

# AKUSTİK DOPPLER CİHAZI KULLANILARAK BATİMETRİ HARİTASININ ELDE EDİLMESİ

S. GÖNCÜ<sup>1</sup>, U. AVDAN<sup>2</sup>, Z. YİĞİT AVDAN<sup>1</sup>, E. HASANOĞLU<sup>3</sup>

<sup>1</sup> *Anadolu Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Eskişehir, [sgoncu@anadolu.edu.tr](mailto:sgoncu@anadolu.edu.tr), [zyigit@anadolu.edu.tr](mailto:zyigit@anadolu.edu.tr)*

<sup>2</sup> *Anadolu Üniversitesi, Yer ve Uzay Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir, [uavdan@anadolu.edu.tr](mailto:uavdan@anadolu.edu.tr)*

<sup>3</sup> *Anadolu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği ABD., Eskişehir, [enishasanoglu@live.com](mailto:enishasanoglu@live.com)*

## Özet

*Dünyanın yüzde 70'i sularla kaplı olmasına rağmen, tatlı su kaynakları bunun yalnızca yüzde 2,5'lük kısmını oluşturmaktadır. Bundan dolayı su kaynaklarının yönetilmesi ve kaynakların güncel durumu büyük önem arz etmektedir. İçme suyu kaynaklarımızdan olan göllerde gerçekleştirilen bilimsel çalışmalar ve göllerin sürdürülebilir şekilde kullanımının sağlanması için göllerin gerçek kullanılabilir hacim ve derinlik değişiminin bilinmesi gerekmektedir. Bu kapsamda göllerin batimetrik haritalarının çıkartılması önemli bir altlık veridir.*

*Bu çalışma kapsamında, Eskişehir il merkezinin kuzeyinde Bozdağ yamaçlarında bulunan Borabey Göleti çalışma alanı olarak belirlenmiştir. Göletin belirlenen hatlar boyunca ultrasonik ses dalgaları üreten, Akustik Doppler cihazı kullanılarak derinliği ölçülmüştür. Elde edilen derinlik noktaları kullanılarak Coğrafi Bilgi Sistemleri yöntemleri ile gölün batimetri haritası üretilmiştir. Elde edilen batimetri haritası Sayısal Yükseklik Modelleri (SYM) ile birleştirilmiş ve topografya ile beraber su tabanının SYM haritası oluşturulmuştur.*

*Anahtar kelimeler: Akustik Doppler, Batimetrik Harita, Borabey Göleti, Göl Haritalama, Sayısal Yükseklik Modeli*

## OBTAINING OF THE BATHYMETRY MAP BY USING ACOUSTIC DOPPLER DEVICE

### Abstract

*Although, 70 percent of the world is covered with water, only 2.5 percent of freshwater resources is part of this water. Because of the current state of water resources and resource management is very important. For the scientific studies and ensuring sustainable usage of a lakes which is a source of drinking water is necessary to know the volume and depth for real usage. In this context, the obtaining of bathymetry maps of the lakes are an important data for this studies.*

*In this study, Borabey Pond which is located in the north of the city of Eskişehir is determined as a study area. Along the determined line of pond depth is measured Acoustic Doppler Device which produces ultrasonic sound waves. The lake bathymetry map was produced from measured depth points by using Geographical Information System methods. Digital Elevation Models (DEM) map of water base is created from bathymetry map which is combined with DEM and topography.*

*Keywords: Acoustic Doppler, Bathymetric Map, Borabey Pond, Lake Mapping, Digital Elevation Model*

