

BARAJLARIMIZDAKİ HİDROGRAFİK ÖLÇMELER ve SEDİMENT HAREKETLERİ

Y. Kalkan¹

¹İstanbul Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Bölümü,
Ölçme Tekniği Anabilim Dalı, İstanbul. kalkany@itu.edu.tr.

ÖZET

Su kaynaklarımızdan daha fazla yararlanmak ve bunları kısmen de olsa kontrol altına alabilmek için çok sayıda baraj inşa edilmiş ve edilmektedir. Devlet Su İşleri (DSİ) verilerine göre, ülkemizde yaklaşık sekiz yüze yakın baraj ve gölet bulunmaktadır. Bunların büyük bir bölümü, büyük barajlar arasında sayılabilir.

Baraj, göl, gölet ve körfez gibi su ortamlarını en fazla tehdit eden olaylardan birisi, şüphesiz kontrolsüz akarsularca bu ortamlara bol miktarda rusubat (sediment) taşınmasıdır. Maalesef Ülkemiz gibi erozyon kirliliğinin yüksek olduğu bölgelerin bu tür tesislerinde, önemli derecede alan ve hacim kaybı söz konusudur. Bu durum, tesisin faydalı ömrünü kısaltabileceği gibi tesisten beklenen azami faydayı da etkileyecektir.

Bu çalışmada, Ülkemizdeki baraj ve göl gibi su toplama alanlarından ve sularla kaplı bu alanlardaki dip topoğrafyayı gösteren batimetrik haritaların mevcut durumlarından söz edilmiştir. Ülkemizde çok büyük alanların erozyona açık olması sebebiyle her yıl çok büyük miktarlarda malzemenin bu alanlara taşındığı ve buralardaki dip topoğrafyayı hızla değiştirdiğinden, bu alanlarda periyodik ölçmeler yapmanın öneminden bahsedilmiştir. Sularla kaplı bu alanlarda daha hızlı ve daha hassas ölçmeler yapabilecek bir ölçme sistemi tanıtılmıştır. Otomatik Veri Toplama Sistemi adı verilen bu sistemle yapılmış bazı uygulamalara ve sonuçlarına değinilmiş ve bazı önerilerde bulunulmuştur.

Anahtar kelimeler: Hidrografik Ölçmeler, Batimetri, Baraj, Dolma, Rezerv, Sediment

ABSTRACT

HYDROGRAPHING SURVEYING IN TURKEY'S DAMS AND SEDIMENT TRANSFERING

Dams are constructed for benefitting and partially controlling the water resources. Respect to the data from Turkish General Directorate of State Hydraulic Works (DSI), Turkey has nearly one thousand lakes and dams. Half of these can be accepted as big dams. One of the important threats for water basins like lakes, gulfs and especially dams is sediments carried by uncontrolled rivers. Unfortunately, considerable area and volume losses exist on the structures constructed on high erosion regions of our country. This situation shortens life of the construction and affects the usefulness.

In this study, current status of bathymetric maps subjected bottom topography of basins, lakes and dams are mentioned. Furthermore, the importance of periodic surveys in these areas to define changing bottom topography in respect to the carried materials resulted from the erosion are depicted. A surveying system that could survey more precisely in these areas is mentioned also. Some applications and results of this system named "Automatic Data Collecting System" are mentioned and some suggestions are expressed.

Key Words: Hydrographic Surveying, Bathymetry, Dam, Filling, Reserve, Sediment

1. GİRİŞ

"Su Hayattır" ve "su medeniyettir". Bunun için, tarihin çok eski devirlerinden beri insanoğlu su yapıları inşa etmiş ve ihtiyacı olan suyu biriktirmeye ve bir yerden bir yere nakletmeye çalışmıştır. Özellikle son yüz yılda, nüfustaki artışa, tarım, sanayi ve teknolojiye paralel olarak su yapılarının sayısı ve kapasiteleri de çok daha artmıştır. Bu gün yeryüzünde içme, sulama ve sanayi suyu temini, taşkından korunma ve elektrik enerjisi üretimi vb. amaçlar için inşa edilmiş 150.000'den fazla baraj bulunmaktadır (Kalkan, 2004, Akarun, 1983). Hiç şüphesiz bu ihtiyaç bundan sonra da artarak devam edecektir.

Diğer taraftan, küresel iklim değişimi ve bozulan yağış dengesi, Dünyanın belirli bölgelerindeki erozyon riskini daha da artırmıştır. Erozyon sebebiyle akarsular tarafından taşınan malzemeler barajlar için bir tehdit oluşturmaktadır. Ülkemizde ise, Dünya ortalamasından 4 kat, Avrupa ortalamasından 17 kat daha fazla miktarda toprağın akarsular tarafından sürüklenerek baraj, göl ve denizlere taşındığı bilinmektedir (Çeliker ve Anaç, 2003). Bu durum, bizim

