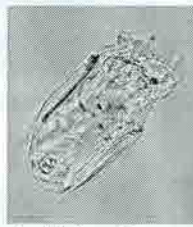
SAPANCA GÖLÜ ZOOPLANKTONUNDA BULUNAN TÜRLERİN RESİMLERİ



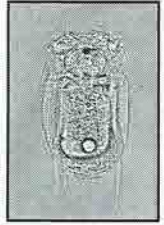
Synchaeta pectinata



Synchaeta oblongata



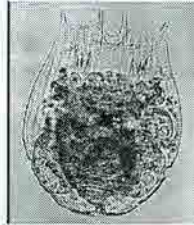
Polyarthra vulgaris



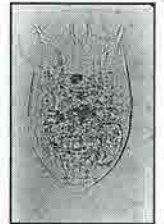
Polyarthra remata



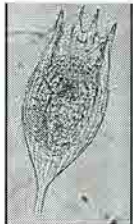
Polyarthra dolichoptera



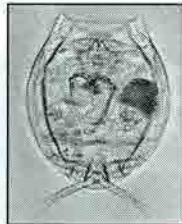
Notholca squamula



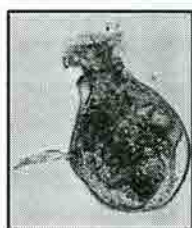
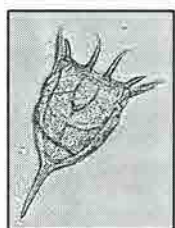
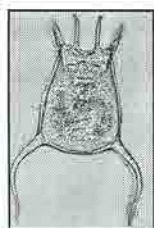
Notholca nabis



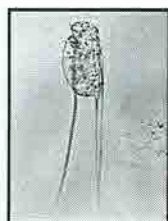
Notholca acuminata



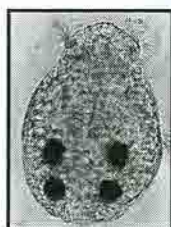
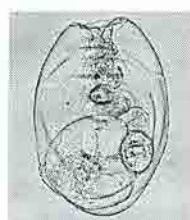
Lecane luna



Keratella quadrata *Keratella cochlearis* *Gastropus stylifer*



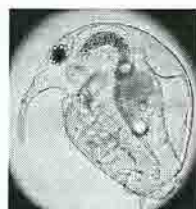
Filinia terminalis *Euchlanis dilatata* *Brachionus calyciflorus*



Asplanchna priodonta *Ascomorpha ecuadis* *Ascomorpha saltans*



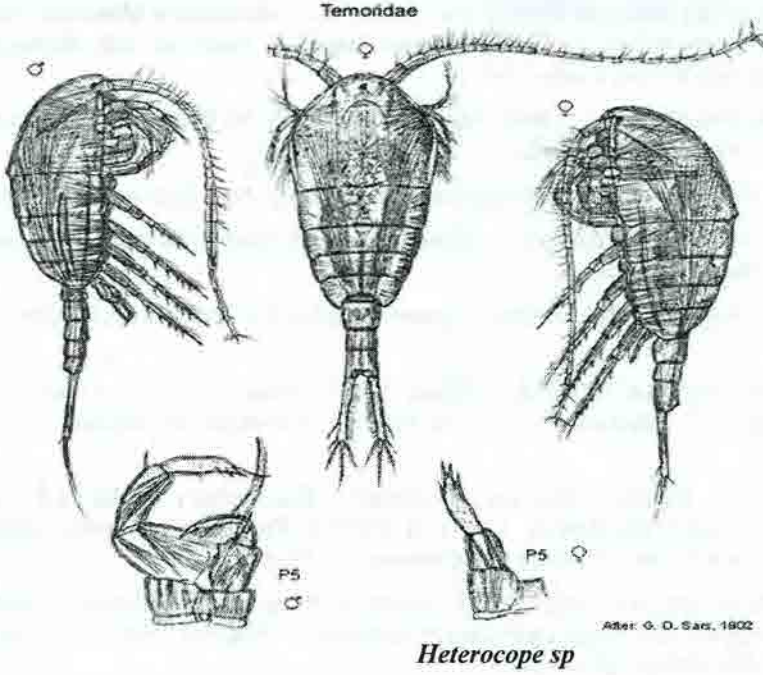
Trichocerca cylindrica



Bosmina longirostris



Chydorus sphaericus



KAYNAKLAR

- AYKULU, A., KARABATAK, M., ALBAY, M., OKGERMAN, H., AKCAALAN, R., (1998). Sapanca Gölü'nde Fitoplankton ve Zooplankton Tür Kompozisyonu ve Su Kalitesi İle Olan İlişkileri. İstanbul Üniversitesi Araştırma Fonu Proje Raporu. Project No: 992/ 090597
- AYKULU, A., ALBAY, M., AKÇAALAN, R., TÜFEKÇİ, H., AKTAN, Y., (2006). Species composition, abundance and seasonality of phytoplankton in a moderately deep Turkish Lake. Nova Hedwigia, Beiheft 130, p. 325-338.
- DSİ, 1984. Sapanca Gölü Kirlilik Araştırması. DSİ, İçme Suyu ve Kanalizasyon Dairesi Başkanlığı. Ankara.
- GÖKÇAY, S., (1975). Sapanca Gölü Cladocera ve Copepod'larının Yıllık Tezahürleri ve Yayılışları, TÜBİTAK, VO Bilim Kongresi, Vet. ve Hayv. Arş. Gr. Tebliğ Özetleri, 29 Eylül-02 Ekim 1975, Ankara.
- KOLISKO, R.A., (1974). *Plankton Rotifers biology and taxonomy*, Biological Station Lunz of the Austrian Academy of Science, Stuttgart.
- MIKSHI, E., (1989). Rotifer Distributions In Relation tu Temperature anda Oxygen Content. *Hydrobiol.* 186/187: 209-214.
- NUMANN, W., (1958). Anadolu'nun Muhtelif Göllerinde Limnolojik ve Balıkçılık İlmi Bakımından Araştırmalar ve Bu Göllerde Yaşayan Sazanlar Hakkında Özel Bir Etüd. İ.Ü. Fen Fak. Hidrobiyoloji Araşt. Enst. Yayınlarından, Monografi 7, 114 sayfa.
- ONGAN, T., (1982). Güney Marmara Bölgesi İçsu Ürünleri Geliştirme ve Su Kaynaklarının Envanteri Projesi. 1.0. Rekt. Hidb. Araş. Enst. Yay. No: 1, Sapanca.

- OKGERMAN, H., (1996). Sapanca Gölünde Zooplanktonik Copepodların Mevsimsel Dağılımı. İ. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü. Su Ürünleri Temel Bilimleri Anabilim Dalı. Balıkçılık Temel Bilimleri Programı. Yüksek Lisans Tezi.
- RAHE, R. ve WORTHMANN, H., (1986). Marmara Bölgesi İç Su Ürünlerini Geliştirme Projesi. PN 78- 2032.7. Eschborn. 145 sayfa.
- SAKSENA, N.D., (1987). Rotifers as indicators of waters quality *Acta. Hydrochim. Hydrobiol.*, 15,
- SHARMA, B.K., (1983). The Indian species of the genus Branchionus (Eurotatoria: Monogononta: Brachionida), *Hydrobiol.*, 104.
- SOYLU, E., (1990). Sapanca Gölü Mollusk Faunası: İstanbul Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi 4, 1:73-88.
- TEMEL, M., (1991) Sapanca Gölü'nde Fitoplankton Biyomasi ve Bunu Etkileyen Fiziksel-Kimyasal Faktörlerin İncelenmesi. İ. Ü. Su Ürünleri Yüksekokulu. Doktora Tez Çalışması. 110 sayfa.
- TÜFEKÇİ, H., (1999). Sapanca Gölü'nde Fitoplankton Biyomasının ve Birincil Verimliliğin Dağılışı ve Mevsimsel Değişimleri. İ. Ü. Fen Bilimleri Ens. Temel Bilimler Anabilim Dalı, İçsular Biyolojisi Programı, Doktora Tez Çalışması, 107 sayfa.
- YILMAZ, N., (2002). Sapanca Gölü Yüzey Sularında Fitoplankton Bileşimi, Yoğunluğu ve Klorofil-a İçeriğinin Mevsimsel Değişiminin İncelenmesi. İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, 40 sayfa.
- YİĞİT, V., MÜFTÜGİL, N., ÖZALP, N., ERGEN, C., ARVAS, H., ve YOLCULAR H., (1984). Sapanca Gölü'nün Su Kirliliği ve Besin Durumu Üzerinde Bir Araştırma. Teknik Rapor. TÜBİTAK- MBEAE, Beslenme ve Gıda Teknolojisi Bölümü, 92 sayfa.

SAPANCA GÖLÜ BALIKLARININ PARAZİT FAUNASI

Ahmet AKMIRZA¹, Erhan SOYLU²

¹ İstanbul Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Hastalıklar Anabilim Dalı

² Marmara Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksek Okulu, Su Ürünleri Programı

hakmirza@istanbul.edu.tr

Bu çalışmada Sapanca Gölü'nde bugüne kadar balık parazitleriyle yapılan çalışmalar ele alınmıştır. Göldeki balıklardan; *Blicca björkna*, *Tinca tinca*, *Rutilus rutilus*, *Scardinius erythrophthalmus*, *Cyprinus carpio*, *Vimba vimba*, *Rhodeus amarus*, *Esox lucius* ve *Silurus glanis* 'le parazitolojik çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmalar sonucunda 3 protozoa, 16 monogenea, 10 digenea, 5 cestoda, 1 nematoda, 1 acanthocephala, 1 hirudinea, 1 mollusk, 3 crustacea, 1 branchiura gruplarına ait toplam 42 tür parazit kaydedilmiştir. Biyoçeşitlilik en çok 16 parazit türü ile monogeneada görülmüştür.

Balık parazitleri ile ilgili faunistik araştırmalar teorik ve pratik amaçlar açısından önemlidir. Birçok balık paraziti, epizootolojik öneme sahip olup uygun ekolojik şartlarda kitlesel sayılara ulaşarak balık kayıplarına sebep olurlar. Göl gibi büyük biyotoplarda bu risk az olmasına karşın yetiştiricilik şartlarındaki yoğun balık popülasyonlarında etkin olurlar. Göllerde ağ kafeslerde balık üretiminin yapılması nedeniyle, balıkların parazit faunalarının bilinmesi bilimsel yönünün yanında ekonomik öneme de sahiptir.

ÖKTENER (2003, 2005) tarafından hazırlanan checklistlerde Türkiye içsu balıklarından 118, deniz balıklarından ise 114 metazoon parazit türü bildirilmiştir. Sapanca Gölü'nde balık parazitleriyle yapılan çalışmalar; SOYLU (1990; 1991; 1995; 2005; 2006), UZUNAY ve SOYLU (2006), KARABİBER (2006), AKMIRZA ve TEPECİK (2006; 2007), AKMIRZA (2007) tarafından gerçekleştirilmiştir.

Bu çalışmanın amacı Sapanca Gölü'ndeki değişik balık türlerinde rastlanılan parazit türlerini belirlemektir.

Sapanca Gölü'nde yaşayan 35 balık türünün 9 türünde değişik zamanlarda parazit çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmalar sonucunda Sapanca Gölü balıklarında protozoa grubundan 3 cinse ait 3 tür, monogenea grubundan 4 cinse ait 16 tür, digenea grubundan 8 cinse ait 10 tür, cestoda grubundan 5 cinse ait 5 tür, nematoda grubundan 1 cinse ait 1 tür, acanthocephala grubundan 1 cinse ait 1 tür, hirudinea grubundan 1 cinse ait 1 tür, mollusca grubundan 1 cinse ait 1 tür, crustacea grubundan 3 cinse ait 3 tür, branchiura grubundan 1 cinse ait 1 tür olmak üzere 28 cinse ait 42 tür parazit bulunmuştur. Bu parazitler içinde 12 türü içeren *Dactylogyrus* cinsi Sapanca Gölü'nün dominant parazitidir. Sapanca gölü balıklarında bulunan parazit türleri, konakçıları, yerleşim yerleri Tablo 1' de verilmiştir.

Tablo 1. Sapanca Gölü'nün parazit faunası ve konakçıları

Parazit türü	Balık türü	Yerleşim yeri
PROTOZOA		
<i>Chilodonella cyprini</i>	<i>Blicca björkna</i>	solungaç
<i>Ichthyophthirius multifiliis</i>	<i>Tinca tinca</i>	yüzgeç
<i>Cryptobia tincae</i>	<i>Tinca tinca</i>	kan
	<i>Rutilus rutilus</i>	kan
	<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	kan
MONOGENEA		
<i>Dactylogyrus sphyrna</i>	<i>Rutilus rutilus</i>	solungaç
	<i>Blicca björkna</i>	solungaç
	<i>Vimba vimba</i>	solungaç
<i>D. distinguendus</i>	<i>Blicca björkna</i>	solungaç
<i>D. difformis</i>	<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	solungaç
<i>D. difformoides</i>	<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	solungaç
<i>D. crucifer</i>	<i>Rutilus rutilus</i>	solungaç
<i>D. cornu</i>	<i>Blicca björkna</i>	solungaç
	<i>Vimba vimba</i>	solungaç
<i>D. cornoides</i>	<i>Blicca björkna</i>	solungaç
	<i>Vimba vimba</i>	solungaç
<i>D. macracanthus</i>	<i>Tinca tinca</i>	solungaç
<i>D. vistulae</i>	<i>Rutilus rutilus</i>	solungaç
<i>D. phoxini</i>	<i>Cyprinus carpio</i>	solungaç
<i>D. extensus</i>	<i>Cyprinus carpio</i>	solungaç
<i>D. bicornis</i>	<i>Rhodeus amarus</i>	solungaç
<i>Silurodiscoides siluri</i>	<i>Silurus glanis</i>	solungaç
<i>S. vistulensis</i>	<i>Silurus glanis</i>	solungaç
<i>Tetraonchus monenteron</i>	<i>Esox lucius</i>	solungaç
<i>Gyrodactylus sp.</i>	<i>Cyprinus carpio</i>	solungaç
DİGENEA		
<i>Aspidogaster limacoides</i>	<i>Rutilus rutilus</i>	bağırsak, mide
	<i>Blicca bjoerkna</i>	bağırsak, mide
	<i>Vimba vimba</i>	bağırsak, mide
<i>Bucephalus polymorphus</i>	<i>Esox lucius</i>	bağırsak
	<i>Silurus glanis</i>	bağırsak

<i>Posthodiplostomum cuticola</i>	<i>Rutilus rutilus</i>	deri, yüzgeç
	<i>Blicca bjoerkna</i>	deri, yüzgeç
	<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	deri, yüzgeç
	<i>Vimba vimba</i>	deri, yüzgeç
<i>Orientocreadium siluri</i>	<i>Silurus glanis</i>	bağırsak
<i>Asymphyiodora tincae</i>	<i>Tinca tinca</i>	bağırsak
<i>A. imitans</i>	<i>Blicca bjoerkna</i>	bağırsak
<i>Tetracotyl sp.1</i>	<i>Blicca bjoerkna</i>	perikard
<i>Tetracotyl sp.2</i>	<i>Vimba vimba</i>	perikard
<i>Diplostomum spathaceum</i>	<i>Rutilus rutilus</i>	göz merceği
	<i>Blicca bjoerkna</i>	göz merceği
	<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	göz merceği
	<i>Tinca tinca</i>	göz merceği
	<i>Esox lucius</i>	göz merceği
	<i>Silurus glanis</i>	göz merceği
<i>Tylodelphys clavata</i>	<i>Rutilus rutilus</i>	göz merceği
	<i>Blicca bjoerkna</i>	göz merceği
	<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	göz merceği
	<i>Tinca tinca</i>	göz merceği
	<i>Esox lucius</i>	göz merceği
	<i>Silurus glanis</i>	göz merceği

CESTODA

<i>Trienophorus crassus</i>	<i>Esox lucius</i>	bağırsak
<i>Silurotaenia siluri</i>	<i>Silurus glanis</i>	bağırsak
<i>Caryophyllaeus laticeps</i>	<i>Blicca bjoerkna</i>	bağırsak
	<i>Tinca tinca</i>	bağırsak
	<i>Cyprinus carpio</i>	bağırsak
<i>Bothriocephalus</i>		
<i>acheilognathi</i>	<i>Blicca bjoerkna</i>	bağırsak
	<i>Tinca tinca</i>	bağırsak

	<i>Cyprinus carpio</i>	bağırsak
<i>Ligula intestinalis</i>	<i>Rhodeus amarus</i>	karın boşluğu

NEMATODA

<i>Raphidascaris acus</i>	<i>Esox lucius</i>	bağırsak
---------------------------	--------------------	----------

ACANTHOCEPHALA

<i>Neoechinorhynchus rutili</i>	<i>Blicca björkna</i>	bağırsak
	<i>Esox lucius</i>	bağırsak
	<i>Vimba vimba</i>	bağırsak

HİRUDİNEA

<i>Piscicola geometra</i>	<i>Rutilus rutilus</i>	deri, yüzgeç
	<i>Blicca björkna</i>	deri, yüzgeç
	<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	deri, yüzgeç
	<i>Tinca tinca</i>	deri, yüzgeç
	<i>Esox lucius</i>	deri, yüzgeç

MOLLUSCA

<i>Glochidia</i>	<i>Rutilus rutilus</i>	solungaç
	<i>Blicca björkna</i>	solungaç
	<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	solungaç
	<i>Tinca tinca</i>	solungaç
	<i>Cyprinus carpio</i>	solungaç
	<i>Vimba vimba</i>	solungaç

CRUSTACEA

<i>Lamproglana pulchella</i>	<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	solungaç
<i>Ergasilus sieboldi</i>	<i>Tinca tinca</i>	solungaç
	<i>Vimba vimba</i>	solungaç
<i>Lernaea cyprinacea</i>	<i>Esox lucius</i>	solungaç
	<i>Silurus glanis</i>	solungaç

BRANCHIURA

<i>Argulus foliaceus</i>	<i>Tinca tinca</i>	solungaç, deri,yüzgeç
	<i>Silurus glanis</i>	solungaç, deri,yüzgeç
	<i>Vimba vimba</i>	solungaç, deri,yüzgeç

Sapanca Gölü'nde yapılan çalışmalarda MORKOÇ ve diğ. (1998) gölün oligotrofik özellikte olduğunu belirtirken, AYKULU ve diğ. (2006)' de gölün halen oligotrofik durumda olduğunu fakat az da olsa oligo-mesotrofiye dönüşmekte olduğunu belirtmektedir. Sapanca gölünde 35 balık

türünün bulunduğu bildirilmesine karşın WORTHMAN ve diğ. (1985) bu türlerden bazılarını çok az, bazılarını ise nadiren rastlanmaktadır. Gölün özelliği nedeniyle litoral kuşak gölün doğu ve batı kesimleri dışında çok dar olarak uzanır. Yazın termoklin 7–20 m.lik derinlikler arasında oluşmakta ve hipolimnionda 6.5 – 10° C lik bir soğuk su kitlesi bulunmaktadır, (MORKOÇ, 1998). Fakat oligotrofik göllerin tipik balıkları olan salmonidler hiç bulunmamaktadır. Buna karşın balık türlerinin büyük çoğunluğunu mesotrofik ve ötrofik göllerin balıkları olan cyprinid türler oluşturmaktadır.

Sapanca Gölü'nde litoral bölgenin zengin bir bentik fauna ve mollusk çeşitliliğine sahip olması, zooplanktonların bulunması ayrıca balıklarla da beslenen avian faunanın olması birçok parazit türü için yaşam döngüsünü oluşturduğundan zengin bir parazit biyoçeşitliliğine sahiptir. Dokuz balık türü ile yapılan çalışmalarda 42 parazit türü bulunmuştur, bunlardan 16 sı monogenean türlerdir. Her balık türü için 1.5 tür monogenean bulunacağı düşünülürse Sapanca Gölü'ndeki balıklarda monogenean parazit sayısının 63 adet civarında olacağı tahmin edilebilir. Bu da göldeki parazitolojik çalışmaların devam ettirilmesi gerektiğini göstermektedir.

Avrupadaki göllerde salmonidlerin ve derin su balıklarının genellikle oligotrofik göller için karakteristik olduğu, Turna, tatlı su Levreği (*Perca fluviatilis*) ve Cyprinid türleri gibi ılık su balık türlerinin ötrofik göllerin balıkları olduğu kabul edilir (CHUBB, 1963). Sapanca Gölü'nde Salmonid türler bulunmadığından bu balıklar için karakteristik olan parazit türleri de yoktur.

Esox lucius, *Rutilus rutilus* ve *Perca fluviatilis*'in parazitleri *Henneguya psorospermica*, *Tetraonchus monenteron*, *Caryophyllacus* sp., *Ligula intestinalis*, *Triaenophorus* sp. gibi parazit türleri ötrofik sular için karakteristik kabul edilir. *Neoechinorhynchus rutilii*, *Argulus foliaceus* gibi parazit türleri ise hem oligotrofik, hem de ötrofik göllerde bulunur (CHUBB, 1963). Belirtilen bütün bu parazit türleri Sapanca Gölü'nde bulunmaktadır. Her su ortamının faunası su tipiyle ilişkilidir ve bu su ortamının parazit faunası da yine o su kitlesinin karakteri ile ilişkili olabilir, (WISNIEWSKI, 1958).

Sapanca Gölü'nde yapılan çalışmaların sonuçlarına göre göl ötrofik durumdan çok oligotrofik duruma daha yakındır (MORKOÇ ve diğ., 1998; AYKULU ve diğ., 2006) fakat hem balık faunası hem de bu balıklarda bulunan parazitler de gölün oligo- mezotrofik özelliklere sahip olduğunu göstermektedir.

KAYNAKLAR

- AKBENİZ, E., (2006). Sapanca Gölü'ndeki Kadife Balığı (*Tinca tinca* Linnaeus,1758) nın Metazoan Parazitleri. Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi 38 s.
- AKMİRZA, A. ve TEPECİK, R.E., (2006). Seasonal Variation in Haematological Parameters in Infected and Uninfected Rudd (*Scardinius erythrophthalmus*) with *Cryptobia tincae*. Bull.Eur.Ass. Fish Pathol., 26(4): 180- 185.
- AKMİRZA, A. ve TEPECİK, R.E., (2007). Seasonal Variation in some Haematological Parameters in Naturally Infected and Uninfected Roach (*Rutilus rutilus*) with *Cryptobia tincae* . Journal of Applied Biological Sciences. 1 (3): 61- 65.
- AKMİRZA, A., (2007). “ The Effect of *Ligula intestinalis* L. Pleurocercoid on the Growht of Bitterling (*Rhodeus amarus* Bloch,1782)” Journal of Black Sea/ Mediterranean Environment. 13 (2):155- 160.

- AYKULU, G., ALBAY, M., AKÇAALAN, R., TÜFEKÇİ, H., AKTAN, Y., (2006). Species Composition, Abundance and Seasonality of Phytoplankton in a Moderately a deep Turkish Lake. *Nova Hedwigia*. 130: 325- 338.
- CHUBB, J.C., (1963). On the Characteriazation of the Parasite Fauna of the Fish of Llyn Tegrid. *Proc. Zool. Soc. London*. Vol. 141 part 3 pp. 609- 621.
- KARABİBER, F.T., (2006). Sapanca Gölü'nde Yaşayan Kızılğöz balığı (*Rutilus rutilus* Linnaeus,1758) nın Parazit Faunası. Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi 44 s.
- MORKOÇ, E., TUĞRUL, S., ÖZTÜRK, M., TÜFEKÇİ, H., EGESEL, L., TÜFEKÇİ, V., OKAY, O.S. ve LEGOVİC, T., (1998). Trophic Characteristics of the Sapanca Lake (Turkey). *Croatica Chemica Acta*. 71(2): 303- 322.
- OKTENER, A., (2003). A Checklist of Metazoan Parasites Recorded in Freshwater Fish from Turkey. *Zootaxa*. 394: 1- 28.
- OKTENER, A., (2005). A Checklist of Parasitic Helminths Reported from sixty-five species of Marine Fish from Turkey including two new Records of Monogeneans. *Zootaxa* 1063:33- 52.
- SOYLU, E., (1990). Sapanca Gölü'ndeki Bazı Balık Türlerinde Rastlanan Parazit Fauna Üzerinde Araştırmalar. Doktora Tezi. İ.Ü. Deniz Bilimleri ve Coğrafya Enstitüsü. 84 s.
- SOYLU, E., (1991). Sapanca Gölü'nde Bazı Balıklarda Görülen Monogeneanlar. İ.Ü. Deniz Bilimleri ve Coğrafya Enstitüsü Bülteni. 8 (8), 145- 156
- SOYLU, E., (1995). Sapanca Gölü'ndeki Bazı Balık Türlerinde Bulunan Digenean ve Cestod Parazitler. *Ege Üniv. Su Ürünleri Dergisi* 12 (3-4) 253-265.
- SOYLU, E., (2005). Monogenean Parasites of some Fish from Sapanca and Durusu Lakes, Turkey. The fifth International Symposium on Monogenea, ISM5, Zhongshan University Guangzhou China.
- SOYLU, E., (2006). Some Metazoan Parasites (Cestoda, Trematoda and Mollusca) of *Blicca bjoerkna* Linnaeus,1758 from Sapanca Lake , Turkey. *İstanbul Üniversitesi Journal of Fisheries & Aquatic Sciencis*. 20: 51- 62.
- UZUNAY, E. ve SOYLU, E., (2006). Sapanca Gölü'nde Yaşayan Sazan (*Cyprinus carpio* Linnaeues, 1758) ve Karabalık (*Vimba vimba* Linnaeus,1758)'ın Metazoan Parazitleri. *Türkiye Parazitoloji Dergisi*, 30(2):141- 150.
- WISNIEWSKI, W.L., (1958). Characterization of the Parasitofauna of an Eutrophic Lake. *Acta Parasit. Polon*. 6: 1- 64.
- WORTMAN, H., SARICA, E., HOSANOGLU, A., YUCTAS, N. Ve WİNTER, M., (1985). Sapanca Gölü'nün Balıkçılık Açısından Durumu ve Verimin Arttırılması için Öneriler. İ.Ü. Rektörlüğü Su Ürünleri Yüksek Okulu Sapanca Balık Üretme ve İslah İstasyonu Yayın No: 14.

SAPANCA GÖLÜ BENTİK OMURGASIZLARI

Serap KOŞAL ŞAHİN¹

İstanbul Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi

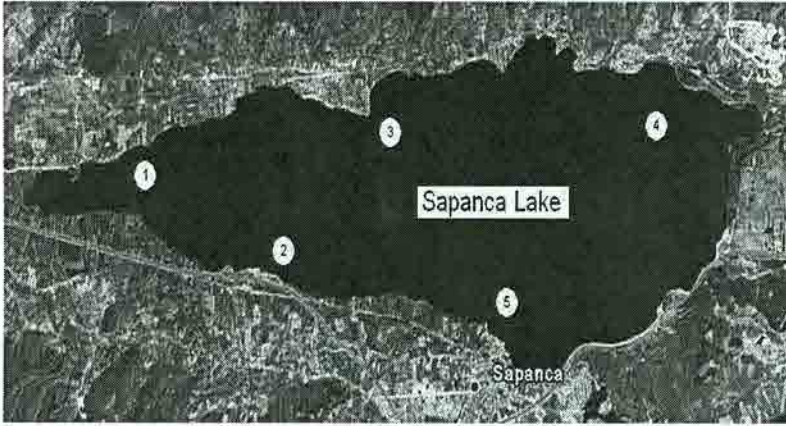
serap@istanbul.edu.tr

Bentik omurgasız organizmalar göl balıkçılığı ve göl ekosisteminin besin zincirinde önemli bir yere ve işleve sahiptirler. Bu organizmalar demersal balıklar için besin kaynağı olduğu gibi gölde besin maddelerinin dönüşümünde ve gölün biyolojik verimliliği üzerinde önemli derecede etkili olmaktadır (MULI ve MAVUT, 2001). Göllerin çeşitli çevresel baskılar nedeniyle oluşan sorunlarla karşılaştığı günümüzde, bentik organizma türleri göllerin ekolojik yapısının, su kalitesinin, kirliliğinin, ötrofikasyonun belirlenmesinde ve izlenmesinde limnologlar tarafından önemli limnolojik parametreler ve indikatörler olarak kabul edilmekte ve yararlanılmaktadır.

Sapanca Gölü'nde bentik omurgasızları ile ilgili ilk çalışma NUMAN (1958) tarafından yapılmış olup bunu *Astacus leptodactylus* konusunda WORTMANN (1986), genel bentoz konusunda SOYLU (1986), mollusklar konusunda SOYLU (1990), KOŞAL ŞAHİN ve YILDIRIM (2007), ostracodlar konusunda ALTINSAÇLI (1997), genel zoobentoz konusunda KOŞAL ŞAHİN (2002), ostracodlar konusunda KOŞAL ŞAHİN (2005) 'ın çalışmaları takip etmiştir.

Bu araştırmada Sapanca Gölü bentik omurgasızlarının nitel ve nicel dağılımları Eylül

2000- Ağustos 2001 tarihleri arasında incelenmiştir. Bunun için Sapanca Gölü'nden 5 istasyon seçilmiş (Şekil 1) ve her istasyondan her ay Ekman-grap çamur alma kabı ile çamur örneği alınmıştır. Ayrıca litoral bölgelerden de gastropoda ve bivalvia örnekleri toplanmıştır. Her örnek alımında göl suyunun sıcaklığı, hava sıcaklığı, çözünmüş oksijeni ve pH'sı ölçülmüştür. Araştırma sonucunda Oligochaeta, Ostracoda, Chironomidae Larvaları (Diptera), Gastropoda, Bivalvia gruplarına ait organizmalar her örneklemede kaydedilmiştir ve aylık değişimleri incelenmiştir. Toplam 34 tür tanımlanmıştır.



Şekil 1 Sapanca Gölü ve Örnek Alma İstasyonları

Örnekleme İstasyonlarının konumu ve özellikleri

1. İstasyon (Seka): Gölün kuzey-batısında bulunmaktadır. Çevresinde yerleşim alanları ve bazı fabrikalar bulunur. Zemin çamuru koyu gri olup, bitki kalıntıları yönünden çok zengindir. Bundan dolayı mollusca örneklerine yoğun olarak rastlanmıştır. Örnekler kıyıdan 80 m uzaklıktan ve ortalama 14 m derinlikten alınmıştır.



Şekil 2 Sapanca Gölü 1. örnek alma istasyonu.

2. İstasyon (Eşme): Gölün güneyinde yer alır. Çevresindeki yerleşim alanı geniştir. Zemin çamuru yumuşak, açık kahverengi ve kaygandır. İstasyona yakın Maden Deresi göle akmaktadır. Örnekler kıyıdan 50 m uzaklıktan ve ortalama 15 m derinlikten alınmıştır.



Şekil 3 Sapanca Gölü 2. örnek alma istasyonu.

3. İstasyon (Derin): Çevresinde yerleşim alanı azdır. Zemin çamuru siyahtır. Örnekler kıyıdan yaklaşık 150 m uzaklıktan ve ortalama 52 m derinlikten alınmıştır.



Şekil 4 Sapanca Gölü 3. örnek alma istasyonu.

4. İstasyon (Sazan Havuzları): Gölün kuzey-doğusunda bulunmaktadır. Çevresindeki yerleşim alanı geniştir. Zemin çamuru, kahverengi olup dip kısmı bitki kalıntıları yönünden zengindir. Örnekler kıyıdan yaklaşık 30 m uzaklıktan ve ortalama 17 m derinlikten alınmıştır.



Şekil 5 Sapanca Gölü 4. örnek alma istasyonu.

5. İstasyon (Kurtköy): Gölün güneyinde olup Kuruçay ve Mahmudiye Deresinin göle karıştığı noktadadır. Zemin çamuru kumlu, kahverengidir. Örnekler kıydan yaklaşık 60 m uzaklıktan ve ortalama 16 m derinlikten alınmıştır.



Şekil 6 Sapanca Gölü 5. örnek alma istasyonu.

Araştırma süresince her istasyonda ölçülen dip suyu sıcaklık değerleri Tablo 1’de verildi. Tablodan da anlaşılabacağı gibi, dip suyu sıcaklığı ortalama 14.8 ± 3.9 °C, çözülmüş oksijen 7.4 ± 1.2 mg/l, pH 7.8 ± 0.4 , seki disk 3.2 ± 1.1 m, hava sıcaklığı 19.8 ± 7.6 °C ölçülmüştür.