## 1. Giriş

Göllerde gerçekleştirilen bilimsel çalışmalar ve gölün sürdürülebilir şekilde kullanımının sağlanması için gölün gerçek kullanılabilir hacminin ve gölün derinliğinin değişiminin kesin olarak bilinmesi büyük bir önem taşımaktadır. Baraj göllerinin aktif hacminin belirlenmesi, gölün işletiminde büyük önem arz etmektedir. Gölün su kalitesine yönelik bir değerlendirme çalışmasında, göldeki sediment birikiminin incelenmesi ve sediment çökmesinin hangi düzeyde gerçekleştiğinin belirlenebilmesi için gölün derinliğinin tam olarak bilinmesi gerekir (Campos, Soto et al. 1994, Elci, Bor et al. 2009, Wang, Zhu et al. 2009). Göllerdeki termal katmanlaşmanın nasıl gerçekleştiği, bölgesel farklılıkların nasıl olduğunun belirlenebilmesi için gölün bölgesel derinlik yapısına ihtiyaç vardır (Chang and Hoover 1998). Gölü besleyen suların yarattığı taşkınların incelenmesi için de gölün hacimsel ve morfolojik yapısının iyi bilinmesi gereklidir (Romero and Imberger 2003). Ayrıca geçmişten geleceğe gölün yapısında ne gibi değişikliklerin olduğu veya olacağı yönünde yapılan çalışmalarda göl hacmi ve yüzey alanı gibi veriler önemli bilgilerdir (Agyemang, Schmieder et al. 2009). Bu kapsamda gölün batimetri haritasının çıkartılması önemli bir altlık teşkil etmektedir. Son yıllarda bu tür çalışmalarda, ultrasonik ses dalgalarının kullanımı ile bunların coğrafi bilgi sistemleri kullanılarak haritalandırılması büyük bir önem kazanmıştır (Schnur 2007, Gao 2009). Bu çalışma kapsamında, Eskişehir il merkezinin kuzeyinde Bozdağ yamaçlarında bulunan Borabey Göleti'nin batimetri haritası çıkartılmıştır.

## 2. Çalışma Alanı

Çalışma alanı olarak Eskişehir il merkezinin kuzeyinde Bozdağ yamaçlarında Emirce Köyü mevkiinde yer alan Borabey Göleti seçilmiştir (Şekil 1). Gölet yaklaşık 924 m kotunda ve yaklaşık olarak 166,559 m<sup>2</sup> alan kaplamaktadır. Borabey Göleti 1991-1992 yılları arasında Köy Hizmetleri İl Müdürlüğüne 2480 dekar alanda 115 çiftçinin yararlanması amacıyla inşa edilmiştir. 1999 yılında Anadolu Üniversitesi Su Sporları Merkezi olarak kullanılması için tahsis edilen göletin, daha sonra Eskişehir'in içme ve kullanma suyu şebekesine katkı sağlamak amacıyla kullanılması düşünülmüştür. Ancak 2011 yılında bu kullanım amacından vazgeçilmiştir (Kaya, Meltem).



Şekil 1. Borabey Sulama Göletinin Google Earth görüntüsü.