Barajlarımızdaki Hidrografik Ölçmeler ve Sediment Hareketleri

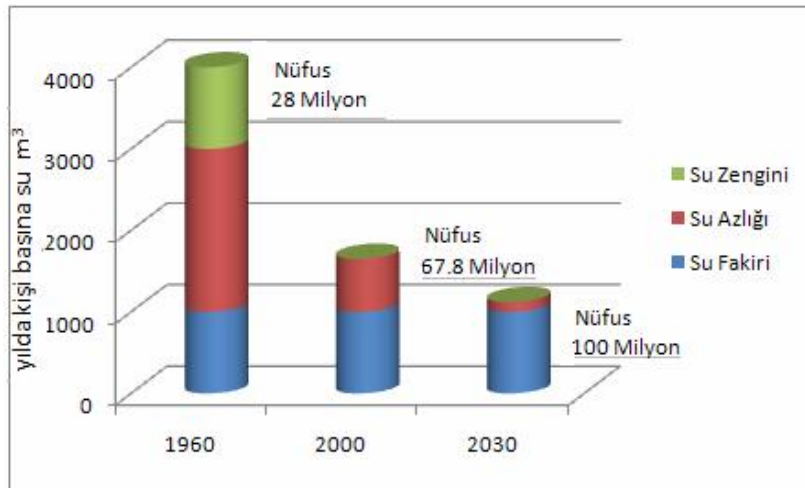
barajlarımız için de önemli bir tehdit kaynağıdır. Bugün için yirmiye yakın baraj veya gölette aşırı rusubat birikimi nedeniyle önemli ölçüde kayıp meydana gelmiş ve bazıları da fonksiyonlarını kaybetmiş veya kaybetmek üzeredir (Çeliker ve Anaç, 2003). Erozyon, özellikle çevresi eğimli ve bitki örtüsü zayıf arazilerle kaplı barajlarımız için çok daha büyük bir tehlike arz etmektedir.

Barajlarımızdan daha fazla istifade etmek ana hedeftir. Bunun için şüphesiz, buralarda daha fazla su toplanabilmesi, hizmet ömürlerinin uzatılması ve mevcut su miktarının sağlıklı olarak belirlenebilmesi oldukça önemlidir. Söz konusu su ortamlarındaki dip topoğrafyanın mevcut durumunun ve dolma hızının sağlıklı belirlenmesi, bu konuya önemli bir katkı sağlayacaktır. Ayrıca, bu önemli bilgi ile birlikte baraj ve çevresi için zaman içinde derlenecek hidrografik, oşinografik, çevresel vb. bilgilerin de bir *Baraj Bilgi Sistemi* içerisinde ilgililere sunulması, bu tür tesislerimizden daha fazla istifadeyi sağlayacaktır. Bu durum geleceğin doğru planlanması bakımından da oldukça önemlidir.

Bu çalışmada öncelikle, Ülkemizin tabii veya doğal su depolama yapıları olan göl, gölet ve barajlardan bahsedilecek ve mevcut durum hidrografik ölçmeler açısından ortaya konacaktır. Bu alanlarda mevcut topoğrafyayı ve dolma hızlarını belirlemeye yönelik ölçme çalışmalarından ve bu çalışmalarda başarıyla kullanılan bir Otomatik Veri Toplama Sistemi hakkında bilgi verilecektir. Ayrıca, böyle bir sistemle yapılmış bazı çalışmalardan ve sonuçlarından kısaca söz edilecektir.

2. GÖLLERİMİZ ve BARAJLARIMIZ

Türkiye, üç tarafı denizlerle çevrili ender ülkelerden biri olduğu gibi aynı zamanda gölleri, barajları, akarsuları ve kaynak sularıyla da bölgesinde önemli bir konumdadır. Ülkemizin yaklaşık 8300 km uzunluğunda kıyısı ve yaklaşık 178.000 km uzunluğunda akarsuyu, 906.118 ha doğal göl alanı ve 342.377 ha baraj göl alanı bulunmaktadır (Kalkan, 2005). Ülkemizdeki yıllık ortalama yağış yaklaşık 501 milyar m³ olarak verilmektedir (Turfan, 2002 ve URL1). Bu suyun yarısından fazlası (274 milyar m³) buharlaşarak tekrar atmosfere dönmekte, 69 milyar m³lük kısmı yeraltı suyunu beslemekte ve geriye kalan 158 milyar m³lük kısmı ise akışa geçerek çeşitli büyüklükteki akarsular ile deniz veya göllere boşalmaktadır. Ayrıca, komşu ülkelerden gelen 7 milyar m³ ile tekrar yer yüzeyine dönen 28 milyar m³ suyun ilavesi ile bu miktar 193 milyar m³e ulaşmaktadır. Özetle Ülkemizin toplam yenilenebilir su potansiyeli 234 milyar m³tür. Buna göre, ülkemiz “su zengini” olmayıp “su azlığı” çeken ve bu nüfus artışıyla pek yakın gelecekte “su fakiri” konumuna düşebilecek bir ülke durumundadır (Şekil 1).