Tablo 1. Sapanca Gölü'nde Aylara ve İstasyonlara Göre Ölçülen Değişkenler

		2000				2001								ortalama	±
	Değişkenler	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII		
1. istasyon	Seki disk (m)	2	3.5	4.8	3.2	3.1	2	3.5	2.7	4.1	2.7	3	3	3.1	0.7
	Su sic. (°C)	26	23	13	9	10	7	16	18	23	23	30	32	19.1	8.2
	Hava sic. (°C)	19	19	15	12	11	9	14	13	19	25	31	20	16.3	4.6
	Çöz.oksi (mg/l)	8	8	9	7	8	6	6	8	10	9	7	7	7.7	1.2
	Ph	8	8	7.4	8	8	8.2	8.2	8.1	8.1	8.4	8.6	7.9	8.0	0.2
2. istasyon	Seki disk (m)	3.2	2.5	5.2	4.1	5	3	3.5	1.7	3.2	3	2.5	4	3.4	1.0
	Su sic. (°C)	25	22	16	9	11	9	14	18	22	25	29	33	19.4	7.8
	Hava sic. (°C)	12	14	16	14	14	20	17	20	17	15	15	12	15.5	2.6
	Çöz.oksi (mg/l)	8	7.8	8.2	7.9	10	5.3	8.1	7.1	7.8	8.2	6.8	7.1	7.6	1.1
	pH	8	8	7.2	7.6	8	8	8.1	8.1	7.9	8.2	8.3	7.6	7.9	0.3
3. istasyon	Seki disk (m)	3.5	3	5.6	5	2	2.3	4	2	4.4	3.2	4	2	3.4	1.2
	Su sic. (°C)	28	25	16	10	9	10	18	21	21	31	33	32	21.1	8.7
	Hava sic. (°C)	18	17	16	10	9	11	17	13	19	20	20	20	15.8	4.0
	Çöz.oksi (mg/l)	7.2	7.1	7.5	7.5	8.2	7.1	7.6	8	9.7	8	7.6	8.8	7.8	0.7
	pH	7.2	7.9	7.2	7.6	8	8.6	8.6	8.2	8.4	8.3	8.6	8.1	8.0	0.5
4. istasyon	Seki disk (m)	4	4	0	2	-	4	4	5	2.5	3	3	3	3.1	1.3
	Su sic. (°C)	25	23	9	11	-	9	15	18	21	20	29	34	19.4	8.1
	Hava sic. (°C)	19.6	12.3	11	9.5	-	9	16	10.4	12	11	15	20	13.2	3.8
	Çöz.oksi (mg/l)	7	7	7.8	7.9	-	5.8	8	4.5	6.8	4.2	3.8	8.6	6.4	1.6
	pH	7	7.6	7.9	8.1	-	8	7.6	7.6	7.3	7.4	7.6	6.7	7.5	0.4
5. istasyon	Seki disk (m)	2	2	5.8	5	3.5	3	3	2.7	3	2	3	2	3.0	1.2
	Su sic. (°C)	26	24	15	9	11	10	16	18	20	19	27	31	18.8	7.0
	Hava sic. (°C)	20	18	16	11	9	10	14	16	18	20	14	19	15.4	3.8
	Çöz.oksi (mg/l)	7.3	7.9	7.8	7.3	7.1	8.1	6.7	4.6	10.1	7.9	6.8	8.3	7.4	1.2
	pH	7.3	8	7.8	8	8	8.1	7	7.6	8.2	8	7.5	7.7	7.7	0.3

Çalışma sonunda Sapanca Gölü'nde bulunan bentik omurgasız canlı grupları şunlardır (“Ø” işareti elle toplanan materyali, “•” işareti Ekman-grap çamur alma kabıyla toplanan materyali göstermektedir).

Filum: Platyhelminthes

Sınıf : Turbellaria

Ordo: Tricladida

Familya: Kenkiidae

Cins: *Planaria* (Kenk, 1994)

•*Planaria* sp.

Filum: Annelida

Sınıf: Oligochaeta

Ordo: Lumbricida

Familya: Lumbricidae

Familya: Naididae

Ordo: Tubificida

Familya: Tubificidae

Filum : Crustacea

Sınıf: Ostracoda Latreille, 1806

Altsınıf: Podocopa G. W. Müller, 1894

Ordo: Podocopida Sars, 1866

Subordo: Podocopina Sars, 1866

Superfamilya: Cypridoidea Baird, 1845

Familya: Candonidae Kaufmann, 1900

Subfamilya: Candoninae Kaufmann, 1900

Genus: *Candona* G. W. Müller, 1900

•*Candona angulata* G.W. Müller, 1900

•*Candona neglecta* G.W. Müller, 1900

Subfamilya: Cyclocypridinae Kaufmann, 1900

Genus: *Cypria* (Zenker, 1854)

•*Cypria ophtalmica* (Jurine, 1820)

Familya: Ilyocyprididae Kaufmann, 1900

Genus: *Ilyocypris* Brady & Norman, 1889

•*Ilyocypris biblicata* (Koch, 1838)

•*Ilyocypris bradyi* Sars, 1890

Subfamilya: Cypridinae Baird, 1845

Genus: *Cypris* O. F. Müller, 1776

•*Cypris bispinosa* Lucas, 1849

•*Cypris pubera* O. F. Müller, 1776

- Subfamilya: Eucypridinae Bronstein, 1947
- Genus: *Eucypris* (Vavra, 1891)
 • *Eucypris lilljeborgi* (G.W. Müller, 1900)
- Subfamilya: Cyprinotinae Bronstein, 1947
- Genus: *Heterocypris* Claus, 1892
 • *Heterocypris incongruens* (Ramdohr, 1808)
- Ordo: Amphipoda Latreille, 1816
- Familya: Gammaridae
- Genus: Gammarus J. C. Fabricus, 1775
 • *Gammarus* sp.
- Genus: Corophium Latreille, 1806
 • *Corophium* sp.
- Smif: Insecta
- Ordo: Diptera
- Familya: Chironomidae
- Altfamilya: Chironominae G., 1928
- Genus: *Chironomus* G., 1928
 • *C. reductus* Lenz, 1924
 • *C. plumosus* L., 1758
 • *C. halophilus* K.
 • *Chironomus* (*Camptochironomus*) *tentans*. Fabr. 1794
 • *C. anthracinus*
- Genus: *Cryptotendipes* Lenz, 1941
 • *C. holsatus* Lenz, 1941
- Genus: *Cryptochironomus* K., 1918
 • *C. defectus*. K., 1921
- Genus: *Polypedium* K., 1913
 • *P. bicrenatum* K., 1911
 • *P. convictum* (Walk., 1856)
 • *P. scalaenum* Schr.
- Genus: *Dicrotendipes* K.
 • *D. nervosus* (Staeg)
- Altfamilya: Tanypodinae
- Genus: *Procladius* Skuze, 1889
 • *Procladius* (*Holotanypus*) sp. G. 1927

Filum : Mollusca

Sınıf: Gastropoda Cuvier, 1797

Alt sınıf: Prosobranchia

Ordo: Archeogastropoda Thiele, 1925

Superfamilya: Neriticea Rafinesque, 1815

Familya: Neritidae Rafinesque, 1815

Genus: Theodoxus (Montfort, 1810)

Θ• *Theodoxus fluviatilis* (L., 1758)

Θ• *T. danubialis* (C. Pfeiffer, 1828)

Genus : Bithynia

Θ• *B. tentaculata* (L., 1758)

Familya: Valvatidae

Genus: Valvata (Müller, 1774)

• *Valvata (Borysthenia) naticina* (Menke, 1845)

Familya: Viviparidae

Genus: *Viviparus* Monfort

Θ• *Viviparus viviparus costae* (Mousson, 1863)

Familya: Hydrobiidae

Alt familya: Lithoglyphinae

Genus: Lithoglyphus (Hartmann, 1821)

• *Lithoglyphus naticoides* (C. Pfeiffer, 1828)

Familya: Melaniidae

Genus: Fagotia (Bourguignat, 1884)

• *Esperina accicularis situssineri* (Shutt, 1974)

Θ• *Esperina esperi* (Ferrusac, 1823)

Alt sınıf: Pulmonata

Ordo: Basammatophora

Superfamilya: Hydrophila

Familya: Limnaeidae

Genus: Galba (Schrank, 1803)

Θ• *Galba truncatula* (Müller, 1774)

Familya : Planorbidae

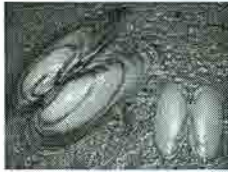
Alt Familya: Planorbinae

Genus: Planorbis (Geoffroy., 1767)

• *Planorbis planorbis* (L., 1758)

Ordo: Stylommatophora
 Superfamily: Succineacea
 Family: Succinidae
 Genus: Succinea (Draparnaud, 1801)
 • *Oxyloma elegans* (Risso, 1826)
 Family: Limnaeidae (Lamarch, 1799)
 Genus: Limnaea
 • *Lymnaea stagnalis* L., 1758

Sınıf: Bivalvia
 Family: Unionidae
 Alt family: Unioninae
 Genus: Unio (Philipson, 1788)
 • *Unio pictorum* (Bourguignat, 1856)
 Alt family: Anodontinae
 Cins: Anodonta (Lamarck, 1799)
 • *Anodonta cygnea* (Tomlin, 1886)
 Family: Sphaeriidae
 Cins: Sphaerium (Scopoli, 1777)
 • *Sphaerium lacustre* (Müller, 1774)
 Ordo: Cardiida Ferrusac, 1882
 Family: Dreissenidae (Andrusov, 1897)
 Cins: Dreissena (Van Beneden, 1834)
 • *Dreissena polymorpha* (Pallas, 1771)



Şekil 7. *Unio pictorum*



Şekil 8. *Anodonta cygnea*



Şekil 9. *Lymnaea(Radix) peregra*



Şekil 10. *Planorbis planorbis*



Şekil 11. *Theodoxus fluviatilis*



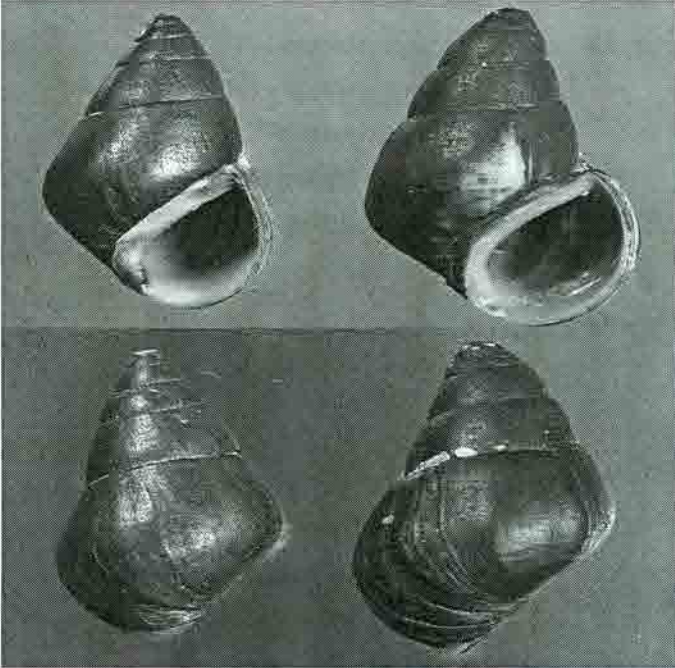
Şekil 12. *Lithoglyphus naticoides*



Şekil 13. *Radix labiata*



Şekil 14. *Lymnaea stagnalis*



Şekil 15. *Esperiana accicularis situssineri*

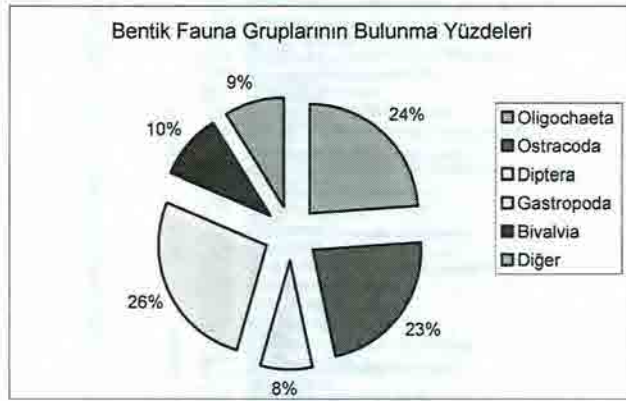


Şekil 16. *Dreissena polymorpha*



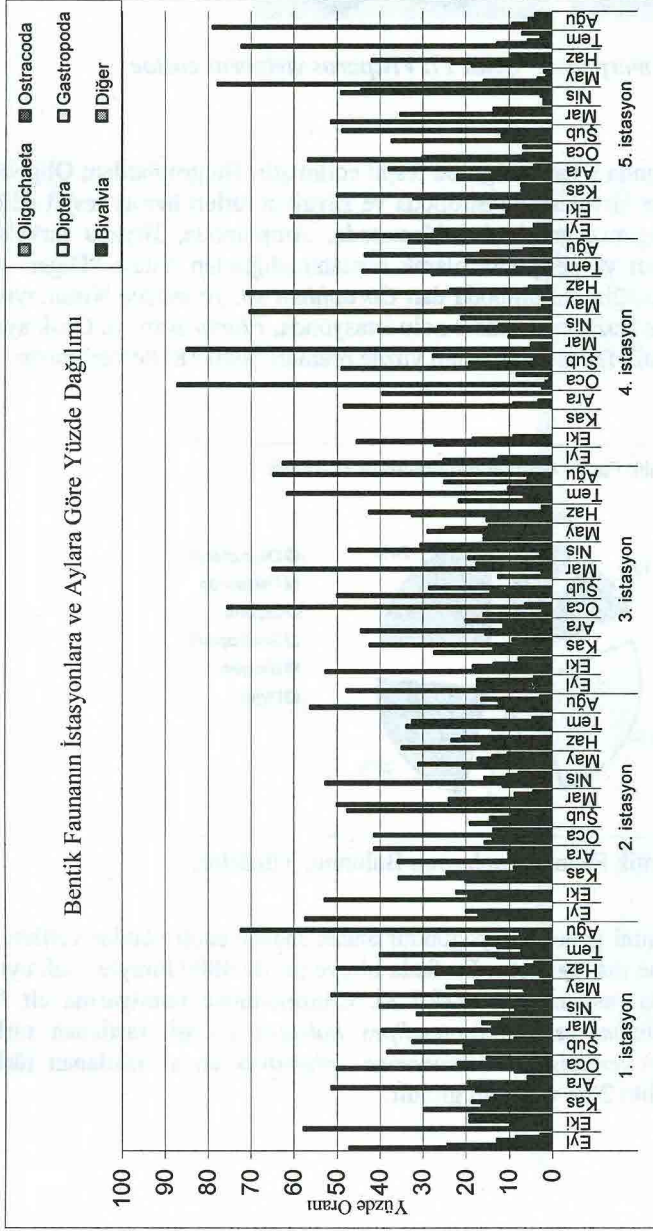
Şekil 17. *Viviparus viviparus costae*

Sapanca Gölü bentik faunasında 9 hayvan grubu tespit edilmiştir. Bu gruplardan; Oligochaeta, Ostracoda, Diptera (Chironomidae larvaları), Gastropoda ve Bivalvia türleri her ay tespit edilip m² deki birey sayısını dikkate aldığımız gruplardır, Nematoda, Amphipoda, Bryzoa larvaları ve Acar'lar sayısal olarak az olmaları ve periyodik olarak rastlanmadığından dolayı "Diğer" olarak değerlendirdiğimiz gruplardır. Örneğin Amphipoda dan *Corophium* sp. ye sadece Nisan ayında, 3 nolu istasyonda, *Gammarus* sp. ye Haziran ayında 2 nolu istasyonda, *Planaria* sp. ye Ocak ayında 2 nolu istasyonda rastlanmıştır. Bentik fauna gruplarının yüzde oranları Şekil 18' de verilmiştir.



Şekil 18. Bentik Fauna Gruplarının Bulunma Yüzdeleri

Ostracoda kabukları göl zemini genelinde yoğunudur ancak sadece canlı olanlar verilere dâhil edilmiştir. Gölde 9 ostracod türüne rastlanmıştır. En fazla bireye m² de 4800 bireyle ocak ayında 4 nolu istasyonda % 87.1 oranında rastlanmıştır (Şekil 8). Chironomidae familyasına ait 12 tür kaydedilmiştir. *Chironomus reductus* ve *Cryptotendipes holsatus* en sık rastlanan türlerdir. *Chironomus (Comptochironomus) tentans* ve *Chironomus plumosus* en az rastlanan türlerdir. Türlerin aylara göre durumları Tablo 2'de verildiği gibidir.



Şekil 19. Bentik Faunanın Aylara ve İstasyonlara Göre Yüzde Dağılımı

Tablo 2. Chironomidae Larvalarının (Diptera) Aylara Göre Durumu.

Chironomidae Larvaları	Eyl	Ekm	Ksm	Arl	Ock	Şbt	Mrt	Nsn	Mys	Hzn	Tem	Ağt
<i>Chironomus reductus</i>	+	+	-	+	+	-	+	+	-	+	+	+
<i>Chironomus plumosus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
<i>Polypedilum bicrenatum</i>	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+	-
<i>Procladius(Holotanypus) sp.</i>	-	+	+	-	-	-	+	+	+	+	-	-
<i>Cryptotendipes holsatus</i>	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	-
<i>Chironomus halophilus</i>	+	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
<i>Chironomus tentans</i>	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-	+	-
<i>Chironomus anthracinus</i>	+	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-
<i>Polypedilum convictum</i>	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-
<i>Polypedilum scalaenum</i>	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-
<i>Cryptochironomus defectus</i>	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Dicrotendipes nervosus</i>	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-

Gastropodlar % 26 oranındadır ve bu gruba ait 16 tür tanımlanmıştır. Bunlardan *Esperina esperi* m² de 2266 bireyle en fazla sayıda rastlanan tür, *Bithynia tentaculata*, *Radix labiata* ve *Oxyloma elegans* en az rastlanan türlerdir. (Tablo 3).

Bivalvia grubu % 8 oranındadır. En baskın tür *Dreissena polymorpha*'dır. m² deki birey sayıları Tablo 3'de verildi.

Tablo 3. Mollusk Türlerinin İstasyonlara göre m² deki Birey Sayıları

Türler	1. ist.	2. ist.	3. ist.	4. ist.	5. ist.	Toplam
<i>Theodoxus fluviatilis</i>	488	44	80	133	356	1101
<i>Bithynia tentaculata</i>	-	-	44	-	44	132
<i>Lithoglyphus naticoides</i>	44	-	89	-	133	266
<i>Borysthenia naticina</i>	356	-	356	489	578	1779
<i>Viviparus acerosus costae</i>	933	-	711	-	489	2133
<i>Esperiana esperi</i>	756	756	1422	756	2266	5956
<i>Esperiana accicularis situssineri</i>	756	711	578	311	1244	3600
<i>Radix labiata</i>	-	-	89	-	-	89
<i>Lymnaea stagnalis</i>	133	-	89	89	89	400
<i>Galba truncatula</i>	89	-	1422	44	89	1644
<i>Planorbis planorbis</i>	89	-	133	44	-	266
<i>Oxyloma elegans</i>	178	-	-	-	-	178
<i>Anadonta cygnea</i>	89	-	89	-	-	178
<i>Dreissena polymorpha</i>	711	44	44	311	933	2043
<i>Sphaerium lacustre</i>	-	44	133	-	-	177
<i>Unio pictorum</i>	311	-	-	-	400	711

Sapanca Gölü zeminin de 6 farklı bentik hayvansal grubun yaşadığı tespit edilmiştir. % 26 Gastropoda, % 24 Oligochaeta, %23 Ostracoda, % 10 Bivalvia, % 9 Diğer hayvanlar ve % 8'ini Diptera (Chironomidae larvaları) oluşturmuştur (Şekil 18).

Bentik hayvansal grupların birbirlerine olan sayısal oranlarına bakılacak olursa en derin bölge olan 4 nolu istasyon dışındaki istasyonlarda homojen bir dağılım görülmektedir.

Göllerin zeminin de yaygın olarak bulunan oligochaeta grubu, göl biosönozu içinde önemli besin halkalarından olup zeminin organik madde bakımından daha zengin olan bölgelerinde daha sık bulundukları bilinmektedir (MASON, 1996). Yumuşak vücutlu bu hayvanlar doğaları gereği başlarını ve vücutlarının ön kısımlarını dip çamuru içine sokarak beslenirler (SOYLU, 1986). Bundan dolayı dip yapısı, ekolojik isteklerine uygun olan 1,2,3,5 nolu istasyonlarda daha fazla rastlanmıştır. Bu istasyonların zemini konumları gereği gölü besleyen akarsuların getirdiği sediment ve bazı yerleşim yerlerinin atıkları nedeniyle çamur-mil özellikle olup ayrıca çürümekte olan bitkisel atıklarla kaplıdır. Oligochaeta grubundaki türlerin kirlilik indikatörü olarak kullanıldığı ve türlerin dağılımında derinliğin çok önemli olmadığı bildirilmiştir (MASON, 1996). Bu çalışmadaki sonuçlar bu görüşü desteklemektedir. Ayrıca çözünmüş oksijen değerlerinin oligochaeta türlerinin dağılışı üzerinde önemli etkisinin olmadığı bilinmektedir (KIRGIZ, 1989). Bu çalışmada O₂ değerinin 3.8 mg/l olarak bulunduğu istasyonda da oligochaeta yoğunluğunda dikkat çekici bir azalma söz konusu değildir.

Bu çalışmada 9 ostracoda türü tanımlanmıştır. Bunlardan *Ilyocypris* cinsine ait 2 türe (*Ilyocypris bradyi* ve *Ilyocypris biplicata*) rastlanmıştır. Bu türler ALTINSAÇLI (1997)'nin yaptığı çalışmada gölden yoğun olarak rapor edilmiştir. Bu çalışmada ise bu türlere daha seyrek rastlanmıştır. İki tür gölün litoralinde ve dere girişlerinde yoğun, gölün derinlerinde ise daha azdır. Bu türlerin Orta Asya, Kuzey Afrika, Güney ve Doğu Avrupa'da dağılım gösterdiği bildirilmiştir (MEİSCH, 2000).

Cypris cinsine ait 2 türe (*Cypris pubera* ve *Cypris bispinosa*) rastlanmıştır. Bu çalışmada en yoğun olarak bulunan tür *C. bispinosa* türüdür. Nisan ayında 2400 birey / m² en yoğun tür olmuştur. *C. bispinosa*, Kanarya ve Azor Adalarından, tüm Akdeniz civarındaki ülkelerden, Ortadoğu'dan ve Orta Asya'dan dağılımı bildirilmiş olan bir türdür (MEİSCH, 2000). Bu türe ülkemizde ilkbahar ve yaz aylarında daha sık olarak rastlanılmıştır (ALTINSAÇLI ve GRIFFITHS, 2002). *C. pubera*'nın dağılım alanı içine Avrupa, Kuzey Afrika Orta Doğu Orta Asya, Çin ve Kuzey Amerika girer (MEİSCH, 2000). Bu tür genellikle, Mayıs-Haziran ayları veya Temmuz ayı başına kadar ergin bireyleri görülebilen bir türdür. Temmuz'dan Nisan ayına kadar ise nadir görülebilen bir türdür (MEİSCH, 2000).

Cypria cinsi tek bir türle (*Cypria ophthalmica*) temsil edilmektedir. Bu tür LÖFFLER ve DANIELOPOL (1978)'e göre Anadolu'da yayılımı bulunan kozmopolit bir türdür. BRONSHTEIN (1947)'e göre tuzluluğu ‰ 6.4'e kadar yükselen sularda bulunabilen örihalin bir formudur. Ülkemizde de yaygın dağılım alanı olan bir türdür (ALTINSAÇLI ve GRIFFITHS, 2002). Bu türün su kirliliğinden ve birçok olumsuz çevre koşulundan fazlaca etkilenmediği ve göllerin derin bölgelerinde de bulunduğu kaydedilmiştir (MEİSCH, 2000).

Eucypris cinsine ait tek bir türe (*Eucypris lilljeborgi*) rastlanmıştır. Bu türün ekolojisi hakkında çok az bilgi vardır. Bu tür Palaearktik kökenlidir (Meisch, 2000). Bu türün Batı Anadolu'da dağılım gösterdiği önceki çalışmalardan bildirilmiştir (ALTINSAÇLI ve GRIFFITHS, 2002). Ülkemizde Gaziantep'te HARTMANN (1964) tarafından ilk defa saptanan bu türe bu çalışma da sadece sonbaharda rastlanmıştır.

Candona cinsine ait 2 tür bulunmuştur. *Candona neglecta*'nın dünyada ve Anadolu'da geniş dağılım gösterdiği bildirilmiştir (ALTINSAÇLI ve GRIFFITHS, 2002). *Candona neglecta* öyrihalin ve soğuk suları seven stenoterm bir türdür (BRONSHTEIN, 1947). *Candona angulata* kışın sıklıkla göllerde bulunan, yazın ise göllerde daha az rastlanılan bir tür olup, *C. neglecta* gibi göllerin derin

bölgelerinde bulunabilen bir türdür (MEISCH, 2000). Bu türün Avrupa ve Kuzey Afrika'dan da kayıtları bildirilmiştir (MEISCH, 2000).

Heterocypris cinsine ait bir türe rastlanmıştır (*Heterocypris incongruens*). Anadolu'da geniş dağılım gösterdiği bildirilmiştir (MEISCH, 2000). ALTINSAÇLI (1997), türün istasyonlara göre yoğun olarak bulunduğu bildirmiştir. Araştırmamızda ise sadece 3. istasyonda ve çok seyrek olarak görülmüştür.

ALTINSAÇLI (1997)'nin ostracodlar üzerine yaptığı çalışmada Sapanca Gölü içinde 15 tür bildirilmiştir. Bu çalışmada rastlanılmayan türler *Ilyocypris decipiens*, *Pseudocandona compressa*, *Cryptocandona vavrai*, *Eucypris virens*, *Tonnacypris lutaria*, *Cyprinotus inaequalis*, *Herpetocypris chevreuxi*, *Cypridopsis vidua*, *Darwinula stevensoni*, *Tyrrhenocythere amnicola* ve *Loxococoncha immodulata*'dır. Bu çalışmada, daha önceden tespit edilmiş türlere rastlanmamış olması, istasyon sayısının daha az olması, toplanan materyalin aynı lokaliteden alınamamış olması ya da materyal toplama periyodunun aynı aylara veya tarihlere denk gelmemiş olması ile açıklanabilir. Sapanca Gölü'nün büyük ve derin bir göl olmasından dolayı gölün kıyı bölgelerinde değişik habitatlar mevcuttur. Bundan dolayı gölün litoralinde çok sayıda istasyon oluşturularak yapılacak bir çalışmada ALTINSAÇLI (1997)'nin yaptığı çalışmada rapor ettiği türleri bulmak olasıdır. Ayrıca kirlenme ve mikroklimatik şartların az veya çok değişimi gibi ostracod türlerinin bulunduğu habitatları önemli derecede etkileyen faktörlerin bulunduğu göz önüne alınırsa, bazı türlerin devamlılığını sürdürememiş olması da düşünülebilir. ALTINSAÇLI (1997)'nin çalışma yaptığı dönemde henüz bitirilmemiş olan çevre yolu, bu çalışmadan sonraki bir tarihte tamamlanmış ve gölün güney kısmındaki yazlık evlerin sayısı %50 'ye yakın oranda artmıştır. Bu tip antropojenik aktivitelerin gölün yapısını olumsuz etkilediği sanılmaktadır (KOŞAL ŞAHİN, 2005). Bu yüzden, biyolojik çeşitliliği ortaya çıkarmaya yönelik olan bu gibi fauna tespiti çalışmalarında, canlıların toplandığı başlıca ekolojik değişkenlerin saptanması, özellikle ileride yapılacak çalışmalar için karşılaştırmayı kolaylaştıracak önemli verilerin ortaya konmasını sağlayacaktır.

Chironomidae larvalarının mevsimsel dağılımında sayısal bir homojenlik görülüyorsa da ortalama değerler yaz ve sonbahar mevsimlerinde biraz daha fazla bulunmuştur. Bu duruma yazın Haziran ayındaki 1, 3, 5 nolu istasyonlarla, Ağustos ayındaki 2 nolu istasyon; sonbaharda ise Eylül ayında 5 nolu istasyonda, Ekim'de 3, Kasım'da 1 ve 3 nolu istasyonlardaki yüksek yüzde değerleri bulunmuştur (Şekil 19).

Chironomidlerin kışı larval durumda geçirmeleri nedeniyle, Sapanca Gölü'nde daha fazla sayılarda bulunmaları beklenirdi. Ancak bu larvaların göllerdeki nitel ve nicel özellikleri bulundukları habitatın fiziksel, kimyasal ve biyolojik koşullarının yanı sıra erginleştiklerinde, çiftleşme uçuşu sırasında bölgenin, özellikle göl üzerindeki şiddetli rüzgar, yağmur vb. iklim koşullarından da etkilenebileceğinden, alışlagelmişe uymayan bu mevsimsel dağılıma bölgedeki meteorolojik koşulların neden olduğu düşünülebilir. Ayrıca çalışma periyodu süresinde göldeki bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerin de göz ardı edilmemesi gerekir.

SOYLU (1986) 'nin yaptığı çalışmada kaydedilmiş olan *Ablabesmyia phatta* (Egg., 1896), *Nanocladius bicolor* (Tsch., 1946), *Limnochironomus trimotus* Tsch., 1949., *Cryptocladopelma laccophila* (K., 1891), *Parachironomus arcuatus* G., 1928., *Cladotanytarsus mancus* 'a (Walk., 1956) bu çalışma da rastlanmadı.

Bu çalışma da kaydedilmiş olan *Dicortendipes nervosus*, *Cryptotendipes holsatus*, *Polypedilum convictum*, *Procladius (Holotanypus) sp.*, *Chironomus plumosus* 'a SOYLU (1986)' nin yaptığı çalışmada rastlanmadı. *Chironomus reductus* mesotrofik göllerin tipik türleri olarak bildirilmiştir (KELLY ve JONES, 2004). Araştırmamızda bu türe her istasyonda rastlanmıştır.

Gastropoda ve Bivalvia (Mollusk) elemanlarının balık beslenmesinde önemleri fazla bilinmesine de (KUBİLAY ve TİMUR, 1995) mide içeriği incelenen *Rutilus rutilus*, *Bilica bilica*, *Vimba vimba* türü balıklar da *Dreissena* ve *Galba* başta olmak üzere mollusk örneklerine rastlanmış olması bazı balıkların bu gruptan besin olarak yararlanıldığını gösterir. Ayrıca mollusk grubu; balıklarda tespit edilen bazı parazitlere ara konakçılık etmeleri bakımından da önemlidir (KUBİLAY ve TİMUR, 1995). *Esperina esperi* Germain'e (SOYLU, 1990) göre Türkiye'de yalnız Sapanca Gölü'nde bulunmaktadır. Yine Germain'e göre bu tür Tuna havzasında yaygındır. Sapanca Gölü'nde bulunması, İstanbul Boğazının oluşumu sonucu meydana gelen lokal izolasyonla açıklanabilir. Göl genelinde, *Succinea elegans*, *Galba palustris*, *Galba trunculata* en az rastlanan türler arasındadır.

Gastropodlardan, *Bithynia tentaculata*'ya SOYLU (1990)'nun yaptığı çalışmada rastlanmamıştır. Bivalvia grubuna daha sert, taşlık zeminlerde rastlanmıştır. Bivalvlerden *Dreissena dreissena polymorpha* en baskın türdür. Daha önceden yapılmış çalışmada da bu tür baskın bulunmuştur (SOYLU, 1990).

NUMAN (1958)'nin yaptığı çalışmada chironomidae larvalarının oligochaeta türlerinden daha fazla sayıda olduğu bildirilmiştir ancak m² deki tür sayıları veya bulunma yüzdeleri belirtilmemiştir. Mollusklardan *Dreissena polymorpha*, *Theodoxus fluviatilis*, *Lithoglyphus naticoides*'in mevcut olduğu bildirilmiş fakat aynı şekilde m² deki tür sayıları veya bulunma yüzdeleri belirtilmediği için bu çalışmayla karşılaştırılamamaktadır.

SOYLU (1990)'nun yaptığı çalışma da kaydedilmiş olan *Asellus* sp.'ye araştırmamızda rastlanmamıştır.

WORTHMANN (1986)'nin yaptığı çalışmada *Astacus leptodactylus*'a rastlanmıştır. Araştırmamızda da litoral bölgede bu tür tanımlanmıştır. Bu türün populasyon yoğunluğuyla ilgili bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Araştırmamızda SOYLU (1986)'nin yaptığı çalışma da kaydedilmeyen Bryzoa larvaları görülmüştür. "Diğer" olarak isimlendirilen Acar, Nematoda, Amphipoda gruplarının bulunduğu bölümlerde bazı rakamların yüksek olması bryzoa larvalarının bulunmasıyla açıklanabilir (Şekil 18).

KAYNAKLAR

- ALTINSAÇLI, S., (1997). The Ostracoda (Crustacea) Fauna of Lake Sapanca University of İstanbul Faculty of Science. *The Journal of Biology*. 60: 32- 37.
- ALTINSAÇLI, S. GRIFFITHS, H.I., (2002). A review of the occurrence and distribution of the recent non-marine Ostracoda (Crustacea) of Turkey, *Zoology in the Middle East*; 27: 61-76.
- BRONSHTEİN, Z.S., (1947). Fresh-water Ostracoda. Fauna of the USSR, (Crustaceans) 2(1): i-xv, 1- 470. Academy of Sciences of the USSR Publishers, Moscow. Russian Translation Series, 64.
- HARTMANN, G., (1964). Asiatische Ostracoden, Systematische und Zoogeographische Untersuchungen. *Int. Rev. gesam. Hydrobiol. Syst. Beihefte* 3: 1- 155.
- KELLY, A., JONES, R. J., (2004). Stable Isotope analysis provides fresh insights into dietary separation between *Chironomus anthracinus* and *C. plumosus*. *J. N. Am. Benthol. Soc.* 287-288.