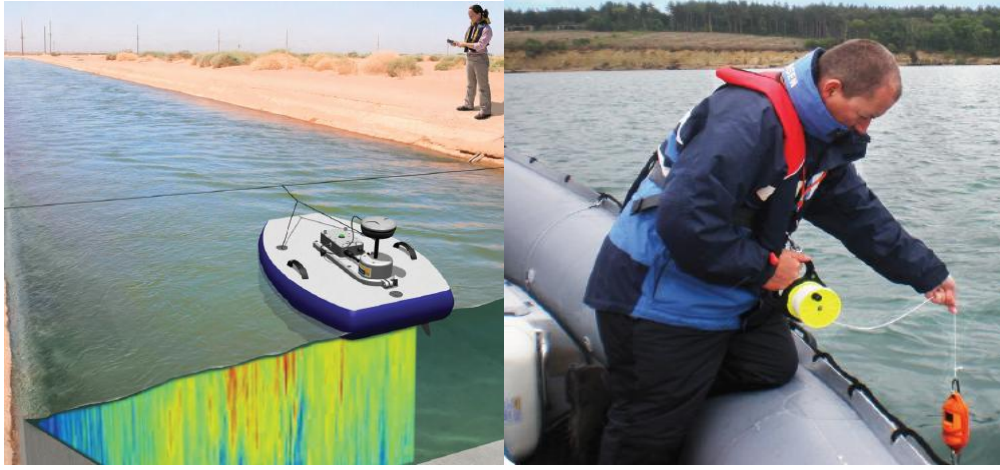
### 3. Yöntem

Çalışma kapsamında yapılan batimetrik haritalama çalışması için Çevre Mühendisliği Bölümü bünyesinde ve daha önceki bir araştırma projesi kapsamında temin edilmiş Sontek M9 Akustik Doppler Akım Profil cihazı kullanılmıştır. Bu cihaz özellikle akarsularda su hızı ve buna bağlı debi ölçümlerinde oldukça hızlı ve hassas ölçümler yapma kabiliyetine sahip bir cihazdır. Bu cihaz bünyesinde 1 adet 0.5 MHz Düşey Profil Ultrasonik transduser, 4 adet 1 MHz ve 4 adet 3 MHz 250 açışal profil ultrasonik transduser olmak üzere toplam 9 transduser sahiptir. Cihaz 0.06-40 m profil alma kabiliyetine sahip iken 0.2-80 m derinlik ölçebilme kabiliyetine sahiptir. Cihaz bünyesinde bulunan D-GPS ünitesi ile ölçüm noktaları yaklaşık 10 cm'lik hassasiyetle yer konum bilgisi ile kayıt altına alınmaktadır (Sontek 2001, SonTek 2011).

Bu cihaz ses dalgaları ile su hızları ve derinlik ölçümü yapabilmektedir. Cihazın ana tasarım amacı akarsularda debi ölçümüne yöneliktir. Bu nedenle akarsu bünyesindeki sudaki tuzluluk seviyesindeki ve sıcaklıktaki değişimler derinliğe bağlı olarak çok değişkenlik göstermemektedir. Fakat göllerde katmanlaşma olayı nedeniyle göldeki su sıcaklığı ve tuzluluk seviyesi gibi parametreler derinliğe bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Bu durum cihazın gönderdiği ses dalgalarının farklı sıcaklık ve tuzluluğa bağlı olarak farklı yoğunluktaki su katmanlarında hareket etmesine neden olmaktadır. Ses dalgasının gönderim ve geri dönüş süresinin hesaplanmasında bu değişimlerin hesaba katılmaması yanlış derinlik sonuçlarının elde edilmesine yol açmaktadır. Bu nedenle cihazın üreticisi olan Sontek firması bu durumlarda kullanılmak üzere El tipi iletkenlik, sıcaklık ve derinlik (CDT) ölçüm cihazı (CastAway CDT) adlı bir ekipman daha geliştirmiştir. Bu cihaz derinliğe bağlı olarak sıcaklık ve tuzluluk seviyelerini

kayıt altına almaktadır. Çalışma kapsamında bu ekipman ile Sontek M9 ADCP cihazının daha hassas batimetrik haritalaması sağlanmıştır (Şekil 2a, b).

Çalışma kapsamında cihazdan alınan veriler Matlab programı ile dışarı aktarılmıştır. Cihazın ölçmüş olduğu düşey transduserin ölçtüğü derinlik ile (VB Depth), açısız olarak yerleşik bulunan transduserlerin ölçtüğü derinlik değerleri (BT Depth) karşılaştırılarak, ölçüm esnasında yaşanabilecek problemlere karşı her bir transduserdeki ölçüm sonuçları karşılaştırılarak ve doğrulanarak derinlik verileri elde edilmiştir.