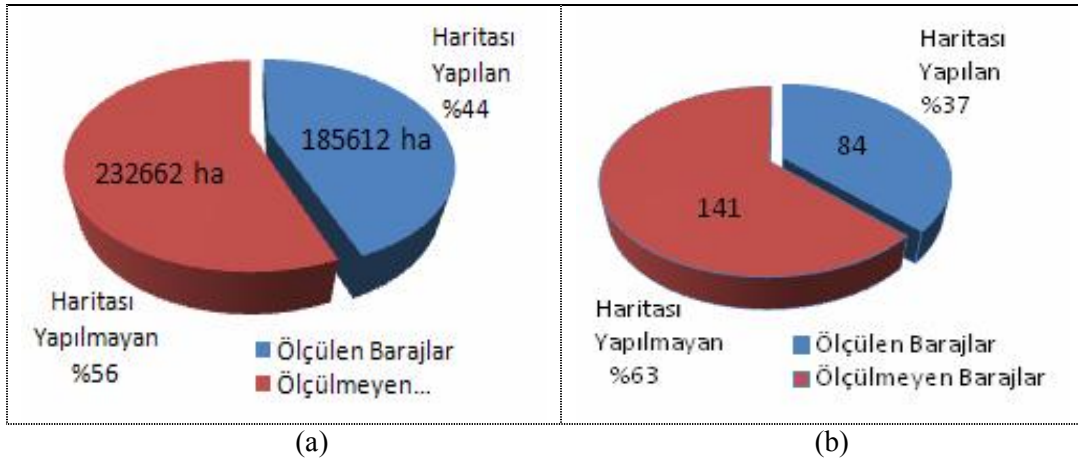


Şekil 1: Türkiye’de Kişi Başına Düşen Yıllık Su Miktarı (m³)

Bununla birlikte akarsularımızın önemli bir bölümü yeterince istifade edilmeden kontrolsüz bir şekilde özellikle denizlere akıp gitmektedir. Bu kaynaklarımızdan daha fazla yararlanmak ve bunları kısmen de olsa kontrol altına almak için çok sayıda baraj inşa edilmiş ve edilmektedir. Devlet Su İşleri (DSİ) verilerine göre, ülkemizde beş yüzden fazla baraj ve gölet bulunmaktadır (Şapçılar ve Fakıoğlu, 2003). Sulama ve enerji amacıyla yapılan baraj ve göletlerin sayısı her geçen gün artmaktadır. Yapım ve proje aşamasında olanlarla birlikte bu sayı 800’ü aşmaktadır. Ülkemizdeki teknik ve ekonomik anlamda tüketilebilecek toplam suyun tamamının kullanılabilmesi için baraj sayısının 730’a, gölet sayısının 2000’e çıkması gerekmektedir (Volkan, 2006).

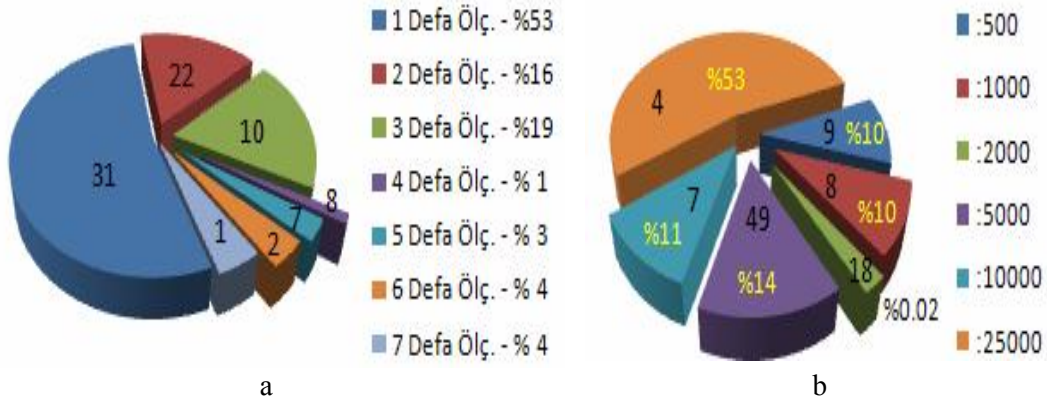
Bilindiği gibi, aşırı erozyon sebebiyle her yıl çok fazla miktarda rusubat baraj ve göllerimizde birikmekte ve barajlar için düşünülen ortalama 50 yıllık işletme ömrünü olumsuz etkilemektedir. Bunun için barajlarımızın izlenmesi ve her

beş yılda bir hidrografik haritalarının yapılması gereği vardır (Şapçılar ve Fakıoğlu, 2003). Bununla birlikte, DSİ verilerine göre, bu kadar önemli tesislerimizden önemli bir bölümünün batimetrik haritasının hiç yapılmadığı anlaşılmaktadır (Şekil 2a,b).