- KIRGIZ, T., (1989). Gala Gölü Bentik Faunası. *Anadolu Üniv. Fen-Edebiyet Dergisi*, C:1 S:2, 20. 67- 87.
- KOŞAL ŞAHİN, S., (2005). Sapanca Gölü'nün Ostracoda (Krustasea) Faunası Üzerine Katkılar. *İ.Ü Su Ürünleri Fak Derg.* 19:19 ISSN 1018- 1911. 29- 32.
- KOŞAL ŞAHİN, S., YILDIRIM, M.Z., (2007). The Mollusc Fauna of Lake Sapanca (Turkey: Marmara) With Some Physico-Chemical Parameters On The Abundance Of Them. *Tr. J. of Zool.* 31: 47-52
- KUBİLAY, A. TİMUR, G., (1995). Eğridir Gölü Avlağı Bentik Faunasında Bulunan Mollusk Türlerinin Tanımlanması, Mevsimlere ve Zonlara Göre Dağılımı. *Tr. J. of Zool.* 19. 41-748.
- LÖFFLER, H.H., DANİELOPOL, D., (1978). Ostracoda (Cyprididae) p. 196-208. In: Ilies, J. (Ed.) *Limnofauna Europaea*, Newyork.
- MASON, C. F., (1996). Biology of Freshwater Pollution. *Longman Group Limited, Essex*, 82-88.
- MEİCH, C., (2000). SüBwasserfauna von Mitteleuropa. Freshwater Ostracoda of Western and Central Europe. *Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, Berlin*, Band 8/3. 1- 515.
- MULI, R., MAVUTU, K.M., (2001). The Benthic Macrofauna Community of Kenyan Waters of Lake Victoria. *Hydrobiologia*. 458. 83- 90.
- NUMANN, W., (1958). Anadolu'nun Muhtelif Göllerinde Limnolojik ve Balıkçılık İlmi Bakımından Araştırmalar ve Bu Göllerde Yaşayan Sazanlar hakkında Özel Bir Etüd. *İ.Ü Fen Fak. Hidrobiyoloji Araş. Ens.*7:114. 45- 51.
- SOYLU, E., (1986). Sapanca Gölü'nde Dip Faunanın Miktar ve Dağılımı Hakkında Bir Çalışma. *İ.Ü. Deniz Bilimleri ve Coğr. Enst. Yüksek Lisans Tezi.* 37.
- SOYLU, E., (1990). Sapanca Gölü Mollusk Faunası. *İ.Ü. Su Ürünleri Dergisi* 4, 1:73- 88.
- WORTHMANN, H. R., (1986). Türkiye-Marmara Bölgesi İç Su Ürünlerini Geliştirme Projesi Sonuç Raporu. P.N. 78. 2033.7

SAPANCA GÖLÜ'NÜN OSTRACODA (CRUSTACEA) FAUNASI

Selçuk ALTINSAÇLI¹

altinsacli@yahoo.com

Bu çalışma ALTINSAÇLI, (1993; 1997) tarafından Sapanca Göl'ünde 1990- 1991 yılları arasında içinde ilkbahar, yaz, sonbahar ve kış aylarında gerçekleştirilmiştir. 24 lokaliteden toplanan materyal değerlendirilmiş ve 15 cinse ait 25 tür saptanmış ve sınıflandırması yapılmıştır (ALTINSAÇLI, 1993; 1997). Bu sınıflandırmanın sonucu aşağıdaki gibidir: *Ilyocypris biplicata*, *Ilyocypris gibba*, *Ilyocypris bradyi*, *Ilyocypris decipiens*, *Candona neglecta*, *Candona crispata*, *Candona vavrai*, *Candona fabaeformis*, *Candona angulata*, *Candonopsis kingslei*, *Cypria ophthalmica*, *Cypris pubera*, *Cypris bispinosa*, *Eucypris virens*, *Eucypris lutaria*, *Eucypris lilljeborgi*, *Dolerocypris sinensis*, *Cyprinotus inaequalis*, *Heterocypris incongruens*, *Herpetocypris chevreuxi*, *Ilyodromus olivaceus*, *Cypridopsis vidua*, *Darwinula stevensoni*, *Tyrrhenocythere amnicola* ve *Loxoconchissa immodulata*. Bu türlerden *Candona crispata*, *Candona vavrai*, *Candona fabaeformis*, *Candona angulata*, *Tyrrhenocythere amnicola* ve *Loxoconchissa immodulata* Türkiye Ostracoda faunası için yeni kayıttır (ALTINSAÇLI, 1993; 1997).

Sapanca Gölü'nde bulunan 25 ostrakod türünün taksonomisi (ALTINSAÇLI, 1993; 1997)

Alem: ANİMALİA

Filum: ARTHROPODA

Alt Filum: CRUSTACEA

Sınıf: OSTRACODA Latreille, 1806

Takım: PODOCOPIDA Sars, 1866

Alt Takım: PODOCOPINA Sars, 1866

Üst familya: CYPRIDOIDEA Baird, 1845

Familya: ILYOCYPRIDIDAE Kaufmann, 1900

Cins: *Ilyocypris* Brady & Norman 1889

- *Ilyocypris biplicata* (Koch, 1838) Brady & Norman, 1889.
- *Ilyocypris gibba* (Ramdohr, 1808) Brady & Norman, 1889
- *Ilyocypris bradyi* Sars, 1890
- *Ilyocypris decipiens* Masi, 1905.

Familya: CANDONIDAE Kaufmann, 1900

Alt Familya: CANDONINAE Kaufmann, 1900

Cins: *Candona* Baird, 1845

- *Candona neglecta* Sars, 1887
- *Candona crispata* Klie, 1926
- *Candona vavrai* (Kaufmann, 1900) Luettig, 1962
- *Candona fabaeformis* (Fischer, 1851) Liljeborg, 1853
- *Candona angulata* Mueller, 1900

Cins: *Candonopsis* Vavra, 1891

- *Candonopsis kingsleii* (Brady & Robertson, 1870) Vavra, 1891

Alt Familya: CYCLOCYPRIDINAE Kaufmann, 1900

Cins: *Cypria* (Zenker, 1854) Brady & Norman, 1889

- *Cypria ophthalmica* (Jurine, 1820) Brady & Norman, 1889

Familya: CYPRIDIDAE Baird, 1845

Alt Familya: CYPRIDINAE Baird, 1845

Cins: *Cypris* Mueller, 1776

- *Cypris pubera* Mueller, 1776
- *Cypris bispinosa* Lucas, 1849

Alt Familya: EUCYPRIDINAE Bronstein, 1947

Cins: *Eucypris* (Varva, 1891) Daday, 1900

- *Eucypris virens* (Jurine, 1820) Daday, 1900
- *Eucypris lutaria* (Koch, 1838) Mueller, 1912
- *Eucypris Lilljeborgi* (Mueller, 1900) Mueller, 1912

Alt Familya: DOLEROCYPRIDINAE Triebel, 1961

Cins: *Dolerocypris* Kaufmann, 1900

- *Dolerocypris sinensis* Sars, 1903

Alt Familya: CYPRINOTINAE Bronstein, 1947

Cins: *Cyprinotus* Brady, 1886

- *Cyprinotus inaequivalvis* Bronstein, 1928

Cins: *Heterocypris* Claus, 1892

- *Heterocypris incongruens* (Ramdohr, 1808) Claus, 1892

Alt Familya: HERPETOCYPRIDINAE Kaufmann, 1900

Cins: *Herpetocypris* Brady-Norman, 1889

- *Herpetocypris chevreuxi* (Sars, 1896) Mueller, 1912

Cins: *Ilyodromus* Sars, 1894

- *Ilyodromus olivaceus* (Brady-Norman, 1889) Sars, 1895

-

Alt Familya: CYPRIDOPSINAE Bronstein, 1947

Cins: *Cypridopsis* Brady, 1867

- *Cypridopsis vidua* (Müller, 1776) Brady, 1867.

Üst Familya: DARWINULIDACEA Brady & Norman, 1889

Family: DARWINULIDAE Brady & Norman, 1889

Cins: *Darwinula* Brady & Robertson, 1885

- *Darwinula stevensoni* (Brady-Robertson, 1870) Brady-Robertson, 1885.

Familya: HEMICYTHERIDAE Puri, 1953

Alt familya: HEMICYTHERINAE Puri, 1953

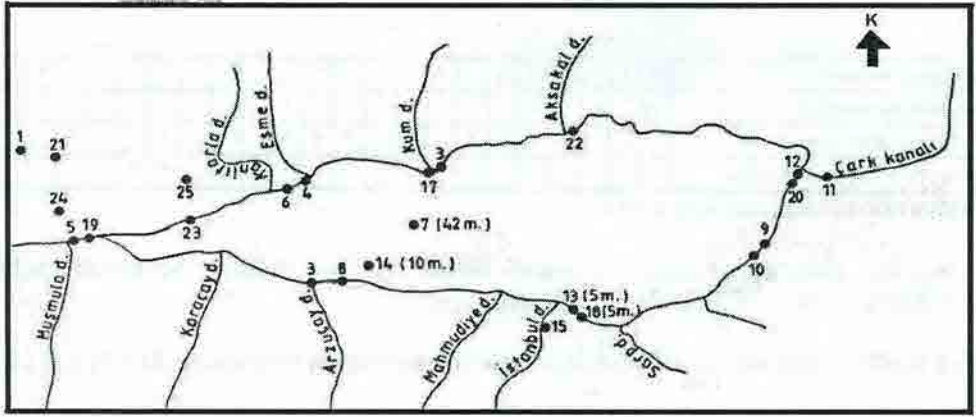
Cins: *Tyrrhenocythere* (Ruggieri, 1955) Stancheva, 1971

- *Tyrrhenocythere amnicola* (Sars, 1887) Krstic, 1977

Familya: LOXOCONCHIDAE Sars, 1925

Cins: *Loxoconchissa* Triebel & Malz, 1969

- *Loxoconchissa immodulata* Stepanaitys, 1958.



Şekil 1 Sapanca Gölü ve yöresinde materyal toplanan istasyonlar ve gölü besleyen sular (ALTINSAÇLI, 1993;1997)

Sapanca Gölü ve yöresinde materyal toplanan istasyonlar ve gölü besleyen sular Şekil 1'de gösterilmiştir (ALTINSAÇLI, 1993; 1997).

Sapanca Gölü'nde bulunan ostrakod türleri ve bulundukları istasyonlar (ALTINSAÇLI, 1993; 1997) Tablo 1'de gösterilmiştir.

Tablo 1 Sapanca Gölü'nde bulunan ostrakod türleri ve bulundukları istasyonlar (ALTINSAÇLI, 1993; 1997)

TÜRLER	İSTASYONLAR																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
<i>Ilyocypris gibba</i>	*																							
<i>Ilyocypris bradyi</i>		*			*						*					*	*							
<i>Ilyocypris biplicata</i>	*					*						*							*			*		
<i>Ilyocypris decipiens</i>												*					*							
<i>Candona neglecta</i>	*		*	*	*		*	*	*	*	*	*	*	*							*		*	
* <i>Candona crispata</i>											*						*							
* <i>Candona vavrai</i>				*																				
* <i>Candona fabaeformis</i>											*													
* <i>Candona angulata</i>																	*							
<i>Candonopsis kingsleli</i>											*													
<i>Cypria ophthalmica</i>	*				*				*			*					*							
<i>Cypris pubera</i>	*																			*				
<i>Cypris bispinosa</i>	*																							
<i>Eucypris virens</i>	*		*		*	*			*	*		*			*							*	*	*
<i>Eucypris lutaria</i>						*																		
<i>Eucypris lilljeborgi</i>	*																							
<i>Dolerocypris sinensis</i>	*																							
<i>Cyprinotus inaequalis</i>																	*			*		*	*	*
<i>Heterocypris incongruens</i>	*	*													*	*			*	*	*	*	*	*
<i>Herpetocypris chevreuxi</i>	*																*							
<i>Ilydromus olivaceus</i>	*				*											*								

<i>Cypridopsis vidua</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Darwinula stevensoni</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
* <i>Tyrrhenocythere amnicola</i>						*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
* <i>Loxoconchissa immodulata</i>						*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

* Türkiye Ostrakod faunası için yeni kayıt

Sapanca Gölü'nde bulunan ostrakod türleri ve bu türlerin mevsimsel dağılımları (ALTINSAÇLI, 1993; 1997) Tablo 2'de gösterilmiştir.

Tablo 2 Sapanca Gölü'nde bulunan ostrakod türleri ve mevsimsel dağılımları (ALTINSAÇLI, 1993; 1997)

TÜRLER		MEVSİMLER			
		İLKBAHAR	YAZ	SONBAHAR	KIŞ
<i>Ilyocypris gibba</i>	P	-	-	-	+
<i>Ilyocypris bradyi</i>	P	+	+	+	+
<i>Ilyocypris biplicata</i>	B	+	+	+	+
<i>Ilyocypris decipiens</i>	B	+	+	-	-
<i>Candona neglecta</i>	B	+	+	+	+
<i>Candona crispata</i>	B	-	-	-	+
<i>Candona vavrai</i>	B	+	+	-	-
<i>Candona fabaeformis</i>	B	-	-	-	+
<i>Candona angulata</i>	B	+	+	+	+
<i>Candonopsis kingsleii</i>	B	-	-	-	+
<i>Cypria ophtalmica</i>	B	+	+	+	+
<i>Cypris pubera</i>	P	+	+	-	-
<i>Cypris hispidosa</i>	P	+	-	-	-
<i>Eucypris virens</i>	P	+	+	+	+
<i>Eucypris lutaria</i>	P	-	-	-	+
<i>Eucypris lilljeborgi</i>	P	+	-	-	-
<i>Dolerocypris sinensis</i>	P	+	-	-	-
<i>Cyprinotus inaequalis</i>	P	+	+	+	+
<i>Heterocypris incongruens</i>	P	+	+	+	+
<i>Herpetocypris chevreuxi</i>	P	+	+	+	+
<i>Ilyodromus olivaceus</i>	B	+	+	+	+
<i>Cypridopsis vidua</i>	P	+	+	+	+
<i>Darwinula stevensoni</i>	P	+	+	+	+
<i>Tyrrhenocythere amnicola</i>	B	+	+	+	+
<i>Loxoconchissa immodulata</i>	B	+	+	+	+

B: Biseksüel populasyon

P: Parthenogenetik populasyon

KAYNAKLAR

- ALTINSAÇLI, S., (1993). Sapanca ve İznik Göllerinin Ostrakod (Crustacea) Faunası ve Zoocoğrafik Dağılımı, İstanbul Univ. Fen Bilimleri Enstitüsünde Doktora Tezi (Basılmış): 1-103.
- ALTINSAÇLI, S., (1997). The Ostracoda (Crustacea) Fauna of Lake Sapanca. İstanbul Univ. Journal of Biology 60 (Doktora Tezinin basılmış Hali): 17- 45.

SAPANCA GÖLÜ'NDE BAZI CYPRINİDAE TÜRLERİ VE TURNA BALIĞININ (*Esox lucius* L.) BİYOLOJİK ÖZELLİKLERİ

Hacer OKGERMAN¹

İstanbul Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi

okgerman@istanbul.edu.tr

Sapanca Gölü Marmara Bölgesinin ikinci en büyük doğal gölüdür. Bu göl içme suyu kaynağı ve endüstriyel su kullanımının yanı sıra yoğun olarak ticari ve sportif balıkçılık amaçlı kullanılmaktadır. Sapanca Gölü'nde en çok avlanan balıklar, kıızıkanat (*Scardinius erythrophthalmus* L. (% 24.43); tahta balığı (*Blicca bjoerkna* L. (% 22.98)); kıızılgöz (*Rutilus rutilus* L. (% 21.71)); eğrez balığı (*Vimba vimba* (%8.71)), ve turna balığı (*Esox lucius* (%7.37))'dır, (KARABATAK VE OKGERMAN, 2002). Tahta balığı deniz lagünlerinde, nehir ağzlarındaki sularda, göllerde yaşarlar. Ötrofikasyonun artmasıyla birlikte, bu tür sulardaki balık stok biyomasının en önemli elemanını oluşturur. Genellikle tahta balığının besin spektrumu geniştir ve ana besin maddeleri Chironomidae, Cladocera, Copepoda and Gastropoda'dır, (TADAJEWSKA, 1993). Aynı zamanda bu balık türü turna, yayın ve yılan balığı popülasyonlarının besin formunu oluşturduğu için önemli bir rol oynamaktadır. Tahta balığı başlıca Marmara, Karadeniz ve Avrupa bölgesi iç su ve lagünlerinde dağılım göstermektedir, (SLASTENENKO, 1956; GELDİAY VE BALIK, 1988).

Kızılgöz balık türü yavaş akan ve yoğun olarak makrofitlerin bulunduğu suları tercih eden bir türdür, (ZERUNIAN ve diğ., 1986). Bu tür İngiltere ve Avrupa tatlı sularında yaygındır. Kızılgöz beslenme alışkanlıklarına göre göllerin littoral zonu ve dip tabakasını tercih eder, (KECKEIS & SCHIEMER, 1990).

Kızıkanat Avrupa ve Orta Asya bölgelerindeki göl, nehir, kanal ve küçük su birikintilerinde yaygın olarak bulunurlar, (FROESE, R., PAULY, D., 2005). Bu tür omnivor beslenme özelliği göstermektedir. Kızıkanat invertebrat (böcek larvaları ve erginleri) ve bitkilerle beslenirler. Ergin kıızıkanat bireylerinin makrofitler üzerinden yoğun olarak beslenmelerine rağmen, biyolojik temizlemede etkin değillerdir, (FROESE, R., PAULY, D., 2005).

Eğrez balığı bento-pelajik ve anadrom bir türdür. Azov Denizi, Karadeniz, Hazar denizi ve Batı Avrupa'da yaygın bir türdür. Yumurtlama dönemlerinde göllerin derin bölgelerinden dere kenarlarına ve ortalarına doğru göç ederler. Bu yüzden dere balığı olarak isimlendirilirler. Bu tür bitki ve invertebratlarla beslenir, (FROESE, R., PAULY, D., 2005).

Turna balığı Avrupa, Asya ve Kuzey Amerika'da yaygın olarak bulunur, (LORENZONI ve diğ., 2002). Pisivor bir balık türüdür, (WYSUJACK ve diğ., 2001). Turna balığı kuzey yarımküre tatlı sularının yaygın ve başarılı bir predatör türü olduğu için sıklıkla biyomanuplasyonda kullanılmaktadır, (WYSUJACK ve diğ., 2001). En genç bireyleri kıyıya en yakın yerlerde yaşarlar ve sadece büyük bireyler açık suları da kullanırlar, (CHAPMAN AND MACKAY 1984; BRY 1996; GRIMM and KLINGE 1996). Turna balığı Sapanca Gölünün en önemli ticari balık türüdür ve yıllardır balıkçılar tarafından avlanılmaktadır.

RAHE VE WORTHMANN (1986) balıkçılarla ortak yaptıkları çalışmada turna balığı stoğunun 21 ton/yıl olduğunu, bu türün gelecekte azalma göstereceğini ve bu azalmaya karşı önlem alınması gerektiği konusuna değinmişlerdir. Bu çalışmanın haricinde gölde 2000 yılına kadar balık

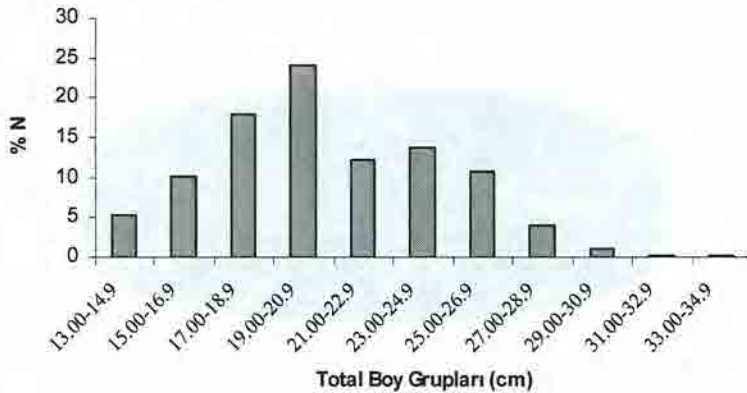
sistematiki üzerine çalışmalar yapılmış fakat gölde bulunan balıkların biyolojisi ve ekolojisi üzerine hiçbir çalışma yapılmamıştır.

Bir göl ekosistemindeki balık türlerinin kompozisyonu, populasyon yapıları ve bolluğu uygulanan avcılığa, gölün ekolojik özelliklerindeki değişikliklere ve göle yeni balık türlerinin girişine bağlı olarak zamanla az çok değişebilmektedir. Ekolojik işlevleri nedeniyle ekosistemin önemli biyo-ekolojik öğelerinden olan balık türlerinin kompozisyonu ve populasyon yapılarında meydana gelen değişimlere bağlı olarak zamanla gölün ekolojik özellikleri ve su kalitesi olumsuz yönde etkilenmektedir. Bu nedenlerle günümüzde balık stoklarının biyolojileri ve populasyon dinamikleri üzerinde yapılan çalışmalar sadece balıkçılık işletmeciliği bakımından değil, aynı zamanda göllerdeki ekolojik değişimlerin ve nedenlerinin ortaya konulabilmesi ve izlenebilmesi için de büyük bir önem taşımaktadır, (BİRO, 1993). Bu bakımdan içme-kullanma suyu kaynağı, rekreasyon, ticari ve sportif balıkçılık alanı olarak kullanılan ve bu kullanım amaçlarına bağlı olarak ta yoğun çevresel baskılarla karşı karşıya bulunan Sapanca gölünde de balık türlerinin biyolojileri ve populasyon dinamikleri üzerinde izlemeye yönelik çalışmaların yapılması gölün kullanım amaçları bakımından sosyo-ekonomik olarak büyük bir önem taşımaktadır, (KARABATAK VE OKGERMAN, 2002).

KIZILKANAT (*Scardinius erythrophthalmus* L.)

Boy Kompozisyonu

Aralık 2000-Aralık 2001 tarihleri arasında gölden yakalanan 409 *Scardinius erythrophthalmus* örneğinin boyları 13.4-29.2 cm olarak saptanmıştır. Bunlardan 221 adet dişi bireyin total boyları 13.4 – 29.2 cm, 188 adet erkek bireyin ise total boyları ise 13.7 – 34 cm arasında dağılım göstermiştir (Şekil 1). En fazla yakalanan örnekler 19.0 – 20.9 cm boy grupları (% 24.15) arasındadır. Örnekler içerisinde (409 birey) 30 cm’den daha büyük olan 2 adet erkek birey (31.5, 34 cm) bulunmuştur, (OKGERMAN, 2005).



Şekil 2. Kızılkanat (*Scardinius erythrophthalmus* L.) örneklerinin total boy (cm) dağılımı (OKGERMAN, 2005).

Boy – Ağırlık İlişkisi

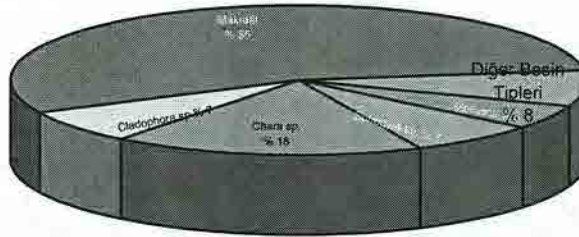
Kızılkanat örneklerinin boy-ağırlık ilişkisi için total boy kullanılmış ve regresyon eğim katsayısı $b=3.34$ olarak hesaplanmıştır. Cinsiyete bağlı olarak yapılan boy-ağırlık ilişkisi hesaplamalarında da b değerinin 3’ten büyük olduğu ve örnek geneli ile benzerlik gösterdiği (erkekler için $b= 3.347$, dişiler için $b= 3.341$) belirlenmiştir (OKGERMAN, 2005).

Üreme Zamanı

Aralık 2000'den, Aralık 2001'e kadar gölden yakalanan dişi kızkıkanat bireylerinin aylara göre hesaplanan ortalama % GSI değerlerine göre gonad gelişimi belirlenmiştir. Sapanca Gölü'nde dişilerin GSI değeri Nisan ayına kadar artmakta ve bu ayda maksimum değere (% GSI= 5.77) erişmektedir. Nisan ayından sonra Mayıs'ta GSI değeri hızlı bir düşüş göstermekte olup, aylık ortalama GSI değeri dişi örneklerde 1.79 olarak bulunmuştur. Temmuz, Ağustos, Eylül aylarında yılın en düşük değerlerinde olup, bu değerler hemen hemen birbirine benzerdir. Mayıs örneklemede tamamına yakınının yumurta döktükleri görülmüştür. Hem GSI hem de arazi gözlemlerine dayalı olarak Sapanca Gölü'nde kızkıkanat balığının üremesinin Mart-Mayıs ayları arasında gerçekleştiği sonucuna varılmıştır. En yoğun yumurtlama Nisan ayında (13.7 °C) meydana gelmektedir. Nisan, Mayıs ve Haziran aylarında yüzey su sıcaklığı sırasıyla 12.3, 13.7 °C, 18.9 °C'dir. İncelenen örnekler arasında yumurtasını dökmüş en küçük birey boyu 13.5 cm, ağırlığı 25.5 g olarak ölçülmüştür.

Besin Tipleri

Kızıkkanat balık türünün besinini Makrofit (*Ceratophyllum sp.*, *Myriophyllum sp.*, *Najas sp.*, *Phragmites sp.*), Mollusk (*Planorbis sp.*, *Theodoxus sp.*, *Radix sp.*, *Succinea sp.*, *Valvata sp.*, *Fagotia sp.*), Alg (Chlorophyta grubundan; *Spirogyra sp.*, *Chara sp.*, *Cladophora sp.* Ve diğer Chlorophyta türleri, Cyanophyta, Bacillariophyta, Euglenophyta, Dinophyta) ve Diğer besin tipleri (Oligochaeta, Trichoptera, Nematoda, Chironomidae, Zooplankton grubundan; *Brachionus calyciflorus*, *Keratella cochlearis*, *Alona quadrangularis*, *Bosmina longirostris*, *Harpacticoida*, Zooplankton yumurtası, Kerevit larvası, Kerevit ekstremitesi, Balık yumurtası ve ekstremiteleri) oluşturmaktadır (Şekil 5) (OKGERMAN, 2002).



Şekil 5. Sapanca Gölü'nden Ekim 2000 – Ekim 2001 Tarihleri Arasında Yakalanan 329 Kızıkkanat (*Scardinius erythrophthalmus* L. 1758) Birey Örneğinin Sindirim Kanalı İçeriklerindeki Besin Gruplarının % Ağırlık Olarak Dağılımları (OKGERMAN, 2002)

TAHTA BALIĞI (*Blicca bjoerkna* L.)

Büyüme Değerleri

Sapanca Gölü'nde *Blicca bjoerkna*, *Scardinius erythrophthalmus*'tan sonra en fazla yakalanan ikinci türdür, (KARABATAK VE OKGERMAN, 2002). Yaş tayinleri sonucunda tahta balığı 1+ ve 9+ yaş arasında dağılım göstermiştir, (OKGERMAN ve diğ., 2004).

Dişi ve erkeklerin yaş-boy ve yaş-ağırlık ilişkisi hesaplamaları sonucunda von Bertalanffy denklemleri erkekler için;

$$L_t = 22.169 [1 - e^{-0.215 (t+0.986)}] ; \emptyset' = 2.02 ; W_t = 42.439 [1 - e^{-0.215 (t+0.986)}]^3,$$

dişiler için ise;

$$L_t = 31.917 [1 - e^{-0.122 (t+1.087)}] ; \emptyset' = 2.10 ; W_t = 129.969 [1 - e^{-0.122 (t+1.087)}]^3$$

olarak bulunmuştur, (OKGERMAN ve diğ., 2004).

Bu gölde tahta balığının populasyonunda dişi ve erkek bireylerin çoğunluğu 3 yaşında az bir kısmı da 4 yaşında eşeyssel olgunluğa erişmektedirler, (GÜRSOY, Ç., 2001). Sapanca Gölü'nde son yıllarda balıkçılar tarafından büyük boydaki tahta balığının aşırı derecede avlanması yüzünden bu çalışmada 6+ yaşın üzerindeki tahta balığı daha az sayıda avlanmıştır, (OKGERMAN ve diğ., 2004).

Boy – Ağırlık İlişkisi

Tahta balığının boy-ağırlık ilişkisi cinsiyetler için ayrı ayrı hesaplandı. Boy-ağırlık ilişkisi denklemleri erkekler için $W = 0.046 L^{3.314 \pm 0.057}$ ($R^2 = 0.9662$), dişiler için $W = 0.0040 L^{3.392 \pm 0.060}$ ($R = 0.9714$) olarak bulunmuştur. Dişi bireylerin b değeri erkek bireylerden biraz daha yüksektir, (OKGERMAN ve diğ., 2004).

Gonad Gelişimi

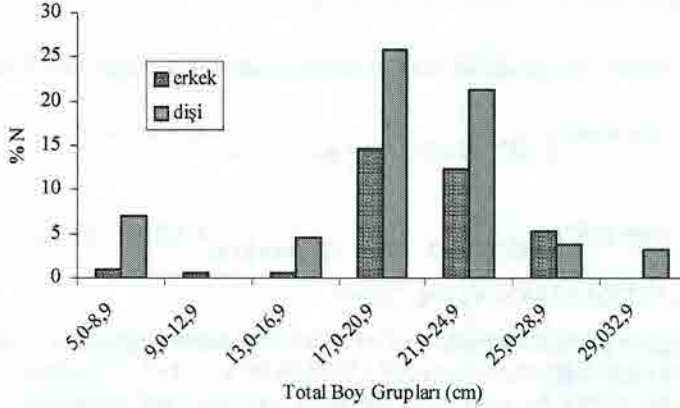
Gonad gelişimi Gonadosomatik indeks (GSI) kullanılarak belirlenmiştir. Ortalama GSI dişiler için 6.04 (minimum= 0.123, maksimum= 21.138), erkekler için 5.11 (minimum= 0.146, maksimum= 10.722)'dir. Erkekler 4+ yaşında, dişiler ise 7 yaşında en yüksek GSI değerine ulaşmaktadır. GSI erkekler için Mart ayında (10.722), dişilerde ise Nisan ayında maksimum (21.138) maksimum değerdedir. Nisandan Temmuz ayına kadar GSI her iki cinsiyet için en düşük değere ulaşır. Ortalama aylık sıcaklık Nisan ayında 13.3 °C, Mayıs'ta 18.3 °C, Haziran'da ise 23.9 °C'dir, (OKGERMAN ve diğ., 2004).

GÜRSOY (2001)'e göre Sapanca Gölü'nde tahta balığı populasyonundaki bireyler Mayıs ayında yumurtlama faaliyeti göstermişlerdir. Bu çalışmada ölçülen yüzey suyu sıcaklığı Mayıs ayında 19 °C'dir.

KIZILGÖZ (*Rutilus rutilus* L.)

Boy Dağılımı ve Büyüme Oranı

Erkek ve dişi bireylerin boyları 6.7-32 cm arasında dağılım göstermiştir. Bunlardan 262 adet dişi bireyin total boyları 6.7-32 cm, 136 adet erkek bireyin ise total boyları ise 6.8-28 cm arasındadır. Kızılğöz 4 cm'lik boy grubuna göre sınıflandırılmıştır. Dişi ve erkek kızılğözün en fazla dağılım gösterdiği boy grubu 17-20.9 cm'dir (Şekil6) (OKGERMAN VE ORAL, 2004).



Şekil 6. Dişi ve erkek kızılğöz bireylerinin 4 cm'lik gruplara göre boy dağılımı, (OKGERMAN VE ORAL, 2004)

Dişi ve erkek kızılğöz bireylerinin von – Bertalanfy büyüme denklemi her yaş grubundan ortalama boylar ve ağırlıklar kullanılarak tespit edildi. (Tablo 1). Erkek bireylerin maksimum boyu dişi bireylerin maksimum boyundan daha yüksekti (OKGERMAN VE ORAL, 2004).

Tablo 1. Dişi ve Erkek Kızılğöz bireylerinin von-Bertalanfy büyüme denklemi (L: cm ; W: g)

Büyüme Parametreleri				Büyüme Formülü	
Cinsiyet	L ∞	k	t $_0$	W ∞	
Erkek	31.87	0.195	- 0.034	380.91	L $_t$ = 31.87 (1-e ^{0.195(t+0.034)}); W $_t$ = 380.91 (1-e ^{0.195(t+0.034)})
Dişi	47.19	0.109	- 0.056	1256.93	L $_t$ = 47.19(1-e ^{0.109(t+0.056)}); W $_t$ = 1256.93(1-e ^{0.109(t+0.056)})
(OKGERMAN VE ORAL, 2004)					

Boy-Ağırlık İlişkisi

Erkek ve dişi kızılğöz bireylerinin boy-ağırlık ilişkisi hesaplanmıştır. Boy ağırlık ilişkisi denklemi;

$$\text{Erkek bireylerde; } W = 0.0148 L^{2.9336} ; r = 0.989$$

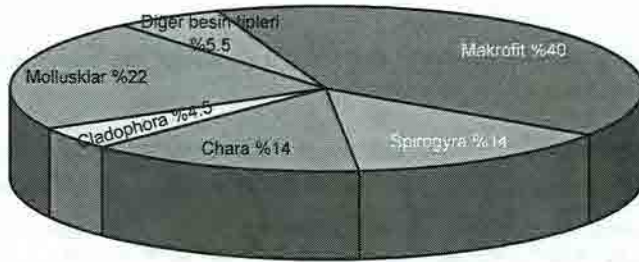
Dişi bireylerde; $W = 0.0133 L^{2.9723}$; $r = 0.995$ olarak bulunmuştur.
(OKGERMAN VE ORAL, 2004)

Üreme Zamanı

Kızılgöz'ün üreme dönemi yapılan gonosomatik indeks (GSI) değerine göre belirlenmiştir. En yüksek GSI değeri Nisan ve Mayıs aylarında hesaplanmıştır. Böylelikle üreme periyodu Nisan ayının sonlarında ve Mayıs ayının başlarında meydana gelmektedir, (TARKAN, 2006).