Şekil 2 (a) ADCP cihazı ve (b) CastAway CDT cihazı

#### 4. Haritalama Çalışmaları

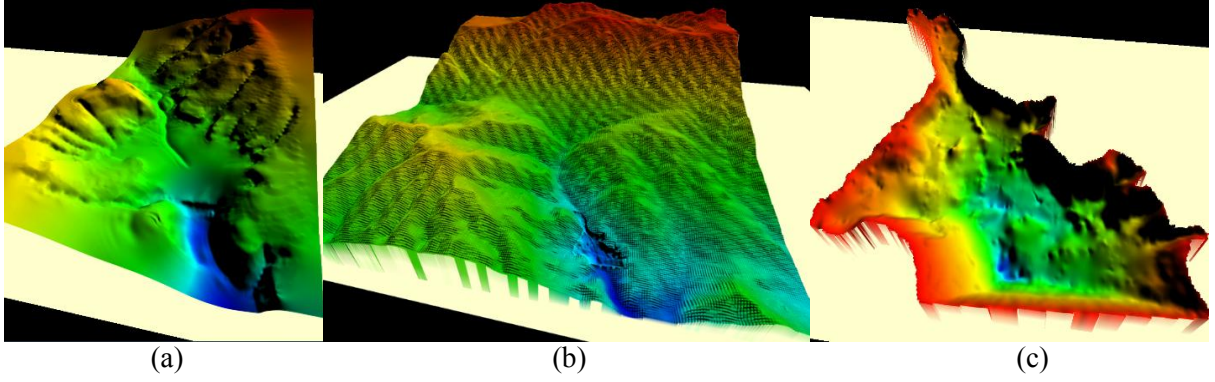
Bu çalışma kapsamında öncelikli olarak mevcut veriler değerlendirilmeye alınmıştır. Bu kapsamda, ilk olarak Anadolu Üniversitesi Yapı İşleri Daire Başkanlığı'na yapılan ölçümler bulunmuştur. Bu ölçümlerde kullanılan koordinat sistemi lokal (yerel) koordinat sistemindedir. İlk olarak eldeki verilerin proje koordinat sistemine dönüştürülmesi işlemi yapılmıştır. Verilerin proje koordinat sistemine dönüştürülmesi için alana gidilerek harita ve alan üzerinde mevcut olan ortak noktalardan koordinat ölçümleri yapılmıştır. Ölçüm işleminde 2 adet Javad marka GNSS (Global Navigation Sattelite System) alıcısı kullanılmıştır.

Bu çalışmada RTK yöntemi kullanılarak kırk nokta ölçülmüş ve dönüşüm işleminde kullanılmıştır. Ayrıca göletin ölçüm zamanındaki sınırları ölçülmüştür. Araziden ölçülen noktalar kullanılarak ArcGIS yazılımında mevcut haritaları proje koordinat sistemine dönüştürülmüştür. Dönüştürme işleminden sonra alana ait hassas sayısal yükseklik modeli elde edilmiştir (Şekil 3a).

Çalışmada kullanılan ikinci önemli veri kaynağı ise 1/25000 ölçekli haritadır. Bunun için, harita genel komutanlığı tarafından 1994 yılında basılmış olan, i24-b2 numaralı pafta kullanılmıştır. İlk olarak pafta grid noktaları kullanılarak koordinatlandırılmış ve münhani eğrileri sayısallaştırılmış ve münhanilerin