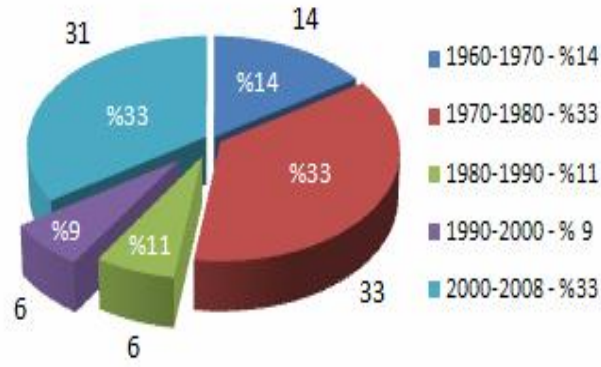
Şekil 2 : 1960-2008 Tarihleri Arasında Haritası Yapılan ve Yapılmayan Barajların Toplam Alanlarının (ha) ve Sayılarının Dağılımı

Haritası yapılanların çoğunluğu ise, eski tarihli ve küçük ölçekli haritalardan oluşmaktadır. Ancak, şimdiye kadar haritası yapılan baraj ve göllerimizin yaklaşık üçde birindeki çalışmaların da son 7 yılda gerçekleştirildiği ve bu çalışmalarda güncel ve büyük ölçekli haritaların hazırlandığı, yine grafiklerden görülmektedir. 1960-2008 yılları arasında harita çalışması yapılan toplam 84 adet barajın ölçü tekrarlarına ve harita ölçeklerine göre bir karşılaştırması yapılarak Şekil 3a,b'de verilmiştir. Buna göre, ölçülen barajların alan olarak %53'ünde sadece bir defa ölçme yapılmıştır. Yapılmış haritaların yine alan olarak yarısından fazlasının (%53'nün), 1:25 000 ölçekli, yaklaşık %20'sinin 1:2000 ve daha büyük ölçekli, geriye kalanların ise, 1:5000 ve 1:10 000 ölçeğinde oldukları anlaşılmaktadır. Bu oranların baraj sayısı olarak neye karşılık geldikleri yine grafikler üzerinde rakamlarla verilmiştir. Ölçülen 84 barajdan 31 tanesinde 1 defa, 22 tanesinde 2 defa, 10 tanesinde 3 defa vd. tekrar ölçme yapıldığı görülmektedir.



Şekil 3: 1960-2008 Tarihleri Arasında Haritası Yapılan Barajların Ölçülme Tekrarlarına ve Ölçeklerine Göre Dağılımı (dilimler üzerindeki rakamlar baraj sayılarıdır)

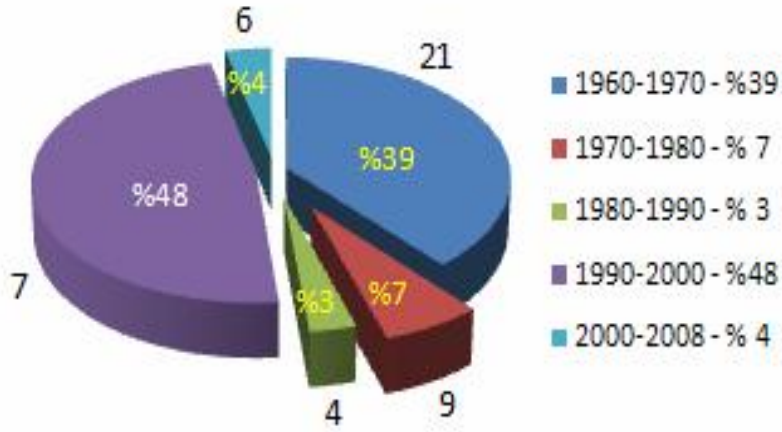
Söz konusu bu haritaların yapım tarihlerine göre yapılan bir gruplandırması ise, Şekil 4'te verilmiştir. Buna göre, 1960'dan itibaren 2008 yılına kadar olan zaman aralığı, onar yıllık dilimlere ayrılmış ve bu zaman dilimi içinde yapılmış hidrografik haritaların, alan ve sayı olarak bir karşılaştırması yapılmıştır. Buna göre, 1960'dan bu güne kadar yapılan toplam miktar içinde ilk on yılın payı % 14, ikinci on yılın payı %33, üçüncü on yılın payı %11, dördüncü on yılın payı % 9 ve son yedi yılın payı ise, % 33 oranındadır.



Şekil 4 : Barajların Yıllara Göre Harita Yapım Dağılımları

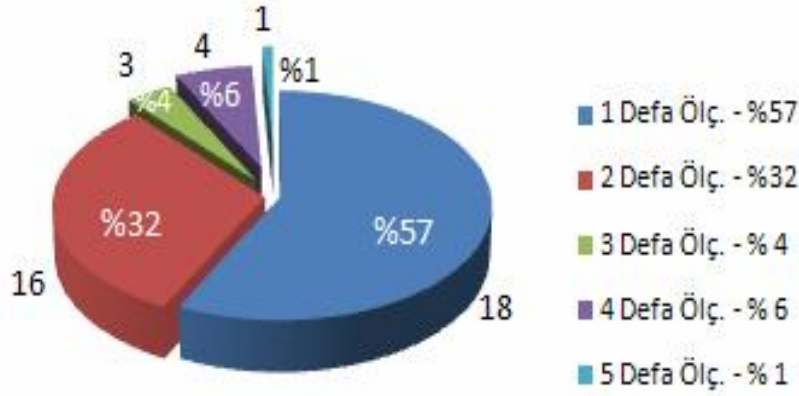
Son yıllarda yapılan hidrografik harita çalışmalarında, daha önceki yıllara göre önemli artış olmasına rağmen, yine de yapılacak çok iş olduğu açıktır. Özellikle son yıllarda yapılan çalışmaların büyük ölçekli ve sayısal haritalar üretilmesi doğrultusunda yoğunlaştığı da bilinmektedir.