Besin Tipleri

Şekil 7'de görüleceği gibi Kızılgöz bireylerinin yıllık diyetini bitkisel organizmalardan makrofit ve alg, hayvansal organizmalardan balık (yumurta ve larva ekstremite), zoobentoz (Mollusk, Oligochaeta, Chironomidae) gruplarına ait organizmaların oluşturduğu bulunmuştur. Bir yıl içinde tüketilen toplam organizma yaş ağırlığının % 40'ını Makrofitlerin, % 32.5'ini filamentli alg'ın (*Chara sp.*, *Spirogyra sp.*, *Cladophora sp.*), % 22'sini Molluskların ve % 5.5'ini diğer organizmaların (balık yumurtası ve larvasına ait ekstremit, Oligochaeta, Chironomidae, teşhisi ve sayımı yapılan alg cinsleri) teşkil ettiği ve yıllık diyetinin büyük çoğunluğunu (% 72.5'ini) bitkisel (makrofit ve alg) organizmaların oluşturduğu saptanmıştır. Sindirim içeriklerinde tespit edilen hayvansal organizmalar arasında ise en çok Mollusklar üzerinde beslendiği, bitkisel organizmalardan sonra gölde tüketilen başlıca hayvansal grubu teşkil ettiği belirlenmiştir. Oligochaeta, Chironomidae, balık yumurta ve larvası en az tüketilen hayvansal organizmalardır. İncelenen sindirim kanalı içeriklerinde zooplanktonik organizmaya rastlanılmamıştır, (OKGERMAN, 2002).

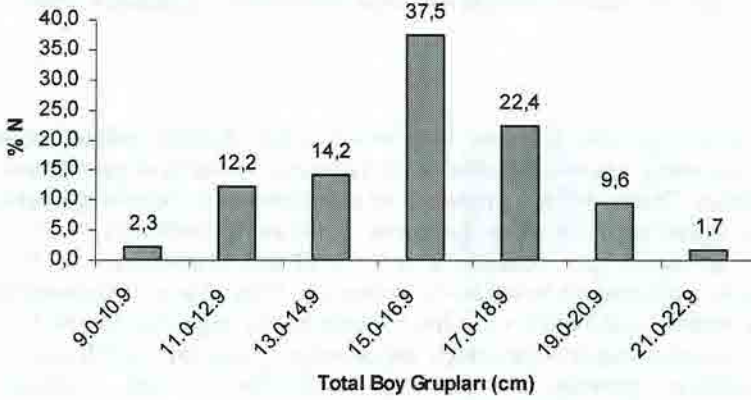


Şekil 7. Sapanca Gölü'nden Ekim 2000 – Ekim 2001 Tarihleri Arasında Yakalanan 373 Kızılgöz (*Rutilus rutilus* L. 1758) Birey Örneğinin Sindirim Kanalı İçeriklerinde Tespit Edilen Besin Gruplarının % Ağırlık Olarak Dağılımları, (OKGERMAN, 2002).

EĞREZ (*Vimba vimba* L.)

Boy Kompozisyonu

Eylül 2003-Temmuz 2004 tarihleri arasında gölden yakalanan 344 *Vimba vimba* örneğinin boylarının 9.1-22.9 cm arasında olduğu belirlenmiştir. En fazla yakalanan örnekler 15.0 – 16.9 cm boy grupları (% 37.5) arasındadır, (OKGERMAN ve diğ., 2005).



Şekil 8. Sapanca Gölü'ndeki eğrez balıklarının 2 cm'lik gruplara göre boy dağılımı, (OKGERMAN ve diğ., 2005)

Yaş-Boy İlişkisi

Cinsiyete ve yaşa bağlı olarak eğrez balığının çatal boy değerleri incelenmiştir. Tespit edilen bütün yaş gruplarında dişilerin daha büyük boyda oldukları belirlenmiştir, (OKGERMAN ve diğ., 2005).

Dişi ve erkek bireylerde yapılan yaş tayini değerleri kullanılarak yaş-boy ilişkisi parametreleri hesaplanmıştır. Hesaplamalar sonucu yaş-boy ilişkisi;

Erkekler için; $L_t = 28.940 [1 - e^{-0.123(t+2.193)}]$ ($r=0.999$), $\emptyset' = 2.030$ (OKGERMAN ve diğ., 2005)

Dişiler için; $L_t = 24.708 [1 - e^{-0.205(t+1.464)}]$ ($r=0.999$), $\emptyset' = 2.097$ (OKGERMAN ve diğ., 2005)

Sapanca Gölü'nde teorik olarak yapılan hesaplamalar sonucunda eğrez balığının ulaşabileceği maksimum boy erkek bireyler için 28.94 cm, dişi bireyler için ise 24.70 cm'dir.

Boy – Ağırlık İlişkisi

Dişi ve erkek eğrez balıklarının boy-ağırlık ilişkisi parametreleri $W=aL^b$ formülü ile hesaplanmıştır. Burada görüleceği gibi boy-ağırlık ilişkileri arasındaki korelasyon (r) her iki eşeyde de yüksek çıkmıştır. Bu da boy-ağırlık ilişkisi arasında kuvvetli bir bağ olduğunun işaretidir. b değeri (erkek: 3.1813; dişi: 3.1572)'ne göre göldeki eğrez balıkları pozitif allometrik büyüme göstermektedirler, (OKGERMAN ve diğ., 2005).

Erkek $W = 0.008397 L^{3.1813}$ ($r^2=0.944$) (OKGERMAN ve diğ., 2005)

Dişi $W = 0.008874 L^{3.1572}$ ($r^2=0.930$) (OKGERMAN ve diğ., 2005)

Üreme Zamanı

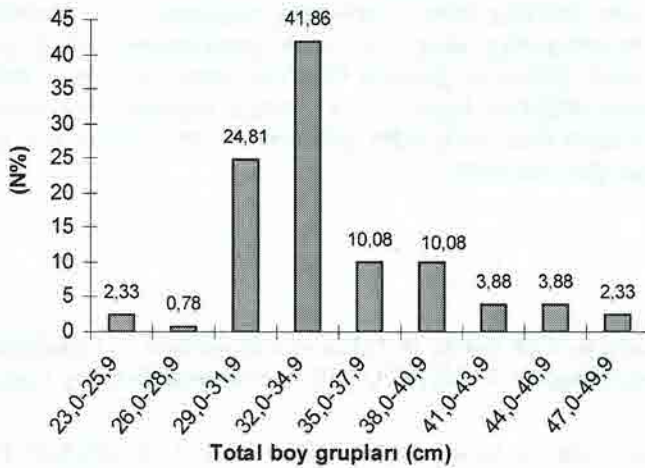
Dişi eğrezlerde (dere balığı) GSI değerleri incelendiğinde Nisan ayının ikinci yarısında maksimum değere ulaştığı ($15,857 \pm 1,491$) ve Haziran ayının sonuna doğru hızlı bir düşüş gösterdiği belirlenmiştir. Erkek bireylerde ise GSI değeri Mayıs ayının ikinci yarısından sonra en yüksek değere ulaştığı ve Haziran ayının sonunda ise en düşük değerde olduğu saptanmıştır, (OKGERMAN ve diğ., 2005).

GÜRSOY (2001)'un yaptığı çalışmada ise eğrez balığı Haziran ayında üreme faaliyetini göstermiştir.

TURNA (*Esox lucius* L.)

Boy Kompozisyonu

Sapanca Gölü'nde yakalanan 129 adet pike (*Esox lucius* L., 1758) bireyinde ölçülen total boy uzunlukları 23 – 49.9 cm, ağırlık ise 80 ile 879.9 g arasında değişmektedir. Yaptığımız çalışmada en yüksek total boy uzunluğunun 32 – 34.9 cm (% 41.86) arasında en yüksek ağırlık değerlerinin ise 180 – 279.9 g (% 57.36) arasında olduğu saptanmıştır (Şekil 9) (OKGERMAN VE ORAL, 2005).



Şekil 9. Sapanca Gölü'ndeki turna balıklarının 3 cm'lik gruplara göre boy dağılımı (OKGERMAN VE ORAL, 2005).

Boy – Ağırlık İlişkisi

Turna balıklarının boy-ağırlık ilişkisi için total boy kullanılmış ve regresyon eğim (b) katsayısı hesaplanmıştır. Cinsiyete bağlı olarak yapılan boy-ağırlık ilişkisi hesaplamalarında da

erkekler için $b = 2.9497$, dişiler için $b = 3.0854$ olarak belirlenmiştir (OKGERMAN VE ORAL, 2005).

Dişiler için; $W = 0.0045 TL^{3.0854}$ ($R^2 = 0.9735$)

Erkekler için; $W = 0.0045 \times TL^{2.9497}$ ($R^2 = 0.9507$) (OKGERMAN VE ORAL, 2005).

Üreme Zamanı

Turna balıklarında gonadal gelişim Gonadosomatik indeks'e göre tespit edilmiştir. Ekim ayından Aralık ayına kadar gonadlar hızlı bir şekilde gelişmiştir. Ocak ve Şubat ayında gonadların ağırlık artışı devam etmiştir. Sapanca Gölü'nde turna balığının maksimum GSI değeri Şubat örneklemeğinde tespit edilmiştir (10.96). Mart örneklemeinden sonra Nisan örneklemeğinde ani bir düşüş olduğu saptanmıştır. Turna balıklarında yumurtlama faaliyeti Şubat sonu ve Nisan başlarında gerçekleşmiştir. Yumurtlama faaliyetinin gerçekleştiği periyot esnasında su sıcaklığı 9.3 ile 13.7 °C arasındaydı. Su sıcaklığı ise yumurtlamanın pik olduğu Mart ayında 12.1 °C'dir, (OKGERMAN VE ORAL, 2005).

Gölde yapılan ticari avcılıkta balıkçılardan elde edilen bilgilere göre turna son yıllarda gittikçe azalma göstermiştir. Sapanca Gölü'nde hem ekolojik şartların bozulmaya başlaması hem de göldeki aşırı avcılıktan dolayı turna balığı gittikçe azalmaktadır. Turna balığının azalmasıyla bu türlerin besinini oluşturan cyprinids türlerinde (kızılkanat, kızılköz, tahta balığı, eğrez balığı) artış olmuştur. Ayrıca cyprinid türlerinin (kızılkanat, kızılköz, tahta balığı, eğrez balığı) gölün değişen ekolojik şartlarına karşı toleranslı olmaları da bu balık türlerinin artışına neden olmaktadır. Bu nedenlerden dolayı ticari balık avcılığı artan cyprinids türleri üzerine yoğunlaşmıştır. Büyük boydaki cyprinid türlerinin aşırı derecede avlanmasından dolayı bu balık popülasyonlarının boyları giderek küçülmektedir. İçme suyu olarak kullanılan Sapanca Gölü'nde süresiz av yasağı bulunmaktadır. Fakat gerekli kontroller yapılamadığından kaçak avcılık oldukça yaygındır. Bu nedenle bu balık türlerinden ve gölde bulunan diğer balık türlerinden gelecekte de yararlanmak için gölün sürekli olarak kontrol altında tutulması gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- BIRO, P., (1993). Management of Fish Stocks in Lakes and Reservoirs. Limnological Bases of Lake Management Proceedings of The ILEC/UNEP International Training Course. Held at Hungary.
- BRY, C., (1996). Role of vegetation in the life cycle of pike. In: J.F. CRAIG(ED). Pike Biology and Exploitation. 45-67. London.
- CHAPMAN, C.A., W.C., MACKAY., (1984). Versatility in habitat use by a top aquatic Predator. *Esox lucius* L.J. Fish Biol. **25**: 109-115.
- FROESE, R.; PAULY, D., (2005). Fishbase (www database). World wide Web Electronic Publication. URL: <http://www.fishbase.org>, June, 2007.
- GELDİAY, R.; BALIK, S., (1988). Türkiye tatlısu balıkları (Freshwater fish in Turkey), Ege Univ. Fen Fak. Kitaplar Serisi, 97, 519 sayfa.

- GRIMM, M.P., M., KLINGE., (1996). Pike and some aspects of its dependence on vegetation. In: J.F. CRAIG (ed). Pike Biology and exploitation. 125-156. London.
- GÜRSOY, Ç., (2001). Sapanca Gölü'nde Tahta (*Blicca bjoerkna* L. 1758) ve Eğrez (*Vimba vimba* L. 1758) Balıklarının Eşeyssel Olgunluğa Erişme Büyüklükleri ve Yumurta Verimlilikleri. İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, 20 sayfa.
- KARABATAK, M., OKGERMAN, H., (2002). Sapanca Gölü Ekonomik Balık Türlerinin Kompozisyonu, Populasyon Bolluğu ve Boy Dağılımları Üzerine Bir Ön Çalışma. İ.Ü. Su Ürünleri Dergisi. ISSN 1018-1911, Cilt:16, Sayı:13, İstanbul. 81-98.
- KECKEIS, H., SCHIEMER, F., (1990). Consumption, growth and respiration of bleak, *Alburnus alburnus* (L.), and roach, *Rutilus rutilus* (L.), during early ontogeny. J. Fish. Biol. 36, 841-851.
- LORENZONI, M., CORBOLI, M., MARTIN DÖRR, A.J., (2002). The growth of pike (*Esox lucius* Linnaeus, 1798) in Lake Trasimeno (Umbria, Italy). Fisheries Research 59: 239-246.
- OKGERMAN H., (2005). Seasonal Variation in the Length-Weight Relationship and Condition Factor of Rudd (*Scardinius erythrophthalmus* (L.)) in Sapanca Lake. International Journal of Zoological Research, 1 (1): 6-10. ISSN 1811-9778.
- OKGERMAN, H., (2002). Sapanca Gölü'nde *Rutilus rutilus* LINNAEUS, 1758 (Kızılğözü) *Sardinius erythrophthalmus* LINNAEUS, 1758 (Kızılkanat) Balık Türlerinin Besin Tipleri ve Beslenmelerindeki Mevsimsel Değişimleri. İ. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü. Su Ürünleri Balıkçılık Temel Bilimleri Anabilim Dalı. İçsular Biyolojisi Programı. Doktora Tezi. 46 sayfa.
- OKGERMAN H., ELP M., KESKİN Ç., YİĞİT S., (2004). Biological Aspects of *Blicca bjoerkna* (White Bream) in an Oligo-mezotrophic Lake. XI. European Congress of Ichthyology. September 6-10, 2004, Tallinn, Estonia. (Bildiri).
- OKGERMAN H., ORAL M., (2004). Biological Aspects of *Rutilus rutilus* (Roach) in Sapanca Lake. Behaviour and Ecology of Freshwater Fish: International Conference. 22-26 August, Silkeborg, Denmark. (Poster).
- OKGERMAN H., ELP M., YARDIMCI C.H., (2005). Sapanca Gölü'ndeki (Sakarya) Eğrez Balığının (*Vimba vimba* L. 1758) Büyüme Özellikleri. XIII. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu. Çanakkale. (Bildiri).
- OKGERMAN H., ORAL M., (2005). Some Population Characteristics of Pike (*Esox lucius* Linnaeus, 1758) in Sapanca Lake (Turkey). İ. Ü. Su Ürünleri Dergisi, 19: 17-30 pp. ISSN : 1018-1911.
- RAHE, R., WORTHMANN, H., (1986). Marmara Bölgesi İç Su Ürünlerini Geliştirme Projesi. PN 78- 2032.7. 145 sayfa, Eschborn.
- SLASTANENKO, E., (1956). Fish of Black sea basin. Meat and Fish Institution Publications. İstanbul: 711 pp.
- TADAJEWSKA, H., (1993). Food of Bream, *Abramis brama* (L.), and White bream, *Blicca bjoerkna* (L.), in Zegrzynski Dam Reservoir. Acta Ichthyol. Pisc. Vol, XXIII, Fasc. 2, 79-101.
- TARKAN, A.S., (2006). Reproductive Ecology of Two Cyprinid Fishes in an Oligotrophic Lake Near The Southern Limits of Their Distribution Range. Ecology of Freshwater Fish, Volume 15. Issue 2. ISSN: 0906-6691, 131-138 pp.

WYSUJACK, K., KARLANWAND, U.L., MEHNER, T., (2001). Stocking, Population Development and Food Composition of Pike (*Esox lucius*) in the Biomanipulated Feldberger Haussee Germany) – Implications for Fisheries Management *Limnologia* 31: 45-51.

ZERUNIAN, S., VALENTINI, L., GIBERTINI, G., (1986). Growth and reproduction of rudd and red-eye roach (Pisces, Cyprinidae) in Lake Bracciano. *Boll. Zool.* 53: 91-95.

SAPANCA GÖLÜ BALIKLARI

Hacer OKGERMAN¹

İstanbul Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi

okgerman@istanbul.edu.tr

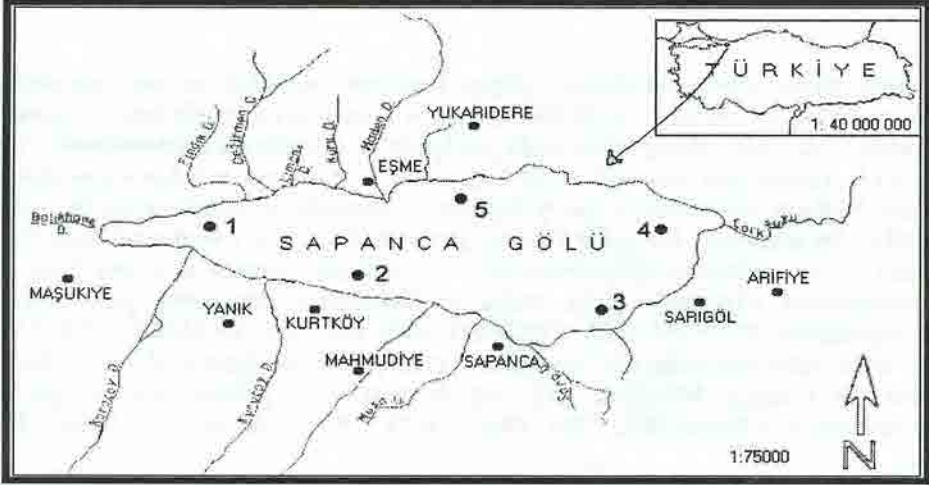
Balık türleri, içinde yaşadıkları göllerde beslenme özellikleri ve besin tüketimlerine bağlı olarak, besin zinciri halkaları ve özellikle plankton komunitelerinin işlevleri ve yapıları üzerinde etkili olabilmektedirler. Bu da gölün trofik statüsünü ve su kalitesini etkilemektedir. Balık türleri besin zinciri halkalarının ve su kalitesinin değişimine ve bozulmasına sebep olabildikleri gibi aynı zamanda bunların düzenlenmesi ve iyileştirilmesi üzerinde de olumlu ekolojik işlevlere (niş) sahiptirler. Bu nedenlerle bir gölde bozulmuş olan besin zinciri halkalarının, özellikle plankton yapısının ve su kalitesinin iyileştirilebilmesi ve bunların kontrolü amacıyla balık türlerinden biyomanuplasyon yöntemiyle (balık miktarının azaltılması, artırılması, yeni türlerin ilavesi) yararlanılmaktadır (PERSON, 1983; KERFOOT AND SIH, 1987; SHAPIRO, 1990; REYNOLDS, 1984). Balık türlerinin beslenme özellikleri ve ekosistem üzerindeki etkileri, göllerdeki besin tiplerine ve bunların bolluğuna bağlı olarak türlere ve göllere göre az çok değişiklik göstermektedirler (LESSMARK, 1983; PREJS AND JACKOWSKA, 1978; HORPPILA ve diğ., 2000).

Ticari ve sportif amaçlı balık avcılığı yapılan Sapanca Gölü'nde, HOVARSYAN (1927), NUMANN (1958) yaptığı çalışmada bu göldeki balıkların sistematik tayinlerini belirlemiş ve ekonomik tür olan sazan (*Cyprinus carpio* L.), turna (*Esox lucius* L.), yayın (*Siluris glanis* L.) ve tatlı su levreğinin (*Perca fluviatilis* L.) avlanılan en büyük boy ve ağırlık değerlerini bildirmiştir. RAHE VE WORTHMANN (1986) yaptıkları çalışmada ticari amaçla yapılan avcılıkta balıkçıların en çok 13 balık türünü yakaladıklarını ve bunların %8 kadarını 4 ekonomik türün [%6.3 turna (*Esox lucius* L.), %1.4 gökkuşağı (*Onchorhynchus mykiss* Walbaum, 1972), %0.44 yayın (*Siluris glanis* L.), %0.22 sazan (*Cyprinus carpio* L.)], geriye kalan büyük çoğunluğunu ise (%92) [% 35.6 kızılöz (*Rutilus rutilus* L.), % 23.8 tahta balığı (*Blicca bjoerkna* L.), % 19 kızılkanat (*Scardinius erythrophthalmus* L.), % 11 eğrez balığı veya dere balığı (*Vimba vimba* L.)] ekonomik değeri fazla olmayan balık türlerinin oluşturduğunu tespit etmişlerdir.

KARABATAK VE OKGERMAN (2002) 2000-2001 yıllarında bu gölde yaptıkları çalışmada ise tespit ettikleri 15 türün (toplam 1723 birey) %12 kadarını 5 ekonomik türün [%7.4 turna (*Esox lucius* L.), %2.9 kadife (*Tinca tinca* L.), %1.1 sazan (*Cyprinus carpio* L.), % 0.5 yayın (*Siluris glanis* L.), %0.23 gökkuşağı alabalığı (*Onchorhynchus mykiss* Walbaum, 1972)], geriye kalan %88'ini ise ekonomik olmayan diğer türlerin teşkil ettiğini [%24.43 kızılkanat (*Scardinius erythrophthalmus* L.), % 22.98 tahta balığı (*Blicca bjoerkna* L.), %21.71 kızılöz (*Rutilus rutilus* L.), % 8.71 eğrez balığı (*Vimba vimba* L.)] ve balıkçıların da en çok bu balıkları avladıklarını belirtmektedirler.

Sapanca Gölü'nde 2000 – 2004 tarihleri arasında yapılan çalışmada ise 20 balık türü bulunmuştur. Bu çalışmada geçmişten günümüze kadar balık faunasındaki değişimlerin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Sapanca Gölü Marmara bölgesinin batısında, Kocaeli ve Sakarya il hudutları içindedir. İzmit Körfezinin devamı şeklinde, Sakarya ovasına uzanan tektonik oluşumlu bir göldür. Ticari ve sportif balıkçılığın dışında bu göl içme suyu potansiyeli ve rekreasyon alanı olarak Marmara bölgesinin en önemli gölüdür. Yüzey alanı 46 km² maksimum derinliği 52 m'dir (DSİ, 1984). Göl 10 akarsu, yağış ve dip suları ile beslenmektedir. Bu gölden doğal olarak su çıkışı doğu ucunda bulunan regülatör yoluyla Çark suyuna oradan da Sakarya nehrine olmaktadır (Şekil 1).

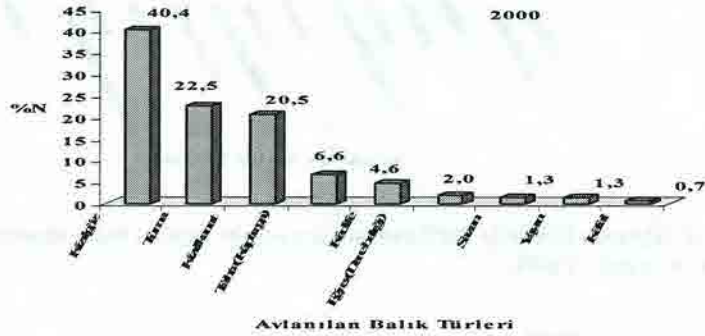


Şekil 1. Sapanca Gölü'nde balık avcılığı için seçilen istasyonlar (OKGERMAN ve diğ., 2006).

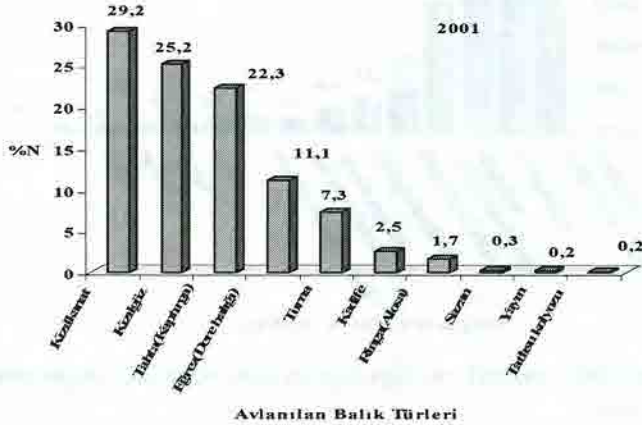
2000 yılı Ekim ayından itibaren 2004 senesine kadar aylık periyotlarla gölde balık avcılığı yapılmıştır. Yapılan çalışmada elde edilen balık türleri;

- ✓ *Rutilus rutilus* (kızılgöz)
- ✓ *Scardinius erythrophthalmus* (Kızılkanat)
- ✓ *Blicca bjoerkna* (Tahta balığı, Kaptırğa)
- ✓ *Tinca tinca* (Kadife balığı, Karabalık)
- ✓ *Vimba vimba* (Eğrez, Dere balığı)
- ✓ *Gobius sp.* (Kaya balığı)
- ✓ *Cyprinus carpio* (Sazan balığı)
- ✓ *Alosa maeotica* (Ringa balığı)
- ✓ *Onchorhynchus mykiss* (Alabalık)
- ✓ *Squalius cephalus* (Tatlı su kefal)
- ✓ *Cobitis taenia* (Taş yiyen balık)

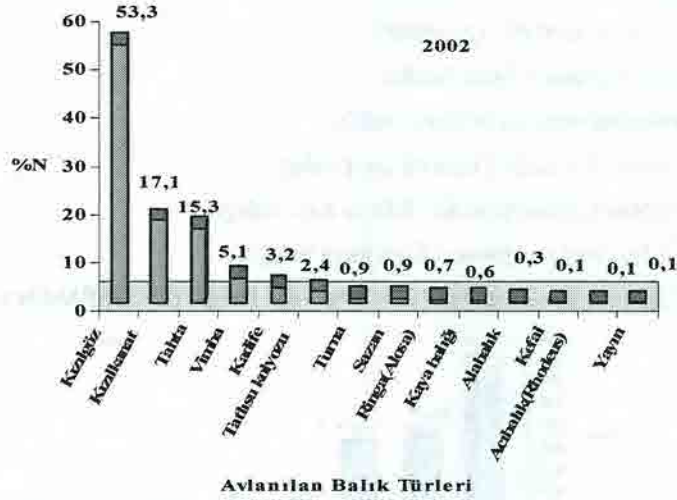
- ✓ *Chalcarburnus chalcoides* (Tatlı su kolyozu)
- ✓ *Esox lucius* (Turna, oklama)
- ✓ *Rhodeus sericeus* (Acıbalık)
- ✓ *Siluris glanis* (Yayın balığı)
- ✓ *Atherina mochon* (Gümüş balığı)
- ✓ *Gobius fluviatilis* (Tatlı su kaya balığı)
- ✓ *Gobius gymnotrachelus* (Küçük kaya balığı)
- ✓ *Gobius melanostomus* (Kum kaya balığı)
- ✓ *Clupeonella abrau muhlisi* (Cüce ringa balığı) (OKGERMAN ve diğ., 2006)



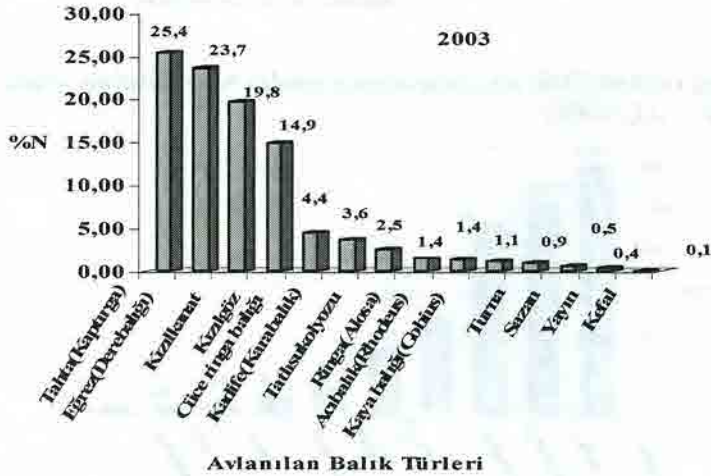
Şekil 2. Sapanca Gölünde 2000 senesinde avcılığı yapılan balık türlerinin yüzde oranları (OKGERMAN ve diğ., 2006).



Şekil 3. Sapanca Gölünde 2001 senesinde avcılığı yapılan balık türlerinin yüzde oranları, (OKGERMAN ve diğ., 2006).



Şekil 4. Sapanca Gölünde 2002 senesinde avcılığı yapılan balık türlerinin yüzde oranları, (OKGERMAN ve diğ., 2006).



Şekil 5. Sapanca Gölünde 2003 senesinde avcılığı yapılan balık türlerinin yüzde oranları, (OKGERMAN ve diğ., 2006).

2000 – 2004 yılları arasında yapılan avcılıkta en çok avlanan balıklar;

2000 yılında

Kızılğöz %40.4
Turna %22.5
Kızılkanat %20.5
Tahta(kaptırğa) %6.6
Kadife % 4.6
Eğrez (Dere balığı) % 2

2001 yılında

Kızılkanat %29.2
Kızılğöz 25.2
Tahta (Kaptırğa) %22.3
Eğrez (Derebalığı) % 11.1
Turna %7.3
Kadife (Karabalık) % 2.7

2002 yılında

Kızılğöz %53.3
Kızılkanat %17.1
Tahta (Kaptırğa) %15.3
Eğrez (Derebalığı) %5.1
Kadife % 3.2

2003 yılında

Tahta %25.42
Eğrez (Derebalığı) %23.67
Kızılkanat %19.8
Kızılğöz %14.93

2004 yılında

Acıbalık (*Rhodeus sericeus*) %23.64
Tahta (Kaptırğa) %16.90
Eğrez (Derebalığı) % 15.13
Kızılğöz %14.56
Kızılkanat % 13.10

(OKGERMAN ve diğ., 2006).

RAHE VE WORTHMANN (1986) *Tinca tinca* (Kadife balığı) ve Deniz alasının (*Onchorhynchus mykiss*) gölün doğal balıkları olmadığını bildirmişlerdir. RAHE ve WORTHMANN (1986) *Esox lucius* (turna balığı) üzerine inceleme yapmışlardır ve turnanın gittikçe azalmasının sebebinin aşırı avcılıktan kaynaklandığını saptamışlardır. Daha önceleri iyi bir stok oluşturan *Perca fluviatilis* (tatlı su levreği)*'e de gölde çok nadir olarak rastlandığı balıkçılar tarafından belirtilmekle birlikte 2000 – 2004 yılları arasında yapılan çalışmada hiç yakalanmamıştır, (OKGERMAN ve diğ., 2006). Ekonomik tür olan yayın ve sazan balıkları da çok düşük miktarlarda yakalanmıştır. Balıkçılardan elde edilen bilgilere göre de geçmişte turna, yayın ve tatlı su levreği gibi balıklar çok miktarlarda avlanırken sazangillere ait balıklar ise daha az oranlarda bulunmaktaydı. Günümüzde ise bunun tam tersi bir durum vardır. Ekonomik tür olduğu için aşırı avcılıktan dolayı turna, yayın, sazan balıklarının yakalanma oranı gittikçe azalmış ve bunun yerini sazangillere ait diğer balık türleri almıştır. Tatlı su levreği ise çok ender olarak yakalanmaktadır. Ayrıca karnivor beslenme rejimine sahip olan turna, yayın, tatlı su levreği sazangillere ait balık türleriyle beslenmektedirler. Bu nedenle de karnivor beslenme rejimine sahip bu türlerin gittikçe azalması sonucunda sazangillere ait balık türlerinde artış olmaktadır. Ayrıca göle giren evsel atıklardan dolayı gölde aşırı derecede makrofit artışı vardır. Sazangillere ait olan balık türleri kirlenen çevre şartlarına toleranslı olduğundan dolayı gölde bulunan makrofitler üzerinden beslenmektedir. Göldeki ortam şartlarına kolaylıkla adapte olabilen bu balık türleri de zamanla çoğalmakta ve son zamanlarda balık avcılığının büyük bir kısmı da bu sazan türleri üzerinden yapılmaktadır. Sapanca Gölü'nün ekonomik türlerinden biri de kerevittir (*Astacus leptodactylus*). RAHE VE WORTHMANN (1986), balıkçıların 1978 yılında 50 ile 60 ton arasında kerevit avcılığı yaptıklarını belirtmişlerdir. 1978 senesinde 1 kg'da 15 adet kerevit bulunurken, 1984 yılında ise bu sayı kg başına 30 ile 40 adet olmuştur. Bu kg başına boyca azalmanın sebebi yine aşırı avcılıktan kaynaklanmaktadır. Ayrıca kerevit stoklarında aşırı avcılığın yanı sıra kerevit vebası denen bir hastalıktan dolayı da azalma görülmüştür. Yapılan bu çalışmada gölde yukarıda belirtilen balıklara ilaveten 3 balık türü daha bulunmuştur. Bu balık türleri *Lepomis gibbosus*, *Carassius gibelio* ve *Acipenser gueldenstaedtii*'dir. Halk dilinde israil sazanı olarak bilinen *Carassius gibelio* türü istilacı bir türdür. Kısa sürede aşırı derecede çoğalabilen bu tür diğer sazan türlerine göre çok baskın bir türdür.