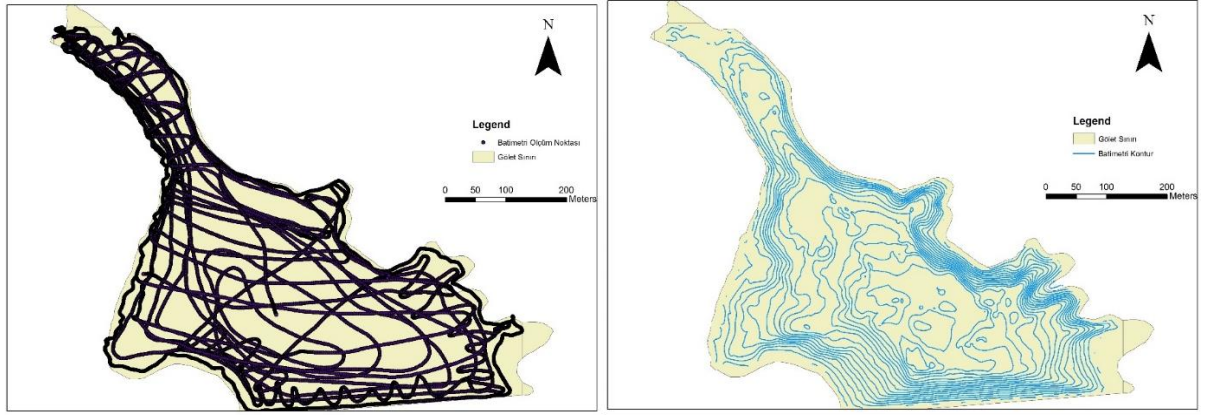


öznitelikleri girilmiştir. Kıymetlendirilen haritadan çalışma alanına ait SYM ArcGIS yazılımı kullanılarak üretilmiştir (Şekil 3b).



Şekil 3 (a) Anadolu Üniversitesi, Yapı İşleri Daire Başkanlığı ölçümlerinden elde edilen SYM, (b) Harita Genel Komutanlığı tarafından üretilen 1/25000 ölçekli haritalardan elde edilen SYM ve (c) Batimetri ölçüm noktalarından elde edilen SYM

Çalışmada son olarak araziden ölçülen batimetri ölçüm noktaları kullanılmıştır. Ölçüm noktaları Coğrafi WGS 84 koordinat sisteminde elde edilmiştir. Bütün ölçüm noktaları ArcGIS yazılımı kullanarak Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) ortamına aktarılmıştır (Şekil 4 a). Batimetri ölçüm noktalarından yararlanarak Borabey göletinin taban yüksekliğini gösteren kontur haritası üretilmiştir (Şekil 4b).



Şekil 4 (a) Batimetri ölçüm noktaları ve (b) Borabey göletinin taban yüksekliğini gösteren kontur haritası

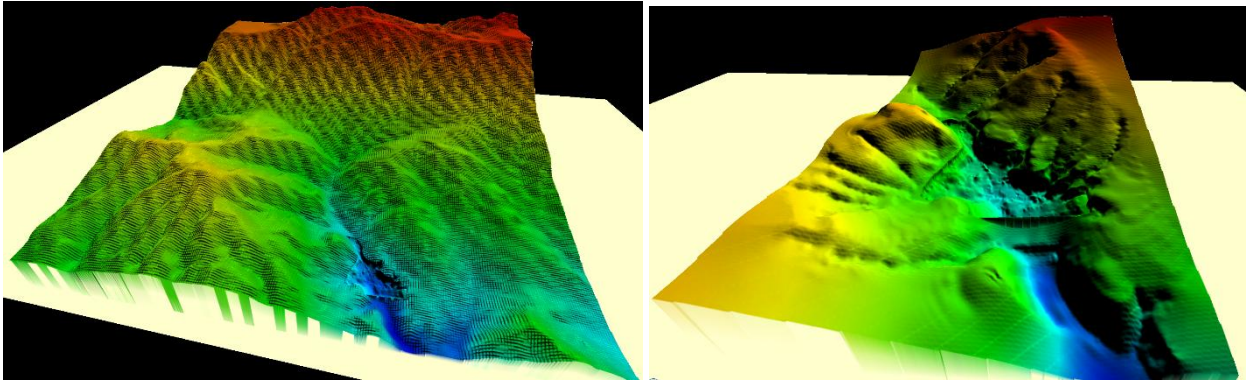
Sonuç olarak, bölgedeki arazi şekillerini ve gölün yapısını gösterir 3 adet SYM haritası elde edilmiştir. Bunlar;

- Anadolu Üniversitesi, Yapı İşleri Daire Başkanlığı ölçümlerinden elde edilen SYM,

- Harita Genel Komutanlığı tarafından üretilen 1/25000 ölçekli haritalardan elde edilen SYM,
- Batimetri ölçüm noktalarından elde edilen SYM şeklindedir.