Göllerimizde yapılan harita çalışmaları da barajlarımıza benzerdir. 1960-2008 yılları arasında toplam 45 gölde toplam 756.869,7 ha alanda harita çalışması yapılmış olup bunların onar yıllık zaman dilimlerindeki dağılımları Şekil 5’de verilmektedir.



Şekil 5 : Göllerin Onar Yıllık Zaman Dilimlerine Göre Alan ve Adet Olarak Harita Yapım Dağılımları

Haritası yapılan göllerimizin alan olarak yarıdan fazlasında, sayı olarak yarıya yakınında sadece bir defa ölçme yapılmıştır (Şekil 6).



Şekil 6 : Haritası Yapılan Göllerin Ölçülme Tekrarlarına Göre Bir Karşılaştırması

Bilginin ve bilgi paylaşımının ön plana çıktığı günümüzde, baraj ve göl bilgi sisteminin temel altlığı sayılabilecek sayısal ve güncel haritaların önemi bir kat daha artmıştır. Bu haritaların hızlı ve yüksek doğrulukta üretilebilmesi için yeni ölçme ve değerlendirme teknikleri geliştirilmiştir. Söz konusu teknikler ve donanımlar hakkında bazı bilgiler izleyen bölümlerde verilmiştir.

3. HİDROGRAFİK ÖLÇMELER ve OTOMATİK VERİ TOPLAMA SİSTEMİ

Hidrografik ölçmeler, sularla kaplı ortamlarda jeodezik ve oşinografik ölçme çalışmalarını kapsar. Jeodezik çalışmaların iki önemli bileşeni, konum ve derinlik ölçmeleridir. Diğer jeodezik ölçmelerde olduğu gibi, hidrografik ölçmeler de hızlı bir gelişme göstermiştir. Günümüzde halen uygulanmakta olan klasik hidrografik ölçmelerin yanında, bilgisayar destekli modern veri toplama sistemleri de kullanılmaktadır. Bu sistemler, “Hidrografik Donanım” ve “Hidrografik Yazılım” olmak üzere iki temel bileşenden oluşmaktadır.

3.1. Hidrografik Donanım (Hardware)

Otomatik Veri Toplama Sistemlerinde yer alan başlıca donanımlar:

- Konum ölçmelerinde kullanılan GPS, GLONASS gibi uydu sistem alıcıları,
- Ölçme taşıtının yönlendirilmesi için Gyro ve özel pusula,
- Ölçmelerdeki ses hızı, bat-çık (heave) ve pitch&roll gibi hataları azaltmaya dönük ölçme sensörleri,
- Derinlik ölçmelerinde kullanılan sayısal ve grafik çıkışlı çift frekanslı derinlik ölçer,
- Konum ve derinlik bilgilerinin bir yazılım desteğinde depolanacağı bir PC veya dizüstü bilgisayardır.

3.2. Hidrografik Yazılım (Software)

Bir hidrografik yazılımın esas görevi, eş zamanlı konum ve derinlik bilgilerini ve aşağıda verilen diğer sensör ya da sistemlerden gelen verileri birleştirerek depolamasıdır. Bu tür programlar genellikle üç ana bileşenden oluşur. Detaylı bilgi Alkan ve Kalkan (1999)’da verilmektedir. Genel olarak bir Otomatik Veri Toplama Sisteminin bileşenleri Şekil 7’de verilmiştir.

Otomatik Veri Toplama Sisteminin hızı hakkında bir fikir edinmek üzere klasik yöntemle bir karşılaştırma yapılmış ve aynı sürede ölçülebilen nokta sayısının klasik yönteme göre yaklaşık 15 kat daha fazla olduğu görülmüştür (Kalkan ve Alkan, 2003).