ÖNERİLER

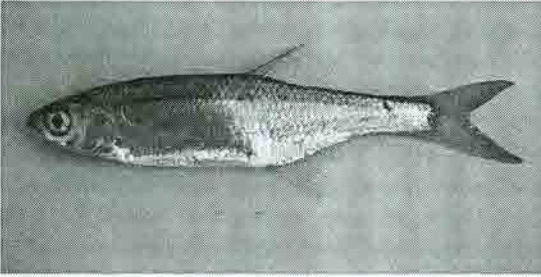
Sapanca Gölü içme suyu kaynağı olarak kullanıldığı için gölde süresiz av yasağı bulunmaktadır. Fakat balıkçılar kaçak olarak balık avcılığını sürdürmekte ve özellikle de balık avcılığını üreme dönemlerinde daha yoğun olarak yapmaktadırlar. Bütün bu verilere göre gölde neslinin tükenme tehlikesiyle karşı karşıya kalınan balık türlerinin korunması için balık avcılığı yasağına uyulması gerekmektedir. Bu yasak sonucunda populasyon yapısı tekrar kontrol edilip, balıkların üreme periyodu haricinde göl belirli sürelerle tekrar avcılığa açılmalıdır. Ayrıca göl için önemli derecede tehlike arzeden İstilacı tür dediğimiz *Carassius gibelio* kısa sürede aşırı derecede artış göstermektedir. Bu türün populasyon yapısının kontrolü sonucunda bu tür aşırı derecede artış göstermesi durumunda gölün belirli periyotlarda da avcılığa açılması gerekmektedir.

SAPANCA GÖLÜ'NDE BULUNAN BAZI BALIK TÜRLERİ;

✓ KOSSWIG (1956)'e göre;



Abramis brama L, 1758



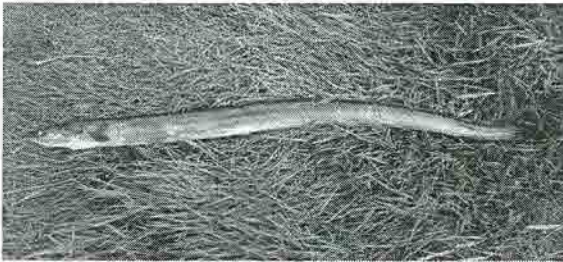
Alburnus alburnus L, 1758

İNCİ BALIĞI

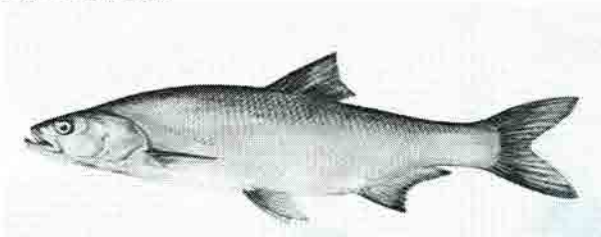


Alvonus brunner

www.fishbase.org



Anguilla anguilla (Linnaeus 1758)
YILAN BALIĞI



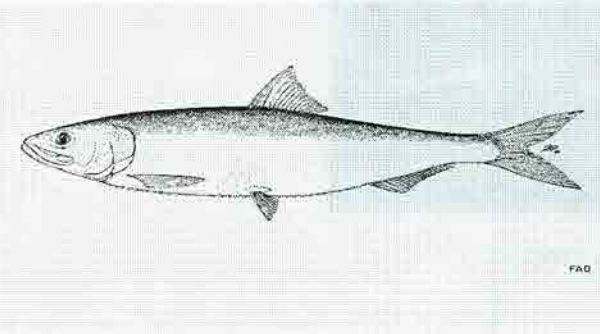
Aspius aspius (Linnaeus, 1758)
KOCAAĞIZ,AKBALIK,BEYAZ BALIK



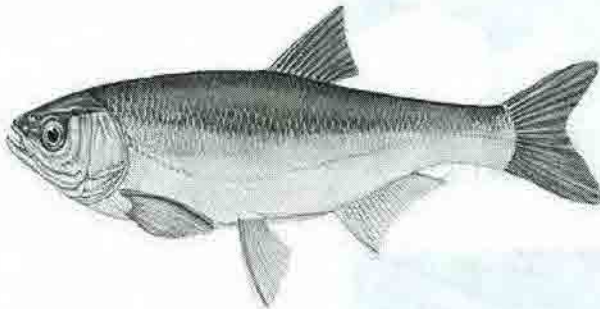
Blicca bjoerkna L, 1758
TAHTA BALIĞI, KAPTIRGA



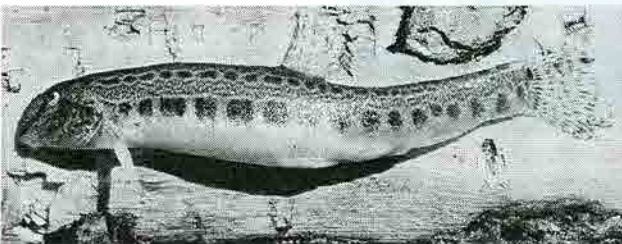
Carassius carassius L, 1758
HAVUZ BALIĞI



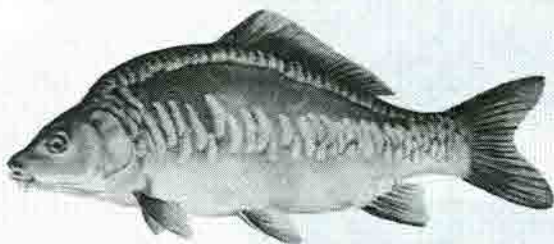
Alosa maeotica (Grimm, 1901)
RİNGA BALIĞI



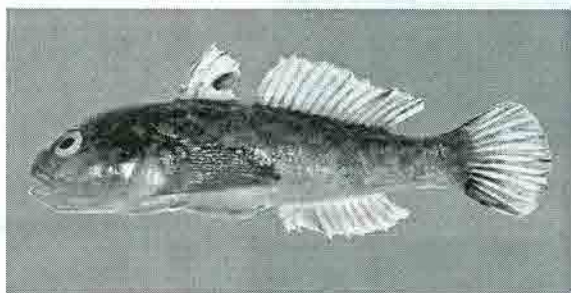
Chalcalburnus chalcoides (Guldenstaedt, 1772)
TATLISU KOLYOZ BALIĞI



Cobitis taenia Linnaeus, 1758
TAŞYİYEN BALIĞI



Cyprinus carpio Linnaeus, 1758
SAZAN BALIĞI

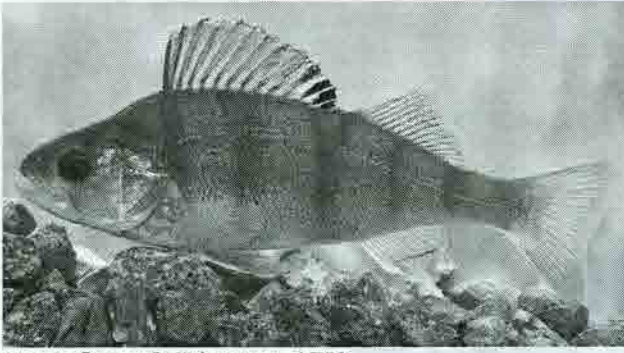


Neogobius melanostomus (Pallas 1811)

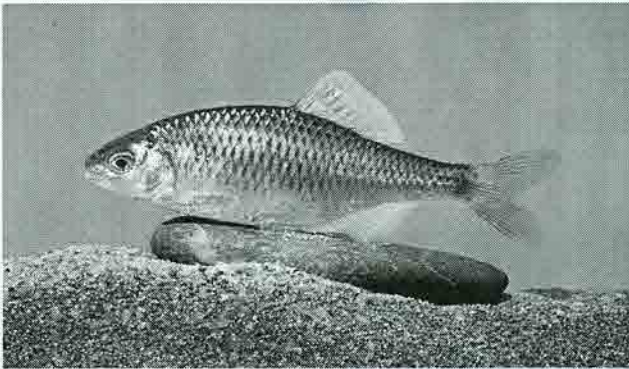
www.fishbase.org



Squalius cephalus (Linnaeus, 1758)
TATLISU KEFALİ

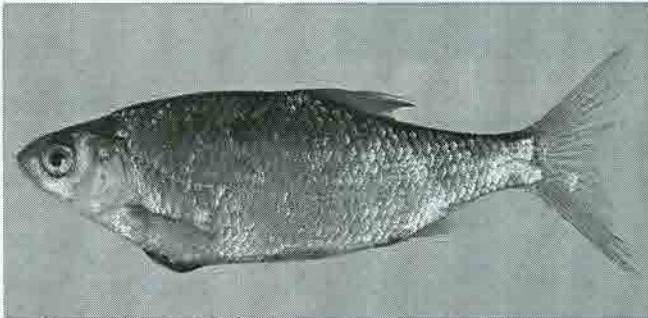


Perca fluviatilis Linnaeus, 1758
TATLISU LEVREĞİ

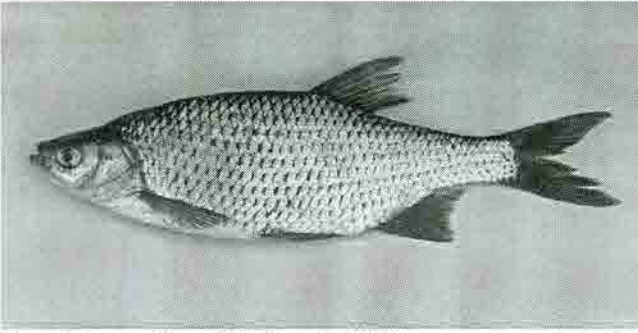


Rhodeus sericeus (Pallas, 1776)
ACIBALIK

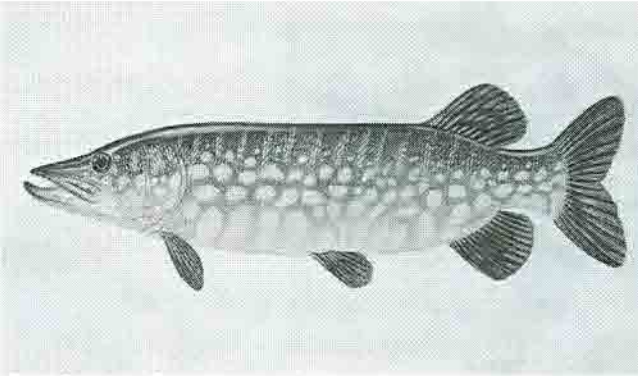
www.fishbase.org



Rutilus rutilus L., 1758)
KIZILGÖZ BALIĞI

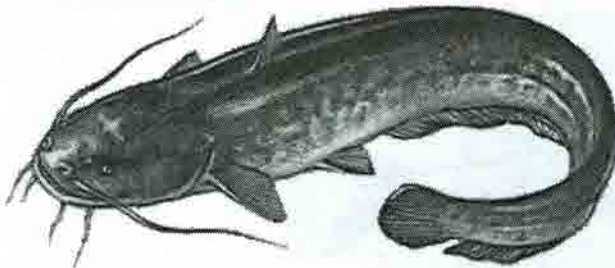


Scardinius erythrophthalmus L,1758
KIZILKANAT

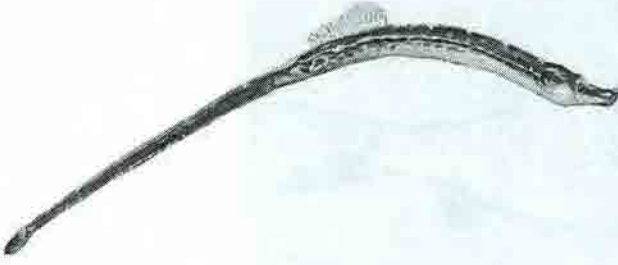


Esox lucius (Linnaeus, 1758)
TURNA BALIĞI

www.fishbase.org

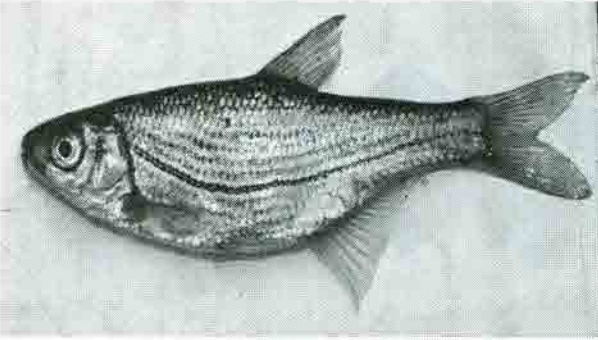


Silurus glanis Linné, 1758
YAYIN BALIĞI



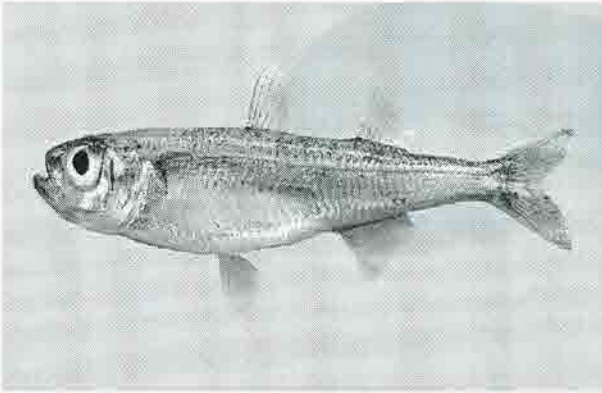
Syngnathus abaster Risso, 1827
DENİZ İĞNESİ, İĞNE BALIĞI

RAHE VE WORTHMANN 1985'a göre (NUMANN 1958'a ek olarak);

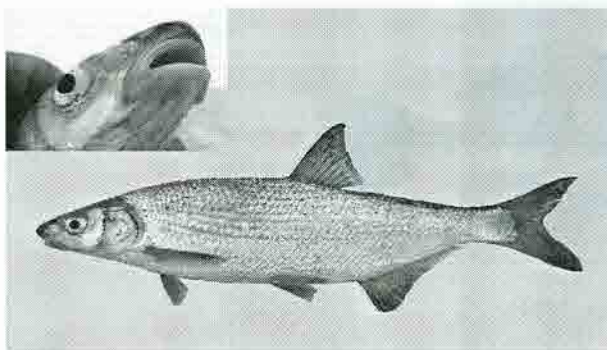


Alburnoides bipunctatus (Bloch, 1782)
NOKTALI İNCİ BALIĞI

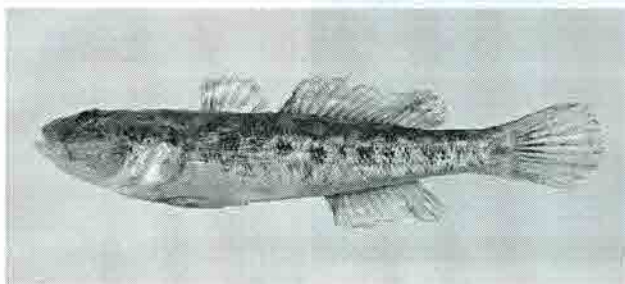
www.fishbase.org



Atherina boyeri Risso, 1810
GÜMÜŞ BALIĞI

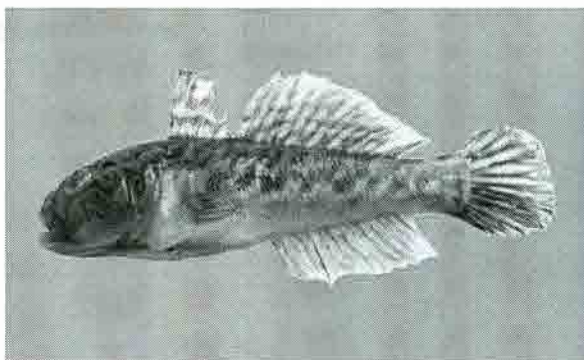


Vimba vimba L,1758
EĞREZ BALIĞI –DERE BALIĞI

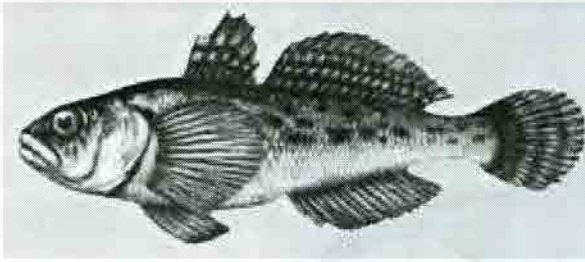


Gobius syrman Nordmann 1840

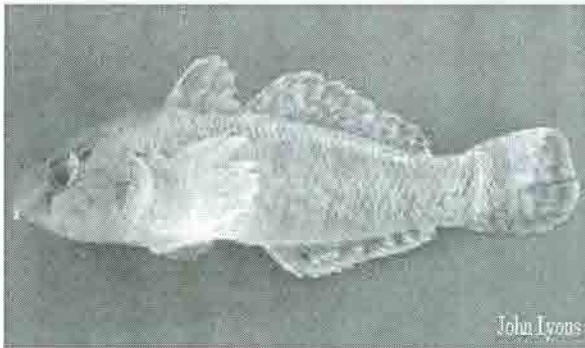
www.fishbase.org



Mesogobius gymnotrachelus (Kessler, 1857)

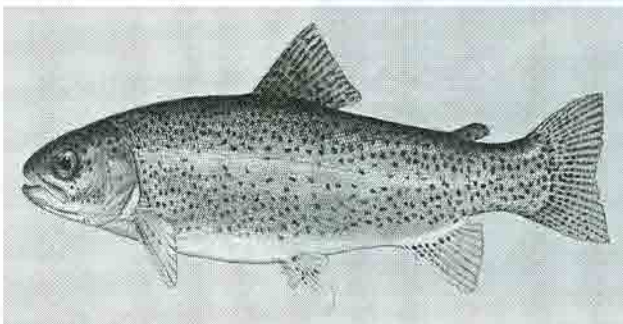


Neogobius fluviatilis (Pallas, 1814)

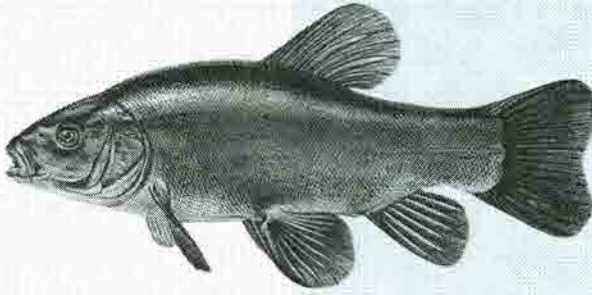


Proterorhynchus marmoratus (Pallas, 1814)

www.fishbase.org



Oncorhynchus mykiss (Walbaum, 1792)
ALABALIK

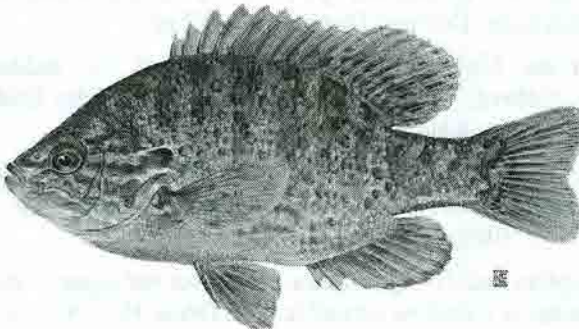


Tinca tinca (Linnaeus, 1758)
YEŞİL SAZAN, KADİFE BALIĞI



Acipenser gueldenstaedtii Brandt, Ratzeburg, 1833
RUS MERSİN BALIĞI

www.fishbase.org



Lepomis gibbosus (Linnaeus, 1758)



Carassius gibelio (Bloch,1782)
İSRAİL SAZANI

www.fishbase.org

KAYNAKLAR

- DSİ, (1984). Sapanca Gölü Kirlilik Araştırması. DSİ, İçme Suyu ve Kanalizasyon Dairesi Başkanlığı. Ankara.
- HORPPILA, J., RUUHIJÄRVI, J., RASK, M., KARPPINEN, C., NYBERG, K. and OLIN, M., (2000). Seasonal changes in the diets and relative abundances of perch and roach in the littoral and pelagic zones of a large lake. *Journal of Fish Biology* 56, 51 – 72.
- KARABATAK, M., OKGERMAN, H., (2002). Sapanca Gölü Ekonomik Balık Türlerinin Kompozisyonu, Populasyon Bolluğu ve Boy Dağılımları Üzerine Bir Ön Çalışma. *İ.Ü. Su Ürünleri Dergisi*. ISSN 1018–1911, Cilt:16, Sayı:13, İstanbul. 81–98.
- KERFOOT, W.C. and SIH (Eds), A., (1987). Predation: direct and indirect impacts on aquatic communities, Univ. Pres New England, Hoover, New Hampshire, USA, 225 – 247.
- LESSMARK, O., (1983). The Utilization of plant material for metabolism and growth by roach (*Rutilus rutilus*) . In: Competition between perch (*Perca fluviatilis*) and roach (*Rutilus rutilus*) in South Swedish lakes. Doctoral Dissertation, 172 pp.
- NUMANN, W., (1958). Anadolu'nun Muhtelif Göllerinde Limnolojik ve Balıkçılık İlmi Bakımından Araştırmalar ve Bu Göllerde Yaşayan Sazanlar Hakkında Özel Bir Etüd. İ.Ü. Fen Fak. Hidrobiyoloji Araşt. Enst. Yayınlarından, Monografi 7, 114 sayfa.
- OKGERMAN, H., ELP, M., DORAK, Z., YARDIMCI, H.C., YILMAZ, N.,YİĞİT, S., (2006). Sapanca Gölü'nün Balık Faunasındaki Değişimler. II.Ulusal Limnoloji Çalıştayı Ondokuz Mayıs Üniversitesi SİNOP. (Bildiri)
- PERSSON, L., (1983). Food consumption and the significance of detritus and algae to intraspecific competition in roach *Rutilus rutilus* in a shallow eutrophic lake. *Oikos* 41: 118 – 125.
- PREJS, A. and JACKOWSKA, H., (1978). Lake macrophytes and the food of roach (*Rutilus rutilus* L.) and rudd (*Scardinius erythrophthalmus* L.) I. Species composition and dominance relations in the lake and food. *Ekologia polska* 26, 429 – 438.

RAHE, R. ve WORTHMANN, H., (1986). Marmara Bölgesi İç Su Ürünlerini Geliştirme Projesi. PN 78- 2032.7. Eschborn. 145 sayfa.

REYNOLDS, C.S., (1984). The ecological basis for the successful biomanipulation of aquatic communities. Arch. Hydrobiol., 130: 1-33.

SHAPIRO, J., (1990). Biomanipulation: the next phase – making it stable. Hydrobiologia, 200/201: 13-27.

SAPANCA GÖLÜ'NDE BAKTERİYOLOJİK KİRLİLİK VE BAKTERİYOLOJİK METABOLİK AKTİVİTE

Gülşen ALTUĞ¹

İstanbul Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi

galtug@istanbul.edu.tr

Tatlı su çevreleri tuzluluk baskısından uzak oldukları için bakteri üreme ve çoğalmasına deniz sularına göre daha uygun ortam sunarlar. Bu durum tatlı su ortamlarının ekolojik, ekonomik ve halk sağlığı yönünden sürdürülebilir verimliliğinin korunmasında daha fazla özen göstermeyi gerektirir. Bu nedenle bu çevrelere giren evsel ve endüstriyel atıkların artırılarak ortama verilmesi, sisteme giren derelerin kontrolü, çevredeki noktasal ve noktasal olmayan kirlilik kaynaklarının tespiti ve sürekli kontrolü gibi önlemlerle ortamın kirlilik odaklarından korunması ve izlenmesi önemlidir.

Doğal kaynakların doğru kullanımının önemine Dünya Sağlık Örgütü'nün 3. dünya ülkelerindeki hastalıkların % 80'inin sağlıksız ve yetersiz su kullanımından kaynaklandığını bildiren verileri örnektir. Yılda iki milyar insan malarya, tifo, kolera, dizanteri gibi hastalıklardan birisine yakalanmakta ve 5 milyona yakını hayatını kaybetmektedir. (WHO, 1992).

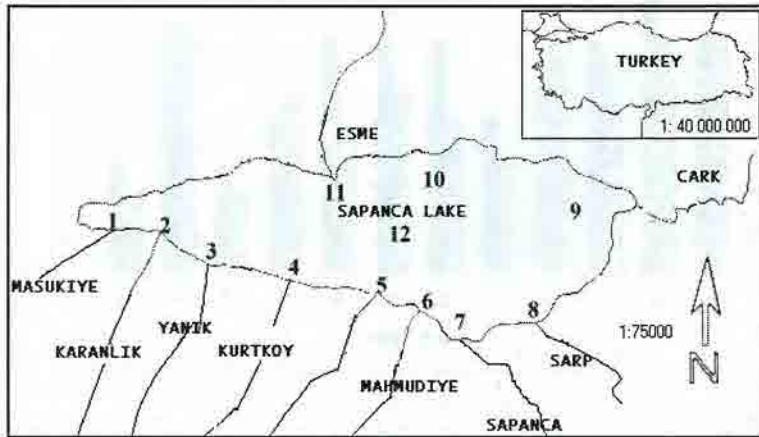
Bakterilerin sucul ortamlarda varlığı uzun yıllar indikatör bakterilerden yararlanılarak ortamda potansiyel patojen bakteriler hakkında ipucu elde etmek amacı ile sadece halk sağlığı odaklı olarak incelenmiştir. Ancak son yıllarda bakterilerin besin zinciri üzerinde olan pre-dominant rolleri moleküler tekniklerin kullanımı ile daha ayrıntılı bilgilere ulaşılmasını sağlamış, bakterilerin ekosistem işleyişindeki rollerini konu alan çalışmalar akuatik mikrobiyal ekoloji için önem kazanmıştır. Herhangi bir sucul alanda bakterilerin varlığı ortamdaki fiziko-kimyasal özelliklere bağlı olarak bakterilerin birbirleri ve çevreleri arasında dinamik bir ilişki süreci başlatır. Son derece karmaşık ilişkiler içeren bu yapı biyokimyasal ve ekolojik değerlendirmeler için ilginç ortamlar sunar. Bakteriler ekosistem işleyişinde önemli roller üstlendiklerinden, doğal olarak ortamda bulunmaları bu sürece katkı sağlar. Ancak insan aktivitelerine bağlı olarak ortama giren bakteri sayısında olan artış beraberinde patojen bakterilerin ortama girmesine zemin hazırlar. Bu durum hem insan hem ekosistem sağlığı açısından istenmeyen bir durumdur. Bu yüzden her özgün saha için, bakterilerin doğal düzeylerinin korunması, ekolojik işlevlerinin tanımlanması, bakteriyel çeşitliliğin bilinmesi, bakteriyolojik kirlilik kaynaklarının kontrol altına alınması önemlidir.

Salmonella spp., *Escherichia coli* 0157, *Vibrio cholera* gibi enfeksiyon ve intoksikasyon etkeni olan, halk sağlığı üzerinde epidemiyeye kadar ulaşan olumsuz etkilere yol açabilen patojen bakterilerin sulardaki varlığının ayrı ayrı araştırılması zaman, uzmanlık ve maliyet gerektirmektedir. Bu yüzden sulara patojen bakterileri tespit etmek yerine patojen bakterilerin bulunabileceğini gösteren indikatör (gösterge) bakterilerin tespiti tercih edilir (APHA, 1998). 1920 yılından beri rutin analizlerde sıklıkla fekal (kanalizasyon kaynaklı) koliform bakteriler, toplam koliform bakteriler ilave olarak da fekal streptokoklar ve sporlu sülfat indirgeyen anaeroplara indikatör bakteriler olarak kullanılmışlardır. Sulara karışan kanalizasyon kaynaklarının en iyi bilinen indikatörü *Escherichia coli*'dir. (APHA-AWWA-WEF, 1995). Bu bakterilerin sınır değerleri yönetmeliklerce belirlenmiştir.

Sapanca Gölü, içme-evsel su kaynağı, rekreasyon ve balıkçılık alanı, tarımsal sulama kaynağı olmak üzere değişik amaçlarla kullanılan ve bölge halkının ekonomik gelişmesine katkı sağlayan önemli bir doğal kaynaktır. İçme suyu kaynağı olarak kullanılan Sapanca gölü su hacmi (1200×10^6 m³) bakımından içilebilecek nitelikte kabul edilmiş sınırlı sayıda göllerimiz arasında ikinci sıradadır (ANON, 1984). Sapanca gölü üzerinde nüfusa bağlı olarak yerleşim yerlerinin artması, evsel atık etkilerinin yoğunlaşması, endüstriyel atıklar ve erozyon materyali baskıları vardır. Göl havzasından çeşitli yollarla uzun yıllardan beri göle giren bu atıklar zaman içinde gölün ekolojik yapısının dengesinin ve su kalitesinin bozulmasına neden olmuştur (ŞENGİL, 1996; YİĞİT ve diğ.,1984).

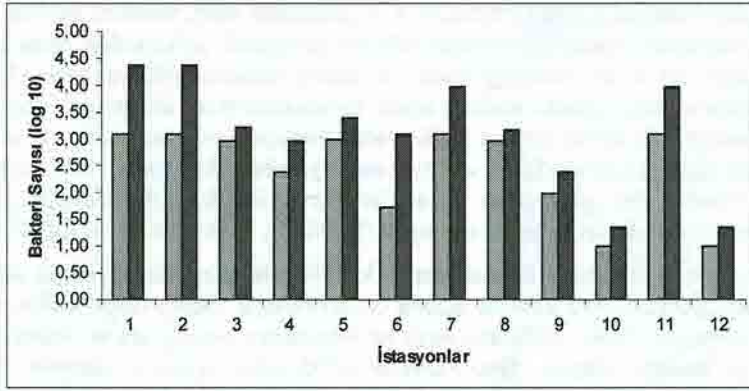
Sapanca Gölü ve gölü besleyen su kaynaklarında kirlilik yükünün bakteriyolojik düzeyi ile ilgili yapılan çalışmalar sınırlıdır. Söz konusu alanda bakteriyolojik yükün tespit edilmesi, fekal kirlilik odaklarının belirlenmesi, içme, kullanma suyu ve rekreasyon amaçlı olarak değerlendirilen ve çevresel faktörlerin baskısı altında olan Sapanca Gölü'nden optimal düzeyde kullanım verimliliğinin tartışılabilmesi amacı ile bölgede yapmış olduğumuz bakteriyolojik çalışmalar aşağıda özetlenmiştir.

Çalışmamızda biyoindeksör olarak total koliformların alt grubu olan fekal koliformlar ve fekal koliformların en iyi bilinen örneği *Escherichia coli* seçilmiştir. Fekal koliformlar ve *E. coli* kanalizasyon kaynaklı kirlilik girdisini tespit etmek amacı ile değerlendirilmişlerdir.

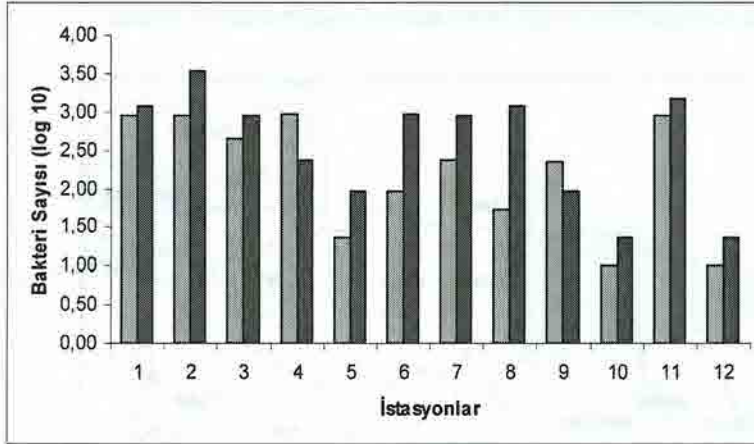


Şekil 1 Çalışma İstasyonları: 1. Aygır Dere'nin Sapanca Gölüne döküldüğü nokta (Maşukiye Deresi) 2. Karanlık Dere'nin Sapanca Gölü'ne döküldüğü nokta 3. Yanık Dere'nin Sapanca Gölüne döküldüğü nokta, 4. Kurtköy Deresinin Sapanca Gölüne döküldüğü nokta, 5. Sazan havuzları kıyısı, 6. Mahmudiye Deresinin Sapanca Gölüne döküldüğü nokta, 7. Sapanca Deresinin Sapanca Gölüne döküldüğü nokta, 8. Sarp Deresinin Sapanca Gölüne döküldüğü nokta, 9. Çark Deresi, 10. Adapazarı içme suyunun alındığı nokta, 11. Eşme Deresinin Sapanca Gölüne döküldüğü nokta, 12. Göl ortası.

Temmuz 2002 tarihinden başlayarak Mayıs 2003 tarihine kadar Sapanca Gölü'nün 12 noktasından alınan yüzey suyu örneklerinde fekal koliform ve *E. coli* düzeyleri en düşük ve en yüksek En Muhtemel Sayı (EMS)/100 ml olarak tespit edilmiş, log₁₀ değerleri aşağıdaki şekillerde özetlenmiştir.