## 5. Sonuç ve Öneriler

Çalışma sonunda üretilen batimetri SYM haritası ile hassas SYM ve 1/25000 ölçekli haritadan elde edilen SYM dosyaları birleştirilmiş ve topografya ile beraber su tabanının SYM dosyası oluşturulmuştur (Şekil 5)



Şekil 5(a) 1/25000 ölçekli haritadan elde edilen SYM ve Batimetri SYM haritasının bileştirilmesi, (b)

Hassas SYM ve Batimetri SYM haritasının birleştirilmesi

Batimetri haritası ile birleştirilmiş hassas SYM dosyası göl tabanının alan ve hacim hesaplamasında kullanılacak veri seti olarak seçilmiştir. Böylelikle gölün kot-alan-hacim ilişkisi belirlenmiştir. Ayrıca gölün maksimum su kotu baz alınarak kaplayacağı maksimum alan miktarı ve hacmi belirlenmiştir.

Bu çalışma ile, göllerde gerçekleştirilen batimetrik ölçüm çalışmalarına alternatif olacak, hızlı ve doğru bir ölçüm tekniği olan akustik doppler ölçüm sistemlerinin kullanılabilceği görülmektedir. Bu çalışmada kullanılan ve esas işlevi akarsularda akım ölçümü yapan akustik doppler akım ölçüm cihazının ekstra bir ekipman maliyeti olmaksızın bu tür ölçümlerde kullanılabilceği görülmektedir.

## Teşekkür

Bu çalışmaya verdikleri destekten dolayı, Anadolu Üniversitesine (BAP-Proje No.: 1208F129, Proje Yürütücüsü: S.Göncü), AÜ.Yer ve Uzay Bilimleri Araştırma Enstitüsü'ne teşekkür ederiz.

## Kaynaklar

- Agyemang, T. K., K. Schmieder, T. Heege, J. Heblinski, H. Sajadyan, L. Vardanyan and R. Bocker (2009). "Reviewing Lake Sevan's surface area using remote sensing & GIS techniques." International Association of Theoretical and Applied Limnology, Vol 30, Pt 8, Proceedings 30: 1264-1266.
- Campos, H., D. Soto, W. Steffen, G. Aguero, O. Parra and L. Zuniga (1994). "Limnological Studies of Lake-Del-Toro (Chile) Morphometry, Physics, Chemistry, and Plankton." Archiv Fur Hydrobiologie(1-2): 199-215.
- Chang, T. J. and M. A. Hoover (1998). "Spatial investigation of water quality in Lake Erie using GIS methods." Water Resources Engineering 98, Vols 1 and 2: 1464-1474.
- Elci, S., A. Bor and A. Caliskan (2009). "Using numerical models and acoustic methods to predict reservoir sedimentation." Lake and Reservoir Management 25(3): 297-306.
- Gao, J. (2009). "Bathymetric mapping by means of remote sensing: methods, accuracy and limitations." Progress in Physical Geography 33(1): 103-116.
- Kaya, Meltem (2013). "Küçük Su Kütlelerinde Su Kalitesinin Havza Bileşenleri ile Etkileşimi", Anadolu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Romero, J. R. and J. Imberger (2003). "Effect of a flood underflow on reservoir water quality: Data and three-dimensional modeling." Archiv Fur Hydrobiologie 157(1): 1-25.
- Schnur, M. (2007). Remote Sensing, GPS and GIS Technique to Produce a Bathymetric Map.
- Sontek (2001). Sontek/YSI ADP Acoustic Doppler Profiler Technical Documentation. San Diego, CA, USA, SonTek/YSI: 186.
- SonTek (2011). RiverSurveyor S5/M9 System Manual Firmware Version 2.00. San Diego, CA , U.S.A., SonTek: 156.
- Wang, J. B., L. P. Zhu, G. Daut, J. T. Ju, X. Lin, Y. Wang and X. L. Zhen (2009). "Investigation of bathymetry and water quality of Lake Nam Co, the largest lake on the central Tibetan Plateau, China." Limnology 10(2): 149-158.