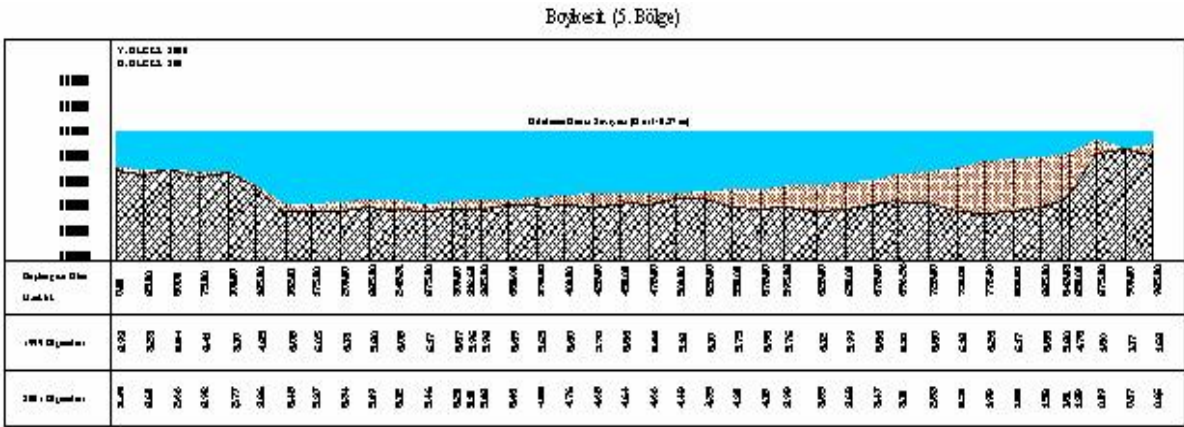
4. UYGULAMALAR

Otomatik Veri Toplama Sistemi kullanılarak 1997’den beri tarafımızdan birçok uygulama gerçekleştirilmiştir. Bu uygulamalar içinde en dikkat çekici olanlardan birisi, Haliç Islah Projesi Kapsamında ve Haliç Bilgi Sistemine altlık oluşturacak hassas batimetrik haritaların hazırlanmasıdır. Bu sistem kullanılarak 1:1000 ölçekli batimetrik haritalar hazırlanmış ve bunlar İstanbul’un Fotogrametrik yöntemle yapılmış mevcut haritaları ile birleştirilmiştir. Bu çalışmalarla ilgili ayrıntılı bilgiler, Kalkan ve Alkan (1997 ve 2001)’de verilmiştir. Otomatik Veri Toplama Sistemleri

kullanılarak belirli zaman aralıklarında tekrarlanan çalışmalardan, sularla kaplı alanların dip topoğrafyasındaki değişimlerin izlenmesi daha kolay hale gelmiştir. Örneğin, Haliç'in üst bölgesinde 16 ay arayla yapılan ölçmelerden dip topoğrafyadaki değişim izlenmeye çalışılmıştır (Şekil.8)

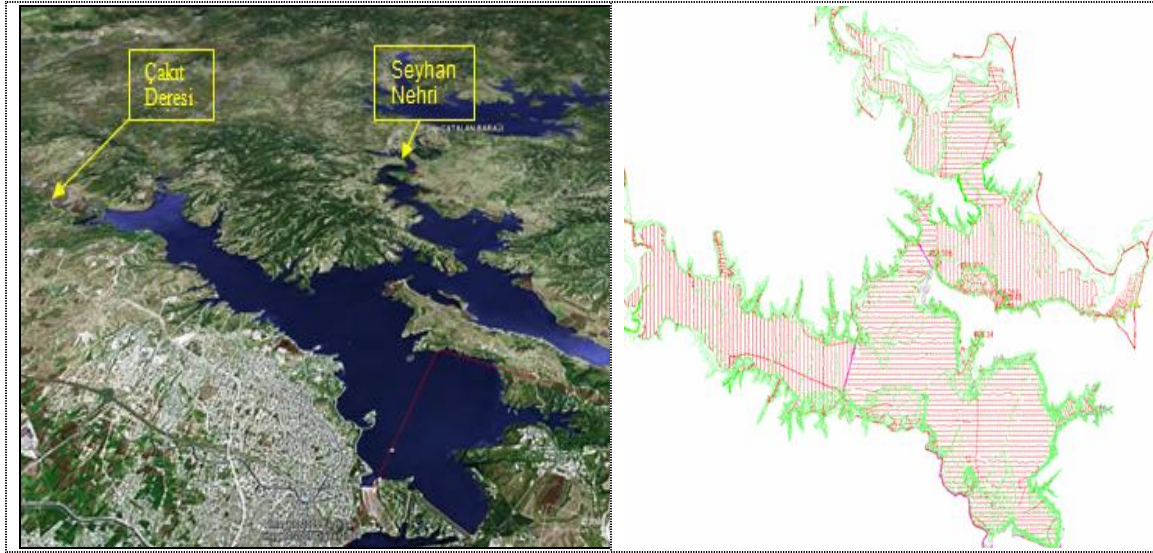


Şekil 7 : Bir Otomatik Veri Toplama Sisteminin Bileşenleri



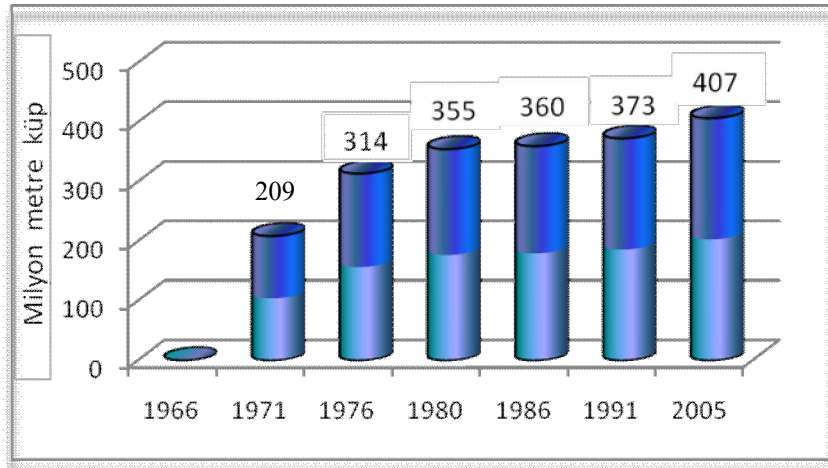
Şekil 8 : Haliç Dip Topoğrafyasındaki Değişim (Kahverengi alan biriken rusubatu göstermektedir)