Şekil 2. Temmuz 2002-Mayıs 2003 tarihleri arasında, Sapanca Gölü'nde 12 istasyondan alınan yüzey suyu örneklerinde tespit edilen en düşük ve en yüksek fekal koliform düzeyleri



Şekil 3. Temmuz 2002-Mayıs 2003 tarihleri arasında, Sapanca Gölü'nde 12 istasyondan alınan yüzey suyu örneklerinde tespit edilen en düşük ve en yüksek *E. coli* düzeyleri.

Temmuz 2002 tarihinden Mayıs 2003 tarihine kadar 12 istasyonda yüzey suyu örneklerinde yapılan bakteriyolojik analizler sonucunda en yüksek bakteri sayısı Sapanca Gölü'nün Batı noktasında yer alan Maşukiye Deresi ile Karanlık Dere'in Sapanca Gölü'ne döküldüğü noktada bulunmuştur. Eylül ayında maksimum bakteri düzeyinin tespit edildiği Karanlık dereden alınan yüzey suyu örneğinde *Salmonella* spp. pozitif bulunmuştur.

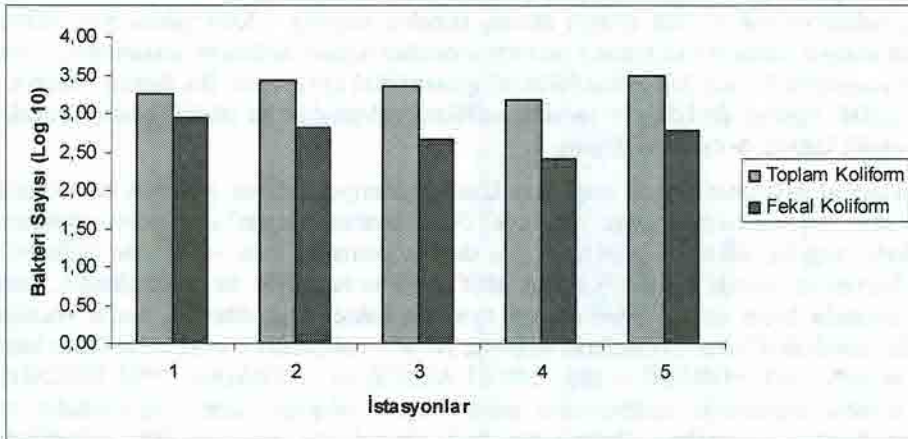
Sapanca Gölü ve gölü besleyen su kaynaklarının göle döküldüğü noktalarda yapılan analizler sonucunda Sapanca Gölünün Batı tarafından sürekli fekal kaynaklı kirlilik aldığı tespit edilmiştir. Başlangıçta yerel kirlilik gibi görünen bu kaynak, gölün doğu tarafına yağmur, rüzgâr ve dalgalanma etkisi ile sürekli taşınabilmektedir. Nitekim Sapanca Gölü'nde bakterilerin aylara göre dağılımı incelendiğinde de, Eylül, Kasım ve Mayıs ayında bakteriyolojik kirliliğin daha fazla istasyona yayıldığı tespit edilmiştir. Bu durum iklimik etkenler ve su hareketleri ile dağılan bakteriyolojik kirlilik girdilerinin süreklilik göstermesi ile ilişkilendirilmiştir. Koliform bakterilerin suda yaşama süresi iki günle sınırlı olduğundan, bölgede her örneklemede tespit edilen

bakteriyolojik kirlilik, girdilerin sürekliliği tezini desteklemiş, Karanlık derede Eylül ayında tespit edilen *Salmonella* spp. varlığı insan sağlığı açısından bölgede potansiyel tehlike olduğunu göstermiştir. Sapanca Gölü'nde 2002- 2003 yıllarında yapılan bu çalışma ile, su kalite kriterlerine göre, yıllık ortalama fekal koliform değerleri (yıllık ortalama 6276 EMS/100 ml) bakımından Sapanca Gölünün 4. sınıf su kalite özelliklerine sahip olduğu görülmüştür (ALTUĞ ve diğ., 2006).

Tablo 1 Kıta içi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri (Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği)

Bakteriyolojik Parametre	1	2	3	4
Fekal koliform EMS/100 ml	10	200	2000	>2000
Toplam koliform EMS/100 ml	100	20000	100000	>100000

2007 kış döneminde başlanan ve ölçümleri devam eden Sapanca Gölünün güney, kuzey, doğu, batı taraflarında ve gölün orta noktasında yapılan bakteriyolojik analiz sonuçları Tablo 1 ve Şekil 4'de özetlenmiştir.



Şekil 4 Sapanca Gölü'nde 5 istasyondan 2007 kış döneminde alınan yüzey suyu örneklerinde tespit edilen toplam koliform ve fekal koliform düzeyleri (log10)

Tablo 2 Sapanca Gölü'nde 5 istasyondan 2007 yılında yüzey suyu örneklerinde tespit edilen toplam koliform ve fekal koliform düzeyleri CFU/100 ml

İstasyon No	İstasyon	Konum	Toplam Koliform	Fekal Koliform
1	Mahmudiye Deresi	Güney	1780	890
2	Sapanca Deresi	Doğu	2670	667
3	Eşme	Kuzey	2289	457
4	Maşukiye	Batı	1526	254
5	Göl Ortası	Orta nokta	3052	610
	Ortalama		2263	575

2007 yılı verilerimize göre (devam eden çalışma) derelerin göle döküldüğü noktalarda evsel kaynaklı bakteriyolojik kirlilik düzeyi devam etmekle beraber, 2003 yılına göre bakteriyolojik girdilerde azalma olduğunu su kalite kriterleri açısından toplam koliform bakımından 2. sınıf, fekal koliform açısından 3. sınıf kalite özelliklerini gösterdiğini görüyoruz. Bu durum Sakarya İl Çevre Raporu (2004) verileri ile bölgede yapılan kollektör çalışmaları ile ilişkili olabilir ancak bölgede bakteriyolojik kirlilik devam etmektedir.

Bakteriyel dağılımın sayısal tespitinde klasik bakteriyel anlayış, yukarıda da açıklandığı gibi ortamda olan "toplam bakteri sayısı"nın veya "Fekal kontaminasyon" dağılımının standart analitik yöntemlerle tespitini dikkate almaktadır. Bu durum konunun halk sağlığı ile ilgili bölümüdür. Toplam bakteri sayımında metabolik olarak aktif olmayan bakteriler de sayılmaktadır. Herhangi bir akuatik ortamda besin zinciri üzerinde rol oynayan bakterilerin düzeyini tespit edebilmek için metabolik olarak aktif olan bakterilerin tespitine yönelik çalışmalar son yıllarda önem kazanmıştır. (COLE ve diğ., 1988; PORTER ve diğ., 1980; KARNER ve FUHRMAN, 1997; HERNDL, 1991). Çünkü akuatik ortamlarda çözünmeden kalan birçok bileşiğin diğer organizmalar tarafından değerlendirilebilecek formlara dönüştürülmesinde önemli rol oynayan aktif bakterilerin tespiti incelenen alanda bakteri faaliyetlerini tanımlayabilmek için gereklidir (STODEREGGER ve HERNDL, 2001). Metabolik olarak aktif bakteri düzeyinin tespiti konunun ekosistem sağlığı açısından anlaşılmasına katkı sağlayacaktır (STRASKRABOVA ,1993; ALTUĞ ve BAYRAK, 2003).

Sağlıklı (intact) olarak tanımlanabilen bir kapsül ile çevrelenmiş bakteri hücresi metabolik olarak aktif kabul edilmektedir (HEISSENBERGER ve diğ., 1996). Metabolik olarak aktif bakteri sayısı ortamda tespit edilen toplam bakteri sayısı, kapsüllü bakteri sayısı ile orantı kurularak belirlenebilmektedir. Bakteri sayımında kullanılan standart metotlar aktif ve inaktif hatta hayalet hücreler (DNA'sı olmayan hücre: Ghost Cell) arasındaki farkı ayıramamaktadır (ZWEIFEL ve HAGSTRÖM, 1995; CHOI ve diğ., 1999; VOSJAN ve diğ., 1998). Bakteriler tam intraselüler yapı gösterdiklerinde, potansiyel olarak aktiftirler ve kapsül tabakası ile çevrilidirler. Hücre organelleri zarar görmüş bakterilerin çoğu kapsülsüzdür. Özetle, metabolik olarak aktif bakteriler kapsül tabakası sentezler inaktif bakteriler ise hızla kapsülünü kaybeder (HEISSENBERGER ve diğ.,

1996). Laboratuar çalışmaları aktif bakterilerin kapsül tabakalarını sürekli olarak yenilediklerini ve bulundukları akuatik çevreye polisakkarit tabakanın önemli bir kısmını bıraktıklarını göstermiştir (STODEREGGER ve HERNDL, 1998).

Bakterilerin deniz suyu kültürlerinde, tatlı su kültürlerine göre genellikle daha büyük ve daha yüksek oranda kapsül taşıdığı bildirilmektedir (NEU, 1996). Kapsül taşıyan bakteri sayısında derinliğe bağlı olarak azalma olduğu bildirilmiş ve akuatik ortamın trofik düzeyinin artması ile kapsüllü bakteri düzeyinde artış tespit edilmiştir (STODEREGGER ve HERNDL, 2001). Bakterilerin akuatik ortamda deterjanların biyodegradasyonundan, pestisitlerin parçalanmasına, petrolün karbon kaynağı olarak kullanılmasından, cıvanın nörotoksik metil cıvaya dönüştürülmesine kadar örnekleri çoğaltılabilecek son derece karmaşık katkıları vardır (HUGUNIN ve BRADLEY, 1975).

Bakterilerin akuatik ortamdaki ekolojik rolleri nedeni ile, metabolik olarak aktif bakteri sayısının belirlenmesi ortamda mikrobiyal hayata katkı sağlayan mikroorganizma miktarının bilinmesi yani ortamın yaşamsal faaliyetinin ölçülmesi anlamını taşımaktadır. Sapanca Gölü'nde metabolik olarak aktif kabul edilen kapsüllü bakteri düzeyleri Tablo 2'de özetlenmiştir.

Tablo 2. Sapanca Gölü'nde 12 İstasyondan Alınan Yüzey Suyu Örneklerinde Metabolik Olarak Aktif Bakteri Düzeyi (%) (2002 – 2003)

<i>Sapanca Gölü</i>	<i>Aktif Bakteri%</i>
Maşukiye Deresi	17.3±1.8
Karanlık Dere	19.6±2.1
Yanık Dere	16.4±2.4
Kurtköy Deresi	13.3±1.9
Sazan Havuzları Önü	17.4 ±2.2
Mahmudiye Deresi	17.1±2.2
Sapanca Deresi	15.0±2.4
Sarp Deresi	13.8±1.9
Çark Deresi	13.0±2.5

İçme suyu	11.5±2.3
Eşme Deresi	15.2±2.1
Göl Ortası	10.4±1.9

(ALTUĞ ve diğ., 2006)

Toplam 44 adet yüzey suyu örneğinde yapılan metabolik olarak aktif bakteri sayısının toplam bakteri sayısına oranı, Karanlık Dere'nin Sapanca Gölü'ne döküldüğü noktadan alınan yüzey suyu örneklerinde %19,6±2,1 olarak en yüksek, Göl ortasından alınan yüzey suyu örneklerinde %10,4±1,9 olarak en düşük oranda dağılım göstermiştir. Bu durum kirlilik girdisinin daha yüksek olduğunu tespit ettiğimiz Karanlık Dere'den alınan yüzey suyu örneklerinde bakterilerin metabolik faaliyetinin daha yoğun olduğunu göstermektedir. Bakteri faaliyetleri organik girdinin parçalanması açısından önem taşıırken, girdilerin artması halinde bakterilerin parçalama sırasında kullandıkları oksijen nedeniyle ortamda oksijen düzeyi zamanla azalacak ve bu durum sağlıklı koşulları hazırlayacaktır.

Sapanca Gölü'nün sürdürülebilir kullanım ve gelişmesinin sağlanabilmesi için; öncelikle bu çalışma ile ortaya koyduğumuz, gölü kirleten, evsel atıkların oluşturduğu noktasal kirlilik kaynaklarına bağlı etkenlerin azaltılması veya önlenmesi ile göl içinde ortaya çıkan ekolojik ve biyokimyasal oluşum ve problemlere bilimsel ve teknolojik yöntemlerle çözüm bulunabilmesi için donanımlı bir "Göl Yönetim Birimi'nin" oluşturulması gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- ALTUĞ G., BAYRAK, Y., (2003). The Contribution of Capsulated Bacteria to the Total Bacterial Community in the Water Column of the Northern Marmara Sea, Kucukcekmece Lagoon and Strait of Istanbul *Turkish Journal of Marine Sciences*. 9:2, 111-120.
- ALTUĞ, G., YARDIMCI, C. H., OKGERMAN, H., TARKAN, S.A., (2006). Levels of Bacterial Metabolic Activity, Indicator (Coliform, *Escherichia coli*) and Pathogen Bacteria (*Salmonella* spp.) in the Sapanca Lake, Turkey. *Journal of the Black Sea/Mediterranean Environment*, 12: 1, 67-79.
- ANON, (1984) Sapanca Gölü Kirlilik Araştırması. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı DSİ Genel Müd. İçme Suyu ve Kanalizasyon Dairesi Başkanlığı, Ankara.
- APHA, (1998). Standart Methods for Examination of Water and Wastewater. American Public Health Association, Washington.
- APHA-AWWA-WEF, (1995). Standart Methods For The Examination Of Water And Waste Water. 19th Edition, Copublication by American Public Health Association p 63 Washington.
- CHOI, J.W, SHERR, B.F, SHERR, E.B., (1999). Dead or alive? A large fraction of ETS -inactive marine bacterioplankton cells assessed by reduction of CTC, can become ETS-active with incubation and substrate addition. *Aquat. Microb. Ecol.* 18: 105-115.
- COLE, J.J, FINDLAY, S., PACE, M.L., (1988). Bacterial production in fresh and saltwater ecosystems: a cross-system overview. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 43: 1-10.

- HERNDL, G.J., (1991). Microbial biomass dynamics along a trophic gradient at the Atlantic Barrier Reef off Belize (Central America). *P.S.Z.N.I: Mar.Ecol.* 12: 41-51.
- HUGUNIN, AG., JR. BRADLEY, R.L., (1975). Exposure of Man T Mercury A Review (1-2). *Environmental Contamination And Biochemical Relationship. J. Milk Food Technol.*, 38 (5) pp 285-300
- KARNER, M. FUHRMAN, J.A., (1997). Determination of active marine bacterioplankton: a comparison of universal 16 S r RNA probes, autoradiography, and nucleoid staining. *Appl. Environ. Microbiol.* 63: 1208-1213.
- NEU, T.R., (1996). Significance of bacterial surface-active compounds in interaction of bacteria with interfaces. *Microb Rev* 60:151-156.
- PORTER, K.G., FEIG, Y.S., (1980). The use of DAPI for identifying and counting aquatic microflora. *Limnol.Oceanogr.*25: 943-948.
- ŞENGİL, İ.A., (1996). Sapanca Gölünde Derinliğe Bağlı Plankton Hareketinin Araştırılması ve Su Alma Yapısı Hakkında Ön Rapor. SAÜ Çevre Müh. Böl. Sakarya.
- STODEREGGER, K. HERNDL, G.J., (1998). Production and release of bacterial capsular material and its subsequent utilization by marine bacterioplankton. *Limnol. Oceanogr.* 43: 877-884.
- STODEREGGER, K.E., HERNDL, G.J., (2001). Visualization of the exopolysaccharide bacterial capsule and its distribution in oceanic environments. *Aquat. Microb. Ecol.* 26: 195-199.
- STRASKRABOVA, V., (1993). Limnological Bases of Lake Management.(Function of Bacteria and Bacterial Activity In Lakes) Hydrobiological Institute, Academy of Sciences of Czech Republic.
- VOSJAN, J.H., VAN NOORT, G.J., (1998). Enumerating nucleoid-visible marine bacterioplankton: bacterial abundance determined after storage of formalin fixed samples agrees with isopropanol rinsing method. *Aquat. Microb. Ecol.* 14: 149-154.
- WHO, (1992). A Guide to the Development of on-Site Sanitation Eds.R Franceys, J Pickford, R Reed, USA.
- YİĞİT, V., MÜFTÜGİL, N., ÖZALP, N., ERGEN, C., ARVAS, H., YOLCULAR, H., (1984). Sapanca Gölü'nün Su Kirliliği ve Besin Durumu Üzerinde Bir Araştırma TUBİTAK Marmara Bilimsel ve Endüstriyel Araştırma Enstitüsü Beslenme ve Gıda Teknolojisi Bölümü Yayın no: 78.
- ZWEIFEL U.L, HAGSTRÖM Å., (1995). Total counts of marine bacteria include a large fraction of non-nucleoid-containing bacteria (ghosts). *Appl. Environ. Microbiol.* 61: 2180-2185.

SAPANCA GÖLÜ SU KALİTESİNİN ÖZELLİKLERİ

Enis MORKOÇ¹

Marmara Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi

emorkoc@marmarae.edu.tr

Güntümüz dünyasında gözlenen hızlı nüfus artışları, kentleşme ve sanayileşme önemli çevre sorunlarına neden olmaktadır. Bunun sonucu olarak, özellikle gelişmiş ülkeler çevre bilimleri alanındaki araştırmalara gerekli önemi vermekte, büyük bütçeler ayırmaktadırlar. Çevre bilimleri içerisinde yer alan göl araştırmalarının geçmişi 18. yüzyıla kadar uzanmakla birlikte 20. yüzyılda geliştirilen ölçüm ve analiz tekniklerinin kullanımı ile son 60-70 yılda önemli bilgi ve bulgular elde edilmiştir. Geçmişte genellikle önemli su ürünleri potansiyeli olan alanlarda yapılan çalışmalar ve yoğunlaşan limnolojik araştırmalar, günümüzde kirlilik sorunlarının çözümü, yüzeysel suların daha detaylı tanımlaması, su ürünlerinin korunması ve potansiyel artırımı gibi güncel sorunlarla yakından ilgilenmektedir.

Gelişen ve gelişmiş ülkelerin çevre kirliliği açısından karşılaştığı ve çözüm yolları aradığı önemli sorunlardan biri de katı ve sıvı atıklar için alıcı ortam olan kıyı denizler, göl ve akarsularda oksijen tüketimini arttıran organik madde ile ötrofikasyona neden olan besin elementleri girdileridir. Genellikle alıcı ortamın üst sularına arıtılmadan ulaşan karasal kaynaklı besin elementleri, aşırı alg üremesine ve bazı türlerin sistemde baskın hale gelmesine, bunun sonucu olarak da bazı türlerin ekosistemde yok olmasına neden olmaktadır.

Atık sularla taşınan ve birincil üretimden açığa çıkan çökebilir özellikteki organik maddeler karışımın ve su değişiminin sınırlı olduğu ve dolayısıyla oksijen girdisinin yetersiz kaldığı alıcı ortam alt sularına ulaştığında, bakteriyel parçalanma sonucu oksijen tüketimine neden olmaktadır. Bu sularda önemli çözülmüş oksijen düşüşlerine neden olmakta, canlı türlerinin yok olmasını hızlandırmaktadır.

Göllerdeki ötrofikasyon olayı görülmeye başlandığında ve kirliliğin su kalitesinde yaratacağı sorunların farkına varılmasından sonra, onu kontrol eden kaynaklar ve mekanizmalar çevre bilimcileri tarafından kapsamlı olarak araştırılmaya başlanmıştır.

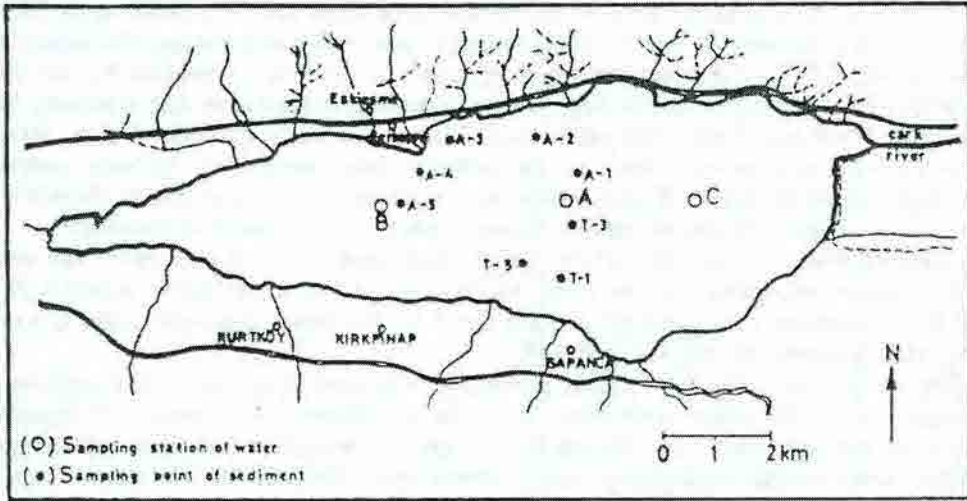
Ülkemizde de özellikle 1960'dan sonra gözlenen hızlı kentleşme ve sanayileşme ile, su kalitesinde ciddi sorunlar ortaya çıkmaya başlamıştır. Bu arada doğasının son derece güzel olması nedeniyle yerleşim nüfusun artması, iklim koşulları nedeniyle tarımdan dolayı oluşan kirlilik Sapanca Gölünde önemli değişikliklerin oluşmasına neden olmuştur.

Marmara Denizinin doğusunda yer alan Sapanca Gölü'nün su kalitesini belirlemek amacıyla sistemde uzun zaman diliminde ekolojik değişimlerin belirlenmesi için daha kapsamlı ve sistematik araştırmaların yapılması gerekmektedir. Bu amaçların önemli bir bölümüne ulaşmak için Sapanca Gölü'nde su kalitesini belirlemek amacıyla aşağıda verilen bilgilere ulaşılmıştır. Elde edilen bilgi ve bulgular, Sapanca Gölünün özelliklerinin daha iyi anlaşılmasını sağlayacak, çevre yönetimi ve doğal kaynakların korunması yönünde hazırlanacak bölgesel kalkınma planları ile çevresel etki değerlendirme çalışmaları için önemli veri kaynağı olacaktır.

Sapanca Gölü Marmara Denizinin kuzey doğusunda yer almaktadır (Şekil 1). 10^9 m^3 su hacmine ve 49 km^2 lik bir yüzey alanına sahiptir. Su toplama havzasının büyüklüğü göl yüzeyinin yaklaşık 5 katı kadardır (250 km^2). Bir tatlı su gölü olan Sapanca Gölü, birkaç adet dere (yaz

sonunda neredeyse kuruyan) ve yeraltı suları tarafından beslenmektedir (DSİ, 1998). Sapanca Gölü suyu Adapazarı ve bazı ilçelerde içme suyu olarak kullanılmaktadır. Bunun yanında İzmit yöresinde bulunan bazı önemli endüstriyel kuruluşlarının proses suyu ihtiyacı gölden karşılanmaktadır. Suyun gölde kalış süresi henüz rapor edilmemektedir. Doğrudan endüstriyel deşarj olmamasına karşın, kirleticiler yüzey akış ile göle ulaşabilmektedirler. Evsel atık sular için bir toplama kanalı bulunmamaktadır ve dolaylı olarak göl sularına karışmaktadırlar. Böylece gölde az da olsa bir kirlilik oluşturmaktadırlar (MORKOÇ ve diğ., 1993; DSİ, 1984).

1980 öncesi yapılan birkaç çalışmadan elde edilen bilgilere göre, göl suları düşük miktarlarda çözünmüş inorganik iyonlar içermektedir (DSİ, 1984; YİĞİT ve diğ., 1984). Bu özelliğinden dolayı içme suyu, kullanma suyu ve sulama suyu olarak kullanılması uygun olarak kabul edilmiştir. 1989 göl suyunun trofik durumu ile limnolojik özelliklerini dolayısıyla su kalitesini belirlemek üzere bu çalışma başlatılmıştır. Major anyon ve katyonların konsantrasyonları tespit edilmiştir. Bunların yanında fiziksel parametreler ile birincil üretimi kontrol eden biyokimyasal parametreler sistematik



şekil 1. Sapanca Gölünde örnekleme noktaları

olarak 2 önemli istasyonda saptanmıştır. Ayrıca sediment çatlak suyu analizleri ile de dipteki oluşumlar anlaşılmaya çalışılmıştır.

Major anyon ve katyonların konsantrasyonu tabakalaşma döneminde tespit edilerek sistemdeki toplam çözünmüş inorganik madde miktarı değerlendirilmektedir. İletkenlik değerlerinin ölçümü ile 1989- 1992 arasında sistematik olarak ölçülmüş ve bununla göldeki toplam major komponentlerin yıl içindeki değişimleri elde edilmiştir. Tablo 1'de anyon, katyon, pH ve iletkenlik değerleri verilmektedir. Bu parametreler birincil üretim veya biyomas hakkında bilgi veren bu ölçümler iki istasyonda gerçekleştirilmiştir (istasyon A ve B).

A ve B istasyonlarından değişik derinliklerden 1989- 1992 arasında alınan örneklerden elde edilen ortalama major çözünmüş inorganik iyonlar Tablo 2'de verilmektedir. Beklenildiği gibi göldeki major katyon kalsiyum olup 930- 969 μM arasında (0-10m) ve 30 m derinliğin altında 1020-1040 μM arasında bulunmuştur. Diğerleri ise ikincil derecede önemli olup bunlar magnezyum (Mg), sodyum (Na) ve potasyum (K) olup sırasıyla magnezyum 280-290 μM , soyum 260-270 μM ve potasyum 37-38 μM dur. Bu değerler alt sulara hemen sabit değerlerdir. Karbonat iyonları major anyon olarak 1920- 3000 μM , sülfat 220-230 μM , klor 160-170 μM ve reaktif silikat

28-75 μM . Kalsiyum ve karbonat iyonları göl suyundaki toplam çözünmüş organik maddelerin miktar olarak en önemlilerindendir.

25 °C ye normalize edilmiş göl sularındaki iletkenlik değerleri elde edilmiştir. Sonuçların zaman ve derinliğe bağlı olduğu görülmüştür. Tam karışımdan önce yaz ve sonbahar döneminde tüm su kolonunda, iletkenlik değerleri epilimniyon tabakasında 245- 280 $\mu\text{S/m}$ dur. Tam karışımın olduğu durumda iletkenliğin dikey dağılım profilinde 280- 285 $\mu\text{S/m}$ değerleri elde edilmiştir.

Sıcaklığın dikey dağılımına bakıldığında, üst sulara mevsimsel değişim gösterdiği görülmüştür. Yüzey suları ilkbahardan itibaren ısınmaya başlar ve kararlı bir şekilde Mart ayında 6.5 °C den Ağustos ayında 27.5- 28 °C ye kadar yükselir. Daha sonra sonbaharda yüzeyde başlayan soğuma, üst karışım bölgesinde Eylülde 21- 22 °C, Ocak ayında 7- 10 °C ve Şubat ayında 7.8-8.0 °C dir. Mart ayında ki tam karışım döneminde su kolonundaki sıcaklık 6.5- 6.8 °C de izotermal bir yapı göstermektedir. Mevsimsel termoklin yaz aylarında 10- 20 metreler arasında yer almaktadır. Eylül ayında zayıflayan tabakalaşma kış aylarında tamamen ortadan kaybolur. Yılda bir kere görülen bu tam karışım nedeniyle Sapanca Gölü monomiktik göllere tipik bir örnektir.

Mevsimsel ve dikey solar penetrasyon değerleri çalışma süresi içerisinde ölçülmüştür. Haziran ayında yüzey ışık şiddetinin %1'inin 15 metre derinliğe kadar indiği saptanmıştır. Bu değer Ocak-Şubat döneminde 25- 30 metre derinliklere indiği saptanmıştır. Yaz aylarındaki bu 15- 20 m derinliklerdeki bu değer yaz termoklin değerleri ile yakınlık göstermektedir. Işık şiddetinin %1 e indiği derinlik, öfotik zon olarak kabul edilmektedir, Haziran ayında bu derinlik 10 m'dir. Bu ayda yüzey sularının besin elementleri artışı ve fotosentetik orijinli askıda katı maddeler nedeniyle azaldığı ifade edilebilmektedir. Benzer eğilim ışık şiddetinin %10 unun indiği derinlikte de izlenmektedir. Bu değerler Mayıs ayında 6 m, Şubat ayında ise 12 m olarak hesaplanmıştır.

B istasyonundan toplanan değerlerden yapılan hesaplamalar sonucu elde edilen ışık sönüm katsayısı mevsimsel değişimler göstermektedir. Mayıs ayında 0.4 m^{-1} iken Ağustos ayında 0.29 m^{-1} olup göl için hesaplanan yıllık ortalama değer 0.32 m^{-1} dir. Bu değer oligotrofik göller için rapor edilen değerler ile uyumludur (CLAPHAM, 1973).

Sapanca Gölünde ışığın %1'e indiği derinliğini belirlemek için seki disk derinlikleri de belirlenmiştir. % 1 ışık şiddeti derinlikleri seki disk derinliklerine oranlanarak bir hesaplama yapılmıştır. Bu oranlar Eylülde 1.18, Nisanda 4.6 ve yıllık ortalama değer 2.46 olarak saptanmıştır.

Ölçüm sonuçlarından anlaşılabileceği üzere tabakalaşma süresince, üst produktive zon alt termokline kadar uzanmaktadır. Burada pH değerleri 8.1- 8.6'dır. Mevsimsel termoklin tabakasının altında, pH değerleri azalarak 7.7- 8.1 olmuştur. Çünkü üst produktiv tabakadan çöken organik maddenin parçalanması sırasında çıkan CO_2 'den kaynaklanmaktadır. Beklenildiği üzere, 1991 Şubat-Mart döneminde, tüm göl karışımı döneminde su kolonundaki pH dağılımı yüzey sularında 8.0- 8.1, alt sulara dibe yakın yerde ise 7.95- 8.0'dir.

Çözünmüş oksijen konsantrasyonu her iki istasyonda yüzeyden dibe kadar belirli aralıklarla ölçülmüştür. Ölçüm sonuçlarından elde edilen bilgilere göre çözünmüş oksijen konsantrasyonları önemli ölçüde mevsimsel ve dikey değişimler göstermektedir. DO konsantrasyonu epilimniyon tabakasında 266- 387 μM arasında değişimler göstermektedir. Mevsimsel değişim büyük ölçekte su sıcaklığına ve atmosfer ve yüzey suları arasındaki DO değişimi tarafından kontrol edilmektedir. En yüksek DO derişimi üst tabakada ve 381 μM , %100 doygunluk seviyesini Şubat-Mart döneminde yüzey su sıcaklığının 7 °C olduğunda elde edilmiştir. Yüzey sularının ısınmasına paralel olarak, DO değeri azalarak yaz aylarında 272 μM değerinde ve % 105 doygunluk seviyesine ulaşmaktadır.

Yüzey karışım tabakasının altında, DO profili yüzey altı maksimum değerine 12- 16 metrelerde satanmış olup, üst termoklin tabakası ile uyumludur. Bu sonuçlar alt sulardaki düşük sıcaklıkta artan çözünürlülük ve ışık şiddetinin penetrasyonunun termoklin tabakasının altına kadar uzanmasından ileri gelmiş olmaktadır. Buna bağlı olarak fotosentez hızının artması ve oksijenin birikimine neden olmasını sağlamış olmaktadır. Artan DO gradyanı termoklin tabakasının altında 250- 280 μM den sonbaharda 15- 60 μM değerine düşmüştür.

Hipolimnion sularda DO miktar mevsimlere bağı olarak çok değişim göstermektedir. DO azalarak Eylül-Ekim döneminde 15- 63 μM 'e ile çok düşük değerlere inerken, daha sonra artarak doygunluk seviyesine tam karışımın olduğu Şubat-Mart döneminde ulaşmaktadır (360-375 μM). Mevsimsel termoklin tabakasının teşekkülü ile ilkbahardan itibaren kış başlangıcında oluşan tam karışımın başlangıcına kadar olan dönemde hipolimnion tabakasındaki DO derişimi tekrar azalmaktadır. Alt sulardaki DO azalması üst tabakalardan gelen biyogenik maddeler ile termoklin tabakasından oluşan oksijen difüzyonu ile oluşmaktadır. Hipolimnion konsantrasyonu eylülde <50 μM seviyesine kadar düşmektedir. Bu azalmalar her yıl aynı dönemde görülmemektedir, çünkü dış kaynaklardan gelen besin elementlerinin yıllık değişimlerinin önemli etkileri mevcuttur. Örneğin Ocak 1991 de ilk 25 metre rüzgar nedeniyle iyice oksijenlendirilmiş iken alt sularda hala ventilasyon azlığı nedeniyle 30 μM DO saptanmıştır.

Nitrat+nitrit konsantrasyonu yaz ve sonbahar aylarında çok düşüktür (<0.15 μM). Dikey karımın başlangıcında, yüzey NO_x konsantrasyonu Ocak ayında 1.5- 2.0 μM 'e ulaşmıştır. Bundan sonra pik değeri olan 4.7 μM 'e Sapanca Gölü'ünde tam karışımın olduğu Şubat-Mart döneminde ulaşmıştır.