Dip topoğrafyadaki değişimi belirlemeye yönelik diğer bir uygulama örneği, DSİ Genel Müdürlüğü Harita Müdürlüğünce 1966-2005 yılları arasında Seyhan barajında yapılmış çalışmadır. Seyhan Barajı, en fazla sediment taşınan bir barajımızdır.



Şekil 9 : Seyhan Barajı ve 2005 Yılı Batimetrik Ölçme Kanavasını (Fakioğlu, 2005)

Bu çalışmada, 1966, 1971, 1976, 1980, 1986, 1991 ve 2005 yıllarında olmak üzere toplam 7 defa ölçme yapılmış ve bu çalışmalar değerlendirilerek baraj gölüne taşınan rusubatin miktarı belirlenmeye çalışılmıştır (Fakioğlu, 2005). Buna göre, yaklaşık 39 yıllık sürede toplam 407 milyon m³ rusubat birikmiştir. Ölçmelerin her bir periyodunda belirlenen rusubat miktarları ise, Şekil 10'daki grafikte verilmiştir.



Şekil 10 : Seyhan Barajında 1966-2005 Yılları arasında Biriken Rusubat (Fakioğlu, 2005)

Buna göre, 1966–2005 yılları arasında baraj gölüne taşınan sedimentin her bir dönem için yıllık taşınma hızları ise aşağıdaki şekilde belirlenmiştir.

1966-1971	1971-1976	1976-1980	1980-1986	1986-1991	1991-2005
209 mil.m ³	105 mil.m ³	41 mil.m ³	5 mil.m ³	13 mil.m ³	34 mil.m ³
41.8 milyon m ³ /yıl	21.0 milyon m ³ /yıl	10.3 milyon m ³ /yıl	0.8 milyon m ³ /yıl	2.6 milyon m ³ /yıl	2.4 milyon m ³ /yıl

Bu sonuçlara göre, inceleme konusu olan Seyhan Barajı, otuz dokuz yıllık sürede göl rezervinin önemli bir bölümünü kaybetmiş durumdadır. Son yıllarda görülen önemli azalmaya rağmen baraj gölüne sediment taşınmaya devam etmektedir. Ancak, barajların projelendirilmesi sırasında düşünülmüş olan ölü hacim dolayısıyla bu barajın da daha uzun yıllar hizmet vermesi beklenebilir.

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Ülkemiz su kaynakları bakımından bölgesindeki şanslı ülkelerden biridir. Bu kaynaklarımızdan daha fazla yararlanmak ve bunları kısmen de olsa kontrol altına almak üzere çok sayıda baraj ve gölet gibi su depolama alanları inşa edilmiş ve edilmektedir. Söz konusu bu yapılar, özellikle toprak erozyonunun çok fazla olduğu bölgelerde akarsuların taşıdığı sedimentle dolmakta ve her geçen gün su depolama hacimlerinden bir kısmını kaybetmektedir. Barajların işletme ömrünü ve verimliliğini etkileyen bu durumun izlenmesi ve kontrol altına alınması önemlidir. Bunun için DSİ, her beş yılda bir barajların hidrografik haritalarının yenilenmesini ön görmektedir. Ancak, yukarıda verilen bilgilerden görüldüğü gibi DSİ Genel Müdürlüğü'nün inisiyatifinde olan barajlardan, sayı olarak yaklaşık %63'ünün hiç haritasının olmadığı ve haritası olanların %53'ünün sadece bir kez ölçüldüğü ve bunların da alan olarak yaklaşık % 85'inin 1:10 000 ve daha küçük ölçekli haritalardan oluştuğu anlaşılmaktadır. Güncel sayılabilecek büyük ölçekli haritaların oranı sadece % 3 civarındadır.

Akarsuların, ulaştığı göl ve körfezlere önemli ölçüde sediment taşıdığını kanıtlayan iki örnek çalışmanın sonuçları bu bildiriye verilmiştir. Örnek olarak incelenen Haliç Körfezinin üst bölgesine 16 aylık sürede taşınan sediment miktarı yaklaşık 500 bin m³ ve yıllık ortalama hız 375 bin m³ olmuştur. Aynı şekilde, incelenen Seyhan Barajında 39 yıllık sürede taşınan sediment miktarı, yaklaşık 400 milyon m³ tür. Bu ise, barajın göl rezervinin yaklaşık üçte birine karşılık gelmektedir. Seyhan Barajında sediment için yıllık ortalama taşınma hızı ise, her periyot ölçme döneminde farklı olmakla birlikte, ortalama olarak 10 milyon m³/yıl hesaplanmıştır.