Besin elementi tabakalaşması olan nutrikline, termoklin tabakasının tabanında rastlanılmıştır. Hazranda 10 metrede, Eylül- Ocak döneminde derinleşerek 20- 30 metrelere inmiştir. Alt sulardaki NO_2 konsantrasyonu ilkbahardan kış karışımının başlangıcına kadar artarak devam ederken karışım ile üst tabakanın besin elementince fakir sularla karışarak seyrelmeye uğramış olmaktadır. Sonbahar sonunda alt sularda konsantrasyon en yüksek 12- 13 μM , Mart ayında karışım ile azalarak 5.7 μM ile tüm su kolonunda sabit bir değere erişmektedir. Tüm yıl boyunca göl sularındaki amonyak konsantrasyonu 0.35 μM un atında iken klorofil-a yüzey altı maksimumu olan derinlikte 0.5- 0.7 μM değerlerine ulaşmaktadır. Bu derinlik aynı zamanda mevsimsel termoklin tabakasının tabanı ile çakışmaktadır.

Tablo 1. Sapanca Gölü su kolonunda ölçüler anyonlar, katyonlar, iletkenlik ve pH değerleri.

Derinlik/m	İletkenlik µS/cm	pH	Ca µM	Mg µM	Na µM	K µM	CO ₃ µM	SO ₄ µM	Cl µM	F µM	Si µM
0.5	245-277 (259)	7.44-8.54 (8.25)	795-987 (891)	272-288 (282)	245-265 (255)	12-31 (25)	1742-2333 (1920)	169-188 (181)	110-169 (138)	6.3-8.4 (7.4)	23-58 (38)
5	248-264 (262)	8.07-8.57 (8.24)	835-927 (880)	283-288 (286)	249-262 (259)	12-32 (22)	1733-2293 (2151)	170-184 (179)	138-169 (158)	7.4-9.5 (7.9)	23-59 (38)
10	250-277 (260)	7.43-8.58 (8.24)	807-987 (912)	275-284 (279)	249-263 (256)	12-32 (25)	1690-2350 (2158)	173-185 (182)	135-175 (162)	7.9-10 (8.9)	27-59 (41)
15	255-278 (264)	7.95-8.66 (8.24)	---	---	---	---	1952-2303 (2182)	173-180 (176)	107-166 (138)	6.8-9.5 (8.4)	33-60 (45)
20	267-288 (279)	7.62-8.15 (7.79)	887-1037 (970)	272-283 (275)	251-261 (256)	14-33 (26)	2030-2333 (2213)	170-187 (179)	124-172 (159)	5.3-8.9 (7.4)	46-64 (55)
30	262-288 (279)	7.33-7.86 (7.53)	950-1087 (997)	280-288 (284)	249-265 (259)	13-32 (26)	2050-2450 (2305)	172-181 (176)	129-214 (166)	5.3-7.9 (7.4)	51-89 (62)
40	262-288 (280)	7.32-7.86 (7.53)	947-1040 (990)	280-284 (282)	243-265 (259)	13-31 (27)	2087-2483 (2283)	176-181 (178)	132-169 (153)	5.3-7.9 (6.8)	55-89 (64)

Su kolonu boyunca reaktif fosfat konsantrasyonu $<0.05-0.1 \mu\text{M}$ olarak elde edilmiştir. Bunun tersi olarak toplam fosfat konsantrasyonu (t-P) $0.2-0.4 \mu\text{M}$ arasında değişmektedir. İstisnai olarak elde edilen pik değeri olan $0.6 \mu\text{M}$ yüzey altı klorofil-a maksimumu derinliğinde elde edilmiştir. Alt sulardaki DO konsantrasyonu Mart ayındaki $350 \mu\text{M}$ olan değeri sonbaharda $20-40 \mu\text{M}$ ye kadar azalırken, NO_x konsantrasyonu okidative orijinden ziyade dış kaynaklardan gelmektedir. Her ne kadar Sapanca Gölündeki fitoplanktonların N:P oranı bilinmiyor olsa da, fosfat limitasyonu olan bir göldeki N:P oranının 25 olduğunu kabul edilmiştir (HECKY ve diğ., 1993). Böylece, $5.7 \mu\text{M}$ NO_2 alt sulara olduğu saptanmıştır. Buradan hareketle N:P oranının 25 olduğu kabulünden Sapanca Gölündeki reaktif fosfat konsantrasyonunun $0.31 \mu\text{M}$ olduğunu kolaylıkla hesaplayarak bir kabul yapmış olabiliriz. Bununla birlikte mevsimsel ölçülen değerin hesaplanan değerden çok daha küçük olduğu görülmektedir ($<0.1 \mu\text{M}$). Nedeni ise rejenere olan fosfatın çeşitli yollarla ortamdaki uzaklaşmasından kaynaklandığı söylenebilir.

Yüksek nitrat değeri, düşük nitrit değeri ve hidrojen sülfür yüzey sediment çatlak suyunda tespit edilmiştir. Bu şunu göstermektedir, indirgenme şartları metal oksitlerdeki partikül fosforun serbest bırakılması için yeterli düzeyde değildir. Bir başka değişle, bu koşullar altında, göl sedimenti fosfat depolanma yeri olarak görev yapmaktadır. Alt sulardaki N:P arasındaki molar oran $80-120$ ye kadar ulaşmaktadır. NO_2 :t-P ye oranı $21-40$ kadardır. Fosfatın tümü biyolojik orijinden kaynaklanıyor ve litojenik partiküllere bağlı olduğu kabulünde doğru olmaktadır.

Klorofil-a konsantrasyonunun dikey dağılımına bakıldığında oldukça yüksek olduğu görülmektedir. Kış ve ilkbahar aylarında derinlikle az bir değişim göstermektedir. Tabakalaşma sırasında alt sulara besin elementinin üst sulara geçişi sınırlandırıldığından, konsantrasyon üst sulara ve karışım bölgesinde azalmaktadır. Klorofil- a derişimi bu tabakada yaz ve sonbahar aylarında 0.7 ve $2.9 \mu\text{g/l}$. Bunun altında, yüzey altı klorofil maksimumu termoklin tabakasının tabanında yer almaktadır. Benzer eğilim YİĞİT ve MÜFTÜĞİL (1984) tarafından ifade edilmiştir. 1989- 1992 yılları arasında yüzey altı klorofil maksimumu (YKM) $2.0-22.0 \mu\text{g/l}$ arasında değişmektedir. En yüksek değer Eylül ayında görülmüştür. Ağustos ve Eylül aylarında YKM $22-25$ metre derinliklere kadar inmiştir. Burada ışık şiddeti yüzey ışık şiddetinin %1'i değerlerine kadar inmiştir. Oldukça yüksek feofitin-a değerlerine YKM derinliklerinde rastlanmış olup verimli üst tabakalarda ölmüş alglerden ve zooplankton atıklarından kaynaklanmaktadır. YKM derinliğinde rastlanan yüksek t-P ve TOK değerleri bunu doğrulamaktadır.

Toplam organik karbon (TOK) esas olarak çözünmüş organik madde (ÇOM) mevsimsel değişim gösterir ve en yüksek değerler üst verimli sulara saptanmıştır. Yıl içerisinde epilimniondaki konsantrasyon 158 ile $258 \mu\text{M}$ arasında değişmektedir. YAM derinliğinde en yüksek değerlere ulaşmaktadır ($250-370 \mu\text{M}$). Bu derinlik termoklinin tabanını oluşturmaktadır ve tabakalaşma döneminde t-P değerleri en yüksek rakamlara ulaşmıştır. Buda alt termoklindeki labile konsantrasyonu en fazla $80-200 \mu\text{M}$ dir ve kabul edilmelidir ki alt sulara bulunan $170 \mu\text{M}$ refractory formları oluşturmaktadır. Beklenildiği gibi en yüksek TOC gradienti nitracline (besin elementi tabakalaşması) ile termoklin tabanında benzerlik göstermektedir. Üst karışım tabakasında kış aylarında $200 \mu\text{M}$, yaz aylarında $250 \mu\text{M}$ olarak alg üretimi ve kış aylarında gerçekleşen tam karışım sırasındaki seyrelme faktörüne bağlıdır. Çalışma dönemi boyunca kış aylarında 1989- 1992 alt sulara TOK miktarı $140-200 \mu\text{M}$ arasında değişmektedir.

Göl sularındaki birincil üretim miktarları incelendiğinde sadece üst $10-15$ metreler arasında olduğu görülmüştür. Birincil üretim 15 metrenin altında hızlı bir düşüş göstermektedir. Burada ışık şiddeti yüzey ışık şiddetinin %10 u kadardır. Diğer bir neden de

birincil üretim besin elementlerinin az olduğu yerlerde düşük olmasıdır. Birim alanda ölçülen birincil üretim değerleri Tablo 2' de verilmektedir. Derinliğe bağlı olarak entegre günlük birincil üretim mevsimsel değişimler göstermektedir. Bu günlük değerler Ocak ayında 35 mg C/m² den başlayan miktarlar, Şubat-Mart aylarında 81- 89 mg C/m², Ağustos ayında 75-85 mg C/m² ye ve Kasım ayında 43-51 mg C/m² 'dir. Sapanca Gölünde sınırlı sayıdaki veri ile hesaplanan yıllık birincil üretim ise 67 mg C/m² 'dir.

Sapanca Gölü'nde sınırlayıcı besin elementinin saptanabilmesi için biyo-deney çalışmaları yapılmıştır. Sadece demir iyonlarının ve çelatör olarak ilave edilen EDTA'nın birlikte ilavelerinde fosfatın sınırlayıcı besin elementi olduğu saptanmıştır. Benzer şekilde molibden ve nitratın birlikte ilave edildiği deneyde ¹⁴C kullanımında artış elde edilmiştir. Bu sonuçlara göre fosfat ve nitrat potansiyel olarak birincil üretimi sınırlayıcı besin elementleridir. Sapanca Gölünde yeterli miktarda biyolojik olarak gerekli olan metal iyonları ve organik çelatörün varlığından söz etmek uygun olacaktır.

Tablo 2. Sapanca Gölü'nde günlük birincil üretimler mg C/m².

Aylar	İstasyon A	İstasyon B
Ağustos 1989	264	259
Eylül 1989	294	321
Kasım 1990	51.1	43.5
Ocak 1991	34.9	35.7
Şubat 1991	95.0	90.6
Mart 1991	88.4	73.8
Ağustos 1991	85.5	78.3

Bütün bu sonuçların ortaya koyduğu düşük miktarlarda besin elementleri hem üst tabakada hem de termoklin tabakasında ve düşük miktarlardaki birincil üretim sonuçları Sapanca Gölünün oligotrofik karakterde olduğu söylenebilir.

Sapanca Gölü'nün mevcut su kalitesini saptayabilmek için trofik state indeksi (TSİ) CARLSON'a (1977) göre tespit edilmiştir. Algal biomas, klorofil- a (klo-a), t-P ve seki disk (SD) derinliği arasında bir ilişki kurmuştur.

$$\begin{aligned} \text{TSI (SD)} &= 60 - 14.427 * \ln (\text{SD}) \\ \text{TSI (klo-a)} &= 30.6 + 9.81 * \ln (\text{klo-a}) \\ \text{TSI (t-P)} &= 4.15 + 14.427 * \ln (\text{t-P}) \end{aligned}$$

Bu denklemler kullanılarak Sapanca Gölü'nde trofik state indeksi seki disk, t-P ve klo-a değerleri kullanılarak üretken üst tabaka sularında hesaplanmıştır. Hesaplanan değerler ile bununla ilişkili her bir parametrelerin değerleri Tablo 3'de verilmiştir.

Sapanca için elde edilen TSI değerleri Temmuz- Eylül döneminde 16 ile 36 arasında hesaplanmıştır. CARLSON (1977)'a göre TSI değeri 45' in altında olduğu zaman oligotrofiyi ifade etmektedir. O nedenle verilen değerler Sapanca Gölü'nün oligotrofik yapıda olduğunu göstermektedir.

Tablo 3. Sapanca Gölü için klo-a, t-P ve SD değerleri kullanılarak hesaplanan trofik state indeks değerleri.

Aylar	SD/m	Klo-a (µg/l)	t-P ((µg/l)
Temmuz 1989	32	31.8	33.6
Ağustos 1989	30.9	31	34.8
Ekim 1989	43.7	40.8	35
Kasım 1989	43	34.2	35
Nisan 1990	40.4	32.5	38.5
Temmuz 1990	34.7	34.6	36.7
Kasım 1990	32.9	39.2	35.5
Nisan 1991	36.5	32.9	29.9
Haziran 1991	42.9	37.9	30.9
Ağustos 1991	33	23.4	31.6
Eylül 1991	32.7	26.2	29.9
Ocak 1992	38.1	40.3	18.6
Mart 1992	43.9	40.7	20.5

Sapanca Gölü'nde majör ve iz elementler: Şekil 1' de verilen haritada görülen sediment örnekleme noktalarından grab örnekleyici ile alınan örneklerde yapılan metal analiz sonuçları Tablo 4' de verilmektedir. Monako, uluslar arası atom enerjisi kurumundan alınan referans örnek (SD-N-1/2) analiz edilerek analitik yöntemin doğruluğu belirlenmiştir. Referans örnekte sertifikalanmış metal sonuçları da Tablo' da verilmiştir. Genel olarak bakıldığında bölgeler arasında iz elementler arasında önemli farklılıklar olmadığı gözlenmiştir. Bununla birlikte T-5 ve A-4 örnekleme noktaları kıyıya daha yakın istasyonlar olması nedeniyle kara kökenli etkiler altında olduğu görülmektedir. En yüksek kurşun konsantrasyonu T-1 noktasında gözlenmiştir.

Sonuç olarak yılda bir k6ez tam karışım olması nedeniyle Sapanca Gölü tipik bir monomiktir göldür. Göl oligotrofik bir karakter göstermektedir. Göldeki toplam anyon ve katyonların konsantrasyonu 3700- 4400 µM kadar olması ile içme suyu kaynağı olabileceğini ifade etmektedir. Şubat- Mart aylarındaki tam karışım sırasında besin elementlerince zengin alt sular, fakir üst sular ile karışarak üst tabakada besin elementlerince nispeten artış görülmesine ve bunun sonucunda birincil üretim değerlerinin artmasına neden olmaktadır.

Eylül ayında itibaren DO konsantrasyonu doygun seviyeden (375 µM) 20- 30 µM seviyelerine kadar inmektedir. Karasal girdiler ve biyolojik kökenli organik maddelerin parçalanması sırasında düşen DO miktarına karşın sistemdeki inorganik madde konsantrasyonlarının arttığı görülmektedir.

Element	İstasyon Numarası *								Ref. sedim.	Ref. ^a sedim.	Referans ^b sediment
	T-1	T-3	T-5	A-1	A-2	A-3	A-4	A-5			
Al(%)	7.7	8.3	6.1	9.7	9.1	8.3	5.7	8.8	3.65	3.75	3.58-3.85
Fe(%)	4.7	4.7	3.8	4.8	4.9	4.3	3.3	4.4	3.51	3.64	3.53-3.78
Mn(ppm)	1107	1150	592	1007	901	705	900	1100	735	777	728-801
Ni(ppm)	92	120	67	126	86	62	59	87	30	31	27-34
Co(ppm)	26.5	25.5	18.5	22.5	21.0	15.5	15.0	18.5	10.7	12.1	11.2-12.7
Pb(ppm)	36.5	28.5	24.5	26.5	20.5	20.5	20.0	25.5	111.0	120.0	112-132
Cu(ppm)	53.0	53.0	40.0	53.0	47.0	40.0	36.5	48.0	75.0	72.2	68.1-75.2
Zn(ppm)	105	104	86	105	103	92	74	98	451	439	423-452

Tablo 4. Majör ve Minor Elementlerin Sapanca Gölü Sedimentindeki Konsantrasyonları

a: Sertifikalı konsantrasyonlar, (b): emniyet aralığı

*: Örnek konumları için Şekil 1'e bakınız.

KAYNAKLAR

CARLSON, R.E., (1977). Limnol. Oceanogr. 22: 361-369.

CLAPHAM, W.B., (1973). Natural ecosystem, MacMillan, NewYork, 137- 1.46.

DSİ, (1984). Sapanca Gölü kirlilik çalışması. Teknik Rapor, 135 Ankara

DSİ, (1998). Su kalitesi kontrolü, izlenmesi ve özel çalışmalar: Sapanca Gölü ve drenaj alanı, Devlet Su İşleri Yayını, Ankara, 1998, 228- 300.

HECKY, R.E., GAMPELL P, HENDZEL, L.L., (1993). Limnol. Oceanography, 38: 709-724.

MORKOÇ, E., ÖZTÜRK, M., TÜFEKÇİ, H., EGESL L. and OKAY, O., (1993). Determination of limnological characteristics of the Sapanca Lake, TÜBİTAK-MRC Publ., Gebze-Kocaeli.

YİĞİT, V., MÜFTÜGİL, N., ÖZALP, N., ERGEN, C., ARVAS, H., YOLCULAR, H., (1984). Sapanca Gölü'nün Su Kirliliği ve Besin Durumu Üzerinde Bir Araştırma TUBİTAK Marmara Bilimsel ve Endüstriyel Araştırma Enstitüsü Beslenme ve Gıda Teknolojisi Bölümü Yayın no: 78.

SAPANCA GÖLÜ'NDE AĞIR METAL KİRLİLİĞİ: SEDİMENT, BALIK, MİDYE

Gülşen ALTUĞ¹

İstanbul Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi

galtug@istanbul.edu.tr

Ağır metaller akuatik ortamda doğal olarak çok az miktarlarda bulunurlar, ancak günümüzde endüstriyel, tarımsal, madencilik ve evsel atıklar gibi insan aktivitelerine bağlı olarak tüm dünyada miktarları giderek artış göstermiş ve ABD Çevre Koruma Derneği (EPA) tarafından 128 kirletici maddenin 14 tanesi ağır metal olarak kabul edilmiştir. Ağır metallerin organizmaya girdikten sonra doğal fizyolojik mekanizmalarla atılamamalarından dolayı organizmaların dokularında birikmeleri insan sağlığı yönünden, olumsuz çevresel etkilerinin olması ise ekosistem sağlığı yönünden önemlidir. Bu nedenlerden dolayı akuatik ekosistemin çok önemli kirleticileri olarak kabul edilen (VEENA ve diğ., 1997) ağır metallerin, akuatik çevrelerde düzeylerinin analizlerle takibi ve toksik etkilerinin bilinmesi önemlidir.

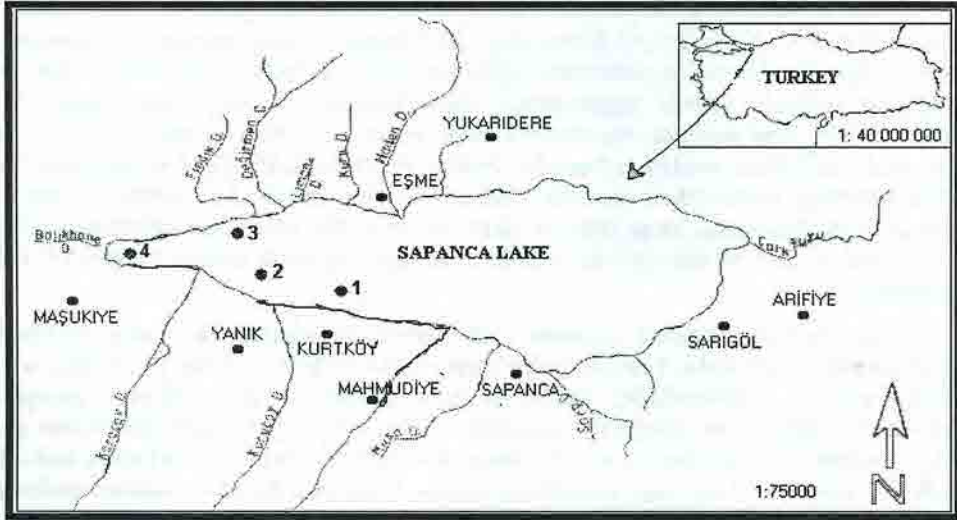
Ağır metaller, akuatik çevrede çok kompleks olarak etki gösterirler ve organizmaların bu etkilere karşı yanıtı da çok karmaşıktır. Bir yandan bu ağır metallerin iz element olarak görev yapanları birçok biyokimyasal fonksiyonlarda çok önemli roller oynar, diğer yandan bunların eksikliği halinde organizmada birçok hastalık ve bozukluklar oluşur. Bununla birlikte, aynı ağır metaller, kirleticiler olarak insanlar da dâhil olmak üzere, tüm canlılar üzerinde çok zararlı etkilere sahiptirler. Ayrıca birçok fizikokimyasal ve biyolojik faktörler ağır metallerin toksik etkisi üzerinde oldukça önemlidir. Böyle durumlarda, bir ağır metalin hangi konsantrasyonda, hangi türe, ne kadar seviyede etki gösterdiğini söylemek çok zordur ve organizma için bir ağır metalin toksisitesine karşı fizyolojik sınırını tanımlamak mümkün değildir.

Ağır metaller, akuatik ortamda iyon halinde bulunurlar. Bu toksik iyonlar direkt organizmalara veya onların tüketicilerine zarar verirler. Günümüzde her yıl 12 milyon ton ağır metal çevreye yayılmaktadır. Bunlar çevreye girdikten sonra solüsyon, presipitasyon, oksidasyon, redüksiyon, kompleks oluşumu ve adsorbsiyon gibi çeşitli süreçlerden geçerler. Ağır metaller suya girdikten sonra ilk olarak sedimente taşınırlar, sonraki süreç makrofitlerin kökleri tarafından alınan ağır metallerin sürgüne taşınması, herbivor canlılar tarafından bu makrofitlerin tüketilmesi, herbivor canlıların vücuduna taşınan ağır metallerin daha sonra bunlarla beslenen karnivor canlılara taşınması ve en son olarak da insana geçmesi olarak özetlenebilir. Bir toksik maddenin besin zinciri yoluyla bir canlıdan diğerine artarak geçmesi biyomagnifikasyon olarak tanımlanır ve sucul ortamda biyomagnifikasyon karasal ortamda olandan binlerce kat fazla olarak bildirilmiştir (GOLE. 1983, VEENA ve diğ., 1997). Bu nedenle sucul ekosistemlerin ağır metal düzeylerinin izlenmesi ayrı bir önem taşır. Ağır metallerin organizma üzerindeki olumsuz etkisi zamanla oluşacak birikime bağlıdır. Bu birikim organizmanın ağır metalleri fizyolojik mekanizmalarla özellikle yağlı dokularda birikerek insan ve memeli hayvanlarda kanser oluşumuna zemin hazırlar. Balıklarda davranış üzerine ağır metallerin etkileri: düzensiz yüzme, su yüzeyinde fazla süre kalma, hava yutma, yüzgeçlerini uzatma, operkulum ve ağzın çabuk hareketleri, predatörden kaçma ve habitat bulmada düzensizlik olarak gözlenmiştir. Ölü balıklarda ise solungaç yüzeyinde kan

pihtılaşması, açık ağız, solungaçlarda genişleme ve mukus arasında hava kabarcıkları görülmüştür (TORT ve TORRESS, 1988; THUVANDER, 1989; DAVE ve XIU, 1991; PANKAJ ve diğ., 1990; DHAWARI ve KAUR, 1997; CALTA, 1999).

Alıcı su niteliğinde olan alanlar çeşitli çevrelerden gelen atıkların etkisi ile kirleticilerin etkisi altındadırlar. Sapanca Gölü de bu alanlardan biri olup, Sapanca Gölünün 42 kilometrelik sahil şeridinin Sakarya ve Kocaeli illerinin dokuz ayrı ilçesi tarafından paylaşılmasının getirdiği sıkıntılara maruz kalmaktadır. Ağır metal kirliliği etkenleri arasında, gölün kıyısında yer alan benzin istasyonları, karayollarından kaynaklanan araçların egzoz gazları, yağ ve diğer atıkların yağmur suları ile karışarak göle ulaşması, evsel atık, tarımsal ilaç ve kimyasal atık girdisi, bölgedeki büyük sanayi tesislerinden salınan kimyasalların hava yoluyla göle karışması gibi faktörleri sayabiliriz. Sapanca Gölünün fazla sularının boşaldığı Çark Suyu, 1967 yılına kadar Adapazarı'nın içme kullanma suyunu temin etmekte iken, son yıllarda bu etkenlerin artması ile göl üzerindeki kirlilik baskısı da artmıştır.

Sapanca Gölü'nde Temmuz 2001 Mayıs 2003 tarihleri arasında Kızılğöz (*Rutilus rutilus* L. 1758), Tahta balığı (*Blicca bjoerkna* L. 1758), Kızılkanat (*Scardinius erythrophthalmus* L. 1758), Sazan (*Cyprinus carpio* L. 1758), Kadife balığı (*Tinca tinca* L. 1758), Turna balığı (*Esox lucius* L. 1758), kerevit (*Astacus leptodactylus* Eschscholtz, 1823), tatlı su midyeleri (*Anodonta cygnea* L. 1758, *Dreissena polymorpha* Pallas, 1771) ve sediment örneklerinde çinko, kurşun, bakır ve kadmiyum düzeylerini araştırılmıştır (ALTUĞ ve OKGERMAN, 2008).



Şekil 1 Örnekleme Yapılan İstasyonlar

Genel olarak, iki farklı türde olan balığın aynı dokularında bile ağır metal düzeylerini karşılaştırmak veya kıyaslamak farklı beslenme alışkanlıkları, bulundukları ortamın çevresel karakterleri, su kirliliğinin düzeyi, türün büyüme düzeyi gibi faktörlerin etkisi ile farklılıklar gösterebileceğinden zordur. Ancak aynı ortamı paylaşan türler aynı çevresel etkilere maruz kaldığından taşıdıkları ağır metal düzeylerini türün büyüme ve beslenme alışkanlıkları ile ilişkilendirmek imkânı doğar. Sapanca Gölü'nden 2001–2003 yılları arasında avlanan bazı balıkların ağır metal düzeylerini (Tablo 1) değerlendirdiğimizde, tüm balıkların kas dokusunda tespit edilen değerlerin insan sağlığı açısından kabul edilebilir değerlerde (FAO/WHO, 1989; ANON, 2000) olduğunu görüyoruz.

Tablo 1 Sapanca Gölü'nde Balık Kas Dokusu Örneklerinde Zn, Pb, Cu, Cd ve Hg Düzeyleri (kuru ağırlık $\mu\text{g/g}$)

Kas Dokusu	n	Zn	Pb	Cu	Cd	Hg
<i>B. bjoerkna</i>	24	21.0 $\pm$ 1.1	ND	7 $\pm$ 1.0	ND	ND
Tahta Balığı						
<i>R. rutilus</i>	24	28.6 $\pm$ 2.1	ND	6 $\pm$ 1.7	ND	ND
Kızıl göz						
<i>S. erythrophthalmus</i>	24	35.8$\pm$3.0	ND	8$\pm$1.8	ND	ND
Kızılkanat						
<i>C. carpio</i>	6	8.0 $\pm$ 1.2	ND	2.5 $\pm$ 1.9	ND	ND
Sazan						
<i>T. tinca</i>	6	11.0 $\pm$ 1.7	ND	1.4 $\pm$ 1.6	ND	ND
Kadife Balığı						
<i>E. lucius</i>	5	10.0 $\pm$ 1.8	ND	1.71 $\pm$ 2.1	ND	ND
Turna Balığı						
Sınır Değer	50		0.5	20	0.1	0.5
FAO/WHO1989						
ANON 2000						

(ALTUĞ VE OKGERMAN, 2008) n: Örnek Sayısı, ND: Tespit edilebilir Sınırın altında

Tablo 2 Sapanca Gölü'nde Balık Karaciğer Dokusu Örneklerinde Zn, Pb, Cu, Cd ve Hg Düzeyleri (kuru ağırlık $\mu\text{g/g}$)

Karaciğer Dokusu	n	Zn	Pb	Cu	Cd	Hg
Tahta Balığı	24	28.2 $\pm$ 1.8	0.4 $\pm$ 0.1	12.0 $\pm$ 2.0	0.03 $\pm$ 0.01	ND
Kızıl göz	24	37.2 $\pm$ 1.2	0.5$\pm$0.1	13.0 $\pm$ 0.7	0.04$\pm$0.01	0.04 $\pm$ 0.01
Kızılkanat	24	52.0$\pm$1.8	0.3 $\pm$ 0.3	15.0$\pm$1.2	0.02 $\pm$ 0.01	0.25$\pm$0.1
Sazan	6	16.0 $\pm$ 2.0	ND	4.46 $\pm$ 1.4	ND	ND
Kadife Balığı	6	18.0 $\pm$ 1.7	ND	3.25 $\pm$ 1.7	ND	ND
Turna Balığı	5	15.0 $\pm$ 1.2	ND	3.16 $\pm$ 1.6	ND	ND

(ALTUĞ VE OKGERMAN, 2008) n: Örnek sayısı, ND: Tespit edilebilir sınırın altında

Balık örneklerinde karaciğer dokusunda çinko, kurşun, bakır ve kadmiyum düzeyleri kas dokularından daha yüksek bulunmuştur. Balıklarda karaciğer dokusunun metal tutma mekanizmasının yüksek derecede aktif olduğu bildirilmiştir (LANGSTON, 1990). Sapanca Gölü balıklarının karaciğer dokularında ağır metal düzeyinin daha yüksek olması bu durumla ilişkilendirilmiştir. Bu durum besin zincirinin üst halkasında olan insan için, balıkta tüketilen kısmın kas doku olması nedeni ile avantaj sağlar. Ancak karaciğer dokusunda metal tespiti daha iyi bir indikatör olduğundan ortamda ağır metal birikimine neden olan kaynakların olduğu tezini ispatlamakta ve zaman içinde ağır metal kaynaklarında azalma olmazsa bu birikimin artabilecek olmasına potansiyel teşkil etmektedir.

Tablo 3.Sapanca Gölü'nde Tatlı Su Midyeleri Örneklerinde Zn, Pb, Cu, Cd ve Hg Düzeyleri (kuru ağırlık µg/g)

Tatlı Su Midyesi	n	Zn	Pb	Cu	Cd	Hg
<i>D. polymorpha</i>	36	52.7±0.6	0.8±0.1	2.3±1.0	0.2±0.01	0.13±0.02
<i>A. cygnea</i>	30	48.4±1.2	1.0±0.6	1.7±0.8	ND	ND
ANON,2000	50	1.0	1.0	20	0.1	0.5

(ALTUĞ ve Okgerman, 2008) n: örnek sayısı, Nd: tespit edilebilir sınırın altında

D. polymorpha örneklerinde Zn ve Cd düzeyi Su Ürünleri Yönetmeliği'nce tanımlanan (ANON,2000) sınır değerinin üzerinde bulunmuştur. *A. cygnea* örneklerinde ise Pb sınır değerindedir. Midyelerde bulunan ağır metal düzeyleri balık örneklerinden daha yüksek olup, bu durum midyelerin hareket yeteneklerinin kısıtlı olması ve su hareketlerinin etkisiyle gelen besin elementlerini değerlendirmeleri nedeniyle bulundukları ortamdaki değişiklikleri daha iyi yansıttıklarını göstermektedir. Sularda iz elementler düşük düzeylerde bulunduklarından analitik olarak konsantrasyonlarını belirlemek ortamdaki metal düzeyini tanımlamak için tek başına yeterli değildir. Bu yüzden, bünyesinde ağır metalleri kolay biriktiren midye ve istiridye gibi kabuklu formlar indikatör organizmalar olarak kabul edilmişlerdir. Beslenme ve solunum amacı ile suyu filtre etmek zorunda olan bu organizmalar besin ve oksijenle birlikte sudaki toksik metalleri de biriktirmekte, kabuklarını yapabilmek için kalsiyum iyonlarını vücutlarında biriktirirken, kirlenmiş sularda istenmeyen çeşitli metal iyonlarını da süzdüklerinden vücutlarında biriktirmiş olurlar (WALNE, 1975).

Sapanca Gölü'nde midyelerde tespit edilen çinko, kurşun, bakır, cıva ve kadmiyum düzeyleri balık örneklerinden daha yüksek bulunmuş, bu durum midyelerin yukarıda sayılan özellikleri ile ilişkilendirilmiştir.

Tablo 4 Sapanca Gölü Yüzey Sediment Örneklerinde Zn, Pb, Cu, Cd ve Hg Düzeyleri (kuru ağırlık µg/g)

Sediment	n	Zn	Pb	Cu	Cd	Hg
	12	109±1.3	41±0.2	52±1.6	0.35±0.6	1.2±0.7
Limit*	90	20	50	0.2	0.3	

(ALTUĞ ve OKGERMAN, 2008) n: Örnek sayısı *KRAUSKOPF (1979).

Suda çözünmeyen birçok ağır metalin sedimente çökmesi, sediment örneklerinde yapılacak ağır metal çalışmalarını ortamda bulunan ağır metal düzeyini daha net ortaya koyabilmek açısından kıymetli kılar. Sapanca Gölü'nde seçilen istasyonlardan (Şekil 1) alınan tüm yüzey sedimentlerinde çinko, kurşun, bakır ve kadmiyum düzeyleri tavsiye edilen limit değerlerin (KRAUSKOPF, 1979) üzerinde bulunmuştur.

Ağır metal düzeylerinin dağılımında örnekleme tarihleri bakımından istatistikî olarak önemli bir fark kaydedilmemiştir. TUĞRUL ve MORKOÇ (1989) Sapanca Gölü'nde yüzey sedimentlerinde kurşun ve çinko miktarını 36,5 mg/kg ve 105 mg/kg olarak bildirmişlerdir. Bu çalışmada kurşun 41,5 mg/kg, çinko 109 mg/kg olarak biraz daha yüksek bulunmuştur. Analiz sonuçları, özellikle dereler başta olmak üzere, yerel girdilerin dipte olan birikimde etkisi olduğunu göstermiştir (ALTUĞ ve OKGERMAN, 2008).

KHOO ve diğ. (1978) ve VELETON (1978) Van Gölü sedimentlerinde yaptığı çalışmalarda metal miktarlarını yüksek olarak bildirmişlerdir. Van Gölü sedimentlerinde yapılan diğer bir çalışmada (ÖZTÜRK ve diğ., 2005) ise, Mn, Pb, Cu, Zn, Ni, Cd, Cr, Fe düzeyleri incelenmiş, Cd ve Ni miktarları incelenen istasyonlara göre değişmekle beraber Krauskopf'un (1979) verdiği limitlere göre yerel olarak yüksek bulunmuştur. Çıldır Gölü'nde tatlı su midyesinde yapılan Cu, Cd, Pb, Zn, As gibi ağır metal analiz sonuçları kabul edilen tolere değerler içerisinde bildirilmiştir (BAŞÇINAR, 2003). Van Gölü'nden toplanan midye (*Unio stevenianus* Krynicki) örneklerinde ağır metal düzeyleri araştırılmış kurşun, kadmiyum, bakır çinko ve arsenik düzeyleri kabul edilebilir aralıkta bulunmuştur (YARSAN ve BİLGİLİ, 2000) İznik Gölü'nde son 20 yıldır Pb, Cu ve Zn düzeyinde artış olduğu bildirilmiştir (FRANZ ve diğ., 2006). Porsuk Baraj Gölü'nde Yaşayan *C. Carpio* ve *Barbus plebejus*'da kurşun, krom ve kadmiyum seviyeleri incelenmiş, kurşun ve krom kabul edilebilir değerlerde bulunurken, kadmiyum miktarı sınır değerinin biraz üstünde bulunmuştur (ÇİÇEK ve KOPARAL, 2001) Görüldüğü gibi farklı alanlardaki metal düzeyleri incelenen bölgedeki kirliliği yansıtacak şekilde farklılıklar göstermektedir.

Sapanca Gölü'nden toplanan balıklarda tespit edilen ağır metal düzeyleri insan sağlığı açısından tehdit oluşturacak düzeyde değildir ancak gölde minimum düzeyde ağır metal kirliliği başlamıştır. Sediment örneklerinin analiz sonuçları bu durumun sediment yüzeyinde sınır değerlerin üzerinde olması nedeni ile daha ileri düzeye geldiğini göstermektedir. Sapanca Gölü'nde sistemli bir şekilde, uzun zamana yayılmış, ağır metal düzeyini izleyen bir çalışmanın olmadığını görüyoruz. Farklı zamanlarda yapılan çalışmalar ışığında söyleyebileceğimiz, gerekli önlemler alınmadığı sürece göldeki ağır metal kirliliğinin zaman içerisinde ekonomik ve ekolojik olumsuzluklara neden olacağıdır. Sapanca Gölü gibi kıymetli bir doğal kaynağın ekonomik ve sağlıklı kullanılabilirliği açısından, uzun süreli, ağır metal düzeylerini izleyecek çalışmalara ihtiyaç vardır.

KAYNAKLAR

- ALTUĞ, G., OKGERMAN, H., (2008). Levels of Some Toxic Elements in the Surface Sediment and Some Biota from the Sapanca Lake, Turkey *F. Environmental Bulletin* 17:1, 24-28.
- ANON, (2000). Tarım ve Köyişleri Bakanlığı. 5: Ankara
- BAŞÇINAR, S., (2003). Çıldır gölü tatlı su midyelerinin populasyon parametrelerinin tespiti ve ekonomik olarak değerlendirme imkânları SÜMAE YUNUS Araştırma Bülteni, 3, 2.
- CALTA, M., (1999). The effect of toxic aluminum and low pH on gill development of Rainbow trout larvae. *Tr. J of Zoology*. 23: 285-291.
- ÇİÇEK, A., KOPARAL, A.S., (2001). Porsuk Baraj Gölü'nde yaşayan *Cyprinus carpio* ve *Barbus plebejus*'da kurşun, krom ve kadmiyum seviyeleri. *Ekoloji Çevre Dergisi* 10-39, 3-6.

- DAVE, G. XIU, R., (1991). Toxicity of mercury copper, nickel, lead and cobalt to embryo and larvae of Zebra fish, *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* 21. 126-134
- DHAWARI, A.J, KAUR, K., (1997). Effects of zinc on maturation and breeding potential of *C. carpio* *Int. J. Environ. Stud.* 53, 4. 265-274.
- FAO/WHO, (1989). Evaluation of certain food additives and the contaminants mercury, lead and cadmium. WHO Technical Report Series No. 505.
- FRANZ, S. O., SCHWARK, L., BRÜCHMANN, C., SCHARF, B., KLINGEL, R., ALSTINE J.D.V., ÇAGATAY N., ÜLGİN, U.B., (2006). Results from a multi-disciplinary sedimentary pilot study of tectonic lake Iznik (NW Turkey) *Geochemistry and Paleolimnology of the Recent Past* 35,4.715-736.
- KARABATAK, M., OKGERMAN, H., (2002). A preliminary study on the composition, population abundance and length distribution of economic fish species in the Lake Sapanca, Turkey. *Journal of Fisheries & Aquatic Sciences.* 13, 81-98
- KHOO, F., DEGENS, E.T., LAMBERT, A., (1978). The geology of Lake Van. In: *Geochemistry of Lake Van* (Degens, E.T. and Kurtman, F., eds) MTA Yayınları. 81-91.
- KRAUSKOPF, K. B., (1979). Introduction to geochemistry. International Series in the Earth and Planetary Sciences, McGraw-Hill, Tokyo, 617.
- LANGSTON, W.J., (1990). Toxic effects of metals and incidence of marine ecosystem. In: Editors, R.W. Furness and P.S. Rainbow, *Heavy metals in the marine environment*, CRC Press, New York 255-256.
- PANKAJ, G., DHOLAKIA, A.H., GADHIA, M., (1990). Cadmium nitrate induced chromosomal aberrations in a Common Carp, *Cyprinus carpio*. *Aquacult. Hung.* 6: 19-23.
- THUVANDER, A., (1989). Cadmium exposure of rainbow trout, effects on immune functions. *J. Fish. Biol.* 33. 521-529.
- TORT, L., TORRES, P., (1988). The effects of sub-lethal concentration of cadmium on hematological parameters in the dogfish, *Scyliorhinus canicula*. *J. Fish. Biol.* 32. 277-282.
- TUĞRUL, S., AND MORKOÇ, E., (1989). Determination of limnological characteristics of Sapanca Lake, TUBİTAK- MRC Chem. Eng. Dep. Pub. No. 234, Gebze, Turkey, 279-280.
- ÖZTÜRK, B., BALKIS, N., GÜVEN, K.C., AKSU, A., GÖRGÜN, M., ÜNLÜ, S., HANILCI, N., (2005). Investigations on the sediment of Lake VAN II. Heavy metals, sulfur, hydrogen sulfide and Thiosulfuric acid S-(2-amino ethyl ester) contents *J. Black Sea / Mediterranean Environment* 11: 125- 138.
- VEENA, K. B., RADHA KRISHIA, C. K., CHACKO, J., (1997). Heavy metal induced biochemical effects in an estuarine teleost. *Indian. J. of Mar. Sciences* 26: 74-78.
- VELETON, I., (1978). A Morphological and petrological study of the terrace around Lake Van, Turkey. In : *The geology of Lake Van* (Degens, E.T. and Kurtman, F., eds.) MTA, Ankara pp.98- 110.

WALNE, P.R., (1974). Culture of bivalve mollusks. White friars Press, London 163- 164.

YARSAN, E., BİLGİLİ, A., (2000). Van Gölü'nden toplanan midye (*Unio stevenianus* Krynicki) örneklerindeki ağır metal düzeyleri *Turk J Vet Anim Sci* 24 93– 96.

SAPANCA GÖLÜ'NDE PETROL KİRLİLİĞİ

Gülşen ALTUĞ¹

İstanbul Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi

galtug@istanbul.edu.tr

Teknolojinin gelişmesi ve petrole duyulan ihtiyacın hızla artması nedeni ile petrol kaynaklı çevre kirlenmesi günden güne artmaktadır. Çevre kirlenmesi dilinde petrol denince akla ham petrol ve ham petrolden elde edilen, benzin, gazyağı, mazot gibi maddeler gelir. Ekosistem sağlığı açısından istenilen, bu maddeleri kullanırken çevreyi (kara, deniz, hava) kirlfetmemektir. Ancak çeşitli doğal olaylar, kazalar ve ihmaller sonucu çevre bu maddelerle önemli ölçüde kirlenmektedir. Bugüne kadar hiç bir ham petrolün tam analizi yapılamamıştır. Ancak Oklahoma petrolleri üzerine yapılan çalışmalardan 175 ayrı maddenin olduğu tespit edilmiştir. Ham petrolün içinde yüzlerce madde bulunur. Bunlardan en çok bulunanlar hidrokarbon bileşikleridir, yapısında ayrıca eser miktarda O ve N vardır (GÜVEN, 2005).

Her yıl milyonlarca ton ham veya işlenmiş petrol taşındığından ve taşıma da genellikle su yollarıyla yapıldığından akuatik çevreler önemli ölçüde kirlenir. Bununla da kalmaz, kirlenmeyi başka kaynaklar ciddi şekilde artırır. Tanker kazalarıyla okyanusların kirlenmesi toplam kirlenmenin ancak %9'u kadardır. Kirlenmenin en büyük kısmı normal tanker ve gemi seferlerinden ileri gelmektedir.

Göllerde oluşan petrol kirliliği kaynağı gölün konumuna bağlı olarak karasal kaynaklı sızıntılar, rüzgârla savrulan ve kontrol altında tutulması zor olan dağınık kirlilik kaynakları ile göl içi taşımacılık kaynaklarının oluşturduğu kirliliktir. Karasal kaynaklı kirlilikte karalardaki atıkların yağmur ve kar sularıyla göle sürüklenmesi söz konusudur.

Akuatik çevrelere giren petrol hidrokarbonlarının çoğunu atmosfere karışan hidrokarbonlar oluşturur. Örneğin denizlere karışan petrol türevleri 3 milyon ton civarında iken, sadece Amerika Birleşik Devletleri'nden yılda atmosfere karışan hidrokarbon miktarı 35-40 milyon ton kadardır. Atmosfere karışan hidrokarbonların büyük bir kısmı, yağmur damlacıkları, kar veya havadaki katı parçacıklara tutunarak yeryüzüne geri döner. Bu yolla özellikle denizlere karışan hidrokarbonların miktarı insan faaliyetleri sonucu direkt olarak denizlere karışanlardan çok fazladır. Atmosfere karışan katı ve sıvı parçacıklar sonunda tekrar yeryüzüne dönerler.

Dökülen petrolün yaklaşık %25'i bir iki gün içinde buharlaşır. Kalanın büyük bir kısmı da su içinde çok küçük parçacıklar halinde dağılır. Suyun petrol parçacıkları içinde, petrolün su içinde emülsiyon oluşturduğu bu durum su hareketleri ile hızlanır ve her derinliğe dağılır. Tabana inerek yoğunlaşır ve dipte organizmalar için tehlike oluşturur. Emülsiyon haline gelmeyen kısmı ise fotolitik olarak ve mikroorganizmalar tarafından parçalanır. Mikroorganizmalar bilinen en kuvvetli petrol parçalayıcılarıdır. Dökülen petrolün parçalanmadan kalan %15'lik kısmı asfalt haline dönüşür. Petrol kirlenmesinin etkisi uzun ve kısa süreli olmak üzere iki türlüdür. Uzun süreli etkisi henüz iyice bilinmemektedir. Kısa süreli etkisi ise kaplama ve havasız bırakma ile zehirlemedir. Kaplama ve havasız bırakma ayrıca; ışığın geçmesini azaltma, çözünmüş oksijeni azaltma gibi dolaylı etkilere neden

olarak, organizmaların yaşamını engellemeye özellikle larva evresindeki canlıların ölümüne, bitkisel hayatın algı ve likenlerin yok olmasına yol açar.

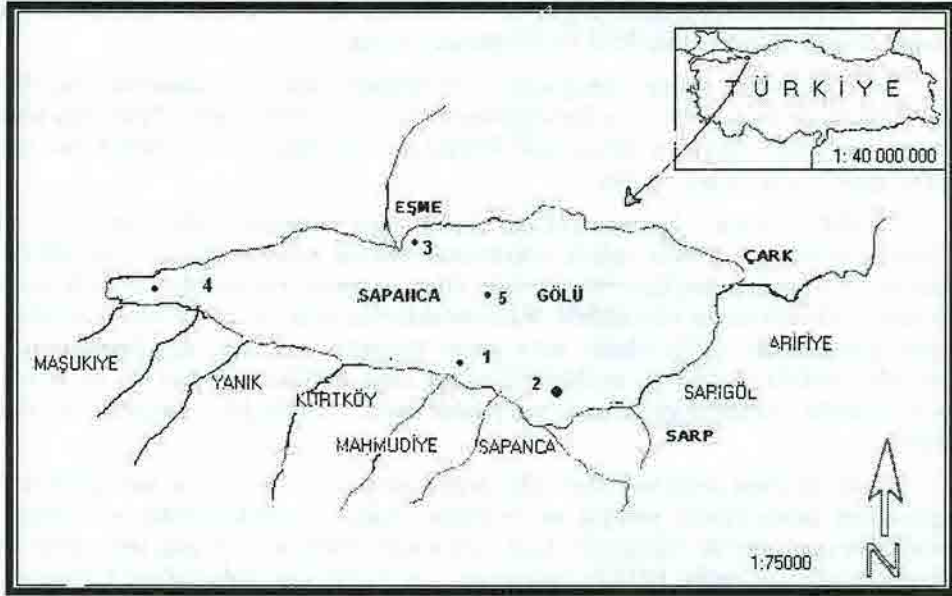
Petrol kirliliğine maruz kalmış suyun 2 m derinliğindeki ışık konsantrasyonu, üzerinde petrol lekesi olmayan suyun 2 m derinliğindeki ışık konsantrasyonundan %90 daha azdır. Bu durum fotosentez olayı ve dolayısıyla bitkilerin büyümesini önler. Böyle bir ortamda mikroorganizmalar da çoğalamaz.

Petrolde bulunan benzen, toluen, ksilen gibi aromatik hidrokarbonlar, alifatik hidrokarbonlardan çok daha zehirli maddelerdir (bunlar insanlar için de çok tehlikelidir). Naftalin ve fenantren özellikle balıklar için, diğer aromatik maddelerden daha da zehirlidir. Aromatik hidrokarbonlar suda alifatik hidrokarbonlardan daha çok çözünürler. Petrolden veya başka kaynaklardan direkt olarak suya geçen aromatik maddeler, organizmalar için son derecede toksiktir. Ancak bu maddelerin uçucu olma özellikleri nedeni ile kirlenmiş olan sular zamanla temizlenirler. Ancak bu şekilde sular temizlenirken bu defa da atmosfer kirlenir.

Canlı vücuduna giren hidrokarbonlar değişmeden uzun süre vücutta kalabilmekte ve hiç değişmeden besin zinciri yoluyla bir canlıdan ötekine geçebilmektedir. Bu durum ağır metaller ve pestisitler de olduğu gibi canlı vücudunda birikmelere yol açan uzun süreli etkinin sonucunda görülmektedir. Böylece başlangıçta çok küçük olan hidrokarbon konsantrasyonu organizmadan organizmaya besin zinciri yolu ile geçerek giderek artmakta besin zincirinin üst sırasında olan insana bu durumdan olumsuz etkilenebilmektedir. Bu şekilde kirlenen besinler hem tat hem koku bakımından duyuşal özelliklerde bozunmalara uğrar. Ayrıca canlı vücudunda yağ dokuda çözünen hidrokarbonların aynı zamanda canlıda yağ dokuda biriken pestisitler için daha elverişli ortamlar oluşturması diğer bir tehlikedir.

Yukarıda kaynaklarını ve olası zararlarını özetlediğimiz petrol kirliliği girdiği ortamın özgün şartları içinde farklı etkilere yol açar. Ortama giren petrolün parçalanması ve ortamın doğal olarak temizlenmesi petrol türevlerinin metabolik dekompozisyon farklılıkları yanında ortamdaki bakterilerin petrol hidrokarbonlarını tüketme kapasiteleri, bakterilerin karbon, azot ve fosfor gibi besin istekleri, oksijen, ve sıcaklık gibi çevresel şartlar ile ilgilidir. Ancak önemli olan petrol kirliliği yaratacak kaynakları her saha için önceden tanımlamak ve zararlı etkilerin olmasını önleyecek tedbirleri almaktır.

Motorlu taşıtlarda yanma sonucu havaya karışan yanmamış hidrokarbon ürünleri veya yanma sonucu oluşan maddelerin havaya bulaşması petrolün yayılımı için önemli bir kaynaktır (GÜVEN, 2005). Otomobil benzininde bulunan maddeler % 90- 98 arasında oktan içeren alifatik gruplardan oluşur. Ekzosdan çıkan polinükleer hidrokarbonlar arasında olan benzopiren havada partiküle bağlı olarak bulunur (GÜVEN ve GEZGİN, 2002). Havadaki partiküller yağmur suları ile veya direk olarak tekrar döner. Sapanca gölüne bu açıdan baktığımızda göl öncelikle çevresinden geçen oto yol nedeni ile kontrol altında tutulması zor dağınık kirlilik kaynağına sahiptir. Bunun dışında göl çevresinde bulunan petrol istasyonu gölde faaliyet gösteren tekneler olası petrol kirlilik kaynaklarını oluşturmaktadır. Nitekim Nisan 2007 tarihinde Maşukiye Deresi yakınında devrilen tankerden sızan petrol göle karışmıştır. Bu tarihten sonra Sapanca Gölü'nde Şekil 1'de görülen istasyonlardan alınan yüzey sularında UVF (Shimadzu RF 5301) kullanarak yaptığımız toplam hidrokarbon ölçümleri aşağıdaki tablolarda özetlenmiştir.



Şekil 1 Yüzey Suyu Örneklerinin Alındığı İstasyonlar

Tablo 1 Tanker Kazası Sonrasında Sapanca Gölü Yüzey Sularında Tespit edilen Petrol Kirliliği (Nisan 2007)

No	İstasyon	Konum	O ₂ (mg/L)	Sıcaklık (°C)	Petrol Miktarı (µg/l)
1	Mahmudiye Deresi	Güney	13.41	12	7,57
2	Sapanca Deresi	Doğu	12.61	12.8	6,28
3	Eşme	Kuzey	13.09	13.2	12,81
4	Maşukiye	Batı	11.66	12.9	10,60
5	Göl Ortası	Orta nokta	13.20	12.5	26,47

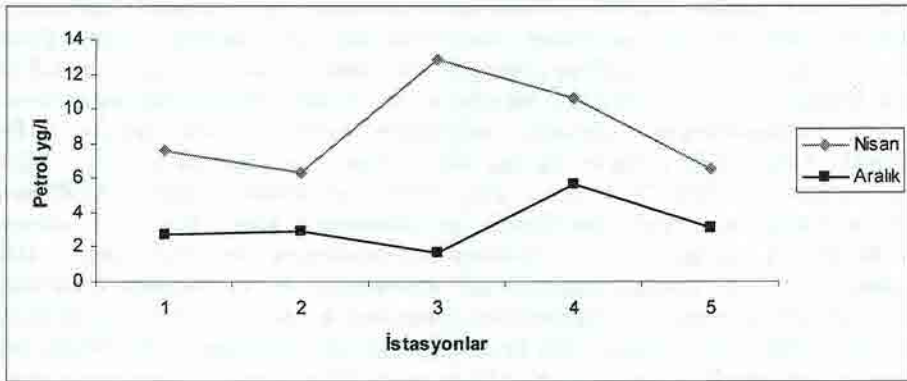
Nisan 2007 tarihinde Sapanca Gölü yüzey sularında tespit edilen petrol kirliliği Eşme deresi ve Maşukiye deresi yakınlarında ve göl ortasında 10 µg/l'den yüksek bulunmuştur. Doğal tatlı su kaynaklarında, endüstriyel olarak kirletilmemiş alanlarda, temiz yüzey ve kıyı sularında 0.05 µg/l petrol içeriği normal olarak tanımlanmakta, özellikle 10 µg/l'den fazla petrol bulunduran ortamlar dış kaynaklı olarak kirletilmiş kabul edilmektedir (WHO, 1997). İçme suyunda sınır 0.2 µg/l dir (WHO, 1996).

Aralık ayında yapılan ölçümlerde petrol kirliliği düzeyinde Nisan ayı ölçümlerine göre düşüş olduğu görülmüştür.

Tablo 2 Tanker Kazası Sonrasında Sapanca Gölü Yüzey Sularında Tespit edilen Petrol Kirliliği (Aralık 2007)

No:	İstasyon	Konum	O ₂ mg/L	Sıcaklık (°C)	Petrol Miktarı (µg/l)
1	Mahmudiye Deresi	Güney	7,6	10,0	2,77
2	Sapanca Deresi	Doğu	7,7	10,0	2,92
3	Eşme	Kuzey	7,9	9,9	1,67
4	Maşukiye	Batı	8,7	9,4	5,63
5	Göl Ortası	Orta nokta	8,0	9,8	3,11

(ALTUĞ ve diğ. devam eden çalışma)



Şekil 2 Nisan ayında tanker kazası sonrasında tespit edilen petrol kirliliği Aralık ayında önemli ölçüde azalmıştır (ALTUĞ ve diğ. devam eden çalışma)

Petrolün suda çözünürlüğü suyun içerdiği tuza bağlıdır. 2005 Nisan ayında Batman-Yumurtalık petrol boru hattının delinmesi sonucu Atatürk Baraj Gölü'ne ve tarlalara tonlarca ham petrol akmış, temizleme çalışmaları sürerken, göle akan petrolün iki ayrı noktada yanması olumsuzluklara neden olmuştur. İznik Gölü sedimentlerinde (ÖZTÜRK ve diğ., 2007) ve Van Gölü sedimentlerinde (GÜVEN ve diğ., 2004) hidrokarbon bileşenlerinin araştırıldığı çalışmalar yapılmıştır. GÜVEN ve diğ. (2004) Van Gölü sedimentlerinde en yüksek petrol kirliliğini 4.69 µg/g olarak bildirmişlerdir. Kızılırmak Deltası kıyı şeridinde su ve midye örneklerinde petrol kirliliği araştırılmış, en yüksek toplam PAH konsantrasyonu su örneği için 14.17 µg/l, midye örneği için 431.863 µg/kg olarak bildirilmiştir (ÜSTÜN-KURNAZ ve BÜYÜKGÜNGÖR, 2007). Ülkemiz tatlı su kaynaklarında petrol kirliliğinin araştırıldığı veya izlendiği başka bir çalışmaya rastlanmamıştır.

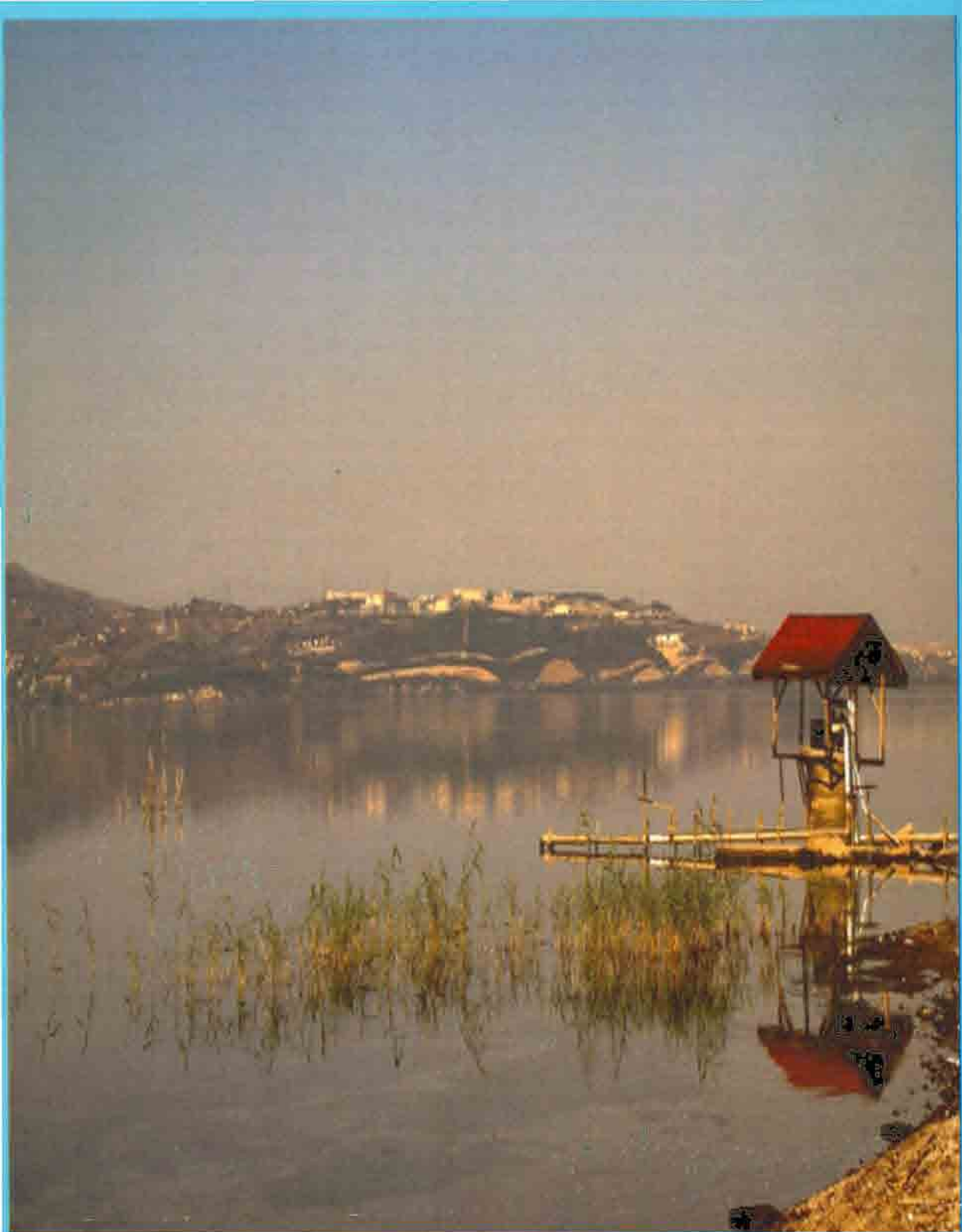
Sapanca Gölü'nde daha önce petrol kirliliği konusunda yapılmış bir çalışma olmadığından, yukarıda bildirilen tanker kazası sonrasında tespit edilen petrol düzeylerini gölün önceki durumu ile karşılaştırılacak verilere sahip değiliz. Tanker kazasında olduğu gibi beklenmedik ani değişiklikler yerel kirlilik gibi görünen etkilere yol açsa da, su hareketleri ve rüzgar etkisi ile göl bütününde kirlilik baskısını arttıran ve uzun vadede olumsuzluklara yol açabilecek koşulları hazırlayabilmektedir. Maşukiye deresi yakınında gölün batı tarafında başlayan bu noktasal etki ilk ölçümlere göre göl ortasına ve gölün kuzeyine (Eşme deresi yakınları) doğru yayılım göstermiş gölün doğu ve güney doğu tarafı daha az etkilenmiştir.

Petrolün suya karıştığı andan itibaren geçirdiği evrelere yukarıda değinmiştik. İşte bu evreler Sapanca gölü'nde kaza sonrası tespit edilen petrol kirliliğinin sonraki aylarda ortamdan doğal olarak uzaklaşmasının istasyonlara göre değişiklik göstermesinde etkili olmuştur. Aralık ayı ölçümlerinde göl ortasındaki petrol düzeyi gölün batı tarafından (Maşukiye deresi) daha düşük bulunmuştur. Bu durumda göl ortasında daha yüksek olan başlangıç kirliliğinin daha hızlı bir şekilde bu noktadan uzaklaştığını söylemek mümkündür. Maşukiye deresi civarında başlangıçta göl ortasından daha düşük olan petrol kirliliğinin geçen zaman içinde göl ortasına göre daha yavaş uzaklaşma gösterdiğini söyleyebiliriz. Oksijen, sıcaklık gibi parametreler tablolardan da görülebileceği gibi birbirine yakındır. Bu nedenle bu süreçte petrol dağılımının istasyonlara göre gösterdiği düşüş farklılıklarında oksijen, ve sıcaklık faktörlerinin belirleyici olma etkileri ortadan kalkmaktadır. Başlangıçta iklimatik etkenlere bağlı olarak yayılan petrolün buharlaşmadan sonra kalan kısmı fotolitik ve mikrobiyal parçalanma ile bu süreçte farklılıkların oluşmasına zemin hazırlamıştır. Kirlilik yoğun bir şekilde tek kaynaktan geldiği için petrol türevlerinin metabolik dekompozisyon farklılıklarının burada etkili olmadığını düşünmek mümkündür. Bu süreçte yukarıda da belirtildiği gibi ortamdaki bakterilerin petrol hidrokarbonlarını tüketme kapasiteleri, bakterilerin farklı besin istekleri devreye girmektedir. İşte bu farklılıklar Sapanca gölüne giren petrolün zaman içinde uzaklaşmasını belirleyen ve petrol düzeyinde yerel değişiklikleri hazırlayan faktörlerdir. Hidrokarbon dağılımının olduğu alanlarda hidrokarbondan yararlanan bakterilerin varlığı arasında ilişkiler bildirilmiştir (Reisfeld ve diğ., 1972; Atlas ve Bartha, 1973; Gutnick ve Rosenbergs, 1977; Atlas, 1981; Song ve Bartha, 1990; Rahman ve diğ., 2002). Bu ilişkileri Sapanca Gölü'nden izole ettiğimiz bakterilerin petrol türevlerinin parçalanmasına karşı etkili olup olmadıklarına yönelik detaylı çalışmalar ile tanımlama çalışmalarımız ve gölde petrol kirliliğinin izlenmesine yönelik çalışmalarımız devam etmektedir. Ayrıca Sapanca Gölü'nden izole edilen bakterilerin petrol hidrokarbonlarını parçalama kapasiteleri üzerinde sürdürdüğümüz çalışmalar gölün maruz kaldığı veya kalacağı petrol kirliliğine karşı sahip olduğu bakteriyel donanım hakkında bize önemli veri sağlayacaktır. Hidrokarbon bileşenlerinin tespiti göle giren petrol hidrokarbonlarının kaynağının bilinmesi açısından önem taşımaktadır bu nedenle bu konuda uzun süreli izleme çalışmalarına ihtiyaç vardır.

KAYNAKLAR

- ALTUĞ, G., ÇİFTÇİ, P.S., ÇARDAK, M. Sapanca Gölü'nde Petrol Kirliliği (Devam Eden Çalışma)
- ATLAS, R.M., BARTHA, R., (1973). *Stimulated biodegradation of oil slicks using oleophilic fertilizers Environ. Sci. and Technol.* 7., 535-541.
- ATLAS, R.M., (1981). Microbial degradation of petroleum hydrocarbons: An environmental perspective. *Microbial Rev.* 45, 180-209.
- GUTNICK, D. ROSENBERG, E., (1977). Oil tankers and pollution: A microbiological approach. *Ann. Rev. Microbiol.* 31, 379-396.
- GÜVEN, K.C., (2005). Deniz Kirliliği (Güven, K.C ve B. Öztürk, Eds). Tüdev yayınları No.21. 1-146.
- GÜVEN, K.C., ÖZTÜRK, B., ÜNLÜ, S., GÖRGÜN, M., HANILCI, N., (2004). Investigation of the Sediment of Lake Van, Turkey I Oil Content *Journal of the Black Sea/ Mediterranean Environment.* 10,3. 173-187.

- ÖZTÜRK, K., ÜNLÜ, S., ALPAR ,B., VARDAR, D., (2007). Geophysical Research Abstracts, Vol. 9, 03882, 2007 SRef-ID: 1607- 7962/gra/EGU2007-A-03882 European Geosciences Union.
- RAHMAN, K.S.M. RAHMAN, T.J., MCCLEAN, S., ROGER, M., BANAT, IM., (2002). Rhamnolipid Biosurfactant Production by Strains of *Pseudomonas aeruginosa* using Low-Cost Raw Materials. *J Basic Microbiol.* 42, 4, 284-91.
- REISFELD, A., ROSENBERG, E., GUTNICK, D., (1972). Microbial degradation of crude oil: Factors affecting the dispersion in sea water by mixed and pure cultures. *Appl. Microbiol.* 24, 363-368.
- SONG, H.G., BARTHA, R., (1990). Effects of jet fuel spills on the microbial community of soil. *Appl. Environ. Microbiol.* 56, 646-651.
- ÜSTÜN KURNAZ, S. BÜYÜKGÜNGÖR, H., (2007). Kızılırmak Deltası kıyı şeridinde su ve midye örneklerinde petrol kirliliği *İTÜ Dergisi Su Kirlenmesi Kontrolü*, Cilt: 17, Sayı: 2, 15- 22.
- WHO, (1996). Polynuclear aromatic hydrocarbons. In: Guidelines for drinking-water quality, 2nd ed. Vol. 2. Health criteria and other supporting information. Geneva, World Health Organization,. 495- 505.
- WHO, (1997). Non-heterocyclic polycyclic aromatic hydrocarbons. Geneva, World Health Organization, International Programme on Chemical Safety (Environmental Health Criteria 202)



ISBN:978-975-8825-20-2