Bilgi çağı olarak nitelenen günümüzde, bir baraj bilgi sisteminin temel altyapısını oluşturacak büyük ölçekli sayısal ve güncel batimetrik haritaların yapılması ve barajların dolma hızlarının belirlenmesi oldukça önemlidir. Bu tür çalışmaların hızlandırılması ve gereken doğruluğun karşılanması açısından Otomatik Veri Toplama Sistemlerinin kullanılması yaygınlaştırılmalıdır. Mümkün oldukça sistem, bat-çık (heave) ve pitch&roll gibi ilave ölçme sensörleri ile desteklenmelidir.

Ayrıca, sistemde kullanılacak çift frekanslı derinlik ölçerlerle su altındaki çökelti tabakası hakkında fikir edinilmesi sağlanmalıdır. Diğer taraftan, farklı su ortamları farklı fiziksel parametrelere sahip olacağından, çalışma ortamlarındaki ses hızları mutlaka belirlenmeli ve ölçmeler buna göre yapılmalıdır.

Çok büyük alanları kaplayan baraj ve göllerde uzun zaman alan ve özelliği dolayısıyla oldukça zorlanılan kıyı çizgisinin ve kıyı şeridinin çıkarılması gibi çalışmalarda, günümüzde oldukça yüksek çözünürlüğe sahip uydu görüntülerinden de yararlanılabileceği göz önünde bulundurulmalıdır. Ayrıca, Airborn Lidar gibi yeni teknolojilerin de belirli derinlikteki sığ sularda ve kıyı şeritlerinin ölçülmesinde kullanılabileceği düşünülmelidir.

Sonuç olarak, sahip olduğumuz göller, barajlar ve akarsular gibi kaynaklarımızdan etkin ve uzun süreli yararlanılması çok büyük bir önem taşımaktadır. Özellikle bulunduğumuz coğrafya bunu zorunlu kılmaktadır.

KAYNAKÇA

Alkan, R. M. and Kalkan, Y. (1999). Modern Hydrographic Surveying and Automatic Data Acquisition Systems (ADAS). *Proceedings Third Turkish-German Joint Geodetic Days*, Istanbul, Turkey, pp. 285-294.

Çeliker, S. A. ve Anaç, H. (2003). *Erozyon*. Tarımsal Ekonomi Araştırma Enstitüsü, Sayı:4, Nüsha:1, Ankara.

Kalkan, Y. ve Alkan R. M. (1997). Haliç Islah Projesi, *6. Harita Kurultayı*, Ankara, s.421-460.

Fakioğlu, M. (2005). Seyhan Barajı Hidrografik Harita Alımı Değerlendirmesi ve Sonuçları, 2. Ulusal Mühendislik Ölçmeleri Sempozyumu, İstanbul, s. 225-236.

Kalkan, Y. ve Alkan, R.M. (2001). Islah Öncesi ve Sonrası Haliç Dip Topoğrafyasındaki Değişim, *Haliç 2001 Sempozyumu*, İstanbul, s. 282-296.

Kalkan, Y. ve Alkan, R. M. (2003). Hassas Batimetrik Ölçmeler ve Haliç Uygulaması. *9. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı*, Ankara, s.461-474.

Kalkan, Y. ve Alkan, R. M. (2004). Barajlarımız ve Hidrografik Ölçmeler, 1.Ulusal Baraj ve Hidroelektrik Santraller Sempozyumu Ankara, s.591-599.

Kalkan, Y. ve Alkan R.M. (2005). Sularla Kaplı Alanlarımız ve Hidrografik Ölçmeler, TMMOB HKMO 10.Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, Ankara, s.529-541

Turfan, M. (2002). Baraj Nedir? Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü Yayınları.

Akarun, R. (1983). “Atatürk Barajı ve Dünyadaki Büyük Barajlar” Atatürk Barajı Özel Sayısı, DSI-Ankara.

Volkan, F., Boz, B. (2006). “Türkiye’de Su Kaynakları Geliştirme Politikalarına Yönelik Tespitler ve Öneriler” TMMOB Su Politikaları Kongresi, Ankara 2006.

Şapçılar, E. ve Fakioğlu, M. (2003). Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü’nde Hidrografik Harita Çalışmaları. *I. Ulusal Mühendislik Ölçmeleri Sempozyumu*, İstanbul, s.336-355.

URL 1: <http://www.dsi.gov.tr>, *DSİ Web Sayfası, Toprak ve Su Kaynakları*, Ziyaret: 30 Ocak 2009.

URL 2: www.gap.gov.tr/turkish/tarim/makaleyenigun, *GAP Bölgesi Su Ürünleri Üretimi, Potansiyeli ve Sosyo Ekonomik Yapısında Beklenen Değişiklikler*, Başata, R. F. ve İstanbulluoğlu, E. (2004).